

노인물리치료를 위한 저항트레이닝 처방에 대한 탐색

원광보건대학 물리치료과

신홍철

동신대학교 운동처방학과

정동혁

An Exploration on Prescription of Resistance Training for Geriatric Physical Therapy

Shin, Hong-Cheul

Department of Physical Therapy, Wonkwang Health Science College

Jeong, Dong-Hyuk

Department of Exercise Prescription, DongShin University

< ABSTRACT >

There can be little dissension that the ultimate goal of all physical therapy interventions with the elderly is to restore or maintain the highest level of function possible for the individual. Whenever physical therapists take on this challenge, they assist elders in maintaining their identities as competent adults.

Advancing age is associated with profound changes in body composition, including increased fat mass, decreased fat-free mass(particularly muscle), decreased total body water and decreased bone density. Along with these changes in body compositions, and perhaps as a direct result of them, elderly people have lower energy needs, reduced strength and functional capacity and a greatly increased risk for such diseases as noninsulin-dependent diabetes mellitus and osteoporosis.

Resistance training is considered a promising intervention for reversing the loss of muscle function and the deterioration of muscle structure that is associated with advanced age. This reversal is thought to result in improvements in functional abilities and health status in the elderly by increasing muscle mass, strength and power and by increasing bone mineral density. In the past couple of decades, many studies have examined the effects of Resistance training on risk factors for age-related diseases or disabilities.

We have explored the positive and negative aspects of older adults' participation in resistance training programs. The benefits to older adults are reported to be increased strength, endurance, muscle capacity, and flexibility; more energy; and improved self-image and confidence. The negative aspects include some pain or stiffness and other nonspecific problems. The positive and negative aspects of resistance training are therefore very similar to those in younger populations. Scientific investigations over the past 10 years have demonstrated that resistance training can be safely and successfully implemented in older populations. Even the frail and very sick elderly can benefit and improve their quality of life. Proper design and progression of a resistance training program for older adults is vital to optimal benefits from resistance exercise.

The results of data provided by this research on resistance training for health shows that there is enough existing evidence to conclude that resistance training, particularly when incorporated into a comprehensive fitness program, can offer substantial health benefits which can be obtained by persons of all ages. These benefits, including improvements in functional capacity, translate into an improved quality of life.

I. 서론

전 세계적으로 인구의 고령화가 일어나고 있으며, 그 중에서도 우리나라는 세계적으로 노인층의 인구증가 속도가 가장 빠른 나라 중 하나로 노인층에 대하여 질병뿐만 아니라 운동에 관한 관심 또한 증폭되고 있다. 우리나라 인구 고령화 정도는 선진국들과 비교할 때 상대적으로 양호한 편이라고 하지만 세계에서 유래가 없을 정도로 매우 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있다고 한다. 그럼에도 불구하고 노인들의 건강이나 복지를 위한 대책이 크게 미흡한 실정이며 여러 보건·의료 관련기관에서조차 노인들에 대한 운동이 정확한 처방에 따라 이뤄지지 않는 경우가 많다.

노인들에게 있어서 운동은 심혈관계질환, 당뇨병, 고혈압과 비만 등의 위험성을 감소시켜줄 뿐만 아니라 뼈의 밀도와 근육의 양을 증가시켜주는 효과가 있다(Lexell과 Taylor, 1991). 또한 근력과 기능적인 능력을 향상시켜 줌으로써 일상생활동작(activities of daily living) 수행 시의 기능적인 독립성과 삶의 질(quality of life)을 개선시키며 정신적인 면에서도 긍정적인 효과를 보여준다(Guccione, 1993).

이러한 효과들을 최대화시키는 요인은 개개인의 참여도와 운동에 대한 적응력이며, 가장 중요한 것은 규칙적인 운동에 필요한 심폐기능을 기본적으로 어느 정도 갖추고 있는나 하는 것이다(AACVPR, 1995; ACSM, 2001).

개개인의 정확한 분석을 통한 적절한 운동처방은 위에 언급한 여러 질환의 위험인자를 감소시켜 주어 건강수명을 증가시킬 수 있으며 나아가 전반적인 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

일반적으로 연령이 높아짐에 따라 근육의 양은 감소하게 되며, 근력은 근육의 양과 직접적인 관련이 있으므로 근력 또한 저하하게 된다. 근육의 양과 근력을 감소시키는 요인으로는 비활동성이 중요한 역할을 하며, 그 외에 신경-근육간의 재정렬(neuromuscular realignment), 성장 인자(growth factor)의 감소, 근육 단백질의 회전율(turn over) 변화 등이 있다. 이러한 근위축과 근력의 감소는 골절의 위험성을 증가시키고 체온조절과 혈당조절 능력, 그리고 대사율의 감소를 유발하여 결과적으로 일상생활동작의 수행을 포함한 기능적인 능력에 장애를 일으키게 한다. 근위축은 근섬유의 수와 크기의 감소 모두에 의해 발생하며, 50세에 근육 횡단면적(muscle cross sectional area)은 약 10%의 감소를 보이게 된다. 50세 이후에 감소속도는 더 심화되며, 근력도 50, 60대에는 10년당 약 15%씩 감소하게 된다고 알려져 있다(Harries와 Bassey, 1990).

근력트레이닝 또는 웨이트트레이닝으로 알려져 있는 저항트레이닝은 개인의 체력향상과 운동선수의 체력단련에 가장 많이 이용되는 운동 형태 중 하나이며, 일반적으로 저항트레이닝이란 용어는 어떤 종류의 기구에 의해 제공되는 저항에 대하여 인체의 근육을 움직이거나 움직이도록 시도하는데 요구되는 형태의 운동을 묘사하는데 사용되어 왔다. 저항트레이닝과 근력트레이닝이란 용어는 플라이오메트릭스(plyometrics)와 언덕달리기 등을 포함한 여러 다양한 범주의 트레이닝 형태를 의미한다(Deschenes와 Kraemer, 2002; Evans, 1992; Fleck과 Kraemer, 1997; Pollock 등, 1994; Hass 등, 2001; Mazzeo와 Tanaka, 2001; Vincent 등, 2002).

저항트레이닝 프로그램의 참가로부터 노인들도 좋은 효과를 거둘 수 있다는 것이 여러 연구에 의해 검증되었다(ACSM, 1998; Evans, 1999; Fleck과 Kraemer, 1997; NSCA, 2000). 실제로 Fiatarone 등(1990)은 심지어 90세 이상인 사람도 8주간의 트레이닝에 걸쳐 근력을 증가시킬 수 있음을 보여주었으며, 그들의 연구결과는 많은 사람들의 관심을 얻게 되었다. 일반적으로 근력과 신체 움직임 등과 같은 기능적 능력의 증가는 만성적인 질병을 가지고 있는 사람들의 삶의 질을 향상시킬 수 있다. 하지만 이와 반대적인 상황일 경우 노인이라도 상당한 근력을 과시할 수 있다. 예를 들면, 체중이 82kg인 79세의 마스터(master) 파워 리프터는 스쿼트 동작으로 110kg을 들어올린다. 근력트레이닝 즉 저항트레이닝은 나이와 관련된 근력과 근육 크기에서의 감소를 줄일 수 있는 한 가지 방법이며 그러한 결과는 삶의 질을 향상시킨다.

따라서 본 연구에서는 운동요법에서 흔하게 처방되는 두 종류의 운동 즉, 지구력트레이닝과 근력트레이닝 중 근력강화에 도움이 되는 저항트레이닝이 노인에게 있어서 어떻게 처방되어야 하는지에 대하여 최근의 경향과 함께 논의하고자 하며, 부수적으로 노화에 따른 변화와 트레이닝으로 얻을 수 있는 이점이나 처방시 고려해야 할 사항 등을 위주로 탐색하여 향후 노인물리치료에 있어서 적절한 적용이나 이에 대한 연구를 시행하는데 기초자료로 제공하고 자 한다.

II. 노인의 저항트레이닝 처방에 대한 탐색

1. 연령에 따른 근력과 근파위의 상실

근력은 기능적 능력에 있어서 중요한 요인이며, 근육의 약화는 노인들이 일상생활의 보편적인 활동을 할 수 없을 정도로까지 진행될 수 있다. 연령이 높아짐에 따라 근력을 유지하는 것이 중요한데 이는 근력이 건강, 기능적 능력, 그리고 독자적인 삶에 필수적이기 때문이라고 할 수 있다.

정상적인 상태에서 근력의 발휘 능력은 20세와 30세 사이에 최대 수준에 도달하고, 그 후 20년에 걸쳐 근력은 비교적 안정적인 상태를 유지하거나 혹은 약간 감소하는 것처럼 보여지고 있다(Häkkinen 등, 1996).

근력은 60대의 연령에서는 남녀 모두 더욱 급격한 감소가 일어나며, 이러한 감소는 여성에게 더 급격하다고 한다. 횡단적 연구는 나이가 많아짐에 따른 근력 감소의 정도를 상당히 과소평가할 가능성이 높다(Bassey와 Harries, 1993). 실제로 Bassey와 Harries(1993)의 횡단적 연구자료에 의하면 노인들에게서 약력이 1년에 2% 상실된다고 보여주었다. 하지만 4년에 걸쳐 종단적으로 조사하였을 때 약력 상실은 남자는 1년에 3% 그리고 여자는 거의 5%로 나타났다.

근력 노화측면에서 보면, 근력 감소의 정도는 성별이나 각 근육과 관련이 있다고 알려져 있다. 일반적으로 볼 때 장기간 동안의 근력트레이닝은 근력의 상실을 보충하며, 개인의 실질적인 절대근력 발휘 능력을 향상시키는 것처럼 보여지지만, 시합에 참가하는 역도선수에게도 감소는 일어난다고 한다(Kraemer와 Koziris, 1994; Meltzer 1994). 또 한 다리의 근력 상실은 팔의 근력 상실보다 더 큰 것으로 나타났다(Häkkinen 등, 1996).

근력의 상실은 70세 이후에서 가장 급격하게 나타난다고 한다. 예를 들면, 코펜하겐 심장 연구(Danneskoild-Samsøe 등, 1984)에서 조사된 건강한 80세 남녀의 무릎 신전근 근력은 70세 남녀를 조사한 Aniansson과 Gustavsson(1981)의 연구에서보다 30% 낮은 것으로 밝혀졌다. 횡단적 뿐만 아니라 종단적 자료 역시 근력은 60대와 70대의 10년 사이에 약 15% 그리고 그 후에는 약 30% 감소한다는 것을 보여주었다(Danneskoild-Samsøe 등, 1984; Harries와 Bassey, 1990).

또한 근력 상실 외에도, 빠르게 힘을 발휘하는 근육 능력 즉, 근파위 또한 연령이 높아지면서 감소하는 것처럼 보여진다. 근파위는 일상생활에서 필수적이며 넘어질 때 보호기전의 역할을 한다. 넘어짐은 노인들에게서 부상의 주된 원인 중의 하나이고, 사망으로 이어질 수도 있으며, 공공의 주요한 건강 문제라고 할 수 있다(Wolinsky와 Fitzgerald, 1994). 노인들의 근파위와 근파위 단련 가능성에 대해서는 많은 연구가 진행되지 않았지만 많은 일상활동(걷기, 계단 오르기, 물건 들기 등)은 힘의 빠른 발휘나 작업을 수행하기 위한 어느 정도의 파위를 요구하므로 개인의 기능적 능력을 위해서는 근파위가 근력보다 더 중요할 것으로 생각된다. 남녀 노인들을 대상으로 한 Bassey 등(1992)의 연구에서 다리 신전근의 파위는 의자에서 일어설 때의 스피드, 계단 오르기 스피드와 파워, 그리고 걷기 스피드와 유의한 상관관계를 보여주었다. 근파위와 기능적 능력의 상관관계는 남자보다 여자에게서 더 높았다. 하지만 남녀 모두에게 근파위는 일상활동을 수행하는데 중요하며 만일 근파위가 감소하면 일상활동을 수행하는 능력 또한 감소한다는 것을 연구결과는 지적하고 있다.

