

증례

포르말린에 의한 급성 중독 1례

인제대학교 의과대학 일산백병원 응급의학과, 인제대학교 의과대학 서울백병원 응급의학과¹

백선희 · 김경환 · 박준석 · 신동운 · 노준영 · 이경미¹ · 김아진

A Case of Intoxication of Ingested Formalin

Seon Hee Baek, M.D., Kyung Hwan Kim, M.D., Jun Seok Park, M.D., Dong Wun Shin, M.D.,
Jun Young Roh, M.D., Kyoung Mi Lee, M.D.¹, Ah Jin Kim, M.D.

Departments of Emergency Medicine, Inje University Ilsan Paik Hospital, Gyeonggi-Do, Korea

Departments of Emergency Medicine, Inje University Seoul Paik Hospital, Seoul, Korea¹

Formalin is a water-soluble, colorless, pungent, irritating and highly reactive gas. A 40% solution of formaldehyde in water, also known as formalin, is used as a disinfectant, antiseptic, deodorant, tissue fixative and embalming fluid. Ingestion can lead to immediate deleterious effects on almost all systems of the body including gastrointestinal tract, central nervous system, cardiovascular system and hepato-renal system, causing gastrointestinal hemorrhage, cardiovascular collapse, unconsciousness or convulsions, severe metabolic acidosis and acute respiratory distress syndrome. We treated a 39-year-old woman who ingested 300 ml formalin in a suicidal attempt. Despite hemodialysis, death occurred after 23 h.

Key Words: Formaldehyde, Toxicity, Poisoning

서론

포름알데히드는 무색의 자극적인 냄새가 나는 반응성이 높은 기체이다. 물에 잘 녹아 일반적으로 40% 수용액을 만드는데 이것이 포르말린이며^{1,2)}. 이 수용액은 병리학에서는 생체조직절편의 고정에 사용되며 병원과 가정에서는 방부제나 살균제로 사용된다^{3,4)}.

포르말린의 강력한 자극성과 낮은 후각적 감지 역치(0.8 ppm) 때문에 포르말린의 우발적 섭취는 드물다¹⁾. 포르말린 섭취는 위장관에 심각한 부식손상을 유발할 수 있으며, 급성 중독에서 포름알데히드의 일차적 독성 작용의 발현이 초기 접촉 부위에만 국한되는 것인지, 아니면 순환

계에 도달하여 전신적 독성을 나타내는지는 명확하지 않다. 자살 목적으로 포르말린을 섭취한 환자에 대한 증례와 그 치료는 많이 보고되어 있지 않다. 저자들은 자살 목적으로 포르말린을 복용하고 사망한 환자를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 이를 보고하는 바이다.

증례

39세의 여자환자가 내원 1시간 30분 전 포르말린 300 ml를 자살 목적으로 마신 후 욕실에서 의식 없는 상태로 발견되어 119를 이용하여 본원 응급의료센터에 방문하였다. 환자는 주요우울장애의 과거력이 있으나, 특별한 치료는 받지 않고 있었다. 의식은 혼미하였으며 급성병색을 보이고 있었다. 초기 활력 징후는 혈압 53/36 mm Hg, 맥박 분당 108 회, 호흡수 분당 15회, 체온 36.5 °C 이었다. 신체 검진에서 동공을 양측 모두 3 mm로 크기 동일하였으며 동공반사는 정상이었다. 양측 폐야에서 호흡음은 깨끗하였으며, 심음은 잡음이 없이 빈맥을 보였다. 초기 동맥

책임저자: 김 아 진

경기도 고양시 일산서구 대화동 2240

인제대학교 일산백병원 응급의학과

Tel: 031) 910-7123, Fax: 031) 910-7188

E-mail: emjin23@paik.ac.kr

혈 검사는 pH 6.995, pCO₂ 28.7 mm Hg, pO₂ 102.3 mm Hg, HCO₃⁻ 9.2 mm Hg, SaO₂ 94% 로 심한 대사성 산증을 보이고 있었다. 기도삽관 시행하였으며, 인공호흡기를 부착하였다. 기도 삽관시 구강 및 인두 부분에 출혈, 부종, 발적의 특이 소견은 보이지 않았다.

