

노인들의 체력 변화와 운동의 제언

윤 병 곤*

연세대학교 사회체육학과

Received May 14, 2007 / Accepted May 28, 2007

The changing of fitness and exercise guidelines for old adults. Byung Kon Yoon*. *Department of Sports and Leisure study, Yonsei University, 134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul, Korea* – The aging is related to numerous changes in our body system which declines functional ability. The functional ability in advanced age can be evaluated by the 4 components of fitness (cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, flexibility and body composition). The understanding and knowledge of changing 4 components of fitness and the role of exercise on the process of aging is of paramount importance. Despite exercise and physical activity have been shown to delay the process of aging, the exercise guidelines and recommendations for old adults are not well published. This review is to presents the age-related changes in each component of fitness and to present current guidelines and recommendations for exercise in older adults.

Key words – cardiorespiratory endurance, muscular strength and endurance, flexibility, body composition. fitness

서 론

근대화과정을 거쳐 선진국으로 가면서 우리나라의 노인(만 65세 이상) 인구는 이미 2005년에 전체인구의 9.1%를 넘어섰고 평균수명 또한 70세를 넘게 되었다. 한 연구에서는 이러한 증가추세는 2018년에 14%를 넘고 2026년에는 20%에 이르고 평균수명도 2025년엔 81.15 세에 이를 것으로 예상하고 있다[27]. 이러한 노인인구의 증가추세는 미국 및 전 세계적으로 공통적인 현상이다. 노인인구의 증가는 노화에 대한 사회적 그리고 과학적 관심을 유발시키고 있다.

노령화(aging)란 신체의 외적, 내적, 기능적 그리고 저항능력의 점진적 퇴화를 의미 한다[34]. 이러한 변화는 생리학적으로 우리 신체활동의 기능적 감소의 원인이 되기도 한다. 그러나 노령화 그 자체만으로는 신체 기능적 능력의 감소 원인을 설명 할 수는 없다[6]. 일반적으로 노인들에게는 신체기능변화에 영향을 주는 여러 요인들이 있지만, 체력(fitness)의 정도여부가 중요한 하나의 노령화에 따른 기능적 감소 척도로 사용되고 있다. 체력은 일반적으로 건강과 관련된 4가지 요소로 구성 된다; (1)심폐지구력(cardiorespiratory endurance), (2) 근력 및 근 지구력(muscular strength and endurance), (3)유연성(flexibility), (4)신체구성(body composition) [33]. 노령화에 따른 위의 4가지 요인들의 변화가 자연적 현상 인지 아니면 사용의 감소에 따른 부수적 결과인지는 아직 밝혀지지는 않았지만, 명확한 사실은 운동이 이러한 노령화에 따른 기능적 퇴화감소에 중요한 역할을 한다는

것이다[33].

운동이 노령화 즉 신체기능 퇴화의 예방, 퇴화속도의 감소 및 억제에 중요한 역할을 한다는 많은 증거에도 불구하고 운동의 노령화에 따른 지식과 이해는 부족한 것이 현실이다 [23]. 따라서 이 총설에서는 노령화에 따른 운동 기능적 변화와 최근의 운동방법, 제언 및 고려사항을 운동생리학적 수준에서 고찰하고자 한다.

본 론

노령화에 따른 운동 기능적 변화

심폐지구력(cardiorespiratory endurance)

신체적으로 심폐지구력의 최고 정점은 30세 전에 일어나 매년 0.75%에서 1%까지 감소한다고 알려져 있다[10]. 특히 우리의 심폐구조는 다른 기능에 비해 기능적면에서(aerobic capacity) 훨씬 많은 감소를 보인다. 심폐기능의 중요한 척도로 사용되는 최대산소섭취량(VO_{2max})은 25세부터 매 10년마다 5% 에서 15%정도 감소한다고 보고되고 있다[22]. 가장 큰 비율의 감소는(약 30%의 VO_{2max}) 40년이 지난 65세경에 나타난다. 이 수치는 최고 수치에서 매년 0.28 ml/kg/min부터 1.04 ml/kg/min 정도 감소하는 것과 같다[14]. 이러한 감소는 노령화와 관련된 최대 심박출량(cardiac output), 심박수(heart rate), 일회 심박출량(stroke volume) 그리고 동맥과 정맥혈 산소함유량의 차이($a-v_2\Delta$) 감소 등이 원인이 된다 [19,36,47].

