

## 중환자실의 중증도 보정 사망률 변이

<sup>1</sup>국군서울지구병원, <sup>2</sup>서울대학교 의과대학 의료관리학교실, <sup>3</sup>서울대학교 의학연구원 의료관리학연구소

강철환<sup>1</sup> · 김용익<sup>2,3</sup> · 이은정<sup>2,3</sup> · 박건희<sup>2,3</sup> · 이진석<sup>2,3</sup> · 김 윤<sup>2,3</sup>

### The variation in risk adjusted mortality of intensive care units

Chul-Hwan Kang<sup>1</sup>, Yong-Ik Kim<sup>2,3</sup>, Eun-Jung Lee<sup>2,3</sup>, Kunhee Park<sup>2,3</sup>, Jin-Seok Lee<sup>2,3</sup>, and Yoon Kim<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>The Armed Forces Seoul Hospital, <sup>2</sup>Department of Health Policy and Management, Seoul National University College of Medicine, <sup>3</sup>Institute of Health Policy and Management, SNUMRC, Seoul National University, Seoul, Korea

**Background:** This study aimed to estimate risk adjusted mortality rate in the ICUs (Intensive care units) by APACHE (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation) III for revealing the performance variation in ICUs.

**Methods:** This study focused on 1,090 patients in the ICUs of 18 hospitals. For establishing risk adjusted mortality predictive model, logistic regression analysis was performed. APACHE III, surgery experience, admission route, and major disease categories were used as independent variables. The performance of each model was evaluated by c-statistic and goodness-of-fit test of Hosmer-Lemeshow. Using this predictive model, the performance of each ICU was tested as ratio of predictive mortality rate and observed mortality rate.

**Results:** The average observed mortality rate was 24.1%. The model including APACHE III score, admission route, and major disease categories was signified as the fittest one. After risk adjustment, the ratio of predictive mortality rate and observed mortality rate was distributed from 0.49 to 1.55.

**Conclusions:** The variation in risk adjusted mortality among ICUs was wide. The effort to reduce this quality difference is needed. (Korean J Anesthesiol 2009; 57: 698~703)

**Key Words:** APACHE, Intensive care unit, Predicted mortality rate, Risk adjusted mortality rate.

## 서 론

중환자실은 현대 보건의료체계에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. Garland에 따르면[1] 미국인들의 절반가량은 인생의 마지막 해를 중환자실에서 보내고 있으며, 이들 중 20%가 그곳에서 사망하고 있다. 또한 미국에서 중환자실의 치료비는 일반 병실의 6배에 달하며, 현재 급속하게 증가하

는 추세이다. 그러나 이와 같이 인적, 물적 자원이 투입되는 중환자실의 진료 성과는 의료기관에 따라 매우 다양하다[1].

사망률은 의료의 최종 결과를 나타내는 지표로 중환자실의 성과를 측정하는 데 일반적으로 많이 사용되지만, 환자들의 중증도가 보정되지 않는다면 의료기관 간 또는 국가 간 성과를 상호 비교하는 데 활용하기는 어렵다. 따라서 이와 같은 중증도 보정을 위해 외국에서는 APACHE (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation), SAPS (Simplified Acute Physiology Score), MPM (Mortality Prediction Model)과 같은 모델이 개발되어 이용되고 있다. 그러나 지금까지 국내 연구는 단일 기관 또는 단일 질환을 대상으로 중증도 보정 도구의 예측력 및 타당성을 측정하는 연구만 있었을 뿐 여러 기관, 다양한 질환을 대상으로 이루어진 연구는 부족했다[2-4].

본 연구는 국내 관련 연구에서 유용성이 검증된 APACHE III 도구를 사용하여 중환자실의 중증도 보정 예측 사망률을 측정하고 이를 실제 사망률과 비교함으로써 병원 간 중

Received: August 10, 2009.

Revised: September 7, 2009.

Accepted: September 15, 2009.

Corresponding author: Yong-Ik Kim, M.D., Ph.D., Department of Health Policy and Management, Seoul National University College of Medicine, 28, Yeongeong-dong, Jongno-gu, Seoul 110-799, Korea. Tel: 82-2-2072-3124, Fax: 82-2-743-2009, E-mail: yikim@snu.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

환자실의 질적 변이를 분석하고자 시행되었다.

## 대상 및 방법

### 연구대상

전국 500병상 이상 의료기관 94개소를 대상으로 연구 참여 신청을 받았고, 이 중 57개 병원이 신청을 하였다. 이들 병원의 지역 분포와 병상 규모를 고려하여 비례층화 무작위 표본추출법을 통하여 20개 기관을 선정하였다. 2006년 9월부터 11월까지 대상 병원 중환자실에서 진료료를 받은 환자 중에서 병원당 내과계 중환자실 입원환자 30명, 외과계 중환자실 입원환자 30명을 자료 수집 시점에서 가장 최근 퇴원 환자부터 역순으로 선정하였다. 중환자실 입실 기간이 최소 4시간 이상인 환자 중 18세 이상의 성인을 대상으로 하였으며, 화상 또는 장기이식술을 받고 입실한 환자는 조사대상에서 제외하였다.

