

제습제 통에 고인 물을 마신 후 사망한 사례 보고

정유민¹ · 김혜정² · 박재홍³
양경무²

¹한양대학교병원 병리과

²국립과학수사연구원

중앙법의학센터

³국립과학수사연구원

서울과학수사연구소 법의조사과

Received: October 31, 2016

Revised: November 15, 2016

Accepted: November 21, 2016

Correspondence to

Hye-Jeong Kim

Medical Examiner's Office, National

Forensic Service, 10 Ipchun-ro,

Wonju 26460, Korea

Tel: +82-2-2600-4617

Fax: +82-2-2600-4629

E-mail: kaito-kid@hanmail.net

Death Related to the Dehumidifying Agent

Yu-Min Chung¹, Hye-Jeong Kim², Jae-Hong Park³, Kyung-Moo Yang²

¹Department of Pathology, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea,

²Medical Examiner's Office, National Forensic Service, Wonju, Korea,

³Department of Forensic Investigation, National Forensic Service Seoul Institute, Seoul, Korea

Dehumidifying agents are commonly used to remove moisture and odors and are not meant for oral ingestion. The hazards of accidental oral ingestion of dehumidifying agents are not well known. A 31-year-old man with autism drank the liquid desiccant contained in the barrel of a dehumidifier while sleepwalking. The desiccant mainly consisted of calcium chloride. He was taken to the emergency center with persistent vomiting and underwent gastric lavage. The patient was treated for hypercalcemia due to calcium chloride poisoning. He eventually died of multiple organ failure. Autopsy findings were as follows: acute suppurative pneumonia, intra-abdominal inflammation, liver necrosis, acute pancreatitis, and gastrointestinal hemorrhage. Calcium chloride has relatively low toxicity; however, when ingested orally, it can cause severe internal damage, and even death. We suggest active preventive measures to ensure the safe use of dehumidifying agents.

Key Words: Calcium chloride; Hypercalcemia; Silica gel; Autopsy

서론

독물이라 함은 무기 또는 유기 무생물로서 체내에 흡수되어 주로 그 화학적 작용이 인체의 기능을 장애하거나 죽음을 초래하는 물질을 말하며 비교적 소량이라는 단서가 있어야 한다[1]. 이렇게 사망을 일으킬만한 독물은 대체로 유해하다고 알려져 있는 성분으로 구성되어 있고, 사회적으로도 위험한 물질로 이미 인지되어 있는 상태일 가능성이 높다. 그러나 제습제는 우리가 습기와 악취를 제거하기 위해 흔히 접할 수 있는 제품으로, 경구 복용으로 나온 제품은 아니지만 실

수로 복용 시 얼마나 유해한지에 대해서는 구체적으로 언급되어 있지 않다. 주변에서 많이 이용하고 쉽게 접할 수 있는 유해성분에 대한 엄격한 검사가 이루어지는 것으로 알려져 있고, 제품을 실제로 접했을 때 ‘용도 외에는 사용하지 말 것’, ‘내용물을 꺼내지 말 것’, ‘흡습지를 벗겨내거나 찢지 말 것’, ‘눈에 넣지 말 것’, ‘입에 넣지 말 것’, ‘손에 닿지 않게 주의할 것’ 등의 경고메시지가 작은 글씨로 적혀 있으나, 온라인 쇼핑몰에서 파는 제품들은 이러한 내용조차도 사진이 작거나 제대로 기재가 되어 있지 않아 알아볼 수 없는 경우가 많다. 일반 가정집에서 장마철 습기를 제거하기 위해 흔히 쓰

는 국내 시판용 유명브랜드 제습제 중에는 염화칼슘(CaCl_2)이 주성분을 이루고 있는 제품들이 있다. 염화칼슘은 습기제거제 용도 이외에 고칼륨혈증, 저칼슘혈증, 마그네슘중독, 심혈관계약인 칼슘채널차단제 독성 등에 있어서 병원에서 링거액 혹은 주사제로도 많이 사용되는 물질이다. 염화칼슘은 독극물로 분류되어 있는 물질은 아니지만, 이를 경구 복용 시에 어떠한 증상이 나타나고, 실제 위험성이 어느 정도인지 아직까지 구체적으로 알려진 바가 없어 이와 관련된 사례를 공유하고 유사 사례 및 문헌에 대한 고찰을 하고자 한다.

