

원 저

## Glyphosate와 Glufosinate 제초제 중독 환자의 임상양상과 중증도 비교

조선대학교 의과대학 응급의학교실

주형선 · 유태호 · 조수형

### Comparison of Clinical Characteristics and Severity of Glyphosate and Glufosinate Herbicide Poisoning Patients

Hyung Sun Joo, M.D., Tae Ho Yoo, M.D., Soo Hyung Cho, M.D.

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

**Purpose:** The number of glyphosate and glufosinate intoxication cases are increasing in Korea. This study was undertaken to compare the clinical manifestations of poisoning by these two herbicides and to document severities and clinical outcomes.

**Methods:** We retrospectively evaluated cases of glyphosate or glufosinate intoxication among patients that visited our emergency department between January 1, 2013, and December 31, 2017. Incidences of intoxications were analyzed over this five year period, and underlying diseases, transportation, mental state, shock occurrence, inotropics, gastric lavage, charcoal administration, intubation and ventilator therapy, and hemodialysis were investigated. In addition, we included transfer to the intensive care unit, incidences of pneumonia and of other complications, death, and hopeless discharge.

**Results:** There were 119 cases of glyphosate intoxication and 42 of glufosinate intoxication. Levels of consciousness were lower for glufosinate and vasopressor usage was higher due to a high shock rate ( $p=0.019$ ). In addition, many patients were referred to the ICU for intubation and ventilation. The incidences of pneumonia and of other complications were significantly higher for glufosinate.

**Conclusion:** Overall glufosinate intoxication was found to be more severe than glyphosate intoxication as determined by complication and ICU admission rates.

**Key Words:** Glyphosate, Glufosinate, Herbicides, Severity

## 서론

2012년 중독에 의한 수많은 사망 환자를 발생시켰던 그라목손(Gramoxon, Syngenta AG)이 판매금지 되면서 국내에서 자살 목적으로 농약을 음독한 환자의 발생 양상에 큰 변화가 있었다. 이와 같은 변화 중에 그라목손 대신 glyphosate와 glufosinate를 음독하여 내원한 환자수가 증가하였고 제초제 중독 환자 중 가장 많은 발생 건수를 차지하고 있다<sup>1)</sup>.

2016년 중독 환자의 사망수를 보면 glyphosate가 전체 중독 사망 환자에서 일산화탄소 중독에 이어서 2번째였고

책임저자: 조 수 형  
광주광역시 동구 필문대로 365  
조선대학교 의과대학 응급의학교실  
Tel: 062) 220-3285 Fax: 062) 224-3501  
E-mail: chosooh@chosun.ac.kr

투고일: 2018년 8월 1일 1차 심사일: 2018년 8월 11일  
게재 승인일: 2018년 10월 15일

\* 이 논문은 2013년도 조선대학교병원 선택진료학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

음독 물질 중에서는 가장 많았다<sup>2)</sup>. 이와함께 glufosinate의 발생 빈도도 꾸준히 증가하고 있고 사망환자도 느는 추세이다. 제초제가 농촌 지역에서 광범위하게 사용되고 있고 그라목손의 사용이 거의 없어졌다고 하더라도 자살 목적으로 사용될 수 있는 잠재적 중독 물질이 지속적으로 발생할 수 밖에 없는 현실에서 이러한 약물에 대한 지속적인 관리의 반드시 필요하다. Glyphosate-SH(N-phosphonomethyl glycine)는 그라목손에 비해 독성이 적기 때문에 전세계적으로 이용되고 있는 광범위 비선택성 제초제이고 glufosinate(glufosinate ammonium ammonium-DL-homoalanin-4-yl(methyl)phosphinate)는 1984년 일본에서 처음 합성된 비선택성 제초제로서 이 또한 그라목손에 비해 상대적으로 적은 독성을 나타내기 때문에 국내에서 많이 이용되고 있다.

Glyphosate와 glufosinate는 유기인계 제초제로 분류되는 공통성을 가지고 있고 유기인계라는 명칭이 붙어 있어서 유기인계 살충제와 혼동되어 임상에서 잘못된 치료가 이루어지기도 하는 제초제이기도 하다. 또한 두 가지 약제는 본제 이외에도 계면활성제(surfactant)의 구성 비율이 매우 높아 계면활성제에 의한 독성도 항상 고려해야 하는 특징이 있으며 본 성분에 부착되어 있는 암모니아(ammonium), 칼륨(potassium)과 같은 부성분에 의한 독성도 고려해야 하는 공통점을 가지고 있다.

