

## 남성갱년기의 운동

서울대학교병원 가정의학과

최호천 · 조비룡 · 오범조 · 김현수

### Physical Activity and Exercise for Men with Late Onset Hypogonadism

Ho Chun Choi, Be Long Cho, Bumjo Oh, Hyun Su Kim

Department of Family Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

#### = Abstract =

Late onset hypogonadism (LOH, also referred to as age-associated testosterone deficiency syndrome, TDS) is a clinical and biochemical syndrome associated with advancing age and characterized by symptoms and a deficiency in serum testosterone levels. It may result in a significantly reduced quality of life and adversely affect the function of multiple organ systems. Although the treatment of LOH is primarily based on hormone replacement, other treatment modalities (medical or non-medical treatment) can also be considered for various accompanying symptoms. The efficacy of exercise in the treatment of LOH has already been evaluated in several studies, and many of them show beneficial effects for some specific symptoms and diseases. This study was designed to evaluate the relationship between exercise and plasma testosterone levels, and the potential beneficial effects of exercise for each specific symptom of LOH, and finally to consider the appropriate exercise treatment for LOH.

**Key Words:** Male, Hypogonadism, Exercise, Testosterone

#### 서 론

남성갱년기증후군의 치료는 기본적으로 호르몬 치료에 중점을 두고 있으나 동반되는 다양한 증상에 대해서는 약물, 비약물적 치료가 시도되고 있다. ISSAM, ISA, EAU에서는 남성갱년기를 Late onset hypogonadism (LOH)로 명명하고 "테스토스테론의 결핍과 함께 전형적 증상을 동반한 나이가 들면서 나타나는 임상적 증후군"으로 규정하고 있는데, 증상이 보다 점진적이며 서서히 나타나고 또한 중/노

년층에 흔히 올 수 있는 다른 질환의 증상들과 동반되어 복합적으로 나타날 수도 있다.<sup>1</sup> 따라서 남성갱년기 증상은 비특이적이고 정상적인 노화과정과 구분이 모호한 경우가 많지만, 대표적인 증상에 대해서는 크게 성적, 신체적, 정신적 증상의 세 범주로 나누어 평가하기도 한다 (Table 1).<sup>2</sup> 이 외에도 테스토스테론 감소는 동맥경화증 증가, 경동맥혈관의 두께 증가, 체지방 증가와 관련이 있고 이로 인해 심혈관 질환, 인슐린 저항성 및 당뇨, 고혈압, 동맥경화성 혈관질환 등의 대사성질환이 증가할 수 있다.<sup>3</sup>

남성갱년기의 전형적 증상은 일반적인 노화의 증상과 상당히 유사하고 금연, 절주, 식이, 운동 등의 생활습관 교정을 통하여 이런 증상들이 개선된다는 근거는 이미 제시되어 있다. 이 논문에서는 남성갱년기증후군의 비약물 치료중에서 특히 운동에 대해서 다루고자 한다. 먼저 운동과 테스토스테론

접수일자: 2011년 12월 16일, 수정일자: 2011년 12월 19일,  
게재일자: 2011년 12월 19일  
교신저자: 조비룡, 서울대학교병원 가정의학과  
서울시 종로구 연건동 ☎ 110-744  
Tel: 02-2072-2195, Fax: 02-766-3276  
E-mail: belong@snu.ac.kr

**Table 1.** Symptoms and signs suggesting of late onset hypogonadism<sup>2</sup>

<b>1. Sexual function changes</b>
Reduced sexual desire
Reduced erectile function (frequency, quality)
<b>2. Somatic changes</b>
Reduced muscle bulk and strength
Low bone mineral density
Increased visceral fat and decreased lean body mass
Loss of body hair, changes in skin
<b>3. Psychological symptoms, etc.</b>
Poor concentration and memory
Reduced mental activity and cognitive function
Decreased energy and motivation
Feeling sad or blue, depressed mood, dysthymia
Sleep disturbance
Diminished physical or work performance

의 관계를 조사하고 남성갱년기 증상에 대한 운동의 효과를 알아보고 마지막으로 남성갱년기에 필요한 운동요법에 대해 알아보고자 한다.

### 테스토스테론과 운동

테스토스테론이 운동 능력에 영향을 줄 수도 있지만, 반대로 운동이 테스토스테론 농도에 영향을 주기도 한다. 테스토스테론 감소가 근육량 감소, 근력 감소 및 운동능력 감소와 관련성이 있다는 것은 이미 여러 연구를 통해 알려져 있다.<sup>4</sup> 반대로, 운동 후 테스토스테론 농도가 변화하는 것으로 알려져 있는데, 대부분의 연구에서 단기간의 강도 높은 운동 후 테스토스테론의 증가가 관찰되었지만, 장기간 관찰 시에는 이러한 효과가 지속되지는 않았다.<sup>5-11</sup> 여러 연구를 볼 때 아직까지는 운동이 테스토스테론 분비의 주된 인자는 아닌 것으로 생각되고 있다.

