

점진적 저항운동과 수중운동프로그램이 여성노인의 하지근력강화와 균형능력에 미치는 영향

이 인 학·문 성 기
(대전보건대학 물리치료과)
이 병 권·이 정 우
(홍제연합의원 물리치료실)
김 인 섭
(박정형외과 물리치료실)

The Effects of Progressive Resistive Exercise and Aqua Exercise Program on Lower Extremity Muscle Strength and Balance in Elderly Women.

Lee In-Hak, P.T., Ph.D., Moon Sung-Ki, P.T., M.P.H.
(Dept. of Physical therapy, Daejeon Health Sciences College)
Lee Byoung-Kwon, P.T., M.S. Lee Jung-Woo. P.T., M.P.T
(Dept. of Physical therapy, Hongjae Clinic)
Kim, In-Sup, P.T. M.S.
(Dept. of Physical therapy, Park Orthopedic Surgery Clinic)

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effects of Progressive Resistive Exercise

Program and Aqua Exercise Program on Lower extremity Muscle strength, Balance in Elderly old. The average age of elder female was 71.65 years. Subjects of the study were twenty older women living in daejon. The data were analyzed with frequency, independent t-test, paired t-test using SPSS PC(ver.10.0). The subjects were practiced with focusing on the Progressive Resistive Exercise Program and Aqua Exercise Program for 8 weeks, from 8, April 2002 to 1, June 2002. The results of this study were as follows:

1. After the Progressive Resistive Exercise Program, Balance ability by OLSTR, OLSTL was improved($p<0.05$) on the soft surface with close eyes.
2. After the Aqua Exercise Program, the strength of the right knee flexors and extensors was improved($p<0.05$).
3. After the Aqua Exercise Program, the strength of the left knee flexors was improved($p<0.01$).
4. After the Aqua Exercise Program, Balance ability by OLSTR was improved($p<0.001$) on the soft surface with open eyes, close eyes and by OLSTL was improved($p<0.05$) on the hard surface with open eyes

Key Word : Resistive Exercise, Muscle Strength, Balance, Elderly Women.

1. 서론

1. 연구의 필요성

현재 우리나라는 UN이 정한 고령화 사회로 진입했으며, 이는 국민들의 생활수준 향상과 의료서비스의 발달, 보건위생의 개선 등으로 인하여 개개인의 건강상태를 향상시킴으로, 평균수명을 늘리는데 기여하였다. 평균수명의 연장은 사회제도적, 문화적으로 커다란 변화를 일으켰고, 특히 노인문제는 다방면에서 제기되고 있으며, 건강문제와 관련하여 노화현상으로 인한 기능저하와 만

성퇴행성질환으로 의료비가 크게 증가하고 있는 것을 주목해야 할 것이다(문성기 등, 2001).

우리나라는 65세 이상 노령인구가 평균수명 연장 및 출산율 감소로 2000년에 총인구의 7.17% 수준에서, 2019년 14.4%로 고령사회에 진입하고, 2026년에는 20.2%로 본격적인 초 고령사회에 진입할 전망이다. 65세 이상 남녀성비에서는 여자노인인구 62.0%, 남자노인인구 48.0%로 여자노인의 비율이 높았으며, 평균수명에서도 남자는 1971년 59.0세보다, 2000년에는 13.1세 증가한 72.1세이고, 향후 2030년 78.4세, 2050년 80.0세로 증

가할 전망이다. 또한 여자는 1971년 66.1세보다, 13.4세 증가한 79.5세이며, 향후 2030년 84.8세, 2050년 86.2세로 증가할 전망이다(통계청, 2001). 이는 다른 선진국에 비하여 고령사회로 진입하는데 걸린 시간이 짧다는 것과, 노령인구에 여자가 차지하는 비율이 높다는 것을 다시 한 번 생각해야 할 것이다.

일반적으로 운동은 남성노인 위주로 이루어져 왔으나, 현재에는 여성노인에게 운동의 필요성이 더욱 중요시되고 있다. 그러나 여성노인은 남성노인보다 유연성이 높으나 근력, 에너지 및 기능정도가 떨어지며(김춘길, 1995), 기본적으로 운동을 좋아하지 않는 성향과 남편이 싫어함, 운동을 시간낭비라고 인식하거나 신체적으로 불편함, 노인 자신에게는 바람직하지 않다는 인식태도와 심한 비만 등의 요인에 따라 운동을 기피하고 있다. 그러나 여성노인의 증가와 사회적 위치의 변화로 인하여 여성노인의 건강에 대한 관심은 날로 증가하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 남성노인보다 여성노인을 대상으로 운동형태에 따른 신체적 개선효과를 알아보려고 하였다.

노인의 연령증가로 일어나는 노화는 신체적, 사회적, 정신적으로 다양하게 나타난다. 특히, 신체적으로 감각기관의 변화, 순환기의 변화, 생식·비뇨기계의 변화, 근골격계의 변화 등 신체전반에 걸쳐 일어나는데, Keller 등(1991)은 신체의 변화 중 94%는 근골격계의 문제라 보고하였다. 노인의 일상생활과 이동에 있어서 중추신경계의 변화 즉, 신경섬유의 소실, 대뇌의 대사장애, 신경전달물질의 변화 등은 다른 신체적 노화와

더불어 행동의 자세조절력 상실에 크게 작용한다고 발표하였으며(Maki, 1996), 노인의 자세조절력 상실로 일어나는 변화의 하나인 낙상에 대한 두려움과 그로 인한 심한 부상이고, 노인들에게 심각한 손상을 가져오는 낙상의 비율은 대개 6~10% 정도로 보고되고 있는데, 65세 이상 노인의 30%는 쉽게 넘어지며, 그중 50%는 일년에 1회 이상 낙상을 경험한다고 하였다(Redford, 1991).

낙상은 이동활동, 즉 한발에서 다른 발로 체중을 상호적으로 이동하는 활동인 걸기, 계단 오르기, 회전하기 등의 활동에서 잘 일어난다. 낙상에 대한 주원인은 자세조절력의 상실로, 그중 근력과 균형능력의 감소가 가장 크게 영향을 준다 하였다(Asmussen, 1980). 근력이란 근육의 수축으로 발생하는 최대의 힘을 말하는데, 근력은 대부분의 일상생활에서 자세유지, 보행, 작업을 수행하는데 가장 중요한 요소이다(Hellebrandt & Houtz, 1956).