그러나 두 가지 제초제는 화학적 특성 및 작용 기전이 다르기 때문에 나타나는 중독 임상양상과 예후가 다르게 나타날 가능성이 많지만, 지금까지의 연구는 각각의 제초제 성분에 대한 임상 분석과 예후에 관한 것이었고 공통성이 있는 두 제초제에 대한 비교 연구는 이루어지지 않았다<sup>3,4)</sup>. 본 연구는 두 제초제의 음독 시 나타나는 초기 임상 양상과 중증도, 임상 경과를 조사하여 각각의 제초제에 대한 특별한 임상양상을 비교해 보고자 하였고, 임상에서 응급실 진료의사와 입원 치료를 담당하는 의료진에게 두 제초제 중독 환자가 어느 정도의 중증도 차이를 보이는지를 알아봄으로써 도움을 주고자 하였다.

## 대상과 방법

### 1. 연구 대상과 자료수집

본 연구는 그라목손이 판매 금지된 2012년 이후인 2013년 1월 1일부터 2017년 12월 31일까지 5년간 조선대학교병원 응급의료센터에 내원한 중독 환자 중 glyphosate와 glufosinate를 한 스푼(5 mL) 이상 음독한 환자를 대상으로 후향적으로 연구를 시행하였다. 대상 환자 중 18세

이하의 소아환자, 2가지 이상의 농약이나 혼합 제제에 의한 중독 환자, 의무기록이 부실한 경우의 환자는 조사 대상에서 제외하였다.

5년간 내원한 두 제초제 음독의 발생 빈도를 조사하였고 두 제초제 음독환자들을 대상으로 의무기록의 자료를 이용하여 음독 후 내원 시간, 응급실 내원 시 생체 징후, 기저 질환, 전원 유무, 의식수준, 쇼크 발생 유무, 위세척 시행 여부, 활성탄 투여, 기관삽관과 인공호흡기 적용, 승압제 사용, 지속적 신대체치료(continuous renal replacement therapy) 적용 여부에 대해 조사하였다. 환자 결과에 대한 조사 항목으로는 입원 여부, 입원 기간, 중환자실 입원, 폐렴 발생, 기타 합병증 발생, 사망과 hopeless 퇴원에 대하여 조사하였다.

의식수준은 입원 도중 가장 좋지 않았던 수준을 조사하였고, 쇼크 발생 유무도 적절한 수액 요법으로 교정되지 않은 경우가 입원 도중 발생한 경우로 조사하였다. 기저질환은 고혈압, 당뇨, 만성 폐질환, 신장 질환, 뇌졸중을 대상으로 하였다. 합병증은 많이 발생하는 폐렴은 별도로 조사하였고 기타 합병증으로 패혈증, 신부전증, 폐부종, 심장효소의 상승을 보이는 심독성, 경련 등의 신경학적 증상을 대상으로 하였다. 음독 후 3시간 이내에 내원한 모든 환자는 활성탄 투여와 위세척을 시행하였고 3시간 이후에 내원한 경우는 당직 전문의의 결정에 의해 시행되었으며 이후 보존적인 치료가 진행되었다. Hopeless 퇴원은 입원 치료 중 회복의 가능성이 없다고 판단된 환자가 다른 병원으로 전원된 경우로 하였다.

본 연구는 조선대학교병원의 IRB 승인을 받은 후 시행되었다(IRB No. 2018-07-006).

## 2. 자료분석

자료값은 평균(표준편차)으로 표시하였고, 통계분석은 SPSS 23.0을 이용하였으며 카이제곱 검정을 이용하였다. *p*값이 0.05보다 작을 경우 의미 있는 것으로 해석하였다.

