

## 급성 독성 알코올 중독에 대한 후향적 분석

김진, 이유진, 안태규, 강수

인하대학교 의과대학 응급의학교실

## A retrospective analysis of toxic alcohol poisoning

Jin Kim, M.D., Yu Jin Lee, M.D., Tae Kyu Ahn, M.D., Soo Kang, M.D.

Department of Emergency Medicine, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

Received: October 5, 2023

Revised: November 1, 2023

Accepted: November 5, 2023

Corresponding author:

Soo Kang

Department of Emergency  
Medicine, Inha University Hospital,  
Inha University College of  
Medicine, 27 Inhang-ro, Jung-gu,  
Incheon 22332, Korea  
Tel: +82-32-890-3128  
Fax: +82-32-890-2588  
E-mail: drpeace@inha.ac.kr

**Purpose:** This study aimed to compare the clinical features of methanol and ethylene glycol poisoning.

**Methods:** This single-center retrospective observational study included patients with toxic alcohol poisoning who visited a regional emergency medical center. Patients with methanol and ethylene glycol poisoning from January 2004 to June 2023 were selected for the study using diagnostic codes.

**Results:** Twenty-two patients with toxic alcohol poisoning visited during the study period, with 11 patients for each category. Compared to methanol poisoning, ethylene glycol poisoning patients were more likely to have consumed alcohol for suicidal purposes ( $n=4$  [36.36%] vs.  $n=8$  [72.73%]) and were more likely to be drowsy ( $n=0$  vs.  $n=6$  [54.55%],  $p=0.016$ ). The anion gap ( $25.43\pm 8.35$  mmol/L vs.  $13.22\pm 6.23$  mmol/L,  $p=0.001$ ) and lactic acid levels ( $1.785$  [1.3–2.785] mmol/L vs.  $9.90$  [4.20–11.81] mmol/L,  $p=0.007$ ) were higher in ethylene glycol poisoning patients than in methanol poisoning patients. Among alcohol dehydrogenase blockers, oral ethanol was administered to 10 patients (45.45%) ( $n=4$  [36.36%] vs.  $n=6$  [54.55%]), and intravenous ethanol was administered to six patients ( $n=4$  [36.36%] vs.  $n=2$  [18.18%]). Fomepizole was administered to two patients (9.09%) each, and renal replacement therapy was non-significantly more common in patients with ethylene glycol poisoning ( $n=8$  [72.73%] vs.  $n=3$  [27.27%],  $p=0.128$ ). Three patients had delays in diagnosis and treatment, and while there were no fatalities, one patient was left with permanent vision damage.

**Conclusion:** Because these are uncommon types of poisoning and the clinical presentation is difficult to recognize early, healthcare providers should be familiar with toxic alcohol types and screen for them to ensure proper diagnosis and treatment.

**Keywords:** Methanol, Ethylene glycol, Poisoning, Diagnosis

## 서론

독성 알코올에 의한 중독은 심각한 세포 기능 저하 및 치명적인 임상 경과를 유발할 수 있지만 비특이적인 증상 때문에 진단과 치료가 지연될 수 있다<sup>1)</sup>. 진단의 지연은 회복될 수 없는 장기 손상 또는 사망까지 이를 수 있기 때문에 빠른 진단 및 치료가 필요하다<sup>2)</sup>.

독성 알코올은 그 자체로 직접적인 독성을 나타내기보다는 대사산

물에 의하여 독성 효과를 일으킬 수 있다. 알코올 탈수소효소(alcohol dehydrogenase, ADH)에 의해 첫 번째 대사산물을 형성시키고 알데히드 탈수소효소(aldehyde dehydrogenase, ALDH)에 의한 추가적인 대사과정을 거치게 된다. 이 과정을 거쳐 메탄올 중독에서는 포름산염(formic acid), 에틸렌 글리콜 중독에서는 글리콜산(glycolic acid)이 만들어지며 독성 알코올 중독에서 주요 독성 대사산물로 작용하게 된다<sup>3)</sup>.

만일 조기 진단 및 치료가 이루어지지 않으면 메탄올 중독은 영구적인 시력장애, 신경 손상을 유발할 수 있으며, 에틸렌 글리콜 중독은 중추신경계 독성, 심폐부전, 급성 신손상을 초래하게 된다. 하지만 흔하지 않은 중독이며 환자의 의식상태 저하로 병력청취가 원활하지 않을 경우 초기에 인지하기 어렵다<sup>4,5</sup>. 또한 환자가 음독물질을 식별하지 못하거나 의도적인 중독인 경우 음독물질에 대한 정보를 받지 못해 증상이나 검사결과에 따른 의료진의 임상적인 판단에만 의존해야 하는 경우에도 진단이 지연될 수 있다<sup>6</sup>. 국내의 경우 독성 알코올 중독에 대한 원저는 2012년 Rhee 등<sup>7</sup>의 전반적인 고찰, 2017년 Song 등<sup>8</sup>의 에틸렌 글리콜 중독환자에 대한 체외제거법 외에 전문한 실정으로 저자들은 급성 알코올 중독으로 내원했던 환자들에 관한 추가적인 고찰 및 메탄올 중독과 에틸렌 글리콜 중독의 비교를 통해 응급실의 의료진이 급성 알코올 중독환자에 대한 진단 및 치료에 도움이 되기 위해 본 연구를 시행하였다.

