

# 혈청 심장 표지자 검사

전남대학교 의과대학 임상병리학교실

서 순 팔

Serum Cardiac Markers

Soon Pal Suh, M.D., Ph.D.

Department of Clinical Pathology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

## I. 심장질환의 역학

관상동맥질환(coronary artery disease; CAD)은 현재 전세계에서 가장 중요한 사망의 원인이며, 그 빈도는 날로 증가하고 있다. 특히 인구의 고령화와 CAD에 대한 치료기술의 발전 등으로 만성심부전 역시 증가추세에 있으며, 고혈압, 특발성 확장성 심근병(idiopathic dilated cardiomyopathy) 등도 만성심부전의 주 원인이 다. CAD의 사망률은 지역적 차이가 있는데, 이는 French paradox에서와 같이 식생활 습관과 유전적 소인 등이 크게 관여된다(표 1).

표 1. 급성 심근 손상

허혈성 심근질환	: 급성 심근경색 수술전후 심근경색 불안정 협심증(미세 경색)
비 허혈성 심근질환	: 심근염 심장외상

심장질환 환자에서 심혈관 조영술이나 심장 초음파 검사를 시행하기 위해서는 우선적으로 민감도와 특이도가 높은 임상병리 검사를 고려함이 필요하며, 그 이유는 이들 검사의 임상적 가치가 매우 높기 때문이다.

## II. 급성 심근 손상

급성 심근 손상을 당한 환자는 응급실에서 조기에 정확하게 진단하여 신속히 치료하는 것이 중요한데, 저명한 흉부통증을 호소하는 환자 중에 10-15%만이 급성 심근 경색(acute myocardial infarction; AMI)이다. AMI의 조기진단에 이용되는 임상병리 검사는 민감도가 높아서 실제 환자들의 대부분은 적절한 혈전용해치료를 받게 되며, AMI가 아닌 환자에서는 특이도가 낮으므로 불필요한 혈전용해치료를 받는 경우는 드물다.

AMI에 대한 WHO의 진단기준은 (1) nitro유 도체에 반응하지 않는 흉통이 20분이상 지속되

거나, (2) 12 lead EKG에서 특징적 변화가 2 lead이상 존재하고, (3) 혈중 cardiac enzyme의 증가 등인데, 이들 3개중 2개만 만족하면 AMI로 진단할 수 있다. 흉통이 없는 'silent infarction'은 전체의 약 30%인데, 이는 당뇨병 환자, 노인 및 여성 등에서 많고, 대체적으로 5%는 응급실에서도 진단 받지 못하고 퇴원하고 있다. AMI 증상을 보이는 환자중에는 불안정 협심증인 경우도 있다.

### III. Creatine kinase(CK), CK-MB

CK는 CK-M (muscle)과 CK-B (brain)의 두 단위로 구성되며, CK-BB, CK-MB, CK-MM 등의 동위효소가 있다(표 2). 전체의 1-2%정도에서 macro-CK가 존재하며, CK-MB는 정상에서는 5%미만이나 병적상태에는 20%정도로 증가한다. CK는 근육이상 환자나 근육을 많이 쓰는 운동선수에서도 증가한다.

CK 검사의 적응증은 전형적인 MI양상의 EKG를 보인 환자, 혈전용해 치료의 관찰, 협심증 환자의 위험도 측정, 심근염, 심장과 근육질환의 감시, 종양 환자의 치료 감시 등이며,

CK-MB의 혈청 참고치는 <5U/L (25° C), <8U/L (30° C), 그리고 <12U/L (37° C) 등이다.

MI에서 CK와 CK-MB 활성도는 시간에 따라 변화하는데, 경색 후 4-10시간에 상승하기 시작하여 최고치는 24시간 후(치료 시에는 10시간 빨리 상승)에 도달하고, 36-72시간 후에는 정상치로 떨어진다. 이렇듯 CK는 AMI의 조기에 상승하고, 조기에 정상으로 환원되므로 후기의 진단수단으로는 적합하지 않다.

