

스텝박스와 탄력밴드를 이용한 하지근력강화운동이 지역사회 노인의 균형능력과 하지근력에 미치는 영향

김두섭 · 최임순¹ · 김선엽^{2†}

대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 대학원 물리치료학과,
²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

The Impact of Lower Extremity Strengthening Exercise with Step Box and Elastic Band on Balance Ability and Lower Extremity Muscular Strength in Community-living Elderly Individuals

Du-suop Kim, PT, BSc · Im-soon Choi, PT, MS¹ · Suhn -yeop Kim, PT, PhD^{2†}

Dept. of Physical Therapy, Graduate of Health and Medicine, Daejeon University

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

²Dept. of Physical Therapy, College of Health Medical & Science, Daejeon University

Received: September 07, 2015 / Revised: September 08, 2015 / Accepted: October 05, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was examined the effects of aerobic exercise using a step box and lower extremity strengthening exercise with an elastic band on the balance ability and lower extremity muscular strength in elderly subjects.

METHODS: Forty-one healthy adults were randomly divided into experimental group 1 (Exp 1, n=14), experimental group 2 (Exp 2, n=14), and a control group (n=13). The Exp 1 conducted lower limb strengthening exercise using an elastic band and the Exp 2 performed aerobic exercise with a step box 50 minutes per day, twice per week,

for eight weeks.

RESULTS: There was significant increase in the Exp 1 and Exp 2 in comparison of the change of lower limb muscle strength according to measurement time ($p<.05$). But there was no significant difference according to intervention methods. In one-leg standing test change among the three groups after the intervention, the Exp 1 and Exp 2 saw significant improvement compared to the control group ($p<.05$) but there was no significant difference according to intervention methods. The change of the functional reaching test results, the Exp 1 and Exp 2 saw significant improvement according to the time of measurement. In the change of the Timed Up and Go test, there was significant improvement in the Exp 1 and Exp 2 compared to the control group ($p<.01$), but there was no significant difference according to intervention methods.

CONCLUSION: Exercise to lower extremity strengthening program accompanied with aerobic exercise is considered more effective in dynamical balance and ability to

†Corresponding Author : kimsy@dju.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

walk.

Key Words: Balance, Elderly, Elastic band, Step box, Strengthening exercise.

I. 서론

현대사회에서 고령화는 여러 가지 문제점들을 야기하고 있으며, 우리나라 또한 급속한 고령화에 따른 사회적, 경제적 문제를 겪고 있다(Yoo, 2014). 2010년에 65세 이상 노인인구는 이미 우리나라 전체 인구의 11.0%를 넘어 고령화 사회(aging society)로 진입하였으며, 2020년에는 65세 이상 노인인구가 15.7%를 차지하여 고령 사회(aged society)가 될 것이며, 2030년에는 65세 이상 노인인구가 24.3%를 차지하게 되어 초고령 사회(post-aged society)가 될 것이라고 예상하였다(Statistics Korea, 2011).

노화가 진행됨에 따라 신체의 각 부분은 기능 부진 양상을 보이는 가운데 근골격계 퇴화는 운동기능 저하와 근육량 감소를 초래한다(Kollegger 등, 1992). 특히 노인에게 있어서 신체적 기능 부진은 신체활동 수준에 큰 영향을 미친다(Hubert 등, 2002). 비신체활동은 신체기능의 부진, 그리고 근력과 신경근 활성화의 결손을 가속화시키며, 기능적인 문제, 노쇠함, 낙상의 발생을 증가시킨다(King 등, 1998).

낙상 손상(falling injury)은 주로 균형능력의 저하와 보행의 불안정성에 의해 발생되고(Lord 등, 1994), 노인 사망의 주요한 원인이다. 또한 낙상을 경험한 노인들의 20-30%는 독립성과 가동성이 제한 받는 영등이관절 골절, 머리부 손상 등의 중증의 상해를 입게 되며 이로 인해 신체적 활동이 제한되거나 이차 합병증으로 사망의 위험이 증가된다(Sterling 등, 2001). 미국의 경우 매년 전체 노인의 50%는 낙상을 경험하며, 한 해 동안 160만 명 이상의 노인이 낙상과 관련해 응급실에서 치료를 받은 것으로 보고되고 있다(Kim, 2008). 우리나라의 경우에도 65세 이상 노인의 손상 원인 중 1위가 낙상이며(Lee, 2007), 65세 이상 재가노인 중 약 1/3은 매년

낙상을 경험하며, 이들 가운데 40명 중 1명은 입원치료를 받았으며, 낙상으로 입원하는 노인환자의 약 50%만이 1년 이상 생존한다고 하였다(Yeom, 2001).

노화로 인한 하지근력의 감소로 균형능력의 약화를 가진 노인에게 낙상방지 예방프로그램의 필요성이 대두되고 있다. 현재까지의 연구에서 하지 근력약화와 보행능력의 저하가 낙상의 주요 위험요인으로 보고되고 있으며, Rubinstein과 Josephson(2002)도 노인들의 하지근력의 약화가 균형장애 및 보행장애와 더불어 낙상의 고위험 요인이라고 보고하였다. 노인낙상 예방을 위한 유산소 운동과 신체의 균형이나 안전성 유지를 위한 근력운동의 중요성이 대두되기 시작하였다.