## 결 과

### 1. 연도별 발생 현황

연구 기간에 제초제 음독으로 분류된 발생건수는 총 244건이었고 이중에서 glyphosate의 중독 건수는 119건, glufosinate는 42건으로 총 161건이었으며 기타 제초제가 43건, 정확한 성분을 알지 못하거나 2가지 이상의 농약이 혼합된 제제, 의무기록의 미비로 제외된 경우가 40건

이었다. Glyphosate와 glufosinate는 2016년에 가장 많은 발생건수를 보였고 2017년에는 다시 감소하는 추세를 보였으나 연구 기간의 전반기(2013, 2014년)에 비해서 후반기(2016, 2017년)의 발생건수가 44건에서 86건으로 증가되는 결과를 보였다(Table 1, Fig. 1).

### 2. 기본특성 및 중독 발생 환경

조사 대상인 161명 환자의 기본적인 결과를 보면 평균 연령은 64±15세이고 남자가 114명, 여자가 47명이었다. 발생 지역 분포로는 광주광역시 거주민이 40명, 광주광역시 외 거주민이 121명이었다. 농어촌에 거주하는 사람은 113명이었으며 농어촌 외에 거주하는 사람은 48명이었다. 제초제 음독량은 적게는 10 mL부터 많게는 1000 mL 까지 음독한 경우가 있었으나 그 중 300 mL를 음독한 경우가 가장 많았다. 제초제 음독 후 바로 본원으로 내원한 경우는 47건이었으며, 타 의료기관을 경유하여 전원된 경우는 114건이었다. 기저질환을 가지고 있는 경우는 81명

이었으며, 그렇지 않은 경우는 80명이었다. 자살 목적으로 음독한 경우는 148명이었으며, 비의도적인 음독이었던 경우는 13명이었다(Table 2).

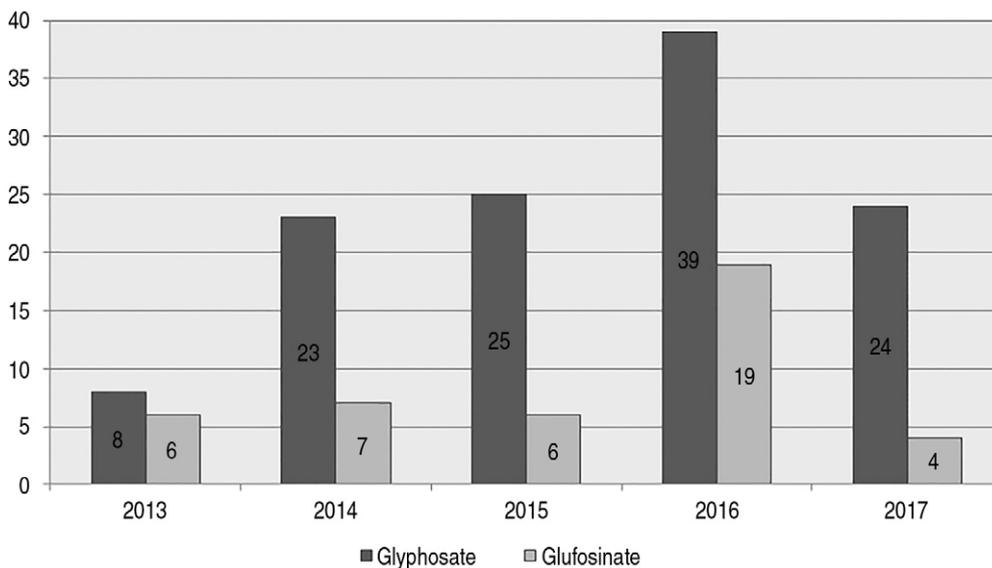
Glyphosate와 glufosinate를 비교한 결과는 성별, 연령별, 음독 후 내원 시간, 내원시 생체 징후, 기저 질환, 전원 유무, 위세척 및 활성탄 사용 모두에서 차이를 보이지 않았다(Table 2).

### 3. 치료 항목에 관한 중증도 비교

중독의 중증도에 해당하는 항목들에 대해 제초제 성분별로 분석하였을 때 통계적으로 유의한 차이들이 나타났다. 의식상태 변화의 경우 glyphosate를 음독했을 때 명료(alert)가 가장 빈도가 많았고 기면(drowsy), 혼미(stupor), 혼수(coma) 순으로 조사된 반면, glufosinate을 음독한 경우는 혼미가 가장 빈도가 많았고 기면, 혼수 순으로 조사되었으며 명료인 경우가 가장 적어 통계적으로 차이를 보였다( $p=0.000$ ) (Table 3).

