

검안 시 급성심근경색 진단을 위한 심근효소 검사의 유용성

박종필¹ · 이탁수² · 최민성²
양경무³ · 박정우² · 원유진²
이종석² · 김덕훈² · 최승규²
이경홍² · 김정환² · 김모아²
유미영⁴

¹연세대학교 의과대학 법의학과

²국립과학수사연구원

서울과학수사연구소 법의조사과

³국립과학수사연구원 중앙법의학센터

⁴경기남부경찰청

Received: June 26, 2019

Revised: July 2, 2019

Accepted: August 24, 2019

Correspondence to

Jong-Pil Park

Department of Forensic Medicine,

Yonsei University College

of Medicine, 50-1 Yonsei-ro,

Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: +82-2-2228-2482

Fax: +82-2-362-0860

E-mail: parkjp@yuhs.ac

Evaluation of the Usefulness of Cardiac Enzyme Analysis for the Diagnosis of Acute Myocardial Infarction in Postmortem Inspection

Jong-Pil Park¹, Tak Su Lee², Minsung Choi², Kyung-moo Yang³, Jeongwoo Park², Yujin Won², Jongseok Lee², Duk Hoon Kim², Seung Gyu Choi², Kyunghong Lee², Jeong Hwan Kim², Moa Kim², Miyoung Yu⁴

¹Department of Forensic Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea,

²Division of Forensic Medicine Investigation, National Forensic Service Seoul Institute, Seoul, Korea, ³Medical Examiner's Office, National Forensic Service, Wonju, Korea, ⁴Gyeonggi Nambu

Provincial Police Agency, Suwon, Korea

Acute myocardial infarction is one of the most common causes of unexpected deaths, but there are limitations to its diagnosis in postmortem inspection. In this study, we aimed to investigate the usefulness of cardiac marker analysis for the diagnosis of acute myocardial infarction in postmortem inspection. This study was conducted on 30 postmortem inspection cases conducted by the National Forensic Service from 2016 to 2018. Tests for three myocardial enzymes (myoglobin, creatinine kinase-MB, and cardiac troponin I) were performed in each case, and the relationships between enzyme levels, cause of death, and factors affecting the postmortem tests were analyzed. Cardiac enzyme concentrations were not significantly different between the heart disease group and other disease groups, and the false-positive rate was increased due to postmortem changes. Therefore, we can conclude that it is not appropriate to use cardiac enzyme analysis for the diagnosis of acute myocardial infarction in postmortem inspection.

Key Words: Myocardial infarction; Diagnosis; Postmortem changes; Troponin I

서 론

급성심근경색은 법의부검의 대상이 되는 죽음 중 높은 빈도를 차지하는 사망원인으로서[1], 법의부검 실무에서 흔하게 접하고 있다. 검안을 통해 사인이 판정되어 검사가 마무리되는 경우에도, 이에 관한 정확한 사망원인 통계가 제시되어 있

지는 않지만, 병사로 추정되는 경우 부검으로 이어지지 않고 사건이 종결되는 현실을 고려하면 급성심근경색으로 판정되는 경우의 빈도가 높을 것으로 추정된다. 이와 같은 상황에서 사후검사를 통한 급성심근경색의 진단 기준을 명확히 하는 것은 사인 규명의 측면에서뿐만 아니라 그에 기반한 국가사망통계 작성 및 보건정책 수립, 보험사로부터 보험료 지급 등

관련된 여러 문제의 해결에도 영향을 미치게 되므로 반드시 필요한 일이라 할 수 있다.

임상적으로 급성심근경색의 진단은 흉통 등의 증상을 기본으로 하여, 심근효소 검사, 심전도 검사 및 심장혈관조영술이나 기타 영상검사를 통해 이루어지게 된다. 그러나 사후에는 변사자의 생전 증상을 알기 어려운 경우가 많고, 심전도 검사를 시행할 수 없으며, 심장혈관조영술을 비롯한 영상검사의 경우 최근 여러 시도가 이루어지고 있지만 실무에 쉽게 적용할 수 있는 상황은 아니므로, 급성심근경색의 진단에 제약이 있다.

