

원 저

## 급성 제초제 중독의 임상 양상: Chlorophenoxy계 제초제 중심으로

아주대학교 의과대학 응급의학교실

송하균 · 최상천 · 정윤석 · 박은정 · 김혁훈

### Characteristics of Acute Herbicide Poisoning: Focused on Chlorophenoxy Herbicide

Hakyoon Song, M.D., Sangchun Choi, M.D., Yoon Seok Jung, M.D.,  
Eunjung Park, M.D., Hyukhoon Kim, M.D.

Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

**Purpose:** Herbicide-related mortality has decreased since the complete ban of paraquat product sales in 2012, but there still have been other herbicides intoxications with relatively severe complications. Glyphosate and glufosinate herbicides are used widely, and considerable research has been conducted. Chlorophenoxy herbicide is another major herbicide that has shown poor outcomes and mortality without proper management, but research in this area is lacking. Therefore, this study compared the clinical features of chlorophenoxy herbicide with those of other herbicides.

**Methods:** The medical records of patients exposed to herbicides at a tertiary academic university hospital in Korea from May 2014 to April 2019 were reviewed retrospectively. The demographic and clinical data of 135 patients were then analyzed to identify the recent herbicides intoxication trends after the paraquat sales ban, focusing mainly on chlorophenoxy herbicide poisoning.

**Results:** Of the 135 patients, 13 patients (9.6%) had chlorophenoxy herbicide poisoning. No significant differences in all the variables were observed between the chlorophenoxy herbicide poisoning group and non-chlorophenoxy herbicides poisoning groups. Toxic symptoms after poisoning varied from nothing noticeable to confusion; none of the patients had severe complications after their treatments.

**Conclusion:** Acute chlorophenoxy poisoning is relatively less severe, with lower mortality rates than glyphosate and glufosinate poisoning.

**Key Words:** Chlorophenoxy, Poisoning, Herbicides, Prognosis, Emergency treatment

## 서 론

2012년 paraquat 판매가 중단된 이후 제초제 중독에 의한 사망은 점차 감소하고 있으나, paraquat 외의 제초제에 의한 중독은 여전히 발생하고 있다<sup>1)</sup>. 제초제 중독과 관련하여 glyphosate계 제제나 glufosinate계 제제에 대한 학계 보고는 종종 이루어지고 있으며, 중독에 대한 중증도는 비교적 높다<sup>2,3)</sup>.

현재 국내에 허가된 제초제 성분은 총 148종으로 이들의 조합을 통해 809종의 제초제가 상품으로 판매된다. 제

책임저자: 최 상 천  
경기도 수원시 영통구 월드컵로 164  
아주대학교 의과대학 응급의학교실  
Tel: 031) 219-7754 Fax: 031) 219-7760,  
E-mail: avenue59@ajou.ac.kr

투고일: 2019년 9월 16일 1차 심사일: 2019년 9월 17일  
게재 승인일: 2019년 10월 27일

초제는 작용 기전에 따라 지질 생합성 저해, 아미노산 생합성 저해, 광합성 저해, 색소 생합성 저해, 엽산 생합성 저해, 세포분열 저해, 세포벽 합성저해, 에너지 대사 저해, 옥신작용저해 및 교란으로 분류할 수 있다. 이들 중 급성 제초제 중독과 관련하여 의학적으로 주목을 받는 기전은 아미노산 생합성 저해, 광합성 저해, 세포분열 저해, 옥신 작용저해 및 교란으로 생각되며, 관련 계열 제제로 glyphosate계 제제, glufosinate계 제제, chlorophenoxy계, amide계 제제가 있다. Chlorophenoxy계 제초제 또한 주요한 제초제 중 하나로 중독 정도나 중증도에 따라 적절한 치료가 중독의 사망률에 영향을 미친다는 점을 고려할 때 이들 제초제 중독에 대한 연구가 필요하지만 이와 관련된 연구는 매우 부족하다<sup>4)</sup>.

이에 본 연구는 paraquat 중단이후 급성 제초제 중독의 양상을 살펴보고, 특히 chlorophenoxy계 제초제의 임상 양상과 특징을 확인하였으며, glyphosate계 및 glufosinate계 제초제 중독과 비교하였다.

