

원 저

## 유기인계 살충제 중독환자에서 30일 사망률에 대한 예후 예측인자로서의 저알부민혈증의 유용성

경상대학교 의과대학/의학전문대학원 응급의학교실<sup>1</sup>  
경상대학교 건강과학연구원<sup>2</sup>

김소연<sup>1</sup> · 이륜경<sup>1</sup> · 김태후<sup>1</sup> · 김동훈<sup>1,2</sup> · 김태운<sup>1,2</sup>  
이수훈<sup>1,2</sup> · 정진희<sup>1,2</sup> · 이상봉<sup>1</sup> · 강창우<sup>1,2</sup>

### Hypoalbuminemia as a Predictor of 30-day Mortality in Patients with Acute Organophosphate Insecticide Poisoning

So Yeon Kim, M.D.<sup>1</sup>, Ryun Kyung Lee, M.D.<sup>1</sup>, Tae hu Kim, M.D.<sup>1</sup>,  
Dong Hoon Kim, M.D., Ph.D.<sup>1,2</sup>, Taeyun Kim, M.D., Ph.D.<sup>1,2</sup>, Soo Hoon Lee, M.D.<sup>1,2</sup>,  
Jin Hee Jeong, M.D.<sup>1,2</sup>, Sang Bong Lee, M.D.<sup>1</sup>, Changwoo Kang, M.D., Ph.D.<sup>1,2</sup>

*Department of Emergency Medicine, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju<sup>1</sup>,  
Institute of Health Sciences, Gyeongsang National University, Jinju<sup>2</sup>, Korea*

**Purpose:** The association of hypoalbuminemia with 30-day in-hospital mortality in patients with organophosphate insecticide poisoning (OPI) was studied.

**Methods:** This retrospective cohort study was conducted between January 2006 and November 2013 in the emergency department (ED) after OPI poisoning. A Kaplan-Meier 30-day survival curve and the log-rank test were used to analyze patients stratified according to serum albumin levels on ED admission (hypoalbuminemia or normo-albuminemia). Independent risk factors including hypoalbuminemia for 30-day mortality were determined by multivariate Cox regression analysis.

**Results:** A total of 135 patients were included. Eighty-eight (65%) patients were male and the mean age was 57.3±17.0 years. Serum albumin, mean arterial pressure, and Glasgow coma scale score were significantly higher in the survival group than the non-survival group. APACHE II score was significantly lower in the non-survival group than the survival group. The mortality of the hypoalbuminemia group (serum albumin <3.5 g/dl) was 68.8%, while that of the normo-albuminemia group (serum albumin ≥3.5 g/dl) was 15.1%. The area under the ROC curve of the serum albumin level was 0.786 (95% CI, 0.690-0.881) and the APACHE II score was 0.840 (95% CI, 0.770-0.910).

**Conclusion:** Hypoalbuminemia is associated with 30-day mortality in patients with OPI poisoning.

**Key Words:** Organophosphate, Insecticide, Poisoning, Hypoalbuminemia, Mortality

책임저자: 강 창 우  
경상남도 진주시 강남로 79  
경상대학교 의과대학/의학전문대학원 응급의학교실  
Tel: 055) 750-8216, Fax: 055) 757-0514  
E-mail: em6766@gmail.com

투고일: 2017년 5월 8일 1차 심사일: 2017년 5월 30일  
게재 승인일: 2017년 6월 19일

## 서 론

세계보건기구(World Health Organization, WHO)에 따르면 해마다 약 300만명이 중등도 살충제 중독으로 추정된다<sup>1)</sup>. 1996년부터 2005년까지의 국내 살충제 중독으로 인한 사망자는 25,360명으로, 이는 전체 중독 사망자

중의 58.3%를 차지한다<sup>2)</sup>.

유기인계 살충제는 전세계에서 많이 사용하고 있는 살충제 중 하나로, 특히 아시아 국가에서 흔하게 사용되고 있다. 유기인계 살충제는 살충 효과가 뛰어난 반면, 만약 사람이 음독하면 매우 치명적이기 때문에 유기인계 살충제 중독의 환자의 경우 그 중증도가 높으며, 중환자실로 입실하는 경우가 많다<sup>3)</sup>. 유기인계 살충제는 음독 후 사망률이 4-30%로 상당히 높으며, 이는 의학적으로 중요한 문제점으로 고려되고 있다<sup>4,5)</sup>.

