

아나필락시스성 쇼크의 사후 진단을 위한 비만세포 트립타제 검사의 유용성

박종필¹ · 구본영² · 이낙원³

¹연세대학교 의과대학 법의학과

²국립과학수사연구원

대구과학수사연구소 법의학과

³국립과학수사연구원

대전과학수사연구소 법의학과

Received: January 30, 2020

Revised: February 12, 2020

Accepted: February 21, 2020

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

Usefulness of Mast Cell Tryptase Analysis for Postmortem Diagnosis of Anaphylactic Shock

Jong-Pil Park¹, Bon Young Koo², Nak-Won Lee³

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

²Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Daegu Institute, Chilgok, Korea,

³Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Daejeon Institute, Daejeon, Korea

Anaphylactic shock (AS) is a systemic and life-threatening type I hypersensitivity reaction and is often encountered at an autopsy. However, postmortem diagnosis of AS can be difficult due to non-specific autopsy findings. Clinically, the analysis of serum mast cell tryptase (MCT) is well known as a useful ancillary test for the diagnosis of AS. However, in order to apply this test to forensic autopsy, it is necessary to confirm its usefulness due to postmortem changes. We carried out serum MCT analysis in 299 autopsy cases including nine AS cases at National Forensic Service from January 2013 to May 2015 and analyzed the difference according to the cause of death and degree of postmortem change. As a result, the MCT level in AS was significantly increased compared to others, and the appropriate cutoff value for postmortem diagnosis of AS was 63.0 µg/L (sensitivity 88.9%, specificity 98.6%). Conclusively, serum MCT analysis is a useful test for postmortem diagnosis of AS and seems to be more appropriate for screening rather than confirmation.

Key Words: Anaphylaxis; Tryptases; Autopsy

서론

아나필락시스성 쇼크란 알레르기 항원(allergen)에 인체가 노출되어 전신적으로 과도한 면역반응을 일으키는 것을 말하며, 제1형 과민반응의 일종이다[1]. 아나필락시스성 쇼크에 의한 사망은 특정 항원에 민감성을 가진 사람이 이 항원에 노출된 후 곧바로 쇼크에 빠져 수분 내지 수시간 내에 사망에 이르게 된다. 외국의 통계에 따르면 연간 100,000명당 10 내지 20명 정도에서 발생한다고 알려져 있으나[2], 아직까지 정확한 국내 통계는 보고되지 않았다.

법의부검 시 아나필락시스성 쇼크는 드물지 않게 접하는 사인으로, 각종 음식물, 벌이나 개미 같은 곤충의 독, 포충병과 같은 일부 기생충 질환[3], 수혈 부작용[4], 염색약[5] 등으로 다양한 원인 물질에 의해 발생 가능하지만, 특히나 최근 들어 의료사고 관련 부검사례 중 치료약물이나 방사선조영제 등이 아나필락시스성 쇼크를 일으켰는지를 판정해야 하는 경우가 증가하고 있다.

부검을 통해 아나필락시스성 쇼크에 의한 사망을 진단하기 위해서는 변사자가 특정 항원에 민감성을 보인 과거병력에 대한 정보가 있고, 사망 당시 그 항원에 노출되어 호흡곤란,

저혈압 등의 소견을 보이면서 갑작스럽게 사망한 장면이 목격되며, 법의부검을 통해서 사망에 이를 만한 다른 원인이 존재하지 않는 경우 추정하게 된다. 아나필락시스성 쇼크로 인해 사망에 이르는 주된 기전은 기도 부종에 의한 호흡부전으로, 1-2일 정도가 지나 부검을 하게 되는 우리의 실정상 부검 시에는 기도부종 등의 소견이 소실되어[6] 사망 당시에 대한 정보 없이 부검 소견만으로 아나필락시스성 쇼크를 진단하기에 어려움이 있다.