**Table 1.** Incidence of glyphosate and glufosinate poisoning patients

Year	Glyphosate	Glufosinate	Total
2013	8 ( 6.7)	6 (14.3)	14
2014	23 (19.3)	7 (16.7)	30
2015	25 (21.0)	6 (14.3)	31
2016	39 (32.8)	19 (45.2)	58
2017	24 (20.2)	4 ( 9.5)	28
Total	119	42	161



**Fig. 1.** Comparison of glyphosate and glufosinate poisoning incidence.

**Table 2.** Comparison of basic characteristics of glyphosate and glufosinate poisoning patients

		Glyphosate (N=119)	Glufosinate (N=42)	Total (N=161)	<i>p</i> -value
Sex	Male	88 (77.2)	26 (61.9)	114	0.140
	Female	31 (22.8)	16 (38.1)	47	
Age		63±17	65±71		0.349
Time to visit from poisoning (minute)		289 (N=103)	301 (N=37)	140	0.878
Initial vital signs	SBP	119	124		0.184
	DBP	72	78		0.130
	HR	88	86		0.426
	RR	20	20		0.811
	BT	36.4	36.5		0.729
Underlying disease	Yes	55 (46.2)	16 (38.0)	71	0.080
	No	64 (53.8)	26 (62.0)	90	
Transportation	Yes	80 (67.2)	34 (81.0)	114	0.093
	No	39 (32.8)	8 (19.0)	47	
Gastric lavage	Yes	100 (84.0)	37 (88.0)	137	0.525
	No	19 (16.0)	5 (12.0)	24	
Charcoal apply	Yes	67 (56.3)	29 (69.0)	96	0.148
	No	52 (43.7)	13 (31.0)	65	

N: number, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, RR: respiratory rate, BT: body temperature

**Table 3.** Comparison of treatment of glyphosate and glufosinate poisoning patients

		Glyphosate (N=119)	Glufosinate (N=42)	Total (N=161)	<i>p</i> -value
Mental state after visit	Alert	58 (48.7)	7 (16.6)	65	0.000
	Drowsy	33 (27.7)	9 (21.4)	42	
	Stupor	17 (14.2)	17 (40.6)	34	
	Semicoma	11 ( 9.4)	9 (21.4)	20	
Intubation & ventilator apply	Yes	34 (28.5)	33 (78.5)	67	0.000
	No	85 (71.5)	9 (21.5)	94	
Inotropics	Yes	25 (21.0)	16 (38.0)	41	0.029
	No	94 (79.0)	26 (62.0)	120	
Shock occurrence	Yes	26 (21.8)	17 (40.4)	43	0.019
	No	93 (78.2)	25 (59.6)	118	
CRRT apply	Yes	6 ( 5.0)	2 ( 4.7)	8	1.000
	No	113 (95.0)	40 (95.3)	153	

CRRT: continuous renal replacement therapy, N: number

쇼크의 발생에 있어서도 차이가 있었다. Glyphosate를 음독한 경우는 119명의 환자 중 26명(21.8%)이 쇼크에 빠졌는데, glufosinate을 음독한 경우는 쇼크에 빠진 경우가 총 42명 중 17명(40.5%)으로 통계적으로 의미있는 결과가 나타났다( $p=0.019$ ) (Table 3). 승압제 사용여부는 glyphosate 중독 환자의 경우 119명 중 25명(21%)에 대해서 승압제가 사용되었고, glufosinate 중독 환자의 경우에는 42명 중 16명(38%)에서 승압제가 사용되어 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.029$ ) (Table 3).

기관삽관 및 인공환기를 시행한 경우에 있어서도 제초제 성분별 유의한 차이를 보였는데 glyphosate를 음독한 경우는 119명 중 34명(29%)이 기관삽관 및 인공환기를 시행하였고 glufosinate을 음독한 경우는 42명 중 33명(79%)이 기관삽관 및 인공환기를 시행하여 통계적으로 의미있는 차이를 보였다( $p=0.000$ ) (Table 3). 지속적 신대체치료를 적용한 경우에는 두 군의 차이는 발생하지 않았다(Table 3).

