

아질산염 중독으로 인한 사망: 14예 보고

박민지¹ · 김 옥² · 하홍일¹

¹국립과학수사연구원
서울과학수사연구소 법의학과
²서울대학교 의과대학 의학과

Received: May 4, 2020
Revised: May 9, 2020
Accepted: May 19, 2020

Correspondence to

Hongil Ha
Division of Forensic Medicine,
National Forensic Service Seoul
Institute, 139 Jiyang-ro, Yangcheon-
gu, Seoul 08036, Korea
Tel: +82-2-2600-4611
Fax: +82-2-2600-4629
E-mail: sanchee@korea.kr

Death by Nitrite Intoxication: Report of 14 Cases

Min Jee Park¹, Ock Kim², Hongil Ha¹

¹Division of Forensic Medicine, National Forensic Service Seoul Institute, Seoul, Korea,

²Department of Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Sodium nitrite intoxication is a primary cause of severe methemoglobinemia, which may be fatal. In the past, nitrite-related deaths were rare, but cases of suicide with nitrite have been increasing in number in recent years. We analyzed 14 cases of fatal nitrite intoxication from January 2013 to February 2019. There was a different trend between the cases from the past and those from recent years. The former consisted of older individuals who ingested nitrite accidentally or intentionally, while the latter comprised younger individuals who used nitrite mostly for suicide. Most individuals showed dark purple or dark brown lividity and cherry-pink discoloration of the muscles. Postmortem methemoglobin levels, which were analyzed in 5 cases, were 30%–49%. Most nitrite and nitrate concentrations showed the highest concentration in the stomach contents, and it showed that the nitrite was converted into nitrate in the blood. To conclude, methemoglobin tests using a portable oximeter and quantitative tests of nitrite and nitrate, as well as a thorough investigation of the case and scene may help determine the cause of death.

Key Words: Methemoglobinemia; Sodium nitrite; Poisoning; Autopsy

서론

아질산염(아질산이온, NO₂⁻, nitrite)은 소량으로는 식품에 발색 및 방부의 목적으로 첨가되는 식품첨가물이고, 공업적으로는 유기화학공업, 표백, 금속의 열처리 등에 사용되며, 의학적인 용도로는 혈관의 평활근 이완작용이 있어 협심증, 동맥경화증 등에서의 혈관확장제 및 청산염 중독 시 해독제로 사용되는 물질이다. 또한 일부 공사현장에서 콘크리트의 부동성을 유지하고 시멘트 수화열을 촉진시켜 동결을 방지하는 목적으로 사용되기도 한다. 그러나 아질산염에 대한 연구가 진행됨에 따라 아질산염을 발암 가능성이 있는 물질로 분류

하게 되었고, 과량을 섭취하게 되면 치명적인 것으로 알려져 있다. 과량의 아질산염을 복용하게 되면, 체내에서 아질산염은 대부분 질산이온(nitrate)으로 전환되며, 이 때 메트헤모글로빈혈증(methemoglobinemia)을 일으키게 된다. 메트헤모글로빈(methemoglobin)은 산소와 결합하고 운반하는 기능이 떨어져 저산소증을 유발하게 되며, 나타나는 임상 증상으로는 두통, 현기증, 구토, 설사, 복통, 저혈압, 청색증, 경련 및 혼수 및 호흡마비 등이 있어 심할 경우 사망에 이르게 된다.

아질산염 중독으로 인한 사망은 꽤 오래 전부터 보고되었으나, 국내에서는 2010년 수원에서 막걸리로 오인하여 마시고 아질산염에 중독되어 2명이 사망한 사례가 언론으로 보도

된 이후[1], 현재까지 다양한 경로를 통한 아질산염 중독으로 사망한 증례를 부검 실무에서 찾아볼 수 있다. 이전에는 아질산염 중독에 의한 사망이 주로 오인하여 섭취하게 되는 경우가 많았던 반면, 최근에 들어서는 아질산염을 이용하여 자살하는 경우가 매년 증가하는 추세이다. 저자들은 2013년 1월부터 2019년 2월까지 국립과학수사연구원에서 시행된 부검 중 아질산염 중독으로 사망한 증례 14예를 보고하고, 법의 실무에서 이러한 사례들을 접하게 될 때 유념해야 소견 및 정보에 대한 경험을 나누고자 한다.

