

# 급성심근경색 사후 진단을 위한 심장 표지자 검사의 유용성

박종필<sup>1</sup> · 최민성<sup>2</sup> · 양경무<sup>3</sup>  
이경홍<sup>2</sup> · 김정환<sup>4</sup> · 김모아<sup>5</sup>  
유미영<sup>6</sup> · 양희원<sup>7</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 의과대학 법의학과

<sup>2</sup>국립과학수사연구원

서울과학수사연구소 법의학과

<sup>3</sup>국립과학수사연구원 법의학부

<sup>4</sup>국립과학수사연구원

대전과학수사연구소 법의학과

<sup>5</sup>고려대학교 의과대학 해부학교실

<sup>6</sup>경기남부경찰청

<sup>7</sup>성균관대학교 과학수사학과

## Evaluation of the Usefulness of Cardiac Marker Analysis for Postmortem Diagnosis of Acute Myocardial Infarction

Jong-Pil Park<sup>1</sup>, Minsung Choi<sup>2</sup>, Kyung-moo Yang<sup>3</sup>, Kyunghong Lee<sup>2</sup>,  
Jeong Hwan Kim<sup>4</sup>, Moa Kim<sup>5</sup>, Miyoung Yu<sup>6</sup>, Hee Won Yang<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Department of Forensic Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea,

<sup>2</sup>Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Seoul Institute, Seoul, Korea,

<sup>3</sup>Department of Forensic Medicine, National Forensic Service, Wonju, Korea, <sup>4</sup>Division of

Forensic Medicine, National Forensic Service Daejeon Institute, Daejeon, Korea, <sup>5</sup>Department

of Anatomy, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea, <sup>6</sup>Gyeonggi Nambu Provincial

Police Agency, Suwon, Korea, <sup>7</sup>Department of Forensic Sciences, Sungkyunkwan University,  
Suwon, Korea

Acute myocardial infarction is one of the main causes of unusual death. However, diagnosing acute myocardial infarction based on post-mortem examination may be difficult; notably, it cannot be diagnosed based on post-mortem inspection. In this study, we aimed to investigate the usefulness of cardiac marker analysis in the diagnosis of acute myocardial infarction and to review the possibility of its application in post-mortem inspections. This study included 69 autopsy cases, including 29 cases in which the post-mortem interval was  $\leq 24$  hours, performed at the National Forensic Service Seoul Institute from July to November 2018. Tests for three cardiac markers (myoglobin, creatinine kinase-MB, and cardiac troponin I) were performed in each case using portable equipment, Triage Meter. The reliability of the equipment enzyme levels according to cause of death, and factors affecting the postmortem test results were analyzed. Cardiac marker concentrations were not significantly different between the heart disease and other disease groups, and Triage Meter was not found to be suitable for postmortem examination. Therefore, we can conclude that using cardiac marker analysis in the diagnosis of acute myocardial infarction using portable equipment at the scene of postmortem inspection is inappropriate.

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

Received: August 3, 2020

Revised: November 11, 2020

Accepted: February 19, 2021

### 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

## 서 론

급성심근경색은 임상적으로 가장 흔하게 접하는 심혈관계 질환 중 하나로서, 법의부검의 대상이 되는 변사 중에서도 높은 빈도를 차지하는 사망원인이다[1]. 급성심근경색의 임상적인 진단기준은 명확하게 정립되어 있으나[2], 사후에는 임상의 진단 기준을 적용하는 데 제약이 있으며, 부검 시에는 주로 사망 전 상황에 대한 정보와 심장에 대한 육안검사 및 조직검사 소견을 종합하여 판정하고 있다.

부검과 달리 검안에서는 심장에 대한 육안검사를 시행할 수 없어 외표검사와 함께 과거병력이나 사망 전 상황에 대한 정보만으로 급성심근경색 여부를 추정해야 하는데 사실상 정확한 진단이 불가능한 상황이다. 검안을 통해 사망원인이 최종 확정된 경우에 대한 정확한 통계자료는 없으나, 2018년 사망원인 통계상 사망 장소를 기준으로 의료기관이 아닌 장소에서 사망한 경우는 71,050명이고, 이 중 급성심근경색을 포함하는 허혈성심질환이 사인인 경우는 4,227명, 고혈압성심질환이 2,098명, 기타 심장질환이 4,664명이었다[3]. 허혈성심질환으로 판정된 경우 중 일부는 법의부검을 통해 확정된 경우도 있었지만, 대부분은 검안을 통해 과거 병력 및 사망 당시 상황에 대한 정보만으로 허혈성심질환으로 판정되었을 것으로 추정된다. 또한 고혈압성심질환 및 기타 심장질환의 경우도 대부분의 경우 이와 유사한 방식으로 사인이 판정되었을 것이며, 이들 중 일부의 경우 실제로는 허혈성심질환이나 기타 다른 사인으로 사망하였을 가능성이 있다.

