

노인의 낙상과 연관된 위험요소와 균형 측정 방법

이윤경 · 배성수¹

대구대학교 대학원 물리치료전공, ¹대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

Risk Factors and Methods in Balance Assessment Associated with Fall in Older Adults

Yun-kyung Lee, P.T., ¹Sung-soo Bae, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, Graduate School, Daegu University

¹Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to determine risk factors and methods in balance assessment associated with fall in older adults.

Methods : This article describes many of the tools that can be used to evaluate the physical parameters associated with fall risk in older adults.

Results : Composite ratings of performance(Tinetti balance assessment, Guralnik test battery, Berg balance scale, modified-physical performance test) measures the score compounding the balance measure to determine fall risk. Static balance instruments are composed of FICSIT-4 that measures the ability of maintaining foot positions and CTSIB that measures postural stability. Dynamic balance instrument is composed of functional reach test. To measure walking velocity and mobility, 8-foot up-and-go test and walking around two cones are used. We can use 1-RM and to measure muscular strength, isokinetic dynamometry, and 30-second chair stand to measure lower extremity muscle strength.

Conclusion : The described instruments are easy to use and widespread. To select and use these tool kits carefully is considered to be helpful in identifying those who are most likely to fall. The final part of the article includes a brief discussion of the potential role of exercise training interventions to improve these physical parameters and prevent falls.

Key Words : Fall, Instrument, Older adults, Risk factors

I. 서 론

노화와 연관된 가장 중요한 합병증 중의 하나가 낙상이며, 이것은 골절, 운동성 감소, 낙상에 대한 두려움, 심지어 죽음과 같은 다양한 문제로까지 이를 수 있다(Blake 등, 1988; Tinetti 등, 1988). 노인에게서 낙상과 연관된 손상은 전 세계적으로 중요한 문제이며, 손상 비율은 계속해서 증가하고 있다(Kannus 등, 1999). Gryfe 등(1977)은 65세 연령 이상 노인의 45%는 해마다 최소한 한 번의 낙상을 경험할 것이며, 많은 노인들은 반복적으로 낙상할 것이라고 보고하였다. Campbell 등(1981)은 65세 이상 연령의 3분의 1이 매년 낙상을 경험하고 80세 이상 연령의 절반이 일 년에 최소한 한 번의 낙상을 경험한다고 보고하였다. 노인 낙상 방지 지침서(guideline for the prevention of falls in older persons, 2001)에 의하면 미국에서는, 낙상이 모든 요양소 입원의 40%를 차지하는 원인이며 죽음의 5번째 주원인이라고 밝혔다. 낙상자의 절반은 보조 없이는 일어 설 수 없으며(Tinetti 등, 1993), 낙상자들은 또한 앞으로의 낙상에 대한 두려움으로 활동이 현저히 감소할 수 있다(Nevitt 등, 1991). 낙상의 다양한 합병증으로부터의 비용은 노인들 사이에서 낙상이 비용이 많이 드는 손상이라는 것을 의미한다(Rizzo, 1996).

측정 되어야 할 다양한 낙상 위험 요소들이 있기 때문에, 낙상에 대한 개인의 위험을 판정하는 것은 어려운 일이다. 가장 심각한 낙상 위험요인들 중 하나는 낙상 병력이다. 만약 이미 한 번 낙상한 경험이 있다면, 연속적인 낙상을 경험 할 가능성이 더 크다(Campbell 등, 1989; Cummings 등, 1988; Janken 등, 1986; Kennedy 등, 1987; Nevitt 등, 1989; Speechley 등, 1988; Tinetti 등, 1986).

낙상의 위험 요소들에는 여러 가지가 있다. 낙상은 Rogers 등(2003)에 의하면 노화, 질병, 약물치료 등에 의한 내부적 요인과 환경과 연관된 외부적 요인들(표 1)과 연관된 다양한 생리적 요인들로부터 기인된다. 낙상 위험과 연관되는 것으로 보이는 생리적 요인들에는 자세를 유지하는 능력(Nevitt 등,

1989; Tinetti 등, 1988), 증가되는 자세 흔들림(Brockehurst 등, 1982; Campbell 등, 1989; Nevitt 등, 1989; Overstall 등, 1977), 감소된 동적 균형(Nevitt 등, 1989; Tinetti 등, 1988; Williams 등, 1986; Wolfson 등, 1986), 감소된 보행 속도(Campbell 등, 1989; Hinman 등, 1988; Leon 등, 1990; Nevitt 등, 1989), 감소된 운동성(Campbell 등, 1989; Nevitt 등, 1989; Williams 등, 1986), 감소된 슬관절, 고관절, 족관절 근력, 그리고 의자에서 일어서기의 어려움(Campbell 등, 1989; Nevitt 등, 1989; Tinetti 등, 1988)이 있다. 이러한 요인들 중 어떤 것이라도 낙상을 일으킬 수 있다.

건강 전문가로서, 물리치료사들은 균형 문제를 인식하고 치료하는데 특별한 관심을 가지고 있다(Berg 등, 1997). 그래서 물리치료사들은 환자를 평

표 1. 노인 낙상의 내부적(나이의 연관된 노화) 요인과 외부적(환경) 요인

내부적 요인

시력, 거리지각, 주변시 감퇴
전정계 손상
촉각과 진동각 감소
정적, 동적 균형 감소
걸는 속도 감소
운동성 결핍과 보행 장애

하지 근력 감소

반응 시간 감소
급성 질병
감각, 신경학, 인지, 그리고 근육 기능에 영향을 끼치는 질병(파킨슨 병, 치매)
인지 장애
과량 투약, 특히 4가지 혹은 그 이상의 약 처방

외부적 요인

불충분한 빛 밝기
집 안과 밖 계단 손잡이의 부족
바닥 위 코드와 전선
변기와 욕조 주변 손잡이 부족
욕조 바닥에 미끄럼 방지 타일의 부족
너무 낮은 변기 시트
광나거나 왁스칠한 바닥
너무 낮거나 튼튼하지 않은 가구
보도의 갈라진 틈과 용기
얼음과 눈
보조기와 지팡이 혹은 워커 사용

가하고, 치료 결과를 측정하고, 어떤 사람들이 낙상의 위험 요소를 가지고 있는지 예견하는 방법을 필요로 한다. 그러나 특히 낙상을 예견하기 위해 적절한 테스트를 선택하는 것은 어려운 일이다. 비록 많은 테스트들이 수행 레벨을 구별하고, 낙상자와 비낙상자를 구별하지만, 거의 미래의 낙상을 예견하지 못하는 것으로 보여져왔다(Huxham 등, 2001).

