

부검 실무에서 사후 검체를 이용한 C-반응단백질 검사에 대한 연구

오연호¹ · 함석훈¹ · 박정우²
김형석³ · 박종태³ · 나주영¹

¹국립과학수사연구원

광주과학수사연구소 법의학과

²국립과학수사연구원

부산과학수사연구소 법의학과

³전남대학교 의과대학 법의학교실

Study of the Test for Postmortem C-Reactive Protein in Routine Autopsy Practice

Yeon-Ho Oh¹, Suk-Hoon Ham¹, Jeong-Woo Park², Hyung-Seok Kim³, Jong-Tae Park³, Joo-Young Na¹

¹Forensic Medicine Division, National Forensic Service Gwangju Institute, Jangseong, Korea,

²Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Busan Institute, Yangsan, Korea,

³Department of Forensic Medicine, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

C-Reactive protein (CRP) is an acute phase response protein synthesized in the liver as a response to various inflammation. CRP is extensively used as a general marker for inflammation in clinical medicine. A forensic applications of the CRP using postmortem samples have been studied in oversea. We have compared CRP in the between antemortem and postmortem samples and studied stability of postmortem blood samples for CRP test. In 69 consecutive autopsy cases, we have analysed heart blood samples (69 cases), peripheral blood samples (33 cases), and vitreous humor samples (60 cases). Postmortem CRP was elevated in 25 cases (36.2%) and possible causes of CRP elevation were inflammatory disease except one case (unknown). Postmortem CRP test shows sensitivity 86.7%, specificity 80%, positive predictive value 92.9%, and negative predictive value 66.7% for inflammation based on 20 cases with antemortem CRP results. The postmortem CRP levels were similar in the heart blood samples and peripheral blood samples. Vitreous humor samples are not useful in postmortem CRP testing. And both whole blood and serum samples are stable in room temperature until 31 days. We conclude that serum from heart blood is best suitable sample for postmortem CRP test and postmortem CRP test is useful in routine autopsy practice to detect inflammatory disease such as sepsis. From the view of postmortem point, we desire that this valuable test should be used in routine autopsy practice in Korea.

Key Words: Autopsy; C-Reactive protein; Forensic medicine

Received: October 16, 2015

Revised: October 21, 2015

Accepted: February 11, 2016

Correspondence to

Joo-Young Na

Forensic Medicine Division, National

Forensic Service Gwangju Institute,

687, Chungnyeong-ro, Seosam-

myeon, Jangseong 57231, Korea

Tel: +82-61-393-8442

Fax: +82-61-393-8440

E-mail: pdrdream@gmail.com

서 론

C-반응단백질(C-reactive protein, CRP)은 면역체계 활성

화를 위한 비특이적 물질로 활발하게 이용되어지고 있으며 [1], 급성기반응물질(acute phase reactant)로 여러 가지 염증성질환, 만성 류마티스관절염, 악성종양, 악성림프종, 화상,

외상, 급성심근경색증, 외과 수술 후, 항응고제 투여 등에 의하여 6-12시간 이내에 상승하며 약 48시간 후 정점에 다다른 후 회복기에 차츰 소실된다[2]. 이와 같은 특징을 이용하여 C-반응단백질은 임상에서 주로 염증의 유무, 신생아 감염증, 조기진단의 지표, 항생물질 투여 중지와 시기 판정 등의 경과 판정에 이용되고 있다.

최근에는 사망 후 혈액에서 CRP 검사를 실시하여 패혈증을 진단하는 데 도움이 된다고 알려져 있으며[3], 케토산증과 CRP의 관계에 대해서도 연구가 이루어졌다[4]. 또한, 사망 후 검체에서 혈액 이외에도 간과 근육을 이용하여 CRP 검사를 정량함으로써 혈액 이외의 검체에서도 CRP의 검사가 가능하다는 연구결과가 보고되었다[1].

이와 같이 CRP는 국내외 임상의학에서는 활발하게 이용되고 있지만, 국내에서 부검과 관련된 CRP 연구는 미비한 실정이다. 이에 저자들은 본 연구를 통해 현재 국내에서 사용하고 있는 생화학 분석기기를 이용하여 생전과 사후 CRP 값을 비교하고, 부검에서 얻을 수 있는 혈액과 유리체액을 이용하여 CRP 값을 비교함으로써 CRP 검사에서의 검체별 유용성을 확인하였다. 또한, 검체의 보관 상태 및 시간에 따른 CRP 값의 안정성 변화를 확인하여 부검 실무에서 CRP 검사의 유용성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 본 기관에서 2014년 9월부터 2015년 10월까지 실시한 법의 부검 중 혈액(whole blood)과 유리체액(vitreous humor)의 채취가 가능한 69건의 시신을 대상으로 연구를 시행하였다.