Häkkinen과 Häkkinen(1991)은 남녀의 힘-시간 곡선을 조사하면서 힘-시간 곡선의 초기(0~200ms)에 근파위는 노화과정에 의해 영향을 받을 것임을 제시하였다. 최대 등척성 근력을 발휘하는데 요구되는 시간은 중년(50세)과 젊은 여성(30세)보다 노인 여성(70세)에게서 유의하게 길었다. 특히 노년기에서 근파위는 최대근력보다 더 많이 감소한다. 횡단적 연구에서 다리의 근파위는 65세부터 84세 사이에 일년에 3.5%의 비율로 상실된다고 추산되었다(Young과 Skelton, 1994). 그와는 달리, 체중 1kg당 와트(watt)로 나타낸 지구력과 선수들의 최대 무산소 파워는 연령의 증가와 함께 1년에 약 1%의 비율로 직선적으로 감소한다. 이는 75세인 사람은 20세인 사람의 무산소 파워를 50% 정도 가진다는 것을 의미한다(Grassi 등, 1991).

Bosco와 Komi(1980)는 18세에서 73세를 대상으로 조사하고 노화가 수직점프 높이의 감소를 가져온다고 확인하였다. 다양한 높이에서의 드롭 점프 등을 포함한 stretch-shortening cycle 점프의 측정 결과는 단순한 수직 점프보다

노화에 의한 수직점프 능력에서의 더 큰 감소를 보여주었다.

근육에서의 탄성적 수축 구성요소의 근본적인 변화는 나이에 의해 영향을 받을 것이며, 근파워 발휘 능력에 영향을 미칠 것이고, 감소된 근파워는 넘어짐으로부터의 부상 방지와 관련된 안전 능력과 기능적 능력의 상실을 가져오는 일차적인 요인의 하나일 것이다. 그러므로 근파워의 향상은 노인 집단에서 주된 트레이닝 목표라고 할 수 있다. 일반적으로 짧은 시간에 힘을 발휘하는 능력인 근파워는 남녀 모두에게서 연령의 증가와 함께 급격히 감소되는 것이 분명하다(Fleck과 Kraemer, 1997; Hurley와 Roth, 2000).

2. 연령에 따른 근력과 근파워 감소의 기전

연령이 높아지면서 나타나는 근력과 근파워 상실에는 많은 요인들이 작용한다. 이러한 요인들이 다른 요인들과 어떻게 상호작용을 하는지 그리고 어떠한 조건 또는 어떠한 연령에서 정확하게 어떠한 기전이 주도적인지 분명하지 않다고 한다.

근질량이 노화에 따라 감소되는 것은 잘 알려져 있으며, 근육의 크레아틴 양을 반영하는 소변에서의 크레아티닌의 분비가 20세에서 90세로 연령이 높아짐에 따라 50%의 감소가 있게 된다(Tzankoff와 Norris, 1997).

CT에 의하여 근육을 검사한 결과 면적, 밀도가 감소하고, 근육사이의 지방이 증가한 것으로 나타났으며, 특히 여성에서 더 심했다. 그리고 부검에 의한 검사는 주로 근섬유수가 감소한 것으로 나타나며, 주로 Type II 섬유가 평균 60%, 80세 이후 30%까지 감소하는 것으로 나타났는데 이는 노화에 따른 근력감소와 관계된다(Lexell 등, 1983).

프래밍엄 연구에서 4.5kg 무게들기에서 55~64세 여성의 경우 40%, 65~74세에서는 45%, 75~84세에서는 65%가 들 수 없었으며(Jette와 Branch, 1981), 일반적으로 50~70세에 약 30%이상의 근력감소를 가져오고, 이는 주로 Type II 섬유수의 선택적 위축과 관계가 있다. 또한 근력이 50대와 60대에서는 10년간 15%정도, 그 이후에는 약 30%씩 감소한다는 연구도 있다(Danneskoild-Samsøe 등, 1984; Harries와 Bassey, 1990). 이러한 근질량의 감소는 기능적 능력의 감소와 밀접하게 관련되며, 다리의 근력과 걷기의 속도와 밀접하게 관련이 있다. 또한 근질량의 감소는 부적절한 식이 단백질 섭취와 관계가 있다. 미국에서 권장하는 RDA는 $0.8\text{g}/\text{kg}^{-1}/\text{d}^{-1}$ 이며, 노인에게는 $1.25\text{g}/\text{kg}^{-1}/\text{d}^{-1}$ 이 안전한 권장량이라는 연구가 있다(Jette와 Branch, 1981).

일상의 에너지 소비는 세월이 갈수록 줄게되며, 에너지 소비는 주로 체지방 질량에 의해 결정되는데 이 것은 20대에서 70대 사이에 15%씩 감소한다고 알려져 있다. 그러므로 연령이 높아짐에 따라 근질량의 감소를 예방하는 것이 가장 중요한 것이며, 이는 기능적 독립을 키워줄 수 있다.

근육의 약화와 관련된 기본적 요인들을 살펴보면 노화에 따른 근골격계의 변화, 만성질환의 누적, 질병치료를 위한 약품복용, 신경계의 변화, 호르몬의 변화, 영양 상태, 비사용(disuse)에 따른 근위축 등이 있다(Fiatarone와 Evans, 1993; Fleck과 Kraemer, 1997; Kraemer, 1992).

1) 노화에 따른 근골격계의 변화

감소된 근육 크기가 연령이 높아짐에 따른 근력 발휘 능력 감소의 주된 원인으로 제외되었다.

연령과 관련된 이러한 근육 크기의 감소를 근감소증(sarcopenia)이라고 하는데(Evans와 Campbell 1993; Yarasheski, 2002), 연령이 높아지면서 근육 크기 감소의 일반적인 경향이 관찰되고 있다(Dutta와 Hadley, 1995; Frontera 등, 1991; Häkkinen과 Häkkinen, 1991; NCEP, 1994; Overend 등, 1992).

근육 크기의 이러한 변화는 근육의 위치나 기능과는 관련이 없는 것처럼 보여진다(Frontera 등, 1991). Young 등(1984)은 70대여성의 대퇴사두근 횡단면적이 20대 여성의 77%라고 하였으며, Imamura 등(1983)은 근육 횡단면적의 감소뿐만 아니라 근육세포 내의(intra-muscular) 지방 증가 또한 있으며 그러한 변화는 여성에게서 더욱 두드러지게 나타난다고 하였다.

근육 크기의 감소는 각 근섬유의 크기 감소, 근섬유의 상실, 또는 두 가지 모두에 의해 초래되는 것처럼 보여지며, 또한 연령이 높아지면서 Type II 섬유가 더 뚜렷하게 우선적으로 상실되는 것처럼 보여진다(Aniansson 등,

1986; Essen-Gustavsson과 Borges, 1986; Frontera 등, 1988; Larsson, 1982; Lexell 등, 1995).

Lexell 등(1983)은 연령이 높아짐에 따른 근섬유의 기본적 변화에 있어서 근생검으로 조사한 외측광근 중간 부위의 근섬유 숫자는 노인 층(70~73세)이 젊은 층(19세~37세)보다 약 23% 적다고 하였으며, Larsson(1983)은 근육의 감소는 Type II 섬유에서 더욱 두드러지며 젊은 층에게서 평균 60%이던 것이 80세 이후에는 30% 아래로 떨어진다 고 하였다. 그러므로 노화에 따른 근력 감소의 상당 부분은 Type II 섬유의 선별적인 위축과 관련되어 있다고 하겠다.

그밖에도, 단백질의 질적인 면 또한 영향을 받으면서 MHC(myosin heavy chain)가 slow 형태로 변화하는데 이것은 근육활동 중 마이오신과 액틴 교차다리 형성 주기(cycling)의 속도에 영향을 미친다(Sugiura 등, 1992). 그뿐만 아니라 연령이 높아지면서 마이오신 ATPase 활성이 감소한다는 것은 비교적 오래 전부터 알려져 왔다(Syrovoy와 Guttman, 1970). Type II 섬유의 상실은 또한 fast MHC 단백질의 상실을 의미한다(Fry 등, 1994a). 그러므로 근육 수축단위 단백질의 양적인 측면과 질적인 측면 두 가지 모두에서의 상실은 나이가 많아짐에 따른 근력과 근파워 상실의 구조적인 생화학적 근거를 제공한다.

2) 신경계의 변화

근 조직을 신경 자극으로 활성화시키는 능력은 근섬유가 신체활동에 사용되다가 그리고 트레이닝 자극을 받는가를 일차적으로 결정하는 요소라고 할 수 있다. Moritani와 Devries(1980)는 평균연령 72세의 남자노인들을 8주 동안 주당 3회 주관절 굴곡근에서 1RM의 66%를 사용하면서 10회 반복동작을 2세트 실시하는 것으로 구성된 근력트레이닝을 적용하고 프로그램 전후의 신경계 변화를 조사하였다. 근육 둘레에서는 유의한 변화가 관찰되지 않았지만 최대 통합 근전도(integrated EMG)에서 유의한 증가가 나타났는데, 이는 남자노인에게는 신경적 요인이 8주의 근력 트레이닝 동안에 근력 향상을 가져오는 주된 기전임을 시사한다. 근섬유 변화의 시간적 과정에 대한 그 이후의 진전된 지식에 비추어 볼 때 근비대가 관찰되지 않은 것이 놀라운 일은 아니다(Staron 등, 1994). 젊은 층에게서처럼 노인들에게 있어서도 트레이닝으로부터의 초기 근력증가는 신경적 적응에 의한 것으로 보여진다.

신체의 각 세포는 유전적 성향에 의해 결정되는 최소한의 크기가 있다는 것이 가능하다. 세포가 이러한 크기보다 더 줄어들면, 세포 피사가 일어날지도 모른다. 연령이 높아짐에 따른 근섬유의 상실은 근육세포의 피사 또는 신경과의 접촉 상실로 초래된 탈신경(denervation) 과정의 결과일 것이다(Häkkinen 등, 1996). 연령이 높아지면서 근섬유가 상실되지만 일부 섬유는 증가된 활동을 통해 신경재지배(reinnervation) 과정을 거치며, 상실되는 근섬유는 그후 지방이나 섬유성 결합조직으로 채워진다. 근섬유 상실은 힘을 발휘하는 각 운동단위의 기능적 능력을 저하시키며, 감소된 근육 크기로 인해 초래되는 칼로리 소비량의 감소 등과 같은 전체 근육의 기본적 대사 기능에 영향을 미친다(Fleck과 Kraemer, 1997).

Aniansson 등(1992)은 신체활동을 유지하는 76~80세의 남자들에게서 Type I과 Type II 섬유의 보상적인 근비대는 근섬유와 운동단위의 상실에 대한 적응이라고 제의하였다. Type I과 Type II 섬유의 비율은 76세와 80세 사이에 변화하지 않지만 Type IIb 섬유에서는 유의한 감소가 있다. 이것은 근섬유의 상실 또는 보다 가능한 설명으로는 신체활동으로 인한 Type IIb에서 Type IIa로의 전환으로 생각될 수 있을 것이다.

Nelson 등(1984)은 개별 운동단위에 대한 EMG 측정방법을 이용하여 조사한 결과, 커다란 운동단위들이 노인들(79세)에게서 사용되며 크기가 적은 운동단위는 통상적으로 젊은이들에게서 사용된다는 것을 발견하였다. 그 이후에 실시된 Doherty 등(1993)의 연구는 심지어 건강하고 활동적인 사람에게서도 운동단위의 상실이 연령과 관련된 근력 감소를 가져오는 주된 요인임을 지적하였다. 컴퓨터를 사용하면서 개별 운동단위에 대한 EMG를 분석하였을 때 노인들(60~81세)의 운동단위 숫자가 47% 감소한 것으로 추산되었다.

