

원저

## 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 농약에 의한 중독

건국대학교 의과대학 응급의학교실, 인하대학교 의과대학 응급의학교실<sup>1</sup>, 서울대학교 의과대학 응급의학교실<sup>2</sup>,  
건양대학교 의과대학 응급의학교실<sup>3</sup>, 이화여자대학교 의학전문대학원 응급의학교실<sup>4</sup>,  
울산대학교 의과대학 서울아산병원 응급의학교실<sup>5</sup>, 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실<sup>6</sup>,  
고려대학교 의과대학 응급의학교실<sup>7</sup>, 가천의과학대학교 내과학교실<sup>8</sup>

홍대영 · 백광제 · 이경룡 · 김준식<sup>1</sup> · 권운용<sup>2</sup> · 박준석<sup>3</sup>  
어은경<sup>4</sup> · 오범진<sup>5</sup> · 이미진<sup>6</sup> · 이성우<sup>7</sup> · 서주현<sup>8</sup> · 노형근<sup>8</sup>

### Organophosphate-Pyrethroid Mixtures Poisoning

Dae Young Hong, M.D., Kwang Je Baek, M.D., Kyeong Ryong Lee, M.D., Jun Sig Kim, M.D.<sup>1</sup>,  
Woon Yong Kwon, M.D.<sup>2</sup>, Joon Seok Park, M.D.<sup>3</sup>, Eun Kyung Eo, M.D.<sup>4</sup>, Bum Jin Oh, M.D.<sup>5</sup>,  
Mi Jin Lee, M.D.<sup>6</sup>, Sung Woo Lee, M.D.<sup>7</sup>, Joo-Hyun Suh, M.D.<sup>8</sup>, Hyung-Keun Roh M.D., Ph.D.<sup>8</sup>

*Department of Emergency Medicine, Konkuk University Hospital, Seoul, Korea,*  
*Department of Emergency Medicine, Inha University Hospital, Incheon, Korea<sup>1</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, Seoul National University College of medicine<sup>2</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Konyang University<sup>3</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Ewha Womans University<sup>4</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine<sup>5</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea<sup>6</sup>,*  
*Department of Emergency Medicine, Korea University College of Medicine<sup>7</sup>,*  
*Department of Internal Medicine, Gachon University of Medicine and Science<sup>8</sup>*

**Purpose:** Owing to organophosphate-pyrethroid mixtures are widely used, suicidal or unintentional poisoning is common. But there have been relatively few reports of poisoning. The purpose of this study is to evaluate the difference of the severity and toxicity between organophosphate-pyrethroid mixtures poisoning and single organophosphate poisoning.

**Methods:** From August 2005 to July 2006, 65 patients presented with organophosphate-pyrethroid mixtures poisoning to emergency medical center. Date were gathered by report form it was drawn up.

**Results:** 65 patients were enrolled in 28 hospitals and their mean age was  $56.5 \pm 16.2$  years old. The most common cause of poisoning was suicide, in 52 cases(80%). Chlorpyrifos-cypermethrin, malathion-esfenvalerate were the most frequent chemicals involved, and the mean ingestion amount was  $135.4ml$ . The most common symptom of the patients was nausea/vomiting, in 16 patients. The average GCS score was 13. The mean ICU stay was  $4.4 \pm 5.2$  days, and mortality was 3.1%.

**Conclusion:** The severity and toxicity of organophosphate-pyrethroid mixture poisoning were lower than that of single organophosphate poisoning.

**Key Words:** Organophosphates, Pyrethroids, Poisoning

책임저자: 김 준 식

인천광역시 중구 신흥동 3가 7-206

인하대학교 의과대학 응급의학교실

Tel: 032) 890-2304, Fax: 032) 890-2307

E-mail: jskimmd@inha.ac.kr

## 서론

우리나라에서의 연간 중독에 의한 사망자 수는 약 3,300건이며, 고위험적인 농약의 음독이 그 중 상당 부분을 차지하고 있는 것으로 보고되었다<sup>1)</sup>. 현재 국내에서 시판

\* 본 연구는 농촌진흥청 농업특정과제(20050401-033-596-001-02-00)의 연구비 지원으로 이루어졌음.