낙상예방을 위한 근력강화 운동은 보행과 균형능력 향상을 목적으로 노인들에게 강조되고 있다(Barnett 등, 2003). 특히 노인의 경우 탄력밴드(elastic band)의 저항을 이용한 근력운동은 저항의 형태가 안전하여 부상의 염려가 적고, 비용이 저렴하며, 노인들의 근력을 증진시키는데 효과적이다(Cho, 2012). Zion 등(2003)은 60세 이상의 노인을 대상으로 8주 동안 탄력밴드를 이용한 근력강화운동을 시행하여, 낙상 관련 요인인 근력과 기능적 능력이 증가되었다고 보고하였다. 다른 연구에서는 균형조절운동이 근력운동보다 낙상예방에 효과적이라고 하였다(Jung, 2003; Melzer 등, 2005; Rogers 등, 2001).

유산소 운동 시 자주 사용되는 스텝박스(step box)는 탄력밴드와 같이 공간적 측면이나 장비적 측면에서 효율적이면서도 심폐지구력을 강화시키고 특히 다리와 하복부 근육의 탄력성을 증진시켜 주며 하지 관절의 유연성을 증가시켜 주는 것이 특징이다. 스텝박스 운동은 같은 시간에 평지를 걷는 것보다 10배, 달리기보다 23%, 수영보다 2.5배 더 많은 열량을 소모시키는 효과가 있어 다른 유산소 운동에 비해 시간 대비 효율이 높은 운동 종목이라 할 수 있다(Bruno, 1995). 이전의 많은 선행연구들은 근력운동과 균형운동이 노인들의 낙상위험을 감소시키는데 효과가 있다고 보고하고 있으나 근력강화 중심운동(Cho, 2012; Kim, 2008; Kwak, 2014; Lee, 2009; Yoo, 2014)으로 이루어지거나 유산소 운동(Choi, 2000; Lee, 2008)을 통한 심폐지구력 및 균형

능력을 향상시켜 낙상을 예방하는 연구이며, 근력강화 운동과 유산소운동을 병행한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 이 연구의 목적은 유산소 운동을 병행한 하지근력강화운동군과 탄력밴드 저항운동만 적용한 하지근력강화운동군에 중재 전후에 노인의 하지 근력과 균형 수준, 보행능력에 미치는 효과를 비교해 보고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 D시 J구에 거주하고 있으면서 보건지소 낙상예방교실에 참여한 65세 이상 노인 중 연구목적에 이해하고 참여의사를 가진 자를 대상으로 하였다. 선정조건은 독립보행 및 독립적인 계단보행이 가능한 자, 최근 2년간 심장발작이나 뇌졸중, 인지장애가 없는 자를 선정하였으며 최근 2년간 정형외과적 수술 병력이 있는 자, 시각적인 문제나 전정기관에 이상이 있는 자, 실험방법에 대한 거부감을 가진 자는 제외하였다. 참여의사를 밝힌 대상자 51명 중 6명은 제외기준에 부합되어 탈락하였으며 연구대상자의 모집과 절차는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 심의(1040647-201412-HR-005-03)를 받고 진행하였다.

2. 연구절차

본 연구는 사전-사후검사 통제집단 설계(pretest-posttest control group design)을 이용하였다. 대상자를 선정하기 전에 낙상예방교실을 열어서 낙상의 위험성과 낙상예방을 위해서는 운동의 중요성을 교육하였다. 교육생 중에서 자발적 참여자와 선정조건에 부합하여 선정된 대상자 45명을 무작위 배정을 통해 각각 15명씩 세 군으로 각각 배정하였다. 연구기간 중에 대상자들 중 개인적인 사정과 질병으로 4명이 탈락하여, 하지근력강화운동군 14명(실험군1)과 유산소운동을 병행한 하지근력강화운동군 14명(실험군2), 낙상교육만 시행한 13명(대조군)으로 최종 41명이 참가하였다. 중재 적용기간은 1회 50분씩, 주 2회로 총 8주간 실시하였으며,

중재 방법에 따른 효과를 비교하기 위해 중재 전과 4주 후, 8주 후 시점에 하지근력과 정적 및 동적균형 능력, 보행능력을 측정하여 수집된 자료를 분석하였다.

3. 중재방법

실험군1과 2를 대상으로 적용한 운동프로그램은 준비운동 10분, 본 운동 30분, 정리운동 10분으로 구성하였으며, 준비운동은 본 운동에 앞서 부상을 예방하기 위하여 스트레칭과 관절가동운동을 실시하였다. 본 운동은 탄력밴드의 경우 2인 1조로 구성하였으며, 하지근력강화를 목적으로 탄력밴드를 이용하여 의자에서 일어나 앉기, 무릎관절 굽힘·펴기, 엉덩이관절 굽힘·펴기, 발목관절 등쪽굽힘·발바닥굽힘을 시행하였으며, 각 운동의 동작은 15회 반복을 1세트로 2회를 시행하였고 휴식시간은 세트 사이에 1분간 제공하였다. 운동의 강도는 2주 간격으로 4단계로 나누어 1단계는 적응단계, 2-4단계는 향상단계로 구분하여 점증적으로 증가시켰다. 점증적 저항운동 도구로 탄력밴드(Thera-Band, THERABAND, Akton, USA)는 대상자가 15회 반복, 2세트를 통증이나 피로감 없이 시행할 수 있는 저항력의 색깔을 적용하였으며, Khayambashi 등(2014)이 제시한 엉덩이관절운동에 탄력밴드를 적용한 방법을 수정하여 1단계는 노란색, 2단계는 빨간색, 3단계는 녹색, 4단계는 파란색으로 1 세트에 15회 반복된 동작을 지시하였다(Table 1).

