

가정용 표백제에 의한 차아염소산 나트륨 중독의 진단 및 치료

문 정 미^{1,2} · 전 병 조^{1,3} · 조 용 수^{1,3}

¹전남대학교 의과대학 응급의학교실

²화순전남대학교병원 응급의학과

³전남대학교병원 응급의학과

Diagnosis and treatment of sodium hypochlorite poisoning with ingestion of household bleaching agents

Jeong Mi Moon, MD^{1,2} · Byeong Jo Chun, MD^{1,3} · Yong Soo Cho, MD^{1,3}

¹Department of Emergency Medicine, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

²Department of Emergency Medicine, Chonnam National University Hwasun Hospital, Hwasun, Korea

³Department of Emergency Medicine, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Background: Sodium hypochlorite is commonly used as a household bleaching agent (for example, the Clorox brand). Sodium hypochlorite poisoning with ingestion of a bleaching agent is often observed in clinical practice.

Current Concepts: Ingestion (intentional or accidental) is the most common route of exposure to household bleaching agents. Accidental ingestion of household bleaching agents is rarely clinically important. However, ingestion of a large amount of a dilute formulation or a high-concentration preparation of bleaching agents can result in severe and rarely fatal corrosive injury. Therefore, prompt supportive care is essential because a specific antidote is currently unavailable. Severe poisoning requires hospital admission. Emergency endoscopy and thoracic and abdominal computed tomography are warranted to aid with diagnosis and management of hypochlorite-induced corrosive injury in patients with severe poisoning, who develop clinical features suggestive of corrosive injury.

Discussion and Conclusion: Intentional poisoning, which accounts for most cases of household bleaching agent poisonings in Korea, is likely to cause severe corrosive injuries. Therefore, it is necessary to gain deeper and accurate understanding of the clinical aspects and treatment of poisoning by household bleaching agents.

Key Words: Sodium hypochlorite; Poisoning; Bleaching agents

Received: January 9, 2023 Accepted: February 21, 2023

Corresponding author: Byeong Jo Chun

E-mail: bjchun@jnu.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

국내에서 흔히 락스라 불리는 가정용 표백제는 4~5% 농도의 차아염소산 나트륨과, 소량의 수산화나트륨과 과산화수소를 포함한 염소계 화학복합제로 pH 11~13인 알칼리 제제 용액이다[1]. 맑은 노란색 액체로 특징적인 염소 가스 냄새를 가

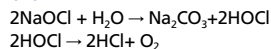
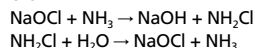
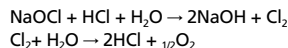
(A) With water**(B) With amine****(C) With acid**

Figure 1. the reaction of sodium hypochlorite with water (A), an amine (B) and an acid (C).

지고 있다. 주성분인 차아염소산 나트륨은 수산화나트륨 용액에 염소 가스를 가하여 얻어지며, 화학 구조식은 NaOCl이다[1]. 강력한 산화력을 가진 차아염소산 나트륨은 소독, 방취, 표백 목적으로 가정용 외에 의료용, 공업용으로 사용된다. 2~5% 용액은 항균 및 조직 용해력이 있기 때문에 치아 근관 속의 유기물을 녹이고 세균을 없애는 목적으로 치과에서 사용하고 있지만 이와 관련된 부작용이 대한소아치과학회지에 보고되었다[2]. 10~25% 차아염소산 나트륨 용액은 공업용으로 제지와 펄프제조 공장의 세척제와 공업용 표백제, 실내수영장 소독 등에 사용되며, 50% 용액은 생물 또는 화학테러 물질에 노출된 개인보호장비를 소독하는 데 사용하기도 한다.