*Corresponding author

Tel : +82-2-2123-3186, Fax : +82-2-2123-3169

E-mail : lobo06@naver.com

Fick 공식: $VO_2 = \text{cardiac output} \times a-v_2\Delta$

$\text{cardiac output} = \text{HR} \times \text{stroke volume}$

노인들의 심박출량을 젊은이들과 비교했을 때 20%에서 30% 까지 낮은 것으로 Nadel과 DiPietro [33] 의 연구에서 보여주고 있다. 이러한 감소는 3가지 요인으로 분석된다: 첫째, 최대심박수의(maximal heart rate) 감소[19,36,47]. 둘째, 심장 일회 심박출량의(stroke volume) 감소[19,42]. 셋째, 전체 혈액량(blood volume), 혈장(plasma), 그리고 적혈구량의(red blood cell) 감소[13].

최대 심박출량에 가장 큰 영향을 미치는 일회 심박출량은 좌심방의 수축성(contractility) 과 탄력성(compliance)의 감소에 기인한다. 또한 심장근육의 부피감소, Ca^{2+} 및 ATPase 활동의 감소 그리고 심장 혈관의 수축(cardiac ischemia) 등이 일회 심박출량의 감소에 영향을 미치고 있다[19,47].

산소섭취량을 결정하는 중요한 요소 중의 하나인 $a-vO_2\Delta$ 는 20세부터 저하하기 시작하여 65세 까지 대략 16 volumes %에서 12 volumes % 감소한다. 이 저하의 원인으로는 근 섬유와 모세관의 비율, 전체 헤모글로빈, 그리고 골격근의 호흡 능력의 감소를 들 수 있다[10]. 연령에 따라 전체 순환계의 능력도 변화한다. 노령화로 인한 혈액순환의 비효율적인 흐름은 운동 시에 필요한 근육조직에 적당한 혈액을 전달하지 못함으로써 유산소 운동능력을 제한한다. 이 밖에 미토콘드리아 와 근육조직의 산화 효소량의 감소, 혈압의 증가 와 혈관의 협소 등이 심폐력에 영향을 미친다[29].

심장기능의 변화와 유사하게 폐기능 또한 노령화에 따라 감소한다. 폐기능은 30세부터 60세 까지 점진적으로 감소하는 것으로 보고되고 있다[10]. 이러한 기능적 감소는 폐표면적의 감소, 표면활성제기능(surfactant) 감소와 폐포의 신축적 반동기능의(compliance) 감소가 주요원인이 된다. 이것은 결국 환기량의 비율과 용량에 영향을 미친다. 이와 같은 이유로 노인들의 호흡횟수는 증가하게 된다[10]. 이러한 병리학적 변화에도 불구하고 노인들에게서도 운동시 폐기능이 정상적 기능을 유지함을 보여주고 있다[10]. 이 결과를 토대로 볼 때, 폐 기능 보다는 심장기능이 노령화에 따른 심폐지구력유지에 보다 많은 영향을 미친다고 할 수 있겠다.

근력 및 근지구력(muscular strength and endurance)

노인연구들과 연구자들이 직면한 노령화에 대한 중요한 연구 중에 하나는 골격근(skeletal muscle)량의 감소와 이와 연관된 힘의 감소이다[17]. 그러나 골격근의 감소(sarcopenia)는 힘의 감소 외에도 기초 대사량, 혈당량, 체온 그리고 뼈, 신경, 혈관 등의 내부구조 보호역할 에도 영향을 미친다[51].

골격근량의 감소는 노화의 일반적 현상이지만 하나의 원인으로만은 설명 할 수 없는 많은 요인들이 골격근 감소량에 관련되어 있다. 예를 들면 호르몬의 변화, 사이토카인(cytokine) 활동의 변화, 단백질 합성과 분해의 변화(protein synthesis and proteolysis), 운동의 부족, 영양학적 요인 그리고 신경계 요소들의 변화 등이 영향을 미친다[43]. 이러한 요인들은 세 가지 결과를 가져온다. 첫째, 운동 뉴우런(motor neuron) 감

소로 인한 근섬유의 유실(특히 type II 근섬유)[8]. 둘째, 근섬유 크기의 감소. 이 또한 type I 근섬유의 원인 보다는 type II 근섬유로 기인한다[30]. 마지막으로 비수축성 세포(non-contractile tissue), 지방(fat) 그리고 결합조직(connective tissue)의 증가를 가져온다[28,39]. 근력의 감소에 관한 종단적 연구에서는 이러한 골격근량의 감소가 근력의 저하와 관련 있다고 주장하고 있다[20]. 하지만 일반적으로 40대와 50대까지는 근력이 상당부분 유지된다고 한다[15]. 반면 60대에서는 힘의 감소가 점차적으로 일어나 약 30%에서 45%의 근력을 잃게 된다[52].

