

복강 내 감염에 의한 패혈증으로 수술 받은 환자에서 Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score의 유용성

성균관대학교 의과대학 마산삼성병원 외과학교실, ¹응급의학교실,
²경북대학교 의과대학 경북대학교병원 외과학교실

최원호 · 황성연¹ · 전시열 · 최영철 · 이은현 · 유완식²

Usefulness of the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score in Patients with Sepsis due to Intra-abdominal Infection

Won Ho Choi, M.D., Seong Youn Hwang, M.D., Ph.D.¹, Si Youl Jun, M.D., Ph.D.,
Young Cheol Choi, M.D., Ph.D., Eun Hun Lee, M.D., Wan Sik Yu, M.D., Ph.D.²

Departments of Surgery and ¹Emergency Medicine, Masan Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Masan,
²Department of Surgery, Kyungpook National University Hospital, Kyungpook National University College of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: To determine the usefulness of the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score for prediction of mortality in operated patients with sepsis due to intra-abdominal infection.

Methods: Eighty-eight septic patients operated on from January 2004 to June 2008 were evaluated retrospectively. The SOFA scores were measured four times in each patient: initial score, post-op (post-operation) score, POD1 (first post-operative day) score, and POD2 (second post-operative day) score. The maximum score and mean score were obtained from these measurements. These scores were compared between groups of patients classified by mortality. D scores (D0, D1, D2) reflecting the differences between subsequent scores were compared between the surviving group and deceased group according to re-operation.

Results: The initial, post-op, POD1, POD2, maximum, and mean scores showed statistically significant differences between the surviving group and deceased group. D1 and D2 showed statistically significant differences between surviving group and deceased group.

Conclusion: The sequential measurement of SOFA score is a useful prediction system for patients with sepsis due to intra-abdominal infection. (J Korean Surg Soc 2009;76:273-278)

Key Words: Sepsis, Intra-abdominal, Infection, Mortality

중심 단어: 패혈증, 복강내, 감염, 사망률

서 론

환자의 예후를 정확히 예측하는 것은 적절한 치료방법의

선택과 치료비용의 경제적인 효과 및 보호자와의 관계를 원만하게 유지하는데 있어서 유용한 정보를 제공한다. 이를 위하여 acute physiology and chronic health evaluation (APACHE), simplified acute physiology score (SAPS), mortality probability models (MPM), multiple organ dysfunction score (MODS), logistic organ dysfunction score (LODS) 등의 많은 예후 예측 시스템들이 급성환자 혹은 만성환자에게 적용되고 있으며, sequential organ failure assessment (SOFA) score 또한 보편적으로 널리 사용되는 예후 예측 시스템 중의 하

책임저자: 유완식, 대구시 중구 동덕로 200번지
☎ 700-721, 경북대학교병원 외과
Tel: 053-420-5616, Fax: 053-421-0510
E-mail: wyu@knu.ac.kr

접수일 : 2008년 11월 20일, 게재승인일 : 2009년 2월 5일

Table 1. The sequential organ failure assessment (SOFA) score*

Variables	SOFA score				
	0	1	2	3	4
Respiratory PaO ₂ /FiO ₂ , mmHg	>400	≤400	≤300	≤200*	≤100*
Coagulation platelets×10 ³ /μl [†]	>150	≤150	≤100	≤50	≤20
Liver bilirubin, mg/dl [†]	<1.2	1.2~1.9	2.0~5.9	6.0~11.9	>12.0
Cardiovascular hypotension	No hypotension	MAP [‡] <70 mmHg	Dop [¶] ≤5 or Dob ^{**} (any dose) [†]	Dop >5, Epi ^{††} ≤0.1, or Norepi ^{††} ≤0.1 [†]	Dop >15, Epi >0.1, or Norepi >0.1 [†]
Central nervous system GCS ^{§§} scale	15	13~14	10~12	6~9	<6
Renal creatinine, mg/dl or urine output, ml/dl [§]	<1.2	1.2~1.9	2.0~3.4	3.4~4.9 or <500	>5.0 or <200

*values are with respiratory support; [†] to convert bilirubin from mg/dl to μmol/L, multiply by 17.1; [†]adrenergic agents administered for at least 1 hour (dose given are in μg/kg per minute); [§]to convert creatinine from mg/dl to μmol/L, multiply by 88.4; [‡]MAP = mean arterial pressure; [¶]Dop = dopamine; ^{**}Dob = dobutamine; ^{††}Epi = epinephrine; ^{††}Norepi = norepinephrine; ^{§§}GCS = Glasgow Coma Score.