되고 있는 농약 중에서 오용이나 자살 목적으로 음독하였을 경우 사망할 수 있는, WHO 독성 분류 1~2급에 해당하는 농약은 유기인계와 카바메이트계가 약 60%를 차지하고, 그 다음으로 피레스로이드계가 차지하고 있다<sup>2)</sup>.

일반적으로 피레스로이드계 농약은 곤충의 신경계에 대한 선택적인 작용, 사람의 피부를 통한 낮은 흡수율, 인체 내에서의 빠른 대사 등의 이유로 사람에게는 비교적 낮은 독성을 나타내는 농약으로 알려져 왔다<sup>3)</sup>.

비교적 심한 중독을 야기시키는 유기인계 농약에 의한 중독은 국내외에서 많이 보고되었으나, 피레스로이드계 농약에 의한 중독은 해외에서도 연구가 적었고<sup>4,7)</sup>, 국내에서는 박 등<sup>2)</sup>의 연구만이 있었다. 그리고 이들 연구들 대부분이 피레스로이드계 단일제제 농약에 의한 중독이었다. 피레스로이드계 농약은 살충효과를 높이기 위하여 다른 성분의 농약을 혼합하기도 하는데, 국내에서는 유기인계-피레스로이드계 혼합제제로 chlorpyrifos-cypermethrin (강타자, 진굴탄, 톱단 등), malathion-esfenvalerate (왕스타 등), dichlorvos-etofenprox (회소식 등)와 같은 여러 상품이 시판되고 있다. 이 혼합제제 농약에 대해 취급 부주의나 자살 목적의 음독 등으로 많은 중독이 발생되나 국내에서는 아직까지 체계적인 연구가 없었고, 해외에서도 Tripathi 등<sup>8)</sup>의 연구만이 있었다.

이에 저자들은 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 농약과 유기인계 단일제제에 중독과의 임상적 양상과 중증도 차이를 알아보려고 하였다.

## 대상과 방법

2005년 8월부터 2006년 7월까지 진행된 농업진흥청의 농약중독 사고 실태조사 및 진단, 치료 지침 연구에 참여한 전국 38개 병원 중에서 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 농약에 의한 중독 환자가 내원한 28개 병원의 65명을 대상으로 하였다.

연구 주관기관과 지정된 6개의 핵심병원에서 농약중독 보고서 양식을 개발하고, 38개 의료 기관 연계망을 구축하여 각 의료기관에서 농약중독 환자 진료시 기록하도록 하였으며, 지정된 6개의 핵심병원에서 각각 6~7개의 참여 병원을 맡아 해당 참여병원의 자료를 수집하여 일차적으로 관리한 후 최종적으로 연구 책임병원이 모든 자료를 총괄하였다. 농약중독 환자는 노출 경로에 관계없이 모두 포함하였으며, 환자가 임의로 선택되지 않도록 하였다.

농약중독 보고서에는 대상 환자의 성별, 나이, 중독 농약, 중독량, 중독 경로, 음주 여부, 중독 사유, 내원시 임상 증상 및 신체검사, 내원 당시 처치, atropine과 prali-

doxime의 사용 여부 및 사용량, 입원 치료 내용, 재원 기간, 치료 결과, 생존 유무 및 사망 원인 등을 포함하였다. 중독 농약은 일반명 및 상품명으로 표기하였고, 중독 사유는 자살, 사고 및 직업적 노출, 기타로 분류하였다. 농약의 독성 분류는 WHO 독성 분류를 기준으로 하였다. 자료의 결과 수치는 평균±표준편차, 대상 환자의 숫자 및 백분율(%)로 표현하였다.

이 연구는 실태조사가 주 내용으로 동의서 면제(waiver of consent)를 적용하여 책임병원과 핵심병원들에서 IRB (Institutional Review Board) 승인을 받은 후 시행하였다.

## 결 과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

총 65명의 연구대상자에서 평균 연령은 56.5±16.2세이었으며, 남자가 31명(47.7%), 여자가 34명(52.3%)으로 남녀 비는 1 : 1.1이었다. 중독의 원인은 자살 목적의 음독이 52명(80.0%)으로 가장 많았으며, 사고는 6명(9.2%)이었다. 중독 당시 알코올을 섭취한 경우는 29명(44.6%)이었고, 섭취하지 않은 경우는 20명(30.8%)이었다. 연구대상자들 중 17명에서는 음독량을 알 수 없었고, 조사가 가능한 연구대상자들만을 대상으로 하였을 때 음독량은 평균 135.4 ml이었다(Table 1).