CK-MB는 근육에도 존재하므로 AMI에 대한 CK-MB의 특이도는 떨어지며, CK-MB/CK 비(ratio)를 이용하면 특이도가 다소 증가되나, 작은 심근 괴사의 경우 민감도는 낮아진다.

### IV. AMI의 새로운 표지자

전통적인 AST, CK, LD 및 이들의 동위효소는 AMI에서 민감도와 특이도가 비교적 낮는데, 특히 작은 non-q wave 경색이나 불안정협심증, 심근염, 신부전, 근육손상 시에 특히 심하다. AMI의 진단에서 특징은 큰 영역의 손상에서 혈중 표지자가 빨리 상승되고, 새로운 표지자들

표 2. CK 및 CK 동위효소의 조직 분포

Tissue	CK activity (U/g wet weight)	CK-MM (%)	CK-MB (%)	CK-BB (%)
Skeletal muscle	2500-3000			
fast ("white") fibers		97-99	1-3	
slow ("red") fibers		95	5	
Myocardium	500-700			<0.1
normal		95	5	
pathologically altered		70-80	20-30	
Brain	200-300			100
Gastrointestinal tract	120-150			100
Bladder	85			100
Uterus				
nonpregnant	165			100
pregnant	245		6	94
Placenta	250	19	1	80
Prostate gland	85			100
Lung	15	0-20		80-100

표 3. 심근경색 진단에 이용되는 검사 및 특징

Laboratory parameter	MM (kDa)	Biologic HL (h)	Increase (h)	Peak* (h)	Normalization (days)
AST (GOT)	93	20	6-12	18- 36	3- 4
LD-1 (HBD)	135	110	6-12	48-144	7-14
CK	86	17	3-12	12- 24	3- 4
CKMB activity	86	13	3-12	12- 24	2- 3
CKMB mass	86	13	2- 6	12- 24	3
Myoglobin	17.8	0.25	2- 6	6- 12	1
cTnl	22.5	2-4	3- 8	12- 24	7-10
cTnT	37	2-4	3- 8	12- 96	7-14
GPBB	188	4-6	1- 4	10- 20	1- 2
H-FABP	15	0.3	2- 5	6- 12	1

\* strongly dependent on the timing of reperfusion of the infarct-related blood vessel

Abbreviations : molecular mass (MM), kilodalton (kDa), half-life (HL), aspartate aminotransferase (AST), lactate dehydrogenase (LD), 2-hydroxybutyrate dehydrogenase (HBD), creatine kinase (CK), cardiac troponin I (cTnl), cardiac troponin T (cTnT), glycogen phosphorylase isoenzyme BB (GPBB), heart fatty acid binding protein (H-FABP)

표 4. 급성 관상동맥질환의 진단적 접근법

내원 후 시간	0	2	4	8	12	24
Myoglobin or CK-MB mass	X	X	X	X	(X)	-
Troponin I or Troponin T	X	(X)	X	X	X	X

X = 추천, (X) = 가능.

은 기존의 것보다 조기에 더욱 유용하다는 점이다(표 3~5).

임상화학검사를 이용한 CAD의 진단 목표는 (1) 흉통 발생 후 6시간 이내에 EKG변화 없이 진단하고, (2) 혈전용해치료를 받는 환자에서 재관류 또는 실패를 조기에 진단하며, (3) 모든 환자에서 감시하여 예후판정이나 reinfarction 여부를 조기에 진단하고, (4) 불안정 협심증 환자 중 고위험군을 파악하는 것 등이다.

#### 1. CK-MB protein concentration (CK-MB mass)

효소면역분석(EIA)에 의한 CK-MB mass 측정으로 AMI의 조기, 또는 작은 영역의 경색에서 진단 민감도가 더 높아졌다. CK-MB mass 검사의 적응증은 AMI 및 근육손상 환자의 조기 진단, 혈전용해치료의 monitoring, 불안정협심증 환자의 예후판정 등이며, EIA 등으로 측정하고, 참고치는 < 5-8  $\mu\text{g/L}$  이다.

