심장 질환 환자의 운동처방

Guidelines for Cardiac Rehabilitation

진 영 수
울산의대 서울아산병원 스포츠건강의학센터
서울 송파구 풍납동 388－1
Young－Soo Jin, M.D.
Sports & Health Medicine Center
Ulsan University College of Medicine, Asan Medical Center
E－mail : ysjin@amc.seoul.kr

Abstracts

Changes in cardiac rehabilitation in the 1990s involved the development of different patterns of the delivery of rehabilitative care. Patients were offered with a choice of individual versus group and center－based versus home－based physical activity programs. The recent application of risk－stratification procedures for coronary patients has brought major changes in the delivery of cardiac rehabilitation exercise training. Patients considered at low risk are able to undertake less supervised rehabilitation in a safe manner. Contemporary cardiac rehabilitation programs provide several important core components, including baseline patient assessment, nutrition counseling, risk factor management, psychosocial management, and activity counseling. However, appropriately prescribed exercise therapy remains the cornerstone of these programs. Cardiac rehabilitation programs have been categorized as phase Ⅰ (inpatient), phase Ⅱ(up to 12 weeks of ECG monitoring), phase Ⅱ(no ECG monitoring under clinical supervision), and phase Ⅳ(no ECG monitoring, professional supervision). Cardiac patients who have specific needs to consider when formulating the exercise prescription include those with a history of myocardial infarction and angina, congestive heart failure, mitral valve stenosis and cardiac transplantation. Finally, the goals of rehabilitative care should include improvement of the functional capacity to achieve functional independence with an emphasis on quality of life.

Keywords : Cardiac rehabilitation; Exercise; MI; Angina; Congestive heart failure
핵 심 용 어 : 심장질환; 운동; 심근경색; 급성 통증; 울혈성 심부전

서 론

사회가 고도로 산업화되고 식생활의 변화와 평균수명이 늘어남에 따라 동맥경화증을 포함한 심혈관계 질환의 유병률과 이환율이 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. 이러한 질환을 예방하고 치료하며 건강을 유지하기 위해서 운동의 중요성이 부각되고 운동에 투자하는 시간들이 점차 늘어나고 있다.

운동을 통한 트레이닝은 현재 심질환을 가진 환자의 치료과정 중 가장 중요한 요소이다. 1930년대부터 1950년대까지 급성 심근경색(Acute Myocardial Infarction)에 대한 일반적인 처치는 6주간의 완전한 휴식이 강조되었으나 이 기간 동안 골격근과 심근의 탈조건부(deconditioning) 및 혈관운동 반응의 저하에 따른 근력 및 심혈관계의 기능적 능력이 유의하게 감소되는 문제점을 안

고 있었다. 1951년 Levin과 Lown(1)은 점진적으로 의자에 앉아있는 기간을 포함하는 초기 활동의 중요성을 강조하기 시작했다. 이들은 의자에 앉아있는 초기 활동이 완전한 휴식과 비교했을 때 사망과 유병률(morbidity)을 감소시킨다고 주장하였다. 계속적인 연구 결과의 축적으로 입원환자(inpatients)에게 있어 신체활동을 중심으로 한 체계적인 프로그램들이 정립되기 시작하였다.

1960년대에 들어서는 심혈관중환자실(coronary care unit)이 늘어나고 계속적인 심전도의 모니터링이 가능해지면서 급성 심근경색(AMI) 후에 점진적인 조기 활동(early mobilization)이 시도되었다. 또한 심근경색을 치유한 환자의 운동능력이 정상인들과 비교되기 시작했고 성별에 따른 차이도 입증되기 시작했다. 많은 연구자들은 합병증이 없는 심근경색 환자들을 측정해본 결과 신체적 손상의 정도가 생각했던 것만큼 심각하지는 않다는 것을 알게 되었다(2). 이 시기의 운동처방은 대부분 일상생활에 재적응할 수 있도록 하기 위해 유산소성 운동을 중심으로 구성되었다.

1970년대의 심질환자 치료는 새로운 국면을 맞이하게 된다. 이 시기의 치료는 다방면의 관점에서 시도되었으며 다양한 환자를 대해본 경험이 있는 전문가들로 구성된 팀의 형태로 접근하는' 재활팀 '의 개념이 도입되었다(표 1). 역학적 연구를 통한 위험요소의 개념이 대두되었고 운동 프로그램의 가이드라인이 설정되었다(3, 4). 또한 이차적 예방(secondary prevention)을 포함하는 재활은 심장학을 구성하는 전반적인 요소들로 통합하게 되었다.

1990년대 이후에는 심장 환자에 대한 임상적 관리의 패턴에 현저한 변화가 생겼다. 심근경색 후에 혈전 치료나 중재술, 수술요법(Stent, PTCA, CABG) 등 좀 더 빠른 의학적 치료가 도입되었고, 재활 서비스도 더 빠르게 시작되었으며, 운동 재활에 대한 평가도 강조되었다. 또한 환자들은 심장재활을 개인 운동과 집단 운동 중에서 선택할 수 있게 되고, 센터에서 운동을 하는 프로그램과 가정에서 운동을 하는 프로그램 중에서 선택을 할 수 있게 되었다(5).

현재의 심장재활은 기초적인 환자 평가, 영양 상담, 위험요인 관리, 심리적 관리, 운동 상담 등의 중요한 핵심 요소로 구성된다. 그러나 적절하게 처방된 운동 치료가 심장재활 프로그램의 근간이다.

심장재활 프로그램은 전통적으로 I 단계(입원단계), II 단계(ECG 모니터링을 하는 12주간, 그리고 퇴원 후 교육단계), III 단계(임상적 감독 하의 다양한 운동 프로그램과 ECG를 감독하지 않는 기간), IV 단계(ECG를 모니터링하지 않으며, 전문가의 감독도 필요없는 단계)로 구성된다. 위험 분류의 새로운 이론은 운동의 안정성과 건강관리 면에서 이들 단계가 짧아지고 가속화되고 있음을 보여준다.

최근의 프로그램은 환자들의 직업적, 여가적 필요성에 맞는 특별 운동 프로그램, 더 개별화된 프로그램, 그리고 ECG 모니터링 단계, 그리고 임상적 관찰의 수준 등에 대한 관심을 갖고 있는 것으로 구성되었다. 프로그램의 평가는 최근의 심장병 발병, 생리적 · 기능적, 그리고 건강한 상태 뿐만 아니라 임상적 변수들과 삶의 질도 포함한다(6).

