

# 선 자세에서 짐볼 운동이 뇌졸중 환자의 근력, 균형, 보행 및 낙상 효능감에 미치는 효과

임윤정<sup>1</sup> · 강순희<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 대학원 물리치료학과 학생, <sup>2\*</sup>한국교통대학교 물리치료학과 교수

## Effects of Gym-ball Exercise in Standing Position on Muscle Strength, Balance, Gait and Fall Efficacy in Stroke Patients

Yun-Jeong Lim, PT<sup>1</sup> · Soon-Hee Kang, PT, Ph.D<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Korea National University of Transportation, Student

<sup>2\*</sup>Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation, Professor

### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study was to identify whether gym-ball exercise in standing position was an effective intervention for improving muscle strength, balance, gait, and fall efficacy in stroke patients.

**Methods** : Twenty-four stroke patients were randomized into three groups: experimental group 1 (n=8), experimental group 2 (n=8), and control group (n=8). Experimental groups 1, 2 and the control group performed the gym-ball exercise in standing position, same exercise without a gym-ball, and general physical therapy for 4 weeks, five times a week in 30-minute sessions. Muscle strength, balance, gait, and fall efficacy were assessed using a handheld dynamometer, the Berg Balance Scale (BBS), the wearable BTS G-WALK® sensor, and the Korean version of the Falls Efficacy Scale (K-FES), before and after training, respectively. Comparisons within and between groups were analyzed using the Wilcoxon signed rank test, Kruskal Wallis H test, and Mann-Whitney U test. Bonferroni correction was performed when significant differences between groups were identified ( $p < .017, .05/3$ ).

**Results** : Regarding muscle strength, BBS score, cadence and FES-K were significantly improved after intervention in all three groups. The weight bearing rate, gait speed and step length in experimental group 1 and 2 were significantly improved after the intervention. The stride length in experimental group 1 were significantly improved after the intervention. Experimental group 1 had significantly improved BBS score and stride length after intervention than experimental group 2 and control group. Experimental group 1 and 2 improved muscle strength, weight bearing rate, and FES-K score more than the control group. Experimental group 1 showed significant improvement in cadence, gait speed, and step length after the intervention than control group.

**Conclusion** : This study showed that exercise with gym-ball in standing position can be an effective intervention to improve balance and gait in stroke patients than the same exercise without gym-ball.

**Key Words** : balance, falls efficacy, gait, gym-ball, muscle strength, stroke

\*교신저자 : 강순희, shkang@ut.ac.kr

제출일 : 2021년 11월 9일 | 수정일 : 2021년 12월 21일 | 게재승인일 : 2021년 12월 31일

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성

뇌졸중은 만성 장애와 사망을 유발할 수 있는 중요한 뇌혈관 질환이다(Nabavi 등, 2014). 뇌졸중으로 인한 한쪽 마비 환자는 근력 약화와 감각 변화로 인해 어려운 몸통 조절, 불안정한 균형, 저하된 보행 능력, 어려운 일상생활 기능 동작과 같은 운동 기능 장애가 발생한다(Verheyden 등, 2006).

뇌졸중에 따른 근 약화의 원인으로는 운동단위들을 활성화시키는 능력, 기능적인 운동단위 수 및 운동단위 흥분율의 감소 등이 있다(Lukács, 2005; Lukács 등, 2008). 이러한 근력 약화는 지구력과 보행 속도의 감소에 영향을 주고, 독립적인 자세 변경이 어렵게 만들며, 근육 동원이 비정상적으로 활성화되어 균형 능력을 감소시키게 된다(Flansbjer 등, 2006). 균형은 일상생활에서 기능적인 동작을 수행하기 위해 필수적인 요인이다(Dodd & Morris, 2003). 뇌졸중 환자들의 마비측 감각소실과 근력 약화는 신체의 분절을 정렬하고 자세를 조절하는 균형 능력을 제한시킬 뿐만 아니라 증가된 낙상 위험도와 자세 조절 능력의 부족으로 인하여 독립적인 일상생활 수행이 어렵게 된다(Kim & Kim, 2005; Tyson 등, 2006). 뇌졸중 환자는 불균형한 체중 지지를 보이는데, 이는 몸무게의 절반 이하로만 마비측에 체중지지가 되어 신체의 비대칭적인 자세가 나타나게 된다(Kusoffsky 등, 2001). 기립 시 균형감각을 유지할 수 있다 할지라도 비마비측 다리를 지지하여 비대칭적으로 체중을 부하하고, 불안정하게 회복된 한쪽 마비 결과로 과도한 자세동요가 나타난다. 뇌졸중 환자는 다리 근력의 약화, 균형 장애, 경직 등으로 인하여 보행 주기 동안 두 발 지지 시기에 비마비측에 체중지지를 할 수 있는 능력을 감소시켜 정상인보다 보행 속도가 늦어지는 특징을 보이며, 정상적인 보행을 어렵게 한다(Laufer 등, 2000). 따라서 뇌졸중 환자의 대칭적인 체중부하는 보다 쉬운 보행기능을 위해 선 자세에서의 균형 능력 및 자세 조절을 위한 재활의 목표가 된다(De Nunzio 등, 2014; Messier 등, 2005; Patterson 등, 2008).