증 례

변사자는 31세 남성, 자폐성 발달장애 1급인 자로 가족들과 함께 지내왔으며, 보호자의 진술로는 제습제를 혹시 먹을까 걱정되어 안방 장롱 깊숙한 곳에 넣어두었다고 하나, 변사자가 잠결에 식수용 물로 착각하고 제습제 1통에 고여 있는 물을 모두 마셨다고 한다. 이후 구토증상을 보였고, 병원 응급실로 후송되어 위세척 실시 후 시행한 혈액 검사에서 칼슘 24 mg/dL (정상범위 9.0-10.5 mg/dL), 이온화칼슘 15.32 mg/dL (정상범위 4.5-5.6 mg/dL)로 높게 측정되어 염화칼슘 중독으로 인한 고칼슘혈증 진단 하에 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy)이 가능한 병원으로 이송되었다. 전원 당시 활력징후는 혈압 108/74 mm Hg, 맥박 101회/분, 호흡 20회/분, 체온 37°C, 산소포화도 92%였으며, 칼슘은 15.0 mg/dL, 아밀라아제는 528 IU/L, 리파아제는 1,307.5 IU/L, 간수치(aspartate transaminase/alanine transaminase)는 85/40 IU/L 등으로 측정되었다. 1일 후 간수치는 848/392 IU/L, 2일 후 10,420/5,640 IU/L로 급격히 상승하였고, 이는 당시 혈압 하강 및 허혈성 변화와 연관된 것으로 추정되었으며, 비위관에서 신선출혈 양상

보여 시행한 내시경검사 결과에서 식도 및 위의 부식성 염증과 궤양이 확인되었다. 경과기록지에 의하면 ‘현재 급성신부전, 급성간부전, 췌장염 등의 다발성 장기부전 상태로 승압제 사용에도 혈압이 100 mm Hg 미만으로 유지되어 예후가 매우 불량할 것을 설명함’이라고 기록되어 있으며, 이후 회복되지 못하고 약 4일 후 사망하였다.

부검 시 변사자는 키 177 cm, 체중은 약 91 kg의 체격으로, 외표 검사상 몸통에서 광범위한 점상출혈, 다리에서 함요부종이 확인되었다. 그 외에 콧등의 경미한 표피박탈, 눈꺼풀결막의 일혈점, 입술 가장자리의 건조 등이 확인되었고, 오른빗장뼈부위, 좌우 살골부위, 왼팔목 등에서 주사침자국이 관찰되었다.

내부 검사상 가슴 안에서 왼쪽 400 mL, 오른쪽 100 mL의 삼출액이 보였고, 폐 표면에서 일혈점이 확인되었으며, 폐 실질의 육안 및 조직검사에서 급성 화농성 폐렴이 관찰되었다. 배 안에는 약 250 mL의 탁한 삼출액이 고여 있었고, 복벽 및 그물막에서 광범위한 화농성 변화, 괴사, 출혈 등이 관찰되었으며(Fig. 1A, B), 간 실질의 광범위한 괴사 및 급성 췌장염 소견, 위점막 출혈을 포함한 위장관 출혈이 관찰되었다(Fig. 2A-C).

변사자의 경우, 제습제 통에 고인 물을 마시고 구토를 하다가 병원으로 후송되었고, 구토물 내에서 흡습지 일부가 발견되었다고 하며, 응급 위세척 실시 후 고칼슘혈증이 관찰되는 등 제습제와의 관련성이 인정되고, 염화칼슘 중독으로 인한 고칼슘혈증으로 인해 치료를 받던 중 위장관출혈, 간 괴사, 급성 췌장염 및 급성 범발성 복막염 등의 합병증으로 인하여 사망한 것으로 판단하였다.



