

## 투석 중인 만성신부전 환자에서 Cardiac Troponin T 증가의 평가

이화여자대학교 의학전문대학원 진단검사의학교실  
정 채 림 · 홍 기 숙

= Abstract =

### Evaluation of Cardiac Troponin T Elevation in Patients with Chronic Renal Failure Undergoing Dialysis

Chae Lim Jung · Ki Sook Hong

*Department of Laboratory Medicine, Ewha Womans University College of Medicine*

**Objectives** : Cardiac troponin T(cTnT) levels are elevated in patients with chronic renal failure(CRF) with dialysis which represent myocardial damage. But the cut-off levels were different in laboratories and clinical physicians. We conducted a study to find out the cut-off levels of acute myocardial infarction(AMI), ischemic heart disease(IHD), and cardiovascular disease (CVD) in CRF patients with dialysis and prognostic aspect according to cTnT levels.

**Methods** : Cardiac troponin T(cTnT) of total 98 patients(men 43, women 55, mean age  $60.4 \pm 13.0$  years) was reviewed the diagnosis and progress for 3 years by the medical records. Serum cTnT by Elecsys 2010(Roche diagnostics, Germany), the 4<sup>th</sup> generation assay was performed.

**Results** : Mean cTnT level of total 98 patients was 0.26ng/mL and the patients with CVD were 59(60.2%) and their cTnT level was 0.41 ng/mL. The mean levels of cTnT in AMI, IHD, and CVD were 1.10, 0.52, and 0.41 ng/mL, respectively. cTnT, CK, CK-MB, and glucose were increased according to severity of cardiovascular disease. The cut-off levels of cTnT in AMI, IHD, and CVD was 0.10, 0.07 and 0.06 ng/mL. The sensitivity and specificity of AMI, IHD, and CVD in each cut-off level were 88.2/71.6%, 76.2/71.4%, and 81.4/71.8%, respectively. The survival rate above cTnT 0.1 ng/mL during 3 years was significantly decreased( $p < 0.001$ ) than less than 0.1 ng/mL.

**Conclusion** : The degree of cTnT elevation in CRF patients with dialysis represents severity of cardiovascular disease and poor survival rate.

**KEY WORDS** : cTnT · CRF · Dialysis · Survival rate.

# 서 론

Cardiac troponin은 허혈성 심질환을 진단하는 데 중요한 표지자로 널리 사용되고 있다. 특히 심근 조직에 특이적이고 심근 괴사에 가장 민감하여, 조금이라도 농도가 증가한다면 환자의 예후가 나쁜 것으로 알려져 있다<sup>1)2)</sup>. 거기에 더해 troponin의 역할이 심근경색의 진단 뿐만 아니라 불안정협심증 및 비ST분절 상승 심근경색 등의 진단과 치료를 위한 위험도 층화(risk stratification)에까지 확대되었다<sup>3)4)</sup>. 유럽심장학회와 미국 심장학회 공동위원회(European Society of Cardiology and American College of Cardiology, ESC/ACC)는 2000년도에 개정된 심근경색 기준을 발표하였는데, 이전 WHO 기준보다 troponin의 역할을 한층 강화하여 심근 손상진단의 표준 지표로 지정하고 있다. ESC/ACC는 심질환이 없는 정상군의 99백분위수를 심근경색의 경계치로 제안하고 있으며 이때 변이계수 값이 10% 미만일 것을 권고하고 있다<sup>1)</sup>.

만성심부전 환자에서 심근경색 등의 심혈관 질환은 사망의 주요 원인이다<sup>5)6)</sup>. 그러나 이런 환자에서 허혈성 심근손상과 관계없이 troponin이 상승하는 경우가 종종 보고되고 있어, 다른 소견들이 명확하지 않은 경우 허혈성 심질환을 진단하는데 어려움이 있을 수 있다<sup>7-11)</sup>. 심부전 환자에서는 비전형적인 증상이 나타나는 경우가 흔하고 심질환은 특히 신속하게 치료해야 하므로 이런 경우 troponin의 상승을 어떻게 해석할지는 중요한 문제이다. 대개 cardiac troponin I(cTnI)보다 cardiac troponin T(cTnT)가 더 비특이적으로 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>6-9)11-13)</sup>. 이에 본 연구에서는 투석을 받고 있는 만성심부전 환자에서 cTnT의 증가 원인을 찾고 심혈관 질환과의 관계를 평가하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

투석을 받고 있는 만성심부전 환자 중 2007년 5월에서 2007년 12월까지 본원을 방문하여 cTnT 검사를 시행한 98명을 대상으로 하였고 3년간 추적 조사하였다. 남자는 43명, 여자 55명이었고, 평균 연령은 60.4±13.0세였다.