표 5. 조기 AMI의 평균 진단 민감도

항 목	(통증발생 후 시간)		
	0-2	3-4	5-6
CK activity	15	35	70
CK-MB activity	10	25	55
CK-MB mass	30	70	90
CK-MM isoform ratio	25	60	85
CK-MB isoform ratio	25	60	90
Myoglobin	35	80	95
cTnl	25	60	80
cTnT	25	55	80

심근경색시 흉통 발생후 첫 6시간내에는 CK-MB보다 CK-MB mass가 더욱 민감도가 높으며, 특이도는 myoglobin보다 더 높다. 재관류가 성공하면, 24 $\mu\text{g/L/h}$  이상으로, 혹은 90분이내 4배 이상 증가한다. 협심증 환자중 CK-MB mass증가 소견은 좋지 않은 예후를 시사하고, 근육손상시 증가 할 수 있으며, 37°C에서 CK activity

측정시 <2.5%시에는 근육손상을 의심한다.

## 2. CK isoforms

AMI의 진단에서 CK-MB의 민감도를 높이기 위한 방법으로 CK-MB isoform 비(ratio)를 측정하는데, 여기에는 2개의 CK-MB (MB2, MB1)와 3개의 CK-MM (MM3, MM2, MM1)가 있다. 심근에 존재하는 형태는 MB2와 MM3이며, 만약 심근에 손상이 가해지면 MB2/MB1비가 변화된다. 임상적으로 MI의 조기진단과 혈전용해치료의 감시에 유용하며, high-voltage electrophoresis로 측정한다. 참고치는 MB2/MB1 <1.5 U/L, MM3/MM1 <0.7 U/L, 및 MB2 <2 U/L 등이다.

Myoglobin, MB ratio 및 MM ratio는 좁은 진단영역을 가지며, 12-24시간내에 정상치가 된다. 혈전용해치료 90후에 MM3/MM1 ratio 가 2 이상이면 성공적인 치료를 의미한다.

## 3. Myoglobin

혈중 myoglobin은 근육과 심근에서 기인하며, 요에서 검출되는 것은 주로 광범위한 근육손상에 의한다. MI의 조기진단에 매우 유용하며, 혈전용해치료의 성공여부를 파악할 수 있다.

임상적으로는 MI가 의심될 때 재경색의 조기진단과 AMI를 감별하고, 혈전용해치료의 감시, 체 근육질환의 경과 관찰, 다발성 손상과 rhabdomyolysis와 연관된 신부전의 감시, 그리고 스포츠의학에서 과도한 훈련의 감시 등에 유용하다. 측정법은 면역흡착법, 면역측정법 등이 있다. 검체는 혈청, 혈장 및 뇨 등이고, 참고치는 혈청 및 혈장 <70-110  $\mu\text{g/L}$ , 그리고 뇨 <17  $\mu\text{g/g creatinine}$  등이다.

임상적으로 AMI에서 통증발현 후 2-4시간 후부터 증가하기 시작하며, ECG변화가 없어도 myoglobin이 증가되면 MI의 가능성이 높다. 통증 6-10시간 후에도 myoglobin의 증가가 없다면 MI가 아니다. 병력청취를 해서 체 근육손상이나 근육질환을 감별해야 한다. 혈전용해치료를

받은 환자에서는 10-20시간 안에 급속히 증가했다가 정상으로 돌아온다. 혈전용해치료 중 15  $\mu\text{g/L/h}$  이상이거나 90분 후 4배 이상 증가시 성공적 재관류를 의미한다. 음성예측도가 높은 검사이므로 만약 혈전용해치료 실패여부를 확인한 후 2차 치료나 PTCA여부를 판단할 수 있다.