이와 같은 사후검사의 한계점으로 인해 부검시에는 심장혈관에 대한 육안 검사 시 혈전을 확인하거나, 심장에서 좌심실 파열 등 심근경색의 합병증이 확인되는 경우 급성심근경색을 확진할 수 있으나, 그 밖의 경우에는 사망 전 증상이 심근경색의 경과에 부합하거나 심장근육에서 과거에 앓았던 심근경색의 흔적을 보는 경우에 한해 급성심근경색의 가능성을 고려하는 정도로 진단이 이루어지고 있다. 그나마 검안 시에는 부검 시 얻을 수 있는 정보조차 확인할 수 없으므로 변사자의 병력이나 사망 전 증상을 아는 경우 급성심근경색의 가능성을 고려해 볼 수는 있겠으나, 이를 검안만으로 확진할 수 없는 상황이다.

이와 같은 제약을 극복하기 위해 심근효소 검사를 급성심근경색의 사후진단에 활용해 보고자 하는 많은 연구가 진행되어 왔다. 현재까지의 연구 결과는 심근효소의 사후변화를 고려한 진단 기준이 마련된다면 급성심근경색의 사후진단에 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 특히 사후경과시간이 짧을수록 심근효소 검사가 유용할 것이라고 요약할 수 있겠으나 [2], 실무에 적용하기에는 추가적인 연구가 필요한 상황이다.

본 연구에서는 검안 시 접하게 되는 시신을 대상으로 하여 급성심근경색의 사후진단을 위한 심근효소 검사의 유용성을 확인해보고, 이를 통해 검안 시 심근효소 검사를 시행하는 것이 적절한지에 대해 고민해 보고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2016년 11월부터 2018년 10월까지 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소에서 시행된 검안 견을 대상으로 하였다. 이후 진행된 연구과정은 국립과학수사연구원 생명윤리위원회에서 심의(906-160211-HR-005-01)되고 심의 면제 대상으로 인정되어 사전동의(informed consent)는 요구되지 않았다.

1. 혈액 채취 및 심근효소 분석

검안 시행 시 정확한 사인 규명을 위해 긴급독물검색(약독물

검사, 알코올 검사 등)이 필요한 경우 유가족의 동의를 받고, 혈액을 채취하였다. 혈액 채취는 주로 대퇴정맥이나 쇄골하정맥에서 이루어졌고, 가능한 경우 10 mL 이상을 채취하였다. 현장에서 채취된 혈액은 별도의 처리 없이 주사기에 보관된 상태로 실험실로 옮겨졌으며, 이송 시간은 30분 정도 소요되었다. 실험실에서 긴급독물검색을 위한 시료를 확보하고 나머지 시료를 심근효소 분석에 활용하였으며, 혈액은 3,000 rpm으로 5분 동안 원심분리하여 혈청을 채취하였고, 심근효소 검사 시까지 냉장(4°C) 보관하였다.

심근효소는 myoglobin, creatinine kinase-MB (CK-MB) 및 cardiac troponin I (troponin I) 세 가지를 검사하였고, 검사장비는 화학발광효소면역검사법을 활용하는 Access 2 Immunoassay System (Beckman Coulter, Atlanta, GA, USA)을 이용하였다.

2. 검안기록 및 부검기록 검토

심근효소 검사가 시행된 각각의 경우에 대해 검안기록을 검토하여 성별, 나이, 사후경과시간, 시반, 시강, 심폐소생술 시행 여부, 사망원인을 조사하였다. 검토 결과 수사기록을 통해 사후경과시간이 12시간 이내인 것이 확인되는 경우를 분석 대상으로 포함시켰다. 사망원인의 경우 검안 후 부검이 시행된 경우에는 부검감정서상의 사망원인을 최종사인으로 선택하였고, 검안으로 종료된 경우에는 과거병력, 사망 당시 상황, 현장조사, 119 구급대 기록 및 응급실 기록 등의 정보를 종합하여 판정하였으며, 자료를 검토한 후에도 사인이 심장질환인지 여부를 판정하기 어려운 경우는 분석에서 제외하였다.