대개 노화에 따른 근력의 감소는 쉽게 관찰되지만 그 정도의 차이는 근 수축의 형태에 따라 다르게 관찰되고 있다. 등척성운동(isometric)에서는 60대이후 매년 1%에서 1.5%의 근육 길이의 감소를 보이고 있다[49]. 이것은 등척성운동력의 20%(60대)에서 40%(70대)의 감소 원인이 된다. 단축성(concentric)운동력 또한 등척성운동력의 감소와 비슷한 결과를 보여준다. 단축성운동력은 90대까지 56%의 감소를 보인다[44]. Akima et al. [1]의 다양한 속도에서의 무릎 신장력(knee extension) 연구에서 40대, 50대, 60대 및 70대 남성들의 단축성운동력이 20대와 확연히 다른 것을 보여주고 있다. 신장성(eccentric)운동력의 감소는 측정의 어려움으로 인하여 최근까지 노인들에 대한 연구는 이루어 지지 않았다. 그러나 최근의 몇몇 연구에서 신장성운동력의 감소는 등척성과 단축성운동력보다는 노화에 영향을 적게 받는 것으로 보고하고 있다[38]. 신장성운동력의 감소에 관한 원인은 아직 밝혀지지 않았지만 세포줄기(stem)의 구조와 기능변화 때문이라 추측하고 있다[24].

유연성(flexibility)

유연성은 어떠한 동작에 있어서 하나 혹은 그 이상의 관절이 움직일 수 있는 활동 범위와 능력을 말한다. 미 대학 스포츠 의학회(American College of Sports Medicine)는 유연성을 다음과 같이 정의한다[3].

“Flexibility is the ability to move a joint through its complete range of motion”

노인들의 유연성감소에 대한 정확한 원인의 규명은 부족하지만 여러 연구들은 노인들의 유연성과 관절 운동범위가 감소한다고 주장하고 있다[5,9,31].

유연성 감소의 연구자들은 척추(spinal)의 운동성과 말초관절(peripheral joints) 수행능력의 감소가 노화에 따라 나타난다고 일관되게 보고하고 있다[16,32]. 현재까지의 자료에 의하면 유연성은 일반적으로 20%에서 30%까지 30대부터 70대까지 감소하고 척추의 운동성은 70대후반기에 50% 이상 감소한다고 한다[12]. 또한 관절 유연성의 감소 비율은 상체와 하체 다르게 나타난다고 한다. 이러한 다른 감소비율은 일상생활에서 상체의 이용이 더욱 많은 것에서 기인한다고 설명하고 있다[31].

신체구성(body composition)

신체구성은 일반적으로 우리 몸의 지방과 비지방의 비율을 말한다. 비만과 과도한 지방은 다양한 질병의 원인이 되는 것으로 알려져 있다[4]. 예를 들면 심장동맥질환(coronary artery disease), 고혈압, 고지혈증, 및 각종 암등은 신체구성과 밀접한 관계가 있다. 신체구성의 측정은 건강과 적당한 운동 수행을 위하여 필요한 요소이다. 하지만 신체구성 기준의 가이드라인은 젊은 사람 또는 운동선수들을 위한 것이 대부분이다. 노인들을 위한 기준이나 가이드라인은 부족한 것이 현실이다. 이것은 노인들이 이미 어떠한 질병을 가지고 있거나 운동수행이 현저히 떨어지기 때문이다.

가장 일반적 신체구성 분석은 구성 비율을 지방과 체지방으로 나눈다. 체 지방이라 함은 지방이 아닌 조직 즉 뼈, 근육, 결합조직(connective tissue), 기관조직(organ tissue), 광물질(mineral), 혈관(blood vessels)등을 일컫는다. 지방은 essential 과 nonessential 지방으로 나뉜다. Essential 지방은 뇌, 신경, 심장, 폐, 간 등과 같은 조직의 일부분인 지질을 말하는 반면 nonessential 지방은 지방조직(adipose tissue)을 말한다. 이러한 체지방과 지방은 노령화에 영향을 받으므로 전체 신체구성은 노화에 따라 변한다. 신체구성 중 가장 먼저 일어나는 변화는 지방의 증가로 인한 몸무게의 변화이다. 20대 중반부터 몸무게는 50대 중반까지 꾸준히 증가한 이후 서서히 감소한다[10]. 남자들의 지방비율은 10대 후반부터 60세까지 15%에서 28%까지 증가한다. 같은 기간에 여자들의 지방비율은 25%에서 39%까지 증가한다[10]. 지방의 분포 구역 또한 노화에 따라 달라진다. 피하조직에 주로 위치했던 지방의 비율이 높았던 반면 노인들의 지방은 주로 내부 또는 내장조직에 위치한다. 이와 같은 이유로 skinfold 방법에 의한 지방 측정 시 노인들만의 공식을 사용하여야만 한다.