저항운동과 테스토스테론 반응에 대한 연구에서 무거운 저항운동 직후 총 테스토스테론과 유리 테스토스테론이 상승하지만, 30분 이내에 기저치 또는 그 이하로 돌아오게 된다.<sup>5-11</sup> 하지만 운동 후 몇 일간의 테스토스테론 변화는 아직 명확하지 않다. 한편, 운동강도, 세트수, 총운동량, 선택되는 운동, 운동 순서, 휴식시간으로 조합된 운동 프로토콜에 따라 저항운동 후에 발생하는 테스토스테론의 단기간의 변화 정도가 다른 것으로 생각된다.<sup>12</sup>

운동강도와 테스토스테론 단기반응을 보면 매우 낮은 강도에서는 반응이 없었고 강도가 감소하면 반응이 약해졌고, 고강도 (intensity)와 많은 운동량

(volume)에서 테스토스테론 단기반응이 더 증가하였다.<sup>6,7,13,14</sup> 여러 연구를 종합하면, 일반적으로 전체 운동량이 적으면 강도가 높은 운동이라도 단독으로는 테스토스테론 단기반응을 유발하기에 충분하지 못하고, 전체 운동량이 충분해도 최소한의 역치를 넘는 강도의 운동이 있어야 테스토스테론 단기반응을 유발할 수 있다.<sup>10</sup>

운동 세트의 경우 전체 운동량이 일정하면 세트수는 테스토스테론 단기반응에 영향을 주는 것 같지 않다. 총운동량이 동일하면 한 세트를 적은 반복수로 조개어 세트수를 변화시켜 운동하는 경우에도 중량을 늘려서 세트수를 변화시키는 경우에도 테스토스테론 단기반응에는 영향이 없었다.<sup>7,15</sup>

총운동량 (volume)은 보통 세트, 반복수, 운동강도 (중량, 경사도 등)의 조합으로 결정되는데 "세트 X 반복수 X 운동강도"를 의미한다. 운동 직후 테스토스테론이 상승하기 위해서는 큰 대사 요구도를 필요로 하는 총운동량이 충족되어야 하는 것으로 보인다.<sup>11,12</sup> 한 연구에서 10회 6세트의 스쿼트 운동 후에는 테스토스테론이 증가했지만 1세트 운동에서는 반응이 없었고, 1 repetition maximum (RM)의 20세트 운동에서는 테스토스테론 반응이 없었지만 10 RM의 10세트 운동에서는 반응이 있었다.<sup>11,12</sup> 이는 운동 후 테스토스테론의 상승이 단지 높은 강도의 운동만으로 발생하지 않고 일정한 운동량 즉, 높은 대사적 요구도를 필요로 하는 운동량이 필수적임을 의미한다.<sup>12</sup> 그 역치가 어느 정도 되는지는 아직 확정된 바는 아직 없지만 더 큰 총운동량이면 더 큰 테스토스테론 반응을 나타냈다.<sup>10</sup>

운동의 종류라 함은 특정한 운동종류 (예> 벤치프레스, 스쿼트, 레그프레스 등), 사용 장비 (예> 기계, 일반중량, 밴드), 운동 방법 및 자세 (예> 운동 속도, 구심성 또는 편심성 운동) 등에 따른 차이를 의미한다. 격렬하게 운동해도 작은 근육보다 대근육을 사용하는 운동을 하는 경우 테스토스테론 단기반응을 더 잘 유도하였는데, 큰 근육 운동시 운동량이 더 많은 운동을 하게 되고 운동량이 증가하면 테스토스테론 상승이 크므로, 결과적으로 큰 근육군을 운동할 경우 테스토스테론 단기반응이 더 크게 된다.<sup>5,16,17</sup> 기계와 일반 중량에 따른 테스토스테론 단기반응의 차이는 없었다. 편심성과 구심성 운동시에 모두 테스토스테론 반응을 보였으나 구심성 운동에서 2배의 상승을 보인 것은 편심성 수축시 최대 근력이 구심성 수축보다 크기 때문에 같은

무게라고 하면 편심성 운동에서 상대적 강도가 낮았기 때문으로 생각된다.<sup>18,19</sup> 앞에서 살펴본 여러 연구에 따르면 운동종류를 막론하고 테스토스테론 반응의 주요 결정 요소는 사용되는 근육양에 따른 총운동량으로 생각된다.

