

## 급성 농약 중독환자에서 호흡 부전 발생의 위험 인자

조남준 · 박삼엘 · 이은영 · 길효욱

순천향대학교 천안병원 내과

# Risk Factors to Predict Acute Respiratory Failure in Patients with Acute Pesticide Poisoning

Nam-Jun Cho, M.D., Samel Park, M.D., Eun Young Lee, M.D., Hyo-Wook Gil, M.D.

Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Cheonan, Korea

Acute respiratory failure is an important risk factor for mortality in patients with acute pesticide poisoning. Therefore, it is necessary to investigate the risk factors to predict respiratory failure in these patients. This study retrospectively investigated the clinical features of respiratory failure among patients with acute pesticide poisoning requiring mechanical ventilation. This study included patients who were admitted with intentional poisoning by pesticide ingestion from January 2017 to December 2019. Paraquat intoxication was excluded. Among 469 patients with acute pesticide poisoning, 398 patients were enrolled in this study. The respiratory failure rate was 30.4%. The rate of respiratory failure according to the type of pesticide was carbamate (75.0%), organophosphate (52.6%), glufosinate (52.1%), glyphosate (23%), pyrethroid (8.9%), and others (17%). The mortality was 25.6% in the respiratory failure group. The risk factors for respiratory failure were old age, low body mass index, and ingestion of more than 300 mL. In conclusion, respiratory failure is a risk factor for mortality in pesticide poisoning. Old age, low body mass index, and ingestion of more than 300 mL are the risk factors for predicting respiratory failure.

**Key Words:** Respiratory insufficiency, Pesticides, Poisoning

## 서 론

급성 농약 중독은 단기간 내에 농약에 노출되어 중독 증상이 나타나는 경우이다. 급성 농약중독은 농약의 종류에 따라 다양하게 증상이 나타날 수 있으나, 일반적으로 소화기 증상에서부터 중증으로 진행되는 경우 의식 저하, 간질 등과 같은 신경학적 증상, 호흡 부전 등과 같은 호흡기 증상, 부정맥, 혈압 저하 등과 같은 심혈관 증상이 나타날 수 있다<sup>1)</sup>. 중증의 증상이 나타날수록 예후는 불량 해진다<sup>2-4)</sup>. 특히 호흡 부전의 발생은 예후와 밀접한 관련이 있어 주의를 요한다. 유기인계 살충제, 카바메이트 중독에서는 신경 마비에 의한 호흡 부전 등이 발생한다고 잘 알려져 있어 임상들이 주의 깊게 관찰하지만, 다른 제초제나 새로운 농약 중독의 경우 체계적인 관찰, 임상 연구가 부족하여 치료 및 예후 관측에 어려움이 있다.

국내에서는 2014년 이후에 고독성 농약이 퇴출되면서 중독 물질의 변화가 발생하였다<sup>5)</sup>. 파라쿼트와 고독성 유기인계 살충제 등이 퇴출되면서, glyphosate와 glufosinate 등과 같은 제초제 중독이 들고 있다. 또한 새로운 종류의 농약들이 등장하면서 이에 대한 임상적 특징을 알지 못하는 경우도 발생하고 있다. 중독 물질의 변화에 따른 임상 양상의 변화를 관찰하는 것이 필요하다. 특히 호흡 부전이 발생하는 중독물질, 임상양상을 조사하는 것은 급성 농약 중독 환자의 치료 및 예후 예측에 도움이 된다. 또한 지역적 특성에 따라 대도시의 경우 급성 농약 중독이 드물게 발생하므로, 경험 부족으로 인한 환자의 위험도를 사전에 인지하지 못할 수 있어 이에 대한 보고가 필요한 실정이다.

이에 저자들은 파라쿼트를 제외한 급성 농약중독 환자에서 호흡 부전이 발생하는 위험 인

책임저자: 길 효 욱  
충청남도 천안시 동남구 순천향6길31  
순천향대학교 천안병원 내과  
Tel: +82-41-570-3671  
E-mail: hwgil@schmc.ac.kr

투고일: 2020년 5월 29일  
1차 심사일: 2020년 6월 15일  
게재 승인일: 2020년 7월 20일

자를 찾아 치료와 예후에 도움을 주고자 한다.