비대칭적인 보행 패턴은 균형의 저하를 초래하여 보행 시 방향 전환이 어렵고 안정성의 한계와 팔과 다리의 협응 감소 및 마비측 다리의 비정상적인 근육 조절 능력 때문에 낙상의 위험도가 증가하게 된다(Godi 등, 2010; Peurala 등, 2005). 낙상에 대한 두려움이 있는 뇌졸중 환자는 심리적 장벽인 불안, 우울, 좌절과 같은 정서적 고통에 의해 저하된 신체 기능, 약화된 균형과 이동능력 등의 영향으로 낙상빈도수가 높아지고, 질이 저하된 일상생활이 지속된다(Kang & No, 1995).

짐볼 운동은 남녀노소 누구나 거부감 없이 할 수 있는 저충격 운동이며, 재미와 흥미 면에서도 뛰어난 운동이다. 신체를 공에 기대 때 신체의 균형감각, 고유수용성 감각이 자극되고 지각능력은 향상되어 몸통근을 활성화시키는 장점을 가지고 있다(Han 등, 2001; Mori, 2004). 또한 짐볼 운동을 통한 심부 안정근 강화는 약한 다리 근육의 근 수축을 발생시켜 다리의 굽힘 및 펴는 근력을 증가시키고, 신체의 기능적 안정성을 개선해 결과적으로 다리 근육의 기능 및 고유수용성 감각을 향상시켜 낙상 예방에 도움을 줄 수 있다(An 등, 2018). 선 자세는 신체의 중심이 높아 기능적인 가동성과 일상생활을 영위하는데 있어 필수 조건이고, 일어서기, 이동하기, 걷기, 방향 바꾸기, 계단 오르기 등의 일상 생활 활동을 위하여 중요하다(An 등, 2007; Kim & Kim, 2005). 신체 중심이 높은 선 자세에서 불안정한 지지면을 사용하는 훈련은 감소된 지지면의 넓이에 따른 신체 중심의 변화로 근육 동원과 활성도를 증가시켜 자세동요에 대해 자세를 안정적으로 유지할 수 있도록 한다(Karthikbabu 등, 2011). 특히 선 자세에서 기대기 운동은 뇌졸중 한쪽 마비 환자의 마비측 다리의 근육위축을 감소시키고 균형감각과 자세 조정력을 회복시키는데 효과적이다(Seo 등, 2006).

짐볼 운동은 몸통 안정화 효과로 뇌졸중 환자의 몸통 조절과 기능적 균형 개선(Rajkumar, 2019), 허리 통증 환자들의 대칭적인 체중 분배 및 통증 감소(Lee & Park, 2010), 여성 노인의 균형 및 보행(Choi 등, 2012), 뇌졸중 환자의 상지 기능, 균형 및 자기효능감(Bang, 2016)에 긍정적인 증재로 알려져 있다. 그러나 선행연구에서 바로 누운 자세나 앉은 자세에서 수행된 짐볼 운동의 효과(Cho 등, 2013; Lee 등, 2008)는 보고되었으나 선 자세에서 수행하는 짐볼 운동의 효과에 대한 연구는 아직 충분

치 않고, 또한 짐볼의 유무에 따른 효과를 비교한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 선 자세에서 짐볼 운동이 뇌졸중 환자들의 근력, 균형, 보행 및 낙상 효능감에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고 선 자세에서 짐볼 운동과 짐볼을 이용하지 않은 동일한 운동의 효과를 비교하여 향후 뇌졸중 환자들의 물리치료 중재를 위한 자료로 활용하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 C 시 P 병원에서 입원치료를 받고 있는 뇌졸중으로 인한 한쪽 마비로 진단받은 환자로서, 보호자 또는 본인의 실험 참가 동의를 얻어 선정하였으며, 총 24 명의 대상자들을 실험군 1(n=8)과 실험군 2(n=8) 및 대조군(n=8)에 무작위 배정하였다. 본 연구 대상자의 선정기준은 뇌졸중으로 진단받은 지 1개월에서 6개월 이하 경과한 자, 치료사의 지시를 이해하고 과제 수행이 가능한 자, 한국형 간이 정신 상태 검사(K-MMSE)에서 24 점 이상인 자, 연구에 영향을 주는 안뜰 기관이나 시야결손의 문제가 없는 자, 연구에 영향을 주는 정형외과적 질환이 없는 자, 보행 보조기 유무에 상관없이 독립적으로 걸을 수 있는 환자 등이었다. 본 연구에서 양측마비, 소뇌질환 또는 시야 결손이 있는 자 또는 의사소통이 불가능한 자는 제외하였다.

### 2. 측정 도구

#### 1) 휴대용 근력 측정계

근력을 평가하기 위하여 휴대용 근력 측정계(MicroFET2, Hoggan Health Industries, UT)를 사용하여 대상자들의 마비측 넙다리 네갈래근의 등척성 근력을 측정하였다. 이는 사용이 간단하고 크기가 작은 장점이 있으며, 선행연구에서 이 검사에 대한 검사자 내 신뢰도는 ICC .86~.94로 높은 신뢰도를 보였다(Kim 등, 2015).

평가 자세는 Kim 등(2015)이 제시한 방법을 사용하여 시행하였다.

#### 2) 버그 균형 척도

균형을 평가하기 위하여 버그균형척도(Berg balance scale; BBS)를 사용하였다. BBS는 일상생활동작을 응용한 항목으로 앉기, 서기 자세, 자세 변화의 3대 영역, 총 14항목으로 구성되어 있고, 총점은 56점이며 각 항목별 0점에서 4점으로 이루어진다(Berg 등, 1995). 검사는 BBS 점수가 높을수록 균형능력이 우수함을 의미한다. 뇌졸중 환자를 대상으로 BBS 검사의 측정자 내 신뢰도와 측정자간 신뢰도는 각각  $r=.98$ 와  $r=.97$ 로 높은 신뢰도를 가지고 있다(Blum & Korner, 2008).