3. 통계분석

통계분석을 위해 사망원인은 심장질환 및 기타 질환으로 구분하였고, 시반은 형성되지 않은 경우, 이동성 시반 및 고정성 시반으로 구분하였으며, 시강은 형성되지 않은 경우, 턱·목 관절, 팔꿈치·무릎 관절 및 손가락·발가락 관절까지 진행된 경우로 구분하였다. 사망 원인별 심근효소 농도의 비교 분석을 수행하였고, 심근효소 검사를 이용한 심장질환 진단의 민감도, 특이도 및 양성예측도를 분석하였다. 그리고 기타 질환군에서 성별, 나이, 사후경과시간, 시반, 시강 및 심폐소생술 여부와 심근효소 농도 사이의 관계에 대한 분석을 수행하였다. 통계분석은 IBM SPSS version 23 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하였고, 심근효소 검사 결과가 정규분포를 따르지 않아 비모수 통계분석을 시행하였다.

결 과

심근효소 검사가 시행된 경우 중 사후경과시간이 12시간 이내이고, 사망 원인을 구분할 수 있어 분석의 대상이 된 증례는 총 30건이었다. 이 중 남자가 20명, 여자가 10명이었고, 나이는 평균 61.4세로 40세부터 97세까지 분포하였다. 사후 경과시간을 특정할 수 있었던 증례는 24건이었고, 평균 3.1시간이었으며, 1.3시간부터 8.1시간까지 분포하였다. 검안 기록상 시반을 확인할 수 있었던 경우는 29건이었고, 이 중 시반이 형성되지 않은 경우가 1건, 이동성 시반이 형성된 경우가 24건, 고정성 시반이 형성된 경우가 4건이었다. 시강을 확인할 수 있었던 경우는 27건으로, 시강이 형성되지 않은 경우가 13건, 턱·목 관절에만 형성된 경우가 2건, 팔꿈치·무릎 관절까지 형성된 경우가 6건, 손가락·발가락 관절까지 형성된 경우가 6건이었다. 심폐소생술이 시행된 경우는 15건이고, 시행되지 않은 경우는 15건이었다. 사인이 심장질환인 경우가 13건이었고, 기타 사인인 경우가 17건이었다. 심장질환군으로 분류된 13건은 모두 검안 단계에서 사인이 판정되었고, 급성

심근경색 4건, 급성심장사 7건 및 만성심부전 2건으로 추정되는 증례들이었다. 심장질환군 및 기타 질환군의 기본정보는 Table 1에 제시하였다.

사인별 심근효소 농도 비교 결과 세가지 심근효소 모두에서 평균값의 경우 심장질환인 경우가 기타 질환인 경우에 비해 높았고, troponin I의 경우 비교적 큰 차이를 보였으나, 세가지 심근효소 모두에서 심장질환과 기타 질환 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 2).

임상에서 심근효소가 증가한 것으로 판정되는 기준(myoglobin, 남성 0-72 ng/mL, 여성 0-58 ng/mL; CK-MB, 남성 0-4.87 ng/mL, 여성 0-3.61 ng/mL; troponin I, 0-0.30 ng/mL)을 적용하여 사인별로 차이가 있는지를 비교한 결과 세 가지 심근효소에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 이 중 troponin I의 진단기준(cutoff value)을 증가시켜가며 민감도, 특이도 및 양성예측도를 조사한 결과 진단기준을 0.5 ng/mL로 증가시켰을 때 모든 면에서 우수함을 확인할 수 있었다(Table 4).