실험군2는 4주 이후 본 운동부터 높이가 16.5 cm인 스텝박스를 이용하여 베이직 스텝(basic step), 니업(knee up), 킥(kick), 탭(tap) 동작을 탄력밴드를 이용한 하지근력운동과 병행하여 시행하였다. 스텝박스를 이용한 운동 시 각 동작은 15회 반복을 1세트로 2세트를 시행하였으며 세트 사이에 휴식시간은 제자리에서 호흡을 정리하면서 걷는 것으로 하였고, 탄력밴드는 1세트만 실시하였다(Table 1). 정리운동은 본 운동시 증가된 심박수와 사용된 조직의 진정을 위하여 스트레칭과 관절가동운동, 숨쉬기 운동을 10분간 실시하였다.

Table 1. Experimental 1 and 2 group of exercise program

Experimental group 1	Weeks/Colored elastic bands	Content of exercise	Count	Time (min)
Warming-up	Freehand exercise and stretching (shoulder, neck, trunk, pelvic, leg, ankle, arm, waist, breathing exercise)			10
Main exercises	1-2/yellow band 3-4/red band 5-6/green band 7-8/blue band	Elastic Band Sitting down and getting up from the chair Knee flexion Knee extension Ankle plantarflexion Ankle dorsiflexion Hip flexion Hip extension	15 time/2 set Rest time : 1 minutes between sets	30
Cleanup exercises	Freehand exercise and stretching (shoulder, neck, trunk, pelvic, leg, ankle, arm, waist, breathing exercise)			10
Experimental group 2	Week/Colored elastic bands	Content of exercise	Count	Time (min)
Warming-up	Freehand exercise and stretching (shoulder, neck, trunk, pelvic, leg, ankle, arm, waist, breathing exercise)	Stretching		10
Main exercises	1-2/yellow band 3-4/red band 5-6/green band+ Step box 7-8/blue band+ Step box	Elastic band Sitting down and getting up from the chair Knee flexion Knee extension Ankle Plantarflexion Ankle dorsiflexion Hip flexion Hip extension	Step Box Basic step Knee up Kick Tap up Tap down	1~4weeks Elastic band (15 time/2 set) Rest time : 1 minutes between sets 5~8weeks Elastic band (15 time/1 set) + step box (15 time/2 set) Rest time : walking into place
Cleanup exercises	Freehand exercise and stretching (shoulder, neck, trunk, pelvic, leg, ankle, arm, waist, breathing exercise)			10

4. 평가도구 및 방법

1) 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성을 알아보기 위해 설문지를 이용하여 신장, 체중, 신체질량지수 등 기초 신체능력을 측정하였다.

2) 하지근력 수준

하지근력 수준을 평가하기 위해 최대 다리 밀기 근력을 측정하였다. 대상자는 다리밀기 운동기구(Leg Press, FC-5210, 동화, 한국)에 디지털장치(CI-1500A, CAS, 한

국)를 부착한 측정장비에 앉아서 어깨 너비로 양 발을 발판에 댄 후 손잡이를 잡고 엉덩이와 허리를 밀착 시킨 후 낮은 단계의 무게부터 천천히 민 후 천천히 내려오도록 2회 반복 연습 후 최대의 힘을 측정하기 위해서 높은 단계의 무게를 선택하여 최대의 힘으로 3회 측정하여 평균값을 측정값으로 하였다.

3) 균형 수준

(1) 정적균형 능력

정적균형 능력을 평가를 위해 한 다리 서기 검사(one leg standing test; OLST)를 실시하였다. 이 검사는 두

눈을 뜬 상태에서 두 팔을 옆으로 벌린 상태로 두 발로 선 상태에서 먼저 왼쪽 발을 90도 굽혀 들어 올린 후 오른쪽 발로 설 수 있는 최대의 시간을 초(sec) 단위로 측정하였다(Bohannon 등, 1984). 양측을 교대로 3회 측정하여 평균값을 측정값으로 하였다.

(2) 동적균형 능력

동적균형 능력을 평가하기 위해 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test; FRT)을 실시하였다. 기능적 팔 뻗기 검사는 대상노인에게 다리를 모은 상태에서 어깨의 견봉 높이에 줄자를 놓고 상지를 줄자 높이와 평행하게 유지하여 손을 편 상태로 전방으로 몸을 최대한 이동시킨 거리를 3회 측정하여 평균값으로 하였다(Wemick-Robinson 등, 1999). 기능적 팔 뻗기 검사는 측정자간 신뢰도($r=.98$)와 측정자내 신뢰도($r=.89$)가 높은 검사방법이다(Duncan 등, 1990).