락스에 중독되었을 경우 차아염소산 나트륨에 의한 인체 부식 손상의 기전은 첫째, 피부, 위장관계 또는 호흡기계 점막에 존재하는 수분과 반응하여 차아염소산(hypochlorous acid)을 생성한다(Figure 1A). 차아염소산은 세포 내 단백질을 붕괴하여 세포독성을 일으키는 염산(hydrochloric acid)과 산화자유라디칼(oxidative-free radical)로 빠르게 대사되어 부식 손상을 초래한다[3,4]. 둘째, 차아염소산 나트륨은 수영장에서 흔히 존재하는 질소 폐기물이나 클리너 등 암모니아를 함유하는 물질과 반응하여 클로라민(chloramine) 가스를 발생시킨다(Figure 1B). 클로라민 가스는 호흡기계 점막의 수분과 반응하여 암모니아와 염산 가스, 자유기로 대사되어 호흡기계 자극 증상을 일으킨다. 고농도에 노출된 경우 화학적 폐렴이나 폐부종을 유발시킨다[5]. 셋째, 차아염소산 나트륨은 산성 물질과 반응 시 염소(chlorine) 가스를 발생한다(Figure 1C) [6]. 염소 가스 발생 정도는 산성 물질의 pH에 의해 결정된다. 예를 들어 pH 2.4 이하의 산성 물질

과 반응 시 상당량의 염소 가스가 발생한다. 염소 가스는 수분이 존재하는 조직에서 염산과 차아염소산으로 대사된다. 차아염소산은 다시 염산과 산화자유라디칼로 변화되어 세포독성을 나타낸다. 이러한 기전으로 락스는 음독, 흡입, 혈관주입을 통해 인체 내 흡수될 경우 다양한 장기 손상을 일으킬 수 있다.

가정 내 표백제는 일상생활에서 흔하게 사용되고 쉽게 구할 수 있기 때문에 우발적 또는 고의적 중독 사고가 적지 않게 보고된다[6]. 최근 코로나바이러스감염증-19 (코로나19) 감염 예방을 위해 염소계 소독제에 속하는 차아염소산 나트륨 사용이 증가하였으며, 코로나19 유행기간 동안 염소계 소독제의 사용실태 조사에서 참여자 42%가 1회 이상의 차아염소산 나트륨 노출에 의한 위장관 또는 호흡기계 이상 증상을 경험한 것으로 보고되었다[7]. 가정용 표백제 중독 사고와 관련한 국내 통계자료는 없으나, 차아염소산 나트륨에 노출된 성인 환자 중 83.6%가 자살 목적의 고의적 음독이었다[8]. 사고에 의한 소량 음독이 많은 국외의 보고를 참고하여 차아염소산 나트륨을 비교적 안전한 물질로 쉽게 생각하는 경우가 있는데, 이는 자살 목적으로 다량 음독하고 있는 국내 환자와 비교 시 체내 독성 및 중증도, 합병증, 예후 등이 다를 수 있다. 이에 이 논문에서는 차아염소산 나트륨 용액, 특히 가정용 표백제 음독 시 임상 양상과 치료에 대해 정리하였다.

임상 양상

음독은 가정용 표백제 중독의 가장 흔한 노출 경로로 음독 의도성에 따라 구분할 수 있다. 소아에서의 음독은 탐색적 행동의 결과로 일반적으로 소량을 음독한다. 이에 반해 청소년이나 성인의 경우 대부분 고의적 음독으로 다량을 음독한다[9].

일반적으로 4~5% 차아염소산 나트륨 용액인 가정용 표백제를 소량 음독한 경우에는 구역, 구토, 구강 내 작열통 등 경한 위장관 증상을 주로 호소하며, 그 외에 드물게 토혈, 설사, 복통을 호소하는 경우도 있다[10,11]. 그러나 일시적인 급성 증상 외에 영구적 후유증을 남기는 경우는 드물다[12].

가정용 표백제를 음독한 소아 환자 393명에서 위장관 천공이나 식도협착은 발생하지 않았다[13]. 또한 가정용 표백제를 음독한 평균 연령 3.4세인 환자 74명 중 8명이 내시경에서 경미한 식도 손상을 보였으며, 3주 후 시행한 추적검사에서 식도협착 등 합병증은 관찰되지 않았다[14].