근력은 일반적인 조건에서 20~30세 사이에 최고를 나타내고, 후에 상대적으로 안정을 유지하다가 60세 이후 남, 여 모두 크게 감소하는데 여성에게 더 심한 감소현상이 나타난다(Hakkine 등, 1994). Asmussen(1980)은 팔, 다리 및 등의 근력은 30세부터 10년마다 8%씩 감소하며, 70세에서 80세의 건강한 노인의 다양한 근육에서 근력이, 평균적으로 20~40%감소가 나타난다고 하였다. 이렇게 발생한 노인들의 전반적인 근력 저하는 신체활동의 감소로 이어지고, 이는 신진대사와 혈액공급에 영향을 주어 노화를 촉진하게 되며, 노화로 약화된 근육은 또 다시 노인의 운동능력을 약화시키게 된다.

자세의 안정성은 독립된 움직임에 대해 지지 기저면과 연관되어 무게중심을 유지하거나 조절하는 능력을 말하는데(권미지, 1998), 균형이란 자세 안정성을 지속적으로 유지해가는 과정을 의미하며, 낙상을 예방하고 일상생활을 독립적으로 생활하기 위해서 가장 중요하다 할 수 있다.

균형능력은 하중을 받는 조직의 감각수용기 손상, 근력의 저하, 관절의 퇴행성변화 등으로 발생한다고 하였으며(구봉오, 2002), 균형능력의 감소는 연령의 증가로 인한 신체의 변화 중 노인의 독립적인 움직임에 가장 중요한 요소로 작용한다고 하였다. 노령화로 인해 기능이 쇠퇴하는 근력, 관절가동범위, 균형능력을 증진시키기 위한 운동훈련 프로그램이 다양하게 적용되어 지고 있다(Fitzsimmons et al., 1995). 특히, 점진적 저항운동에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 왔는데, 운동의 효과에 대한 연구를 보면, 하지 근력의 증진운동 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).

우리나라에서도 특히, 최근 몇 년 전부터 노인인구의 증가로 인하여 다른 연령집단보다, 노인의 건강증진에 대한 관심이 높아지기 시작하면서, 노인을 대상으로 한 운동을 실시한 후, 효과를 검증하는 연구들이 많이 행해져 오고 있다. 먼저 유산소 맨손체조 운동이 큰 관절운동에 미치는 효과와 걷기 운동 프로그램이 노년기 여성의 신체적 기능과 정서 상태에 미치는 효과에 대하여 보

고되었으며(최선하, 1996; 신윤희와 최영희, 1996), 에르고메타 자전거를 이용해 준비운동을 시킨 후 Cybex Orthotron II를 이용해 근력강화운동을 실시하여 근력 및 균형능력의 증진을 알아보는 실험(권오윤, 1997)과 체력단련 기구인 Leg press를 이용한 시설노인의 근력강화운동이 근력, 지구력, 일상생활기능 및 삶의 질에 미치는 효과를 알아보는 실험이 있었으며(김희자, 1994), 가정운동 프로그램이 노인의 근력, 균형 및 보행증진에 미치는 영향에 대한 연구가 있었다(김한수, 2001).

또한 지상에서 하는 대부분의 운동이 퇴행성 변화로 약해져 있는 관절에 무리한 영향을 주게 되며, 결국 노인은 운동을 꺼려하게 되기 때문에 이에 대한 방안으로, 관절이 약해져 있거나 통증이 있는 경우는 관절에 무리를 주지 않으면서 운동효과를 얻을 수 있는 운동의 종류 즉, 부력과 물의 저항을 이용하는 수중운동이 노인의 일상생활 능력에 도움이 되리라 생각되며, 이에 대한 관심이 점점 증가하고 있다. 위성식 등(1994)은 수영은 현대사회에서 생활체육으로 자리 매김을 했고, 계절에 관계없이 할 수 있으며, 전신을 고루 발달시키고, 심폐기능의 향상, 근력 및 지구력 증진 등 재활치료의 효과를 기대할 수 있다고 발표하였다.

또한 박미희(1999)는 수중운동은 일반인은 물론 특수인구집단 즉, 고령자, 장애인, 관절 질환자, 비만자, 임산부, 어린이 등에 매우 유익하고, 안정성과 정신적, 신체적으로 치료적 효과를 거두고 있다하였다. 또한, 물이 관절압박과 중력이 아래로 당기는 힘을 줄여주는 수단으로 염증이 있는 관절에 수압

이 부기를 감소시키는데 유익하며, 물은 촉각반응과 감응기관을 향상시키고, 수중운동을 통해 외로움과 우울증, 분노를 완화시키며 동료와의 사교생활을 향상시킨다고 하였다. 김태열(1998)은 어떤 종류의 동작이나 활동자세 유지에 필요로 하는 가장 중요한 기본적인 요소인 균형능력이 수중에서의 모든 움직임에 영향을 준다고 하였고, 또한 김종임(1994)은 수중운동 프로그램이 류마티스 관절염 환자의 통증, 생리적 지수 및 삶의 질에 미치는 영향을 연구해 발표하였으며, 수중운동의 다양한 효과를 나타내었다. 하지만 수중운동이 노인의 근력, 균형능력에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이며, 이에 대한 연구의 필요성이 더욱 중요시되고 있다. 본 연구에서는 점진적 저항운동프로그램과 수중운동 프로그램을 비교 분석하여, 운동의 형태에 따라, 여성노인의 근력과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보려고 하였다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 노인에게 노화로 인한 근력과 균형능력 상실을 예방하고, 하지근육을 위주로 한 점진적 저항운동과 수중운동이 근력과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보며, 노인에게 효과적인 운동에 대한 기초자료를 제공함으로써, 노인인구의 보건증진에 이바지하고자 한다.

3. 연구의 가설

본 연구를 위한 가설은 다음과 같다.

첫째, 점진적 저항운동프로그램 실시 후, 근력과 균형능력에 향상된 변화가 있을 것이다.

둘째, 수중운동 프로그램 실시 후, 근력과 균형능력에 향상된 변화가 있을 것이다.