나이와 관련된 대사량(metabolic rate)의 감소는 지방의 증가가 직접적인 원인이 된다. 대략 20세부터 65세 까지 대사량은 약 10%감소하고 그 이후에 또 다른 10%가 감소하는 것으로 알려져 있다[10]. 이러한 대사량 감소는 활동량의 감소, 심장혈관계의 제한, 그리고 호르몬의 변화등 여러 원인이 있지만 그 어떠한 원인도 골격근의 유실만큼 영향을 미치지 못한다. 골격의 양은 20대 후반에 정점에 이르러 이후 감소한다[49]. 골격의 감소는 남녀 모두에게 나타나지만 여성들이 남성보다 2배 높게 나타난다. 초기의 여성들의 골격 감소비율은 남성과 비슷한 매년 0.3%정도 감소하지만 폐경기 이후 5에서 8년 사이에 매년 2%에서 3%까지 감소한다[46]. 지구력 운동이 노화에 따른 기초대사량에 미치는 영향을 연구한 Poehlman et al. [37] 의 연구에서는 운동을 한 노인들의 안정 시 기초 대사량이 운동을 하지 않은 상대집단 보다 높은 것(6%)으로 나타났다고 보고 하고 있다.

노인 운동 프로그램 제언 및 가이드라인

관상동맥, 관절염, 고혈압, 당뇨 그리고 비만등은 노인들

에게 가장 많이 나타나는 질병들이다[29]. 운동이 이러한 질병들의 진행에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있음에도 불구하고, 신체활동이나 정규적 운동에 참여하는 노인들의 인구는 현저히 적다. 아마 이러한 원인은 노인운동에 대한 이해와 지식의 부족에서 비롯되었을 것이다. 일반적으로 유산소운동이나 웨이트 트레이닝만이 노인들에게 권해져 왔다. 1998년 미국에서는 The American College of Sports Medicine [2] 을 통해 노인들의 운동처방이나 테스트에 관한 제언과 가이드라인이 발표되어 많은 실험실에서나 임상용으로 사용되고 있다.

노인 운동프로그램을 고려할 때 다음과 같은 기본적인 원리에 대한 지식이 필요하다: (1) 노화는 동일하게 진행되지 않으므로 연대상의 나이는 생리학적 나이를 반영하지는 않는다. (2) 운동시 노화와 관련된 여러 가지 요소들의 측정과 지식이 필요하다. (3) 노화에 따른 체력의 감소, 손상 및 병리학 적 규명이 어렵다. (4) 운동이 노화 속도에 영향을 미친다. (5) 노인들이 현재 또는 잠재적 질병의 출현이 높다. (6) 운동에 대한 생리학적 반응이나 수행능력변화에 영향을 주는 약의 복용이 노인들에게 많다. (7) 운동이 노화를 막을 수는 없지만 기능적 능력을 증가한다[3]. 또한 모든 운동 프로그램과 마찬가지로 운동의 횟수(frequency), 강도(intensity), 시간(duration), 그리고 종류(mode)를 결정하는 것이 매우 중요하다. 이와 더불어 심폐지구력, 근력 및 유연성을 함께 향상시킬 수 있는 운동 프로그램이어야만 한다. 다음에서는 ACSM의 심폐지구력, 근력, 유연성에 관한 제언을 바탕으로 노인 운동프로그램에 대하여 논의하고자 한다.

심폐지구력(cardiorespiratory endurance)

ACSM 가이드라인에 의하면 노인들은 일주일에 최소 3회, 30분 이상 그리고 자신의 최대 심박수(=220-나이) 또는 최대산소 섭취량의 40%에서 85%의 강도로 운동 할 것을 제안하고 있다. Warren et al. [53] 의 연구는 적당한 강도의 걷기 운동이 심폐지구력향상에 도움을 주는 것으로 보고하고 있다. 30에서 40분 씩 주 5회, 최대심박수의 60% 강도로 걷기 운동을 한 30명의 노인(평균 74세)들은 12.6%의 최대산소섭취량 향상을 보여 주었다. 또 다른 연구에서는 63세 노인들이 75%의 강도로 걷기운동을 했을 때 VO₂max가 18%증가됨을 보였다[45].

