

# 뇌졸중 환자의 다리 근육의 활성도와 균형에 발등굽힘자세 균형운동이 미치는 영향

백승윤<sup>1\*</sup>, 강정일<sup>2</sup>

<sup>1</sup>정다운요양병원, <sup>2</sup>세한대학교 물리치료학과

## Effect of Dorsiflexion Balance Exercise on Leg Muscle Activity and Balance in Stroke Patients

Seung-Yun Baek<sup>1\*</sup>, Jeong-Il Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Mokpo jeongdaown nursing hospital

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

**요약** 본 연구는 뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위 증가로 인해 균형에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 대상자는 선정기준에 맞는 만성 뇌졸중 환자 20명을 무작위 배정하여 발등굽힘 자세 균형운동군 10명, 평평한 지면 균형운동군 10명으로 배정한 후 주 3회, 4주 동안 중재하였다. 대상자들은 중재 전 다리 근활성도, 균형을 사전검사 하였고, 4주 후 사후검사를 사전검사와 동일하게 재측정하였다. 그 결과, 실험군과 대조군은 모든 다리 근육과 균형에서 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), 집단 간에서는 앞정강근과 가자미근, 균형에서만 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 결론적으로 발등굽힘 자세에서 중재를 시행하기 때문에 균형의 안정성을 확보하려는 움직임으로 발목관절에 영향을 주는 앞정강근과 가자미근이 활성도가 되어 균형능력이 좋아진 것으로 판단된다. 따라서 뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위 증가와 균형회복을 위한 목적으로 발등굽힘 자세를 활용해야 할 것으로 여겨진다.

**Abstract** This study was conducted to determine the effect of increased range of motion achieved by dorsiflexion of the ankle joint in stroke patients. The subjects were 20 chronic stroke patients who met the selection criteria. Ten were randomly assigned to a dorsiflexion posture balance exercise group (the experimental group) and 10 to a flat ground balance exercise group (the control group). All then received intervention 3 times a week for 4 weeks. Significant ( $p < .05$ ) intergroup differences were found between the tibialis anterior and soleus leg muscles and between balance results ( $p < .05$ ). Presumably because the tibialis anterior and soleus muscles were activated by exercise and improved balance stability. The results suggest dorsiflexion should be used to increase ankle joint range of motion and restore balance in stroke patients.

**Keywords** : Muscle Activity, Berg Balance Sale, Stroke, Ankle, Function

### 1. 서론

뇌졸중은 뇌혈관이 터지거나 막힘으로 인하여 뇌신경 세포로의 혈액공급이 중단됨으로써, 뇌영역의 신경세포가 괴사하여 발생하는 중추신경계 질환이다[1]. 손상된

부위와 정도에 따라 차이는 있으나 대체로 팔다리의 편마비, 감각장애, 운동장애 등의 문제가 나타난다[2]. 뇌졸중 환자의 약 40% 정도는 수동적 움직임에 저항하는 과도한 신장반사인 경직이 나타나게 되는데[3], 이는 근육 조직의 점탄성이 변화하고 뻣뻣함이 증가하기 때문에 관

\*Corresponding Author : Seung-Yun Baek(Mokpo jeongdaown nursing hospital)

email: qorgkgk13@naver.com

Received October 24, 2023

Accepted January 5, 2024

Revised November 28, 2023

Published January 31, 2024

절의 움직임에 악영향을 미치게 된다[4]. 그리고 뇌졸중 환자는 대부분 팔의 굽힘 근육과 다리의 펴 근육의 긴장도 증가로 인해 팔의 굽힘, 다리의 펴 자세인 만베르니케 자세가 나타난다[5]. 이로 인해 발목관절의 수동적 움직임이 감소하여 관절가동범위가 감소하게 되어 환자는 바른 자세를 안전하게 유지할 수 있는 기능적 움직임 저하와 더불어 균형능력의 감소가 나타나게 된다[3,6].