## 대상과 방법

### 1. 대상 환자

본 연구는 2004년 1월부터 2023년 6월까지 인하대병원 응급의료센터에 내원한 독성 알코올 중독환자의 의무기록 검토를 통한 후향적 관찰연구이다. 대상기간 동안 응급의료센터를 방문한 환자 중 진단 코드가 T51.1 (toxic effect of methanol), T52.3 (toxic effect of glycols), T52.8 (toxic effect of other alcohols)였던 환자들의 의무기록을 확인하였다. 각 환자에서 인구학적 특성으로 나이, 성별을 조사하였으며, 독성학적 특성으로 음독 사유, 추정 음독량, 추정 음독 일시, 응급실 도착 일시를 조사하였다. 추정 음독량은 한모금인 경우 남성은 21 mL, 여성은 14 mL로 계산하였으며, 여러 모금을 삼킨 경우 남성은 12 mL, 여성은 8 mL로 계산하였다<sup>9</sup>. 추가적으로 응급실 내원 당시 의식상태, 활력징후, 실험실 검사를 조사하였다. 내원 당시 실험실 검사는 증가된 음이온차이(anion gap) 대사성 산증과 삼투질 농도 차이(osmolar gap)를 확인하기 위해 동맥혈 검사 및 전해질 수치, 혈청 삼투질 농도(measured serum osmolarity), 혈중 요소질소농도(blood urea nitrogen), 혈당, 혈중 에탄올 농도를 조사하였다. 독성 알코올의 추정 농도는 각 물질의 분자량을 고려하여 메탄올은 1 mg/dL당 삼투질 농도 기여도가 0.309 mOsm/kgH<sub>2</sub>O이고 에틸렌 글리콜은 0.16 mOsm/kgH<sub>2</sub>O로 삼투질 농도 차이를 이용하여 계산하였다. 입원기간 중 발생한 합병증(황문근용해증, 간손상, 급성 신장 손상, 급성 췌장 손상, 흡인성 폐렴)을 확인하기 위해 creatine phosphokinase (CPK), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), creatinine, amylase, lipase, 흉부 단층촬영 또는 전산화 단층촬영 소견을 조사하였다. 입원기간 중 합병증은 저혈압(수축기 혈압 < 90 mmHg 또

는 혈압 유지를 위해 승압제를 사용한 경우), 간독성(ALT > 100 IU/L), 황문근용해증(creatinine > 1,000 IU/L), 급성 신장 손상(기저치의 0.3 mg/dL 이상 또는 50% 이상 증가), 급성 췌장 손상(lipase > 100 IU/L) 이상으로 정의하였다<sup>10,11</sup>. 환자의 치료과정도 조사하였다. 중탄산나트륨 투여 여부, 알코올 탈수소효소 억제제 종류와 투여 경로, 승압제 사용 유무, 신대체요법(renal replacement therapy), 기계호흡(mechanical ventilation) 시행 여부를 조사하였다. 치료결과 및 예후 평가를 위해 응급실 치료결과 및 입원기간 및 중환자실 입원기간도 조사하였다. 본 연구는 연구윤리심의위원회 (institutional review board, IRB)의 승인을 받아 진행하였다(IRB no., 2023-10-003).

### 2. 통계분석

통계분석은 SAS ver. 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다. 2범주로 구성된 범주형 변수는 Pearson's chi-square test 또는 Fisher's exact test를 사용하여 분석하였으며 3개 이상의 범주로 구성된 범주형 변수는 다중검정 보정을 위해 Fisher's exact test with the permutation resampling method를 사용하여 분석하였다. 범주형 변수의 결과는 빈도와 백분율로 표현하였다. 연속형 변수는 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 시행하여, 정규분포를 따르는 변수는 Student *t*-test를 시행하였고, 평균과 표준편차로 표현하였다. 정규성 검정상 정규분포를 따르지 않는 변수는 Mann-Whitney *U* test를 시행하였고, 중앙값과 사분위로 표현하였다. 검사에 대한 통계학적 유의성은 *p*값이 0.05 미만인 경우로 정의하였다.

## 결과

### 1. 연구대상자의 임상독성학적 특징

연구기간에 총 24명의 독성 알코올 중독환자가 내원하였다. 이 중 2명이 에탄올 음독으로 밝혀져 연구대상에서 제외되었다. 2013년을 기준으로 메탄올 중독환자는 2011년에 4명이 내원한 이후 10년 동안 4명이 내원한 반면, 에틸렌 글리콜 중독환자는 8명이 내원하였다 (Fig. 1).