2. 재료 및 검사방법

(1) 혈액

CRP 검사에 사용된 혈액은 법의 부검 중 69건의 시신에서 멸균된 주사기를 이용하여 심장과 넙다리정맥에서 혈액 5 mL를 채취하였으며, 채취 후 1.5-mL microtube에 혈액을 옮긴 후, 원심분리기(Smart 15, Hanil, Incheon, Korea)를 이용하여 12,000 ×g에서 10분간 원심분리를 하였다. 이후 상층액을 채취하여 1.5-mL microtube에 보관한 후 검사를 실시하였다.

(2) 유리체액

법의 부검 중 시신의 부패가 진행되지 않은 60건의 시신 양쪽 안구에서 멸균된 5-mL 주사기를 이용하여 유리체액을 채

취하였다. 채취 후 1.5-mL microtube에 유리체액을 옮긴 후, 원심분리기(Smart 15, Hanil)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리를 한 후, 상층액을 이용하여 검사를 실시하였다.

(3) 검사방법

검사는 전자동 생화학 분석기 BT1500 (Biotechnica Instrument S.p.A., Rome, Italy)을 이용하여 분석하였다. 측정 방법은 immunoturbidmetric 방법으로 측정하였으며, 유리체액과 혈청의 검체 사용량은 각각 500 µL를 사용하였다. CRP reagent의 측정원리는 검체에 anti-human CRP 항체를 흡착시킨 Latex 입자의 부유액을 혼합하면, CRP와 Latex 입자 표면의 anti-human CRP 항체가 결합하여 Latex 입자가 응집한다. 이 응집을 700 nm에서의 흡광도 변화량을 측정함으로써 기지농도의 표준액을 이용한 검량선으로부터 검체 중의 CRP를 정량한다. CRP의 측정은 표준(standard) 설정 후 매 검사 시 대조 시약을 이용하여 참고치 값을 확인하였고, 최종 판정은 1.0 mg/dL 이상을 양성으로 판정하였다.

3. 자료 분석 방법

통계적 검정은 IBM SPSS for windows ver. 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 생전과 사후 CRP 값의 결과를 이용하여 민감도(sensitivity), 특이도(specificity) 및 양성예측도(positive predictive value)와 음성예측도(negative predictive value)를 산출하였다.

환자의 일반적 특성에 대해서는 평균값과 표준편차로 표시하였으며, 사망부터 부검이 시행될 때까지의 시간을 사후경과시간(postmortem interval, PMI)으로 정의하였고, 생전 CRP 검사가 시행되었을 때부터 부검이 시행된 후 CRP 검사가 시행될 때까지의 시간을 시험적 사후경과시간(testing postmortem interval, tPMI)으로 정의하였다. 생전 CRP 검사 결과와 사후 CRP 검사 결과는 independent t test로 비교하였다.

결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다. 부검 중 혈액을 이용하여 CRP 검사를 실시한 69명 중 남자는 49명(71.0%), 여자는 20명(29.0%)으로 남자가 더 많았고, 평균 연령은 50.63±18.77세였다. 사망의 종류로는 외인사 25명(36.2%), 내인사 42명(60.9%), 불명(unknown) 2명(2.9%)이었다.

CRP가 상승한 대상자는 69명 중 25명(36.2%)이었고,

CRP가 상승하였던 증례 중 CRP 평균값은 11.12 ± 7.61 mg/dL이며, 최소값은 1.53 mg/dL, 최대값은 30.1 mg/dL이었다. CRP가 상승하게 된 추정 원인으로는 폐렴 9예(36.0%), 복막염 3예(12.0%), 폐혈전색전증 2예(8.0%), 상기도염 2예(8.0%), 수술부위 감염 2예(8.0%), 감염심내막염 1예(4.0%), 비브리오 패혈증 1예(4.0%), 요로감염 1예(4.0%), 아래턱 및 목부위 염증 1예(4.0%), 심근염 1예(4.0%), 자궁근염 1예(4.0%), 불명확 1예(4.0%)이었다(Table 1).