운동의 효과 및 운동처방의 이론

1. 심장 질환자와 운동의 효과

규칙적인 운동은 허혈성 심장 질환의 발생을 지연시키거나 이들 질병을 예방할 수 있다. 신체활동과 심장질환과는 반비례관계가 있으며 보고된 이득은 위험요인을 2~3배 줄일 수 있다는 것이다. 한 보고에 의하면,

표 1. 재활프로그램을 위한 팀 구성원

- Primary physician
- Cardiologist
- Surgeon
- Psychiatrist
- Physiatrist
- Exercise physiologist
- Psychologist
- Pharmacist
- Social worker
- Vocational rehabilitation counselor
- Nurse coordinator
- Physical therapist
- Occupational therapist
- Dietitian
- Cardiac rehabilitation nurse
- Primary nurse
- Head nurse
- Exercise specialist
- Smoking cessation counselor

운동이 고혈압, 고지혈증, 흡연과 함께 비활동과 같은 위험을 가지고 있는 사람에서 더욱 이득이 크다고 할 수 있다. 미국인들에서 위험요인으로는 좌업 생활(60%)이 고혈압(10%)과 고지혈증(10%), 흡연(18%)보다 더 많고, 운동이 다른 3가지 위험요인들을 치료해서 허혈성 심장 질환의 발병을 줄이는 것보다 더 효과적이라는 것을 밝혔다.

신체활동은 몇몇 가능성있는 기전에 의해 동맥경화 또는 혈전침하 과정에서 유익한 영향을 준다. 아직 논란의 여지는 있지만 운동은 관상동맥의 직경을 증가시키고, 심근의 모세혈관 길이를 증가시킨다고 알려져 있다. 그리고 심실 세동(fibrillation)같은 허혈성 심질환에 유익하다. 또한 운동은 심장의 크기와 수행력에게도 매우 효과적이다. 사춘기가 시작될 때의 지속적인 운동은 심실의 크기를 증가시키고 심실벽을 두껍게 해주며, 이는 최대산소섭취량(VO_{2max})과 밀접하게 관련되어 있다(7, 8).

현재까지의 연구결과들은 심근경색 이후의 트레이닝이 사망률과 급사를 20~25%까지 감소시킬 수 있다고 보고하고 있다. 또한 대부분의 연구들에서 공통적으로 심근경색으로 인한 수술이나 시술(CABG, PTCA, Cardiac Transplantation) 등을 경험한 환자들에게 적합한 유산소성 운동이 심질환자의 운동내성 (exercise tolerance)을 향상시킬 수 있다는 것을 보고하고 있다(7, 8). 이러한 향상은 운동 부하검사시 협심증의 증상의 감소(9), 최대하 운동에서의 심박수와 심근산소요구량(rate-pressure product)의 감소(10), 최대산소섭취량과 운동지속시간의 증가, 에너지 동원을 위해 산소를 이용하는 능력의 향상, 산소추출력의 증가 등에 의해 이루어진다.

또한, 규칙적인 신체활동은 안정시와 정해진 운동량에서 심박수를 줄여준다. 이러한 감소는 안정시에는 미주신경이 증가하고, 운동시에는 교감신경이 감소하기 때문이다. 특히 심장이식 환자들에게서도 안정시와 최대하 운동동안 심박수가 감소하는 효과를 나타냈다.

운동의 또다른 이점은 트레이닝 후 혈압이 감소하는 것이다. 이것은 같은 강도에서 심근의 산소 소비량이 줄어든다는 것을 의미한다. 그리고 1회 박출량과 심박출량이 증가하는데, 이것은 말초혈관의 저항이 감소하였기 때문이다. 이러한 말초혈관의 저항 감소는 혈관의 탄성이 좋아지고 혈관 확장력이 좋아졌기 때문이다. 결국, 이러한 말초혈관 기능의 향상은 감소된 심실 기능을 가진 심장환자에게 운동 능력과 최대 산소 섭취능력을 증가시킨다.

마지막으로 운동은 혈장의 HDL 콜레스테롤을 높여주고(11), 혈장의 총 콜레스테롤 수치를 낮춰주며, 인슐린 민감성을 향상시켜 주며, 혈소판 응집을 감소시켜 주는 섬유소 용해소를 증가시켜 준다.

규칙적인 운동이 심질환자에게 미치는 영향을 그림 1에 정리하였다.

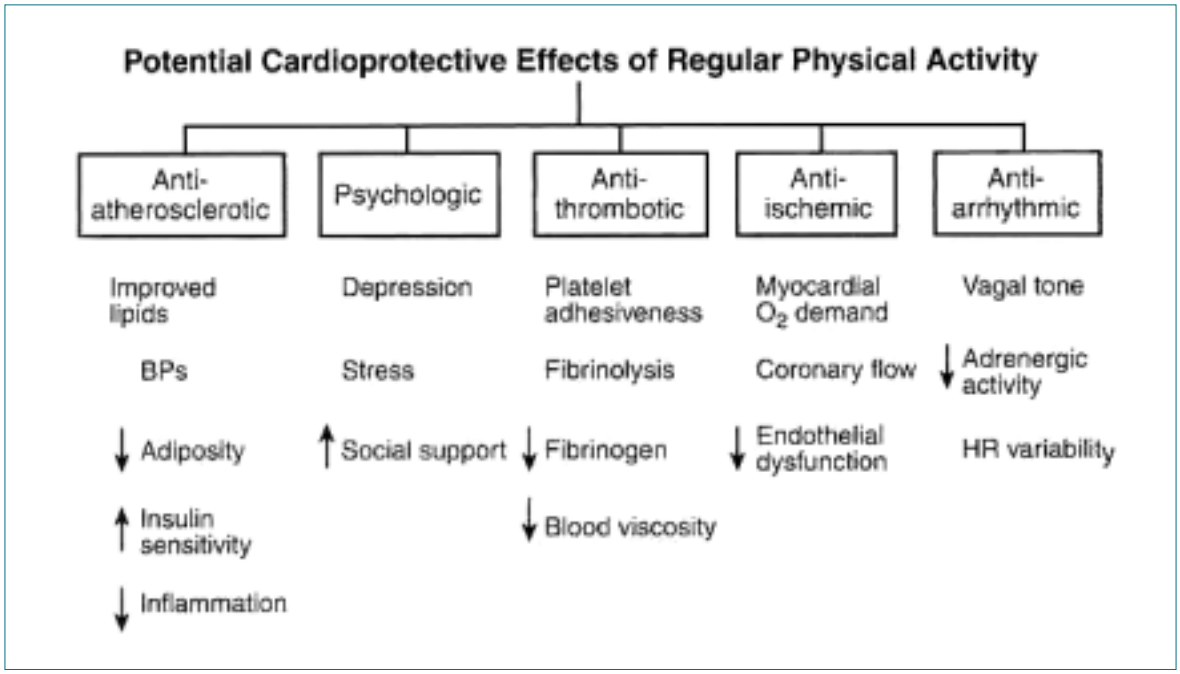

그림 1. 규칙적인 운동이 심장 질환자에 미치는 효과(14)

2. 운동의 위험성

위에서 제시한 여러가지 이점에도 불구하고 관상동맥질환을 가진 환자에게는 운동이 위험한 요인으로 작용될 수도 있다. 운동이 금기시 되는 환자에 대한 목록은 표 2에 제시하였다. 그러나 연령이나 좌심실의 기능저하가 금기사항은 아니다. 심질환자들은 관상 예비력(coronary reserve)에 제한을 받기 때문에 운동중 심근의 산소요구량이 증가하면 허혈을 동반할 수 있고 잠재적으로 치명적인 부정맥이나 심근경색을 가져올 수 있다. 이러한 환자군이 운동중 합병증을 일으키는 비율은 매우 낮다.