낙상과 연관된 균형 측정 방법을 선택하는 것은 복잡한 일이다. 그럼에도 불구하고, 낙상 위험과 균형 수행에 초점을 둔 다양한 측정 도구들이 개발되어왔다. 많은 다양한 측정법들이 연구 목적을 위해 개발되었으나, 길이, 복잡성, 안전에 대한 염려 그리고 장비 요구 때문에 노인들이 사용하기에 적합하지 않다. 그러나 많은 테스트가 노인 인구에 성공적으로 사용되어 왔다. 노인 인구에 이런 테스트 사용의 관심이 증가하는 것은 신체 수행의 제한이 낙상을 야기하거나 특정한 일상생활 활동을 수행하지 못한다는 것을 나타낸다. 낙상에 기여하는 생리 시스템의 더 나은 이해가 연구자들이 노인의 낙상 위험을 효과적으로 감소시키는 중재를 개발시킬 수 있는 가장 좋은 방법이다(Rogers 등, 2003).

낙상 위험과 연관된 신체 측정 방법의 평가에는 두 가지 형태가 있는데 (1) 수행 등급이 있는 활동을 하는 참가자 관찰 측정과 (2) 장비에 기초한 (equipment-based) 수행 측정 방법이 있다.

Rogers(2003)에 의하면 관찰적 측정의 주관적인 측정방법은 장비에 기초한 측정 방법과 비교하여 데이터의 신뢰도에 제한이 있다. 그러나 장비에 기초한 평가는 보통 장치 구입과 유지비 때문에 더 비싸며, 게다가 장비는 운반하기 쉽지 않아서 개개인이 테스트 받기 위해 실험실로 와야만 하는 단점이 있다고 하였다.

측정법을 선택 할 때는 측정 타입뿐만 아니라 다차원적 측정도구와 단일 요소 측정도구를 구별해야만 한다. 다차원적인 도구는 다양한 신체 특징을 측정하고 모든 기능적인 측면에 대한 총점을 제공한다. 종종 연구자나 임상인은 하나 혹은 단 몇 가지의 기능에 초점을 맞춘 도구를 선택하길 선호한다. 많은 측정도구는 제한된 수행 범위를 나타내는 척도를 사용하며 임상적으로 의미 있는 변화를 감지

하지 못할 수 있다(Rogers 등, 2003).

균형 감각 감소, 보행 장애, 근력 약화, 의자에서 일어서기의 어려움, 그리고 다른 손상들은 노인의 낙상 위험을 증가시킨다. 낙상 위험에 있는 노인을 분별하기 위해, 신체 수행을 정확히 측정하는 도구들이 필수적이다. 측정 도구들은 FICSIT-4, four square step test(FSST), 기능적 뻗기 테스트(functional reach test), 6-minute walk test, modified-physical performance test, dynamic gait index, Tinetti balance assessment, Guralnik test battery, Berg balance scale, timed up & go test(TUG), activities-specific balance confidence (ABC) scale, walking around two cones test 등인데, 아래에 기술된 도구들은 노인에게 주로 사용되고 있는 것들이다.

II. 균형 평가

1. 혼합 수행 등급

많은 평가는 낙상에 대한 위험을 결정하기 위해 보행과 운동성의 측정과 더불어 균형 측정을 혼합하는 경향이 있다. 많은 평가들이 각각의 과제에 점수를 매기게 된다(예, 0=수행할 수 없음, 1=수행할 수 있지만 눈에 띄게 불안정함, 2=주저하지 않고 수행함). 그리고 참가자의 낙상 위험을 나타내는 총점을 계산한다.

1) Tinetti Balance Assessment

Tinetti Gait and Balance Assessment(Tinetti, 1986)는 앉기에서 서기, 서기에서 앉기, 정적 균형 활동, 외부 동요에 대한 균형능력과 같은 기술을 측정하는 항목을 포함한다. 또한 보행의 시작, 보장과 스텝 길이, 보행 대칭성과 연속성, 다른 보행 변수들을 측정한다. 각각의 항목은 0에서 2까지의 점수를 받게 되고, 가장 마지막 균형 측정 점수가 합계된다.

2) Guralnik Test Battery

Guralnik Test Battery는 3가지 항목으로 구성되어 있다: 정적 균형, 의자에서 일어나기 능력, 그리고 보행 속도(Guralnik 등, 1994). 각각의 항목은 0에서

4가지로 등급화되어 있다. 정적 균형은 다른 세가지, 즉 나란히 서기(side by side stance), 반-세로 나란히 서기(semi-tandem stance), 세로 나란히 서기(tandem stance)의 점진적으로 움직이기를 사용하여 측정된다.

의자에서 일어나는 능력을 테스트하기 위해서, 참가자는 벽에 일자 등받이 의자를 밀착시킨 상태에서 가슴 위로 팔짱을 끼고 앉기를 요구받는다. 만약 참가자들이 이 과제를 성공적으로 수행한다면, 그들은 연속적으로 가능한 한 빨리 5번 일어서기와 앉기를 요구받는다. 시간측정은 시작신호로부터 시작하고 5번째 서기의 끝에서 마지막 서기 자세에서 마지막 측정한다.

보행 속도를 측정하기 위해서, 대상자는 그들이 일반적으로 요구하는 보행 보조 수단을 사용하여 정상 속도로 8피트 거리를 걷도록 지시받는다.