노인들이 자신들의 근육을 최대로 활성화 시킬 수 있는지에 대한 의문이 제기되었다. Phillips 등(1992)은 나이 많은 그리고 젊은 피험자 모두가 자신들의 근육을 충분히 활성화 시킬 수 있음을 보여주는 연속 보간법(twitch interpolation) 자료를 보고하였다. 그러므로 연령이 높아지면서 나타나는 근육의 허약함은 근육 활성화의 실패로 초래되는 것은 아니라고 할 수 있다. Brown 등(1990) 또한 노인들이 자신들의 근육을 완전히 활성화 시킬 수 있다고 결론

을 내렸지만 동적인 신체활동을 위한 활성화는 등척성 근육 작용과는 다를 것이다. 연령의 증가와 함께 중추수의적 신경 자극이 어느 정도 감소되는지는 불분명하다.

만일 연령이 높아지면서 근육을 활성화 시킬 수 없다면 이는 감소된 신경적 자극이 아니라 말초 신경근육 기전이 아마도 주된 원인일 것이다(Häkkinen 등, 1996).

3) 호르몬의 변화

내분비계와 내분비계의 많은 호르몬들은 신체의 다양한 대사적 기능을 위한 중요한 조절적 신호를 제공한다.

저항트레이닝에서 특히 관심을 끄는 것은 테스토스테론, 성장호르몬, IGF(insulin-growth factor)과 같은 근육과 신경조직의 발달을 촉진시키는데 도움을 주는 동화적(anabolic) 호르몬이다(Fleck과 Kraemer, 1997; Kraemer, 1992).

효과적인 저항운동이 실시되면, 혈청 동화적 호르몬 농도가 운동 중이나 운동 후에 정상상태의 휴식 수준 이상으로 증가하면서 근육의 재편성(remodeling)과 성장을 촉진시킨다. 그러나 연령이 높아지면서 운동으로 호르몬 농도를 변경하는 능력은 상실되며, 휴식 상태의 동화적 호르몬 농도 또한 감소된다(Fleck과 Kraemer, 1997; Häkkinen 등, 2002).

Häkkinen 등(1995)은 노인(70세)들에게서는 테스토스테론 농도의 변화가 없는 반면, 젊은 층(30세) 그리고 중년(50세) 남자에게서는 고강도 저항 운동 즉, 5세트의 10RM 적용과 세트와 세트 사이에 3분의 휴식 후에 증가한다는 것을 보여주었다. 동일한 형태의 변화가 연령의 증가와 함께 성장호르몬에서도 관찰되었으며, 남성에서처럼 노인 여성 또한 저항트레이닝에 대한 성장호르몬의 반응 부족을 보여주었다. 그러므로 저항트레이닝에 대한 노인들의 테스토스테론과 성장호르몬 반응은 나이가 많아지면서 내분비계가 저하된다는 생각을 뒷받침한다(Chakravati 등, 1976; Häkkinen와 Pakarinen 1993). 궁극적으로 이것은 조직 성장과 관련된 동화적 기전이 노화에 의해 영향을 받는다는 것을 의미한다.

저항트레이닝에 대한 노화에 따른 호르몬 변화를 살펴보면, 내분비계에서의 자연적 노화에 따른 이러한 변화가 저항트레이닝 프로그램으로 변경이 가능한지 또는 어떻게 변경시킬 수 있는지는 불분명하다. Fry 등(1995)은 case study에서 51세의 나이에도 열심히 웨이트트레이닝을 하고 있는 사람에게 있어서도 운동에 대한 일부 호르몬의 반응 감소는 35년에 걸친 트레이닝에도 불구하고 나타난다는 것을 보여주었다. 이 사람은 젊은 통제군보다 휴식 상태의 혈청 테스토스테론 농도는 낮았지만 운동에 대한 반응으로는 비슷한 증가 정도를 보여준 반면, 성장호르몬은 저항트레이닝에 대한 반응으로는 변화하지 않았다. 이 연구는 장기간의 트레이닝에도 불구하고 운동으로 초래되는 내분비 반응은 연령의 증가와 함께 변경된다는 것을 제시해 주었다.

4) 영양상태

연령이 높아지면서, 에너지의 과다 섭취는 지방 저장량을 증가시킨다. 에너지 섭취의 불균형과 활동 부족이 연령의 증가에 따른 체지방을 증가와 근육량 감소에 기여하는 두 가지 주요 요인이기 때문이다.

Meredith 등(1992)은 실험군의 식단에 탄수화물, 단백질, 비타민, 무기질, 그리고 약간의 지방을 추가적으로 보충시켰는데, 이는 이상체중 1kg당 하루에 8kcal와 단백질 0.33g을 추가한 양이다. 통제군은 추가적으로 영양소를 제공 받지 않았으며, 두 집단을 대상으로 12주동안 저항트레이닝 프로그램이 적용되었다. 영양소를 추가적으로 섭취한 실험군은 근육 조직의 급격한 증가를 보여주었으며, 근육 크기의 변화는 칼로리 섭취량과 비례하였다. 영양섭취의 향상과 보다 나은 음식 섭취 형태는 노인들에게 있어 근육 크기에 미치는 저항트레이닝의 영향을 증대시킬 것이므로 노인들에게 있어 충분한 단백질 요구량은 근비대에 필수적이라고 할 수 있겠다.

노인을 위한 저항트레이닝 프로그램은 모든 주요 근육들의 운동을 포함해야만 한다. 그래야만 많은 근섬유들이 재편성과 근비대를 위한 자극을 받을 수 있으며, 이것은 근섬유가 추가적인 단백질을 필요로 하게 될 것임을 의미하고, 필요한 단백질 및 다른 영양소가 부족하다면 체지방량의 증가는 영향을 받을 것이라고 여겨진다.

만일 노인이 영양 결핍이라면 저항트레이닝에 대한 최적의 적응은 일어나지 않을 것이라 사료된다.

3. 연령 증가에 따른 저항트레이닝의 적응

적절하게 설계된 저항트레이닝 프로그램은 근육크기, 근섬유 비대, 골밀도의 유의한 증가와 근력과 관련된 경기력의 향상을 가져온다. 하지만 아직까지도 근과워 발휘 능력과 내분비 기능에 미치는 저항트레이닝의 장기적 효과에 관해서는 제한적인 정보가 있을 뿐이다.

힘 발휘 속도에서 향상을 가져오는 것이 실제로 가능하며 힘-시간 곡선의 초반부(0~200ms)를 변경하는 것이 가능한가하는 의문과 그래서 더 많은 힘이 빠르게 발휘될 수 있는가에 대한 의문이 자주 제기되어왔다. 이는 이론적으로는 가능한 것처럼 보인다. 왜냐하면 힘의 발휘가 증가할 수 있음을 암시하는 신경적 기능에서의 향상이 관찰되었기 때문이다(Brown 등, 1990; Moritani와 DeVries, 1980). 내분비 기능이 저항트레이닝으로 회복될 수 있음을 보여주는 연구는 한편도 없었지만 이러한 두 영역에 대한 집중적인 연구가 근래에 진행되기 시작했다고 한다(Fleck과 Kraemer, 1997). 노인들에게서 나타나는 저항트레이닝의 일부적응은 <표 1>에 제시한 바와 같다.

<표 1> 노인에게서 나타나는 저항트레이닝의 적응

실험변인	반응
근력 (1-RM)	증가
근과워 (30% of 1-RM)	변화 없음*
근섬유 크기	증가(두 형태 모두)
등속성 60°/s	증가
등속성 240°/s	증가(하지만 60°보다 적게)
허벅지 부위의 횡단면적	증가
부위적 뼈 무기질 밀도	증가
전체 뼈 무기질 밀도(남)	변화없음
뼈 무기질 밀도	변화없음 또는 증가
통증 수준(Pain levels)	감소*
복부 내부 지방	감소*
체지방률(%)	감소
일상작업	향상
소화기관의 운동성	향상*
유연성	변화없음(불분명)
등의 근력	증가
Peak 산소섭취량	증가
심리적 요인	긍정적 효과
신경적 요인	향상*
Twitch half relaxation time	증가*
힘 발달 속도	변화없음*

Data from Fleck & Kraemer(1997). Designing resistance training programs. 2nd ed. Human Kinetics.

노화와 관련된 근육 무게와 근력의 상실 때문에, 이러한 상실의 예방 또는 회복을 위한 전략에 많은 관심이 집중되어 왔으며, 저항트레이닝은 노인들의 근력을 증가시키고 기능적 상태를 향상시키는 효과적인 수단으로 증명되어왔다.

Aniansson과 Gustafsson(1981)은 연구를 통해 저항도 저항트레이닝 방법이 제한적인 결과를 가져왔음을 보여주었으며, 이는 그들로 하여금 노인들은 젊은이들보다 근력 운동에 대한 반응에 있어 저하된 능력을 가지고 있다는 결론을 내리도록 만들었다.

Moritani와 DeVries(1980)는 노인들의 고강도 트레이닝 프로그램을 조사하였으며 노인들의 근력증가 능력은 보존되어 있다고 결론을 내렸다. 연구에서 근비대의 어떠한 증거도 발견할 수 없었지만, 간접적인 방법으로 사지 둘레와 피부지방두께 측정으로 근육 크기를 추정하여 골격근이 근비대에 대해 감소된 능력을 가지고 있다고 결론지었다. Fiatarone 등(1990)은 8주동안 무릎 신전근을 운동한 아주 나이 많은(87~96세) 남녀 노인들을 조사하였다. 이 연구는 근력향상의 능력은 심지어 아주 늙은 사람에서도 보존되고 있음을 처음으로 보여주었다. 이 연구는 또한 CAT

스캔을 이용하여 근육 크기의 유의한 증가를 증명하였다. Frontera 등(1988)은 고강도 저항트레이닝 프로그램을 적용하여 비활동적인 남자 노인(60~72세)집단을 1RM의 80%에서 8회 반복동작을 3세트, 12주 동안 주당 3회 운동시켰다. 피험자들은 유의한 근력 증가를 보여주었으며 전산화단층촬영술과 근생검 분석은 근비대의 증거를 보여주었다.

근섬유 크기의 증가를 위한 고강도 저항트레이닝 효과는 노인 여성에게서도 또한 증명되었다. Charette 등(1991)은 12주의 고강도 저항트레이닝 전후에 수집한 근생검 샘플을 조사하였는데 Type I 섬유 면적에서는 유의한 변화가 없었지만 Type II 섬유에서는 면적의 증가를 발견하였다.

Fiatarone 등(1994)은 많은 숫자의 아주 나이 많은 연약한 남녀 노인들을 조사하였는데 고강도 저항트레이닝이 이 집단에서 안전하게 사용될 수 있으며 근육 크기에서는 유의한 증가가 없었지만 근력에서는 유의한 증가를 가져왔음을 보여주었다. 근력의 증가는 발걸음 속도, 계단 오르기 파워, 평형성, 그리고 전반적인 자발적 활동의 증가와 관련이 있음을 인식하는 것이 중요하다고 하겠다.

최근의 연구는 근육 단백질 대사에 대한 저항트레이닝의 영향에 집중되었다. Campbell 등(1995)은 남녀 노인을 대상으로 12주의 고강도 저항트레이닝(8회 반복동작을 3세트, 1RM의 80%, 상하체운동) 전후에 질소 평형(nitrogen balance)을 조사하였다. 그들은 저항 트레이닝이 인체의 질소 보유(retention)를 증가시킨다는 것을 발견하였다. 그밖에도 ¹³C 루신(leucine)의 계속적인 주입을 통하여 트레이닝이 신체 전체의 단백질 합성 속도에 유의한 증가를 가져온다는 것을 보여주었다.