## 대상과 방법

본 연구는 후향적 의무기록 분석 연구로 2014년 5월부터 2019년 4월까지 아주대학교병원 권역응급의료센터를 방문하였던 환자들 중 응급실 퇴실 진단이 제초제 중독이나 진단 상병 코드가 T60.31 이었던 환자들 대상으로 하였으며, 18세 미만의 환자 및 paraquat 환자는 전체 통계 처리시 제외하였다. 본 연구는 아주대학교병원 기관연구윤리심의위원회(AJIRB-MED-MDB-19-139)를 통과하였고, 동의 면제를 받았다.

대상 환자들을 glyphosate 군, glufosinate 군, chlorophenoxy 군, 기타 군, 총 4군으로 구분하였고, 각군들의 성별, 의도성 여부, 제초제 계열, 추정음독량(ml 혹은 gram), 치료 결과, 중환자실 입원 여부, 동시 복용약물, 기관내삽관 여부, 투석 여부, 소변알칼리화 여부, 글라스고우혼수계수(Glasgow Coma Scale, GCS), 심초음파 시행 여부, 응급실 내원직후 시행한 검사들의 혈중 농도와 소변 검사를 비교하였다. 확인한 혈액 검사는 혈색소, 적혈구용적률, 백혈구, 혈소판, 동맥혈가스검사, 혈액요소질소(BUN), 크레아틴, 아스파르테이트아미노전달효소(AST), 알라닌 아미노전달효(ALT), 크레아틴키나제(CK), 심장형 크레아틴키나제(CK-MB), 트로포닌I, C반응성 단백질(CRP), 암모니아와 같다.

모든 의무기록 확인은 본 연구에 참여한 두 명의 응급의학과 전공의가 시행하였고, 자료 분석을 시행한 응급의학과 전공의 간에 이의가 있는 경우 응급의학과 전문의가 의

견을 조절하였다.

각각의 변수들을 부호화하여SPSS 15.0에 기입하였고, 이들에 대한 정규성 검정을 시행하였다. 연속변수 분석을 위해 ANOVA 검정이나 Kruskal-Wallis H 검정을, 명목 변수 분석을 위해 chi-square 검정을 사용하였으며, 이들의 사후 검정을 위해 Bonferroni correction method를 시행하였다. 연속 변수는 평균±표준편차 또는 중앙값(25%-75%) 혹은 (사분위수)로 명목 변수는 %로 표기하였다. *p*값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

## 결 과

연구 대상 기간 동안 급성 제초제 중독으로 내원 및 입원 치료를 시행받았던 환자는 총 135명이었고, 모두 최종 연구 대상이 되었다. 이들에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

### 1. 연구 대상의 분류 및 일반적 특성

총 135명 중 glyphosate 군이 52명(38.5%), glufosinate 군이 53명(39.2%), chlorophenoxy 군이 13명(9.6%), 기타 군이 17명(12.7%)이었다. Glyphosate와 MCPA가 혼합된 제품(풀샷<sup>®</sup>)이 3례 있었으며, 이들은 glyphosate군으로 분리하였다(Fig. 1). 연령, 수축기혈압, 심박수가 Kruskal-Wallis H 분석에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으나, Bonferroni 교정 방법을 통한 사후 분석에서 각 군별로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 기관내삽관은 총 49명(36.3%)에서 시행되었으며, 각 군별로 glyphosate 21명(40.4%), glufosinate 군 20명(37.7%), chlorophe-

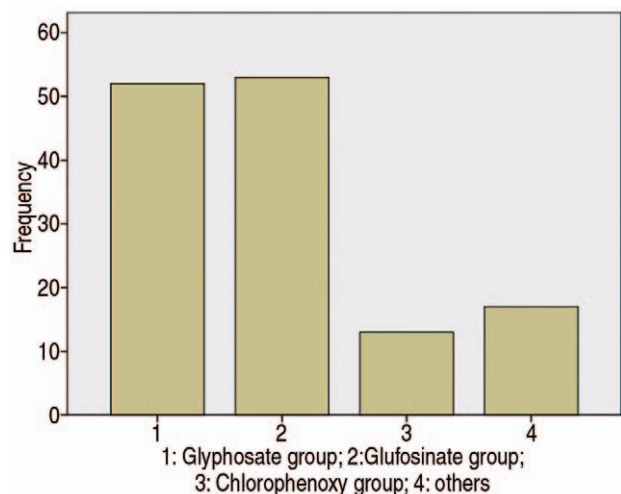


Fig. 1. Number of acute herbicide poisoning among all groups.

