

급성 심근경색증의 조기 진단에서 Troponin T Rapid Assay Kit의 유용성

아주대학교 의과대학 순환기내과학교실, 연세대학교 의과대학 내과학교실*

구본권* · 김한수 · 최소연 · 황영웅* · 신준한 · 탁승제 · 최병일

= Abstract =

Efficacy of the Troponin T Rapid Assay Kit in Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction

Bon Kwon Ku, M.D.,* Han Soo Kim, M.D., So Yeon Choi, M.D.,
Young Woong Hwang, M.D.,* Joon Han Shin, M.D.,
Seung Jea Tahk, M.D., Byung-il William Choi, M.D.
Department of Cardiology, Ajou University, Suwon, Korea
*Department of Internal Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea**

Background : In the diagnosis of acute myocardial infarction, measurement of CK-MB is widely used as an enzyme test, but it needs special instruments, lacks specificity in the presence of concomitant skeletal muscle injuries, and has narrow diagnostic time window. Cardiac specific troponin T-a new marker for the diagnosis of myocardial injury-is now available. Besides the quantitative assay, rapid qualitative assay is also possible with the development of rapid assay kit. We studied about the efficacy of the Troponin T rapid assay kit in early diagnosis of acute myocardial infarction in the emergency room.

Methods : Total CK, CK-MB, LDH and serum troponin T activities were determined when the patients arrived at the emergency room and at the same time Troponin T rapid assay kit test was done. Final diagnosis was made through the serial measurement of CK, CK-MB and LDH. Diagnostic efficacy of each test was evaluated.

Results : Overall diagnostic sensitivity and specificity of Troponin T rapid assay kit were 0.97 and 0.91. When evaluated only with the initial results, Troponin T rapid assay kit showed sensitivity 0.87, specificity 0.97, serum troponin T 0.75, 0.92, and CK-MB 0.81, 0.95. In one patient who was finally diagnosed as a septic shock, CK-MB was elevated but serum troponin T was not and Troponin T rapid assay kit test showed negative result.

Conclusion : Troponin T rapid assay kit test seems to show nearly the same sensitivity and specificity in diagnosis of acute myocardial infarction compared to CK-MB. This test can be done simply and easily in a short time. Thus, with the use of this test, morbidity, mortality and economic loss due to misdiagnosis and delay of diagnosis of myocardial infarction might be reduced.

KEY WORDS : Acute myocardial infarction · Troponin T · Troponin T rapid assay kit.

서론

급성 심근경색증은 사망률이 약 30%에 이르는 치명적인 응급 질환이다. 최근 여러가지 진단 및 치료방법의 이용으로 급성 심근경색증의 사망률이 감소되고 있는 추세이나 진단이 늦어질 경우 치료의 지연으로 환자의 상태나 예후가 나빠지게 된다. 심근경색증의 조기진단은 심근과 심기능의 보존을 위한 혈전용해제 치료나 조기 관상동맥 확장술의 기회를 부여하게 되므로 심근경색에 따른 심근 손상 유무 판정은 빠르면 빠를수록 좋은 예후를 기대하게 된다.

급성 심근경색은 1) 30분이상 지속되는 흉통, 2) 전형적인 심전도상의 변화, 3) creatinine kinase(이하 CK)나 이의 MB-isomer(이하 CK-MB)와 Lactate dehydrogenase(이하 LDH)같은 효소들의 증가로 진단하게 된다¹⁾. 그러나 환자의 임상 양상이 비특이적인 경우가 많고^{2,3)} 급성 심근경색증 환자들의 약 30%에서 내원 초기 심전도상 전형적인 변화가 나타나지 않을 수 있다⁴⁾. 그리고 흉통이나 기타 심근허혈과 관련된 증상을 호소하는 환자들 중 급성 심근경색증 환자는 10~20%에 불과하므로 정확한 조기진단이 어렵고 경우에 따라서는 불필요한 경제적 손실을 초래하게 된다⁶⁾.