사후 심근효소 농도에 영향을 미치는 변수를 알아보기 위해 기타 질환군을 대상으로 시행한 분석상 myoglobin의 경우 남성이 여성에 비해 사후에 증가하는 경향을 보여주었고,

Table 1. Demographic characteristics and postmortem findings

	Heart disease	Others	Total
No. of subjects	13	17	30
Age (yr)			
Mean±SD	66.8±15.7	57.3±12.0	61.4±14.3
Range	42-97	40-83	40-97
Sex			
Male	8	12	20
Female	5	5	10
PMI, hours			
Mean±SD	2.7±0.6	3.6±2.1	3.1±1.6
Range	2.1-3.7	1.3-8.1	1.3-8.1
Livor mortis			
No	0	1	1
Non-fixed	11	13	24
Fixed	2	2	4
Rigor mortis			
No	6	7	13
Jaw and neck	0	2	2
Elbow and knee	4	2	6
Finger and toe	2	4	6
CPR			
Done	8	7	15
No	5	10	15

PMI, postmortem interval; CPR, cardiopulmonary resuscitation; SD, standard deviation.

Table 2. Comparison of cardiac enzyme concentration between heart disease and others

Cardiac enzyme	COD	Mean ±SD (ng/mL)	Median (IQR) (ng/mL)	P-value ^{a)}
Myoglobin	Heart disease	2,539.4±1,427.6	2,801.8 (2,780.7)	0.750
	Others	2,430.0±1,559.8	3,144.7 (3,306.7)	
CK-MB	Heart disease	55.4±82.0	27.5 (75.3)	0.934
	Others	55.3±77.1	26.7 (65.8)	
Troponin I	Heart disease	10.6±27.7	0.64 (2.48)	0.281
	Others	1.2±2.6	0.12 (0.88)	

COD, cause of death; SD, standard deviation; IQR, interquartile range.

^{a)}P-values were determined with use of the Mann-Whitney U test.

Table 3. Comparison between heart disease and others according to the clinical cutoff value of cardiac enzymes

		Cause of death, n (%)		P-value ^{a)}
		Heart disease	Others	
Myoglobin	Positive	13 (100)	17 (100)	-
	Negative	0 (0)	0 (0)	
CK-MB	Positive	11 (84.6)	14 (82.4)	1.000
	Negative	2 (15.4)	3 (17.6)	
Troponin I	Positive	8 (61.5)	7 (41.2)	0.269
	Negative	5 (38.5)	10 (58.8)	

^{a)}P-values for creatinine kinase-MB and troponin I were determined with use of Fisher's exact test and chi-square test, respectively.

통계적으로도 유의한 차이를 보였으며, 사후경과시간이 증가할수록 농도가 증가하는 경향을 보였고, 통계적으로도 유의하였다. 그밖에 나머지 변수들의 경우 통계적으로 유의한 수준으로 심근효소 농도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다(Table 5).

고 찰

사후 심근효소 검사를 급성심근경색을 비롯한 심장질환의 진단에 활용해 보고자 하는 노력은 오랜 기간 여러 연구자들에 의해 진행되어 왔고[2-7], 국내에서도 시행된 바 있다[8]. 사후에도 급성심근경색으로 사망한 경우가 다른 사인으로 사망한 경우에 비해 혈중 심근효소 농도가 높으나, 사후경과시간이 증가함에 따라 심근효소가 증가하기 때문에 임상에서 사용하는 기준을 사후에도 적용할 수는 없으며, 사후경과시간이 증가함에 따른 새로운 진단기준이 마련되어야 실무에 적용할 수 있다. 그리고 사망 후 1일 이내에 검사가 시행되어야 의미가 있으며, 심근효소 중 troponin I 또는 troponin C가 유용하고, 혈액보다는 심낭액을 사용한 경우 보다 의미가 있다고 보고하고 있다. 우리나라의 경우 일반적으로 사망 후 다음날 또는 이틀째 되는 날 부검이 시행되므로 부검 시 급성심근경색을 진단하기 위해 심근효소 검사를 시행하는 것은 현재로서는 유용하지 않은 상황이다. 그러나 검안의 경우에는 사망 후 수 시간 내에 이루어질 수 있어 사후경과시간의 측면에서는 사후 심근효소 검사의 적용을 검토해 볼 수 있을 것을 생각된다.