noxy 군 5명(38.5%), 기타 군 3명(17.6%)으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 소변 알칼리화는 총 8명(5.9%)에서 시행되었으며, chlorophenoxy 군 7명(53.8%), glyphosate 군 1명(1.9)였다. 사망률은 8.9%로 총 12명에서 발생하였고, glyphosate 군이 6명(11.5%), glufosinate 군이 5명(9.4%)이었다. 투석과 관련하여 19명(14.1%)에서 시행되었으며, 이중 18례에서 연속신대체요법(CRRT)의 방식으로 시행되었다. 혈액 검사 결과의 비교에서 적혈구용적률, 트로포닌 I, CRP, 암모니아가 Kruskal-Wallis H 분석에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 이들 중 적혈구용적률, 트로포닌 I는 Bonferroni 교정 방법 사후 분석에서 군별로 유의한 통계적 차이를 나타내지 않았으나, C반응성 단백질은 glyphosate 군에서 0.5 (0.1-11.4) mg/dL 로 통계적으로 유의하게 가장 높았고, 암모니아 또한 glyphosate 군에서 122.0 (55-264) ug/dL로 chlorophenoxy 군과 기타 군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다( $p < 0.008$ ). 다른 변수들에 대한 상세한 비교는 Table 1, 2와 같다.

## 2. Chlorophenoxy 군의 특성

### 1) 중독 원인 제품

상품명은 반벨® 4례, MCPP® 4례, 이시디아민® 1례, 풀난타® 2례, 초병® 1례, 팜스프링® 1례, 팜가드® 1례로 총

13례였고, 이들의 주된 성분은 dicamba (3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid), 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid), MCPP (methylchlorophenoxypropionic acid), MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid) 였다.

### 2) 중독의 특성

주된 중독 증상은 Table 3과 같다.

### 3) 중독관련 치료 및 예후

기관내삽관은 4례에서, 소변 알칼리화는 6례에서, 혈액 투석은 3례에서 시행되었다. 사망자 없이 입원 치료 후 모두 호전되었다. 평균 입원 기간은  $11 \pm 4.5$ 일이었다.

## 고 찰

저자들은 본 연구를 통해 급성 chlorophenoxy계 제초제 중독의 임상 양상이 무증상, 오심, 구토, 복부불편감 등의 경증의 위장관계 중독 증상 및 징후부터 호흡부전, 저혈압, 의식변화, 경련, 혼수 등 중증의 중독 증상 및 징후까지 다양하였으나 경증의 임상 양상이 상대적으로 더 많았고, 초기에 적절한 치료가 시행되었을 경우, 사망과 같은 치명적인 합병증이 발생하지 않았음을 확인하였다. 그러나, 다른 계열의 급성 제초제 중독과 관련하여 발생한 사망은 glyphosate 군에서 6명, glufosinate 군에서 5명,

