

일개 대학병원에서 Simplified Acute Physiologic Score II를 이용한 급성 파라콰트 중독환자의 예후 예측

아주대학교 의과대학 응급의학교실

유영열 · 민영기 · 안정환 · 최상천 · 신연호 · 정윤석 · 박은정

Prediction of Mortality in Patients with Acute Paraquat Intoxication Using Simplified Acute Physiology Score II

Young-yeol You, M.D., Younggi Min, M.D., Junghwan Ahn, M.D., Sang-Cheon Choi, M.D.,
Yeonho Shin, M.D., Yoonseok Jung, M.D. and Eunjung Park, M.D.

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

Background: The prognosis of paraquat intoxication patients is poor and this makes the prediction of mortality important in administering aggressive treatment and admission. This article investigates the usefulness of simplified acute physiology score II (SAPS II), as a predictor of the mortality in paraquat intoxication.

Methods: We retrospectively reviewed 65 patients who were admitted in one hospital between January in 2005 and December in 2010. We calculated their SAPS II, serum paraquat level, and severity index of paraquat poisoning (SIPP) at the time of intensive care unit (ICU) admission. We investigated the relationship between each systems and the mortality.

Results: Overall mortality was 73.8%: 48 out of 65 patients died. Non-survived group (n = 48) had a higher SAPS II score (30.44 ± 15.99) than survived group (n = 17 [15.7 ± 6.26], $p < 0.001$). Serum paraquat level and SIPP were significantly higher in non-survived group than in survived group ($p < 0.05$, in all comparisons). By using the area under receiver operating characteristic curves (AUC), the SAPS II system yielded equal discriminative power (AUC = 0.82) with serum paraquat level (AUC = 0.896) and SIPP (AUC = 0.865). Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test C indicated SAPS II score validated well in paraquat intoxication group ($p = 0.33$).

Conclusions: Serum paraquat level is the best way for prediction of mortality in patients with acute paraquat intoxication. If checking serum paraquat level is impossible or delayed, SAPS II score can be an alternative tool for evaluating the prognosis in paraquat intoxication.

Key Words: mortality, paraquat, poisoning, scoring method.

서 론

파라콰트(1,1-dimethyl-4,4'-bipyridylum chloride)는 국내에서 1970년대 Gramoxone이라는 상품명으로 소개된 제초제로 국내뿐만 아니라 세계적으로도 널리 사용되고 있는 제초제이다. 그러나 독성이 강하여 인체에 적은 양이라도 흡수될 경우 사망률이 매우 높을 뿐만 아니라 아직까지 성공적으로

수립된 치료법은 없는 실정이다. 국내에서는 연간 1,000명 이상이 파라콰트 중독으로 사망하는 것으로 알려져 있으며 세계적으로도 사망률은 30-80% 정도로 알려져 있다.[1] 급성 파라콰트 중독은 사망률이 높고 해독제나 명확하게 적립된 치료 방법이 없기 때문에 급성 중독 초기에 예후와 상관 없이 적극적인 치료를 포기하거나 불필요한 치료를 시작할 수도 있다. 그러므로 조기에 환자의 예후를 평가하는 것은 적극적인 치료의 시행 여부 및 우선 순위를 결정하는데 있어서 임상적으로 중요하다. 현재까지 알려진 바에 의하면 혈중 파라콰트 농도가 가장 정확한 예후 예측 인자로 널리 알려져 있다.[2] 그러나 혈중 파라콰트 농도 측정이 즉시 가능한 의료기관은 많지 않으며 국내의 경우 대부분 외부 수탁 검사를 시행하기 때문에 혈중 파라콰트 농도를

논문접수일 : 2011년 6월 9일, 수정일 : 2011년 8월 18일(1차), 2011년 8월 19일(2차), 승인일 : 2011년 8월 19일
책임저자 : 박은정, 경기도 수원시 영통구 원천동 산 5
아주대학교 의과대학 응급의학교실
우편번호: 443-721
Tel: 031-219-7750, Fax: 031-219-7760
E-mail: amita62@nate.com

이용하여 초기에 예후를 예측하는 데에는 제한점이 많다.

