

운동의 항노화작용

Antiaging and Exercise

진영수 | 울산의대 운동의학과 | Young Soo Jin, MD

Department of Exercise Medicine, University of Ulsan College of Medicine

E-mail : ysjin@amc.seoul.kr

J Korean Med Assoc 2007; 50(3): 240 - 251

Abstract

Aging decreases independent daily activity and reduction in physical activity level by decreasing the functional level of the body. Additionally, a sedentary lifestyle has been confirmed as an important risk factor for chronic disease morbidity and mortality. Although many studies have been performed on the inhibition or prevention policy in aging, physical activity has proven the most effective way to improve loss of muscle strength or each organ hypo-function. The purpose of this article is to describe the aging process patterns including four categories: musculoskeletal system, cardiovascular system, mental condition, and brain function and the relationship of these changes to physical functions and exercise. There is encouraging evidence that moderate exercise or physical activity may provide positive effects in four categories: (1) improvement of strength, endurance, flexibility, and balance; (2) increasing the cardiovascular system; (3) alleviating depression and psychological problems; and (4) decreasing dementia and improvement of cognitive function in elderly people. Exercise or regular physical activity ultimately decreases mortality and leads to an increased life span. The implication for future policy in terms of research, study, and training programs are briefly discussed.

Keywords : Aging; Exercise; Physical activity; Elderly fitness; Sarcopenia; Brain aging

핵심용어 : 운동; 노화; 신체 활동; 노인체력; 근육감소; 뇌 노화

서론

노화는 신체 구성요소들의 큰 변화를 가져온다. 노화가 진행되면 근육의 손실과 함께 체지방과 내장지방이 증가하게 되고 신체 각 요소와 기관의 기능이 저하되면서 인간은 생의 막바지 단계에 도입하게 된다.

또한 노화는 신체활동 수준의 감소, 내분비 기능의 변화, 인슐린 저항성 증가와 함께 인체에서의 단백질 요구량을 증가시킨다. 이러한 노화작용을 억제시키거나 예방하는 방책으로 여러 분야에서 다양한 연구들이 이루어지고 있으나 노

화의 대표적 현상인 근육의 손실이나 기능 저하를 향상시키기 위한 것으로는 운동, 즉 규칙적인 신체활동이 가장 유익한 효과를 주는 것으로 알려져 있으며 인체의 각 기관과 조직들의 운동에 대한 적응성 및 기능 개선을 연구한 자료들이 점차 늘어나는 실정이다.

노인의 레저활동 증가에도 불구하고 교통의 편리 뿐만 아니라 자동화시대에 따라 직업이나 가사 활동에서의 전체적인 에너지 소비량이 줄어들고 있다.

Figure 1에서 화살표의 방향은 노인에게서 점차 늘어나고 있는 노화의 진행, 신체활동량 그리고 다양한 질환과 문

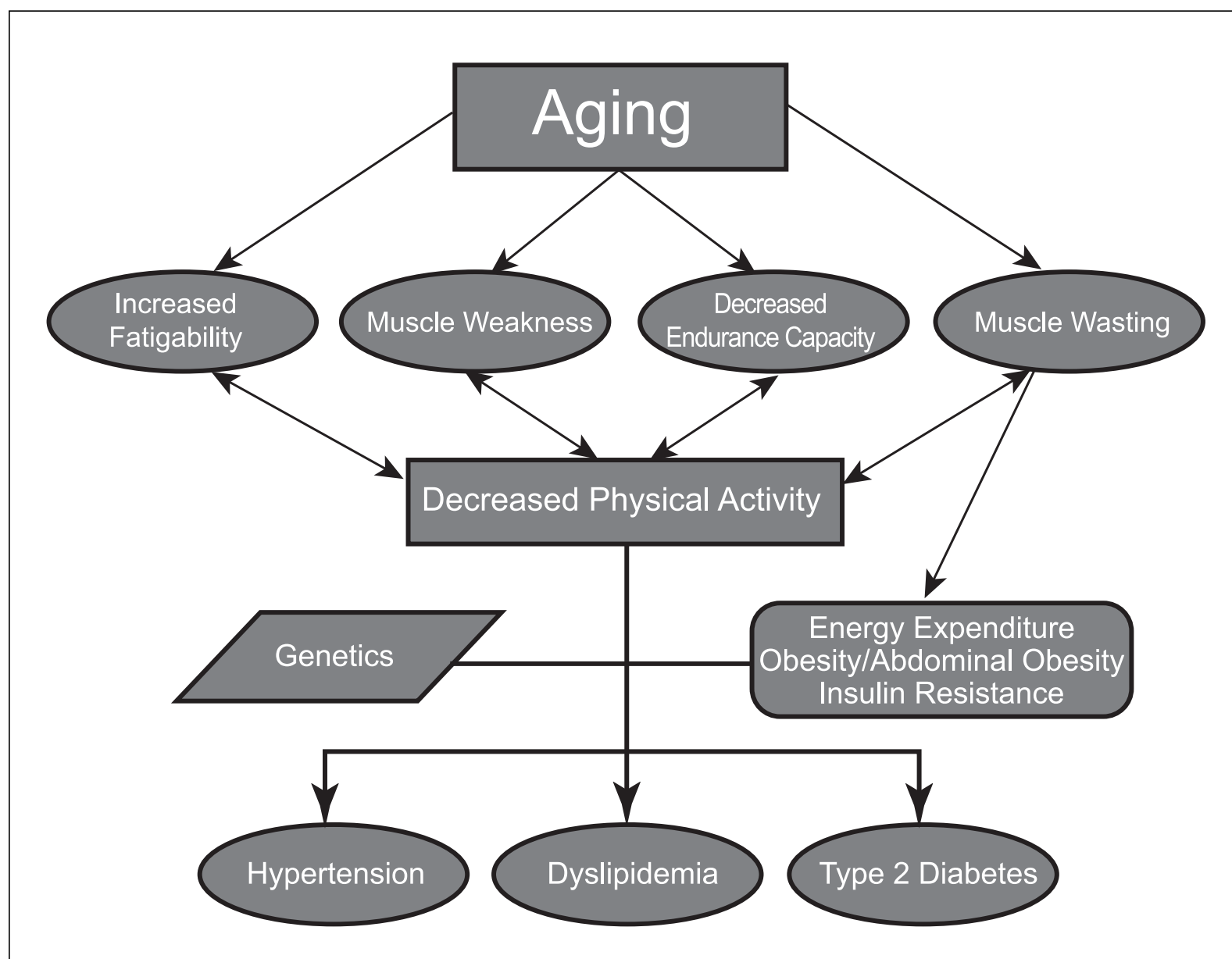


Figure 1. A commonly presented figure showing selected pathways by which changes upon aging lead to disease. All of the arrows in the original figure pointed one way, with increased fatigueability, muscle weakness, decreased endurance capacity, and muscle wasting leading to decreased physical activity, and eventually to disease. The arrows in the middle have been modified to point in both directions, indicating that physical activity itself (independent of aging) causes increased fatigueability, muscle weakness, decreased endurance capacity, and muscle wasting(1)

제점을 나타내고 있다.

미국 스포츠의학회(ACSM)에서는 운동과 신체활동으로 노인의 활동량 감소로 인하여 발생하는 노화반응, 즉 신체의 기능별 저하 현상을 예방하고 감소시킬 수 있다고 보고하였다(2). 그렇다면 운동은 노화가 일어나는 인체의 여러 기관과 조직에서 어떻게 작용하여 노화를 예방하고 개선시킬 수 있는 것인가? 본 논문에서는 근골격계, 심혈관계, 심리상태, 뇌 기능의 큰 4가지 범주에 관한 운동의 항노화작용에 대해 알아보려고 한다.

신체의 노화와 운동

1. 운동과 근 골격계

(1) 근력과 근 지구력

노화와 함께 오는 근육량의 손실은 일반적으로 ‘Sarcopenia’로 불리는 근육의 감소 현상으로서(3) 근 질량, 근

력, 파워, 지구력, 수축 속도, 미토콘드리아 기능 그리고 산화효소능력의 감소를 가져오게 된다. 노화에 따른 근육의 감소는 결국 일상생활을 수행하는 데 제한을 주게 된다.