증례

2013년 1월부터 2019년 2월까지 국립과학수사연구원에서 부검한 시신 중 아질산염/질산염 중독이 사인이 된 증례 14건을 확인하였고, 해당 증례는 아래와 같다. 각 증례에서 부검 시 제출된 관련 수사 기록, 부검 소견, 검사 소견 등을 조사하였고, 그 결과를 종합하여 표로 정리하였다(Table 1).

증례 1은 69세 여성으로서 여객선 선실 내에서 일행 4명과 함께 미역국에 밥을 먹고 구토, 이상증세를 보이다 사망하였다.

증례 2는 62세 남성으로서 건설현장 지하주차장 조적공사 현장에서 동료들과 작업 중 동료의 공구통에 있는 페트병에 담겨 있던 방동제를 물로 오인하여 음용한 후 사망하였다.

증례 3은 45세 여성으로 우울증, 고혈압으로 약물 치료를 받고 있었고, 주거지 화장실 내에서 온수가 나오는 샤워기를 들고 비스듬히 앉아 사망한 채 발견되었다.

증례 4는 48세 남성으로 강변에서 상의 러닝셔츠와 하의 반바지를 착용한 상태로 반듯하게 누워 있는 것을 행인이 발견하고 심폐소생술을 실시하여 병원으로 후송하였으나 사망하였다.

증례 5는 46세 남성으로 주차되어 있던 렌터카 운전석에서 사망한 채 발견되었다. 발견 당시 뒷좌석에는 구토물이 다량 묻어 있었고, 조수석 앞에는 20 kg 용량의 방동제 통이 있었고, 의자 사이 컵홀더에는 투명한 노란색 액체가 채워진 작은 생수병이 있었다. 변사자는 최근 심각한 경제적인 문제가 있었고, 자해를 하고 나서 정신과 치료를 받았던 적이 있었다고 한다.

증례 6은 53세 남성으로 공사현장 노상에서 방동제를 물로 착각하여 마셨고, 물이 아닌 것을 깨닫자마자 바닥에 뱉었으나 이후 복통과 어지러움을 호소해 병원으로 후송 후 사망하였다.

증례 7은 24세 남성으로 공무원 시험을 준비하던 자로, 도서관을 다녀온다고 집을 나간 후 귀가하지 않아 실종 신고되었다가 야산 밑에서 부패된 채 발견되었다. 변사자 주위에 있던 가방에는 아질산나트륨 1 kg, 공부가주 1병, 과산화수소수

1병이 들어 있었다.

증례 8은 28세 남성으로 약 3년 전부터 우울증 및 충동조절장애로 치료받아 왔으며, 주거지에서 '머리가 어지럽다'며 화장실에 갔고, 구역질을 한 이후 쓰러져 의식을 잃고 숨을 거칠게 내쉬고 있어 병원으로 이송하였으나 사망하였다.

증례 9는 20세 남성으로 우울증이 있었고, 다리 밑 평상에서 똑바로 누운 상태로 사망한 채 발견되었다. 현장에서 하얀 가루성분이 담겨 있는 통과 물통이 발견되었다.

증례 10은 33세 여성으로 질 내부의 방 안에 불상의 이유로 바닥에 엎드려 사망한 채로 발견되었다. 변사자는 예전에 아질산나트륨을 과다섭취하여 자살을 시도하였던 적이 있었다.

증례 11은 25세 남성으로 모텔 퇴실 시간이 지났음에도 퇴실하지 않아 확인해보았더니 객실 침대 옆 바닥에 천장을 바라보고 누운 채 사망해 있었다. 현장에서 아질산나트륨이 발견되었다.

