

IX. 심장병 운동부하 검사 (Graded Exercise Test)

운동부하 검사관 트레드밀이나 자전거 에르고미터 등을 이용하여 운동이라는 정중적 병마의 스트레스를 줌으로써 운동능력을 평가하고, 안정 시에 잠재하고 있던 질병을 발견하고 평가하는 검사이다.



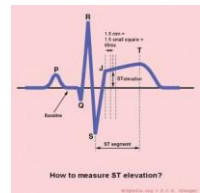
검사에는 약 30분 정도가 소요되며, 호흡가스 마스크를 착용하고 15-20분 정도 걷거나 뛰는 상태로 심전도와 혈압을 검사하며 진행된다.

관상동맥질환을 가진 환자들에게서 운동부하검사를 시행하는 것은 심폐지구력을 측정하고 어느 정도의 운동강도에서 심근허혈이나 좌심실기능장애, 부정맥, 전도장애(전기자극의 모음이 차단된 경우)가 일어나는지 알아내기 위해 시행하며, 검사의 결과는 질병의 중증도와 기능상태를 측정하고, 적절한 치료의 결정과 예후를 추정하는데 이용한다.



운동부하검사의 필요성

- ① 예방의학적 기능 : 증상이 없는 건강한 사람과 위험인자를 분석하기 위해, 관상동맥질환의 약화나 재발방지를 위한 평가
- ② 관상동맥질환의 증상유무 진단 : 관상동맥질환의 발견이나 진단을 내리는데 이용되어 왔으며, 현재는 심장기능평가.
- ③ 관상동맥질환의 약화 정도 진단 : 운동능력, ST분절 변화, 혈압반응, ST분절의 크기와 형태는 어떤 증상과 약화를 예측.
- ④ 부정맥의 진단 : 운동에 의해 부정맥이 나타나는 시기 혹은 종료되는 것을 발견함으로써 진단의 확실성을 높일 수 있다.



6

- 0 : 정상인 운동 때만 호흡곤란 발생
- 1 : 빨리 걷거나 언덕을 오를 때에 호흡곤란 발생
- 2 : 호흡곤란 때문에 운동 능력 고에 비해 느리거나, 같은 속도로 걸으면 중간에 멈춰야 함
- 3 : 100야드 또는 몇 분을 걸으면 호흡곤란으로 인해 멈춰야 함
- 4 : 호흡곤란으로 집 밖을 나갈 수 없거나, 옷을 입고 벗을 때 호흡곤란 발생

호흡곤란 지수(dyspnea scale)

2) 검사 동원서

• 체력검사와 운동프로그램을 수행하기 전에 각 참가자가 동원서에 서명을 해야만 한다.
이 양식은 각 체력검사와 목적과 형태, 검사에 참여되어 있는 위험성, 검사로부터 예상되는 유용성 등을 설명한다.

3) 응급장비 및 약물

• 응급장비와 응급상황 시 필요한 약물은 항상 중요하다.

• 응급상황 발생 원인은 다음과 같다.

- ① 발목 염좌 ② 협심증 ③ 심근경색증 ④ 당뇨병과 연관된 저혈당 쇼크 ⑤ 호흡정지
지사와 응급처치 ⑥ 쇼크

4) 의학적 병력 및 screening

• 의학적 병력 및 screening의 목적은 검사와 모니터링과 형태를 결정하기 위한 위험분류를 위한 것이다. 또한 검사와 금기사항이 있는지 알아보는 것도 필요하다.

9

10

운동부하 검사 참여를 위한 ACSM 지침					
	외관상 건강	위험이 증가된 사람	질병 있는 사람		
	나이만음	나이적음	중상일음	중상일음	
A. 의학 검사와 임상적 운동 검사가 아래와 운동을 시작하기 전에 권장된다.					
중풍도 운동($40\sim 60\%VO_{2max}$)	NO	NO	NO	YES	YES
약박맥 운동($> 60\%VO_{2max}$)	NO	YES	YES	YES	YES
B. 운동부하 검사 중 의사와 감독					
최대야 운동부하 검사	NO	NO	NO	YES	YES
최대 운동부하 검사	NO	YES	YES	YES	YES

미국 대학 스포츠의학회(American College of Sports Medicine; ACSM)

11

최대 운동부하 검사

• 최대 운동부하 검사는 피검자가 최대로 능력을 발휘하도록 하는 검사방법이다.