심장 표지자 검사는 임상적으로 널리 사용되고 있는 급성심근경색의 진단을 위한 검사이고, 법의부검에서도 이를 이용하여 급성심근경색의 사후 진단에 도움을 얻고자 하는 여러 연구들이 진행되어 왔다. 우리나라의 경우 검안의나 수사관계자가 검안과정에서 혈액을 채취하여 심장 표지자 검사를 시행하고 이 결과를 근거로 사망원인을 판정하는 시도가 있어왔다. 앞서 설명한 바와 같이 검안만으로 사인을 정확히 판단하기 어려운 상황에서 이를 개선하고자 하는 노력의 일환으로 이해된다. 그러나 현재까지의 연구결과들을 종합하여 본다면 검안 시 급성심근경색 여부를 판정하기 위하여 심장 표지자 검사를 시행하는 것에 대해서는 검토가 필요해 보인다.

본 연구자들은 이전 연구에서 검안 시 심장 표지자 검사의 유용성에 대해 고찰해 본 바 있다[4]. 당시 연구에서는 검안 후 해당 시신에 대해 부검이 시행된 경우가 많지 않아 정확한 사인을 확인하기 어려웠고, 결과적으로 검안 시 심장 표지자 검사의 유용성을 판단하는 데 제약이 있었다. 본 연구에서는 이전 연구의 문제점을 보완하고자 부검 시신을 대상으로 연구를 시행하였고, 현장 검안 시 사용되는 이동식 심장 표지자 검사장비를 이용하여 검사를 시행함으로써 사건현장에서의 상황을 최대한 반영하고자 하였다. 이상의 방법을 통해 급

성심근경색의 진단을 위한 사후 심장 표지자 검사의 유용성을 확인하고, 이를 통해 검안 시 심장 표지자 검사를 시행하는 것이 적절한 지에 대해 고찰해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2018년 7월부터 11월까지 국립과학수사연구원 서울과학수사연구소에서 시행된 부검 증례를 대상으로 하였다. 이후 진행된 연구과정은 국립과학수사연구원 생명윤리위원회에서 심의(906-160211-HR-005-01)되고 심의 면제대상으로 인정되어 사전동의(informed consent)는 요구되지 않았다.

### 1. 시료 채취 및 분석

부검 시 각각의 증례에 대하여 엉덩정맥으로부터 말초혈액(2 mL)을 채취하고, 심낭을 절개하고 심낭액(2 mL)을 채취하였으며, 심장 적출 시 하대정맥 연결부위에서 심장혈액(2 mL)을 채취하였고, 눈유리체액(2 mL)을 채취하였다. 말초혈액, 심장혈액 및 심낭액에 대하여 채취 직후 부검실에서 이동식 심장 표지자 검사 장비인 Triage Meter (Biosite, San Diego, CA, USA)를 이용하여 myoglobin, creatinine kinase-MB (CK-MB) 및 cardiac troponin I (troponin I), 이상 세 가지 심장 표지자에 대한 검사를 시행하였다. 일부 증례에 대해서는 이동식 심장 표지자 검사 장비의 신뢰도를 확인하기 위해 남은 시료를 실험실로 옮겨 혈청을 분리하고, 임상 검사실에서 사용되는 장비 중 하나인 Access 2 Immunoassay System (Beckman Coulter, Atlanta, GA, USA)을 이용하여 동일한 심장 표지자에 대해 검사를 시행하였다. Triage Meter 장비의 검사 범위는 myoglobin 5-500 ng/mL, CK-MB 1.0-80 ng/mL, troponin I 0.05-30 ng/mL이고, Access 2 Immunoassay System의 검사 범위는 myoglobin <3,887 ng/mL, CK-MB <303 ng/mL, troponin I <100 ng/mL이다. 채취한 눈유리체액에 대해서는 사후변화 정도를 판정하기 위해 전해질 검사 장비인 AVL 9180 (Roche, Basel, Switzerland)을 이용하여 K<sup>+</sup> 농도를 분석하였다.