심폐지구력 향상을 위한 운동 방법 및 강도는 개개인의 건강상태에 따라 달라 질 수 있다. 대개 노인들에게는 낮은 강도의 운동이 권장할 만하다. 운동 프로그램의 강도는 대개 VO₂max의 40% 정도의 낮은 강도로 시작하여 운동 강도를 점차 높이는 것이 필요하다. 저 강도 운동은 상해의 위험이 낮고 심혈관계와 체온조절 등 몸의 스트레스를 최소화 한다[41]. 또한 운동 강도를 증가 할 때도 보다 많은 시간을 필요로 한다. 노인들은 자신에 맞는 개별적 운동을 채택해야 하고 뼈에 과도한 압박을 주는 운동은 피해야 한다. 걷기운동이

가장 많이 권장되고 있고 수중에서의 걷기 또는 stationary cycle 같은 운동이 심폐지구력 향상을 위한 운동으로써 적합하다. 운동시간을 30분 이상 지속할 수 없다면 10분 씩 여러 번 나누어 실시하는 것도 비슷한 효과를 가져 온다. 노인들에게는 운동 강도 보다는 시간을 늘려 주는 것이 보다 안전하고 효과적이다[3].

근력과 근지구력

얼마 전까지 웨이트 트레이닝은 노인들에게 적합하지 않은 운동으로 알려졌다. 하지만 많은 연구들에서 근력운동이 노인들에게도 적합 할 뿐만 아니라 젊은 사람들보다도 상대적으로 높은 효과가 있음을 보여주고 있다[40]. 근력 운동은 근육의 양과 힘을 증가시킬 뿐 아니라 type I, type IIa 및 IIb 근섬유들의 면적 또한 증가시킨다. 근육 운동의 또 다른 장점은 힘(power), 반응 시간(reaction time), 균형발달(balance), 및 지구력을 향상시킨다는 것이다. 더군다나 지방의 감소와 더불어 체지방의 증가로 인한 신체구성비율의 향상을 가져 온다[21]. 그러나 현재의 노인들을 위한 근력운동 프로그램은 심폐지구력운동을 위한 보조 수단으로 사용되어지고 있다[3]. 노인들을 위한 근력프로그램은 다양한 건강상태와 많은 변수를 고려한 개개인의 필요와 능력에 맞는 맞춤형 운동이 되어야만 한다. 모든 근력운동과 마찬가지로 노인들의 프로그램 또한 근육이 감당 할 수 있는 이상의 과부하를 주어야지만 긍정적인 효과를 줄 수 있다[35].

근력운동은 적어도 48시간의 간격을 둔 일주일에 2-3번의 훈련이 필요하다. Taaffe et al. [48]의 연구에서 노인들에 있어 일주일에 1, 2, 또는 3번의 근육운동이 비슷한 효과를 주는 것으로 밝혀졌다. 이러한 연구결과를 바탕으로 초보자나 과거에 운동에 참여하지 않은 노인들은 일주일에 1-2번의 운동으로 시작하여 3번까지 하는 것을 권장한다. 한 동작 운동 시 초보자는 10번에서 15까지 반복 할 수 있는 가벼운 무게로 경험자는 12-13회 반복 가능한 무게가 바람직하다. 근력운동 프로그램은 주요 근육군을 사용할 수 있는 8-10개의 동작을 포함하여야 한다[54]. 주요 근육군이란 함은 대퇴사두근(quadriceps), 대퇴후근(hamstrings), 흉근(pectorals), latissimus dorsi, 이두근(biceps), 그리고 삼두근(triceps)를 말한다. 근력운동은 무게의 증가보다는 반복횟수를 먼저 늘려주고 15회 이상 반복 할 수 있을 때 무게를 늘려주는 것이 좋다.

근력운동에서 8-10개의 동작들이 하나의 세트를 이룬다. 일반적으로 한번에서 세 번의 세트가 근육이 적응하는데 충분하다고 하지만 세트의 반복 횟수는 참여자의 경험과 능력에 따라 결정된다[54]. 근력운동의 방식은 프리웨이트(free weight), Nautilus, Universal, pulleys 등 여러 형태가 있다. 노인들이 근력운동의 방식 선택 때 고려해야만 될 중요한 사항이 있다. 만약 가능하다면 근력운동은 기계장치를 사용하는 방식이 프리웨이트 방식보다 부상을 방지 할 수 있다. 또한 과도한 무게나 동작은 피하는 것이 바람직하다[54].