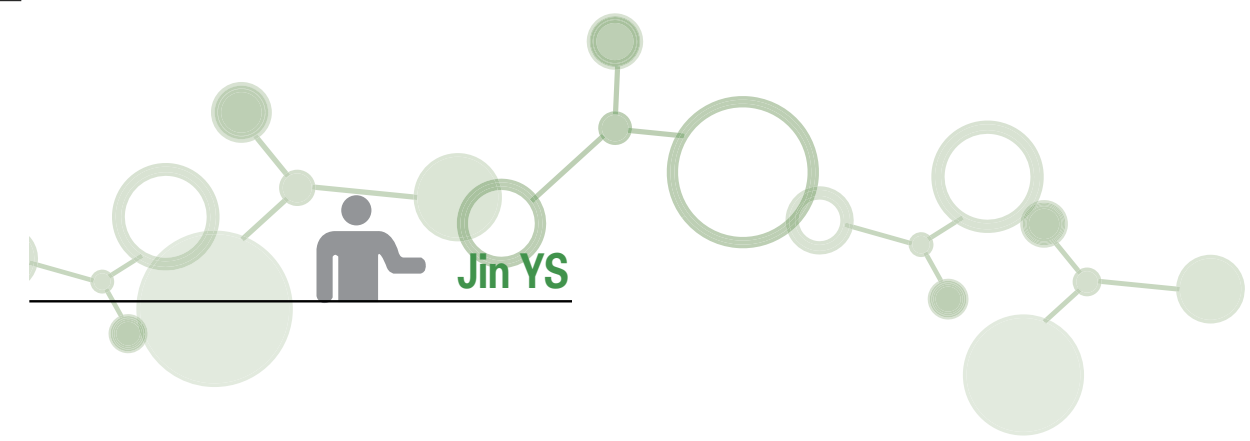
부검을 통한 검사에서 이러한 근육의 변화는 근섬유의 수가 감소한 것이며 주로 II형 근섬유가 평균 60%, 80세 이후 30%까지 감소하는 것으로 나타났고 노화에 따른 근육 감소와 관계된다(4). 또 다른 연구에서는 근육이 50대와 60대에서 10년간 15% 정도 감소하고 그 이후 약 30%씩 감소한다는 결과를 내기도 하였다(5, 6).

하지만 근육의 감소는 기능 장애와 보행의 어려움 그리고 낙상의 높은 발생률의 잠재적인 원인이 된다. 이것과 관련하여 65세 이상의 노인 중 거의 30% 정도가 1년에 한번은 낙

상을 경험한다고 한다. 그리하여 낙상으로 인한 골절의 비율이 높아지고 이것은 고관절 골절의 90% 이상을 차지하는 정도이다.

이와 같은 근육의 감소를 예방하는 것은 노인을 기능적으로 독립된 생활을 가능하게 하는 것으로서 매우 중요한 문제이다. 또한 근육을 향상시킴으로써 계단을 오르다거나 물건을 나르는 일, 심지어 걷기와 같은 일상 활동능력이 증가되는 것을 경험하게 될 것이다.

근력을 향상시키는 방법은 저항성 운동으로 노인에게서는 3~4개월간의 운동을 통해 2~3배의 근력향상 효과를 얻을 수 있다(7, 8). 뿐만 아니라 근육운동은 식이 에너지 섭취의 증가, 체지방 감소, 이상적 체중 유지, 효과적인 에너지 대사를 통한 인슐린 작용을 개선시킨다. 1995년 Morgan 등은 12개월 동안 저항 훈련을 실시한 노인들에게서 근력과 근 지구력의 증가를 볼 수 있다고 보고하였으며, 미국 스포츠의학회(American Collage of Sports Medicine)는 노인



을 위한 운동방법에서 저-중 강도의 근력운동이 포함될 것을 권고하고 있다(ACSM, 1995).

흥미로운 운동의 결과로는 저항성 운동이 아닌 태극권(Tai Chi) 훈련 후 노인에게서 유산소능력, 흉요부 유연성, 무릎의 신전근과 굴곡근의 근력, 그리고 근지구력이 증가하였다는 보고와(9) 근력에서의 증가와 보행속도같은 기능적 움직임 사이에 높은 상관관계가 있다는 것이다(10). 저항 운동에 대한 자세한 방법은 노인을 위한 운동처방 부문에서 다룰 것이다.

(2) 유연성

유연성은 관절이 움직임의 완전한 가동 범위를 움직일 수 있는지를 의미한다. 유연성은 동작을 이행하는 것을 도와주며 일생에서 입을 수 있는 손상을 예방할 수 있게 한다. 노인들은 노화에 따라 결합조직에서의 수분 함유가 적어지고 딱딱해져 활동량이 줄어들고 앉아서 생활하는 시간이 길어질수록 근육이 점점 더 짧아져 유연성이 줄어들게 된다.

또한 관절의 가동범위는 주로 개인별 뼈, 근육, 결합조직의 구조와 기능, 통증과 같은 다른 요인들과 근력을 생성하는 능력에 따라 각기 다르다. 노화는 이러한 조직들에 영향을 미치며 관절에서의 특정 가동범위와 전반적인 운동 과제의 수행을 감소시킨다(11). 고관절, 무릎, 발목의 제한된 가동성은 낙상의 위험성을 높이며 노화와 관련된 보행의 변화를 유발시킨다(12).

노인에게서 관절 가동범위에 대한 운동의 효과가 유의하게 긍정적인 효과를 나타내거나 나타내지 않는다는 상반된 연구들은 프로그램의 기간, 피험자 그룹의 크기, 감소비율, 측정기법 등에 따라 다르게 나타났다. 최근의 연구들에서 규칙적인 운동 프로그램에 참여하는 노인들은 다양한 관절의 가동범위(목, 어깨, 팔꿈치, 팔목, 고관절, 무릎, 발목)가 유의하게 향상되었다는 것을 증명하고 있다. 또한 규칙적인 운동의 결과로서 움직임의 기술(보행기술, 고유수용감각, 평형성 기술을 포함)에 대한 유의한 향상이 제시되었다. 그러나 운동과 유연성 간에는 서로 관계가 없다고 제시한 연구자들도 있다.

증가된 유연성으로부터 발생하는 일상생활 활동의 효과를 이해하는 데 있어 유연성 운동량에 따른 향상 수준 관계

는 앞으로 좀 더 연구가 필요하다.

(3) 자세 안정성

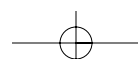
노화에 따라 노인에게서 보이는 가장 큰 신체적 문제점은 아마도 근력의 소실과 함께 자세의 안정성 약화일 것이다. 인체의 전정기관, 시각, 체성 감각계는 모두 노화에 따른 변화를 나타내며 이 때문에 자세 조절 중추에 적절하지 못한 피드백을 제공할 수도 있다. 여기서 우리는 노인의 불안정한 자세로부터 발생하는 낙상의 위험률 증가를 고려하지 않을 수 없다. 현재 수 많은 연구자들은 다양한 요인이 낙상의 위험요소로 작용한다고 발표하고 있다. 낙상의 발생요인으로서는 노화로 인해 발생하는 중추 신경계 장애, 인지적 결손, 보행 문제, 발목 근력 약화, 균형성 약화, 시각적 결손, 심한 골다공증 등 여러가지가 있지만 높은 상관관계 결과를 보이는 자세 안정성 부분의 개선이 낙상 예방의 중요 목표가 된다(13).

자세 안정성을 높이기 위하여 그간 많은 운동 중재 프로그램(일반적으로 평형성/ 협응성 트레이닝, 유산소성 운동, 근력 트레이닝)이 사용되어 왔다. 뿐만 아니라 낙상의 위험요소를 감소시키기 위해 가장 널리 알려진 방법은 근력, 보행과 균형성을 위한 규칙적인 운동 전략이다.

연구에 따르면 운동 중재 프로그램을 통해 근력, 지구성과 신체 기전(body mechanism)의 향상을 보여주었으며 통제된 실험들이 노인 낙상사고의 유의한 감소를 보여 주었다(14). 여러 측면에서 집중적인 트레이닝 이후(3개월간 주 3회) 자세의 안정성 향상이 고령자 사이에서 나타나고 있다.

이렇듯 신체적 노화로 인해 발생할 수 있는 낙상 위험요인들을 예견하고 방지하기 위한 중재로서 사용된 평형성 트레이닝, 저항운동과 유산소 운동, 체중 이동이 포함된 운동 프로그램은 노인의 종합적 건강관리를 위해 사용될 가장 활발한 도구가 될 것으로 사료된다.

최근 노인의 신체적 기능 향상을 목적으로 한 여러 운동 중 취미생활로도 즐겨할 수 있는 스포츠 댄스와 태극권(Tai Chi)이 각광을 받고 있는데 실제로 태극권은 동적 균형 운동의 한 형태로 새로운 기술이나 장비를 요하지 않으면서 노인에게서 거의 50% 정도로 낙상 위험률 감소를 입증하였다(15). 이와 같이 신체적으로 힘을 써야 하는 운동의 의미



가 아니라 재미와 사회적 친교성이 더해져 노인들이 쉽게 다가갈 수 있는 다양한 종류의 신체활동들이 앞으로 더욱 개발되고 보급되어 운동으로서 신체에 미치는 노화방지 작용들이 증명되어야 할 것이다.

2. 운동과 심혈관계

심혈관계의 노화 현상은 최대 그리고 최대하 유산소 능력, 심근 수축력, 최대 심박수, 일회 박출량과 심박출량, 내 피 이완, 심박수 변동성(자율기능장애)의 감소와 동맥과 심근의 경직상태, 수축기와 이완기 혈압의 증가로 나타난다.