나이다.(1)

SOFA score는 1996년 Vincent 등(2)에 의해 sepsis-related organ failure assessment score로 처음 소개되었으며, 다른 시스템들에 비해 측정이 단순하고 연속적으로 반복된 측정을 통한 변화값 또한 예후 예측에 도움이 된다는 장점을 가지고 지금의 형태를 갖추게 되었다.(3) 이러한 이유로 본원에서는 복강 내 감염으로 인한 전신 반응인 패혈증 상태가 다발성 장기 부전으로 진행되는 정도를 SOFA score를 이용하여 측정하고 있다. 구체적인 방법은 Table 1과 같으며, 심혈관계, 호흡기계, 응고기계, 중추신경계, 간 기능, 신장 기능의 6가지에 대해 각각 0점(정상)에서 4점(최악)까지로 판단되며, 심혈관계는 평균 동맥압과 아드레날린작용약제의 사용여부와 관련하여 측정되며, 호흡기계는 동맥산소분압(partial arterial oxygen pressure, PaO₂)과 흡기산소분율(inspired oxygen fraction, FiO₂)의 비와 기계호흡의 사용 유무로, 응고기계는 혈소판 수치를, 중추신경계는 Glasgow coma scale로, 간 기능은 빌리루빈 수치를, 신장 기능은 크레아티닌과 하루 소변량을 기준으로 측정하게 된다.(4)

이러한 SOFA score의 임상적 적용에 대해서는 기존에 다양하게 연구되어 왔으나, 수술 환자들을 별도의 대상으로 하는 연구는 많지 않으며, 특히 복강 내 감염으로 인한 패혈증 환자에서 수술을 하여 일차적으로 원인이 제거된 환자를 대상으로 한 연구는 거의 없으므로 이러한 경우에도 SOFA score의 연속적 측정의 유용성을 사망 여부로 검증해

보고자 하였다.

방 법

2004년 1월부터 2008년 6월까지 성균관대학교 의과대학 마산삼성병원 외과에서 수술한 환자 중에서 명확한 복강 내 감염 원인이 있고, 내원 시 전신성 염증반응 증후군(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)의 기준(5)을 2가지 이상 만족하여 패혈증으로 진단되었으며, 이에 대해 수술로써 일차적으로 원인이 제거된 88명(남자가 63명, 여자가 25명)을 대상으로 하였다. 환자들의 나이는 18세에서 90세까지로 중간나이는 66세였다.

복강 내 감염의 원인으로는 질환이 72예, 장기 손상이 16예였는데, 질환별로는 소화성궤양천공이 24예로 가장 많았고, 급성담낭염이 17예, 충수염 천공이 6예, 위암 천공과 장폐쇄를 동반한 결장암이 각각 4예, 간농양의 파열과 대장계실염, 장염이 각 3예였으며, 복강 내 농양이나 제대괴저탈장, 허혈성결장염, 감염결장염, 결장결핵, 상장간막동맥경색증, 장폐쇄증, 횡장주위농양 등이 있었다. 장기 손상에 의한 것으로는 교통사고나 내시경 등에 의한 대장 손상이 7예, 소장 손상이 6예, 횡장 손상이 2예, 직장 손상이 1예였다.

전체 환자의 집중치료실 재실기간은 2일에서 132일까지로 중간 재실일수는 5일이었다. 이들 중에서 사망 환자는

27명(31%)이었고, 재수술 받은 환자는 28명(36%)이었다. 재수술의 원인으로는 연결 부위 누출이 26예로 대부분을 차지하였고, 창상파열에 의한 내장적출과 복강 내 출혈이 각각 1예씩이었다.