Simplified Acute Physiology Score II (이하 SAPS II)는 중환자실 입실 환자들의 예후를 예측하는데 있어 매우 유용하고 효과적으로 널리 사용되고 있는 지표로 중환자실 입실 환자들을 대상으로 중증도와 장기부전을 분석하여 중환자의 사망률을 예측하기 위해 고안된 점수체계이다.[3] 이는 중환자실 입원 24시간 이내의 가장 나쁜 수치를 이용해 점수를 구하며 파라콰트 중독 환자들에 대해서 유용성을 분석한 연구는 없는 실정이다.

본 연구는 급성 파라콰트 중독으로 입원한 환자들을 대상으로 예후 예측을 위해 SAPS II의 효용성을 확인하기 위해 시행되었다.

대상 및 방법

1) 연구방법

본 연구는 의무기록을 이용한 후향적 연구로 2005년 1월부터 2010년 12월까지 6년 동안 한 대학병원에 입원하였던 급성 파라콰트 중독 환자를 대상으로 하였다. 파라콰트 중독의 확진은 병력 이외에 소변 sodium dithionite 검사가 양성인 경우와 혈액에서 파라콰트가 검출되는 경우로 정의하였다.

대상 환자들은 응급실 내원 후 위세척과 함께 풀리흠 (Fuller's earth)을 투여 받았으며 보존적 치료와 함께 2일 간 cyclophosphamide (1 g/일)와 3일 간 methylprednisolone (1 g/일)을 투여받았다. 환자 또는 보호자가 동의하지 않았던 경우를 제외하고는 활성탄을 이용한 혈액관류를 시행하였다. 음독 이외의 중독인 경우, 소변 sodium dithionite 검사에서 음성이 나온 경우, 음독 후 24시간 이후 내원한 경우, SAPS II에 필요한 변수가 1개 이상 없는 경우는 대상에서 제외하였다. 의무기록을 후향적으로 조사하여 SAPS II를 계산하였으며 정확도를 유지하기 위해 다른 연구원이 SAPS II를 반복하여 계산하였다. 혈중 파라콰트 농도 측정을 위해 환자가 응급실로 내원한 직후 채혈하여 (주)녹십자 수탁 검사로 의뢰하였다. 파라콰트 음독 후 혈중 파라콰트 측정까지의 시간을 보정하기 위하여 severity index of paraquat poisoning

(이하 SIPP, 혈중 파라콰트 농도×파라콰트 음독 후 채혈까지의 시간)을 계산하였다.

2) 통계분석방법

통계학 분석은 윈도우용 SPSS (version 12.0, USA)를 이용하였고, 범주형 변수는 χ^2 test를, 연속 변수는 Mann-Whitney test를 이용하여 분석하였다. 각 모델의 사망 예측 능력을 분석하기 위해 ROC (Receiver Operating Characteristics curve) 곡선을 이용하였으며, 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 분석 비교하였다. Medcalc (version 9.42 Medcalc software, Belgium)을 이용하여 각 모델의 AUC (Area under the curve of ROC) 를 비교 분석하였으며 p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 정의하였다. 각 모델의 사망 예측의 적합도(calibration)는 Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test C를 이용하여 분석하였다. 적합도 평가는 모형을 이용하여 예측한 사망률이 실제 사망률에 얼마나 가까운가에 대한 평가로 p값이 0.05보다 클 경우 모형의 적합도가 적합한 것으로 판단하였다.