이것은 심장의 중추계(심장과 심장동맥순환)와 말초계(주요 혈관통로와 미세 순환)에서의 구조적, 기능적 변화의 결과이다. 중추계와 말초계의 혼합된 변화는 심장 충만에서의 부전을 가져올 수 있으며 증가된 후부하와 변형된 심장의 기능은 카테콜라민 민감도 감소와 심박수의 감소를 가져오게 된다.

최대 산소 섭취량의 감소를 나타내는 대표적인 지표로 최대 심박출량과 최대 동정맥 산소차를 들 수 있는데 최대 심박수는 십년마다 6~10박씩 감소하며 이것이 최대 심박출량을 감소시키는 원인이 된다. 그러나 노화와 관련된 지구성 능력의 감소는 거의 신체활동 수준의 감소로 인해 더욱 악화되며 나이가 들에 따라 심장 질환의 이환율이 더욱 증가하게 된다.

신체활동, 즉 운동으로 인한 골격근의 사용은 근육에서의 대사작용을 확장시키고 정맥 환류를 증가시켜 일회 박출량을 늘리게 되며 이것은 심박출량의 증가를 가져온다.

또한 심장의 일을 나타내는 심근 산소 요구량은 노화에 따라 증가하게 되는데 운동을 하게 되면 증가 정도를 감소시킬 수 있다. 또한 신체 운동 강도에 따라 감소시키는 비율이 비례하게 증가하므로 심폐계의 건강 유지를 위하여 노인에게 전신을 움직이는 유산소 운동은 필수요소라 할 수 있겠다.

노인에서의 지구성 운동과 심혈관계 반응으로 운동시 최대 산소섭취량이 젊은 사람과 동일하게 약 10~30% 증가될 수 있다. 이러한 증가는 주로 동정맥 산소 차이와 상관이 높다고 할 수 있지만 심장 자체의 기능 개선과도 관계된다는

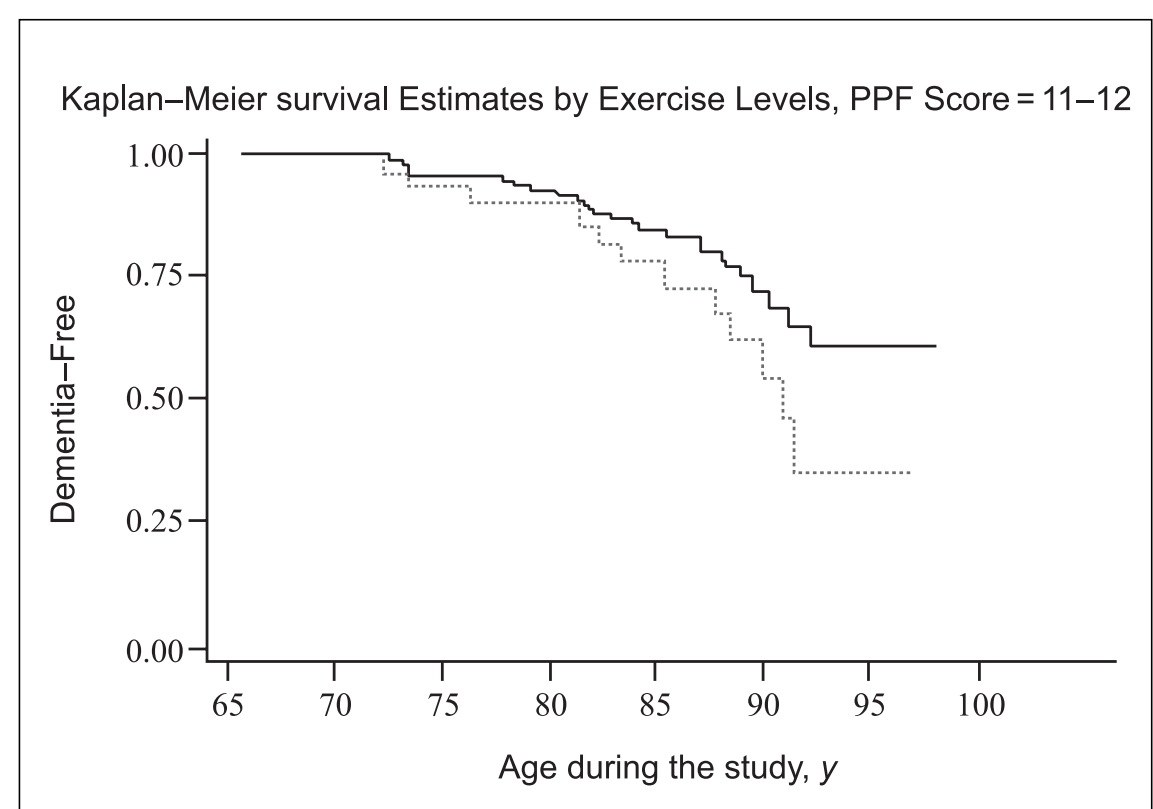
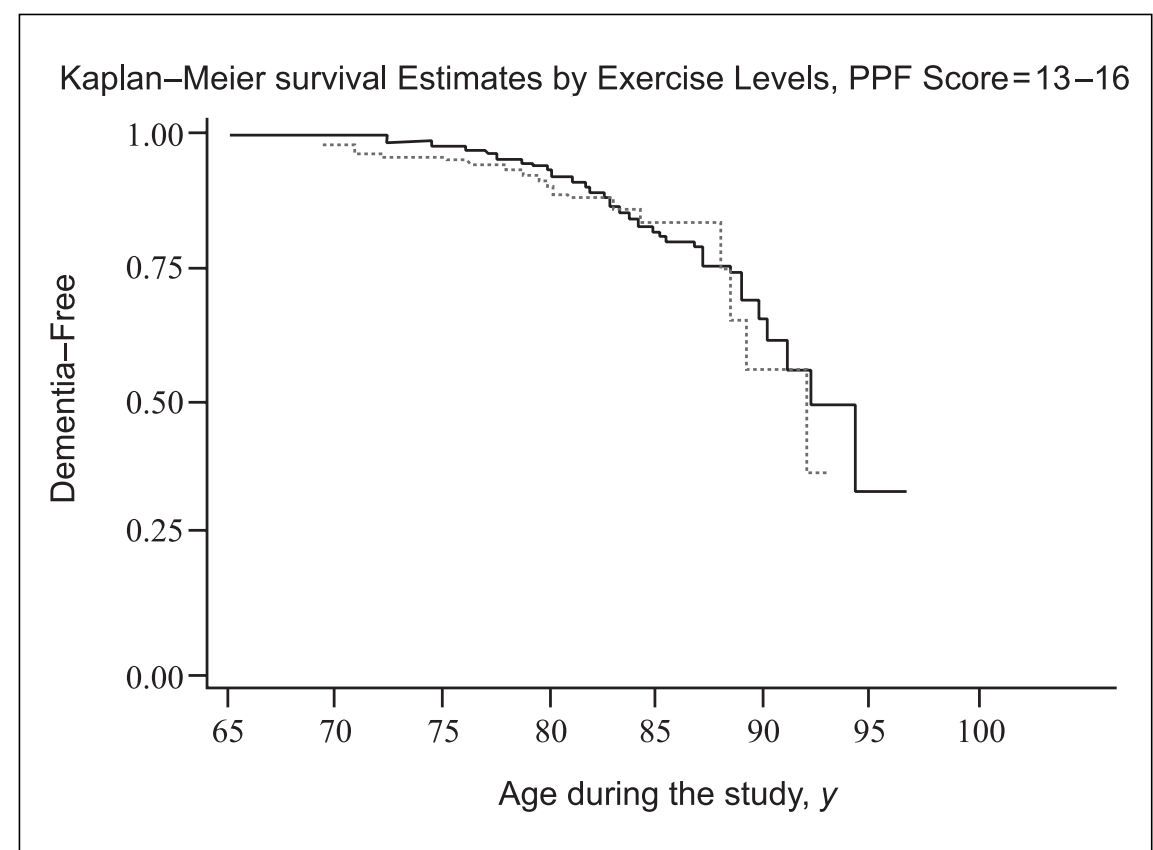
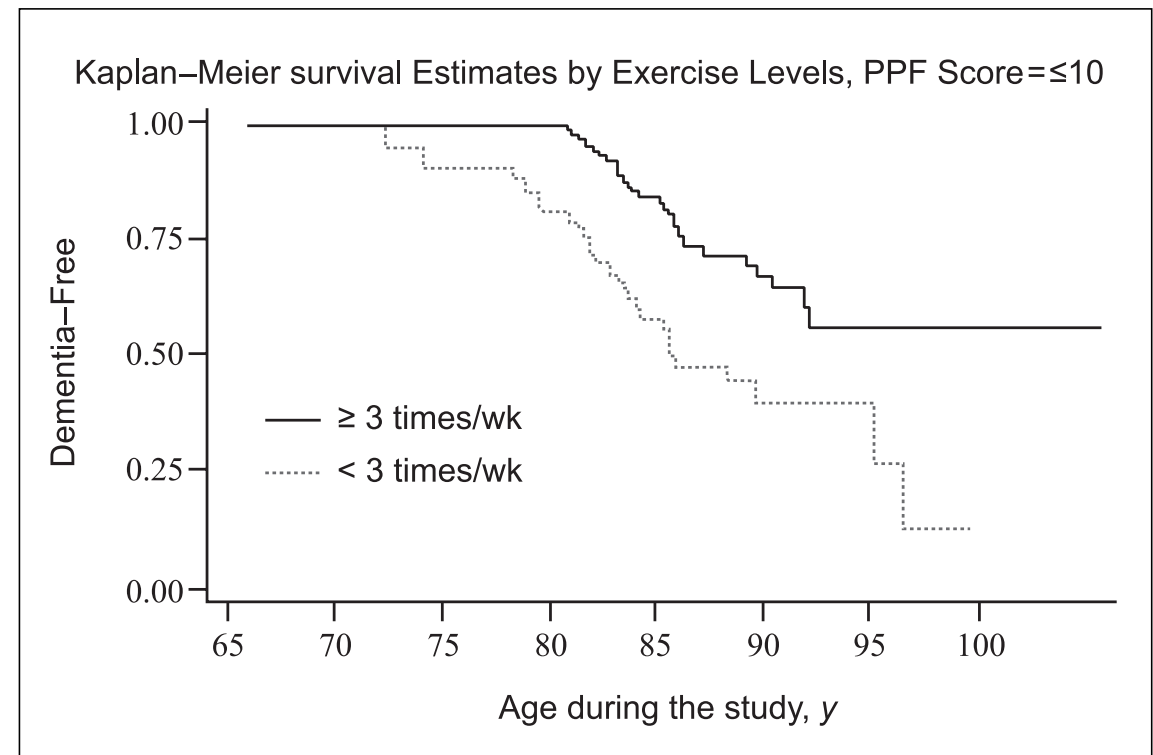
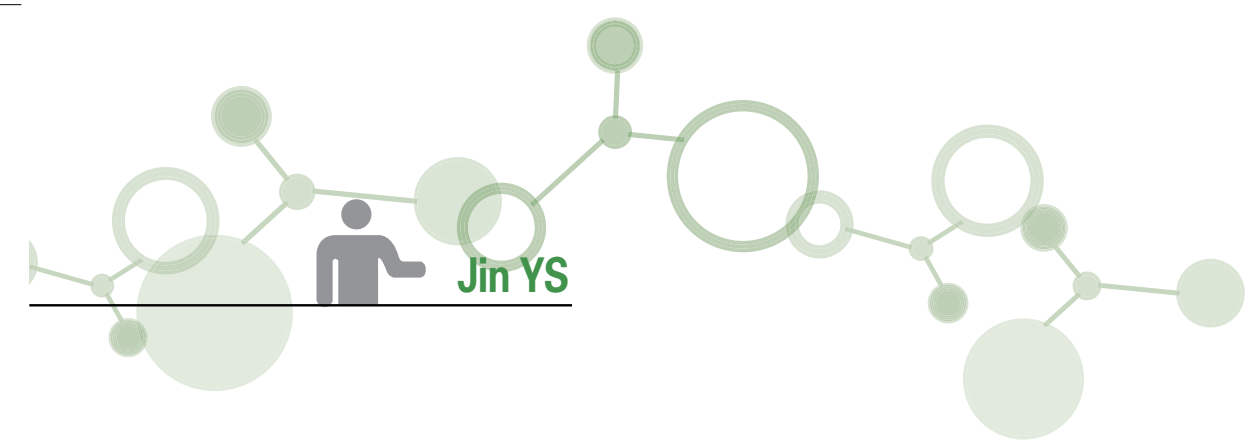