3) Berg Balance Scale

Berg Balance Scale은 균형 측정을 평가하기 위해서 가장 많이 사용되어온 평가 도구이다. 이것은 매일의 삶에서 흔히 행하는 과제를 지향한 14개의 항목을 포함한다(Berg 등, 1992). 이 테스트는 점점 더 어려운 움직임을 수행하는 능력을 평가한다. 과제는 앉은 자세에서 발 교대로 서기, 한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서기, 한 다리로 서기까지 진행된다. 자세를 바꾸는 능력 또한 측정된다. 각각의 과제는 0에서 4까지의 척도로 등급화 되고 총점은 56점이다.

4) Modified-Physical Performance Test

이 테스트는 실험대상자들의 다음의 9가지 신체 수행을 측정하는 도구이다. 정적 균형 서기(나란히 서기, 반-세로 서기, 세로로 서기), 의자에서 일어나기, 책 들고 선반 위에 놓기, 상의 입고 벗기, 바닥에서 동전 줍기, 360도 돌기, 50보 걷기 테스트, 한 계단 오르기, 계단 오르기. 점점 더 어려운 수행 과제를 대상자들에게 제공하며, 총점은 36점이다(Dennis 등, 2004).

2. 수행 평가

1) 정적 균형 측정

낙상은 정적 균형 감소와 연관된다. 정적 균형은 자세로 지지기저면내에 중력 중심을 두어 신체가 움직이지 않게 자세를 유지하는 능력이다(배성수 등, 1992).

정적 균형은 발의 자세를 유지하는 능력(Nevitt 등, 1989; Tinetti 등, 1988)과 자세 동요(Brocklehurst 등, 1982; Campbell 등 1989; Navitt 등, 1989; Overstall 등, 1977)에 의해서 결정된다. 정적 균형은 기저면이 고정되어 있을 때 측정되고, 보통 자세 동요(postural sway)측정을 통해 결정된다. 자세 동요 평가는 압력 중심(center of pressure)과 가만히 서있기(quiet standing) 동안 압력 중심이 어떻게 변하는지를 결정한다. 누구나가 완전히 정지된 상태로 서있기란 불가능한 일이다. 가만히 서있기 동안, 사람은 앞으로, 뒤로, 옆으로 흔들릴 것이며, 이런 움직임들은 자세 동요 측정 동안 측정된다.

Overstall와 그의 동료들의 연구(1977)에서, 그들은 60세에서 96세의 노인들 사이의 정적 균형 측정에서, 일 년에 5번 이하 낙상한 노인과 5번 이상 낙상한 노인의 정적 균형에서의 차이를 보았다. 5번 이상 낙상한 노인이 5번 이하로 낙상한 노인들보다 자세 동요가 더 심한 것으로 나타났다. 이렇게 정적 균형은 낙상 위험 요소를 가진 노인을 결정하기 위한 가치 있는 요소이다.

(1) 다양한 발의 자세 유지하기

노인들은 한 다리로 서기를 할 때와 같이 기저면이 줄어들면, 자세적 안정성의 감소를 보인다. 한 발로 서기 자세는 20~40% 한 발 서기를 요구하는 계단 오르기와 걷기를 하는 동안 사용되기 때문에 중요하다(Hasan 등, 1990).

정적 균형은 보통 세 가지 다른 점진적으로 더 어려운 발의 자세를 사용하여 평가된다(Guralnik 등, 1994). (a) side-by-side stance: 발을 나란히 붙인 상태에서, (b) semi-tandem stance: 반대 발의 엄지발가락 쪽에 발뒤꿈치 닿기, (c) tandem stance: 다른 발 앞에 발뒤꿈치 일직선으로 닿기. 정적 균형 테스트를 하는 균형 측정 도구 중 FICSIT-4(Failty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques)

가 있다(JE Rossiter-Fornoff 등, 1995). FICSIT-4 균형 측정 도구는 다양한 발의 자세로 구성되어 있다. 나란히 서기(parallel), 반-직렬로 서기(semi-tandem), 직렬로 서기(tandem), 한 다리로 서기(one-legged stance). 이 측정 도구는 총 7문항으로 되어 있다. 각각의 발의 자세(stances)는 두 문항씩 눈을 뜨고, 눈을 감고 10초간 측정한다. 시간 측정은 대상자가 바닥에서 발을 떨어뜨리고, 처음 시작 자세에서 지지하는 발이 움직이거나 혹은 눈을 뜨게 될 때 결정된다.

(2) 자세 동요(postural sway)

자세 동요는 개개인의 압력 중심점의 측정이며 정적 균형 동안 자세 안정성을 결정하기 위해 사용된다. 넓이와 속도에서 자세 동요의 증가는 자세 불안정성의 증가와 연관이 있고 또한 낙상 위험도와도 연관이 있다(Rogers 등, 2003).

정적 균형 측정은 대상자가 눈을 뜨거나 눈을 감은 상태에서 다른 지면 위에 서 있는 동안 행해진다. Nashner(1982)는 자세 지남력(orientation)을 위한 감각 신호를 조직적으로 제어함으로써 자세조절을 위한 감각의 상호작용(interaction)을 검사하는 것을 개발하였다. 감각 입력은 제거되거나 혹은 대상자들에게 부정확한 지남력(orientation) 정보를 제공하였다. 자세 동요는 다음의 6가지 상태로 측정되었다. (1) 눈 뜨고 조용히 서기; (2) 눈 가리고 서기(시각 정보 차단); (3) 눈 뜨고 머리에 시각적 차단 돔을 쓰고 서기; (4) 자세 동요를 일으키며 움직이는 플랫폼 위에 서기; (5) 눈 가리고 움직이는 플랫폼 위에 서기; (6) 머리에 시각적 차단 돔 쓰고 움직이는 플랫폼 위에 서기. 2번 상태에서, 대상자는 서서 눈을 가려 시각적 정보가 차단되도록 한다. 3번 상태에서, 돔은 대상자가 흔들릴 때 움직이고 그래서 눈은 움직임을 감지하지 못한다. 몸이 실제로 움직이고 있기 때문에, 시각 체계는 자세 동요에 관한 부정확한 정보를 주고 있다. 그래서 시각체계와 발목에서의 움직임을 감지하는 수용기 사이에 상호감각(intersensory) 충돌이 있다. 전정 기관이 이 충돌을 해결할 수 있고, 이 세 가지 상태에서 정상 대상자는 거의 흔들리지 않는다. 4번 상태에서 대상자가 서 있는 플랫폼은 자세 동요와 연관하여 움직인다.