## 연구 대상

연구 대상자의 선정 기준은 2017년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 순천향대학교 천안병원 농약중독 센터로 내원하여 급성 농약중독으로 입원 치료한 환자의 의무기록을 통한 후향적 조사를 시행하였다. 음독 후 24시간 이내에 입원한 18세 이상의 환자를 대상으로 하였다. 본 연구는 헬싱키선언의 원칙을 준수하였다. 소속기관의 임상시험 윤리위원회의 승인을 받았다(IRB No. SCH 2020-02-016).

연구 대상자 제외 기준은 음독 후 24시간 이상 경과된 후에 병원에 방문한 경우와 파라쿼트를 음독한 경우였다.

## 연구 방법

급성 농약 중독 환자의 성별, 나이, 농약의 종류, 음독량, 질병의 과거력 등을 조사하였다. 또한 환자의 입원기간과 중환자실 체류 기간, 입원중 사망 여부를 조사하였다.

내원 당시의 혈액검사 소견에서 동맥혈 검사상 pH, 동맥혈 검사상의 혈중 산소 수치, 혈중 이산화탄소 수치 및 혈중 중탄산 이온 수치, 혈중 일산화탄소 혈색소 수치와 백혈구, 혈색소, 혈소판, 혈중 요소질소, 크레아티닌, 알부민, 단백질, AST (aspartate transaminase), ALT (alanine transaminase) 등을 조사하였다.

호흡 부전은 검사실 소견과 상관없이 호흡 부전, 호흡 정지가 관찰되거나, 분비물 많아 제거와 기도유지가 필요하거나,

고농도의 산소가 필요한 경우 등 임상 판단에 따라 기도 내 삽관을 시행하여 인공 호흡기를 사용하는 경우로 정의하였다.

## 통계 분석 방법

연속변수는 정규분포 여부에 따라 평균과 표준편차 또는 중앙값과 사분위간 범위(interquartile range)로 표기하고, 범주 변수는 명수와 백분율(percentage)로 제시하였다. 두 군 사이의 차이를 비교할 때, 연속변수에 대해서는 Student의 two-tailed unpaired t-test 또는 Mann-Whitney U test를 사용하였고 명목변수에 대해서는 Pearson의 Chi-squared test 또는 Fisher의 exact test를 사용하였다. 다중 검정의 경우 paired t-test와 함께 Bonferroni 보정을 시행하였다. 각 변수들과 호흡 부전의 발생의 연관성을 확인하기 위해 단변수 로지스틱 회귀 검정을 통해 통계적으로 유의한 변수들을 선택한 후 다변수 로지스틱 회귀검정을 시행하였다. 통계학적 유의성은  $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다. 통계 분석은 R version 3.6.1 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 이용하여 수행하였다.

## 결 과

### 1. 대상환자들의 일반적인 특징 및 임상 결과

연구기간 내에 총 469명의 농약중독 환자가 내원하였고, 대상 제외 기준을 적용하여 398명의 환자가 연구대상에 포함되었다(Fig. 1). 연구대상자의 평균 나이는  $63.9 \pm 16.1$ 세였고, 남