### 2. 농약 성분별 빈도

가장 많이 음독한 약제는 WHO 독성 분류에서 중등도 독성(class II)으로 분류된 chlorpyrifos-cypermethrin (강타자, 진굴탄, 톱단)이 41명(63.1%)으로 가장 많았으며, 저독성(class III)으로 분류된 malathion-esfenvalerate (왕스타)가 21명(32.3%)으로 두 번째로 많았다(Table 2).

### 3. 임상 증상

내원 당시의 임상 증상은 소화기계 증상으로 16명의 환자가 오심과 구토 증상을 호소하여 가장 흔한 증상이었고, 침흘림이 6명, 복통이 5명이었다. 신경계 증상으로는 혼미가 12명, 흥분 상태 10명이었고, 심혈관계 증상으로는 고혈압(수축기혈압 140 mmHg 이상 혹은 이완기혈압 90 mmHg 이상)이 16명으로 가장 많았고 저혈압(수축기혈압 90 mmHg 이하)을 보인 경우는 3명이었다. 흉부방사선 촬영에서 5명의 환자에서 흡입성 폐렴 소견이 관찰되었다(Table 3).

명(10.8%)이었다(Table 4).

4. 내원 당시 Glasgow Coma Scale (GCS)

내원 당시 GCS 점수는 52명에서 측정되었는데 평균 13.0±3.4이었고, 15점이 31명(47.7%)으로 가장 많았고, 13~14점이 8명(12.3%), 9~12점이 6명(9.2%), 8점 이하 7

5. 중독의 치료 및 결과

중독 환자의 치료는 신속한 위세척과 초기에 atropine 과 pralidoxime의 투여, 그리고 중환자실에서의 치료가

Table 1. Characteristics of the study subjects

		No. of cases (% of cases)
Sex	Male	31 (47.7)
	Female	34 (52.3)
Reason for toxic exposure	Suicidal	52 (80.0)
	Misuse	6 ( 9.2)
	Occupational	1 ( 1.5)
	Unknown	6 ( 9.2)
Alcohol	Ingestion	29 (44.6)
	No ingestion	20 (30.8)
	Unknown	16 (24.6)
Age (year)	56.5 ± 16.2	
Ingestion amount (ml)	135.4 ± 127.4	

Table 2. Classification of the ingested organophosphate-pyrethroid

Organophosphate-pyrethroid	No. of cases (% of cases)	WHO toxicity class
Chlorpyrifos-Cypermethrin	41 (63.1)	II
Malathion-Esfenvalerate	21 (32.3)	II
Dichlorvos-Etofenprox	2 ( 3.1)	III
Dichlorvos-Cypermethrin	1 ( 1.5)	II

Table 3. Clinical symptoms and signs of the patients

Symptoms and signs	No. of cases	Symptoms and signs	No. of cases
Gastrointestinal		Ocular	
Nausea/Vomiting	16	Mydriasis	4
Salivation	6	Lacrimation	4
Abdominal pain	5	Miosis	3
Diarrhea	4	Cardiovascular	
Nervous		Hypertension	16
Confusion	12	Tachycardia	7
Agitation	10	Hypotension	3
Respiratory		Skin	
Dyspnea	9	Dryness	4
Bronchial secretion	8	Neuromuscular	
Tachypnea	6	Paralysis	2
Aspiration pneumonitis	5	Cramps	2
Cough	4		

**Table 4.** GCS score of the patients

GCS score	No. of cases (% of cases)
15	31 (47.7)
13~14	8 (12.3)
9~12	6 ( 9.2)
≤ 8	7 (10.8)
unknown	13 (20.0)

주를 이루었다. atropine을 사용한 경우는 33명(50.8%)이었고, pralidoxime은 40명(61.5%)에서 사용되었다. 전체 65명의 환자 중에서 2명(3.1%)이 사망하였는데, 각각 중환자실 치료 17일째와 22일째 급성신부전과 다발성 장기부전으로 사망하였다. 생존한 63명의 환자에서 중환자실 입원 기간은 평균 4.4±5.2일이었다.