#### 3) 디지털 체중계

체중부하율을 평가하기 위하여 2개의 디지털 체중계(HUS-309, Hubidic, Korea)를 사용하였다. 검사자는 대상자의 비마비측과 마비측 발을 각각의 체중계 위에 세우고, 3차례 반복 측정하였다. 어깨를 최대한 펴고 시선을 정면을 보고 서게 한 자세로 10초간 유지시킨 상태에서 측정하였다(Youn 등, 2004). 3회 반복 측정한 비마비측의 체중 부하율의 평균값으로 비마비측의 체중 비율이 50.00%에 가까울수록 대칭적 체중부하가 이루어지는 것으로 평가하였다(Han 등, 2007).

#### 4) 보행측정분석기

보행을 평가하기 위하여 보행분석 장비인 G-WALK(G-WALK, BTS Bioengineering, Italy)를 사용하여 분당 걸음수(cadence), 보행 속도(speed), 한걸음 길이(stride length), 한발짝 길이(step length)의 보행 변수를 측정하였다. G-walk를 이용한 보행 평가는 허리(L5) 영역에 무선 G 센서가 부착된 벨트를 착용하고, 8 m를 걸어 측정하였다. G-walk는 급내 상관관계수(ICC)가 .84~.99로 높은 신뢰도를 가진 연구도구이다(De Ridder 등, 2019).

#### 5) 한국형 낙상효능감 척도

낙상효능감을 평가하기 위하여 스웨덴판 낙상효능감

척도(Fall efficacy scale-Swedish version)를 번안하여 만든 한국판 낙상효능감척도(Korean-Falls efficacy scale; K-FES)를 사용하였다(An 등, 2012). 이 도구는 일상생활 활동(ADL)의 13 개 항목으로 구성되어 있다. 각 항목을 0~10 점의 11 점 척도로 평가하는데 0 점이 전혀 두렵지 않음, 5 점이 어느 정도 자신이 있는 경우, 10 점이 매우 두려운 경우이며, 숫자가 클수록 낙상에 대한 두려움이 크고 낙상관련 자기 효능감이 낮은 것을 의미한다. 내적 일치도는 .959, 기준 타당도는 .41~.54 이다(Kim & Jeong, 2015).

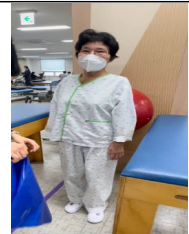
3. 중재

1) 선 자세에서 짐볼 운동

본 연구에서는 실험군 1의 대상자들에게 선 자세에서 짐볼 운동을 4주간 주당 5회, 회기당 30분간 적용하였다. 선 자세에서 짐볼 운동은 신체기능에 긍정적 효과를 보고한 선행연구(Gong 등, 2016; Laufer 등, 2000; Seo 등, 2006)를 참고하여 짐볼에 등을 대고 서기, 짐볼에 등을 대고 서서 발판(step box)에 양발 교대로 올리고 내리기, 짐볼에 등을 대고 스쿼트(squat) 하기, 짐볼에 마비측 팔을 대고 서기 등 네 가지 운동으로 구성되었고, 훈련 3주~4주차에는 각 운동의 난이도를 높여서 진행하였다 (Table 1).

Table 1. Gym-ball exercise program in standing position

Exercise components		Exercise duration
Week 1~2	Week 3~4	
Standing with your back on a gym-ball	Standing with back on the gym-ball and moving the rings	30 sec * 3 set
Back on the gym-ball and alternately up and down feet on the footrest (height 5 cm)	Back on the gym-ball and alternately up and down feet on the footrest (height 10 cm)	10 times per set * 3 set
Squat with back on the gym ball and knee joint at 30 ° flexion.	Squat with back on the gym-ball and knee joint at 60 ° flexion	10 times per set * 3 set
Standing with the affected side on a gym-ball	Affected side on the gym-ball and up and down non-affected side on the footrest (10 cm in height)	30sec * 3set or 10 times per set * 3 set



2) 짐볼을 이용하지 않은 동일한 운동

본 연구에서는 실험군 2의 대상자들에게 짐볼 대신에 벽을 이용하여 실험군 1에게 적용된 동일한 운동을 4주간 주당 5회, 회기당 30분간 적용하였다.

3) 일반적인 물리치료

일반적인 물리치료는 근력 강화 운동, 균형 향상 운동 및 신경발달치료(neuro-developmental-treatment; NDT)에 근거한 물리치료를 의미한다. 일반적인 물리치료는 실험군 1, 실험군 2에게는 선 자세에서 짐볼 운동 또는 짐볼을 이용하지 않은 동일한 운동 외에 추가적으로 4주간, 주당 5회, 회기당 30분간 적용하였고 대조군에게는 30분을 추가하여 총 60분간 적용하였다.