### 2. 부검기록 검토

각각의 증례에 대해 부검의뢰서 및 부검감정서를 검토하여 변사자의 성별, 연령, 사망원인, 사망 후 부검까지의 경과시간, 심폐소생술 시행 여부, 심장 손상 여부, 심장 무게, 심장 동맥경화 여부 및 정도 등에 대한 자료를 수집하였다. 사망원인은 허혈성심질환, 기타 심장질환 및 기타 사인(대조군)으로 분류하였고, 심장동맥경화는 동맥경화가 없는 경우(no), 내강

이 막힌 정도가 50% 이내인 경우(경도, mild), 50-75%인 경우(중등도, moderate) 및 75% 이상인 경우(고도, severe)로 구분하였다.

### 3. 통계분석

두 가지 심장 표지자 검사장비 간의 결과 비교를 위해 급내 상관계수(intraclass correlation coefficient) 분석을 이용하였다. 사망원인별로 임상에서 적용되는 심장 표지자 증가의 진단기준을 적용하였을 때 양성인 비율의 비교를 위해서는 Mantel-Haenszel 카이제곱 검정을 시행하였다. 사망원인별 심장 표지자 농도의 비교를 위해 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 그리고 기타 사인군에서 성별, 심폐소생술 여부 및 심장 손상 여부와 심장 표지자 농도 사이의 관계에 대해서는 Mann-Whitney U 검정을 수행하였고, 나이, 사후경과시간, 심장무게 및 눈유리체액 K<sup>+</sup> 농도와 심장 표지자 농도 사이의 관계에 대해서는 Spearman 상관 계수 분석을 수행하였으며, 심장동맥경화 여부 및 정도와 심장 표지자 농도 사이의 관계에 대해서는 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 통계분석은 IBM SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 를 이용하였다.

## 결 과

심장 표지자 검사가 시행된 전체 증례는 총 69건이었다. 이 중에서 두가지 장비로 모두 검사가 시행된 경우는 18건이었고, 이들 증례를 대상으로 이동식 검사장비의 신뢰성에 대한 분석을 시행하였다.

수사기록을 통해 변사자의 사망시각을 특정할 수 있는 경우로서 시료채취 시까지의 사후경과시간이 24시간 이내인 증례는 총 29건이었고, 이들 증례를 대상으로 급성심근경색의 사후진단을 위한 심장 표지자 검사의 유용성에 대한 분석을 시행하였다. 이 중 남자가 20명, 여자가 9명이었고, 나이는 평균 52.6세로 16세부터 89세까지 분포하였다. 사후경과시간은 평균 21.5시간이었으며, 17.0시간부터 24.0시간까지 분포하였다. 심폐소생술이 시행된 경우는 25건이고, 시행되지 않은 경우는 4건이었다. 부검결과 심장에 손상이 있는 경우는 5건이었고, 나머지 24건에서는 손상이 없었다. 심장의 무게는 평균 408 g이었으며, 256 g부터 580 g까지 분포하였다. 심장동맥경화가 없는 경우는 10건, 경도인 경우는 6건, 중등도인 경우는 5건, 고도인 경우는 8건이었다. 눈유리체액 임상화학검사 결과 K<sup>+</sup> 농도의 평균은 11.4 mEq/L이고, 8.3 mEq/L부터 15.0 mEq/L까지 분포하였다. 사인이 허혈성심질환인 경우가 8건, 기타 심장질환인 경우가 4건이었고, 기타 사인인 경우가 17건이었다. 사인별 증례의 기본정보는 Table 1에 제

시하였다.

### 1. 이동식 검사 장비의 신뢰도 분석

두 가지 검사 장비로 모두 검사가 시행된 18증례는 남자가 15명, 여자가 3명이었고, 나이는 평균 50.4세로 20세부터 74세까지 분포하였다. 사후경과시간은 평균 23.4시간이었으며, 17.5시간부터 30.5시간까지 분포하였다. 눈유리체액 임상화학검사 결과 K<sup>+</sup> 농도의 평균은 11.5 mEq/L이고, 15.0 mEq/L 이상인 경우가 3예가 포함되었다. 사인이 허혈성심질환인 경우가 4건, 기타 심장질환인 경우가 2건이었고, 기타 사인인 경우가 12건이었다.