그러나 고의적으로 다량을 음독하거나 6% 이상의 농도의 표백제를 음독한 경우 심한 식도 손상을 동반한 중증도의 중독 증상을 보일 수 있다[15]. 특히, 성인이 희석된 표백제를 150–200 mL 이상 음독하거나 소아가 40 mL 또는 체중당 5 mL 이상 음독한 경우 부식 손상과 전신 중독 증상을 초래할 수 있다[15,16]. 부식 손상으로 구강, 인두, 식도에 홍반, 부종 또는 궤양이 발생할 수 있고, 심한 경우는 식도와 위에 천공이 발생할 수 있다[17,18]. 500 mL 가정용 표백제를 음독한 환자의 식도에서 Mallory Weiss 출혈을 동반한 2b 단계의 식도 손상이 관찰되었다[8]. 가정용 표백제(5.25% 차아염소산 나트륨)를 반 컵 음독한 38세 환자는 입술과 연구개 홍반, 토혈, 연하곤란, 침 흘림을 보였으며, 3주 후 시행한 검사에서 식도협착이 관찰되었다[19]. 의도적으로 미상량의 락스(6.5% 차아염소산 나트륨)를 음독한 55세 남자 환자는 기면 상태와 침 흘림을 보였으며 내시경에서 식도하부에 2b 등급의 미란성 식도염과 출혈을 동반한 미란성 위염, 3b 등급의 위 근위부에 전층화상이 관찰되었다. 입원 2일 개복술에서 위괴사가 관찰되어 전체 위절제수술을 시행받았다[20]. 가정용 표백제(4.5% 차아염소산 나트륨) 100 mL를 고의 음독 후 위세척을 받은 16세 환자는 기면과 호흡곤란, 저혈압을 보였다. 10일 후에 시행한 내시경에서 심한 식도협착이 관찰되었다. 음독 16일 후 몇 차례 구토 후 흉통과 발열을 동반한 식도천공으로 인한 급성 종격동염이 발생하여 식도절제술과 대장 개입술을 받았다[21]. 위장관 증상 외에도 고나트륨혈증과 고염소혈증과 같은 전해질 이상과 대사성산증이 종종 중독에서는 나타날 수 있다[22]. 락스 1,000 mL를 고의 음독한 42세 여자 환자는 혈압상승제를 필요로 하는 저혈압과 의식 저하를 보였다. 식도 중간부위에서 위식도 경계 부위까지 3도의 부식성 식도염과 중증도의 출혈성 위염이 관찰되었다. 내원 10시간 후 급성신부전과 고나트륨혈증, 고염소혈증, 대사성산증 등이 진행되어 혈액투석을 받았다[23].

호흡기계 증상은 기침, 호흡곤란, 빈호흡, 흡입성 폐렴, 상기도 폐쇄, 호흡정지, 폐부종 등이 나타날 수 있으며, 빈맥, 저혈압, 혼수 등도 나타날 수 있다[24].

42세 여자 환자가 가정용 표백제를 반 컵을 음독하고 12 mL는 정맥 투여한 경우, 음독 후 5일째 호흡곤란, 흉통, 발열, 기침을 보였고, 분당 5 L 산소 제공 시 산소포화도는 73%였으며, 흉부 컴퓨터단층촬영과 기관지 폐포세척에서 미만성 허파파리 내 출혈이 관찰되었다[25].

합병증인 식도협착은 음독 후 2–8주 후에 나타날 수 있으며, 사고로 소량의 표백제를 음독한 경우는 발생이 드물다[26,27].

가정용 표백제 음독 후 발생한 사망 사례 보고는 많지 않다. 미상량의 락스(5.25% 차아염소산 나트륨)를 고의로 음독한 환자에서 구토, 의식 저하, 불분명 발음, 저혈압, 빈맥 등이 보였고, 대사성산증과 고나트륨혈증, 고염소혈증이 관찰되었으며, 영상검사에서 양측 기흉과 공기복막증을 시사하는 복강 내 공기가 관찰되어 보존적 치료를 시행하였으나 사망하였다. 사후 부검에서 식도와 위에 부식 손상과 위천공 소견이 관찰되었다[12].

