

선택적 지지면에 따른 스쿼트 운동이 정상 성인의 균형조절능력에 미치는 영향

김민수¹ · 서인열 · 정고운 · 이건철* · 정한신²
¹경남정보대학 물리치료학과, ²군장대학교 물리치료과

The Effect of the Squat Exercise by Different Baseform on Balance Ability Enhancement in Normal Adult

Kim Minsoo, PT¹ · Seo Inyoul, PT · Jung Gowoon, PT
Lee Geoncheol, PT, PhD* · Jung Hanshin, PT, PhD²

¹*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology*

²*Dept. of Physical Therapy, Kunjang University College*

Abstract

PURPOSE : This study aims to investigate the positive correlation in pre-post test design between squat exercise on different baseform and the static/dynamic balance ability enhancement in adults.

METHOD : This clinical study was designed into three different random-sampling adult groups (flat, balanced, vibration exercise device) and performed squat exercise. The static/dynamic balance ability was measured prior to the intervention and vice-versa. Balance was examined using the balance master 7.0 version systems.

RESULT : 1) After the intervention, the controlled mat group in mCTSIB has showed the minimal mean value and the variation regards as acceptable by statistic value. 2) After the intervention, The mean value of LOS shows the minimal average variation in Randomised Trials, but the other two trials shows the maximal fluctuation. The difference variation regards as acceptable statistic value. 3)After the intervention, the mean value of mat group measrued as the maximal results, the difference variation regards as acceptable statistic value. 4)The striking correlation difference at mCTSIB has found in the vibration device exercise group, but LOS and Rhythmic W-S showed the correaltion in Mat group.

CONCLUSION : The study found the positive correlation that enhanced balance ability on the different dynamic baseform squat exercise than static baseform environment. The significant difference found the balance pad squat effects on developing balance ability and the correlationship regards as statistically significant value.

Key Words : squat, balance, vibration, balance pad, balance master, surface

*교신저자 :

이건철 rptgeon@lycos.co.kr, 051-320-2913

논문접수일 : 2013년 8월 02일 | 수정일 2013년 8월 16일 | 게재승인일 : 2013년 8월 26일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

지지면 내에 신체 중력 중심을 유지하는 능력을 의미하는 균형(balance)은 인간이 변화하는 환경에 대응하고 목적하는 활동을 수행하는데 있어서 기본이 되는 요소이다(Sutherland & Hagy, 1972). 균형은 대개 똑바른 자세를 취하여 그 기저면 위에 중력 중심을 유지하는 능력이며, 안정성과 가동성이 잘 조화를 이룬 역동적 현상이며, 공간에서 자세를 유지하거나 통제되고 협응된 방법으로 움직일 때 꼭 필요하다(이진희, 1997). 또한 일상생활의 모든 동작 수행에 필수적이며, 신체를 평형상태로 유지시키는 능력이다(허병훈, 2007).

또한 균형은 감각 정보의 통합, 신경계 처리, 생체 역학적 요인을 포함하는 복잡한 운동조절 작업이다(최병찬, 2008). 신체의 균형을 적절히 유지하기 위해서는 환경과 자신의 신체 위치에 대한 정보를 계속적으로 수집하는 감각계(Sensory system)와 이러한 정보에 따른 적절하고 효과적인 반응 즉, 적절한 중앙 처리과정(central process), 그리고 근력, 관절 가동범위, 유연성 등의 효과계(effector system)의 반응이 적절히 나타나야 한다(김원호 등, 1998).

자세조절은 지지면과 접촉하고 있는 족부로 입력되는 체성감각(somatosensory) 정보에 의존하며, 안정한 지지면 보다는 불안정 지지면 위에서 운동하는 것이 외적인 동요를 증가시켜 자세정위 능력을 효과적으로 훈련시켜 감각계 및 운동계를 더욱 빨리 수정할 수 있게 함으로써, 스스로 자세조절을 할 수 있는 자세전략(postural strategy) 수립에 도움을 준다(Shumway-Cook 등, 1988). 따라서, 불안정한 지지면에서 기립균형을 이루는 노력 자체만으로도 다양한 반작용력(reaction force)을 갖게 하고 건, 인대, 그리고 관절의 수용기를 모두 활성화

시킬 수 있다(Lee, 2007).

균형은 정적 균형과 동적 균형으로 나눌 수 있으며, 정적 균형은 고정된 기저면에 흔들림 없이 서 있을 수 있는 능력을 말하고, 동적 균형은 기저면이 움직이거나 외부로부터 자극이 주어졌을 때, 또는 스스로 움직임을 수행 할 때의 균형을 말한다(Ragnarsdottir, 1996). 이러한 균형조절을 향상시키는 방법으로는 하지의 근력증진운동, 시각적 피드백과 바이오피드백 등을 이용한 고유수용성 감각훈련 등 여러 가지 다양한 방법의 연구가 진행되어 왔다(Walker 등, 2000). 고유수용성 감각은 건강한 성인에게 있어서 균형에 관한 정보를 제공하는데 가장 기본이 되는 감각이다(Shumway-Cook & Horak, 1986). 고유수용성 감각은 근방추, 골지건 기관, 관절이나 관절낭, 인대에 분포하고 있는 기계적 수용기에 의해 인지되는 구심성 감각 정보로서 중추신경계로 전달되어(Lee, 2007) 신경근 조절, 균형 조절 그리고 관절의 안정성을 확보하고 유지하는 데 중요한 되먹임 요소로 작용한다(Voight 등, 1996).