응급실 도착 당시 측정된 SOFA score를 initial score로 하였으며, 수술 후 집중치료실에 옮긴 직후 측정된 score를 postop score로, 수술 후 24시간 후와 48시간 후에 측정된 값을 POD1 (1st postoperative day) score, POD2 (2nd postoperative day) score로 하였고, 이들 측정값의 평균을 mean score로, 이 중 가장 큰 값을 maximum score로 하였다. 대상 환자는 사망여부에 따라서 사망한 환자군(사망군)과 생존한 환자군(생존군)으로 구분하였으며, 사망군과 생존군에서 각각의 score를 비교하였다.

재수술한 환자 28명 중 대부분(23명)이 사망하여 재수술 자체가 사망 여부에 미치는 교호작용을 감안하지 않을 수 없어 재수술 여부를 기준으로 두 군을 구분하고 두 군에 대해 각각 시기에 따른 변화 정도를 구하였는데, postop score와 initial score의 차이를 D0로, POD1 score와 initial score와의 차이를 D1, POD2 score와 initial score의 차이를 D2로 하여 D0, D1, D2를 사망 여부와 비교하였다. 내원 48시간 이내에 사망한 환자가 1명 있어서 POD2 및 D2 값이 각각 하나씩 누락되었다.

유의성의 검증은 Student's t-test, Pearson χ^2 및 반복측정 분산분석을 사용하였고, 연속형 변수를 범주형 변수로 변환하기 위한 절단값(cut off value)은 Receiver Operating Characteristic (ROC) 곡선 분석을 이용하여 구하였다. 통계 소프트웨어는 ROC곡선분석에는 MedCalc 10.0을 이용하였

고 그 외의 분석에는 SPSS 16.0을 이용하였다. 통계적인 유의수준은 $P < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

결 과

Initial score, postop score, POD1 score, POD2 score, mean score, maximum score는 사망군(27명)에서 생존군(61명)보다 유의하게 높았고(Table 2), 절단값을 이용하여 범주형 변수로 변환한 후 교차표를 작성하여 사망군과 생존군을 비교한 결과도 사망군에서 높은 score의 빈도가 더 많아서 이와 비슷한 결과를 보였다(Table 3).

Maximum score는 생존군에서 4.18 ± 3.95 , 사망군에서 8.56 ± 5.04 로 여섯 개의 SOFA score 중에서 가장 유의성이 높았다.

수술 후(직후, 1일째, 2일째)의 SOFA score와 initial SOFA score와의 시간적인 변화 차이 값인 D score는 전체 환자를 대상으로 비교하였을 때에는 재수술한 환자 28명을 제외한 60명을 대상으로 한 D값과 사망여부와 비교는 각각의 D값 뿐 아니라 전체를 비교하였을 때에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 반복측정 분산분석에서 이들 변수와 재수술과의 교호작용이 유의하게 나타나서 재수술을 받은 환자군과 그렇지 않은 환자군을 구분하여 분석할 필요가 있었다($P=0.021$). 이렇게 분석한 결과 재수술을 받은 환자

Table 2. The relationship between SOFA score and mortality

	SOFA score		P-value
	Alive	Dead	
Initial score*	3.16 ± 3.55	6.41 ± 5.18	0.005
Postop score [†]	3.48 ± 3.63	6.85 ± 4.72	<0.001
POD1 score [‡]	3.00 ± 3.48	6.96 ± 5.02	0.001
POD2 score [§]	2.48 ± 3.03	6.27 ± 4.76	0.001
Mean score	3.05 ± 3.26	6.72 ± 4.65	0.001
Maximum score	4.18 ± 3.95	8.56 ± 5.04	<0.001

The values are mean±standard deviation. *Initial score = assessed on arrival at the emergency department; [†]Postop score = assessed on admission to ICU after operation; [‡]POD1 score = assessed at 24 hours after operation; [§]POD2 score = assessed at 48 hours after operation.