Fig. 1. (A) Intra-abdominal turbid exudate. (B) Acute suppurative inflammation, hemorrhage, necrotic change in omentum.

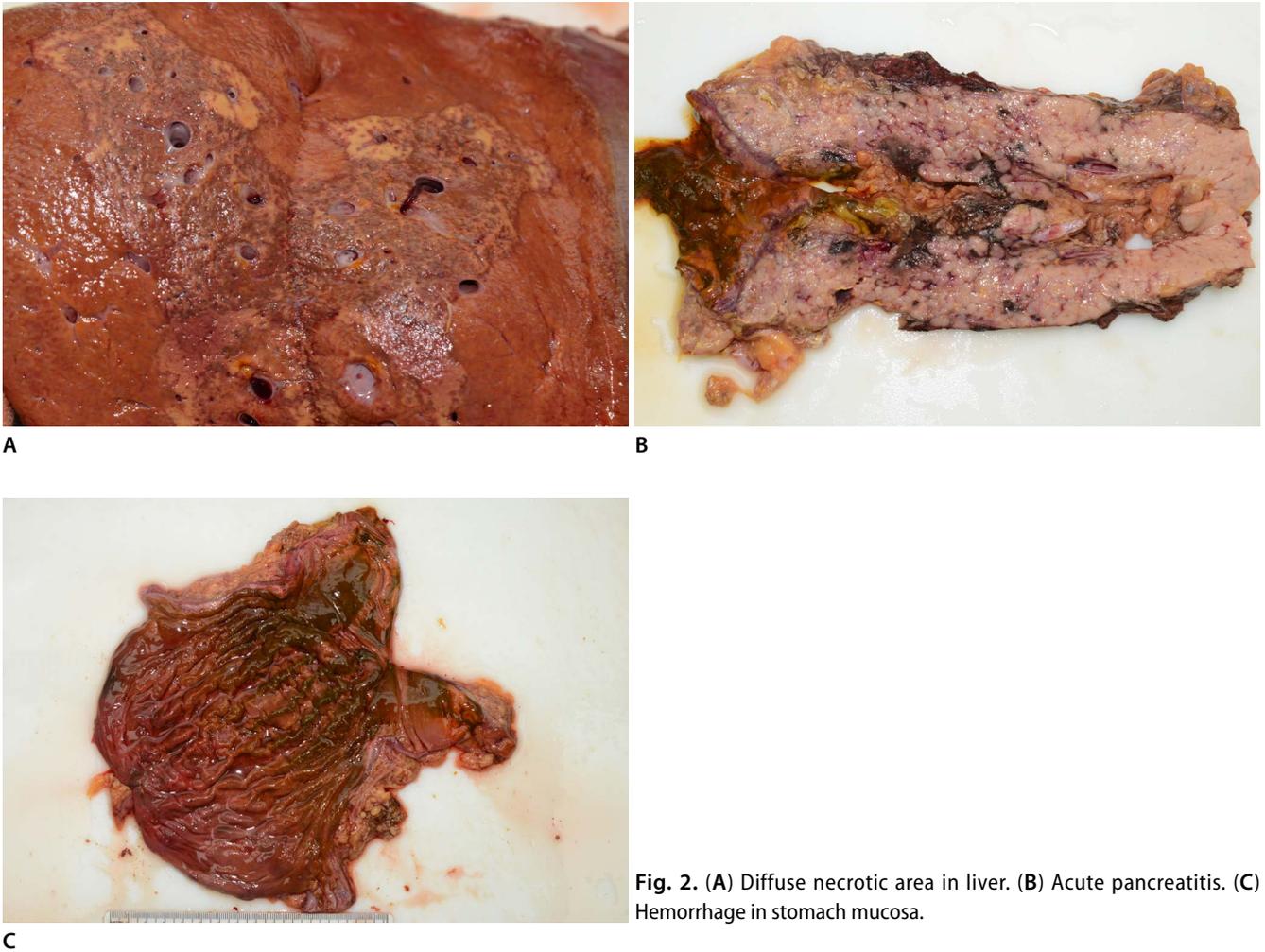


Fig. 2. (A) Diffuse necrotic area in liver. (B) Acute pancreatitis. (C) Hemorrhage in stomach mucosa.