한편, 최근에 개발된 전신진동기는 힘들거나 충격이 있는 운동에서 발생할 수 있는 부상을 최소화하며, 회복중인 근육이나 뼈의 회복에 이용되고 있고 움직임에 제약이 있는 환자에게 사용할 수 있는 저항도의 안전한 대체 치료법이다(Mikhael 등, 2010). 선행연구(Roelants 등, 2004; Roelants 등, 2006; Verschueren 등, 2004)에서 전신진동기를 이용하여 훈련한 후 젊은 성인과 노인 집단 모두에서 근수축력과 근력의 유의한 증가를 보였다고 하였다. 전신진동훈련이 근방추를 활성화하는 강한 감각자극을 제공하고 고유수용성 감각을 강화시켜 자세안정성을 위해 필수적인 하지 근육을 강화시킨다고 하였다(Bogaerts 등, 2007).

Bautmans 등(2005)은 24명의 노인을 대상으로 6주간의 정적인 전신진동훈련을 실시한 결과 균형과 이동성에 도움이 되었다고 하였다. Cheung 등(2007)도 노인여성들

대상으로 실시한 3달간의 전신진동운동을 실시한 결과 방향조절 능력, 운동속도 등이 향상되었고 균형능력의 유의한 향상이 있었다고 하였다. 전신진동을 통한 운동이 뇌졸중 환자에게 미치는 효과에 관한 선행연구들에서 짧은 기간의 자극을 통해 뇌졸중 환자의 자세동요가 일시적으로 감소됨을 보고하였으나(van Nes 등, 2004) 6주간의 전신진동운동을 적용하여 아급성기 뇌졸중 환자의 동적균형에는 유의한 효과를 보이지 않았다(van Nes 등, 2006). Merriman과 Jackson(2009)은 노인을 대상으로 전신진동기를 사용한 13편의 연구들을 대상으로 한 체계적 검토(systematic review) 결과, 대부분의 연구에 전통적 치료와 비교할 때 근기능, 균형, 기능적 활동의 유의한 증가는 없었고, 고관절과 경골(tibia)의 골밀도는 증가하였으나, 요추의 골밀도는 증가가 없었다고 하였다. 그리고 효과적이고 안전한 전신진동기 훈련방법을 위해 추가적인 연구가 필요하다고 하였다.

성인에게 하지 근력은 일상생활을 영위하는 데 매우 중요한 요소이다. 하지근력의 약화는 보행의 불안정성 등 여러 기능 체력의 약화와도 상관이 있으며, 낙상에도 영향을 미친다고 보고 있다(Frontera 등, 2000; Macaluso & De Vito, 2004). 근력의 약화는 균형이 흐트러졌을 때 근육이 반응하는 시간이나 힘을 생성하는 속도의 지연을 가져올 수 있다(Lord & Castell, 1994; Thelen 등, 1996). 탄력밴드를 이용한 하지 근력강화운동이 근력과 균형조절능력 향상에 효과적이라고 하였다(김현갑, 2003).

단한사슬운동은 사지의 원위부는 고정되어 있는 상태에서 근위부와 원위부에서 저항을 동시에 적용할 때 일어나는 운동으로(Prentice, 2005), 동적인 근육의 안정성을 위한 동시수축으로 원심성 수축이 우세하며, 관절 압박력으로 전단력을 감소시켜 관절의 안정성을 주고, 기계적 수용기는 관절낭의 압력변화에 민감하게 반응하여 고유수용성 감각을 촉진한다. 또한 단한사슬운동

은 근력 강화의 주요 프로그램으로 길항근이 서로 원심성으로 작용하여 손상된 관절의 안정성에 많은 영향을 준다(Iwasaki 등, 2006). 단한사슬운동 중 대표적인 운동인 스쿼트 운동은 달리기, 점프, 들어올리기 동작에 있어 중요한 근육인 엉덩이, 대퇴, 몸통 근육을 단련시킬 뿐 아니라 밀도, 인대, 건을 강화시킴과 동시에 하체단련의 가장 중요하며 기본이 되는 운동이다(Escamilla, 2001).

스쿼트는 많은 스포츠 종목에서 경기력 향상을 위한 목적으로도 사용되지만 전방십자인대 복원수술과 같은 무릎 수술 후 재활과정에서도 매우 효과적인 운동이기 때문에 재활프로그램에서도 많이 활용된다(Stuart 등, 1996; Yack 등, 1993).

따라서 본 연구에서는 신체의 균형과 안정성을 높이는 운동으로 이미 임상에서 많이 사용되는 안전한 지지면과 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동과 진동운동기를 이용한 스쿼트 운동이 정상인의 정적 및 동적인 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 연구의 목적

그 동안 안전한 지지면과 불안정한 지지면에서의 운동효과에 대한 비교는 많이 있었다. 그러나 진동운동기를 이용한 운동효과 연구는 미흡하고 안전한 지지면과 진동운동기를 비교한 연구도 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 정상 성인을 대상으로 각각 다른 지지면인 안정 지지면, 불안정 지지면, 진동운동기에서 스쿼트 운동이 정적 및 동적 균형능력 증진에 미치는 효과를 알아보려고 한다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같이 연구 가설을 설정하였다.