**고 찰**

유기인계의 중독 증상의 주요 기전으로는 신경근육계, 중추신경계, 부교감신경말단 등에서 아세틸콜린에스테라제의 작용을 비가역적으로 억제하여 신경절과 신경-근 접합부에 아세틸콜린을 축적시켜 중독 증상을 나타낸다. 과다하게 축적된 아세틸콜린은 중추신경, 자율신경절, 부교감신경말단과 교감신경절에서 콜린성 자극을 마비시켜 무스카린성, 니코틴성, 중추신경계 증상을 보인다<sup>9,10</sup>.

피레스로이드계 중독 증상의 주된 기전은 전압의존성 나트륨 통로에 대한 자극과 전압의존성 염소 통로의 억제 작용이다. 나트륨 통로에 대한 자극은 신경세포 나트륨 통로의 활성화와 비활성화를 지연시키며 나트륨 통로의 역치를 낮추게 하여, 결과적으로 관계된 신경세포들은 지속적인 과흥분상태에 놓이게 되며 이후 신경 전달이 차단된다. 염소 통로의 억제는 나트륨 통로에 대한 자극 효과를 상충시키는 것으로 알려져 있다. 또한 포유동물에서 피레스로이드계 화합물은 carboxyesterase에 의해 혈액 내외간에서 빠르게 가수분해되어 낮은 독성을 나타내게 된다. 그러나 유기인계 화합물에 의해 carboxyesterase가 억제되기 때문에 유기인계 성분이 포함된 피레스로이드 혼합제들의 경우에는 중독 증상이 증가될 수 있다<sup>11-13</sup>.

일반적으로 약물 중독은 여자에서 더 많은 것으로 보고되었고<sup>14</sup>, 농약 중독의 경우에는 남자에서 다소 많은 것으로 보고 되었으나<sup>2,15</sup> 본 연구에서는 여자가 많은 것으로 나타났다. 또한, 농약 살포 후에 발생한 중독 환자는 1명으로 적었는데 이는 살포에 의한 중독이 음독에 의한 중독보다 증상이 경미하여 대부분 응급의료센터에 방문하지 않았기 때문으로 판단된다.

본 연구에서 대상 환자들이 음독한 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 농약은 총 6종이었으며 이들은 WHO 독성 분류 2급(LD50=50~1000 mg/kg)과 3급(LD50≥1000 mg/kg)이었다.

피레스로이드는 화학 구조와 중독 증상에 따라 2가지로 구별된다. 제 1형은 화학 구조상 cyano 그룹을 포함하지 않으며 중추신경계가 자극되어 나타나는 증상으로 피로, 진전, 쉽게 흥분하는 증세를 보인다. 제 2형은 중추신경계 이외에 말초신경이나 근육계 등 더 광범위한 조직에 작용하여 타액분비, 근육 경련, 간대성 경련 등을 보이게 된다. 또한 제 1형과 2형 모두 경피적 노출된 경우에는 이상감각이 나타날 수 있는 것으로 보고되었다<sup>4,5</sup>. 본 연구에서는 제 2형이 대부분이었으며, 경피적 노출에 의한 중독은 1명으로 적었고 음독에 의한 경우가 대부분이어서 주로 오심, 구토, 복통 등 소화기계 증상과 혼미, 흥분 등의 중추신경계 증상이 많았고, 이상감각을 호소한 경우는 보이지 않았다.

심혈관계에 대한 피레스로이드계 농약의 작용은 아직 알려져 있지 않으며, 유기인계 농약 중독에서는 니코틴성 작용으로 고혈압과 빈맥이 나타날 수 있고 콜린성 증상으로 저혈압과 서맥이 나타날 수 있다. 다른 연구들에 의하면 중독 초기에는 콜린성 증상이 우세하여 저혈압과 서맥이 많은 것으로 보고 되었으나<sup>6</sup>, 본 연구에서는 고혈압과 빈맥을 보인 경우가 많았다. 본 연구에서는 저혈압을 보인 경우가 4.6%이었으나 Saadeh 등<sup>16</sup>의 연구에서는 17%, Karki 등<sup>17</sup>의 연구에서는 10.8%가 저혈압을 보여, 유기인계-피레스로이드계 혼합제제의 중독이 유기인계 단일제제에 의한 중독보다 심혈관계에 낮은 독성을 나타내는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 내원 당시 GCS 점수는 평균 13.0점으로 측정되었는데, 이는 유기인계 단일제제 중독 환자를 대상으로 한 Grmec 등<sup>18</sup>의 10점, Sungurtekin 등<sup>19</sup>의 11.1점보다 높게 나타났다.