4. 환자 결과에 대한 비교

1명의 환자를 제외하고 모든 환자가 입원하였고 입원 기간은 glufosinate의 경우가 8.46일로 glyphosate의 4.76일보다 통계적으로 의미있게 길었다. 중환자실 입원 여부에 있어서도 유의한 차이가 나타났는데 glyphosate를 음독한 경우는 중환자실에 119명 중 49명(41%)이 입원하였으나, glufosinate을 음독한 경우 총 42명 중 32명(76%)이 중환자실에 입원하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.000$ ) (Table 4).

폐렴 발생 여부에 있어서 glyphosate를 음독한 경우는 119명 중 38명(32%)이 폐렴이 발생하였으나, glufosinate을 음독한 경우는 42명 중 29명(69%)에서 폐렴이 발생하여 통계적으로 유의하게 많았다( $p=0.000$ ). 폐렴을 제외한 기타 합병증이 발생한 경우도 glyphosate의 경우는 51명(42.8%)이었고 glufosinate의 경우에는 31명(73.8%)으로 통계적으로 의미있는 차이를 보였다( $p=0.001$ ) (Table 4).

사망하거나 hopeless 전원을 간 경우는 glyphosate의 경우 12명(10%), glufosinate의 경우 3명(7.1%)이었고 통계학적 차이는 보이지 않았다(Table 4).

고 찰

기존에 제초제로서 널리 사용되어 왔던 그라목손은 인체에 흡수될 경우 유리기(free radical)에 의한 폐 섬유화 및 다발성 장기부전, 경련 등 치명적이고 치료가 어려운 중독 증상(toxidrome)을 보여 우리나라에서는 2012년 완전히 판매가 중단되었다. Glyphosate와 glufosinate는 화학적 특성 및 작용 기전은 다르지만 그라목손을 대신하여 우리나라를 비롯하여 전세계적으로 사용되는 대표적인

제초제이다. 본 연구는 그라목손이 판매 중지된 이후 제초제 중독의 주류가 된 glyphosate와 glufosinate 환자군의 임상 양상 및 중증도, 합병증 발병에 대하여 조사하여 두 제초제를 비교해 봄으로써 임상에서 치료를 담당하는 의료진에게 도움을 주고자 시행하였다. 제초제의 종류가 많은 glyphosate 중독 건수가 glufosinate보다 훨씬 많았으나 glufosinate 중독 환자의 입원 기간과 중환자실 입원률이 더 높았고 중증도와 관련된 조사 항목에서도 glufosinate 중독 환자의 경우가 더 높게 조사되었다.

Glyphosate와 glufosinate는 비알라포스와 더불어 인 및 아미노산 그룹이 포함된 비선택적 제초제로 유기인이 포함되었다는 점에서 유기인계 살충제와 혼동할 수 있으나 계통적으로 다른 제제이다. Glyphosate는 그 자체만으로는 식물에 선택적인 독성을 나타내며 포유동물에서는 대사되지 않고 소변으로 배출되어 상대적으로 낮은 독성을 보이나, 시판되는 형태에는 다양한 계면활성제 및 보조제를 함유하고 있어 계면활성제와 glyphosate의 상대적인 분포에 따라 중독 증후군이 다양할 수 있으며 여러 연구에서 glyphosate 자체만 투여했을 때보다 계면활성제만 혹은 계면활성제 복합제제를 투여했을 때 독성이 더욱 크다고 보고되었다<sup>3,4,6</sup>. Glufosinate는 글루타민산의 인산 유도체로 다양한 계면활성제를 포함하는 암모니움 염의 형태로서 사용되어온 제초제<sup>7</sup>로 경구 흡수시 glyphosate와 마찬가지로 대사되지 않은 형태로 소변을 통해 배출되며 포함된 계면활성제로 인해 급성 경구중독 이후 순환 부전 등의 중증 증상이 나타나 약동학적으로 유사한 특성을 보인다<sup>8,9</sup>. 또한 특별한 해독제가 없으며 일반적인 중독 치료의 프로토콜을 따라 치료한다는 점에서 임상적으로 구분하는 것을 간과할 가능성이 있다. 하지만 신기능이 정상인 경우 glyphosate의 혈액에서의 제거 반감기는 2-3시간