진단

내원 시 연하곤란, 과다 침분비, 토혈, 흉골 뒤 통증을 보일 경우, 중증의 차아염소산 나트륨 중독 가능성을 염두에 두어야 한다. 물질 명칭과 농도, 음독량을 포함한 병력 청취가 이루어져야 하며, 생산된 국가와 제품에 따라 가정용 표백제에 포함된 차아염소산 나트륨 농도가 다르므로 확인이 필요하다. 산-염기 상태와 산소포화도 모니터링을 실시하며, 다량 음독 환자에서 고나트륨혈증 등 전해질 이상 소견이 나타날 수 있으므로 전해질검사를 시행한다. 그 외 흉부 방사선검사 등을 시행한다[1].

기존에는 부식 제재 음독 시 증상이나 징후로 식도 손상 정도를 예측할 수 없다는 이유로 진단적 내시경을 우선적으로 시행하는 것이 원칙이었다. 사고에 의한 차아염소산 나트륨 음독인 경우에도 관례적으로 내시경을 시행하였다[9].

Table 1. Modified Zargar's endoscopic classification of injury at upper gastrointestinal tract

Grade	Endoscopic finding
0	Normal examination
1	Edema and hyperemia of mucosa
2a	Friability, hemorrhage, erosion, blisters. Whitish membrane, exudates and superficial ulceration
2b	Grade 2a+deep discrete or circumferential ulceration
3a	multiple ulceration and small scattered areas of necrosis (evidenced by brown black or grayish discoloration)
3b	Extensive necrosis

Table 2. Computed tomography grading of caustic injuries in esophagus

Grade	Computed tomography finding
I	No definitive swelling of esophagus wall (<3 mm, within normal limit)
II	Edematous wall thickening (>3 mm) without periesophageal soft tissue infiltration
III	Edematous wall thickening with periesophageal soft tissue infiltration plus well demarcated tissue interface
IV	Edematous wall thickening with periesophageal soft tissue infiltration plus blurring of tissue interface or localized fluid collection around esophagus or descending aorta

Adapted from Ryu HH et al. Clin Toxicol (Phila) 2010;48:137-142 [29].

아직까지 차아염소산 나트륨 중독 환자에서 내시경 시행의 기준이 명확히 확립되지는 않았지만, 최근의 경향은 차아염소산 나트륨 농도가 확인이 되는 가정용 표백제를 음독한 무증상 환자는 내시경을 시행하지 않도록 권고하고 있다[28]. 일반적으로 내시경을 시행하는 경우는 음독의 의도성 여부나 호소하는 증상에 따라 결정된다. 의도적 음독인 경우는 증상 발생 여부와 관계없이 내시경검사를 하도록 권장하며, 특히 들숨 협착음이 있거나 구토, 통증, 침 흘림 3가지 중 2개 이상 증상이 보이는 환자에서 시행하도록 권유하고 있다[9,28]. 구토나 통증에서 하나를 호소하고 경구 섭취를 거부하는 환자는 주의하여 관찰해야 하며, 증상이 소실되지 않고 지속적으로 경구 섭취가 불가능한 경우에는 내시경을 시행한다[9,28]. 추가적인 의견으로는 환자가 부식 손상을 시사하는 입 작열통, 구인두통, 복통, 구토, 호흡곤란, 연하곤란, 침 흘림, 들숨협착음(stridor) 등에서 하나라도 관찰된다면 바로 내시경 시행을 권유하기도 한다[1]. 내시경은 음독 후 12시간 이내에 시행하는 것이 이상적이며, 일반적으로 24시간 이후에는 시행하지 않는다. 특히 음독 후 48시간 이후부터 2주 이내에는 천공의 위험이 있으므로 시행해서는 안된다[28]. 내시경으로 확인된 식도 손상의 중증도는 Zargar 등의 등급법을 이용하여 0 등급에서 3b 등급