첫째, 운동 전과 운동 후 세 그룹에서 균형

조절능력에 유의한 차이가 있을 것이다.
 둘째, 안정된 지지면보다 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동이 균형능력 향상에 효과적일 것이다.
 셋째, 안정된 지지면보다 진동운동기에서의 스쿼트 운동이 균형능력 향상에 효과적일 것이다.
 넷째, 진동운동기보다 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동이 균형능력 향상에 더 효과적일 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 부산시 K대학에 재학 중인 학생을 대상으로 2013년 6월 1일부터 2011년 6월 30일 까지 실험을 실시하였다. 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 충분히 한 후, 실험의 내용을 이해하고 자발적으로 동의하였으며, 이에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 20, 30대 남·녀 정상 성인 36명을 대상으로 하였다. 연구 대상자 선정 기준은 다음과 같았다.

- 1) 20세 이상 35세 이하의 정상 성인
- 2) 신경외과적, 정신과적 질환이 없는 자
- 3) 지난 6개월간 요통 등의 체간과 하지의 근·골격계 관련 정형외과적 병력이나 신경학적 병력이 없는 자
- 4) 균형에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자
- 5) 시각, 청각, 전정기관계의 이상이 없고 일상생활 외 다른 규칙적인 운동을 하지 않는 자
- 6) 이상의 조건을 만족하는 자로써 연구에 자발적으로 동의를 한 자.

위의 조건을 모두 만족하는 36명을 편의 표본추출 하였으며, 이들을 단순맹검법을 통하여 A조(12명), B조(12명), C조(12명)로 나누었다.

2. 연구 방법

1) 연구 절차

본 연구의 연구절차는 다음과 같다(그림 1)

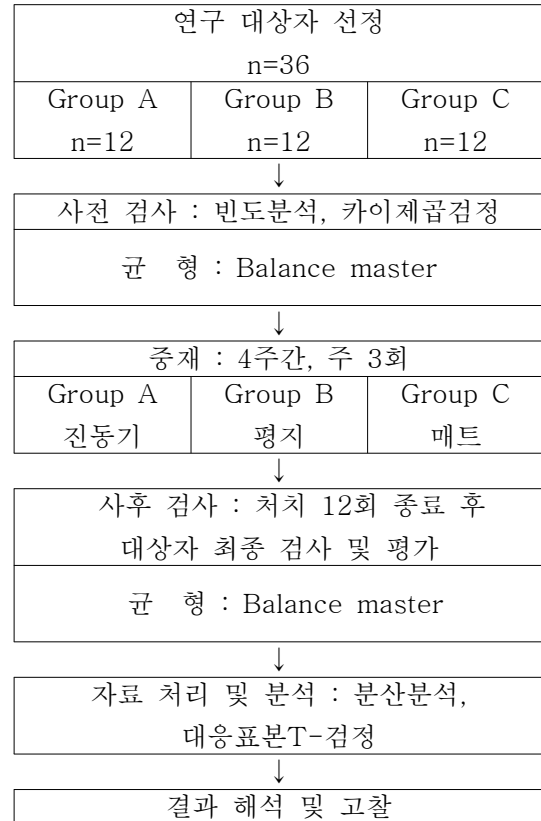


그림 1. study protocol

2) 연구 방법

본 연구에서 스쿼트 운동 시 대상자의 자세는 어깨넓이의 120%로 양 발을 벌렸으며, 양 팔은 가볍게 팔짱을 낀 자세에서 체간은 기립을 유지한 상태로 수행하였다(김현희와 송창호, 2010). 이때 슬관절이 90° 굴곡했다가 다시 기립자세로 슬관절을 신전하였고, 15회 1세트로 총 3세트 실시하였다(그림 2). 각 그룹은 진동기, 평지, 매트 로 지지면만 바꾸어 동일한 스쿼트 동작을 실시하였다.

진동기 그룹에는 전신진동기((주)세코, 한국)를 사용하였으며(그림 3), 매트 그룹에는 발란스패드(balance pad, 50*41*6Cm, AIREX AG, Switzerland)를 사용하였다(그림 4).



그림 2. 스쿼트 운동



그림 3. 전신진동기

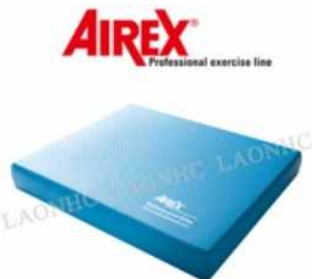


그림 4. balance pad

대상자들의 균형능력은 프로그램 중재 전, 중재 종료 후 총 2회 측정하였다.

측정 도구로는 근·골격계의 손상, 스포츠 손상, 신경운동 장애 등 광범위하게 환자들의 평가 및 재활 트레이닝에 사용되고 있는 균형분석기(Balance Master 7.0 version, NeuroCom International, U.S.A)를 이용하였으며(이건철 등, 2004), 측정 내용은 다음과 같다(그림 5).



그림 5. Balance Master

가. 정적자세 균형조절

정적자세 균형조절 검사방법으로 체중부하/스쿼트(Weight Bearing/squat)와 균형감각 자세유지(modified clinical test sensory interaction balance, mCTSIB)를 검사하였다. 체중부하/스쿼트(WB/squat)는 WB 균형분석기의 힘판 위에 대상자가 두 발로 서서 슬관절을 0°, 30°, 60°, 90로 굴곡시켜 굴곡 각도변화에 따른 좌·우 측의 체중부하를 측정하였다(그림 6). Hus 등(2003)의 선행연구에서 사용된 공식을 이용하여 체중부하의 비대칭 정도를 측정하였는데, 비대칭지수를 계산하기 위한 공식은 다음과 같다.

$$\text{체중부하 비대칭지수} = |1 - (\text{좌측체중부하량} / \text{우측체중부하량})|$$

3) 측정방법 및 도구



그림 6. 체중부하/스쿼트 검사

균형감각 자세유지(mCTSIB)는 장비의 힘판 위에 피검사자를 서게 한 후 10초 동안 지속하게 하여 3회를 측정하였다. 이때 힘판에 가해지는 신체 압력중심의 변화를 모니터 상에서 추적하고 동요의 폭과 높이를 기준으로 하여 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 자세에서 평균 변화속도를 측정하였다(그림 7).