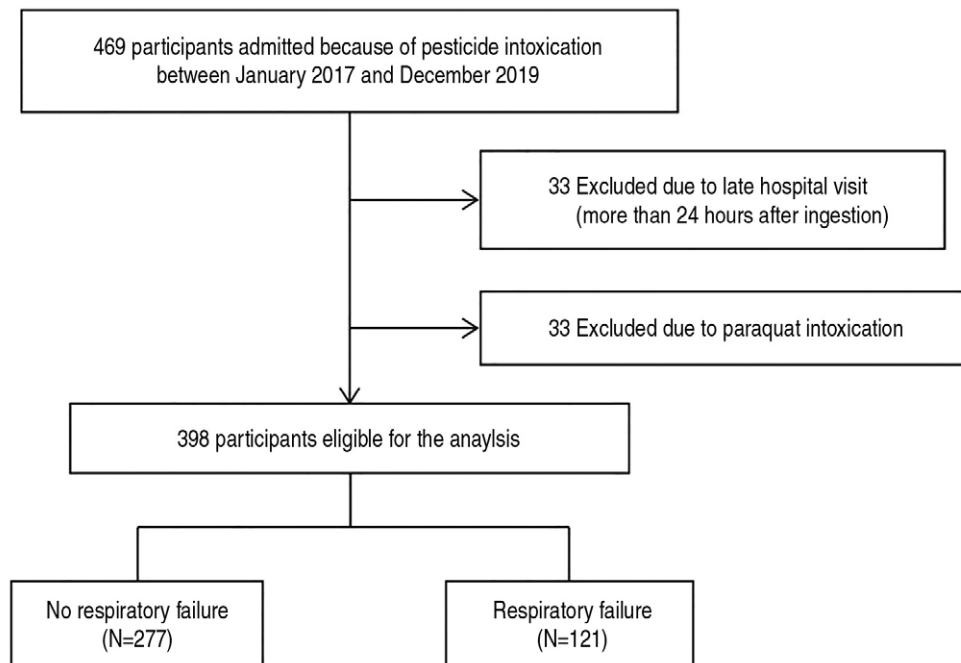


Fig. 1. Study design and flowchart.

자는 254명(63.8%)이었다. 음독한 농약 종류는 glyphosate 음독이 100명(25.1%), glufosinate 94명(23.6%), pyrethroid 45명(11.3%), organophosphate 38명(9.5%), carbamate 8명(2.0%), 그 외의 농약 음독이 113명(28.4%)이었다. 음독량은 100-300 mL를 음독한 경우가 160명(40.2%)으로 가장 많았고, 100 mL 미만인 104명(26.1%), 300 mL 이상이 96명(24.1%)이었고, 음독량이 명확하지 않은 환자가 38명(9.5%)이었다. 호흡부전 발생 여부에 따라서 두 군으로 나누어 각 군의 특성을 비교하였다(Table 1). 호흡부전이 발생한 환자군은 121명(30.4%)이었고, 호흡부전이 발생하지 않은 환자군에 비해 나이가 더 많았고(70.0±13.6세 versus 61.2±16.4세,  $p<0.001$ ) 체질량지수가 적었다(22.3±3.3 kg/m<sup>2</sup> ver. 23.1±3.4 kg/m<sup>2</sup>,  $p=0.037$ ). 또한 호흡부전이 발생한 환자군의 경우 그렇지 않은 환자군에 비해 glufosinate (40.5% ver. 16.2%), organophosphate (16.5% ver. 6.5%), carbamate (5.0% ver. 0.7%)를 음독한 비율이 높았고 음독량도 300 mL 이상 음독한 경우가 많았

다(42.1% ver. 16.2%). 호흡부전이 발생한 환자군은 내원 당시 더 낮은 Glasgow Coma Scale (GCS) score (9.2±4.6 ver. 13.9±1.9,  $p<0.001$ )를 보였고 동맥혈 산소분압이 유의하게 낮았다(84.5 [67.0, 112.5] mmHg ver. 84.0 [71.0, 95.0] mmHg,  $p=0.005$ ). 호흡부전이 발생한 환자군의 경우 그렇지 않은 환자군에 비해 병원 체류시간(11.2 [3.3, 18.6]일 ver. 4.1 [3.0, 6.0]일,  $p<0.001$ )과 중환자실 체류시간(7.0 [3.1, 12.5]일 ver. 2.4 [2.1, 3.2]일,  $p<0.001$ )이 길었고, 10일 사망률(25.6% ver. 2.5%,  $p<0.001$ )과 전체 입원 중 사망률(25.6% ver. 2.9%,  $p<0.001$ )이 높았다(Table 2).

## 2. 음독한 농약 종류별 호흡부전 양상

음독한 농약 종류에 따른 호흡부전의 발생 확률을 계산하였을 때, carbamate가 75.0%로 가장 높았고 organophosphate (52.6%), glufosinate (52.1%), glyphosate (23%), pyrethroid