Table 4. Comparison of results of glyphosate and glufosinate poisoning patients

		Glyphosate N=119	Glufosinate N=42	Total	p-value
Addimision	Yes	118 (99.1)	42 (100)	160	1.000
	No	1 ( 0.9)	0 (0)	1	
Addimision period (day)		4.76	8.46	160	0.000
Transfer to ICU	Ward	70 (58.8)	10 (23.8)	80	0.000
	ICU	49 (41.2)	32 (76.2)	81	
Pneumonia	Yes	38 (31.9)	29 (69.0)	67	0.000
	No	81 (68.1)	13 (31.0)	94	
Complication	Yes	51 (42.8)	31 (73.8)	82	0.001
	No	68 (57.2)	11 (26.2)	79	
Death and hopeless transfer	Yes	12 (10.0)	3 ( 7.1)	15	0.761
	No	107 (90.0)	39 (92.9)	146	

ICU: intensive care unit, N: number

이나, glufosinate는 9.6시간으로 더 길어 중독 증상의 발현 기간 및 중증도, 합병증에 차이가 있을 수 있다<sup>3,8)</sup>.

이전의 연구를 토대로 볼 때, 두 제초제 중독은 임상 양상에서도 차이를 보인다. Glyphosate 중독은 주로 소화기, 호흡기, 심혈관계, 중추신경계 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다<sup>10-13)</sup>. 중독의 초기 증상으로 Jeong 등<sup>14)</sup>이 구역(56%), 구토(36%), 인후통(33%)을 보고하였고, 다른 여러 연구에서도 마찬가지로 소화기계 증상이 빈번히 발생함이 보고되었다<sup>15,16)</sup>. 음독량이 많지 않은 경우 대부분 가벼운 구강 및 위장관 증상을 보이다가 24시간 내에 소실되며 다른 합병증 없이 회복되는 것으로 알려져 있으나 과량 음독시 폐렴, 폐부종, 신부전, 쇼크 등의 치명적 합병증이 발생하여 사망할 수 있다<sup>17-19)</sup>. 그러나 초기에 특별한 증상이 없던 경우에서도 12시간 이후에 저혈압, 흡인성 폐렴, 폐부종, 호흡부전 등의 중증 합병증이 발생한 경우가 보고되었다<sup>20,21)</sup>. 한편 glufosinate 음독에서는 Hwang 등<sup>22)</sup>의 보고에 의하면 무증상을 보이는 경우도 27%로, 모든 환자에게서 중독 증상이 발생하는 것은 아니지만 중독 증상은 주로 초기에 glyphosate와 유사한 위장관 자극 증상을 보인다<sup>8,23)</sup>. 하지만 glyphosate와 다르게, 주로 노출 4시간 이후 지연성으로 발생하는 중추신경계 증상이 특징인데, 주로 의식 저하 및 기억 상실과 같은 의식 상태의 변화와 호흡중추의 억제에 따른 호흡저하, 무호흡증, 호흡정지, 경련 등이 있다<sup>8,9,23)</sup>. 두 가지 제초제 모두에서 초기부터 증상을 보이는 경우도 있으나 초기에 증상이 없다가 지연성 합병증의 발생이 보고되고 있어 연구를 시행한 본 의료기관을 비롯하여 다른 의료기관에서도 입원 치료를 근간으로 해야 한다고 판단되며 본 연구의 대상에서도 1명의 환자를 제외하고는 모두 입원 치료를 시행하였다.

이전의 연구를 바탕으로 확인한 두 가지 제초제의 중독 학적인 유사성과 차이점으로 인해 중독환자군의 증상, 중증도에 대한 비교가 필요함을 전제로 하여 연구를 시행하였으며 단일 병원에서 2013년부터 2017년까지 총 5년간 단일 제제를 음독하여 치료한 161명의 환자를 대상으로 하였다. 환자군 간의 성별, 병력, 초기 생체징후 등 기본적인 특성은 차이가 없었으나, glyphosate 중독 환자군 119명, glufosinate 중독 환자군 42명으로 표본의 크기에 차이가 있었고 이것은 제초제의 종류에 따른 사용 빈도의 차이에 의한 것으로 추정된다. 의식 상태의 변화는 glyphosate 중독 환자군에서 명료(48.7%), 기면(27.7%) 순으로 비교적 양호한 의식 수준이 주를 이룬 것에 비하여 glufosinate 중독 환자군에서는 혼미(40.6%), 혼수(21.4%) 순으로 의식 저하가 심각하였으며, 이것은 glufosinate가 중추신경계 영향이 훨씬 더 강력함을 보여준 결과로 판단된다. 쇼크의