고 찰

많은 사람들이 습기를 제거하기 위해 사용하는 국내 시판용 제습제 상품 중에는 염화칼슘이 주성분인 제품들이 많이 있다. 수분을 잘 흡수하는 물질로는 나트륨과 황산이 잘 알려져 있지만 이들은 위험성 때문에 상용화가 어렵다. 따라서 주로 실리카겔을 비롯한 고분자 화합물 또는 염화칼슘이 많이 사용되고 있다. 염화칼슘은 화학적 작용으로 물을 흡수하며, 다공성 물질인 실리카겔보다 무게 대비 5배 이상 습기를 빨아들이는 능력이 강하고 다른 흡습제에 비해 상대적으로 안전하다고 알려져 있어 매우 널리 사용되는 제습제이다. 물을 많이 흡수하면 액체 상태가 되므로 실리카겔처럼 제품에 같이 넣어두는 식보다는 주로 비치해 두는 형태로 이용되고 있다.

염화칼슘이 상대적으로 유해하지 않다고 알려져 있고, 일부에서 의학적 치료농도로 사용하고 있지만, 염화칼슘 용액은 알칼리성 제제로 인간의 피부와 점막에 강한 자극제가 된다. 피부 장벽이 제대로 갖추어져 있다면 칼슘과 염화이온이

투과될 가능성은 희박하지만, 피부 장벽이 무너진 경우 염화칼슘이 혈액으로 흡수되어 혈중 칼슘농도를 급격하게 상승시키며, 심할 경우 고칼슘혈증성 위기(hypercalcaemic crisis)까지 초래할 수 있다[2]. 또한 과용량의 염화칼슘이 체내로 주입될 경우에도 고칼슘혈증을 초래할 수 있고, 고칼슘혈증으로 인한 혈관수축 효과로 인하여 간, 위장관, 비장, 신장 등의 여러 장기에 괴사를 초래할 수도 있다고 보고되어 있다[3].

심각한 고칼슘혈증 혹은 고칼슘혈증성 위기는 드물지만 즉시 적합한 치료를 받지 않으면 생명의 위협을 초래하는 응급 상황으로, 고칼슘혈증성 위기의 진단은 임상적으로 나타나는 증상과 고칼슘혈증에 의해 결정된다[4,5]. 대부분의 환자들은 고칼슘혈증으로 인해 구역, 구토, 근력 약화, 변비, 식욕부진증, 복통, 신부전증, 심각한 탈수 증상, 무기력함, 심지어 혼수 상태까지 발생할 수 있는 신경학적 증상 및 위장관 증상, 신기능 장애를 겪는다. 심한 화상을 입은 환자의 경우에도 고칼슘혈증이 종종 발생할 수 있다[6].

또한, 고칼슘혈증성 위기가 왔을 경우, 드물지만 합병증으로 심각한 부정맥, 심장 내 전도 장애, 그리고 심실 부정맥이 발생할 수 있다고 보고되어 있다[7]. 특히 고칼슘혈증이 치명적인 부정맥 및 급성심장사와 관련 있다는 내용이 보고되어 있는데, 조기 재분극을 지칭하는 J wave가 이러한 치명적인 부정맥의 가능성을 높인다는 연구 결과가 최근 발표되었고, 고칼슘혈증이 이 J point와 ST 분절 상승을 일으키는 한 가지 원인이 된다는 것이 입증되었다[8].

