

저항훈련을 통한 노인들의 기능적 수행능력의 변화에 대한 문헌적 고찰

허 영 구
(제주한라대학 물리치료과)

The Change of Functional Performance Abilities by Resistance Training in Older Adults

Hur Young-Gu, R.P.T.,
(Dept. of physical Therapy, Cheju halla college)

ABSTRACT

We developed research strategies for measuring functional performance and proprioception. We determined whether resistance training improves functional performance in the older adult, whether resistance training improves proprioceptive sense, and whether improvement in functional performance and/or proprioception are a direct result of the resistance training or a result of movement independent of strength gains. The answer to these questions will enable those in the sport fitness industry and medical practioners to better advise the growing number of older adults about the benefits of specific types of exercise. The will also enable the medical practitioner to prescribe appropriate exercise to those with limitations in functional ability in attempts to restore independent living.

Key Word : Proprioception, Functional ability, Resistance training, Old adult.

1. 서론

선진국을 중심으로 다수의 나라에서 평균 수명이 점차 증가되는 추세를 보이고 있다. 미국에서도 1986년의 평균수명이 82세였으나, 다음 세기에서는 84세에 이를 것으로 예측하고 있다(Schick, 1986). 이러한 인구의 증가는 의학기술 그리고 과학의 발달에 기인된 것이라고 추정된다. 우리나라의 경우에도 전체 인구 중 65세 이상의 노인인구는 1960년대에 2.9%이었으나 2002년에는 7.9%, 2012년에는 10%, 2022년에는 16.6%로 늘어날 전망이며, 특히 질환 비율이 높은 후기 고령자의 수와 비율도 빠른 속도로 높아지고 있어 노인들의 간병과 의료에 대한 국가적 사회적 부담이 크게 늘어나고 있다(보건복지부, 1995).

노인들은 만성질환의 유병율은 높고, 신체적 적합성과 기능은 매우 낮아진다. 전도, 골다공증, 당뇨, 비만, 우울증, 암과 같은 외상과 질병이 빈번히 발생하고, 이는 신체적 적합성과 수행능력의 감소와 밀접한 관련성이 있다. 독립적 생활에 필요한 작업수행능력, 기능적 수행능력은 나이를 들어가면서 감소하는데, 이에 대한 이유는 명확하지 않으나 나이가 들어가면서 근력과 고유감각 감소가 관계하고 있다. 따라서 고령화와 관련된 기능감소는 예방할 수 있고 훈련을 통

해 근력과 고유수용성 감각을 치유할 수 있다. 노년층에서 근력강화와 같은 고유감각 감소는 기능적 수행에 영향을 미친다.

연령이 증가함에 따라 신체적인 변화로 세포의 성장과 조직 회복력이 감소되고, 결합조직이 변성된다고 하며, 신경계의 변성으로 신경근 반응속도가 감소되고, 뼈의 강도와 내성이 줄어든다고 하였다. 즉, 근육이나 뼈 또는 관절, 피부 등의 퇴화로 인해 발생하는 운동의 제한이 가장 심각한 문제로 대두되었고(김병성, 1992; 신재선, 1985), 노인에게 운동프로그램의 필요성에 대한 연구가 제시되었다(신재선, 1985; 김선엽, 1998). 특히 저항훈련을 통한 근력강화는 중요한 신경학적 구성요소를 갖고 있으며, 훈련을 통해 근력강화를 관찰할 수 있다. 이는 운동성 회복으로 활동성이 증가되고 골지기관의 억제 그리고 수축의 반사적 운동축진을 나타내고 있다. 이들 신경학적 변화는 저항운동을 통해 관찰할 수 있는데 고유감각 속에서 변화가 일어난다. 한편 노년층의 저항훈련은 고유감각을 증진시키는데 적합하다고 생각된다.

본 연구는 노화에 의한 근력, 고유감각의 변화와 저항훈련이 기능수행에 미치는 변수 또는 요인에 대해 문헌적으로 고찰하여 노인들의 건강한 삶을 추구하는 이상적인 운동프로그램의 확립에 기초 자료를 제공하고 자하는데 있다.