• 최대 운동부하 검사는 단계별로 약 2-3분을 유지하고, 각 운동단계에서 안정 상태(steady state, 생리학적 안정과 일정한 유지)를 유지하도록 하면서 각 운동단계를 점진적으로 높여가는 방법으로 하여 최대산소섭취량을 측정할 수 있다.

최대야 운동부하 검사

• 최대야 운동부하 검사는 피검자가 최대검사를 통해 얻을 수 있는 이득보다 위험성이 더 클 경우에 사용될 수 있다.

• 최대야 운동부하 검사는 피검자의 능력이 최대에 도달하기 전에 검사를 종료하기 때문에 상대적으로 안전할 수 있는 반면에 최대산소섭취량 산출 추정치 등의 방법으로 최대산소섭취량을 추정하기 때문에 최대 운동부하 검사 보다 정확성이 떨어지는 단점이 있다.

12

5) 적절한 음식섭취 및 약물복용과 검사복합 등 확인

- 음식과 음료 및 약물복용여부를 확인한다.
- 검사에 적절한 편안하고 열람한 외복을 입었는지, 그리고 적절한 신발을 신었는지 확인

b) 운동검사장비와 선택

- 일반적으로 운동복합 검사에 가장 많이 이용되는 장치는 트레드밀, 자전거 에르고미터, 스텝 테스트, 양 에르고미터가 있다.
- 트레드밀은 주로 근미지역에서, 자전거 에르고미터는 유람지역에서 널리 이용되고 있고, 스텝 테스트는 비운동적 몸과 장소와 그에를 받지 않고서도 가능하고, 양 에르고미터는 하지 장애했나 특수한 상황 시에 효과적이다.
- 특정기구를 선택하여 검사를 할 때는 먼저 해당한 프로토콜과 선택이 필요하며, 이는 검사와 목적과 대상에 일치되어야 하고, 최대 또는 최대마 검사, 단일 단계인지 다단계인지, 지속적인 방법인지 간헐적인 방법인지 그리고 단계별 지속시간 정도 등을 고려하여 결정하여야 한다.

7) 프로토콜의 선정

① 트레드밀 프로토콜

- Bruce protocol
- Modified Bruce protocol
- Naughton protocol
- Ramp protocol (경도와 지속적 증가, B5U/Bruce ramp protocol)

② 자전거 프로토콜

- Astrand protocol
- McArdle protocol
- Ramp protocol
- YMCA cycle protocol

13

14

운동복합 검사 프로토콜

- 심근경색 후 초기환자에서는 Balke와 Naughton 트레드밀 프로토콜이 가장 적절하며, Bruce와 Ellestad 프로토콜은 초기환자가 크고 증가량이 크기 때문에 시간이 덜 걸린다.
- 사이클 에르고미터는 간편하고 체중에 관계없이 할 수 있으며, 상체가 안정되어 있어서 정확한 대사량을 측정할 수 있는 장점이 있다. 그렇지만 대퇴골이 초기에 피로해질 수 있는 단점이 있다. 매 1-2분마다 17 watt씩 증가시켜서 최대 또는 목표심박수에 도달할 때까지 시행한다.



15

- 운동복합 검사로 가장 많이 쓰이는 방법은 트레드밀 검사이며, 검사과정 프로토콜은 여러 가지가 개발되어 사용되고 있다.

- Bruce protocol은 가장 많이 쓰이는 방법 중 하나이다. 이는 매 3분마다 속도와 경사도를 바꿀 때에 조금씩 늘린다. Stage 별 운동강도 증가속도가 2-3 METs에 해당되기 때문이다. 따라서 Bruce protocol은 심장 환자에게 적절하지 못하다.

- Balke-Naughton 트레드밀 프로토콜은 속도를 2.0-3.3 mph로 맞추고 경사도를 2-3분마다 2-3%씩 올리는 방법이다.

- Modified Balke type protocol은 운동능력이 부족한 심장환자에게 적절하다. 운동분야 증가가 완만하기 때문이다.

- 이외에도 Ellestad, Astrand protocol 등이 있다.