Figure 2. Kaplan-Meier survival estimates by exercise and performance-based physical function (PPF) levels(43)

보고도 있다(16).

심혈관계의 노화 현상으로 인하여 노인들이 주의해야 할 질환은 고혈압인데 유산소 운동은 고혈압 환자의 혈압 수준을



낮추며 운동으로 인해 HDL, HDL2, TG, T-CHOL/HDL ratio가 젊은 사람과 동일한 효과로 호전될 수 있고(17, 18), 인슐린 수준과 인슐린 예민도를 호전시키는 역할을 한다(19, 20).

또 다른 노화에 대한 심혈관계 질환으로 2형 당뇨병을 들 수 있다.

2형 당뇨병의 원인 역시 신체적 비활동과 관련이 높으며 70~75세의 노인 중 거의 25%가 2형 당뇨병을 가지고 있다(21). 규칙적인 운동은 혈당을 조절해주고 인슐린 민감도를 증가시켜 주기 때문에 당뇨병을 치료하는 방법으로서는 식이 조절과 함께 필수적인 치료법이라 할 수 있다.

최근 중정도의 유산소 운동 강도가 건강을 지키기에 적절한 강도로 보고되고 있으며 노인들은 전신의 대근육을 사용하는 걷기, 수영, 자전거 타기 등의 유산소운동으로 심혈관계 기능의 향상 및 노화 작용을 예방함으로써 삶의 질을 최대화 시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

3. 운동과 심리적 이점

노인에게서 나타나는 여러가지 심리적 문제 또한 심각한 노화현상이 아닐 수 없다. 대표적으로 우울증을 들 수 있는데 우울증은 노인의 15% 정도에서 보고되며 우울증에 영향을 미치는 신체활동에 대한 연구들은 공중건강에 중요한 논쟁이 되고 있다. 우울증의 치료법으로 가장 많이 쓰이며 입증된 것이 약물요법이지만 이는 하나 삶의 질적 향상과 지속적으로 활기찬 삶의 동기 유발이 될 수 있는 치료법으로 운동요법을 배제할 수 없다.

많은 연구들이 운동에 의해 노인의 우울 증상을 치료하기 위하여 시도되고 있는데 Iowa 65+ Rural Health Study로부터 얻은 자료에 의하면, 10년간의 종적 연구결과 65세 이상의 남성과 여성 3,673명의 피험자를 대상으로 실시한 연구에서 매일 매일의 보행과 우울 증상의 보고 사이에 역 상관관계가 있음을 제시하고 있다(22).

또한 Singh 등은 연구에서 무산소 운동 프로그램이 임상

Table 1. Weekly Moderate and Vigorous Physical Exercise and 5-yr Mortality in Men and Women Aged 65 and Older: The Cardiovascular Health Study(N=5,201)

Physical Exercise (kcal/wk ¹)	No. of Deaths	No. at Risk	Adjusted RR	95%CI
< 67.5	130	566	1.00	
67.5~472.5	130	846	0.78	(0.60~1.00)
472.6~980.0	127	936	0.81	(0.63~1.05)
980.1~1890.0	129	1,168	0.72	(0.55~0.93)
>1890.0	128	1,669	0.56	(0.43~0.74)

Notes: RR = relative risk based on Cox Proportional Hazards Modeling adjusted for demographic characteristics, body weight, smoking, alcohol intake, blood pressure, lipid characteristics, fasting blood sugar, and other serum characteristics. chronic disease. functional ability, cognitive function, and self-assessed health. RR is the decrease in risk with increasing level of exercise relative to the reference category(<67.5 kcal/wk)

적으로 우울증을 갖고 있는 사람들에서의 우울 증상이 나타나는 비율이 감소하였으며(23), 심지어 항우울제를 복용하여도 효과를 보지 못했던 사람들이 무산소 운동 프로그램으로부터 이점을 보았다는 결과도 있다(24).

유산소 운동은 중정도의 우울증을 가진 노인에서 신체적(somatic) 우울 증상을 감소시키는 효과를 보여 주었으며(25), 심각한 임상 우울증 환자에게서 효과를 보였다(26).

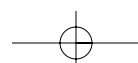
우울증과 운동 그리고 항우울제의 역할과 관련된 한 동물 실험에서는 항우울제 치료와 자발적 운동이 노화된 쥐의 해마 부위에서 나타내는 변화를 보기 위해 연구하였다.

실험은 3개월된 어린 쥐와 22개월된 쥐를 운동군과 비운동군으로 나누어 항우울제의 주입 여부에 따라 4개 집단으로 분리하여 비교 분석하였다. 운동방법은 자발적 신체활동(러닝 wheel), 수영(하루에 두 번, 2분)을 시행하였다.

실험 결과 여러 해마 부위에서 두드러지게 CA3, CA4와 치상회(dentate gyrus)에서의 BDNF mRNA 수준이 증가하였다. 이것은 곧 노화된 뇌가 운동과 항우울제를 병행하여 치료하였을 때 국소적 반응 변화를 보임을 증명한 것이다(27).

또한 태극권(Tai Chi)의 초기 연구문헌에서는 공동체 주거 노인 중 우울하거나 기분 저하증을 가진 외래 환자에게서 긍정적인 효과가 나타남을 보여 주었다(28). 신체적 운동은 심각한 우울 증상을 갖고 있거나 임상 우울증으로부터 고통을 받는 노인에게 증상을 감소시켜줄 수 있는 효과적인 방법이 될 것이다.