대상 환자의 연령의 중앙값은 39세(사분위수, 20-45세)였으며, 남자는 14명(63.6%)이었고, 메탄올 중독, 에틸렌 글리콜 중독 모두 11명(50%)이었다(Table 1). 중독유발물질은 메탄올의 경우 100% 메탄올 5명, 희석된 메탄올 3명, 그 외 선박연료, 락커시너, 워셔액 각 1명, 에틸렌 글리콜의 경우 모두 부동액(11명)이었다. 자살 목적의 음독 환자는 12명(54.55%)이었으며 9명(40.91%)은 실수로 복용하였으며 나머지 1명(4.55%)은 타살에 의한 음독으로 밝혀졌다. 메탄올

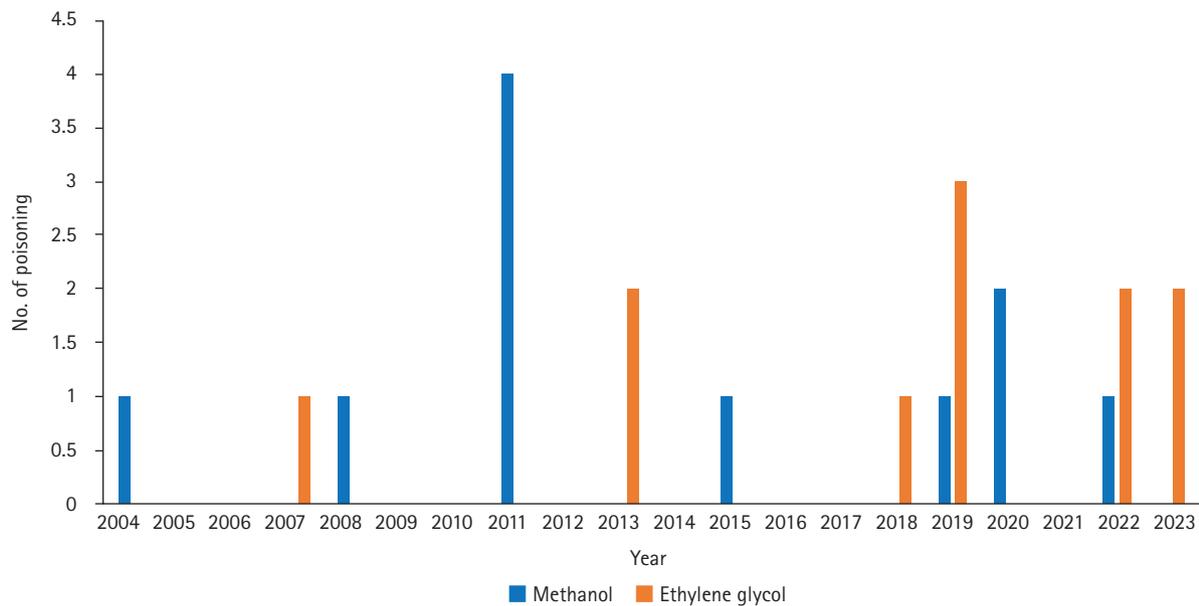


Fig. 1. Annual frequency of toxic alcohol poisoning.

Table 1. Comparison of clinicotoxicologic characteristics according to the type of toxic alcohol poisoning

Characteristic	Total (n=22)	Methanol (n=11)	Ethylene glycol (n=11)	p-value
Demographic factors				
Age (yr)	39 (20–45)	30 (16–44)	39 (33–62)	0.065
Male	14 (63.64)	7 (63.64)	7 (63.64)	1
Cause				
Suicide	12 (54.55)	4 (36.36)	8 (72.73)	0.08
Accident	9 (40.91)	7 (63.64)	2 (18.18)	
Homicide	1 (4.55)	0	1 (9.09)	
Described amount (mL)	180 (20–250)	20.5 (14–180)	250 (200–300)	0.009*
Time to ED (hr)	5.79 (1.53–14.26)	3.63 (1.18–6.50)	9.325 (1.88–16.53)	0.576
Mental status				
Alert	13 (59.09)	9 (81.82)	4 (36.36)	0.083
Drowsy	6 (27.27)	0	6 (54.55)	0.016*
Stupor	3 (13.64)	2 (18.18)	1 (9.09)	1
Vital signs				
Systolic blood pressure (mmHg)	126.13±27.76	116.54±16.10	135.72±34.01	0.112
Diastolic blood pressure (mmHg)	79.90±18.47	71.36±13.60	88.45±19.26	0.026*
Heart rate (beat/min)	87.27±19.63	79.27±16.82	95.27±19.63	0.053
Respiratory rate (breaths/min)	18 (18–18)	18 (18–18)	18 (16–22)	0.5
SpO <sub>2</sub>	97.05±1.80	97.55±1.40	96.55±2.07	0.2

Values are presented as number (%) for categorical variables and mean±standard deviation or median (interquartile range) for continuous variables.

ED: emergency department, SpO<sub>2</sub>: oxygen saturation.

\* $p < 0.05$ .

의 경우 가장 많은 비율은 실수로 복용한 7명(63.64%)이었지만 에틸렌 글리콜의 경우 자살 목적의 음독이 8명(72.73%)으로 가장 높은 비율을 보였다. 추정된 복용량의 중앙값은 180 mL(사분위수, 20–250 mL)로 에틸렌 글리콜 중독환자에서 통계학적으로 의미 있게 높

았다(중앙값[사분위수]: 20.5 mL [14–180 mL] vs. 250 mL [200–300 mL],  $p = 0.009$ ). 음독 후 응급실까지 5.79시간(사분위수, 1.53–14.26시간) 만에 내원하였다. 내원 시 의식상태는 alert 13명(59.09%), drowsy 6명(27.27%), stupor 3명(13.64%)이었다. 사고에 의한 경우

