

4주간의 스위스 볼과 전신진동기를 이용한 교각안정화 운동이 노인 여성의 균형과 보행에 미치는 효과

김택훈, 최홍식
한서대학교 물리치료학과

Abstract

Effects of 4 Weeks Bridging Stabilization Exercise Using Swiss Ball and Whole Body Vibration on Balance and Gait Function in Elderly Women

Tack-hoon Kim, Ph.D., P.T.

Houng-sik Choi, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Hanseo University

The purpose of this study was to evaluate the effects of bridging stabilization exercise on balance ability and gait performance in elderly women. The subjects of this study were thirty-one elderly women over 65 years old in HongSung-Gun Senior Citizen Welfare Hall. The subjects were randomly assigned into one of three groups (trunk stabilization exercise on the mat, whole body vibration, and Swiss ball) and participated in each exercise program three times a week for 4 weeks. Each exercise began in the bridging position. The dynamic balance and gait were measured by limit of stability area using force plate, Berg Balance Scale (BBS), and Timed Up and Go Test (TUG). The results were as follows: 1) The limit of stability in three groups increased significantly in anterior-posterior and medial-lateral lean after 4-weeks intervention ($p < .05$). 2) There were no significant differences in the limit of stability among three groups after 4-weeks intervention ($p > .05$). 3) The BBS and TUG in three groups increased significantly after 4-weeks intervention ($p < .05$). 4) There were significant differences among three groups in BBS. Post-hoc test showed that Swiss ball exercise group was significantly higher than the mat and whole body vibration groups. 5) There were no significant differences TUG among three groups after 4-weeks intervention ($p > .05$). In conclusion, this study suggested that 4 weeks of the bridging stabilization exercises were effective on balance and gait in all three groups. Particularly Swiss ball exercise group showed higher improvement than two other exercise groups (mat, whole body vibration group).

Key Words: Balance; Bridging stabilization; Elderly women; Gait; Swiss ball; Whole body vibration.

I. 서론

인간의 균형조절은 감각계를 통하여 신체의 움직임을 인지하고, 중추신경계에 있는 중앙치리계에서 입력된 정보를 통합시켜, 효과적인 근육격계로 적절하게 반응하는 복잡한 과정을 통해 이루어진다(Nashner, 1990). 연령이 증가하면서 감각기능이 저하되고(Bergin 등, 1995), 효과

적인 근력과 관절 가동범위가 감소된다(Grimston 등, 1993; James와 Parker, 1989; Weinergard 등, 1996). 노화는 또한 중추신경계의 기능의 저하를 일으켜 노인들의 시선 조절 능력을 떨어뜨리고, 자세의 불안정성으로 인한 신체균형조절능력의 약화를 불러와 넘어지는 빈도를 증가시킨다(Gauchard 등, 2003). 운동이 부족한 노인들은 근력이나 유연성, 순발력, 평형능력 등 건강관련 체력

통신저자: 김택훈 tack@hanseo.ac.kr

이 논문은 2011학년도 한서대학교 교비학술연구지원 사업에 의하여 연구되었음.

이 급격히 저하하여 일상생활에 지장을 초래하는 경우가 많다고 하였다(Tideiksaar, 1997). 넘어지거나 혹은 넘어져 다치는 낙상은 노인 사이에서는 매우 흔한 일로, 규칙적인 운동은 낙상과 같은 위험과 공포에서 벗어나게 할 수 있다고 하였다(Schoenfelder, 2000). 이수영과 황수진(2004)은 공운동이 노인의 동적균형능력을 향상시키며, 노인의 낙상이나 낙상 위험요인을 감소시킬 수 있는 유용한 운동프로그램이라고 하였다. 스위스 공과 같은 불안정한 표면(labile surface)에서의 운동은 안정된 상태에서의 운동보다 더 큰 활동이 일어나게 되고, 동적균형을 증가시켜 척추손상을 예방할 수 있다는 가정 하에 시행되고 있다(Lehman 등, 2005; Marshall과 Murphy, 2005; Stevens 등, 2006). 이석준 등(2007)은 65~80세의 노인을 대상으로 공을 이용하여 평형운동을 16주 동안 실시한 결과, 시각과 전정기능의 활용이 증가되어 평형능력을 향상시킨다고 하였다. 박우영(2004)도 77세의 노인 24명을 대상으로 공을 이용한 운동이 포함된 16주간의 운동프로그램을 실시한 결과 균형감각 및 운동제어기능의 개선이 있었다고 하였다. 위와 같이 노인의 공을 이용한 운동이 효과가 있지만 전문적인 운동선수나 젊은 성인의 중심 안정화 운동으로 주로 사용되고 있고(Jespersen과 Potvin, 2000), 고강도의 안정화가 요구되는 역동적인 자세에서의 운동은 고령의 노인에게 여러 가지 위험성이 동반되어 조심스럽게 사용되었다.