까지 분류한다[28] (Table 1). 내시경을 시행하지 못할 경우, 컴퓨터단층촬영을 이용할 수 있다. 컴퓨터단층촬영은 비침습적이며 대부분의 병원에서 시행할 수 있고, 특히 위장관 장막(serosal) 손상 정도와 위장관 천공 여부를 추가로 확인할 수 있다는 장점이 있다[28]. 컴퓨터단층촬영을 이용한 식도 손상 정도의 진단은 내시경을 이용한 식도 손상 진단율과 유사하였고, 식도협착 발생 예측률도 유사하였다[29]. 이 논문에서 사용된 컴퓨터단층촬영의 식도 손상 정도는 식도 벽 부종과 두께, 식도와 주변 구조물 사이의 경계 명확성 등을 이용하여 식도 손상 정도를 등급화하였다

(Table 2) [29].

치료

소아에서 비의도적으로 발생하는 가정용 표백제 음독에서 정확한 치료 가이드라인은 아직까지 정립되지 않았다. 그러나 6% 이하의 차아염소산 나트륨 표백제를 비의도적 사고에 의해 소량 음독한 소아는 무증상인 경우, 일반적으로 의학적 평가를 시행하지 않고 집에서 관찰하도록 권유하고 있다[10].

단, 성인에서 150–200 mL 이상과 소아에서 40 mL 또는 체중당 5 mL 이상 다량을 음독하였거나, 고의적 음독인 경우는 손상에 대한 평가를 실시하도록 권유하고 있다[28]. 의도적 음독이나 다량의 음독 환자에서도 부식 손상이나 전신 증상이 동반된 경우에만 의학적 관찰을 시행해야 한다고 주장하는 경우도 있다[1]. 6시간 관찰 이후에 환자가 임상 검사상 이상 소견이 없고 무증상이며 정상적으로 삼키거나 마실 수 있다면 추가적 평가 없이 귀가하도록 권유한다[1].

의도적으로 차아염소산 나트륨을 음독하거나 다량의 차아염소산 나트륨을 음독한 환자의 최근 치료 방침을 정리하면 다음과 같다.

1. 기도유지 및 호흡보조

가정용 표백제를 고의적 음독하거나 다량 음독한 경우 기도 손상이 발생할 수 있다. 특히 목소리가 변하거나 침을 삼킬 수 없음, 협착음 등은 절박 기도 폐쇄(impending airway compromise)의 징후이므로 주의를 기울여야 한다. 특히 내시경 진단의 적응증이 되는 환자에서는 안전한 시술을 위해 기도는 우선 확보되어야 한다[1].

2. 위장관 오염제거

위장관 오염제거는 권장되지 않는다. 위세척은 표백제의 역류로 인해 추가적 노출을 일으켜 기도 부종, 호흡곤란, 식도협착 등을 오히려 악화시킬 수 있으므로 시행하면 안된다[21]. 활성탄은 차아염소산 나트륨을 흡착하지 못하며, 내시경 시행 시 시야를 방해하므로 사용하지 않는다[28].

3. 희석과 중화요법

즉시 입 안을 물로 행구는 것은 일시적인 증상 조절과 구인두에 남아 있는 표백제를 희석시키는 효과가 있을 수 있지만 구도와 흡입 가능성이 있으므로 다량의 물로 한 번에 입 안을 행구는 것은 피해야 한다[1]. 또한 음독한 표백제를 희석할 목적으로 물을 마시게 하는 것은 환자의 의식이 명료하고, 호흡과 삼킴 장애, 구역 등을 포함한 증상들이 없으며, 말을 정확히 할 수 있는 환자에서 음독 직후에 시행을 고려해 볼 수 있다. 음독 후 5분 이내에 제공한 물이나 우유는 식도 손상 저하에 도움이 된다는 보고도 있다[30]. 표백제는 일반적으로 알칼리 제제이므로 산성 용액을 이용한 중화요법을 떠올릴 수 있지만 중화 반응 도중에 발생하는 발열과 기체에 의한 추가적 손상때문에 시행하지 않는다[1].