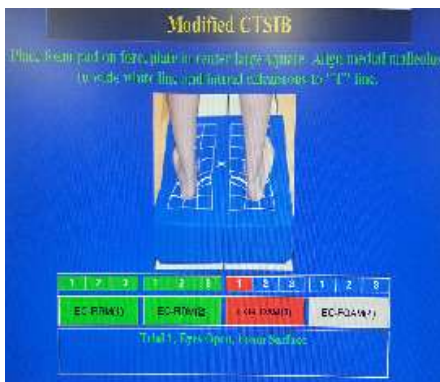


그림 7. 균형감각 자세유지 검사

시간은 10초로 하여 검사한다. 각 방향의 목표물에 대하여 반응시간, 이동속도, 이동거리(정점, 최대), 방향 조절력을 측정하였다(그림 8). 동적 체중 이동 검사는 좌·우, 전·후 로의 신체중심점을 이동하는 검사로서 이동 속도(slow, medium, fast)에 따른 구간 속도와 방향 조절력을 측정하였다. 이때 느린 속도는 3초당 한 축으로의 이동(3 second transitions), 중간 속도는 2초당 한 축으로의 이동(2 second transitions), 빠른 속도는 1초당 한 축으로의 신체 중심점을 이동(1 second transitions)하는 검사이다. 구간 속도(on-axis velocity)는 운동 방향으로 동적 체중을 이동하는 것으로서 초당 각속도(deg/sec)로 나타내며, 방향 조절력은 운동 방향으로 일직선으로 도달하는데 동요된 정도를 백분율(%)로 표시되게 하였다(나영무 등, 2003). 각 2회 반복 시행하였다(그림 9).



그림 8. 동적 체중이동 검사

나. 동적자세 균형조절

동적자세 균형조절 검사방법으로 동적 체중이동(Rhythmic Weight Shift)과 안정한계(limits of stability)를 검사하였다. 안정한계 검사는 균형분석기의 모니터 상에 시계 방향으로 8개의 목표물을 표시하고 중심에 대상자의 압력중심이 나타나도록 하였다. 대상자가 자신의 무게중심을 이동하여 시계 방향으로 모니터 상의 압력중심이 표시된 8개의 목표물을 향하여 이동하도록 하는데, 이때 한 목표물을 향하여 이동하는

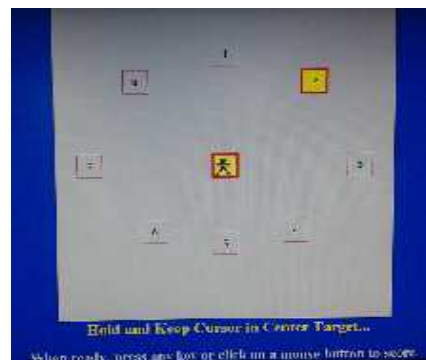


그림 9. 안정한계 검사

4) 분석 방법

본 연구는 SPSS Win. version 17.0 program을 이용하여 통계처리 하였으며, 본 연구에서 사용한 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위해 빈도, 백분율 등 빈도분석을 사용하였다.

둘째, 그룹 간 동질성 검사를 위해 카이제곱 검정을 실시하였다.

셋째, 그룹 간 중재 전·후 차이 검증을 위해 일요인 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

넷째, 그룹 내에서 중재 전·후 차이를

검증하기 위해 paired T-test를 실시하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성을 파악하기 위하여 성별, 신장 및 체중에 대하여 카이제곱 검정을 실시한 결과 세 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 없어 세 집단은 동질 집단으로 볼 수 있었다(표 1).

표 1. 응답자의 일반적 특성에 대한 동질성 검증 (N=36)

특 성	구 분	진동기	평지	매트	X ²	P
		(N=12) 대상자수(%)	(N=12) 대상자수(%)	(N=12) 대상자수(%)		
성별	남자	8(50)	4(25)	4(25)	3.600	.165
	여자	4(20)	8(40)	8(40)		
신장	165cm 이하	4(26.7)	6(40.0)	5(33.3)	1.554	.817
	166-175cm	4(30.8)	4(30.8)	5(38.5)		
	176cm 이상	4(50)	2(25)	2(25)		
체중	55kg 이하	4(28.6)	5(35.7)	5(35.7)	2.758	.599
	56-65kg	3(23.1)	5(38.5)	5(38.5)		
	66-83kg	5(55.6)	2(22.2)	2(22.2)		

* 유의수준 $\alpha=.05$

2. 중재 전 그룹 간의 변수에 대한 동질성 검증

세 그룹에서 중재 전 변수에 대한 동질성

검증을 위해 ANOVA로 분석한 결과 모든 변수에 대해 세 집단 간의 평균값에는 통계적으로 유의한 차이가 없어($p>.05$) 세 집단은 동질 집단이라고 볼 수 있었다(표 2).