2. 생전 CRP 검사와 사후 CRP 검사 결과의 비교

연구대상자 69명 중 생전 CRP 검사 결과를 확인할 수 있는 경우는 20예였다. 생전과 사후 CRP 검사를 비교한 결과 사망 전 CRP가 상승하였던 15명 연구대상자 중 13명이 사망 후

에도 양성이었으며, 나머지 2명은 사망 전에 비하여 값이 하락하여 음성의 결과를 나타내었다. 또한, 사망 전 CRP 검사에서 음성이었던 5명 중 사망 후에도 4명은 똑같이 음성을 나타내었지만, 1명은 CRP 값이 상승하여 양성으로 나타났다. 이들 20예의 PMI는 61.1 ± 53.09 시간이었고, tPMI는 141.94 ± 127.89 시간이었다. 이들 20예의 CRP 검사 결과의 평균값은 생전 검사의 경우 9.21 ± 9.13 mg/dL이었고, 사후 검사의 경우 6.14 ± 5.22 mg/dL로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($P=0.13$) (Table 2).

생전 검사에서 CRP가 상승하였던 예 중 사후 CRP 검사 결과에서도 상승하여 일치한 비율을 나타내는 양성예측도는 92.9%, 민감도는 86.7%로 나타났다. 사망 전 CRP가 상승하지 않았던 예에서 사후 CRP 검사에서도 상승하지 않은 비율을 나타내는 음성예측도는 66.7%, 특이도는 80%이었다.

Table 1. Cases of positive postmortem C-Reactive protein (CRP)

Case No.	Cause of death	Possible cause of CRP elevation	PMI (hr)	Postmortem CRP (mg/dL)	
				Heart blood	Peripheral blood
1	Vibrio sepsis	Vibrio sepsis	162	28.60	No test
2	PTE	PTE	31	1.53	No test
5	Infective endocarditis	Infective endocarditis	72	9.70	No test
6	ARDS	Upper respiratory infection	120	1.96	No test
7	Pneumonia	Pneumonia	96	18.00	No test
11	Sudden cardiac death	Urinary tract infection	28	5.39	4.64
24	Myocardial infarction	Pneumonia	21	13.00	No test
30	Sepsis	Peritonitis	29	7.71	9.41
34	PTE	Pneumonia		17.00	16.7
35	Sepsis	Peritonitis	38	14.90	No test
44	Liver cirrhosis	Unknown	49	4.94	6.22
45	Pneumonia	Pneumonia	39	15.90	14.2
47	Myocardial infarction	Upper respiratory infection	51	6.75	6.86
49	Ludwig angina	Ludwig angina	32	9.04	No test
51	PTE	PTE	91	2.33	No test
53	Myocarditis	Myocarditis	33	3.84	4.34
55	Sepsis	Operation site infection	266	4.81	No test
56	PTE	Operation site infection	29	8.97	No test
58	Acetic acid intoxication	Pneumonia	92	11.50	No test
59	Hypovolemic shock after C-section	Myometritis	79	8.76	No test
60	DCMP	Pneumonia	56	7.61	No test
61	Myocardial infarction	Pneumonia	98	10.60	No test
62	Sepsis	Peritonitis	66	22.20	No test
63	MOF after TA	Pneumonia	66	12.90	No test
67	Intoxication of agricultural chemical	Pneumonia	54	30.10	No test

PMI, postmortem interval; PTE, pulmonary thromboembolism; ARDS, adult respiratory distress syndrome; DCMP, dilated cardiomyopathy; MOF, multiorgan failure; TA, traffic accident.