II. 본 론

1. 노화에 의한 신경근 기능의 변화

1) 노화에 따른 근육의 부피 및 근력변화

노화는 근육의 부피와 근력의 감소를 초래하는데, 이는 연령의 증가에 따른 근육의 부피, 근육감소증이 자연적으로 발생하거나, 활동을 하지 않아 발생한다. Novak(1972)는 체지방이 18~85세 사이에서 남자는 18~36%가 증가하고, 여성은 33~44%가 증가한다고 보고하였으며, 이는 전체 칼륨 양을 지방과 부피의 지표로 가지고 평가함으로써 알 수 있다. 근육은 칼륨을 많이 저장하고 있기 때문에 다른 부위에서는 거의 변화를 찾아 볼 수가 없다. 체내 칼륨양의 감소는 현재 근육부피가 가지는 양과 관계가 있다. Flynn(1989)은 41~60세 사이의 남자에서는 전체 칼륨 손실이 빠른 속도로 발생하지만, 60세 정도의 여성에서는 남성보다 근육의 부피가 강하게 결합되어 있기 때문에 체내 칼륨양의 손실이 적은 것으로 보고하였다.

Tzankoff와 Norris(1977)는 20~97세 사이의 959명을 대상으로 추적조사를 실시하였는데, 나이가 들어감에 따라 근육의 부피가 감소되는 현상을 기초대사율, 기초 산소 소비율, 24시간동안의 크레아틴 배출량으로 평가할 수 있으며, 특히 크레아틴의 24시간 배출은 근육의 부피를 나타내고, 과거에는 근육의 소모성질환의 연구에 이용되어 왔다 (Ryan et al, 1957).

2) 노화에 따른 고유감각의 변화

고유감각도 나이가 들어감에 따라 감소하는데, 관절의 위치감각의 결여는 다양한 활동을 하는 기관에 기능적 손상을 가져오게 된다. Skinner & Barrack(1984)은 슬관절에 관절위치감각 운동을 감지하는 역치 값을 측정함으로써 20~82세 사이의 대상자를 대상으로 수동적 슬관절 위치를 재생 할 수 있는 능력을 평가하였다. Pai(1997)는 양측 슬관절 골화성관절염을 갖고 있는 30세 연령을 대상으로 슬관절 전이에 대한 역치를 측정하여 슬관절 골성관절염과 연령에 미치는 영향을 평가하였다. 두 연구를 비교하여 보면 Pai는 Skinner & Barrack의 연구에서처럼 고유감각이 연령증가에 따라 감소한다는 사실과 골성관절염을 가지고 있는 노인군에서 대조군에 비해 감각손실이 증가한다는 사실을 알 수가 있다.

2. 저항운동이 기능수행에 미치는 영향

대부분의 연구에서 신체적 활동이 조기사망의 위험성을 감소시킨다고 하였다. 더욱이 일상생활동작의 점진적인 증가로 건강과 삶의 질이 향상되는 것으로 보고 되어지고 있다. 따라서 저항운동은 노인들로 하여금 근력향상에 도움이 될 것이라고 생각하고, 이동성의 향상, 낙상의 예방에 도움이 될 것이라고 생각된다.

1) 근력강화가 기능수행에 미치는 영향

연령증가에 따라 근력이 감소하지만, 기능상 독립성이 노인들에게 대단히 중요하다. 많은 연구들이 근력과 기능상 활동 간의 관

계를 입증해왔다. 의자에서 선 자세로의 움직이는 것은 신체적 활동을 측정하는 방법으로 대단히 중요한 것 중 하나인데, 이는 생체 역학적으로 가장 필요한 기능수행이 때문이다(Riley et al, 1991). 이런 기능적 수행이 보행하는데 중요한 역할을 하게 되고, 기능수행을 실시하는 독립성을 결정하는데 훌륭한 척도가 될 것이다. 의자에서 일어날 수 있는 능력에 여러 변수들이 영향을 미치게 되는데 균형, 의자높이, 근력, 전략방법 등으로 분류하여 볼 수 있다. Hughes(1996)는 높이가 다양한 의자로부터 일어서는데 필요한 무릎관절에 미치는 힘을 기록하였다. 기능손상은 손잡이를 사용하지 않고 연속적으로 4계단을 내려갈 수 없거나 0.33 m 높이 의자에서 일어날 수 없는 상태라고 정의한다. 의자의 높이가 낮아짐에 따라, 필요한 슬관절 신전근의 순간력이 증가하였다.

