

치료적 운동 (Therapeutic Exercise)의 개념과 임상적용

연세대학교 의과대학 재활의학교실

박 윤 길

치료적 운동 (therapeutic exercise)^[1]란 질병과 장애를 치료하고 예방하는데 필요한 육체활동이라고 정의 할 수 있다. 따라서 치료적 운동은 건강증진을 위한 일반적인 운동에서부터 환자에 적용하는 특수한 운동 프로그램까지 범위와 종류가 매우 넓고 다양하다. 그러나 많은 분량을 제한된 지면에서 설명하기는 어렵기 때문에 여기서는 치료적 운동의 기본적 개념과 임상적용의 원리를 언급하려고 한다.

본 론

I. 흔히 사용되는 용어의 개념

운동 생리를 이해하기 위해서는 중요 용어의 의미를 정확히 파악하여야 하는데 널리 쓰이는 용어들의 정의는 다음과 같다.

힘 (force, F)은 물체를 움직일 수 있는 물리력으로 방향과 강도를 가진다. 생체에서 발생하는 힘은 여러 형태로 나타날 수 있는데 장력 (근력, tension)은 근육이 수축하면서 기시부에 발생하는 힘이며, 우력 (회전력, torque)은 관절 회전축을 중심으로 발생하는 힘이다. 힘의 단위는 뉴톤 (newton, N)^[2]이고 1뉴톤은 질량 1 kg의 물체 (m)를 1 m/sec²로 가속 (a)시키는 힘이다 ($N = m \times a$). 일 (work, W)은 물체를 외력에 저항해서 이동시킬 때 전달된 에너지의 양으로 힘 (F)과 힘이 작용한 거리 (L)의 곱으로 나타낸다 ($W = F \times L$). 일의 단위는 주울 (joule, J)로 1주울은 1뉴톤 (N)의 힘이 1 m 작용한 것이다. 파워 (power)는 일 (W)의 효율로 단위 시간에 발생

한 일의 양이다 (work/time) 단위는 와트 (watt)이고 1와트는 1초간 시행한 1주울 (J)의 일이다 ($1 \text{ watt} = 1 \text{ joule/sec}$). 에너지 (energy)는 일을 할 수 있는 능력을 의미한다.

산소섭취량 (oxygen uptake, VO_2)은 에너지를 생성하는데 필요한 산소의 이용률을 나타내며 Metabolic equivalent (MET)는 인체활동에 필요한 산소 요구량인데 1 MET는 1분당 3.5 ml/kg의 산소를 소모하는 것에 해당하고 대략 기초대사요구량과 비슷하다. 최대산소섭취량 (maximum oxygen uptake, $VO_{2\max}$)은 개인의 최대산소이용률로 유산소 운동량의 증가에도 불구하고 산소이용률이 더 이상 증가되지 않는 상태를 말한다.

일회 및 십회 최대반복 (One and Ten Repetition Maximum)

일회 최대반복 (one repetition maximum, 1 RM)은 해당 관절의 전 운동범위 동안 한번에 들 수 있는 최대 중량이며 이는 관절각의 특이성을 갖는다. 10 RM은 10회 반복을 할 수 있는 중량으로 근력강화 운동시 세트 (set) 설정에 도움이 된다.

II. 근육의 구조와 생리작용

1. 근육섬유와 운동단위의 분류 (muscle fiber and motor unit types)

운동신경원 (motor neuron)과 이에 속하는 운동신경 및 근육섬유를 포함하는 운동단위 (motor unit)는 근육섬유의 수축속도에 따라서 빠른 운동단위 (fast motor unit)와 느린 운동단위 (slow motor unit)

Table 1. 근육섬유의 비교

	제1형 (Type I)	제2A형 (Type IIA)	제2B형 (Type IIB)
수축속도 (Twitch speed)	느리다	빠르다	빠르다
피로저항 (Fatigue resistance)	강하다	중간	약하다
마이오글로불린(Myoglobin)	많다	많다	적다
산화효소(Oxidative enzyme)	많다	많다	적다
당분해력(Glycolytic capacity)	적다	높다	가장 높다
운동단위 형태	S (Slow)	FR (fast-fatigue resistant)	FF (fast-fatigue)