발목관절은 안정적인 기립자세 및 자세조절을 유지하기 위한 매우 중요한 요소이다[7]. 또한, 신체중심의 변화에 따라 발목관절을 사용하게 되는데, 이를 발목관절 전략이라고 보고하였다[8]. 발목관절 전략은 신체의 중심이 전방이나 후방으로 넘어갈 때 앞장근과 장딴지근의 교차활성이 나타나 균형을 잡게 된다[9]. 이는 신체의 동요가 커질수록 발목관절 전략을 통해 안정성을 확보하게 되고 더 효과적으로 발목관절 전략을 사용하기 위해서는 발목관절 주변 근육의 강화운동이 필요하다[10].

뇌졸중 환자의 발목관절 기능을 향상시키고 균형의 회복을 돕는 중재방법으로는 발목관절의 뺨침 운동, 관절가동술, 불안정 지지면 훈련, 발목 신장운동 등 다양한 중재방법들이 적용되고 있다[11-13]. 그 중 신장운동은 적용시간이나 방법에 따라 효과가 다양하게 나타나지만 관절가동범위 증가와 근육의 이완을 위해서는 적어도 15 초 이상의 신장운동이 필요하며 만성적이고 신경화적인 손상으로 인한 발목관절의 가동범위 제한이 있을 경우 더 지속적인 신장운동이 필요하며[12], 균형을 바로 잡기 위해서는 발목관절의 움직임에 관여하는 다리의 근육들이 적절하게 활성화가 되어야 한다[14]. 따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 다리 신장운동과 발목관절 주변 근육의 강화를 위한 균형운동을 동시에 중재하여 다리 근활성도와 균형에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구는 2023년 5월부터 8월까지 전라남도 소재 M병원에 입원하여 뇌졸중 진단을 받고, 편마비 증상을 가지고 있는 환자들 중 연구대상자 모집공고에 자발적으로 지원하고 연구대상자의 선정기준에 부합된 환자 20명을 대상으로 하였다. 본 연구의 책임자는 대상자에게 연구의 내용과 목적을 충분히 설명하고 참여 동의를 받은 후 진행하였다.

연구대상자의 선정기준은 1) 뇌졸중 진단을 받은지 6

개월 이상인 자, 2) 마비측 팔다리 경직 수준이 수정된 Ashworth 척도(MAS: Modified Ashworth Scale) G2 이하인 자, 3) 보조 장비 없이 10m 보행이 가능한 자로 하였다. 제외기준으로는 1) 골절이나 관절의 손상으로 질환을 악화시킬 수 있는 자, 2) 한국형 간이 정신상태 판별검사(K-MMSE) 23점 이하로 연구방법을 이해하는데 어려움이 있는 자, 3) 편측무시 증상이 있는 자로 하였고 일반적 특성은 다음과 같다[15](Table. 1).

Table 1. General characteristics

Items	Experimental group (n=10)	Control group (n=10)	p
	M±SD	M±SD	
Age (years)	65.40±5.19	65.30±4.62	.964
Hight (cm)	155.10±2.02	155.60±2.41	.622
Weight (kg)	57.40±4.95	54.40±2.99	.118
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.84±1.68	22.47±1.27	.055
Disease (month)	17.40 ± 2.61	19.34 ± 1.91	.129
Stroke Type (hemorrhage/infarction)	4/6	5/5	.653
Side of stroke lesion (left/right)	6/4	7/3	.639

#### 2.1.1 연구 설계

본 연구의 대상자 수는 G-power 3.1 program을 이용하여 효과 크기 .88, 검정력 .80%, 유의수준 .05, 탈락율 10%로 설정하여 산출하였다. 선정 기준에 부합된 20명의 뇌졸중 환자를 표본 추출하고 제비뽑기를 통해 발목관절 자세에서 균형운동을 중재한 집단 10명을 실험군, 평평한 지면에서 균형운동을 중재한 집단 10명을 대조군으로 무작위 배치한 후 다리 근활성도와 균형을 사전 검사하였다. 모든 중재는 30분씩 주 3회, 4주간 실시하였고, 4주 후 모든 중재가 종료되면 사전 검사와 동일하게 재측정 하였다.