유기인계-피레스로이드계 혼합제제 중독의 치료는 노출된 부위의 세척, 위세척, 활성탄 투여 등 급성 중독의 일반적인 처치를 우선 시행한다. 피레스로이드 중독은 약물이 몸에서 대사되고 배출될 때까지 과다 흥분을 조절하고, 무도병성무정위증(choreoathetosis), 과다분비, 경련 등을 억제하는 보존적 치료를 하는 것이 원칙이다. 보존적 치료에 사용되는 약제로는 atropine, phenobarbital과 근이완제인 mephenesin, methocarbamol, chloroxalone 및 진정제인 clomethiazole 등이 있다. Tocopherol acetate (vitamin E)는 나트륨 통로를 선택적으로 차단하기 때문에 피부의 이상감각에 효과적으로 사용할 수 있는

것으로 보고되었다<sup>3)</sup>.

유기인계 중독에 대해서는 atropine과 pralidoxime의 조기 투여와 인공호흡기 치료 등 보존적 치료가 필요하다. 본 연구에서는 유기인계 중독 증상을 중심으로 치료를 시행하였고, atropine은 33명(50.8%)에서 사용되었으며 pralidoxime은 40명(61.5%)에서 투여되었다. 중환자실 입원 치료를 받은 환자들의 평균 중환자실 재원일수는 4.4일이었는데, 이는 유기인계 단일제 중독 환자를 대상으로 한 Emerson 등<sup>15)</sup>의 7일, 정 등<sup>20)</sup>의 11일보다 훨씬 짧은 것으로 나타났다.

본 연구에서 평균 음독량은 135.4 ml이었고 사망률은 3.1%이었다. 이러한 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 중독에 의한 사망률은 유기인계 단일제제에 의한 중독에서 Yamashita 등<sup>21)</sup>이 보고한 25%, Sungur 등<sup>22)</sup>의 21%, 국내에서 보고된 진 등<sup>23)</sup>의 5.5%(평균 음독량 136 ml), 전 등<sup>24)</sup>의 7.7%(평균 음독량 100 ml 이하)보다 낮은 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 연구 대상자가 총 65명으로 비교적 적었다는 것이다. 둘째, 모든 환자에서의 음독량, 음독 후 위세척까지의 경과시간을 파악하지는 못하여 중증도 및 사망률의 결과에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

## 결론

응급의료센터에 내원한 65명의 유기인계-피레스로이드계 혼합제제 농약 중독 환자를 조사한 결과 자살 목적의 음독이 가장 많았고, 중독 증상으로는 오심, 구토, 복통의 소화기계 증상과 혼미, 흥분 등의 중추신경계 증상이 주된 증상이었다. 내원 당시 GCS 점수는 경증에 해당하는 평균 13점이었고, 중환자실 평균 재원일수는 4.4일로 비교적 짧았으며 연구대상자의 사망률은 3.1%로 낮았다. 유기인계와 피레스로이드계 혼합제제 농약에 중독된 경우에는 유기인계 단일제제에 의한 중독에 비해 중증도가 낮고 회복 속도도 빠른 경향을 보이기는 하나, 향후 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

## 참고문헌

1. Hwang JY, Ko JO. Statistics of poison exposure in Korea. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2003;1:59-64.
2. Park KS, Kang MS, Lee CW, Oh JY, Jeon KW, Park KH, et al. Clinical characteristics of pyrethroids poisoning. *Korean J Med* 1998;55:926-33.
3. Bradberry SM, Cagge SA, Proudfoot AT, Vale JA.