4. 스테로이드를 포함한 지지 요법

여러 메타분석과 후향적 분석에서 스테로이드 투여가 식도협착에 미치는 긍정적 효과가 입증되지 않았기 때문에 상부기도 염증 저하 목적 외에는 투여가 권장되지 않았다[28]. 그러나 최근 진행된 전향적 연구에서 2b 등급 식도 손상에 단기간 고용량 스테로이드를 투여하여 식도협착을 의미 있게 감소시켰다[31]. 이를 근거로 일부에서는 식도 손

상 2b 등급 환자에게 3일간 1 g/1.73 m²/일 메틸프레드니솔론(methylprednisolone)과 세프트라이악손(ceftriaxone), H₂ 수용체 차단제 투여를 권장하기도 하였다[9,28]. 예방적 항생제 투여는 권장되지 않는다. 양성자펌프억제제(proton pump inhibitor)나 H₂ 수용체 차단제 투여를 고려해 볼 수 있으나 효과는 아직 입증되지 않았다[32]. 그 외 나타나는 저혈압, 호흡 부전, 전해질 이상 등에 대해서는 보조적 치료를 시행한다. 혈액관류와 혈액투석은 체내 차아염소산 나트륨을 제거하는 데 큰 효과가 없다. 단지 심한 산증이나 전해질 이상 등 신대체요법 적응증 발생 시 시행할 수 있다.

5. 영양 공급

영양 공급은 부식 손상을 받은 상부 위장관의 빠른 회복과 대사성 장애의 정상화를 위해 중요한 치료 요소 중 하나이다. 영양 공급 방법은 대개 내시경으로 진단된 식도 손상 정도에 의해 결정된다. 1 등급 손상에서 음식 섭취가 가능하면 즉각 시행할 수 있다[28]. 2a 등급은 부식 손상이 식도에만 한정되어 있고, 위 손상이 동반되지 않은 경우에서 환자가 가능하다면 연식을 시작할 수 있다. 경구 섭취가 불가능한 경우는 위창냄술(gastrostomy), 공장창냄술(jejunosomy) 등을 이용한 장관 영양을 시행하거나 완전비경구영양(total parenteral nutrition)을 이용하여 영양 공급을 신속히 시작한다. 2b 또는 3 등급 손상인 경우는 완전비경구영양 통한 영양 공급을 시행한다. 일부에서는 내시경적 손상 정도보다는 환자의 침 흘림, 연하곤란이나 음식 섭취를 피하는 행동, 구강과 구인두 손상, 백혈구 증가 등을 고려하여 경구 섭취를 결정하도록 주장하기도 하였다[33]. 그러나 아직까지는 내시경 손상 정도가 환자의 경구 섭취 시기를 결정하는 중요 인자로 받아들여지고 있다.

결론

차아염소산 나트륨은 가정용 표백제인 락스의 주요 성분이며 체내에 흡수될 경우, 소화기와 호흡기계의 합병증이 주로 발생하지만, 사고에 의한 음독은 음독량이 적고, 농도가

낮아서 장기 합병증 발생이 드물고 예후도 좋은 것으로 알려져 있다. 그러나 고의로 음독하였거나 다량의 락스를 음독한 경우는 중증의 급성 중독 증상을 유발시키며, 식도협착이 발생할 수 있으며, 드물지만 사망에 이를 수 있다. 고의적 음독으로 다량을 음독하는 환자가 많은 국내의 상황을 고려하지 않고 차아염소산 나트륨을 비교적 안전한 물질로 쉽게 생각한다면 환자의 중증도 판단과 초기 처치의 적절한 기회를 놓칠 수 있다. 부식 손상에 대한 임상 증상을 보이거나 의심되는 경우는 권장된 시간 내에 진단적 내시경 또는 컴퓨터단층촬영이 시행되어야 하며, 전신적 증상 발현 시 적극적인 대증적 치료와 더불어 부식 손상에 대한 적절한 치료가 병행되어야 한다.