결 과

대상 기간 동안 응급의료센터에 내원했던 파라콰트 환자는 총 77명이었으나, 음독 이외의 중독인 경우, 소변 sodium dithionite 검사가 음성인 경우, 음독 24시간 이후 내원한 경우, SAPS II에 필요한 변수가 1개 이상 없는 경우는 대상에서 제외하여, 65명이 최종 연구 대상이 되었다. 대상 환자들을 28명일 이내 사망 여부에 따라 생존군과 비생존군으로 구분하였으며, 생존군은 17명, 비생존군은 48명이었다. 평균 나이는 생존군이 45.12 ± 9.13세, 비생존군이 55.85 ± 15.57세로 비생존군이 많았으며 이러한 차이는 통계적으로 유의하였고(p = 0.01), 성별 분포는 비생존군에서 남성의 비율이 높았으며 통계적으로 유의하였다(p = 0.04). 활성탄을 이용한 혈액관류는 생존군에서 9명(52.9%), 비생존군에서 36명(75%)에서 시행하였으며, 생존군에서 혈액관류를 시행한 빈도가 높았으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(p = 0.127). 혈중 파라콰트 농도, SIPP, SAPS II 모두

Table 1. Comparison of General Characteristics in Patients of Acute Paraquat Intoxication

	Survived* (n=17)	Non-survived* (n=48)	p value
Age (yrs)	45.12 ± 9.13	55.85 ± 15.57	0.01
Gender (M : F)	6 : 11	31 : 17	0.04
Serum paraquat level (ug/ml)	1.78 ± 1.35	105.93 ± 435.55	<0.01
CHP (undone : done)	8 : 9	12 : 36	0.127
SIPP (ug/ml/hour)	7.45 ± 13.22	114.07 ± 331.62	<0.01
SAPS II	15.7 ± 6.26	30.44 ± 15.99	<0.01

*Values are mean ± standard deviation. CHP: charcoal hemoperfusion; SIPP: Severity index of paraquat poisoning; SAPS II: Simplified acute physiology score II.

비생존군에서 통계학적으로 유의하게 높았다(Table 1).

사망 예측 능력에 대한 ROC curve 분석에서는 SAPS II (AUC = 0.82, 95% CI = 0.705-0.904)는 통계학적으로 유의하게 나타났다. SAPS II와 비교하여 각각 혈중 파라콰트 농도(AUC = 0.896, 95% CI = 0.796-0.958)와 SIPP (AUC = 0.865, 95% CI = 0.758-0.937)의 예측력 차이는 없었다(Fig. 1, Table 2). SAPS II의 최적 결정값은 19로 민감도는 77.1%, 특이도는 76.5%였고, 혈중 파라콰트 농도의 최적 결정값은 12.3 ug/ml로 민감도는 75.0%, 특이도는 94.1%였다. SIPP

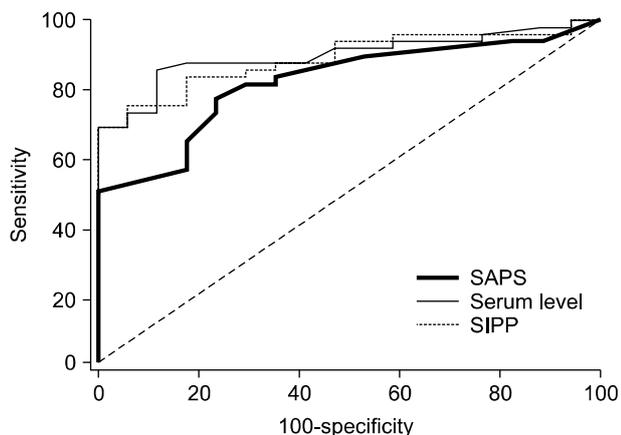


Fig. 1. The receiver operating characteristic (ROC) curves of serum paraquat level, severity index of paraquat poisoning (SIPP) and simplified acute physiology score II (SAPS II) in paraquat-poisoning patients. Serum paraquat level shows the best discriminative power with the largest area under the ROC curve (AUC = 0.896). But there is no statistical difference between each group ($p > 0.05$ in all comparisons).

Table 2. AUC for Each Models to Predict Mortality after Acute Paraquat Intoxication

Variable	AUC	95% CI
Serum paraquat level (ug/ml)*,†	0.896	0.796-0.958
SIPP (ug/ml/hr)*,†	0.865	0.758-0.937
SAPS II†,‡	0.820	0.705-0.904

AUC: Area under the receiver operating characteristic curve; CI: Confidence interval; SIPP: Severity index of paraquat poisoning; SAPS II: simplified acute physiology score II; * $p = 0.34$; † $p = 0.21$; ‡ $p = 0.42$.