셋째, 수중운동 프로그램 적용군이 점진적 저항운동프로그램 적용군보다 근력과 균형능력의 변화량에 향상된 변화가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 대전에 거주하며 연구대상 선정조건에 맞는 65세의 여성노인들을 대상으로 하였기 때문에 남성노인들이 제외되었고, 건강한 노인들을 대상으로 하여 노인들의 개별적인 능력을 고려하지 않고 운동을 실시하여 효율적인 운동을 행하기는 어려웠다. 또한, 운동 수행력의 검사 시, 검사에 대한 이해력 부족으로 몇 차례 반복된 측정으로 인한 학습의 효과를 배제하기가 어려웠다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대전광역시에 거주하는 65세 이상 노인을 대상자로 선정하였고, 선정기준은 최근 2년간 심장발작이나 뇌졸중이 없었으며, 옥외보행이 자립으로 가능하고, 일상생활에 지장이 없는 여자노인 20명을 대상자로 하여, 점진적 저항운동프로그램을 10명, 수중운동프로그램을 10명으로 정하고 본

연구의 목적을 설명하였으며, 8주간의 운동 프로그램에 참여하도록 하였다.

2. 실험 기간

본 연구의 실험기간은 2002년 4월 8일부터 2002년 6월 1일까지 총 8주 동안 실시하였으며, 대전광역시에 위치한 노인정과 수영장에서 실시하였다.

3. 실험 절차

1) 점진적 저항운동군

본 연구에 사용된 운동 프로그램은 Fiatarone 등(1990), 엄기매(2001), 김창국 등(1999), 김한수(2001)가 제안한 운동을 참고하였다. 먼저 준비운동으로 스트레칭 및 맨손체조를 약 10분간 실시하여 몸을 이완시켰는데, 준비운동의 주된 목적은 근육통과 상해를 방지하기 위하여 골격근을 이완시키는 것과 운동을 할 수 있도록 심장근을 준비시키는 것이다(김창국 등, 1999). 준비운동을 끝낸 후, 본 운동을 30분간 실시하였는데, 운동은 선 자세로, 고관절 굴곡, 신전, 외전, 슬관절 굴곡, 족저굴곡, 앉은 자세에서, 슬관절 신전, 족배굴곡, 그리고 앉았다 일어서기 등 8가지의 근력강화운동으로 구성하였다.

운동부하량설정은 엄기매(2001)가 사용한 방법을 참고하고, Delorme 방법을 이용하였는데(강순희 등, 1997), 실험대상자 각각 10 RM(repetition maximum)의 부하량을 결정하고, 우선 4주 동안은 10 RM의 1/2 부하량으로 10회 반복하여 준비운동기간을 가졌

으며, 5주째에는 10 RM의 1/2, 15회 반복, 6주째는 10 RM의 3/4로 10회 반복, 7주째는 10 RM의 15회 반복, 8주째는 완전한 10 RM의 부하량으로 10회 반복하였으며, 약간 무겁다고 느끼면서 운동 후에 근피로가 1시간 이내에 회복될 수 있는 무게를 선정하도록 제안하였는데(Fiatarone et al., 1990), 부하량은 0.5 kg에서 2 kg까지의 모래주머니를 사용하였다. 또한 동시에 한동욱(2002)이 제안한 최대 심박수 예비량의 30~50%강도를 이용하였다. 이는 일반적인 최대 심박수 예비량이 70~80%를 제한하고 있기 때문이다. 최대 심박수를 이용한 방법은 카보넨방법으로, 심박수 예비량의 30%를 계산하는 방법은 운동 강도(THR) = 안정시 심박수 + 0.3(최대심박수 - 안정시 심박수)로 계산하여 운동 강도를 설정하며, 최대 심박수 예비량은 최대 심박수와 안정시 심박수의 차이와 같고, 최대 심박수는 = 220 - 나이로 계산한다. 안정시 심박수는 운동하기 전에 측정하였는데, 운동 강도가 99.1~113 beats/min 범위에 있는 강도로 유지하였다.

이때는 Polar heart rate tester(GBR 175015.A; Firand)를 사용해 운동중 심박수를 측정하였다. 또한, 운동 빈도는 김창국 등(1997)이 제안한 프로그램을 근거로 1일 8개의 운동항목을 10회 기준으로, 2세트를 1주일에 3일을 실시하는 것을 원칙으로 하였지만, 노인임을 감안하여 무리한 운동을 통한 근육통이 발생하지 않도록 주의하였다. 마지막으로 운동 후에 생긴 근 긴장을 이완시키고, 근 피로를 회복시키기 위하여 정리운동으로 스트레칭 운동을 10분간 실시하였다.

2) 수중운동군

본 연구에 사용된 수중 운동프로그램은 Kiss(1999)와 Bates · Hanson(1996), Koury (1996)가 저술한 책을 참고하고, 정병국(2001)이 제안한 운동을 기준으로 실시하였다. 먼저 온도변화에 대한 부담을 줄이기 위해 준비운동을 10분 실시하였는데, 물 바깥에서 스트레칭 운동을 위주로 실시하였다. 본 운동은 30분 실시하였고, 운동 강도는 점진적 저항운동프로그램과 같이 김창국 등(1999)이 제안한 남성의 50~60%의 부하량을 참고하여, 최대 심박수 예비량의 30~50%강도를 이용하였고, 카보넨방법으로 설정하였다.

따라서 운동 강도가 103.8~116.8 beats/min 범위에 있는 강도로 유지하였으며, 처음 4주 동안은 동적운동 각각 5회, 정적운동은 각각 10회 씩 실시하며, 5주째는 각각 6회, 15회씩 실시하고, 6주째는 각각 7회, 20회, 7주째는 8회, 25회, 마지막 8주째는 각각 9회, 30회씩 실시하였다. 마무리운동은 10분 소요되어 전체 50분이 되도록 구성하고, 일주일에 3일을 실시하였다. 또한 운동이 끝난 후 근육통을 유발하지 않도록 근 긴장을 이완시키고, 근 피로를 회복시키기 위하여 10분 정도의 스트레칭 운동을 실시하였다.

3) 운동처치 방법

운동은 진행요원이 지도, 감독하도록 하며, 진행요원은 물리치료사 5명과 물리치료과 학생 5명으로서, 진행요원과 사전에 생길 수 있는 문제점 및 진행방법 등을 고려한 후, 충분히 연습을 하여 본 연구에 이용된 운동프로그램을 익히도록 교육하였

다. 점진적 저항운동은 월, 수, 금 3일, 수중 운동은 화, 목, 토 3일, 격일로 실시하였으며, 운동이 진행되는 8주 동안 진행요원이 점검하면서 실시토록 하였다.