Van Camp와 Peterson(13) 등은 운동시간 111,967시간 동안에 1명이 심박동의 정지를 일으켰고 293,990명 중 1명이 심근경색을 보였으며 783,972의 운동시간 동안 1명이 급사를 했다고 보고하였다. 전형적으로 운동중 치명적인 부정맥이나 심근경색을 보이는 환자의 경우 운동성 허혈을 보이고 관상동맥의 질환에 변화가 없는 것으로 보고되고 있다(14).

Jugdutt(15) 등은 18% 이상의 좌심실 협동운동불능증(asynergy)을 보이는 anterior transmural MI 환자는 운동중 주의해야 한다고 주장하였다. 경색 15주 후부터 중증도의 운동을 3개월간 실시한 결과 이들은 보다 심한 심장의 distortion과 확장을 보였고 심벽이 두꺼워졌다. 좌심실의 심실구축력과 기능적인 능력 역시 낮아졌다. 그러나 Rowe(16) 등의 연구에서는 큰 부위의 전벽경색을 가진 환자에게서 이러한 왜곡을 보이지 않았다.

많은 환자들은 또한 운동중 근골격계의 상해를 입는다. 일반적으로 조깅이나 에어로빅 댄싱, 라켓볼과 같은 강도 높은 운동이 낮은 운동보다 상해를 쉽게 입힌다. 따라서 걷기나 비저항성 운동을 통해 이러한 상해율을 줄여야 한다.

표 2. ACSM 위험 분류 기준(20)

저위험군	45세 미만의 남성 또는 55세 미만의 여성, 심장 질환의 위험요인을 하나 이하로 가진 환자
중위험군	45세 이상의 남성 또는 55세 이상의 여성, 심장 질환의 위험요인을 두개 이상 가진 환자
고위험군	하나 또는 그 이상의 심장 질환 증상 또는 징후를 가진 환자, 또는 알려진 심혈관, 호흡기, 그리고 대사적 질환을 가진 환자

3. 심장재활 단계별 운동

1) 입원환자 프로그램

입원환자를 위한 심장 재활 프로그램은 입원기간 동안 침상휴식으로 인한 좋지 않은 심리적 · 생리적 영향의 상쇄, 환자의 추가적인 의학적 감독 제공, 진단에 영향을 줄 수 있는 의미있는 심혈관 장애, 신체장애, 인식력 장애가 있는지 확인하고 질병으로 인한 제한에서 일상생활로의 안전한 복귀 등을 목적으로 한다. 입원환자들은 본격적인 신체활동에 들어가기 전에 전문가에 의해서 심음과 폐음, 말초의 맥박, 근골격계의 근력 및 유연성에 대한 초기 평가를 해야 한다.

입원환자의 운동 강도는 자각인지도 13 이하(6~20 scale)로 심근경색 환자는 120회 미만 또는 안정시 심박수보다 20회 정도 증가한 수준이 적절하며, 심장 수술을 한 경우에는 안정시 심박수보다 30회 정도 증가한 수준이 적절하다. 운동 기간은 3~5분 정도를 지속하는 참을 수 있는 만큼의 간헐적 운동으로 시작한다. 휴식 기간은 천천히 걷거나 완전한 휴식으로 할 수 있다. 운동과 휴식의 비율은 2:1로 한다. 운동 빈도는 초기 거동의 경우 하루 3~4번 정도를 1~3일까지 실시하고, 4일 이후에는 운동 시간을 증가시켜 하루 두 번 정도 실시한다. 운동 지속시간이 10~15분에 도달되면 강도를 증가시킨다(17).

2) 외래환자 프로그램

외래 환자를 위한 심장재활 프로그램에서는 임상적 상태의 악화를 찾기 위한 적절한 환자의 모니터링과 감독을 제공하고, 의학적 관리를 강화하기 위해 의사에게 지속적으로 감독한 자료를 제공해야 한다. 그리고, 환자의 임상적 상태를 고려하여 질병 발생 전의 직업적 그리고 여가적 활동으로 돌아갈 수 있도록 필요하면 이러한 활동들을 조정하거나 대체적인 활동을 찾도록 한다. 또한 안전하고 효과적인 운동과 생활양식 프로그램을 할 수 있는 수단으로서 환자를 도와야 하고, 포괄적인 심혈관 위험 감소 치료에 대한 환자 가족의 교육을 통해 이차 예방을 최대화 할 수 있는 연속적인 결과의 평가를 제공해 주어야 한다.

외래 환자 프로그램은 초기 3개월 정도는 감독을 하며 진행하여야 하지만, 시기가 지나면 감독 없이도 프로그램을 진행할 수 있다. 환자의 위험과 감독에 대한 기준은 표 2와 3에 나타나 있다.

심장 환자의 운동 강도는 최소 45% 여유최대산소섭취량 정도이다. 목표심박수(THR)가 %최고산소섭취량($\%VO_{2peak}$)보다 %여유산소섭취량($\%VO_{2R}$)과의 상관성이 더 높기 때문에, 최근에는 %여유산소섭취량($\%VO_{2R}$)을 더 자주 사용된다. 자각인지도(RPE)는 초기 운동검사 없이 운동을 할 때, 그리고 임상적 상태나 의학적 치료가 바뀔 때 유용하게 사용된다. 높은 자각인지도는 14~16까지이며, 이 때 허혈이나 부정맥 관련 증상과 징후가 없어야 한다. 운동중 다음과 같은 증상 및 징후가 나타나면 운동강도의 상한선이 된다. 협심 증상 및 심혈관 부족의 다른 증상 발현, 수축기 혈압의 고원 현상 및 감소, 1mm 이상의 ST 분절의 평행이나 하향성 저하, 좌심실 기능이

표 3. 운동참가 위험과 관련된 감독과 모니터링의 강도에 대한 권고(21)

운동 참가의 저위험군 환자들
- 심장재활 스텝에 의한 운동의 직접적인 감독은 최소 6 ~ 18회 정도, 수술 후 약 30일 정도 해야 한다. 지속적인 ECG 모니터링을 시작하고, 약 6 ~12회 이후에 감소하거나 간헐적으로 한다.
- 낮은 위험 단계에 머물기 위해서 ECG와 혈역학적으로 정상이 유지되어야 한다. 운동프로그램 중에 또는 후에 비정상적인 증상과 징후가 나타나지 말아야 한다. 그리고 운동의 진전이 적절해야 한다.