이러한 한계를 보완하기 위한 여러 연구들이 진행되어 왔으며, 그 결과 가장 의미있다고 공인된 검사가 비만세포 트립타제(mast cell tryptase) 검사이다. 비만세포 트립타제는 제 1형 과민반응의 초기에 비만세포의 탈과립과정에서 분비되는 단백질 분해 효소의 일종이다. 검사에는 비만세포 트립타제의 활성화된 형태인 베타-비만세포 트립타제가 이용되며, 과민성 쇼크가 발생하고 30분 정도가 지나 혈액에서 증가하기 시작하여, 2-3시간 정도에 최고조에 이르고, 이후 반감기에 따라 감소하게 된다[7].

비만세포 트립타제의 검사를 시행한다면 기존의 아나필락시스성 쇼크 진단을 보완할 수 있으며, 특히 객관적인 증거자료로 이용이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 비만세포 트립타제 검사의 한계점도 존재하며, 일반적으로 증상의 발현으로부터 14시간 이후에는 정상범위로 돌아오기 때문에 증상이 발현하고 14시간이 지나 사망한 경우에는 의미를 부여하기 어렵고, 아나필락시스성 쇼크의 발생 여부를 판정하는 데에는 의미를 갖지만 원인물질을 특정하지 못하는 한계도 가지고 있다. 또한 사망 후 수일이 지나 부검이 이루어지는 경우 사후변화로 인해 비만세포가 분해되며 세포 내에 존재하던 트립타제가 혈중으로 방출되어 혈중 트립타제 농도가 증가하기도 하며[2], 일부 사인의 경우에는 아나필락시스성 쇼크가 발생하지 않았음에도 혈중 비만세포 트립타제의 농도가 증가하는 것으로 알려져 있어 이들과의 감별이 어려운 경우가 있다. 이 중에서도 사후변화 및 특정 사인들과의 감별 필요성으로 인한 검사의 한계를 극복하기 위하여 사후 검사에서는 아나필락시스성 쇼크를 진단할 수 있는 비만세포 트립타제 증가의 기준점을 임상에서 적용되는 기준보다 높게 설정해 적용하고자 하는 노력이 있어 왔다.

본 연구에서는 아나필락시스성 쇼크의 사후 진단을 위한 비만세포 트립타제 검사의 유용성을 확인하고, 기존의 연구들과의 비교를 통해 사후검사 시 유의사항을 제시해 보고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2013년 3월부터 2015년 5월까지 국립과학수사연구원에서 시행된 부검증례들을 대상으로 하였다.

1. 시료의 채취 및 분석

2013년 3월부터 11월까지의 사인에 관계 없이 서울과학수사연구소에서 시행된 부검 중 시료 채취가 가능한 모든 증례를 대상으로 하였고, 이후에는 부검의 판단에 따라 검사가 필요한 경우 시료를 채취하였다. 부검 시 각각의 증례에 대하여 영등정맥으로부터 말초혈액(5 mL)을 채취하고, 심장 적출 시 하대정맥 연결부위에서 심장혈액(5 mL)을 채취하였으며, 눈유리체액(2 mL)을 채취하였다. 말초혈액과 심장혈액에 대해서는 5,000 rpm으로 5분 동안 원심분리하여 혈청을 분리하며, 검사 시까지 냉장(4℃) 보관하였다. 비만세포 트립타제 검사는 ImmunoCAP (Phadia, Uppsala, Sweden) 장비를 이용하여 시행하였다. 채취한 눈유리체액에 대해서는 사후변화 정도를 판정하기 위해 전해질 검사장비인 AVL 9180 (Roche, Basel, Switzerland)을 이용하여 K⁺ 농도를 분석하였다.