**Table 1.** Baseline characteristics of the patients admitted by pesticide intoxication

	All patients (N=398)	No respiratory failure (N=277)	Respiratory failure (N=121)	p-value
Age, years	63.9±16.1	61.2±16.4	70.0±13.6	<0.001
Sex, male (%)	254 (63.8)	176 (63.5)	78 (64.5)	0.950
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.9±3.4	23.1±3.4	22.3±3.3	0.037
Smoking, n (%)				0.091
Non-smoker	251 (63.1)	164 (59.2)	87 (71.9)	
Ex-smoker	14 (3.5)	10 (3.6)	4 (3.3)	
Current smoker	123 (30.9)	94 (33.9)	29 (24.0)	
Diabetes mellitus, n (%)	68 (17.1)	46 (16.6)	22 (18.2)	0.859
Hypertension, n (%)	156 (39.2)	105 (37.9)	51 (42.1)	0.563
Cardiac disease, n (%)	27 (6.8)	19 (6.9)	8 (6.6)	1.000
Pulmonary disease, n (%)	25 (6.3)	19 (6.9)	6 (5.0)	0.598
Pesticide category				<0.001
Glyphosate	100 (25.1)	77 (27.8)	23 (19.0)	
Glufosinate	94 (23.6)	45 (16.2)	49 (40.5)	
Pyrethroid	45 (11.3)	41 (14.8)	4 (3.3)	
Organophosphate	38 (9.5)	18 (6.5)	20 (16.5)	
Carbamate	8 (2.0)	2 (0.7)	6 (5.0)	
Etc	113 (28.4)	94 (33.9)	19 (15.7)	
Ingestion volume				<0.001
Under 100 mL	104 (26.1)	94 (33.9)	10 (8.3)	
100-300 mL	160 (40.2)	115 (41.5)	45 (37.2)	
Over 300 mL	96 (24.1)	45 (16.2)	51 (42.1)	
Unknown	38 (9.5)	23 (8.3)	15 (12.4)	
Interval between exposure and hospital visit, hours	2.86 (1.57, 4.75)	2.78 (1.53, 4.53)	3.15 (1.62, 5.38)	0.072
SBP at hospital visit (mmHg)	131.2±30.3	133.3±25.8	126.6±38.6	0.084
PR at hospital visit	86.9±18.2	86.4±15.5	88.2±23.4	0.426
RR at hospital visit	18.6±2.4	18.7±1.7	18.2±3.5	0.136
Total GCS score	12.5±3.7	13.9±1.9	9.2±4.6	<0.001
pCO <sub>2</sub> at hospital visit	38.0 (34.0, 42.0)	38.0 (34.0, 42.0)	37.0 (32.0, 43.2)	0.097
pO <sub>2</sub> at hospital visit	84.0 (70.0, 99.0)	84.0 (71.0, 95.0)	84.5 (67.0, 112.5)	0.005

Data are presented as mean±SD, median (interquartile range), or count (%) as appropriate. The verbal component of Glasgow Coma Scale (GCS) score in intubated patients was estimated by the equation using motor and eye component of GCS score. BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, PR: pulse rate, RR: respiratory rate, GCS: Glasgow Coma Scale

(8.9%) 순으로 확인되었다. 위에 기술한 항목 외의 기타 농약 (Etc)의 경우 호흡부전의 발생 확률이 16.8%이었다. 각 농약별로 음독량에 따른 호흡부전의 발생 확률을 Fig. 2에 표현하였다. 모든 농약 종류에서 음독량이 많아질수록 호흡부전의 발생 확률이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 입원 당시 동맥혈가스 분석 결과를 보면 산소분압과 이산화탄소분압은 각 군별로 유의한 차이를 보이지 않으나 pH는 기타 농약군(Etc) ( $7.39 \pm 0.09$ )에 비해 glyphosate군( $7.34 \pm 0.14$ ,  $p=0.016$ )과 organophosphate/carbamate군( $7.34 \pm 0.14$ ,  $p=0.003$ )에서 유의하게 낮았다(Fig. 3A-C). 입원 중 가장 나쁜 동맥혈가스분석 결과값을 기준으로 분석하였을 때는 기타 농약군(Etc) (pH,  $7.33 \pm 0.14$ ;  $pCO_2$ ,  $45.7 \pm 15.0$ )에 비해 glufosinate군(pH,  $7.26 \pm 0.16$ ,  $p=0.046$ ;  $pCO_2$ ,  $55.8 \pm 24.1$ ,  $p=0.003$ )과 organophosphate/carbamate군(pH,  $7.21 \pm 0.20$ ,  $p=0.001$ ;  $pCO_2$ ,  $59.8 \pm 26.0$ ,  $p=0.001$ )에서 유의하게 pH가 낮았고, 이산화탄소분압이 높았다(Fig. 3D-F).