표 2. 중재 전 그룹 간의 차이 검증 (N=36)

변 수	진동기	평지	매트	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
W-B Asy-Index					
W-B 0 deg	.160±.106	.185±.131	.166±.119	.143	.867
W-B 30 deg	.144±.105	.144±.121	.141±.092	.002	.998
W-B 60 deg	.120±.069	.137±.114	.118±.101	.129	.879
W-B 90 deg	.110±.083	.137±.151	.179±.104	1.069	.355
M-CTSIB					
FIRM-EO	.228±.092	.287±.187	.219±.117	.854	.435
FIRM-EC	.413±.148	.482±.323	.439±.457	.128	.880
FOAM-EO	.530±.126	.587±.234	.517±.379	.232	.794
FOAM-EC	.606±.235	.750±.387	.556±.360	1.092	.347
LOS(MEAN)					
RT	.978±.409	.992±.326	1.043±.418	.094	.910
MVL	5.649±2.325	5.768±1.770	5.202±1.861	.267	.767
EPE	87.090±13.314	87.563±13.548	86.919±10.867	.008	.992
MXE	98.618±7.444	96.-98±7.700	96.990±8.110	.326	.724
DCL	76.792±6.909	73.173±8.267	78.584±8.038	1.514	.235
Rhythmic					
W-S(MEAN)					
L-R AV	6.339±.956	6.014±.999	6.311±.964	.411	.666
F-B AV	3.564±.835	3.872±.518	4.108±.567	2.084	.140
L-R DC	85.028±4.019	84.917±2.252	85.889±2.986	.338	.715
F-B DC	79.028±13.042	86.111±5.816	83.250±6.442	1.863	.171

deg: degree, Vel: Velocity

EO: Eye Open, EC: Eye Closed, RT: Reaction time, MVL: Movement Velocity

EPE: End point Excursions, MXE: Maximal Excursions

DCL: Directional Control

3. 중재 후 그룹 간의 차이 검증

1) W-B Asy-Index

중재 후 세 그룹에서 체중지지 비대칭지수 변수에 대한 평균값의 차이를 ANOVA로 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

2) m-CTSIB 차이 검증

표 3에서 중재 후 세 그룹에서 m-CTSIB 변수에 대한 평균값의 차이를

ANOVA로 분석한 결과, m-CTSIB의 Firm EC, FOAM-EO, FOAM-EC 변수에서 매트 그룹의 평균값이 나머지 두 그룹보다 작게 나타났고, 그 차이는 통계적으로 유의하였다(p<.05). Dunnett T3 분석방법으로 사후검정한 결과, Firm EC변수에서 평지 그룹에 비해 매트나 진동기 그룹이 유의하게 작은 값을 나타냈다(p<.05). Scheffe 분석방법으로 사후검정한 결과, FOAM-EC 변수에서 평지 그룹에 비해 매트 그룹이 유의하게 작은 값을 나타냈다(p<.05).

표 3. 중재 후 그룹 간의 m-CTSIB 차이 검증 (N=36)

변 수	진동기	평지	매트	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
m-CTSIB					
FIRM-EO	.177±.053	.200±.123	.128±.094	1.790	.183
FIRM-EC	.200±.089	.430±.246	.183±.097	8.793	.001**
FOAM-EO	.465±.177	.583±.201	.400±.146	3.307	.049*
FOAM-EC	.432±.184	.585±.209	.396±.117	3.993	.028*

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

3) LOS 차이 검증

표 4에서 중재 후 세 그룹에서 LOS 변수에 대한 평균값의 차이를 ANOVA로 분석한 결과, LOS의 RT에서 매트 그룹의 평균값이 나머지 두 그룹보다 작았고, 그 차이는 통계적으로 유의 하였다(p<.05). MVL, EPE, DCL 변수에서는 매트 그룹의 평균값이 나머지 두 집단보다 컸고, 그 차이는 통계적으로 유의하였다(p<.05). Scheffe 분석 방법으로 사후검정한 결과, RT 변수에서

평지 그룹에 비해 매트 그룹이 유의하게 작은 값을 나타냈고(p<.05), MVL 변수에서 매트 그룹에 비해 평지 그룹이 유의하게 큰 값을 나타냈다(p<.05). Dunnett T3 분석방법으로 사후검정한 결과, EPE 변수에서 진동기 그룹에 비해 매트 그룹이 유의하게 큰 값을 나타냈고(p<.05), DCL 변수에서 진동기와 평지 그룹에 비해 매트 그룹이 유의하게 큰 값을 나타냈다(p<.05).

표 4. 중재 후 그룹 간의 LOS 차이 검증 (N=36)

변 수	진동기	평지	매트	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
LOS(MEAN)					
RT	.766±.122	.852±.217	.678±.137	3.387	.046*
MVL	6.755±1.687	5.959±1.798	7.736±1.459	3.475	.043*
EPE	94.292±2.980	90.077±10.946	97.084±1.428	3.426	.044*
MXE	96.153±5.564	98.778±6.170	96.250±4.070	.932	.404
DCL	78.876±4.903	78.489±4.840	85.340±7.282	5.307	.010**

4) Rhythmic W-S 차이 검증

표 5에서 중재 후 세 그룹에서 Rhythmic W-S 변수에 대한 평균값의 차이를 ANOVA로 분석한 결과, F-B DC 변수에서 매트그룹의 평균값이 나머지 두 집단보다

컸고, 그 차이는 통계적으로 유의 하였다(p<.01). F-B DC 변수에 대해 Dunnett T3 분석방법으로 사후검정한 결과, 진동기 그룹에 비해 매트 그룹이 유의하게 큰 값을 나타냈다(p<.01).