4) 보행능력

대상자의 보행능력을 평가하기 위해 일어나 걸어가기 검사(timed up and go; TUG)를 실시하였다. 일어나 걸어가기 검사는 먼저 의자에 앉은 자세를 취한다. 대상노인이 앉아 있는 지점에서 3 m 떨어진 거리에 목표점을 두고, 노인이 의자에서 일어나 목표점을 돌아와 다시 제자리에 앉은 자세를 취하기까지의 시간을 측정값으로 3회 측정하여 평균값으로 하였다. 본 연구에서 측정자간 신뢰도($r=.98$)와 측정자내 신뢰도($r=.99$)로 나타났다(Shumway-Cook 등, 2000).

5. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS Ver. 18.0 통계분석 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로 제시하였고, 측정된 변수들의 정규성 검증을 위해 샤피로-윌키 분석(Shapiro-Wilk test)을 이용하였다. 각 군의 측정시점에 따른 측정변수의 변화양상을 비교하기 위하여 일요인 반복측정 분산분석(one-way repeated measures ANOVA)을 실시하였으며, 세 군 간에 측정시점에 따른 변수의 변화양상을 비교하기 위해 개체간 요인이 있는 일요인 반복측정 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 이용하였다. 사후검정을 위해 본페로니 분석법(Bonferroni test)을 이용하였다. 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 41명이었으며, 연구대상자의 일반적인 특성에서 평균신장은 세 군 간에 유의한 차이가 있었으나($p<.05$), 평균나이, 평균체중 그리고 체질량지수는 세 군 간에 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 2).

2. 세 군 간에 하지근력의 변화 비교

중재 전에 세 군 간에 하지근력 수준은 유의한 차이

Table 2. General characteristics of the subjects

Variables (units)	Experimental group 1 (n=14)	Experimental group 2 (n=14)	Control group (n=13)	χ^2/F
Gender (male/female)	4/10	6/8	3/10	1.32
Age (year)	77.00±6.03 ^a	73.71±5.94	74.54±3.93	1.39
Height (cm)	149.63±6.23	157.89±8.96	153.98±6.89	4.29*
Weight (kg)	55.56±10.05	59.89±10.63	61.57±6.58	1.51
BMI ^b (kg/m ²)	24.45±3.52	24.04±3.17	26.05±2.97	1.43

Experimental group 1:strengthening exercises using elastic bands group, Experimental group 2: strengthening exercises using elastic bands combined aerobic exercise group,

^amean±standard deviation, ^bbodymassindex, $p<.05$.

Table 3. Comparison of the changes in strength of lower extremity among the groups

Measuring point	Experimental group 1(n=14)	Experimental group 2(n=14)	Control group (n=13)	F	Group × Time
Baseline ^a	76.26±29.58 ^d	81.50±27.85	70.18±19.20	.64	
4week ^b	80.82±31.99	90.00±30.22	70.80±21.21	1.54	2.13
8week ^c	86.63±34.91	94.40±33.21	72.08±26.20	1.70	
F	4.04*	5.59*	.11		
post-hoc	a<c	a<b,c			

Experimental group 1:strengthening exercises using elastic bands group, Experimental group 2: strengthening exercises using elastic bands combined aerobic exercise group,

^dmean±standard deviation, kg/m², *p<.05.

가 없었고, 4주후와 8주후에도 모두 세 군 간에 유의한 차이는 없었다. 측정시점에 따른 하지근력에 차이는 실험군1과 실험군2에서만 유의한 향상을 보였다 (p<.05). 사후검정 결과, 실험군1은 중재전보다 8주후가 유의하게 컸고(p<.05), 실험군2는 중재전에 비해 4주후와 8주후에 각각 유의하게 증가하였다(p<.05). 그러나 하지의 근력수준은 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용을 보이지 않았다(p>.05)(Table 3).

3. 세 군 간에 한 다리서기 검사 수준의 변화 비교

중재전과 4주후에 좌측과 우측의 한 다리서기 시간은 세 군 간에 유의한 차이가 없었으나(p>.05), 8주후에는 좌우측 모두 대조군보다 실험군1과 실험군2에서 유

의하게 더 길었다(p<.05). 그러나 실험군1과 실험군2 간에는 유의한 차이는 없었다(p>.05).

측정시점에 따른 좌우측의 한 다리서기 시간은 대조군을 제외한 실험군1과 실험군2에서 모두 유의하게 증가하였다(p<.01). 사후검정 결과 두 군 모두 중재전에 비해 4주후(p<.01)와 8주후(p<.001)가, 4주후보다 8주후에 각각 유의하게 증가하였다(p<.01). 한 다리서기 검사 시간은 좌우측 모두 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용을 보였다(p<.01)(Table 4).