4. He F, Wang S, Liu L, Chen S, Zhang Z, Sun J. Clinical manifestations and diagnosis of acute pyrethroid poisoning. *Arch Toxicol* 1989;63:54-8.
5. Chen SY, Zhang ZW, He FS, Yao P, Wu Y, Sun J, et al. An epidemiological study on occupational acute pyrethroids poisoning in cotton farmers. *Br J Ind Med* 1991;48:77-81.
6. Yang PY, Lin JL, Hall AH, Taso TC, Chern MS. Acute ingestion poisoning with insecticide formulations containing the pyrethroid permethrin, xylene, and surfactant: A review of 48 cases. *J Toxicol Clin Toxicol* 2002;40:107-13.
7. Ray DE, Forshaw PJ. Pyrethroid insecticides: Poisoning syndromes, synergies, and therapy. *J Toxicol Clin Toxicol* 2000;38:95-101.
8. Tripathi M, Pandey R, Ambesh SP, Pandey M. A mixture of organophosphate and pyrethroid intoxication requiring intensive care unit admission: A diagnostic dilemma and therapeutic approach. *Anesth Analg* 2006;103:410-2.
9. Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF: Clinical management of poisoning and drug overdose. 3rd ed. Saunders;1991.p.836-45.
10. Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS: Goldfrank's toxicologic emergencies. 7th ed. New York: McGraw-Hill;2002.p.1347-57.
11. Narahashi T, Carter DB, Frey J, Ginsburg K, Hamilton BJ, Nagata K, et al. Sodium channels and GABAA receptor channel complex as targets of environmental toxicants. *Toxicol Lett* 1995;82:239-45.
12. Song JH, Narashi T. Modulation of sodium channels of rat cerebellar Purkinje neurons by the pyrethroid tetramethrin. *J Pharmacol Exp Ther* 1996;277:445-53.
13. He F, Zhang Z, Chen S. Effects of combined exposure to pyrethroids and methamidophos on sprayers. *Arch Complex Environ Stud* 1990;2:31-6.
14. Oh BJ, Kim W, Cho GC, Kang HD, Shon YD, Lee JH, et al. Research on poisoning data collection using toxic exposure surveillance system: Retrospective preliminary survey. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2006;4:32-43.
15. Emerson GM, Gray NM, Jelinek GA, Mountain D, Mead HJ. Organophosphate poisoning in Perth, Western Australia, 1987-1996. *J Emerg Med* 1999;17:273-7.
16. Saadeh AM, Farsakh NA, al-Ali MK. Cardiac manifestations of acute carbamate and organophosphate poisoning. *Heart* 1997;77:461-4.
17. Karki P, Ansari JA, Bhandary S, Koirala S. Cardiac and electrocardiographical manifestations of acute Poisoning due to pyrethroids. *Toxicol Rev* 2005;24:93-106.

- organophosphate poisoning. Singapore Med J 2004;45:385-9.
18. Grmec S, Mally S, Klemen P. Glasgow coma scale score and QT interval in the prognosis of organophosphate poisoning. Acad Emerg Med 2004;11:925-30.
  19. Sungurtekin H, Gurses E, Balci C. Evaluation of several clinical scoring tools in organophosphate poisoned patients. Clin Toxicol 2006;44:121-6.
  20. Jeong ST, Lee JK, Lee BG, Wi JS, Chun BJ, Heo T, et al. Effects of high-dose pralidoxime in organophosphate intoxication. J Korean Soc Emerg Med 2004;15:360-7.
  21. Yamashita M, Tanaka J, Ando Y. Human mortality in organophosphate poisoning. Vet Hum Toxicol 1997;39:84-5.
  22. Sungur M, Guven M. Intensive care management of organophosphate insecticide poisoning. Crit Care 2001;5:211-5.
  23. Jin WJ, Jeong TO, Jin YH, Lee JB. Clinico-toxicological characteristics of patients with acute organophosphate intoxication requiring mechanical ventilation. J Korean Soc Emerg Med 2004;15:554-60.
  24. Chun BJ, Mun JM, Yoon HD, Heo T, Min YI. Clinical significance of immediate determination of plasma cholinesterase level in patients presenting with organophosphate ingestion at the time of hospitalization. J Korean Soc Emerg Med 2002;13:61-6.