발생율도 glufosinate 중독 환자군(40.5%)에서 glyphosate 중독 환자군(21.8%)에 비해 발생 빈도가 높았고 이 때문에 승압제 사용도 glufosinate 중독 환자군에서 38%로 glyphosate 중독 환자군 21%에 비해 높았으며, 기관 삽관 및 인공환기의 시행 빈도 역시 glufosinate 중독 환자군에서 79%로 glyphosate 중독 환자군의 29%에 비해 월등히 높은 결과를 보였다. 결과적으로 중환자실로의 입원이 glufosinate 중독 환자군에서 76%로 glyphosate 중독 환자군(41%)에 비해 더 많았고 이중에는 일반 병실로 입원했다가 경련 등의 증상과 함께 의식 저하가 발생되어 다시 중환자실로 옮겨간 환자도 포함되었다. 합병증으로서 폐렴이 발생한 경우 역시 glufosinate 중독 환자군이 69%, glyphosate 중독 환자군이 32%로 glufosinate 중독 환자군에서 월등히 높은 비율을 보였고, 패혈증이나 신부전, 폐부종, 심독성 등의 폐렴 이외의 합병증 조사에서도 glufosinate 중독 환자군에서 높은 발생율을 보였다. 그러나 사망율의 비교에서는 두 중독 환자의 경우가 비슷하였고 이것은 glufosinate의 발생 건수가 상대적으로 적어 일정 부분 영향을 주었을 것이라고 추정되고 다기관 조사가 필요하리라 생각된다.

본 연구는 5년간 단일 병원에 내원하여 치료한 환자를 대상으로 시행하였고, 비교적 일관된 치료 프로토콜을 적용하여 다기관 연구에 비하면 결과에 임상적인 신빙성을 더 할 수 있겠으나 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 후향적인 연구로 환자들이 음독한 약물의 상품명이나 그에 따른 각 제초제와 계면 활성제의 비율에 따른 임상 경과의 영향 정도를 확인할 수 없었다. 둘째로는 단일 기관에서 시행된 연구이기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 제한이 따를 것으로 판단된다. 또한 음독한 양 및 음독 당시의 증상들을 바로 본원으로 내원하지 않은 경우 주로 보호자들을 통한 병력 청취에 의존하다 보니 용량-반응 관계, 음독경과 시간에 따른 중증도의 정도 등에 대한 정확한 비교에 한계가 있었다. 셋째로는 단일 기관의 연구로 인한 중독 환자 건수의 한계와 glyphosate의 발생 건수와 비교하여 glufosinate의 발생 건수가 적어 정확한 통계학적 비교를 하는데 영향을 미칠 수 있으리라 하는 것이다. 추후 기준에 연구되었던 각 제초제의 중증도 위험인자들을 기반으로 한 상세하고 다면적인 비교 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 결론

Glufosinate 중독 환자군에서 의식 저하 정도, 쇼크 발생 빈도, 승압제 사용 빈도, 기관 삽관 및 기계 환기 적용 빈도, 입원 기간과 중환자실 입원 비율, 폐렴 및 기타 합병

증의 발생 빈도가 glyphosate 중독 환자군에 비해 높게 나타났고, 이것은 glufosinate 중독 환자군의 중증도가 높은 것으로 추정할 수 있다.