또한 현재 사용되고 있는 효소검사들은 심근괴사 이후 혈중농도가 단기간 동안에만 증가되고 다른 장기의 손상이 동반되는 경우에는 이들을 이용하여 급성 심근경색증을 진단하기 어려운 경우가 있다^{6,7)}. 그리고 이런 검사들은 여러 장비와 시약이 필요하고 단시간내에 시행할 수 없는 단점이 있다.

최근에 이러한 단점들을 보완하기 위해 새로운 혈청학적 지표들이 연구되고 있다. 이들중 심근 특이적인 troponin T(cardiac specific troponin T: 이하 cTnT)는 심근의 수축에 관여하는 구조단백의 하나로 적은 양의 심근손상에 의해서도 혈청으로 유리되고 다른 근육에 존재하는 troponin T와의 교차반응도가 낮고 심근손상이후 약 7~13일간 혈중 농도가 증가되어 급성 심근경색증의 진단에 새로운 혈청학적 지표로 이용되고 있다^{6,8)}. 이러한 cTnT는 정량적 측정법뿐만 아니라 간단하게 정성적으로 혈중 cTnT의 증가 여부를 확인할 수 있는 Troponin T rapid assay kit(TROPT[®] Rapid Assay, Boehringer Mannheim, Germany: 이하 TnT RA kit)가 개발되어

급성 심근경색증의 신속한 진단에 도움을 주고 있다.

이에 저자 등은 급성 심근경색증의 진단에 있어서 TnT RA kit의 유용성을 알아보기 위해 응급실로 내원한 급성 심근경색증이 의심되는 환자들을 대상으로 TnT RA kit 검사를 시행하여 임상적으로 유용한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1994년 12월부터 1995년 4월까지 30분 이상 지속되는 흉통을 주소로 본원 응급실로 내원한 53명의 환자들을 대상으로 하였다. 대상환자 모두 과거력이나 신체검진상 만성 근육질환의 소견은 없었다.

기본적인 병리조사와 이학적 검사를 시행한 후 표준 12유도 심전도 검사를 시행하면서 혈중 CK, CK-MB, LDH와 cTnT를 검사하기 위한 채혈을 실시하였다. TnT RA kit검사는 내원 당시 채혈한 혈액을 EDTA나 헤파린으로 응고를 방지한 후 kit에 넣고 20분간 반응여부를 관찰하였다. Kit는 냉장보관하였고 모든 환자에서 채혈 후 5분 이내에 실온에서 검사를 시행하였다. Kit 내의 창(window)에 2개의 표시선(control line과 signal line)이 관찰되는 경우 양성반응으로 판정하였고 20분이 경과한 후에도 대조선(control line)만 나타난 경우를 음성반응으로 판정하였다(Fig. 1). 대조선이 나타나지 않은 경우는 검사가 잘못된 것으로 판정하고 다른 kit를 이용하여 다시 검사를 하였다. 혈청 cTnT의 정량적 측정은 ELISA troponin T kit(Boehringer Mannheim, Germany)로 효소 면역검사법으로 측정하였고 즉시 검사를

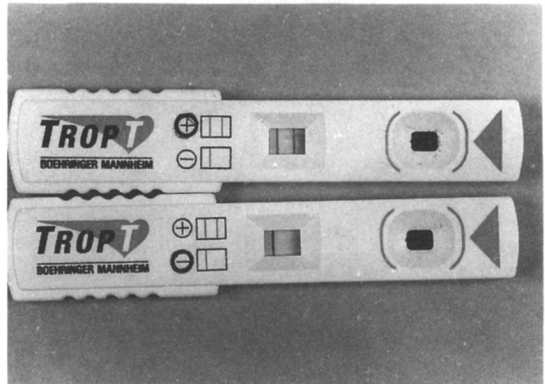


Fig. 1. Upper pannel shows 2 lines(control and signal lines) and interpreted as a positive result. Lower pannel shows only 1 line(control line)and interpreted as a negative result.

시행할 수 없었던 경우에는 검사때까지 혈액을 -20°C 의 냉동실에 보관하였다. 혈중 cTnT는 $0.1\mu\text{g/L}$, CK-MB는 $6.0\mu\text{g/L}$ 까지 정상치로 하였다.