## 4. Heart fatty acid binding protein (H-FABP)

Myoglobin의 특이도를 증가하기 위해 H-FABP를 측정하며, H-FABP는 주로 심근에 존재한다. 체 근육에서는 myoglobin/H-FABP 비가 20이상이며, 심근에서는 5정도이다. 임상적으로 심근경색의 의심(조기진단, 재경색), 혈전용해 치료의 감시 등에 유용하다. ELISA 등으로 측정하며, 검체는 혈청, 혈장 혹은 뇨 등이고, 참고치는 혈청 및 혈장 5  $\mu\text{g/L}$ 미만, 뇨 10  $\mu\text{g/L}$ 미만 등이다. H-FABP는 심근에 비특이적이며, 신장과 체 근육에도 분포한다. Myoglobin/H-FABP 비를 구하면, myoglobin의 심근 또는 체 근육 기원 여부를 감별할 수 있다. Myoglobin/H-FABP 비가 10미만이면 MI를 의미한다.

## 5. Cardiac Troponin T (cTnT)

cTnT는 심근에 특이적이며, 혈중에는 심근손상시 나온다. 임상적으로 AMI의 후기 진단과 경과관찰, 혈전용해치료의 성공여부 분석, 불안정 협심증의 예후 판정, 작은 MI의 진단(예, 침습적인 심장검사 후) 등에 유용하다.

EIA등으로 측정하며, 검체는 혈청 혹은 혈장 등이고, 참고치는 0.1  $\mu\text{g/L}$  이하이다. 임상적으로 MI의 진단, 혈전용해치료의 감시 등에 유용하며, 양성반응은 심근 손상을 강력히 나타내고, 음성반응이면 2시간 후에 재검사한다. 재검에서도 음성이면 8시간 후에 검사하여 역시 음성이면 심근손상을 배제할 수 있다. cTnT는 환자의 50%에서 통증 후 3-4시간 후에 증가하며, 10시간에서 5일 사이에는 민감도 100%를 나타낸다. cTnT는 myoglobin이나 CK-MB mass보

다 특이도가 더 높으며, 참고치의 100배정도 오르기 때문에 작은 경색진단에 도움이 된다. 지속적인 cTnT의 증가는 비가역적인 심근손상을 의미한다. cTnT를 3-4일째에 측정하면 경색의 범위를 알아낼 수 있다. cTnT는 2-3주간 검출되므로 아급성 경색이나 무증상경색의 진단에 도움을 준다.

성공적인 재관류시에는 cTnT가 치료 후 90분후 6.8배 이상 증가하거나 시간당  $0.2\mu\text{g/L/h}$  이상 증가한다. 손상이나 수술과 동반된 심근손상에서는 음성이며, 손상이나 수술 후 3-4일 후의 지속적인 cTnT의 증가는 심근손상을 나타낸다. 혈액투석 환자의 2-3%에서 cTnT와 cTnI가 증가되는데, 이는 혈액투석 환자중 심장 질환이 동반됨을 나타낸다.

## 6. Cardiac Troponin I (cTnI)

cTnI 는 심근에만 존재하며, 현재까지 cTnI 는 100% 심근에 특이적이다. 임상적으로 cTnT 와 같으며, 심장이식수술의 만성 내지 아급성 거부반응에 이용되고, myopathies, 신질환 또는 다발성 장기 손상과 동반된 MI 환자의 진단에도 좋다. EIA 등으로 측정하며, 검체는 혈청 혹은 혈장 등이고, 참고치는  $<0.1 \sim <2.0\mu\text{g/L}$  이다. 임상적으로 심근에 특이적이므로 신장질환이나 근육질환 환자의 MI진단의 1차 선택이다. cTnI는 cTnT와 같이 통증 3-4시간 후에 증가하며, 12-24시간에 최고치에 이르며, 5-10일 사이에 참고치로 떨어진다. 진단적 민감도는 cTnT와 비슷하며, CK-MB mass, Ck isoform ratio, myoglobin 등과 비슷한 시기에 증가한다.

불안정 협심증, 수술후 심근손상, 심근염 등에서는 cTnT와 진단기준이 비슷하다. 심장이식 수술 거부반응이 없다면 cTnI는 2-3주안에 정상으로 돌아오며, cTnT는 2-3개월 정도 후에 정상 값을 가진다.

