

치매의 운동치료

전북대학교 의학전문대학원 재활의학교실

고 명 환

Exercise for Dementia

Myoung-Hwan Ko

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chonbuk National University Medical School

Dementia is one of major problem worldwide, and leading to great social and economic expense for medical and family care. Many of medical treatments have been introduced and performed to deal with this devastating disease but none could be publicized as clear evidence related with cure of dementia. Recently, it was reported that physical exercise could be useful approach to delay or prevent dementia. According to the recent Cochrane review of 16 previous literatures, exercise programs showed positive effect on the ability of performing daily activities and cognition in people with dementia. To help understanding of exercise therapy for dementia, in this review, the effect of exercise on recognition ability according to aging was investigated through the previous published papers and the proper exercise program was introduced for patients with dementia. (**Brain & NeuroRehabilitation 2015; 8: 24-28**)

Key Words: cognition, dementia, physical exercise, rehabilitation

서 론

현대사회의 중요한 의학적 문제 중 하나로 치매를 가장 먼저 손꼽을 수 있다. 평균수명의 증가로 늘어가는 노인 인구에 비례하여 급격하게 치매 환자의 수가 증가하고 있으며, 이는 환자 자신의 질환에 그치지 않고 가족 및 국가 사회에 커다란 의학적 경제적 부담으로써 중요한 의미를 갖는다.

최근 의학의 발전에 따라 치매에 대한 대규모의 여러 연구들이 이루어지고 있으나, 아직도 치매의 근본적인 치료방법을 찾아내지 못하고 있다. 이러한 가운데 치매를 예방하거나 진행을 늦추기 위한 여러 가지 의학적인 접근방법이 제시되고 있는데, 이중에서 ‘운동’은 치매의 예방 및 호전을 유도할 수 있는 가장 중요한 방법의 하나로 받아들여지고 있다. 2013년 ‘Exercise program for people with dementia’ 제목의 코크란리뷰에서는 2008년에 이어 그 후로 발표된 관련 연구 논문 16편을 분석한 결과, ‘운동은 치매환자의 일상생활 수행 능력을 향상시키는데 의미 있

게 영향을 미치며, 인지능력도 호전시키는 경향을 보인다’는 결론을 발표하였다.¹

그렇지만, 지속적인 연구 결과에도 불구하고 치매 환자에 대한 명확한 운동치료 가이드라인이 아직 부족하며 여전히 운동이 치매의 병적 상태 자체를 회복시킬 수 있느냐에 대한 의문이 있다. 따라서 치매 환자를 대상으로 최적의 구체적인 운동 방법을 정립하고 그 효과를 명백히 하는 추가적인 연구들이 지속적으로 필요할 것으로 생각된다.

본 종설에서는, 그 동안 발표된 동물 실험 및 인간 대상 연구 결과들을 토대로 운동이 노화에 의한 인지기능의 저하에 미치는 영향 및 치매 환자에게 주는 운동의 효과를 리뷰하고 치매 환자에게 적절한 운동치료의 구체적인 방법에 대해 정리해 보고자 한다.

본 론

1) 운동이 인지기능에 미치는 영향

2010년 듀크대학에서는 그 해에 마무리 된 운동의 효과에 대한 대규모 연구들을 토대로, ‘운동은 항노화의 가장 중요한 무기다(Exercise! the anti-aging weapon)’라는 제목의 의학뉴스를 발간하였다.² 여기에서 특히, 운동은 노화에 따른 인지기능 저하를 예방하는데 매우 중요한 요소임

Correspondence to: Myoung-Hwan Ko, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chonbuk National University Medical School, 20, Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju 561-712 Korea
Tel: 063-250-1795, Fax: 063-254-4145
E-mail: mhko@jbnu.ac.kr