또한 Yarasheski 등(1993)은 2주간의 저항트레이닝(1RM의 60~90% 부하로 4~10회 반복동작을 2~4세트, 일주일에 5일) 전과 후에 젊은 층(24세) 그리고 노인 층(63~66세) 남녀 피험자들의 정맥으로 주입된 ¹³C 루신이 근육 단백질로 포함되는 것을 측정함으로써 대퇴사두근 단백질 합성 속도를 결정하였다. 그들은 비록 나이 많은 피험자들이 트레이닝 전에는 낮은 근육 단백질 합성 속도를 보였지만 저항 운동집단의 젊은 그리고 나이 많은 피험자 모두 근육 단백질 합성에서 유의한 증가를 경험하였다. 비록 성장호르몬 투여가 동화제(anabolic agent)로서 제외되었지만 (Rudman 등, 1990) 성장호르몬 투여가 저항트레이닝과 병행되더라도 트레이닝만 하였을 때보다 근육 무게에 더 큰 증가를 가져오지 않았다(Yarasheski 등, 1992). 이러한 결과는 노인들의 호르몬 시스템은 저항트레이닝에 대한 일부 적응을 만드는데 필요한 정도로는 아직까지 작용한다는 것을 암시한다. 즉, 현 상태로서도 트레이닝에 대한 적응이 가능하도록 해준다는 의미이다.

많은 저항트레이닝 연구들이 노인들의 단기적인 적응을 조사하였지만 겨우 몇 편의 연구만이 52주 이상의 장기적인 트레이닝동안 근력과 신체구성의 변화를 조사하였다. Morganti 등(1995)은 통제집단과 12개월 동안 일주일에 2회 운동을 하는 점진적인 저항트레이닝 집단(8회 반복동작을 3세트, 1RM의 80%부하, 상하체 운동)에 무작위로 배정된 39명의 건강한 여성들(59±0.9세)을 조사하였다. 12개월의 연구기간 동안 근력은 계속 증가하였다. 연구의 처음 3개월 lat pull-down, knee-extension, 그리고 leg-press에서 동안 근력의 가장 큰 변화를 볼 수 있었으며, 그보다는 적지만 통계적으로 유의한 증가를 연구의 후반 6개월에서도 볼 수 있었다. Nelson 등(1994)도 노인 여성들을 조사하여 고강도 저항트레이닝이 뼈의 건강에 유의한 효과가 있음을 보여주었으며, 1년의 트레이닝 후 대퇴골과 요추의 골밀도 증가를 보고하였다. 그밖에도 저항트레이닝은 평형성, 전체 신체활동수준, 근육무게의 향상을 가져왔다. 그러므로 저항트레이닝은 골다공증이 있는 뼈에서 골질의 주요 위험요인 대부분에 대해 영향을 미친다고 할 수 있다.

증가된 신체활동 수준에 적응하는 능력은 심지어 아주 늙은 노인에게서도 보존된다는 것이 분명하다. 규칙적으로 실시된 운동은 남녀 노인들에게 많은 긍정적인 변화를 가져온다는 것이 증명되었다. 근감소증과 근육약화는 나이가 많아지면서 거의 모든 사람에게 나타나는 현상이므로 노인들에게서 근육 무게를 유지시키거나 또는 증가시키기 위한 전략이 실행되어야만 하겠다. 근력 증가와 함께 자발적인 활동의 증가가 건강하고, 자유스럽게 생활하는 노인 피험자들 그리고 아주 늙고 약한 남녀 노인들 모두에게서 관찰되었다. 골밀도, 에너지 대사, 그리고 기능적 상태에 대한 긍정적인 효과 외에도 저항트레이닝은 노인들의 신체활동 수준을 증가시키는 중요한 방법일 것이다. 저항트레이닝은 많은 사람들의 독립적인 생활을 보존하는데 가장 효과적이며 경제적인 방법 중의 하나이다(Rogers와 Evans, 1993).

<표 2> 노인들을 위한 저항트레이닝 프로그램의 일반적 특성

운동의 선택 기본 운동은 대근육군의 운동에 초점을 맞춘다. 4~6개의 대근육군과 소근육군을 위한 3~5개의 보완적인 운동이 통상적으로 추가된다. 바벨, 등속성 기구, 웨이트 기구 등이 사용된다.
운동의 순서 준비운동(warm-up) 후 대근육군의 운동이 실시된다. 그 후 소근육군의 운동과 정리운동(cool-down)의 순서로 진행된다.
사용되는 저항 사용되는 가장 보편적인 백분율은 1RM의 80%이며 동작을 8회 정도 반복하는 것이다. 일반적으로 1RM의 50~85% 범위(8~12RM)의 다양한 저항이 사용되는데, 1세트에서 10RM의 50%로 10회, 2세트에서 10RM의 75%로 10회, 3세트에서 10RM의 100%로 10회를 실시하는 half pyramid도 사용될 수 있다.
세트 수 통상적으로 3세트가 실시된다. 트레이닝이 진행되면서 1세트에서 3세트로 증가될 수 있다.
운동과 세트 사이의 휴식 통상적으로 2~3분이 사용된다. 짧은 휴식시간은 아주 가벼운 저항을 사용하면서 회복이 빨리 이루어지는 경우에 사용된다.

Data from Fleck & Kraemer(1997). Designing Resistance Training Program, 2nd ed. Human Kinetics.

4. 저항트레이닝 프로그램의 설계

저항트레이닝 프로그램 설계의 기본적인 원칙은 운동하는 사람의 나이에 상관없이 동일하다. 많은 노인들의 기능적 능력에서의 차이 때문에 가장 좋은 프로그램은 각 개인의 필요와 의료적 문제를 충족시킬 수 있도록 개별화된 것이다. 노인을 대상으로 실시한 트레이닝 연구에서 현재까지 겨우 한편만이 주기화(periodization) 되어진 트레이닝을 사용하였으며(Newton 등, 1995), 노인들을 위해 트레이닝을 최적화하기 위해서는 트레이닝의 변화에 관한 더 많은 정보가 요구된다.

연구에 의하면 아주 나이 많은 노인들이 고강도 저항운동(1RM의 80%)을 견딜 수 있으며 긍정적인 적응을 가져온다는 것을 보여주었다. 일부 자료는 노인들에서 오버 트레이닝 증상을 가져오지 않도록 조심스럽게 강도가 적용되어야만 한다는 것을 지적한다(Hunter와 Treuth, 1995). 트레이닝으로부터의 회복에 더 오랜 시간이 소요될 것이므로, 주기화 되어진 형태에서의 다양한 강도의 사용은 보다 이상적인 적응을 허용할 것이다. 대부분의 연구에서 사용된 저항트레이닝 프로그램은 설계적인 측면에서 상당히 기본적이었으며 긍정적인 결과를 가져왔다. 그러므로 트레이닝의 초기 단계에서는 진전된 프로그램 설계가 필요하지 않을 수도 있을 것이다. 그뿐만 아니라, 많은 중년 성인 그리고 노인들은 추후의 트레이닝 프로그램에서 근육의 트레이닝 적응을 가져오는데 요구되는 수준으로 트레이닝 할 수 있기 전에 체력의 기반을 다지기 위한 초기 트레이닝 기간이 필요할 것이다. 노인들을 위한 프로그램의 기본적 윤곽은 <표 2>와 같다.

근력이 빈약한 노인에게 있어 프로그램을 시작할 때의 근력은 거의 0에 가까우며 최대 힘 발휘 능력은 겨우 1kg 정도일 것이라고 인식하는 것이 중요하다. 점진적인 저항트레이닝 프로그램이란 노인들이 세트동안에 겨우 0.2kg(0.5파운드) 정도를 든다는 것으로 생각하면 될 것이다. 그러므로 프로그램 시작 때에 요구되는 저항은 많은 경우에 있어서 최소한의 수준이다. 그러한 적은 양의 저항단위 증감을 가능하도록 해주는 적절한 기구를 선택하는데 주의가 요구된다.

5. 저항트레이닝 프로그램 개발과 필요 분석

노인들을 위한 저항트레이닝 프로그램의 개발 과정에 대한 윤곽이 제시되어 있는데, 이는 사전검사와 평가, 개인적인 목표 설정, 프로그램 설계, 평가 방법의 개발로 구성되어 있다. 노인들에게 있어 저항트레이닝은 일생 동안 실행할 생활방식의 한 부분이어야만 하므로 최상의 결과와 운동의 지속을 위해서는 프로그램의 목표와 프로그램 설계의 지속적인 재평가가 필요하다고 하겠다. ACSM(2001)은 운동프로그램을 시작하는 사람들을 다음의 3가지 유형

중의 하나로 분류하도록 권장하고 있다.

- a. 외관상 건강해 보이며 관상동맥질환 위험요인인 고혈압이나 흡연 등이 하나를 초과하지 않은 사람
- b. 심폐계 또는 대사적 질환임을 시사하는 증상이나 증세가 있거나 두 가지 이상의 주요 관상동맥질환 위험요인이 있는 사람
- c. 심장, 폐 또는 대사적 질환이 있는 사람

의사와의 상담과 동의가 모든 경우에 권장되며 세번째 집단의 경우에는 추가적인 기능적 운동테스트가 ACSM에 의해 권장된다. 만일 저항트레이닝 프로그램만이 체력단련 프로그램에서 사용된다면, 운동형태에 따른 특정적인 증상 대해 개인을 평가하기 위해서는 보편적으로 근력 테스트나 운동 계획안(protocol)을 사용한다.

Feigenbaum 등(1990)의 좌심실 기능이 양호한 심장병 환자들을 대상으로 한 연구에 의하면 1RM 근력 테스트와 많게는 75%의 1RM을 사용하면서 저항운동을 실시하는 것이 점증적 트레드밀 운동부하검사보다 심혈관계 증상이 더 적게 발생하는 것으로 나타났다.

발살바 매뉴버(Valsalva maneuver)를 하지 않으면서 실시하는 저항 운동은 안전한 형태의 운동이라고 생각되고 있지만 각 개인의 경우에 따라 특정적으로 평가되어야만 하며, 필요 분석과 프로그램 목표의 개발은 주기화된 트레이닝의 단계를 따라야만 한다. 그리고 트레이닝의 기본적인 원칙이 노인들을 위한 프로그램의 설계와 진행에 고려되어야만 한다.

트레이닝의 진전에 대한 평가는 근력 테스트, 신체조성 측정, 기능적 능력 테스트, 근육 크기의 변화 측정, 영양섭취 분석, 그리고 기존의 상태에 대한 의료적 점검을 포함해야만 한다(Fleck과 Kraemer, 1997).

또한 노인은 근골격계 손상이나 심혈관계 부작용의 가능성이 높으므로 저항트레이닝을 시작하기 전에 이러한 질환 등에 대한 의학적인 선별검사(screening)는 필수적이며, 트레이닝 프로그램 초기에는 올바르게 안전하게 참여할 수 있도록 적절한 처방과 지도가 뒤따라야만 한다.

1) 운동의 선택

가능한 관절각도와 운동의 숫자는 인체의 기능적 움직임만큼이나 무한적이다. 각도에서의 변화는 어떤 근 조직이 활성화될 것인지에 영향을 미치게 되는 것이다. Tesch 등(1990)은 연구를 통해 사용되는 저항 운동 형태에서의 변화는 근육의 활성화 형태에 변화를 가져온다고 보여주었다. 활성화되지 않은 즉, 근섬유에서 장력이 일어나지 않은 저항운동으로부터 효과를 얻을 수 없을 것이다. 그러므로 필요 분석에 의해 선정된 근육과 관절각도에 스트레스를 주는 운동이 선택되어야만 한다.

다른 집단의 경우에도 마찬가지로 노인들이 운동할 때에도 다양한 운동의 선택이 필요하다. 모든 주요 근육군에 대해 최소한 한 가지 운동이 프로그램에 포함되어야만 한다. 사용되는 기구는 개인의 몸에 맞아야만 하며, 적용되는 저항은 개인의 기능적 능력을 수용해야만 한다. 프로그램 전체를 통한 운동의 진전은 적응이 일어날 수 있도록 가능한 많은 골격근을 자극시켜야만 한다. 그밖에도, 직선적인 동작만의 사용은 일상생활에서의 보다 보편적인 일부 동작 형태인 비틀기나 돌리기 등에는 도움이 안될 수도 있다.