그래서 보통 환경에서 만약 몸이 앞으로 흔들린다면 발목이 상대적으로 배측굴곡이 될 것이다. 그러나 실험 환경에서 플랫폼은 몸이 앞으로 기울면 저측굴곡으로 회전하여 배측굴곡이 일어나지 않는다. 5번 상태에서 대상자는 눈을 가려 시각을 차단하고 플랫폼은 부정확한 지면 정보를 제공하기 위해 움직인다. 6번 상태에서 움직이는 플랫폼과 시각적 돔을 혼합하여 대상자가 체성감각과 시각 체계로부터의 부정확한 정보를 받게 된다. 5번째와 6번째 상태에서 자세 동요가 가장 많이 발생하였다.

균형을 위한 감각 상호작용 임상 테스트(clinical test of sensory interaction for balance, CTSIB)는 균형에 대한 감각 입력의 영향을 측정하기 위해 고안된 자세 동요 테스트 중에 하나이다(Nashner 등, 1985). 이 테스트는 대상자가 자세 지남력을 위해 어떤 감각에 의존하는지를 증명하는 데 도움을 준다. 뿐만 아니라 이것은 치료사로 하여금 복잡하고 비싼 기계에 의존하지 않고도 상호감각(intersensory) 충돌을 해결하기 위한 환자의 능력을 테스트하는데 도움을 준다.

2) 동적 균형 측정

동적 균형은 신체가 움직일 때 균형을 유지하는 것으로 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이다(배성수 등, 1992).

또한 동적 균형은 안정성의 동요에 반응하여 변화를 예견하고 근육 활동을 통합하는 능력이다. 동적 균형은 또한 앞으로, 옆으로, 뒤쪽으로 기울여지는 동안 사용된다. 정적 균형은 중요한 기능의 감퇴가 일어날 때까지 노인에게 유지되는 반면, 동적 균형 손실은 더 일찍 발생한다(Hageman 등, 1995).

(1) 기능적 뻗기 테스트(functional reach test)

동적 균형은 기능적 뻗기 테스트를 사용하여 측정될 수 있다(Duncan 등, 1990). 기능적 뻗기는 서기 자세에서 고정된 기저면을 유지하는 동안 대상자가 팔의 길이를 넘어 앞으로 뻗을 수 있는 최대한의 거리이다.

어깨 높이로 벽에 붙여진 야드자를 사용하여, 실

험 대상자가 가까이 서도록 하되, 팔은 짝 펼치고 손은 주먹을 쥔 상태로 벽에 대이지 않도록 한다. 얼마나 많은 중수지질 관절이 야드자와 일직선이 되는지 측정함으로써 시작 자세를 표시한다. 실험 대상자가 측정 도구와 수평으로 가능한 한 앞으로 뻗치도록 지시한다. 자에 대하여 중수지질 관절의 끝 자세를 표시하고, 시작 자세와 끝 자세 사이의 차이를 기록한다. 만약 실험대상자들이 발을 움직인다면, 실험을 다시 시도한다. 낙상을 막기 위해 실험대상자를 보호해야한다. 대상자들에게 두 번의 연습 시도가 주어지고, 부가적인 세 번의 시도가 기록되며 그것의 평균값을 구한다.

6이나 7인치 이하의 점수는 기능적인 균형 제한을 나타낸다. 충분한 기능적인 균형 능력을 가지고 있는 대부분의 건강한 사람들은 10인치나 그 이상 뻗칠 수 있다.

이 테스트의 한계점은 이것이 한 방향으로만 동적 안정성을 측정한다는 것이다. 노인들을 낙상의 위험 요인에 두는 많은 활동들은 외측 방향으로의 움직임과 안정성 한계 밖으로의 움직임을 포함한다. 이 한계점을 극복하기 위해서, 다 방향으로의 기능적 뻗기 테스트가 사용되어야 한다.

(2) 안정성의 한계(limits of stability)

안정성의 한계는 개인이 발을 떼거나 균형을 잃거나 도움을 받기 위해 손을 뻗치지 않고 주어진 방향으로 기울일 수 있는 최대한의 거리를 결정하기 위해 사용되는 비교적 새로운 측정이다(Newton 등, 2001; Wallmann 등, 2001). 안정성의 한계가 감소할수록, 앞으로 기울이기, 뒤로 기울이기, 옆으로 기울이기와 같은 동적인 활동을 하는 동안 균형을 유지하기 위해 사용되는 지지면도 감소하게 된다. 그래서 안정성 한계의 감소는 균형 감각이 개인의 조절영역 밖으로 불안정해져서 낙상을 일으킬 수 있는 상황의 위험성이 증가한다.

측정을 하는 동안, 개인은 컴퓨터 모니터와 마주 보는 플랫폼 위에 서게 된다. 모니터는 중앙 박스를 둘러싸고 있는 타원형 패턴에서 8개의 목표점을 가진 중앙 박스를 보여준다. 이 목표점들은 개인의 안정성의 한계를 나타낸다. 8개의 목표점은 0, 45, 90,

135, 180, 225, 270, 315도로 컴퓨터 스크린에 나타난다. 참가자의 중력 중심은 컴퓨터 스크린에 커서로 나타나는데, 이것은 참가자가 무게 중심을 옮길 때 자유롭게 움직인다. 이 테스트를 시도하기 위해, 참가자는 중앙 박스 안에 커서를 조정하고 유지하도록 지시받는다. 컴퓨터로부터 신호를 듣고 대상자는 가능한 한 빨리 직선 안에 목표점을 향해 움직이고, 5초 동안 그 자세를 유지한다.