유기인계 살충제는 생체 내에서 아세틸콜린에스터라제의 작용을 억제하여 아세틸콜린의 과도한 축적을 일으킴으로써 말초신경과 중추신경계 내의 시냅스에 있는 무스카린 및 니코틴 수용체에 영향을 미친다<sup>6)</sup>. 그 결과로 많은 유기인계 중독 환자가 호흡부전, 신경학정 후유증, 심폐정지까지 발생하며, 이로 인해 높은 사망률을 나타낸다<sup>7-11)</sup>. 따라서, 유기인계 중독 환자의 예후와 관련된 여러 예측인자에 대한 연구가 이루어졌고, 그 대부분은 혈액검사와 관련되어 있다. 선행된 여러 연구에서 적혈구 분포폭 (Red cell distribution width), GCS 점수, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II 점수, Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II 점수, S100B 단백질, C 반응성 단백질, 심박수, 교정 QT 간격 등이 유기인계 중독 환자의 예후와 관련된 인자로 알려져 있다<sup>12-18)</sup>.

혈청 알부민의 농도는 여러 질병(심부전, 심근경색, 폐렴 등)에서 예후의 예측 요인이나 위험 요인으로 보고되어 왔다<sup>19-21)</sup>. 하지만 혈청 알부민과 중독 환자의 사망률의 연관성에 대한 연구는 아직까지 거의 없다. 그래서, 본 연구에서는 유기인계 살충제 중독 환자에서 혈청 알부민 농도가 사망률과 연관성이 있다는 가설을 세웠고, 이를 바탕으로 유기인계 살충제 중독 환자의 초기 혈청 알부민 농도와 30일 사망률의 연관성을 평가하기 위하여 시행하였다.

## 대상과 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 연간 약 3만여 명의 환자가 내원하는 일개 3차병원 응급의료센터에 2006년 1월 1일부터 2013년 12월 31일까지 8년간 유기인계 살충제 중독으로 진단된 135명의 환자를 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 본 연구는 병원 내 임상윤리위원회(IRB, 2015-03-013)의 승인 후 시행되었다.

### 2. 대상 환자군 및 정의

연구 기간 동안 본 의료기관의 응급의료센터를 내원하여 유기인계 살충제 중독으로 진단 받은 환자를 대상으로 하였으며, 16세 미만의 소아, 다른 약물을 동시에 음독한 환자, 치료 도중 타 병원으로 전원 된 환자 등은 연구대상에서 제외되었다. 유기인계 살충제 중독의 정의는 보호자와 환자의 병력청취에서 유기인계 살충제를 음독하였거나 농약병을 수취하고 유기인계 살충제 중독의 전형적인 증상(타액분비, 유루, 배뇨, 설사, 구토, 기도 분비물 증가, 기관지경련, 서맥 등)을 나타내는 경우로 정의하였다<sup>13)</sup>.

### 3. 대상 환자의 치료

타 병원을 경유하였으나 아무런 처치가 없었거나 본원으로 직접 바로 내원 한 환자의 경우 즉시 신속하게 위세척을 시행하고 Pralidoxime (2-PAM)과 아트로핀을 투여하였다. 인공호흡기 치료가 필요한 경우에는 시행하였고 초기 아트로핀의 투여에도 불구하고 배뇨, 설사, 타액분비 등과 같은 특징적인 콜린성 증상이 지속되는 경우에는 구강과 기도의 분비물의 양에 따라 투여량을 2-4배까지 증량하여 조절하였다. 2-PAM은 초기에 2 g을 약 15분간 투약한 후 이후 10g-20g을 환자의 증상에 따라 최대 72시간까지 점적 투여하였다.

### 4. 자료 수집

성별과 연령, 응급실 내원 시의 활력징후를 포함해서 이전의 연구에서 예후와 연관이 있는 것으로 알려진 혈액검사로 백혈구 수, 헤모글로빈, 동맥혈 pH, 동맥혈 이산화탄소분압, 중탄산염, 혈청 알부민, 혈청 요소질소, 혈청 크레아티닌 등을 표준화된 자료 수집 형식에 따라 연구 대상 기간동안 응급실로 내원한 환자의 내원 초기 수치를 수집하였고 응급의학과 의사(S.Y.K., C.K.)가 검열하였다. 수집된 자료와 사망률, APACHE II 점수를 조사하여 연관성을 분석하였다.