운동은 시작 후 단시간에 우울 증상을 완화시키는 효력을 발휘한다. 하지만 한 연구에 따르면 중재 기간중 추적 기간



이 연장됨에 따라 그 효과가 줄어드는 경향을 보였다고 하였다(29). 우울증에서 지속적인 운동의 효과는 아마도 장기간의 운동을 통해 얻을 수 있을 것이다. 우울증 이외에도 노인들은 운동을 통하여 인지기능을 유지하거나, 침체된 행동의 완화, 또는 자기 효능감 증가 등의 이점을 얻을 수 있는데 즉각적으로는 안정, 스트레스와 불안 감소, 감정 상태의 증진을 가져오며, 장기적으로는 심리적 문제점을 가진 노인에게 인지능력의 향상, 운동 조절, 기술의 습득에 있어 효과를 볼 수 있을 것이다.

이렇듯 고령자에서 신체활동과 심리적 기능이 관련되어 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.

향후 신체활동과 심리적 기능, 그 관계에 영향을 미치는 기전, 심리학적 변화의 시간적 과정, 정량-반응의 논점, 다양한 인구집단(예: minor, moderate, major depression)의 평가에 대한 신중한 주의를 요하는 무선적이고 통제된 시도가 필요할 것이다.

4. 운동과 뇌 기능

뇌는 40세 이후부터 노화에 따라 10년마다 거의 5%씩 그 용적과 무게가 감소하게 되며 실제적으로 크게 감소되는 것은 70세 이후이다. 노화작용은 뇌의 크기 뿐 아니라 혈관계와 인지능력에 변화를 가져오게 된다. 나이의 증가와 함께 쇼크나 백질 병변(white matter lesions), 치매에 걸릴 확률이 높아질 뿐 아니라 기억 수준의 상실이 커지며 신경전달 물질과 호르몬 분비에서도 확연한 변화가 나타난다. 피질의 용적과 백질의 고강도(hyperintensity) 용적을 조사하기 위하여 51~81세의 노인에게 치매와 우울증의 사전 검사를 한 결과 노화와 전전두엽(prefrontal)의 피질 용적의 감소, 피질하의 백질 병변(white matter lesions), 그리고 고집스러운 행동(감소된 행정성 기능-executive function) 증가 사이의 연관성을 발견하였다(30).

혈관계의 노화는 매우 중요한 문제이며 허혈과 관련된 노인의 뇌에서의 다른 일반적 소견은 백질 병변(white matter lesions)과 중풍(stroke)이 있다.

이렇듯 뇌가 노화되는 것을 예방하고 지연시키기 위하여 우리는 일상생활에서 신체적 그리고 정신적인 건강을 증진

시켜야만 하는데 이 두 가지를 동시에 충족시킬 수 있는 방법으로서는 수많은 연구들을 통해 규칙적인 운동을 통하여 뇌의 노화를 어느 정도는 예방 또는 개선시킬 수 있다는 것이 증명되어 왔다.

동물을 이용한 조사에 따르면 유산소 훈련에 의한 뇌에서의 피질 모세혈관 공급, 시냅스 연결 수, 그리고 새로운 뉴런의 발생에서의 증가 결과를 볼 수 있었다. 결과적으로는 뇌가 더욱 효율적이고 형성이 잘되며 적응을 잘하게 되어 나이 든 노인의 일상생활 수행력을 향상시키는 것이다.

Stanly J 등(2004)이 실시한 동물실험에서는 심혈관계 체력이 인지적으로 힘든 과제를 수행하는 중에 뇌에서 집중력을 발휘하는 부위의 기능을 증가시키는데 대해 입증하려 하였다(31).

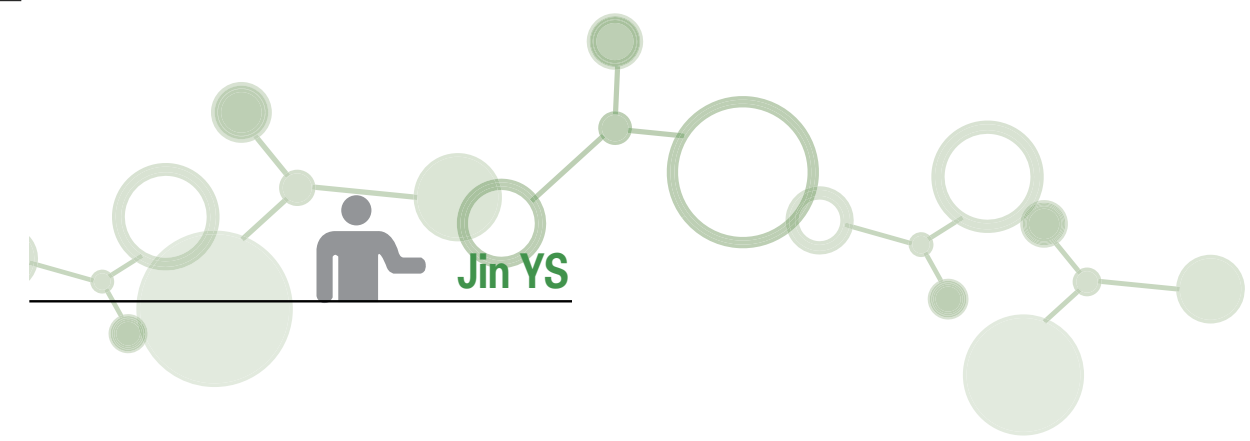
그 연구 결과를 바탕으로 심혈관 체력의 증가가 노인의 뇌 향상에 영향을 미치며 인간의 생물학적 인지적 노쇠를 모두 감소시킬 수 있을 것이라 제시하였다. 향후 인간에게 이러한 연구 결과의 적용 가능성이 있는지 검사하고 이들 중재간 다양한 층의 조합된 적용은 아마도 가치있는 증거가 될 것이다.

다음은 노화된 뇌 기능 질환과 운동에 대한 효과를 보기 위해 시행된 연구 사례들이다.

(1) 치 매

알츠하이머 질환과 기타 치매성 질환은 노인에서의 이환율과 사망률의 주요 원인이다. 규칙적인 신체 활동, 즉 운동이 전반적인 건강 증진의 중요한 요소이므로 역시 치매의 발병을 지연시키기 위한 효과적인 전략이 될 것이다(32). 최근 연구에서는 노화된 뇌에서의 감소된 해마 조직 손실이 신체적 체력 수준과 관련이 있다고 하였으며(33) 몇몇 종단적 연구와 무선 실험들은 신체 활동이 노인의 인지 기능을 증강시킨다고 하였다(34, 35).

그러나 다른 연구들에서는 인지기능을 보존하는 데 있어 운동의 이점을 발견하는 데 실패하였다고 보고하였다(36, 37). 노인의 치매 위험에 대한 신체 운동에 대한 인구집단을 기반으로 한 종단적 연구는 매우 적은 실정인데 최근 한 종단적 연구에 따르면 신체 운동이 인지 기능의 저하(odds ratio[OR], 0.58), 알츠하이머 질환(OR, 0.50) 그리고 모든



치매(OR, 0.63) 위험의 감소를 보여주었다(38). 반면 운동과 치매가 관련이 없다고 한 또다른 종단적 연구도 있었다(39). 최근 연구에서는 Japanese-American men의 코호트 연구에서 걷기 운동이 치매와 알츠하이머 질환의 위험 감소와 연관이 있다고 하였으며(40), 이것은 더욱 다양한 신체활동이 심혈관계 건강 연구에서의 치매 위험률을 줄인다는 것과 관련된다(41).

알츠하이머 질환은 치매에서 가장 흔한 타입이며 인지적 그리고 신경학적 과정에 다양하게 부정적인 영향을 미친다.

최근 한 연구에서는 Reducing Disability in Alzheimer's Disease 또는 RDAD라 불리는 프로그램에 등록된 153 명의 공동체 주거 알츠하이머 환자들에서의 운동에 행동 관리를 부가한 프로그램을 평가하였다(42). 그것은 3개월간의 가정 운동 프로그램으로써 훈련된 의료인을 포함하여 진행되었다. 통제 그룹은 평상시와 같은 관리를 받도록 하였다. 프로그램은 유산소, 근력, 밸런스, 유연성 운동으로 구성되었으며 실험군은 3개월간 주당 최소 60분을 운동하였고 그들에게서 신체적 활동에서 제한되었던 문제점의 감소와 신체 기능 역할의 지표로 쓰이는 SF-36 조사에서 향상된 결과를 볼 수 있었다.

또 다른 연구는 규칙적인 운동이 알츠하이머 질환과 치매의 위험 감소가 연관이 있는지 알아보기 위해 평균 6.2년간 총 1,740명 중 치매로 진행된 158명의 환자를 대상으로 추적검사(follow up)를 실시한 전향 코호트 연구 결과, 운동이 치매와 알츠하이머 질환의 발병을 지연시킨다는 결론을 얻었다(43).