을 강조하였다. 대규모 연구 중 하나로 Etgen 등은 3,903명을 대상으로 2년간 전향적 연구를 실시하였는데, 연구자들은 평소의 운동량에 따라 운동을 안 하는 군, 일주일에 3회 미만으로 하는 군, 일주일에 3회 이상으로 하는 군 이렇게 세군으로 나누어 '6-Item Cognitive Impairment Test'를 이용하여 2년 동안의 인지기능의 저하 양상을 파악하였다.³ 2년간 추적 검사한 결과, 운동을 하지 않았던 군에서는 20.4%에서 인지기능 저하가 발생된 반면, 일주일에 3회 미만의 운동을 한 군에서는 10.8%, 일주일에 3회 이상의 운동을 한 군에서는 7.5%에서 인지기능 저하가 발생하여 일주일에 3회 미만이라도 규칙적인 운동을 지속한 군에서 그렇지 않은 군에 비하여 의미 있게 인지기능 저하를 예방하는 결과를 얻었다. 또한, Sun 등은 15여년간 총 13,535명을 대상으로 실시한 전향적인 연구에서 중년기(30~55세) 동안의 육체적인 운동량이 70세 이후에 인지기능을 포함한 성공적인 노화를 이루는 데에 직접적으로 의미 있게 관여한다는 결과를 발표하였다.⁴

치매 환자를 대상으로 한 연구는 아니지만, 사람을 대상으로 기억력 등과 같은 인지기능에 대해서 선택적으로 운동의 효과를 보고자 한 연구들도 많은데, 그 중에서 Erickson 등은 치매가 없는 120명의 노령기 피험자를 대상으로 유산소운동군(60명)과 단순 스트레칭운동군(60명, 대조군)으로 나누어 6개월 동안 운동을 시키고 6개월째와 1년째 뇌영상을 획득하여 해마의 볼륨을 측정한 결과 단순 스트레칭군은 해마의 볼륨이 점진적으로 감소하였으나, 유산소운동군은 해마의 볼륨이 운동시작 전에 비하여 1년이 경과된 후에도 오히려 의미 있게 증가하는 결과를 보였고, 이러한 해마의 볼륨의 증가와 비례하여 기억력(시지각작업기억력과제)도 향상되었음을 보고하였다.⁵

성인 인간에서 운동이 인지기능을 향상시킬 수 있는 이유에 대해 연구자들은 다양한 생리학적 기전으로 설명하고 있는데, 크게 심혈관계 기능 개선과 신경성장인자(neurotrophic factor) 활성화로 요약해 볼 수 있다. 먼저, 인지기능 저하는 고혈압, 고지혈증, 당뇨, 대사증후군과 같은 심혈관계 위험인자들과 밀접하게 연관되어있는데 운동을 통하여 이러한 위험인자들을 개선함으로써 뇌혈류가 증가되고 심폐체력(cardiopulmonary fitness)이 향상되어 인지기능의 호전을 가져 올 수 있게 된다. 다음으로는 운동이 뇌신경성장인자(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)와 성장호르몬(Insulin-like growth factor, IGF) 등과 같은 신경성장인자를 활성화시키는 것으로 알려져 있다. 운동에 의하여 활성화 된 이러한 여러 신경성장인자들은 뇌세포의 성장 조절과 생존에 긍정적인 영향을 줌으로써 인지기능을 향상시키게 된다.^{3,6}