2. 부검기록 검토

각각의 증례에 대해 부검의뢰서 및 부검감정서를 검토하여 변사자의 성별, 연령, 사망 후 부검까지의 경과시간, 사망 원인 등에 대한 자료를 수집하였다. 사망 원인은 아나필락시스성 쇼크, 허혈성심질환(동맥경화증), 외상, 영아급사증후군, 기관지 천식, 양수색전증 및 기타(대조군)로 분류하였다. 아나필락시스성 쇼크의 진단기준은 (1) 변사자가 특정알러지 항원에 민감성을 보인 과거병력이 있거나 원인 물질에 대한 특이 IgE 검사가 양성이고, (2) 사망 당시 해당 알러지 항원에 노출되어 호흡곤란, 저혈압 등의 소견을 보이면서 갑작스럽게 사망한 장면이 목격되며, (3) 부검을 통해서 사망에 이를 만한 다른 원인이 존재하지 않는 경우로 정하여 적용하였다.

3. 통계분석

말초혈액 농도와 심장혈액 농도 간의 비교를 위해 Spearman 상관분석을 이용하였고, 사망 원인별 비만세포 트립타제 농도의 비교를 위해 Kruskal-Wallis 검정 및 Dunn 검정을 시행하였으며, 성별에 따른 차이를 확인하기 위해 Mann-Whitney U 검정을 시행하였다. 연령, 사후경과시간 및 눈유리체액 칼륨 농도와 말초혈액에서의 비만세포 트립타제 농도 사이의 관계 대한 분석을 위해 Spearman 상관분석을 시행하였고, 아나필락시스성 쇼크의 사후진단을 위한 비만세포 트립타제 농도의 기준 농도를 정하기 위해 receiver operating characteristic (ROC) 곡선 분석을 시행하였다. 통계분석은 IBM SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하였다.

결 과

1. 기본 정보

분석의 대상이 된 증례는 총 299예였다. 이 중 남자가 213명, 여자가 86명이고, 나이는 생후 1일부터 84세까지 분포하였고, 1예에서는 나이를 알 수 없었다. 말초혈액이 채취된 경우는 292예였고, 심장혈액이 채취된 경우는 140예였으며, 이 중 말초혈액과 심장혈액이 동시에 채취된 경우는 133예였다. 사망 후 부검까지 경과시간(사후경과시간)이 확인된 경우는 총 275예였으며, 13시간부터 180시간까지 분포하였다. 눈유리체액 K⁺ 농도는 266예에서 확인되었고, 6.9 mEq/L부터 15 mEq/L 이상까지 분포하였으며, 15 mEq/L 이상인 경우가 90예였다. 사인별로는 아나필락시스성 쇼크 9예, 허혈성 심질환 76예, 머리손상 22예, 영아급사증후군 9예, 천식 3예, 양수색전증 2예, 기타 사인 178예였다. 아나필락시스성 쇼크로 진단된 증례들은 Table 1에 제시하였다.

2. 말초혈액과 심장혈액 비교

본 연구에서는 말초혈액을 기본 시료로 분석을 시행하였으나, 말초혈액을 확보하기 어려운 경우 심장혈액을 대체 시료로 사용할 수 있는지에 대해 확인해 보기 위해 두 시료 간 비만세포 트립타제 농도를 비교해 보았다. 두 시료에 대해 비모수 상관분석을 시행한 결과 Spearman 순위상관계수가 0.660으로 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 말초혈액 농도가 보다 높은 경우가 81예, 말초혈액과 심장혈액 농도가 같은 경우가 3예, 말초혈액 농도가 보다 낮은 경우가 48예였고, 말초혈액의 농도와 심장혈액의 농도 사이의 비율(말초혈액 농도/심장혈액 농도)의 평균은 1.6으로 말초혈액이 높은 경향을 보여주었으며, 비율이 0.5에서 2.0 사이인

경우는 90예(67.7%)였다(Table 2).