### 5. 통계적 기법

통계적 분석을 위해 윈도우용 SPSS 16.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 먼저 대상 환자들을 30일 이내 사망의 유무에 따라 생존군과 사망군으로 나누었고 각각의 변수들을 비교하였다. 절대수와 백분율로 표시한 범주형 변수는 카이제곱검정 또는 Fisher's

exact test를 시행하여 차이를 검정하였다. 연속 변수는 평균값과 평균의 표준오차(standard error of the mean, SEM)로 표시하였고, Kolmogorov-Smirnov 검정을 이용하여 연속형 변수의 정규성을 확인하였다. 각각의 변수에 대하여 양 군간의 차이를 검정하기 위해 정규분포 여부에 따라 Student-t test 또는 Mann-Whitney U test를 이용하였다. 대상 환자들을 혈청 알부민의 농도에 따라서 정상 또는 고알부민혈증군(3.5 g/dl 이상)과 저알부민혈증군(3.5 g/dl 미만)으로 나누어 30일 사망률과 APACHE II 점수를 비교하기 위해 절대수와 백분율로 표시하였고, 환자들이 내원한 이후 30일 생존률과 혈청 알부민 농도의 비교를 위해 Kaplan-Meier 곡선과 log-rank test를 사용하였다. 또한, 대상 환자의 30일 사망에 대한 예후인자를

예측하기 위하여 Cox proportional hazard regression analysis를 사용하였다.

혈청 알부민의 농도에 따라서 30일 이내 사망을 예측하기 위하여 Receiver operating characteristic (ROC) curve로 area under curve (AUC)를 계산하였고, APACHE II 점수와 비교하였다. 정상군과 저알부민혈증군을 구분하는 혈청 알부민 농도 3.5 g/dl에 대하여 민감도, 특이도, 양성 및 음성 예측도를 계산하였다.

## 결 과

2006년부터 2013년까지 총 8년 동안 일개 3차병원 응급의료센터를 내원하여 유기인계 살충제 중독으로 진단

**Table 1.** Baseline characteristics of study population

	Survivors (N=106)	Non-survivors (N=29)	p-value
Age (years)	53.21±1.53	72.14±1.89	0.033
Male, n (%)	73 (68.87)	15 (51.72)	0.128
GCS*	11.21±0.45	7.07±0.74	0.002
MAP <sup>†</sup> (mmHg)	100.77±2.23	79.48±6.38	0.002
pH	7.30±0.01	7.16±0.03	0.039
CPK <sup>‡</sup> (U/L)	222.54±37.43	155.17±20.40	0.260
Cholinesterase (U/L)	702.55±146.16	463.32±159.18	0.277
Pulse rate (beat/min)	92.62±2.14	92.14±4.77	0.260
Respiratory rate (rate/min)	20.78±0.54	19.59±1.63	0.002
WBC <sup>§</sup> count (/mm <sup>3</sup> )	15.24±0.70	18.43±1.43	0.815
Hemoglobin (g/dL)	14.51±0.14	13.02±0.41	0.007
Platelet count (×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	282.42±8.27	284.55±21.06	0.101
BUN (mg/dL)	14.48±0.51	21.76±1.58	0.001
Creatinine (mg/dL)	0.82±0.03	1.14±0.08	0.003
Albumin (g/dL)	4.24±0.05	3.58±0.12	0.185
APACHE <sup>  </sup> II	12.43±0.82	23.55±1.16	0.013

Data are expressed as Mean ± SEM and frequency with percentage.

\* GCS: Glasgow Coma Scale, <sup>†</sup> MAP: mean arterial pressure, <sup>‡</sup> CPK: creatinine phosphokinase, <sup>§</sup> WBC: white blood cell, <sup>||</sup> APACHE: acute physiology and chronic health evaluation

**Table 2.** Outcomes of patients between normal albumin and hypoalbuminemia groups

	Albumin (<3.5 g/dL)	Albumin (≥3.5 g/dL)	p-value
Mortality, n (%)	11 (68.75)	18 (15.13)	<0.001
GCS*	8.19±1.24	10.61±0.43	0.580
MAP <sup>†</sup> , mmHg	70.69±8.22	99.63±2.24	0.108
pH	7.15±0.06	7.29±0.01	0.003
CPK <sup>‡</sup> , U/L	131.94±18.21	218.27±33.57	0.295
Cholinesterase, U/L	438.47±229.01	678.54±131.98	0.384
APACHE <sup>§</sup> II	21.69±2.13	13.90±0.82	0.713

Data are expressed as Mean±SEM and frequency with percentage.