증례 12는 28세 남성으로 고속버스 좌석에서 사망한 채 발견되었다. 변사자는 오랫동안 심한 우울증과 조울증을 앓아 오면서 평소에도 죽겠다는 말을 되풀이했다고 하고, 유서가 발견되었으며, 휴대폰에 자살을 암시하는 문자메시지를 임시 저장해 두었다.

증례 13은 15세 여성으로 주거지에서 갑자기 '살려주세요'라고 말한 뒤, 갑자기 구토를 하고 의식이 없어서 병원에 이송하였으나 사망하였다. 부검 이후 현장조사에서 아질산염으로 추정되는 가루물질이 발견되었다.

증례 14는 29세 남성으로 아파트 건설현장에서 근무하던 자이며, 주거지 안에서 쓰러진 채 발견되어 병원으로 후송하였으나 사망하였다. 변사자는 이전에도 같은 증상으로 병원 응급실에 가서 메트헤모글로빈 수치가 높다고 진단받은 적이 있다고 한다.

요약하여 보면, 수집된 증례는 연도별로 2013년에서 2017년까지는 매년 1건의 부검이 있었던 반면, 2018년에는 8건으로 최근 들어 아질산염 중독으로 사망하는 사례가 증가하는 추세(2019년은 2월까지 1건)를 보였다. 변사자의 성비는 남자 10명(71.4%), 여자 4명으로 남자의 비율이 높았고, 연령은 10-30대 8명(57.1%), 40-60대 6명으로 젊은 층이 다소 높은 비율을 보였다. 사망의 종류는 증례 1, 2, 6의 경우만 방동제 등 아질산이 포함된 액체를 음료수로 오인한 사고사였고, 그 외의 11건(78.6%)은 자살 또는 자살이 의심되는 예였다.

모든 증례의 부검 사진을 검토해보니, 심하게 부패된 경우를 제외하고는 대부분 암갈색 또는 회녹색 시반/혈액/내부장기의 단면(Fig. 1) 및 근육의 선홍색 변화(Fig. 2)를 관찰할 수 있었으나, 그 정도는 개별 증례에 따라 달랐고, 일부의 증례에서만 부검감정서에 이런 소견을 특정하게 언급하고 있었다. 식도와 위 점막의 부식 및 점막출혈(Fig. 3) 역시 대부분

Table 1. Summary of 14 cases of fatal nitrite intoxication

Case	Date	Sex/ Age (yr)	Place	Manner of death	Specific autopsy and laboratory findings	Met-Hb (%)	Nitrite (heart/femoral/ gastric contents, mg/L)	Nitrate (heart/femoral/ gastric contents, mg/L)
1	Jan 2013	F/69	Passenger ship cabin	Accident	Cardiomegaly (584 g), moderate fatty change, cardiac pacemaker	N/A	1.6 1.1 6,800	100.8 99.6 5,000
2	Dec 2014	M/62	Construction site	Accident	Blood ethanol concentration 0.029%	30% (autopsy)	(-) (-) (+)	24 68 (+)
3	May 2015	F/45	Home	Suicide	-	N/A	N/A N/A 11,126	170.8 N/A 85
4	Aug 2016	M/48	Riverside	Suicide	-	N/A	N/A 51.0 (+)	N/A 288.0 (+)
5	Dec 2017	M/46	Car	Suicide	Moderate coronary atherosclerosis	N/A	8.4 5.2 (+)	92.2 68.8 (+)
6	Jan 2018	M/53	Construction site	Accident	-	82.9% (hospital)	175.0 <1.0 67,400	1,130.0 90.0 10,590
7	Jun 2018	M/24	Hill	Suicide	Putrefaction	49% (autopsy)	19.0 10.0 4,180	171.0 230.0 180
8	Jun 2018	M/28	Home	Suicide	-	N/A	1.5 1.1 2,220	175.3 337.3 1,470
9	Jun 2018	M/20	Outside	Suicide	-	N/A	2.5 2.1 36,300	377.9 462.6 3,100
10	Jun 2018	F/33	Temple	Suicide	Toxicology: zolpidem, diphenhydramine	43% (autopsy)	(-) (-) 1,010	81.3 231.42 380
11	Aug 2018	M/25	Motel room	Suicide	-	N/A	318.0 (-) 59,230	194.0 177.0 647
12	Oct 2018	M/28	Bus	Suicide	COHb 7%	34% (autopsy)	34.0 N/A 11,000	292.0 N/A 200
13	Nov 2018	F/15	Home	Suicide	-	N/A	<1.0 <1.0 2,090	162.0 475.0 167
14	Feb 2019	M/29	Construction site	Suicide	-	83% (hospital) 41.6% (autopsy)	43.7 0.1 9,000	8.0 271.3 2,486