로 나뉜다. 근육섬유는 이 중 한 운동단위에 지배를 받고 같은 운동단위에 속한 모든 근육섬유는 같은 조직학적 특성을 갖는다. 빠른 운동단위는 비교적 큰 직경의 근육섬유와 전도속도가 빠른 운동신경으로 구성되어 있다. 이는 다시 근육피로에 민감한 운동단위 (fast fatigue, FF)와 근육피로에 저항력이 있는 운동단위 (fast fatigue-resistant, FR)로 세분할 수 있다. 느린 운동단위 (slow motor unit)는 제1형 (type I) 근육섬유 (slow oxidative, SO)를 지배하고 이 근육섬유에는 succinic dehydrogenase와 nicotinamide adenine dinucleotide dehydrogenase 등의 효소가 많이 활성화 되어 있어서 유산소 대사가 주로 일어난다. 따라서 이들 근육섬유는 낮은 강도로 오래 지속되는 작업과 운동에 적합한 특성을 가진다 (Table 1).

빠른 운동단위에 지배를 받는 제2형 (type II) 근육섬유는 ATP를 분해하여 에너지를 생성하는 myofibrillar ATPase와 glycogen 분해에 관여하는 phosphorlyase의 활성도가 높아서 무산소 대사 능력이 크다. 따라서 짧은 기간 동안에 고강도 작업과 운동에 적합한 근육섬유로 발달된다. 빠른 연축 근육섬유 (fast twitch fiber)는 제2A형 (type IIA) 근육섬유 (fast, oxidative glycolytic; FOG)와 제2B형 (type IIB) 근육섬유 (fast glycolytic; FG)로 다시 나눌 수 있으며 각각 FR과 FF 운동단위에 해당된다. 제2A형 근육섬유는 제2B형 근육섬유에 비해 산화 (oxidative) 효소와 모세혈관이 많아서 근육피로에 저항성이 있고 지구력이 강하게 된다.

2. 근육 기능에 영향을 주는 요소들

1) 근육 요소 (muscle factors)

근육의 크기는 근력에 가장 직접적인 영향을 미

치는데 근력은 근육섬유의 종축에 대해 수직으로 자른 단면적 (cross-sectional area)에 비례하고 10~20 N/cm²의 힘을 낼 수 있다.¹ 근육의 크기는 저항 운동을 통해서 증진 시킬 수 있고 제2형 근섬유의 분포가 많을수록 최대수축력을 증가된다. 하지만 근력이 전적으로 근육의 단면적에 비례하여 증가되지 않는데 이는 다른 요소들에 의해 영향을 받는다는 증거이다.

근력의 차이를 일으키는 또 다른 요인은 관절에 작용하는 힘의 방향이다. 이는 지렛대 (lever arm) 효과로 설명되는데 지렛대에 작용하는 힘을 수직과 수평 방향으로 나누어서 분석해 보면 수평 방향은 지렛대를 밀거나 당기게 되고 수직 방향의 힘은 지렛대를 회전 시키게 된다. 따라서 같은 근력이 작용한 경우에도 관절에 대해 힘이 작용하는 각도가 90도일 때 회전력이 최대가 되고 0도나 180도에 가까워 질수록 회전력은 감소한다. 이 같은 원리로 인해 아령을 들고 운동을 할 때 팔꿈치 관절이 0도로 펴진 상태와 비교하여 90도로 구부러진 상태에서 보다 많은 중량을 들어올릴 수 있다.

2) 신경 요소 (neural factors)

근력강화 운동을 시작하면 첫 몇 주 동안은 근육 크기의 변화 없이 근력이 증가하는 현상이 나타나는데 이러한 초기 변화는 운동학습 (motor learning)과 협동성 (coordination) 증진에 의해 나타나는 신경 적응현상 (neural adaptation)으로 설명된다.² 이는 운동단위의 동원력이 커지고 발화율이 빨라져 근력증가가 나타나는데 신체의 보호반응 중 하나인 Golgi tendon organ을 통한 근수축 억제반사 작용이 감소함으로써 일어나는 기전으로 생각된다.³ 근력 강화 운동을 지속하게 되면 근수축 억제반사 강도

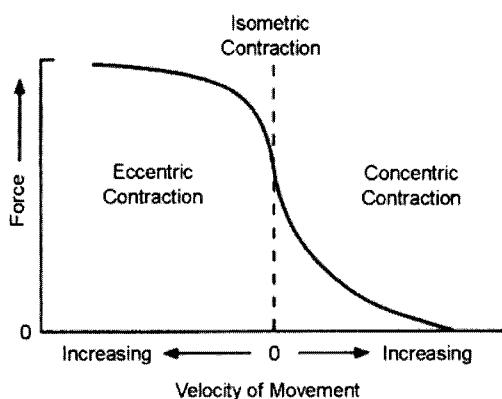


Fig. 1. 힘과 속도의 관계 (force-velocity relationship).