Bassey(1992)는 다리의 신전력과 세 가지 기능적 수행작업 간 관계를 평가하였다. 그는 의자에서 일어나는데 걸리는 소요시간, 네 계단 오르기에 소요되는 시간, 6.1미터 보행속도의 변수를 평가하여 보고한바 있고, Fiatarone(1994)는 노인들을 대상으로 10주간의 저항훈련과 영양공급이 보행속도와 계단을 오를 수 있는 능력에 미치는 영향을 평가하였다. 세기의 감소와 영양저하는 무기력을 촉발시키고 계단 오르기와 보행속도에 역효과를 가져온다. Bendall(1989)은 보행속도의 변화 중 남자에게서는 신장, 후하퇴근의 근력, 건강문제의 존재여부에 따라 달라질 것으로 예측하였다. 보행속도는 여성인 경우 신장, 후 하퇴근의 근력, 다리 통증에 따라 속도가 달라질 것이라고 하였

다. 이 두 경우에서 속도변화 중 13%가 단지 후 하퇴근의 근력에 따라 달라진다고 하였다. 그는 또 보행속도가 대상자 중 매년 0.7%씩 감소하였다고 하였다.

하지의 근력감소는 낙상의 위험성 증가를 가져오게 되어 가정에서의 간호(Guralnik, 1994)가 필요하게 된다(Whipple et al, 1987; Wolfson et al, 1995). Brown(1995)는 노인을 대상으로 우선 보행속도, 5분간의자에서 일어서는 횟수, 장애물 코스를 완료하는데 걸리는 시간을 측정하였다. 또한, 고관절신전, 고관절외전근, 슬관절 신전근, 족관절 족저굴곡근 및 족배부굴곡을 hand-dynamometer를 이용하여 측정한 결과, 각 근육의 근력과 기능수행 간에 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 각 근육의 근력을 체중에 따라 표준화를 시키면 기능 활동과 상관관계가 있는 것으로 나타났다. Shultz(1995)는 기능수행 작업과 여러 가지 일상생활동작을 수행하는데 요구되는 힘에 대하여 생체역학적 측면에서 광범위한 고찰을 통해 기능수행과 힘에 대한 연구를 실시하였으며, 그 결과 작업수행을 위하여 요구되는 힘은 크기가 중요하지 않고 신속히 힘을 발생시킬 수 있는 능력이 중요한 요인이라고 보고하였다. Chen(1991)은 염력 발생율이 감소되면 대상자들은 회복할 수 없게 되고 곧 넘어지게 된다고 하였으며, 이는 Thelen(1989)에 의해 더욱 지지를 받게 되었다. 염력이 증진되는데 필요한 평균시간이 젊은층과 노년층간에는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 염력의 총체적 양을 결정하고 자할 때는 유의한 차이가 있다고 하였다. Fiatarone(1994)는 치료적 조정에 대한 연구

를 평가하기 위하여 기능수행평가(보행속도, 네 계단 오르기, 일어서기)를 사용하였지만 노인들이 독립적으로 평가할 수 있는 기능수행요구를 대표하지는 못하고 있다.

Ettinger(1997)는 호기성운동, 저항운동, 그리고 건강교육프로그램, 신체기능의 수행평가, 공기수용능력, 슬관절 근력, 그리고 골성관절염 군에서 반사선학적 소견을 통해 효과를 비교를 하였다. 저항훈련군과 호기성훈련군이 신체기능 측정 항목 중 계단 오르기를 제외한 모든 항목에서 건강교육군에서 보다 유의하게 수행능력이 좋아졌다. 호기성훈련과 저항훈련을 받은 실험군과 건강교육군과 비교해서 슬관절 굴곡근의 근력의 증가가 유의하게 나타났다. 그러나 슬관절 신전군에서는 유의하지 않았다.

