

근력강화 운동프로그램이 노인의 균형증진에 미치는 영향

대구보건대학 작업치료과

김 한 수

대구보건대학 물리치료과

김 상 수

경산대학교 보건대학원

이 동 호

Effects of Strengthening Exercise Program on the Improvement of Balance in the Elderly

Kim, Han-Soo, P.T., Ph.D.

Dept. of Occupational Therapy, Taegu Health College

Kim, Sang-Soo, P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, Taegu Health College

Lee, Dong-Ho, P.T., M.P.H.

Graduate School of Public Health, Kyungsan University

<Abstract>

The purpose of this study was to investigate the effects of strengthening exercise program on the improvement of balance in the elderly. Subjects were forty members living in Daegu (20 males, 20 females), between 65 and 81 years of age. The subjects were divided into two groups; an experimental group and a control group, and each group included 10 males and 10 females. The subjects for the experimental group were participated in the strengthening exercise program for 8 weeks, between April 2001 and June 2001.

The results of this study were as follows:

1. General characteristics statistically significantly affecting for CTSIB were mental status; weight, height, vision, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, pulse rate, mental status, obesity and thigh BMD were BBT; age, weight, height, vision, blood pressure systolic, blood pressure diastolic, blood pulse rate, mental status, obesity, spine BMD and thigh BMD were for OLST.

2. After the exercise program, there was no significant difference in the balance ability between the experimental group and the control group in CTSIB. However, there was a significant difference in OLSTR on the hard ($p<0.05$) and soft ($p<0.05$) surface with open eyes condition between the experimental group and the control group. In the case of OLSTL, there was a significant difference on the hard surface with open eyes condition ($p<0.05$), and on the soft surface with open eyes condition ($p<0.05$) and closed eyes condition ($p<0.05$) between the experimental group and the control group. There was no significant difference in the balance ability between the experimental group and the control group in BBT.

I. 서론

1. 연구의 필요성

균형은 동작수행에 중요한 영향을 주는 고도의 특수한 운동양상으로 신체를 평형상태로 유지시키는 능력이다(Schulmann, Godfrey & Fisher, 1987). 균형을 유지하는 능력은 인간이 일상생활을 영위해 나가거나 목적 있는 활동을 수행하는데 가장 기본이 되는 필수 요소이며 안정성을 지속적으로 유지해 가는 과정을 의미한다(Cohen et al., 1993 ; Horak, 1987 ; Wade & Jones, 1997).

균형은 크게 정적 균형과 동적 균형으로 나눌 수 있는데 정적 균형은 자세 유지를 할 때 균형을 유지하는 능력을 말하는 것으로 지지 기저면 내에 중력 중심을 두어 신체가 움직이지 않게 자세를 유지하는 능력이고, 동적 균형은 신체가 움직일 때 균형을 유지하는 것으로 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이다(배성수 등, 1992 ; Wade & Jones, 1997).

균형은 고유수용성감각을 포함한 체성감각, 시각, 전정계로부터 온 정위 입력간의 상호작용을 통해 이루어지며(Fabio, 1995), 전정계는 항중력 신전근의 근 긴장도를 변화시키며, 시각은 개인의 움직임이나 주위환경의 움직임에 따라 적절하게 공간에서 두부의 움직임과 자세를 유지할 수 있게 한다(Galley and Forater, 1985). 또한 균형은 고유수용성감각 손실(Carlo and Talbot, 1986), 신경계 질환(Newton, 1989), 반응시간과 체중 이동시간(Patla et al., 1990), 다리길이의 차이(Murrell et al., 1991), 진동감각, 인지능력의 감소(Kollegger et al., 1992), 성별(Wolfson et al., 1994), 연령(Hageman et al., 1995), 시각입력(Kilburn and Thirnton, 1995), 신장(Kinney Lapier et al., 1997), 발의 위치(Nichols, 1997) 등과 같은 여러 요소들의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 그러나 연령이 증가함에 따라 노화와 관련된 생리적 변화에 따라 고유수용 감각이 감소하고, 정위반사(righting reflex)가 느려지며, 자세유지에 중요한 근력이 감소하고, 자세의 동요가 증가하므로 균형 유지가 어려워지게 된다(배철영, 이영진, 1996).

노인에게 있어 균형 능력의 감소는 낙상의 위험을 증가시키고, 삶의 질을 저하시키는 주 요인으로 인식되고 있다. 때문에 노인에게 낙상의 가능성 증가와 관련 있는 균형반응의 향상은 낙상을 방지하고 노인의 생활의 질적인 향상을 위해서 매우 중요하다(Harada et al., 1995).

낙상과 균형능력과의 관계를 알아보는 Woollacott 등(1990)의 연구는 정상상태에서는 신체가 넘어지 질 때, 다시 균형을 유지하기 위해서 근육 수축이 정상적인 근 수축 순서에 따라 활성화되는데 반해, 노인의 경우는 정상적인 순서에 따르지 않는 것으로 나타났다. 예를 들어 젊은 사람의 경우에는 근수축 순서가 원위부에서 근위부 방향으로 일어나지만, 노인에서는 근위부에서 원위부 방향으로 근수축이 일어나므로 균형을 다시 회복하는데 어려움이 있다고 보고하였다. 이러한 균형조절 능력이 쇠퇴한 결과 전도의 발생률은 높아지며(Patla et al., 1990), 이차적으로 전도에 대한 두려움과 자신감의 결여로 인하여 신체적 활동성이 저하되고 독립적인 일상생활에 중요한 변화를 초래하게 된다고 하였다(Studenski et al., 1991).

그러므로 근력과 균형 능력과는 밀접한 관계가 있기 때문에 노화로 인한 근력의 감소는 균형 능력의 감소에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구자는 노인에게 간편하게 수행할 수 있는 근력강화 운동 프로그램을 고안하여 그 효과를 구명하여 균형의 감소로 발생할 수 있는 노인의 기능저하 및 손상 예방에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 노인을 위한 근력강화 운동 프로그램을 실시한 후 균형 증진에 효과가 있는지를 알아봄으로써 향후 노인보건 증진에 기여하고자 한다. 이를 위한 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째 노인의 일반적 특성이 균형에 미치는 영향을 알아본다.