16

자전거 검사(mechanically braked cycle ergometer)

- 트레드밀 운동검사를 마개 구간만 경우 즉 정영과과적인 문제가 없거나 보행할 때 균형잡기를 못하는 사람인 경우에는 자전거 검사가 적절하다.
- 자전거 검사는 운동강도를 조절하기 쉽고, 운동 도중 신체응답에 따른 심전도나 열량변화가 적으며 상대적으로 저렴하다는 장점이 있다.
- 자전거에 익숙하지 않은 사람은 극소적인 근육피로가 빨리 오기 때문에 운동능력이 저평가될 수 있다는 단점이 있다.
- Astrand-Ryhmig cycle ergometer test는 6분간 지속되는 단일 단계검사이다. 연구자들은 최대산소섭취량의 50%로 자전거운동할 때 평균 분당 심박수는 남자 128회, 여자 138회임을 밝혔다. 따라서 138회 맥박수로 운동할 여성의 당시 산소섭취량이 1.5 L/min 이었다면, 최대산소섭취량은 3.0이 된다. 자전거 부하량, 5분과 6분 시점에서 심박수의 평균을 modified Astrand-Ryhmig nomogram에 적용하여 최대산소섭취량을 오차할 수 있다.
- 운동 부하량을 증가시키면서 대상자의 반응에 따라 부하량을 조절하는 검사방법도 있는데 YMCA 검사가 대표적이다.

17

- 어떤 검사방법을 쓰던 간에 운동시 심박수를 심전도에서 결정할 수 있고, 운동부하와 산소소비량이 증가함에 따라 비례하여 심박수가 증가한다.
- 심박수 증가가 둔화되거나 증가하지 않으면 어혈성 심질환을 가리킨다.
- 최대열량도 운동부하가 증가함에 따라 증가하는데 열량증가가 둔화되면 좌심실기능부전을 가리킨다.
- 심박수와 수축기 혈압의 곱인 double product가 심근 산소요구량에 비례하여 증가하는데 이것으로 혈류량 약계를 알아낼 수 있다.
- ST파의 마름이 1mm 이상 되면 심근허혈을 뜻한다.
- 도출되지만 ST파가 1mm 이상 올라가면 심근이상 운동증(myocardial dyskinesia) 또는 무운동증(akinesia)을 가리킨다. ST파 마름의 어혈성 심질환에 대한 민감도는 70%, 특이도는 90%이다.

18

	운동부하 검사와 일반적인 원칙
1.	통상적으로 트레드밀이나 고정식 자전거 에르고미터를 이용하여 점진적 운동부하검사를 실시한다. 사용하기 전에 모든 장비의 calibration이 이루어져야 한다.
2.	2-3분 동안 가벼운 운동으로 GXT(운동부하검사, Graded Exercise Test)를 시작함으로써 피검자가 장비에 적응시키며 GXT의 첫 번째 단계를 실시한다.
3.	최초의 운동 강도는 예상되는 최대 능력보다 훨씬 낮아야 한다.
4.	운동강도는 검사와 전체 단계에 걸쳐 점진적으로 증가되어야 한다. 운동량 증가는 긴장하게 보이는 사람의 경우 2METs 또는 그 이상 될 수 있으며, 질병이 없는 순자의 경우 적게는 0.5METs가 될 수 있다.
5.	검사가 끝이 시 되어야 하는 의료적 상태나 운동부하검사를 중단해야 한다는 것을 알시거나 정오를 면밀히 살펴 본다. 만약 모든 검사와 필요성에 대해 조급하다 의상이 있다면 검사를 실시하지 않아야 한다.

19

b.	GXT의 각 단계동안 심박 수를 최소한 2회 측정해야 하며, 매 분마다 측정하는 것보다 바람직하다. 심박수는 1분이 거의 다 될 때마다 측정한다.
7.	GXT 단계의 후반부에서 RPE와 BP를 측정한다.
8.	피검자의 표정과 증상을 계속해서 관찰한다.
q.	최대 GXT의 경우 검사개요안이 병도와 운동종료시점을 명시하지 않았을 때 여유심박수(HRR)의 70% 또는 최대심박수(Hrmax)의 85%가 되면 검사를 종료한다. 만약 피검자가 원할 때도 종료한다.
10.	검사는 최소한 4분 또는 HR와 BP의 비정상적인 반응이 보이면, 그 이상을 정려운동(cool down) 시간을 포함해야 한다. 운동성 회복의 경우 첫 번째 단계보다 높으면 안 된다.
11.	사용된 트레드밀 또는 에르고미터와 프로토콜에 의거하여 운동능력을 METs로 측정한다. 만약 GXT동안 산소섭취량을 측정한다면 직접적으로 평가한다.
12.	검사장소는 조용하고 비경계적이어야 한다. 가 능하다면 실내 온도는 21-23°C, 습도는 60%, 또는 그보다 낮아야 한다.