**Table 1.** Basal characteristics of the patients

	Chlorophenoxy group (n=13)	Glyphosate group (n=52)	Glufosinate group (n =53)	Others (n=17)	Total (n=135)	p-value
M:F	1:0.44	1:0.53	1:0.47	1:0.55	1:0.5	0.99
Age (years)	54.7±13.8	59.2±13.8	64.7±17.7	54.3±16.3	60.3±16.1	0.04
Intentional poisoning (%)	13 (100)	51 (98.1)	48 (90.6)	17 (100)	128 (94.8)	0.28
Post-ingestion time (hours)	2.5 (4.3)	3 (2.5)	4 (6.4)	2.0 (5.8)	3.0 (4.5)	0.07
Ingestion amount (mL)	175 (200)	175 (175)	150 (203)	60 (180)	150 (190)	0.37
Initial GCS score	10.6±3.3	10.5±3.8	11.9±3.5	12.7±3.0	11.3±3.6	0.08
SBP (mmHg)	117.7±31.2	124.9±27.4	137.6±29.4	120.8±16.3	128.6±28.2	0.03
DBP (mmHg)	73.7±23.7	78.0±21.5	80.0±19.7	72.8±13.4	77.7±20.2	0.55
HR (/min)	102.1±20.4	93.0±17.1	85.8±14.9	89.6±14.6	90.7±16.9	0.01
RR (/min)	18.5±3.7	18.9±6.0	18.4±4.2	16.5±3.6	18.4±4.9	0.41
SpO <sub>2</sub> (%)	97.7±1.8	95.5±8.3	96.3±3.6	95.8±5.4	96.1±5.9	0.69
Intubation (%)	5 (38.5)	21 (40.4)	20 (37.7)	3 (17.6)	49 (36.3)	0.39
Admission (%)	12 (92.3)	43 (82.7)	44 (83.0)	14 (82.4)	113 (83.7)	0.85
Mortality (%)	0	6 (11.5)	5 (9.4)	0	12 (8.9)	0.59
Urine alkalinization (%)	7 (53.8)	1 (1.9)	0	0	8 (5.9)	0.00
Hemodialysis (%)	3 (23.1)	8 (15.4)	6 (11.3)	2 (11.8)	19 (14.1)	0.72
Echocardiography (%)	4 (30.8)	10 (19.2)	14 (26.4)	2 (11.8)	30 (22.2)	0.49

n: number, M: Male; F: Female, GCS: Glasgow coma scale, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, RR: respiratory rate, SpO<sub>2</sub>: saturation of peripheral oxygen.

**Table 2.** Comparison of laboratory results among all groups

	Chlorophenoxy group (n=13)	Glyphosate group (n=52)	Glufosinate group (n=53)	Others (n=17)	Total (n=135)	p-value
Hg (g/dL)	15.1±1.4	14.3±1.9	13.8±2.0	14.8±1.3	14.3±1.9	0.06
Hct (%)	45.1±4.1	42.0±7.8	41.2±5.6	44.2±3.6	42.3±6.3	0.04
WBC (×10 <sup>3</sup> /μL)	17.8±2.1	18.9±3.7	11.3±6.0	11.1±5.6	14.8±2.4	0.38
Platelet (×10 <sup>3</sup> /μL)	297.2±191.2	278.3±121.2	235.4±54.1	252.7±59.1	260.2±104.9	0.11
ABGA						
PO <sub>2</sub> (mmHg)	127.7±68.9	124.2±85.5	107.8±52.4	131.4±61.8	123.0±63.1	0.32
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	35.2 (10.0)	33.1 (11.5)	32.9 (11.1)	34.6 (7.9)	33.9 (9.7)	0.73
BE	-4.1 (3.6)	-4.2 (5.1)	-5.2 (7.0)	-2.7 (5.2)	-4.1 (5.6)	0.34
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	21.5 (3.3)	19.9 (5.6)	19.4 (7.3)	21.1 (6.2)	20.0 (5.8)	0.86
BUN (mg/dL)	18.1±9.7	15.2±6.8	17.8±10.0	14.4±10.8	16.4±9.1	0.35
Cr (mg/dL)	1.1 (0.4)	1.1 (0.4)	1.0 (0.5)	0.9 (0.5)	1.0 (0.4)	0.79
AST (IU/L)	35.0 (14.0)	31.0 (18.0)	25.0 (20.0)	22.0 (12)	29.0 (18.0)	0.37
ALT (IU/L)	22.0 (20.0)	23.0 (19.0)	16.5 (16.0)	19.0 (12.0)	21.0 (18.0)	0.20
CRP (mg/dL)	0.3 (0.9)	0.5 (11.3)*	0.2 (0.7)	0.1 (0.2)	0.3 (2.9)	0.02
Ammonia	40.1 (60.0)	122.0 (763)**	58.0 (63)	26.0 (63)	72.0 (130)	0.02
CK (IU/L)	233 (206.8)	125.0 (173.5)	105.5 (128.3)	118.0 (124.5)	122.0 (149.5)	0.43
CK-MB (μg/L)	5.2 (4.3)	1.5 (2.0)	1.9 (1.8)	1.0 (1.8)	1.7 (2.4)	0.22
TnI (ng/mL)	0.01 (0.029)	0.01 (0.003)	0.01 (0.014)	0.01 (0.011)	0.01 (0.01)	0.02
Urinalysis pH	5.9±0.9	5.8±0.8	5.8±0.8	5.9±0.9	5.8±0.8	0.92