4. 세 군 간에 기능적 팔 뻗기 검사 수준의 변화 비교

모든 측정시점에서 세 군 간에 기능적 팔 뻗기 검사 결과는 유의한 차이가 없었다(p>.05). 그러나 측정시점

Table 4. Comparison of the changes in the OLST among the groups

Test (units)	Measuring point	Experimental group 1(n=14)	Experimental group 2(n=14)	Control group (n=13)	F	Group × Time
OLST ^c -Right (sec)	Baseline ^a	16.54±8.37 ^d	17.05±14.88	12.93±15.22	.39	
	4week ^b	22.44±10.01	28.57±27.16	12.33±15.02	2.52	10.02**
	8week ^c	37.07±19.31	34.24±30.67	11.66±15.61	4.91*	
	F	16.22**	7.56**	1.19		
	post-hoc	a<b,c, b<c	a<b,c, b<c			
OLST -Left (sec)	Baseline ^a	12.97±8.16	15.50±14.59	12.11±14.76	.26	
	4week ^b	18.48±11.15	21.30±17.86	11.73±13.43	1.55	9.54**
	8week ^c	32.83±21.90	30.22±26.82	10.58±12.43	4.29*	
	F	9.04**	7.09**	2.10		
	post-hoc	a<b,c, b<c	a<b,c, b<c			

Experimental group 1:strengthening exercises using elastic bands group, Experimental group 2: strengthening exercises using elastic bands combined aerobic exercise group,

^dmean±standard deviation, ^conelegstandingtest, *p<.05, **p<.01.

에 따른 기능적 팔 뻗기 검사 결과는 대조군을 제외한 실험군1(p<.05)과 실험군2(p<.01)에서 각각 유의한 증가를 보였다. 사후검정 결과, 실험군1은 8주후가 중재전과 4주후에 비해 각각 유의하게 더 컸으며(p<.01), 실험군2는 4주후와 8주후가 중재전에 비해 유의하게 더 컸고(p<.01), 8주후가 4주후 보다 유의하게 더 컸다(p<.01). 기능적 팔 뻗기 검사 수준은 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용을 보였다(p<.01).

5. 세 군 간에 일어나 걸어가기 검사 수준의 변화 비교

일어나 걸어가기 검사 수준은 중재전과 4주후에 세 군 간에 유의한 차이가 없었다(p>.05), 그러나 8주후에는 대조군보다 실험군1과 실험군2가 유의하게 짧았다(p<.05). 측정시점에 따른 일어나 걸어가기 검사 수준은 대조군을 제외한 실험군1(p<.01)과 실험군2(p<.01)만이 각각 유의하게 감소하였다. 사후검정 결과, 실험군1과 실험군2 모두 중재전에 비해 4주후(p<.01)와 8주후(p<.001) 간에 각각 유의하게 짧았고, 8주후가 4주후보다 유의하게 더 짧았다(p<.01). 일어나 걸어가기 검사 수준은 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용을 보였다(p<.01)(Table 5).

IV. 고찰

인간은 노화로 근육량의 감소와 관절가동범위의 제한이 일어나 균형과 보행능력 저하로 인한 낙상으로 골절과 사망에 이를 수 있는 요인이 될 수 있다. 노인들의 낙상 원인은 근력약화, 균형감각 이상, 시각능력 저하, 전정기관 손상 등의 내적인 요인과 약물의 과다 복용, 조명, 바닥 상태, 장애물 등 외적 요인으로 나누어 지지만 대부분 근력의 감소로 인한 균형능력의 저하로 보행 중에 발생한다(Rantanen 등, 1999; Rubenstein 등, 2002). 선행연구에서는 낙상을 예방하기 위해서는 하지근력과 균형능력을 향상이 필요하며, 운동을 통해서 향상 시켜줄 수 있다고 하였다(Barnett 등, 2003; Cho, 2012; Lee, 2008).

이에 본 연구는 65세 이상 건강한 노인을 대상으로 8주간의 중재기간 중 8주 동안 탄력밴드를 이용한 하지 근력강화운동군과 4주이후 스텝박스를 이용한 유산소 운동을 병행한 군의 하지근력과 균형 수준, 보행능력에 미치는 효과를 알아보고 보건소나 노인복지관 등에서 낙상예방운동 프로그램을 운영 시 효과적인 중재 프로그램 개발을 목적으로 실험하였다.

하지근력 수준을 평가하기 위한 평가도구로 다리밀기(leg press) 운동기구에 디지털장치(CI-1500A, CAS,

Table 5. Comparison of the changes in FRT and TUG among the groups

Variables (units)	Measuring point	Experimental group 1(n=14)	Experimental group 2(n=14)	Control group (n=13)	F	Group × Time
FRT (cm)	Baseline ^a	18.56±6.36 ^d	17.56±5.51	23.24±8.37	2.645	12.044**
	4week ^b	19.30±5.93	19.82±4.89	22.31±6.35	1.048	
	8week ^c	21.44±4.91	24.36±4.20	21.94±6.98	1.143	
	F post-hoc	6.426* a,b<c	23.910** a<b,c, b<c	.284		
TUG (sec)	Baseline ^a	8.81±1.17	8.63±1.32	9.45±2.06	1.039	10.466**
	4week ^b	8.27±1.21	7.76±1.43	9.26±2.01	3.154	
	8week ^c	7.33±1.11	6.98±1.08	9.30±1.94	10.475**	
	F post-hoc	18.655** a<b,c, b<c	23.878** a<b,c, b<c	.242		

Experimental group 1:strengthening exercises using elastic bands group, Experimental group 2: strengthening exercises using elastic bands combined aerobic exercise group, FRT: functional reach test, TUG: timed up and go test, ^dmean±standard deviation, *p<.05, **p<.01.