Table 3. The relationship between mortality and each SOFA score transformed by cut-off value using by Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis

SOFA	Cut-off value	Alive	Dead	Mortality rate (%)	P-value
Initial score*	≤4	44	10	18.5	0.002
	>4	17	17	50.0	
Postop score [†]	≤4	45	9	16.7	<0.001
	>4	16	18	52.9	
POD1 score [‡]	≤4	47	10	17.5	<0.001
	>4	14	17	54.8	
POD2 score [§]	≤7	56	14	20.0	<0.001
	>7	5	13	72.2	
Mean score	≤5	48	9	15.8	<0.001
	>5	13	18	58.1	
Maximum score	≤6	47	10	17.5	<0.001
	>6	14	17	54.8	

The values are frequencies except percentile. *Initial score = assessed on arrival at the emergency department; [†]Postop score = assessed on admission to ICU after operation; [‡]POD1 score = assessed at 24 hours after operation; [§]POD2 score = assessed at 48 hours after operation.

Table 4. The relationship between D score and mortality according to re-operation

Reoperation	Survival	SOFA			P-value [§]
		D0*	D1 [†]	D2 [‡]	
No (n=60)	Alive (n=56)	0.36±1.85	-0.16±1.83	-0.68±2.38	<0.001
	Dead (n=3)	0.33±2.08	3.33±2.08	3.33±2.08	0.212
	P-value	0.882	0.001	0.006	0.021
Yes (n=28)	Alive (n=5)	-0.20±1.10	-0.20±1.64	-0.80±2.28	0.799
	Dead (n=23)	0.43±2.68	0.13±3.28	-0.22±3.83	0.435
	P-value	0.611	0.830	0.748	0.708
Total (n=87)	Alive (n=61)	0.31±1.80	-0.16±1.80	-0.69±2.35	<0.001
	Dead (n=26)	0.44±2.53	0.56±3.25	0.19±3.82	0.755
	P-value	0.807	0.288	0.192	0.274

The values are mean±standard deviation. *D0 = postop score-initial score; [†]D1 = POD1 score-initial score; [‡]D2 = POD2 score-initial score; [§]Analyzed by repeated measured ANOVA and the others student's t-test; ^{||}On condition that it was adjusted by re-operation, difference between sum of each D scores and survival was marginally significant (P=0.070), and also interaction between the sequential changes of each D scores and survival was significant (P=0.035).

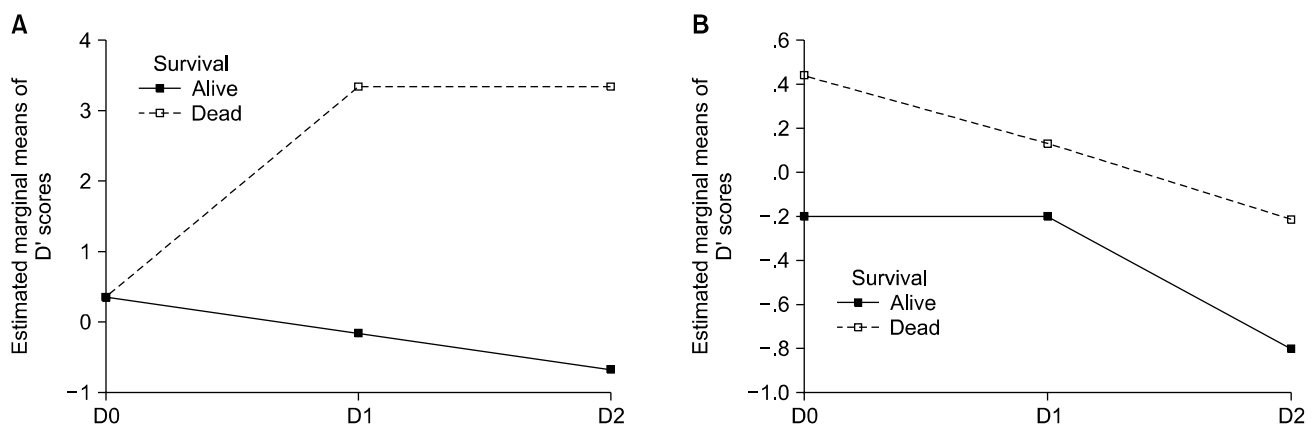


Fig. 1. The relationship between delta sequential organ failure assessment (SOFA) score and mortality according to re-operation. In patients not undergoing re-operation (A), the sequential changes of delta SOFA scores between live and dead differed significantly (P=0.021). The former had a gradual reducing trend, while the latter had an abrupt increasing trend. In patients undergoing re-operation (B), however, both those sequential changes did not differ and had downward directions together.