Figure 2는 이 실험에서 158명(알츠하이머)을 대상으로 주당 3번 이상 운동한 그룹이 주당 3번 이하로 운동한 그룹보다 치매의 진행을 더욱 지연시킨다는 것을 보여주는 그림이다. 이 실험의 곡선이 나타내는 것은 운동이 치매를 완전히 예방할 수는 없지만 발병을 지연시키는 것과 연관이 있을 것이라고 주장하고 있다.

실제적으로 최근의 무선실험 연구에서는 규칙적인 운동을 통한 신체활동의 증가가 알츠하이머 질환자에게 유익하다는 결과가 입증되었다(44).

이러한 운동의 치매에 대한 효과로 보아 운동을 다른 치

료 프로토콜과 혼합하여 환자에게 적용한다면 뇌에서 여러 변화를 일으킬 것이며(45), 노화와 관련된 심혈관계와 추가적으로 근골격계 장애를 함께 감소시키는 결과를 제공할 것으로 보인다.

(2) 인지기능

인지적 노화를 보면 대부분 기억과 관련이 있다. 기억의 기능은 넓게 4가지 부문으로 나뉘는데 사건(episodic)의 기억, 어의적(semantic) 기억, 절차(procedural)의 기억, 작업(working)의 기억이다. 이 중 나이에 따른 가장 많은 변화를 보이는 것은 사건의 기억과 어의적인 기억 부문이다. 사건의 기억 손실은 알츠하이머(Alzheimer)병에서도 나타나는 기억손실 특징과 같은 것이다.

현재 인지 기능과 치매 그리고 체력 운동 사이의 관계를 알아보고자 하는 무선 중재 연구가 많이 시행되어 오고 있다.

1995년부터 2003년까지 70~81세 여성 노인을 대상으로 한 신체활동과 인지기능의 관계 연구에서 장기간의 규칙적인 걷기 운동이 인지기능의 향상과 더불어 인지기능 감소를 떨어뜨린다는 결과를 보고하였으며(46), 몇몇의 연구들은 노인의 뇌 기능을 보존하기 위해 인지적 훈련방법이 도움이 될 것이라며 다양한 중재 내용 중 심혈관계, 식이 그리고 인지훈련 요소를 포함하였다. 이 연구에서 심혈관계 기능 향상을 위한 것으로서 유산소 운동의 잠재적인 이점이 뇌 건강에 영향을 미칠 것이라 보고하였다(47).

또한 노인의 인지적 수행과 체력의 관계를 규명하기 위한 메타 분석 연구에서는 동물실험 결과까지 합한 많은 연구 결과에서 체력 운동이 노인의 인지 능력을 증강시킬 수 있다는 결론을 내었다.

이러한 여러가지 시험적으로 시행된 임상 연구들은 노인에게서 체력 운동과 향상된 인지기능, 더 효율적인 뇌 기능, 보존된 뇌 용적간의 인과적 관계를 제시하고 있다.

55세에서 79세 노인에게 시행한 한 단면 조사 연구를 보면 노화로 인한 피질 밀도의 감소 궤도가 심혈관계 체력의 향상으로써 줄어들음을 보여 주었다. 게다가 이 효과는 전두엽(frontal), 전전두엽(prefrontal), 두정부 다원 피질(parietal cortices)에서 큰 효과를 나타내었으며, 이들 부위의 피질들에서 큰 노화 감소현상을 볼 수 있었다(48). 흥미로운 사실

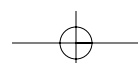


Table 2. Guidelines for the FITT–PRO Approach to Exercise Prescriptions(63)

Frequency and time	Intensity	Progression
General exercise 30 minutes or more of continuous or accumu-lated physical activity, seven days per week	Moderate intensity assessed by one of the following criteria: Able to speak but not sing comfortably during exercise Somewhat difficult(Borg RPE [†] at 12 to 14) Maximum heart rate of 65 to 75 percent(or 55 to 64 percent for patients who are unfit)	Increase intensity over time to maintain moderate intensity criteria
Aerobics training 20 to 60 minutes of continuous or intermittent exercise (minimum of 10 minutes per episode), three to seven days per week Frequency depends on intensity; seven days per week is preferred	Moderate intensity(see above criteria)	Increase the length of the exercise session ever few weeks without altering intensity. Next, maintain session length but increase intensity intermittently for a brief time (e.g., increase the pace for 20 steps, then return to a comfortable pace for three minutes, repeat).
Resistance training [‡] The following regimen should be performed two or three days per week: One set of 10 to 15 repetitions of low-intensity weight One set of eight to 10 repetitions of moderate–intensity weight One set of six to eight repetitions of high–intensity weight	Weight intensity: Low : 40 percent of 1–RM [§] Moderate : 41 to 60 percent of 1–RM [§] High : greater than 60 percent of 1–RM [§]	When 15 low–intensity reptitions are perceived as somewhat difficult for the patient(Borg RPE [†] at 12 to 14), increase the weight for the next session Gradually work back up to 25 repetitions per session at the new weight
Flexibility training The following regimen should be performed two or three times per week: Three or four repetitions for each stretch; rest briefly between stretches (30 to 60 seconds). Hold static stretches 10 to 30 seconds.	Include static and dynamic techniques to stretch all major muscle groups Hold stretch in a position of mild discomfort.	Add new stretches to the routine, progress from static poses to dynamic moves, or reduce reliance on balance support.

FITT–PRO = Frequency, Intensity, Type, Time, and Progression; RPE = rate of perceived exertion; 1–RM = one repetition maximum

* Emphasize endurance training supplemented by resistance training. More activity may be necessary to reach specific goals. See Table 4 for disease–specific guidelimes

† The Borg RPE scale is available at http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/measuring_perceived_exertion.htm.

‡ Multiple–set regimens may provide greater benefits, if time allow. For fraill or previously sedentary patients, low–intensity training with 10 to 15 repetitions may be a prudent starting point. Patient should maintain normal breathing patterns and proper techinque

§ Repetition maximum is the most weight that can be lifted through a full range of motion, in good form, for one repetition

|| Few researchers have tested whether flexibility programs can prevent or reverse the decline in range of motion with age

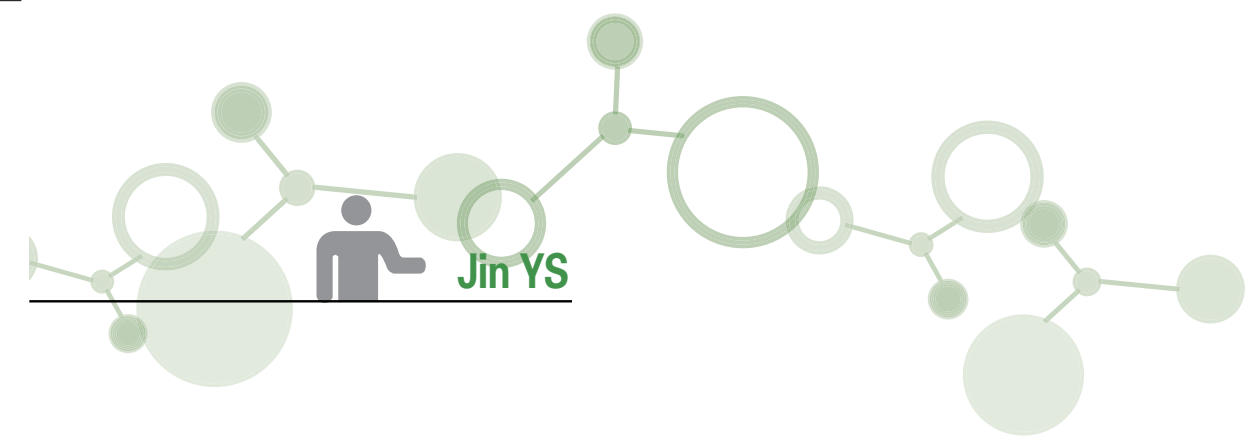
Information from references 13 through 15, 18, and 19

은 이들 부위가 역시 행정적 인지 기능을 하는 부위로 여겨지며 이 행정 기능은 보체 고정 시험(CFT)중인 노인에게서 커다란 행동적 개선을 보여 주었다(49, 50).

노화, 인지 그리고 뇌 기능에 관련된 이렇듯 수많은 연구가 역분화(dedifferentiation) 증거를 발견하였음에도 다양

한 인지적 임무를 수행하기 위해 동원되는 노인에서의 뇌 부위별 특이성을 알아낸 연구는 아직 부족한 상태이다.

이렇듯 노화와 뇌 기능에 관한 수많은 연구 결과들이 입증, 보고되고 있기는 하나 인지기능의 평가나 뇌기능 및 구조를 측정하는데 보다 더 다양한 시도가 시행되어져야 할



것이며 앞으로 운동 훈련의 형태나 프로그램 지속시간, 빈도 수 등의 요소들을 변경하여 체계적으로 검사되는 세분화된 운동 프로토콜 중재 연구가 필요할 것으로 보인다.