한국)를 부착하여 정확도를 높였다. 하지근력의 약화가 낙상과 높은 상관성을 가지는 것으로 보고가 되면서 균형능력이 손상된 노인을 대상으로 다양한 근력강화 운동 프로그램이 적용되었다(Messier 등, 2000; Buchner 등, 1997; Wolf 등, 1997). 노인의 근력향상을 위해 유산소성 운동과 저항운동이 모두 권장되지만, 저항운동이 노화로 인한 근력의 감소를 향상시킬 수 있는 가장 효과적인 방법이며, 저항운동을 통한 근력증가는 90대 이상의 고령자에게도 가능하다고 하였다(Fiatarone 등, 1990).

본 연구에서 측정시점에 따른 세 군간 하지근력 변화 정도 비교에서 측정값에 대한 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 실험군1과 2는 측정시점에 따른 하지근력 변화정도가 통계적으로 유의하게 나타났다. 실험군2에서 중재전 81.50 kg/m^2 에서 4주후 90.00 kg/m^2 로 다른 군에 비해 많은 차이를 보인 점은 다른 군에 비해 평균 나이가 3.3년 작았던 것이 원인으로 판단되며 이는 Shin 등(2013)이 12주간의 복합운동프로그램을 적용한 여성 노인의 연령대별 체력요인의 변화에서 나이에 따른 변화 정도의 차이가 있음을 보고한 것과 일치하는 결과이다. 실험군1에서 측정시점에 따른 변화 양상을 비교할 때 중재기간에 따라 근력의 점진적인 향상을 확인할 수 있었으며 저항운동이 노화로 인한 근력의 감소를 향상시킬 수 있는 가장 효과적인 방법이라는 연구와도 일치한다(Fiatarone 등, 1990). 대조군에 비해 실험군1, 2 모두 하지근력 변화에 유의한 차이가 있었지만, 군과 측정시점간에 유의한 상호작용을 보이지 않아 8주라는 중재기간 동안 중재 방법의 차이에 따른 근력의 변화양상은 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었으나 중재기간을 12주간 적용한 Mun(2007)의 연구에서는 군과 측정시점간에 유의한 상호작용이 발생한 것처럼 하지근력 중재기간을 8주 이상 적용하는 것을 제안하는 바이다.

본 연구에서 균형능력평가에 사용한 기능적 팔 뻗기 검사, 일어나 걸어가기 검사, 한 다리서기 검사는 노인의 균형능력평가에 임상에서 가장 많이 사용되는 검사 방법이다(Kim, 2008). 또한 동적과 정적 균형능력을 평가하는 검사방법으로 고가의 장비 없이 임상에서 손쉽게 평가할 수 있다. 눈뜨고 한 다리서기는 정적 평형성

을 측정하는 것으로 낙상과 밀접한 상관성이 있으며, 낙상을 예측하는 중요한 요소이다(Vellas 등, 1997).

본 연구에서 측정시점에 따른 세 군간 한 다리서기 검사변화 비교에서 좌·우측 모두 중재 4주후까지 유의한 차이가 없었으나 중재 8주후 시점에서 실험군1과 2가 대조군에 비해 유의한 변화가 나타난 결과는 중재 기간이 4주 이상 적용되어야 함을 알 수 있었고, 실험군 1과 2는 측정시점에 따른 유의한 변화가 있었는데 사후검정에서 실험군1이 실험군2에 비해 많은 변화를 보인 것은 중재방법에 따른 하지근력 변화 비교에서처럼 점진적인 근력의 향상이 한 다리서기 기능에서 운동조절 능력을 향상시키는 원인이 하지의 근력과 상관 있음을 확인할 수 있었다. 또한 좌, 우측 하지 모두 한 다리서기 검사 변화 비교에서 세 군과 측정시점 간의 상호작용이 나타났으며 실험군1이 실험군2에 비해 높게 나타난 것은 측정시점에 따른 변화양상을 비교할 때 탄력밴드를 적용한 저항운동이 같은 측정시점에 탄력밴드와 스텝박스 운동을 적용한 군에 비해 근력의 향상과 한 다리서기 기능의 향상에 효과적임을 확인할 수 있었다. 실험군1에서 실험군2와 비교하여 4주후보다 8주후가 평균값에서 증가한 것은 한 다리 서기 검사의 중요한 요인 중에 하나인 균형유지능력과 상관관계가 높은 발목관절의 가동범위가 증가하고 점진적인 탄성저항운동을 통해 발목관절의 근력이 증가했기 때문이라는 Lee(2002)의 연구와 일치한다. 또한 좌측 하지보다는 우측 하지의 한 다리서기 검사의 평균값이 높게 나온 것은 주로 우측다리를 사용하는 것으로 사료된다.