가 떨어지게 되는 현상이 전신적으로 나타나 근력 강화 운동을 하지 않은 부위에서도 근력증진의 효과가 나타나는 것을 볼 수 있다.

3) 역학적 인자 (mechanical factors)

(1) 힘-속도 관계 (force-velocity relationship)

근육의 최대수축력은 수축속도에 영향을 받는데, 근육섬유가 수축되면서 근육의 길이가 짧아지는 동심성 (concentric) 수축은 속도가 줄어들수록 힘이 커져서 속도가 0이 되면, 즉 근육의 수축이 일어나지 않는 등척성 운동 상태가 되면 최대가 된다. 따라서 동심성 수축으로 운동할 때 빠른 속도로 근수축을 하게 되면 최대수축력은 줄어들게 된다. 또한 최대수축력은 등척성 수축이 항상 동심성 수축보다 크게 된다. 그러나 반대로 근육섬유가 늘어나는 편심성 (eccentric) 수축에서는 수축속도가 빨라질수록 수축력이 커지고 그 크기는 항상 등척성 수축력보다 크게 나타나는데 이는 passive elastic component의 영향이 반영된 것으로 생각된다. 이러한 생리적 반응에 따라 최대근수축력은 Fig. 1에서와 같이 가장 빠른 편심성 수축에서 일어나게 된다.⁴ 하지만 이는 실험실에서 분리된 근육을 대상으로 하였을 때의 결과이며 생체에서는 좀더 복잡한 양상을 보이게 된다.⁵

(2) 길이-장력 관계 (length-tension relationship)

근육의 장력 (tension)은 근육 자체의 수축뿐만 아니라 수동적인 신전 (stretching)에 의해 영향을 받는데 근육이 안정 상태보다 늘어나게 되면 장력이 증가하게 된다. 실험적으로 분리된 근육의 경우

2배 정도 늘어날 때까지는 길이에 비례하여 장력이 급격하게 증가 된다. 그러나 인체에서는 근육에 힘줄이 붙어 있기 때문에 안정 시에서도 일정한 장력이 근육에 작용하게 되고 장력의 증가 비율도 다르게 된다.

근수축에 따른 근육 길이 변화가 장력에 영향을 미치게 되는 이유는 액틴 (actin)과 마이오신 (myosin)의 결합력과 연관이 있다. 최대장력은 액틴과 마이오신이 가장 많이 접촉하고 있는 안정 상태 (resting state)에서 나타나고 수축이나 이완 상태에서는 장력이 감소하게 된다. 근세포 (sarcomere)의 길이가 3.65 μm 이상 늘어나게 되면 액틴과 마이오신의 중첩이 일어나지 않기 때문에 장력의 손실이 오고 길이가 너무 짧아지면 액틴끼리 겹쳐져 근력이 감소된다고 생각된다. 그러나 인체에서 운동시 각 근육의 안정 상태의 길이를 정확히 알기는 어렵다.⁶

4) 근육의 피로와 지구력 (fatigue and endurance)

근육피로는 최대로 힘을 발휘할 수 있는 능력이 감소된 상태로 일반적으로 정상적인 생리 기능을 수행할 수 없는 상태이다. 근육피로의 정확한 지점은 찾기 위해 여러 가지 연구가 있었고 이에 따른 다양한 정의가 이루어졌는데, 그 중 하나가 최대 우력치의 일정 수준 이하로 근수축력이 떨어질 때를 근육피로라고 정의하는 것이다. 또는 최대근력의 특정 비율만큼 근력이 감소했을 때, 혹은 더 이상 반복 운동을 못할 때를 근육피로라고 정의하기도 한다.⁷

피로의 원인으로는 여러 가지가 있으나 아직 명확히 밝혀진 것은 없으며 근육섬유의 구성, 근수축의 지속 시간과 강도 및 형태가 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 개인적인 건강 상태와 동기 등이 중요 요소 중의 하나이다.