(3) 운동과 수명연장

운동의 항노화 작용의 목적은 결과적으로 질 높은 삶으로의 수명을 연장시키는 것이 될 것이다.

노인에게 있어 좌식 생활은 만성 질환의 이환율이나 사망률의 중요한 위험요소가 된다.

신체활동과 사망률의 관계를 조사한 연구들을 살펴보면 65세 이상의 노인들을 대상으로 5년간 추적검사한 결과에서 운동량이 많을수록 사망률의 의미있는 감소를 보였으며, 10년간 추적 관찰한 타 연구에서도 주 3회 20분간 걷거나 자전거 타기 운동을 한 집단에서 총 사망률이 29% 감소, 심혈관 질환에 의한 사망률 31% 감소와 75세 이상 노인에서도 운동을 하면 수명연장에 도움이 된다는 연구가 프래밍엄 연구에서 제시되었다(51).

실제로, 심화된 역학 문헌에서는 저, 중 강도의 활동(activity)과 감소된 모든 사망률(52), 그리고 심혈관계 질환, 뇌졸중, 암, 호흡계 질환 사이에 유의한 관계가 있음을 보여준다(53~61). Table 1은 좌식생활이 만성 질환 유병률과 사망률에서 주된 위험요인이라는 것을 확실히 보여주는 자료이다(62). 여기서 유의할 점은 운동량이 가장 많았던 군은 급사나 심혈관 질환에 의한 사망률이 중등도 운동군보다 오히려 증가하였다는 사실이다. 하지만 중등도의 운동이 특정 질환으로부터 예방 효과가 있는지는 더 많은 증거가 필요한 상태이다.

(4) 노쇠 노인의 운동방법

유산소 운동, 근력 운동, 유연성 운동의 혼합, 더불어 일반적인 일상 활동량의 증가는 노인에서의 약물 의존도 감소와 기능적으로 독립된 생활을 위한 유지비용의 절감 그리고 삶의 질 향상을 가져다 준다. 기본적으로 운동을 할 때는 개인의 체력 상태나 질환의 종류와 정도에 따라 운동의 빈도, 강도, 종류, 시간 그리고 증강(FITT-PRO)을 계획해야 한다.

Table 2는 기본적인 운동 처방의 지침과 유의점에 대한 표이다.

기본적인 운동과 함께 생활 행동 수정은 활동량을 증가시

키기 위해 환자의 현재 일상 내에서 그 기회를 찾을 수 있다(예: 손으로 문 열기, 엘리베이터 대신 계단 이용하기, 입구에서 멀리 주차하기 등). 또한 코어 근육 군(예: 허리, 대퇴, 복부 그리고 다른 체중 지지 근육들)에 집중하는 크로스 트레이닝 프로그램(combinations of activities)이 현재 널리 선호되고 있는 운동이다.

노인에게 운동을 지속할 수 있는 순응도를 높이기 위해서는 초기에 운동 목적에 대한 설명과 함께 단기 목표 설정, 건강과 연관된 내용으로 충분한 동기부여를 해 주어야 할 것이다.

결론

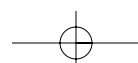
지금까지 여러 연구문헌을 통하여 입증된 것과 같이 규칙적인 운동은 노화에 따른 기능 저하를 감소시키고 예방하는데 가장 효과적인 방법이라 생각할 수 있다.

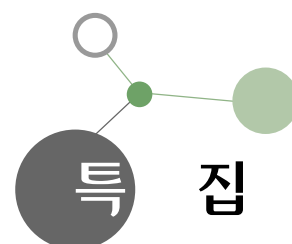
유산소 운동을 통한 심혈관계 기능 향상, 성인병 위험인자 개선 효과, 그리고 무산소 운동을 통한 근력향상과 근 질량 감소 지연, 자세 안정성 증가, 유연성의 증가 효과는 노인의 기본적인 일상생활 능력 유지와 향상을 위해 꼭 필요한 것으로 보이며 운동을 함으로써 심리적 질환의 완화와 뇌기능의 보존 및 개선 효과로 보아 삶의 질 개선과 더불어 생명연장 이점을 이룰 수 있게 한다.

기본적인 운동 프로그램과 더불어 개인적인 취향과 능력에 맞는 레크레이션이나 태극권(Tai Chi)같은 색다른 운동도 노화를 예방하는 중재운동 프로그램으로 좋은 결과를 가져올 것이다.

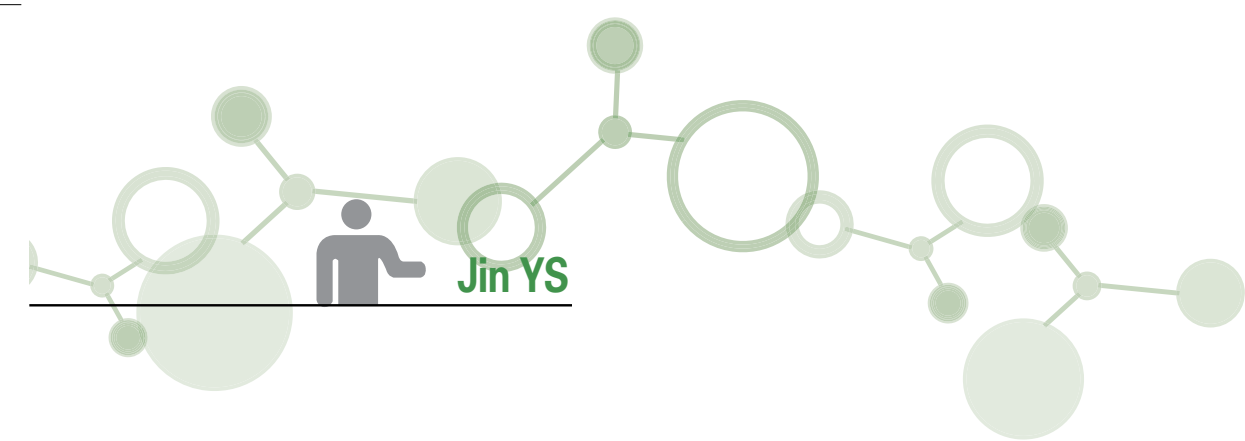
참고문헌

1. Stewart KJ. Physical Activity and Aging. Ann N Y Acad Sci 2005;1055:193-206.
2. American College of Sports Medicine. ACSM Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc 1998;30:992-1008.
3. Rosenberg IH. Summary comments. Am J Clin Nutr 1989;50:1231-1233.
4. Lexell J, Henriksson-Larsén K, Winblad B, Sjöström M. Dis-