\* GCS: Glasgow Coma Scale, <sup>†</sup> MAP: mean arterial pressure, <sup>‡</sup> CPK: creatinine phosphokinase, <sup>§</sup> APACHE: acute physiology and chronic health evaluation

된 137명의 환자 중에서 혈액검사 결과가 누락된 환자 1명과 기록 미비 환자 1명을 제외한 135명이 최종 결과에 포함되었다. 대상 환자 중 남자 88명(65.2%)으로 남자가 여자보다 많았고, 30일 내 사망률은 21.4% (29명)였다. 생존군과 사망군의 평균 연령은 각각 53.21±1.53세 및 72.14±1.89세로 사망군에서 유의하게 높았다(Table 1).

생존군과 사망군의 혈액검사와 혈액학적 지표를 비교하여 보면, 생존군에서 GCS 점수, 평균동맥압, 동맥혈 pH, 호흡수, 헤모글로빈이 유의하게 높았고, 사망군에서 혈청 요소 질소농도, 크레아티닌 농도와 APACHE II 점수가 유의하게 높았다.

혈청 알부민의 농도에 따라 환자를 정상 또는 고알부민혈증(3.5g/dl이상), 저알부민혈증(3.5g/d미만) 두 군으로 나누었으며, 저알부민혈증군의 사망률이 68.75%로 정상 또는 고 알부민혈증군(15.12%) 보다 유의하게 높았다(Table 2). 또한 동맥혈 pH도 저알부민혈증군에서는 7.15로 정상 또는 고알부민혈증군(7.29)보다 유의하게 높았다. Kaplan-Meier 생존분석에도 두 군의 생존율에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다(Fig. 1) ( $p < 0.001$ ).

30일 내 사망에 대한 예측인자를 분석하기 위해 다변량 Cox 분석을 이용하였다. 저알부민혈증, 낮은 헤모글로빈 값, 높은 APACHE II 점수가 의미 있는 결과를 보였다

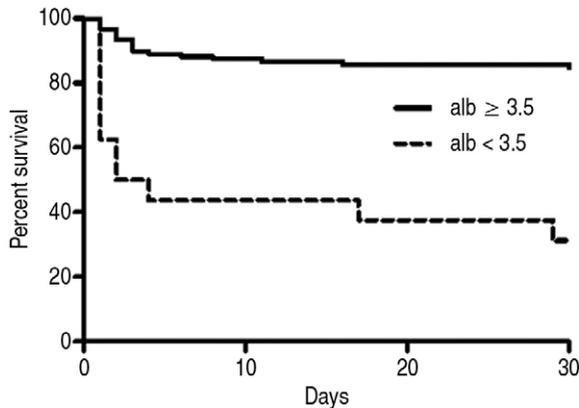


Fig. 1. Kaplan-Meier survival curves by serum albumin concentration ( $p < 0.001$  by the log-rank test).

(Table 3).

유기인계 살충제 중독환자의 30일 내 사망 예측의 요인으로 알부민 농도의 AUC 값은 0.786 (95% CI, 0.690-0.881)이었고, APACHE II 점수의 AUC 값은 0.840 (95% CI, 0.770-0.910)이었다(Fig. 2). 혈청 알부민 농도 3.5 g/dl를 기준으로 그 미만인 값은 민감도가 68.8%, 특이도가 84.9%, 양성예측도가 39.9%, 음성예측도가 95.3%로 저알부민혈증에서 30일 사망에 대한 음성예측도가 높다는 것을 알 수 있다.

고찰

본 연구에서는 유기인계 살충제 중독환자가 응급의료센터로 내원하여 시행한 초기의 혈청 알부민 농도 측정에서 사망한 군에서의 알부민 농도가 생존한 군보다 의미 있게 낮았다. 정상 또는 고알부민혈증군에 비하여 저알부민혈증군은 생존율이 낮고, APACHE-II 점수가 높았다. 다변량 Cox 분석을 시행하여 30일 사망에 대한 예측에서도 혈청 알부민 농도가 독립적인 예측 요인으로 나왔다. 이로서 응급의료센터로 내원하는 유기인계 중독환자의 예후 예측 인자로서 혈청 알부민의 농도를 측정하여 예측 할 수