3. 사인별 비교

사인별 비만세포 트립타제 농도를 비교하기 위해 말초혈액의 검사 결과를 분석에 활용하였으나, 영아급사증후군의 경우만 예외적으로 심장혈액의 결과도 포함시켰다. 영아급사증후군 9예 중 2예는 말초혈액의 결과가 이용되었고, 7예는 말초혈액을 채취하지 못하고 심장혈액의 결과만 분석이 가능하여 이를 분석에 이용하였다. 실무적으로도 영아부검 시 말초혈액을 충분히 확보하기는 어려운 경우가 많아 이와 같은 예외를 적용하였다.

사망 원인 간의 비교 시 7개군 모두에 대한 Kruskal-Wallis 검정 결과 통계적으로 유의한 차이를 보였고, Dunn 검정을 통한 개별 그룹 간 비교에서 아나필락시스성 쇼크는 양수색전증을 제외한 나머지 5가지 사인과 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 확인되었다. 허혈성심질환군과 영아급사증후군 사이에도 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그밖에 나머지 사인들 간에는 통계적으로 유의한 차

Table 2. Comparison between peripheral blood and heart blood on the mast cell tryptase concentration

P/H	No. (%)
<0.25	5 (3.8)
0.25-0.5	14 (10.5)
0.5-1.0	29 (21.8)
1.0-2.0	61 (45.9)
2.0-4.0	21 (15.8)
>4.0	3 (2.2)
Total	133

P/H, ratio of peripheral blood and heart blood.

Table 1. Anaphylactic shock cases

Case No.	Sex	Age (yr)	PMI (hr)	Mast cell tryptase (µg/L)		K ⁺ (mEq/L)	Allergen
				Peripheral blood	Heart blood		
1	M	65	72	77.5	-	>15	Bee sting
2	M	56	40	232	-	-	Ranitidine
3	M	2	78	100.4	56	-	Cefotaxime
4	F	68	40	272.4	-	11.6	Cefradine
5	F	70	45	208.5	-	13.7	Ceftriaxone
6	F	48	18	9.8	4.1	8.9	Bee sting
7	M	57	66	191.9	141.5	>15	Bee sting
8	F	56	36	294.5	272.3	13.1	Bee sting
9	M	58	46	88.8	73.8	14.4	Bee sting

PMI, postmortem interval.

Table 3. Comparison of mast cell tryptase level among groups according to COD

COD	No.	Mean±SD (µg/L)	Median (IQR) (µg/L)	Range (µg/L)	P-value ^{a)}
AS	9	164.0±98.2	191.9 (169.0)	9.8–294.5	
IHD	76	10.3±18.4	6.4 (4.7)	0.1–146.7	
Head injury	22	7.9±5.7	6.6 (4.5)	1.0–27.2	
SIDS	9	2.9±2.7	2.0 (3.7)	0.0–8.8	<0.001
Asthma	3	4.7±1.9	4.1	3.1–6.8	
AFE	2	11.7±10.3	11.7	4.4–18.9	
Control	178	10.4±20.5	5.9 (7.5)	0.0–233.0	

COD, cause of death; SD, standard deviation; IQR, interquartile range; AS, anaphylactic shock; IHD, ischemic heart disease; SIDS, sudden infant death syndrome; AFE, amniotic fluid embolism.

^{a)}P-values were determined with use of the Kruskal-Walis test.