III. 임상 효과 및 적용

1. 근력강화

1) 근력강화 운동의 원리

(1) 과부하 (overload)와 교차훈련 cross training) 효과

근육조직이 강화되기 위해서는 현재 상태보다 더

높은 강도의 자극이 주어져야 하는데 점진적인 저항운동 방법인 progressive resistance exercise (PRE) 가 효과적이다. 이렇게 중량을 점진적으로 늘려나가는 방법 외에도 반복 횟수를 늘려나가는 방법과 중량과 반복 횟수는 일정한 상태에서 근수축 속도를 점차 빨리 하는 방법 등이 있다. 또한 한쪽 팔, 다리의 근육강화 훈련 효과가 운동을 하지 않은 쪽의 근력도 증가시키는 현상이 나타나는데 이를 교차훈련 효과라 한다.

(2) 고중량과 저중량 운동 비교: The DeLorme Axiom

현재까지 연구된 바로는 중량 운동의 효과가 상호적이라고 알려져 있으며 이러한 현상을 DeLorme axiom이라고 한다. 이 이론에 따르면 고중량 저반복 (high weight, low repetition)은 근력강화에 효과적이고 저중량 고반복 (low weight, high repetition) 운동은 근지구력 향상에 도움이 되지만 이 결과가 상호적이라는 것이다. 특히 근육피로 상태까지 운동을 지속한 경우에는 이 효과가 더 확실하게 나타난다.⁸

상호 효과 전이에 대한 실험은 이후 여러 연구자들에 의해서 이루어졌는데 이중 'A Test of the DeLorme Axiom'이라는 실험을 통해서 근력강화 운동과 지구력 증진 운동은 서로 100% 효과가 전이되는 것이 확인되었다. 그러나 근력강화 운동 (high weight and low repetition)이 근지구력 운동 (low

weight and high repetition)보다 짧은 시간에 이루어지기 때문에 더 효율적이라는 주장도 제기 되었다.⁹

(3) 등척성, 등장성, 등속성 운동 (isometric, isotonic and isokinetic exercise)

근력강화 운동을 근육의 피로역치까지 시행한다면 어떤 운동 형태이든 결과는 비슷하게 나타난다. 또한 각종 스포츠 경기는 단순히 몇 가지 근육의 균력으로만 평가되는 것이 아니기 때문에 경기에 필요한 동작 자체를 훈련 과정으로 삼는 것이 실제로 좋은 결과를 얻을 수가 있다. 다만 Table 2에 나와 있듯이 각 근력강화 운동의 장단점이 있으므로 이를 잘 파악하여 응용하면 효과적인 결과를 얻을 수 있다. 참고로 등척성 운동이란 근육의 길이가 일정한 상태에서 시행하는 운동으로 벽이나 고정된 물건을 옮기려고 할 때 해당 근육은 수축하지만 관절의 움직임은 없는 상태의 운동이다. 등장성 운동은 덤벨 등을 이용해서 일정한 중량의 운동을 하는 것을 생각하면 되는데 가장 보편적인 방법이다. 등속성 운동은 특별한 기구가 필요하며 일정한 각속도를 정해 놓고 최대근력수축으로 운동하는 방법이다.

(4) 점진적 저항 운동 (progressive resistance exercise)

점진적 저항 운동은 미국의 DeLorme에 의해 개발되었는데 초기에는 10 RM의 중량을 10회 반복하는 것을 1 set로 하고 10 RM의 10%에서 시작해

Table 2. 등척성, 등장성, 등속성 운동의 장단점

	장 점	단 점
등척성	시행하기 쉽다 운동 후 근육통이 적다 관절에 부담이 적다 특별한 장비가 필요 없다	운동을 시행 한 관절각도에서만 효과가 있다. 고혈압, 부정맥 등 심혈관계 부작용이 나타날 수 있다. 지루해서 지속하기 어렵다
등장성	중량으로 근력 측정이 가능하며, 이에 따라 동기 부여가 된다 비교적 간단한 장비로 가능하다	부상의 위험이 있다. 관절 각도에 따른 최대 중량이 다르다 운동 후 근육통이 잦다
등속성	전 관절운동 범위에서 최대 저항운동을 할 수 있다 비교적 안전하다 동심성 및 편심성 운동이 가능하다. 정확한 최대우력의 평가가 가능하다	고가의 장비와 훈련된 인력이 필요하다. 관절에 부담이 될 수 있다.