운동 순서가 테스토스테론 반응에 영향을 주기도 한다. 소근육 운동을 먼저하게 되면 충분한 운동량에 도달하지 못해 테스토스테론 단기반응이 일어나기 힘들지만 대근육 운동을 먼저하면 테스토스테론 단기반응이 일어나게 되어 이후 운동하는 근육은 상승된 테스토스테론 농도의 영향을 받게 된다. 한 연구에서 4세트 레그프레스 동작을 한 후에 이두근 운동을 하게 되면, 단독 이두근 운동에 비해 유의하게 이두근 비대가 발생하였다.<sup>17</sup>

세트 사이의 휴식은 저항 운동의 대사 요구도에 영향을 주지만 아직까지 어느 정도로 휴식을 단축하여 대사 요구도가 증가해야만 테스토스테론 단기반응이 일어나는지에 대해서는 자세히 밝혀진 바는 없다. 한 연구에서 중등도 강도와 높은 총운동량을 시행 후 1분 쉼 군에서 3분 쉼 군에 비하여 테스토스테론 단기반응이 높았다.<sup>7</sup>

총운동량, 운동강도, 휴식, 운동순서 등을 포함한 다양한 운동 조합이 전체 운동량과 대사 요구도의 정도를 결정할 것이고 이것이 테스토스테론 반응에 영향을 줄 것으로 생각된다.<sup>4</sup> 남성갱년기에서 운동을 통한 테스토스테론 단기반응을 효과적으로 활용하기 위해서는 역치를 넘어서는 운동강도, 총운동량을 정하고 운동의 순서를 대근육에서 소근육으로 진행하고, 운동에 적응할수록 휴식 시간을 단축시켜 나가는 전략을 쓸 수 있을 것이다.

## 운동이 남성 갱년기 증상에 미치는 영향

남성갱년기증후군의 여러 증상을 성적, 신체적, 정신-뇌신경학적 증상의 3가지 범주로 나누어 운동과의 관계를 살펴보고자 한다.

### 1. 성적 증상

성적 증상 중 발기부전과 운동을 보면, 규칙적 운동을 통해 내피 세포 기능장애와 발기부전 (endothelial and erectile dysfunction)을 개선시킬 수 있다.<sup>20</sup> 한 연구에서는 45~60분간 8주간의 운동 시 고혈압이 있는 남성에서 발기부전이 개선되었고, 발기부전을 가진 비만한 사람의 1/3에서 생활습관 개

선으로 성적 기능의 향상을 보였다.<sup>20,21</sup> 운동이 발기부전에 어느 정도는 효과적인 비약물적 치료로 생각되지만, 성욕에 대해서는 아직 인간을 대상으로 한 연구는 많지 않다.

### 2. 신체적 증상

운동이 갱년기 남성의 신체적 증상에 미치는 효과에 대해서는 상당히 많은 연구가 있었다. 차례대로 근감소증, 골밀도 감소, 신체조성, 대사적 영향, 운동능력 및 심혈관계 영향에 대해 자세히 살펴보겠다.

저항운동이 근감소증을 개선한다는 증거는 매우 많다. 먼저 근력 (muscular strength)을 보면 저항성 운동 후 근력의 변화는 다양한 방법으로 확인되었는데, 근력 증가의 정도는 25% 미만 증가에서 100% 이상 증가까지 다양하게 관찰되었다.<sup>22-28</sup> 노인에서 저항운동 후 근력의 증가는 등속성 (isokinetic), 등척성 (isometric) 능력보다 1 RM, 3 RM 능력에서 더 크게 나타났다.<sup>22,27,29</sup> 근파워 (muscle power)는 속도와 수축력을 합한 개념으로 노인에서는 근파워를 내는 능력이 근력보다 더 기능적 활동 (functional performance)을 잘 반영한다.<sup>30,31</sup> 나이가 들수록 근파워의 소실이 근력 소실보다 더 큰 것으로 알려져 있다.<sup>32,33</sup> 노인에서 저항운동 후에 근파워의 증가 (등속성, 등장성 계단 오르기, 수직 점프 등)가 여러 연구에서 확인되었고,<sup>22,34-36</sup> 최근 연구를 보면 속도가 빠른 운동 프로토콜을 할 때 근파워 성장이 근력 성장과 같거나 더 클 것으로 생각된다.<sup>34,36,37</sup> 근육의 질 (muscle quality)은 단위근육 부피 또는 단위근육 양에서 발휘되는 근력 또는 근파워를 의미하는데, 저항운동 후에 근매스 증가로 기대되는 정도보다 더 큰 근력 또는 근파워가 발생하였다.<sup>27,38</sup> 이러한 근육의 질 향상은 특히 운동 초기에 잘 발생한다.<sup>25</sup> 주된 기전으로는 운동 단위의 동원 (recruitment)이나 방전률 (discharge rate)이 증가하기 때문으로 생각되고 있다.<sup>23-25</sup> 근지구력은 근력과 파워를 반복적으로 낼 수 있는 능력으로, 노인의 기능적 독립과 이동 범위를 결정하는데 영향을 줄 수 있다. 중등도 또는 고강도 저항운동 후 현저한 근지구력의 증가가 관찰되었지만 낮은 강도의 저항운동에서는 근지구력을 향상시키지 못하였다.<sup>23,39,40</sup>

골밀도에 대해서는 크지는 않지만 유산소 운동과 저항 운동이 모두 골밀도를 증가시킨다. 저강도의 체중부하 유산소 운동 (걷기 정도)을 주 3~5회,