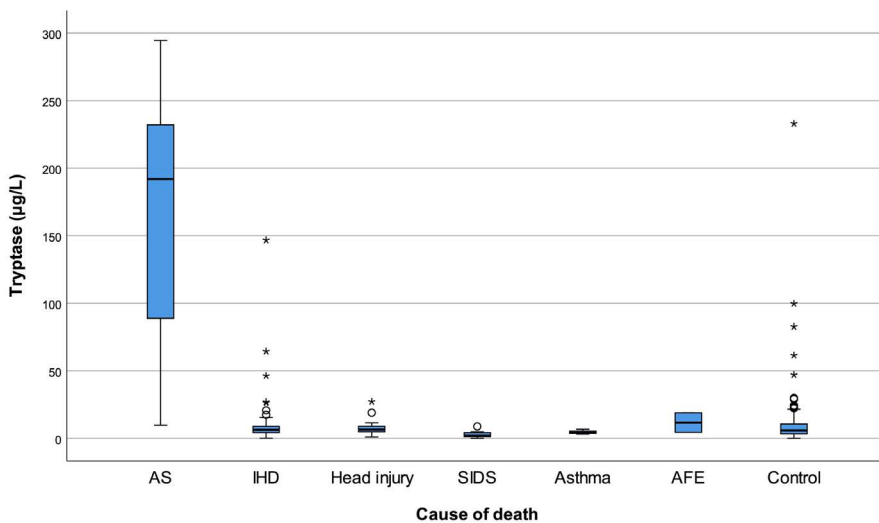


Fig. 1. Comparison of mast cell tryptase level among groups according to cause of death. AS, anaphylactic shock; IHD, ischemic heart disease; SIDS, sudden infant death syndrome; AFE, amniotic fluid embolism.

이를 보이지 않았다(Table 3, Fig. 1).

4. 기타 변수들의 영향에 대한 분석

성별, 나이, 사후경과시간 및 눈유리체액 K⁺ 농도가 비만세포 트립타제 농도에 미치는 영향에 대해 확인하기 위해 아나필락시스성 쇼크가 아닌 나머지 사인으로 사망한 경우를 대상으로 분석한 결과 눈유리체액 K⁺ 농도가 증가할수록 비만세포 트립타제 농도가 증가하였으며, 통계적으로도 유의한 양의 상관관계를 보여주었다(Table 4). 그리고 그 밖의 변수들은 사후 비만세포 트립타제 농도에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다.

Table 4. Analysis of variables affecting on postmortem mast cell tryptase concentration

Variable	No.	Value	P-value
Sex		Median (IQR) (µg/L)	
Male	208	6.15 (6.20)	0.796
Female	82	5.85 (6.53)	
		Correlation coefficient	
Age	289	0.102	0.085
PMI	266	0.094	0.127
K ⁺	171	0.158	0.039

P-value for sex was determined with use of the Mann-Whitney U test. P-values for age, PMI, and K⁺ were determined with use of Spearman correlation.

IQR, interquartile range; PMI, postmortem interval.

5. 아나필락시스성 쇼크의 사후 진단을 위한 비만세포 트립타제의 기준(cut-off value)

고찰

Table 5에서 보는 바와 같이 SPSS version 25.0 프로그램을 이용한 자료분석을 통해 아나필락시스성 쇼크의 사후진단을 위한 비만세포 트립타제의 기준은 63.0 µg/L로 판정하였다. 이 경우 민감도는 88.9%이고, 특이도는 98.6%이며, ROC 곡선 아래 면적(area under the ROC curve, AUC)은 0.968로 신뢰할 만한 기준임을 확인할 수 있었다(Fig. 2).

아나필락시스성 쇼크의 진단을 위해 임상적으로는 정맥혈에 대해 혈청을 채취하여 비만세포 트립타제 검사를 시행하며, 1 mL 정도의 혈청만 존재해도 분석이 가능하다. 이에 대응하는 부검 시 시료가 말초혈액이며, 기존 부검 관련 연구의 대부분이 말초혈액을 대상으로 하고 있고, 본 연구에서도 말초혈액을 기본 시료로 정하여 분석을 시행하였다. 그러나 부검 시 용혈작용과 같은 사후변화로 인해 혈청을 채취하기 어렵거나, 영아의 경우 말초혈액을 채취하기가 어려운 경우가 있어 이를 대체할 시료가 필요하다. 본 연구에서는 심장혈액이

이와 같이 아나필락시스성 쇼크의 진단을 위한 비만세포 트립타제 농도의 사후 기준을 정하였을 때 위양성으로 판정될 수 있는 증례는 Table 6과 같다. 증례 1번부터 5번까지는 말초혈액의 검사 결과가 기준을 넘은 경우이고, 6번부터 9번까지는 심장혈액의 검사 결과가 기준을 넘은 경우이다.