이 테스트는 목표를 향한 최초의 이동에 의해 표시된 개인의 자세 조절에 관한 정보와 실제로 움직인 길이를 제공한다. 또한 움직임 속도로 나타나는 움직임의 질과 목표점을 향한 방향의 움직임과 목표점을 벗어난 움직임 비교에 관한 정보도 주어진다.

몇몇 연구만이 안정성의 한계와 그것이 연령에 따라 어떻게 변하는지를 연구하였다. Hageman 등(1995)은 노인그룹과 젊은 성인그룹의 안정성 한계(limits of stability)를 비교하였으며, 젊은 성인이 노인들 보다 훨씬 더 빨리 안정성의 한계 테스트를 수행하였다는 것을 발견했다. 정확성과 속도 둘 다 자세 반응을 위해 요구되는 것이며 정확성과 속도의 감소는 자세 조절을 유지하는 개인의 능력 감소에 기여한다.

3) 걷기 속도와 운동성(walking velocity and mobility)

감소된 걷기 속도(Campbell 등, 1989; Hinman 등, 1988; Leon 등, 1990; Nevitt 등, 1989)와 제한된 운동성(Campbell 등, 1989; Nevitt 등, 1989; Tinetti 등, 1986)은 낙상을 위한 위험 요인으로 생각되어 왔다. 노인에게서 걷기와 운동성 장애는 일반적이다. 걷기 속력은 60세 이후에는 10년마다 12~16% 감소한다고 연구되었다(Hinman 등, 1988). 최소 8%의 시설에 있는 많은 미국 노인 거주자들 혹은 대략 2천2백만 인구가 걷기에 어려움을 가지고 있거나 다른 사람이나 보조 도구의 도움을 필요로 한다(Leon 등, 1990). 제한된 운동성은 종종 영양소와 연관되어 있는데, 시설에 있는 노인의 63%가 움직임의 문제를 가지고 있다(Lair 등, 1990). 게다가, 느린 보행 속도는 다양한 낙상을 경험하는 개개인에게서 보고되어 왔다(Era 등, 1985; Woollacott, 1993).

(1) 걷기 속도

짧은 거리 걷기 시간재기는 기능과 전반적인 신체 수행의 좋은 측정도구로서 걷기 속도를 측정하는 간단한 방법이다(Campbell 등, 1989; Hinman 등, 1988; Leon 등, 1990; Nevitt 등, 1989). 걷는 거리는 테이프 측정으로 측정되고 바닥에 테이프로 표시를 한다. 보통 전방과 거리 끝 둘 다에서 3미터가 측정되고 대상자에게 가속하고 감속하는 충분한 거리를 허용하도록 표시된다. 참여자는 그들이 통상적으로 사용하는 걷기 보조 도구를 사용하여 정상 속도로 걷도록 교육받는다. 시간은 스톱워치를 사용하여 초당으로 측정된다. 시간 측정은 대상자가 시작선을 가로지를 때 시작하고, 대상자의 첫 발이 결승선을 가로지를 때 끝마친다. 대상자는 자신의 보행 속도를 결정하기 위해 한 번의 연습과 세 번의 테스트 시도를 수행한다. 보행 속도의 측정은 수행하기에 매우 간단하며 스톱워치와 측정 테이프만이 요구된다. 이 테스트는 또한 제한된 보행 속도를 결정하기 위해 대상자의 최대 보행 속도로 반복 될 수 있다.

(2) 8-foot up-and-go

8-foot up-and-go 테스트 측정의 목적은 속도, 민첩성, 동적 균형을 포함한 신체 움직임을 측정하는 것이다(Rikli, Jones, 1999). 이 테스트는 대상자가 의자에 완전히 앉고, 허벅지에 손을 얹고 발은 바닥에 편평하게 놓여진 상태로 시작한다. 대상자는 의자에서 일어날 때 의자 팔걸이를 잡는 것이 허용된다. “가시오”라는 신호와 함께, 대상자는 가능한 한 빨리 의자에서 일어나도록 교육받고, 의자로부터 8 피트 앞에 놓여진 원뿔 주위를 돌아, 의자에 원래 위치로 되돌아온다. 대상자에게는 이 테스트의 목적이 가능한 한 빨리 원뿔 주변을 걷고 자리로 되돌아오는 것이라고 말한다. 대상자가 의자로 되돌아올 때까지 “가시오”라는 신호가 주어지는 시간부터 측정된 시간 점수가 기록된다. 대상자는 연습 테스트를 통해 걷기를 허용 받는다. 대상자의 점수는 두 가지 가장 일치하는 시간이 측정될 때 기록된다.

(3) Walking around Two Cones Test

두 원뿔 주변을 걷는 테스트(Osness, 1989)의 목적은 8걸음 업앤고 테스트와 유사하다. 의자의 양 가장자리에 1.8m로 놓여진 원뿔 사이에 위치한 일직선의 의자에 앉은 대상자로 이 테스트는 시작된다. 신호와 함께, 대상자는 의자에서 일어나서 의자의 오른쪽에 있는 원뿔 주위를 걷고, 의자에 완전히 앉은 자세로 되돌아온다. 정지 하지 않고, 대상자는 다른 원뿔 주위를 걷고 완전히 앉은 자세로 되돌아간다. 한 번의 시도는 두 가지 완전한 회전으로 구성된다. 수행 시간은 0.1초 단위로 기록된다. 테스트는 3번 수행되고 가장 빠른 시간이 분석을 위해 사용된다.