Table 3. Best Cut-off Value, Sensitivity, Specificity, PPV, NPV for Each Models

Model	Best cut-off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
Serum paraquat level (ug/ml)	>12.3	75.0	94.1	97.3	57.1
SIPP (ug/ml/hr)	>2.9	85.4	88.2	95.3	68.2
SAPS II	>19	77.1	76.5	90.2	54.2

PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value; SIPP: Severity index of paraquat poisoning; SAPS II: Simplified acute physiology score II.

의 최적 결정값은 2.9 ug/ml/hour였고, 민감도는 85.4%, 특이도는 88.2%였다(Table 3).

각 모델의 사망 예측의 적합도를 평가하기 위해 시행한 Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test C에서는 혈중 파라콰트 농도($p = 0.51$)와 SAPS II ($p = 0.33$)의 경우 모형이 적합하나, SIPP ($p \leq 0.01$)의 경우 적합성이 떨어졌다(Table 4).

고찰

파라콰트는 1970년대부터 국내에서 제초제로 사용되고 있는 제제로서 식물의 광합성 과정에서 초과산화물이 생성되어 식물 세포벽과 원형질을 파괴하여 제초작용을 나타낸다.[4] 파라콰트를 섭취하면 체내에서 자유기가 발생해 세포막이 파괴되고 섬유아세포가 손상 부위로 이동하여 교원질이 축적되며 결국에서는 폐조직에서 섬유화가 일어나 환자는 결국 사망하게 된다.[5-7] 20% 제제를 20 ml 이상 섭취하면 1-4일 내에 다발성 장기 손상으로 사망하게 되며 상대적으로 적은 양인 10-20 ml를 섭취한 경우에도 급성 신부전이나 폐섬유화로 수주 내에 사망하게 된다.[8] 파라콰트 중독의 치료방법으로는 위세척, 폴리휴의 복용, 연속적인 활성화탄 투여, 혈액투석, 혈액관류, 강제이뇨, 면역억제제 투여 등이 사용되어 왔으나,[5,9-12] 효과가 입증된 확실한 치료는 없는 실정이다.[11]

이러한 높은 중증도와 불확실한 치료법 때문에 적절한 치료 결정을 위해 예후 예측 인자가 치료 방향 결정에 도움이 된다.[8] 예후 인자가 종말 상태인 파라콰트 중독 환자에게 부적절한 치료를 하지 않는데 중요한 결정 인자가 될 수 있다.[12]

지금까지 연구는 음독량, 음독 후 경과 시간, 혈중 파라콰트 농도, sodium dioxide 검사 결과, 혈중 크레아티닌, 혈

Table 4. Hosmer-Lemeshow Goodness-of-fit Test C for Each Models

Models	Chi square	p value
Serum paraquat level	6.30	0.51
SIPP	37.56	<0.01
SAPS II	8.00	0.33

SIPP: Severity index of paraquat poisoning; SAPS II: Simplified acute physiology score II.

중 칼륨, 혈중 아스파라긴산 아미노전이효소(aspartate aminotransferase, AST) 등이 예후와 관련이 있다고 밝혔다.[9,13-15] 현재까지는 혈중 파라콰트 농도와 음독 후 경과 시간이 현재까지 가장 중요한 예후 인자로 알려져 있다.[2,8,12,16,17] Sawada 등[18]과 Hong 등[16]은 혈중 파라콰트 농도와 음독 후 경과 시간을 곱한 값인 SIPP가 파라콰트 중독의 사망을 효과적으로 예측했다고 보고하였다. 본 연구에서도 혈중 파라콰트 농도와 SIPP가 사망군에서 의미있게 증가하여 있었으며 사망 예측도도 다른 연구들과 비슷하게 의미있는 것으로 나타났다. 하지만 대부분의 병원에서 파라콰트 농도 측정이 불가능하며 외부 수탁검사를 시행하기 때문에, 혈중 파라콰트 농도가 내원 초기에 적극적인 치료 시행 여부를 결정할 만한 요소로서 역할을 하지 못 한다.