마지막으로 노인들의 근력운동의 강도의 결정을 어떻게 하느냐 이다. 예전부터 젊은 사람들은 한 번 반복 할 수 있는 최대 무게 즉, 1 RM(repetition maximum)을 기준으로 강도를 결정한다[35]. 얼마 전 까지도 이러한 방식은 노인들에게는 부상을 이유로 적용하지 않았다. 하지만 최근의 연구는 이 방식도 노인들에게 적절한 방식임을 보여주고 있다[7].

유연성

유연성 운동프로그램은 계획적이고 지속적으로 관절의 사용 및 활동 범위를 증가시키기 위한 것이다. 노령화에 따른 활동 및 사용의 감소는 연부조직(soft tissues)의 활동범위를 단축시킨다. 운동을 이용한 유연성 노화에 관한 연구들에서는 운동이 활동범위와 연부조직의 확장에 기여한다고 보고하고 있다[26]. 하지만 이러한 운동의 유연성에 대한 효과에 관한 보고서들은 다양한 결과를 보여준다. 심폐기능이나 근력 향상 같은 여러 형태의 운동프로그램이 유연성 향상에 도움이 된다는 반면 효과가 없다는 연구들도 있다[25]. 가장 최근의 연구에서는 근력운동이나 타이치(Tai Chi) 같은 운동들도 예전에 비활동적이던 노인들의 행동범위의 향상에 도움이 된다고 한다[18].

ACSM 가이드라인[3]은 스트레칭을 유연성운동의 일부로 매주 2회 내지 3회 실시 할 것을 권하고 있다. 스트레칭 운동은 심폐지구력과 근력 운동과 더불어 종합적인 운동프로그램으로 실시하여야 하여야 하고 스트레칭들은 고통이 느끼지 않는 적당한 정도와 느린 속도로 행하여야 할 것을 제안하고 있다. 또한 가벼운 준비운동 후에 주요 근육군을 사용할 수 있는 10초에서 30초간의 4가지 이상 다른 스트레칭을 할 것을 요구하고 있다.

유연성 운동은 여러 가지 형태와 종류가 있지만 걷기나 사이클링 같은 유산소운동 또한 효과가 있다. 다시 말해 특별한 스트레칭 운동이든지 심폐지구력운동 또는 근육운동의 일부이든지 관절의 활동범위의 향상은 나타난다. 그럼에도 불구하고 현재의 노인들을 위한 가이드라인에서는 특정한 스트레칭운동만이 유연성 향상에 도움이 되는 것으로 알려져 있다[3].

결론

노화의 과정은 인간의 기능적 능력에 수많은 변화를 가져 온다. 심폐지구력, 근력 및 근지구력, 유연성과 신체구성은 노화에 따라 기능적으로 감소한다. 비록 노화에 따른 비 활동성이 체력의 저하에 어느 정도의 영향을 주는 지는 모호하지만 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다; (1) 운동은 노인들에게 체력을 유지하고 활용 할 수 있는 유용한 방법이다. (2) 골근육계의 기능은 심폐지구력, 근력운동과 유연성 운동의 균형적인 프로그램을 통해 향상시킬 수 있다. (3) 신체적으로 활동적인 노인들은 비활동적인 노인들만큼 체력적인 저하를

가져오지 않는다. (4) 노화진행에도 불구하고 노인들은 운동에 젊은 사람들과 같은 적응력과 효과를 경험 할 수 있다 [11]. 그러므로 운동은 노인들의 건강한 일상생활을 유지하기 위한 중요한 요소이다.