일부 기구에서는 심지어 최소한의 저항이라도 너무 무거울 수 있으며 노인들은 운동 동작의 시작 단계에서 힘을 발휘하는데 어려움을 겪을 수 있다. 또한 일부 기구에 있어서 저항 증감의 단위무게는 저항을 적절하게 조절하기에 너무 큰 경우도 있다. 알려진 것과 같이 isokinetics, pneumatics, 또는 hydraulics과 같은 일부 기구들은 운동 동작을 보다 쉽게 시작하도록 해주며 사용하는 저항을 보다 적절하게 증감시키도록 해준다.

일반적으로 프로그램은 모든 형태의 저항을 사용할 수 있다. 어떠한 형태의 기구를 사용하든지 간에 적절한 동작 범위가 이루어지고 동작의 전 범위에 걸쳐 저항을 안전하게 조절할 수 있도록 주의를 기울여야만 한다.

Hurley(1995)는 저항 운동 트레이닝에서 동작의 전 범위를 사용함에도 불구하고, 노인들에게 있어서는 유연성 운동을 저항 운동 프로그램에 보충시켜야 할 필요가 있다는 것을 제시하였다.

2) 운동의 순서

일반적으로 모든 트레이닝 프로그램은 준비운동-본운동-정리운동의 순서를 따르며, 저항트레이닝에서도 적절한 워밍업이 필요하다. 연령이 높아짐에 따라 노화에 의해 근육이나 결합조직의 탄력성이 감소하여 근골격계 손상의 위험성은 더욱 증가하게 되며, 따라서 워밍업은 노인들에게 있어서 더더욱 중요하다.

부피가 큰 근육군의 운동은 통상적으로 운동 초반부에 배치된다. 이는 피로를 감소시키며 부피가 큰 근육군의 운동에 있어서 보다 높은 강도 또는 더 큰 저항을 사용하도록 해주기 때문이다. 상체와 하체의 부피가 큰 근육군을 적절하게 자극하는 것이 노인들을 위한 저항프로그램에서 최우선되어야만 한다.

근력과 근과워 증가를 최대화하는데 있어 사전피로를 위한 운동순서의 장·단점은 아직까지도 경험적인 경우에 불과하며 추가적인 연구가 요구되고 있는 실정이다. Rooney 등(1994)은 지속적인 반복동작이 반복사이에 휴식을 취할 때보다 더 큰 근력증가를 가져왔음을 연구를 통해 보여주었다. 그러므로 피로의 축적이 근육 크기 증가와 같은 적응을 위한 생리적인 신호일지도 모른다. 이러한 발견이 사전피로 기법과 어떻게 연관이 되는지에 관해서는 연구가 필요하다고 하겠다.

또한 운동 순서에서 고려해야할 점은 개인의 체력수준이다. 알려진 바와 같이 운동계획은 개인에게 특히 초보자에게 계단효과(staircase effect)를 허용하지 않을 정도로 너무 지나치게 힘들게 설계되어서는 결코 안된다. 운동 순서는 운동시간 동안 트레이닝 자극의 스트레스 수준에 영향을 미칠 수 있기 때문이다(Fleck과 Kraemer, 1997).

3) 사용되는 저항

특정 운동에서 사용되는 저항의 양이 아마도 저항트레이닝에 있어서 가장 중요한 변인일 것이다(McDonagh와 Davies, 1984). 저항의 양은 근력과 근지구력 측정에서 보여지는 변화와 관련된 주요 자극이므로 저항트레이닝 프로그램을 설계할 때, 각 운동의 저항이 선택되어야만 한다. RM(repetition maximum) 방식 또는 단지 특정 반복회수의 실행만을 가능하게 해주는 저항의 사용이 아마도 저항을 결정하는데 가장 간단한 방법일 것이다. RM 저항을 그러한 저항의 사용으로부터 얻어지는 광범위한 트레이닝의 효과와 연관시키는 RM 연속체(continuum)를 연구결과들은 뒷받침하고 있다(Anderson과 Kearney, 1982; Atha, 1981; McDonagh와 Davies, 1984).

6RM 또는 그 이하의 RM 저항은 근력 그리고 최대 근과워 발휘에 가장 큰 영향을 미치는 것처럼 보여지며, 20RM 또는 그 이상의 RM 저항은 근지구력 측정에 가장 큰 효과를 보인다(Fleck과 Kraemer, 1997).

이러한 연속체는 RM 저항의 범위에 걸쳐 다양한 목표의 근육 능력 발달을 가능하도록 해준다. 통상적으로 RM 목표 또는 RM 목표범위를 사용하며, 시간이 지나면서 근력수준이 변화하면 부하를 재조정하여 실질적인 RM 목표 또는 목표범위의 저항이 사용되도록 만든다. 6RM 또는 그보다 반복회수가 적은 근력자극의 영역에서부터 멀어지면서 근력의 향상은 무시할 정도의 수준이 될 때까지 점차 감소한다.

25RM보다 가벼운 저항으로부터 얻어지는 근력 향상은 적거나 또는 없으며(Atha, 1981), 만일 일어난다면 아마도 향상된 운동기술 또는 학습효과와 관련되어 있을 것이다. 유전적 경향과 트레이닝 시작 이전의 상태에 의해 초래되는 개인적 반응의 다양성은 트레이닝 효과에 영향을 미치며, 학습효과에 의한 초기 향상이 이루어진 다음에는 근력과 근육 크기의 증가를 극대화하기 위해서는 무거운 부하가 필요하게 될 것이다.

운동에 대한 저항을 결정하는 또 다른 방법은 1RM의 백분율을 사용하는 것으로, 이는 트레이닝 프로그램에 사용되는 여러 가지 동작의 최대근력이 정기적으로 평가되어지도록 요구한다(Fleck과 Kraemer, 1997).

저항은 조심스럽게 평가될 필요가 있으며 그래야만 최적의 증가가 나타나게 된다. Hunter와 Treuth(1995)는 노인 여성들에게서 가벼운 저항(1RM의 50~60%)의 트레이닝이 무거운 저항(1RM의 70~80%)의 트레이닝보다 1RM에서 더 큰 증가를 가져온다는 것을 발견하였다. 프로그램 주기화(program periodization)는 노인들을 위한 저항트레이닝 프로그램에서 적용 가능성이 있는 것처럼 보여진다. 1980년대와 1990년대 초기에 실시된 연구들은 남녀 노인들이 고강도 웨이트트레이닝 프로그램을 견딜 수 있으며 긍정적으로 적응한다는 것을 분명하게 보여주었다(Fiatarone와 Evans, 1993).

노인들을 위한 저항트레이닝 프로그램에서 사용되는 가장 보편적인 백분율은 1RM의 80%이며, 전 범위에 걸쳐

완전한 동작을 8회 정도 반복하는 것이다. 일반적으로 1RM의 50~85% 범위(8~12RM)의 다양한 저항이 사용되는데, 1세트에서 10RM의 50%로 10회, 2세트에서 10RM의 75%로 10회, 3세트에서 10RM의 100%로 10회를 실시하는 half pyramid가 사용될 수도 있다.

4) 반복회수

사용된 저항과 실시된 반복동작 회수는 노인들을 포함한 모든 집단의 트레이닝 적응에 영향을 미친다(Feigenbaum과 Pollock, 1999). 하지만 노인들에게서의 높은 발병률 때문에 심혈관계의 문제와 위험 요인들은 안전을 위하여 조심스럽게 고려되어야만 한다. 더 이상 단축성 수축을 할 수 없을 때까지 반복동작을 계속한 세트는 그렇게까지 노력을 하지 않은 세트보다 혈압과 심박수가 더 높다. 그밖에도, 1RM의 50~90% 범위의 저항을 사용하면서 더 이상 단축성 수축을 할 수 없을 때까지 반복동작을 실시하는 세트는 그보다 높은 그리고 낮은 범위의 저항을 사용하는 세트보다 혈압이 더 높다.

혈압과 심박수는 세트의 마지막 몇 번의 반복동작에서 가장 높게 나타나므로 안전상의 조치로서 노인 특히, 심혈관계의 문제나 위험 요인이 있는 사람은 단축성 수축을 더 이상 할 수 없을 때까지 반복동작을 실시하는 형태로 세트를 운동해서는 안되며, 특히 1RM의 50~90% 범위에서는 더욱 주의를 기울여야만 한다. 이러한 집단에서는 발살바 매뉴버 또한 실시되지 않도록 주의해야만 하다(Fleck과 Kraemer, 1997).

일반적으로 사용되어지는 저항트레이닝 프로그램에서의 운동강도는 개개인의 1RM에 대한 비율로서 처방되며, 8RM~15RM 정도로 결정하여야 하며, 결국 이는 1RM의 60~80% 정도에 해당하게 된다. 이러한 강도에서 근육의 양과 근력은 의미있게 증가함이 보고되어 있다(ACSM Position Stand, 1998; Essen-Gustavsson과 Borges, 1986; Fleck과 Kraemer, 1997).

물론 좀 더 높은 강도(1RM의 85~100%)에서의 운동은 더 많은 근력의 증가를 보이지만 노인에서는 근골격계 손상의 위험성이 증가될 수 있다.

노인들을 위한 저항프로그램의 설계는 성인층을 위해 사용되는 계획 지침을 따라야만 할 것이다. 하지만 프로그램 설계는 심혈관계 문제와 관절염 등과 같은 노인들의 건강상의 문제점을 고려해야 할 필요가 있다.

5) 세트 수

운동시간 동안에 실시되는 세트 수는 트레이닝 결과와 직접적으로 관련이 있다. 통상적으로 전신을 단련시키는 프로그램을 사용할 때에는 근력에서의 최적의 향상을 달성하기 위하여 3~6세트가 이용되고 있다.

여러 세트를 운동하는 것이 근력과 근지구력을 발달시키는데 가장 좋다고 하며(Atha, 1981), 이러한 향상은 1세트 운동을 통하여 얻어진 향상보다 더 빠른 속도로 이루어진다고(McDonagh와 Davies, 1984) 제외되어 왔다.

근력 그리고 특히 프로그램 초기의 근육 크기 증가를 위한 저항운동의 양적 중요성은 장기간의 트레이닝 프로그램으로 증명되어 왔다(Dudley 등, 1991).

일반적으로 1세트를 운동하는 것은 단련이 되지 않았거나 또는 저항트레이닝 프로그램을 처음 시작하는 사람에게 효과적이라고 알려져 있다. 또한 1세트 프로그램은 유지 프로그램으로 사용될 수도 있다.

Graves 등(1988)의 연구에 의하면 단련되지 않은 사람이 10~12RM의 부하로 1세트, 2세트, 또는 3세트를 실시하였을 때 트레이닝의 초기 여러 달 동안의 근력변화에는 차이가 없었다. 물론 사용된 프로그램은 주기화된 것이 아니었다. 하지만 1세트 운동이 주기화된 프로그램의 여러 세트 운동과 비교되었을 때에는 유의하게 우월한 결과가 주기화된 프로그램의 여러 세트 운동에서 관찰되었다.

반면 아주 잘 단련된 운동선수에게 있어서는 적은 운동량의 1세트 트레이닝 프로그램으로는 근력향상이 나타나지 않았다(Stowers 등, 1983; Willoughby, 1993). 그러므로 1세트 운동의 사용은 초보자의 기본 프로그램 초기단계나 서킷 웨이트트레이닝에서, 또는 선수들을 위한 짧은 기간의 시준중 프로그램에서 보다 적합할 것으로 사료된다. 적은 양의 프로그램이 단련되지 않은 사람의 근력을 증가시킬 수도 있겠지만 보다 복잡한 생리적 적응과 경기력의 향상에 있어 최적의 결과를 위해서는 많은 양의 트레이닝을 요구한다.

여러 세트의 운동은 각 세트 동안 근육에 트레이닝 자극을 가한다. 일단 기본적인 체력이 달성된 후에는 세트 사이에 휴식시간을 가지면서 적합한 저항을 사용하는 여러 번의 운동자극이 한번의 자극보다 더 좋은 결과를 거둔다. 근육이나 근육군이 최대운동을 단지 1세트만 실시할 수 있다는 것은 증명되지 않았다. 실제로 같은 저항을 사용하면서 적게는 1분의 휴식시간 만으로 같은 10RM 부하의 세트가 아주 잘 단련된 바디빌더에 의해 반복될 수 있다 (Kraemer 등, 1987).