따라서 예후 인자로서의 역할을 보완하고자 초기 임상상 및 검사 결과를 이용하여 예후를 찾고자 하는 노력을 하였고, 그 중 중등도 분류법을 이용한 연구들이 있었다. Huang 등[19]은 acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II)를 이용하여 파라콰트 중독환자의 예후를 측정하였는데 APACHE II 점수가 혈중 파라콰트 농도 및 음독 후 경과 시간과 상관관계가 높으며 사망률을 예측하는데 도움이 된다고 보고하였다. 이어 시행한 연구에서는 APACHE II 점수가 혈중 파라콰트 농도와 SIPP보다 나은 식별력을 보인다고 보고하였다.[20] 또한 sequential organ failure assessment (SOFA) score를 이용한 연구에서도 SOFA 점수가 예후 예측에 적합하며 기존의 Yamaguchi index와 비슷한 결과를 보인다고 보고하였다.[21]

SAPS II는 다른 중등도 분류법과 마찬가지로 본래 ICU에 입원하는 환자들의 중증도를 파악하고 사망률을 예측하기 위해 만들어졌다. 이는 1984년에 Le Gall에 의해 처음으로 SAPS가 만들어졌고,[22] 1993년에 European-North American joint study group의 다기관 연구를 통해 SAPS II가 발표되었다.[3] SAPS II는 입원 24시간 이내의 가장 나쁜 수치를 이용하여 예후를 예측하며 모두 17가지의 변수로 구성되어 있고, 12가지의 생리학적 요소들과 나이, 입원의 종류, 세가지 기왕력이 포함되어 있다.[3] 총점은 각각의 변수를 이상 정도에 따라 0-4점으로 채점하여 합산하여 구한다. 여러 연구에서 SAPS II를 적용하여 0.672-0.86의 사망예측력을 보고하였다.[3,23,24] SAPS II는 몇 가지를 제외하고는 APACHE III의 생리학적 변수와 중복되며, APACHE III에 비교하여 사망 예측력이 다소 떨어진다는 보고는 있으나,[25] 두 가지 모두 사망 예측의 적합도가 좋아 사망 예측 도구로 사용할 가치가 있다고 보고되었다.[26] 또한 실질적으로 APACHE III 보다 변수가 적어 간단하며 경제적인 장점이 있어 APACHE III에 비해 유용하다고 보고되었다.[26]

지금까지 파라콰트 중독 환자에서 SAPS II를 이용한 예후 예측을 시행한 연구는 없으며, 본 연구는 SAPS II가 급

성 파라콰트 중독 환자의 예후 예측 지표로 의미가 있는지를 확인하고자 하였다. SAPS II, 혈중 파라콰트 농도, SIPP 모두 AUC가 0.8 이상으로 비교적 정확하게 예후 예측을 하였다. SAPS II는 혈중 파라콰트 농도 및 SIPP와 비교하여 낮은 분별력을 보였으나 이는 통계학적으로는 차이가 없었다. 사망 예측에 대한 모델의 적합도를 보기 위해 시행한 Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test C 결과 SAPS II와 혈중 파라콰트 농도는 적합한 것으로 나타났으며 SIPP의 경우 적합하지 않은 것으로 나타났다. 이를 통해 SAPS II는 급성 파라콰트 중독 환자의 예후를 비교적 정확하게 측정할 수 있으며 기존 인자와 비슷한 예후 예측 능력을 보이는 것을 알 수 있었다. 또한 측정에 오랜 시간이 소요되는 혈중 파라콰트 농도와 SIPP에 비해 단시간 내에 예후를 예측할 수 있으며, APACHE III보다 간단히 예후를 측정할 수 있는 이점을 보였다.