Table 5. Sensitivity and specificity of postmortem mast cell tryptase analysis for anaphylactic shock diagnosis

Mast cell tryptase level (µg/L)	Sensitivity	Specificity
>11.4	0.889	0.817
>20	0.889	0.931
>30	0.889	0.972
>40	0.889	0.976
>50	0.889	0.979
>60	0.889	0.983
>70	0.889	0.986
>80	0.778	0.986
>90	0.667	0.990
>100	0.667	0.993

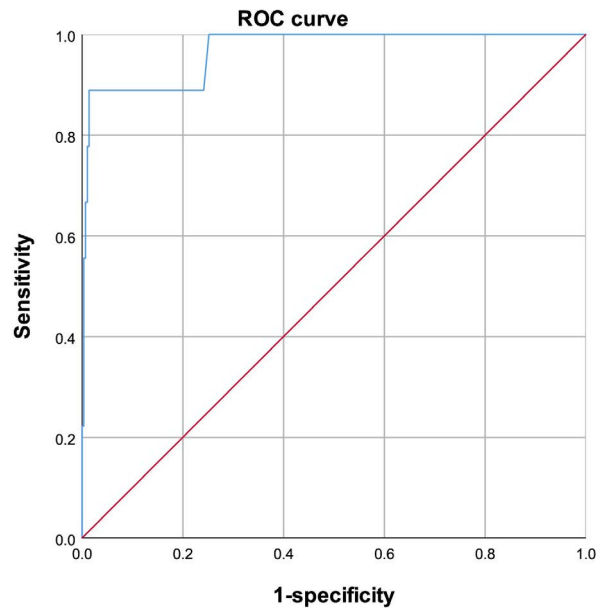


Fig. 2. Receiver operating characteristic (ROC) curve for mast cell tryptase levels to diagnose anaphylactic shock.

Table 6. False-positive cases

Case No.	Sex	Age (yr)	PMI (hr)	Mast cell tryptase (µg/L)		K ⁺ (mEq/L)	Cause of death
				Peripheral blood	Heart blood		
1	F	53	41	64.6	–	12.2	Ischemic heart disease
2	F	57	54	82.7	24.8	>15	Nontraumatic ICH
3	M	47	38	99.7	73.8	>15	Drowning
4	M	50	25	146.7	4.1	9.0	Ischemic heart disease
5	F	32	30	233	–	10.2	Drowning
6	M	74	39	27.2	71.3	13.3	Head injury
7	M	84	43	5.9	94.9	>15	Head injury
8	M	51	50	4	108.7	>15	Nontraumatic ICH
9	M	33	–	9	262.9	–	Multiple injury d/t fall

PMI, postmortem interval; ICH, intracerebral hemorrhage.

어느 정도 활용도가 있는지를 확인해 보았고, 말초혈액에서의 비만세포 트립타제 농도와 심장혈액에서의 비만세포 트립타제 농도 사이에는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보이며, 말초혈액이 다소 높은 농도를 보이는 경향이 있음을 확인하였다. 그러나 예외적으로 두 시료 사이의 차이가 큰 경우도 적지 않은 빈도로 관찰되었고, 말초혈액에서는 아나필락시스성 쇼크를 진단할 정도로 높은 농도이지만 심장혈액은 정상 범위인 경우도 있으며, 그 반대인 경우도 있어 유의할 필요가 있음도 확인할 수 있었다. 아나필락시스성 쇼크의 진단을 위해 비만세포 트립타제 검사를 시행해야 하는 경우 말초혈액을 기본 시료로 하되 불가피한 경우에 심장혈액에 대한 검사를 시행하는 것이 적절해 보인다.