운동량(세트×반복회수×강도)은 트레이닝의 진전에 있어 핵심적인 개념이며, 이미 기본적 수준의 체력이나 근력을 달성한 사람에게 특히 중요하다. 세트의 수와 트레이닝의 변화 사이의 상호작용, 보다 특정적으로 말하자면 주기화된 트레이닝은 트레이닝 적응을 증가시키는데 도움을 줄 수 있다. 운동량 변화의 시간적 과정은 주기화된 프로그램에서의 운동 자극 변화에 중요하다. 운동량이 항상 같은 프로그램에서는 추가적인 진전을 이룰 수 없으며 트레이닝을 지속하기가 어려워진다.

세트 수는 목표하는 운동량에 좌우되며, 견뎌낼 수 있는 운동량은 처음에는 적지만 트레이닝이 계속되면서 증가한다. 1세트 프로그램이 가장 단순한 출발점이며, 1세트 프로그램은 프로그램의 초기 단계 또는 운동을 견뎌내는 능력이 낮을 때에 통상적으로 사용된다. 점진적 저항트레이닝의 원칙에 따르면, 운동량은 세트 수를 늘림으로서 증가되며, 근육은 많은 운동량을 견뎌내기 시작한다. 보편적으로, 노인들을 위한 프로그램은 주어진 운동을 4세트 또는 5세트 이상 포함하지 않는다. 만일 근육군이 더 많은 자극을 필요로 하면 그러한 근육군을 위한 다른 운동이 프로그램에 추가될 수 있을 것이다. 그밖에도 노인들을 위한 많은 프로그램은 무거운 세트를 실시하기 전에 1RM의 낮은 백분율 부하로 warm-up 세트를 실시한다(Fleck과 Kraemer, 1997).

최적의 효과를 보기 위한 근력강화 운동의 지속시간(duration)에 대해서는 최근까지 많은 논쟁이 있었다. 전통적으로 8RM~15RM 정도의 강도로 2~3세트를 시행하도록 처방되어 왔으나, 여러 연구에 의해 1세트만 시행했을 때와 여러 세트를 시행했을 때 얻어지는 근력증가는 유의한 차이가 없음이 규명되었다(Feigenbaum과 Pollock, 1997; Graves 등, 1991; Messier와 Dill, 1985; Whipple 등, 1987). 또한 1세트만의 저항운동 프로그램은 전체 소요시간이 감소되어 운동에 대한 적응이나 참여도가 향상되는 장점이 있다(Feigenbaum과 Pollock, 1999; Whipple 등, 1987). 따라서 근력강화를 얻기 위해서는 1세트의 프로그램으로도 충분하며 만일 좀 더 많은 근력증가를 원한다면 여러 세트의 프로그램을 적용해 볼 수 있을 것이다.

6) 세트와 운동 사이의 휴식

세트 사이의 휴식이 저항트레이닝의 대사적 부담(metabolic demand)을 결정한다고 한다. 만일 휴식이 다음 세트 또는 운동이 시작되기 전에 충분하지 않다면 운동하는 저항의 감소를 가져올 수 있다. 근 조직에 가해지는 자극은 실시되는 전체 운동량과 저항에 좌우되므로 휴식 시간의 길이는 프로그램의 목표와 일치해야만 한다. 짧은 휴식 시간은 서킷 프로그램에서 사용될 수 있다. 만일 무거운 저항이 사용되면 휴식 시간은 길어야만 하며 운동에 대한 저항력이 향상되면 짧아질 수 있다. 휴식의 양은 개인의 의료적 상태에 의해서도 또한 좌우된다.

Fleck과 Kraemer(1997)는 일부 노인들에 있어서는 근력 증가가 주요 목표이므로, 세트와 운동 사이의 휴식 길이를 적절하게 조절하지 못함으로써 대사적 스트레스가 발생하는 일이 없도록 주의를 기울여야만 한다고 하였다.

(1) 세트와 운동사이의 휴식시간

운동처방에서 흔히 간과되는 하나의 변인은 세트와 운동사이의 휴식시간 길이이다. 운동 스트레스를 좌우하는데 있어서나 사용될 수 있는 저항의 양을 결정하는데 있어서 휴식시간이 갖는 영향은 최근에 있어서 중요한 연구과제의 하나로 제시되고 있다.

Fleck과 Kraemer(1997)에 의하면 세트와 운동 사이의 휴식시간은 얼마나 많은 ATP-PC 에너지원이 회복되는가 그리고 혈액에서 젖산의 농도가 얼마나 높은가에 대하여 영향을 미친다고 한다.

Kraemer 등(1987, 1990, 1991, 1993)의 연구들에서 휴식시간이 저항운동에 대한 혈액 젖산, 호르몬 농도, 그리고 대사적 반응에 미치는 극적인 영향은 남녀 모두에게서 나타났으며, 그 결과를 살펴보면 짧은 휴식시간은 보다 긴

휴식시간에 비교해서 젖산 농도를 유의하게 상승시켰으며, 세트와 운동시간 사이의 휴식시간 그리고 전체 운동량이 혈액 젖산 농도에 미치는 영향은 남녀 모두에게서 같았다. 이러한 연구들은 보다 무거운 저항이 더 높은 혈액 젖산 농도를 가져오지 않음을 지적하고 있다.

실시된 운동의 양과 근육이 힘을 발휘하도록 요구되는 운동 지속시간이 혈액 젖산 농도를 결정한다. 10RM 저항은 보다 많은 숫자의 반복회수와 더 많은 세트, 그리고 비교적 높은 %의 1RM(75~85%의 1RM)에서 운동이 실시되도록 해주며 이는 높은 혈액 젖산 농도를 가져온다.

실질적인 측면에서 볼 때 짧은 휴식시간의 프로그램은 커다란 심리적 불안과 피로를 가져올 수 있음이 증명되었다(Tharion 등, 1991). 이 같은 결과는 보다 많은 노력, 더 많은 불편함, 그리고 대사적 요구에 의해 초래되었을 수도 있다. 증가된 불안감은 짧은 휴식시간 즉, 1분 또는 그 미만의 휴식의 특징인 극적인 대사적 요구에 의해 초래되는 것처럼 보여진다. 심리적 부담은 더 크지만 심리상태의 변화는 비정상적인 심리적 변화를 가져오지는 않으며, 힘든 운동을 시작하기 전의 각성과정의 한 부분일 것이다.

짧은 휴식을 취하면서 무거운 저항을 사용하는 운동방법의 사용은 인체의 산-염기 완충작용이 근육과 혈액의 증가된 산성 수준에 적응해 가도록 하면서 서서히 트레이닝 프로그램에 제시되어져야만 할 것이다(Gordon 등, 1991).

짧은 휴식시간은 서킷 웨이트트레이닝의 특징이지만 사용되는 저항은 1RM의 40~60% 정도로 통상적으로 가법다(Gettman과 Pollock, 1981). 이러한 형태의 트레이닝은 짧은 시간의 휴식을 취하면서 10RM을 사용할 때만큼 높은 혈액 젖산 농도를 가져오지 않는다.

젖산은 우리가 항상 생각해 왔던 것처럼 “나쁜 물질”이 아닐지도 모른다(Brooks와 Fahey, 1984). 비록 피로를 가져오지만, 반면에 에너지원으로도 활용될 수 있다. 그 뿐만 아니라 스트레스에 대한 그리고 젖산 에너지원의 사용에 대한 상대적 비교를 가능하도록 해준다. 휴식시간을 포함해서 트레이닝의 형태는 인체로부터 생산되고 젖산 양의 많은 부분을 결정할 것이다.

만일 필요 분석이 젖산을 일차적 에너지원이라고 파악한다면, 휴식시간은 젖산이 축적되도록 점차적으로 짧아져서 좀더 산성화된 상태에 대한 내성 증가와 완충능력의 향상이 촉진되도록 해야 할 것이다(Fleck과 Kraemer, 1997).

(2) 운동사이의 휴식시간

하루의 운동과 그 다음의 운동사이에 요구되는 휴식의 양은 개인의 회복능력에 좌우된다. 전통적으로 운동사이에 하루의 휴식을 취하면서 일주일에 3일 운동하는 것은 특히 초보자에게 있어서 적절한 회복을 가져오는 것으로 밝혀졌다(Atha, 1981). 저항트레이닝이 지나치지 않았다면 겨우 약간의 지연유발 근육통(delayed onset muscle soreness: DOMS)을 그 다음날 경험하게 될 것이다. 일반적으로 지연되어서 나타나는 극심한 근육통증인 DOMS는 등축성 단축성, 동적 단축성, 또는 등척성 근육 수축보다는 무거운 부하인 신장성 근육 수축으로부터 초래된다(Clarkson과 Tremblay, 1988; Kisner와 Colby, 2002; Smith 등, 1994).

웨이트트레이닝에 대한 경험이 점차로 많아지게 되면서 저항운동을 보다 더 잘 견디어 낼 수 있게되면 트레이닝의 빈도가 증가될 수 있다. Hunter(1985)의 연구에 의하면 1주일에 4일의 지속적인 운동이 운동 후 하루의 휴식을 취하면서 3일을 운동하는 것보다 근력증가를 가져오는데 효과적임을 보여주었다. 일반적으로 계속해서 운동하는 동안에는 불편하다는 느낌이 가리워 질 수도 있으며 3일간의 휴식이 보다 완전한 회복을 허용할 수도 있는데, 이러한 결과는 스트레스와 회복의 상호작용이 생각하던 것보다 더 복잡할 수도 있음을 지적한다.

짧은 트레이닝 기간에 걸쳐 유의한 향상을 가져오기 위해서는 우수한 선수들을 5일 연속의 트레이닝 빈도가 필요할지도 또한 그렇게 할 수 있을지도 모른다(Hoffman 등, 1990). 경기에 참가하는 선수들은 근력증가를 위해 1주일에 5~7일 운동하는 것을 볼 수 있다(Kraemer 등, 1987). 운동빈도는 체력향상을 가져오기 위한 운동자극의 개인적 필요와 관련이 있으며, 신체적 스트레스를 견뎌낼 수 있어 오버 트레이닝 현상이 나타나지 않는 것이 중요하다(Fry 등, 1994b).

주기화된 트레이닝 사이클은 운동자극을 변경시키고 강화하기 위한 것과 회복을 제공하기 위하여 트레이닝 빈도

에서의 변화를 이용한다. 개인의 경험이나 신체상태뿐만 아니라 하루의 운동시간에서 실행된 운동량 또한 높은 트레이닝 빈도를 인내할 수 있는 개인 능력을 결정할 것이다.

몇 일을 계속해서 운동하는 방식을 취할 때는 같은 근육군에 대하여 서로 다른 운동과 다른 저항을 사용하는 것이 유용하다고 알려져 있다. 몇 일을 계속해서 트레이닝을 할 때에는 분할 방식(split routine) 또는 분할 프로그램이 흔히 사용된다. 계속해서 트레이닝을 실시할 때에는 어떠한 형태로든지 변화가 주어져야만 한다.

모든 상황이나 스포츠 종목에서 일주일에 3일의 트레이닝은 결코 최적의 트레이닝 빈도가 아니며, 개인의 요구와 목표가 특정 생리적 적응 또는 경기력을 증가시키는데 요구되는 운동의 양을 결정한다. 빈도의 증가 또한 저항트레이닝의 핵심사항이며, 트레이닝 빈도는 주기화된 트레이닝의 단계, 체력수준과 트레이닝 경험, 그리고 프로그램의 목표에 따라 변화할 것이다.