본 연구의 제한점으로는 먼저 단일 연구기관에서 시행한 후향적 연구로 자료 수집에 제한점이 있었다. 또한 연구 대상자가 임의 추출되지 않았고 누락 대상자가 많아 오류가 발생했을 가능성이 높다.

본 연구에서는 사망-생존군의 나이가 통계학적으로 의미있게 차이를 보였는데, 나이 또한 SAPS II 측정 시 하나의 변수로 작용하여 오류로 작용할 가능성이 있다. 또한 일부 연구에서는 파라콰트 중독 환자의 생존율에 영향을 미치는 요인 중 활성탄을 이용한 혈액관류 시행 여부가 생존율을 높이는 것으로 알려져 있다.[27-29] 본 연구에서는 혈액관류 시행 여부가 생존율에 미치는 영향은 반영되지 않았으나, 본 연구는 후향적 연구로 혈액관류 시행 여부가 생존율에 미치는 영향은 분석할 수 없었으며, 생존군과 비생존군에서 혈액관류 시행 빈도는 통계학적인 차이는 없어 이에 따른 영향은 적을 것으로 생각된다.

결론적으로 급성 파라콰트 중독으로 입원한 환자에서 혈중 파라콰트 농도는 예후 예측에 가장 정확한 방법이다. SAPS II는 혈중 파라콰트 농도보다 정확도나 신뢰도가 다소 떨어지나 비슷한 예후 예측 능력을 보인다. 따라서 혈중 파라콰트 농도 확인이 불가능할 경우나 지연될 경우 SAPS II는 급성 파라콰트 중독 환자의 예후 예측에 보조적인 도구로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 내원 초기에 적극적인 치료 여부를 결정에 도움을 주는 예측 인자로 사용될 수 있을 것이다. 앞으로 파라콰트 중독환자의 적극적인 치료여부를 결정하기 위해 중등도 분류법을 이용한 전향적인 다기관 연구가 도움이 될 수 있겠다.

참 고 문 헌

- 1) Suzuki K, Takasu N, Arita S, Ueda A, Okabe T, Ishimatsu S, et al: Evaluation of severity indexes of patients with paraquat poisoning. Hum Exp Toxicol 1991; 10: 21-3.