둘째 근력강화 운동 프로그램을 실시하기 전과 후의 집단간의 균형을 비교하여 근력강화 운동 프로그램이 효과가 있는지 알아본다

II. 연구 방법

1. 연구 대상

일반적으로 보건학 분야에서는 65세 이상을 노인으로 정의하고 있기 때문에 본 연구는 대구광역시 북구 소재 노인복지관에 소속된 65세 이상 노인을 연구 대상으로 선정하였다. 모든 대상자에게 설문조사를 한 후에 설문내용을 근거로 하여, 최근 2년 간 심장 발작이나 뇌졸중이 없었으며, 복시(diplopia)나 시야(visual-field)에 문제가 없었던 노인을 대상으로 하였다. 또한 옥외보행이 자립으로 가능하고, 일상생활에 지장이 없으면서, 운동 수행에 제한을 주는 통증이 없고, 일주일에 최소한 2번 이상 주기적으로 운동을 하지 않았던 노인들 가운데, 연구에 자발적으로 참여하는 노인을 선정하였다.

위에 열거한 기준을 근거로 복지관에 등록된 약 300명중에서 남자 20명, 여자 20명 전체 40명을 선정하여 본 연구의 목적을 설명한 후, 2001년 4월 15일부터 2001년 6월 8일 까지 8주 동안의 근력강화 운동 프로그램을 실시하였으며, 운동 훈련에 참여한 남자 10명, 여자 10명 전체 20명을 실험군으로 하였다.

반면 기초 측정을 한 후에 훈련에 참가하지 않은 남자 10명, 여자 10명, 전체 20명을 대조군으로 하였다.

2. 연구 도구

1) 운동 방법

본 연구에 사용된 근력강화 운동 프로그램은 Fiatarone 등(1990), Brill 등(1998) 및 Evans (1999)가 제안한 운동을 참고하여 본 연구자가 수정 보완한 프로그램이다.

Brill 등(1998)은 주 3일 30분 상지운동(팔 앞으로 올리기, 팔 옆으로 올리기, 상완이두근 운동, 상완삼두근 운동)과 하지운동(다리 올리기, 다리 안쪽으로 옮기기, 다리 바깥쪽으로 옮기기, 무릎 올리기, 발목 올리기)으로 구성하여 아령으로 부하량을 조절하였으며, Evans(1999)는 매일 20분씩 사지의 대근육군 운동(견관절, 주관절, 척추, 고관절 그리고 슬관절)으로 모래주머니 등을 사용하였다. 따라서 본 연구에서는 운동을 하기 전에 갑작스런 운동으로 인한 근육통이 발생하지 않도록 하기 위하여 스트레칭 운동 및 맨손 체조를 10분간 실시하였다. 10분간의 준비 운동을 끝낸 후에 본 운동을 20분간 실시하였으며, 운동 종류는 상지 운동과 하지 운동으로 구분되었다.

상지 운동으로는 앉은 자세에서 견관절 외전, 주관절 굴곡, 주관절 신전 근력증진운동, 하지 운동은 선 자세로 고관절 굴곡, 고관절 신전, 고관절 외전, 슬관절 굴곡, 족저굴곡 근력증진 운동, 앉은 자세에서 슬관절 신전, 족배굴곡 근력강화 운동으로 구성하였다. 이들 10가지 운동 프로그램은 중력에 대항해서 운동을 실시하도록 구성되어 있으며, 특히 하지 근력증진이 균형 및 보행능력 증진에 효과가 있는지 알아보기 위하여 하지의 근력증진에 중점을 둔 운동 프로그램으로 구성하였다.

또한 운동을 안전하게 수행하기 위해 부하량을 용이하게 조절할 수 있는 납을 넣은 밴드를 이용하였으며, 운동부하는 점진적 저항운동(progressive resistance exercise)으로 하고, 부하의 설정은 자각적 운동강도를 설정하는 방법을 이용하여 약간 무겁다고 느끼면서 운동 후에 근피로가 1시간 이내에 회복될 수 있는 무게를 선정하도록 제안하였다(Fiatarone *et al.*, 1990).

납의 무게는 0.4kg, 0.3kg, 0.2kg으로 3종류를 마련하여 노인들에게 적당한 부하를 줄 수 있도록 하

었는데, 처음 운동을 시작할 때의 부하량은 남자가 0.7kg~1.0kg, 여자의 경우는 0.3kg~0.6kg이었다. 운동을 시작하여 4주가 경과되었을 때 부하량을 조절하였으며, 조절된 부하량은 남자가 1.0kg~1.5kg, 여자가 0.7kg~1.0kg이었다.

운동의 빈도는 김현숙(2000)의 연구와 같은 방법으로 실시하였는데, 기본적으로 한 항목의 운동을 1 set 당 8~10회, 3 set을 실시하도록 하였으며, 이를 기본으로 1 set 당 8회, 3 set을 2주 동안 실시하였고, 2주 후에는 1 set 당 10회, 3 set을 실시하였다. 또한 4주 후에 부하량을 증가시킨 후 1 set 당 8회, 3 set을 2주 동안 실시하였고, 2주 후에 다시 1 set 당 10회, 3 set을 실시하였다. 운동 빈도는 기본적으로 1일 10개의 운동항목을 좌우에 3 set, 1주일에 5일을 실시하는 것을 원칙으로 하였지만, 노인임을 감안하여 무리한 운동을 통한 근육통이 발생하지 않도록 주의하였다.

또한 본 운동은 실험에 참여한 노인들이 정확하게 따라할 수 있도록 하기 위하여, 면허증이 있는 물리치료사가 지도하도록 하였다. 연구보조원은 이 운동 프로그램의 교육을 받은 물리치료사가 직접 실시하였으며, 남자 노인의 경우는 남자 연구보조원이, 여자 노인은 여자 연구보조원이 운동을 지도하였다.

본 연구자와 연구보조원은 노인에게 적용할 근력강화 운동 프로그램을 사전에 연습하여 보고, 운동을 적용시킬 경우 생길 수 있는 문제점에 대해 충분히 토의하고, 숙지하였다. 장소는 실험에 참가한 노인이 소속되어 있는 노인 복지관이었으며, 운동이 진행되는 8주 동안 계획에 맞게 진행되도록 연구보조원이 매일 점검하였다.

마지막으로 운동 후에 생긴 근 긴장을 이완시키고, 근 피로를 회복시키기 위하여 정리운동으로 스트레칭 운동을 10분간 실시하였다.

2) 설문지

지금까지의 연구문헌(권오윤, 1997; 김은주, 1999)을 바탕으로 설문지를 작성하였다. 내용은 일반적인 특성인 성별, 나이, 체중, 신장을 포함하였고, 건강습관 및 상태와 관련 있는 주관적인 정신건강상태, 약물 복용유무, 흡연유무, 음주유무, 낙상유무 등을 포함하였다. 그리고 정신상태를 알아보는 10가지 문항을 포함하였다.