2) 치매에 대한 운동의 효과

운동의 인지기능 호전 연구 결과를 토대로 치매 환자의 치료를 위한 운동의 효과에 대한 연구들도 활발히 이루어지고 있다. 먼저, 치매 모델의 실험동물을 이용한 연구에서 긍정적인 결과들이 보여지고 있다. 2013년 Souza 등은 신경독성 물질인 베타아밀로이드펩타이드(β -Amyloid₁₋₄₀ peptide)를 이용하여 유발시킨 알츠하이머형 치매모델 마우스를 대상으로 운동의 긍정적 효과를 보고하였다.⁷ 즉, 치매가 유발된 실험 동물에게 8주간, 첫 주에는 하루 20분에서 마지막 주에는 60분까지 증가시켜가며 수영운동을 시킨 결과, 해마와 전전두엽 대뇌피질에서 베타아밀로이드에 의한 산화스트레스(oxidative stress) 및 신경염증성(neuroinflammation) 반응이 의미 있게 줄어들었으며, 동시에 인지기능 테스트에서도 의미 있는 점수의 향상을 보였다. Garcia-Mesa 등은 유전자 조작을 통한 형질변환 알츠하이머 치매 실험 쥐(3xTg-AD Mice)를 이용하여 수레바퀴 달리기 운동을 실시한 결과 인지기능의 향상과 불안증상의 감소를 보였으며 운동에 의하여 산화스트레스가 경감하고 시냅스의 신경보호효과가 보이는 결과를 보고하였다.⁸ 2014년 Revilla 등은 같은 모델의 실험 쥐에서 운동을 통하여 시냅스의 결합능이 회복되고 시냅스단백질과 신경보호단백질이 증가하는 결과를 보고 하였다.⁹ 또한, Lafenetre 등은 치매모델의 어른 쥐를 대상으로 운동에 의하여 BDNF의 증가와 연관되어 새로운 신경세포 생성(neurogenesis)이 의미 있게 증가되었으며 그로 인하여 인지기능도 호전이 되었음을 발표하였다.¹⁰ 이와 같은 지금까지의 실험동물 연구 결과에 의하면, 치매로 인한 뇌신경계의 다양한 병적 진행과정이 운동에 의하여 긍정적인 치료적 방향으로 바뀔 수 있다는 증거들을 보여주고 있다.

치매 환자를 대상으로 운동을 실시하여 효과를 본 연구들도 많이 이루어지고 있는데, 앞서 서론에서 언급한 것처럼 최근 코크란리뷰에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 결론을 맺고 있다. 그런데, 현재까지의 치매 환자에 대한 운동효과 연구의 결과들을 좀 더 세부적으로 살펴보면 크게 2가지로 요약 할 수 있다. 첫째는 운동의 효과는 초기 치매나 경도인지장애(mild cognitive impairment) 환자의 경우에는 그 효과가 확실한데 반해 이미 치매가 어느 정도 진행된 환자에서는 그 효과가 불분명하다는 점, 그리고 둘째로는 운동에 의해 치매 환자의 육체적 능력 향상으로 인하여 일상생활 동작 수행 능력이 향상되는 결과는 어느 정도 일관된 결과를 보이는데 반해 인지기능 자체의 호전은 미흡하다는 점이라 할 수 있다.^{1,11} 또한, 2014년 Öhman 등의 체계적 문헌 고찰에 의하면, 치매 환자에서 운동치료

전후에 간이정신상태검사(Mini Mental State Evaluation, MMSE)나 Alzheimer Disease Assessment Scale-Cognitive Subscale (ADAS-Cog), Clinical Dementia Rating Sum of Boxes 등과 같은 포괄적 인지기능 평가 도구를 통한 평가에서는 어느 정도의 호전이 보이고 있으나, 인지기능에 대해 세부적으로 평가를 한 경우에는 주의력이나 작업기억력, 지연 회상(delayed recall) 능력은 경도인지장애 환자에서는 어느 정도 호전을 보이거나 이미 치매가 진행된 환자에서는 대부분의 연구에서 호전이 없다는 결과를 보이고 있다.¹¹ 또한 서술기억(declarative memory)과 의사소통 능력은 현재까지 각각 한편의 연구 논문에서만 의미 있는 향상이 발표되었다.^{12,13} 진행된 치매의 경우에는, 현재까지 시도되고 있는 다른 여러 치료들처럼 운동치료 역시 치매의 병적 진행 자체를 되돌리지는 못하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 이러한 환자들에서도 운동을 통하여 육체적인 기능이 호전되어 일상생활 수행능력이 향상되며 보호자의 간병 부담도 의미 있게 경감되는 결과를 보이고 있다.^{1,11,14}