참 고 문 헌

- Akima, H., Y. Kano, Y. Enomoto, M. Ishizu, M. Okada, Y. Oishi, S. Katsuta and S. Kuno. 2001. Muscle function in 164 men and women aged 20-84 yr. *Med. Sci. Sports Exerc.* **33**, 220-226.
- American College of Sports Medicine. 1998. Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* **30**, 992-1008.
- American College of Sports Medicine. 2000. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Franklin BA, ed. pp. 85, 223-230, Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, Pa.
- American College of Sports Medicine. 2005. ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual. Dwyer CB, Davis SE, eds. pp. 44. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, Pa.
- Bell, R. D. and T. B. Hoshizaki. 1981. Relationships of age and sex with range of motion of seventeen joint actions in humans. *Can. J. Appl. Sport Sci.* **6**, 202-206.
- Bellew, J. W. 1998. Non-pathological changes in the neuromuscular system as a function of aging. *Issues on Aging* **21**, 3-9.
- Bellew, J. W. 2002. Older adults and one-repetition maximum testing: what about injuries. *Strength Conditioning J.* **24**, 60-62.
- Bellew, J. W. 2004. Age-related motor unit remodeling and its effects on muscle performance. *Strength Cond. J.* **26**, 34-37.
- Bergstrom, G., A. Bjelle, L.B. Sorensen, V. Sundh and A. Svanborg. 1985. Prevalence of symptoms and signs of joint impairment at age 79. *Scan. J. Rehab. Med.* **17**, 173-182.
- Brooks, G. A., T. D. Fahey and T. P. White. 2000. Aging and exercise. In: Brooks GA, Fahey TD, White TP, eds. *Exercise Physiology*. 793-795, 3rd eds., Mayfield Press. Mountainview, Calif.
- Burbank, P. M., D. Reibbe, C. A. Padula and C. Nigg. 2002. Exercise and older adults: changing behavior with the transtheoretical model. *Orthopedic Nursing* **21**, 51-62.
- Chapman, E.A., H. A. deVries and R. Swezey. 1972. Joint stiffness: effects of exercise on young and old men. *J. Gerontol.* **27**, 218-221.
- Davy, K. and D. Seals. 1994. Total blood volume in healthy young and older men. *J. Appl. Physiol.* **76**, 2059-2062.
- Dehn, M. M. and R. A. Bruce. 1972. Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *J. Appl. Physiol.* **33**, 805-807.
- Doherty, T. J., A. A. Vandervoort, A. W. Taylor and W. F. Brown. 1993. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *J. Appl. Physiol.* **74**, 868-874.
- Einkauf, D. K., M. L. Gohdes, G. M. Jensen and M. J. Jewell. 1987. Changes in spinal mobility with increasing age in women. *Phys. Ther.* **67**, 370-375.
- Evans, W. J. 1995. What is sarcopenia? *J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci.* **50**, A5-8.
- Fatouros, I. G., K. Taxildaris, S. P. Tokmakidis, V. Kalapotharakos, N. Aqqelousis, S. Athanasopoulos, I. Zeiris and I. Katrabasas. 2002. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int J. Sports Med.* **23**, 112-119.
- Fleg, J., F. O'Connor, G. Gerstenblith, L. C. Becker, J. Clulow, S. P. Schulman and E. G. Lakatta. 1995. Impact of age on the cardiovascular response to dynamic upright exercise in healthy men and women. *J. Appl. Physiol.* **78**, 890-900.
- Frontera, W. R., V. A. Hughes, R. A. Fielding, M. A. Fiatarone, W. J. Evans and R. Roubenoff. 2000. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J. Appl. Physiol.* **88**, 1321-1326.
- Hakkinen, K., A. Pakarinen, W. J. Kraemer, A. Hakkinen, H. Valkeinen and M. Alen. 2001. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J. Appl. Physiol.* **91**, 569-580.
- Heath, G., J. Hagberg, A. Ehsani and A. Holloszy. 1981. Physiological comparison of young and older endurance athletes. *J. Appl. Physiol.* **51**, 634-640.
- Hoffman, C., D. Rice, and H. Y. Sung. 1996. Persons with chronic conditions: their prevalence and costs. *JAMA* **276**, 1473-1479.
- Hortobagyi, T., D. Zheng, M. Weinder, N. J. Lamber, S. Westbrook, and J. A. Houmar. 1995. The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* **50**, B399-406.
- Hubley-Kozey, C. L., J. C. Wall and D. B. Hogan. 1995. Effects of a general exercise program on passive hip, knee, and ankle range of motion of older women. *Top. Geriatr. Rehabil.* **10**, 33-44.
- Goldspink, G. 1991. Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. pp. 211-229, In Komi, P. V. (eds.), *Strength in Power and Sport*, Blackwell Scientific. Boston, Mass.
- Kang, W. K., J. T. Kwon and W. K. Kook. 2007. Reconsideration The Relationship Between The Rapid Aging of The Societies and The Older Driver's Traffic Accidents. *KSCE Journal of Civil Engineering* **27**, 19-26.
- Kent-Braun, J. A., A. V. Ng, and K. Young. 2000. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *J. Appl. Physiol.* **88**, 662-668.
- Leenders, N. 2003. The elderly. pp 571, In Ehrman, J. K., P. M. Gordon, P. S. Visich and S. J. Keteyian (eds.),