군에서는 전체 환자군과 같이 D값들이 사망여부와 유의한 관계가 보이지 않았으나 재수술을 받지 않은 환자군에서는 사망여부에 따라 유의한 차이를 보였고(P=0.021), 사망 환자에서 D값의 시간별 변화가 증가 추세인 반면에 생존 환자에서는 감소하는 추세를 보였다(Table 4, Fig. 1). Table 4에서 보는 바와 같이 재수술 여부에 대한 사망여부의 생존 분포가 균일하지 않은 결과로 D값의 시간별 변화가 왜곡된 것으로 보여서 재수술 여부를 보정한 상태에서 분석한 결과 사망 여부에 대한 D값의 총변화량의 차이는 약간 유의하였지만(P=0.070), D값의 시간별 추세변화는 생존 환자의 경우 시간이 경과함에 따라서 감소하는 반면에 사망 환자

에서는 반대로 증가하여 증감의 방향성에서 유의한 차이를 보였다(P=0.035) (Fig. 2).

고 찰

현대의 여러 가지 치료기술이나 항생제의 발달에도 불구하고 복강 내 감염은 5~50%의 높은 사망률을 나타낸다.(6) 복강 내 감염은 수분 분포의 이동에 의해 고열, 빈맥, 저혈압 등으로 이어지며, 심각한 고대사(hypermetabolic), 이화(catabolic) 반응을 동반하여, 이에 대해 적절한 수술이나 항생제 치료가 동반되지 않을 시에는 다발성 장기부전 상태

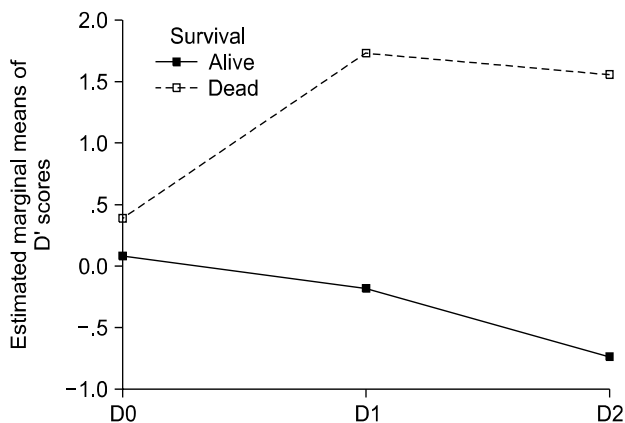


Fig. 2. The interaction between the sequential changes of each delta sequential organ failure assessment (SOFA) scores and survival on condition of adjustment by re-operation. Live had a gradual reducing trend of delta SOFA scores while dead had an increasing trend ($P=0.035$).

에 이르게 되어 40~100%의 사망률을 나타내게 된다.(7) 현재 이용되고 있는 여러 가지 예후 예측 시스템들도 초기의 질병 상태가 전신 상태에 영향을 미쳐 다발성 장기부전의 결과로 나타날 수 있으며, 이러한 다발성 장기부전의 정도가 예후와 밀접한 상관관계에 있음을 기반으로 하고 있다.(8)