Table 4. Diagnostic usefulness change according to cutoff value of troponin I

Cutoff value (ng/mL)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	P-value ^{a)}
0.3	61.5	58.8	53.3	0.269
0.4	61.5	70.6	61.5	0.078
0.5	61.5	76.5	66.7	0.035
0.6	53.8	76.5	63.6	0.132
0.7	46.2	76.5	60	0.255
0.8	46.2	76.5	60	0.255
0.9	38.5	76.5	55.6	0.433
1.0	38.5	76.5	55.6	0.433

PPV, positive predictive value.

^{a)}P-values were determined with use of chi-square test or Fisher's exact test.

Table 5. Variables analysis on postmortem cardiac enzyme concentration

	Myoglobin (ng/mL)		CK-MB (ng/mL)		Troponin I (ng/mL)	
	Median (IQR)	P-value	Median (IQR)	P-value	Median (IQR)	P-value
Age (correlation coefficient)	-0.382	0.131	-0.338	0.185	-0.042	0.872
Sex		0.05		0.246		0.14
Male	1,169.6 (2,763.8)		11.7 (80.1)		0.09 (0.33)	
Female	3,938.0 (63.8)		45.7 (47.8)		0.47 (5.95)	
PMI (correlation coefficient)	0.774	0.003	0.449	0.143	0.186	0.562
Livor mortis		0.577		0.349		0.368
No	3,811.4		39		0.47	
Non-fixed	3,144.7 (3,393.5)		22.4 (67.0)		0.07 (0.85)	
Fixed	3,260		174.9		1.46	
Rigor mortis		0.167		0.088		0.906
No	584.9 (2,914.6)		26.7 (42.6)		0.07 (2.86)	
Jaw and neck	2,704.4		25.4		0.29	
Elbow and knee	2,282.4		9.4		0.37	
Finger and toe	3,928.0 (1,018.6)		131.3 (204.3)		0.81 (2.34)	
CPR		0.492		0.626		0.591
Done	3,144.7 (3,516.6)		26.7 (40.4)		0.12 (2.84)	
No	2,958.5 (3,211.7)		28.7 (114.2)		0.16 (0.58)	

IQR, interquartile range; CK-MB, creatinine kinase-MB; PMI, postmortem interval; CPR, cardiopulmonary resuscitation.

P-values for age and PMI were determined with use of Spearman correlation.

P-values for sex and CPR were determined with use of the Mann-Whitney U test.

P-values for livor mortis and rigor mortis were determined with use of the Kruskal-Wallis test.

본 연구의 경우 검안 시 채취한 혈액을 이용해 심근효소 검사를 시행하고 그 결과를 사인에 따라 비교하는 방식으로 진행되었는데, 본 연구가 가진 가장 큰 한계점은 사인 분류의 정확성에 대한 부분이다. 본 연구에서는 앞서 소개한 바와 같이 검안 후 부검이 시행된 경우에는 부검 결과를 최종사인으로 선택하였고, 검안으로 종료된 경우에는 과거병력, 사망 당시 상황, 현장조사, 119 구급대 기록 및 응급실 기록 등의 정보를 종합하여 사인을 판정하였는데 검안으로 종료된 경우 그 결과를 전적으로 신뢰하기는 어렵기 때문이다. 본 연구의 대상이 된 30건의 증례 중 사인이 확실하다고 할 수 있는 경우는 모두 8건으로, 이 중 3건은 부검을 통해 최종 사인이 확인된 경우이고, 나머지 5건은 외인사로 검안만으로도 사인을 확정할 수 있는 경우였다(Table 6). 본 연구의 계획단계에서는 검안시 혈액검사를 시행하고 부검으로 이어진 경우들을 대상으로 연구를 진행하고자 하였으나, 검안 시 심장질환 등 병사로 추정되는 경우에는 부검으로 이어지는 경우가 제한적이었으며, 그 중에서 사후경과시간이 12시간 이내인 경우를 선택하면 연구의 대상이 될 수 있는 경우가 소수에 불과해서 연구 과정 중 이를 변경하게 되었다. 이와 같은 제한점에도 불구하고, 본 연구는 사후경과시간이 짧은 증례들을 대상으로 검사 및 분석이 진행되었다는 점에서 의미가 있다고 생각된다.