1명(11.11%)의 환자만 의식 변화를 보였으나 음독에 의한 경우 7명(58.34%)에서 응급실 내원 시 의식 변화가 관찰되었다. 메탄올의 경우 2명(18.18%)에서만 의식 변화가 관찰되었지만 에틸렌 글리콜의 경우 7명(63.64%)에서 의식 변화가 관찰되었다. Drowsy 의식상태를 보이는 환자의 빈도는 에틸렌 글리콜 중독환자에서 6명(54.55%), 메탄올 중독환자에서는 없었으며 에틸렌 글리콜 중독환자에서 유의하게 높았다( $p=0.016$ ). 수축기 혈압의 중앙값은 126.13±27.76 mmHg, 이완기 혈압의 평균은 79.91±18.47 mmHg, 맥박수의 평균은 분당 87.27±19.63회, 분당 호흡수의 중위수는 18회, 경피적 산소포화도는 평균 97.05%±1.80%였다. 통계학적으로 유의한 차이를 보인 활력징후는 이완기 혈압이 있었다( $p=0.026$ ). 응급실 내원 시 주증상은 의식저하 7명, 어지럼증 3명, 복통 및 메스꺼움 2명, 비정상적 행동, 오한, 심와부 통증, 눈의 불편감, 떠있는 감각, 보행 실조, 두통, 과민, 구토 1명 순으로 관찰되었다. 개별 환자의 상세한 임상독성학적 특징은 Supplement 1에 정리되어 있다.

**2. 검사실 결과**

음이온 차이의 평균은 19.32±9.52 mmol/L로 16명에서 증가되어 있었으며 에틸렌 글리콜 중독환자에서 통계학적으로 의미 있게 높았다(13.22±6.23 mmol/L vs. 25.43±8.35 mmol/L,  $p=0.0009$ ). 삼투질 농도 차이의 중앙값은 28.59 moSm/kgH<sub>2</sub>O(사분위수, 9.95-75 moSm/kgH<sub>2</sub>O)였으며 15명에서 증가되어 있었다. 추정된 독성 알코올의 농도의 중앙값은 153.24 mg/dL(사분위수, 59.37-561.61 mg/dL)였으며 메탄올의 추정 농도의 중앙값은 92.51 mg/dL(사분위수, 20.85-242.72 mg/dL)였으며 에틸렌 글리콜의 추정 농도의 평균은 348.66±292.80 mg/dL였다. Creatinine의 중앙값은 0.89 mg/dL(사분위수, 0.83-0.97 mg/dL)였으며 3명에서 증가된 소견이 관찰되었다. AST의 중앙값은 26 IU/L(사분위수, 19-32

IU/L)였으며 3명에서 증가한 소견을 보이고 ALT의 중앙값은 18.5 IU/L(사분위수, 13.0-29.0 IU/L)로 4명에서 증가한 소견을 보였다. CPK의 평균은 175±117.24 IU/L였으며 7명에서 증가된 소견을 보였다. Amylase의 중앙값은 79.5 IU/L(사분위수, 54-99 IU/L)였으며 3명에서 증가되었고 lipase의 중앙값은 23 IU/L(사분위수, 17-39 IU/L)로 4명에서 증가된 소견을 보였다. 젖산의 중앙값은 2.90 mmol/L(사분위수, 1.77-10.97 mmol/L)로 12명의 환자에서 증가된 소견이 관찰되었으며 에틸렌 글리콜 중독환자에서 통계학적으로 의미 있게 높았다(중앙값[사분위수]: 1.785 mmol/L [1.3-2.78 mmol/L] vs. 10.97 mmol/L [4.20-11.81 mmol/L],  $p=0.009$ ). 개별 환자의 상세한 실험실 결과 소견은 Table 2에 정리되어 있다.

**3. 치료 및 임상 경과**

3명의 환자를 제외하고 19명(86.36%)이 입원하였으며, 메탄올 중독 환자 중 7명(63.64%), 에틸렌글리콜 중독환자 중 10명(90.91%)이 중환자실로 입원하였다. 입원환자의 입원 병일의 중앙값은 9일(사분위수, 6-16일)이었으며 중환자실 입원 병일의 중앙값은 5일(사분위수, 4-9일)로 메탄올 중독환자와 에탄올 중독환자 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 12명(54.55%)의 환자에게 중탄산나트륨이 투여되었으며 메탄올 중독환자 중 5명(45.45%), 에틸렌 글리콜 중독환자 중 7명(63.64%)에게 투여되었다. 억제 해독제는 14명(68.18%)에게 투여되었다. 비위관을 통하여 10명(45.46%)에게 에탄올이 투여되었으며 6명(27.28%)에게 정주용 에탄올이 투여되었다. 포도피졸은 2명(9.1%)에게 투여되었다. 신대체요법은 11명(50%)에게 시행되었으며 통계학적으로 유의하지는 않았지만 신대체요법을 시행한 환자는 메탄올 중독환자에서 3명(27.27%), 에틸렌 글리콜 중독환자에서 8명(72.73%)으로 에틸렌 글리콜 중독환자에서 더 많았다. 입원기간 중 발생한 합병증으로는 흡인성 폐렴이 7명(31.82%)으