입원후 연속적으로 측정한 CK, CK-MB 및 LDH가 심근경색증의 전형적인 변화 양상을 보이는 경우에 급성 심근경색증으로 진단하였다.

결 과

대상 환자 53명중 남자가 37명, 여자가 16명이었고 연령은 평균 58 ± 12 세(평균 \pm 표준편차)였다. TnT RA kit와 CK, CK-MB 및 LDH는 전예에서 검사하였고 혈중 cTnT는 33예에서 측정하였다.

응급실 내원 당시 시행한 TnT RA kit검사항 29명이 양성반응을 보였고 24명이 음성반응을 보였다. 1예에서는

초기 검사시 대조선이 나타나지 않아 다른 kit로 다시 검사하였다. 양성반응을 보인 29명의 환자들중 27명이 급성 심근경색증으로 진단되었고 음성반응을 보였던 24명의 환자들중 4명이 급성 심근경색증으로 진단되었다. 음성반응을 보였던 24명의 환자들중 3명의 환자에서는 2시간후에 다시 시행한 검사상 양성반응을 보였다. 따라서 급성 심근경색증의 진단에 있어서 TnT RA kit의 예민도는 0.97, 특이도는 0.91이었고 양성 예측도는 0.94, 음성 예측도는 0.95였다(Table 1).

내원 당시 처음 실시한 혈중 cTnT, CK-MB 및 TnT RA kit 검사의 급성 심근 경색증의 진단에 있어서의 유용성을 비교하기 위해 각 검사들의 특이도, 예민도, 양성 및 음성 예측도를 조사하였다(Table 2). 예민도는 TnT RA kit검사가 0.87로 가장 높았고 혈청 cTnT가 0.75로

Table 1. Overall diagnostic efficacy of the Troponin T rapid assay kit

	TnT kit* positive	TnT kit negative
AMI	30	1
Non-AMI	2	20
Total	32	21

* : Troponin T rapid assay kit test, AMI : acute myocardial infarction, Sensitivity : 0.97, Specificity : 0.91, Positive predictive value : 0.94, Negative predictive value : 0.95.

Table 2. Diagnostic performances of the initial results of each test in the diagnosis of acute myocardial infarction

	TnT kit	s-TnT	CK-MB
Sensitivity	0.87	0.75	0.81
Specificity	0.91	0.92	0.95
PV pos	0.93	0.94	0.96
PV neg	0.83	0.71	0.78

TnT kit : Troponin T rapid assay kit test, s-TnT : serum troponin T(normal $< 0.1\mu\text{g/L}$), PV pos : positive predictive value, PV neg : negative predictive value

Table 3. Clinical characteristics of the patients who showed discrepant results of serologic tests for the diagnosis of acute myocardial infarction

No.	Diagnosis	Interval*	CK-MB	s-TnT	TnT kit
1	Septic shock	4hr	37.4	0.02	-
2	Unstable angina	2hr	0.7		+
3	Unstable angina	40min	2.2	0.01	+
4	Unstable angina	3hr	3.6	0.22	-
5	AMI	5day	1.2	0.28	+
6	AMI	3hr	2.1	2.52	+
7	AMI	2hr	13.1	0.06	+
8	AMI	24hr	13.5	0.03	-
9	AMI		2.5		+
10	AMI	2hr	11.1	0.12	-
11	AMI	2hr	48.9	13.05	-
12	AMI		0.5	0.02	+
13	AMI	4hr	90.3	0.04	+
14	AMI		3.7	0.04	+

*Time interval from the onset of chest pain to the arrival at the emergency room

CK-MB : normal range $2.0-6.0\mu\text{g/L}$, s-TnT : normal range $0.0-0.1\mu\text{g/L}$

Other abbreviations are the same as the previous figures and tables

가장 낮았다. 특이도는 CK-MB가 0.95로 가장 높았고 혈청 cTnT가 0.92, TnT RA kit검사가 0.91이었다. 양성 예측도는 CK-MB가 0.96으로 가장 높았고 음성 예측도는 TnT RA kit검사가 0.83으로 가장 높았다.