기존의 연구 결과 비만세포 트립타제에 대한 사후검사 시 정상보다 증가하는 것으로 알려진 사인은 아나필락시스성 쇼크 이외에도 허혈성심질환, 머리손상, 영아급사증후군, 일부 약물중독, 기관지 천식 등이 있고[8-10], 최근 양수색전증으로 인한 사망 시 기전으로 아나필락시스와 유사한 기전(anaphylactoid reaction)이 작용한다는 연구들이 있어 이 역시도 증가할 수 있는 경우로 생각된다[11]. 본 연구에서는 약물중독을 제외한 나머지 경우들에 대해 사후검사 시 유의하게 증가하는지에 대해 확인해 보았고, 아나필락시스성 쇼크는 양수색전증을 제외한 나머지 사인들과의 비교에서 모두 통계적으로 유의한 수준으로 증가하는 것으로 확인되었다. 기관지 천식과 양수색전증의 경우 각각 3예 및 2예만이 분석에 포함되어 통계적 유의성을 판정하기는 부족하였으나, 나머지 사인들과의 비교에서는 명확한 차이를 보임을 알 수 있었다. 아나필락시스성 쇼크를 제외한 나머지 사인들 간의 비교에서 허혈성심질환이 영아급사증후군에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 높은 농도를 보이지만 정상범위 내에서의 차이를 보이는 경우이므로 실무적으로는 의미를 부여하기 어려웠다.

사인 이외에 사후 비만세포 트립타제 검사 결과에 영향을 주는 인자에 대해 알아보고자 성별, 연령, 사후경과시간 및 눈유리체액 K^+ 농도에 대해 분석한 결과 눈유리체액 K^+ 농도가 증가할수록 비만세포 트립타제 농도가 증가함을 확인할 수 있었다. 눈유리체액 K^+ 농도는 사후변화 또는 사후경과시간이 증가함에 따라 상승하는데 사후경과시간(사망 후 부검까지의 경과시간)에 대해서는 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않은 점으로 미루어 경과시간 자체보다는 사후변화의 정도가 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 그 밖에 성별 및 연령은 사후 비만세포 트립타제 검사 결과에 영향을 주지 않는 것으로 확인되었고, 일부 연구에서 인공소생술 여부가 검사 결과에 영향을 준다는 보고도 있었으나, 본 연구에서는 이에 대한 분석은 시행하지 않았다.

기존 연구들과 마찬가지로 본 연구에서도 사후검사 시 비

만세포 트립타제 검사는 아나필락시스성 쇼크의 경우가 다른 사인들에 비해 통계적으로 유의할 정도로 높은 것이 확인되었지만, 임상에서 적용되는 기준을 사후검사에도 그대로 적용할 수는 없으며, 보다 높은 농도 기준을 적용해야 함을 알 수 있었다. 본 연구에서는 아나필락시스성 쇼크를 진단하기 위한 사후 비만세포 트립타제 농도로 63.0 $\mu\text{g/L}$ 를 제시하였으며, 이는 기존의 연구들보다 다소 높은 수치이다. Xiao 등[12]은 43 $\mu\text{g/L}$ (민감도 90%, 특이도 98%, AUC 0.957)로 제시하였고, Sun 등[13]은 30.4 $\mu\text{g/L}$ (민감도 68.5%, 특이도 83.9%, AUC 0.797)를 제시하였으며, Tse 등[14]은 53.8 $\mu\text{g/L}$ (민감도 88.9%, 특이도 93.3%)를 제시하였는데 연구들 간에 제시된 기준에 차이를 보이고 있다. 이와 같은 연구별 차이의 주된 이유는 아나필락시스성 쇼크로 진단된 증례의 수가 적기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구의 경우 총 9예의 아나필락시스성 쇼크가 포함되었으며, 다른 연구들에 비해 적은 수는 아니지만 증례를 보다 늘려 분석을 시행해 볼 필요성이 있어 보인다.