표 5. 중재 후 그룹 간의 Rhythmic W-S 차이 검증 (N=36)

변 수	진동기			F	P
	M±SD	평지 M±SD	매트 M±SD		
Rhythmic W-S					
L-R DC	85.417±4.178	85.806±2.540	87.333±4.487	.839	.441
F-B DC	82.611±5.860	87.056±2.636	89.194±2.914	8.156	.001**

4. 그룹 내에서 운동 전후 차이 검증

1) W-B Asy-Index

진동기, 평지, 매트 그룹의 중재 전·후의 차이를 각각 paired t-test로 분석한 결과 체중지지 비대칭지수 변수에 대해 유의한 차이가 없었다.

2) m-CTSIB 차이 검증

표 6에서 진동기, 평지, 매트 그룹의 중재 전·후의 차이를 각각 paired t-test로 분석한 결과, FIRM-EC 변수에서 진동기 그룹에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05).

표 6. 중재 전과 중재 후의 m-CTSIB의 차이 검증 (N=36)

변 수		중재 전	중재 후	대응차	T	P
		M±SD	M±SD			
m-CTSIB						
FIRM-EO	진동기	.228±.092	.176±.053	.052	1.808	.098
	평지	.287±.187	.200±.123	.087	1.248	.238
	매트	.219±.117	.128±.094	.091	2.087	.061
FIRM-EC	진동기	.413±.148	.200±.089	.213	4.429	.001**
	평지	.482±.323	.430±.246	.052	.373	.716
	매트	.439±.457	.183±.097	.256	1.835	.094
FOAM-EO	진동기	.530±.126	.465±.177	.065	1.072	.307
	평지	.587±.234	.583±.201	.004	.054	.958
	매트	.517±.379	.400±.146	.117	.917	.379
FOAM-EC	진동기	.606±.235	.432±.184	.174	1.840	.093
	평지	.750±.387	.585±.209	.165	1.302	.219
	매트	.556±.360	.396±.117	.160	1.848	.092

3) LOS 차이 검증

표 7에서 진동기, 평지, 매트 그룹의 중재 전·후의 차이를 각각 paired t-test로

분석한 결과, RT, MVL, EPE, DCL 변수에서 매트 그룹에서만 유의한 차이를 보였다(P<.05).

아니라 골밀도, 인대, 건을 강화시킴과 동시에 하체 단련의 가장 중요하며 기본이 되는 운동이라고 하였다. 또 Selseth 등(2000)은 스쿼트 운동과 같은 체중지지를 통한 넓다리내갈래근의 근력강화는 비체중지지운동보다 많은 관절의 움직임이 요구되며, 근육동원의 기능적 패턴을 촉진시키고, 고유수용성감각을 자극하므로 기능적이라고 하였다.

김수정 등(2006)은 무릎세워 누운(Hook-lying)자세에서 한쪽 다리 들기 시 지지면의 안정성에 따른 복사근의 근 활성도 비교 연구에서 지면보다 폼롤에서 내·외 복사근의 근 활성도가 높아졌다고 하였다. 또 이제승(2013)은 복직근, 외복사근, 내복사근은 불안정한 지지면인 보수불 위에서 더 높은 근활성도를 보였다고 하였다.

최근에 전신 진동 운동을 사용한 근육강화 운동이 소개되고 있으며, 이러한 운동의 적용이 다양하게 연구되고 있다(Cardinale 등, 2005; Delecluse 등, 2003). 진동 운동기구의 적용은 주로 수직 혹은 시소 형태의 운동기구가 많이 있으며, 이러한 운동기구의 운동법은 주로 주춤서기 자세에서 하지에 진동을 주는 형태이다. 최진승 등(2008)은 수직 진동을 동반한 Leg Press 운동을 통하여 하지 근육이 활성화 된다고 하였고, Kazuhiro(2007)는 전신 진동운동이 고령자에게서 근력강화, 밸런스, 보행기능에 대한 효과를 분석하여 인체영향 효과를 규명하였다. 또 임용택(2005)은 전신 진동운동이 근육기능 향상, 골밀도 향상, 산소섭취량 증가, 혈류량 증가, 체지방을 감소 등 인체 모든 기관에 고르게 영향을 미치는 것을 확인하여 새로운 운동트레이닝 처방 방안에 대한 기대를 제시하였다.

본 연구에서는 선행 연구에 근거하여 균형 유지에 주된 역할을 하는 것 중에 하나인 하지 근력을 강화시키기 위하여 스쿼트 운동을 실시하였으며 그룹마다 각각 진동기, 평지, 매트 3가지 지지면으로 중재를 하였다. 스쿼트 운동과 지지면의 상관관계

에 대한 선행 논문을 보면 안정된 지지면보다 불안정한 지지면에서의 운동이 균형능력의 향상에 보다 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있으나 불안정한 지지면인 진동기와 매트 중에서 어떤 것이 더 긍정적인 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 그 결과 정적자세 균형능력의 4가지 항목 중 3가지에서 평지 그룹보다는 진동기 그룹, 진동기 그룹보다는 매트 그룹에서 다른 두 그룹에 비해 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다. 또 동적자세 균형능력의 5가지 항목에서 중재 후 그룹 간, 그룹 내 차이 비교에서 매트 그룹이 다른 두 그룹에 비해 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다.

mCTSIB는 정적 기립 상태에서 지지면의 상태와 안구의 개, 폐에 따른 흔들림의 정도를 측정하는 것이므로 수치가 낮을수록 안정적이라고 할 수 있다. 중재 전, 후 그룹 내의 차이를 비교해 보았을 때 중재 후 FIRM-EC 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 그 중 진동기 그룹의 평균값이 가장 작아 가장 효과적인 것으로 나타났다.