1년간 지속할 경우 약간의 골밀도 증가가 관찰되었고 골절의 위험도 낮추었다.<sup>41</sup> 또한 고강도 체중 부하 유산소 운동 (계단 오르고 내리기, 빠르게 걷기, 중량을 더하여 걷기, 조깅 등)을 1~2년간 지속할 경우 훨씬 더 골밀도를 증가시키는 것으로 나타났고 한달에 9번 이상 달리기를 한 중년 또는 노인의 경우 이보다 적게 달린 사람에 비해 요추의 골소실이 적었다.<sup>41,42</sup> 한편, 여러 메타 분석에서 유산소 운동뿐 아니라 저항 운동도 골밀도를 향상시키는 것으로 확인되었다.<sup>43,44</sup> 한 연구에서는 24주의 고강도지만 적은양의 저항운동을 시행한 후 대퇴골밀도가 1.96% 증가하였다.<sup>45</sup> 고강도 저항 운동은 골밀도를 유지 또는 향상시키고, 근력과 골밀도 사이에는 직접적 상관성이 있는 것으로 생각된다.

신체조성의 변화와 운동의 관련성은 많은 연구에서 보고되었다. 중등도 강도의 유산소 운동은 식이 조절이 없을 경우에도 일반적으로 체지방 감소에 효과가 있고 특히, 복부 내장지방의 감소에 유의한 효과가 있었다.<sup>46-48</sup> 하지만, 대부분의 연구에서 유산소 운동이 제지방량 (fat-free mass) 증가에는 유의한 효과가 없었다.<sup>48</sup> 한편, 중등도/고강도 저항운동을 하는 노인에서 제지방 증가와 체지방 감소가 보고되었는데, 고강도 저항운동 후에 제지방량의 증가는 대부분의 연구에서 관찰되었고, 제지방량의 증가는 근육의 단면적과 근육부피를 증가시킨다.<sup>49</sup> 최근의 여러 연구에 따르면, 노인에서 저항운동 후에 10~62%까지 근비대가 보고되었고 또한 중등도/고강도 저항운동은 체지방량을 1.6~3.4% 감소시켰다.<sup>29,50-53</sup>

앞에서 말한 남성갱년기의 주된 신체증상 이외에도 흔히 동반되는 대사성질환과 심혈관계 변화에 대해서도 운동은 여러가지 이점이 있다. 식사요법과는 별도로 유산소 운동은 휴식 시 혈당 유지, 혈중 지질 제거, 운동 중 지방 사용 능력을 향상시키는데 도움을 준다.<sup>54</sup> 저항운동도 휴식 시 탄수화물 및 아미노산 산화를 줄이고 지질 산화를 증가시켜 지방 연소를 증가시켜 혈중 지질 조성을 개선시키는데 도움을 준다.<sup>53,55,56</sup> 한편, 중등도 이상의 유산소 운동을 3달 이상 하는 경우 심혈관계 적응 정도가 높아지는데, 휴식 시나 최대하 운동 시의 심박수를 낮추고 최대하 운동시에 수축/이완기/평균혈압의 상승이 적고 혈관이완 능력과 산소섭취능력이 증가한다.<sup>55,57-59</sup> 즉, 충분한 강도, 주 3회 이상, 16주 이상 운동은 중년 또는 노인에서 심혈관계 적응

정도를 높여서 유의하게 유산소 운동 능력 (또는 최대산소섭취량)을 향상시킬 수 있다.

### 3. 정신적 증상

운동과 신체 활동은 만성질환과 신체 증상 이외에도 여러 정신 강에도 효과가 있음이 알려져 있다. 여러 연구에서 인지기능, 우울, 불안, 삶의 질 등에 대한 운동의 효과를 조사하였고 노인에서 높은 수준의 유산소 운동을 하는 것이 정신건강에 도움이 되고 중등도의 신체활동이 저강도/고강도 신체활동보다 더 효과적인 것으로 생각된다.<sup>60-63</sup> 운동을 통하여 자존감과 자긍심을 고취하게 되면서 정신 건강이 향상되는 것으로 생각되고<sup>64,65</sup> 일부에서는 감정조절이 코티솔 및 염증성 지방조직분비물 (adipokines)과 관련이 있고 이 물질과 관계있는 내장지방이 운동을 통하여 감소되기 때문으로 이해하기도 한다.<sup>66,67</sup>