**Table 1.** Demographic characteristics and autopsy findings of cases

	IHD	OHD	Others	Total
No. of subjects	8	4	17	29
Age (yr)				
Mean±SD	58.3±8.7	53.3±13.4	49.8±20.0	52.6±16.8
Range	43-69	42-71	16-89	16-89
Sex				
Male	7	4	9	20
Female	1	0	8	9
PMI (hr)				
Mean±SD	21.8±1.4	22.0±1.5	21.3±2.3	21.5±2.0
Range	19.5-23.2	20.5-24.0	17.0-24.0	17.0-24.0
CPR				
Done	7	4	14	25
No	1	0	3	4
Heart injury				
Present	1	1	3	5
No	7	3	14	24
Heart weight (g)				
Mean±SD	456.8±77.9	442.0±43.4	377.1±91.0	408.0±88.7
Range	335-550	400-500	256-580	256-580
CAS				
No	0	0	10	10
Mild	0	1	5	6
Moderate	0	3	2	5
Severe	8	0	0	8
K <sup>+</sup> (mEq/L)				
Mean±SD	10.7±1.3	10.0±1.2	12.1±2.2	11.4±2.0
Range	9.2-13.3	8.3-10.9	8.5-15.0	8.3-15.0

IHD, ischemic heart disease; OHD, other heart disease; SD, standard deviation; PMI, postmortem interval; CPR, cardiopulmonary resuscitation; CAS, coronary artery atherosclerosis

**(1) 검사 한계치를 넘는 경우의 비율**

검사결과 Triage Meter 장비와 Access 2 Immunoassay System, 두가지 장비 모두에서 분석 결과 검사 한계치 이상으로 나오는 경우의 비율이 높았으며, 시료 및 심장 표지자 별로 두 장비에서 검사 한계치 이상인 경우의 비율을 비교해 보았다(Table 2). Triage Meter 장비로 세가지 시료에서 myoglobin을 측정할 경우, 말초혈액에서 두가지 장비로 CK-MB를 측정할 경우 및 말초혈액에서 Access 2 Immunoassay System으로 troponin I를 측정할 경우를 제외하고, 나머지 경우에는 50% 이상의 증례에서 검사 한계치 이상으로 측정되었으며, 모든 증례가 검사 한계치 이상으로 나온 경우도 있어 검사 결과에 대해 통계적인 분석을 시행하기 어려운 상황이었다.

**(2) 검사 장비 간 일치도 분석**

두 가지 심장 표지자 검사장비 간의 검사결과 비교를 위해 검사 범위가 좁은 Triage Meter의 검사 범위를 기준으로 Access 2 Immunoassay System 분석 결과를 환산한 후 분석을 시행하였다. 예를 들어 Triage meter로 측정할 CK-MB의 결과가 80 ng/mL 이상이고, Access로 측정할 결과가 108 ng/mL라면 Access의 결과를 80 ng/mL 이상으로 변경하여 분석을 시행하였다. 이들에 대해 심장 표지자의 종류 및 시료의 종류에 따른 검사 결과의 일치도는 Table 2와 같으며, 말초혈액에서 CK-MB와 troponin I를 분석할 경우 통계적으로 유의하게 두 장비의 측정값 간 일치도가 높았다. 말초혈액, 심장혈액 및 심낭액에서 myoglobin을 분석할 경우와 심낭액에서 CK-MB를 분석할 경우는 두 가지 결과값이 큰 차이를 보였으며, 심장혈액에서 CK-MB와 troponin I를 분석할 경우와 심낭액에서 troponin I를 분석할 경우는 검사 한계치를 넘는 경우가 대부분이어서 통계 분석은 시행될 수 없었지

만 적어도 상반된 결과를 보이지는 않았다.

**2. 사인별 심장 표지자 농도 비교**

분석의 대상이 되는 증례인 사망 후 24시간 이내에 검사가 시행된 29건에 대해 앞서 제시한 바와 같이 검사 장비간 비교에서 결과를 신뢰하기 어렵다고 생각된 myoglobin을 제외하고, Triage Meter로 CK-MB와 troponin I를 분석한 결과에 대해 사인별 비교를 시행하였다.