4. 자료처리

본 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위해 SPSS Win. 21.0 package을 사용하였고 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다. 정규성 검정을 위하여 Shapiro-Wilk 검정을 사

용한 결과, 정규분포의 가정을 충족시키지 못하여 비모수 통계방법을 사용하였다. 대상자의 일반적인 특성 및 사전종속변수의 동질성 검정을 위해 카이제곱 검정(Chi squared test) 및 Kruskal Wallis H 검정을 시행하였다. 훈련 전·후 군내 종속변수의 변화 및 훈련 전·후 군간 종속변수의 변화량을 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호-순위 검정 및 Kruskal Wallis H 검정을 이용하였다. 사후검정을 위하여 Mann-Whitney U 검정을 실시하였고 유의수준은 Bonferroni 수정을 하여 .017 ( $p < .017, .05/3$ )로 정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 특성

실험군 1, 실험군 2 및 대조군의 대상자들의 성별, 연령, 신장, 체중, MMSE-K, 유병기간 및 마비측 비율에서 집단 간 유의한 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. General characteristic of subject

	Group 1 (n=8)	Group 2 (n=8)	Group3 (n=8)	$\chi^2$	p
	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>		
Sex					
Male/Female (%)	3/5 (37.5/62.5)	4/4 (50/50)	3/5 (37.5/62.5)	.343	.842
Age (year)	70.63±19.32	70.50±12.62	67.63±9.24	.430	.807
Height (cm)	165.75±4.89	166.50±3.78	161.13±8.56	1.412	.494
Weight (kg)	58.13±10.71	60.63±4.78	56.50±7.63	1.756	.416
MMSE-K (score)	26.88±2.03	26.00±1.85	26.88±1.73	1.410	.494
Onset (month)	4.13±1.64	4.00±1.69	4.75±1.58	1.163	.559
Hemi side					
Right/Left (%)	5/3 (62.5/37.5)	5/3 (62.5/37.5)	5/3 (62.5/37.5)	.000	1.000

<sup>a</sup>SD; Standard deviation, group 1; experiment group 1 that performed the gym ball exercise in standing position, group 2; experiment group 2 that performed the same exercise without using a gym ball, group 3; control group that performed the general physical therapy

2. 종속변수의 동질성 검정 결과

훈련 전 무릎 관절 펌근의 등척성 근력, BBS 점수, 체중부하율, 보행속도, 분당 걸음수, 한걸음 길이, 한발짝 길이, FES-K 점수에서 집단간 유의한 차이가 없으므로 세 집단의 근력, 균형, 보행 및 낙상효능감에서 동질성이 확인되었다(Table 3~Table 6).

3. 훈련 전·후 근력의 변화

실험군 1, 실험군 2 및 대조군의 마비측 무릎관절 펌근의 근력은 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다( $p < .01$ ). 마비측 무릎관절 펌근 근력의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 사후검정 결과, 마비측 무릎관절 펌근 근력의 변화량에서 실험군1과 실험군2가 대조군보다 유의하게 더 증가하였다( $p < .017$ )(Table 3).

Table 3. Comparison of muscle strength within group and between groups

Variable	Group	Group 1 (n=8)	Group 2 (n=8)	Group3 (n=8)	$\chi^2$	p	Bonferroni
		Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>			
Muscle Strength (kgf)	Pre	30.26±6.47	30.33±6.01	30.03±3.24	.016	.992	1,2 > 3
	Post	34.94±8.06	33.13±5.48	30.66±3.30			
	Change	4.68±2.21	2.80±1.67	.64±.28	13.673	.001	
	z	-3.185	-2.828	-3.192			
	p	.001	.005	.001			

<sup>a</sup>SD; Standard deviation, group 1; experiment group 1 that performed the gym ball exercise in standing position, group 2; experiment group 2 that performed the same exercise without using a gym ball, group 3; control group that performed the general physical therapy

4. 훈련 전·후 균형의 변화

실험군 1, 실험군 2 및 대조군의 BBS 점수는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다 ( $p < .01$ ). BBS 점수

의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다 ( $p < .01$ ). 사후검정 결과, BBS 점수의 변화량에서 실험군 1은 실험군 2와 대조군보다 유의하게 더 컸다 ( $p < .017$ )(Table 4).

Table 4. Comparison of balance variables within group and between groups

Variable	Group	Group 1 (n=8)	Group 2 (n=8)	Group 3 (n=8)	$\chi^2$	p	Bonferroni
		Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>			
BBS (score)	Pre	28.75±11.12	28.13±18.67	28.75±13.10	.024	.988	1 > 2,3
	Post	33.13±10.45	29.25±18.19	29.38±13.15			
	Change	4.38±1.19	1.13±.64	0.63±.52	17.597	.000	
	z	-3.208	-2.919	-2.646			
	p	.001	.004	.008			
Weight Bearing Rate (%)	Pre	58.81±2.69	59.12±3.07	59.58±2.95	.129	.937	1,2 > 3
	Post	53.53±1.65	55.92±2.03	59.20±2.85			
	Change	-5.28±1.94	-3.21±1.68	-.38±.96	15.927	.000	
	z	-3.185	-3.064	-1.604			
	p	.001	.002	.109			

<sup>a</sup>SD; Standard deviation, group 1; experiment group 1 that performed the gym ball exercise in standing position, group 2; experiment group 2 that performed the same exercise without using a gym ball, group 3; control group that performed the general physical therapy

비마비측 체중부하율에서 실험군 1 및 실험군 2 은 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였으나(p<.01), 대조군은 유의한 차이가 없었다. 비마비측 체중부하율은 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다(p<.05). 사후검정 결과, 비마비측 체중부하율의 변화량에서 실험군 1 과 실험군 2 는 대조군보다 유의하게 더 컸다(p<.017)(Table 4).

5. 훈련 전·후 보행의 변화

실험군 1(p<.01), 실험군 2(p<.05) 및 대조군(p<.01)의 분당 걸음수는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다. 분당 걸음수의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의

한 차이가 있었다(p<.01). 사후검정 결과, 분당 걸음수의 변화량에서 실험군 1 은 대조군보다 유의하게 더 컸다(p<.017)(Table 5).