Met-Hb, methemoglobin; F, female; N/A, not available; M, male.

의 예에서 관찰할 수 있었으나, 그 정도는 개별 증례에 따라 달랐고, 부검감정서에 이런 소견을 특별히 언급한 증례 역시 일부였다. 특히 자살 예에서 황갈색 또는 황회색의 거품이 섞인 점액성 위내용물을 보는 경우가 흔했다.

혈중 메트헤모글로빈 농도는 병원에서 측정된 경우는 2예(증례 6과 14)였고, 각각 82.9%와 83%였으며, 부검 혈액에서 메트헤모글로빈 농도를 측정된 경우는 5예(증례 2, 7, 10, 12, 14)로 30%~49% 범위(평균 39.5%)이었다. 아질산이온과 질산이온의 농도는 대개의 경우 아질산이온이 산화되어 질산이온으로 전환됨에 따라 아질산이온보다 질산이온이 높게 검출되었고, 아질산이온과 질산이온 모두 대부분 위내용물에서 상대적으로 높은 농도로 검출되는바 모두 아질산염/질산염의 음용으로 인한 중독임을 알 수 있었다.

모든 증례에 있어서 사인으로 고려할 만한 다른 특기할 소견을 보지 못하는 동시에, 위 내용물에서 아질산이온이 다량

검출되면서 혈액에서도 아질산이온과 질산이온이 함께 검출되는바, 사인은 아질산염 중독으로 판단되었다.

고 찰

아질산염은 음이온으로는 아질산이온(NO_2^-), 양이온으로는 아질산나트륨(NaNO_2)과 같은 이온화합물로, 고기 등의 식품을 분홍색으로 만드는 발색이나 미생물의 증식을 막아주는 방부제의 역할을 하는 식품첨가물로 널리 사용되고 있으며, 열전달 염, 금속처리 및 마감작업용 화학물질, 주석을 벗겨내는 용액 및 주석을 회수하는 물질로 사용되기도 하고, 청산염 중독 시 치료제로 사용되기도 한다[2]. 아질산염에 급성 중독되게 되면 나타나는 대표적인 증상이 메트헤모글로빈혈증으로, 체내의 메트헤모글로빈은 산소와 결합하고 운반하는 능력이 없고 산소해리곡선을 왼쪽으로 이동시켜 조직에서 저



A



B

Fig. 1. (A) The livor mortis of a 20-year-old man was dark purple in color (case 9). (B) The lungs of a 16-year-old girl showed dark brown, congested cut surface (case 13).



Fig. 2. The muscles of a 62-year-old man showed cherry-pink discoloration (case 2).