3) 측정 항목

노인들의 일반적인 건강상태를 알아보기 위하여, 전자식 혈압계(TM-2654, AND Co., USA)를 이용하여 최고혈압, 최저혈압, 맥박수를 측정하였고, 체지방 분석기(Inbody 2.0, Biospace, Korea)를 이용하여 신장, 체중, 체지방율, 비만정도 측정하였으며, 골밀도 측정기(QPR-4500C, Hologic Co., USA)로 척추와 대퇴의 골밀도(bone mineral density; 이하 BMD)를 측정하였다.

정적 기립 균형 능력은 Shumway-Cook과 Horak(1986)이 사용했던 감각 상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구와 Bohannon 등(1984)이 이용한 한발서기 검사(OLST) 도구로 측정하였으며, 동적 균형 능력은 Berg 등(1992) 등이 이용한 Berg 균형 검사(BBT) 도구로 측정하였다.

3. 측정방법

균형 능력은 정적인 균형과 동적인 균형을 평가하였다. 정적 기립 균형 능력은 두 가지 검사 도구를 이용하였다. 먼저 Shumway-Cook과 Horak(1986)이 사용한 방법인 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용하여 측정하였다. 측정 항목은 6가지이었다. 각각의 항목에서 균형을 유지하고 서있는 최고시간을 30초로 하여, 30초가 되면 30점을 주어, 전체 만점 점수는 180점이었다.

또한 Bohannon 등(1984)이 이용한 한발서기 검사(OLST) 도구를 이용해 측정하였다. 측정 항목은 4가지이었다. 오른쪽 다리와 왼쪽 다리 각각의 동작에서 균형을 유지하고 서있는 최고시간을 30초로 하

여, 30초가 되면 30점을 주어, 전체 최고 점수가 120점이 되도록 하였다.

측정 방법으로 먼저 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB)는 두발을 붙인 상태로 견고한 지면 조건과 연지면 조건으로 바닥조건을 나누었으며, 시각적인 측면을 고려하여 개안시, 폐안시, 그리고 시각입력을 방해하기 위한 시각적 반구(visual dome)를 착용한 총 6가지 감각조건에서 측정하였다.

연지면은 균형훈련을 위해 사용하는 균형훈련기(Balance exercise, Airex, Germany)로, 세로가 50cm, 가로가 70cm, 높이가 10cm인 매트를 이용하였다. 폐안시 상태를 만들기 위해 안대를 사용하였으며, 안대는 수면안대(Pilodol, Korea)를 사용하였다.

시각적 반구는 돔 모양을 만들어 안쪽에 수직의 검은 줄을 몇 개 넣어서 시각을 고정하는데, 눈에서 돔까지의 거리는 20.3cm가 되며, 검은 줄은 돔의 가장자리에서 5.1cm, 눈에서는 15.2cm 지점에 맞추었다(Shumway-Cook and Horak, 1986).

측정은 30초를 기준으로 1회 측정시 30초를 넘으면 한번으로 30점을 주고, 만약 30초를 못하면 세 번까지 같은 방법으로 시간을 측정한 후 가장 최고값을 측정값으로 정하였다.

또한 한발서기 검사(OLST)의 경우도 오른발, 왼발을 들고 한발로 서있는 동안의 시간을 측정하였으며, 역시 30초를 기준으로 하여 30초가 되면 중지하여 30점을 주고, 그렇지 않을 경우는 세 번을 측정하여 가장 최고값을 측정값으로 정하였다. 역시 측정조건은 연지면과 견고한 지면에서 개안시와 폐안시 조건에서 측정하였다(Bohannon *et al.*, 1984).

동적인 균형 능력은 자세 유지, 자발적인 자세조절, 외적 불안정성에 대한 반응을 측정할 수 있고, 대상자의 등급에 따라 보다 역동적인 균형 능력을 측정할 수 있는 Berg 균형 검사(BBT) 14 항목을 이용하였다.

각각의 항목은 0점(보조)~4점(자립)으로 등급화 되어있으며, 총 합계 56점을 만점으로 하였다(Berg, 1992). 이 방법은 편마비 환자의 이동능력에 대한 연구(Bergin *et al.*, 1995) 등에도 사용되고 있다. 실험 전에 각 조건의 자세를 설명하고, 시범을 보인 후 몇 번의 연습을 거쳐 측정자세와 방법에 익숙해진 다음에 측정하였다.

4. 분석 방법

연구 대상 노인의 일반적인 특성은 실험전 모든 노인에게 조사하고, 노인들의 균형(정적 기립 균형 능력과 동적 균형 능력)을 운동 전과 후에 두 번을 측정하여 운동 전과 후를 비교하여 근력강화 운동이 균형(정적 기립 균형 능력과 동적 균형 능력)에 영향을 미치는지 분석하였다.

분석방법으로는 실험군과 대조군 간에 나이, 체중, 신장, 시력, 혈압, 맥박수, 정신상태, 체지방율, 비만도, 척추 및 대퇴의 BMD(bone mineral density)가 차이가 있는지 알아보기 위하여 t-검정(Student's t-test)을 하였으며, 건강상태, 약물복용유무, 흡연유무, 음주유무, 골다공증의 유무에 차이가 있는지 알아보기 위하여 χ^2 -검정을 실시하였다.

운동 전후 균형 능력 변화량이 대상자의 일반적 특성과 어떤 연관성이 있는지 알아보기 위하여 다중회귀분석(multiple regression)을 하였고 훈련에 참가한 실험군과 훈련에 참가하지 않은 대조군의 균형(정적 기립 균형 능력과 동적 균형 능력)에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 t-검정(Student's t-test)을 하였다.

자료의 통계처리는 SPSS(Ver. 10.0)를 이용하여 분석하였으며 모든 통계처리의 유의수준은 $\alpha < 0.05$, $\alpha < 0.01$, $\alpha < 0.001$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상 노인의 일반적 특성 및 집단간의 동질성 검사

노인의 신체적 특성을 보면 평균 연령은 실험군이 71.9세, 대조군이 73.1세 이었고, 평균체중은 실험군이 57.6kg, 대조군이 59.6kg 이었으며, 신장은 대조군이 160.2cm, 실험군이 157.7cm로 두 집단간의 유의한 차이는 없었다.

건강상태별 특성인 왼쪽 시력, 오른쪽 시력, 최고혈압, 최저혈압, 맥박수, 정신상태, 비만, 척추골밀도 및 대퇴골밀도의 경우도 유의한 차이가 없었다. 반면 체지방율의 경우는 실험군이 25.6%로 대조군의 30.1% 보다 낮게 나타나 유의한 차이를 보였다<Table 1>.

주관적인 건강상태를 조사한 결과 실험군과 대조군 모두 보통 건강하다가 가장 많았고, 약물복용 여부와 흡연유무 및 음주유무에 대한 조사에서도 실험군과 대조군간에 유의한 차이가 없었다<Table 2>.