보행 속도에서 실험군 1 및 실험군 2 는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였으나(p<.01), 대조군은 훈련 전·후에 유의한 차이가 없었다. 보행 속도의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다(p<.01). 사후검정 결과, 보행 속도의 변화량에서 실험군 1 은 대조군보다 유의하게 더 컸다(p<.017)(Table 5).

한걸음 길이에서 실험군 1 은 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였으나(p<.01), 실험군 2 는 훈련 전·후에 유의한 차이는 없었고, 대조군은 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였다(p<.01). 한걸음 길이의 훈련

Table 5. Comparison of gait variable within group and between groups

Variable	Group	Group 1 (n=8)	Group 2 (n=8)	Group 3 (n=8)	$\chi^2$	p	Bonferroni
		Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>			
Cadence (step/min)	Pre	80.59±17.19	80.48±31.66	81.95±19.55	.260	.878	
	Post	91.35±14.06	87.09±32.93	84.60±20.81			
	Change	10.76±5.08	6.61±7.97	2.66±1.61	11.105	.004	1 > 3
	z	-3.185	-2.200	-3.185			
	p	.001	.028	.001			
Gait speed (m/s)	Pre	.46±.14	.47±.22	.45±.2	.039	.981	
	Post	.59±.18	.52±.23	.45±.19			
	Change	.13±.07	.06±.05	.00±.04	12.670	.002	1 > 3
	z	-3.185	-2.753	-.716			
	p	.001	.006	.474			
Stride Length (cm)	Pre	69.00±20.59	69.50±10.57	67.38±23.13	.440	.803	
	Post	77.50±24.85	71.00±10.90	63.50±19.55			
	Change	8.50±5.21	1.50±3.12	-3.88±7.12	14.417	.001	1 > 2,3
	z	-3.188	-1.293	-2.713			
	p	.001	.196	.007			
NA Step Length (cm)	Pre	35.08±10.44	33.27±5.18	34.43±12.51	.140	.932	
	Post	39.27±12.14	34.65±4.99	32.18±9.88			
	Change	4.19±2.42	1.38±1.56	-2.25±4.96	14.060	.001	1 > 3
	z	-3.185	-2.986	-1.715			
	p	.001	.003	.086			

<sup>a</sup>SD; Standard deviation, group 1; experiment group 1 that performed the gym ball exercise in standing position, group 2; experiment group 2 that performed the same exercise without using a gym ball, group 3; control group that performed the general physical therapy

전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 사후검정 결과, 한걸음 길이의 변화량에서 실험군 1은 실험군 2와 대조군보다 유의하게 더 컸다( $p < .017$ )(Table 5).

한발짝 길이에서 실험군 1 및 실험군 2는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였으나( $p < .01$ ) 대조군은 훈련 전·후에 유의한 차이가 없었다. 한걸음 길이의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 사후검정 결과, 한걸음 길이의 변화량에서 실험군 1은 대조군보다 유의하게 더 컸다( $p < .017$ )(Table 5).

### 6. 훈련 전·후 낙상효능감의 변화

실험군1, 실험군2 및 대조군의 FES-K 점수는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였다( $p < .01$ ). FES-K 점수의 훈련 전·후 변화량은 집단간 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 사후검정 결과, FES-K 점수의 변화량에서 실험군1과 실험군2는 대조군보다 유의하게 더 컸다( $p < .017$ )(Table 6).

Table 6. Comparison of FES-K score within group and between groups

Variable	Group	Group 1 (n=8)	Group 2 (n=8)	Group3 (n=8)	$\chi^2$	p	Bonferroni
		Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>	Mean±SD <sup>a</sup>			
FES-K (score)	Pre	62.13±11.64	60.63±12.24	63.88±10.20	.817	.664	
	Post	51.38±15.40	53.63±11.61	60.25±10.90			
	Change	-10.75±7.44	-7.00±1.60	-3.63±.92	11.964	.003	1,2 > 3
	z	-3.188	-3.072	-3.220			
	p	.001	.002	.001			

<sup>a</sup>SD; Standard deviation, group 1; experiment group 1 that performed the gym ball exercise in standing position, group 2; experiment group 2 that performed the same exercise without using a gym ball, group 3; control group that performed the general physical therapy

## IV. 고 찰

본 연구의 목적은 아급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 선 자세에서 짐볼 운동이 근력, 균형, 보행 및 낙상효능감에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위한 것이었다. 대상자의 선정기준에 합당한 24 명의 아급성기 뇌졸중 환자들을 세 집단에 각 8 명씩 무작위 배정한 후에 실험군 1 과 실험군 2 는 선 자세에서 짐볼 운동 및 짐볼 대신에 벽을 이용하여 동일한 운동을 각각 4 주간, 주당 5 일, 회기당 30 분을 수행하였고, 두 집단에 대하여 일반적인 물리치료를 회기당 30 분을 추가하여 적용하였다. 반면에 대조군에게는 일반적인 물리치료를 4 주간, 주당 5 회, 회기당 60 분 간 적용하였다.