3) 치매 환자의 운동 치료

2013년 코크란리뷰에서 인용한 16편의 무작위 대조군 연구를 보면, 경도인지장애 및 치매환자들(치매 환자를) 대상으로 한 운동의 종류는 매우 다양하였다. 유산소운동, 근력운동, 유연성운동, 균형운동 등을 다양한 형태로 조합하여 운동프로그램을 구성하였으며, 운동의 강도 및 시간도 각 연구 팀들에 따라, 주당 2~5회, 하루 20~75분으로 다양하였다. 구체적인 운동 방법들을 보면, 기본적인 걷기 운동을 비롯하여 자전거타기, 상지와 하지의 근력강화운동, 축구나 배구, 농구 형식의 공을 이용한 운동, 음악과 춤을 이용한 운동, 유연성과 균형운동 등이 프로그램으로 구성되었다. 지금까지의 연구 결과를 살펴보면, 유산소운동은 심혈관계 개선과 심폐기능의 강화를 통해 인지기능 호전 효과를 나타내며, 근력강화운동(저항운동)은 IGF와 같은 신경성장인자의 활성화를 통한 인지기능 향상에 더 관련한다고 보고 되며, BDNF는 유산소운동과 저항운동 시에 모두 증가하는 것으로 알려져 있다.^{6,15-17}

치매 환자에게 특화된 구체적인 운동프로그램에 대한 명확한 가이드라인은 아직 없는 것으로 알고 있으며 이에 대해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그 동안의 문헌들에 의하면, 치매 환자들에게도 유산소운동뿐 아니라, 근력운동, 유연성운동, 균형운동 등을 모두 적절히 조합하여 포괄적인 운동프로그램을 실시해 주는 것이 좋으며, 구체적인 운동 빈도 및 강도는 일반 노인들에게서 권고되는 가이드라인에 따르면 될 것으로 생각된다. 미국

스포츠의학회가 제시한 노인의 운동 가이드라인에 의하면, 유산소운동의 경우에는, 운동 강도가 낮은 경우에는 주당 150분(30분, 5일/주), 운동강도가 높은 경우에는 주당 60분(20분, 3일/주) 이상을 권고하고 있다.¹⁸ 또한 운동 강도는 최대산소섭취량(VO_{2max})의 60%~70%를 권고하면서 굳이 70%를 초과하는 강도로 할 필요는 없다고 언급하고 있다. 근력강화를 위한 저항운동은, 주당 2일 빈도로 주요 근육들에 골고루 실시를 하여야 하는데, 1 RM(repetition maximum)의 60~70%의 무게로 한 세트에 8~12회씩 총 2~3세트 반복하도록 권유하고 있다. 건강상태가 좋지 못한 경우에는 1 RM의 40~50%로 낮추어 시작하는 것이 좋다고 언급하고 있다. 근지구력의 증진이 더 우선시 되는 경우에는 1 RM의 40~50% 무게로 세트당 15~20회 반복이 더 추천된다. 저항운동 시에는 중간중간 휴식시간을 가지는 것이 중요한데, 세트 사이에는 2~3분 정도 휴식을 하고 전체 세션간에는 2~3 정도의 휴식기를 가져서 근육에 무리가 가지 않으면서 근력이 증진되도록 하여야 한다.

치매 환자의 운동치료 시에 기본적인 운동의 강도와 빈도에 대해서는 일반 노인의 가이드라인에 준해서 운동처방을 할 수 있지만, 구체적인 운동프로그램의 구성과 운영에서는 고려해야 할 부분이 분명히 있을 것이다. 이에 대해서는 지속적인 연구가 좀 더 필요한 상황이며 재활의학 분야에서 중요한 연구 주제가 될 수 있을 것이다. 현재까지 발표된 몇몇 연구자들의 발표를 살펴 보면, 먼저 2000년에 발표된 Dick 등의 연구에서 의미 있는 결과를 얻을 수 있다.¹⁹ 본 연구에서는 건강한 노인과 알츠하이머 치매 환자를 대상으로 하여 공을 던져 바구니에 정확히 쏘아 넣는 훈련을 반복적으로 시켰는데, 야구에서 투수의 투구 동작을 적용하여 다양한 방법으로 즉, 아래로 던지기(under-hand toss), 머리 위로 던지기(over-hand toss), 옆으로 던지기(side arm toss) 등의 방법을 이용하여 한 가지 방법으로만 훈련을 하거나 또는 세 가지 방법을 조합하여 훈련을 하는 방법을 실시하였다. 그 결과 정상 노인에서는 한 가지 방법으로만 훈련을 한 경우에도 다른 두 가지 방법으로 공을 던지는 능력도 같이 향상이 된 것에 반하여 치매 환자의 경우에는 자기가 훈련한 방법에서만 던지기 능력이 향상이 되었다. 더욱이 치매 환자의 경우에는 세 가지 방법을 조합하여 같이 훈련을 한 경우에는 훈련 후 각각 세 가지 방법으로 던지기 능력을 평가한 결과 오히려 능력이 더 저하되는 결과를 보이기도 하였다. 치매 환자의 인지치료 시 치료과제를 구성할 때 가능한 단순화하면서 구체화하고 일관성이 있도록 구성하는 것이 중요한 것으로 알려져 있다. 따라서, Dick 등의 연구 결과를 비추어