Table 1. General characteristics of the subjects

General characteristics	Group		t
	Experimental (n=20)	Control (n=20)	
Age (years)	71.9±4.4	73.1±3.6	-0.96
Weight (kg)	57.6±8.2	59.6±10.1	-0.94
Height (cm)	160.2±8.9	157.7±10.4	0.69
Left Sight (diopter)	0.6±0.2	0.4±0.2	1.59
Right Sight (diopter)	0.6±0.2	0.4±0.2	1.54
SBP (mmHg)	132.8±17.5	128.7±29.6	0.63
DBP (mmHg)	77.6±10.3	74.5±15.7	1.08
BPR (bpm)	81.2±10.6	83.7±10.3	-0.86
Mental status (score)	9.7±0.6	9.3±0.9	1.32
Body fat (%)	25.6±6.0	30.1±6.1	-1.47
Obesity (%)	111.2±14.6	118.9 ±19.0	-1.45
Spine BMD (g/cm ³)	0.7±0.1	0.7±0.1	0.08
Thigh BMD (g/cm ³)	0.7±0.1	0.6±0.9	1.93

Each value represents the mean±standard deviation.

BP: Blood pressure

BPR: Blood pulse rate

BMD: Bone mineral density

SBP: Systolic blood pressure

DBP: Diastolic blood pressure

Table 2. General health status and habits of the subjects

General characteristics	Group	unit: n(%)			χ ²
		Experimental	Control	Total	
Health status	Good	6(30.0)	3(15.0)	9(22.5)	1.310
	Moderate	11(55.0)	13(65.0)	24(60.0)	
	Bad	3(15.0)	4(20.0)	7(17.5)	
Medication	Yes	11(55.0)	12(60.0)	23(57.5)	0.102
	No	9(45.0)	8(40.0)	17(42.5)	
Smoking	Yes	4(20.0)		4(10.0)	4.444
	No	16(80.0)	20(100.0)	36(90.0)	
Drinking	Yes	10(50.0)	8(40.0)	18(45.0)	0.404
	No	10(50.0)	12(60.0)	22(55.0)	

2. 운동 전 실험군과 대조군 간의 균형 능력 비교

운동 전 균형능력을 알아보는 세 가지 방법중 견고한 지면 조건과 연지면 조건하에서 눈을 뜨고, 눈을 감고, 시각적 반구의 상황을 만든 후 두발을 가지런히 놓은 상태에서 시간을 측정하는 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용한 정적 기립 균형 능력의 측정결과 견고한 지면에서 눈뜨고 서있기와 눈감고 서있기 및 시각적 반구를 쓰고 서있기의 경우 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었으며, 또한 연지면에서 눈뜨고 서있기와 눈감고 서있기 및 시각적 반구를 쓰고 서있기에서도 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다.

그리고 견고한 지면 조건과 연지면 조건하에서 눈을 뜨고, 눈을 감은 상황을 만든 후 한발로 서기를 시킨 다음, 시간을 측정하는 방법인 한발 서기 검사(OLST) 도구를 이용한 정적 기립 균형을 측정한 결과 연지면과 견고한 지면 각각의 조건하에서 눈뜨고, 눈감고 왼발 들고 서기는 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었으며, 같은 조건하에서 오른발 들고 서기도 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다.

Berg 균형 검사(BBT) 도구를 이용한 동적 균형 능력에서도 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타나, 운동 전 실험군과 대조군 간에 균형 능력엔 차이가 없었다<Table 3>.

Table 3. Comparison of the balance ability between the experimental and control group before exercise

(unit: second)

Group Variables	Experimental (n=20)	Control (n=20)	t
CTSIB Ho	29.45±2.46	29.09±4.04	0.332
CTSIB Hc	28.07±5.99	28.94±4.72	-0.511
CTSIB Hh	29.13±2.80	28.94±4.73	0.158
CTSIB So	29.03±3.54	28.94±4.70	0.067
CTSIB Sc	28.21±4.86	27.04±7.67	0.576
CTSIB Sh	28.48±4.05	28.28±5.69	0.133
OLSTR Ho	18.49±9.29	14.92±6.87	1.383
OLSTR Hc	6.929±4.76	5.03±2.54	1.562
OLSTR So	14.83±10.08	9.64±7.73	1.872
OLSTR Sc	3.42±3.57	2.55±1.66	0.987
OLSTL Ho	17.14±8.98	13.47±7.47	1.404
OLSTL Hc	7.25±8.07	4.27±2.05	1.599
OLSTL So	12.57±9.70	10.67±7.81	0.684
OLSTL Sc	3.78±5.18	2.87±1.40	0.755
BBT	54.70±2.92	53.05±3.55	1.606

Each value represents the mean±standard deviation.

CTSIB: Clinical test of sensory interaction and balance

OLSTR: Right one leg stance test

OLSTL: Left one leg stance test

BBT: Berg balance test

H: Hard

S: Soft

o: Open

c: Close

h: Half

3. 운동 후 실험군과 대조군 간의 균형 능력 비교

운동 후에 실험군과 대조군 간에 균형 능력이 차이가 있는지를 알아본 결과 감각상호작용 및 균형 검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형 능력의 경우 견고한 지면과 연지면에서 눈뜨고 서있기, 눈감고 서있기, 시각적 반구를 쓰고 서있기 모든 조건에서 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다.

한발 서기 검사(OLST) 도구로 측정된 검사 항목에서 운동 후 실험군과 대조군 간에 차이가 있는가를 알아본 결과 눈뜨고 견고한 지면에서 왼발 들고 서기 항목에서는 실험군이 대조군에 비해 더 오래 서 있는 것으로 나타났다($p<0.01$). 반면, 눈감고 견고한 지면에서 왼발 들고 서기에서는 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한, 눈뜨고 연지면에서 왼발 들고 서기에서도 실험군이 대조군에 비해 더 오래 서 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 눈감고 왼발 들고 서기는 유의한 차이가 없었다. 오른발 들고 서기도 눈뜨고 견고한 지면에서는 실험군이 대조군에 비해 더 오래 서 있었던($p<0.01$) 반면, 눈감고 서기에서는 유의한 차이가 없었다. 연지면에서는 눈뜨고($p<0.01$)와 눈감고($p<0.05$) 서기에서 모두 실험군이 대조군에 비해 균형 능력이 좋은 것으로 나타났으며, 운동프로그램이 눈감은 상태보다 눈을 뜬 상태의 균형 능력 증진에 더 효과적이었다. 동적 균형 능력(BBT)은 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다<Table 4>.