### 3. 농약음독 환자에서 호흡부전 발생의 위험인자

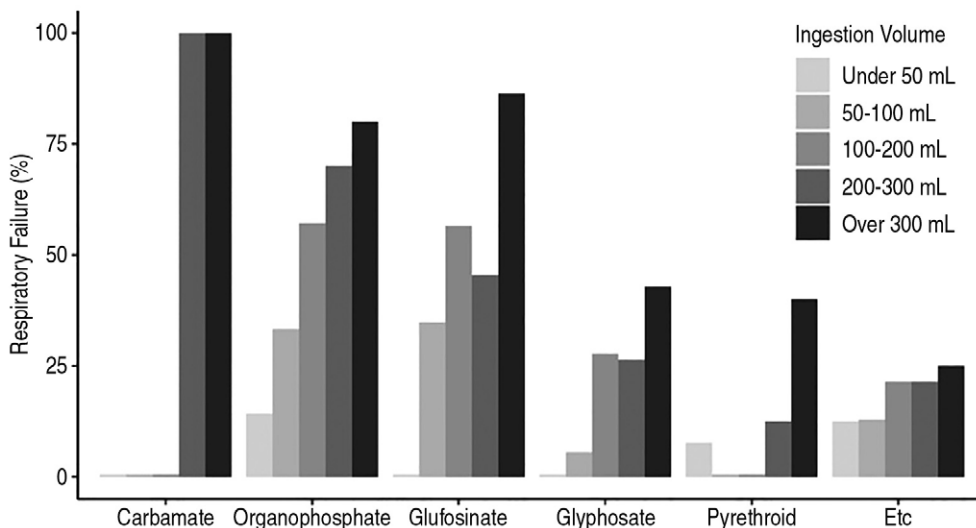
단변수 로지스틱 회귀검정을 시행하였을 때, 농약음독 환자에서 호흡부전의 발생과 연관이 있는 변수로는 나이, BMI, 흡

연력, 농약 종류, 농약 음독량, 입원 당시 total GCS score, 동맥혈 이산화탄소분압과 산소분압이 있었다(Table 3). 단변수 검정에서 호흡부전 발생과 유의한 연관성을 보여준 변수들을 서로 보정하여 호흡부전 발생에 독립적인 위험인자를 탐색하기 위해 다변수 로지스틱 회귀검정을 시행하였다. 다변수 검정 결과 나이, BMI, 농약 종류, 농약 음독량, 내원 당시 total GCS score가 독립적인 위험인자로 확인되었다. 나이가 10세씩 증가할수록 호흡부전의 발생확률이 34%씩 증가하였고(Odd ratio [OR], 1.34 [1.07-1.69]), BMI가 1 kg/m<sup>2</sup>씩 증가할수록 호흡부전 발생확률이 14%씩 감소하였다(OR, 0.86 [0.77-0.96]). 기타 농약군(Etc)과 비교하였을 때 glufosinate 음독의 경우 호흡부전 발생의 교차비가 12.61 (5.14-30.93)이었고, organophosphate/carbamate 음독의 경우 교차비가 4.33 (1.41-13.3)이었다. 농약 음독량이 300 mL 이상일 경우 음독량이 100 mL 미만일 경우에 비해 호흡부전의 발생의 교차비는 3.64 (1.34-9.86)이었다. 입원 당시 total GCS score가 1점씩 증가할수록 호흡부전의 발생 확률은 35%씩 감소하였다(OR, 0.65 [0.58-0.73]).