서 10%씩 증가하여 100%까지로 늘려나가는 것이다.⁸ 하지만 각 근육을 이러한 방법으로 시행하면 많은 시간이 소요되기 때문에 10 RM의 50%, 75%, 100%를 10회 반복하는 것으로 변형하였다. 그러나 이 방법은 마지막에 100%의 10 RM을 근육피로 때문에 들어올릴 수 없는 경우나 종종 나타나서 Oxford technique이 개발되었는데 이는 10 RM의 100%에서 시작해서 75%, 50%로 줄여나가는 방법이다.¹⁰

2) 근력강화에 영향을 미치는 인자

(1) 연령

나이가 들면서 운동단위의 감소가 일어나고 이에 따른 근육양의 저하가 동반되는데 특히 제2형 근육섬유에서 주로 발생하게 된다. 따라서 나이가 들면서 힘의 감소가 나타나지만 근지구력이나 피로는 뚜렷하게 나타나지는 않는다. 또한 연령 증가에 따라 신경전도속도와 운동단위 동원 (recruitment)도 감소하기 때문에 힘의 생산에 영향을 미치게 된다.

(2) 비활동 (inactivity)

오랜 병상 생활이나 골절 후 석고 고정 또는 일상활동의 저하로 근육의 위축과 근력의 감소가 올 수 있는데 절대 안정 상태로 지낼 경우 하루에 약 1.0%에서 1.5% 정도씩 근력의 감소가 온다. 석고 고정을 했을 경우에는 1.3%에서 5.5%까지 근력약화가 오는데 이는 일주일에 10%에서 20%의 근력감소가 오는 것으로 추정할 수 있으며 전체 약 25%의 감소가 올 때까지 진행된다. 최근 연구에 의하면 한 달간 침상 안정을 한 경우에는 8~13%의 하지

근육의 단면적 감소가 있었고 4주간의 석고 고정 후에 대퇴사두근에서 27%의 단면적 감소가 일어났다고 한다.¹¹ 또한 제1형 근섬유가 제2형 근섬유에 비해서 비활동에 따른 근력약화에 더 취약하다. 이렇게 위축된 근육을 원상태로 회복하기 위해서는 고정 (immobilization) 또는 비활동 기간의 두 배 이상의 시간이 필요하게 된다.¹²

2. 지구력 (endurance) 증진-유산소 운동 (aerobic exercise)

1) 유산소 운동 후의 생리적 변화

유산소 운동 후의 생리적 변화가 Table 3에 나타나 있는데 중요한 것은 $VO_{2\max}$ 의 증가이다. 이러한 효과는 최대심박출량이 증가하고 말초혈관의 발달 등으로 인한 근육의 산소 유출 능력이 향상되어 일어나는 결과다. 심박출량의 증가는 심박수에 의한 것이 아니고 일회 박출량이 증가되면서 나타나는 것으로 심장의 수축과 이완 기능의 향상에 기인한다.^{13,14}

2) 유산소 운동의 원칙

적정한 유산소 운동의 강도는 $VO_{2\max}$ 의 40~85%나 최대심박수의 55~90%이며 달리기, 걷기, 자전거 타기, 수영 등 큰 근육을 이용하는 운동을 하는 것이 좋다. 운동시간은 최소한 20분 이상을 지속하고 주 3회 이상 하여야 효과가 있다.¹⁵

3. 유연성 (flexibility) 회복

관절의 운동범위를 유지하는 것은 활동적인 삶을

Table 3. 유산소 운동 후 생리적 변화

	휴식	준최대운동	최대운동
유산소 능력	변화 없음	변화 없음	증가
심박수	감소	감소	감소
일회 박출양	증가	증가	증가
심박출량	변화 없음	변화 없음	증가
심근산소요구량	감소	감소	변화 없음
폐환기	변화 없음	감소	증가
근혈류량	변화 없음	감소	증가
수축기혈압	감소	감소	변화 없음
이완기혈압	감소	감소	변화 없음

영위하는데 중요하다. 특히 운동 전 신전 운동은 경기력 향상, 부상방지, 운동 후 근육통 감소 등의 이점이 있다.

1) 관절 운동범위에 영향을 주는 인자

여러 요소들이 관절의 운동범위에 영향을 미치는데 이 중 연부조직의 유연성, 경직, 관절의 형태, 관절 내 유리체 (loose body), 과다한 관절액 등이 중요한 요소이다.