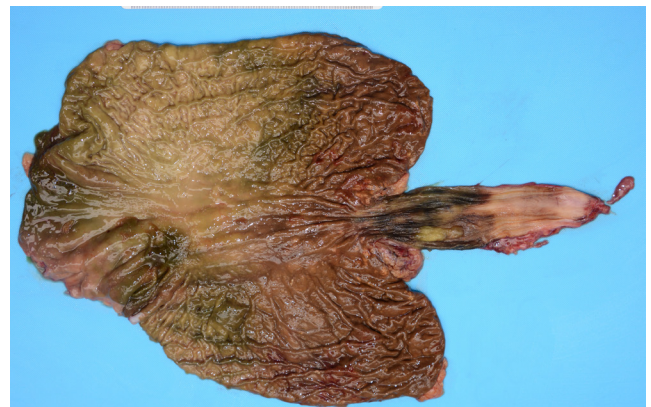


Fig. 3. The stomach and esophagus of a 25-year-old man showed extensive erosion and mucosal necrosis (case 11).

산소증을 가중시키는 기능을 한다[3]. 메트헤모글로빈혈증은 유전적인 요인에 의해 증상 발현 없이 나타나기도 하지만, 대부분은 외부에서 유입된 산화제에 노출되어 일어나고, 원인 물질로는 본 증례들에서도 사용된 아질산염을 포함하여 진통제 계열(리도카인, 페나조피리딘), 항생제 계열(설폰아미드, 답손), 니트로프루시드와 메토클로프라마이드 등 다양한 약물과 화학물질이 해당된다[4]. 메트헤모글로빈혈증의 임상 증상은 메트헤모글로빈의 혈액 분율과 연관되어 있고, 보통 청색증을 시작으로, 두통과 어지럼이 나타나고, 저혈압, 경련, 호흡부전, 혼수 등이 있을 수 있으며, 70% 이상에서는 심정지가 일어날 수 있어 매우 치명적이다[3,5].

본 증례들에서, 과거에 비해 최근 들어 아질산염 중독에 의한 사망의 빈도 자체가 늘고 있으며, 과거에는 식품으로 오인하여 섭취한 중년층이 주된 경우였지만 최근 들어서는 젊은 연령층이 자살을 목적으로 아질산염을 사용하는 사례가 부쩍 늘고 있는 추세를 볼 수 있다. 이러한 사회적 변화의 흐름을 볼 때, 향후 아질산염을 이용한 자살 예가 더 증가할 개연성이 있는바, 법의 실무에서는 이런 가능성을 반드시 염두에 두어야 할 것이다.

아질산염 중독 사망의 부검에서 볼 수 있는 특징적인 소견은 독특한 시반, 혈액, 내부장기의 색상 및 근육의 선홍색 변화이나, 특히 부패가 진행된 시체나 색상 변화 정도가 다소 경미한 경우 이를 명확하게 구분하기 어려울 수도 있으며, 메트헤모글로빈 검사나 아질산염/질산염에 대한 정량적 검사를 부검 실무에서 일상적인 검사(routine test)로 하지는 않는 관계로 이런 소견들을 간과하게 되면 정확한 사인을 내리지 못하게 될 수도 있다. 비특이적이긴 하나 식도와 위 점막의 부식 및 점막출혈, 부식으로 인한 점액성 위 내용물 등을 보게 되면 이런 가능성을 더 의심할 수 있을 것이다.

아질산염 중독에 의한 치명적인 메트헤모글로빈혈증에 대해 최근 일본에서 보고한 증례에 의하면, 한 경우[6]는 내원 당시 메트헤모글로빈 수치가 92.5%였으나 해독제 치료가 신속하게 들어가서 생존하였고, 또 다른 경우[7]는 발견 당시 사망하였고 이후 측정된 메트헤모글로빈 수치가 83.4%였으며 혈액에서는 아질산이온이 대부분 질산이온으로 전환되어 나타났다. 본 부검 예에서도 발견 당시 생존하여 병원에서 혈중 메트헤모글로빈 농도를 측정된 경우는 2건 밖에 없었고, 부검 당시 혈중 메트헤모글로빈 농도를 측정된 경우도 5건에 불과했다. 부검 이전에 아질산염으로 인한 사망이 확실하거나 이미 병원에서 검사가 시행되어 추가적인 검사를 시행하지 않은 것으로 추정되는 예(증례 6, 증례 11 등)도 있었고, 부검 시에 아질산염 중독을 전혀 의심하지 못하여 검사를 시행하지 않은 예(증례 13)도 있었으며, 간이검사기를 이용하여 부검 시에 검사한 후에 부검감정서에 기록하지 못한 경우도 있었으나, 대부분의 예에서 검사를 시행하지 않은 이유가