운동 참가의 중위험군 환자들
- 심장재활 스텝에 의한 운동의 직접적인 감독은 최소 12 ~ 23회 정도, 또는 수술 후 약 60일 정도에 해야 한다. 지속적인 ECG 모니터링을 시작하고, 약 12~18회 이후 감소하거나 간헐적으로 한다.
- 낮은 위험단계로 가기 위해서 ECG와 혈역학적 변인이 정상이어야 하고, 운동프로그램 중에 또는 후에 비정상적인 증상과 징후가 나타나지 말아야 한다. 그리고 운동의 진전이 적절해야 한다.
- 운동 동안 비정상적인 ECG나 혈역학적 변인이 나타나면, 또는 운동프로그램 중에 또는 후에 비정상적인 증상과 징후가 나타나거나 또는 운동 수준이 심하게 감소시킬 필요가 있다면 환자는 중간 정도 위험 분류에 포함되거나 고위험군 분류로 이동해야 한다.

운동 참가의 고위험군 환자들
- 심장재활 스텝에 의한 운동의 직접적인 감독은 최소 18 ~ 36회 정도, 또는 수술 후 약 90일 정도 해야 한다. 지속적인 ECG 모니터링을 시작하고, 약 18, 24, 30회까지 감소하거나 간헐적으로 한다.
- 환자가 중간위험 단계로 가기 위해서 ECG와 혈역학적 변인이 정상이어야 하고, 운동프로그램 중에 또는 후에 비정상적인 증상과 징후가 나타나지 말아야 한다. 그리고 운동의 진전이 적절해야 한다.
- 운동 동안 비정상적인 ECG나 혈역학적 변인이 나타나면, 또는 운동 프로그램 중에 또는 후에 비정상적인 증상과 징후가 나타나거나 또는 운동 프로그램에 참여하는 환자의 능력에 의미있는 제한이 나타나면, 평가가 적절해질 때까지 운동을 중지한다. 그리고 필요하면 중재술을 시행한다.

상의 방사성 핵종 증거 또는 운동 동안 중간에서 심한 정도의 심실벽 움직임 이상, 심실 부정맥의 빈도 증가, 2도 또는 3도 방실차단, 심방 세동, 상심실성 빈맥, 완전 심실 부정맥 등과 같은 의미있는 심전도 이상, 운동 내성의 다른 증상 및 징후 등이다.

심장 환자는 전체적인 신체 컨디셔닝을 향상시키기 위해서 트레드밀, 고정식 자전거, 팔자전거, 계단 오르기, 노젓기 등과 함께 관절가동영역운동과 저항 운동 등을 포함한 다양한 활동을 해야 한다. 초기 신체활동 프로그램의 시작은 최근의 경색이나 다른 합병증같은 사망 위험성의 증가없이 심장 환자의 자신감을 강화시킨다. 2마일/시간의 속도의 걷기는 약 2 METs 정도로 체력이 낮은 사람에게 적당하다. 빠른 걷기(brisk walking)는 유산소 능력을 증가시키고, 체중과 체지방을 감소시키는 데 충분한 강도이다. 관상동맥 환자의 걷기 프로그램은 심근산소 요구량(RPP)을 낮추고 전체적인 산소 요구량을 낮출 수 있는데, 이것은 운동시 물리적인 효율성이 증가하기 때문이다.

외래환자의 운동 프로그램은 3단계로 구성하는데, 초기단계, 향상단계, 유지단계가 그것이다. 초기 단계는 첫 번째 달 동안 운동강도, 빈도, 기간의 중간 정도의 증가를 포함한 낮은 총 운동량으로 시작해야 한다. 트레드밀은 1.5 ~ 3.5mph의 속도로, 자전거는 25 ~ 50W의 부하로 약 2 ~ 4METs의 운동을 실시한다. 향상 단계는 2 ~ 6개월까

표 4. 저항운동 프로그램을 위한 환자 기준(28)

· MI 또는 심장 수술 후 4주간의 심장재활 지구성 트레이닝에 지속적으로 참가하고 최소한 5주가 지난 후 가능
· PTCA 또는 다른 시술 후 2주간의 심장재활 지구성 트레이닝에 지속적으로 참가하고 최소한 3주가 지난 후 가능
· 다음 상태에 대한 증거는 없다.
  —충혈성 심부전증
  —조절되지 않는 부정맥
  —심한 판막 질환
  —조절되지 않는 고혈압 환자, 중간정도(SBP >160mmHg 또는 DBP >100)의 고혈압을 가진 심장 환자는 비록 이러한 수치가 저항운동 프로그램 참여에 절대적인 금기가 아니라 할 지라도 적절한 관리를 위해 조회되어야 한다.
  —불안정성 협심 증상

* 참고 : 저항운동 프로그램이라 함은 1RM의 50% 또는 그 이상을 드는 것으로 정의
2기(phase II)에서 탄력 밴드, 1~3lb의 아령, 가벼운 중량(free weight) 등은 가능하다. 특별한 금기 사항은 없다.

지이며, 주당 3~4번 실시하고, session당 25~30분간 실시한다. 6개월 때에는 주당 5회의 빈도, 여유심박수나 여유산소섭취량의 85%의 강도로 운동시행당 약 40분 이상으로 증가시킨다. 유지 단계에서는 체중 조절이 첫 번째 목표인 경우, 60분 또는 그 이상의 기간으로 운동하고 일상생활의 활동량을 늘린다.

심장 환자의 총 운동량은 안정적인 심장 환자의 경우 3~6개월까지 주당 1,000kcal 이상의 신체활동량을 가져야 한다. 죽상동맥 경화증 부위의 변화나 악화가 나타나지 않으면, 좀 더 높은 신체활동 수준으로 약 1,533±122kcal에서 2,204±237kcal 정도까지 가능하다. 대부분의 환자들은 주당 24~32km를 걷도록 권고하고, 주당 1,500~2,100kcal 소비하는데, 평균적으로 심장 환자들은 주당 1,600kcal를 소비한다. 빈도는 주당 3회이며, 중강도로 30~40분 운동하는 것이 좋다.

최근 20년간 운동처방에 있어 가장 큰 변화는 관찰이 되는 환자에게 근력트레이닝을 포함시키는 것이다. 특수한 지침에 따른 웨이트 트레이닝은 안전하며 유산소성 능력과 일상생활에 필요한 활동력을 증가시키고 일반적인 운동시보다 저항성 운동중에 심근의 허혈이 보다 감소하는 것으로 보고되고 있다.

4. 저항성 운동의 지침

많은 심장 질환자들은 근력이 부족하고, 일상생활을 수행하는 데 자신감이 부족하다. 최근의 심장 환자의 운동처방 프로그램에 있어 저항성 운동(웨이트 트레이닝)에 대한 관심이 고조되고 있다. 저항운동은 근력과 근지구력을 향상시키는 데 효과적인 방법이며, 다양한 만성적 의학적 상태를 예방하고 관리할 수 있다. 그리고 관상동맥 질환의 위험요인을 조절하고, 기능적 독립성을 강화시킬 수 있다(20).