규칙적인 신전 운동은 유연성을 유지하는데 도움이 되지만 결체조직의 신전이 불충분하게 일어날 때는 collagen 성분이 서서히 수축하게 된다. 이는 결과적으로 관절주변 근육조직의 수축으로 이어지면서 근육의 길이와 근세포 수의 감소가 나타난다.¹⁶

연령과 성에 따른 차이도 있어서 젊은 사람이나 여성이 노인과 남성보다 관절 운동범위가 크다. 또한 조직의 온도가 높을 때가 낮을 때보다 유연성이 더 크다.¹⁷

2) 유연성 증진 방법

관절의 운동범위 증진이나 유연성 운동에는 여러 가지 방법이 이용되지만 기본적인 원리는 부드럽고 천천히 연부조직을 신전시켜야 조직 손상을 방지하고 효과를 최대로 얻을 수 있다. 반동 (bouncing)을 이용한 빠른 속도의 관절 운동은 근육과 인대에 강한 충격이 전달되어 조직 손상이 일어날 수 있고 다른 운동 방법에 비해 더 효과적이지도 않아서 부적합한 신전 운동 방법이다.¹⁸

올바른 운동 방법은 관절을 천천히 최대 운동범위나 통증이 느껴지는 범위까지 신전한 후에 몇 초간 그 상태를 유지를 하고 다시 서서히 원래 위치로 되돌리는 방법을 수 차례 반복하는 것이다. 이러한 운동 방법은 조직의 손상을 방지하고 능동적이든 수동적이든 쉽게 시행할 수 있는 장점이 있다. 가장 효과적인 유지 시간 (holding time)이나 반복 회수는 아직 논란이 있지만 12~18초 가량 멈추고 한번에 4회 정도 반복하는 것이 근육과 인대의 조직 손상 없이 신전 효과를 최대로 얻을 수 있는 것으로 동물 실험 결과 나타났다.¹⁹

4. 고유신경감각 (proprioception)

고유감각 기관은 자세와 움직임을 중추신경계에 전달하는 역할을 하는데 최근 부상 후 재활치료와

재손상 방지에 고유신경감각이 중요한 역할을 한다는 것이 밝혀지고 있다.

골관절염이나 류마チ스성 관절염 및 Charcot's disease에서 관절 고유감각이 감소되어 반복적인 관절 손상으로 이어진다는 것이 보고된 바 있으며 낙상의 위험도 자세의 균형감각과 관계가 있다는 것이 밝혀졌다.^{20~23}

또한 스포츠 손상에서도 고유감각의 회복은 재활 치료의 중요한 부분인데 인대 손상의 경우 손상된 부위의 장력 (tension) 회복뿐만 아니라 고유감각의 복원도 성공적인 재활치료에 더 핵심적인 요소이다.

1) 고유신경감각에 영향을 미치는 요소

관절 주위 조직인 근육, 관절낭, 인대 및 피부 등에서 전달된 위치와 동작 신호가 고유신경감각을 이루는 중요한 요소이다. 이와 더불어 말초신경질환이 있을 때 고유신경감각이 영향을 받는 것으로 미루어 보아 표피감각신경도 역할을 담당하는 것으로 여겨진다. 고유신경감각은 연령이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타나 있다.²⁰

2) 고유신경감각의 평가 및 증진 방법

가장 쉽게 입상에서 측정할 수 있는 방법은 엄지발가락을 검사자가 굴곡이나 신전시킨 후 위치를 말하게 하는 방법이다. 또 다른 입상적 방법은 관절의 위치를 기억하게 하여 똑 같은 각도와 위치로 되돌리게 하는 검사법이 있다. 정량적 측정 방법으로는 등척성 운동기구를 이용하여 관절을 미리 정해 놓은 각도로 환원 시키게 해 평가할 수 있다.

하지의 고유신경감각 훈련 방법에는 고식적인 경사판 훈련이 효과적인데 처음에는 한쪽 방향으로만 훈련을 하다 익숙해지면 여러 방향으로 기울어지는 경사판이 도움이 된다. 연구자들에 의하면 탄력밴드도 위치감각을 훈련하는데 효과적인데 이는 피부의 고유신경감각을 활성화시켜 회복을 증진 시키는 것으로 알려져 있다.²⁰

5. 질환별 운동 효과 및 방법

1) 심혈관계 질환

신체활동의 감소는 심혈관계 질환의 주 위험요소이며 육체적으로 비활동적인 사람은 활동적인 사람에 비해 심혈관계 질환의 발병률이 두 배 이상 높다는 연구 결과가 있다. 또한 심장질환 발생 후의

이차적 예방에 있어서도 심장재활 운동을 통해서 사망률을 20~25% 감소시킬 수 있다.²⁴

아직 육체활동과 심혈관 질환의 감소에 대한 정확한 이유는 모르지만 규칙적인 운동과 생활 습관의 개선으로 인한 발병률 감소와 이에 따른 사회-경제적 효과는 확실히 나타나고 있다. 비활동적인 사람은 매일 최소한 30분 이상의 육체적 활동이 심혈관 질환의 예방을 위해서 필요한데 계단을 올라가거나 정원을 가꾸고 아이들과 노는 것 만으로도 이러한 효과를 볼 수 있다. 그러나 심장재활훈련은 단기적인 효과 보다는 장기적인 효과를 목적으로 하기 때문에 꾸준한 운동과 생활 습관의 개선이 필요하다.