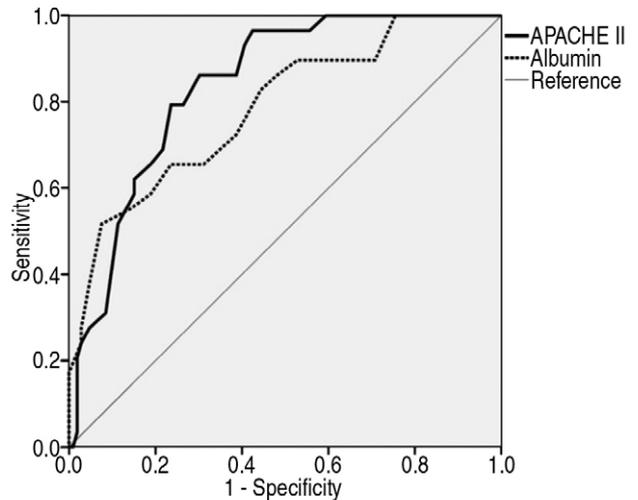


Fig. 2. ROC curve for 30-day mortality.

Table 3. Cox proportional hazards regression analysis for mortality within 30 days

	Adjusted HR	95% CI	p-value
Hemoglobin	0.83	0.68-1.00	0.048
APACHE* II score	0.12	1.08-1.19	<0.001
Albumin(g/dl)			
≥3.5	Reference		
<3.5	2.70	0.14-0.96	0.041

\* APACHE: acute physiology and chronic health evaluation.

있음을 알 수 있다.

알부민은 혈장에서 가장 풍부한 단백질로 총 단백질 함량의 약 50%를 구성하고 있다. 585개의 아미노산 잔기를 가지고 있고 무게는 66.5 kDa인 구형의 단백질이다. 그 기본 형태에서, 알부민은 적당히 유연한 구조를 가지고 있어 안정적으로 신장될 수 있으며, 높은 용해도와 낮은 점도를 가지고 있다<sup>22)</sup>. 알부민은 생체에서 중요한 생리적 역할을 담당하고 있는데 가장 두드러진 특징은 신체의 여러 구획에 체액분배의 주요한 조절자 역할이다. 실제로, 혈장의 교질삼투압의 약 70-75%가 알부민의 직접적인 삼투적 특성 때문에 알부민에 의해 결정된다. 또한, 알부민 자체 단백질의 음전하로 나트륨과 같은 양이온과 결합되어 간질에서 혈관내로 물의 이동을 이끈다<sup>23)</sup>. 알부민은 지방산, 금속, 대사물질, 약물 등의 다양한 물질들과 결합을 하고 운반을 한다. 그리고, 많은 독성 물질들이 알부민과의 결합을 통해서 단백질분해 작용으로 중화되고 이화된다<sup>24)</sup>.

저알부민혈증은 여러 기저 질환이 있는 환자에서 나타날 수 있다. 간경변증이나 간염과 같은 간질환이 있거나, 단백질이 소변으로 소실되는 신증후군이 있는 경우, 또는 암 환자들의 경우 등에도 혈청 알부민의 초기 농도가 낮을 수 있다<sup>25)</sup>.

혈청 알부민의 농도는 여러 질병에서 예후의 예측 요인이나 위험 요인으로 보고되어 왔다. 이전 연구에서는 심부전과 급성 관상 동맥중후군, 심근경색에서도 혈청 알부민의 농도가 낮을수록 발생률이 증가하고 사망률도 증가된다고 보고 되어있다<sup>20,21)</sup>. 다른 한 연구에서는 노인층에서 저알부민혈증이 폐렴을 일으키는 위험인자임을 보고 하였다<sup>26)</sup>. 부인병적 악성종양환자의 수술 전 저알부민혈증이 수술 전후에 환자의 유병률과 사망률을 높인다는 연구도 있다<sup>27)</sup>. 혈액투석 환자에서도 저알부민혈증과 사망률과의 상관관계에 대한 연구가 시행되었다<sup>28,29)</sup>.