본 연구 결과에서 훈련 전·후 근력의 변화를 알아보기 위해 휴대용 근력 측정계를 사용하여 측정한 결과, 세

집단 모두 훈련 전보다 훈련 후에 마비측 무릎관절 펴근의 근력이 유의하게 증가되었고, 실험군 1 과 실험군 2 는 대조군보다 유의하게 더 증가되었다. 본 연구 결과에서 훈련 후 마비측 무릎관절 펴근 근력이 향상된 것은 과부하의 원리에 따라 점진적으로 운동강도, 반복 횟수 및 운동량을 증가시켰고, 실험군 1, 2 에게 적용한 운동을 모두 선 자세에서 수행하여 무릎 펴근 활성화 시간이 장시간 지속되었기에 근력 향상이 이루어졌을 것으로 사료된다. 본 연구 결과와 유사하게 Oh(2013)의 연구에서는 성인을 대상으로 짐볼을 이용한 스쿼트 운동군과 벽면을 이용한 스쿼트 운동군의 하지 근활성도가 증가하였으며, Oh(2013)의 연구에서는 스쿼트 운동을 1 회 수행하여 넵다리 네갈래근의 활성화를 측정하였으며, 이는 스쿼트 운동으로 근력을 개선할 수 있는 근육으로 생각된다. 또한 Jeong(2016)의 연구에서 여성 노인을 대상으로



로 주당 3 회, 12 주간 스위스 볼 운동을 수행한 결과, 실험군의 넓적다리 뽀근의 근력은 유의하게 증가하였고, 집단간 유의한 차이가 있었다고 보고되었다.

본 연구결과에서 훈련 전·후 균형 능력의 변화를 알아보기 위해 BBS 점수와 체중 부하율을 측정된 결과, BBS 점수는 세 집단 모두 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였고, 실험군 1 은 실험군 2 와 대조군보다 유의하게 더 향상되었다. 비마비측 체중 부하율은 실험군 1 과 실험군 2 는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 향상되었고, 실험군 1 과 실험군 2 는 대조군보다 유의하게 더 향상되었다. 이러한 결과는 훈련 중 과제에 따라 다양하게 요구되는 방향으로 손을 뺀 동안 체중을 옮기면서 하지가 자세 조절 시스템의 일부가 되도록 강요되기 때문에 마비측 다리의 체중부하가 개선되었고(Rasheeda & Sivakumar, 2017), 불안정한 면에서의 운동을 통하여 신경근에 대한 고유수용성 감각의 입력이 증가됨으로써 무릎과 발목관절의 안정화와 연부조직의 감각운동조절이 향상되고, 선 자세에서 환자의 신체 중심점이 기저면에서 벗어난 후 균형을 다시 회복하는 등의 균형 훈련을 통하여 체중 이동과 움직임이 증진되어(Song & Park, 2016) 균형 능력이 향상된 것이라 생각된다. 본 연구결과와 유사하게 Gazbare 와 Palekar(2014)의 연구에서는 뇌졸중 환자에게 4 주간, 주 3 회, 회당 60 분의 짐볼 운동과 일반적인 물리치료를 받은 실험군과 일반적인 물리치료만 받은 대조군은 훈련 전보다 훈련 후에 BBS 점수가 향상되었고, 실험군이 대조군에 비하여 더 큰 향상을 보였다. Rasheeda 와 Sivakumar(2017)의 연구에서도 뇌졸중 환자에게 10 일 동안 40 분씩 일반적인 물리치료에 더하여 짐볼을 이용하여 앉았다 일어나기 기능 및 앉은 자세에서 다양한 활동을 수행한 실험군과 일반적인 물리치료와 짐볼을 이용하지 않고 동일한 운동을 수행한 대조군의 두 집단은 훈련 전보다 훈련 후에 체중부하율이 향상되었고, 실험군이 대조군에 비하여 더 크게 향상되는 것으로 나타났다.

본 연구 결과에서 훈련 전·후 보행 능력의 변화를 알아보기 위해 G-Walk 를 사용하여 보행변수들을 측정된 결과, 실험군 1 은 훈련 전보다 훈련 후에 보행 능력이 유의하게 증가하였으며, 실험군 1 이 대조군보다 분당 걸음 수, 보행속도, 한걸음 길이, 비마비측 한발짝 길이

에서 유의하게 더 크게 향상되었고, 실험군 1 은 실험군 2 보다 한걸음 길이가 더 크게 향상되었다. 이와 같은 훈련 후 분당 걸음 수, 보행속도, 한걸음 길이, 비마비측 한발짝 길이 등의 보행 변수들이 향상된 이유는 불안정한 지면에서의 운동을 통해 감각운동조절의 향상과 보행을 위해 필요한 자세 조절 및 균형능력이 향상되고(Ko 등, 2011), 짐볼 운동이 균형능력 및 다리 근력강화에 효과적으로 작용하여(Kim & Heo, 2018), 다리의 기능적 활동인 보행능력이 향상되었을 것이다. 특히 비마비측 한발짝 길이가 증가됨으로써 마비측 체중부하율이 증가되었을 것이고(Lee, 2018), 이로 인해 더 허용된 비마비측 다리의 움직임 결과라고 생각된다. 본 연구결과와 유사하게 Kim 과 Heo(2018)의 연구에서도 노인을 대상으로 짐볼 운동을 적용한 결과, TUG 로 측정된 보행능력이 향상된 것으로 나타났다. 본 연구결과와 다르게 Viswaja 등(2015)의 연구에서 뇌졸중 환자에게 짐볼 운동군과 매트 운동군의 두 집단은 4 주간 주 5 회 회당 30 분씩 훈련받았으며, 훈련 전보다 훈련 후에 분당 걸음 수, 한걸음 길이, 한발짝 길이가 향상되었으나, 두 집단 간 유의한 차이는 없었다. 본 연구결과와 다르게 유의한 차이가 없었던 이유는 측정도구의 차이인 것으로 생각된다.