찾아보기말: 차아염소산나트륨; 중독; 표백제

ORCID

Jeong Mi Moon, <https://orcid.org/0000-0002-9182-5475>

Byeong Jo Chun, <https://orcid.org/0000-0002-5240-4213>

Yong Soo Cho, <https://orcid.org/0000-0001-8306-2298>

Conflict of Interest

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

References

1. Slaughter RJ, Watts M, Vale JA, Grieve JR, Schep LJ. The clinical toxicology of sodium hypochlorite. *Clin Toxicol (Phila)* 2019;57:303-311.
2. Hong SY, Kim JW, Kim JY, Mah YJ, Ahn BD. Complications of sodium hypochlorite during re-endodontic treatment of maxillary primary central incisor : a case report. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2012;39:186-191.
3. Edwards IR, Temple WA, Dobbinson TL. Acute chlorine poisoning from a high school experiment. *N Z Med J* 1983;96:720-721.
4. Krenzelok E, Mrvos R. Chlorine/chloramine. *J Toxicol Clin Toxicol* 1995;33:355-357.
5. Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J* 2002;19:827-832.
6. Racioppi F, Daskaleros PA, Besbelli N, et al. Household bleaches based on sodium hypochlorite: review of acute toxicology and poison control center experience. *Food Chem Toxicol* 1994;32:845-861.
7. Dindarloo K, Aghamolaei T, Ghanbarnejad A, et al. Pattern of disinfectants use and their adverse effects on the consumers after COVID-19 outbreak. *J Environ Health Sci Eng* 2020;18:1301-1310.
8. Khi W, Kim JS, Baek KJ, et al. A retrospective review of patients who ingested liquid household bleach containing sodium hypochlorite. *J Korean Soc Emerg Med* 2005;16:298-303.
9. Hoffman RS, Burns MM, Gosselin S. Ingestion of caustic substances. *N Engl J Med* 2020;382:1739-1748.
10. Harley EH, Collins MD. Liquid household bleach ingestion in children: a retrospective review. *Laryngoscope* 1997;107:122-125.
11. Litovitz TL, Schmitz BF, Bailey KM. 1989 Annual report of the American Association of Poison Control Centers National Data Collection System. *Am J Emerg Med* 1990;8:394-442.
12. Ross MP, Spiller HA. Fatal ingestion of sodium hypochlorite bleach with associated hypernatremia and hyperchloremic metabolic acidosis. *Vet Hum Toxicol* 1999;41:82-86.
13. Landau GD, Saunders WH. The effect of chlorine bleach on the esophagus. *Arch Otolaryngol* 1964;80:174-176.
14. Kiriştioglu I, Gürpınar A, Kiliç N, Ter M, Doğruyol H. Is it necessary to perform an endoscopy after the ingestion of liquid household bleach in children? *Acta Paediatr* 1999;88:233-234.
15. de Ferron P, Gossot D, Azoulay D, Sarfati E, Celerier M. Esophagogastric injuries by liquid chlorine bleach in adults. *Dig Surg* 1988;5:148-150.
16. McGuigan MA. Common culprits in childhood poisoning: epidemiology, treatment and parental advice for prevention. *Paediatr Drugs* 1999;1:313-324.
17. Strange DC, Finneran JC, Shumacker HB Jr, Bowman DE. Corrosive injury of the stomach: report of a case caused by ingestion of clorox and experimental study of injurious effect. *AMA Arch Surg* 1951;62:350-357.
18. Bair MJ, Lin IT, Chen HL, Lee CH. Unusual cause of acute upper airway obstruction. *Emerg Med J* 2010;27:225.
19. French RJ, Tabb HG, Rutledge LJ. Esophageal stenosis produced by ingestion of bleach: report of two cases. *South Med J* 1970;63:1140-1144.
20. Frank DB, Fumanti BJ, Grossman MD, Mendez A. Suicidal ingestion of household bleach resulting in total gastrectomy. *Clin Toxicol (Phila)* 2020;58:300-301.
21. Park JS, Min JH, Kim H, Lee SW. Esophageal perforation and mediastinitis after suicidal ingestion of 4.5% sodium hypochlorite [correction of hydrochlorite] bleach. *Clin Toxicol (Phila)* 2011;49:765-766.
22. Hilbert G, Bédry R, Cardinaud JP, Benissan GG. Euro bleach: fatal hypernatremia due to 13.3% sodium hypochlorite. *J Toxicol Clin Toxicol* 1997;35:635-636.
23. Bae SC, Moon SJ, Kim JK, et al. A case of severe metabolic