Table 3은 내원당시의 CK-MB, 혈청 cTnT 및 TnT RA kit검사 결과로 예측한 진단이 상이한 환자들의 임상적 특징들을 나타내었다. 환자 1은 흉통과 전신 쇠약감을 주소로 내원하여 패혈증으로 진단받은 환자로 내원 당시 CK-MB는 증가되었으나 혈청 cTnT는 0.10 μ g/L였고 TnT RA kit검사는 음성이었다. 환자 2, 3, 4는 불안정형 협심증으로 진단된 환자들로 환자 2, 3은 TnT RA kit검사에서 양성반응을 보였고 환자 4는 혈청 cTnT는 증가되었으나 TnT RA kit검사는 음성반응을 보였다. 환자 5에서 14까지는 급성 심근경색증으로 진단된 환자들이나 내원당시 실시한 생화학적 지표들의 결과가 서로 상이하게 나타난 경우들이다. 환자 5, 6은 병력상 급성 심근경색증 발생이후 각각 5일과 3시간후에 내원한 경우로 두 환자 모두 CK-MB는 정상이었지만 혈청 cTnT가 증가되었고 TnT RA kit검사는 양성반응을 보였다.

고 안

급성 심근경색증의 조기진단은 임상적 특징과 심전도상의 변화로 이루어진다. 그러나 전형적인 양상을 보이지 않는 경우 조기진단이 지연되고 이는 환자의 치료와 예후에 큰 영향을 주게 된다. Karmen등⁹⁾이 급성 심근경색증 환자의 혈청에서 glutamate oxaloacetate transaminase(SGOT)가 증가함을 보고한 이래 급성 심근경색증의 진단에 유용한 화학지표를 개발하기 위한 많은 노력이 이루어져 왔다. 최근까지 LDH 및 이의 isoenzyme과 CK 및 CK-MB가 그 특이성 및 심근손상후 혈청에서의 조기 출현으로 심근의 손상유무를 판단하는데 유용하게 이용되어지고 있다. 그러나 근육손상이 동반되는 경우나 수술전후의 심근손상유무의 확인, 그리고 심근손상의 양이 적은 경우 등에서는 기존의 효소들로는 정확한 진단을 내리기 어려운 경우가 많다. 또한 이러한 효소들의 측정에는 시간이 걸리고 여러 장비와 시약이 필요하므로 조기진단에 이용되기가 어렵고 개인 병원등의 소규모 의료기관에서 이를 시행하기 힘든 단점이 있다.

급성 심근경색증의 진단에 이용될 수 있는 다른 생화학적 지표들로는 myoglobin, troponin T, troponin I,

enolase등이 있다. 이들중 troponin T(이하 TnT)는 37kd의 분자량을 가지는 근육의 수축에 관여하는 구조단백이다. TnT는 인체내에서 심근 및 골격근의 형태로 존재하는데 심근에 존재하는 아형(cardiac specific TnT: cTnT)은 다른 근육에 존재하는 아형과의 교차반응성이 2% 미만으로 심근손상 유무를 확인하는데 높은 특이도를 나타낸다¹⁰⁻¹²⁾.

심근손상시 cTnT의 혈중유출은 biphasic pattern을 보이는데 이는 cTnT의 5% 정도는 구조단백의 형태가 아닌 세포내에 유리형(free form)으로 존재하기 때문이다. 혈청 cTnT는 심근손상이후 3시간 정도부터 증가되기 시작하여 14시간 전후에 세포질내의 cTnT 유출에 의한 최초의 peak를 보이고 45~50시간사이에 구조단백 붕괴로 인한 cTnT 유출로 제2의 peak를 나타낸다. cTnT의 증가는 심근 손상이후 약 7~13일 정도 지속된다^{13,14)}. 따라서 cTnT는 심근손상 이후 기존의 CK-MB보다 더 빨리 혈중농도가 상승하고 장기간 높은 혈중농도가 유지되고 근육손상이 동반되는 경우에도 높은 특이도를 유지하므로 급성 심근경색증의 진단에 효과적인 지표로 인정되고 있다⁶⁾.