트레이닝과 그 다음 트레이닝 사이의 휴식은 조심스럽게 선택되어야만 한다. 이러한 선택은 특정 트레이닝 목표를 향한 계획된 진전과 변경된 프로그램에 대한 개인의 수용능력에 근거한다. 운동을 하고난 그 다음날에 과도한 근육통증을 느낀다면 이것은 운동 스트레스가 너무 지나쳤다는 것을 암시한다. 만일 그렇다면 저항, 세트, 세트사이의 휴식 그리고 트레이닝의 빈도가 재평가되고 조정되어야 할 필요가 있다.

7) 운동의 빈도

근육군을 위한 트레이닝 빈도 또한 저항트레이닝 프로그램 계획의 중요한 구성요소이다(Braith 등, 1989; Demichele 등, 1997; Graves 등, 1990).

휴식시간은 근육 회복과 발달 그리고 과도한 훈련을 막기 위해 충분히 고려되어야 한다. 그러나 과도한 휴식은 트레이닝 기간(sessions) 도중하차의 결과를 가져온다.

트레이닝기간 사이 48시간 휴식시간은 일반적으로 각각의 근육군을 위한 7일 중 3번의 운동빈도 지침과 부합되어 추천된다(Fleck과 Kraemer, 1997). 비록 7일 중 3번의 저항트레이닝 이지만 일반적으로 가장 효과적인 근력의 증대를 위해 추천된다(Demichale 등, 1997; Graves 등, 1990; Sale 등, 1987).

다양한 근육을 사용하는 트레이닝의 빈도를 비교한 Feigenbaum과 Pollock(1999)의 저항트레이닝 연구를 자세히 살펴보면, 트레이닝 빈도의 영향력을 측정 한 두 연구(Gillam, 1981; Hunter, 1985)는 주당 4일이나 2일 이상 트레이닝을 했을 경우 몇몇 근육군에서 괄목할만한 근력의 증대를 이루어 냈다는 것이 입증되었다.

규칙적으로 bench pressing을 할 경우 Gillam(1981)은 7주 동안 주당 5일 운동을 하는 것이 주당 1~4일 식이요법 하는 것보다 더 효과가 있다고 지적했다. 재미있게도 주당 3~4일의 트레이닝은 주당 1~2일 근력 트레이닝에 의해서 얻은 것보다 훨씬 더 효과적이라는 결과를 보였다.

비슷한 발견들이 하지 근육군에서 힘을 평가하는 연구로 보고되었다.

Braith 등(1989)은 대퇴사두근의 근력을 향상시키는데 주당 3일이 주당 2일보다 더 효과적이라는 것을 발견했고, Barhan(1960)에 의한 연구는 주당 3일 웅크리고 앉기(squatting)를 하면 주당 5일의 bench pressing만큼 효과적이고 이 두 운동은 주당 2회가 효과적이라는 것을 확인했다.

어깨, 팔, 다리가 괄목할만한 근력의 증대를 얻도록 하기 위해서는 주당 3일이나 2일 이상의 트레이닝을 요구하는 반면에 또 다른 연구들(Graves 등, 1990; Leggett 등, 1991)은 척추를 받쳐주는 근육들과 몸통의 더 작은 근육들이 주당 더 적은 트레이닝기간으로도 마찬가지로의 결과를 나타냈다고 밝혔다.

Pollock 등(1993)은 주당 2일의 트레이닝은 목 부위의 근력을 증가시키기 위해 주당 1일이 더 효과적이지만 주당 3일 트레이닝하는 것이 평가되지 못하기 때문에 어떠한 추측도 내릴 수 없다는 것을 지적했다. 근육이 몸통의 회전을 포함하기 때문에 Demichale 등(1997)은 주당 2일의 트레이닝이 주당 3일과 비교하여 더 효과적이고 똑같은 힘을 얻게 한다고 결론지었다. 이 두 그룹이 주당 1일 트레이닝하는 근육보다 더 많은 향상을 보였다는 것을 도출해냈다. 이러한 연구결과를 바탕으로 모든 근육군에 있어서 저항트레이닝의 빈도가 영향을 끼치지 않는다는 것이 확실시되었다(Feigenbaum과 Pollock, 1999).

비록 임상학자나 건강전문가들은 약한 여성이나 정형외과적으로 한계가 있는 사람들의 자세한 요구를 고려해야

하지만 지속적으로 최소 1주에 2일 트레이닝을 해야한다는 지침이 적합한 것 같다. 그렇지만 시간을 가지고 더 많은 효과를 기대하는 사람들은 주당 3일의 트레이닝을 택할 수도 있다.

전통적인 저항트레이닝 프로그램(8~10 운동; 가슴, 등, 어깨, 팔, 복부, 다리, 엉덩이)에 있어서 1주일에 2일 동안의 트레이닝의 지침은 회복하는데 있어서 좀 더 많은 시간이 필요하고, 소비하는데 있어서 시간이 덜 들고, 더욱이 운동은 지탱할 수 있는 능력을 길러준다.

1주일에 2일의 트레이닝 프로그램은 트레이닝되어 있지 않은 사람보다 최대 근력의 80-90%까지 끌어올릴 수 있다(Feigenbaum과 Pollock, 1999). 노인들에게 있어서 근력강화를 위한 저항트레이닝은 주당 2~3일의 빈도로 시행했을 때 근력이 유의하게 향상되며, 주당 4~5일의 빈도에서는 더 많은 근력강화가 이루어지지만 운동에 대한 적응이나 참여도는 감소할 수 있다. 그러므로 노인에서 저항운동 프로그램의 초기에 권장되는 빈도는 주당 2~3일이다(Demichele 등, 1997; Graves 등, 1990; Hunter, 1985)

III. 결론

개개인의 정확한 분석을 통한 적절한 운동처방은 여러 질환의 위험인자를 감소시켜 주어 건강수명을 증가시킬 수 있으며 나아가 전반적인 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

즉 적절하게 처방된 저항트레이닝은 재활과 예방에 유용하게 사용되어지며, 건강과 체력발달에 효과적이라고 할 수 있다. 왜냐하면 저항트레이닝은 건강증진 프로그램의 완전한 구성요소이기 때문이다.

노인들의 저항트레이닝 프로그램의 참가에 관한 긍정적 그리고 부정적 측면은 대단히 중요하다고 할 수 있다. 저항트레이닝을 통해 얻을 수 있는 긍정적 효과로는 증가된 근력, 지구력, 유연성, 향상된 자아상(self-image)과 자신감 등이다. 부정적인 측면은 약간의 통증이나 뻣뻣한 느낌 그리고 다른 비특정적인 문제들을 포함한다. 그러므로 저항트레이닝의 긍정적 그리고 부정적 측면은 젊은 층의 것과 아주 비슷하다고 할 수 있을 것이다. 지난 10여년간에 걸친 많은 실험들과 과학적 연구들은 저항트레이닝이 노인 집단에서도 안전하게 그리고 성공적으로 실행될 수 있음을 보여주었다. 심지어 약하고 병든 노인도 효과를 거둘 수 있으며 노인들의 삶의 질을 향상시킬 수 있음을 제시하였다. 노인들을 위한 저항트레이닝 프로그램의 적절한 설계와 적절한 진전이 저항 운동으로부터 최상의 결과를 거두는데 필수적이라고 할 수 있겠다.

건강을 위한 저항트레이닝에 관해 제공된 자료들의 결과들은 저항트레이닝을 결론짓는 충분한 증거가 존재한다는 것과 포괄적인 건강 프로그램으로 통합될 때 모든 연령층의 사람들에게 많은 건강적인 이득이 제공될 수 있다는 것을 보여준다. 기능적인 능력의 향상을 포함해서 이런 이득들은 향상된 삶의 질로 해석할 수 있다.

< 참고문헌 >

- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation : Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs, 2nd ed, Champaign IL, Human Kinetics, 1995.
- American College of Sports Medicine : ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 4th ed, Baltimore, Williams & Wilkins, 2001.
- American College of Sports Medicine : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults, Med Sci Sports Exerc, 30, 975-991, 1998.
- American College of Sports Medicine Position Stand : Exercise and physical activity for the older adults, Med Sci Sports Exerc, 30, 992-1008, 1998.
- Anderson T, Kearney JT : Muscular strength and absolute and relative endurance, Res Q Exerc Sport, 53, 1-7, 1982.
- Aniansson A, Grimby G, Hedberg M : Compensatory muscle fiber hypertrophy in elderly men, J Appl Physiol,

73, 812-816, 1992.

- Aniansson A, Hedberg M, Henning G : Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men, *Muscle & Nerve*, 9, 585-591, 1986.
- Aniansson A, Gustafsson E : Physical training in elderly men with specific reference to quadriceps muscle strength and morphology, *Clin Physiol*, 1, 87-98, 1981.
- Atha J : Strengthening muscle, *Exerc Sport Sci Rev*, 9, 1-73, 1981.
- Barham JN : Comparison of Effectiveness of Isometric and Isotonic Exercise When Performed at Different Frequencies per Week. Unpublished doctoral dissertation, Barton Rouge, LA, Louisiana State University, 1960.
- Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, et al : Leg extensor power and functional performance in very old men and women, *Clin Sci*, 82, 321-327, 1992.
- Bassey EJ, Harries UJ : Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors, *Clin Sci*, 84, 331-337, 1993.
- Bosco C, Komi PV : Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles, *Eur J Appl Physiol*, 45, 209-219, 1980.
- Braith RW, Graves JE, Pollock ML, et al : Comparison of two versus three days per week of variable resistance training during 10 and 18 week programs, *Int J Sports Med*, 10, 450-454, 1989.
- Brooks GA, Fahey TD : *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications*, New York, Wiley, 1984.
- Brown AB, McCartney N, Sale DG : Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly, *J Appl Physiol*, 69, 1725-1733, 1990.
- Campbell WW, Crim MC, Young VR, et al : Effects of resistance training and dietary protein intake on protein metabolism in older adults, *Am J Appl Physiol*, 268, 1143-1153, 1995.
- Chakravati S, Forecast JD, Newton JR, et al : Hormonal profiles after menopause, *Brit Med J*, 2, 784-787, 1976.
- Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al : Muscle hypertrophy response to resistance training in older women, *J Appl Physiol*, 70, 1912-1916, 1991.
- Clarkson PM, Tremblay I : Exercise-induced muscle damage, repair and adaptation in humans, *J Appl Physiol*, 65, 1-6, 1988.
- Danneskoild-Samsøe B, Kofod V, Munter J, et al : Muscle strength and functional capacity in 77-81 year old men and women, *Eur J Appl Physiol*, 52, 123-135, 1984.
- Demichele PD, Pollock ML, Graves JE, et al : Effect of training frequency on the development of isometric torso rotation strength, *Arch Phys Med Rehabil*, 27, 64-69, 1997.
- Deschenes MR, Kraemer WJ : Performance and physiologic adaptations to resistance training, *Am J Phys Med Rehabil*, 81, 3-16, 2002.
- Doherty TJ, Vandervoort AA, Taylor AW, et al : Effects of motor unit losses on strength in older man and women, *J Appl Physiol*, 74, 868-874, 1993.
- Dudley GA, Tesch PA, Miller BJ, et al : Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training, *Aviation Space Environmental Med*, 62, 543-550, 1991.
- Dutta C, Hadley EC : The significance of sarcopenia in old age, *J Gerontol*, 50, 1-4, 1995.
- Essen-Gustavsson B, Borges O : Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age, *Acta Physiol Scand*, 126, 107-114, 1986.
- Evans WJ : Exercise training guidelines for the elderly, *Med Sci Sports Exerc*, 31, 12-17, 1999.
- Evans WJ : Exercise, nutrition and aging, *J Nutr*, 122, 796-801, 1992.