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 치료법이라고 하였다(Mikhael 등, 2010). 그러나 비교적 새로운 치료법이기 때문에 적절한 치료적 반응을 이끌어내기 위한 적당한 진동강도, 시간, 빈도, 자세 등은 명확히 알려져 있지 않다고 하였다(Luo 등, 2005). 전신진동기를 이용하여 훈련한 후 젊은 성인과 노인 집단 모두에서 근수축력과 근력의 유의한 증가를 보였다고 하였다(Roelants 등, 2004; Roelants 등, 2006; Verschueren 등, 2004). 전신진동훈련이 근방추를 활성화하는 강한 감각자극을 제공하고 고유수용성감각을 강화시켜 자세안정성을 위해 필수적인 하지 근육의 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 노인여성을 대상으로

한 3달간의 전신진동운동이 방향조절능력, 운동속도 등이 향상되었고 균형능력의 유의한 향상이 있었다고 하였다. Bruyere 등(2005)은 요양시설 노인을 대상으로 6주간 주 3회의 전신진동기 훈련을 실시한 결과, 보행, 신체균형, 운동수행능력의 향상이 있었다고 하였다. Torvinen 등(2003)은 전신진동기로 4개월(Torvinen 등, 2002), 8개월 장기간의 훈련을 실시하였으나 정적, 동적 균형에는 유의한 효과가 없었다고 하였다. Merriman과 Jackson(2009)은 노인을 대상으로 전신진동기를 사용한 13편의 연구들을 대상으로 한 체계적 종설(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. Mikhael 등(2010)은 노인을 대상으로 전신진동기를 이용한 6편의 연구를 대상으로 체계적 종설을 한 결과 근육과 뼈, 기능수준의 향상은 약간의 향상은 있었지만 대부분의 연구가 정확한 치료프로토콜, 연구설계 등이 불충분하여 결과해석에 주의하여야한다고 하였다. 위와 같이 최근 노인을 대상으로 근력향상, 골밀도 증가, 균형증진, 보행능력 향상에 의한 낙상예방 효과를 알아보기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 그러나 그 효과에 대해서는 논쟁의 여지가 있으며 특히 전신진동기의 경우 대부분 기립이나 스쿼트 자세에서 실시되었고, 교각자세에서의 체간안정화에 대한 연구는 거의 없었다. 이에 본 연구에서 노인 여성을 대상으로 세 가지 방법(매트, 전신진동기, 스위스 공위에 발을 놓은 교각자세)을 이용하여 4주간 안정화운동프로그램을 실시한 후, 자세 안정성 및 균형에 어떠한 방법이 효과적인지 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 충남 홍성군 종합 노인 복지관에 다니는 31명의 여성 노인을 대상으로 실시하였다. 연구대상자의 선정 기준은 최근 1년 동안 넘어진 경험이 없는 자, 3 m 이상을 독립적으로 쉬지 않고 걸을 수 있는 자, 보행에 영향을 줄 수 있는 통증이 없는 자, 불균형과 넘어짐을 유발할 수 있는 신경학적 이상 혹은

근 골격계 이상이 없는 자, 실험에 영향을 줄 수 있는 시각 혹은 체성 감각에 심각한 손상이 없는 자, 일상 활동이 어려운 신체질환(무릎 관절염 수술, 허리 디스크 수술 등)을 앓고 있거나 앓았던 경험이 없는 자, 한국판 간이 정신상태 검사(Mini Mental State Examination Korea; K-MMSE) 점수가 24점 이상인 자, 체질량지수(body mass index) 기준 29 이하인 자들만 본 연구에 참여하였다. 선정기준에 적합한 대상자들의 신체적 특징인 연령, 체중, 신장, 근력, 관절가동범위 등을 검사하였다. 신체검사를 통해 선정된 31명을 추첨을 통해 무작위로 세 집단으로 나누었다. 65세 이상의 여성 노인 40명 중에서 중도 탈락한 9명을 제외한 31명을 대상으로 교각안정화 운동을 실시하였다. 모든 대상자는 운동 시작 전 일주일간 기초 테스트를 받은 후 운동을 시작하였으며 총 운동 시간은 첫째 주와 둘째 주에 30분 시행하고 셋째 주와 넷째 주에 40분씩 각각 시행하였다. 운동은 주 3회씩 4주 동안 총 12회 실시하였다.