Table 2. C-Reactive protein (CRP) concentration in antemortem and postmortem

Case No.	Cause of death	PMI (hr)	tPMI (hr)	Antemortem CRP (mg/dL)	Postmortem CRP (mg/dL)	P-value ^{a)}
2	PTE	31	201	2.20	1.53	
11	Sudden cardiac death	28	118	8.70	5.39	
17	Aortic dissection	51	70	0.20	0.42	
29	PTE	49	123	3.93	0.73	
30	Sepsis	29	101	0.07	7.71	
35	Sepsis	38	61	17.94	14.90	
43	Myocardial infarction	24	100	0.05	0.01	
45	Pneumonia	39	82	8.53	15.90	
46	Multiorgan failure	64	181	2.40	0.77	
47	Myocardial infarction	51	76	7.37	6.75	
49	Ludwig's angina	32	96	17.8	9.04	
51	PTE	91	168	9.30	2.33	
52	Poisoning	38	43	0.11	0.12	
55	Sepsis	266	271	9.03	4.81	
56	PTE	29	76	10.29	8.97	
57	PTE	50	76	0.99	0.88	
58	Multiorgan failure	92	111	26.80	11.50	
60	DCMP	56	624	13.80	7.61	
61	Myocardial infarction	98	202	11.70	10.60	
63	Multiorgan failure	66	144	33.10	12.90	
Total (mean±SD)				9.21±9.13	6.14±5.22	0.13

PMI, postmortem interval; tPMI, testing postmortem interval; PTE, pulmonary thromboembolism; DCMP, dilated cardiomyopathy; SD, standard deviation.

^{a)}A difference of results between antemortem and postmortem CRP. The difference between the two is rejected.

3. 사후 검체 사이에서 CRP 검사 결과 비교

전체 69예 중 사후 CRP 검사상 심혈과 말초혈이 모두 검사된 경우는 33예였고, 이들의 평균 값은 심혈 1.99 mg/dL, 말초혈 2.00 mg/dL으로 차이가 나지 않았으며, 같은 증례에서 양성과 음성의 차이가 확인되는 증례는 없었다.

심혈과 유리체액이 함께 검사된 증례는 60예였고, 각각의 평균값은 심혈 3.82 mg/dL, 유리체액 0.16 mg/dL으로 유의한 차이가 확인되었으며, 유리체액에서는 모든 증례에서 음성으로 검출되었다.

4. 검체별 보관 장소 및 시간에 따른 CRP 농도 비교

검체의 보관 조건 및 시간에 따른 CRP 검사 결과 차이를 확인하기 위해 사후 CRP가 증가한 1예와 증가하지 않은 1예를 각각의 조건과 시간에 따라 반복 실험하였다. 사후 CRP 검사 결과의 기준은 부검 후 바로 채취한 심혈을 이용한 검사 결과로 하였다. 보관 조건은 전혈과 혈청을 각각 냉장보관, 실온

보관하여 일주일과 한 달 후에 다시 검사하였다.

그 결과 사후 CRP가 상승하였던 증례의 경우 전혈과 혈청 모두에서 사후 CRP 검사 결과를 확인할 수 있었고, 사후 CRP 검사 결과는 조금씩 감소하는 경향을 보였으며, 특히 전혈을 실온에 31일간 보관한 후 실험한 경우에서 크게 감소하였다. 그러나 모든 검사에서 위양성은 확인되지 않았다. 반면 사후 CRP의 검사 결과가 음성이었던 증례에서는 각각의 경우에서 불규칙적으로 증가 또는 감소의 경향을 보였으나, 역시 모든 경우에서 위양성은 확인되지 않았다(Fig. 1).

고 찰

C-반응단백질은 염증 및 감염 후 6-12시간 이내에 상승하는 급성기반응물질로 임상 영역에서 활발히 이용되고 있고, 법의학적 영역에서도 사용이 시도되고 있다[1]. 국내에서 역시 몇몇 증례 보고를 통해 사후 CRP 검사 결과가 사인의 진단에 이용되었다[5,6]. 그러나 국내에서는 일반적인 부검 실무에서 사후 CRP 검사의 유용성에 대한 개괄적인 연구가 이루어지지