Katus등⁶⁾은 급성 심근경색증의 진단에 있어서 cTnT의 진단적 효율성이 98%정도로 CK-MB보다 높았다고 보고한바 있다. 또한 cTnT는 불안정형 협심증 환자에서 미세한 심근 손상(microinfarction) 유무 판단 및 예후 예측, 급성 심근경색증 환자에서의 심근 괴사정도, 예후 및 재관류 여부의 판단에까지 이용되고 있다¹⁵⁻¹⁸⁾.

혈중 cTnT의 정량적 측정은 효소 면역검사를 이용하는데 정상인에서의 cTnT는 0.00~0.06 μ g/L 정도이고 심근 손상여부를 판단하는 기준치는 0.10 μ g/L 이상으로 알려져 있다¹⁹⁾.

혈중 cTnT는 이러한 정량적 측정 뿐만 아니라 최근 개발된 TnT RA kit를 이용하여 단시간에 혈중 cTnT의 증가를 확인할 수 있게 되었다. 이 kit는 혈중 cTnT는 0.3 μ g/L 이상일때 양성반응을 나타내고 약 20분 이내에 심근 손상 여부를 판단할 수 있다.

저자 등은 응급실로 내원한 급성 심근경색증이 의심되는 환자들을 대상으로 TnT RA kit검사를 시행하여 이의 유용성에 대해 조사하였다. 내원 당시 시행한 TnT RA kit 검사의 예민도는 0.87로 CK-MB보다 높았고 특이도는 0.91로 CK-MB보다 낮았다. 내원 초기 음성반응을 보였던 환자들중 3예에서 2시간 후 시행한 추적검사상 양성

반응을 보여서 급성 심근경색증의 진단에 있어서의 TnT RA kit검사의 전체 예민도는 0.97이었다. 또한 패혈성 쇼크로 장기 손상이 동반된 환자(환자 1)에서 CK-MB가 37.4 μ g/L로 증가 되었으나 cTnT와 TnT RA kit검사는 음성반응을 보여서 근육손상이 동반된 환자에서도 TnT RA kit검사가 급성 심근경색증의 진단에 유용하게 이용될 수 있음을 알 수 있었다. 환자 5, 6은 CK-MB는 정상이었으나 TnT RA kit 검사상 양성반응을 보였던 경우로 급성 심근경색증 이후 각각 5일과 3시간후에 내원한 환자이다. 이는 급성 심근경색증 이후 cTnT가 기존의 CK-MB보다 조기에 증가되고 장기간 높은 혈중농도가 유지되어 기존의 효소검사들 보다 더욱 유용하게 이용될 수 있음을 나타낸다.

위양성 반응을 보인 환자중 2명은 불안정형 협심증으로 진단된 환자(환자 2, 3)들로 이들의 CK-MB는 증가되지 않았으나 TnT RA kit검사상 양성반응을 보였다. 환자 3의 혈중 cTnT는 0.01 μ g/L였고 환자 2는 혈중 cTnT를 측정하지 못했다. 따라서 환자 2의 경우는 불안정형 협심증에 동반된 미세한 심근손상을 배제할수 없었다. 환자 4의 경우는 미세한 심근 손상으로 cTnT가 증가되었으나 증가 정도가 작아서 TnT RA kit검사에서 음성반응을 보인 것으로 생각된다. Hamm등¹⁵⁾은 불안정형 협심증 환자에서 CK-MB의 증가 없이 혈중 cTnT가 증가한 경우 미세 심근경색을 나타내며 이런 환자들의 경우 예후가 나쁜 것으로 보고하였다.