2. 측정방법

가. 힘판을 이용한 안정성 한계의 측정

전, 후, 좌, 우 각 방향에서의 안정성 한계를 평가하기 위하여 힘판(force platform, $4 \times 6 \text{ m}$)¹⁾으로부터 얻어지는 신체압력중심(center of pressure)에 대한 측정치를 산출하였다. 압력중심의 변위가 중력중심의 이동에 의해 발생하기 때문에 압력중심 변위에 대한 측정치를 자세 안정성을 평가하는 대표적인 측정치로 사용하고 있다(Winter, 1995). 전방 기울이기와 후방 기울이기의 능력은 각각 압력 중심 y축의 최대값과 최소값으로 하였다. 또한 오른쪽 기울이기와 왼쪽 기울이기는 각각 압력 중심 x축의 최대값과 최소값으로 하였다. 전, 후, 좌, 우, 네 방향으로 각각 7초간 유지하였고 이중 처음 1초와 나중 1초를 제외한 5초간의 자료를 사용하였고, 3회 반복 측정하였다.

나. 균형 수행 능력의 측정: 버그 균형 척도(Berg Balance Scale; BBS)

BBS는 기능적인 기립 균형을 측정하기 위하여 Berg 등(1989)이 개발한 것으로 크게 앉기, 서기 자세, 자세 변화의 3개 영역으로 나눌 수 있으며 최소 0점에서 최대 4

점을 적용하여 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 앉기 항목은 의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기, 서기 항목으로는 잡지 않고 서 있기, 두 눈을 감고 잡지 않고 서 있기, 두발을 붙이고 잡지 않고 서 있기, 한 다리로 서 있기, 왼쪽과 오른쪽으로 뒤돌아보기, 바닥에 있는 물건을 집어 올리기, 한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기, 선 자세에서 앞으로 팔을 뻗어 내밀기, 자세 변화 항목으로는 앉은 자세에서 일어나기, 선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 제자리에서 360° 회전하기, 일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기로 구성되어 발을 교대로 놓기 등으로 구성되어있다. 전체항목을 수행하는 데에는 약 15분이 소요되며, 점수가 높을수록 좋은 것으로 평가한다. 측정자내 신뢰도는 $r=.99$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=.98$ 로써 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가진 도구이다(Berg 등, 1989; Bogle과 Newton, 1996).

다. 일어나 걸어가기 검사(Timed Up & Go Test; TUG)

TUG 검사는 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉아 3 m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉은 시간을 측정하는 방법이다. 30초 이상이면 기초 이동 능력이 의존적이고 혼자서 실외 이동을 할 수 없고, 20초 이상은 기능적인 운동 손상을 지적한다고 하였다. 측정자내 신뢰도는 $r=.99$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=.98$ 로써 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가진 도구이다(Podsiadlo와 Richardson, 1991).

3. 운동기구

가. 전신운동기

단계 1에서 단계 15까지 조절이 가능한 회전형 진동기(rotational vibration)로 최대 15단계는 분당 1200회의 진동이 가능하였다. 사용된 전신진동기의 최대 진폭(amplitude)은 15.4 mm이었다. 연구에서는 단계 3을 사용하였다.

나. 치료용 공

본 연구에 사용된 치료용 공은 노인의 다리를 올리고 편안한 교각 자세를 취할 수 있는 정도의 크기인 직경 45 cm의 공을 사용하였다.

1) Ver. 3.2.6. Type 9286AA. Kistler Instrument AG, Winterthur, Switzerland.

4. 운동방법

본 연구의 운동 프로그램은 매트, 전신진동기²⁾와 스위스 볼³⁾을 이용한 교각안정화 운동 집단으로 구분하여 시행하였다. 전신진동기의 진동 강도는 단계 3을 사용하였다. 교각안정화 운동은 복근, 척추기립근과 하지의 근력, 지구력 및 고유수용성 운동을 중심으로 구성하였다. 운동시간 세 집단 모두 하루 30~40분으로 하였으며, 운동 빈도는 주 3회 실시하였다.

가. 준비운동과 정리운동

준비운동은 전신의 근육의 수축 이완 시키는 동작을 수행하도록 하였으며, 준비 운동을 실시하는 동안 연구 대상자가 지루하지 않도록 음악에 율동을 맞춰서 할 수 있도록 구성하여 10분간 시행하였다. 정리운동은 매트 위에 근육을 풀 수 있는 옆구리운동, 팔과 다리 스트레칭, 어깨·목·발목 돌리기, 발끝 닿기 등과 호흡을 정리하는 것으로 마무리하였다.