Table 4. Comparison of the balance ability between the experimental and control group after exercise

Group Variables	(unit: score)		
	Experimental (n=20)	Control (n=20)	t
CTSIB Ho	30.00±0.00	29.41±2.64	1.000
CTSIB Hc	30.00±0.00	28.98±4.14	1.000
CTSIB Hh	30.00±0.00	29.07±4.55	1.000
CTSIB So	30.00±0.00	29.21±3.52	1.000
CTSIB Sc	30.00±0.00	27.77±6.86	1.453
CTSIB Sh	30.00±0.00	28.43±5.40	1.302
OLSTR Ho	25.36±8.29	17.33±7.93	3.134**
OLSTR Hc	7.52±3.16	6.39±3.80	1.028
OLSTR So	20.93±9.06	11.41±8.34	3.457**
OLSTR Sc	4.48±1.99	4.21±2.34	0.389
OLSTL Ho	23.50±8.40	15.42±8.28	3.067**
OLSTL Hc	6.86±3.07	5.68±2.64	1.295
OLSTL So	21.68±9.66	11.40±8.92	3.495**
OLSTL Sc	4.76±2.30	3.21±1.60	2.484*
BBT	55.65±1.35	54.45±2.52	1.876

Each value represents the mean±standard deviation.

* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$

CTSIB: Clinical test of sensory interaction and balance

OLSTR: Right one leg stance test

OLSTL: Left one leg stance test

BBT: Berg balance test

H: Hard S: Soft

o: Open c: Close h: Half

4. 일반적 특성과 감각상호작용 및 균형검사 (CTSIB)로 측정된 정적 기립 균형 능력 및 동적 균형 능력(BBT)과의 관련성

일반적 특성들 중에서 운동 전과 후, 감각상호작용 및 균형 검사(CTSIB)로 측정된 정적 기립 균형 능력의 변화는 정신 상태가 낮을수록 운동 효과가 좋았으며, 그 설명력은 88.8% 이었다. 또한 일반적 특성들 중에서 운동 전과 후, 동적 균형 능력(BBT)의 변화는 체중, 오른쪽 시력, 최고 혈압, 맥박수가 높을 수록, 신장, 정신 상태, 비만, 대퇴 골밀도가 낮을수록 증가하였으며, 그 설명력은 99.3%이다 <Table 5>.

Table 5. General characteristics associated with CTSIB and BBT by multiple regression

Variables	General characteristics	B	S.E.	Beta	t	
CTSIB (score)	Age (years)	1.289	1.401	0.262	0.920	
	Weight (kg)	-1.394	2.128	-0.529	-0.655	
	Height (cm)	0.951	1.695	0.388	0.561	
	Left sight (diopter)	-23.532	34.540	-0.285	-0.681	
	Right sight (diopter)	-21.719	16.269	-0.271	-1.335	
	SBP (mmHg)	-1.031	0.737	-0.826	-1.400	
	DBP (mmHg)	0.878	0.783	0.417	1.122	
	BPR (bpm)	-0.551	0.679	-0.269	-0.811	
	Mental status (score)	-22.332	8.040	-0.697	-2.778*	
	Obesity (%)	1.281	1.148	0.856	1.116	
	Spine BMD (g/cm)	57.681	64.753	0.371	0.891	
	Thigh BMD (g/cm)	-91.088	64.123	-0.489	-1.421	
			r=0.943	r ² =0.888		
	Constant		82.249	273.018		
BBT (score)	Age (years)	4.068E-02	0.030	0.095	1.374	
	Weight (kg)	0.298	0.045	1.296	6.624***	
	Height (cm)	-9.9E-02	0.036	-0.464	-2.763**	
	Left sight (diopter)	0.667	0.730	0.093	0.914	
	Right sight (diopter)	1.256	0.344	0.180	3.654**	
	SBP (mmHg)	0.111	0.016	1.025	7.162***	
	DBP (mmHg)	-4.2E-02	0.017	-0.231	-2.563*	
	BPR (bpm)	3.480E-02	0.014	0.195	2.424*	
	Mental status (score)	-2.046	0.170	-0.733	-12.040**	
	Obesity (%)	-0.112	0.024	-0.857	-4.611**	
	Spine BMD (g/cm)	-2.915	1.368	-0.215	-2.130	
	Thigh BMD (g/cm)	-7.615	1.355	-0.469	-5.620**	
			r=0.997	r ² =0.993		
	Constant		21.536	5.770		

* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001

CTSIB: Clinical test of sensory interaction and balance

BBT: Berg balance test SBP: Systolic blood pressure

DBP: Diastolic blood pressure BPR: Blood pulse rate BMD: Bone mineral density

5. 일반적 특성과 한발서기 검사(OLST)로 측정된 정적 기립 균형 능력의 관련성

일반적 특성들 중에서 운동 전과 후, 오른발 들고 서기의 변화는 체중, 왼쪽 시력, 최고혈압, 맥박수, 대퇴 골밀도가 높을수록, 연령, 신장, 정신상태, 비만, 척추 골밀도가 낮을수록 운동 효과가 좋았으며, 그 설명력은 98.4% 이었다. 또한 왼발 들고 서기의 변화는 체중, 왼쪽 시력, 최고 혈압, 맥박수가 높을수록, 연령, 신장, 최저혈압, 정신상태, 비만, 척추 골밀도가 낮을수록 운동 효과가 좋았으며, 그 설명력은 97.5% 이었다<Table 6>.

Table 6. General characteristics associated with OLST by multiple regression

Variables	General characteristics	B	S.E.	Beta	t
OLSTR (score)	Age (years)	-5.375	0.511	-1.412	-10.519***
	Weight (kg)	2.844	0.776	1.3947	3.665***
	Height (cm)	-1.695	0.618	-0.894	-2.741*
	Left sight (diopter)	70.903	12.597	1.109	5.629**
	Right sight (diopter)	-2.361	5.933	-0.038	-0.398
	SBP (mmHg)	2.517	0.269	2.606	9.371***
	DBP (mmHg)	-2.125	0.286	-1.302	-7.439***
	BPR (bpm)	3.020	0.248	1.907	12.189***
	Mental status (score)	-13.6521	2.932	-0.551	-4.656**
	Obesity (%)	-2.656	0.419	-2.293	-6.345***
	Spine BMD (g/cm)	-193.616	23.616	-1.611	-8.199***
	Thigh BMD (g/cm)	49.696	23.386	0.344	2.125
		Constant	596.622	99.570	
		r=0.988	r ² =0.975		
OLSTL (score)	Age (years)	-6.705	0.580	-1.230	-11.555***
	Weight (kg)	4.772	0.881	1.634	5.414**
	Height (cm)	-4.155	0.702	-1.532	-5.917**
	Left sight (diopter)	137.565	14.306	1.503	9.616***
	Right sight (diopter)	-45.043	6.739	-0.508	-6.684***
	SBP (mmHg)	3.187	0.305	2.304	10.446***
	DBP (mmHg)	-2.839	0.324	-1.215	-8.752***
	BPR (bpm)	3.772	0.281	1.664	13.402***
	Mental status (score)	-10.617	3.330	-0.299	-3.188*
	Obesity (%)	-4.226	0.475	-2.549	-8.891***
	Spine BMD (g/cm)	-226.796	26.820	-1.318	-8.456***
	Thigh BMD (g/cm)	71.191	26.559	0.345	2.680*
		Constant	1023.806	113.081	
		r=0.992	r ² =0.984		