## 2. 방 법

cTnT는 Elecsys 2010(Roche diagnostics, Germany)으로 측정하였고, creatine kinase(CK), CK-MB, lactate dehydrogenase(LD), N-terminal fragment of the prohormone brain-type natriuretic peptide (NT-ProBNP), glucose, blood urea nitrogen(BUN), creatinine, estimated glomerular filtration rate (EGFR), AST, triglyceride, cholesterol, albumin을 동시에 검사하였다. EGFR은 MDRD 공식을 사용하여  $186 \times (\text{sCr})^{-1.154} \times (\text{age})^{-0.203}$ 의 수식으로 계산하였다. 그리고 투석 기간, 기저 질환, 심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관 질환 여부 등을 조사하였다.

cTnT의 99백분위수는 0.01 ng/mL 미만이고 10% CV값은 0.03 ng/mL이었다. ROC 곡선 분석을 통하여 급성심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관질환의 경계치를 구하였다. 허혈성 심질환이 있는 군과 없는 군으로 나누어 비교하였고, 질병 분포에 따라 cTnT값을 비교하였다. 그리고 cTnT 0.1 ng/mL을 기준으로 생존율을 구하였다. 심근경색은 ESC/ACC 지침에 따라 정의하였고, 허혈성 심질환은 심근허혈로 생기는 심장장애로서 협심증과 심근경색을 포함하는 관상동맥질환으로 정의하였다. 심혈관질환은 급성심근경색 포함 모든 허혈성 심질환, 울혈성 심부전, 심판막질환, 부정맥 또는 이들 질환이 중복된 경우를 모두 포함하였다.

## 3. 통계 분석

통계 분석은 SPSS version 17을 사용하였다. 연속변수에 대해서는 student t 검정을 실시하였다. 생존율은 Kaplan-Meier 생존곡선으로 분석하였다. 모든 검사 결과는 평균±표준편차로 표시하였고, *p* 값이 0.05 이하일 때 통계학적으로 유의한 것으로 정하였다.

## 결 과

### 1. 심장질환에 따른 혈중 cTnT값 비교

98명의 심부전으로 투석중인 환자들의 혈중 cTnT치의 평균값은 0.26 ng/mL이었고 그 중 59명(60.2%)에서 심혈관질환을 보였다. 질환 별 cTnT 평균값은 심근경색 1.10 ng/mL, 허혈성 심질환 0.52 ng/mL, 심혈관질환 0.41 ng/mL이었다. 심혈관질환이 없는 환자의 평균은 0.04 ng/mL(<0.01~0.18 ng/mL)로 10% CV값인

**Table 1.** Cardiac troponin T levels according to disease distribution in chronic renal disease with dialysis

Disease(n)	cTnT, mean±SD, (range)
CRF with dialysis(98)	0.26±0.87(0.01-7.44)
CHF(7)	0.06±1.83(0.03-7.44)
AMI(17)	1.10±1.92(0.03-7.44)
IHD(42)	0.52±1.29(0.03-7.44)
CVD(59)	0.41±1.10(0.03-7.44)
No CVD(39)	0.04±0.04(0.01-0.18)
Hypertension(31)	0.04±0.04(0.01-0.18)
Diabetes mellitus(16)	0.06±0.05(0.01-0.18)
Cancer(5)	0.04±0.02(0.01-0.06)
Peritonitis(2)	0.07±0.02(0.05-0.08)
Pneumonia(2)	0.04±0.01(0.03-0.05)
Iron deficiency anemia(2)	0.04±0.01(0.03-0.05)
Bursitis(1)	0.10
Cellulitis(1)	0.18
Seizure(1)	0.10
Parkinson disease(1)	0.06
Abdominal hernia(1)	0.05
Hypothyroidism(1)	0.03
Old CVA(1)	0.03
CRF without dialysis(8)	0.01±0.001(0.01-0.01)