나. 본 운동

본 운동은 매트, 공과 전신진동기를 이용한 교각안정화 운동 집단으로 나누어 누운 자세에서 각기 다른 네 가지의 교각안정화 운동을 실시하였다. 안정화 운동의 시작은 바로 누운 자세에서 양 손을 지면에 편하게 놓고 두 무릎을 구부리고 골반을 들어 요추부를 중립자세로 유지하도록 하였다. 두 번째 교각안정화운동은 무릎 사이에 작은 공을 끼고 유지하며 엉덩이를 들어 요추부를 중립자세로 유지하도록 하였다. 세번째 교각안정화운동은 한쪽다리는 반대쪽 다리의 허벅지 윗부분에 올려놓고 한쪽다리만으로 중심을 잡으며 골반을 들어 요추부를 중립자세로 유지하도록 하였다. 네 번째 교각안정화 운동은 기본자세에서 골반을 들어 요추부를 중립자세로 유지하며 한쪽씩 다리를 들어 무릎관절이 굽혀지

지 않도록 유지하였다. 본 운동 시행 시 대상자 별 무릎의 각도를 일정하게 유지하도록 하였으며, 본 운동은 한 번의 자세마다 8초간 유지하게 하며, 3초간 휴식 후 다시 8초간 시행하였다. 초기 2주는 적응단계로서 운동의 빈도를 반복횟수 8~10회에 맞게 실시하였으며, 3주차부터는 동일한 방법의 운동을 10~15회 늘리면서 운동량 및 운동의 강도를 증가시켰다. 모든 운동 사이 휴식은 30초를 유지하였다.

5. 분석방법

SPSS ver. 12.0 프로그램을 이용하여 얻어진 자료에 대해 통계처리를 하였다. 세 운동군에서 각 운동 전·후의 힘판에서의 안정성한계와 BBS와 TUG를 비교하기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였으며, 세 가지 운동 형태에 따른 안정성한계, BBS와 TUG를 비교하기 위해 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후검정은 Tukey로 하였으며, 유의수준 α 는 .05로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 노인여성 총 31명으로 매트운동군 11명, 전신진동기운동군 10명, 공운동군 10명으로 무작위로 나누었으며, 평균나이는 72.1세, 평균 신장은 151.8 cm, 평균 체중은 58.8 kg, 체지방은 25.5이었다(표 1).

2. 세 집단의 각 방향별 안정성한계의 전·후와 운동 4주 후의 방향별 안정성한계의 비교

세 집단의 교각안정화 운동전과 운동 4주 후의 안정성 한계를 비교한 결과 매트운동군과 전신운동군은 전, 후, 좌, 우 기울이기 모두 유의한 증가가 있었다($p < .05$).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=31)

	매트운동군(n ₁ =11)	전신진동기운동군(n ₂ =10)	공운동군(n ₃ =10)
나이(세)	71.7±8.7 ^a	72.6±5.5	72.0±2.6
체중(kg)	58.6±5.5	61.0±6.6	57.2±7.57
키(cm)	152.3±5.6	151.6±4.9	151.3±5.2
BMI	25.2±2.4	26.5±2.0	24.9±2.7

^a평균±표준편차.

2) BBSliner, SECO Inc, Bucheon, Korea.

3) Swiss ball, LEDRAGOMMA, Ossopo, Italy.

표 2. 세 집단의 방향별 안정성한계의 전·후와 운동 4주 후의 방향별 안정성한계의 비교 (단위: cm)

방향	운동집단	운동 전	운동 후	t
전	매트운동군	.82±.53 ^a	2.17±1.40	-3.048
	진동기운동군	1.17±.96	2.50±1.17	-4.346
	공운동군	.72±.81	2.11±1.91	-3.196
F			.255	
후	매트운동군	1.22±.74	2.19±1.28	-2.356
	진동기운동군	1.19±.87	3.84±1.99	-3.377
	공운동군	1.13±1.25	2.54±1.88	-2.300
F			2.696	
좌	매트운동군	1.30±.81	2.23±1.17	-2.609
	진동기운동군	.57±.50	3.84±1.99	-3.377
	공운동군	.56±.62	2.75±1.60	-4.094
F			.463	
우	매트운동군	.76±.60	1.87±.65	-3.689
	진동기운동군	.92±.93	2.48±.86	-8.676
	공운동군	.85±.98	1.58±1.65	-1.839
F			.173	

^a평균±표준편차, *p<.05.

표 3. 세 집단의 BBS와 TUG의 전·후 비교

운동방법		운동 전 평균±표준편차	운동 후 평균±표준편차	t	p
매트운동군	BBS(점)	45.25±5.74	49.00±4.75	-2.364	.038
	TUG(초)	10.62±1.08	9.99±.98	3.054	.011
진진동기운동군	BBS(점)	45.00±5.21	50.90±4.01	-5.807	.000
	TUG(초)	10.43±1.11	9.51±.63	4.894	.001
공운동군	BBS(점)	43.50±5.82	52.80±2.94	-4.284	.002
	TUG(초)	10.60±1.29	9.20±.74	4.908	.001

표 4. 세 집단의 운동전과 4주 후 BBS 차이 값의 세 집단 비교

	평방합	자유도	평방평균	F
운동군간	165.333	2	82.667	4.418*
운동군내	542.667	29	18.713	

*p<.05.