20

운동부하 검사과정

1) 운동부하 검사와 관련된 모니터링 항목과 관계

측정 변인	검사 시작 전	운동검사 중	검사 종료 후
ECG (심전도)	지속적으로 관찰하며, 노은 자세와 운동자세에서의 심전도 기록, 매 2분마다 마지막 15초 측정, 이후 2 15초 측정(ramp protocol) 분마다 마지막 15초 측정	지속적으로 관찰하며, 매 분의 자세와 운동자세에서 측정 마지막 5초 동안 기록	지속적으로 관찰하며, 매 분 마지막 5초 동안 기록
HR(심박수)	지속적으로 관찰하며, 노은 자세와 운동자세에서 측정 마지막 5초 동안 기록	지속적으로 관찰하며, 매 분의 자세와 운동자세에서 측정 마지막 5초 동안 기록	지속적으로 관찰하며, 매 분 마지막 5초 동안 기록
BP(혈압)	노은 자세와 운동자세에서 측정	각 단계의 마지막 45초간 측정	운동 종료 측정하고 매 2분마다 측정
Sign & Symptom RPE (운동자각도)	지속적으로 모니터링하면서 관찰되는 대로	지속적으로 모니터링하면서 관찰되는 대로	지속적으로 모니터링하면서 관찰되는 대로
Gas Exchange	적당량 조작상태를 확인하고 외한 기공상태(baseline) 확인	지속적으로 측정	외복 시에는 필요치 않음

21

2) 검사중단 및 종료

	관찰한 상황에서 운동검사 중단의 일반적인 경우
1.	현상증 또는 현상증 같은 증상이 나타날 때
2.	수축기 혈압이 유의하게 감소하거나(20mmHg) 운동강도가 증가하더라도 수축기 혈압이 상승하지 않을 때
3.	혈압의 과도한 상승: 수축기 혈압(SBP) > 260mmHg, 이완기 혈압(DBP) > 115mmHg인 경우
4.	혈액순환 저하 증상: 현기증, 착란, 운동실조, 구역질 또는 차갑고 끈적끈적한 피부
5.	운동 강도가 증가하더라도 심박수와 증가가 나타나지 않을 경우
6.	심장박동 리듬의 두드러진 변화
7.	검사 대상자가 운동중단을 요구할 경우
8.	객실안 피로를 보여주는 신체적 또는 언어적 표현
9.	검사 장비가 제대로 작동하지 않을 때

22

운동부하 검사와 정태적, 상대적 중단 요건(ACSM, 2000)	
<정태적 경우>	
1.	다른 현상증 증상과 함께 운동량과 증가에도 불구하고 수축기 혈압(SBP)이 10mmHg이상 안정 시 보다 떨어질 때
2.	중간 정도에서 심한 정도의 현상증상
3.	운동실조(ataxia), 어지러움 또는 혼절(syncope) 등과 같은 신경계 증상의 증가
4.	통지 않은 구혈(perfusion) 증상
5.	ECG나 수축기혈압(SBP) 모니터링의 기술적인 어려움
6.	피열자의 요구 시
7.	지속적인 심실의 박맥(ventricular tachycardia)
8.	절단적인 Q파 없이 리드에서의 1mm 이상과 ST분절 마평
<상대적 경우>	
1.	어혈성 증상 없이 운동량과 증가에도 불구하고 SBP가 10mmHg이상 안정시보다 떨어질 때
2.	과도한 ST저하(>2mm horizontal or downsloping 저하)와 측백한 ST 또는 QR S변화
3.	multifocal PVC, 상심실성 박맥, 심장과 차단, triplet PVC(심실제외수축), 서맥성 부정맥(bradyarrhythmia) 등을 포함한 지속적인 심실박맥 이상과 부정맥
4.	피로, 빠른 호흡, 숨을 쉴 수 없는 것, 다리의 경련, 또는 파행(claudication)
5.	상심실성(VT)과 구별할 수 없는 각 차단(bundle branch block: BBB) 또는 심실판 선도 지연
6.	각 수축도와 증가
7.	고혈압 반응