저항 운동은 식료품을 옮기거나 중간 정도에서 무거운 물체를 드는 것 등과 같은 일상생활중의 심장의 요구량(예를 들면 심근산소소비량)을 감소시키고, 지구성 능력은 향상시킨다(21).

심질환을 가진 일부 환자는 저강도 또는 고강도의 저항성 운동을 통해 많은 효과를 볼 수 있으며 또한 이러한 운동이 생각만큼 많은 위험성을 동반하지는 않는

다는 것이 최근의 연구 결과들이다(22). 어쨌든, 근력의 향상은 환자들의 최소한의 근력과 순환기적 반응(double product의 감소) 등을 사용하여 일상적인 생활을 가능하게 한다. 더욱이 최근의 연구들에서는 근력 트레이닝이 심혈관계의 지구력과 고혈압, 고지혈증 그리고 심리적 상태의 호전을 가지고 오는 것으로 보고하고 있다(23, 24).

심장 질환자들에 대한 저항운동 프로그램의 지침은 표 4에 요약하였다.

심장 질환자들의 저항운동 방법은 다음과 같다. 외래 심장재활에 참여하는 환자들은 전통적인 저항운동 대신에 탄력 밴드(theraband), 가벼운(1~5 lb) 모래주머니나 덤벨, 또는 도르레를 이용한 장비 등을 특별한 금기사항 없이 이용할 수 있다. 심장 재활 환자들은 낮은 무게로 8~10가지 다른 운동 종류를 1세트에 10~15회 반복한다. 부하는 팔의 경우 주당 약 2~5 lb, 다리의 경우 주당 약 5~10 lb 정도씩 올린다. 이 때 심근산소 소비량은 처방된 지구성 운동 정도를 넘어서면 안되고, 자각인지도는 11~13 정도가 적당하다. 특히 근력 운동중에는 발사바 조작(valsalva maneuver)을 피해야 한다(25).

질환에 따른 운동처방 및 주의점

1. 심근경색 및 협심증

1) 운동의 효과

중등도 강도의 운동을 하고 있는 많은 심근경색 환자들은 일상생활중에 심근의 산소요구량을 충족시키지 못해 나타나는 증세가 많이 감소한다는 것을 느끼고 있다. 이는 특히 무산소성 역치 수준 이하의 최대하 운동 부하에서 현저하게 나타난다. 이는 운동이 말초혈관의 저항과 심박수 및 심근내벽의 장력을 감소시키는 효과를 가져오기 때문에 가능하다. 이러한 변화가 일반적으로 운동지속시간을 향상시키기는 하지만 이는 반복된 학습의 효과나 프로토콜 또는 환자의 상태에 따라 영향을 받기도 한다.

식이요법이 병행된 강한 운동은 관상죽상동맥경화 장애의 진전 및 stable한 협심증을 가진 환자에 있어 운동에 의해 발생하는 심근 경색을 감소시키는 것으로 보고되고 있다(27). 말초저항, 자율신경계의 적응, 혈액 응고, 혈소판의 기능과 관련된 운동의 효과는 1차(primary)와 2차적(secondary) 죽종형성(atherogenesis) 과정과 연결되어 있으며 수술적인 혈관재생(revascularization)을 시행한 환자에 대해 중요한 의미를 갖는다.

2) 운동처방 및 주의점

심근 허혈을 가진 환자 중 3METs 이하의 유산소 능력을 가진 환자는 운동이 부적절하다. 협심증 환자의 주된 목표는 최대하 운동 수준에서 심근산소 소비량(RPP)을 감소시켜 협심증과 허혈성 심전도 역치를 증가시키는 것이다. 환자에게는 전형적인 협심증 증상, 예를 들면 가슴 혹은 왼쪽 팔, 등, 턱 또는 복부를 따라 나타나는 흉골연의 압박, 또는 하경추부의 통증이나 불편함 등을 인식하도록 교육하여야 한다. 운동 세션은 장시간의 준비운동과 정리운동(10분)을 포함하여야 하며, 이는 항협심증 효과를 나타내고, 관절가동범위, 스트레칭 및 낮은 수준의 유산소 활동으로 구성된다(28). 증상성 또는 잠행성 허혈은 부정맥을 야기할 수 있기 때문에(29), 지구성 운동을 위한 목표 심박수는 허혈 심전도나 협심증 역치 이하(10bpm 이하)에서 안전하게 정해야 한다. 안정성 허혈 증상을 가진 환자는 추운 날씨에 운동할 때에 증상이 잠재적으로 악화될 수 있다는 것을 알아야 한다. 또한 심한 상체운동은 하체운동보다 압박 반응이 더 높기 때문에 허혈을 촉진시킬 수 있다. 운동중 가슴 통증 등의 증상이 나

표 5. 울혈성 심질환자의 트레이닝 가이드라인

Ⅰ. 유산소성 운동의 시작을 위한 상대적 기준
1. Compensated CHF
① 호흡곤란을 느끼지 않고 말할 수 있다(분당 호흡수가 30회 이하이며 편안하게 말할 수 있다).
② 중등도 이하의 피곤
③ 폐의 절반이상에서 악음(Crackles<rales>)
④ 안정시 심박수 120회 이하
⑤ 심근지수(CI) ≥1.8 L/min/m².
⑥ 중심정맥압 <12mmHg

Ⅱ. 트레이닝 방법의 수정 또는 종결을 위한 상대적 기준
1. 심한 호흡곤란 또는 피로(Borg Scale rating of 3/10)
2. 호흡률이 운동중 분당 40회 이상
3. S_3 심음 또는 폐의 악음(crackles)
4. 폐 악음(crackles)의 증가
5. 제2 심음의 2번째 component sound의 증가
6. Poor pulse pressure(<10 mmHg difference between the systolic and diastolic BP)
7. 점진적 과부하 운동중의 심박수와 혈압이 10bpm or mmHg 이상 감소
8. 상심실성 또는 심실 이소성 비트의 증가
9. 평균 폐동맥압이 10mmHg 이상 증가
10. 중심정맥압(CVP)이 6mmHg 증가 또는 감소
11. 발한(diaphoresis), 창백(pallor), 혼란(confusion)

타나면, 니트로 글리세린을 사용해야 한다. 니트로글리세린을 혀 밑에 3알(5분마다 1알씩) 넣었는데도 증상이 호전되지 않으면, 환자는 가까운 병원의 응급실로 이송되어야 한다.