## 7. Glycogen phosphorylase isoenzyme BB(GPBB)

심근세포 괴사에 민감한 GPBB는 다른 표지

자보다 임상적 민감도가 높으며, 특이도는 CK-MB와 비슷하다. GPBB는 미세 심근손상의 조기진단에 유용하다. 임상적으로 심근괴사, MI의 조기 진단, 불안정협심증의 예후추정 등에 유용하다. 검체는 혈청 혹은 혈장 등이며, 참고치는  $<7\mu\text{g/L}$  이다. 임상적으로 통증 후 첫 3시간동안 GPBB의 민감도는 다른 검사법에 비해 매우 높다. 관상동맥 수술후의 손상도 조기에 진단 가능하다. ECG변화 있는 불안정협심증 환자에서 아주 초기에 GPBB가 증가한다.

## 8. AMI에 관련된 비특이적 인자의 변화

### 1) 응고계

MI의 위험인자는 fibrinogen, plasminogen, plasminogen activator inhibitor 및 factor VII activity의 증가 등이며, 이러한 증가는 혈전형성을 더욱 조장한다. CAD에 의해 혈액응고계가 활성화되며, 자연적 혹은 치료에 의해 혈전 용해제도 활성화되어 plasmin형성 인자들을 증가시킨다.

### 2) 급성기반응(Acute phase reaction)

말초혈액 백혈구 수는 하루 안에 증가하고, 1주일 안에 정상화되는데,  $10,000-20,000/\mu\text{L}$  정도의 숫자이며, 좌측전위소견이 약간 보인다. 합병증을 보이는 환자에서 elastase- $\alpha 1$ -proteinase complex가 유의하게 증가한다.

ESR은 2일 때부터 증가하며, 최고치는 4-5일 경에 도달하며, 첫 2시간의 값은 50-70mm이다. 몇 주간 지속이 되며 ESR과 예후의 연관성은 없다.

급성기 반응단백(acute phase proteins)의 변화로 C-reactive protein (CRP)은 12시간 안에 증가되며, 최고치( $20-50\text{ mg/L}$ )는 2-3일 후에 도달한다. 합병증이 없는 경우는 1주일 안에 정상치로 돌아오며, 경색크기와는 약간 관련이 있다. 그러나 CRP는 모든 급성질환에서 증가하므로 조기 진단에는 맞지 않으나, CRP의 감소가

낮은 경우는 예후가 좋지 않다. Negative acute phase protein인 albumin, transferrin 등은 첫째 날 감소한다.

Cytokines은 interleukin-6와 TNF  $\alpha$  등이 증가하지만, 조기진단에는 사용할 수 없다.

### 3) 신진대사 및 호르몬

혈당은 대개 증가하며, 이는 정상인에서도 나타날 수 있다. 혈중 지질은 감소되며, 고지혈증 환자에서도 정상으로 보이는 경우가 있으므로 급성기가 지나면 혈당과 지질 검사를 해야 한다. Stress hormones으로 catecholamines, glucocorticoid 등이 증가한다. Renin-angiotensin-aldosterone system과 arginine-vasopressin도 역시 증가되며, 경색의 정도와도 연관성이 있다.

아급성기의 atrial natriuretic peptide와 brain natriuretic peptide의 농도는 left ventricular ejection fraction과 연관이 있으며, 예후 판정에 쓰인다.

## V. 만성 심부전

만성심부전의 유병율은 0.5-1%이며, 모든 연령층에서 남성에 호발한다. 발생률은 나이가 증가함에 따라 높아진다. MI와 만성 심근괴사는 만성심부전의 가장 주된 원인이다. 사망률은 심한 심부전증(NYHA IV)은 1년 내 50%이고, 경한 심부전증(NYHA I/II)이라도 6%에 이른다. 5년 생존률은 NYHA II/III인 경우 50%에 지나지 않는다. 조기에 치료를 받는 경우는 예후가 훨씬 좋으므로 조기진단하여 치료받는 것이 중요하다. 주된 증상은 피로, 호흡곤란, 피로감, 부종 등이지만, 증상만으로 조기진단하기는 어렵다.