\*, \*\*: p<0.008, Bonferroni correction method

Hg: hemoglobin, Hct: hematocrit, WBC white blood cell, ABGA: arterial blood gas analysis, PO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> partial pressure, PCO<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub> partial pressure, BE: base excess, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bicarbonate, BUN: blood urea nitrogen, Cr: creatinine, AST: aspartate transaminase, ALT: alanine transaminase, CRP: C-reactive protein, CK: creatine kinase, CK-MB: creatine kinase MB isoenzyme, TnI: troponin I

**Table 3.** Toxic symptoms and signs after acute chlorophenoxy herbicide poisoning

Case	Sex/Age	Ingredient	Ingested amount (mL)	Symptoms and signs	Result
1	F/42	dicamba	200	GI (heartburn)	Alive
2	M/55	dicamba	300	N/A	Alive
3	F/67	dicamba	100	N/A	Alive
4	M/54	dicamba	160	GI (nausea)	Alive
5	M/48	MCPD	100	NR (confusion), GI (pancreatitis)	Alive
6	M/61	MCPD	400	NR (seizure, confusion), CV (hypotension)	Alive
7	F/44	MCPD	unknown	NR (mental change)	Alive
8	M/37	2, 4-D	60	GI (heartburn)	Alive
9	M/40	MCPD	150	GI (vomiting, heartburn)	Alive
10	F/54	MCPD	100	GI (vomiting, heartburn)	Alive
11	M/63	MCPD	100	GI (vomiting, heartburn)	Alive
12	M/66	MCPA	unknown	GI (nausea, abdominal discomfort)	Alive
13	M/34	MCPA	3g	GI (nausea)	Alive

GI: gastrointestinal, NR: neurologic, CV: cardiovascular, N/A: not available

총 11명으로, 사망률은 8.1%였다. 또한 본 연구의 대상 기간 동안 생산, 판매, 유통이 금지되었음에도 불구하고 여전히 급성 paraquat 중독으로 내원한 환자가 30명으로, 타 원인으로 전원되어 생존여부를 확인하지 못한 6명을 제외한다면 나머지 24명은 모두 사망하였다. 그러므로 향후 paraquat

를 포함한 제초제들에 대한 적극적인 중독 예방이나 관리 체계가 필요할 것으로 판단한다.

또한 급성 제초제 중독과 관련하여 glyphosate 제제 38.5%, glufosinate 제제 39.2%, chlorophenoxy 제제 9.6%, 기타 제제 12.6%의 비율로 발생하였는데, paraquat

중독과 비교할 때 사망률이 낮고, 판매 금지 이전에 비해 급성 제초제 중독에 의한 사망률이 감소하였다고 할 지라도<sup>1)</sup> 여전히 glyphosate 제제나 glufosinate 제제에 의한 중독이 발생하고 있음을 확인할 수 있었다. 이와 관련하여 chlorophenoxy 제제나 기타 제제로 만들어진 제초제 중독에 의한 사망은 발생하지 않았다 하더라도 다른 제초제 중독에 의한 사망이 발생하는 점을 고려할 때 이들의 치료 및 예방에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 생각한다.

본 연구에서 chlorophenoxy 계 제초제 중독의 자세한 성분은 dicamba (3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid), 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid), MCPP (methylchlorophenoxypropionic acid), MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid) 였다(Table 3). 이들의 중독 증상 및 징후와 관련하여 위장관계 증상 및 징후가 비교적 많은데 이는 chlorophenoxy계 제초제가 위장관 경로를 통해 잘 흡수되는 반면 위장관 점막에 중등도 자극성을 보이기 때문이라 생각한다. 이러한 자극 증상으로 인해 구강 및 식도 화학성 화상, 복통, 설사가 발생할 수 있으며 심한 경우 위장관 출혈도 발생할 수 있다<sup>5)</sup>. 본 연구에서는 지속되는 심한 위장관계 증상 및 징후를 호소하는 환자들은 없었으나, 지속되는 경우 중증 중독 및 치명적인 합병증이 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다. chlorophenoxy 중독과 관련된 연구 결과 보고가 많지 않은 국내 현실에서 이러한 연구 결과들이 향후 연구에 중요한 기반이 될 수 있을 것으로 생각한다.