응급의료센터에서 시행한 일반 혈액 검사상 백혈구 수 6,300 / μ l, 헤모글로빈 12.8 g/dl, 헤마토크릿 39.7%, 혈소판수 120,000 / μ l이었다. BUN/Cr 11/0.8 mg/dl, AST/ALT 22/11 IU/L, 전해질은 Na⁺/K⁺/Cl⁻ 각각 145/4.2/110 mEq/L이었다. PT INR 1.69, aPTT는 58.2 초로 지연된 소견 보였다. 소변검사에서는 단백뇨 3+, 혈뇨 3+, 현미경적 소견은 적혈구 5~9/HPF이었다. 혈중 포르말린 농도는 측정하지 않았다. 초기 심전도는 동성 빈맥 이외에는 특이소견은 없었다. 내원 6시간 만에 측정된 LDH는 426 IU/L로 상승되어 있었으며 Troponin I는 0.13 μ g/L로 상승하였다. 초기 흉부 방사선 사진에서 좌측 하엽에 기관지 주변으로 약간의 침윤이 있었다.

응급 의료 센터 내에서 정상 혈압 회복되지 않아 도파민을 투여하였으며, 활성탄을 투여한 후 환자는 중환자실로 옮겨 혈액관류를 시행하였고 지속적으로 중탄산나트륨을 투여하였다. 별도의 해독제는 투여하지 않았다. 소변량은 거의 없었으며, 내원 16시간 후 다시 시행한 혈액 검사에서는 백혈구수 18,320/ μ l, 헤모글로빈 9.3 g/dl, 헤마토크릿 28.0%, 혈소판수 22,000/ μ l이었다. BUN/Cr 13/1.4 mg/dl, AST/ALT 530/530 IU/L이었으며, 이때 시행한 동맥혈 검사는 pH 7.3, pCO₂ 18.6 mm Hg, pO₂ 68.4 mm Hg, HCO₃⁻ 8.9 mm Hg, SaO₂ 92.5%였다. 내원 14시간 만에 다시 시행한 추적 흉부 방사선 촬영에서는 폐부종으로 진행된 소견을 보였으며 환자는 혈압 저하 및 서맥을 보이다가 내원 23시간 만에 사망하였다.

고 찰

포르말린의 pH는 중성이며 이로 인해 산성이나 알칼리성 물질로 분류되지는 않는다^{5,6}. 그러나 포르말린의 위장관에 대한 부식 작용은 산이나 알칼리의 섭취에 의한 것과 흡사하다. 포르말린 용액에는 중합반응을 방지하기 위하여 5~12 %정도의 메탄올이 첨가되어⁷, 포르말린과 함께 메탄올의 독성도 존재하게 되며, 메탄올이 대사되면서 포름알데히드와 포름산(formate)이 형성되어 이에 대한 독성이 추가로 나타나게 된다⁸.

혈류로 흡수된 포름알데히드는 90초 이내에 포름산으로 전환되고, 이는 간, 콩팥, 심장, 뇌의 세포를 빠르게 괴사시키며, 포름산은 콩팥을 통해서 나트륨염이나 이산화

탄소, 물의 형태로 배설된다⁹. 포름산의 반감기는 90분이 고⁹, 포름산의 혈중농도는 섭취 후 30분이면 최고농도에 도달한다⁶.