한편 이와 같이 상향 조정된 진단 기준을 적용하였음에도 위양성인 증례가 확인되며, 추락으로 인한 다발성 손상을 포함한 머리손상이 3예로 가장 많았고, 허혈성심질환, 비외상성 뇌실질내출혈 및 익사가 각각 2예씩이었다. 위양성인 증례의 빈도가 높지는 않으나, 경우에 따라서는 아나필락시스성 쇼크와의 감별이 어려울 수 있어 비만세포 트립타제 검사를 아나필락시스성 쇼크의 확진을 위한 진단기준으로 활용하기 보다는 선별검사의 목적으로 활용하는 것이 적절해 보인다.

결론적으로 본 연구에서는 국내에서는 최초로 아나필락시스성 쇼크의 사후진단을 위해 비만세포 트립타제 검사의 유용성에 대해 검토해 보았으며, 아나필락시스성 쇼크의 사후진단에 비만세포 트립타제 검사가 유용하게 사용되기 위해서는 별도의 사후 기준이 필요하며, 위양성 증례에 대한 주의를 필요로 함을 확인하였다.

ORCID: Jong-Pil Park: <https://orcid.org/0000-0002-6525-3012>; Bon Young Koo: <https://orcid.org/0000-0001-7135-4875>; Nak-Won Lee: <https://orcid.org/0000-0001-6798-9026>

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 (2013-Forensic Medicine-32).

References

1. Rutkowski K, Dua S, Nasser S. Anaphylaxis: current state of knowledge for the modern physician. *Postgrad Med J* 2012;88:458-64.
2. Da Broi U, Moreschi C. Post-mortem diagnosis of anaphylaxis: a difficult task in forensic medicine. *Forensic Sci Int* 2011;204:1-5.
3. Byard RW. An analysis of possible mechanisms of unexpected death occurring in hydatid disease (echinococcosis). *J Forensic Sci* 2009;54:919-22.
4. Nara A, Aki T, Funakoshi T, et al. Death due to blood transfusion-induced anaphylactic shock: a case report. *Leg Med (Tokyo)* 2010;12:148-50.
5. Belton AL, Chira T. Fatal anaphylactic reaction to hair dye. *Am J Forensic Med Pathol* 1997;18:290-2.
6. Pumphrey RS, Roberts IS. Postmortem findings after fatal anaphylactic reactions. *J Clin Pathol* 2000;53:273-6.
7. Beck SC, Wilding T, Buka RJ, et al. Biomarkers in human anaphylaxis: a critical appraisal of current evidence and perspectives. *Front Immunol* 2019;10:494.
8. Edston E, van Hage-Hamsten M. beta-Tryptase measurements post-mortem in anaphylactic deaths and in controls. *Forensic Sci Int* 1998;93:135-42.
9. Mayer DE, Krauskopf A, Hemmer W, et al. Usefulness of post mortem determination of serum tryptase, histamine and diamine oxidase in the diagnosis of fatal anaphylaxis. *Forensic Sci Int* 2011;212:96-101.
10. Scarpelli MP, Keller S, Tran L, et al. Postmortem serum levels of IgE and mast cell tryptase in fatal asthma. *Forensic Sci Int* 2016;269:113-8.
11. Tamura N, Farhana M, Oda T, et al. Amniotic fluid embolism: pathophysiology from the perspective of pathology. *J Obstet Gynaecol Res* 2017;43:627-32.
12. Xiao N, Li DR, Wang Q, et al. Postmortem serum tryptase levels with special regard to acute cardiac deaths. *J Forensic Sci* 2017;62:1336-8.
13. Sun KJ, He JT, Huang HY, et al. Diagnostic role of serum tryptase in anaphylactic deaths in forensic medicine: a systematic review and meta-analysis. *Forensic Sci Med Pathol* 2018;14:209-15.
14. Tse R, Wong CX, Kesha K, et al. Post mortem tryptase cut-off level for anaphylactic death. *Forensic Sci Int* 2018;284:5-8.