SOFA system의 각 측정값(score)에 대해서 Moreno 등(9)은 initial SOFA score는 내원 시 환자의 장기 부전 정도를 측정하는데 사용할 수 있으며, 일정 기간 이후에 측정한 값과 initial score와의 차이는 환자의 상태 변화 정도를 반영하고 maximum score는 재원 기간 내에 축적된 장기 부전의 정도를 반영할 수 있다고 하였다. 측정값과 사망 여부와의 연관성에 대해서도 Rivera-Fernandez 등(10)은 initial score, mean score, maximum score 각각 3.8 ± 3.3 vs. 8.4 ± 4 ($P < 0.001$), 3.3 ± 2.6 vs. 9.2 ± 3.8 ($P < 0.001$), 4.7 ± 3.7 vs. 11.3 ± 4.2 ($P < 0.001$)로 유의한 차이를 나타낸다고 하였고, Ferreira 등(4)도 같은 결과를 보고하였다. 각 측정값 중 가장 연관성을 가지는 score에 대한 견해는 조금씩 차이를 보였는데, Ferreira 등(4)은 mean score가 다른 score에 비해 높은 연관성을 가지고 있다고 하였고, Ho 등(11)은 maximum score가 더 연관성이 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 기존의 연구에서와 마찬가지로 각 시기별 score들(initial score, postop score, POD1 score, POD2 score)과 mean score, maximum score 모두가 사망군과 생존군 사이에 유의한 차이가 있었고, 특히 maximum score는 사망군과 생존군 간에 가장 큰 차이를 나타내었다.

D값은 변화하는 정도를 표현한 변수로써 이런 변화값(D)에 대한 연구 결과 또한 다양하게 보고되어 있는데, Khwannimit(12), Peres Bota 등(13), Pettila 등(14)의 연구에서는 24시간 또는 48시간 변화값이 initial score보다 예후 예측에 대한 민감도가 높은 것으로 나타났으나 Ho 등(11)의 연구에서는 각 score 중에 가장 예측도가 낮은 것으로 나타났다. Ulvik 등(15)은 변화값을 maximum score와 initial score간의 차이로 하였는데 사망률에 대한 예측은 할 수 없는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 재수술 여부가 사망 여부에 유의한 교호작용을 가지고 있었기 때문에 재수술을 시행한 환자군과 그렇지 않은 두 군으로 구분하여 분석하였는데 재수술을 시행한 군에서는 D값이 사망여부와 연관성이 없었던 데 반해서 그렇지 않은 군에서는 유의한 연관성을 보였는데 두 군에서의 결과가 다르게 나온 이유는 아마도 두 군에서의 생존 분포의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 즉, 재수술을 받은 28명의 환자 중에서 23명이 사망하고 3명만이 생존한 것과 반대로 재수술을 받지 않은 60명의 환자 중에서 단 3명만이 사망하고 나머지는 모두 생존하였는데 두 군에서의 이러한 생존 분포의 차이가 전체 환자에서 사망 여부에 대한 D값의 총변화량과 변화 추세에 교란변수로 작용하여 그 차이를 상쇄시킨 것으로 생각된다(Table 4). 따라서 재수술 여부를 보정한 상태에서의 결과가 더 중요한 의미를 가질 것으로 보이는데, 이렇게 분석할 경우 생존 환자와 사망환자 사이의 D값의 총변화량은 약간 유의한 차이만을 보였으나($P=0.070$), D값의 변화 추세는 두 군 사이에 그 방향이 확연히 다르게 나타나서 Ho 등(11)을 제외한 다른 대부분의 연구 결과와 같았다($P=0.035$) (Fig. 2). Fig. 2에서 보는 것처럼 D0를 제외한 D1 및 D2가 대부분의 연구에서와 마찬가지로 사망군과 생존군 사이에 유의한 차이를 보여서 D값에 따라 다른 결과가 나왔는데, 이는 일차 수술로 원인 제거가 된 환자들에 있어서 수술 후 24시간이나 48시간 후의 측정값의 증감은 예후 예측에 유용하지만, 수술 직후의 SOFA score 자체는 예후 예측에 도움을 줄 수 있을 지라도 그 시기의 D값의 증가나 감소는 예후 예측 지표로 사용할 수 없다는 것을 의미한다. 이는 수술 직후의 생체 변화가 SOFA score로 반영되기에는 시간적으로 부족하거나 수술과 마취라는 특수한 상황 자체가 질병 자체의 악화와는 별도로 SOFA score에 영향을 미치기 때문인 것으로 보여 진다. 예를 들어, PaO_2/FiO_2 값과 Glasgow coma scale은 거의 대부분의 경우에서 수술 후 악화되는 소견이 관찰되었으나 이를 수술 후 전체 질병 상태의 악화로 해석할 수는

없으며, 반대의 경우도 상태의 호전으로 판단할 수 없기 때문으로 생각된다.