CRF : chronic renal failure, CHF : congestive heart failure, AMI : acute myocardial infarction, IHD : ischemic heart disease, CVD : cardiovascular disease, CVA : cerebrovascular attack

0.03 ng/mL 미만인 경우가 35.9%(14/39), 0.03 ng/mL 이상인 경우가 64.1%(25/39)였다(Table 1).

## 2. 심장질환에 따른 혈중 cTnT 이외의 검사결과 비교

심질환군 59명의 질환 별 검사결과 비교이다. 심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관질환의 CK, CK-MB 및 glucose값은 심혈관질환, 허혈성 심질환, 심근경색으로 갈수록 점차 증가를 보였다. LD, NT-proBNP, BUN, Creatinine, eGFR, AST, Triglyceride, cholesterol, albumin들은 심장질환 별 차이가 없었다(Table 2).

## 3. 허혈성 심질환 유무에 따른 검사결과 비교

대상 환자 98명 중 허혈성 심질환이 42명(42.9%)에 서 있었다. 허혈성 심질환이 있는 군에서 없는 군보다 cTnT, NT-proBNP, creatinine, glucose가 유의하게 높았다(Table 3).

## 4. 심장질환에 따른 혈중 cTnT값의 결정치 및 예측도

심근경색, 허혈성 심질환 및 심혈관질환의 결정치는 cTnT 0.10, 0.07, 및 0.06 ng/mL이었다. 각 결정치에 서의 민감도 및 특이도는 88.2%/71.6%, 76.2%/ 71.4% 및 81.4%/71.8%이었다. 양성예측도는 39.5%, 66.7%, 81.4%이었다. 음성예측도는 96.7%, 80.8%, 71.8%이 었다. 효율성은 74.5%, 73.5%, 77.6%이었다(Fig. 1, Table 4).

**Table 2.** Laboratory parameters of study population according to cardiac disease(n=98)

	AMI(n=17)	IHD(n=42)	CVD(n=59)	Total(n=98)
cTnT(ng/mL)	1.10±1.92	0.52±1.29	0.41±1.10	0.26±0.87
CK(U/L)	281.4±718.7	171.7±461.2	151.3±394.7	142.6±328.7
CK-MB(ng/mL)	21.0±52.6	11.4±33.6	9.6±28.8	7.7±23.5
LD(U/L)	534.5±166.8	523.9±161.6	543.3±163.6	523.8±165.1
NT-ProBNP(pg/mL)	27690.0±10424.4	26407.5±9112.7	26535.8±9293.7	18845.9±13037.1
Glucose(mg/dL)	243.6±129.9	198.9±105.3	187.1±99.8	165.5±92.7
BUN(mg/dL)	46.6±19.7	49.5±19.6	48.7±20.7	50.3±20.9
Cr(mg/dL)	6.1±2.8	6.6±2.7	6.6±2.6	7.6±3.2
EGFR(mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	11.8±8.9	10.0±6.7	9.8±6.1	8.6±5.6
AST(IU/L)	42.3±58.3	41.6±71.7	36.7±61.0	32.6±49.3
Triglyceride(mg/dL)	123.6±67.9	114.8±62.2	110.9±55.3	121.0±61.3
Cholesterol(mg/dL)	167.4±49.5	166.3±45.3	160.9±42.1	159.4±49.4
Albumin(g/dL)	3.1±0.5	3.2±0.6	3.2±0.6	3.3±0.6

AMI : acute myocardial infarction, IHD : ischemic heart disease, CVD : cardiovascular disease, cTnT : cardiac troponin T, CK : creatine kinase, LD : lactate dehydrogenase, NT-proBNP : N-terminal fragment of the prohormone brain-type natriuretic peptide, BUN : blood urea nitrogen, Cr : creatinine, EGFR : estimated glomerular filtration rate, AST : aspartate aminotransferase

**5. 혈중 cTnT값의 결정치에 따른 Kaplan-Meier 생존율**  
 정한 기간 동안 사망자는 17명, 생존자는 33명, 추적 손실은 48명이었다. 진단 당시의 cTnT 0.10 ng/mL을 기준으로 3년간의 생존율을 분석했을 때 0.1보다 높은 군에서 0.1보다 낮은 군보다 유의하게 낮은 생존율을 보였다(Fig. 2).