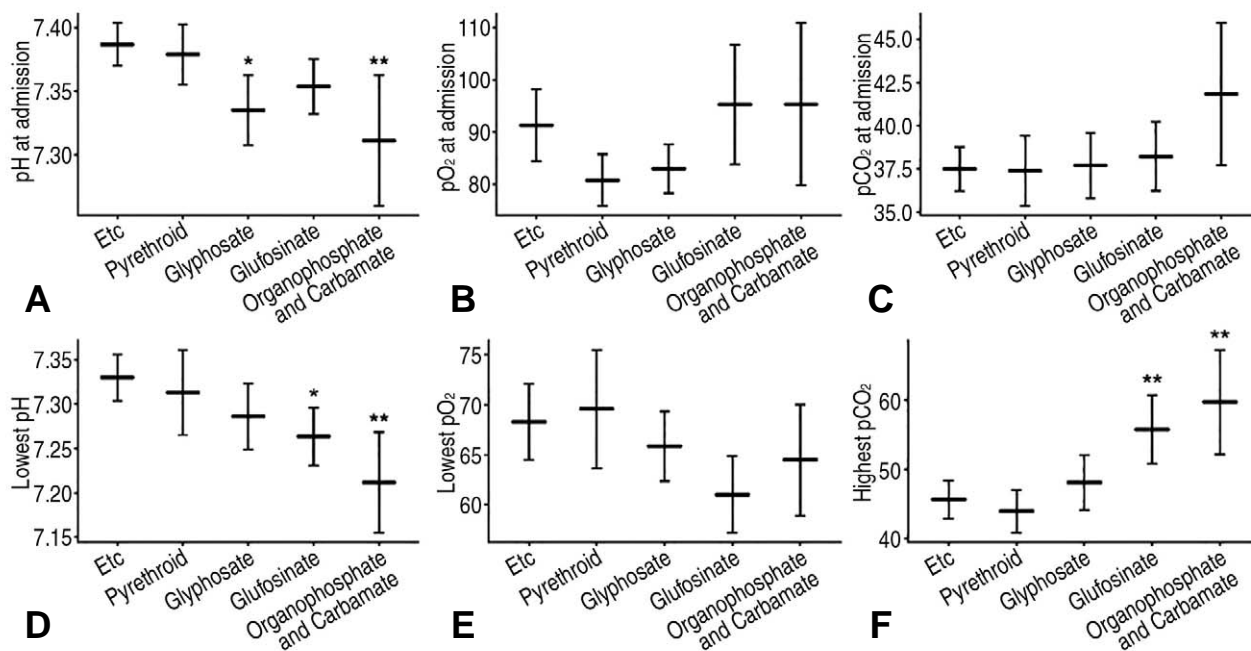
**Table 2.** Comparison of clinical outcomes between patients with and without respiratory failure

	No respiratory failure (N=277)	Respiratory failure (N=121)	p-value
Total hospital stay, days	4.1 (3.0, 6.0)	11.2 (3.3, 18.6)	<0.001
ICU stay, days	2.4 (2.1, 3.2)	7.0 (3.1, 12.5)	<0.001
10-day mortality, n (%)	7 (2.5)	31 (25.6)	<0.001
In-hospital mortality, n (%)	8 (2.9)	31 (25.6)	<0.001

Data are presented as median (interquartile range), or count (%) as appropriate. ICU: intensive care unit



**Fig. 2.** Rate of respiratory failure according to the ingestion volume in each pesticide category. It is listed in the order of pesticides with high incidence of respiratory failure. No patients were included in the first two groups (under 50 mL group and 50-100 mL group) of carbamate intoxication.



**Fig. 3.** The baseline and worst blood gas analysis values according to the pesticide category. The baseline (A, B, C) and worst (D, E, F) values of arterial pH, pO<sub>2</sub> and pCO<sub>2</sub> are presented. Data are presented as arithmetic means and 95% CIs as an error bar plot. *p*-values were obtained by comparative analysis of each pesticide category with etc category and presented as asterisks. \**p*<0.05, \*\**p*<0.01.

**Table 3.** Univariable and multivariable analyses for identifying the potential risk factors for respiratory failure in pesticide intoxication patients