#### 2.1.2 근활성도(Muscle Activity) 측정

표면 근전도 시스템(MP 100 EMG, Biopac, USA)을 이용하여 다리 근활성도를 측정하였다. 근전도 신호 수집을 위한 표본추출률을 1,000Hz로 하였고, 주파수 대역필터는 30~450 ㎐로 설정하였으며, 대상자들의 피부에서 털을 제거하고 알코올 솜으로 피부를 청결히 한 후에 전극을 부착하였다. 기록전극은 넙다리곧은근의 경우 무릎뼈의 위쪽과 ASIS 사이 1/2 지점, 넙다리두갈래근의 경우 넙다리뼈 큰돌기와 무릎 후면 사이의 2/3지점에 부

착하고, 앞정강근의 경우 발목관절과 무릎관절 사이의 정강뼈 앞부분의 가장 볼록한 지점, 가자미근의 경우 종아리 부분의 가쪽머리의 가장 볼록한 지점에 부착하였다. 운동에 방해가 되지 않기 위해 가쪽복사뼈에 접지전극을 부착하였다. 기준동작 시 실효치 진폭 값은 자연스럽게 선 자세를 10초 유지한 상태에서 근전도 신호를 측정하였고, 처음과 끝 2초를 뺀 6초 구간을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 특정동작 시 실효치 진폭 값은 선 자세에서 전방보행을 30초 동안 시행했을 때 처음과 끝 5초를 뺀 20초 구간을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다[16]. 근활성도의 정규화를 위해 기준동작 시 실효치 진폭 평균값을 특정 동작 시 실효치 진폭 평균값으로 나눈 후 백분율(%)하고 정규화하여 자발적 기준 수축(%reference voluntary contraction; %RVC)을 측정하였다.

### 2.1.3 균형검사(BBS: Berg Balance Scale)

일상생활에서 수행되는 정적균형과 동적균형을 평가하는 도구이며 앉은 자세부터 선 자세까지 14개의 항목으로 구성되어 있다. 각 항목은 0에서 4점으로 총 56점이며 0~20점은 낙상고위험으로 휠체어 의존해야 하는 수준을 말한다. 21~40점은 낙상중위험으로 도움 및 보조도구로 보행이 가능한 수준을 말한다. 41~56점은 낙상저위험으로 독립적 보행이 가능한 수준을 말한다. 뇌졸중 환자에서 측정자 간 신뢰도는 .95~.98이고, 검사재검사 신뢰도가 .98에 해당하는 매우 높은 신뢰도의 측정 방법이다[17].

## 2.2 발등굽힘자세에서 균형운동

실험군은 발목의 신장을 위해 다양한 각도로 조절이 가능한 경사발판을 10°로 만들고 대상자의 낙상을 예방하기 위해 하네스를 착용한 상태에서 발판 위로 올라가도록 지시하였다. 그 후 자세를 유지하면서 서 있기, 제자리 걷기, 뒤꿈치 들고 서 있기, 선 자세로 깎지 끼우고 팔 뻗기, 선 자세에서 양쪽 무릎을 구부렸다 펴기 등 5가지의 동작을 중재하였다. 각 항목 당 중재시간은 5분이며, 항목 간 1분의 휴식시간을 갖고 총 4주 간 주 3회 1일 1회를 시행하였다[18,19].

### 2.3 평평한 지면에서 균형운동

대조군은 평평한 지면에서 서 있기, 제자리 걷기, 뒤꿈치 들고 서 있기, 선 자세로 깎지 끼우고 팔 뻗기, 선

자세에서 양쪽 무릎을 구부렸다 펴기 등 5가지의 동작을 중재하였다. 각 항목 당 중재 시간은 5분이며, 항목 간 1분의 휴식시간을 갖고 총 4주 간 주 3회 1일 1회를 시행하였다[18,19].