**(1) 검사 한계치를 넘는 증례의 비율**

사후경과시간을 24시간 이내로 한정 지었지만 검사 한계치 이상인 경우의 비율이 높았으며, 사인별로 검사 한계치를 넘는 증례의 비율은 Table 3과 같다. 심장혈액과 심낭액의 경우 사인과 관계 없이 대부분의 경우에 검사 한계치 이상으로 측정되었으며, 말초혈액의 경우에도 검사 한계치 이상으로 측정된 경우가 높은 비중을 차지하였다.

**(2) 임상 진단 기준의 적용 및 사인별 비교**

임상에서 심장 표지자가 증가한 것으로 판정되는 기준(CK-MB 남성 4.87 ng/mL 이상, 여성 3.61 ng/mL 이상; troponin I 0.30 ng/mL 이상)을 적용하여 사인별로 차이가 있는지를 비교한 결과는 Table 4와 같다. 말초혈액에서 troponin-I를 측정할 경우를 제외하고 나머지 모든 경우에서 사인과 관계없이 임상 기준을 넘었다. 말초혈액에서 troponin-I를 측정할 경우도 높은 빈도로 임상 진단 기준을 넘었으며, 사인별 양성률(기준 이상으로 증가된 비율) 비교에서도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(P=0.787).

**Table 2.** The ratio exceeding upper limit by equipment and analysis of consistency between two equipments

Sample	Cardiac marker	Triage Meter	Access 2	ICC	P-value
Peripheral blood	Myoglobin	1/12 (8.3)	12/14 (85.7)	<0.001	0.500
	CK-MB	6/13 (46.2)	4/14 (28.6)	0.422	0.028
	Troponin I	8/12 (66.7)	3/14 (21.4)	0.925	<0.001
Heart blood	Myoglobin	0/16 (0.0)	12/17 (70.6)	<0.001	0.500
	CK-MB	17/17 (100)	17/17 (100)	NA	NA
	Troponin I	16/17 (94.1)	17/17 (100)	NA	NA
Pericardial fluid	Myoglobin	0/14 (0)	10/17 (58.8)	<0.001	0.500
	CK-MB	13/14 (92.9)	16/17 (94.1)	<0.001	0.500
	Troponin I	14/14 (100)	16/17 (94.1)	NA	NA

Values are presented as number (%).

P-value was determined by ICC analysis.

ICC, intraclass correlation coefficient; CK-MB, creatinine kinase-MB; NA, not assessed.

**Table 3.** The ratio exceeding upper limit by cause of death

Sample	Cardiac marker	IHD	OHD	Others	Total
Peripheral blood	CK-MB (>80 ng/mL)	4/8 (50.0)	1/4 (25.0)	10/13 (76.9)	15/25 (60.0)
	Troponin I (>30 ng/mL)	5/8 (62.5)	2/4 (50.0)	6/13 (46.2)	13/25 (52.0)
Heart blood	CK-MB (>80 ng/mL)	8/8 (100)	4/4 (100)	15/15 (100)	27/27 (100)
	Troponin I (>30 ng/mL)	7/7 (100)	4/4 (100)	13/14 (92.9)	24/25 (96.0)
Pericardial fluid	CK-MB (>80 ng/mL)	5/6 (83.3)	3/3 (100)	12/13 (92.3)	20/22 (90.9)
	Troponin I (>30 ng/mL)	5/5 (100)	3/3 (100)	11/12 (91.7)	19/20 (95.0)

Values are presented as number (%).  
IHD, ischemic heart disease; OHD, other heart disease; CK-MB, creatinine kinase-MB.