Variable	Univariable analysis		Multivariable analysis		
	Odd ratio	<i>p</i> -value	Odd ratio	<i>p</i> -value	
Age	10 year	1.48 (1.27-1.73)	<0.001	1.34 (1.07-1.69)	0.011
Gender	Male versus female	1.04 (0.67-1.63)	0.860	-	-
BMI	1 kg/m <sup>2</sup>	0.93 (0.86-1.00)	0.038	0.86 (0.77-0.96)	0.008
Smoking	Non-smoker	1 (Reference)	-	-	-
	Ex-smoker	0.75 (0.20-2.33)	0.641	-	-
	Current smoker	0.58 (0.35-0.94)	0.030	-	-
Cardiac disease	Present versus absent	0.95 (0.38-2.15)	0.900	-	-
Pulmonary disease	Present versus absent	0.70 (0.25-1.7)	0.454	-	-
Pesticide category	Etc	1 (Reference)	-	1 (Reference)	-
	Glyphosate	1.75 (0.92-3.34)	0.087	1.68 (0.65-4.32)	0.286
	Glufosinate	6.39 (3.55-11.81)	<0.001	12.61 (5.14-30.93)	<0.001
	Organophosphate and Carbamate	7.63 (3.71-16.11)	<0.001	4.33 (1.41-13.3)	0.010
Ingestion volume	Under 100 mL	1 (Reference)	-	1 (Reference)	-
	100-300 mL	3.68 (1.82-8.09)	0.001	1.35 (0.54-3.43)	0.522
	Over 300 mL	10.65 (5.14-24.05)	<0.001	3.64 (1.34-9.86)	0.011
	Unknown	6.13 (2.48-15.85)	<0.001	1.11 (0.32-3.84)	0.865
PR at hospital visit	1 beat per min	1.01 (0.99-1.02)	0.352	-	-
RR at hospital visit	1 breath per min	0.92 (0.83-1.00)	0.183	-	-
Total GCS score	1 score	0.67 (0.61-0.73)	<0.001	0.65 (0.58-0.73)	<0.001
pCO <sub>2</sub> at hospital visit	1 mmHg	1.02 (1.00-1.05)	0.040	-	-
pO <sub>2</sub> at hospital visit	1 mmHg	1.01 (1.00-1.02)	0.001	-	-

The odd ratios and *p*-values were calculated by univariable and multivariable logistic regression analyses.

BMI: body mass index, PR: pulse rate, RR: respiratory rate, GCS: Glasgow Coma Scale

## 고 찰

최근 고독성 농약이 시장에서 퇴출되면서, 농약 중독의 전체적인 사망률은 줄었으나 아직까지도 농약 중독이 전체 급성 중독 환자에서 가장 높은 사망률을 보인다. 국내에서는 파라콰트가 퇴출되면서 상대적으로 glyphosate, glufosinate 농약 중독이 늘고 있다. 본 연구에서도 전체적인 농약 중독의 건수는 2017년에 비해 2019년도에 줄고 있으나 그 중 대부분은 glyphosate와 glufosinate가 차지하고 있다. 호흡 부전은 glyphosate, glufosinate 중독 뿐만 아니라 중환자의 예후에 아주 중요한 위험인자이다<sup>6,7</sup>.

특히 중독 환자의 경우 음독 후 증상이 바로 나타나지 않고, 중독 물질이 체내에 퍼지면서 증상이 나타나기 때문에 음독 직후에는 정상이더라도 시간이 지나면 호흡부전 등 심각한 증상이 나타날 수 있다<sup>8</sup>. 호흡부전의 위험인자를 예측하는 것은 환자의 예후를 예측하는데 도움을 준다.

기존의 연구는 농약 중독에서 호흡 부전이 사망의 중요한 위험인자임을 보여주는 연구인데 반해<sup>9,10</sup>, 본 연구에서는 초기의 임상 데이터를 토대로 호흡 부전의 위험인자를 찾았다.

이번 연구에서는 기존에 잘 알려진 카바메이트, 유기인계 살충제에서 매우 높은 호흡 부전을 보였지만, glufosinate 중독에서도 52.1%라는 매우 높은 비율을 보여 주의가 필요함을 알 수 있다. 또한 glyphosate, pyrethroid 뿐만 아니라 기타 농약에서도 약 17%의 호흡 부전을 보여, 새로운 농약이나 기존의 자료가 부족한 농약이라도 주의 깊은 관찰이 필요함을 알 수 있다.

본 연구에서는 고령, 낮은 BMI, 300 mL 이상의 다량의 음독, 내원 당시의 의식저하가 호흡 부전의 위험인자임을 확인하였다. 급성 중독환자의 경우 70세 이상의 고령 환자의 사망률이 약 17%로 높다는 보고가 있다<sup>11</sup>. 이는 기존의 보고에 비해 약 3배정도 많은 수치이다<sup>11,12</sup>. 이러한 이유로는 기저질환이 많고, 술을 복용하고 음독하는 경우가 많으며, 다양한 독성 물질에 대한 내부에서 대사 시킬 수 있는 능력에 변화로 해독 작용이 떨어질 수 있기 때문이다<sup>2,13</sup>.