표 5. 운동 전과 운동 4주후 TUG 차이값의 세 집단 비교

	평방합	자유도	평방평균	F
운동군간	9.308	2	4.654	2.979
운동군내	45.309	29	1.562	

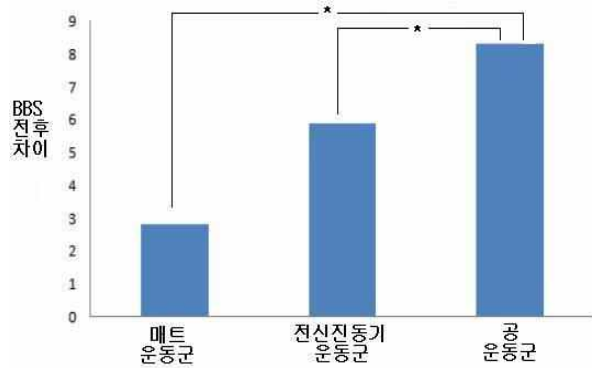


그림 1. 운동 전과 4주 후의 BBS 차이 값의 세 집단 비교(* $p < .05$).

공운동군은 교각안정화 운동전보다 운동 4주후에 전, 후, 좌, 우 기울이기에서 유의한 증가가 있었다($p < .05$)(표 2). 교각안정화 운동 4주 후의 전, 후, 좌, 우 기울이기는 세 집단에서 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 2).

3. 세 집단의 BBS와 TUG의 전·후 비교

세 집단에서 운동 전보다 4주 운동 후에 BBS와 TUG 점수 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 3).

4. 운동 전과 운동 4주 후 BBS 차이 값의 세 집단 비교

운동 전과 운동 4주 후의 BBS의 차이 값은 세 집단에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(표 4). 사후 검정결과 매트운동군보다 공운동군에서, 전신진동기운동군보다 공운동군에서 유의하게 증가하였다($p < .05$)(그림 1).

5. 운동전과 운동 4주 후 TUG 차이 값의 세 집단 비교

운동 전과 운동 4주 후 TUG 차이 값의 세 집단 비교 결과 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 6).

IV. 고찰

공이 중심근육강화운동도로 사용되고 있으며, 척추의 유연성과 안정성을 발달시켜 몸통의 근력 및 관절유연성을 증가시킬 수 있다고 하였다(Jespersen과 Potvin, 2000). 그리고 전신진동기를 이용한 운동은 자극받는 근육의 근방추를 활성화시켜 고유수용성감각을

강화시키고 자세안정성을 위해 필요한 하지 근육을 근력을 강화시킨다고 하였다(Bogaerts 등, 2007). 이에 본 연구에서 노인 여성을 대상으로 세 가지 방법(매트, 전신진동기, 스위스 공)을 이용하여 4주간 교각안정화 운동프로그램을 실시한 후, 자세 안정성 및 균형에 어떠한 방법이 효과적인지 알아보려고 하였다.

세 집단의 교각안정화 운동 전과 운동 4주 후의 안정성 한계를 비교한 결과 매트운동군과 전신운동군은 전, 후, 좌, 우 기울이기(안정성 한계) 모두 유의한 증가가 있었다($p < .05$). 공운동군은 교각안정화 운동전보다 운동 4주후에 전, 후, 좌, 우 기울이기에서 유의한 증가가 있었다($p < .05$). 그러나 공을 이용한 운동군, 전신진동기를 이용한 운동군, 매트 위에서의 운동군의 운동 전과 4주 후의 평균의 차이 값을 비교한 결과, 각 방향 모두 안정성한계의 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 2). Hughes 등(1996)은 발목관절의 배측, 저측 굴곡근이 전·후 흔들림을 조절하고 엉덩관절의 내외전근이 좌·우의 흔들림을 조절한다고 하였다. Winter(1995)도 정적, 동적 기립자세에서 자세동요의 조절을 전후방향은 발목의 저측굴곡과 배측굴곡을 이용한 발목전략(ankle strategy)을 사용하고, 좌우방향 자세동요의 조절은 엉덩관절의 체중이동/loading/unloading 전략을 이용한다고 하였다. 그리고 한쪽 발을 내놓은 자세(tandem position)의 경우 이러한 역할의 역전이 일어나 좌우동요는 발목의 내외번근(invertors/evertors)에 의해 조절되고 전후동요는 고관절의 체중이동에 의해 조절된다고 하였다. Chu 등(1999)은 병원에 입원해 있는 51명의 노인환자를 대상으로 낙상의 위험인자를 알아보았는데 발목 배측굴곡 근력이 약화되어 있고 앞·뒷발 붙여 걷기(tandem walking)가 불안정한 사람에게서 낙상의 위험이 증가되었다고 하였다. 교각안정화 4주 운동 후 세 방법의 안정성 한계는 유의한 차이가 없었으나 각 운동의 전과 4주 후 모두 효과가 있었기 때문에 4주 이상의 교각 안정화 운동은 균형에 필요한 근육을 자극하였고 세 집단의 균형능력을 향상시켰다고 볼 수 있다. Rees 등(2008)도 8주간 전신진동기로 훈련을 한 노인들의 하지근육 중에서 저측굴곡근의 근력과 파워가 유의하게 증가하였다고 하였다. 이석준 등(2007)도 남녀 노인을 대상으로 일반가정에서 쉽게 할 수 있는 치료용 공을 이용하여 평형운동 중심으로 구성된 16주 운동 프로그램을 적용한 결과 시각과 전정기능의 활용을 증가시켜 평형유지 능력을 향상시켰