보면, 치매 환자에서는 운동프로그램을 구성할 경우에는 목적하는 바를 확실히 하여 이에 맞도록 단순화하고 구체화하여 일관성이 있도록 프로그램을 구성함으로써 치매 환자로 하여금 인지적인 혼란이 발생하지 않도록 하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

또한, 2008년 Teri 등은 치매환자의 운동치료 시에 그 효과와 참여도를 높이기 위한 몇 가지 방법을 제시하였다.²⁰ 첫 번째는 운동프로그램 구성 시에 ‘재미’ 요소를 집어 넣는 것이다. 예를 들면, 대퇴사두근 근력 강화를 위한 쪼그려 앉기 운동 시에는 환자들에게 ‘암탉이 알을 품고 있는 상태’라고 하면서 알이 깨지지 않게 조심스럽게 앉았다가 일어나도록 유도하여 운동의 효과를 높일 수 있다고 제안하였다. 두 번째로는 운동치료 과정 중에 지속적으로 환자와 호보자가 함께 운동치료에 대한 방해가 되는 요소가 있는지를 파악하여 그 원인이나 해결 방안을 함께 찾아가는 것이 필요하다고 하였다. 이 과정에서 방해 요소를 적절히 제거하기 위해서는 적절한 보상과 재미적 요소가 역시 필요하게 된다.

노인의 운동시 안전에 대해 생각을 하지 않을 수 없다. 이러한 문제에 대해서도 연구 발표들이 있는데, 가이드라인만 따르면 젊은 연령에 비하여 안전사고 발생률이 더 증가하지는 않는다는 결론을 내리고 있다.²¹ 또한 운동치료와 관련하여 심근경색과 같은 심장과 관련된 문제의 발생이 중요한데, 이 또한 실제로 발생하는 수치는 미미하여 성인 남자의 경우 운동 백만 시간당 1건 이하로 심장문제(coronary event)가 발생하고, 활동이 가능한 노인에서는 매우 희박하다는 연구 결과가 있다.^{22,23}

결론

치매는 예방과 조기 진단이 중요시 되고 있다. 이러한 맥락에서 운동은 치매를 예방하는 데에도 중요하며, 초기에 진단된 치매의 진행을 막고 인지기능을 회복하는 데에도 중요한 치료 방법의 하나로 할 수 있다. 또한, 진행된 치매 환자에서도 운동치료에 의해 환자의 일상생활 능력이 향상되며 보호자의 간병 부담이 경감되는 효과가 있다. 치매 환자에게 적용할 수 있는 최적의 운동치료 프로그램 개발을 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다. 더불어, 우리나라의 실제 임상 현장에서 치매 환자에 대한 운동치료가 적극적으로 이루어질 수 있도록 적절한 의료환경이 마련되는 것도 시급한 문제 중에 하나이다. 최근 가장 고조되고 있는 치매에 대한 국가사회적 관심에 따라 치매 환자가 적절한 운동치료를 받을 수 있는 여건이 잘 마련되도록 의료계에서도 노력이 필요하겠다.