결 론

이상과 같이 SOFA score는 복강 내 감염으로 인한 패혈 증으로 수술 받은 환자에도 적용될 수 있으며, 각 시기별 score 및 maximum score, mean score 모두 예후 예측에 사용될 수 있을 것으로 사료된다. 한 환자에 있어서의 연속선상에서 판별하였을 때에도, 수술이나 마취에 영향을 받을 수 있는 수술 직후의 측정값을 제외한, 수술 1일째의 값과 2일째의 값의 변화는 예후를 반영하므로, 이러한 환자들의 경과 예측에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Ho KM. Combining sequential organ failure assessment (SOFA) score with acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score to predict hospital mortality of critically ill patients. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:515-21.
- 2) Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonca A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 1996;22:707-10.
- 3) Arts DG, de Keizer NF, Vroom MB, de Jonge E. Reliability and accuracy of Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) scoring. *Crit Care Med* 2005;33:1988-93.
- 4) Ferreira FL, Bota DP, Bross A, Melot C, Vincent JL. Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients. *JAMA* 2001;286:1754-8.
- 5) Mullins RJ. Shock, electrolytes, and fluid. In: Sabiston DC, Townsend CM Jr, editors. *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice*. 18th ed. Philadelphia: Saunders; 2008. p.69-112.
- 6) Anaya DA, Dellinger EP. Surgical infection and choice of antibiotics. In: Sabiston DC, Townsend CM Jr, editors. *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice*. 18th ed. Philadelphia: Saunders; 2008. p.299-327.
- 7) Adams CA, Biffl WL, Cioffi WG. Surgical critical care. In: Sabiston DC, Townsend CM Jr, editors. *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice*. 18th ed. Philadelphia: Saunders; 2008. p.602-30.
- 8) Marshall JC, Cook DJ, Christou NV, Bernard GR, Sprung CL, Sibbald WJ. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit Care Med* 1995; 23:1638-52.
- 9) Moreno R, Vincent JL, Matos R, Mendonca A, Cantraine F, Thijs L, et al. The use of maximum SOFA score to quantify organ dysfunction/failure in intensive care. Results of a prospective, multicentre study. Working Group on Sepsis related Problems of the ESICM. *Intensive Care Med* 1999;25:686-96.
- 10) Rivera-Fernandez R, Nap R, Vazquez-Mata G, Reis Miranda D. Analysis of physiologic alterations in intensive care unit patients and their relationship with mortality. *J Crit Care* 2007; 22:120-8.
- 11) Ho KM, Lee KY, Williams T, Finn J, Knuiman M, Webb SA. Comparison of Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II score with organ failure scores to predict hospital mortality. *Anaesthesia* 2007;62:466-73.
- 12) Khwannimit B. A comparison of three organ dysfunction scores: MODS, SOFA and LOD for predicting ICU mortality in critically ill patients. *J Med Assoc Thai* 2007;90:1074-81.
- 13) Peres Bota D, Melot C, Lopes Ferreira F, Nguyen Ba V, Vincent JL. The Multiple Organ Dysfunction Score (MODS) versus the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score in outcome prediction. *Intensive Care Med* 2002;28:1619-24.
- 14) Pettila V, Pettila M, Sarna S, Voutilainen P, Takkunen O. Comparison of multiple organ dysfunction scores in the prediction of hospital mortality in the critically ill. *Crit Care Med* 2002;30:1705-11.
- 15) Ulvik A, Kvale R, Wentzel-Larsen T, Flaatten H. Multiple organ failure after trauma affects even long-term survival and functional status. *Crit Care* 2007;11:R95.