본 연구에서 사용된 기능적 팔 뻗기 검사는 균형능력에 대한 양적인 정보를 얻을 수 있는 기능수행 평가로(Duncan 등, 2007) 측정시점에 따른 기능적 팔 뻗기 검사 변화정도 비교에서 세 군 간에 유의한 차이가 없었으나 실험군1과 2에서 측정시점에 따른 유의한 변화를 보였으며 사후검정 결과 실험군2가 실험군1에 비해 더 큰 유의한 변화가 있었고 중재전과 4주후에 비해 4주후와 8주후 간의 변화가 높았던 점을 고려할 때 스텝박스를 이용한 유산소 운동의 적용이 기능적 팔 뻗기 능력을 향상 시키는 데 효과적임을 알 수 있었다. 이는 스텝박스를 이용한 유산소 운동이 유연성과 평형성이 유의하

게 증가하였다는 Lee(2008)의 연구와 일치한다. 또한 세 군과 측정시점 간에는 상호작용이 나타났는데 변화 정도가 중재전과 4주후 사이에 실험군2에서 나타난 점은 연령의 차이에 따른 체력변화의 정도 차이에서 발생한 결과로 사료된다.

본 연구에서 사용된 일어나 걸어가기 검사는 Podsiadlo와 Richardson(1991)에 의해 개발된 검사 방법으로 O'Sullivan과 Schmitz(2007)는 11~20초의 범주일 경우 허약하거나 장애를 가진 노인으로 분류하였다. 본 연구 대상자는 평균 8.96초로 건강한 노인에 속하였다. 측정시점에 따른 일어나 걸어가기 검사 변화 정도의 비교에서 중재전과 4주후 간에 일어나 걸어가기 검사 결과는 세 군 간에 유의한 차이가 없었으나, 4주후와 8주후 간에는 실험군1과 2가 대조군에 비해 유의한 증가가 나타난 점은 중재기간이 4주이상 지속되어야 함을 알 수 있었다. 실험군1과 실험군2 간에 변화 정도가 유의한 차이는 없었던 점은 중재방법에 따른 차이가 없음을 나타내며, 실험군1과 2 모두 측정시점에 따른 일어나 걸어가기 검사의 측정값이 유의하게 줄어졌으며, 중재전과 4주후 간의 변화보다 4주후와 8주후간의 변화가 상대적으로 높게 나타났다. 사후분석 결과 실험군2가 실험군1에 비해 더 큰 변화를 보인 점은 스텝박스를 이용한 유산소운동의 병행이 보행의 중요한 요소인 하지근력과 더불어 보행에 필요한 균형능력의 증진에 상대적으로 효과적인 방법임을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 Lee(2008)의 연구와 일치한다.

본 연구의 의의는 노화로 인한 낙상을 예방하기 위해서는 근력 강화와 균형운동이 중요하다는 선행연구를 근거로 정적균형능력인 한 다리 서기 기능은 탄력밴드를 이용한 하지 근력강화운동이, 동적균형능력인 기능적 팔 뻗기와 보행기능 평가인 일어나 걸어가기에는 탄력밴드를 이용한 하지근력강화 운동과 스텝박스를 이용한 유산소운동을 병행하는 것이 효율적일 것이라는 점과, 중재기간이 정적균형능력과 보행기능의 유의한 향상을 위해서는 4주 이상의 중재기간이 적절하며, 하지근력 향상과 동적균형능력의 향상을 위해서는 8주 이상의 중재기간이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 대상자를 한 도시에 위치한 보건

지소의 낙상예방교실 참여자로 한정 하였으며, 스텝박스운동을 적용한 기간이 4주라는 기간이 다소 짧았고, 연구기간에 프로그램 이외의 신체활동에 대하여 완벽히 통제하지 못했다는 점이다. 또한 대상자들의 심리학적 요인을 반영하지 못하였다.

V. 결론

본 연구는 65세 이상인 건강한 노인 41명을 하지근력 강화운동만 적용한 군(실험군1)과 유산소운동과 하지근력강화운동을 병행한 군(실험군2), 그리고 중재를 적용하지 않은 대조군에 무작위로 배정한 후, 8주간 운동 프로그램을 시행 한 후, 중재 전과 후에 하지의 근력 수준과 정적 및 동적균형 능력, 보행능력을 중재 전과 4주후, 그리고 8주 후에 추후 검사를 하였고 그 변화양상을 비교하였다. 측정된 자료를 분석한 결과, 중재 전 후에 하지근력의 변화양상은 세 군 간에 차이가 없었다. 정적균형능력은 대조군에 비해 실험군1과 실험군2가 중재 후에 유의한 향상을 보였고, 실험군1이 실험군2 보다 모두 더 큰 변화양상을 보였다. 반면에 동적균형 능력과 보행능력은 중재후 대조군에 비해 실험군1과 실험군2가 더 유의한 개선을 보였고, 실험군1에 비해 실험군2가 더 큰 변화양상을 보였다.

결론적으로 건강한 노인에게 적용한 유산소운동을 병행한 하지근력강화운동 프로그램은 동적균형과 보행능력 개선에 더 효과적이라 사료되며, 다양한 노인건강관리 운동프로그램에 적용할 것을 제안하는 바이다.