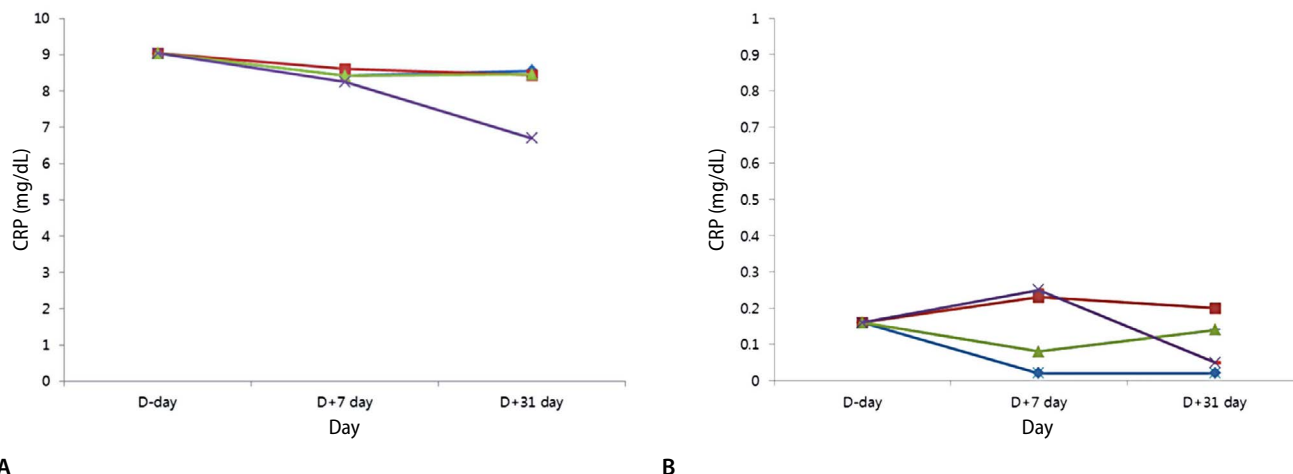


Fig. 1. (A) This graph shows postmortem C-reactive protein (CRP) level is decreased according to time of storage in positive result case. (B) This graph shows that the change of postmortem CRP is irregular in negative result case. (A, B) X indicates results of whole blood which was stored at room temperature ; ▲ indicates results of whole blood which was kept refrigerated ; ■ indicates results of serum which was stored at room temperature ; ◆ indicates results of serum which was kept refrigerated.

않았던바, 저자들은 생전 및 사후 CRP 검사 결과를 비교하고, 부검 시 채취되는 검체 중 사후 CRP 검사를 위한 유용한 검체를 확인하며, 검체의 보관 등에 관한 연구를 진행함으로써 사후 CRP 검사의 유용성에 대해 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 총 69예의 부검 증례를 대상으로 하였다. 이 중 사후 CRP가 1.0 mg/dL 이상으로 양성을 보인 증례는 25예(36.2%)이었다. 이전 보고에 의하면 사후 CRP의 경우 감염 및 심근경색증과 같은 염증성 반응의 표시자로서 사후 검시에 있어서 유용하다고 보고하였고[1], Fujita 등[2]은 손상 후 생존 시간을 추정하는 데에도 사후 CRP가 유용하다고 보고하였다. 본 연구에서는 사후 CRP가 증가하였던 25예의 대부분에서 부검을 통해 폐렴 9예, 복막염 3예 등 염증의 소견이 확인되었으나, 손상으로 인한 상승은 확인되지 않았다. 또한 폐혈전색전증 2예에서 사후 CRP의 증가가 확인되었으며, 1예에서는 사후 CRP의 증가 원인을 찾지 못하였다. 본 연구에서도 급성심근경색증의 증례가 3예 있었으나, 모든 경우에서 폐렴 및 상기도염의 소견이 확인되어 이들 증례에서 CRP가 증가된 원인을 급성심근경색증으로 단정할 수는 없었다.

본 연구에서 생존 CRP 검사 결과를 확인할 수 있었던 증례는 20예였다. 이 중에서 사후 CRP 검사 결과가 생전 CRP 검사 결과보다 높았던 경우는 2예 밖에 없었던바, 사후 CRP 검사 결과는 생전 CRP 검사 결과에 비해 일반적으로 감소하는 것으로 생각되고, 이는 이전 보고와 동일하였다[7]. 특히 이들 증례에서 사후 CRP 검사 결과는 평균 6.14 ± 5.22 mg/dL로 생전 CRP 검사 결과에 비해 33.4%가 감소하였는데, 이러한 감소폭 역시 이전 보고와 동일하였다[7]. 이러한 결과는 위양성의 오류를 감소시키기 때문에 부검 등 사후 검사에서 염증에 대한 선별 검사로서 사후 CRP 검사의 장점으로 판단