**Table 2.** Comparison of laboratory findings according to the type of toxic alcohol poisoning

Variable	Total	Methanol	Ethylene glycol	p-value
Anion gap (mmol/L)	19.32±9.52	13.22±6.23	25.43±8.35	0.001*
Osmolar gap (moSm/kgH <sub>2</sub> O)	28.59 (9.95-75.00)	23.47 (6.44-60.70)	43.71 (12.25-90.28)	0.288
Estimated concentration (mg/dL)	153.24 (59.37-561.11)	92.51 (20.85-242.71)	273.20 (76.55-564.26)	0.146
BUN (mg/dL)	10.75 (8.10-16.30)	10.9 (8.7-16.3)	9 (6.90-17.10)	0.582
Creatinine (mg/dL)	0.89 (0.83-0.97)	0.86 (0.80-0.93)	0.95 (0.83-1.54)	0.153
AST (IU/L)	26 (19-32)	28 (19-34)	25 (17-30)	0.496
ALT (IU/L)	18.50 (13-29)	20 (13-29)	18 (10-29)	0.746
CPK (IU/L)	175±117.24	134.64±53.80	219.40±152.14	0.123
Amylase (IU/L)	79.50 (54-99)	67 (51-101)	83 (54-99)	0.627
Lipase (IU/L)	23 (17-39)	24 (19-62)	21 (11-34)	0.276
Lactic acid (mmol/L)	3.075 (1.77-10.97)	1.785 (1.30-2.785)	9.90 (4.20-11.81)	0.007*

Values are presented as mean±standard deviation or median (interquartile range) for continuous variables. BUN: blood urea nitrogen, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, CPK: creatine phosphokinase. \* $p<0.05$ .

로 가장 많았으며 에틸렌 글리콜 중독환자에서 급성 췌장 손상을 제외한 흡인성 폐렴(45.45%), 쇼크(36.36%), 횡문근융해증(18.18%), 간독성(27.27%), 급성 신장 독성(36.36%)이 메탄올 중독환자보다 더 많이 발생하였다. 메탄올 중독환자 중 1명은 영구적인 시력손상을 입은 채 퇴원하였으며 에틸렌 글리콜 중독환자 중 2명이 투석을 지속하지는 않았지만 신장 손상을 완전히 회복하지 못하였으며 1명은 기관절개튜브 삽입 상태로 퇴원하였다. 개별 환자의 상세한 치료 및 임상 경과는 Table 3에 정리되어 있다.

## 고찰

본 연구는 독성 알코올 중독으로 응급실에 내원한 환자들을 대상으로, 임상적 고찰 및 메탄올 중독환자와 에틸렌 글리콜 중독환자를 비교한 연구이다. 본 연구에 앞서서 2012년 Rhee 등<sup>7)</sup>은 독성 알코올 중독환자에 대한 고찰에 대한 선행연구를 발표하였지만, 이후 보건복지부 주도의 응급 해독제 비축 사업 및 메탄올 위셔액 생산 금지 이후로는 독성 알코올 중독 고찰에 관한 연구는 없으며 흔하지 않지만 독성 알코올 중독은 진단되지 않는 경우 영구적인 시력 소실이나 신손상을 일으킬 수 있는 중독이기 때문에 본 연구를 시행하였다.

국내의 경우 독성 알코올의 전체 유병률에 관한 연구는 없지만 건강보험심사평가원의 의료통계에 의하면 2010년부터 2022년까지 메탄올 중독환자는 총 583명으로 2017년 69명 이후 감소 추세로 2022년에는 22명이 보고되었다. 에틸렌 글리콜 중독환자는 2010년부터 2022년까지 총 2,107명으로 2010년 320명 이후 매년 감소하여 2022년에는 71명이 보고되었다. Song 등<sup>8)</sup>의 연구에 의하면 에틸렌 글리콜 중독환자의 92.9%가 자살 목적의 음독이었으며 본 연구에서도 72.73%가 자살 목적의 음독으로 국내 에틸렌 글리콜 중독환자는 자살 목적의 음독이 많음을 유추할 수 있다.

메탄올 중독의 증상 및 증후는 일반적으로 중추신경계, 안과, 소화기계 증상으로 제한된다<sup>12)</sup>. 또한 흔치 않지만 급성 신장 손상, 급성 췌장 손상, 간독성에 대한 보고도 있다.

에틸렌 글리콜 독성의 임상양상은 전통적으로 신경계 단계, 심폐기능 단계, 신장 단계 3단계로 나타난다. 신경계 단계는 에탄올 중독과 유사하며 노출 후 30분에서 12시간 동안 지속되어 말이 어눌해지고 운동 실조, 메스꺼움, 구토를 동반한 후 졸음과 혼수 상태가 증가한다. 심폐기능 단계는 음독 후 12시간에서 36시간 사이에 발생하며 환자는 빈맥, 고혈압에 이어 저혈압, 빈호흡, Kussmaul 호흡, 울혈성 심부전, 폐부종의 증상을 보인다. 신장 단계는 음독 후 24-72시간