References

- Barnett A, Smith B, Lord SR, et al. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: A randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2003;32(4):407-14.
- Bohannon RW, Larkin PA. Rolling board for treatment and evaluation of neurologically involved patients.

- Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1984;64(10): 1543.
- Bruno B. *The Stair Master: Fitness handbook.* Champaign, IL. 1995.
- Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997;52(4):M218-24.
- Cho SI. Effects of a fall prevention exercise program on muscle strength, balance and fall efficacy in older-old elderly. Master's Degree, Inje University. 2012.
- Choi MA, Jeon MY, Choi JA. Effect of walk training on physical fitness for prevention in a home bound elderly. *Journal Korean Acad Community Health Nurs.* 2000;30(5):1318-32.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):192-7.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al. High-intensity strength training in nonagenarians. effects on skeletal muscle. *JAMA.* 1990;263(22):3029-34.
- Hubert HB, Bloch DA, Oehlert JW, et al. Lifestyle habits and compression of morbidity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(6):M347-51.
- Jung JH. The effects of aerobic exercise and muscle strengthen exercise of elderly patients with diabetes mellitus. Master's Degree, Chungnam National University. 2003.
- Khayambashi K, Fallah A, Movahedi A, et al. Posterolateral hip muscle strengthening versus quadriceps strengthening for patellofemoral pain: A comparative control trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(5): 900-7.
- Kim G. Effects of elastic band resistance exercise on improving the balance and walking ability in the elderly. Master's Degree, Dongshin University. 2008.
- King AC, Rejeski WJ, Buchner DM. Physical activity interventions targeting older adults. A critical review and recommendations. *Am J Prev Med.* 1998;15(4): 316-33.
- Kollegger H, Baumgartner C, Wober C, et al. Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: Posturographic study in 30 healthy adults. *Eur Neurol.* 1992;32(5):253-9.
- Kwak CJ. Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility & gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people. Master's Degree, Sahmyook University. 2014.
- Lee HJ, Han SW. Effects of lower extremity muscle strengthening exercise using elastic resistance on balance on elderly women. *Journal Korean Acad Community Health Nurs.* 2009;20(1):59-66.
- Lee MS, Kim JM. Risk factors for falls in the elderly population in Korea: An analysis of the third Korea national health and nutrition examination survey data. *Korean Journal of Health Education and Promotion.* 2007; 24(4):23-39.
- Lee SE. Effects of increasing ankle range of motion program on ambulation and balance for the elderly with balance disorder. Master's Degree, Dankook University. 2002.
- Lee YE. Effects of stepbox exercise for functional fitness for the elderly. Master's Degree, Seoul National University of Technology. 2008.
- Lord SR, Ward JA, Williams P, et al. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc.* 1994;42(10):1110-17.
- Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Effect of physical training on postural control of elderly. *Harefuah.* 2005;144 (12):839-44, 911.
- Messier SP, Royer TD, Craven TE, et al. Long-term exercise and its effect on balance in older, osteoarthritic adults: Results from the fitness, arthritis, and seniors trial (FAST). *J Am Geriatr Soc.* 2000;48(2):131-8.
- Mun EM. The effect of elastic band for resistance training and balance training on walking ability in elderly

- women. Master's Degree, Kookmin University. 2007.
- O'Sullivan S, Schmitz T. Physical Rehabilitation. Philadelphia. FA Davis. 2007.
- 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):142-8.
- Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, et al. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: The women's health and aging study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(2):130-5.
- Rogers ME, Fernandez JE, Bohlken RM. Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *J Occup Rehabil.* 2001;11(4):291-8.
- Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. *Clin Geriatr Med.* 2002;18(2):141-58.
- Shin HS, Kim NJ, Ko JU, et al. Changes of physical fitness variables according to age ranges in elderly women after 12-week-combined exercise program application. *Journal of the Korean Gerontological Society.* 2013; 33(2):461-74.
- Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896-903.
- Statistics Korea. Elderly Statistics 2011. Population projections 2010-60.
- Sterling DA, O'Connor JA, Bonadies J. Geriatric falls: Injury severity is high and disproportionate to mechanism. *J Trauma.* 2001;50(1):116-9.
- Vellas BJ, Rubenstein LZ, Ousset PJ, et al. One-leg standing balance and functional status in a population of 512 community-living elderly persons. *Aging (Milano).* 1997;9(1-2):95-8.
- Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(3):262-9.
- Wolf SL, Barnhart HX, Ellison GL, et al. The effect of tai chi quan and computerized balance training on postural stability in older subjects. Atlanta FICSIT group. Frailty and injuries: Cooperative studies on intervention techniques. *Phys Ther.* 1997;77(4): 371-81; discussion 382-4.
- Yeom TH, Kim SY, So YG, et al. The risk factors of falls in the elderly. *Korean Journal of Family Medicine.* 2001;22(2):221-9.
- Yoo SW. The effects of resistance exercise on physical strength elements and gait performance in the elderly people aged over 80. Master's Degree, Seoul National University. 2014.
- Zion AS, De Meersman R, Diamond BE, et al. A home-based resistance-training program using elastic bands for elderly patients with orthostatic hypotension. *Clin Auton Res.* 2003;13(4):286-92.