하였다. 본 연구에서는 생전 CRP 검사 결과와 사후 CRP 검사 결과를 비교하여 민감도 및 특이도 검사를 시행하였다. 생전 CRP 검사 결과가 양성이었던 15예 중에서 사후 CRP 검사 결과가 일치하는 경우는 13예였고, 생전 CRP 검사 결과가 음성이었던 5예 중에서 사후 CRP 검사 결과가 음성으로 일치하는 경우는 4예로 사후 CRP 검사의 민감도와 특이도는 각각 86.7%, 80%이었고, 양성예측도와 음성예측도는 각각 92.9%, 66.7%이었다. 그러나 저자들은 사후 CRP 검사의 민감도 및 특이도와 양성예측도 및 음성예측도가 더욱 높을 것으로 추정하였는데, 그 이유는 본 연구에서 위음성의 결과가 확인되었던 29번과 46번 증례의 경우 생전 CRP 결과 값이 상대적으로 높지 않았고, tPMI가 상대적으로 길었으며, 두 증례 모두 치료 중 사망하였기 때문에 사후 CRP 검사 결과가 참 결과일 가능성을 고려해야 할 것으로 생각하였다. 또한, 본 연구에서 음성예측도가 상대적으로 더욱 낮았던 이유는 생전 CRP 검사 결과가 음성이었던 증례가 많지 않았기 때문으로 생각하였다. 특히 위양성으로 결과가 확인되었던 30번 증례의 경우 복통과 변비를 주소(chief complaint)로 병원에 내원하여 관장을 시행 받고, 약 45분 후에 시행된 CRP 검사 결과는 0.07 mg/dL로 음성이었으나, 관장을 시행 받고 약 16시간 후 사망하였다. 부검 결과 사인은 구불결장 천공에 의한 복막염과 패혈증으로 판단되었다. 따라서 이러한 결과는 CRP가 염증 후 6-12시간 이내에 상승한다는 점을 고려할 때, 사후 CRP 검사 결과가 참 결과일 것으로 판단되었다. 따라서 이러한 점들을 고려하면 사후 CRP 검사의 정확도는 더욱 증가할 것으로 생각된다.

부검 시 채취한 사후 검체에서 사후 CRP 검사를 위하여 심혈, 말초혈, 유리체액을 비교하였다. 말초혈의 경우 33예에서

심혈과 비교할 수 있었고, 이들 사이에서 차이가 확인되지 않아 사후 CRP 검사를 하는 데에 있어 비교적 양이 많고 채취가 용이한 심혈을 이용하는 것이 좋을 것으로 판단하였다. 또한 유리체액의 경우 부패가 진행된 경우나 과도한 손상으로 인해 혈액을 채취하기 어려운 경우 유용할 수 있는바, 본 연구에서 심혈과 유리체액을 이용하여 60예에서 사후 CRP 검사를 시행하였다. 그러나 모든 예의 유리체액에서 CRP 검사 결과가 음성으로 검출되어 유리체액은 사후 CRP 검사의 검체로 적합하지 않은 것으로 판단하였다.

검체의 보관 조건 및 사후 CRP 검사의 안정성을 평가하기 위해 전혈과 혈청을 실온 보관 및 냉장 보관하여 각각 일주일과 한 달 후 다시 검사하였다. 사후 CRP 검사상 양성이었던 증례에서 부검 시 채취한 혈액을 이용한 최초 CRP 검사 결과는 9.04 mg/dL이었고, 혈청을 냉장에서 보관하여 7일차와 31일차를 비교한 CRP 검사 결과는 각각 8.43 mg/dL과 8.56 mg/dL로 5%~6% 하락하였지만, 큰 값의 차이는 없었다. 혈청을 실온에서 보관하여 7일차와 31일차를 비교한 CRP 검사 결과는 각각 8.61 mg/dL과 8.44 mg/dL로 측정되어 혈청의 경우 보관 온도에 따른 차이는 보이지 않았다. 전혈을 냉장에서 7일과 31일 동안 보관한 후 시행한 CRP 검사 결과는 각각 8.42 mg/dL과 8.46 mg/dL로 냉장에서 보관한 혈청과 비슷하게 검출되었지만, 전혈을 실온에서 7일과 31일로 구분하여 보관한 후 시행한 CRP 검사 결과는 각각 8.25 mg/dL과 6.7 mg/dL로 감소하였다. 이 중 전혈을 실온에서 한 달간 보관한 경우에 CRP 값이 6.7 mg/dL로 약 25.9% 크게 감소하였으나, 위음성의 결과는 확인되지 않아 혈액을 이용한 사후 CRP 검사는 매우 안정적인 것으로 판단하였다. 또한, 55번 증례의 경우 tPMI가 271시간으로 사망한 후 약 12일 후에 부검이 시행되었으나, 생전 CRP 검사 결과와 비교하여 사후 CRP 검사 결과가 생전 결과의 약 53.3%로 검출되어 기존 연구에서 PMI 6일보다 긴 PMI에서도 사후 CRP 검사가 안정적임을 확인할 수 있었다[7]. 또한 사후 CRP 검사 결과가 음성이었던 증례에서 상기한 바와 같이 보관한 후 다시 시행한 검사에서는 각각의 경우에서 불규칙적으로 증가 또는 감소하는 경향을 보였으나, 모든 경우에서 위양성은 확인되지 않았다. 이러한 불규칙적인 변화는 음성인 낮은 CRP 농도에서 발생한 측정의 변이로 생각하였다. 결론적으로 사후 CRP 검사를 위한 검체는 약 31일까지는 큰 값의 차이는 없었지만, 전혈을 보관하는 것보다는 혈청을 분리하여 냉장 보관하는 것이 보다 적합할 것으로 판단된다. 또한 1번 증례의 경우 사인이 비브리오 패혈증인 증례이고, 사후 CRP 검사 결과 28.6 mg/dL로 측정되었는데, 사후 CRP 검사가 시행된 검체는 부검 당시 채취한 혈액을 혈청으로 분리한 후 영하 80℃에서 약