2. 울혈성 심질환자

1) 울혈성 심질환의 트레이닝 효과

초기 연구 중 Lee(30) 등의 연구는 경증 울혈성 심질환을 연구한 임상가들로 구성된 팀을 중심으로 이루어졌다. 이들의 연구에서 12 24개월의 트레이닝 후 환자들은 심박수나 혈압의 변화 없이 운동지속시간이 증가하였다. 안정시 심박수는 최대하 운동에서처럼 감소되었다. 그리고 폐동맥압 역시 다소 감소하였다. 최근의 연구들은 이들의 운동능력과 유산소성 대사에 그 초점을 맞추고 있다. 울혈성 심장 질환을 가진 많은 환자들은 무산소성 역치가 낮으며 그에 따른 유산소성 대사가 운동을 제한하는 요인으로 작용하고 있다. Sullivan(31) 등은 무산소성 역치가 낮아지는 것은 부분적일지라도 근육군으로 가는 혈류의 감소 때문이며 운동능력이 정상인에 비해 40 50% 정도 낮아지는 원인으로 작용하기도 한다고 주장하였다. 그리고 이들은 심실구축력이 24%인 만성적인 울혈성 심질환자를 대상으로 트레이닝의 효과를 알아보았다. 4 6개월 동안 주당 4시간의 고정식자전거, 걷기, 조깅 그리고 계단오르기 등의 운동을 최고산소섭취량의 75%로 시행하였다. 트레이닝 후 중추의 혈역학적 그리고 말초의 대사적 적응력이 운동능력과 최대산소섭취량의 증가와 함께 유의하게 증가되었으며 이들 중 4명의 환자에게 합병증이 발생하였다.

이와 비슷한 연구가 Coats(32) 등에 의해 시행되었는데, 이들은 평균 심실구축력이 19%인 11명의 만성적 울혈성 심장 질환자를 대상으로 최대심박수의 70 80%의 강도로 20분씩 주당 5회 자가 운동(Home-exercise)한 집단의 트레이닝 효과를 알아보았다. 운동의 지속시간, 최대산소섭취량의 증가와 최대하운동에서의 심박수 및 심근산소 소비량의 감소가 있었다. 이들의 추적검사 연구에서는 역시 최대하 운동과 최대운동에서 심박출량의 증가와 전신혈관저항, 자율신경계의 활동 등에서 향상을 보였다(33).

2) 운동처방의 지침

운동을 하기 위해 심부전증 환자는 절대적 금기사항

표 6. 트레이닝이 MS 환자의 운동기능 및 회복역학에 미치는 영향(34)

		Exe Duration (sec)	Peak BP (mmHg)	Vo2 at AT	Peak Vo2 (ml/kg/min)	Peak VCo2 (ml/min)	T 1/2 Vo2 (sec)
Control (n=30)		620±122	173±30	1274±251	38.7±4.6	2,493±627	59±5
Non—Train Group	Before	536±168	137±14*	568±179*	15.5±4.8*	1,149±289*	114±46*
	1week	585±153†	146±13†	644±165†	17.7±5.0‡	1,301±331‡	114±47
	1month	635±151‡	152±17	650±165	19.4±5.1†	1,452±392†	113±47
	3month	623±209	147±19	653±194	18.6±5.7	1,267±493	109±36
Train Group	before	591±179	136±19*	612±193*	16.7±4.4*	1,201±346*	124±39*
	1week	689±223‡	157±17†	663±205†	18.8±5.0‡	1,445±443‡	120±28
	1month	733±217‡	153±17	726±130†	22.7±5.1‡	1,603±446†	80±13‡σ
	3month	812±209‡σ	158±10	755±167 σ	25.6±6.2‡σ	1,763±443†σ	76±8†‖

* < .01 vs control, † P<.05 and ‡ P <.01 vs previous last data in same group. σP<.05 and ‖ P<.01 vs non—tatining group. T1/2 Vo2 = half—recovery time of peak oxygen consumption

(특히, 좌심실 박출량 장애, 대상부전 심부전증, 치료 중인 심각한 부정맥 등)이 없어야 하고, 3METs 이상의 운동 능력을 갖고 있어야 한다. 악성적인 심실의 부정맥은 심부전증 환자의 급사에서 가장 일반적인 요인이므로 임상적으로 악화되면서 나타나는 증후나 증상(예를 들면, 피로의 증가, 호흡곤란, 운동시 협심 증상, 부종, 갑작스러운 체중 증가, 또는 심각한 부정맥 등)이 더 나빠지는지 감시 하에 주의하여야 한다. 이러한 경우에는 지속적인 심전도와 혈압의 모니터링이 도움이 될 수 있다.

운동 강도는 약 최대산소섭취량의 40~75%로, 일주일에 3~7일, 운동당 20~40분에 해당하는 범위에서 증상이 없는 운동을 시행하고, 트레드밀이나 자전거 에르고미터 검사를 통한 평가를 기본으로 해야 한다(34). 준비운동과 정리운동 시간은 각각 최소한 10~15분 정도로 길어야 하며, 환자가 등척성 운동은 피하도록 지시해야 한다. 1~2분 휴식으로 나누어 2~6분의 간격을 둔 운동을 포함하여 초기의 운동 훈련은 짧아야 하며(10~20분), 환자의 지구력 향상 정도에 따라서 점진적으로 길어야 한다. 한편, 전통적인 심장재활의 운동요법인 지속적인 운동방법과는 다른 방법인 인터벌 모드를 이용한 Meyer 등(35)의 연구에서는 각기 다른 부하의 인터벌 트레이닝을 울혈성 심질환자에게 실시한 결과 지속적인 운동과 비교하였을 때 각각의 인터벌 트레이닝 모드가 작업량을 증가시키고 심장의 스트레스(rate—pressure product)를 감소시킨다는 것을 밝혀냈다. 이 연구는 같은 강도의 지속적인 운동을 수행했을 때에는 결코 얻을 수 없는 자극을 실현시킨 개가를 올렸다. 이러한 결과는 앞으로의 운동처방에 있어 또 다른 운동프로그램의 변화에 대한 가능성을 시사하는 것이다.

3. 승모판협착(Mitral Stenosis)

승모판 협착을 가진 환자들은 중추 혈역학의 이상, 골

격근 혈류의 감소, 골격근 위축, 골격근의 대사 장애, 호흡곤란 및 피로 등에 의해 운동능력이 감소된다. 그러나 이런 환자군에서 운동능력에 영향을 미치는 인자들에 대해서는 아직도 많은 부분이 밝혀지지 않았다. 또한 PMV 시술 후에 혈역학적인 호전에 의한 운동능력의 향상을 보고한 몇몇의 연구에도 불구하고 증상의 호전을 느끼지 못하는 환자들을 볼 수 있다. 대부분의 경우 심박출량과 폐동맥압은 판성형술 후에 향상(36, 37)되며 3개월 후에는 운동능력(38) 또한 향상되는 경향을 보이게 된다.

한편, 판성형술 후의 트레이닝의 효과는 최대 VO_2, 최대작업량, 무산소성 역치점에서의 VO_2을 증가시킨다는 Douard 등의(39) 연구를 제외하고는 아직 체계적인 연구가 미비한 실정이다.