## 고 안

신질환 환자에서 심근 손상의 증거가 없으면서 troponin이 증가하는 경우의 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나 몇 가지 생각해볼 수 있는 가설들이 있다. 먼저 임상적으로 인지되지 않을 정도의 미세한 손상이 있거나, 좌심실비대와 수축력 이상과 관련하여, 또는

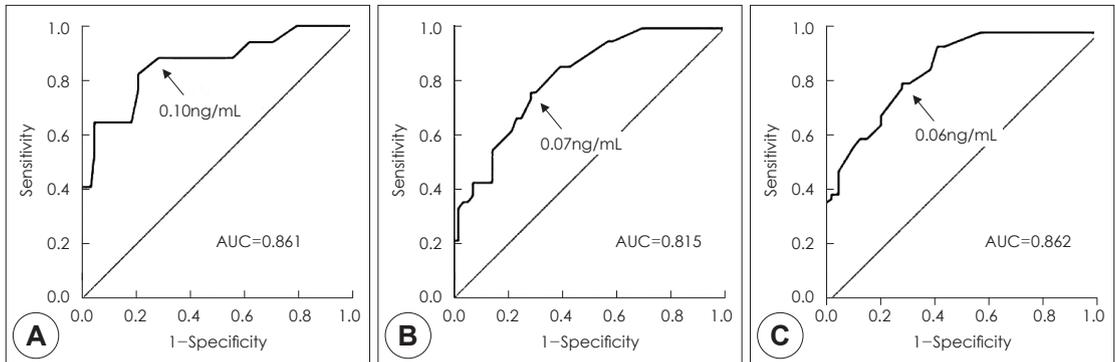
요독증시 골격근의 재생을 자극하여 troponin이 증가한다는 가설들이 있다<sup>8)9)14)</sup>. 골격근 troponin과 교차반응을 보일 수 있다는 의견은 현재 검사방법이 발달하여 4세대로까지 발전함에 따라 그 가능성은 적을 것으로 보인다<sup>12)</sup>. 신기능의 저하로 청소율이 감소되어 cTnT이 증가할 것이라는 가설도 제기되었으나 cTnT는 상당히 큰 분자이기 때문에 이 가능성도 희박할 것으로 생각된다<sup>9)</sup>.

심혈관 질환이 없는 환자의 cTnT 농도는 질환이 있는 군에 비해 전반적으로 낮았고, 대부분 증가하더라도 심근경색의 결정치인 0.10 ng/mL 미만으로 증가하였다. 그러나 4예에서 0.10 ng/mL 이상으로 증가하였다. 첫 번째 예는 cTnT 농도가 0.18 ng/mL로 당시 임상적 증상도 없었고 심전도도 정상이었으나 수개월 후 흉통이 발생하였으며 1년 후에는 관상동맥 협착증으로

**Table 3.** Comparison of laboratory parameters between groups without and with IHD in chronic renal failure with dialysis patients

	No IHD(n=56)	IHD(n=42)	p value*
cTnT(ng/mL)	0.07±0.07	0.52±1.29	0.027
NT-ProBNP(pg/mL)	14525.0±13128.7	26407.5±9112.7	0.009
Creatinine(mg/dL)	8.2±3.3	6.6±2.7	0.011
Glucose(mg/dL)	141.9±75.0	198.9±105.3	0.003

\* : Confirmed by Student t test. IHD : ischemic heart disease, cTnT : cardiac troponin T, NT-ProBNP : N-terminal fragment of the prohormone brain-type natriuretic peptide