4) 근력(muscle strength)

감소된 근력은 낙상에 기여하는 다른 중요한 요인이다(Campbell 등, 1989; Nevitt 등, 1989; Tinetti 등, 1988). 골격근의 수축과 근력 상실을 통한 모든 신체 움직임은 노인의 손상된 균형에 기여하고 낙상 위험을 증가시킬 수 있다. 근육의 힘과 부피는 나이와 함께 감소하는 것으로 나타난다(Porter 등, 1995). 근력이 떨어지면, 집안일을 하고 식료품을 나르는 것과 같은 일상생활 동작을 수행하는 능력이 감퇴된다. 게다가, 감소된 근력은 보행 기능과 운동성에 좋지 않은 영향을 끼친다고 보고되어 왔으며(Bassey 등, 1992; Brown 등, 1995; Wolfson 등, 1990), 보행 기능과 운동성은 주로 노인 인구에서 제한되어 진다. Jette과 Branch(1981)는 75~84세 노인의 23%가 걷기에 어려움을 가지고, 55%가 몸을 쭉그리고, 무릎 꿇고, 웅크리는 데 어려움을 호소하였다. 근력과 낙상과의 연관성에 관한 더 많은 증거가 Wolfson 등(1995)에 의해 제공되었는데, 그는 낙상을 경험한 노인의 하지 근력이 낙상을 경험하지 않은 노인보다 47.9~61.3% 이하라는 보고하였다. 또한 하지와 발목 배측굴곡근 근력이 5번 이하로 균형을 잃은 노인인 비교하여 동적 균형 테스트 동안 5번 이상 균형을 잃은 노인에게서 각각 30%와 39% 낮았다(Judge 등, 1995).

(1) One-Repetition Maximum(최대 반복)

근력은 종종 최대로 수의적 수축을 하는 동안 생

성되는 힘으로서 측정된다. IRM은 가능한 관절 가동범위를 통해 특정 반복 횟수로 근육이 움직일 수 있는 가장 큰 부하의 양이다. 여러 가지 이유에서, 최대 반복(IRM) 테스트는 임상에서 근력을 측정하기 위해 사용된다. 이 테스트는 드는 무게의 절대적인 양을 나타내는 유용성을 제공한다. 그래서 이 테스트의 유용성은 대상자들에게 더 의미가 있다. 게다가, IRM 테스트는 무거운 물건을 옮기는 것과 같은 기능적인 과업을 수행하는 데 필요한 힘을 대표하게 된다.

몇몇 논문은 훈련 프로그램을 하는 동안보다도 IRM 테스트를 하는 동안 더 높은 상해률을 보고하였으며(Pollock 등, 1991), 반면 다른 연구는 객관적인 실험대상자 표준을 설정하는 어려움에 대해 보고하였다(Hurley, 1995). 게다가, IRM 수행은 다른 테스트 보다 더 많은 운동 학습을 요구할 수 있으며, 이것은 테스트 신뢰성에 영향을 끼칠 수 있다.

체중부하훈련 장치의 사용에 대해 지도를 한 후에, 대상자들은 적절한 워밍업과 익숙해짐(familiarization)을 위해 낮은 저항으로 여러 번 운동을 수행해야만 한다. 모든 운동은 못하게 될 때까지 0.25~25 파운드로 무게를 증가시킴으로 반복된다. 대상자가 전 관절가동범위를 통해 무게를 들지 못할 때 실패 하게 된다. 만약 대상자가 운동을 하는 동안 무게를 드는 움직임과 직접적으로 관계가 없는 방식으로 신체 자세를 바꾼다면 무게 들기는 무효가 된다. 신체를 안정화시키기 위해 대상자는 의자 손잡이를 꼭 잡도록 한다. 반복 사이사이에는 대략 45~60초의 휴식이 주어져야만 한다.

(2) Isokinetic dynamometry(동속성 근력계)

동속성 근력계는 IRM 테스트보다 근수축 도구의 더 기능적인 측면을 제공하는 신전과 굴곡의 완전 범위를 통해 근력 정보를 제공한다. 이 동력계는 대상자에 의한 염력(torque)과 상관없이 일정한 속도(예, 30°/s, 60°/s, 180°/s, 240°/s)로의 수축을 허용하는 저항 장치이다. 이 기계는 근육군의 더 나은 분리를 제공할 수 있으며, IRM 테스트 보다 더 객관적인 판정기준을 허용한다. 최고 염력, 총 부하량, 반대근육군의 근력 비율, 그리고 피로율이 컴퓨터

인터페이스를 사용하여 결정될 수 있다.

(3) 30-Second Chair Stand

이 테스트의 목적은 크고 비싼 기계 없이 하지 근력을 측정하는 것이다(Rikli 등, 1999). 이 테스트는 대상자들이 의자에 앉아 등을 곧게 세우고 다리는 대략 어깨 너비로 벌려주고 바닥에 편평하게 놓인 상태로 시작한다. 팔은 가슴 위에 팔짱을 낀 상태를 유지한다. “가시오”라는 신호와 함께 대상자는 완전히 일어선 자세로 일어나고 처음의 앉은 자세로 되돌아온다. 대상자는 30초 안에 가능한 한 완전히 일어서기를 많이 수행하도록 한다. 대상자는 2~3번 연습을 한다. 점수는 30초 안에 완벽하게 일어난 총 개수이다. 만약 대상자가 30초 때 반쯤 일어서기 이상이었던면, 이것 또한 완전히 일어서기로 계산한다.