포르말린의 섭취는 구강과 식도에 화상을 일으킬 수 있는데, 식도의 심각한 화상은 드문 편이나 식도의 화상이 존재한다면 고농도나 다량의 포르말린을 섭취하였거나 지속적인 구토에 의해 반복적으로 노출 되었을 가능성이 있다^{1,3,11}. 이외에 화학손상으로 위장관 점막의 괴사, 궤양, 천공이 발생할 수 있으며 이로 인한 수술적 치료가 필요하기도 하다^{6,7}. 메탄올은 유문부의 경련을 일으켜 위 점막과의 접촉시간을 길게 하여 더 큰 병변을 형성할 수 있다⁸. 경과 중에 만성적으로 협착이 일어날 수 있으며 협착이 나타나는 시점은 2~4주 정도이다. 공장, 회장, 대장에서도 부식성 병변을 보일 수 있다⁶. 그러나 본 예에서는 기도삽관 시 구강 내 화상 손상의 근거는 뚜렷이 없는 상태였으며 이후에 지속적으로 환자의 상태가 불안정하여 위장관내시경을 시행할 수 없어 식도 및 위장의 화학 손상 정도는 정확히 파악할 수 없었다. 본 증례의 경과 중 위장관 출혈 등의 소견은 없어 점막 괴사 및 천공의 소견은 뚜렷이 없었던 것으로 추정하고 있다.

그 외의 독성작용으로는 간이나 콩팥에 손상을 입혀 황달, 알부민뇨, 혈뇨, 무뇨, 산증, 경련 또는 중추신경계 저하, 빈맥, 빈호흡, 심혈관계 부전, 사망을 일으키는데⁶, 이번 증례에서도 추후 다시 시행한 일반 화학 검사상 AST, ALT 및 크레아티닌의 상승을 보여 간과 콩팥의 손상이 진행되고 있음을 추정할 수 있었다. 포르말린에 의해서는 대사성 산증이 나타나는데, 이는 포름산의 축적 및 쇼크로 인한 젖산의 축적에 의하여 음이온차이를 정상보다 2~3배 정도 증가시키면서 대사성 산증을 보인다¹². 빈맥은 포르말린 중독에서 두드러지는데¹³, 심한 대사성 산증에 의해서 심박출량의 감소 및 순환허탈로 인한 것으로 추정하고 있으며 초기에 심한 쇼크를 보이는 경우에는 사망률이 높아지는 것을 보고하였다^{3,7}. 본 예에서도 사망에 이를 때까지 저혈압이 지속되었는데, 이는 중탄산나트륨 투여에도 불구하고 교정되지 않은 대사성 산증에 의한 것이라고 추정되며, 사망 직전 이외에는 지속적으로 동성빈맥이 지속되었다.

독성작용에 영향을 주는 요소는 포르말린의 농도, 노출 빈도, 노출기간, 체중, 노출 간격 등에 의하며, 30~60 ml를 음독한 경우에도 사망에 이르게 되며 사람에서의 치사량은 60~90 ml로 알려져 있다^{14,15}. 포르말린은 특이한 해독제가 없으며 치료는 보존적 지지요법이 주를 이룬다¹⁶. 부식성을 가지고 있어서 우유나 물을 섭취시켜 위장내의 내용물을 희석시키기도 한다. 활성탄 및 1% 탄산암모늄(ammonium carbonate)과 saline catharsis를 시행하기

도 하는데¹⁶⁾, 추후 위장내시경을 시행할 계획이라면 활성탄 투여는 경우에 따라 시행하여야 할 것이다. 부식제로 인한 협착에 대해서는 추후에 치료를 고려할 수 있으나 이는 환자가 안정된 뒤에 시행할 수 있다. 본 예에서도 환자의 상태가 매우 불안정하여 부식 손상에 대한 처치는 거의 이루어지지 못하였다.