## 2.4 자료분석

본 연구의 자료 처리는 Window용 SPSS 26.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하였고, 연구대상자의 일반적 특성에 대한 동질성을 독립표본 t-검정을 실시하여 Levene의 등분산 검정(Levene's test)을 확인하였다. 그리고 집단 내 다리 근활성도와 균형 변화를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(Paired t-test)를 사용하였고, 집단 간 다리 근활성도와 균형 변화를 비교하기 위해 공분산분석(ANCOVA)를 사용하였다. 유의수준  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 연구대상자의 일반적인 특성

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

### 3.2 실험군과 대조군의 집단 내 다리 근활성도와 균형 변화비교

실험군과 대조군은 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 앞정강근, 가자미근, 균형에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다( $P < .05$ )( $P < .01$ )(Table 2)(Table 3).

Table 2. Changes in muscle activity and BBS in experimental group

Items	Group	E-group		T	p'
		Pre-test M±SD	Post-test M±SD		
Rectus Femoris (%)		91.31± 1.25	94.42±1.45	-4.750	.001**
Biceps Femoris (%)		80.78±1.88	84.10±2.60	-3.992	.003**
Tibialis Anterior (%)		102.37±1.93	107.48±3.45	-5.206	.001**
Soleus (%)		52.28±2.16	55.76±2.56	-4.292	.002**
BBS (scores)		40.5±2.76	44.80±1.87	-5.177	.001**

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

E-group: dorsiflexion posture balance exercise group

Table 3. Changes in muscle activity and BBS in control group

Items	Group	C-group		T	p'
		Pre-test M±SD	Post-test M±SD		
Rectus Femoris (%)		92.50±1.70	93.67±1.20	-2.374	.042*
Biceps Femoris (%)		81.70±2.35	83.70±2.30	-2.739	.023*
Tibialis Anterior (%)		103.79±2.64	105.57±2.01	-2.385	.041*
Soleus (%)		51.56±1.94	53.28±2.12	-2.491	.034*
BBS (scores)		41.00±1.33	43.10±1.73	-3.473	.007**

p < .05, \*\*p<.01  
C-group: flat ground balance exercise group

### 3.3 집단 간 다리 근활성도와 균형 변화비교

앞정강근과 가자미근 그리고 균형에서만 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(P<.05)(Table 4).

Table 4. Changes in muscle activity and BBS between the groups

Items	group	Pre-test	Post-test	F	p'
		M±SD	M±SD		
Rectus Femoris (%)	E-group	91.31±1.25	94.42±1.45	1.932	.182
	C-group	92.50±1.70	93.67±1.20		
Biceps Femoris (%)	E-group	80.78±1.88	84.10±2.60	0.655	.430
	C-group	81.70±2.35	83.70±2.30		
Tibialis Anterior (%)	E-group	102.37±1.93	107.48±3.45	4.728	.044*
	C-group	103.79±2.64	105.57±2.01		
Soleus (%)	E-group	52.28±2.16	55.76±2.56	4.579	.047*
	C-group	51.56±1.94	53.28±2.12		
BBS (scores)	E-group	40.5±2.76	44.80±1.87	5.499	.031*
	C-group	41.00±1.33	43.10±1.73		

p < .05  
E-group: dorsiflexion posture balance exercise group  
C-group: flat ground balance exercise group

## 4. 고찰

뇌졸중 환자의 경직은 일상생활에 많은 제한을 가져오게 되며, 이로 인해 균형능력의 감소가 나타나 낙상의 위험에 쉽게 노출이 된다. 그러므로 경직을 감소시키면 뇌졸중 환자의 균형능력이 증가하여 일상생활로 복귀하는데 긍정적인 영향을 준다[20]. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자에게 경직을 감소시키기 위한 신장운동과 균형운동을 증대하여 다리의 근활성도, 균형에 미치는 영향을 알

아보고자 한다.