- 2) Proudfoot AT, Stewart MS, Levitt T, Widdop B: Paraquat poisoning: significance of plasma-paraquat concentrations. *Lancet* 1979; 2: 330-2.
- 3) Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F: A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* 1993; 270: 2957-63.
- 4) Sagar GR: Uses and usefulness of paraquat. *Hum Toxicol* 1987; 6: 7-11.
- 5) Vale JA, Meredith TJ, Buckley BM: Paraquat poisoning: clinical features and immediate general management. *Hum Toxicol* 1987; 6: 41-7.
- 6) Smith LL: The toxicity of paraquat. *Adverse Drug React Acute Poisoning Rev* 1988; 7: 1-17.
- 7) Okonek S, Hofmann A, Henningsen B: Efficacy of gut lavage, hemodialysis, and hemoperfusion in the therapy of paraquat or diquat intoxication. *Arch Toxicol* 1976; 36: 43-51.
- 8) Senarathna L, Eddleston M, Wilks MF, Woollen BH, Tomenson JA, Roberts DM, et al: Prediction of outcome after paraquat poisoning by measurement of the plasma paraquat concentration. *QJM* 2009; 102: 251-9.
- 9) Bismuth C, Garnier R, Dally S, Fournier PE, Scherrmann JM: Prognosis and treatment of paraquat poisoning: a review of 28 cases. *J Toxicol Clin Toxicol* 1982; 19: 461-74.
- 10) Lin JL, Leu ML, Liu YC, Chen GH: A prospective clinical trial of pulse therapy with glucocorticoid and cyclophosphamide in moderate to severe paraquat-poisoned patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 357-60.
- 11) Sung AJ, Jang JY: Prognostic factors and the effect of hemoperfusion for patients with paraquat poisoning. *Korean J Crit Care Med* 2010; 25: 21-6.
- 12) Jones AL, Elton R, Flanagan R: Multiple logistic regression analysis of plasma paraquat concentrations as a predictor of outcome in 375 cases of paraquat poisoning. *QJM* 1999; 92: 573-8.
- 13) Chang MW, Chang SS, Lee CC, Sheu BF, Young YR: Hypokalemia and hypothermia are associated with 30-day mortality in patients with acute paraquat poisoning. *Am J Med Sci* 2008; 335: 451-6.
- 14) Kaojarern S, Ongphiphadhanakul B: Predicting outcomes in paraquat poisonings. *Vet Hum Toxicol* 1991; 33: 115-8.
- 15) Koo JR, Yoon JW, Han SJ, Choi MJ, Park II, Lee YK, et al: Rapid analysis of plasma paraquat using sodium dithionite as a predictor of outcome in acute paraquat poisoning. *Am J Med Sci* 2009; 338: 373-7.
- 16) Hong YC, Ryu HH, Lee BG, Moon JM, Chun BJ: Plasma paraquat concentration and the severity index of paraquat poisoning (SIPP) at presentation in paraquat intoxication. *J Korean Soc Emerg Med* 2008; 19: 513-20.
- 17) Kim JC, Lee JA: Prognostic factors of patients with paraquat poisoning. *J Korean Soc Emerg Med* 2002; 13: 444-9.
- 18) Sawada Y, Yamamoto I, Hirokane T, Nagai Y, Satoh Y, Ueyama M: Severity index of paraquat poisoning. *Lancet* 1988; 1: 1333.
- 19) Huang NC, Lin SL, Hung YM, Hung SY, Chung HM: Severity assessment in acute paraquat poisoning by analysis of APACHE II score. *J Formos Med Assoc* 2003; 102: 782-7.
- 20) Huang NC, Hung YM, Lin SL, Wann SR, Hsu CW, Ger LP, et al: Further evidence of the usefulness of Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II scoring system in acute paraquat poisoning. *Clin Toxicol (Phila)* 2006; 44: 99-102.
- 21) Park JG, Jo MW, Lim HS: Application of sequential organ failure assessment (SOFA) score in the prognostic prediction of paraquat poisoning. *J Korean Soc Emerg Med* 2009; 20: 385-91.
- 22) Le Gall JR, Loirat P, Alperovitch A, Glaser P, Granthil C, Mathieu D, et al: A simplified acute physiology score for ICU patients. *Crit Care Med* 1984; 12: 975-7.
- 23) Siciignano A, Giudici D: Customization of SAPS II for the assessment of severity in Italian ICU patients. *ARCHIDIA. Archivio Diagnostico. Minerva Anestesiol* 2000; 66: 139-45.
- 24) Reina A, Vázquez G, Aguayo E, Bravo I, Colmenero M, Bravo M: Mortality discrimination in acute myocardial infarction: comparison between APACHE III and SAPS II prognosis systems. *PAEEC Group. Intensive Care Med* 1997; 23: 326-30.
- 25) Moreno R, Morais P: Outcome prediction in intensive care: results of a prospective, multicentre, Portuguese study. *Intensive Care Med* 1997; 23: 177-86.
- 26) Kim EK, Kwon YD, Hwang JH: Comparing the performance of three severity scoring systems for ICU patients: APACHE III, SAPS II, MPM II. *J Prev Med Public Health* 2005; 38: 276-82.
- 27) Okonek S, Weilemann LS, Majdandzic J, Setyadharna H, Reinecke HJ, Baldamus CA, et al: Successful treatment of paraquat poisoning: activated charcoal per os and "continuous hemoperfusion". *J Toxicol Clin Toxicol* 1982; 19: 807-19.
- 28) Tabei K, Asano Y, Hosoda S: Efficacy of charcoal hemoperfusion in paraquat poisoning. *Artif Organs* 1982; 6: 37-42.
- 29) Hong SY, Yang JO, Lee EY, Kim SH: Effect of haemoperfusion on plasma paraquat concentration in vitro and in vivo. *Toxicol Ind Health* 2003; 19: 17-23.