**Table 3.** Comparison of treatment and clinical outcomes according to the type of toxic alcohol poisoning

Variable	Total	Methanol	Ethylene glycol	p-value
ED disposition				0.379
GW admission	2 (9.09)	2 (18.18)	0	
ICU admission	17 (77.27)	7 (63.64)	10 (90.91)	
Discharge	3 (13.64)	2 (18.18)	1 (9.09)	
Hospital days	9 (6-16)	8 (5-12)	9.5 (6-27)	0.359
ICU stay	5 (4-9)	5 (3-6)	5 (4-16)	0.468
ADH blocker				
Ethanol (oral)	10 (45.45)	6 (54.55)	4 (36.36)	0.669
Ethanol (intravenous)	6 (27.27)	2 (18.18)	4 (36.36)	0.635
Fomepizole	2 (9.09)	1 (9.09)	1 (9.09)	1
RRT				0.128
None	11 (50.00)	8 (72.73)	3 (27.27)	
HD	5 (22.73)	2 (18.18)	3 (27.27)	
CRRT	3 (13.64)	1 (9.09)	2 (18.18)	
HD+CRRT	3 (13.64)	0	3 (27.27)	
Mechanical ventilation	9 (40.91)	3 (27.27)	6 (54.55)	0.387
In-hospital complications				
Shock	6 (27.27)	2 (18.18)	4 (36.36)	0.635
Rhabdomyolysis	3 (13.64)	1 (9.09)	2 (18.18)	1
Hepatotoxicity	4 (18.18)	1 (9.09)	3 (27.27)	0.587
Nephrotoxicity	4 (18.18)	0	4 (36.36)	0.09
Pancreatic injury	3 (13.64)	3 (27.27)	0	0.214
Aspiration pneumonia	7 (31.82)	2 (18.18)	5 (45.45)	0.361

Values are presented as number (%) for categorical variables and median (interquartile range) for continuous variables.

ED: emergency department, GW: general ward, ICU: intensive care unit, ADH: alcohol dehydrogenase, RRT: renal replacement therapy, HD: hemodialysis, CRRT: continuous renal replacement therapy.

후에 발생하며 혈뇨, 옆구리 통증, 핏뇨를 동반한 세뇨관 괴사부터 진행성 신장 손상을 포함할 수 있다<sup>13)</sup>. 본 연구에서도 에틸렌 글리콜 음독 환자 중 7명(63.64%)이 의식 변화를 보였으며 4명(36.36%)에서 급성 신장 손상이 발생하였다. 2012년 Rhee 등<sup>7)</sup>의 연구에 의하면 3명(33.3%)이 급성 신장 손상이 발생하였으며 2017년 Song 등<sup>8)</sup>의 연구에 의하면 6명(42.9%)이 급성 신장 손상이 발생하였으며 개별 연구에 포함된 대상자 수는 적지만 에틸렌 글리콜 중독에 의한 급성 신장 손상의 발생률은 30%~50%로 유추할 수 있다.

독성 알코올은 혈청 삼투압과 삼투질 농도 차이를 증가시키며 대사과정 후 유기산 음이온이 축적하면 음이온 차이가 증가한다. 삼투질 농도 차이가 증가된 경우 독성 알코올 음독을 의심할 수 있지만 음독과정에서 다양하게 나타날 수 있기 때문에 삼투질 농도 차이의 정상조건이 독성 알코올 음독을 배제할 수 없다<sup>14)</sup>. 본 연구에서도 5명(25%)이 정상조건을 보였으며 이전 연구에서도 6명(31.5%)에서 정상 삼투질 농도 차이 결과를 보였다<sup>7)</sup>. 기저 음이온 차이가 낮은 경우 많은 유기산 음이온의 축적에도 불구하고 음이온 차이가 정상 상한선 이상으로 올라가지 않을 수 있으며 대사과정이 진행되며 유기산 음이온이 축적되기 때문에 내원 당시 음이온 차이는 정상일 수 있다<sup>15)</sup>. 본 연구와 이전 연구에서도 5명(23.8%)에서 정상조건을 보였다<sup>7)</sup>.

메탄올과 에틸렌 글리콜의 대사산물에 의한 무산소 대사과정의 유도 및 조직 저산소증의 결과로 젖산 산증이 발생할 수 있다. 본 연구에서도 12명(66.67%)의 환자에서 젖산 산증 소견을 보였다. 글리콜산(glycolic acid)은 젖산과 구조적으로 유사하여 현장 진단검사서 구분이 안 될 수 있으며 실제보다 증가된 잘못된 젖산 결과를 보일 수 있다. 이와 같은 현장 진단검사와 실험실 검사결과에서 측정된 젖산 차이는 에틸렌 글리콜 중독의 진단에 사용될 수도 있다<sup>16)</sup>. 본 연구에서도 에틸렌 글리콜 중독환자 중 5명(62.5%)이 현장 진단검사와 실험실 검사결과 차이가 증가된 소견을 보였으며 음독 병력이 모호하거나 삼투질 농도 차이 또는 음이온 차이가 정상인 경우 에틸렌 글리콜 진단에 도움이 될 것이라 생각한다.