III. 중재 효과

다양한 신체 활동 프로그램들이 낙상과 연관된 신체적 요인을 향상시키기 위해 사용되어 왔다. 노인을 위한 정기적인 신체 활동의 이익은 과학적 논문에서 널리 증명되었다. 정기적인 운동은 노인층에서 건강과 연관된 향상과 연관되어 있다. 예를 들면, 신체 활동은 의학적 치료를 줄이거나 그 필요를 예방할 수 있거나, 또한 의학적 조치에 중요한 부가 사항일 수 있다. 게다가, 정기적인 신체 활동은 심혈관, 호흡계, 신진대사, 내분비계, 면역계의 기능을 향상시킨다. 이것을 함으로서, 관상동맥 질환과 연관된 낙상을 크게 감소시키고, 당뇨, 골관절염, 골다공증, 비만, 결장암, 말초혈관 폐색증, 관절염, 고혈압과 같은 질병의 진전을 막거나 효과적으로 치료할 수 있다. 정기적인 신체 활동은 또한 몸에 지방 저장을 감소시키고 근력과 지구력을 증가시키고, 뼈를 강화시키고, 정신 건강을 향상시킨다. 이러한 많은 이점은 노인의 균형에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

많은 연구가 균형에 대한 일반적인 운동 프로그램의 효과를 연구하였다. 예를 들면, Cress 등(1999)은 대조군이나 혼합군(에어로빅과 근력 운동군)으로

노인들을 무작위로 할당하였으며, 6개월 훈련 프로그램에서 어떤 그룹에서도 균형 측정에 변화가 관찰되지 않았다. 다른 연구에서, 눈을 감고 한 발로 정적 균형 잡기는 등 신전 운동, 근력 훈련 그리고 유연성 운동으로 구성된 1년간의 훈련 프로그램을 따라 매우 향상되었다(Kronhed 등, 1998).

다른 연구는 더 균형에 초점을 둔 훈련 프로그램을 사용하였다. 한 연구는 유연성 그룹 과 저항 운동, 걷기 운동, 유연성 운동 그리고 자세 조절 타이치(Tai Chi) 운동으로 구성된 혼합군으로 노인을 나누었다. 6개월 훈련 후에 한 다리 서기에서 큰 향상이 혼합군에서 관찰된 반면, 유연성 그룹에서는 어떠한 변화도 관찰되지 않았다(Judge 등, 1993). Wolfson 등(1996)은 4개의 다른 훈련 그룹으로 노인을 나누었다: 근력 훈련 그룹, 균형 훈련 그룹, 균형과 근력 훈련 그룹, 혹은 교육 그룹, 그리고 3개월 전과 후 훈련을 통해 한 발 지지기 균형, 근력, 균형 측정 손상의 변화를 평가하였다. 3개월 훈련 후에 한 발 지지기 시간에 있어서 균형 그룹과 균형과 근력 훈련 그룹 두 그룹에서 큰 향상이 나타났다.

Hu와 Woollacott(1994)은 눈을 뜨거나 감고 흔들리지 않거나 흔들리는 지지면 위에서 균형 훈련하기, 10초 마다 머리를 중앙으로 하거나 뒤로 젖혀서 균형 잡기로 구성된 65세와 90세 사이 노인의 균형 훈련의 영향을 연구하였다. 대상자들은 대조군과 비교해서 훈련그룹에서 눈을 감거나 머리를 뒤로 젖혀서 흔들리는 지지면 위나 흔들리지 않는 지지면 위에 서는 동안 자세 동요가 향상됨을 나타냈다. 훈련 그룹에서 더 나이든 노인들은 훈련 프로그램을 모두 실시하고 4주까지 눈을 뜨거나 감은 상태로 한 발로 서는 능력이 크게 향상되었다. Kronhed 등(2001)은 70~75세 사이 노인의 균형 잡기(예, 의자 주변 천천히 달리기, 머리를 좌우로 움직이기, 뒤로 4발 걷기), 댄스 스텝, 공 운동(예, 던지기, 툭기, 다양한 방향의 공 잡기), 균형 보드, 트램폴린, 균형 볼 그리고 많은 다른 운동들을 포함한 9주간의 다양한 훈련 프로그램의 효과를 연구하였다. 운동군의 대상자들은 대조군과 비교해서 눈을 감고 한 발로 서기, 머리를 회전하고 한 발로 서기 그리고 30미터

걸기에서 큰 향상을 보였다.

공이용, 안정성 운동, 타이치(tai chi), 그리고 다른 균형에 초점을 둔 운동들은 노인의 균형을 향상시키는 것으로 나타난다. 이러한 훈련 프로그램들이 균형 조절에 연관된 특정한 생리적 시스템, 특히 시각계, 전정계, 체성감각계, 그리고 근골격계를 목적으로 하기 때문에 효과적인 것으로 보인다. 그러한 훈련은 일반 운동 프로그램이나 에어로빅, 근력 혹은 유연성 운동으로 구성된 운동 프로그램보다 균형을 향상시키는 데 더 효과적일 수 있다.

IV. 결 론

제시된 도구들은 사용하기에 편하고 널리 사용되는 것들이다. 소개된 도구들을 주의 깊게 선택하고 사용하는 것은 낙상 위험 요소를 가지고 있는 사람들을 구별하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다. 혼합 수행 등급 도구들(Tinetti balance assessment, Guralnik test battery, Berg balance scale, modified-physical performance test)은 낙상 위험성을 결정하기 위해 균형 측정을 혼합하여 점수를 측정하며, 정적 균형 측정 도구에는 여러 가지 발의 자세를 유지하는 능력을 측정하는 FICSIT-4와 자세 동요를 측정하는 CTSIB가 있다. 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력인 동적균형측정에는 기능적 뻗기 테스트가 있다. 걷기 속도와 운동성 측정을 위해서는 걷기 속도를 측정하고 8-foot up-and-go 테스트와 walking around two cones 테스트를 이용한다. 근력 측정을 위해서는 1-RM, 등속성 근력계, 그리고 하지 근력을 측정하는 30-second chair stand를 이용할 수 있다.