다고 하였다. 그러나 본 연구는 교각 자세에서 실시하였기 때문에 균형의 증가의 감각측면에서는 전정기능이나 시각기능의 증진이기 보다는 체성감각을 자극하여 균형이 증가된 것으로 생각된다.

세 운동군에서 운동 전보다 4주 운동 후에 BBS와 TUG 점수 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 3). 세 집단의 운동 전과 4주 후의 BBS 차이 값은 집단간 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(표 4). 사후 검정결과 매트운동군 2.83 전신진동기운동군 5.9보다 공운동군 8.3점으로 전후 차이 값이 유의하게 증가하였다($p < .05$)(그림 1). 운동전과 4주 운동 후 세집단의 TUG는 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 5). 균형과 운동수행능력 모두 공위에서의 교각안정화 운동이 매트나 전신진동기보다 효과적이었던 것은 공위의 교각 자세의 하지나 몸통 불안정성이 상대적으로 다른 두 조건에 비하여 더 커서 효과적으로 하지 근육과 체간의 심부근육을 자극한 것으로 생각된다. Marshall과 Murphy(2005)는 안정면에서 운동하는 것에 비해 스위스 볼에서 운동하는 것이 복부 근육이나 척추 기립근의 근활성 수준을 크게 높인다고 하였다. 위의 연구에서처럼 본 연구의 교각안정화운동에 의한 체간근의 활성화도 균형증가에 영향을 주었을 것이다. 그리고 전신운동기군이 공운동군보다 BBS가 낮게나온 원인으로 전신진동기를 이용한 운동의 경우, 진동자극이 머리 쪽으로 향하여 발생하는 위험을 방지하기 위해 진동발판을 원위부를 이용하여 누르는 현상이 나타날 수 있다. 위와 같은 점이 하지의 근위부나 체간으로 전달되는 진동에 의해 생긴 불안정성을 줄여서 안정화 훈련효과를 떨어뜨렸다고 볼 수 있다. Kim과 Lee(2010)의 노인을 대상으로 한 매트, 전신진동기(진동강도별로 4조건), 스위스 공을 이용한 교각자세의 체간안정화운동 시 체간과 하지의 근활성도를 운동조건별로 비교한 결과, 체간근에서는 조건별로 유의한 차이가 없었다고 하였고($p > .05$), 하지에서는 넙다리곧은근에서 전신진동기조건이 매트위에서의 교각운동조건보다 유의하게 근활성도가 높았다고 하였다($p < .05$). 장딴지안쪽갈래근에서는 매트위의 교각운동보다 나머지 전신진동기, 스위스 공 조건이 유의하게 근활성도가 높았다고 하였다($p < .05$). 진동기조건의 제동현상(damping)은 다른 조건에 비해 높은 넙다리곧은근과 장딴지안쪽갈래근의 근활성도로 어느 정도 확인할 수 있었고, 특히 이러한 현상은 진동강도가 증가될수록 더 명확하게 나

타났다고 하였다(Kim과 Choi, 2009).