독성 알코올 중독환자는 독성 알코올의 대사를 억제하는 치료와 독성 알코올과 그 대사물을 체외로 제거하는 치료가 필수적이다<sup>17)</sup>. 본 연구에서 억제 해독제가 투여되지 않은 7명의 환자 중 4명은 섭취량이 소량이기 때문에 투여 적응증이 되지 않았지만, 3명의 환자는 응급실 내원 당시 독성 알코올 중독을 의심하지 못하고 입원 또는 퇴원 후에 진단되어 억제 해독제가 투여되지 못했다. 증례 11번 환자의 경우 조현병 환자로 음독 부인 및 이상 행동으로 입원 후 진단이 되었으며 증례 17번 환자는 초진을 시행한 의료진이 독성 알코올을 부식성 손상으로 잘못 인지하였으며 증례 20번 환자는 의식 저하 및 가족의 고의로 인한 음독으로 퇴원 후 진단이 되었다. 국내에서는 2011년 보건복지부 주도의 사업으로 거점병원 응급의료센터에 포메피졸, 정주용 에탄올이 비축 및 보급되고 있으며 본 연구에서도 2015년 이후로 정주용 에탄올만을 사용한 경우는 1명 밖에 없었다.

반면, 포메피졸 사용과 관련된 본 연구의 결과를 살펴보면 포메피졸이 투여된 경우는 소아와 고령의 중증 환자에서 2명에게 사용되었다. 포메피졸은 에탄올과 비교하여 알코올 탈수효소에 대한 강한 친화력 및 지속적인 약물농도 관리가 필요하지 않고 중추신경억제가 없으며 체외제거법의 사용을 줄일 수 있다는 보고로, 미국 Food and Drug Administration에서 승인 후 독성 알코올 중독에서 널리 이용되고 있지만 고가의 해독제임을 고려하여 응급해독제 수급계획을 세워야 할 것으로 판단된다<sup>18,19)</sup>.

독성 알코올 중독에서 신대체요법은 일반적으로 중증의 대사성 산증, 메탄올 또는 에틸렌 글리콜 농도 50 mg/dL 이상, 적절한 치료에도 불구하고 활력징후의 악화, 시력의 이상 또는 급성 신장 손상 발생 시 사용된다<sup>12,20,21)</sup>. 본 연구에서는 에틸렌 글리콜 중독에서 신대체요법을 적용한 환자가 많았지만 신대체요법을 시행한 11명의 환자 중 9명의 환자가 자살 목적의 음독이며 에틸렌 글리콜 중독환자에서 자살 목적의 환자가 많으며 사고의 경우보다 중증 중독이 많기 때문이라고 판단된다.

의식이 저하된 9명의 환자 중 7명(78%)이 흡인성 폐렴이 발생하였고 내원 시 의식이 명료한 환자에서 흡인성 폐렴이 발생한 경우는 없었다. 횡문근용해증은 메탄올 중독에서 흔치 않지만 급성 신장 손상을 일으킬 수 있다<sup>22)</sup>. 본 연구에서도 메탄올 중독환자 중 1예에서 횡문근용해증의 소견을 보였지만 급성 신장 손상은 발생하지 않았다. 4예에서 간독성이 관찰되었지만 1예를 제외하면 경증의 간손상 정도였다. 1예에서 입원 중 최대 ALT가 3,130 IU/L까지 상승하였지만 경구용 에탄올 사용 이후 상승하고 중단 후 호전되어 치료의 부작용으로 판단된다. 급성 췌장 손상은 3예에서 관찰되었으며 모두 메탄올 중독환자였으며 2예에서 경구용 에탄올 사용 이후 상승하고 중단 후 호전되어 간손상과 같이 치료의 부작용도 고려해야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 충분한 연구기간에도 불구하고 흔하지 않은 중독으로 연구에 포함된 대상자의 수가 적었다. 이로 인해 분석보다는 기술 측면에 중점을 두어 연구결과가 한정되어 연구결과와 임상 적용에 주의가 필요하다. 하지만 급성 알코올 중독에 관한 연구가 부족한 국내 현실에서 이전의 연구결과와 함께 임상 현장에 적용한다면 현장의 의료진에게 충분히 의미 있는 도움이 될 것이라 생각한다. 둘째, 후향적 연구방법의 한계로 추정 음독 일시, 추정 음독량과 같이 의무기록을 통해 조사된 변수들의 정확성 떨어질 가능성이 있다. 셋째, 음독량 및 혈중 농도의 정확한 측정이 독성학에서 중요하지만 현실적으로 한계가 있는 문제이므로 이를 고려한 연구결과 판단이 필요하다.

## 결론

본 연구에서 메탄올 및 에틸렌 글리콜 중독에 의한 사망 환자는 없었지만 1예에서 영구적인 시력 손상이 있었다. 내원 시 삼투압차 혹은

음이온차는 정상일 수 있으며 진단 및 치료의 지연은 영구적인 장기 손상을 남길 수 있으므로 의료진은 독성 알코올에 대한 숙지 및 의심 환자 내원 시 반복적인 검사를 통해 적절한 진단 및 치료가 이루어질 수 있도록 해야 한다.

## ORCID

Jin Kim	<a href="https://orcid.org/0009-0005-3680-825X">https://orcid.org/0009-0005-3680-825X</a>
Yu Jin Lee	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6301-1175">https://orcid.org/0000-0002-6301-1175</a>
Tae Kyu Ahn	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3288-1968">https://orcid.org/0000-0003-3288-1968</a>
Soo Kang	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0800-1350">https://orcid.org/0000-0003-0800-1350</a>

## 이해상충

이 연구에 영향을 미칠 수 있는 기관이나 이해당사자로부터 재정적, 인적 지원을 포함한 일체의 지원을 받은 바 없으며, 연구윤리와 관련된 제반 이해상충이 없음을 선언한다. 이 논문은 대한임상독성학회지와 다른 학회지에 동시 투고되지 않았으며 이전에 다른 학회지에 게재된 적이 없다.