안정한계 검사는 안정한계 검사는 균형분석기의 모니터 상에 시계 방향으로 8개의 목표물을 표시하고 중심에 대상자의 압력중심이 나타나도록 하는 것으로 반응시간 항목은 수치가 높을수록, 나머지 4가지 항목은 수치가 낮을수록 안정적이라고 할 수 있다. 또 동적 체중이동 검사는 좌·우, 전·후로의 신체중심점을 이동하는 검사로서 이동 속도(slow, medium, fast)에 따른 구간 속도와 방향 조절력을 측정하는 것이므로 수치가 높을수록 안정적이라고 할 수 있다. 중재 전·후 그룹 내의 차이를 비교해 보았을 때 중재 후 이 중 5가지 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고, 그 중 매트 그룹의 평균값이 유의한 값을 나타내어 가장 효과적인 것으로 나타났다. Minoru(2005)는 지속된 진동은 Ia 운동섬유의 피드백을 방해하여 근섬유의 단위수축력을 저하시킨다고 하였고, Ross 등(2012)

은 전신진동 후 운동단위(motor unit)의 동원과 역치가 높아져 기계적 정확도를 만들어 낼 수 없다고 하였다. 이러한 선행 연구의 결과를 고려해볼 때 불안정한 지지면인 진동기와 매트 중 매트 그룹에서 더 효과적인 결과를 보인 것으로 사료된다.

본 연구의 가설대로 안정된 지지면 보다 불안정한 지지면에서의 스쿼트 운동이 균형 능력에 긍정적인 영향을 미치며, 진동기보다 매트에서의 스쿼트 운동이 균형 능력에 더 효과적이라는 것을 확인 할 수 있었다.

이렇듯 운동 시 지지면의 선택이 인체의 자세조절에 미치는 영향에 대한 연구가 계속되어지고 있으며, 본 연구의 목적도 지지면의 변화에 따른 스쿼트 운동의 적용이 정상 성인의 균형조절 능력에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 20~30대 정상성인을 대상으로 하였기 때문에 모든 연령대로 일반화하기에 제한이 있으며 둘째, 부산 K대학 36명의 소수 학생을 대상으로 단 기간의 중재로 이루어졌기 때문에 본 운동 프로그램의 결과에 대한 해석을 일반화하기에는 제한이 있다.

V. 결론

본 연구는 지지면의 변화에 따른 스쿼트 운동의 적용이 정상 성인의 균형조절 능력에 미치는 영향을 분석하고자 하였으며, 연구 결과는 다음과 같았다.

1. 정적자세 균형능력(m-CTSIB)은 중재 후 진동기 그룹에서 Firm-EC 항목에서 중재 후 평균값이 향상되었다.

2. 동적 체중이동(Rhythmic W-S)은 중재 후 평균값이 향상되었으며, 세 그룹 중 매트 그룹의 방향조절력(F-B DC)이 가장 증가하였다.

Rhythmic W-S에서 매트그룹의 평균값이 가장 컸고, 그 차이는 통계적으로 유의

하였다.

3. 안정한계(LOS)는 중재 후 매트 그룹에서 반응시간(reaction time), 움직임 속도(movement velocity), 정적 이동거리(end point excursions), 방향조절력(directional control) 항목에서 중재 후 평균값이 향상되었다.

4. 그룹 간의 중재 후 차이를 검증한 결과, 정적자세 균형능력(m-CTSIB)에서 중재 후에는 FIRM-EC, FOAM-EO, FOAM-EC 항목에서 향상되었고 세 그룹 중 매트 그룹의 측정값이 가장 작게 나타났다. 동적 체중이동(Rhythmic W-S)에서 중재 후에는 반응시간(reaction time), 움직임 속도(movement velocity), 정적 이동거리(end point excursions), 방향 조절력(directional control) 항목에서 향상되었으며 세 그룹 중 매트 그룹의 측정값이 반응시간(reaction time)항목에서 가장 크게, 나머지 항목에서는 가장 작게 나타났다.

본 연구 결과로 미루어 볼 때 지지면의 변화에 따른 스쿼트 운동이 정상 성인의 균형조절 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 향후에는 연구의 제한점을 충분히 통제하여 연구결과를 일반화시킬 수 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김수정, 원종혁, 오재섭 등(2006). Hook-lying 자세에서 한쪽다리 들기시 지지면의 안정성에 따른 복사근의 근활성도 비교. 한국전문물리치료학회지, 13(3), 102-110.
- 김원호, 이충희, 정보인 등(1998). 노인의 균형유지 능력에 영향을 미치는 요인. 한국전문물리치료학회지, 5(3), 21-33.
- 김현갑(2003). 탄성 밴드를 이용한 무릎관절 근력강화운동이 노인들의 균형조절 능력에 미치는 영향. 단국대학교, 석사학