중례 6의 환자와 같이 의식 소실, 전신 경련이 발생하는 경우 중증 중독으로 간주할 수 있는데, chlorophenoxy계 제초제의 중추신경계에 대한 다른 독성 증상 및 징후로 과다근육긴장증, 과다반사 등의 상부운동신경계 증상 및 축동, 운동실조가 있으며, 치명적 중독의 경우 대부분 혼수가 발생한다<sup>6)</sup>. 초기 중독 증상 및 징후가 중추신경계 중독 증상 및 징후를 포함하는 경우 중증 중독을 시사하므로 이에 대한 적극적인 치료가 필요할 것으로 판단한다. Bradberry 등<sup>5)</sup>에 따르면, 기타 중독 증상 및 징후로 저혈압, 대사성 산증, 횡문근융해증, 급성신손상이 발생할 수 있다고 하였다.

대조군 연구에 의한 결과는 아니지만, 급성 chlorophenoxy계 제초제 중독 환자에서 소변의 알칼리화를 통해 중독 물질 제거를 촉진시킬 수 있기 때문에 강제 알칼리화 이뇨(forced alkaline diuresis)법이 치료법 중 하나로 알려져 있다<sup>6,7)</sup>. 음독한 1시간 이내에 혈중농도가 상승되며, 음독 후 7-12시간에서 혈중 최고 농도를 보인다. Bradberry 등<sup>8)</sup>에 따르면 2,4-D는 소변 pH가 5.1-6.5인 경우 반감기가 219시간인 반면 소변 pH가 7.55-8.8인 경

우 4.7시간으로 감소하며, mecoprop (MCP)은 pH가 5.1-6.5인 경우 반감기가 39시간인 반면 소변 pH가 7.55-8.8인 경우 14시간으로 감소한다. 본 연구에서도 7명 (53.8%)의 환자에서 시행되었는데, 실제 약물 농도를 측정하지 못했고, 치명적인 합병증이 발생한 경우가 없었기 때문에 소변의 알칼리화 치료 효과를 판단하기는 어려울 것으로 생각한다. 그러나, Durakovic 등<sup>9)</sup>에 따르면 혈액 투석을 통한 chlorophenoxy의 제거가 단순 알칼리화 이뇨법 보다 더 효과적인 것으로 보고하고 있다. 관련된 추가 연구가 필요하리라 생각한다.

Glyphosate 중독과 glufosinate 중독이후 발생하는 사망을 살펴보면, glyphosate 중독의 경우 과량 음독시에 흡인성 폐렴, 폐부종, 저혈압, 대사성 산증, 심실 부정맥이 발생하여 수시간 안에 발생할 수 있으며, glufosinate 중독의 경우 말초혈관 확장, 심근병증, 저혈압, 경련, 기억상실, 호흡 정지가 발생하여 수시간 안에 발생할 수 있지만 지연성으로 수일 후에도 발생할 수 있다<sup>10)</sup>. Glufosinate 중독과 관련하여 중독이후 암모니아의 농도의 변화가 예후와 관련이 있다고 하였는데, 사망과 관련된 결과는 아니지만 본 연구에서도 glyphosate 중독군에서 암모니아 농도가 다른 군들에 비해 통계적으로 유의하게 높았는데 glyphosate 제제의 독성 기전이 혈중 암모니아 농도를 높이는 것이 분명하지 않다는 점을 감안할 때, ammonium salt가 계면활성제로 사용된 제품의 중독이 많았을 것으로 추정한다. 또한 glyphosate 군에서 CRP가 다른 군에 비해 통계적으로 유의하게 높았는데 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단한다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 단일 센터에서 진행한 후향적 연구로 chlorophenoxy 제초제 중독 환자 수가 비교적 적은 연구이기 때문에 치명적인 합병증 등과 같은 결과에 치우침(bias)이 있을 수 있으므로, 결과 해석 시 주의하여야 한다. 그러나, chlorophenoxy 제초제 중독 이외에도 다른 제초제 중독들을 포함하고 있고, 본 기관이 권역센터 및 급성 중독 치료센터를 운영하고 있다는 점을 감안할 때 급성 제초제 중독에 대한 역학과 관련된 경향성을 제시하는데는 의미가 있을 것으로 판단한다. 둘째, 본 연구에서 주요한 변수들인 음독 후 내원한 시간과 음독량이 환자와 기타 정보 제공자의 진술에만 의존하기 때문에 부정확할 수 있다. 중증 합병증이나 치명성이 음독량과 관련될 가능성이 높다는 점을 감안할 때 결과 해석 시 주의하여야 할 것으로 판단한다. 셋째, chlorophenoxy 제초제 중독 치료와 관련하여 비교적 적은 대상자가 포함된 연구이기 때문에 소변의 알칼리화에 대한 치료 효과를 판정할 수 없었다. 투석 등과 같은 적극적인 체외제거법