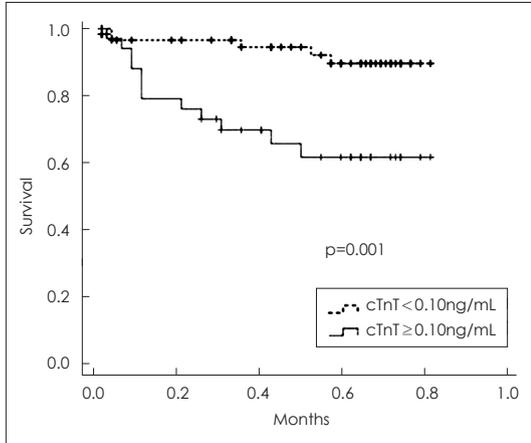


**Fig. 1.** A-C : Cutoff values for cardiac troponin T in AMI, IHD and CVD in chronic renal failure with dialysis. cTnT : cardiac troponin T, AMI : acute myocardial infarction, IHD : ischemic heart disease, CVD : cardiovascular disease

**Table 4.** Probability of AMI, IHD and CVD by cTnT level in chronic renal failure with dialysis patients

Disease	cTnT cutoff(ng/mL)	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Efficiency
AMI	0.1	88.2	71.6	39.5	96.7	74.5
IHD	0.07	76.2	71.4	66.7	80.0	73.5
CVD	0.06	81.4	71.8	81.4	71.8	77.6

cTnT : cardiac troponin T, AMI : acute myocardial infarction, IHD : ischemic heart disease, CVD : cardiovascular disease, PPV : positive predictive value, NPV : negative predictive value



**Fig. 2.** Kaplan-Meier plot for survival based on cut-off value of cardiac troponin T at 0.1 ng/mL during 3 years.

진단받았다. 두 번째 예는 0.15 ng/mL로 당뇨가 있는 경우였다. 여러 연구들에서 당뇨가 있을 경우 cTnT의 양성율이 높게 나타나 위험 인자로 보고되어 있다<sup>10)13)15)</sup>. 나머지는 둘 다 0.10 ng/mL로, 한 예는 근막염으로 치료받던 환자로 전신 상태가 좋지 못하였으며, 다른 한 예는 간질발작이 있었고 이전 심질환의 과거력이 있었던 경우였다. 이상에서 보듯이, 임상적으로 특별히 의심되지 않더라도 cTnT가 증가한다면 아직 임상적으로 인지되지 않을 정도의 미세한 손상이 있을 가능성이 있으므로 더 평가하거나 세밀하게 관찰할 필요가 있다.

반면 심근 경색으로 진단받았으나 cTnT가 10% CV 값 기준시에는 양성이지만 결정치인 0.10 ng/mL 미만 이었던 경우가 두 예 있었다. 첫 번째 경우는 cTnT값이 0.03 ng/mL로 허혈성 심질환으로 관상동맥 중재시술을 시행 받은 과거력 있으며 허혈을 나타내는 심전도 이상을 보였고, 다른 경우는 cTnT가 0.05 ng/mL였는데 관상동맥 중재시술을 시행받았다. 따라서 결정치 이하의 값으로 증가했더라도 무시하기보다 주의 깊게 관찰할 필요가 있다.

본 연구에서 만성 신부전 환자 중 허혈성 심질환이 있는 군에서 없는 군보다 cTnT값이 유의하게 증가한 것을 볼 수 있었다. 또한 질환군별 생화학적 검사 결과를 보면 심혈관 질환, 허혈성 심질환, 심근 경색 순으로 질병의 정도가 심할수록 cTnT가 높은 것을 확인할 수 있었다. 대체적으로 심근 손상이 클수록 cTnT도 현저히 증가한다. 따라서 만성 신부전 환자에서도 cTnT가 심질환 진단에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 다른

연구에서도 cTnT가 심질환 환자에서도 여전히 심질환의 진단에 유용할 것이라고 하였다<sup>16)</sup>. 이 경우 cTnT 기본값을 측정해 두면 값의 변화 여부에 따라 급성 경과의 결과 판정에 좀더 도움이 될 수 있는데, cTnT가 만성 신부전 환자에서 증가하는 경우가 많으므로 cTnT보다 유용하게 이용될 수 있다<sup>8)17)</sup>.