본 연구결과에서 훈련 전·후 낙상효능감의 변화를 알아보기 위해 FES-K 를 사용하여 평가한 결과, 세 집단 모두 훈련 전보다 훈련 후에 FES-K 점수가 유의하게 향상되었고, 실험군 1 과 실험군 2 는 대조군보다 유의하게 향상되었다. 건강 행위에 대한 중요한 예측 인자인 낙상효능감은 뇌졸중 환자의 균형감각, 운동기능, 보행능력의 회복과 긍정적인 관련이 있으며(Salbach 등, 2005), 낙상 관련 신체기능으로 하지 근력, 균형능력 및 보행능력(Jeong, 2016)이 향상됨으로써 낙상효능감 향상에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 본 연구 결과와 일치하게 Kuberan 등(2017)은 뇌졸중 환자들을 대상으로 3 주간, 주당 5 회, 회당 45~60 분간 짐볼을 포함한 과제 지향 훈련을 수행한 실험군과 일반적 물리치료를 수행한 대조군은 중재 후 낙상효능감에 유의한 향상이 있었고, 집단 간 변화량에도 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다.

본 연구의 제한점으로는 대상자 수가 적고 평가 항목의 다양성 때문에 연구결과를 일반화시키기에는 어려움이 있다. 따라서 향후 더 많은 대상자들을 대상으로 평

가 항목을 획일화하여 운동 효과의 지속여부를 확인하기 위한 후속연구가 이루어져야할 것으로 생각한다.

### V. 결론

본 연구는 선 자세에서 짐볼 운동이 뇌졸중 환자의 근력, 균형, 보행 및 낙상효능감에 어떤 영향을 미치는 지를 알아보려고 하였다.

본 연구의 결과를 통해 선 자세에서 짐볼 운동이 짐볼을 이용하지 않은 동일한 운동보다 균형능력과 보행능력의 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 선 자세에서 짐볼 운동은 뇌졸중 환자들의 균형능력 및 보행능력을 향상시킬 수 있는 중재임을 제안한다. 추후 연구에서는 중재 효과의 지속 여부를 확인하는 것이 필요하다.

### 참고문헌

An SH, Seo YJ, Park CS(2007). The relationship between postural control, ADL function, muscle tone, and functional improvement in chronic stroke patients. *Phys Ther Korea*, 14(1), 64-73.

An SH, Shin HH, Cho HY, et al(2012). The reliability and validity of the Falls Efficacy Scale (Korean version) in stroke patients. *J Spec Educ Rehabil Sci*, 51(3), 363-381.

An JA, Lee J, Bang HS(2018). Effects of sit up exercise using gym ball unit on lower extremity muscle strength. *J Korea Phys Ther*, 25(2), 35-46. <https://doi.org/10.26862/jkpts.2018.09.25.2.35>.

Bang JH(2016). The effects of the attainment task-oriented Swiss ball exercise program on the upper extremity function, balance, and functional self-efficacy in stroke patients. *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, 10(4), 93-104. <https://doi.org/10.21184/jkeia.2016.08.10.4.93>.

Berg K, Wood DS, Williams JI(1995). The balance scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med*, 27(1), 27-36.

Blum L, Korner BN(2008). Usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*, 88(5), 559-566. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070205>.

Cho HY, Park YJ, Moon HH(2013). Effect of applied exercise Swiss ball and a balance pad maximum strength in the elderly woman lumbar muscle endurance, fear of falling, and physical functions. *J Sport Leisure Studies*, 51(2), 747-758.

Choi SH, Lim JH, Cho HY, et al(2012). The effects of trunk stabilization exercise using Swiss ball and core stabilization exercise on balance and gait in elderly women. *J Korean Soc Phys Med*, 7(1), 49-58. <https://doi.org/10.13066/kspm.2012.7.1.049>.

De Nunzio AM, Zucchella C, Spicciato F, et al(2014). Biofeedback rehabilitation of posture and weight-bearing distribution in stroke: a center of foot pressure analysis. *Funct Neurol*, 29(2), 127.

De Ridder R, Lebleu J, Willems T, et al(2019). Concurrent validity of a commercial wireless trunk triaxial accelerometer system for gait analysis. *J Sport Rehabil*, 28(6), Printed Online. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0295>.

Dodd KJ, Morris ME(2003). Lateral pelvic displacement during gait: abnormalities after stroke and changes during the first month of rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(8), 1200-1205. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00142-4](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00142-4).

Flansbjerg UB, Downham D, Lexell J(2006). Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(7), 974-980. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.03.008>.

Gazbare P, Palekar T(2014). Effect of Swiss ball training on balance in hemiplegic patient. *International Editorial Advisory Board*, 8(4), 137-141.

Godi M, Nardone A, Schieppati M(2010). Curved walking in hemiparetic patients. *J Rehabil Med*, 42(9), 858-865.