이번 연구에서는 호흡 부전이 발생하는 경우에 약 25%의 사망률이 보였다. 농약 중독 환자의 사망률이 높은 이유로 전체적으로 약 30%에서 인공호흡기 치료가 필요하고, 이 중 25%에 사망을 하기 때문임을 추정할 수 있다. 이는 농약 중독 환자의 경우 내원 당시부터 면밀한 관찰이 필요하며, 발생시 예후가 불량할 수 있음을 임상 의는 명심하여야 할 것이다.

이 연구의 제한점으로 단일기관의 후향적 연구이며, 호흡 부전이 발생하는 시점과의 인과관계를 밝히기는 어렵다는 점이다. 하지만 중독환자를 치료하는 센터의 경우 심각한 합병증이 발생할 수 있는 경우를 미리 예측하고 관찰할 수 있다면 환자의 치료와 모니터링에 큰 도움을 줄 수 있다고 생각된다.

## 결 론

본 연구 결과에 따르면 급성 농약 중독 환자에서 고령, 음독량이 많은 경우(300 mL 이상), glufosinate, 유기인계 살충제와 카바메이트를 음독한 경우 호흡 부전의 발생 확률이 매우 높아 주의가 필요하며, 기타 농약의 경우에서도 17%에서 호흡 부전이 발생하여 세심한 주의가 필요하다. 이러한 결과는 급성 농약 중독 환자의 치료 시 호흡 부전이 올 수 있는 고 위험군을 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

## ORCID

Nam-Jun Cho (<https://orcid.org/0000-0002-9053-0499>)

Hyo-Wook Gil (<https://orcid.org/0000-0003-2550-2739>)

## ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 바이오 의료기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2019M3E5D1A02069073).

## REFERENCES

1. Eddleston M, Mohamed F, Davies JO, et al. Respiratory failure in acute organophosphorus pesticide self-poisoning. *Qjm* 2006;99:513-22.
2. Jiang M, Wang J, Gu S, et al. Clinical features and prognosis analysis of the elderly and youth patients with acute severe poisoning. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue* 2018;30:790-4.
3. Klainbart S, Grabernik M, Kelmer E, et al. Clinical manifestations, laboratory findings, treatment and outcome of acute organophosphate or carbamate intoxication in 102 dogs: A retrospective study. *Vet J* 2019;251:105349.
4. Noshad H, Ansarin K, Ardalan MR, et al. Respiratory failure in organophosphate insecticide poisoning. *Saudi Med J* 2007;28:405-7.
5. Lee JW, Hwang IW, Kim JW, et al. Common Pesticides Used in Suicide Attempts Following the 2012 Paraquat Ban in Korea. *J Korean Med Sci* 2015;30:1517-21.
6. Inoue Y, Onodera M, Fujita Y, et al. Factors associated with severe effects following acute glufosinate poisoning. *Clin Toxicol (Phila)* 2013;51:846-9.
7. Gil HW, Park JS, Park SH, et al. Effect of intravenous lipid emulsion in patients with acute glyphosate intoxication. *Clin Toxicol (Phila)* 2013;51:767-71.
8. Lee JW, Choi YJ, Park S, et al. Serum S100 protein could predict altered consciousness in glyphosate or glufosinate poisoning patients. *Clin Toxicol (Phila)* 2017;55:357-9.
9. Chuang MC, Chang CH, Lee CS, et al. One-year mortality among hospital survivors of cholinesterase inhibitor poisoning based

- on Taiwan National Health Insurance Research Database from 2003 to 2012. *BMC Pharmacol Toxicol* 2018;19:72.
10. Tsao TC, Juang YC, Lan RS, et al. Respiratory failure of acute organophosphate and carbamate poisoning. *Chest* 1990;98:631-6.
  11. Yang CC, Wu JF, Ong HC, et al. Taiwan National Poison Center: epidemiologic data 1985-1993. *J Toxicol Clin Toxicol* 1996;34: 651-63.
  12. Goksu S, Yildirim C, Kocoglu H, et al. Characteristics of acute adult poisoning in Gaziantep, Turkey. *J Toxicol Clin Toxicol* 2002;40:833-7.
  13. Kaeley N, Bhushan B, Subramanyam V, et al. Clinical and demographic characteristics of geriatric patients with acute poisoning in the state of Uttarakhand. *J Family Med Prim Care* 2019;8: 443-8.