4. 측정 방법

본연구의 근력검사는 KIN-COM (Chattanooga group, INC., P.A. 57288A, USA)을 사용하여 좌우의 슬관절 굴신력을 측정하였는데, 근력을 측정하는 방법은 등척성(isometric) 방법으로 근력을 측정하였다. 슬관절 등척성 신전력과 굴곡력은 60° 각도에서 측정하였으며, 측정 횟수는 3회, 매 회마다 3번을 측정하고, 휴식시간은 매 회마다 10초로 하였다. 균형능력은 정적인 균형능력을 평가하였으며, 방법은 외다리 기립검사(OLST)로 균형능력을 검사하였다. 검사를 시작하기에 앞서 대상자에게 각 조건의 자세를 설명하고 시범과 함께 몇 번의 연습을 거친 후 각 조건의 자세에서 30초를 유지하라고 지시하였으며, 각 조건의 자세를 취하게 한 후 “시작”이라는 구두명령과 함께 균형유지 시간을 측정하였다. 본 검사는 30초를 기준으로 30초가 되면 중지하여 30점을 주고, 그렇지 않을 경우는 세 번을 측정하여 가장 최고값을 측정값으로 정하였다.

5. 자료 분석

본 연구의 자료분석은 SPSS/PC 통계프로그램(10.0)을 이용하였다. 대상자의 일반적인 특성에 대해서는 빈도분석을 실시하고, 근력·균형능력에 대해서는 실험 전과 실험 후를 검사하기 위해 대응비교 t-test를 실시

하여, 실험 결과를 해석하며, 점진적 저항운동군과 수중운동군의 운동전·후의 근력과 균형능력에 대해 알아보기 위해 독립비교 t-test를 실시하였다. 유의수준은 $p < .05$ 수준에서 검증하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상 노인의 일반적 특성

노인의 신체적 특성을 보면, 평균연령은 수중운동군 70.60±4.12세, 점진적 저항운동군 72.70±3.09세 이었고, 평균체중은 수중운동군 64.66±8.22kg, 점진적 저항운동군 57.40±9.00 kg이었으며, 신장은 수중운동군 153.5±3.37cm, 점진적 저항운동군 149.9±6.30 cm으로 통계적으로 두 집단 간의 유의한 차이는 없었다. 건강상태별 특성인 최고혈압, 최저혈압, 맥박수의 경우도 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics of the subjects

General characteristics	Group	Aqua Exercise Group(n=10)	Progressive Resistive Exercise Group(n=10)	t
	Characteristics of the body			
Age(year)		70.60±4.12	72.70±3.09	-1.290
Weight(kg)		64.66±8.22	57.40±9.00	1.882
Height(cm)		153.55±3.37	149.95±6.30	1.592
Characteristics of the health status				
Left Sight(diopter)		0.74± 0.27	0.72± 0.15	0.200
Right Sight(diopter)		0.71± 0.24	0.58± 0.20	1.282
BP(systolic)(mmHg)		143.10±26.28	145.20±26.30	-0.179
BP(diastolic)(mmHg)		80.60±19.12	76.40±13.83	0.563
BPR(bpm)		84.30± 8.45	78.50± 5.56	1.812

Values are mean and standard deviation

BP : Blood Pressure

BPR : Blood Pressure Rate

2. 점진적 저항운동군의 운동전과 운동 후 근력 비교

점진적 저항운동군의 운동전·후 근력을 비교한 결과, 오른쪽 슬관절의 신전력은 운동 전 197.0 N에서 216.1 N로 9.6%증가하였고,

굴곡력의 경우 189.5 N에서 203.7 N로 7.4% 증가하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 왼쪽 슬관절의 신전력은 170.0 N에서 183.0 N으로 7.6%증가하였고, 굴곡력은 168.6 N에서 189.0 N으로 12.2%증가하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison of the muscle strength of knee joint before and after exercise for the progressive resistive exercise group (unit: N)

Variable \ Group	Pre-exercise	Post-exercise	t
REX	197.0±73.0	216.1±70.2	-1.750
RFL	189.5±58.6	203.7±66.7	-1.321
LEX	170.0±79.5	183.8±64.8	-1.049
LFL	168.6±104	189.2±78.5	-1.788

Values are mean and standard deviation

RFL : Strength of right knee flexors

REX : Strength of right knee extensors

LFL : Strength of left knee flexors

LEX : Strength of left knee extensors

3. 점진적 저항운동군의 운동 전과 운동 후 균형능력 비교

점진적 저항운동군의 운동전과 운동 후 한발서기 균형능력을 비교한 결과, 오른발 들고, 견지면에서 눈뜨고, 눈감고, 연지면에서 눈 뜨고 실시한 결과 모두 향상된 것처럼 보이나 통계적 차이는 없었다. 연지면에

눈을 감고 한발서기의 균형능력은 91.8% 향상된 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 왼발 들고 한발서기 균형능력은 견지면에서 눈감고, 눈뜨고, 연지면에서 눈뜨고 모두 향상된 것처럼 보이지만 통계적 차이는 없었다. 연지면에서 눈감고 왼발 들고 한발서기의 균형능력은 21% 향상된 것으로 나타났다($p < 0.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of the balance ability one leg stance before and after exercise for the Progressive resistive exercise group (unit: second)

Variable \ Group	Pre-exercise	Post-exercise	t
OLSTR Ho	12.39±5.21	14.63±3.90	-1.933
OLSTR Hc	6.18±2.54	5.91±1.77	-0.736
OLSTR So	6.70±3.56	8.12±3.93	-1.383
OLSTR Sc	1.85±0.90	3.55±1.62	-4.343*
OLSTL Ho	11.69±4.11	12.86±5.40	-0.688
OLSTL Hc	4.11±1.08	5.46±1.11	-2.669
OLSTL So	8.36±3.89	8.48±4.13	-0.139
OLSTL Sc	2.57±1.53	3.11±1.59	-2.293*

Values are mean and standard deviation

* : $p < 0.05$

OLST : One leg stance test

H : Hard

o : Eye open

S : Soft

h : half

c : Eye close

4. 수중 운동군의 운동전과 운동 후 근력 비교

수중운동군의 운동전과 운동 후 근력을 비교하였을 때, 오른쪽 슬관절의 신전력이 106.5 N에서 179.3 N으로 68.36% 증가하였고

($p < 0.01$), 굴곡력의 경우 171.1 N에서 204.8 N으로 19.6% 증가하였으며($p < 0.05$), 왼쪽 슬관절의 신전력은 향상된 것으로 보이나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 굴곡력의 경우 130.8 N에서 173.0 N으로 32.2%로 근력이 향상되었다($p < 0.01$)(Table 4).