- Evans WJ, Campbell WW : Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity, *J Nutr*, 123, 465-468, 1993.
- Feigenbaum MS, Pollock ML : Prescription of resistance training for health and disease, *Med Sci Sports Exerc*, 31, 38-45, 1999.
- Feigenbaum MS, Pollock ML : Strength training: rationale for current guidelines of adult fitness programs, *Physician Sports Med*, 25, 44-64, 1997.
- Faigenbaum AD, Skrinar GS, Cesare WF, et al : Physiological and symptomatic responses of cardiac patients to resistance exercise, *Arch Phys Med Rehabil*, 71, 395-398, 1990.
- Fiatarone MA, Evans WJ : The etiology and reversibility of muscle function in the aged, *J Gerontol*, 48, 77-83, 1993.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al : High-intensity strength training in nonagenarians; Effects on skeletal muscle, *J Am Med Assoc*, 263, 3029-3034, 1990.
- Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people, *New Engl J Med*, 330, 1769-1775, 1994.
- Fleck SJ, Kraemer WJ : Designing resistance training programs, 2nd ed, Champaign, IL, Human Kinetics, 1997.
- Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al : Strength conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function, *J Appl Physiol*, 64, 1038-1044, 1988.
- Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ et al : A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78 year old men and women, *J Appl Physiol*, 71, 644-650, 1991.
- Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, et al : Acute endocrine responses with long-term weightlifting in a 51-year old male weightlifter, *J Strength conditioning Res*, 9, 193, 1995.
- Fry AC, Allemeier CA, Staron RS : Correlation between percentage fiber type area and myosin heavy chain content in human skeletal muscle, *Eur J Appl Physiol*, 68, 246-251, 1994a.
- Fry AC, Kraemer WJ, van Borselen F, et al : Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining, *Med Sci Sports Exerc*, 26, 1165-1173, 1994b.
- Gettman LR, Pollock ML : Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits, *Physician & Sportsmed*, 9, 44-60, 1981.
- Gillam GM : Effects of frequency of weight training on muscle strength enhancement, *J Sports Med*, 21, 432-436, 1981.
- Gordon SE, Kraemer WJ, Pedro JG : Increased acid-base buffering capacity via dietary supplementation: Anaerobic exercise implications, *J Appl Nutr*, 43, 40-48, 1991.
- Grassi B, Cerretelli P, Narici MV, et al : Peak anaerobic power in master athletes, *Eur J Appl Physiol*, 62, 394-399, 1991.
- Graves JE, Pollock ML, Foster DN, et al : Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength, *Spine*, 15, 504-509, 1990.
- Graves JE, Pollock ML, Leggett SH, et al : Effect of reduced frequency on muscular strength, *Int J Sports Med*, 9, 316-319, 1988.
- Guccione AA : Geriatric Physical Therapy, St Louis, Mosby Year Book, 1993.
- Häkkinen K, Häkkinen A : Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages, *Eur J Appl Physiol*, 62, 410-414, 1991.
- Häkkinen K, Pakarinen A : Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women, *Acta Physiol Scand*, 148, 199-207, 1993.

- Häkkinen K, Pakarinen A : Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages, *Int J Sports Med*, 16, 507-513, 1995.
- Häkkinen K, Pastinen UM, Karsikas R, et al : Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages, *Eur J Appl Physiol*, 70, 518-527, 1995.
- Häkkinen K, Kraemer WJ, Kallinen M, et al : Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women, *J Gerontol Biol Sci*, 51, 21-29, 1996.
- Häkkinen K, Kraemer WJ, Pakarinen A, et al : Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women, *Can J Appl Physiol*, 27, 213-231, 2002.
- Harries UJ, Bassey EJ : Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades, *Eur J Appl Physiol*, 60, 187-190, 1990.
- Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA : Prescription of resistance training for healthy populations, *Sports Med*, 31, 953-964, 2001.
- Hoffman JR, Kraemer WJ, Fry AC, et al : The effects of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for football, *J Appl Sport Sci Res*, 4, 76-82, 1990.
- Hunter GR, Treuth MS : Relative training intensity and increases in strength in older women, *J strength Conditioning Res*, 9, 188-191, 1995.
- Hunter GR : Changes in body composition, body build, and performance associated with different weight training frequencies in males and females, *NSCA J*, 7, 26-28, 1985.
- Hurley B : Strength training in the elderly to enhance health status, *Med Exerc Nutr Health*, 4, 217-229, 1995.
- Hurley BF, Roth SM : Strength training in the elderly: Effects on risk factors for age-related diseases, *Sports Med*, 30, 249-268, 2000.
- Imamura K, Ashida H, Ishikawa T, et al : Human major psoas muscle and sacrospinalis muscle in relation to age; A study by computed tomography, *J Gerontol*, 38, 678-681, 1983.
- Jette AM, Branch LG : The Framingham disability study: II - physical disability among the aging. *Am J Public Health*, 71, 1211-1216, 1981.
- Kisner C, Colby LA : *Therapeutic exercise*, 4th ed, Philadelphia, FA Davis, 2002.
- Kraemer WJ : Endocrine responses and adaptations to strength training, In *strength and power in sport*, eds, PV Komi, 291-304, Oxford, Blackwell Scientific, 1992.
- Kraemer WJ, Koziris LP : Olympic weight-lifting and power lifting, In *Physiology and nutrition for competitive sport*, eds. DR Lamb, HG Knuttgen, R Murray, 1-54. Carmel, IN, Cooper, 1994.
- Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, et al : Changes in hormonal concentrations following different heavy resistance exercise protocols in women, *J Appl Physiol*, 75, 594-604, 1993.
- Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, et al : Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females, *Int J Sports Med*, 12, 228-235, 1991.
- Kraemer WJ, Marchitelli L, McCurry D, et al : Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise, *J Appl Physiol*, 69, 1442-1450, 1990.
- Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, et al : Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods, *Int J Sports Med*, 8, 247-252, 1987.
- Larsson L : Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages, *Med Sci Sports Exerc*, 14, 203-206, 1982.
- Larsson L : Histochemical characteristics of human skeletal muscle during aging, *Acta Physiol Scand*, 117,

- 469-471, 1983.
- Leggett SH, Graves JE, Pollock ML, et al : Quantitative assessment and training of isometric cervical extension strength, *Am J Sports Med*, 19, 653-659, 1991.
- Lexell J : Human aging, muscle mass, and fiber type composition, *J Gerontol*, 50, 11-16, 1995.
- Lexell J, Taylor T : Variability in muscle fiber areas in whole human quadriceps muscle; effect of increasing age, *J Anat*, 174, 239-249, 1991.
- Lexell J, Henriksson-Larsen K, Winblad B, et al : Distribution of different fiber types in human skeletal muscles; Effects of aging studied in whole muscle cross section, *Muscle & Nerve*, 6, 588-595, 1983.
- Mazzeo RS, Tanaka H : Exercise prescription for the elderly; current recommendations, *Sports Med*, 31, 809-818, 2001.
- McDonagh MJN, Davies CTM : Adaptive responses of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads, *Eur J Appl Physiol*, 52, 139-155.
- Meltzer DE : Age dependence of Olympic weight-lifting ability, *Med Sci Sports Exerc*, 26, 1053-1067, 1994.
- Meredith CN, Frontera WR, O'Reilly KP, et al : Body composition in elderly men; Effect of dietary modification during strength training, *J Am Geriatric Soc*, 40, 155-162, 1992.
- Messier SP, Dill ME : Alterations in strength and maximal oxygen uptake consequent to Nautilus circuit weight training, *Res Q Exerc Sport*, 56, 345-351, 1985.
- Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone ME, et al : Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women, *Med Sci Sports Exerc*, 27, 906-912, 1995.
- Moritani T, DeVries HA : Potential for gross hypertrophy in older man, *J Gerontol*, 35, 672-682, 1980.
- National Cholesterol Education Program : Detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adults treatment panel II), *Circulation*, 89, 1329-1445, 1994.
- National Strength and Conditioning Association : *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 2nd ed, Champaign IL, Human Kinetics, 2000.
- Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, et al : Effects of high intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures, *J Am Med Assoc*, 272, 1909-1914, 1994.
- Nelson RM, Soderberg GL, Urbscheit NL : Alteration of motor-unit discharge characteristics in aged humans, *Phys Ther*, 64, 29-34, 1984.
- Newton RU, Häkkinen K, Kraemer WJ, et al : Resistance training and the development of muscle strength and power in young versus older men, In *XV Congress of the International Society of Biomechanics*, 672-673, Finland, University of Jyväskylä, 1995.
- Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH : Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography, *Clin Physiol*, 12, 629-640, 1992.
- Phillips SK, Bruce SA, Newton D, et al : The weakness of old age is not due to failure of muscle activation, *J Gerontol*, 47, 45-49, 1992.
- Pollock ML, Graves JE, Bamman MM, et al : Frequency and volume of resistance training; Effect of cervical extension strength, *Arch Phys Med Rehabil*, 74, 1080-1086, 1993.
- Pollock ML, Graves JE, Swart DL, et al : Exercise training and prescription for the elderly, *South Med J*, 87, 88-95, 1994.
- Rogers MA, Evans WJ : Changes in skeletal muscle with aging; Effects of exercise training, In *Exercise and sport science reviews*, eds, JO Holloszy, Vol 21, Baltimore, Williams & Wilkins, 1993.
- Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ : Fatigue contributes to the strength training stimulus, *Med Sci Sports*

- Exerc, 26, 1160-1164, 1994.
- Rudman D, Feller AG, Nagrij HS, et al : Effects of human growth hormone in men over 60 years old, *New Engl J Med*, 323, 1-6, 1990.
- Sale DG, MacDougall JD, Alway SE, et al : Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and female and male bodybuilders, *J Appl Physiol*, 62, 1786-1793, 1987.
- Smith LL, Keating Mn, Holbert D, et al : The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: A preliminary report, *J Orthop Sports Phys Ther*, 19, 93-99, 1994.
- Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, et al : Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy-resistance training in men and women, *J Appl Physiol*, 76, 1247-1255, 1994.
- Stowers T, McMillian J, Scala D, et al : The short-term effects of three different strength-power training methods, *NSCA J*, 5, 24-27, 1983.
- Sugiura T, Matoba H, Miyata H, et al : Myosin heavy chain isoform transition in aging fast and slow muscle of the rat, *Acta Physiol Scand*, 144, 419-423, 1992.
- Syrov I, Gutmann, E : Changes in speed of contraction and ATPase activity in striated muscle during old age, *Experimental Gerontol*, 5, 31-35, 1970.
- Tesch PA, Dudley GA, Duvoisin MR, et al : Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions, *Acta Physiol Scand*, 138, 263-271, 1990.
- Tharion WJ, Rausch TM, Harman EA, et al : Effects of different resistance exercise protocols on mood states, *J Appl Sports Sci Res*, 5, 60-65, 1991.
- Tzankoff SP, Norris AH : Longitudinal changes in basal metabolic rate in man, *J Appl Physiol*, 33, 536-558, 1997.
- Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, et al : Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83, *J Am Geriatr Soc*, 50, 1100-1107, 2002.
- Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM : Relationship of knee weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study, *J Am Geriatr Soc*, 35, 13, 1987.
- Willoughby DS : The effects of mesocycle-length weight training programs involving periodization and partially equated volumes on upper and lower body strength, *J Strength Conditioning Res*, 7, 2-8, 1993.
- Wolinsky FD, Fitzgerald JF : Subsequent hip fracture among older adults, *Am J Public Health*, 84, 1316-1318, 1994.
- Yarasheski KE : Managing sarcopenia with progressive resistance exercise training, *J Nutr Health Aging*, 6, 349-356, 2002.
- Yarasheski KE, Zachwieja, JJ, Bier DM : Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women, *Am J Appl Physiol*, 265, 210-214, 1993.
- Yarasheski KE, Campbell, JA, Smith K, et al : Effects of growth hormone and resistance exercise on muscle growth in young men, *Am J Appl Physiol*, 262, 261-267, 1992.
- Young A, Skelton DA : Applied physiology of strength and power in old age, *Int J Sports Med*, 15, 149-151, 1994.
- Young A, Stokes M, Crowe M : Size and strength of the quadriceps muscles of old and young men, *Clin Physiol*, 5, 145-154, 1985.
- Young A, Stokes M, Crowe M : Size and strength of the quadriceps muscles of young and old women, *Eur J Clin Investigation*, 14, 282-287, 1984.