참 고 문 헌

- 배성수, 김한수, 이현욱 등. 인체의 운동. 현문사. 1992.
- Bassey EJ, Fiaterone MA, O'Neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and

- women. *Clin Sci*. 1992;82:321-7.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health*. 1992;83: S7-11.
- Berg WP, Alessio HM, Mills EM and Tong C(1997): Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age and Ageing* 26: 261-68.
- Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ et al. Falls by elderly people at home: Prevalence and associated factors. *Age Ageing*. 1988;17:365-71.
- Brocklehurst J, Robertson D, Groom J. Clinical correlates of sway in old age. *Age Ageing*. 1982; 11:1-9.
- Brown M, Sinacore DR, Host HH. The relationship of strength to function in the older adult. *J Appl Physiol*. 1995;50A:55-9.
- Campbell A, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol*. 1989;44: 112-17
- Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, Martinez GS. Falls in old age: a study of frequency and related clinical factors. *Age Ageing* 1981;10:264-70.
- Cress ME, Buchner DM, Questad KA, Esselman PC, deLateur BJ, Schwartz RS. Exercise: effects on physical functional performance in independent older adults. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*. 1999; 54:M242-8.
- Cummings SR, Nevitt MC, Kidd S. Forgetting falls: the limited accuracy of recall of falls in the elderly. *J Am Geriatr Soc*. 1988;36:613-16.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol Med Sci*. 1990;45:M192-7.
- Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol*. 1985;40:287M-95M.
- Frances E Huxham, Patricia A Goldie and Aftab E Patla: Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of physiotherapy* 2001;47:89-100
- Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:664-72.
- Gryfe C, Amies A, Ashley M. A longitudinal study of falls in an elderly population: I. Incidence and morbidity. *Age and Ageing* 1977;6:201-210.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA 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 Gerontol Med Sci*. 1994;49: M85-94
- Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76:961-5.
- Hasan SS, Lichtenstein MJ, Shiavi RG. Effects of loss of balance on biomechanics platform measures of sway: influence of stance and a method for adjustment. *J Biomech*. 1990;23:783-89.
- Hinman JE, Cunningham DA, Rechnitzer PA, Paterson DH. Age related changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20:161-6.
- Hu M, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. *J Gerontol*. 1994;49: M52-61.
- Hurley BF. Age, gender, and muscular strength. *J Gerontol Med Sci*. 1995;50A:41-4.
- Janken JK, Reynolds BA, Swiech K. Patient falls in the acute care setting: identifying risk factors. *Nurs Res*. 1986;35:215-19.
- Jette AM, Branch LG. The Framingham disability

- study: II. Physical disability among the aging. *Am J Public Health*. 1981;71:1211-16.
- Judge JO, King MB, Whipple R, Clive J, Wolfson LI. Dynamic balance in older persons: effects of reduced visual and proprioceptive input. *J Gerontol Med Sci*. 1995;50A:M263-70.
- Judge JO, Lindsay C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther*. 1993;73:254-65.
- Kannus P, Parkkari J, Koskinen S, Niemi S, Palvanen M, Jarvinen M et al. Fall induced injury and deaths among older adults. *JAMA* 1999;281: 1895-9.
- Kennedy TE, Coppard LC. The prevention of falls in later life: a report of the Kellogg International Group on Prevention of Falls in the Elderly. *Danish Med Bull*. 1987;34:1-24.
- Kronhed ACG, Moller M. Effects of physical exercise on bone mass, balance skill and aerobic capacity in women and men with low bone mineral density, after one year of training-a prospective study. *Sand J Med Sci Sports*. 1998;8:290-8.
- Kronhed ACG, Moller C, Olsson B, Moller M. The effects of short-term balance training on community-dwelling older adults. *J Aging Phys Act*. 2001;9: 19-31.
- Leon J, Lair T. Functional status of the noninstitutionalized elderly: estimates of ADL and IADL difficulties(DHHS Publication No. 90-3462). National medical expenditure survey research findings 4, Agency for Health Care Policy and Research. Rockville, MD: Public Health Service, 1990.
- Lair T, Lefkowitz D. Mental health and functional status of residents of nursing and personal care homes. National medical expenditure survey research findings 4, Agency for Health Care Policy and Research. Rockville, MD: Public health Service, 1990.
- Michael E. Rogers, Nicole L. Rogers et al. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Preventive Medicine*. 2003;36:255-64.
- Nashner L, McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci*. 1985; 8135-72.
- Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES. Risk factors for injurious falls: a prospective study. *J Gerontol* 1991;46:M164-70.
- Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black K. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective study. *JAMA*. 1989;261:2663-68.
- Newton R. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. *J Gerontol Med Sci*. 2001;56: M248-52.
- Osness WH. Assessment of physical function among older adults. In: Leslie DK, editor. *Mature stuff: physical activity for the older adult*. Reston, VA: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 1989.
- Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ, Johnson AL. Falls in the elderly related to postural imbalance. *Br Med J*. 1977;1:261-4.
- Pollock ML, Carroll JF, Graves JE, Legett SH, Braith RW, Limacher M, Hagberg JM. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 1991;23:1194-1200.
- Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function, and adaptability. *Scand J Med Sci Sports*. 1995;5:129-42.
- Rikli R, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1999;7:129-61.
- Rizzo JA, Baker DI, McAvay G, Tinetti ME. The cost-effectiveness of a multifactorial targeted prevention program for falls among community elderly persons. *Med Care* 1996;34:954-69.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of

- mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34:119-26.
- Tinetti ME, Liu WL, Claus EB. Predictors and prognosis of inability to get up after falls among elderly persons. *JAMA* 1993;269:65-70.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New Engl J Med.* 1986;80:429-34.
- Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med.* 1986;80:429-34.
- Wallmann HW. Comparison of elderly nonfallers and fallers on performance measures of functional reach, sensory organization, and limits of stability. *J Gerontol Med Sci.* 2001;56:M580-3.
- Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P, Schmidt J, Smyers D. Balance and strength training in older adults: intervention gains and tai chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44:498-506.
- Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol.* 1995;50A:64-7.
- Wolfson LI, Whipple R, Amerman P. Stressing the postural response: a quantitative method for resting balance. *J Am Geriatr Soc.* 1986;335: 845-6.
- Wolfson L, Whipple R, Amerman P, Tobin JN. Gait assessment in the elderly: a gait abnormality rating scale and its relation to falls. *J Gerontol Med Sci.* 1990;45:M12-19.