**Table 4.** The ratio exceeding clinical cut-off value limit by cause of death

Sample	Cardiac marker	IHD	OHD	Others	Total
Peripheral blood	CK-MB <sup>a)</sup>	8/8 (100)	4/4 (100)	13/13 (100)	25/25 (100)
	Troponin I (>0.30 ng/mL)	7/8 (87.5)	4/4 (100)	11/13 (84.6)	22/25 (88.0)
Heart blood	CK-MB <sup>a)</sup>	8/8 (100)	4/4 (100)	15/15 (100)	27/27 (100)
	Troponin I (>0.30 ng/mL)	7/7 (100)	4/4 (100)	14/14 (100)	25/25 (100)
Pericardial fluid	CK-MB <sup>a)</sup>	6/6 (100)	3/3 (100)	13/13 (100)	22/22 (100)
	Troponin I (>0.30 ng/mL)	5/5 (100)	3/3 (100)	12/12 (100)	20/20 (100)

Values are presented as number (%).  
IHD, ischemic heart disease; OHD, other heart disease; CK-MB, creatinine kinase-MB.  
<sup>a)</sup>CK-MB >4.87 ng/mL in male and >3.61 ng/mL.

**Table 5.** Comparison of cardiac marker concentration among groups according to COD

Cardiac enzyme	IHD		OHD		Others		P-value <sup>a)</sup>
	No. of subjects	Median (IQR, ng/mL)	No. of subjects	Median (IQR, ng/mL)	No. of subjects	Median (IQR, ng/mL)	
CK-MB	8	75.4 (25.8)	4	62.7 (44.6)	13	80.0 (11.9)	0.237
Troponin-I		30.0 (26.1)		29.7 (21.8)		13.2 (26.3)	0.836

COD, cause of death; IHD, ischemic heart disease; OHD, other heart disease; IQR, interquartile range; CK-MB, creatinine kinase-MB.  
<sup>a)</sup>P-value was determined by Kruskal-Wallis test.

**(3) 사인별 심장 표지자 검사 결과의 비교**

Table 3에서 제시한 바와 같이 심장혈액과 심낭액에 대한 검사 결과 대부분의 경우에 검사 한계치 이상으로 측정값이 나와 사인별 비교를 시행하지 않았고, 말초혈액에 대해서만 사인별 심장 표지자 농도에 대한 통계분석을 시행하였으며, 분석을 위해 검사 한계 이상으로 측정된 경우는 한계값으로 처리하여 분석을 시행하였다. 분석 결과 사인에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

**3. 사후 심장 표지자 농도에 영향을 미치는 인자에 대한 분석**

사후 심장 표지자 농도에 영향을 미치는 변수를 알아보기 위해 본 연구에서 검사가 시행된 69건 중 기타 질환군에 속하는 46건을 대상으로 분석을 시행하였다. 검사 결과를 신뢰하

기 어려운 myoglobin은 분석에서 제외하였다. 나머지 심장 표지자들의 경우 높은 비율로 검사 한계치 이상으로 측정되었으며, 이들 측정값을 포함하여 성별, 연령, 사망 후 부검까지의 경과시간, 심폐소생술 시행 여부, 심장 손상 여부, 심장 무게, 심장동맥경화 여부 및 정도, 눈유리체액 K<sup>+</sup> 농도 등의 변수에 대해 분석을 시행하였으나 통계적으로 유의한 의미를 가지는 인자를 확인하지 못하였다.

**고 찰**

사후 심장 표지자 검사에 대해서는 국내외에서 여러 연구가 진행되어 왔다. 이 중 Chen 등[5]은 사후경과시간이 3시간에서 48시간 사이인 1,923건의 부검 증례를 대상으로 하여 원 심장혈액, 오른심장혈액, 말초혈액, 심낭액 및 뇌척수액을 채

취하고, CK-MB, troponin I 및 troponin T 검사를 시행하고, 사인에 따른 차이를 분석하였으며, 사후경과시간에 따라 심장 표지자 농도가 증가함을 확인하여 사후경과시간 및 시료의 종류에 따른 사후 심장 표지자 농도 증가 기준을 제시하였다. 이 결과에 따르면 사후경과시간이 12시간 이내인 경우 제시된 기준이 비교적 높은 민감도와 특이도를 보였고, 12시간 이후에는 민감도와 특이도가 감소하였으며, 허혈성심질환이 아닌 다른 사인들에서도 유의하게 증가한다고 보고하였다. 그밖에도 여러 연구자들이 사후경과시간이 증가함에 따라 심장 표지자 농도가 증가하며, 비슷한 사후경과시간인 경우 허혈성심질환을 비롯한 심장질환에서 기타 사인들에 비해 심장 표지자의 농도가 증가되어 있음을 보고하였다[6-13]. 이와 같은 결과에 따르면 사망 후 빠른 시간 내에 심장 표지자 검사가 시행된다면 급성심근경색을 비롯한 심장질환의 진단에 활용될 수 있을 것으로 기대하여 대한민국의 실정에서도 적용이 가능한지를 확인하고자 본 연구자들은 이 연구를 시행하였다.