Lee와 Cho[21]은 수동 발등굽힘 각도가 10° 미만인 자를 대상으로 장딴지근 신장운동이 발등굽힘 각도증가와 장딴지근의 근긴장도가 감소한다고 보고하였고, Lee와 Park[22]은 발목관절 각도에 따라 앉았다 일어서기 운동이 발등굽힘으로 선행된 시작자세로 인해 해당 근육의 작용을 촉진하기 때문에 안정성에 기여하는 앞정강근과 장딴지근의 유의한 차이가 나타남을 보고하였으며, Cho와 Choi[23]은 발목관절의 각도에 따라 앞정강근, 가자미근, 넙다리두갈래근, 넙다리곧은근의 근활성도가 순차적으로 증가함을 보고하였다. 그리고 Jacobs 등[24]은 발목관절의 중립상태에서 운동 보다 발등굽힘 자세에서 운동이 보조운동영역을 활성화시켜 근활성도를 더 자극함을 보고하였다. 본 연구에서도 발등굽힘 자세에서 균형운동을 증대한 실험군, 평평한 지지면에서 균형운동을 증대한 대조군의 집단 내 다리 근육의 근활성도를 비교한 결과, 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 앞정강근, 가자미근에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고 집단 간에서는 앞정강근과 가자미근에서만 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 그 이유로는 발등굽힘 자세에서 균형운동 시 안정성을 확보하기 위한 근육의 활동이 요구되어 발목전략에 관여하는 앞정강근과 가자미근의 활성화가 더 나타난 것으로 판단된다.

선 자세에서 신체를 안정시키기 위해서는 엉덩관절 전략과 발목관절 전략이 필요로 하며, 특히 발목전략이 균형에 더 많은 기여를 하고 있는 것으로 보고되어지고 있다[25,26]. 그러므로 발목의 유연성과 관절가동범위의 감소는 균형회복에 악영향을 미치게 된다[27]. Tsai 등[28]은 발목관절에 경직이 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 기립경사대를 이용하여 발목관절을 수동신장을 증대하면 종아리 근육의 운동뉴런의 흥분성이 유의하게 감소하여 발목관절의 수동 관절가동범위가 증가함을 보고하였고, Waller 등[29]은 뇌졸중 환자를 대상으로 선 자세에서 과제운동을 증대하여 균형능력의 향상을 보고하였으며, Kim 등[30]은 성인을 대상으로 다양한 발목경사 각도를 통한 균형훈련이 각도에 따른 동적 균형에 변화가 생겨 균형능력이 향상된다고 보고하였다. 본 연구에서도 발등굽힘 자세에서 균형운동을 증대한 실험군, 평평한 지지면에서 균형운동을 증대한 대조군의 집단 내 균형을 비교한 결과, 실험군과 대조군의 균형에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고, 집단 간에서도 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 그 이유로는 발등굽힘 자세의 신장운동이 결합조직 및 근섬유의 점탄성을 증가하게 하

고 증가된 점탄성은 근긴장도를 감소시켜 바른 자세를 유지할 수 있는 균형에 관여하는 근육들이 자극을 받아 균형이 향상된 것으로 판단된다.

본 연구는 대상자들이 1개 의료기관 내에서 입원하여 치료를 받고 있는 뇌졸중 환자들로 제한하였고, 연구대상자의 개체 수가 적고, 동일한 작업치료와 한방치료 등을 적용하지 못하였기 때문에 모든 뇌졸중 환자에 대한 일반화를 시키기에 한계가 있다는 점과, 현재 투여하고 있는 복용약물 및 복용횟수와 일상생활 등을 통제하지 못하였기에 변수가 발생할 수 있다는 점이다. 그러므로 향후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 연구가 진행되어야 할 것이다.

### 5. 결론

발등굽힘 자세에서 균형운동을 증재한 실험군과 평평한 지면에서 균형운동을 증재한 대조군의 집단 내에서는 모든근육과 균형에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고 집단 간에서는 앞정강근과 가자미근 그리고 균형에서만 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다. 경사의 각도로 인해 신체의 동요가 증가되어 균형을 잡기 위한 발목전략을 사용함으로써 이에 관련 되는 다리 근육이 자극을 받아 앞정강근과, 가자미근 활성도 증가와 더불어 균형이 증진된 것으로 판단된다. 따라서 뇌졸중 환자의 다리의 근활성과 균형회복을 위한 목적으로 발등굽힘 자세를 활용해야 할 것으로 여겨진다.