* : p<0.05

** : p<0.01

*** : p<0.001

OLST: One leg stance test

SBP: Systolic blood pressure

DBP: Diastolic blood pressure

BPR: Blood pulse rate

R: Right

L: Left

BMD: Bone mineral density

IV. 고찰

균형은 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력으로 (Cohen *et al.*, 1993), 운동이나 이동에 필요한 기본적인 요소이다. 연령의 증가에 따라 균형능력이 감소된다는 많은 연구결과들이 있는데(Peterka and Black, 1990; Wolfson *et al.*, 1994; Baloh *et al.*, 1994), Balogun 등(1994)의 연구 결과를 보면 40대까지는 균형능력이 잘 유지되지만, 40대 이후에는 균형능력이 남녀 모두에서 지속적으로 감소되는 것으로 나타났다.

균형유지에 영향을 주는 요인에는 변화하는 환경에 적응할 수 있는 효율적인 근긴장도, 근력과 지구력, 관절의 유연성 등이 있다(Brocklehurst *et al.*, 1992). 또한 연령의 증가에 따른 균형능력의 감소가 고유수용성감각의 감소와 관련이 있다는 보고도 있으며(Bergin *et al.*, 1995), 진동감각, 인지능력의 감소 역시 균형능력의 감소와 관계가 있다는 연구결과가 있다(Kollegger *et al.*, 1992). 반응시간과 체중 이동시간이 길어지는 것 역시 균형유지에 영향을 주는 것으로 보고되어져 있다(Patla *et al.*, 1990).

노인에서 균형능력의 저하는 독립적인 기능적 활동 저하를 유발하여 추락과 낙상의 위험을 증가시키게 된다(Province *et al.*, 1995). 또한 노화는 노인의 생리적 예비능력을 저하시켜 예기치 않게 생기는 상황에 잘 대처하지 못하게 만드는데, 보행능력의 저하 역시 상해의 위험을 증가시키게 된다(Lord and Castell, 1994).

따라서 규칙적인 운동(Campbell *et al.*, 1989), 하지 근력의 증진 운동 및 균형훈련이 노인의 손상을 예방하는데 효과적이며(Judge *et al.*, 1993), 신체가 안정성을 유지하는데 필요한 다양한 감각-운동계의 기능을 증진시켜준다는 보고가 있다(Lord *et al.*, 1993).

운동의 효과에 대한 연구로 노인의 건강 상태와 운동 능력을 고려해 노인 개개인에 맞는 운동을 보면 노인의 건강 증진에 효과적이다(Kligman and Pepin, 1992). 또한 노인에게 많이 발생하는 낙상의 위험이 여러 가지 신체 기능의 퇴화나 손상으로 인하여 발생된다는(Campbell *et al.*, 1989) 인식이 증가하면서, 낙상을 유발하기 쉬운 환경을 제거하거나(Patla *et al.*, 1990), 노령화되면서 기능이 쇠퇴하는 근력, 관절가동범위, 균형능력을 증진시키기 위한 운동훈련 프로그램을 적용하고 있다(Fitzsimmons *et al.*, 1995).

본 연구에서는 운동 후 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형능력 변화는 정신상태와 관련이 있었고, 동적 균형 능력(BBT)의 변화와 관련이 있는 요인은 체중, 신장, 오른쪽 시력이 있었으며, 한발 서기 검사(OLST)의 변화와 관련이 있는 요인은 연령, 체중, 신장이 있었으나 일반적인 특성에 따른 낙상의 경험과의 관계를 알아보거나(Bruno *et al.*, 1997; 권오윤, 1997), 일반적인 특성과 신체활동과 기능수행의 차이를 알아보는 연구는(Richard *et al.*, 1993) 있지만, 일반적인 특성과 운동의 효과에 대한 연구는 부족하여 비교할 수 없었다.

노인이 낙상 없이 건강하고 행복한 삶을 즐기기 위해서는 근력뿐만 아니라 균형능력이 꼭 필요하다. 때문에 지난 수십 년간 자세와 균형조절, 그리고 그와 관련된 장애에 관한 연구는 많이 이루어졌고, 영역도 넓어졌다(Woollacott and Shumway-Cook, 1990).

Lichtenstein 등(1989)은 여자 노인 24명을 대상으로 16주 동안 운동훈련을 실시한 후 대조군과 비교한 결과, 개안시 측정된 한발 기립 신체동요는 감소했지만, 폐안시에는 신체동요가 더 증가하였고, 두발로 기립시에는 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. Crilly 등(1989)도 72~82세의 노인 25명을 대상으로 12주 동안 운동훈련을 실시한 후, 운동훈련 전후의 균형능력을 비교한 결과, 개안시나 폐안시 자세동요에는 유의한 차이가 없었으며, 노인에서의 자세동요는 신경계의 퇴화에 의한 비가역적 기능손실로 균형능력의 증진은 불가능할 것이라고 제안하였다.

하지만 Judge 등(1993)은 62~75세의 여자 노인 21명을 대상으로 주 3회 6개월 동안 슬관절 근력 증진 훈련을 위해 앉아서하는 Leg press를 이용한 운동, 20분 동안 빨리 걷기, 자세 조절 운동을 실시한 군과 매일 자세조절을 통한 유연성 운동을 한 군과의 근력 및 균형 능력을 비교 조사한 결과, 두발로 서기의 균형능력은 차이가 없었지만, 한발서기 검사의 균형능력은 근력운동을 포함한 복합 운동군

이 18%의 향상을 보여 운동전과 차이가 있었던 반면, 유연성 운동군은 5%의 향상을 보여 차이가 없었다고 보고하였다.