명확하게 기록되어 있지는 않았다. 본 증례들에서는 부검 혈액에서 30%~49% 범위(평균 39.5%)로 비교적 낮게 측정되나, 증례 14에서처럼 병원에서 측정된 메트헤모글로빈 농도가 83%인데 반해, 부검 혈액에서는 41.6%로 낮게 측정되는바, 병원치료 과정 등을 감안하더라도 이런 수치들이 생전의 혈중 메트헤모글로빈 농도를 그대로 반영하지는 않을 가능성을 고려할 수 있는데, 이는 사후 시료에서 여러 가지 이유(부패, 메트헤모글로빈 환원효소나 미생물의 작용 등)로 메트헤모글로빈 농도가 시간 경과에 따라 다양하게 변화할 수 있기 때문으로 추정된다[8].

대개의 아질산염 중독 사망의 부검 예에서 이미 사건 현장에서 약물이 발견되거나, 병원 치료과정에서 아질산염 중독이나 메트헤모글로빈혈증이 확인되어 부검 전에 진단을 이미 인지할 수도 있고, 잘 알려진 부검 소견들로 인해 진단 자체가 어렵지 않을 수도 있긴 하나, 설사 다양한 이유로 이런 소견들이 명확하게 확인되지 않는다고 할지라도, 최근 이로 인한 사망이 점차로 증가하고 있는 것을 감안하면, 중독이 의심되지만 특별한 원인 약물을 확인할 수 없는 경우에 간이산소농도계 검사장치(portable oximeter)를 이용한 메트헤모글로빈 검사와 아질산염/질산염에 대한 정량적 검사를 시행하는 것과 더불어 사건 정황과 현장에 대한 철저한 조사를 재차 시행하는 것이 사인을 밝히는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

ORCID: Min Jee Park: <https://orcid.org/0000-0001-8454-2066>; Hongil Ha: <https://orcid.org/0000-0003-2234-5934>

Conflicts of Interest

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

Acknowledgments

This study was supported by National Forensic Service Clinical Research Fund.

References

1. YTN News. Two men who dies after drinking rice wine, poisoned with sodium nitrite [Internet]. Seoul: YTN; 2010 [cited 2020 May 3]. Available from: https://www.ytn.co.kr/in/0103_201006061752538085.html.
2. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation. Sodium nitrite [Internet]. Seoul: Korean Food Safety Research Institute; 2020 [cited 2020 May 3]. Available from: <http://kfsri.or.kr>.
3. Lee KW, Lee JB. Antidote for acquired methemoglobinemia: methylene blue. J Korean Med Assoc 2013;56:1084-90.
4. Chung NY, Betra R, Itzkevitch M, et al. Severe methemoglobinemia

- linked to gel-type topical benzocaine use: a case report. *J Emerg Med* 2010;38:601-6.
5. do Nascimento TS, Pereira RO, de Mello HL, et al. Methemoglobinemia: from diagnosis to treatment. *Rev Bras Anesthesiol* 2008;58:651-64.
 6. Katabami K, Hayakawa M, Gando S. Severe methemoglobinemia due to sodium nitrite poisoning. *Case Rep Emerg Med* 2016;2016:9013816.
 7. Nishiguchi M, Nushida H, Okudaira N, et al. An autopsy case of fatal methemoglobinemia due to ingestion of sodium nitrite. *J Forensic Res* 2015;6:1000262.
 8. Varlet V, Ryser E, Augsburg M, et al. Stability of postmortem methemoglobin: artifactual changes caused by storage conditions. *Forensic Sci Int* 2018;283:21-8.