염화칼슘 제제를 경구 복용하였던 증례를 몇 가지 살펴볼 것이다. 2012년도에 보고된 사례로, 38세 정신지체 여성이 과도한 습기 및 악취를 제거하기 위해 두었던 제습제인 무수 염화칼슘 제제 250 mg을 실수로 경구 섭취하였고, 2시간 후에 구토와 의식저하로 응급실에 내원하였다. 심혈관계 쇼크와 산혈증을 진단 받고 치료를 시작하였고, 12시간 후 시행한 위내시경에서 과도한 점막 괴사로 인해 흑색으로 변한 위점막을 관찰할 수 있었다. 또한 하부 식도에 심한 급성 궤양소견이 관찰되었고 지속적 치료에도 불구하고, 환자는 5시간 후 패혈증 쇼크로 결국 사망하였다. 이 문헌에서는 무수 염화칼슘의 흡수 성질로 인해 입자들이 용해되면서 발열성 반응을 일으켜 손상을 초래한다고 설명하고 있다. 위에서는 산과 점액성분을 분비하는 역할을 하기 때문에 주로 액체성 물질이 포함되어 있어 구강 및 식도보다 부식 및 화상의 손상의 정도가 더욱 심하다고 덧붙이고 있다[9].

일본에서 보고되었던 사례로, 치매를 앓고 있던 79세 여성이 집에 혼자 있던 중 실수로 건조제로 두었던 염화칼슘 알갱이가 포함된 염화칼슘 현탁액 100 mL를 경구 복용하였고 2시간 반 뒤 급성 염화칼슘 중독으로 응급실에서 치료를 받기 시작했다. 처음엔 증상이 없었으나, 응급실 도착 후 복통, 복부 전반에 걸쳐 압통과 근성 방어(muscular guarding)를 호소하였고, 흑색변 및 저혈압 증상이 나타났다. 시행한 복부 초음파 및 컴퓨터단층촬영에서 복수가 발견되어 복수 천자 시행하였고, 탁한 삼출액이 검출되었다. 응급으로 시행한 수술에서, 소장의 광범위한 괴사 소견 보였고 중환자실로 전원된 후, 파종성혈관내응고 및 신기능장애가 왔으나 적극적 치료 후 호전되었다. 이 문헌에서는, 염화칼슘이 상대적으로 유해하지 않다고 알려져 있으나 이를 경구 복용했을 시, 급성 염화칼슘 중독으로 심각한 위장관 손상을 초래할 수 있으며 심지어 사망을 초래할 수도 있다고 주장하고 있다[10].

또한 화상에 관련된 손상이 2014년도에 보고된 사례가 있었다. 18세 소년이 가열된 염화칼슘 용액에 의해 체표면적의 70% 이상의 화상을 입고 3시간 후에 응급실에 내원하였다. 특별한 병력이 없이 평소 건강하였던 환자로, 화상을 입은 채 내원하였던 당시 심각한 통증과 갈증 외에 다른 증상은 없었고 의식은 명료하였다. 응급으로 시행한 혈액 검사에서 칼슘 농도가 17.04 mg/dL이었고, 재검사 시 18.44 mg/dL로 더

욱 상승하여 고칼슘혈증성 위기 가능성이 강하게 제기되었으며, 이후 저혈압이 동반되며 쇼크 증상을 보여 적극적인 치료와 함께 심전도 모니터링과 요배설량 등이 집중적으로 점검되었다. 이후 시행한 영상학적 검사에서 폐, 간 그리고 신장에서 이상은 관찰되지 않았다. 고칼슘혈증에 대한 적극적 치료가 이루어진 후 장기 손상 없이 칼슘이 정상 농도로 돌아왔으며 이후 화상에 대한 상처 치료를 받기 위해 전원되었다. 이 증례에서 볼 수 있듯이 피부장벽이 광범위하게 무너진 경우 상처를 통해 염화칼슘 제제가 흡수되어 들어와 단순 고칼슘혈증뿐 아니라 고칼슘혈증성 위기까지 초래할 수 있으며, 앞서 살펴보았듯이 고칼슘혈증은 여러 부작용을 초래할 수 있기 때문에 빠른 시간 내에 칼슘 농도를 낮추고 장기 손상 여부를 적극적 감시를 통해 확인하여야 한다[2].