23

검사 후 회복기 과정

- 운동부하검사 직후의 관찰 변인은 운동부하검사 중의 연장선상에서 이루어지기 때문에 운동부하검사중의 관찰변인처럼 혈압, 심박수, 호흡가스 변인, 그리고 심전도 기록에 특히 유의해야 한다.
- 검사전후의 회복방법은 침대에 눕거나 의자에 앉아서 정적 휴식을 취하는 것보다 가벼운 걷기(30-40m/min)와 같은 동적 휴식이 효과적이다.
- 이 때 서있거나 앉아서 정적 휴식을 취하면 심전도 기록에 좋은 결과를 얻을 수 없을지 몰라도 정리운동과 같이 걷기운동을 하는 것이 저혈압의 위험성과 ST분절의 마평 복을 줄일 수 있다.

24

운동부하검사와 결과 해석

측정변인	기초	정상기준
pH	• 혈액의 산성도 또는 알칼리도를 나타내는 지수 • pH가 0.08이상 떨어질 때는 최대운동으로 판정 • 중탄산염(HCO ₃)은 혈액내외의 buffer system • AT이상과 운동에서 pH의 양상성을 유지한다. • HCO ₃ 의 증가는 대사성 산성도를 의미한다.	Rest 7.4 Max Ex. 7.35
HCO ₃		
HRmax(최대 심박수)	• 운동중 최대 심박수	Rest 70-100bpm Max 200-age
HR Reserve (여유심박수)	• $(1 - (HR_{max}/pred. HR_{max})) \times 100$ • 운동중 심박수 증가 폭과 관련이 있다	Max Ex. 100% SD(pred.HR) 10bpm
O ₂ pulse (산소맥박)	• (ml/beat; Rest to HRmax) • Fick principle: $HR \times SV = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$ there, $VO_2/HR = SV / (CaO_2 - CvO_2)$ • 위의 공식에서 등정맥 산소차는 최대운동의 50% 수준에서 이미 안정화되기 때문에, O ₂ pulse와 증가하는 SV에 의한 것이다. • VO ₂ 는 최대 운동에서 5배에서 15배까지 증가하고 HR은 2-3배 가량 증가한다.	Predicted O ₂ pulse: 5ml/bs - 7yrs 8ml/bs - 70yrs 17ml/bs - 30yrs

25

측정변인	기초	정상기준
BP(혈압)	• mmHg; Rest to HRmax • 고혈압 및 저혈압 진단 • 운동중지(20mmHg이상이거나 수축기 혈압(SBP)가 20mmHg 이상 감소할 때	Rest 70-100bpm Max 200-age
VO ₂ (ml/min) 산소섭취량	• $CO \times (\text{arterial-mixed venous } O_2 \text{ content})$ • 피검자의 산소이용능력을 평가 • AT 수준 이하에서는 3분 이내에 안정상태에 이르나, AT 수준 이상에서는 계속 증가하는 추세를 나타냄. • 동일 강도에서는 비만인 더 높은 산소소비량을 나타낸다. • VO ₂ 특성: - positive displacement(비만) - slope(유산소운동의 효율성) - linearity(AT 수준 이상 구간 이하)	Rest 0.3l/min Max
VCO ₂ 이산화탄소	• 대사과정의 부산물인 이산화탄소와 모기관 • 폐순환을 의미하며 세포순환을 의미하는 것은 Q (l·min ⁻¹) CO ₂ 일 • AT 수준을 결정하는데 이용된다.	
METS	• 3.5ml/kg/min - 1METS • 주로 운동능력을 평가하는데 이용	