기본적 진단으로는 혈액검사에서 빈혈이 감별되어야 하며, 혈색소 90g/L 미만은 심부전에서 흔히 나타난다. Sodium은 낮아지며, 이에 따라 renin 농도가 증가되고, 사망률도 높아진다.

Sodium 137 mmol/L 미만은 불량한 예후를 나타내고, potassium 치는 4-5 mmol/L범위이며, 낮은 potassium 값은 역시 불량한 예후를 의미한다. Creatinine은 심부전과 동반된 신부전으로 인해 증가한다.

좌심실 기능은 ejection fraction을 측정하여 검색할 수 있으며, 이는 심부전의 위중함을 알 수 있는 가장 좋은 검사법이다. 심장기능과 연관 있는 인자들로는 rennin, angiotensin, aldosterone, catecholamine, natriuretic hormone, anti-diuretic hormone 및 endothelin등이 있다. 예로 norepinephrine이 400pg/L이상은 불량한 예후를 나타내며, TNF  $\alpha$  또는 interleukin-6 등의 cytokines과도 연관이 있다.

경과 및 치료 관찰에는 N-terminal atrial natriuretic peptide (NT-proANP), brain natriuretic peptide (BNP), cyclic guanosine monophosphate (cGMP) 등이 유용하다.

### 1. N-terminal atrial natriuretic peptide (NT-proANP)

NT-proANP는 ANP 에 비해 반감기가 길어 혈중농도가 50배정도 높으며, EDTA plasma에서 실온에 안정적이므로 심부전의 경과 및 치료 관찰에 이용된다. 임상적으로 심부전의 진단 경과관찰 및 치료효과와 예후 판정에 유용하다. EIA 등으로 검사하며, 검체는 EDTA plasma이다. 혈장 참고치는 0.11-0.60 nmol/L이다. ANP방출의 주자극은 심방화장이므로 폐모세혈관 wedge pressure 또는 좌심실 end diastolic pressure 와 NT-proANP는 상관관계가 있다. 무증상의 NYHA I 환자는 NT-proANP의 농도가 높으며, ANP는 저명하지 않으므로 NT-proANP 측정으로 잠재적 심부전을 진단할 수 있다. 정상농도의 NT-proANP는 기저 심장질환의 가능성이 낮고, NT-proANP의 농도와 임상단계사이의 연관이 깊다. NT-proANP가 2.5 nmol/L 이상이면 중등도 이상의 심부전을 의미한다(표 6).

표 6. 심부전의 단계에 따른 NT-proANP의 농도 범위

NYHA 분류	NT-proANP (nmol/L)
NYHA I 증상 없는 정상 활동적 생활	0.265-1.219 (중간값 0.725)
NYHA II 제한적인 활동	0.343-9.000 (중간값 1.527)
NYHA III 약간의 활동에도 증상발현	0.351-9.000 (중간값 1.705)
NYHA IV 휴식 시에도 증상발현	2.419-7.730 (중간값 5.172)

NYHA: New York Heart Association classification

## 2. Brain natriuretic peptide (BNP), B-type natriuretic peptide

ANP, BNP 및 CNP는 구조적으로 서로 비슷하다. BNP는 돼지의 뇌에서 발견되었지만 인간에서는 심장에 많이 존재하므로 brain 보다는 B-type이라 부르는 것이 더 정확하다. ANP와 BNP의 특성은 거의 비슷하며, BNP는 심실에 많이 분포한다. 따라서 심실확장시 증가가 저명하며, 심실질환에 민감도 및 특이도가 높다. EDTA plasma에서 실온에서 6시간정도 안정적이다. 임상적으로 심부전의 진단, 경과 관찰, 치료관찰 및 예후 판정에 유용하다. 심근경색후 심실부전 여부(예후 판정)의 검체는 아급성기에 채취해야 한다. 면역측정법(RIA, EIA)으로 측정하며, 검체는 EDTA plasma이고, 참고치는 혈장 1.5-9 nmol/L 이다. 일반적으로 ANP/BNP 비는 1이상이다.