기존의 많은 연구들에서 공을 이용한 체간안정화 운동이 균형에 효과가 있다고 하였으며(박우영, 2004; 이석준 등, 2007; Marshall과 Murphy, 2005), 본 연구에서도 같은 결과를 보였다. 그러나 전신진동기를 이용한 교각안정화운동의 장기적 효과를 연구한 논문은 거의 없었다. 그리고 스위스 공, 전신진동기 모두 하지 및 체간에 불안정성, 또는 진동자극을 주어 근력증진이나 균형과 보행능력의 향상을 위해 사용되고 있지만, 운동 효과의 생리적 특성과 안정화 자극에 차이점이 있다. Carrière(1999)는 스위스 공을 이용한 운동의 경우 환자의 치료과정 전체에 안전을 고려하여 하고 심한 골다공증이나 균형의 독립성이 충분치 않다고 판단되는 경우 극도의 주의를 요한다고 하였다. 노인의 경우 골다공증, 심각한 균형결손, 사고력이 저하된 경우 공을 이용한 치료를 금하였다. 위와 같은 배경으로 노인의 경우 공을 이용한 운동의 경우 저항도로 조심스럽게 사용되고 있었다. Merriman과 Jackson(2009)의 체계적 총설에서 노인의 전신진동기를 이용한 균형 훈련 효과를 실험한 연구들의 대부분에서 6주에서 12주 정도 훈련을 지속해야만 균형과 기능적 가동성의 유의한 향상을 보였다고 하였다. Cheung 등(2007)은 전신진동기운동이 근 수축력과 균형을 증진 시키는 이점이 있다는 여러 연구에도 불구하고 신체조건과 연령이 어떤 영향을 미치는지는 불명확하다고 하였다. 그리고 전신진동기의 부정적인 면은 진동이 증가하면 엉덩관절, 체간, 머리로 진동이 전달된다고 하였다(Harazin과 Grzesik, 1998). 머리에 해로운 영향을 줄 수 있는 것은 진동의 전달은 진동수 뿐 아니라 진동기를 사용하는 자세(푸쉬 업, 기립, 스쿼트)도 중요한 인자라고 하였다(Mester 등, 2006). 본 연구의 결과를 볼 때 전신진동기를 노인의 안정화 운동에 사용할 때는 바닥의 특성상 공보다는 신체에 가해지는 불안정성이 적기 때문에 초기 재활환자나 안정화 결손이 심한 고령노인의 체간안정화 운동에 이용될 수 있다고 생각된다. 위와 같은 연구결과를 고려하여 임상에서 공과 전신진동기를 이용한 치료를 계획할 때 각 운동 방법의 장점과 단점을 충분히 반영하고 운동에 적합한 대상과 프로그램이 선택되어야 할 것이다.

본 연구의 결과를 살펴보면 4주간의 교각자세에서의 체간 안정화 운동은 세 집단 모두 효과가 있었고, 특히 공운동군이 4주 후 균형에 매트나 전신진동기를 이

용한 운동군보다 효과가 있었다. 본 연구결과는 운동 기간이 다른 연구에 비해 길지 않았으며, 안정성한계의 경우 힘판 위의 측정값에 대한 불안감으로 인해 측정값의 변이가 심하게 나타난 것이 결과를 해석함에 있어 제한점으로 작용할 수 있다.

V. 결론

세 운동군의 운동 전과 운동 4주 후의 안정성 한계 비교에서 매트운동군과 전신진동기운동군은 네 방향 전 부에서 안정성 한계의 유의한 증가가 있었다($p<.05$). 스위스 공운동군은 우방향을 제외한 나머지 세 방향에서 운동 전보다 운동 후에 안정성한계의 유의한 증가가 있었다($p<.05$).

세운동군에서 운동 전보다 4주 운동 후에 BBS와 TUG 점수 모두 유의하게 증가하였다($p<.05$). 4주 운동 후 세집단의 BBS는 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 사후 검정결과 매트운동군보다 공운동군에서, 전신진동기운동군보다 공운동군에서 유의하게 증가하였다($p<.05$). 4주 운동 후 세집단의 TUG는 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

본 연구의 결과를 4주간의 교각자세에서의 요부안정화 운동은 운동전보다 4주후 안정성한계와 보행에 세 집단 모두 효과가 있었고, 특히 스위스 공운동군이 4주 후 BBS가 매트나 전신진동기를 이용한 운동군보다 효과가 있었다. 결론적으로 장기간의 매트, 전신진동기나 공을 이용한 체간 안정화운동은 노인여성에게 균형과 보행기능을 개선하여 낙상을 예방하는 운동프로그램으로 적용할 수 있을 것이다. 그리고 공을 이용한 교각안정화 운동이 하지와 체간에 불안정자극을 더 주어 전신진동기나 기구를 이용하지 않은 교각안정화 운동보다 더 효과적인 것으로 나타났다.

인용문헌

김석희. 12주간 코어운동 프로그램이 여성노인의 기능성 체력 및 시간적-공간적 보행변인에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2010;49(3):353-362.
김택훈, 김은옥. 치료용 공과 전신진동기를 이용한 교각운동이 체간근의 근활성도와 자세안정성에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회지. 2009;9(12):348-356.

박우영. 16주간의 운동이 노인의 균형감각 및 운동제어 기능에 미치는 효과. 한국스포츠리서치. 2004;15(6):1943-1954.
이석준, 현재환, 이용수 등. 액서사이즈볼을 이용한 평형운동이 노인의 평형 기능에 미치는 효과. 대한평형의학회지. 2007;6(2):132-137.
이수영, 황수진. 노인의 공 운동치료가 균형과 기능적인 활동에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지. 2004;11(3):25-32.
Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, et al. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: A randomised controlled trial. BMC Geriatr. 2005;22:5-17.
Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. Physiother Can. 1989;41(6):304-311.
Bergin PS, Bronstein AM, Murray NH, et al. Body sway and vibration perception thresholds in normal aging and in patients with polyneuropathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1995;58(3):335-340.
Bogaerts A, Verschuere S, Delecluse C, et al. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. Gait & Posture. 2007;26(2):309-316.
Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. Phys Ther. 1996;76(6):576-583.
Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(2):303-307.
Carrière B. The Swiss ball: An effective physiotherapy tool for patients, families and physiotherapists. Physiotherapy. 1999;85(10):552-561.
Cheung WH, Mok HW, Qin L, et al. High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(7):852-857.