- <https://doi.org/10.2340/16501977-0594>.
- Gong WT, Lee JN, Park JM(2016). The influence of unstable modified wall squat exercises on the gait variables of healthy adults. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther*, 22(1), 9-15.
- Han SS, Heo JJ, Kim YJ(2007). Effects of muscle strengthening exercises using a thera band on lower limb function of hemiplegic stroke patients. *J Korean Acad Nurs*, 37(6), 844-854. <https://doi.org/10.4040/jkan.2007.37.6.844>.
- Han SW, Cho SY, Kim YS, et al(2001). The effect of isometric exercise using Swiss ball on the flexibility, the strength and the waist and hip circumferences. *J Korea Phys Ther*, 13(1), 73-82.
- Jeong HY(2016). The effect of Swiss ball exercise on fall-related body function in elderly women. Graduate school of Changwon University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Kang YH, No JY(1995). Motor recovery after stroke. *J Korean Acad Rehabil Med*, 19(1), 55-61.
- Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar K, et al(2011). Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 25(8), 709-719. <https://doi.org/10.1177/0269215510397393>.
- Kim H, Jeong MY(2015). Effects of one-to-one fall prevention education on decrease in falls of adults with stroke. *J Korea Contents Assoc*, 15(5), 426-435. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.05.426>.
- Kim GD, Heo M(2018). Effects of Swiss ball exercise program for improvement of life care on balance and gait in local community elderly. *J KOEN*, 12(7), 353-359. <https://doi.org/10.21184/jkeia.2018.10.12.7.353>.
- Kim JH, Kim CS(2005). Effects of virtual reality program on standing balance in chronic stroke patients. *J Korea Phys Ther*, 17(3), 351-367.
- Kim YE, Bang DH, Shin WS(2015). Effects of ankle joint position during closed kinetic chain exercise on strength and balance in chronic stroke. *J Kor Phys Ther*, 27(5), 345-350.
- Ko DS, Kim CK, Jung DI(2011). Analysis of spasticity and balance of lower extremity on Swiss ball lumbar stabilization exercise (LSE) in patients with stroke. *J Korea Contents Assoc*, 11(3), 262-270. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.3.262>.
- Kuberan P, Kumar V, Joshua AM, et al(2017). Effects of task oriented exercises with altered sensory input on balance and functional mobility in chronic stroke: a pilot randomized controlled trial. *Bangladesh J Medi Sci*, 16(2), 307-313. <https://doi.org/10.3329/bjms.v16i2.24953>.
- Kusoffsky A, Apel I, Hirschfeld H(2001). Reaching-lifting-placing task during standing after stroke: coordination among ground forces, ankle muscle activity, and hand movement. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(5), 650-660. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.22611>.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, et al(2000). Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil*, 14(2), 125-129. <https://doi.org/10.1191/026921500674231381>.
- Lee HJ, Seong RM, Kim BS(2008). The effects of elastic band and Swiss ball exercise on the Stroke Patient's muscle strength and walking biomechanical variables. *J Kor Soc Sports Sci*, 17(4), 1387-1396.
- Lee KK, Park JY(2010). The effects of elastic band, Swiss ball, lumbar stabilizing exercise on weight distribution, lumbar strength and pain degree in middle-aged women with chronic lower back. *J Kor Soc Sports Sci*, 19(3), 1155-1165.
- Lee SK(2018). Effect of weight loads applied to the ankle on walking factors of a stroke patient. *PNF and Movement*, 16(2), 179-185. <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2018.16.2.179>.
- Lukács M(2005). Electrophysiological signs of changes in motor units after ischaemic stroke. *Clin Neurophysiol*, 116(7), 1566-1570. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.04.005>.
- Lukács M, Vécsei L, Beniczky S(2008). Large motor units

- are selectively affected following a stroke. *Clin Neurophysiol*, 119(11), 2555-2558. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.08.005>.
- Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, et al(2005). Weight-bearing on the lower limbs in a sitting position during bilateral movement of the upper limbs in post-stroke hemiparetic subjects. *J Rehabil Med*, 37(4), 242-246. <https://doi.org/10.1080/16501970510026007>.
- Mori A(2004). Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 44(1), 57-64.
- Nabavi S, Daglia M, Moghaddam A, et al(2014). Tea consumption and risk of ischemic stroke: a brief review of the literature. *Curr Pharm Biotechnol*, 15(4), 298-303.
- Oh TY(2013). The effects of squatting exercise with gym ball and wall on lower extremity muscles activation. *J Korean Soc Phys Med*, 8(4), 647-653. <https://doi.org/10.13066/kspm.2013.8.4.647>.
- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al(2008). Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(2), 304-310. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.142>.
- Peurala SH, Tarkka IM, Pitkänen K, et al(2005). The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(8), 1557-1564. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.02.005>.
- Rajkumar M(2019). Effectiveness of task oriented Swiss ball training on trunk control and functional balance in patients with MCA stroke. KMCH College of Physiotherapy, Coimbatore. Doctoral dissertaton.
- Rasheeda V, Sivakumar R(2017). The effect of Swiss ball therapy on sit-to-stand function, paretic limb weight bearing and lower limb motor score in patients with hemiplegia. *Int J Physiother*, 4(6), 319-323.
- Salbach NM, Mayo NE, Robichaud-Ekstrand S, et al(2005). The effect of a task-oriented walking intervention on improving balance self-efficacy post stroke: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 53(4), 576-582. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53203.x>.
- Seo NS, Han MS, Lee JS(2006). Effects of a tilting training program on lower extremities function, depression, and self-efficacy among stroke inpatients. *J Korean Acad Nurs*, 36(3), 514-522. <https://doi.org/10.4040/jkan.2006.36.3.514>.
- Song GB, Park EC(2016). The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*, 11(1), 45-52. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.1.45>.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al(2006). Balance disability after stroke. *Phys Ther*, 86(1), 30-38. <https://doi.org/10.1093/ptj/86.1.30>.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al(2006). Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil*, 20(5), 451-458. <https://doi.org/10.1191/0269215505cr955oa>.
- Viswaja K, Pappala KP, Tulasi PR, et al(2015). Effectiveness of trunk training exercises versus Swiss ball exercises for improving sitting balance and gait parameters in acute stroke subjects. *Int J Physiother*, 2(6), 925-932.
- Youn YS, Chung SH, Lee JS(2004). The effectiveness of exercising unaffected upper extremity in operating electroacupuncture after stroke. *J Oriental Rehabil Med*, 14(2), 85-95.