본 연구에서 급성 심근경색증의 진단에서의 TnT RA kit의 예민도 및 특이도는 혈중 cTnT로 조사한 이전의 보고들과 유사한 결과를 보였다. 그러나 혈중 cTnT는 예민도 0.75, 특이도 0.92로 CK-MB보다 진단적 유용성이 낮은 것으로 나타났다. 또한 환자 7의 경우와 같이 CK-MB가 증가되고 TnT RA kit검사에서 양성반응을 보였으나 혈중 cTnT가 증가되지 않은 환자들이 있는 것으로 보아 혈중 cTnT검사 자체의 신뢰도에도 문제가 있었던 것으로 생각된다.

이상의 결과들로 TnT RA kit는 급성 심근경색증의 진단에 있어서 기존의 효소들과 유사한 정도의 예민도와 특이도를 보이면서 간편하고 단시간내에 시행될 수 있는 장점이 있는 것을 알 수 있었다. 또한 소규모 의료기관에서도 손쉽게 시행할 수 있으므로 향후 이러한 간편하고도 신속한 검사방법의 보편화로 오진이나 진단의 지연으로 인한 급성 심근경색증 환자들의 상태나 예후의 악화와 이로

인한 경제적 손실 등을 감소 시킬 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

연구배경 :

급성 심근 경색증의 진단에 이용되고 있는 기존의 효소 검사들은 혈중농도가 단기간 동안에만 증가되고 다른 장기 손상이 동반되는 경우에 진단적 가치가 떨어지며 검사시 여러 장비가 필요한 단점이 있다. 최근 심근경색증의 새로운 진단 지표로 심근 특이적인 troponin T가 유용하게 사용되고 있는데 이 troponin T는 정량적 측정뿐만 아니라 정성적 측정을 할수 있는 rapid assay kit가 개발되어 간단하고 빠른 시간에 급성 심근경색증을 진단할 수 있게 되었다. 저자 등은 급성 심근경색증이 의심되는 환자들을 대상으로 Troponin T rapid assay kit검사를 시행하여 이의 진단적 유용성에 대해 연구하였다.

방 법 :

응급실로 내원한 급성 심근경색증이 의심되는 환자들을 대상으로 내원 당시 CK, CK-MB, LDH, serum troponin T를 측정하였고 동시에 Troponin T rapid assay kit검사를 시행하였다. 이들 환자의 최종 진단은 연속적인 CK, CK-MB, LDH검사 결과로 내렸고 이에 따라 각 검사들의 진단적 유용성을 조사하였다.

결 과 :

Troponin T rapid assay kit검사의 전체적인 예민도는 0.97이었고 특이도는 0.91이었다. 내원 초기의 결과로 평가했을때 Troponin T rapid assay kit는 예민도 0.87, 특이도 0.91이었고 혈청 troponin T와 CK-MB의 예민도와 특이도는 각각 0.75, 0.92 및 0.81, 0.95였다. 패혈증으로 진단된 한 환자에서의 CK-MB는 증가되었으나 serum troponin T는 정상이었고 Troponin T rapid assay kit는 음성 반응을 보였다.

결 론 :

Troponin T rapid assay kit검사는 급성 심근경색증의 진단에 있어서 기존의 CK-MB와 비슷한 예민도와 특이도를 가지면서 간단하고 신속하게 이용될 수 있는 검사로 생각되며 향후 이 검사법의 보편화로 급성 심근 경색증의 진단의 지연으로 발생할 수 있는 예후의 악화와 경제적 손실등의 발생을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