- Chu LW, Pei CK, Chiu A, et al. Risk factors for falls in hospitalized older medical patients. *J Gerontol.* 1999;54:38-43.
- Crewther B, Cronin J, Keogh J. Gravitational forces and whole body vibration: Implications for prescription of vibratory stimulation. *Physical Therapy in Sport.* 2004;5(1):37-43.
- Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, et al. Physical activity improve gaze and posture control in the elderly. *Neurosci Res.* 2003;45(4):409-417.
- Grimston SK, Nigg BM, Hanley DA, et al. Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age. *Foot Ankle.* 1993;14(4):215-222.
- Harazin B, Grzesik J. The transmission of vertical whole-body vibration to the body segments of standing subjects. *Journal of Sound and Vibration.* 1998;215(4):775-787.
- Hughes MA, Duncan PW, Rose DK, et al. The relationship of postural sway to sensorimotor function, functional performance and disability in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(6):567-572.
- James B, Parker AW. Active and passive mobility of lower limb joints in elderly men and women. *Am J Phys Med Rehabil.* 1989;68(4):162-167.
- Jespersen M, Potvin AN. *The Great Body Ball Handbook.* Productive Fitness Products Inc. 2000.
- Józsa L, Kvist M, Kannus P, et al. The effect of tenotomy and immobilization on muscle spindles and tendon organs of the rat calf muscles. A histochemical and morphometrical study. *Acta Neuropathol.* 1988;76(5):465-470.
- Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercise on walking ability in the elderly. *Keio J Med.* 2007;56(1):28-33.
- Kim TH, Choi HS. EMG activities of trunk and lower extremity muscles induced by different intensity of whole body vibration during bridging exercise. *Phys Ther Korea.* 2009;16(4):16-22.
- Kim TH, Lee KS. Electromyographic activities of trunk and lower extremity muscles during bridging exercise in whole body vibration and swiss ball condition in elderly women. *Phys Ther Korea.* 2010;17(4):26-34.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. *Chiropr Osteopat.* 2005;13:14.
- Lexell J. Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *J Nutr.* 1997;127 (5 Suppl):1011S-1013S.
- Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med.* 2005;35(1):23-41.
- Liu JX, Eriksson PO, Thornell LE, et al. Fiber content and myosin heavy chain composition of muscle spindles in aged human biceps brachii. *J Histochem Cytochem.* 2005;53(4):445-454.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):242-249.
- Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: A systematic review. *J Geriatr Phys Ther.* 2009;32(3):134-145.
- Mester J, Kleinöder H, Yue Z. Vibration training: Benefits and risks. *J Biomech.* 2006;39(6):1056-1065.
- Mikhael M, Orr R, Fiatarone Singh MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: A systematic review of the literature. *Maturitas.* 2010 ;66(2):150-157.
- Nashner LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In: Duncan PW, editor. *Balance, Proceedings of the APTA Forum, Alexandria, APTA Publications, 1990:1-12.*
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go" : A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-148.
- Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: A randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2008;88(4):462-470.
- Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM.

- Whole-body vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52(6):901-908.
- Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, et al. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res.* 2006;20(1):124-129.
- Saal JA, Saal JS. Nonoperative treatment of herniated lumbar intervertebral disc with radiculopathy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1989;14(4):431-437.
- Scaglioni G, Ferri A, Minetti AE, et al. Plantar flexor activation capacity and H reflex in older adults: Adaptations to strength training. *J Appl Physiol.* 2002;92(6):2292-2302.
- Schoenfelder DP. A fall prevention program for elderly individuals. *Exercise in long term care settings. J Gerontol Nurs.* 2000;26(3):43-51.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:75.
- Tideikaar R. *Falling In Old Age: Its prevention and treatment.* 2nd ed. New York, Springer. 1997.
- Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: A randomized controlled study. *J Bone Miner Res.* 2003;18(5):876-884.
- Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(9):1523-1528.
- Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, et al. 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.* 2004;19(3):352-359.
- Winegard KJ, Hicks AL, Sale DG, et al. A 12-year follow-up study of ankle muscle function in older adults. *J Gerontol Biol Sci Med Sci.* 1996;51(3):B202-207.
- Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3:193-214.

논문접수일	2011년 7월 1일
논문게재승인일	2011년 8월 12일