- tribution of different fiber types in human skeletal muscle: effects of aging studied in whole muscle cross sections. *Muscle & Nerve* 1983;6:588-595.
5. Danneskoild-Samsoe BMV, Kofod J, Munter G, Grimby, P Schnohr. Muscle strength and functional capacity in 77-81 year old men and women. *Eur J Appl physiol* 1984;52:123-135.
 6. Jette AM, LG Branch. The Framingham disability study: II—physical disability among the aging. *Am J Public Health* 1981; 71:1211-1216.
 7. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of VO2max in older man. *J Appl physiol* 1990;68:329-333.
 8. Frontera WR, Meredith CN O'Reilly KP, knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl physiol* 1988; 64:1038-1044.
 9. Lan C, Lai JS, Chen SY, Wong MK. Tai Chi Chuan to improve muscular strength and endurance in elderly individuals: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2000; 81:604-607.
 10. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990;263:3029-3034.
 11. Bell RD, Hoshizaki TB. Relationships of age and sex with range of motion of seventeen joint actions in humans. *Can J Appl sport Sci* 1981;6:202-206.
 12. Gehlsen GM, Whaley MH. Falls in the elderly: part II, balance, strength and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;71:739-741.
 13. Tinetti ME, Doucette J, Claus E, Marottoli R. Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc* 1995;43:1214-1221.
 14. AGS/BGS/AAOS Panel on Falls Prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:664-672.
 15. Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FICSIT Group. Frailty and injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *J Am Geriatr Soc* 1996;44:489-497.
 16. Hagberg JM Graves JE, Limacher M, Woods DR, Cononie C, Leggett SH, Gruber JJ, Pollok ML. Cardiovascular responses of 70-79 year old men and women to exercise training. *J Appl physiol* 1989;66:2589-2594.
 17. Hersey WC 3rd, Graves JE, Pollock ML, Gingerich R, Shireman RB, Heath GW, Spierto F, McCole SD, Hagberg JM. Endurance exercise training improves body composition and plasma insulin responses in 70-79yr old men and women. *Metabolism* 1994;43:847-854.
 18. Kirwan JP, Kohrt WM, Wojta DM, Bourey RE, Holloszy JO. Endurance exercise training reduces glucose-stimulated insulin levels in 60-to 70-year-old men and women. *J Gerontol* 1993;48:M84-90.
 19. Katznel LI, Bleecker ER, Colman EG, Rogus EM, Sorkin JD, Goldberg AP. Effects of weight loss vs. aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and older men. *JAMA* 1995;274:1915-1920.
 20. Seals DR, Allen WK, Hurley BF, Dalsky GP, Ehsani AA, Hagberg JM. Elevated high-density lipoprotein cholesterol levels in older endurance athletes. *Am J Cardiol* 1984;54:390-393.
 21. Franse LV, Di Bari M, Shorr RI, Resnick HE, van Eijk JT, Bauer DC, Newman AB, Pahor M; Health, Aging, and Body Composition Study Group. Type 2 diabetes in older well-functioning people: who is undiagnosed? Data from the Health, Aging, and Body Composition study. *Diabetes Care* 2001;24: 2065-2070.
 22. Mobily KE, Rubenstein LM, Lemke JH, O'HARA MW, Wallance RB. Walking and depression in a cohort of older adults: the IOWA 65+ rural health study. *J Aging physiol Activ* 1996;4:119-135.
 23. Singh NA, Clements KM, Fiatarone M. A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:M27-35.
 24. Mather AS, Rodriguez C, Guthrie MF, McHarg AM, Reid IC, McMurdo ME. Effects of exercise on depressive symptoms in older adults with poorly responsive depressive disorder: randomized controlled trial. *Br J Psychiatry* 2002;180:411-415.
 25. McNeil JK, LeBlanc EM, Joyner M. The effect of exercise on depressive symptoms in the moderately depressed elderly. *Psychol Aging* 1991;6:487-488.
 26. Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE, Herman S, Khatri P, Waugh R, Napolitano MA, Forman LM, Appelbaum M, Doraiswamy PM, Krishnan KR. Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 1999;159:2349-2356.
 27. Garza AA, Ha TG, Garcia C, Chen MJ, Russo-Neustadt AA. Exercise, antidepressant treatment, and BDNF mRNA expression in the aging brain. *Pharmacol Biochem Behav* 2004;77: 209-220.
 28. Chou KL, Lee PW, Yu EC, Macfarlane D, Cheng YH, Chan SS, Chi I. Effect of Tai Chi on depressive disorder: a randomized clinical trial. *Int J Ger Psychiatry* 2004;19:1105-1107.
 29. Timonen L, Rantanen T, Timonen TE, Sulkava R. Effects of group-based exercise program on the mood state of frail older women after discharge from hospital. *Int J Geriatr Psychiatry* 2002;17:1106-1111.
 30. Gunning-Dixon F, Raz N. Neuroanatomical correlates of selected executive functions in middle aged and older adults: a prospective MRI study. *Neuropsychologia* 2003;41:1929-1941.
 31. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, ScalF P, McAuley E, Cohen NJ, Webb A, Jerome GJ, Marquez DX, Elavsky S. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004;101:3316-3321. Epub 2004 Feb 20.



32. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273:402-407.
33. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, Kramer AF. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:176-180.
34. Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Bardell L, Boileau RA, Colcombe A. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 1999;400:418-419.
35. Barnes DE, Yaffe K, Satariano WA, Tager IB. A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:459-465.
36. Broe GA, Creasey H, Jorm AF, Bennett HP, Casey B, Waite LM, Grayson DA, Cullen J. Health habits and risk of cognitive impairment and dementia in old age: a prospective study on the effects of exercise, smoking and alcohol consumption. *Aust N Z J Public Health* 1998;22:621-623.
37. Hill RD, Storandt M, Malley M. The impact of long term exercise training on psychological function in older adults. *J Gerontol* 1993;48:12-17.
38. Gomez-Pinilla F, So V, Kesslak JP. Spatial learning and physical activity contribute to the induction of fibroblast growth factor: neural substrates for increased cognition associated with exercise. *Neuroscience* 1998;85:53-61.
39. Broe GA, Creasey H, Jorm AF, Bennett HP, Casey B, Waite LM, Grayson DA, Cullen J. Health habits and risk of cognitive impairment and dementia in old age: a prospective study on the effects of exercise, smoking and alcohol consumption. *Aust N Z J Public Health* 1998;22:621-623.
40. Abbott RD, White LR, Ross GW, Masaki KH, Curb JD, Petrovitch H. Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA* 2004;292:1447-1453.
41. Podewils LJ, Guallar E, Kuller LH, Fried LP, Lopez OL, Carlson M, Lyketsos CG. Physical activity, APOE genotype, and dementia risk: findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol* 2005;161:639-651.
42. F. W. Booth & M. V. Chakravarthy. 2002. Cost and Consequences of Sedentary Living: New Battleground for an Old Enemy. 2002. President's Council of Physical Fitness and Sports Research Digest, Series 3, No. 16 President's Council on Physical Fitness and Sports. Washington DC.
43. Larson EB, Wang L, Bowen JD, McCormick WC, Teri L, Cran P, Kukull W. Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med* 2006;144:73-81.
44. Teri L, McCurry SM, Buchner DM, Logsdon RG, LaCroix AZ, Kukull WA, Barlow WE, Larson EB. Exercise and activity level in Alzheimer's disease: a potential treatment focus. *J Rehabil Res Dev* 1998;35:411-419.
45. Black JE, Isaacs KR, Anderson BJ, Alcantara AA, Greenough WT. Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc Natl Acad Sci USA* 1990;87:5568-5572.
46. Weuve J, Kang JH, Manson JE, Breteler MM, Ware JH, Grodstein F. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA* 2004;292:1454-1461.
47. Kramer AF, Willis SL. Enhancing the cognitive vitality of older adults. *Curr Dir Psychol Sci* 2002;11:173-176.
48. Raz N. In *The Handbook of Aging and Cognition*, eds. Craik, F.I.M. & Salthous, T. A. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ 2000:1-90.
49. Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Bardell L, Boileau RA & Colcombe A. *Nature* 1999;400:418-419.
50. Colcombe SJ & Kramer AF. *Psychol Sci* 2002;14:125-130.
51. Sherman SE, D'Agostino RB, Cobb JL, Kannel WB, Dose exercise reduce mortality rates in the elderly? Experience from the Framingham Heart Study 1994;128:965-972.
52. Fried LP, Kronmal RA, Newman AB, Bild DE, Mittelmark MB, Polak JF, Robbins JA, Gardin JM. Risk factors for 5-year mortality in older adults: the Cardiovascular Health Study. *JAMA* 1998;279:585-592.
53. Blair SN, Kohl HW III, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989; 262:2395-2401.
54. Blair SN, Kohl HW III, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of health and unhealthy men. *JAMA* 1995;273:1093-1098.
55. Ekelund L, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a Predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipids Research Clinics Mortality Follow-up. *N Engl J Med* 1988; 319:1379-1384.
56. Kiely DK, Wolf PA, Cupples LA, Beiser AS, Kannel WB. Physical activity and stroke risk: the Framingham Study. *Am J Epidemiol* 1994;140:608-620.
57. Leon AS, Connett J, Jacobs DR, Rauramaa R. Leisure time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death: the Multiple Risk Factor Intervention Trial. *JAMA* 1987; 258:2388-2395.
58. Morris JN, Clayton DG, Everitt MG, Semmence AM, Burgess EH. Exercise in leisure time: coronary attack and death rates. *Br Heart J* 1990;63:325-334.
59. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee I-M, Jung DL, Kampert JB. The association between changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993;328:538-545.
60. Paffenbarger RS Jr, Kampert JB, Lee I-M, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other lifestyle

- patterns influencing longevity. Med Sci Sports Exerc 1994; 26:857-865.
61. Lee I-M, Chung-Cheng H, Paffenbarger RS. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. JAMA 1995;273:1179-1184.
 62. Fried LP, Kronmal RA, Newman AB, Bild DE, Mittelmark MB, Polak JF, Robbins JA, Gardin JM. Risk factors for 5-year mortality in older adults: the Cardiovascular Health Study. JAMA 1998;279:585-592.
 63. McDermott AY, Mernitz H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. Am Fam Physician. 2006 ;74:437-444.



Peer Reviewer Commentary

최 경 호 (울산의대 재활의학과)

본 논문은 최근 노화를 억제할 수 있는 중요한 방법으로 관심이 집중되고 있는 운동요법에 대해서 기술하고 있다. 필자는 노화의 증상으로 가장 대표적인 네가지 기능인 근골격계, 심혈관계, 심리상태, 뇌 기능에 대해서 운동이 미치는 효과와 그 기전을 설명하였다. 운동은 신체적 효과 뿐 아니라 심리적, 인지 기능 등에도 유용함이 여러 연구들에서 밝혀지고 있다. 그러나 본문에서도 언급하였지만 그 임상적 효과가 완전히 증명되지 않아 이에 대한 검증이 필요한 부분이 많다. 이와 아울러 운동요법은 신체의 전반적인 기능이 저하되어 있는 고 연령군에서는 적절하게 시행되지 않을 경우 오히려 좋지 않은 영향을 미칠 수 있음을 주지하여야 하겠다.