### References

[1] B. Belgen, M. Beninato, P. E. Sullivan, K. Narielwalla, "The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.84, No.4, pp.554-561, Apr. 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.12.027>

[2] S. B. O'Sullivan, T. J. Schmitz, G. Fulk, *Physical rehabilitation*: FA Davis, 2019.

[3] T. Ro, T. Ota, T. Saito, O. Oikawa, "Spasticity and range of motion over time in stroke patients who received multiple-dose botulinum toxin therapy", *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, Vol.29, No.1, pp.1044-1081, Jan. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104481>

[4] E. De Vlugt, J. H. De Groot, K. E. Schenkeveld, J. Arendzen, F. C. van Der Helm, C. G. Meskers, "The relation between neuromechanical parameters and Ashworth score in stroke patients", *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, Vol.7, No.1, pp.1-16, July. 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-35>

[5] I. S. Kim, *Effects of Exercise With Flossing Band in Paretic-Side Ankle Joint on Range of Motion, Muscle Tone and Balance of Patients with Stroke*, Master's thesis, Graduate School of Medical and Health Industry, Daegu Catholic University, pp.5-7, 2022.

[6] C. R. Basnett, M. J. Hanish, T. J. Wheeler, D. J. Miriovsky, E. L. Danielson, J. B. Barr, T. L. Grindstaff, "Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability", *International journal of sports physical therapy*, Vol.8, No.2, pp.121-128, Apr. 2013.

[7] F. Gao, Y. Ren, E. J. Roth, R. Harvey, L. Q. Zhang, "Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors". *Clinical biomechanics*, Vol.26, No.5, pp.516-522, Jun. 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.12.003>

[8] H. R. Kim, H. J. Kim, J. W. Lee, J. Y. Lee, J. E. Lee, H. M. Koo, "The Effect of Adjusted Balance Training and Muscle Training on Balance Using Ankle Strategy", *PNF and Movement*, Vol.12, No.3, pp.133-142, August. 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2014.12.3.133>

[9] G. L. Almedia, R. L. Carvalho, V. L. Talis, "Postural strategy to keep balance on the seesaw", *Gait and Posture*, Vol.23, No.1, pp.17-21, Jan. 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.11.020>

[10] H. S. Lee, *Dose ankle joint exercise improve isometric strength and balance ability than thigh exercise?*, Master's thesis, Graduate School of Sports Science Dankook University, pp.1-2. 2019.

[11] J. E. Pérez Parra, C. P. Henao Lema, "Effect of joint mobilization on the H Reflex amplitude in people with spasticity", *Revista Ciencias de la Salud*, Vol.9, No.2, pp.125-140, 2011.

[12] A. D. Kay, A. J. Blazevich, "Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.44, No.1, pp.154-164, Jun. 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318225cb27>

[13] T. Van Criekinge, W. Saeys, L. Vereeck, W. De Hertogh, S. Truijen, "Are unstable support surfaces superior to stable support surfaces during trunk rehabilitation after stroke?", *Disabil Rehabil*, Vol.40, No.17, pp.1981-1988, Aug. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1323030>

[14] N. L. Lewis, J. M. Brismée, C. R. James, P. S. Sizer, S. F. Sawyer, "The effect of stretching on muscle responses and postural sway responses during computerized