고혈압과 고지혈증은 심장질환과 뇌졸중의 중요 위험 인자인데 규칙적인 운동을 통해서 혈압이 5~10 mmHg 가량 낮아지고, 고밀도지단백질 (high-density lipoprotein)은 높아지면서 중성지방 (triglyceride)은 낮아지는 것이 입증되었다.¹³ 이러한 결과가 운동을 통해서 나타나는 독립적 현상인지 아니면 체중 감소와 더불어 나타나는 것인지는 아직 논란이 되고 있지만 식이요법과 운동을 병행하면 효과를 최대화 할 수 있다.

2) 당뇨병

규칙적인 운동은 인슐린의 민감도 (sensitivity)를 높여서 제2형 당뇨병의 발생을 감소시킨다.²⁵ 이러한 효과는 체중, 혈압 및 지질의 감소가 일어나면서 동반이 되기 때문에 중등도 (5.5 MET) 이상의 운동량이 필요하며 적어도 일주일에 40분 이상 시행하여야 된다.²⁶ 그러나 자율신경기능 장애가 동반된 당뇨병 환자는 심박수 증가가 일정하지 않아서 최대심박수를 이용한 운동량 측정은 어렵고 본인이 느끼는 정도를 기준으로 하는 주관적인 평가 방법을 써야 하기 때문에 익숙해 질 때까지 시간이 필요하다. 또한 족부 관리에 신경을 써야 하기 때문에 적절한 운동화가 필수적이고 망막증이 동반된 환자는 혈압이 순간적으로 과도하게 올라가는 운동을 피해야 한다.

3) 골다공증

근육의 수축만으로도 골 형성을 촉진시킬 수 있지만 걷거나 뛰는 등의 체중 부하 운동을 하는 것이 골다공증 예방에 효과적이다. 정확한 기전은 밝

혀져 있지 않지만 최대 골 형성기간 동안의 규칙적인 체중 부하 운동이 이 후 골밀도 유지에 중요한 역할을 한다. 또한 유산소 운동도 근육의 산화 대사 능력을 향상시켜 근지구력을 높여준다.²⁷ 이러한 운동의 효과는 골소실을 막고 근력과 균형감각을 향상시켜 낙상과 골절을 예방한다. 거동이 불편한 환자는 기립 보조기구를 이용하여 수동적으로 서있는 동작만으로도 골소실을 예방할 수 있다. 운동 중 주의할 점은 관절염이 있는 환자는 줄넘기나 빨리 뛰는 운동 등은 주의해야 하며 체간이 과도하게 굴곡이 되는 동작은 척추 압박골절을 유발할 수 있으므로 피해야 한다.

4) 관절염

관절염 환자는 상태와 시기에 따라서 운동 방법이 달라질 수 있지만 기본적으로 관절조직의 손상을 최소화하면서 주변 근육을 강화시키는 것이 목적이다. 관절에 체중 부하와 충격을 최소할 수 있는 운동이 좋은데 수영이나 자전거 타기가 추천되는 방법이다. 관절염이 호전되고 관절주위 근육이 강화되면 산책이나 가벼운 달리기도 할 수 있는데 한번에 장시간 운동하는 것은 바람직하지 않고 짧은 시간으로 나누어서 반복하는 것이 관절에 부담을 적게 한다.

5) 비만

비만은 섭취 열량과 소비 열량의 불균형에 기인하기 때문에 식이요법과 운동용법이 균형을 이루어야 한다. 기본적인 운동 방법은 유산소 운동을 기준으로 하면 되지만 관절에 무리가 가지 않는 걷기, 자전거 타기, 수중 운동 등이 초기에 추천이 되고 근육량을 늘리는 것이 소비 연량을 증가시키는 방법이기 때문에 중량 운동을 포함한 근육강화 운동도 병행해야 한다.