BNP는 심부전 있는 환자에서 증가하며, 질환단계에 따라 비례한다. 조기진단 외에 질환경과 및 치료효과 관찰에도 이용된다. BNP는 좌심실확장시 증가하므로 arterial hypertension이나 hypertrophic obstructive cardiomyopathy의 진단에도 사용된다. BNP는 좌심실 출율과 역상관 관계가 있으므로 이를 구하지 못할 경우 대안이 된다.

## 3. Cyclic guanosine monophosphate (cGMP)

cGMP의 유리는 ANP, BNP 및 CNP 등에 영향을 받으며, 전체 natriuretic system을 반영한다. 확실한 심부전의 경우 90%의 특이도 및 민감도를 가진다. 임상적으로 심부전의 진단, 경과 및 치료 관찰, 예후 판정에 사용되며, 만성혈액투석시 체액과다여부 측정에도 좋다. 검사에는 면역측정법(RIA, EIA)을 이용하고, 검체는 EDTA plasma 및 뇨 등이며, 참고치는 혈장 1.6-6.9 nmol/L, 뇨 1  $\mu$ mol/g creatinine 미만이다.

NYHA I 기에서는 증상이 없더라도 운동후에 cGMP 측정이 가능하다. 지속적인 혈액투석을 받는 환자들에서 natriuretic peptide와 cGMP의 농도가 증가한다. cGMP의 농도를 측정하면 혈액투석후의 수분량의 적정성을 알 수 있다. cGMP가 18 nmol/L 미만이면 적당한 값이며,

표 7. NYHA 병기에 따른 cGMP 농도 변화 (nmol/L)

NYHA 분류	ethanol 추출	비추출 시
NYHA I	4.80 $\pm$ 2.20	
NYHA II	6.30 $\pm$ 2.50	7.90 $\pm$ 2.30
NYHA III	9.00 $\pm$ 3.20	10.80 $\pm$ 2.90
NYHA IV	9.50 $\pm$ 3.20	11.50 $\pm$ 2.60

NYHA: New York Heart Association classification

20이 넘어가면 동반된 심장질환이 있다는 것을 암시한다(표 7).

### 참 고 문 헌

1. 대한임상병리학회 (편저) : *임상병리학*. 3판, 서울: 고려의학, 2001.
2. Mair J, Morandell D, Genser N, Lechleitner P, Dienstl F, Puschendorf B : *Equivalent early sensitivities of myoglobin, creatine kinase MB mass, creatine kinase isoform ratios, cardiac troponin I and T for acute myocardial infarction*. *Clin. Chem.* 1995; 41: 1266-72.
3. Puschendorf B, Mair J : *Cardiac diseases*. In, Thomas L, ed. *Clinical laboratory diagnostics: use and assessment of clinical laboratory results*. 1<sup>st</sup> ed. Frankfurt/Main: TH-Books, 1998: 101-19.
4. Tunstall-Pedoe H, Kuulasmaa K, Amouyel P, Arveiler G, Rajakangas AM, Pajak A : *Myocardial infarction and coronary deaths in the World Health Organization MONICA Project-Registration procedures, event rates, and case-fatality rates in 38 populations from 21 countries in four continents*. *Circulation* 1994;90: 583-612.
5. Williams JF, Bristow MR, Fowler MB, et al. : *ACC/AHA Task Force Report. Guidelines for the evaluation and management of heart failure*. *Circulation* 1995; 92: 2764-84.
6. Wu AHB. : *Diagnostic enzymology and other biochemical markers of organ damage*. In: McClatchey KD, ed. *Clinical laboratory medicine*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 281-305.
7. Zabel M, Hohnloser SH, Koster W, Prinz M, Kasper W, Just H : *Analysis of creatine kinase, CK-MB, myoglobin, and troponin T time-activity curves for early assessment of coronary artery reperfusion after intravenous thrombolysis*. *Circulation* 1993; 87: 1542-50.