2) 고유 감각이 기능수행에 미치는 영향

노화에 따른 고유감각손실과 기능수행능력의 관련성에 대해 지금까지 잘 정리되지 못하였다. Sainburg(1995)는 선별적으로 직경이 큰 감각신경섬유 질환을 가지고 있는 환자는 여러 관절운동을 수행하는데 매우 어려움이 나타난다고 보고하였다. 고유감각은 위치감각으로, 세분하여 정지된 위치감각과 역동적인 위치감각 또는 운동감각으로 나눈다. 고유감각은 기능적 작업을 성공적으로 완료시킬 수 있도록 복잡한 일련의 연결망으로 구성되어있다. Pai(1997)는 두뇌관절의 위치변화와 노인들 자신이 알고 있는 신체적 기능수행을 인식할 수 있는 역치 값 사이에 어느 정도 관계가 있다고 보고하였다. Marks(1994)는 중증 골성관절염 여성을 대상으로 네 계단을 오르내리는 위치감각연

구에서 유의한 관계가 있음을 보고하였었다. 또한 네 계단을 오르내리는 시간과 통증과도 유의한 관계가 있다고 하였다. Marks는 고유감각을 증진시키는 노력이 계단을 오르내릴 때 발생하는 통증을 치료하는데 합리적 일 것이라는 결론을 내리게 되었다.

DeCarlo(1986)는 고유감각 입력이 족관절에 국한될 때 기능적 수행에 있어 불이행이 나타난다고 하였다. Hoffman(1995)는 생체역학적으로 족관절 기구로 훈련받은 대상자들은 자세가 흔들리는 동요가 감소한다고 하였다. 고유감각 훈련이 한쪽 다리가 지면에 닿고 있는 동안 전·후 및 내·외측으로 흔들리는 동요를 감소시킨다고 하였다. 또한 족관절 염좌를 유발하는 족관절의 기능장애를 물리치료를 통해 회복시킬 수 있다고 하였다(Garn & Newton, 1988; Tropp et al, 1984).

3) 고유감각과 근력의 수정

Frontera(1988)는 근력강화를 위해 여성 노인을 대상으로 양측 하지의 슬와근과 대퇴사두근 강화를 위한 12주간 저항훈련 프로그램을 실시하였다. 대상자들을 훈련시키는데 1회 최대 반복할 수 있는 힘 중 80%의 세기로 훈련 시켰다. 12주 말에서 1회 최대 반복 검정은 슬관절 신전근에서 107% 증가를 보였고, 슬관절 굴곡근에서 226% 증가를 각각 보였다. 컴퓨터단층촬영을 통해 대퇴부 전역에 분포하고 있는 근육에서 11.4%가 증가 된 것으로 보고되었다. 또한 대퇴사두근에서 9.3% 증가된 것으로 나타났다. 대퇴부 외측광근에서 생검을 하여 분석한 결과 I형 섬유면적이 33.5% 증가하

였고 II형 섬유면적이 27.6%증가하였다. 훈련을 통한 I형에 대한 II형으로의 변화율은 찾아볼 수가 없었다. Morganti(1995)도 여성을 대상으로 한 실험에서 유사한 효과가 나타난 것으로 보고하였다.

Connelly(1997)는 8주간 저 강도 근력강화 프로그램을 실시하여 노인들의 근육이 근력을 강화시킬 수 있는 능력을 회복할 수 있지만, 훈련을 정지함으로써 오는 근력강화 감소를 예방하지는 못하는 것을 밝혀내었다. 노인들에 있어 고유감각 손상이 한 관절에 한정되어 있지 않기 때문에 국소적인 훈련 방법은 최고의 치료방법이 될 수 없다. 따라서 반응을 전체적으로 가져올 수 있는 훈련방법이 노인들에게 있어서 국부적인 훈련 방법보다 효과적이고, 보다 기능수행에 긍정적인 영향을 미치게 된다. 노인 연령에서 발생하는 복합적인 근육과 감각손상은 고유감각의 회복하기 위한 획기적인 접근방법이 요구된다. 그러나 젊은 운동선수들에게서 고유감각 손실을 획득하기 위하여 고안된 운동은 한정된 근력을 갖고 있는 노인들에게서는 사용하기가 어렵다. 노인 환자들로 하여금 긍정적으로 기능수행에 영향을 미칠 수 있는 고유감각을 향상시킬 수 있는 보다 일반적인 운동방법이 개발되어져야한다. 해부학적으로 많은 수의 고유감각에 대한 신경수용기가 근육내 근방추 형태로 위치하고 있다. 근방추의 추내섬유는 본래 수축성이고 근육길이에 영향을 주며 근육의 길이변화에 영향을 미친다. 수축성 구성에 영향을 미치는 저항훈련의 효과는 잘 알려져 있지 않지만 대부분 저항훈련이 수축성에 관여하고 있다고 제시하고 있다.