Lord 등(1994)은 50~75세의 연구 대상자 44명을 대상으로 10주 동안 중력에 대한 저항운동 훈련을 실시한 결과, 자세동요가 개안시 11.2%, 폐안시 26.1% 감소했다고 보고하였고, 또한 Lord 등(1995)은 60~85세의 여자노인 75명을 대상으로 주 2회 1시간씩 12개월 동안 에어로빅 운동을 실시하여 에어로빅 운동이 균형에 미치는 영향을 조사하였는데, 그 결과 개안시 7%, 폐안시 6.7%의 자세동요가 감소했다고 보고하였다.

Buchner 등(1997)은 68~85세의 노인 106명을 대상으로 고정된 자전거 타기(저강도군), 걷기(중강도군), 에어로빅 운동(고강도군)의 세 개의 운동군으로 나누어 주 3회 3개월 동안 운동훈련을 실시한 결과, 좁은 평균대 걷기 검사에서 균형능력이 증가하였는데, 저강도 운동군에서는 3%, 중강도 군에서는 7%, 고강도 운동군에서는 18%의 균형능력이 증진되었다고 보고하였다.

권오윤(1997)도 8주 동안 균형훈련과 근력 증진 훈련을 병행하여 실시한 결과 개안시 정적 및 동적 균형능력은 운동훈련 후 유의하게 증진되었지만, 폐안시 측정된 정적 기립 균형능력이 증가는 없었다고 보고하였다.

본 연구에서도 근력강화 운동 훈련 프로그램을 실시한 후 균형능력이 증진된 것으로 나타났는데, 선행 연구들에서는 자세동요거리를 측정하여 균형능력의 향상을 조사한 반면, 본 연구에서는 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형 능력, 한발 서기 검사(OLST) 도구를 이용한 정적 기립 균형 능력, 동적 균형 능력(BBT), 모두 초시계를 이용하여 오래 균형을 유지할 수 있는 능력을 조사하였다. 본 논문과 선행 논문을 직접적으로 비교할 수는 없지만, 균형 능력의 향상 여부를 비교하면, Crilly 등(1989)과 Judge 등(1993)의 연구와 같이 운동 후 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형 능력은 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 30초를 30점으로 하여 전체 180점을 최고점수로 한정해 놓았기 때문에 향상이 있었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었던 것으로 생각된다. 오른발 들고 서기는 견고한 지면에서 개안시($p<0.05$)와 연지면에서 개안시($p<0.05$) 및 폐안시($p<0.05$)에, 왼발 들고 서기는 견고한 지면에서 개안시 ($p<0.05$)와 연지면에서 개안시($p<0.05$)에 실험군이 대조군에 비해 유의하게 높았다. 또한 동적 균형 능력(BBT)은 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 근력강화 운동 프로그램이 노인의 균형능력을 증진시키는 것을 알았다. 이러한 근력강화 운동 프로그램을 바탕으로 지속적인 노인의 건강관리가 필요할 것으로 생각된다. 또한 이러한 연구 결과를 기초로 노인의 기능저하 및 손상 예방을 위한 보다 더 좋은 근력강화 운동 프로그램을 개발, 보급하여야 할 것으로 생각하며, 이는 곧 노인의 보건증진과 삶의 질을 향상시키는데 도움이 될 것이라고 생각한다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 노인을 대상으로 근력강화 운동 훈련 프로그램을 고안하여 균형에 효과가 있는지 알아보기 위하여 실시하였다. 본 연구는 2001년 4월 15일부터 2001년 6월 8일까지 대구광역시 북구 소재 노인복지관에 소속된 65세 이상의 노인을 대상으로 8주 동안의 근력강화 운동 프로그램에 참여한 노인의 전체 40명중 실험군 20명과 대조군 20명으로 선정하여 근력강화 운동 프로그램이 노인의 균형에 효과가 있는지 알아보았으며, 그 연구 결과의 요약은 다음과 같았다.

첫째, 일반적인 특성들 중에서 운동 전과 후, 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형 능력 변화는 정신상태와 관련이 있었고, 동적 균형 능력(BBT)의 변화와 관련이 있는 요인은 체중, 신장, 오른쪽 시력이 있었으며, 한발 서기 검사(OLST)의 변화와 관련이 있는 요인은 연령, 체중, 신장이 있었다.

둘째, 운동 후 감각상호작용 및 균형검사(CTSIB) 도구를 이용해 측정된 정적 기립 균형 능력은 실험군이 대조군에 비해 유의한 차이가 없었던 반면, 오른발 들고 서기는 견고한 지면에서 개안시 ($p<0.05$)와 연지면에서 개안시($p<0.05$) 및 폐안시($p<0.05$)에, 왼발 들고 서기는 견고한 지면에서 개안시 ($p<0.05$)와 연지면에서 개안시($p<0.05$)에 실험군이 대조군에 비해 유의하게 높았다. 또한 동적 균형 능력(BBT)은 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다.

<참 고 문 헌>

- 권오윤: 지역사회 노인의 전도발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 박사학위논문, 1997.
- 김은주: 근력강화운동이 노인의 균형수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 11(2), 149-161, 1999.
- 김현숙: 저 강도의 점진적 근력 운동이 노인의 활동과 기능 수행에 미치는 효과. 가톨릭대학교 대학원 박사학위논문, 2000.
- 배성수, 김한수, 이현욱, 박지환, 홍완성: 인체의 운동, 현문사, 1992.
- 배철영, 이영진: 노인의학. 서울대학교출판부, 251-279, 1996.
- Balogun, J. A., Akindele, K. A., Nihinlola, J. O. and Marzouk, D. K: Age-related changes in balance performance. *Disability and Rehabilitation*, 16(2), 58-62, 1994.
- Baloh, R. W., Fife, T. Z. and Zwerling L: Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 42, 402-412, 1994.
- Berg, K. O., Maki, B. E. and Williams, J. I: Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch. Phys. Med. Rehabi.*, 73(11), 1073-1080, 1992.
- Bergin, P. S., Bronstein, N. M., Murray, M. N., Sancovic, S. and Zeppenfeld, K: Body sway and vibration perception thresholds in normal aging and in patients with polyneuropathy. *J. Neurol. Neurosurg. Psych.*, 58, 335-340, 1995.
- Bohannon, R. W., Larkin, P. A. and Cook, A. C: Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys. Ther.*, 64, 1067-1070, 1984.
- Brill, P. A., Probst, J. C., Greenhouse, D. L., Schell, B. and Macera, C. A: Clinical feasibility of a free-weight strength-training program for older adults. *J. Am. Board Fam. Pract.*, 11, 445-451, 1998.
- Brocklehurst, J. C., Tallis, R. C. and Fillit, H. M: *Text book of geriatric medicine and gerontology* (4th ed). Churchill Livingstone, 1992.
- Bruno, J. V., Sharon, J. W., Linda, R., Richard, N. B., Laurence, Z. R. and Philip, J. G: One-Leg Balance Is Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons. *JAGS*, 45, 735-738, 1997.
- Buchner, D. M., Cress, M. E., de Later, B. J., Esselman, P. C., Margherita, A. J., Price, R. and Wagner, E. H: A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. *Aging*, 9(1), 112-119, 1997.
- Campbell, A. J., Borrie, M. J. and Spears G. F: Risk factors for fall in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J. Gerontol.*, 44, 112-117, 1989.
- Carlo, M. S. and Talbot, R. W: Evaluation of ankle joint proprioception following injection to the anterior talofibular ligament. *J. Ortho. Sports Phys. Ther.*, 8, 70-76, 1986.
- Cohen, H., Blatchly, C. A. and Gombash, L. L: A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys. Ther.*, 73(6), 346-351, 1993.
- Crilly, R. G., Willems, D. A. and Trenholm, K: Effects of exercise on postural sway in the elderly. *Gerontology*, 35, 135-143, 1989.