단면 연구와 코호트 연구에서는 노인에서 운동이 인지기능장애나 치매의 위험을 낮추는 것과 관계가 있는 것으로 나타났다. 신체활동 수준과 간이 정신상태검사 (Mini mental state examination) 점수의 변화가 관련이 있고 신체활동을 하는 경우 인지기능 장애나 치매 위험이 낮은 것으로 조사되었다.<sup>67,68</sup> 또한 보행 속도나 간단 신체 수행 검사 (Short Physical Performance Battery) 점수와 인지기능 장애의 관련성을 보고하기도 하였다.<sup>69</sup> 실험 연구에서는 유산소 운동 후에 기억, 집중도, 반응시간의 단기간 향상을 보고하였고 인지기능에 대한 정신적 훈련과 신체활동 훈련을 조합한 경우 인지기능이 더 크게 향상되었다.<sup>70-72</sup> 정확한 기전에 대해서는 밝혀지지 않았지만, 여러 연구에서 혈류상태 개선, 뇌용적 증가, 뇌 신경물질의 증가, insulin growth factor-1과 신경전달계의 향상 때문일 것으로 보고하고 있다.<sup>73,74</sup>

유산소 운동뿐만 아니라 저항운동도 불안, 우울, 삶의 질 등을 향상시키는 것으로 생각된다.<sup>62,75,76</sup> 무작위 대조군 연구에서 운동이 젊은 사람과 노인에서 모두 우울증에 효과가 있으며 저항운동과 유산소 운동 모두 우울증 환자에서 우울감을 25~88% 호전시키는 것으로 나타났다.<sup>61,77-80</sup> 또한, 우울증이 있는 노인에서 전반적으로 중등도/고강도 저항운동 시 정신적 안녕감과 삶의 질의 향상이 관찰되었다.<sup>81</sup> 하지만, 우울증이 없는 노인과 낮은 강도의 운동에서는 결과가 일관적이지는 않았는데, 우울증이

없는 노인에서 낮은 강도의 탄력 밴드 운동을 한 이후 우울 증상이 개선되지 않았고, 건강한 노인에서 낮은 강도의 정형화되지 못한 운동은 삶의 질 향상에 효과적이지 않았다.<sup>63,82,83</sup> 불안에 대해서는 중등도의 저항운동을 한 후에 불안 정도가 감소하였다.<sup>84</sup>

상기 연구를 종합해 볼 때, 운동을 통하여 정신건강에 대한 효과를 기대하기 위해서는 체계적인, 중등도 강도 이상의 운동을 시행하는 것이 좋겠다.

#### 4. 기타 운동의 효과

하지 근력강화와 어려운 지형을 걷는 등의 균형 운동은 여러 연구에서 균형 능력을 향상시키는 것으로 보아 낙상예방을 위한 운동 중재의 방법으로 권고될 수 있다.<sup>85,86</sup> 균형, 근력, 유연성, 걷기 운동 등으로 이루어진 다양한 운동 프로그램은 낙상의 위험을 줄였고 태극권 프로그램 역시 낙상의 위험

을 줄이는 데 효과적인 것으로 알려져 있다.<sup>87-89</sup>

노인의 유연성에 대한 관절범위 운동의 효과를 보여준 일부 연구에서 스트레칭과 전체 관절범위를 움직이는 요가나 태극권 등의 운동을 조합한 프로그램이 어깨와 발목/무릎 유연성의 증가를 가져왔다.<sup>75</sup> 여성이긴 하지만 70세 이상 노인을 대상으로 주 3일, 10주간의 등허리와 고관절 스트레칭을 시행한 후 등허리와 슬와근의 유연성과 척추 신전의 증가를 보고하였다.<sup>90</sup> 하지만, 유연성과 관련한 연구가 적어서 운동의 양과, 빈도, 스트레칭 방법(정적 또는 동적 스트레칭)에 따라 어떤 방법이 더 안전하고 더 효과적인가에 대한 증거는 별로 없다.

#### 갱년기남성을 위한 운동 방법

갱년기 남성을 위한 특화된 운동 권고안이 아직 나오지는 않았지만 기본적인 방향은 2008 Physical

Table 2. Summary of ACSM/AHA physical activity recommendations for older adults<sup>92</sup>

#### Endurance exercise

##### Frequency

Moderate-intensity activities: accumulate at least 30 or up to 60 (for greater benefit) minutes/day in bouts of at least 10 min each to total 150~300 minutes/week

Vigorous-intensity activities: accumulate at least 20~30 minutes/day or more in bouts of at least 10 min each to total 75~150 minutes/week

Combination of moderate and vigorous activities: an equivalent combination of moderate and vigorous activity.

##### Intensity

On a scale of 0 to 10 for level of physical exertion, 5 to 6 for moderate-intensity and 7 to 8 for vigorous intensity.

##### Type

Any modality that does not impose excessive orthopedic stress; walking is the most common type of activity. Aquatic exercise and stationary cycle exercise may be advantageous for those with limited tolerance for weight bearing activity.

#### Resistance exercise

**Frequency:** At least 2 days/week

**Intensity:** Between moderate- (5~6) and vigorous- (7~8) intensity on a scale of 0 to 10.

##### Type

Progressive weight training program or weight bearing calisthenics (8-10 exercises involving the major muscle groups of 8~12 repetitions each), stair climbing, and other strengthening activities that use the major muscle groups.