본 연구에서 저알부민혈증이 유기인계 살충제 중독의 예후인자로 작용하는 기전으로 1) 유기인계 살충제 중독 당시 영양부족이나 기존에 가지고 있던 질병과의 연관성이 있을 수 있고; 2) 중독에 의해 급성 염증 반응이 유발되고 이로 인한 혈관 투과성이 증가하여 알부민이 혈관 구획 외로 누출되거나; 3) 급성 염증 반응에 의한 알부민의 합성 저해 등을 생각해 볼 수 있다<sup>30)</sup>. 이들 중에서 첫번째로 언급한 저알부민혈증이 중독 전에 선행한 경우가 가장 유력한 기전이라고 할 수 있다. 유기인계 화합물이 인체에 흡수되면 혈장 알부민과 결합하게 되는데, 알부민은 유기인계 화합물의 scavenger 역할을 하게 되어 아세틸콜린 에스터라제에 작용하는 유기인계 화합물의 양이 줄어들게 되어 인체 독성을 줄이게 된다<sup>31)</sup>. 저알부민혈증이 있는

경우에는 이러한 작용이 정상 또는 고알부민혈증의 경우보다 줄어들기 때문에 유기인계 살충제의 인체 독성이 더 강하게 나타날 것으로 추정된다.

이전의 여러 연구에서 유기인계 살충제 중독환자의 예후인자로 적혈구 분포폭, GCS 점수, APACHE II 점수, SAPS II 점수, S100B 단백질, C 반응성 단백질, 교정 QT 간격 등이 보고 되었으나<sup>12-18)</sup>, 예후인자로서 알부민에 관한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 유기인계 살충제 중독에서 응급실 내원 초기 혈청 알부민과 사망률과의 연관성을 밝힘으로써 예후인자로 혈청 알부민의 유용함을 알 수 있었다.

본 연구의 제한점은 첫째, 후향적 코호트 연구로 진행되었다는 점이고 둘째, 단일 응급의료센터에서만 시행되었고 대상 환자 수가 적어 일반화에 한계가 있다. 셋째는 대상 환자의 유기인계 살충제 음독 양을 측정하지 못하였고 음독 후부터 치료까지의 시간을 확인하지 못했다. 또한, 기저질환에 대한 정보가 미흡한 경우가 많아서 기저질환에 따른 혈청 알부민 농도와의 연관성을 알 수는 없었다.

## 결론

응급의료센터에 내원한 유기인계 살충제 중독환자의 초기 혈청 알부민 농도는 사망군이 생존군에 비하여 낮았다. 앞서 언급한 여러 제한점이 있기는 하지만, 본 연구에서 내린 결론은 저알부민혈증은 유기인계 살충제 중독환자의 30일 사망을 추정할 수 있는 중요한 인자 중에 하나라고 생각된다.

## 참고문헌

- Gunnell D, Eddleston M. Suicide by intentional ingestion of pesticides: a continuing tragedy in developing countries. *Int J Epidemiol* 2003;32:902-9.
- Lee WJ, Cha ES, Park ES, Kong KA, Yi JH, Son M. Deaths from pesticide poisoning in South Korea: trends over 10 years. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:365-71.
- Sungur M, and Güven M. Intensive care management of organophosphate insecticide poisoning. *Crit Care* 2001;5:211-5.
- Eddleston M, Buckley NA, Eyer P, Dawson AH. Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. *The Lancet* 2008;371:597-607.
- Eddleston M, Phillips MR. Self poisoning with pesticides. *BMJ* 2004;328:42-4.
- Bakry NM, el-Rashidy AH, Eldefrawi AT, Eldefrawi ME. Direct actions of organophosphate anticholinesterases on