빈맥이나 순환 허탈의 치료로 혈관 수축제는 거의 효과가 없고 이를 투여하면서 부정맥, 비가역적인 저혈압, 심정지의 위험이 있으므로 주의해야 한다³⁾. 저혈압은 대사성 산증에 의한 것이므로 중탄산나트륨과 수액으로 우선 치료해야 하며 이후 혈관수축제의 사용을 고려해야 한다. 중탄산나트륨은 해리되지 않은 형태의 포름산이 뇌척수액으로 침투하는 것을 막고, 혈장 내 포름산의 농도를 낮추는 효과가 있다³⁾. 에탄올은 메탄올의 대사를 늦추기 위해 투여할 수도 있는데^{8,12)}, 본 증례에서는 메탄올에 대한 해독제인 에탄올을 투여하지 않았으며 이 환자는 투석을 시행하였던 환자로 투석을 통한 메탄올 제거 효과가 있었을 것으로 사료된다. 투석은 활력징후가 악화되면서 고려할 수 있지만, 이에 대한 문헌보고는 아직 부족하다. 혈액 투석은 급성 세뇨관 괴사가 있으면서 포르말린 대사물을 제거하기 위해 시행하지만 환자가 적절한 소변량을 유지한다면 반드시 필요하지는 않을 수도 있다고 한다. 그러나 메탄올, 포름산, 포름산염은 모두 투석으로 제거가 용이한 물질이므로 타물질의 중독시보다 더 고려할 수 있다³⁾. 저자들의 증례에서는 응급혈액관류를 시행하였으나, 대사성 산증 및 순환 허탈의 증상이 호전되지 않아 내원 23시간 만에 사망하였다. 사망의 원인은 다양하나 전신 장기의 파행 및 부전을 가져오기 때문으로 사료된다¹⁶⁾.

환자는 상당량의 포르말린을 경구로 복용하여 여러 가지 치료에도 불구하고 다발성 장기 부전으로 사망하였으나, 환자의 경과에 따라 보존적 치료 및 신속한 혈액투석을 시행하며, 시기적절한 화학손상에 대한 검사 및 치료를 진행한다면 향후 생존의 가능성을 더욱 높일 수 있을 것으로 사료되어 이를 보고하는 바이다.

참고문헌

1. Koppel C, Baudisch H, Schneider V, Ibe K. Suicidal

ingestion of formalin with fatal complications. *Intensive Care Med* 1990;16:212-4.

2. Modi NJ. *Modi's Textbook of Medical Jurisprudence and Toxicology*, 19th ed. Bombay: N.M. Tripathi Pvt. Ltd. Publishers;1975.

3. Fair WR. Formalin in the treatment of massive bladder hemorrhage. *Techniques, results and complications. Urology* 1974;3:573-6.

4. Spiro LH, Hecht H, Horowitz A, Orkin L. Formalin treatment for massive bladder hemorrhage *Complications. Urology* 1973;2:669-71.

5. Kochhar R, Nanda V, Nagi B, Mehta SK. Formaldehyde induced corrosive gastric cicatrization: case report. *Human Toxicol* 1986;5:381-2.

6. Hawley CK, Harsch HH. Gastric outlet obstruction, as a late complication of formaldehyde ingestion: a case report. *Am J Gastroenterol* 1999;94:2289-91.

7. Yanagawa Y, Kaneko N, Hatanaka K, Sakamoto T, Okada Y, Yoshimitu S. A case of attempted suicide from the ingestion of formalin. *Clin Toxicol* 2007;45:72-6.

8. Burkhat KK, Kulig KW, McMartin KE. Formate levels following a formalin ingestion. *Vet Hum Toxicol* 1990;32:135-7.

9. VonBurg R. Methanol. *J Appl Toxicol* 1994;14:309-13.

10. Boeniger MF. Formate in urine as a biological indicator of formaldehyde exposure: a review. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48:900-8.

11. Seow-Choen F, Goh HS, Eu KW, Tay SK, Ho YH. A simple and effective treatment for hemorrhagic radiation proctitis using formalin. *Dis Colon Rectum* 1993;36:135-8.

12. Clay KL, Murphy RC, Watkins WD. Experimental methanol toxicity in the primate. analysis of metabolic acidosis. *Toxicol Appl Pharmacol* 1975;34:49-61.

13. Aggarwal AR, Garg RL. Formalin toxicity in hydatid liver disease. *Anaesthesia* 1983;38:662-5.

14. Sidhu KS, Sidhu JS. An alleged poisoning with methanol and formaldehyde. *Vet Hum Toxicol* 1999;41:237-42.

15. Elles JT, McMartin KE, Black K. Formaldehyde poisoning. Rapid metabolism to form acid. *JAMA* 1981;246:1237-8.

16. Pandey CK, Agarwal A, Baronia A, Singh N. Toxicity of ingested formalin and its management. *Hum Exp Toxicol* 2000;19:360-6.