외에도 소변의 알칼리화 치료가 응급실에서 주요한 치료가 될 수 있다는 점을 감안할 때 향후 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단한다.

## 결론

결과적으로 본 연구 결과에 따르면 paraquat 판매 중단 이후 제초제 중독에 의한 급성 사망은 glyphosate계나 glufosinate계 제초제에 의해 여전히 적지 않은 빈도로 발생하고 있으며, chlorophenoxy계 제초제 중독의 임상 양상은 경한 위장관계 증상부터 호흡부전(38.5%), 저혈압(7.7%), 의식변화(23.1%), 경련(7.7%)과 같은 중증 중독 증상까지 다양하였으나, 초기에 적절한 치료가 시행되는 경우 chlorophenoxy계 제초제에 의한 치명성을 낮출 수 있을 것으로 보인다.

## ORCID

Hakyoon Song (<https://orcid.org/0000-0002-6846-7673>)

Sangchun Choi (<https://orcid.org/0000-0003-2271-3434>)

## 참고문헌

1. Ko DR, Chung SP, You JS, et al. Effects of paraquat ban on herbicide poisoning-related mortality. *Yonsei Med J*. 2017;58:859-66.
2. Kim YK, Kim KH, Moon HJ, et al. Predicting acute Intoxication of glufosinate-containing Herbicides: a comparative study of a group with complication versus the others without com-

- plication in single institution. *J Korean Soc Emerg Med*. 2016;27:52-60.
3. Jeong WJ, Choi SM, Lee MJ, et al. Prognostic predictors of outcome for poisoning by glyphosate-containing Herbicides, based on initial findings in the emergency department. *J Korean Soc Emerg Med*. 2006;17:630-6.
4. Cho SH, Cho NS, Kim SK. Case report of a severely chlorophenoxy-herbicide-poisoned patient treated with hemodialysis. *J Korean Soc Emerg Med*. 2002;13:578-81.
5. Bradberry SM, Watt BE, Proudfoot AT, et al. Mechanisms of toxicity, clinical features, and management of acute chlorophenoxy herbicide poisoning: a review. *J Toxicol Clin Toxicol*. 2000;38:111-22.
6. Flanagan RJ, Meredith TJ, Ruprah M, et al. Alkaline diuresis for acute poisoning with chlorophenoxy herbicides and ioxynil. *Lancet*. 1990;335:454-8.
7. Schmoltdt A1, Iwersen S, Schlüter W. Massive ingestion of the herbicide 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid (MCPA). *J Toxicol Clin Toxicol*. 1997;35:405-8.
8. Bradberry SM, Vale JA, Watt BE, Proudfoot AT. Chlorophenoxy herbicides. In: Brent J, Wallace KL, Burkhart KK, Phillips SD, Donovan JW, eds. *Critical care toxicology: Diagnosis and Management of the critically poisoned patient*. 1st ed. Philadelphia, Pennsylvania USA: Elsevier Mosby; 2005. p.903-6.
9. Durakovic Z, Durakovic A, Durakovic S, et al. Poisoning with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid treated by hemodialysis. *Arch Toxicol*. 1992;66:518-21.
10. Hori Y, Tanaka T, Fujisawa M, et al. Toxicokinetics of DL-glufosinate enantiomer in human BASTA poisoning. *Biol Pahrn Bull*. 2003;26:540-3.