References

- 1) Working group on the establishment of ischemic heart disease registers : *Report of the fifth working group. WHO, Eur 8201(5). Copenhagen, 1971*
- 2) Kannel WB : *Prevalence and clinical aspects of unrecognized myocardial infarction and sudden unexpected death. Circulation 75(suppl II) : II -4, 1987*
- 3) Grimm RH, Tillinghast S, Daniels K, Neaton JK, Mascioli S, Crow R, Pritzker M, Prineas RJ : *Unrecognized myocardial infarction : Experience in the multiple risk factor intervention trial(MRFIT). Circulation 75(suppl II) : II -6, 1987*
- 4) Rude RE, Poole WK, Muller JE, Turi A, Rutherford J, Parker C, Roberts R, Raave DS, Gold HK, Stone PH, Willerson JT, Braunwald E : *Electrocardiographic and clinical criteria for recognition of acute myocardial infarction based on analysis of 3697 patients. Am J Cardiol 52 : 936, 1983*
- 5) Lee TH, Goldman L : *Serum enzyme assays in the diagnosis of acute myocardial infarction. Recommendations based on a quantitative analysis. Ann Intern Med 105 : 221, 1986*
- 6) Katus HA, Remppis A, Neumann FJ, Scheffold T, Diederich KW, Vinar G, Noe A, Matern G, Kuebler W : *Diagnostic efficiency of troponin T measurements in acute myocardial infarction. Circulation 83 : 902, 1991*
- 7) Ellis AK : *Serum protein measurements and the diagnosis of acute myocardial infarction. Circulation 83 : 1107, 1991*
- 8) Gerhardt W, Katus HA, Ravkilde J, Hamm C, Jorgensen PJ, Peheim E, Ljungdahl L, Lofdahl P : *S-Troponin T in suspected ischemic myocardial injury compared with mass and catalytic concentrations of s-creatin kinase isoenzyme MB. Clin chem 37 : 1405, 1991*
- 9) Karmen A, Wroblewski F, LaDue JS : *Transaminase activity in human blood. J Clin Invest 34 : 126, 1954*
- 10) Greaser ML, Gergeley J : *Purification and properties of the components from troponin. J Biol Chem 248 : 2125, 1973*
- 11) Staprans I, Takahashi H, Russel MP, Watanabe S : *Skeletal and cardiac troponins and their components. Biochem J 72 : 723, 1972*
- 12) Katus HA, Looser S, Hallermayer K, Remppis A, Scheffold T, Borgya A, Essig U, Geuss U : *Development and in vitro characterization of a new immunoassay of cardiac troponin T. Clin Chem 38 : 386, 1992*
- 13) Katus HA, Remppis A, Scheffold T, Diederich KW, Kuebler W : *Intracellular compartmentation of cardiac troponin T and its release kinetics in patients with reperfused and nonreperfused myocardial infarction. Am J Cardiol 67 : 1360, 1991*
- 14) Yamahara Y, Asayama J, Ohta B, Matsumoto T, Miyazaki H, Tatsumi T, Kobara M, Inoue M, Inoue D, Nakagawa M : *Release kinetics and correlation with hemodynamic dysfunction of cardiac troponin T in coronary effluent from isolated rat hearts during reperfusion. Basic Res Cardiol 88 : 307, 1993*
- 15) Hamm CW, Ravkilde J, Gerhardt W, Jorgensen P, Peheim E, Ljungdahl L, Goldmann B, Katus HA : *The prognostic value of serum troponin T in unstable angina. N Engl J Med 327 : 146, 1992*
- 16) Omura T, Teragaki M, Tani T, Yamagishi H, Yanagi S, Nishikimi T, Yoshiyama M, Toda I, Akioka K, Takeuchi K, Takeda T : *Estimation of infarct size using serum troponin T concentration in patients with acute myocardial infarction. Jpn Circ J 57 : 1062, 1993*
- 17) Ravkilde J, Horder M, Gerhardt W, Ljungdahl L, Pettersson T, Tryding N, Moller BH, Hamfelt A, Graven T, Asberg A, Helin M, Penttila I, Thygesen K : *Diagnostic performance and prognostic value of serum troponin T in suspected acute myocardial infarction. Scan J Clin Lab Invest 53 : 677, 1993*
- 18) Remppis A, Scheffold T, Karrer O, Zehelein J, Hamm C, Grunig E, Bode C, Kubler W, Katus HA : *Assessment of reperfusion of the infarct zone after myocardial infarction by serial cardiac troponin T measurements in serum. Br Heart J 71 : 242, 1994*
- 19) Gerhardt W, Ljungdahl L : *Rational diagnostic strategy in diagnosis of ischemic myocardial injury. S-troponin T and S-CK-MB(mass) time series using individual baseline values. Scan J Clin Lab Invest 53(suppl) : 47, 1993*