## SUPPLEMENTARY MATERIAL

Supplementary materials can be found via <https://doi.org/10.22537/jksct.2023.00014>.

## REFERENCES

- Kraut JA, Kurtz I. Toxic alcohol ingestions: clinical features, diagnosis, and management. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008;3: 208-25. <https://doi.org/10.2215/CJN.03220807>
- Mahieu P, Hassoun A, Lauwerys R. Predictors of methanol intoxication with unfavourable outcome. *Hum Toxicol* 1989;8: 135-7. <https://doi.org/10.1177/096032718900800209>
- Jacobsen D, McMartin KE. Methanol and ethylene glycol poisonings: mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. *Med Toxicol* 1986;1:309-34. <https://doi.org/10.1007/BF03259846>
- Liu JJ, Daya MR, Carrasquillo O, Kales SN. Prognostic factors in patients with methanol poisoning. *J Toxicol Clin Toxicol* 1998;36:175-81. <https://doi.org/10.3109/15563659809028937>
- Hylander B, Kjellstrand CM. Prognostic factors and treatment of severe ethylene glycol intoxication. *Intensive Care Med* 1996;22:546-52. <https://doi.org/10.1007/BF01708094>
- Gallagher N, Edwards FJ. The Diagnosis and management of toxic alcohol poisoning in the emergency department: a review article. *Adv J Emerg Med* 2019;3:e28. <https://doi.org/10.22114/ajem.v0i0.153>
- Rhee NG, Chung SP, Park IC, Lee KR, Kim HJ, Kim GB, et al. Clinical review of toxic alcohol poisoning cases in Korea. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2012;10:15-21.
- Song JW, Choi SC, Lampotang, Min YG, Joung YS. Extracorporeal therapy as a treatment method in patients with acute ethylene glycol poisoning. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28: 109-16. <https://doi.org/10.0000/jksem.2017.28.1.109>
- Kim SI, Kang JH, Lee DI, Jo JR, Kim HJ, Lee JB, et al. Measurement of volume of a swallow for liquid swallowing in healthy young adults. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2013;11:114-8.
- Moon JM, Chun BJ. Acute endosulfan poisoning: a retrospective study. *Hum Exp Toxicol* 2009;28:309-16. <https://doi.org/10.1177/0960327109106488>
- Khawaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clin Pract* 2012;120:c179-84. <https://doi.org/10.1159/000339789>
- Barceloux DG, Bond GR, Krenzelok EP, Cooper H, Vale JA; American Academy of Clinical Toxicology Ad Hoc Committee on the Treatment Guidelines for Methanol Poisoning. American Academy of Clinical Toxicology practice guidelines on the treatment of methanol poisoning. *J Toxicol Clin Toxicol* 2002;40:415-46. <https://doi.org/10.1081/CLT-120006745>
- McQuade DJ, Dargan PI, Wood DM. Challenges in the diagnosis of ethylene glycol poisoning. *Ann Clin Biochem* 2014; 51(Pt 2):167-78. <https://doi.org/10.1177/0004563213506697>
- Krasowski MD, Wilcoxon RM, Miron J. A retrospective analysis of glycol and toxic alcohol ingestion: utility of anion and osmolal gaps. *BMC Clin Pathol* 2012;12:1. <https://doi.org/10.1186/1472-6890-12-1>
- Kraut JA, Nagami GT. The serum anion gap in the evaluation of acid-base disorders: what are its limitations and can its effectiveness be improved? *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8:2018-24. <https://doi.org/10.2215/CJN.04040413>
- Sagar AS, Jimenez CA, Mckelvy BJ. Lactate gap as a tool in identifying ethylene glycol poisoning. *BMJ Case Rep* 2018; 2018:bcr2018224243. <https://doi.org/10.1136/bcr-2018-224243>
- Kraut JA, Mullins ME. Toxic alcohols. *N Engl J Med* 2018; 378:270-80. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1615295>
- Wiles D, Tzeng J, Russell J, Casavant MJ. Comment on treat-

- ment methods for ethylene glycol intoxication. *Neth J Med* 2014;72:383-4.
19. Brent J. Fomepizole for ethylene glycol and methanol poisoning. *N Engl J Med* 2009;360:2216-23. <https://doi.org/10.1056/NEJMct0806112>
  20. Barceloux DG, Krenzelok EP, Olson K, Watson W. American Academy of Clinical Toxicology Practice Guidelines on the treatment of ethylene glycol poisoning. Ad Hoc Committee. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999;37:537-60. <https://doi.org/10.1081/ct-100102445>
  21. Roberts DM, Yates C, Megarbane B, Winchester JF, Maclaren R, Gosselin S, et al. Recommendations for the role of extracorporeal treatments in the management of acute methanol poisoning: a systematic review and consensus statement. *Crit Care Med* 2015;43:461-72. <https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000000708>
  22. Grufferman S, Morris D, Alvarez J. Methanol poisoning complicated by myoglobinuric renal failure. *Am J Emerg Med* 1985;3:24-6. [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(85\)90006-3](https://doi.org/10.1016/0735-6757(85)90006-3)