Table 4. Comparison of the muscle strength of knee joint before and after exercise for the Aqua exercise group (unit: N)

Variable \ Group	Pre-exercise	Post-exercise	t
REX	106.5±42.5	179.3±48.6	-4.387**
RFL	171.1±53.9	204.8±50.9	-2.819*
LEX	113.2±75.6	156.1±54.0	-2.117
LFL	130.8±10.4	173.0±42.8	-3.882**

Values are mean and standard deviation

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

REX : Strength of right knee extensors

RFL : Strength of right knee flexors

LEX : Strength of left knee extensors

LFL : Strength of left knee flexors

5. 수중 운동군의 운동전과 운동 후 균형 능력 비교

수중운동군의 운동전과 운동 후, 한발서기 균형능력에 대한 비교결과, 오른쪽 발 들고 연지면에서는 눈을 뜬 상태에서 균형능력이 54.1% 향상되었고($p < 0.05$), 눈감은 상태에

서의 균형능력 역시, 217% 향상된 것으로 나타났다($p < 0.01$). 왼발 들고 서기에서는 견지면에서 눈을 뜬 경우 균형능력이 35.4%로 좋아졌으며($p < 0.05$), 연지면에서 눈을 감은 상태, 역시 균형능력이 176.7% 향상되었다($p < 0.05$)(Table 5).

Table 5. Comparison of the balance ability one leg stance before and after exercise for the Aqua exercise group (unit: second)

Group Variable	Pre-exercise	Post-exercise	t
OLSTR Ho	21.72±10.41	24.23±9.03	-1.979
OLSTR Hc	7.54± 5.01	10.22±8.57	-1.044
OLSTR So	6.23± 3.27	13.60±9.36	-3.177*
OLSTR Sc	1.96± 1.13	6.23±3.14	-5.000**
OLSTL Ho	16.48± 9.19	22.33±8.96	-2.566*
OLSTL Hc	6.21± 3.86	7.80±5.90	-9.990
OLSTL So	8.28± 8.69	13.46±9.56	-1.943
OLSTL Sc	2.49± 1.80	6.89±4.43	-2.819*

Values are mean and standard deviation

* : p<0.05 ** : p<0.01

OLST : One leg stance test

H : Hard

o : Eye open

S : Soft

h : half

c : Eye close

6. 점진적 저항운동군과 수중운동군의 근력 변화량 비교

점진적 저항운동군과 수중운동군의 근력 변화량을 비교하면, 수중운동군에서 오른쪽 슬관절의 신전력은 72.8 N로 68.36%증가하여 근력이 향상된 것으로 나타났고(p<0.05), 오른쪽 슬관절의 굴곡력과 왼쪽 신전력, 굴

곡력은 향상된 것처럼 보이나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

또한 점진적 저항운동군은 왼쪽 슬관절의 굴곡력이 20.6 N 증가한 것으로 나타났으나, 통계적 유의성은 없었다. 근력에 대하여 운동전·후 변화량을 비교한 결과 수중운동군에서 전체적으로 점진적 저항운동군보다 향상된 결과를 나타내었다(Table 6).

Table 6. Comparison of the byeonhoalyang of the muscle strength of knee joint between the Progressive resistive exercise group and Aqua exercise group before exercise (unit : N)

Variable	Group Aqua Exercise Group	Progressive Resistive Exercise Group	t
REX	72.8±52.4	19.1±34.5	2.703*
RFL	33.7±37.8	14.2±33.9	1.213
LEX	42.9±64.0	13.8±41.6	1.204
LFL	42.2±34.3	20.6±36.4	1.364

Values are mean and standard deviation

* : p<0.05

REX : Strength of right knee extensors

RFL : Strength of right knee flexors

LEX : Strength of left knee extensors

LFL : Strength of left knee flexors

7. 점진적 저항운동군과 수중운동군의 균형능력 변화량 비교

점진적 저항운동군과 수중운동군의 균형능력의 변화량을 비교하면, 오른발 들고 견지면에서 눈뜬 상태와 눈감은 상태의 경우 유의한 차이는 없었으나, 수중운동군에서 연지면에서 눈을 뜬상태의 균형능력과(p<0.05), 눈을 감은 상태 역시 균형능력이 크게 향상된 것으로 나타났다(p<0.01). 왼발

들고 서기의 경우 견지면에서 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 경우 향상된 것처럼 보이나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

연지면에서 눈을 뜬 상태는 유의한 차이는 없었으며, 눈을 감은 상태에서의 균형능력을 보면 수중운동군이 향상된 것으로 나타났다(p<0.05).

균형능력의 운동전·후 변화량의 비교 결과 수중운동군에서 전체적으로 크게 향상된 결과를 나타내었다(Table 7).

Table 7. Comparison of the byeonhoalyang of the balance ability one leg stance between the Progressive resistive exercise group and Aqua exercise group (unit: second)

Variable	Group	Aqua exercise Group	Progressive resistive exercise Group	t
OLSTR Ho		2.50±4.00	2.24±3.66	-0.155
OLSTR Hc		2.67±8.10	-0.27±1.15	-1.137
OLSTR So		7.36±7.33	1.42±3.25	-2.342*
OLSTR Sc		4.30±2.55	1.70±1.24	-2.887**
OLSTL Ho		5.84±7.19	1.16±5.36	-1.647
OLSTL Hc		1.58±3.27	1.34±1.59	0.211
OLSTL So		5.17±8.42	0.12±2.76	-1.803
OLSTL Sc		4.39±4.93	0.54±0.75	-2.442*

Values are mean and standard deviation

* : p<0.05 ** : p<0.01

OLST : One leg stance test

H : Hard

o : Eye open

S : Soft

h : half

c : Eye close

IV. 논의

노인에 대한 가장 큰 문제점은 활동력 약화에 따르는 일상생활의 장애이다. 일상생활 동작은 근력과 균형능력에 의해 영향을 받는데, 근력을 강화하기 위한 운동은 노인에게 적합하지 않다고 생각하던 때도 있었으나, 최근에는 노인에게 꼭 필요한 운동으로 추천되고 있다(엄기매, 2001). 김용권 등(2002)의 논문에서는 노인들의 평소 건강행위로, 운동의 실천정도를 조사한 결과, 골절

상을 입었던 노인들은 73.4%가 운동을 한다고 답한 반면, 건강한 노인군은 거의 대부분 운동을 하고 있는 것으로 나타났다. 또한 평소에 규칙적으로 운동을 하는 노인들은, 골절상을 입은 환자군에서는 15.1%, 건강한 노인군에서는 60.6%에 이르는 것으로 나타났다. 이는 규칙적인 운동과 신체활동 자체가 노인의 일상생활 능력에 많은 영향을 끼치는 것을 알 수가 있다.