본 연구 결과 심장질환으로 사망한 경우와 기타 질환으로 사망한 경우 사이에 심근효소 검사상 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않는 것으로 확인되었다. 분석의 대상이 된 증례의 수가 적어 통계분석의 의미를 부여하기 어려운 측면도 있겠으나 심근효소 중 myoglobin과 CK-MB의 경우 측정값의 평균값 및 중위수가 있어 두 군간에 비슷하였고, 임상에서 적용되는 진단기준을 적용하였을 때 특이도가 각각 0%와 17.6%로서 실무에 적용할 수 없는 수준이라고 생각된다. Troponin I의 경우 측정값의 평균값이나 중위수가 심장질환군에서 기타 질환군에 비해 높았지만, 통계적으로 유의하

지는 않았고, 민감도와 특이도가 각각 61.5% 및 58.8%로 낮아 역시 실무에 적용할 수 있는 상황은 아닌 것으로 보인다. Troponin I의 경우 혈중 농도가 사후에 증가되는 경향을 보이는 점을 고려하여 진단기준을 높여가며 적용해본 결과 진단기준을 0.5 ng/mL로 하였을 때 민감도 61.5%, 특이도 76.5% 및 양성예측도 66.7%로서 가장 높은 것으로 확인되었으나, 역시 실무에 적용하기에는 부족한 수준으로 생각된다.

사인 이외에 사후 심근효소검사 결과에 영향을 주는 인자를 확인해보고자 시행한 분석에서 myoglobin의 경우에서 성별 및 사후경과시간이 영향을 주는 인자로 확인되었고, 나머지 경우에는 통계적으로 유의한 결과를 보이는 인자가 확인되지 않았다. 기존의 연구결과 사후경과시간 및 심폐소생술 여부가 사후 심근효소 검사 결과에 영향을 준다고 보고되어 있는데[2], 본 연구에서는 myoglobin을 제외한 심근효소들이 사후경과시간에 따라 증가함을 통계적으로 유의한 수준으로 확인할 수 없었고, 심폐소생술의 경우 영향이 없는 것으로 나타났다. 이는 분석의 대상이 된 증례가 17건으로 적었기 때문일 수 있을 것으로도 보여 본 연구 결과를 근거로 사후경과시간 및 심폐소생술 여부가 심근효소 검사 결과에 영향을 주지 않는다고 단정짓기는 어려워 보인다.

본 연구가 시행된 배경 중 하나는 현재 검안 실무에서 심근효소 검사를 시행하고 그 결과를 근거로 급성심근경색을 진단하고 있는 사례들이 있어 이와 같은 행위가 적절한지에 대해 검토해 보는 것이었다. 대부분의 경우 변사자의 병력, 사망 당시 상황 및 외표검사 등을 종합하였을 때 급성심근경색이 의심되나, 객관적인 근거가 부족하여 사인으로 판정하기는 어렵고, 그렇다고 부검까지 진행되지는 않는 경우 사후 심근효소 검사를 시행하고 그 결과를 근거로 급성심근경색을 진단하는 기준으로 삼았던 것으로 보인다. 그러나 본 연구 결과를 포함한 기존의 관련 연구 결과들을 종합하였을 때 현재 시점에서 검안 시 사후 심근효소 검사를 시행하고 이를 근거로 사인을 판정하는 것은 높은 위양성률로 인해 적절하지 않

Table 6. Cases which cause of death was confirmed

Case No.	Sex	Age (yr)	PMI (hr)	Livor mortis	Rigor mortis	CPR	Myoglobin (ng/mL)	CK-MB (ng/mL)	Troponin I (ng/mL)	Autopsy	Cause of death
1	Male	40	2.4	Non-fixed	Neck	No	1,597.3	11.7	0.11	Done	Chronic alcoholism
2	Female	56	8.1	Non-fixed	No	Done	>3,938.0	46.9	10.74	Done	Nontraumatic SAH
3	Male	83	<6	Non-fixed	No	Done	421.4	6.5	0.12	Done	PTE
4	Male	56	6.9	Non-fixed	Finger and toe	No	>3,938.0	152.4	0	No	Hanging
5	Male	57	<8	Non-fixed	No	No	504.2	4.7	0.04	No	Hanging
6	Female	66	4	No	Jaw	Done	3,811.4	39	0.47	No	Hanging
7	Female	45	<12	Non-fixed	Finger and toe	No	>3,938.0	110.1	1.41	No	Hanging
8	Male	48	<12	Non-fixed	Elbow and knee	No	3,887	7.1	0.37	No	CO intoxication