울산의대 심장재활팀에서는 이러한 환자들을 대상으로 운동능력을 평가하는 생리적 기초의 하나인 회복역학에 대해 연구를 실시했다(40). 성공적인 PMV 후 1주일간의 conditioning 기간을 거친후 최고산소섭취량(VO_{2peak}/kg)의 50%에 해당하는 심박수를 기준 강도로 주당 3 5일, 20분의 자전거 운동을 실시한 운동군과 통제군을 대상으로 1주일, 1개월 그리고 3개월 후의 운동능력과 회복시간의 변화를 비교하였다. 그 결과는 표 6에 제시되어 있다. 이 연구에서는 혈역학적인 호전이 있은 후 최대산소섭취량은 조기에 호전되지만 회복역학은 변화하지 않고 규칙적인 운동 치료가 병행되어야만 호전되는 경향을 보임을 보고하고 있다.

4. 심장이식 환자의 운동처방

심장이식 환자의 운동처방으로는 발관(extubation) 후에 바로 시작한다. 그러나 합병증이 발생한 경우에는 가벼운 수동적인 운동만을 실시한다(41). 수술 후 처음 몇 일 동안은 서있거나 짧은 거리를 도움을 받아 걸어가는 운동을 실시한다. 심장이식 환자를 위한 운동 처방은 매 3분마다 1~2MET씩 증가하는 "단계적" 프로토콜을 사용하여 피로를 테스트한 결과물을 기초로 해야 한다. 환자가 걷는 운동을 견디어 낼 수 있으면 고정식자전거를 이용한 운동부하검사로 운동능력을 평가해 보아야 한다. 처방된 강도는 최고산소섭취량의 50~75%, 자각인지도(6~20 척도에서 11~15), 그리고 환기 역치와 호흡 곤란 척도를 고려해야 한다(42, 43). 심장이식 환자에게서 가슴 통증을 타나내는 격리된 사례가 보고되어 있기는 하지만, 보통 부분적이거나 전체적으로 탈신경이 되어 있기 때문에 협심증의 증상은 나타나지 않는다.

퇴원 후 환자는 재활팀의 관찰 하에서 걷는 양을 증가시켜야 한다. 운동중 반드시 주의를 기울여야 하는데, 특히 초기에 하체의 부종이나 기좌호흡(orthopnea) 등의 거부반응에 주의해야 한다. 운동은 유산소성 운동으로 신경이 제거된 심장이 스탈링 힘(starling force)을 경유하는 대사적 요구에 반응할 수 있도록 60분 정도 지속한다. 주당 4 6회를 기준으로 하며 운동의 강도는 Borg Scale을 이용한다.

결 론

심장재활 프로그램은 전통적으로 시간적, 기능적 상태에 따른 시기에 의해 구분되었다. 1기(Phase I)는 입원환자의 치료기간이며 환자가 퇴원 후에 필요로 하는 신체적인 능력을 확보하기 위해 환자를 컨디션닝(conditioning)하는 시기이다. 이는 대부분의 일상생활이 3 4METs 이하이기 때문에 이러한 기본적인 활동을 퇴원 후 가능하게 한다. 그러나 휴식기간이 너무 짧게 되면 입원환자가 운

동을 하는 데 적합한 타이밍에 좋지 않은 영향을 받을 수 있다. 특히 이는 수술 후 통증에 의해 부가적인 제한을 받는 우회술(bypass) 환자의 경우에 그러하다. 이 시기는 운동시 자가 모니터(self-monitoring)에 요구되는 기술을 배우는 데 적합한 시기는 아니다. 따라서 1기(Phase I) 프로그램은 위험과 환자의 요구에 대한 평가 및 퇴원 후 적합한 운동에 참여할 수 있도록 동기화시키는 데 초점을 두어야 한다. 이 시기의 운동은 ROM 확보를 위한 가장 약한 강도의 운동 및 가벼운 걷기 등이 포함되며 간헐적인 방법으로 전체 운동시간이 20분 정도 될 수 있도록 구성한다.

2기(PhaseII)프로그램은 심전도와 감독관 하에서 이루어지며 심폐 능력, 근력, 지구성과 유연성을 향상시키고 운동중 나타나는 심전도의 변화를 주시하는 시기이다. 이 때 적합한 운동기술을 교육하며 장기간의 운동에 참여할 수 있는 지침을 제공한다. 운동은 준비운동, 본운동, 정리운동으로 나뉘어 실시되며 스트레칭 운동과 자전거, 트레드밀 등을 이용한 유산소성 운동을 주당 3 5회, 15 20분 정도 실시한다. 가벼운 웨이트 트레이닝이 가미된 프로그램을 제시하는 것도 고려할 수 있다. 운동의 강도를 설정할 때 보그스케일(Borg sclae)을 이용하는 것이 효과적이고 첫 2 3주 동안 점진적으로 운동시간을 증가시켜 중증도의 강도로 40분 정도를 지속하게 한다. 감독관하에서만 실시되는 3기(PhaseIII)는 자가운동(Home exercise)으로 걷기, 고정식 자전거, 체조(calisthenics)를 이용한 운동을 이용하며 조깅이나 경쟁적 스포츠에는 참여하지 않아야 한다. 운동부하검사를 통해 최대운동능력에 60 70% 정도의 강도로 주당 최소한 3회 이상 운동을 하며 이 수준은 흉통 등의 증세가 나타는 수준 이하여야 한다. 4기(PhaseIV)에서는 이러한 운동을 지속적으로 실시한다.

참 고 문 헌

1. Levin SA, Lown B. The 'chair treatment' of acute coronary thrombosis. Trans Assoc Am Physicians 1951; 64: 316 - 26
2. Chapman CB, Fraser RS. Studies on the effect of exercise on cardiovascular response to exercise on cardiovascular function. III. Cardiovascular response to exercise in pateint with healded myocardial infarction. Circulation 1954; 9: 347 - 51
3. American College of Sports Medicine. Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription. Philadelphia: Lea & Febiger, 1975
4. American Heart Association. The Exercise Standards Book. Dallas, American Heart Association, 1979
5. AACVPR. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs. Human Kintics, 1999
6. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 7th ed. LWW 2005; 174 - 204
7. DeBusk RF, Haskell WL, Miller NH, Berra K, Taylor CB, Lew H, et al. Medically directed at-home rehabilitation after uncomplicated acute myocardial infarction: a new model for patient care. Am J Cardiol 1985; 55: 251 - 7
8. Fletcher BJ, Dunbar SB, Felner JM, Jensen BE, Almon L, Fletcher GF, et al. Exercise testing and training in physically disabled men with clinical evidence of coronary artery disease. Am J Cardiol 1994; 73: 170 - 4
9. Hedback B, Perk J, Engvall J. Pedictive factors for return to work after coronary artery bypass grafting: the role of cardiac rehabilitation. Int J Rehabil Med 1990; 22: 15 - 20
10. Raineri A, Assennato P, Candela B, Messina L. Short- and long-term results of early rehabilitation after myocardial infarction: physical fitness, hemodynamic assessments and psychological aspects. Cardiology 1982; 69: 231 - 41
11. Tran ZV, Weltman A. Differential effects of exercise on serum lipid and lipoprotein levels seen with changes in body weight: A meta-analysis. JAMA 1985; 254: 919 - 24
12. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescrip-