결 론

현대 생활에서 운동은 기능적인 삶을 영위하기 위한 기초적인 생활 요소이고 치료적 운동은 특별한 부작용 없이 육체적, 정신적 기능 회복에 도움이 되는 치료법이다. 따라서 치료적 운동을 여러 질환에 적절히 적용하면 많은 효과를 볼 수 있지만

기본적인 해부-생리학적 지식과 질병에 따른 운동 처방의 주의점을 숙지하여야 좋은 결과를 얻을 수 있다. 또한 운동 효과는 단기간이 아니라 지속적인 시행을 통해서 장기적인 효과를 얻고자 하는 것이 목적인 만큼 환자에게 목표와 방법을 충분히 설명을 하고, 처방한 의사도 정기적인 평가를 통해서 이의 재설정이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Zieler K. Mechanism of muscle contraction and its energetics. In: Mountcastle V, ed. Medical physiology. 13 ed. St. Louis: CV Mosby; 1974: 77-120.
2. Moritani T, deVries H. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am J Phys Med 1979; 58: 115-30.
3. Caiozzo VJ, Perrine JJ, Edgerton VR. Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. J Appl Physiol 1981; 51: 750-4.
4. Hoffman M, Sheldahl L, Kraemer W. Therapeutic Exercise. In: DeLisa JA, Gans B, eds. Rehabilitation Medicine: Principles and Practice. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 2005: 390-433.
5. Rothwell J. Control of human voluntary movement. Rockville: Aspen Publishers; 1987.
6. Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. J Physiol 1966; 184: 170-92.
7. Mundale MO. The relationship of intermittent isometric exercise to fatigue of hand grip. Arch Phys Med Rehabil 1970; 51: 532-9.
8. DeLome T. Restoration of muscle power by heavy-resistance exerdise. J Bone Joint Surg Am 1945; 27: 645-67.
9. de Lateur BJ, Lehmann J, Stonebridge J. A test of the DeLorme axiom. Arch Phys Med Rehabil 1968; 49: 245-8.
10. Zinovieff AN. Heavy-resistance exercises: the "Oxford" technique. Br J Phys Med 1951; 14: 129 -32.
11. Veldhuizen JW, Verstappen FT, Vroemen JP, Kuipers H, Greep JM. Functional and morphological adaptations following four weeks of knee immobilization. Int J Sports Med 1993; 14: 283-7.
12. Appell H. Muscular atrophy following immobilization Sports Med 1990; 79: 42-58.
13. Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. JAMA 1996; 276: 241 -6.
14. Sheldahl LM, Tristani FE, Hastings JE, Wenzler RB, Levandoski SG. Comparison of adaptations and compliance to exercise training between middle-aged and older men. J Am Geriatr Soc 1993; 41: 795-801.
15. Zeni A, Hoffman M, Clifford P. Energy expenditure with indoor exercise machines. JAMA 1996; 275: 1424-7.
16. Herring SW, Grimm AF, Grimm BR. Regulation of sarcomere number in skeletal muscle: a comparison of hypotheses. Muscle Nerve 1984; 7: 161-73.
17. Noonan TJ, Best TM, Seaber AV, Garrett WE, Jr. Thermal effects on skeletal muscle tensile behavior. Am J Sports Med 1993; 21: 517-22.
18. Wallin D, Ekblom B, Grahn R, Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. Am J Sports Med 1985; 13: 263-8.
19. Taylor DC, Dalton JD, Jr., Seaber AV, Garrett WE, Jr. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. Am J Sports Med 1990; 18: 300-9.
20. Barrett D, Cobb A, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Joint Surg Br 1991; 73B: 53-6.
21. Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR. Aging and postural control. A comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. J Am Geriatr Soc 1990; 38: 1-9.
22. Topper AK, Maki BE, Holliday PJ. Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly

- predictive of risk of falling and/or type of fall? J Am Geriatr Soc 1993; 41: 479-87.
23. Maki BE, McIlroy WE. Change-in-support balance reactions in older persons: an emerging research area of clinical importance. Neurol Clin 2005; 23: 751-83, vi-vii.
24. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, Goldhaber SZ, Olmstead EM, Paffenbarger RS, Jr., et al. An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. Circulation 1989; 80: 234-44.
25. Blake G. Control of type II diabetes. Postgrad Med 1992; 92: 129-37.
26. Lynch J, Helmrich SP, Lakka TA, Kaplan GA, Cohen RD, Saloen R, et al. Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. Arch Intern Med 1996; 156: 1307-14.
27. Kohrt WM, Snead DB, Slatopolsky E, Birge SJ, Jr. Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. J Bone Miner Res 1995; 10: 1303-11.