본 연구자들은 이번 연구에 앞서 사후경과시간이 12시간 이내인 검안 증례를 대상으로 심장 표지자 검사를 시행하는 연구를 시행한 바 있다[4]. 그러나 연구의 대상이 된 총 30 증례 중 8건에서만 사인을 단정지을 수 있었으며, 이 중 부검을 통해 사인이 확인된 경우는 3건에 불과하였다. 이로 인해 사인을 구분하는 데에 제약이 있었을 뿐만 아니라 심장 표지자 검사 결과에 영향을 줄 수 있는 다른 요인에 대한 분석의 시행에도 어려움이 있었다. 이에 본 연구에서는 사인은 명확히 구분하고, 심장의 육안 소견 등 심장 표지자 농도에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상되는 여러 인자들에 대한 분석을 시행하고자 부검 증례를 대상으로 연구를 진행하였다. 다만, 본래 이 연구의 취지가 검안 과정에서 심장 표지자 검사가 유용한지를 알아보고자 하는데 있으므로 사망 후 부검에 이르기까지 시간이 24시간 이내인 경우로 제한을 하고, 검안 현장에서 이용되고 있는 것으로 알려진 이동식 검사장비를 이용하여 부검실에서 검체 채취 직후 검사를 시행함으로써 가급적 실제 검안 상황에 가깝게 연구 환경을 조성하였다.

본 연구에서 이전의 연구들과 다른 차이점 중의 하나는 이동식 검사장비를 이용하여 분석을 시행하였다는 점이다. 이는 대한민국 검시제도의 특성상 사망 현장에서 검안이 시행되고, 바로 시체검안서를 수사기관에 제공해야하는 상황으로 인해 이동식 검사장비가 이용되고 있는 현실을 고려한 것이다. 검안 이후 부검에 이르기까지 여러 단계를 거쳐야 하며 이에 따라 평균적으로 2일 정도의 시간이 경과하는 현 상황에서 부검시에 심장 표지자 검사를 시행하는 것은 유용하지 않은 경우가 많아 이와 같은 접근은 유의미해 보이며, 다만 이 장비에 대한 검증은 필요할 것으로 생각하였다. 기존의 연구들의 경우 대부분 실험실 검사장비를 이용하여 검사를

시행하였기 때문에 본 연구자들은 실험실 검사장비를 기준으로 이동식 검사장비의 신뢰성에 대해 분석을 진행하였으나, 그 결과는 만족스럽지 못하였다. 주된 요인은 이동식 검사장비가 측정할 수 있는 검사범위가 실험실 검사장비의 검사범위에 비해 적다는 데 있다고 생각된다. 본 연구에서는 검사 결과 높은 비율로 검사 한계치 이상의 측정값이 나와 두 장비 간의 비교를 위해 검사 한계치 이상으로 나온 경우도 분석에 포함하였다. 그럼에도 불구하고 두 장비가 검사결과의 일치도가 낮게 평가되거나 분석이 불가능한 경우가 대부분이었다. 임상에서 적용되는 심장 표지자의 증가 기준에 따른다면 이동식 검사장비의 측정범위로도 충분하겠으나, 사후 변화로 인해 심장 표지자가 증가하는 사후검사의 특성상 본 연구에서 사용된 장비로 분석이 가능한 범위에서는 허혈성심질환을 비롯한 심장질환과 기타 사인간의 차이를 구분해 내기 어려웠다. 따라서 향후 추가 연구를 진행한다면 보다 넓은 측정범위를 갖는 장비를 사용해야 할 것으로 생각된다.