7개월 동안 보관한 후 사용된 검체였다. 따라서 초저온에서 보관한 혈청 검체의 경우 사후 CRP 검사를 위해 보다 오랫동안 안정적으로 보관할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 사후 CRP 검사는 생전 CRP 검사 결과와 매우 높은 일치율을 보였고, 높은 민감도, 특이도 및 양성예측도와 음성예측도를 보였다. 또한, 실온에서 한 달간 보관한 혈액을 이용한 경우에도 위음성을 보이지 않을 정도로 안정적임을 확인할 수 있었고, 초저온으로 보관하는 경우에는 7개월 후에도 위음성의 결과를 보이지 않았다. 따라서 패혈증 등 전신적 염증성 질환을 사후 진단함에 있어 사후 CRP 검사는 매우 안정적이고, 유용한 검사로 판단된다. 또한, CRP 검사의 경우 혈액이 채취된 이후 검사에 소요되는 시간이 1시간 미만으로 검사 시간이 짧아 부검 중 또는 부검 후 빠른 시간 안에 염증성 질환에 대한 선별 검사로서 매우 유용한 검사로 판단된다. 특별히 본 연구 보고를 통해 본 기관에서 경험하였던 사후 CRP 검사의 경험을 공유할 수 있을 것으로 생각하고, 국내에서 현재 임상화학검사를 위해 사용하고 있는 생화학 분석기기를 이용하여 사후 CRP 검사도 가능함을 확인함으로써 부검 등 국내 법의학 감정에 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

Conflicts of Interest

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

References

1. Astrup BS, Thomsen JL. The routine use of C-reactive protein in forensic investigations. *Forensic Sci Int* 2007;172:49-55.
2. Fujita MQ, Zhu BL, Ishida K, et al. Serum C-reactive protein levels in postmortem blood: an analysis with special reference to the cause of death and survival time. *Forensic Sci Int* 2002;130:160-6.
3. Tsokos M, Reichelt U, Jung R, et al. Interleukin-6 and C-reactive protein serum levels in sepsis-related fatalities during the early postmortem period. *Forensic Sci Int* 2001;119:47-56.
4. Lindroos-Jokinen K, Keltanen T, Vanhala T, et al. Postmortem measurement of C-reactive protein and interpretation of results in ketoacidosis. *Leg Med (Tokyo)* 2012;14:140-6.
5. Na JY, Cho WY, Park JW, et al. Infective endocarditis: an autopsy case report with literature review. *Korean J Leg Med* 2014;38:78-82.
6. Na JY, Park JW, Oh YH, et al. *Vibrio vulnificus* sepsis: an autopsy case. *Korean J Leg Med* 2015;39:45-8.
7. Uhlin-Hansen L. C-reactive protein (CRP), a comparison of pre- and post-mortem blood levels. *Forensic Sci Int* 2001;124:32-5.