- Evans, W. J: Exercise training guidelines for the elderly. *Med. Sci. Sports Exer.*, 31, 12-17, 1999.
- Fabio, R. P. D: Sensitivity and specificity of platform posturography for identifying patients with vestibular dysfunction. *Phys. Ther.*, 75(4), 290-305, 1995.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A. and Evans, W. J: High-intensity strength training in nonagenarians. effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263(22), 3029-3034, 1990.
- Fitzsimmons, A., Bonner, F. and Lindsay, R: Failure to diagnose osteoporosis. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 74(3), 240-242, 1995.
- Galley, P. M. and Forater, A. L: *Human movement*. Churchill. Livingstone, 174-176, 1985.
- Hageman, P. A., Leibowitz, J. M. and Blanke, D: Age and gender effects on postural control measures. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 76(10), 961-965, 1995.
- Harada, N., Chiu, V., Fowler, E., Lee, M. and Reuben, D. B: Physical therapy to improve functioning. *Phys. Ther.*, 75(9), 830-839, 1995.
- Horak, F. B: Clinical measurement of postural control in adults. *Phys. Ther.*, 67(12), 1881-1885, 1987.
- Judge, J. O., Lindsey, C., Underwood, M. and Winsemius, D: Balance improvements in older women : effects of exercise training. *Phys. Ther.*, 73(4), 254-265, 1993.
- Kilburn, K. H. and Thirnton, J. C: Prediction equations for balance measured as sway speed by head tracking with eyes and closed. *Occup. Environ. Med.*, 52(3), 544-546, 1995.
- Kinney Lapier, T. L., Liddle, S. and Bain, C: A comparison of statics and dynamic standing balance in olde men versus women. *Physiotherapy Canada*, 49(3), 207-213, 1997.
- Kligman, E. W. and Pepin, E: Prescribing physical activity for older patients. *Geriatrics.*, 47, 33-47, 1992.
- Kollegger, H., Baumgartner, C., Wober, C., Oder, W. and Deecke, L: spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. *Eur. Neurol.*, 32, 253-259, 1992.
- Lichtenstein, M. J., Shields, S. L., Shiavi, R. G. and Burger, C: Exercise and balance in aged women: a pilot controlled clinical trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 70, 138-143, 1989.
- Lord S. R., Caplan, G. A. and Ward, J. A: Balance, reaction time, and muscle strength in exercising and non-exercising older women: a pilot study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 74(8), 837-839, 1993.
- Lord, S. R. and Castell, S: Physical Activity Program for Older Persons: Effect on Balance, Strength, Neuromuscular Control, and Reaction Time. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 75(6), 648-652, 1994.
- Lord, S. R., Sambrook, P. N., Gilbert, C., Kelly, P. J., Nguyen, T., Webstr, I. W., Eisman, J. A: Postural stability, falls and fractures in the elderly : results from the double osteoporosis epidemiology study. *Med. J. Aust.*, 160(11), 688-691, 1994.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P. and Strudwick, M: The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *JAGS*, 43(11), 1198-1206, 1995.
- Murrell, P., Cornwall, M. W. and Doucet, S. K: Leg-length discrepancy : effect on the amplitude of postural sway. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 72(8), 646-648, 1991.
- Newton, R. A: *Recovery of balance abilities in individuals with traumatic brain injuries*. Proceeding of the APTA Forum, Balance. Nashville. Tennessee. 69-72, 1989.
- Nichols, D. S: Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys. Ther.*, 77(5), 553-559, 1997.

- Patla, A. E., Winter, D. A., Frank, J. S., Walt, S. E. and Prasad, S: Identification of age-related changes in the balance-control system, In Duncan, P .W. (Ed). *balance*. proceedings of the american physical association forum. Alexandria, Va.: APTA Publications, 43-55, 1990.
- Peterka, R. J. and Black, F. O: Age-related changes in human posture control: sensory organization tests. *J. Vestibul. Res.*, 1, 73-85, 1990.
- Provine, M. A., Hadley, E. C., Hornbrook, M. C., Lipsitz L. A., Miller, J. P., Mulrow, C. D., Ory, M. G., Sattin, R. W., Tinetti, M. E. and Wolf, S. L: The effects of exercise on falls in elderly patients. *JAMA*, 273(17), 1341-1347, 1995.
- Richard, A. W., Kevin, W. S., Alan, M. J. and Carol, A. J: The Physical Activity Scale for The elderly (Pause): Development And evaluation. *J. Clin. Epidemiol.*, 46(2), 153-162, 1993.
- Schulmann, D.L., Goldfrey, E. & Fisher, A.G: Effect of movements on dynamic equilibrium. *Phys Ther*, 67(7), 1054-1057, 1987.
- Shumway-Cook. A. and Horak. F. B: Assessing the influence of sensory interaction on balance : suggestion from the field. *Phys. Ther.*, 66(10), 1548-1550, 1986.
- Studenski, S., Dauncan, P., Weiner, D. and Chandler, J: The role of instability in falls among older persons, In Duncan P. W. (Ed): *Balance*. Proceedings of the American Physical Therapy Association Forum. Alexandria, Va.: APTA Publications, 57-60, 1991.
- Wade, M. G. and Jones, G: The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys. Ther.*, 77(6), 619-628, 1997.
- Wolfson, L., Whipple, R., Derby, C. A., Amerman, P. and Nashner, L: Gender differences in the balance of healthy elderly as demonstrated by dynamic posturography. *J. Gerontol.*, 49(4), M160-167, 1994.
- Woollacott, M. and Shumway-Cook, A: Aging and posture control: changes in sensory organs and muscular coordination. *Int. J. Aging Hum. Dev.*, 23, 97-114, 1990.