- acidosis associated with sodium hypochlorite (bleach) poisoning treated by hemodialysis. *Korean J Med* 2011;80: 600-604.
24. Babl FE, Kharsch S, Woolf A. Airway edema following household bleach ingestion. *Am J Emerg Med* 1998;16:514-516.
 25. Dennis CJ, Trueblood E, Frenia DS. Diffuse alveolar hemorrhage following bleach ingestion and intravenous injection. *Chest* 2008;134(4_Meeting Abstracts):c40001.
 26. Mühlendahl KE, Oberdisse U, Krienke EG. Local injuries by accidental ingestion of corrosive substances by children. *Arch Toxicol* 1978;39:299-314.
 27. Van Rhee F, Beaumont DM. Gastric stricture complicating oral ingestion of bleach. *Br J Clin Pract* 1990;44:681-682.
 28. Wightman RS, Fulton JA. Caustics. In: Nelson L, Howland MA, Levin NA, et al, editors. *Goldfrank's toxicologic emergencies*. 11th ed. McGraw Hill Education; 2019. p. 1388-1397.
 29. Ryu HH, Jeung KW, Lee BK, et al. Caustic injury: can CT grading system enable prediction of esophageal stricture? *Clin Toxicol (Phila)* 2010;48:137-142.
 30. Homan CS, Maitra SR, Lane BP, Thode HC Jr, Davidson L. Histopathologic evaluation of the therapeutic efficacy of water and milk dilution for esophageal acid injury. *Acad Emerg Med* 1995;2:587-591.
 31. Usta M, Erkan T, Cokugras FC, et al. High doses of methylprednisolone in the management of caustic esophageal burns. *Pediatrics* 2014;133:E1518-E1524.
 32. Bonavina L, Chirica M, Skrobic O, et al. Foregut caustic injuries: results of the World Society of Emergency Surgery Consensus Conference. *World J Emerg Surg* 2015;10:44.
 33. Uygun I, Bayram S. Corrosive ingestion managements in children. *Esophagus* 2020;17:365-375.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 우리가 흔히 일상생활에서 많이 사용하고 있는 락스 등의 표백제를 사용하면서 표백제 성분인 차아염소산 나트륨 중독에 관해서 증상, 진단, 치료에 대해 잘 정리하여 설명해 주고 있다. 자살 목적으로 락스 등을 이용하거나 또는 우연히 표백제에 과다 노출되었을 때의 증상, 중증도, 합병증, 예후 등의 차이점에 대해서도 구분하여 잘 설명해 주고 있다. 특히 위식도 내시경 검사를 시행해야 하는 기준을 의도성 여부, 임상 증상, 음독 후 진행 시간 등으로 명확히 제시해 주고 있으며 컴퓨터단층촬영을 통한 진단 및 손상 정도를 평가하는 방법에 대해 잘 설명하고 있다. 한편, 논쟁의 여지가 있는 치료 방법 등에 대해서도 명확한 치료 기준을 제시해 주고 있습니다. 이 논문은 가정에서 많이 사용되고 있는 락스와 같은 표백제에 의해 차아염소산 나트륨에 중독되거나 의도적인 음독 환자를 진료하게 되는 임상 현장에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]