노화로 인한 근력과 균형능력의 감소는 특히 상지보다 하지에서 더 많이 발생하며(Thompson, 1994), 하지 중에서도 자세조절

에 중요한 역할을 하는 대퇴사두근과 가지미근의 부피감소가 큰 것으로 알려져 있다 (Lexell 등, 1988). 본 논문에서는 이를 바탕으로 상지보다는 하지에 중점을 두어 두 가지 운동이 노인에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

노인에 대한 근력 및 균형능력의 향상 프로그램은, 지금까지 점진적인 저항운동과 중력하에서의 운동이 주를 이루었다. 하지만 노인의 신체적인 특성상 관절에 부담 없이 운동을 수행할 수 있는 수준에서의 운동 프로그램이 개발되어지고 있고, 선행논문들도 발표되고 있다. 묘연미(1992)는 여성들 중 85%가 수영을 하게 된 동기로, 건강상의 문제를 이유로 하였으며, 수영을 계속하면서 70%이상이 건강에 가장 큰 관심을 가지고 있다 하였다. 전선희(2000)도 연구에서 연령이 증가하면서 ROM이 감소했지만 수영이 ROM감소를 지연시켜주어 유연성을 증가시킨다고 발표하였다.

점진적인 저항운동에 대한 연구보고로 Fiatarone 등(1990)은 노인 요양소에 수용되어 있는 87세에서 96세까지의 노인 10명에게 하체에 힘을 기르도록 점진적 저항운동을 8주간 실시한 결과, 현저한 효과를 얻었고, 엄기매(2001)도 건강한 60세 이상의 남자 8명을 대상으로, 16주간 점진적인 저항운동을 실시한 결과, 대퇴굴근에서 유의한 증가를 가져왔다고 보고하였다. Mills(1994)는 스트레칭 운동이 노인의 근력, 균형 및 유연성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 8주 동안 스트레칭 운동을 실시한 결과, 유연성은 증가하였으나 근력과 균형능력은 변화가 없었다고 하였다. 또한 노인에게 스트레칭

운동을 포함한 유산소 운동을 실시한 결과 심폐기능과 유연성, 균형능력은 증진되었지만, 근력증진은 일어나지 않았음을 보고하면서 근육이 약해져 있는 노인의 근력을 증진시키기를 원한다면 유산소 운동만으로는 바람직하지 않다고 McKelvie 등(1995)은 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 이를 바탕으로 유산소운동과 지구력운동을 배제시키고, 근력과 균형능력에 대한 훈련을 위해 점진적 저항운동프로그램과 수중운동프로그램을 실시하였다.

Frontera 등(1991)은 60~72세 노인 12명을 대상으로 슬관절 굴곡근과 신전근을 12주 동안 1회 반복 최대부하(1 RM)의 80%가 되는 부하량으로 일주일에 3일 동안 8번 반복을 3번씩 훈련시킨 결과, 슬관절 신전력은 평균 13.35%, 굴곡력은 16.6% 증가하였다고 보고하였으며, 강희성 등(2001)은 60~72세 남성노인을 대상으로 무릎의 굴근과 신근의 육성을 위해 1회 최대반복횟수(1 RM)의 80%로 12주 동안 근력 훈련을 할 때, 신전근력은 107% 증가하고, 굴근력은 227% 증가한 것으로 발표하였다. 근력증진에 대한 점진적 저항운동의 부하량 결정의 의견은 다양하다. 김한수(2001) 논문에서는 자각적 설정방법을 선택하여 노인들에게 부담 없는 저항도 점진적 저항운동을 실시하였으며, 김운식 등(1999)은 근력증진 훈련의 초기 단계에서는 1~6회 보다는 약 12회 이상 운동을 할 수 있는 가벼운 무게를 사용하는 것이 적당하다 하였다.

Fisher et al.(1990)은 중등도-고강도의 저항을 이용한 근력강화 운동은 기능수행 능력과 자가 평가활동에서의 증진에 효과가

있다고 보고하였는데, 본 연구에서는 위의 선행연구를 바탕으로 하여 저장도의 점진적 부하량을 택하였다.

점진적 저항운동에 대한 국내의 연구논문으로, 김희자(1994)는 leg press를 이용한 점진적 저항운동을 60세~80세 사이의 시설노인 24명에게 시킨 결과, 운동 후 근력 및 지구력이 증가하였음을 보고하였고, 김한수(2001)도 40명의 노인을 대상으로 8주 동안 가정운동 프로그램을 실시한 결과, 슬관절 신전력이 30.8% 근력이 증진된 것으로 나타났으며, 굴곡력 역시 23.9% 증가하였다고 나타났다. 본 연구에서도 8주 동안 10 RM의 1/2부하량에서 시작하여 점진적으로 10 RM의 부하량까지 실시한 결과, 오른쪽 슬관절 신전력은 9.6%증가하였고, 굴곡력의 경우 7.4%증가하였으나, 통계적으로 유의성이 없었다.

외국의 연구논문에서는 굴곡력이 신전력보다 근력증가를 보였으나, 본 연구와 김한수(2001)의 논문에서는 굴곡력보다 신전력의 근력이 향상된 것으로 나타났다. 이는 운동 프로그램의 구성이 신전력강화 프로그램 위주로 구성되어 나타난 결과로 해석할 수가 있다. 또한, 점진적 저항운동과 함께 무릎관절에 영향을 주지 않으면서 손쉽게 수중에서 실시할 수 있는 수중운동프로그램의 국내논문으로는, 한동욱(2002)이 발표한 수중운동에 대한 연구에서 수중운동 전과 후의 근력을 비교한 결과, 오른쪽 신전력은 42.0%, 굴곡력은 20.5% 증가하였으며, 왼쪽의 신전력은 28.9%, 굴곡력은 20.8% 증가한 것으로 나타났다. 본 연구에서도 오른쪽 신전력은 68.3%, 굴곡력은 19.6% 증가하였으

며, 왼쪽의 굴곡력은 32.2% 증가한 것으로 나타났다.