심질환이 있는 환자에서 cTnI가 cTnT보다 비특이적으로 증가하는 경우가 적고 더 정확하다고 알려져 있다. 반면 cTnT는 신부전 환자에서 증가하는 경우가 많은데 그 경우 심혈관계 질환의 위험도와 사망률이 높아 불량한 예후를 시사하는 표지자로 유용하다<sup>10)17)18)</sup>. 본 연구에서도 심근경색 결정치인 0.10 ng/mL를 기준으로 Kaplan-Meier 생존곡선 분석을 시행한 결과, cTnT 농도가 0.10 ng/mL 미만인 경우가 이상인 경우보다 유의하게 생존율이 높은 것을 확인할 수 있었다.

요약하면, 만성 신부전 환자에서 심혈관 질환이 있었던 경우 없었던 경우보다 cTnT값이 증가되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 결론적으로, 만성 신부전 환자에서 cTnT가 증가한 소견을 보인다면 심근 손상을 의심하여 주의를 기울일 필요가 있다.

## 요 약

### 배 경

투석중인 만성신부전 환자에서 cardiac troponin T (cTnT) 증가는 심근손상을 알려주는 표지자이다. 그러나 투석중인 신부전 환자에서의 심근손상에 있어서의 cTnT의 결정치는 다양하게 해석 되고 있다. 본 연구에서는 투석을 받고 있는 만성신부전 환자에서 cardiac troponin T(cTnT)의 증가 원인을 확인하고 심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관질환 진단의 결정치를 구하고 생존율과의 관계를 평가하고자 한다.

### 방 법

신부전으로 투석을 받고 있는 환자로서 cTnT 검사를 시행한 98명(남자 43명, 여자55명, 평균 연령 60.4 ± 13.0세)을 대상으로 하였다. 질병의 진단 및 진행상황은 진료기록을 참조하였고 관찰기간은 3년간이었다. cTnT는 4세대 검사법인 Elecsys 2010(Roche diagnostics, Germany)으로 측정하였다.

### 결 과

투석중인 신부전환자 98명의 cTnT의 평균치는 0.26

ng/mL이었다. 그 중 심혈관질환이 있는 환자는 59명 (60.2%)이었고 cTnT의 평균치는 0.41 ng/mL이었고 심혈관질환이 없는 군에서는 0.04 ng/mL이었다. 심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관질환에서 cTnT 평균치는 각 1.10, 0.52, 0.41 ng/mL이었다. CK, CK-MB 및 glucose는 심혈관질환의 심한 정도에 따라 증가하였다. 그 외 LD, NT-proBNP, BUN, Creatinine, eGFR, triglyceride, cholesterol 및 albumin치는 질환의 정도에 따른 차이가 없었다. 허혈성 심질환이 있는 군에서 없는 군보다 cTnT, NT-proBNP 및 glucose치가 유의하게 높았다. 심근경색, 허혈성 심질환, 심혈관질환의 결정치는 cTnT 0.1, 0.07, 및 0.06 ng/mL이었고, 각각의 민감도와 특이도는 88.2/71.6%, 76.2/71.4% 및 81.4/71.8%이었다. 3년간의 생존율은 cTnT 0.1 ng/mL 이상 군에서 0.1 미만 군보다 유의하게 낮았다.

## 결론

투석 중인 만성신부전 환자에서의 cTnT증가의 정도는 심혈관질환의 심한 정도와 낮은 생존율을 나타내었다.