Mortitani(1979)는 저항훈련 프로그램 처음 3~5주에서 신경의 적응에 가장 큰 변화가 발생한다고 하였다. 신경의 적응은 일반적으로 수축성을 반사운동을 촉진시키고, 신경의 탈 억제제를 감소시키는 저항운동으로 발생한다(Brook et al, 1996). 이들의 적응은 고유감각의 변화로 인해 발생한다고 본다. 저항운동으로 고유수용성 감각을 향상시키는 또 다른 가능성은 자체적인 저항운동 형태가 아닌 저항훈련형태의 반복적인 운동을 통해 실시하는 것이다. Meeuwsen(1993)는 관절의 반복운동이 족부의 위치감각을 향상시킨다고 하였다. 족부훈련은 반복운동이 필요하고 만약 이들 훈련을 통해 고유감각이 증진된다면 향상된 고유감각을 설명할 수 있다.

III. 결론

노화로 인한 기능적 수행능력감소는 궁극적으로 독립적이지 못한 활동을 유발할 것이며, 수행기능의 감소는 천천히 진행하지만, 다른 노인질환과 복합적으로 유발될 경우 더욱 심각한 문제를 가져올 수 있다. 이러한 수행능력의 감소에는 다양한 요인이 관여하지만 특히, 근력과 고유감각의 저하는 이동성의 감소나 전도의 위험을 증가시킨다. 따라서 본 연구에서는 문헌적 고찰을 통해 노화에 의한 근력과 고유감각의 변화 및 기능적 수행능력에는 상관성이 있으며, 저항훈련을 통해 근력과 고유감각 기능을 향상시키면 기능적 수행능력이 증진될 수 있다는 결론을 얻었다.

참고문헌

김선엽, 강희양 : 건강관리 프로그램이 노인의 건강관리에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 5(2);47-64, 1998.

보건복지부 : 보건복지통계연보. 제41호. No 1. 1995.

신재신 : 노인의 근관절운동이 자가간호 활동과 우울에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 박사학위논문. 1985.

Asmussen E., and Nielsen K. : Isometric muscle strength in relation to age in men and women. Ergonomics. 5;167-9, 1962.

Bassey EJ., Fiatarone MA., O'Neil E.F. et al. : Leg extension power and functional performance in very old men and women. Clin. Sci. 82;321-27, 1992.

Bemben MG., Massey BH., Bemben DA. et al. : Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20 to 74 year old men. Med Sci Sport Exerc. 23(11);1302-10, 1991.

Bendall MJ., Bassey EJ., Person MB. : Factors affecting walking speed of elderly people. Age Aging. 18;327-32, 1989.

Branch LG. : Understanding the health and social service needs of people over age 65. Cambridge: Center for survey research of the University of Massachusetts and the joint Center for Urban Studies of MIT and Harvard

University. 1977.

Brown M., Sinacore DR., Host HH. : The relationship of strength to function in the older adult. J Gerontology. 50A;55-59, 1995.

Chen HC. : Biomechanical analyses of human falls responses. Unpublished doctoral dissertation, University of Michigan. 1991.

Clement FJ : Longitudinal and cross-sectional assessments of age changes in physical strength as a relationship to sex, social class, and mental ability. J Gerontology. 29;423-9, 1974.

Connelly DM., Vandervoort AA : Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women. J. Orthop. Sports Phys Ther. 26(6);340-346, 1997.