- nicotinic and muscarinic acetylcholine receptors. *J Biochem Toxicol* 1988;3:235-59.
7. Hoffman RS, Howland MA, Lewin NA, Nelson LS, Goldfrank LR. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2015. p.1409-24.
  8. Bardin PG, van Eeden SF, Joubert JR. Intensive care management of acute organophosphate poisoning. A 7-year experience in the Western Cape. *S Afr Med J* 1987;72:593-7.
  9. Munidasa UA, Gawarammana IB, Kularatne SA, Kumarasiri PV, Goonasekera CD. Survival pattern in patients with acute organophosphate poisoning receiving intensive care. *J Toxicol Clin Toxicol* 2004;42:343-7.
  10. Rajapakse VP, Wijesekera S. Outcome of mechanical ventilation in Sri Lanka. *Ann R Coll Surg Engl* 1989;71:344-6.
  11. Eddleston M, Mohamed F, Davies JO, Eyer P, Worek F, Sheriff MH, et al. Respiratory failure in acute organophosphorus pesticide self-poisoning. *QJM* 2006;99:513-22.
  12. Kang C, Park IS, Kim DH, Kim SC, Jeong JH, Lee SH, et al. Red cell distribution width as a predictor of mortality in organophosphate insecticide poisoning. *Am J Emerg Med* 2014;32:743-6.
  13. Akdur O, Durukan P, Ozkan S, Avsarogullari L, Vardar A, Kavalci C, et al. Poisoning severity score, Glasgow coma scale, corrected QT interval in acute organophosphate poisoning. *Human & experimental toxicology*. *Hum Exp Toxicol* 2010;29:419-25.
  14. Churi S, Bhakta K, Madhan R. Organophosphate poisoning: prediction of severity and outcome by Glasgow Coma Scale, poisoning severity score, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score, and Simplified Acute Physiology Score II. *J Emerg Nurs* 2012;38:493-5.
  15. Liu SH, Lin JL, Weng CH, Yang HY, Hsu CW, Chen KH, et al. Heart rate-corrected QT interval helps predict mortality after intentional organophosphate poisoning. *PLoS One* 2012;7:e36576.
  16. Lee JH, Lee YH, Park YH, Kim YH, Hong CK, Cho KW, et al. The difference in C-reactive protein value between initial and 24 hours follow-up (D-CRP) data as a predictor of mortality in organophosphate poisoned patients. *Clin Toxicol (Phila)* 2013;51:29-34.
  17. Peter JV, Thomas L, Graham PL, Moran JL, Abhilash KP, Jasmine S, et al. Performance of clinical scoring systems in acute organophosphate poisoning. *Clin Toxicol (Phila)* 2013;51:850-4.
  18. Yardan T, Baydin A, Acar E, Ulger F, Aygun D, Duzgun A, et al. The role of serum cholinesterase activity and S100B protein in the evaluation of organophosphate poisoning. *Hum Exp Toxicol* 2013;32:1081-8.
  19. Lee JH, Kim J, Kim K, Jo YH, Rhee J, Kim TY, et al. Albumin and C-reactive protein have prognostic significance in patients with community-acquired pneumonia. *J Crit Care*. 2011;26:287-94.
  20. Hartopo AB, Gharini PP, Setianto BY. Low serum albumin levels and in-hospital adverse outcomes in acute coronary syndrome. *Int Heart J* 2010;51:221-6.
  21. Phillips A, Shaper AG, Whincup PH. Association between serum albumin and mortality from cardiovascular disease, cancer, and other causes. *Lancet* 1989;2:1434-6.
  22. He XM, Carter DC. Atomic structure and chemistry of human serum albumin. *Nature* 1992;358:209-15.
  23. Doweiko JP, Nompleggi DJ. Role of albumin in human physiology and pathophysiology. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1991;15:207-11.
  24. Zhivkova ZD. Studies on drug-human serum albumin binding: the current state of the matter. *Curr Pharm Des*. 2015;21:1817-30.
  25. Gatta A, Verardo A, Bolognesi M. Hypoalbuminemia. *Intern Emerg Med*. 2012;7 Suppl 3:S193-9.
  26. Hedlund JU, Hansson LO, Orqvist AB. Hypoalbuminemia in hospitalized patients with community-acquired pneumonia. *Arch Intern Med* 1995;155:1438-42.
  27. Uppal S, Al-Niaimi A, Rice LW, Rose SL, Kushner DM, Spencer RJ, et al. Preoperative hypoalbuminemia is an independent predictor of poor perioperative outcomes in women undergoing open surgery for gynecologic malignancies. *Gynecol Oncol* 2013;131:416-22.
  28. de Castro LL, de Carvalho e Martins Mdo C, Garcez AM, Pacheco JF, Cunha FV, Moita Neto JM, et al. Hypoalbuminemia and oxidative stress in patients on renal hemodialysis program. *Nutr Hosp* 2014;30:952-9.
  29. Sridhar NR, Josyula S. Hypoalbuminemia in hemodialyzed end stage renal disease patients: risk factors and relationships--a 2 year single center study. *BMC Nephrol* 2013;14:242.
  30. Nicholson JP, Wolmarans MR, Park GR. The role of albumin in critical illness. *Br J Anaesth*. 2000;85:599-610.
  31. Peeples ES, Schopfer LM, Duysen EG, Spaulding R, Voelker T, Thompson CM, et al. Albumin, a new biomarker of organophosphorus toxicant exposure, identified by mass spectrometry. *Toxicol Sci*. 2005;83:303-12.