**중심 단어 :** Troponin · 만성신부전 · 투석 · 생존율.

## References

- 1) The Joint Europeans Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee : *Myocardial infarction redefined-A consensus document of the Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the redefinition of myocardial infarction.* *Eur Heart J* 2000 ; 21 : 1502-1513
- 2) Babuin L, Jaffe AS : *Troponin : the biomarker of choice for the detection of cardiac injury.* *CMAJ* 2005 ; 173 : 1191-1202
- 3) Braunwald E, Antman EM, Beasley JW, Califf RM, Cheitlin MD, Hochman JS, et al : *ACC/AHA guideline update for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction-2002 : summary article : a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines(Committee on the Management of Patients With Unstable Angina).* *Circulation* 2002 ; 106 : 1893-1900
- 4) Zarich SW, Bradley K, Mayall ID, Bernstein LH : *Minor elevations in troponin T values enhance risk assessment in emergency department patients with suspected myocardial ischemia : analysis of novel troponin T cut-off values.* *Clin Chim Acta* 2004 ; 343 : 223-229
- 5) Collins AJ, Li S, Ma JZ, Herzog C : *Cardiovascular disease in end-stage renal disease patients.* *Am J Kidney Dis* 2001 ; 38 : S26-29
- 6) Lee SH : *Cardiac Troponins in Hemodialysis Patients.* *Korean J Nephrol* 2004 ; 23 : S486-487
- 7) Finsterer J, Stöllberger C, Krugluger W : *Cardiac and noncardiac, particularly neuromuscular, disease with troponin-T positivity.* *Neth J Med* 2007 ; 65 : 289-295
- 8) Wang AY, Lai KN : *Use of cardiac biomarkers in end-stage renal disease.* *J Am Soc Nephrol* 2008 ; 19 : 1643-1652
- 9) De Gennaro L, Brunetti ND, Cuculo A, Pellegrino PL, Izzo P, Roma F, et al : *Increased troponin levels in non-ischemic cardiac conditions and noncardiac diseases.* *J Interv Cardiol* 2008 ; 21 : 129-139
- 10) Park MJ, Lee YK, Song W, Hur M, Lee KS, Cho HC, et al : *Investigation of Elevated Cardiac Troponin T in Chronic Renal Failure Patients Undergoing Hemodialysis.* *Korean J Lab Med* 2005 ; 25 : 28-32
- 11) Kim GJ, Cho SH, Cho NS : *Availability of Troponin I and T and CK-MB for Diagnosis of Acute Myocardial Infarction in Patients of Renal Failure Admitted to an Emergency Medical Center.* *J Korean Soc Emerg Med* 2002 ; 13 : 485-488
- 12) Han SH, Choi HY, Kim DK, Moon SJ, Lee JE, Yoo TH, et al : *Elevated cardiac troponin T predicts cardiovascular events in asymptomatic continuous ambulatory peritoneal dialysis patients without a history of cardiovascular disease.* *Am J Nephrol* 2009 ; 29 : 129-135
- 13) Yun JE, Lee HC, Lee JS, Park KY, Park DK, Goo JR, et al : *TnI, cTnT, and CK-MB in patients with chronic renal failure.* *Korean J Med* 2000 ; 58 : 204-212
- 14) Ooi DS, Isotalo PA, Veinot JP : *Correlation of ante-mortem serum creatine kinase, creatine kinase-MB, troponin I, and troponin T with cardiac pathology.* *Clin Chem* 2000 ; 46 : 338-344
- 15) Lee SI, Kim H, Youn JW, Kim HS, Sung KC, Lee KB, et al : *The Measurement of Cardiac Troponin T(cTnT) and Troponin I(cTnI) in Maintenance Dialysis Patients.* *Korean J Nephrol* 2002 ; 21 : 244-250
- 16) Yoon HJ, Lee SB, Kim YW, Kim YH, Chung WY, Kim MY, et al : *Cardiac Troponin T and Cardiac Troponin I Levels in End Stage Renal Disease Patients Undergoing Hemodialysis : as Markers of Myocardial Injury.* *Korean J Nephrol* 2002 ; 21 : 652-658
- 17) Aviles RJ, Askari AT, Lindahl B, Wallentin L, Jia G,

Ohman EM, et al : *Troponin T levels in patients with acute coronary syndromes, with or without renal dysfunction. N Engl J Med 2002 ; 346 : 2047-2052*  
18) Iliou MC, Fumeron C, Benoit MO, Tuppin P, Calonge

VM, Moatti N, et al : *Prognostic value of cardiac markers in ESRD : Chronic Hemodialysis and New Cardiac Markers Evaluation(CHANCE) study. Am J Kidney Dis 2003 ; 42 : 513-523*