## ORCID

Soo Hyung Cho (<https://orcid.org/0000-0001-6010-730X>)

Hyung Sun Joo (<https://orcid.org/0000-0002-9415-761X>)

## 참고문헌

- Ko DR, Chung SP, You JS, Cho SH, Park YG, Chun BJ, et al. Effects of paraquat ban on herbicide poisoning-related mortality. *Yonsei Med J* 2017;58(4):859-66.
- Chung SP, Lee MJ, Kang HG, Oh BJ, Kim H, Kim YW, et al. Analysis of poisoning patients using 2016 ED based injury in-depth surveillance data. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2017;15(2):86-93.
- Roberts DM. Herbicides. In: Hoffman RS, Howland MA, Lewin NA, Nelson LS, Goldfrank LR, editors. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies* 10<sup>th</sup>ed. New York: McGraw-Hill; 2015. p.1400-3.
- Bradberry SM, Proudfoot AT, Vale JA. Glyphosate poisoning. *Toxicol Rev* 2004;23:159-67.
- Lee HL, Kan CD, Tsai CL, Liou MJ, Guo HR. Comparative effects of the formulation of glyphosate-surfactant herbicides on hemodynamics in swine. *Clin Toxicol(Phila)* 2009; 47:651-8.
- Seok SJ, Park JS, Hong JR, Gil HW, Yang JO, Lee EY, et al. Surfactant volume in an essential element in human toxicity in acute glyphosate herbicide intoxication. *Clin Toxicol (Phila)* 2011;49:892-9.
- Lee SW, Hong YS, Kwon WY, Park JS, Eo EK, Lee MJ, et al. Epidemiology and clinical analysis of poisoning of glufocinate herbicide - Multicenter study -. *J Korean Soc Emerg Med* 2007;5:1-7.
- Roberts DM. Herbicides. In: Hoffman RS, Howland MA, Lewin NA, Nelson LS, Goldfrank LR, editors. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies* 10<sup>th</sup>ed. New York: McGraw-Hill; 2015. p.1401-2.
- Hirose Y, Kobayashi M, Koyama Y, Tanaka T, Honda H, et al. A toxicokinetic analysis in patient with acute glufosinate poisoning. *Hum Exp Toxicol* 1999;18:305-8.
- Sorensen FW, Gregersen M. Rapid lethal intoxication caused by the herbicide glyphosate-trimesium (Touchdown). *Hum Exp Toxicol* 1999;18:735-7.
- Pushnoy LA, Avnon LS, Carel RS. Herbicide (Roundup) pneumonitis. *Chest* 1998;114:1769-71.
- Hung DZ, Deng JF, Wu TC. Laryngeal survey in glyphosate intoxication: a pathophysiological investigation. *Hum Exp Toxicol* 1997;16:596-9.
- Chang CB, Chang CC. Refractory cardiopulmonary failure after glyphosate surfactant intoxication: a case report. *J Occup Med Toxicol* 2009;30:4-2.
- Jeong WJ, Choi SM, Lee MJ, Choi KH, Park KN, Lee WJ, 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.
- Lee CH, Shih CP, Hsu KH, Hung DZ, Lin CC. The early prognostic factors of glyphosate-surfactant intoxication. *Am J Emerg Med* 2008;26:275-81.
- Eun HM, Paik JH, Suh JH, Jung JH, Eo EK, Roh HK. The clinical feature and prognostic factor of glyphosate intoxication patients. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2013;11:89-95.
- Sribnaditmongkol P, Jutavijittum P, Pongraveevongsa P, Wunnapak K, Durongkadech P. Pathological and toxicological finding in glyphosate-surfactant herbicide fatality. *Am J Forensic Med Pathol* 2012;33:234-7.
- Moon JM, Chun BJ. Predicting acute complicated glyphosate intoxication in the emergency department. *Clin Toxicol (Phila)* 2010;48:718-24.
- Song MR, Jin YH, Yoon JC, Jeong TO, Lee JB. Predictive factors for early hospital discharge in glyphosate surfactant herbicidal poisonings. *J Korean Soc Emerg Med* 2009; 20:666-72.
- Stella J, Ryan M. Glyphosate herbicide formulation: a potentially lethal ingestion. *Emerg Med Australas* 2004;16:235-9.
- Talbot AR, Shiaw MH, Huang JS, Yang SF, Goo TS, Wang SH, et al. Acute poisoning with a glyphosate-surfactant herbicide ('Roundup'): a review of 3 cases. *Hum Exp Toxicol* 1991;10:1-8.
- Hwang IW, Jeong TO, Jin YH, Lee JB. Clinical aspects and management of a herbicide containing glufosinate ammonium. *J Korean Soc Emerg Med* 2004;15:75-9.
- Koyama K, Matuso H, Saruki K, Andou Y. The acute oral toxic dose of an herbicide containing glufosinate.