본 증례의 결과를 정리해 보면, 변사자는 염화칼슘이 주성분으로 포함되어 있는 제습제 통에 고인 물을 마시고 혈중 칼슘 농도가 갑자기 상승함으로 인해 부정맥, 급성 췌장염 및 급성 신부전 등이 발생하였다. 또한, 고칼에서 언급한 사례 등을 통해 염화칼슘이 흡수과정에서 발열성 과정을 일으켜 광범위한 조직 괴사를 일으키는 것이 확인되었고 본 변사자 역시 위장관에서 이러한 변화들이 관찰되었으며, 고칼슘혈증으로 인한 혈관수축 효과로 인하여 간 괴사 또한 병발하면서 결국 사망에 이르렀을 가능성을 고려할 수 있다[3,9].

2015년에 한국소비자원에서 권고한 습기제거제 선택 및 사용요령에 의하면, 염화칼슘은 금속을 부식시키는 성질이 있으며 의류와 신발 등 가죽제품에 피해를 줄 수 있으므로 내용물을 꺼내거나 투습막을 벗겨내지 말아야 하며 또한 피부에 닿았을 경우 바로 흐르는 물로 잘 씻어야 한다고 경고하고 있다. 또한, 제품의 내용물에서 납, 카드뮴, 비소, 수은 및 6가 크롬 등 유해 물질은 검출되지 않아 한국산업표준(Korean Industrial Standards, KS) 권장기준에 적합하다고 명시되어 있었다. 그러나 경구복용 시에 대한 위험성에 대해 뚜렷한 언급은 없었다.

결론적으로, 저자들은 본 증례를 통해, 주위에서 흔히 접하는 다수 제습제들의 경우 유해 성분이 권장기준에 적합하고 상대적으로 안전하다고 알려져 있는 제품들이 대부분이나, 경구 복용 시에는 본 사례와 같이 사망에 이르게 할 수 있을 정도의 위험성을 지니고 있음을 알리고자 하며, 이러한 상황이 매우 드물기 때문에 초기에 모든 상황을 예상하고 적절히 대처하기는 어려울 수도 있지만, 치명적인 결과가 발생할 가능성을 염두에 두고 만약을 대비하기 위한 보다 적극적인 조치에 대해 필요성을 상기시키는 계기가 되기를 바란다.

Conflicts of Interest

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

References

1. Yoon JJ. Forensic medicine. Seoul: Korea Medical Co.; 1993. p. 175.
2. Zhang Y, Wang X, Liu L, et al. Hypercalcaemic crisis in a young man with extensive burns caused by heated CaCl₂ solution: a case report. *Burns* 2014;40:e12-4.
3. Sim MT, Stevenson FT. A fatal case of iatrogenic hypercalcemia after calcium channel blocker overdose. *J Med Toxicol* 2008;4:25-9.
4. Pfeilschifter J. Hypercalcemic crisis. *Internist (Berl)* 2003;44:1231-6.
5. Singh A, Ashraf A. Hypercalcemic crisis induced by calcium carbonate. *Clin Kidney J* 2012;5:288-91.
6. Klein GL. Burns: where has all the calcium (and vitamin D) gone? *Adv Nutr* 2011;2:457-62.
7. Brown TC, Healy JM, McDonald MJ, et al. Heart block and acute kidney injury due to hyperparathyroidism-induced hypercalcemic crisis. *Yale J Biol Med* 2014;87:563-7.
8. Sonoda K, Watanabe H, Hisamatsu T, et al. High frequency of early repolarization and Brugada-type electrocardiograms in hypercalcemia. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2016;21:30-40.
9. Remes-Troche JM. A 'black stomach' due to ingestion of anhydrous calcium chloride. *BMJ Case Rep* 2013;2013:bcr2012007716.
10. Shimada T, Hirayama Y, Nakanishi K, et al. A case of calcium chloride poisoning complicating necrosis of small intestine. *Nihon Kyukyu Igakukai Zasshi* 2009;20:781-6.