- Clinical Exercise Physiology, Human Kinetics. Champaign, Ill.
30. Lexell, J. 2000. Strength training and muscle hypertrophy in older men and women. *Top. Geriatr. Rehabil.* **15**, 41-46.
 31. Lung, M. W., H. D. Hartsell and A. A. Vandervoort. 1996. Effects of aging on joint stiffness: implications for exercise. *Physiother. Canada* **48**, 96-106.
 32. Moll, J. M. H. and V. Wright. 1971. Normal range of spinal mobility. An objective clinical study. *Ann. Rheum. Dis.* **30**, 381-386.
 33. Nadel, E. R. and L. DiPietro. 1995. Effects of physical activity on functional ability in older people: translating basic science findings into practical knowledge. *Med. Sci. Sports. Exerc.* **26**, s36.
 34. Nakamura, E., T. Moritani and A. Kanetaka. 1989. Biological age versus physical fitness age. *Eur. J. Appl. Physiol.* **58**, 778-785.
 35. National Strength and Conditioning Association. 1994. Testing Protocols and Procedures, pp. 258-273, In Baechle, T. R. (ed.), *Essentials of Strength and Conditioning*, Human Kinetics. Champaign, Ill.
 36. Ogawa, T., R. Spina, W. H. Martin, W. M. Kohrt, K. B. Schechtman, J. O. Holloszy and A. A. Ehsani. 1992. Effects of aging, sex, physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation* **86**, 494-503.
 37. Poehlman, E. T., T. L. McAuliffe, D. R. Van Houten and E. Danforth. 1991. Influence of age and endurance training on metabolic rate and hormones in healthy men. *Am. J. Physiol.* **59**, E66-E72.
 38. Poulin, M. J., A. A. Vandervoort, D. H. Paterson, J. F. Kramer and D. A. Cunningham. 1992. Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. *Can. J. Sport Sci.* **17**, 3-7.
 38. Rice, C. L., D. A. Cunningham, D. H. Paterson and M. S. Lefcoe. 1989. Arm and leg composition determined by computed tomography in young and elderly men. *Clin. Physiol.* **9**, 207-220.
 40. Rice, C. L. and D. A. Cunningham. 2002. Aging of the neuromuscular system: influences of gender and physical activity, pp. 121-150, In Shephard, R. J. (ed.), *Gender, Physical Activity, and Aging*, CRC Press LLC. Boca Raton, Fla.
 41. Robergs, R. A. and S. J. Keteyian. 2000. *Fundamentals of Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health*. pp. 361, McGraw-Hill Higher Education. New York, NY.
 42. Rodeheffer, R., G. Gerstenblith, L. Becker, J. Fleg, M. Weisfeldt and E. Lakatta. 1984. Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects; cardiac dilation and increased stroke volume compensate for diminished heart rate. *Circulation* **69**, 203-213.
 43. Roubenoff, R. 2001. Origins and clinical relevance of sarcopenia. *Can. J. Appl. Physiol.* **26**, 78-89.
 44. Sale, D. C. and L. L. Spriet. 1996. Skeletal muscle metabolism and energy, pp. 289-359, In Bar-Or, O., D. R. Lamb and P. M. Clarkson (eds.), *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Vol. 9, Exercise and the Female - A Lifespan Approach, Cooper Publishing Group. Camel, Ind.
 45. Seals, D. R., J. M. Hagberg, B. F. Hurley, A. A. Ehsani and J. O. Holloszy. 1984. Endurance training in older men and women I: Cardiovascular responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* **57**, 1024-1984.
 46. Sinaki, M. 1989. Exercise and osteoporosis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **70**, 220-229.
 47. Stratton, J., W. Levy, M. Cerqueira, R. Schwartz and I. Abrass. 1994. Cardiovascular responses to exercise effects of aging and exercise training in healthy older men. *Circulation* **89**, 1648-1655.
 48. Taaffe, D. R., C. Duret, S. Wheeler and R. Marcus. 1999. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J. Am. Geriatr. Soc.* **47**, 1208-1214.
 49. Thomas, W. C. 1994. Exercise, age, and bones. *South Med. J.* **87**, S23-25.
 50. Vandervoort, A. A. and A. J. McComas. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J. Appl. Physiol.* **61**, 361-367.
 51. Vandervoort, A. A. and T. B. Symons. 2001. Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *Can. J. Appl. Physiol.* **26**, 90-101.
 52. Vandervoort, A. A. 2002. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve* **25**, 17-25.
 53. Warren, B. J., D. C. Nieman, R. G. Dotson, C. H. Adkins, K. A. O'Donnell, B. L. Haddock and D. E. Butterworth. 1993. Cardiorespiratory responses to exercise training in septuagenarian women. *Int J. Sports Med.* **14**, 60-65.
 54. Westcott, W. L. and T. R. 1999. Training principles to use with seniors, pp.14-27, In Westcott, W. L. and T. R. Baechle (eds.), *Resistance Training for Seniors: An Instructor Guide for Developing Safe and Effective Programs*, Human Kinetics. Champaign, Ill.