PMI, postmortem interval; CPR, cardiopulmonary resuscitation; SAH, subarachnoid hemorrhage; PTE, pulmonary thromboembolism.

은 것으로 생각된다. 다만, 향후 추가적인 연구를 통해 사후 경과시간에 따른 급성심근경색의 심근효소 검사 진단기준이 마련된다면 적용을 검토해볼 수 있을 것이다.

결론적으로 본 연구는 검안 시 심근효소 검사를 시행하여 그 유용성을 판정해 보고자 하였고, 검안의 특성상 사인 판정에 제약이 있었으나, 현시점에서 사후 심근효소 검사를 실무에 적용하는 것을 적절치 않음을 확인하였다.

ORCID: Jong-Pil Park: <https://orcid.org/0000-0002-6525-3012>; Tak Su Lee: <https://orcid.org/0000-0002-2381-9479>; Minsung Choi: <https://orcid.org/0000-0002-7798-9799>; Kyung-moo Yang: <https://orcid.org/0000-0001-7807-8084>; Jeongwoo Park: <https://orcid.org/0000-0003-2128-5829>; Yujin Won: <https://orcid.org/0000-0002-1301-1038>; Jongseok Lee: <https://orcid.org/0000-0003-3733-3573>; Duk Hoon Kim: <https://orcid.org/0000-0001-8333-5508>; Seung Gyu Choi: <https://orcid.org/0000-0002-1846-4669>; Kyunghong Lee: <https://orcid.org/0000-0002-6964-4168>; Jeong Hwan Kim: <https://orcid.org/0000-0003-4661-1416>; Moa Kim: <https://orcid.org/0000-0002-3348-7412>; Miyoung Yu: <https://orcid.org/0000-0003-4251-2605>

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This research was supported by a grant for Development of Scientific Investigation funded by the National Forensic Service (2018-Forensic Medicine-03).

References

1. Park JH, Na JY, Lee BW, et al. A statistical analysis on forensic autopsies performed in Korea in 2017. *Korean J Leg Med* 2018;42:111-25.
2. Palmiere C, Mangin P. Postmortem chemistry update part II. *Int J Legal Med* 2012;126:199-215.
3. Barberi C, van den Hondel KE. The use of cardiac troponin T (cTnT) in the postmortem diagnosis of acute myocardial infarction and sudden cardiac death: a systematic review. *Forensic Sci Int* 2018;292:27-38.
4. Burns J, Milroy CM, Hulewicz B, et al. Necropsy study of association between sudden death and cardiac enzymes. *J Clin Pathol* 1992;45:217-20.
5. Carvajal-Zarrabal O, Hayward-Jones PM, Nolasco-Hipolito C, et al. Use of cardiac injury markers in the postmortem diagnosis of sudden cardiac death. *J Forensic Sci* 2017;62:1332-5.
6. Palmiere C, Tettamanti C, Bonsignore A, et al. Cardiac troponins and NT-proBNP in the forensic setting: overview of sampling site, postmortem interval, cardiopulmonary resuscitation, and review of the literature. *Forensic Sci Int* 2018;282:211-8.
7. Rahimi R, Dahili ND, Anuar Zainun K, et al. Post mortem troponin T analysis in sudden death: is it useful? *Malays J Pathol* 2018;40:143-8.
8. Kim YJ, Ahn YW, Jo GR, et al. Usefulness of rapid test for cardiac troponin T in postmortem diagnosis of sudden cardiac death. *Korean J Leg Med* 2008;32:6-12.