근력과 더불어 노인의 낙상에 영향을 주는 것은 균형능력이다. 노인이 낙상 없이 건강하고 행복한 삶을 즐기기 위해서는 근력뿐만 아니라 균형능력이 꼭 필요하며 운동이나 이동에 필요한 기본적인 요소이다(한동욱, 2002). 송미순과 하양숙(1995)은 노인들의 운동은 낮은 강도에서 점차적으로 행하여야 하며, 낙상을 방지하고, 균형을 향상시키기 위한 일반적인 운동의 형태는 체중부하, 저항훈련, 유산소훈련, 유연성훈련 등으로 알려져 있으며, 하지근력을 향상시키는 운동이 균형향상에 중요하다고 하였다. 균형능력에 대한 선행연구가 많이 이루어졌는데, Crilly 등(1989)은 72~82세의 노인 25명을 대상으로 12주 동안 운동훈련을 실시 후, 운동훈련 전후의 균형능력을 비교한 결과, 개안시나 폐안시 자세동요에는 유의한 차이가 없었다고 보고하면서, 노인에서의 자세동요는 신경계의 퇴화에 의한 비가역적 기능손실로 균형능력의 증진은 불가능할 것이라고 제안하였다. 국내에서는 권오윤(1997)이 8주 동안 균형훈련과 근력증진훈련을 병행하여 실시한 결과, 개안 시 정적 및 동적 균형능력은 운동훈련 후 유의하게 증진되었지만, 폐안 시 측정된 정적 기립 균형능력이 증가는 없었다고 보고하였다.

이는 본 연구와는 반대의 결과인데, 본 연구에서는 개안시보다 폐안 시에 현저한 증가를 보였다. 김은주(1999)는 60세 이상의 노인 21명을 대상으로 하지근육 위주의 근력강화운동을 6주간 실시한 결과 정적인 균형능력과 동적인 균형능력이 향상되었다고

보고하였고, Cohen 등(1993)은 노인층에서는 신경계의 노화로 인해 이들 감각의 통합이 어려워져 불안정한 지지면에서의 균형수행이 어려워지며, 외다리 기립검사로 견지면에서 연지면 보다 균형수행능력이 좋다고 하였는데, 이는 김은주(1999)가 보고한 내용과 일치하며, 본 연구의 결과와도 일치한다. Buchner 등(1997)은 68~85세의 노인 106명을 대상으로 고정된 자전거 타기(저강도군), 걷기(중강도군), 에어로빅 운동(고강도군)등, 세 개의 운동군으로 나누어 주 3회, 3개월 동안, 운동훈련을 실시한 결과, 좁은 평균대 걷기 검사에서 균형능력이 증가하였는데, 저강도 운동군에서 3%, 중강도 운동군에서 7%, 고강도 운동군에서는 18% 균형능력이 증진되었다고 보고하였고, 근력증진을 통한 균형능력 증진을 위해서는 고강도 운동이 바람직하다고 발표하였는데, 본 연구에서도 비록 연구기간의 차이는 있었으나, 점진적 저항운동군의 균형능력은 평균적으로 56.4% 증가한 것으로 나타났으며, 이에 비해 물의 저항을 이용한 수중운동군의 균형능력은 120.8% 증가한 것으로 나타났다.

김한수(2001)도 점진적 저항운동을 포함한 가정운동 훈련 프로그램을 실시한 후 균형능력이 증진된 것으로 나타났는데, 오른발의 경우 견고한 지면에서 개안 시는 37.2%, 폐안 시는 8.5%, 연지면에서 개안 시에는 41.1%, 폐안 시에는 31.0% 증가하였다. 왼발의 경우는 견고한 지면에서 개안시가 37.1%, 폐안 시는 5.4% 증가하였고, 연지면에서 개안 시는 72.5%, 폐안 시는 25.9% 증가한 것으로 나타나 폐안 시보다는 개안시의 균형능력이 향상되었다고 보고하였다.

본 연구에서는 점진적 저항운동을 실시한 경우, 운동전과 운동 후 한발서기 균형능력은 연지면에 눈을 감고 한발서기의 균형능력은 91.8% 향상된 것으로 나타났으며, 연지면에서 눈을 감은 상태에서의 균형능력은 21% 향상된 것으로 나타났다.

본 연구에서는 수중운동군은 운동전·후 한발서기 균형능력에 대한 비교결과, 오른발 들고 연지면에서는 눈을 뜬 상태에서 균형능력이 54.1% 향상되었으며, 눈감은 상태에서의 균형능력 역시 217% 향상된 것으로 나타났다. 왼발 들고 서기의 경우 견지면에서 눈을 뜬 경우, 균형능력이 35.4%, 연지면에서 눈을 감은 상태에서는 균형능력이 176.7% 향상 되었다.

두 실험군을 비교한 결과, 수중운동군이 근력과 균형능력 모두에서 점진적 저항운동군 보다 현저한 증가를 나타냈다. 이는 점진적 저항운동은 하지중심의 근력강화프로그램으로 체간과 전신에 대한 훈련이 부족한 반면, 수중운동은 물의 특성을 통한 전신적 저항으로, 체간에 대한 훈련이 함께 이루어졌다고 생각된다.

본 연구를 통해 살펴본 결과 운동의 형태와 부하량에 따라, 다른 결과를 얻을 수 있으며, 신체 전반적인 운동이 효과적인 결과를 나타낼 수 있다고 생각된다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 노인을 대상으로 점진적 저항

운동과 수중운동 프로그램이 노인의 근력과 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위한 것으로, 2002년 4월 8일부터 2002년 6월 1일까지 대전광역시 대덕구에 거주하는 65세 이상의 여성노인을 대상으로 실시하였다. 점진적 저항운동과 수중운동 프로그램을 각각 10명씩, 8주 동안 참여한 여성노인 20명을 대상으로 KIN- COM과 OLST 검사를 통하여 운동전과 운동 후 효과를 알아보았다. 그 연구 결과는 다음과 같다.

1. 점진적 저항운동프로그램 실시 후 근력은 향상된 효과를 보였다.
2. 점진적 저항운동프로그램 실시 후 균형능력은 향상된 효과를 보였다.
3. 수중운동프로그램 실시 후 근력은 향상된 효과를 보였다.
4. 수중운동프로그램 실시 후 균형능력이 향상된 효과를 보였다.
5. 점진적 저항운동과 수중운동프로그램군의 변화량을 비교해 보면, 수중운동군이 근력과 균형능력, 모두 점진적 저항운동군보다 향상된 결과를 보였다.