DeCarlo M., Talbot R. : Evaluation of ankle joint proprioception following injection of the anterior talo-fibular ligament. J. Orthop Sports Phys Ther. 8;70-76, 1986.

Ettinger WH., Burns R., Messier SP. et al. : A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in order adults with knee osteoarthritis. JAMA. 227;25-31, 1997.

Fiatarone MA., O' Neill ER., Ryan ND. et al. : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. N Engl J Med.

330;1769-1775, 1994.

Flynn MA., Nolph GB., Baker AS. et al. : Total body potassium in aging humans: a longitudinal study. *Am J Clin Nutrition.* 50(4);713-17, 1989.

Frontera WR., Meredith CN., O'Reilly KP. et al. : Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol.* 64(3);1038-44, 1988.

Garn S., and Newton R. : Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther.* 68;1667-71, 1988.

Gilting MG., Van Den Bosch CG., Lee SG. et al : Association of age with the threshold for detecting ankle inversion and eversion in upright stance. *Age Aging.* 24;58-66, 1995.

Guralnik JM., Simonsick EM., Ferrucci L. et al : A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontology.* 49;M85-94, 1994.

Hoffman M., Payne VG. : The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 21;90-93, 1995.

Hughes MA., Meyers BS., Schenkman ML. : The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *J Biomechanics.* 29;1509-13, 1996.

Larsson L., Grimby G., Karlsson J. :

Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol.* 46;451-6, 1979.

Marks R. : An investigation of the influence of age, clinical status, pain and position sense on stair walking in women with osteoarthritis. *Int J Rehab Research.* 17;151-58, 1994.

Meeuwssen HJ., Sawicki TM., and Stelmach GE. : Improved foot position sense as a result of repetitions in older adults. *J Gerontology.* 48(3);137-41, 1993.

Mendelson DN., and Chwartz WB. : The effects of aging and population growth on health care costs. *Health Affairs.* 12(1);119-125, 1993.

Morganti CC., Nelson ME., Fiatarone MA., et al. : Strength improvements with one year of progressive resistance training in order women. *Med Sci Sports Exerc.* 27(6);906-12, 1995.

Mortitani T., DeVries H. : Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med.* 58(3);115-129, 1979.

Novak LP. : Aging, total body potassium, fat free mass, and cell mass in males and females between ages 18 and 85 years. *J Gerontology.* 27;438-43, 1972.

Pai YC., Rymer WZ., and Chang RW. : Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. *Arthritis and Rheumatism.* 40(12);2260-65, 1997.

Riley PO., Schenkman ML., and Mann

RW. : Mechanics of a constrained chair rise. *J Biomechanics*. 24;77-85, 1991.

Rowland D., and Lyons B. : Medicare's Poor: a background report on filling the gaps in medical coverage for low-income elderly Americans. The Commonwealth Fund. Baltimore, Md. Commission on Elderly People Living Alone. 1988.

Ryan RJ., Williams JD., and Ansell BM. : The relationship of body composition to oxygen consumption in healthy and wasted men. *Metabolism*. 6;365-77, 1957.

Schick FL. : Statistical Handbook on aging Americans. phoenix, AZ. Orynx Press. 1986.

Sainburg RL., Ghilardi MF., Poizner H. : Control of limb dynamics in normal subjects and patients without proprioception. *J Neurophysiology*. 73;820-30, 1995.

Schultz A. : Muscle function and Mobility Biomechanics in the elderly: an overview of some recent research. *J*

Gerontology. 50A;60-3, 1995.

Skinner HB., Barrack RL., and Cook SD. : Age-related decline in proprioception. *Clin Ortho and Related Research*. 184;208-11, 1984.

Tropp H., Ekstrand J., and Gillquist J. : Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *Am J Sports Med*. 12;185-88, 1984.

Tzankoff SP., and Norris AH. : Effects of muscle mass decrease on age related BMR changes. *J Appl Physiol*. 43(6);1001-6, 1977.

Whipple RH., Wolfson LI., and Amerman PM. : The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc*. 35;13-20, 1987.

Wolfson L., Judge J., Whipple R., et al : Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol*. 50(A);64-7, 1995.