사인에 따른 심장 표지자 농도의 비교는 부검 증례를 대상으로 한 이번 연구에서 가장 기대되는 부분이었다. 부검을 통해 사인을 확정할 수 있고, 심장의 육안검사를 통해 확인할 수 있는 여러 지표들의 영향에 대한 분석도 가능할 것으로 예상하였다. 그런데 연구의 대상이 된 증례의 수가 적어 분석에 포함시킬 증례의 수를 늘리기 위해 통계분석의 유의성을 담보하기 어려움에도 검사한계치 이상으로 측정된 경우를 검사한계치로 처리하여 분석을 시행하였음에도 불구하고, 결과적으로 사인에 따른 심장 표지자 농도의 차이를 확인할 수 없었다. 이는 앞서 언급한 검사장비의 측정범위가 좁다는 점과 함께 사망 후 검사까지의 경과시간이 길었기 때문으로 생각된다. 사망 후 부검이 이루어지기까지 평균적으로 2일 정도가 소요되는 대한민국의 특성상 사후 24시간 이내에 검사가 시행될 수 있는 증례는 많지 않았다. 본 연구에서 사인별 비교의 대상이 된 증례들은 평균 21.5시간이 경과한 시점에 검사가 시행되었고, 가장 짧은 증례도 17시간이 경과한 시점에 검사가 시행된 경우였다. 12시간이 경과한 이후 심장질환 이외의 사인에서도 유의한 수준으로 심장 표지자 농도가 증가하고, 심장질환과 그 밖의 사인 간의 구분이 어려워진다는 기존의 연구 결과[5]를 고려하였을 때 사망 후 검사까지의 경과시간이 본 연구의 한계점 중 하나인 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구에서는 기존의 검안 증례 대상 연구의 한계를 보완하고자 부검 증례를 대상으로 이동식 검사장비를 이용하여 급성심근경색을 비롯한 심장질환의 사후진단을 위해 심장 표지자 검사가 유용한지 여부를 판정하고자 하였으나, 분석의 대상이 된 증례수가 충분하지 못하였고, 증례들의 사후경과시간이 12시간 이상으로 길었으며, 이동식 검사장비의 검사한계치가 낮아 사인 및 변수에 따른 비교분석이 제한적으로만 시행되어 사후 심장 표지자 검사의 유용성에 대해

명확한 판정을 내리지 못하였다. 그러나 실제로 검안 현장에서 이동식 검사장비로 심장 표지자 검사를 시행하고 이를 근거로 급성심근경색 여부를 판정하고 있는 현실에 대해서는 시사하는 바가 있어 보인다. 검안 시 혈액을 채취하고 적절한 절차에 따라 보관 및 이송하여 검사실에서 심장 표지자 검사를 시행하고, 해당 시신에 대해 부검이 시행되어 정확한 사인을 확인하는 사례들이 충분히 모여 사후 심장 표지자 검사의 유용성을 판단할 수 있을 때까지 현재 현장에서 시행되고 있는 사후 심장 표지자 검사는 정확한 사후경과시간을 추정할 수 있는 경우에 한해 제한적으로 시행하여야 할 것으로 생각된다.

ORCID: Jong-Pil Park: <https://orcid.org/0000-0002-6525-3012>; Minsung Choi: <https://orcid.org/0000-0002-7798-9799>; Kyung-moo Yang: <https://orcid.org/0000-0001-7807-8084>; 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>; Hee Won Yang: <https://orcid.org/0000-0003-4173-2868>

#### 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. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *J Am Coll Cardiol* 2018;72:2231-64.
3. Statistics Korea. 2018 Annual report on the causes of death statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2019 [cited 2020 Jul 28]. Available from: <http://kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/8/10/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=378787&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=>.
4. Park JP, Lee TS, Choi M, et al. Evaluation of the usefulness of cardiac enzyme analysis for the diagnosis of acute myocardial infarction in postmortem inspection. *Korean J Leg Med* 2019;43:91-6.
5. Chen JH, Inamori-Kawamoto O, Michiue T, et al. Cardiac biomarkers in blood, and pericardial and cerebrospinal fluids of forensic autopsy cases: a reassessment with special regard to postmortem interval. *Leg Med (Tokyo)* 2015;17:343-50.
6. Banon R, Hernandez-Romero D, Navarro E, et al. Combined determination of B-type natriuretic peptide and high-sensitivity troponin I in the postmortem diagnosis of cardiac disease. *Forensic Sci Med Pathol* 2019;15:528-35.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Palmiere C, Mangin P. Postmortem chemistry update part II. *Int J Legal Med* 2012;126:199-215.
12. 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.
13. 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.