tion, 7th ed. LWW 2005; 188

13. Van Camp SP, Peterson RA. Cardiovascular complication of outpatient cardiac rehabilitation pregrams. JAMA 1986; 256: 1160 - 3
14. Hossack KF, Hartwig R. Cardiac arrest associated with supervised cardiac rehabilitation. J Cardiac Rehabil 1982; 2: 402 - 8
15. Jugdutt BI, Michorowski BL, Kappagoda CT. Exercise training after anterior Q wave myocardial infarction: importance of regional left ventricular function and topography. J Am Coll Cardiol 1988; 12: 362 - 72
16. Rowe MH, Jelinek MV, Liddell N, Hugens M. Effect of rapid mobilization on ejection fractions and ventricular volume after acute myocardial infarction. Am J Cardiol 1989; 63: 1037 - 41
17. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003
18. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 7th ed. LWW 2005; 22 - 7
19. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 7th ed. LWW 2005; 178 - 80
20. Pollack ML, Franklin BA, Balady GJ. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety and prescription. Circulation 2000; 101: 828 - 33
21. Hickson RC, Rosenkoetter MA, Brown MM. Strength training effects on aerobic power and short –term endurance. Med Sci Sports Exerc 1980; 12: 336 - 9
22. McCartney N, McKelvie R, Haslam D, Jones N. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. Am J Cardiology 67: 939 - 945.
23. Franklin B, Bonzheim K, Gordon S, Timmis G. Resistence training in cardiac rehabilitation. J Cardiopulmonary Rehabil 1991; 11: 99 - 107
24. Verril D, Ribisl P. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation. An update. Sports Med 2001; 5: 347 - 385
25. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003
26. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 7th ed. LWW 2005; 190
27. Schuler G, Hambrecht R, Schlierf G, et al. Regular physical exercise and low—fat diet. Effects om Progression of coronary artery disease. Circulation 1987; 76: V140 - 5
28. Gitkin A, Ganulette M, Friedman D. Angina and silent is chemia. In: Durstine JL., Moore GE, eds. American College of Sports Medicine's Exercise Management for Persons with Chronic Disease and Disabilities. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics 2003; 64 - 9
29. Hoberg E, Schuler G, Kunze B, et al. Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress. Am J Cardiol 1990; 65: 583 - 9
30. Lee AP, Ice RG, Blessey RL, et al. Long –term effects of physical training on coronary patients with impaired ventricular function. Circulation 1979; 60: 1519 - 26
31. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction: hemodynamic and metabolic effects. Circulation 1988; 78: 506 - 15
32. Coats AJS, Adamopoulos S, Meyer TE, et al. Effects of exercise training in chronic heart failure. Lancet 1990; 263: 3029 - 42
33. Coats AJS, Adamopoulos S, Radaelli A, et al. Controlled trial of physical training in chronic heart failure: exercise performance, hemodynamics, ventilation and autonomic function. Circulation 1992; 85: 2119 - 31
34. Myers JN, Brubaker PH. Chronic heart failure. In: Durstin JL, Moore GE, eds. American College of Sports Medicine's Exercise Management for Persons with Chronic Disease and Disabilities, 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics, 2003: 64 - 9

35. Meyer K, Samek L, Schwaibold M, Westbrook S, Hajric R, Lehmann M, et al. Physical responses to different modes of interval exercise in patients with chronic heart failure—application to exercise training. Er Heart J 1996; 17: 1040 - 7
36. McKay CR, Kawanishi DT, Kotlewski A, et al. Improvement in exercise capacity and exercise hemodynamics 3 month after double—ballon, catheter ballon valvuoplasty treatment of patients with symptomatic mitral stenosis. Circulation 1988; 77: 1013 - 21
37. Kasalicky J, Hurych J, Widmsky J, Dejdar R, Metys R, Stanek V. Left heart hemodynamics at rest during exercise hemodynamics in patients with mitral stenosis. Br Heart J 1968; 30: 188 - 95
38. Stefandes C, Stratos C, Pitsavos C, et al. Retrograde nontranseptal ballon mitral valvuloplasty: immediate results and long—term follow—up. Circulation 1992; 85: 1760 - 7
39. Douard H, Chevalier L, Labbe L, Choussat A, Brouster JP. Physical training improves exercise capacity in patients with mitral stenosis after ballonvalvuloplasty. Er Heart J 1997; 18; 3: 464 - 9
40. Lim HY, Jin YS, Lee CW, Park SW, Kim JJ, Song JK, et al. Kinetics of recovery oxygen consumption after maximal graded exercise in patients with mitral stenosis: Effects of percutaneous ballon mitral valvuoplasty and exercise training. In press.
41. Squires RW. Cardiac rehabilitation issues for heart transplantation patients. J Cardiopulmonary Rehabilitation 1990; 10: 159 - 68
42. Keteyian S, Ehrman M, Fedel F, Rhoads K. Heart rate –perceived exertion relationship during exercise in orthotopic heart transplantation patients. J Cardiopulmonary Rehabilitation 1990; 10: 287 - 93
43. Kappagoda CT, Haennel RG, Serrano—fiz S, Davies DH, English TA. The hemodynamic responses to upright exercise after orthotopic cardiac transplant. Arch Phy Med Rehabil 1993; 74: 484 - 9

Peer Reviewer Commentary

박 종 훈 (울산의대 내과)

본 논문은 심장 질환 환자에게 꼭 필요한 심장재활 프로그램 중 운동요법의 기초적 이론 뿐만 아니라 임상적 적용에 이르는 폭넓은 주제를 잘 정리하여 기술하고 있다. 특히 심장이식 환자와 승모판막 협착 환자에 대한 운동처방은 국내에서 가장 폭넓은 경험을 토대로 한 발표이며, 심장수술 후 입원환자 프로그램과 외래환자 프로그램 역시 폭넓은 임상경험을 바탕으로 한 기술로, 심장내과 의사 및 흉부외과 의사가 필독해야 할 사항들이다. 저항성 운동의 지침은 발전하고 있는 분야로 임상에서 적용할 때 한편으로 치우치지 않는 운용의 묘가 필요한 부문이다. 본 논문은 심장재활의 최일선에서의 폭넓은 경험과 기초에서 임상에 이르기까지의 다양한 논문을 훌륭히 review한 교과서같은 논문으로 생각된다.