26

측정변인	기초	정상기준
RER (무호기환율)	• VCO ₂ /VO ₂ • 경구로 통해 측정하며, 근육의 대사활동과 정신의 재가 에 의해 변화한다. 탄소와 물 대사; 1.0, 지방대사; 0.7	1.2를 초과하면 최대운동으로 판정하며, 일반적으로 1.5를 초 과하지는 않는다.
Functional Capacity	• 최대산소섭취량 / 예측최대산소섭취량	예측 값 >85%
Anaerobic Threshold	• 무산소역치(AT) 수준과 VO ₂ / 예측최대산소섭취량 • 운동강도 설정에 이용	VO ₂ max >40%
RR	• (bs/min; Rest to HRmax) • 높은 RR은 restrictive lung Dx.을 의심 • $(1 - (VEmax/pred VEmax)) \times 100$ • VO ₂ 가 비정상적일 때 진단기준으로 사용 • 큰 HR에서 작은 BR을 나타낸다면, lung-related limitation을 나타냄.	Rest 8회 Max Ex. 50회 20-50% of the 최대자발 성무호흡(MVV) >30% of minute ventila tion
VE(l/min) 분당환기량	• VE = VA + VD • VD; V/A와 dml mismatching에 의해 증가 • VA는 낮은 CO ₂ setpoint, 대사성 산성도, 저산소증 에 의해 PaCO ₂ 가 감소함에 따라 증가	Rest 6-8l/min MaxEx. 150l/min
VT(환기역치)	• 1회 호흡량	Rest 0.5l/min Max Ex. 3.0l/min
PaO ₂ (동맥혈 산소분압)	• Partial pressure of arterial oxygen	Rest: 3b-42mmHg

27

운동부하검사를 통해 검사하는 항목은 유산소 능력 즉 최대산소섭취량, 맥박, 맥박수 등 열역학적 변화, 임상증상과 증후(운동, 휴식 정도, 주관적 운동강도 <Borg's perceived-exertion ratings>), 심전도 변화, 무산소 역치 등이다.

- 무산소 역치(AT = anaerobic threshold)는 운동을 지속했을 때 무산소 대사가 발
생하는 시점 즉 정신이 쌓이거나(정신 역치) 이산화탄소 배출량이 많아지는
(ventilatory threshold) 시기이다.
- 유산소 운동능력이 좋은 사람일수록 무산소 역치는 높아진다.

• 심전도 반응에서 중요한 것은 ST파가 낮아지는 것이다.

- ST파상은 낮아진 채 유지(horizontal), 지속 하강(down sloping)이 0.1mV 이
상 80ms 이상 지속되는 것을 의미한다.
- 일반적으로 지속 하강이 낮아진 채 유지하는 것보다 심각하며 아급 정도, 시계, 지속
기간, 이상 소견 lead 수, 회복량 때까지 지속하는 것도 심각함을 반영한다.

28

운동부하 검사할 때에는 심전도 이외에 다음 항목들을 관찰해야 한다.

■ **우선 증상인데 특히 흉통이 중요하다.** 최대 운동부하에서 관상동맥질환자의 50%에서만 증상이 생기며, 흉통 정도와 질병 정도는 일치하지 않는다는 사실을 고려해야 한다. 그러나 4 MET 이하에서 증상이 생기면 심박약을 시사한다.

■ **도통이나 어지럼증은 심박출량이 부족함을 시사한다.** 환자 모습도 잘 살펴야 한다. 운동 중 체온저하, 식은 땀, 말초 청색증 등은 심박출량이 부족하여 열매순환이 부족하기 때문에 그 차적인 열과 수축이 발생한 것이다.

■ **심폐지구력이 좋은지도 살펴야 하는데, 10 METs는 건강한 운동하지 않은 중년남자의 평균 운동능력에 해당되며, 관상동맥질환자에서 13 METs 이상인 운동능력이 있다면 예후가 양호함을 시사한다. 5 METs 이하의 심폐지구력을 65세 이하 환자가 보았다면 예후가 좋지 않을 것임을 시사한다.**

■ **운동부하 검사에서 관찰 할 영역의 지표는 열량, 맥박, 주관적 운동강도 등이다.** 운동중가에 따라 열량은 증가해야 하는데, 만약에 감소한다면 심각한 관상동맥질환을 시사하며, 심실 세동 등 위험한 부정맥이 발생할 가능성이 높다. 수축기 열량이 20-30mmHg보다 낮게 증가한다면 대동맥출구협착(aortic outflow obstruction), 좌심실 기능부전 등을 의심해야 한다.

■ **맥박수도 정상적으로는 운동중 산소섭취량과 비례하여 증가한다.** 나이로 추정된 최대심박수 (220-나이)는 검사중단의 절대적인 기준이 아니다. 나이로 추정된 최대심박수의 85% 이하에만 도달한 검사는 최대하 검사(submaximal testing)로 간주해야 한다. 베타차단제, 디티아제프 계열의 칼슘차단제를 사용하거나 심방세동이 있을 때는 심박수가 기준에 달 수 없다.