#### Flexibility exercise

**Frequency:** At least 2 days/week

**Intensity:** Moderate (5~6) intensity on a scale of 0 to 10.

##### Type

Any activities that maintain or increase flexibility using sustained stretches for each major muscle group and static rather than ballistic movements

#### Balance exercise

ACSM/AHA Guidelines currently recommend balance exercise for individuals who are frequent fallers or for individuals with mobility problems. Because of a lack of adequate research evidence, there are currently no specific recommendations regarding specific frequency, intensity, or type of balance exercises for older adults. However, the ACSM Exercise Prescription Guidelines recommend using activities that include the following: 1) progressively difficult postures that gradually reduce the base of support (e.g. two-legged stand, semitandem stand, tandem stand, one-legged stand), 2) dynamic movements that perturb the center of gravity (e.g., tandem walk, circle turns), 3) stressing postural muscle groups (e.g., heel stands, toe stands), or 4) reducing sensory input (e.g., standing with eyes closed).

Activity Guidelines for Americans과 전반적으로 일치할 것으로 생각된다.<sup>91</sup> 이 권고안과 함께 2009년 ACSM/AHA의 노인 운동 권고안에 따르면, 주당 150분의 중등도 이상의 활동을 제안하였고 더 나아가 유산소 운동, 저항운동, 유연성 운동, 균형 운동에 대해서도 지침을 제시하고 있다.<sup>92</sup> Table 2는 65세 이상 노인에게 적용될 수 있는 유산소 운동, 저항 운동, 유연성 운동과 균형 운동에 대한 세부 지침이지만, 신체활동과 신체건강에 영향을 주는 기능장애나 만성적으로 건강하지 못한 50~64세 성인을 위한 운동지침으로도 활용될 수 있다.<sup>92</sup>

어떤 운동을 하든지 노인이라는 특수한 상황에서 고려할 점이 몇 가지 있다. 먼저 심하게 탈조진 화되어 있거나, 기능적으로 제한이 있거나, 신체활동 수행 능력에 영향을 주는 만성질환이 있는 경우에는 처음 운동을 할 때 낮은 강도와 낮은 기간으로 시작하고 보존적으로 접근한다. 그리고 노쇠한 노인에서는 근력 강화운동이나 균형 운동이 유산소 운동에 선행될 필요가 있다. 또한 운동량 및 강도의 증가는 적응하는 정도와 선호도에 따라 개인화 되어야 한다. 마지막으로 갱년기 노인이라도 건강상태를 증가시키고자 한다면 최소한의 권고 운동량을 넘어서야 하고 최소한의 권고 운동량을 만성 질환 때문에 하지 못한다면, 앉아서 하는 생활(sedentary life)을 피하기 위해 견딜수 있을 만한 다른 활동을 하는 것이 좋다.

## 결 론

남성갱년기에 흔한 동반되는 발기부전, 근감소증, 골밀도 감소, 신체조성의 변화, 대사성 질환 및 심혈관계 질환, 인지기능 장애 불안, 우울 등의 증상 또는 질환에 대해 운동이 가지는 여러 가지 이점이 알려져 있다. 갱년기 남성을 위해 고안된 특화된 운동 지침은 나오지 않아 2009년 ACSM/AHA의 기본적인 노인의 운동 권고안을 따르되, 운동강도와 총운동량, 운동순서, 휴식시간 등을 조합한 운동 프로그램을 활용하여 테스토스테론 단기반응을 최대한 유도하는 것이 도움이 될 수도 있다. 따라서, 운동 자체의 건강 효과와 운동을 통한 테스토스테론 단기반응을 효과적으로 활용하는 것이 남성갱년기에 대응하는 더 적절한 운동방법으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Lunenfeld B, Saad F, Hoesl CE. ISA, ISSAM and EAU recommendations for the investigation, treatment and monitoring of late-onset hypogonadism in males: scientific background and rationale. *Aging Male* 2005;8:59-74
- 2) Bhasin S, Cunningham GR, Hayes FJ, Matsumoto AM, Snyder PJ, Swerdloff RS, et al; Task Force, Endocrine Society. Testosterone therapy in men with androgen deficiency syndromes: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:2536-59
- 3) Cattabiani C, Basaria S, Ceda GP, Luci M, Vignali A, Lauretani F, et al. Relationship between Testosterone deficiency and Cardiovascular risk and Mortality in Adult Men. *J Endocrinol Invest* 2011
- 4) Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med* 2010;40:1037-53
- 5) Häkkinen K, Pakarinen A, Newton RU, Kraemer WJ. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 77:312-9
- 6) Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Häkkinen K. Acute hormonal responses to sub-maximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *J Strength Cond Res* 2005;19:566-71
- 7) Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* 1990;69:1442-50
- 8) Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:B95-105
- 9) Pullinen T, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi PV. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:806-13
- 10) Smilios I, Pilianidis T, Karamouzis M, Tokmakidis

- SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35: 644-54
- 11) Ratamess NA, Kraemer WJ, Volek JS, Maresh CM, Vanheest JL, Sharman MJ, et al. Androgen receptor content following heavy resistance exercise in men. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2005;93:35-42
  - 12) Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *J Appl Physiol* 1993;74: 882-7
  - 13) Yarrow JF, Borsa PA, Borst SE, Sitren HS, Stevens BR, White LJ. Neuroendocrine responses to an acute bout of eccentric-enhanced resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:941-7
  - 14) Raastad T, Bjørø T, Hallén J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000;82:121-8
  - 15) Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:955-63
  - 16) Migiano MJ, Vingren JL, Volek JS, Maresh CM, Fragala MS, Ho JY, et al. Endocrine response patterns to acute unilateral and bilateral resistance exercise in men. *J Strength Cond Res* 2010;24:128-34
  - 17) Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11:347-54
  - 18) Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O'Neal S, et al. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:937-43
  - 19) Krylow AM, Sandercock TG. Dynamic force responses of muscle involving eccentric contraction. *J Biomech* 1997;30:27-33
  - 20) La Vignera S, Condorelli R, Vicari E, D'Agata R, Calogero A. Physical activity and erectile dysfunction in middle-aged men: a brief review. *J Androl* 2011
  - 21) Esposito K, Giugliano F, Di Palo C, Giugliano G, Marfella R, D'Andrea F, et al. Effect of lifestyle changes on erectile dysfunction in obese men: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004;291:2978-84
  - 22) Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiol Scand* 2003;177:69-78
  - 23) Grimby G, Aniansson A, Hedberg M, Henning GB, Grangård U, Kvist H. Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-old men. *J Appl Physiol* 1992;73:2517-23
  - 24) Häkkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand* 2001; 171:51-62
  - 25) Häkkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1998;53:B415-23
  - 26) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990;263:3029-34
  - 27) 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;64:1038-44
  - 28) Lexell J, Downham DY, Larsson Y, Bruhn E, Morsing B. Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short- and long-term effects on arm and leg muscles. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:329-41
  - 29) Hunter GR, Bryan DR, Wetzstein CJ, Zuckerman PA, Bamman MM. Resistance training and intra-abdominal adipose tissue in older men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1023-8
  - 30) Bassett DR, Schneider PL, Huntington GE. Physical activity in an Old Order Amish community. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:79-85
  - 31) Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M192-9
  - 32) Izquierdo M, Ibañez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zúñiga A, Antón A, et al. Maximal strength and

- power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand* 1999;167:57-68
- 33) Metter EJ, Conwit R, Tobin J, Fozard JL. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:B267-76
  - 34) Earles DR, Judge JO, Gunnarsson OT. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:872-8
  - 35) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994;330:1769-75
  - 36) Newton RU, Hakkinen K, Hakkinen A, McCormick M, Volek J, Kraemer WJ. Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1367-75
  - 37) Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiatarone Singh MA. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:655-62
  - 38) Ivey FM, Tracy BL, Lemmer JT, NessAiver M, Metter EJ, Fozard JL, et al. Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:B152-7
  - 39) Adams KJ, Swank AM, Berning JM, Sevene-Adams PG, Barnard KL, Shimp-Bowerman J. Progressive strength training in sedentary, older African American women. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1567-76
  - 40) Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin SA, et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1100-7
  - 41) Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1985-96
  - 42) Michel BA, Lane NE, Björkengren A, Bloch DA, Fries JF. Impact of running on lumbar bone density: a 5-year longitudinal study. *J Rheumatol* 1992;19:1759-63
  - 43) Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and bone mineral density in men: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 2000;88:1730-6
  - 44) Wallace RB. Bone health in nursing home residents. *JAMA* 2000;284:1018-9
  - 45) Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:17-23
  - 46) Hurley BF, Hagberg JM. Optimizing health in older persons: aerobic or strength training? *Exerc Sport Sci Rev* 1998;26:61-89
  - 47) Kay SJ, Fiatarone Singh MA. The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obes Rev* 2006;7:183-200
  - 48) Toth MJ, Beckett T, Poehlman ET. Physical activity and the progressive change in body composition with aging: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):S590-6
  - 49) Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:1428-33
  - 50) Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004;34:329-48
  - 51) Campbell WW, Crim MC, Young VR, Evans WJ. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr* 1994;60:167-75
  - 52) Hunter GR, Wetzstein CJ, McLafferty CL Jr, Zuckerman PA, Landers KA, Bamman MM. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1759-64
  - 53) Joseph LJ, Davey SL, Evans WJ, Campbell WW. Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women. *Metabolism* 1999;48:1474-80
  - 54) Sial S, Coggan AR, Hickner RC, Klein S. Training-induced alterations in fat and carbohydrate metabolism during exercise in elderly subjects. *Am J Physiol* 1998;274:E785-90
  - 55) Hagberg JM, Graves JE, Limacher M, Woods DR, Leggett SH, Cononie C, et al. Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *J Appl Physiol* 1989;66:2589-94
  - 56) Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO. Effects of endurance training on glu-