점진적 저항운동과 수중운동 프로그램이 여성노인의 하지근력강화와 균형능력에 영향을 미치는지 알아본 결과, 근력·균형능력 모두, 향상된 것을 알 수 있었으며, 특히 수중운동군에서 균형능력이 높게 향상된 것으로 나타났다. 본 연구에서는 남성노인을 제외시키고, 여성노인만을 대상으로 하였기 때문에 남성노인에 대한 연구가 함께 이루어져야 할 것이다. 수중운동프로그램에 대

하여, 앞으로 다양한 변인들이 추가한 많은 연구가 이루어져야 할 것이다. 본 연구에서는 대상자들의 근력과 균형능력에 대해서만 실시하였는데, 차후의 연구에서는 결과에 대한 다양한 변인들이 추가한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강순희, 구희서, 박지환 : 키스너콜비 운동치료총론. 영문출판사. pp.65-124, 1997.
- 강희성, 김기진, 김태운 : 운동과 스포츠생리학. 도서출판 대한미디어. pp560-562, 2001.
- 권미지 : 양발로 선 자세와 한발로 선 자세의 자세안정도 검사. 대한물리치료학회지. 5(4); 1998.
- 권오윤 : 지역사회 노인의 전도발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 박사학위논문. 1997.
- 구봉오 : 안구운동이 성인 편마비환자의 균형회복에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 박사학위논문. 2002.
- 김용권, 조영하 : 노인들의 고관절골절 위험요인에 관한 환자-대조군 연구. 대한물리치료학회지. 9(1), 2002.
- 김은주 : 근력강화운동이 노인의 균형수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 11(2);149-161, 1999.
- 김종임 : 수중운동 프로그램이 류마티스관절염 환자의 통증, 생리적지수 및 삶의 질에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사

학위논문. 1994.

김창국, 박기주 : 트레이닝방법론. 대경출판사. 1999.

김춘길 : 운동프로그램이 양로원 노인의 체력, 자기 효능, 일상생활 활동 능력 및 삶의 질에 미치는 효과. 카톨릭 의과대학 논문집. pp.1201-1214, 1995.

김한수 : 가정운동프로그램이 노인의 근력, 균형능력, 보행증진에 미치는 영향. 계명대학교 대학원 박사학위논문. 2001.

김희자 : 시설노인의 근력강화 운동이 근력, 근 지구력, 일상생활기능 및 삶의 질에 미치는 효과. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 1994.

김태열 : 할리워치료. 대한물리치료사학회지. 5(3), 1998.

묘연미 : 수영인구의 저변확대를 위한 활성화 방안에 대한 연구. 중앙대학교대학원 석사학위논문. 1992.

문성기, 이인학, 김미란 등 : 공중보건학. 고문사. 2001.

박미희 : 아쿠아틱운동 매뉴얼. 신진서원. pp.299-301, 1999.

송미순, 하양숙 : 노인간호학. 서울대학교출판부. 1995.

신윤희 : 걷기운동 프로그램이 노년기 여성의 신체적 기능과 정서 상태에 미치는 효과. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문. 1997.

엄기매 : 노인의 운동능력이 IADL에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 8(1), 2001.

위성식, 김창국, 김상겸 : 수영의 지도와 관리. 대경출판사. pp.28-117, 1994.

전선희 : 수영이 요추의 관절범위에 미치

는 영향. 충남대학교 대학원 석사학위논문. 2000.

최선아 : 규칙적인 운동프로그램이 경로당 이용 노인의 건강에 미치는 효과. 한양대학교 대학원 박사학위논문. 1996.

통계청 : 2001년 장애인구추계 결과. 통계청. 2001.

Asmussen E : Aging and exercise, in Horvath SM, Youself MK(eds): Vionmental Physiology: Aging, Heat and Altitude(sec 3). New York, sevier, North Holland. 1980.

Buchner DM, Cress ME, de Later BJ. et al : 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.

Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. : A study of the clinical test of sensory interaction and balance. phys ther. 73(6);346-354, 1993.

Crilly RG, Willems DA and Trenholm K. : Effects of exercise on postural sway in the elderly. Gerontology. 35;135-143, 1989.

Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND. at al : High-intensity strength training in nonagenarians. effects on skeletal muscle. JAMA. 263(22);3029-3034, 1990.

Fisher NM, Pendergast DR and Dalkins E. : Maximal isometric torque of knee extension as a function of muscle length in subjects of advancing age. Arch Phys Med Rehabil. 71;729-734, 1990.

Fitzsimmons A, Bonner F and Lindsay

R : Failure to diagnose osteoporosis. *Am J Phys Med Rehabil.* 74(3);240-242, 1995.

Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP. et al : A cross-sectional Study of Muscle Strength and Mass in 45-to 78 yr-old Men and Women. *J Appl Physiol.* 71;644-650, 1991.

Hellebrandt FA and Houtz SJ : Mechanisms of muscle training in man: experimental demonstration of the overload principle. *Phys Ther Rev.* 36;371-375, 1956.

Judge JO, Lindsey C, Underwood M. et al : Balance improvements in older women : effects of exercise training. *Phys Ther.* 73(4);254-265, 1993.

Keller M, Leventhal H, & Leventhal E. : Research on the Health problems of Aging and How people cope with them. Wisconsin university. 1991.

Kiss A. : New Techniques in Aqua Therapy. Rivercross Publishing INC, Orlando. 17-24, 1999.

Koury JM. : Aquatic Therapy programming : guidelines for orthopedic rehabilitation. *Human Kinetics.* 1-9, 1996.

Lexell J, Taylor CC, & Sjostrom M. :

What is the cause of ageing atrophy total number size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men. *J Neurol Sci.* 84(2-3);275-294, 1988.

Lord SR, Caplan GA and Ward JA. : 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. Maki BE, Mciloy WE. : Postural control in the older adult. *Geriatr Med* 12;635-658, 1996.

McKelvie RS, Teo KK, McCartney N. et al : Effects of exercise training in patients with congestive heart failure; a critical review. *J Am Coll Cardiol.* 25;789-796, 1995.

Mills EM. : The effect of low-intensity aerobic exercise on muscle strength, flexibility, and balance among elderly person. *Nurs Res.* 43(4), 1994.

Redford JB : Preventing Falls in the elderly hosp *Med.* 27(2);57-71, 1991.

Thompson LV : Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther.* 74(1);71-81, 1994.