- 위 논문.
- 김현희, 송창호(2010). 스쿼트 운동시 자세가 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 및 근활성비에 미치는 효과. 근관절 건강학회지, 17(2), 142-150.
- 나영무, 이진철, 임길병 등(2003). 뇌졸중 환자에서 시지각 바이오피드백 훈련이 좌우균형에 미치는 효과. 대한재활의학회지, 27(2), 165-166.
- 이진철, 정혜미, 김상범 등(2004). 구두 굽 높이의 차이가 균형 수행 능력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 16(3), 559-569.
- 이제승(2013). Squat 운동시 지지면 상태와 부하량에 따른 코어근육의 근활성도 비교. 단국대학교 스포츠과학대학원, 석사학위 논문.
- 이진희(1997). 정상아와 편마비 뇌성마비의 삼차원 보행분석. 대한물리치료학회지, 9(1), 127-145.
- 임용택(2005). 새로운 운동트레이닝에서 전신진동방법에 대한 연구. Korea Coaching Development, 7(4), 105-116.
- 최병찬(2008). 요부안정화 운동 프로그램이 씨름선수의 요부 근력 및 균형 능력에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 최진승, 김용준, 강동원 등(2008). 수직 진동을 동반한 Leg Press 운동 시 진동 크기와 주파수에 따른 하지 근육의 근전도 차이 분석. 대한기계학회, 추계학술대회지, 1492-1495.
- 허병훈(2007). 불안정한 지지면에서의 균형 운동이 시각장애인의 균형능력에 미치는 효과. 삼육대학교 대학원, 석사학위 논문.
- Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, et al(2005). The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomized controlled trial. BMC Geriatr, 5(17), 1-8.
- Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, et al(2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. Gait & Posture, 26(2), 309-316.
- Cardinale M, Wakeling J, Viru A(2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? Commentary. Br J sports Med, 39(9), 585-589.
- Cheung WH, Mok HW, Qin L, et al(2007). High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. Arch Phys Med Rehabil, 88(7), 852-857.
- Delecluse C, Roelants N, Verschueren S(2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Medicine & Science in sports & Exercise, 35(6), 1033-1041.
- Escamilla RF(2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. Medicine & science in sports & exercise, 33(1), 127-141.
- Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, et al(2000). Aging of skeletal muscle: A 12-yr longitudinal study. J Applied Phys, 88(4), 1321-1326.
- Horak FB, Nasher LM, Diener HC(1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. EXP Brain Res, 82, 167-177.
- Hus AL, Jan MH, Tang PF(2003). Analysis of Impairments Influencing Gait Velocity and Asymmetry of Hemiplegic Patients After Mild to Moderate Stroke. Arch Phys Med

- Rehabil, 84, 1185-1193.
- 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, 33-40.
- Kazuhiro K, Akira K, Issei S, et al(2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med*, 56(1), 28-33.
- Lee SH(2007). The Differences between Aero step Exercises and Weight training on Posture, Physical Fitness, Balance, and Hormone Levels in the Elderly. Ewha Womans University, master's thesis.
- Lord SR, Castell S(1994). Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil*, 75(6), 648-652.
- Macaluso A, De Vito G(2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J App Physiol*, 91(4), 450-472.
- Merriman H, Jackson K(2009). The effects of whole-body vibration training in aging adults: A systematic review. *J Geriatr Phys Ther*, 32(3), 134-145.
- Mikhael M, Orr R, Fiatarone Singh MA(2010). The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: A systematic review of the literature. *Maturitas*, 66(2), 150-157.
- Minoru S(2005). Effects of Prolonged vibration on motor unit activity and motor performance. *Med Sci Sports & Exer*, 37(12), 2120-2125.
- Prentice WE(2005). Techniques in musculoskeletal rehabilitation. New York, McGrawHill.
- Ragnarsdottir M(1996). The concept of balance. *Phys Ther*, 82(6), 368-375.
- Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM(2004). Whole-body vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc*, 52(6), 901-908.
- Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, et al(2006). Whole body vibration induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res*, 20(1), 124-129.
- Ross DP, Roger CW, Finbarr CM, et al(2012). Effects of whole body vibration on motor unit recruitment and theshold. *J Appl Physiol*, 112, 388-395.
- Selseth A, Dayton M, Cordova ML, et al(2000). Quadriceps concentric EMG activity is greater than eccentric EMG activity during the lateral step-up exercise. *J Sport Rehabil*, 9(2), 124-34.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S(1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 69(6), 395-400.
- Shumway-Cook A, Horak F(1986). Assessing the influence of sensory interaction of balance, Suggestion from the field. *Phys Ther*, 66(10), 1548-1550.

- Stuart MJ, Meglan DA, Lutz GE, et al(1996). Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med*, 24(6), 792-799.
- Sutherland DH, Hagy JL(1972). Measurement of Gait Movements from Motion Picture Film. *J Bone Joint Surg Am*, 54(4), 787-797.
- Thelen DG, Ashton-Miller JA, Schultz AB, et al(1996). Do neural factors underlie age differences in rapid ankle torque development? *J Am Geriatr Societ*, 44(7), 804-808.
- Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, et al(1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23(6), 348-352.
- van Nes IJ, Geurts AC, Hendricks H, et al(2004). Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: preliminary evidence. *Am J Phys Med Rehabil*, 83(11), 867-873.
- 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 postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*, 37(9), 2331-2335.
- Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, et al(2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res*. 19(3), 352-359
- Walker C, Brouwer BJ, Culham EG(2000). Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther*, 80(9), 886-895.
- Yack HI, Collins CE, Whieldon TJ(1993). Closed kinetic chain exercise for the ACL deficient knee. *Am J Sports Med*, 21(1), 49-54.