- cose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA* 1984;252:645-9
- 57) Huang G, Shi X, Davis-Brezette JA, Osness WH. Resting heart rate changes after endurance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1381-6
  - 58) Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO. Endurance training in older men and women. I. Cardiovascular responses to exercise. *J Appl Physiol* 1984;57:1024-9
  - 59) Martin WH 3rd, Kohrt WM, Malley MT, Korte E, Stoltz S. Exercise training enhances leg vasodilatory capacity of 65-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1990;69:1804-9
  - 60) Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, Craighead WE, Herman S, Khatri P, et al. Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 1999;159:2349-56
  - 61) 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: randomised controlled trial. *Br J Psychiatry* 2002;180:411-5
  - 62) Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging* 2005;20:272-84
  - 63) McAuley E, Blissmer B, Marquez DX, Jerome GJ, Kramer AF, Katula J. Social relations, physical activity, and well-being in older adults. *Prev Med* 2000;31:608-17
  - 64) Folkins CH, Sime WE. Physical fitness training and mental health. *Am Psychol* 1981;36:373-89
  - 65) McAuley E, Blissmer B, Katula J, Duncan TE, Mihalko SL. Physical activity, self-esteem, and self-efficacy relationships in older adults: a randomized controlled trial. *Ann Behav Med* 2000;22:131-9
  - 66) Whitmer RA, Gunderson EP, Quesenberry CP Jr, Zhou J, Yaffe K. Body mass index in midlife and risk of Alzheimer disease and vascular dementia. *Curr Alzheimer Res* 2007;4:103-9
  - 67) Yaffe K, Haan M, Blackwell T, Cherkasova E, Whitmer RA, West N. Metabolic syndrome and cognitive decline in elderly Latinos: findings from the Sacramento Area Latino Study of Aging study. *J Am Geriatr Soc* 2007;55:758-62
  - 68) Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K, Rockwood K. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 2001;58:498-504
  - 69) Tabbarah M, Crimmins EM, Seeman TE. The relationship between cognitive and physical performance: MacArthur Studies of Successful Aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:M228-35
  - 70) Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003;14:125-30
  - 71) Fabre C, Chamari K, Mucci P, Massé-Biron J, Préfaut C. Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *Int J Sports Med* 2002;23:415-21
  - 72) Oswald WD, Rupperecht R, Gunzelmann T, Tritt K. The SIMA-project: effects of 1 year cognitive and psychomotor training on cognitive abilities of the elderly. *Behav Brain Res* 1996;78:67-72
  - 73) Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006;61:1166-70
  - 74) Kramer AF, Erickson KI, Colcombe SJ. Exercise, cognition, and the aging brain. *J Appl Physiol* 2006;101:1237-42
  - 75) Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Suppl):S598-608.
  - 76) Taylor AH, Cable NT, Faulkner G, Hillsdon M, Narici M, Van Der Bij AK. Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions. *J Sports Sci* 2004;22:703-25
  - 77) Martinsen EW, Hoffart A, Solberg O. Comparing aerobic with nonaerobic forms of exercise in the treatment of clinical depression: a randomized trial. *Compr Psychiatry* 1989;30:324-31
  - 78) Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA. A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:M27-35
  - 79) Singh NA, Clements KM, Singh MA. The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects: a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M497-504

- 80) Martinsen EW, Medhus A, Sandvik L. Effects of aerobic exercise on depression: a controlled study. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1985;291:109.
- 81) Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA. A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep* 1997;20:95-101
- 82) Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G, Studenski S. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:24-30
- 83) Greendale GA, Salem GJ, Young JT, Damesyn M, Marion M, Wang MY, et al. A randomized trial of weighted vest use in ambulatory older adults: strength, performance, and quality of life outcomes. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:305-11
- 84) Tsutsumi T, Don BM, Zaichkowsky LD, Takenaka K, Oka K, Ohno T. Comparison of high and moderate intensity of strength training on mood and anxiety in older adults. *Percept Mot Skills* 1998;87:1003-11
- 85) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;CD000340
- 86) Said CM, Goldie PA, Patla AE, Culham E, Sparrow WA, Morris ME. Balance during obstacle crossing following stroke. *Gait Posture* 2008;27:23-30
- 87) Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Psychotropic medication withdrawal and a home-based exercise program to prevent falls: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 1999;47:850-3
- 88) Norton R, Galgali G, Campbell AJ, Reid IR, Robinson E, Butler M, et al. Is physical activity protective against hip fracture in frail older people? *Age Ageing* 2001;30:262-4
- 89) Wolf SL, Sattin RW, Kutner M, O'Grady M, Greenspan AI, Gregor RJ. Intense tai chi exercise training and fall occurrences in older, transitionally frail adults: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1693-701
- 90) Rider RA, Daly J. Effects of flexibility training on enhancing spinal mobility in older women. *J Sports Med Phys Fitness* 1991;31:213-7
- 91) DHHS. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Rockville (MD): U.S. Department of Health and Human Services; 2008.
- 92) American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1510-30