■ **운동검사 절차를 보면 우선 3시간 금식과 금연을 해야 한다.** 대상자에게 검사와 절차와 위험성을 설명해야 한다. 일반적으로 검사에 의한 합병증은 10만분의 검사에서 8의 정도 발생한다. 차트에는 다음 내용들이 기록되어야 한다.

29

30

- 환자 인적 사항 : 이름, 성, 생, 연령, 체중, 신장
- 차트 번호
- 검사 일시
- 검사 이유/ 적응증
- 약물 여부, pacemaker 사용 여부
- Baseline 12 lead ECG, standing and hyperventilation(과호흡증후군)
- Ambient condition(환경 조건) : 기온, 습도, 바람
- Exercise protocol
- 검사 시간, 중단 이유
- METs(운동능력), VO2, Vco2, R, AT
- VE and AT
- 증상 종료
- 심박수, 열량, ST level (안정 시, 각 stage, peak exercise, 회복기)
- CAD pre and post-test probability
- Comments/ conclusion
- 환자 검사 동의서

운동부하 검사 차트

관상동맥질환을 가진 환자에서 안전하고 효과있게 운동부하검사 시 유의 사항

- ① 위험도가 높아서 검사를 시행해서는 안 되는 환자는 제외
- ② 제한된 능력을 추정하는데 적절한 프로토콜 선택
- ③ 질병의 기능적 중요성에 대한 정보를 제공하는 비정상 소견을 발견하기 위해 환자를 모니터
- ④ 더 이상 검사를 진행해서는 안 되는 금기사항을 아는 것 등이다.

그러나 무엇보다 중요한 것은 검사를 시행할 때 진찰사의 감독 아래 준비하고 검사를 시행해야 한다는 점이며 연구목적으로 검사를 해서는 안 된다는 점이다.

31

32

- 불안정형 협심증을 가진 환자에서는 운동부하검사가 금기이다.
- 운동부하검사와 지속시간도 예후를 알려주는 좋은 지표가 된다.
- 중요한 관상동맥질환이 없는 사람도 Bruce 프로토콜로 4단계까지 운동을 할 수 있다면, 8년 생존율이 93%이다. 반면 1단계만 끝낼 수 있었다면 8년 생존율이 45%이다.
- 운동으로 저혈압이 생기는 사람은 심한 관상동맥질환이 있을 확률이 80%이다.
- 운동능력이 떨어지고 협심증 증세가 일찍 나타나는 사람은 좌측 주요관상동맥이나 관상동맥 질환이 있을 가능성이 크다.
- 운동을 끝내야 하는 경우는 수축기 혈압이 떨어지거나, 협심증이 증가하거나, 관료장이나 부정맥이 생기거나, 환자가 검사를 끝내기를 원할 때 중단한다.
- 안정 시 심전도에 이상소견이 있을 경우에는 심호흡파 검사나 맥파 검사도 도움을 준다.
- 운동을 적절히 할 수 없는 경우에는 다른 방법을 쓰는데 도파타민이라는 약을 쓰면 심박수와 심근 수축력이 증가하여 심근의 산소소비량이 증가하게 된다. 대개 심호흡파 검사와 함께 시행하여 심전도와 심장근육 벽의 움직임도 함께 관찰하여 진단한다.

33

심장질환자의 운동부하 검사 금기	
절대적 금기	상대적 금기
1. 심근경색을 의심해 하는 최근의 안정 시 심전도 변화 또는 어혈기혈압 >120 mmHg	1. 안정 시 수축기혈압 >200 mmHg
2. 최근에 발생한 심근경색	2. 동통도 심장판막질환
3. 불안정형 협심증	3. 전맥경 장애(저혈류혈증, 저마그네슘혈증)
4. 심실 부정맥	4. 이소성 심실조기수축
5. 조절되지 않는 심방부정맥	5. 심실교
b. 3도 방실결속	b. 심근질환
7. 급성 유행성 심부전 8. 심한 대동맥연착	
9. 박리성 대동맥류 10. 심근염 또는 심외막염	
11. 정맥혈전증 12. 최근의 폐색전	
13. 급성 콩팥증 14. 심한 정서장애(정신증)	

34