- dynamic posturography in women and men”, Archives of physical medicine and rehabilitation, Vol.90, No.3, pp.454-462, Mar. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.09.570>
- [15] H. M. Lee, The Effect of Pilates Exercise and Transcranial Direct Current Stimulation on Core Stability, Balance and depression of stroke patients, Master's thesis, Sahmyook University, pp.22. 2023.
- [16] D. K. Lee, J. S. Kim, T. H. Kim, J. S. Oh, “Comparison of the electromyographic activity of the tibialis anterior and gastrocnemius in stroke patients and healthy subjects during squat exercise”, Journal of physical therapy science, Vol.27, No.1, pp.247-249, Jun. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.27.247>
- [17] L. Blum, N. K. Bitensky, “Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review”, Physical therapy, Vol.88, No.5, pp.559-566, May. 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.2522/ptj.20070205>
- [18] J. Y. Lee, H. L. Roh, “Comparison of Balance Ability between Stable and Unstable Surfaces for Chronic Stroke Patients”, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.12, No.8, pp.3587-3593, Aug. 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.8.3587>
- [19] B. H. Ryu, Effects of physical therapy intervention methods for enhancing ankle joint range of motion on range of motion, muscle tone, plantar pressure, balance and gait in subjects with chronic stroke, Ph.D dissertation, Graduate School of Namseoul University, pp.21-22. 2019.
- [20] M. S. Cho, “The Effect on Ankle Joint Movement by FES Application on Tibialis Anterior Muscle in Chronic Stroke Patients”, Journal of Korean Society of Physical Medicine, Vol.6, No.3, pp.277-286, Jun. 2011.
- [21] J. H. Lee, J. W. Cho, “Comparative Study on the Immediate Effect of Performing Gastrocnemius Stretching with and without Myofascial Release of the Sole on Ankle Dorsiflexion Angles and Gastrocnemius Muscle Tone in Subjects with Limited Ankle Dorsiflexion”, Korean Society of Physical Medicine, Vol.17, No.1, pp.109-116, December. 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2022.17.1.109>
- [22] M. M. Lee, D. S. Park, “A Comparison of Muscle Activation and Mechanical Loading according to the Degree of Ankle Joint Motion during a Sit-to-stand Task”, Korean Society of Physical Medicine, Vol.12, No.4, pp.113-122, October. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2017.12.4.113>
- [23] Y. H. Cho, J. H. Choi, “Muscle Activities of the Lower Extremity based on Ankle Plantar-flexion in Elderly Women”, Journal of Korean Physical Therapy, Vol.21, No.4, pp.57-63, November. 2009.
- [24] J. V. Jacobs, J. S. Lou, J. A. Kraakevik, F. B. Horak, “The supplementary motor area contributes to the timing of the anticipatory postural adjustment during step initiation in participants with and without Parkinson's disease”, Neuroscience, Vol.164, No.2, pp.877-885, December. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.08.002>
- [25] K. B. Lee, Y. H. Park, E. K. Song, T. R. Yoon, K. I. Jung, “Static and dynamic postural balance after successful mobile-bearing total ankle arthroplasty”, Archives of physical medicine and rehabilitation, Vol.91, No.4, pp.519-522, Apr. 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.017>
- [26] S. Vedula, R. E. Kearney, R. Wagner, P. J. Stapley, “Decoupling of stretch reflex and background muscle activity during anticipatory postural adjustments in humans”, Experimental brain research, Vol.205, No.2, pp.205-213, Aug. 2010  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2357-5>
- [27] J. M. Lim, Effects of Ankle Strength and Range of Motion on Static Balance Capacity of the Elderly, Master's thesis, Graduate School of Public Health Gachon University, pp.24-25, 2012.
- [28] K. H. Tsai, C. Y. Yeh, H. Y. Chang, J. J. Chen, “Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients”, Proceedings-National Science Council Republic of China Part B Life Sciences, Vol.25, No.2, pp.76-81, Apr. 2001.
- [29] S. M. Waller, M. G. Prettyman, “Arm training in standing alsoimproves postural control in participants with chronicstroke”, Gait Posture, Vol.36, No.3, pp.419-424, Jul. 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.025>
- [30] N. Kim, K. Kim, J. Lee, H. Lee, Y. Cha, “Effects of Balance Training through Various Ankle Inclination on Dynamic Balance in Healthy Adults”, Journal of Korean Physical Therapy Science, Vol.25, No.3, pp.61-67, Jun. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.26862/jkpts.2018.12.25.3.61>

백 승 윤(Seung-Yun Baek)

[정회원]



- 2020년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2023년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학박사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 청암대학교 물리치료학과 겸임교수

<관심분야>

스포츠 재활, 신경계 운동학

강 정 일(Jeong-II Kang)

[정회원]



- 2007년 2월 : 원광대학교 한의학  
전문 대학원 (이학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 세한대학교  
물리치료학과 교수

〈관심분야〉

물리치료진단학, 보건통계학