References

- 1) Forbes D, Thiessen EJ, Blake CM, Forbes SC, Forbes S. Exercise programs for people with dementia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 4;12:CD006489
- 2) Exercise! The anti-aging weapon. 4 new studies affirm the multiple benefits of exercise--at any age, even starting in midlife. *Duke Med Health News*. 2010;16:5-6
- 3) Etgen T, Sander D, Huntgeburth U, Poppert H, Förstl H, Bickel H. Physical activity and incident cognitive impairment in elderly persons: the INVADE study. *Arch Intern Med*. 2010;170:186-193
- 4) Sun Q, Townsend MK, Okereke OI, Franco OH, Hu FB, Grodstein F. Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Arch Intern Med*. 2010;170:194-201
- 5) Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, White SM, Wojcicki TR, Mailey E, Vieira VJ, Martin SA, Pence BD, Woods JA, McAuley E, Kramer AF. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108:3017-3022
- 6) Kirk-Sanchez NJ, McGough EL. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clin Interv Aging*. 2014;9:51-62
- 7) Souza LC, Filho CB, Goes AT, Fabbro LD, de Gomes MG, Savegnago L, Oliveira MS, Jesse CR. Neuroprotective effect of physical exercise in a mouse model of Alzheimer's disease induced by β -amyloid₁₋₄₀ peptide. *Neurotox Res*. 2013;24:148-163
- 8) García-Mesa Y1, López-Ramos JC, Giménez-Llort L, Revilla S, Guerra R, Gruart A, Laferla FM, Cristòfol R, Delgado-García JM, Sanfeliu C. Physical exercise protects against Alzheimer's disease in 3xTg-AD mice. *J Alzheimers Dis*. 2011;24:421-454
- 9) Revilla S, Suñol C1, García-Mesa Y1, Giménez-Llort L2, Sanfeliu C1, Cristòfol R. Physical exercise improves synaptic dysfunction and recovers the loss of survival factors in 3xTg-AD mouse brain. *Neuropharmacology*. 2014;81:55-63
- 10) Lafenetre P1, Leske O, Wahle P, Heumann R. The beneficial effects of physical activity on impaired adult neurogenesis and cognitive performance. *Front Neurosci*. 2011;5:51
- 11) Öhman H1, Savikko N, Strandberg TE, Pitkälä KH. Effect of physical exercise on cognitive performance in older adults with mild cognitive impairment or dementia: a systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2014;38:347-365

- 12) van de Winckel A, Feys H, de Weerd W. Cognitive and behavioural effects of music-based exercises in patients with dementia. *Clin Rehab*. 2004;18:253-260
- 13) Friedman R, Tappen R. The effect of planned walking on communication in Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39:650-654
- 14) Orgeta V, Miranda-Castillo C. Does physical activity reduce burden in carers of people with dementia? A literature review. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2014;29:771-783
- 15) Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, Petersen RC. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. *Mayo Clin Proc*. 2011;86:876-884
- 16) Cassilhas RC, Viana VA, Grassmann V, Santos RT, Santos RF, Tufik S, Mello MT. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1401-1407
- 17) Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, Adser H, Jakobsen AH, Pilegaard H, Nielsen HB, Secher NH. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010;298: R372-R377
- 18) American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41:1510-1530
- 19) Malcolm B. Dick, Ross Andel, Susie Hsieh, Josh Bricker, Deborah S. Davis & Cordula Dick-Muehlke. Contextual Interference and Motor Skill Learning in Alzheimer's Disease. *Aging Neuropsychol Cogn*. 2000;7:273-287
- 20) Teri L, Logsdon RG, McCurry SM. Exercise interventions for dementia and cognitive impairment: the Seattle Protocols. *J Nutr Health Aging*. 2008;12:391-394
- 21) Stathokostas L, Theou O, Little RM, Vandervoort AA, Raina P. Physical activity-related injuries in older adults: a scoping review. *Sports Med*. 2013;43:955-963
- 22) Anderson KM, Wilson PW, Odell PM, Kannel WB. An updated coronary risk profile: a statement for health professionals. *Circulation*. 1991;83:356-362
- 23) Gill TM, DiPietro L, Krumholtz HM. Role of exercise stress testing and safety monitoring for older persons starting an exercise program. *JAMA*. 2000;284:342-349