### 자료수집

각 병원의 질 관리 전담 간호사가 연구 대상에 선정된 사례들의 자료를 수집하였다. 연구진에서 개발한 구조화된 전산 입력 프로그램을 활용하여 의무기록조사를 시행하였다. 조사자 간 상호 신뢰성을 높이기 위해 자료수집 지침을 제작하여 배포하였고 사용자 교육을 실시하였다. 수집된 자료에 대해 누락여부와 타당도 검사를 실시하였다.

### 조사도구

각 환자의 중증도를 보정하기 위한 측정도구로는 APACHE III를 이용하였다. APACHE III는 중환자실에서 병태생리학적으로 공통적으로 발생하는 특성을 정량화 한 것으로 APS (Acute Physiology Score, 0-252점), CHE (Chronic Health Evaluation, 0-23점) 그리고 Age (0-24점)로 구성된다. 점수가 높을수록 중증도가 높다는 의미이며, 최소 0점에서 최고 299점의 범위를 갖는다. APACHE III 점수를 산출하기 위해 활력 징후, 임상병리 검사 결과의 이상, 산-염기장애에 대한 점수, 신경학적 이상에 대한 점수, 만성건강평가 그리고 연령을 구분하여 조사하였다. 각 검사 결과는 APACHE III 도구 적용 원칙에 따라 입실 후 24시간 이내에 실시한 검사 결과 중 중증도 점수가 가장 높은 값을 채택하였다.

활력 징후는 맥박수, 평균혈압, 체온, 호흡수를 포함하였다. 임상병리 검사 결과의 이상은 동맥 산소분압, 폐포-동맥 간 산소분압차, 혈색소, 백혈구 수, 크레아티닌, 소변 배출량, 혈중요소질소(BUN), 나트륨, 알부민, 빌리루빈, 혈당을 조사 내용으로 하였다. 산-염기장애에 대한 점수는 혈액산도(pH)와 동맥혈 이산화탄소의 분압을 조사 내용으로 하였다. 신경학적 이상에 대한 점수는 글라스고우 코마 점수

(Glasgow Coma Scale)를 조사 내용으로 하였다. 만성건강평가는 후천성 면역결핍증, 간부전, 임파종, 전이암, 백혈병, 다발성 골수종, 면역억제, 간경화와 같은 동반 질환의 유무를 조사 내용으로 하였다.

### 분석 방법

**관찰사망률의 산출:** 입원 도중 사망(in-hospital mortality)한 경우와 의무기록에 가망 없는 퇴원(hopeless discharge)으로 명시된 경우만 사망 사례로 간주하여 관찰사망률을 산출하였다.

**중증도 보정 사망률 예측모형 구축:** 기존 APACHE III 도구 개발연구를 통해 알려진 APACHE III 방정식에서의 중증도 보정 예측 사망률은 각 환자의 APACHE III 점수, 주요 질병 범주, 입원 경로를 독립변수로 하고 사망 여부를 종속변수로 한 로지스틱 회귀분석을 이용하여 산출되었다. 본 연구에서는 기존 연구에서 사용된 변수 외에 성별, 수술 구분, 응급수술 여부를 추가하여 우리나라 중환자실 환경에 적합한 중증도 보정 사망률 예측모형을 구축하고자 하였다. 성별, 주요 질병 범주, 수술 구분, 입원 경로는 범주형 자료로 입력되었으며 APACHE III 점수는 연속형 자료로 입력되었다. 단변량 분석을 시행하여 각각의 변수가 사망에 기여하는 정도를 분석하였고, 그 결과 통계적으로 의미가 있게 나타난 변수들을 다변량 로지스틱 회귀분석의 독립변수로 간주하여 최종적인 중증도 보정 사망률 예측모형을 구축하였다. 중증도 보정 사망률 예측모형의 타당도는 c-통계량으로 평가하였고, 적합도는 Hosmer and Lemeshow (H-L) 통계량으로 평가하였다.

**병원별 중환자실 성과 비교:** 중증도 보정 사망률 예측모형을 통해 계산된 예측사망률과 실제 각 병원의 관찰사망률의 비(사망률 성과지표(Mortality Performance Index, MPI))를 구하였다 (Equation 1).

Equation 1

$$MPI = \frac{\text{Observed mortality rate} \times 100}{\text{Predictive mortality rate}}$$

### 연구결과

**일반적 특성:** 조사대상 병원은 20개였으며 대부분 대도시에 소재한 대학병원 또는 종합병원이었다. 병상규모는 500-2,200병상 이었으며 수도권, 중부권, 영남권, 호남권 등 전국적으로 고르게 분포되었다. 대상병원은 모두 인턴, 레지던트 수련병원이었다. 조사 대상자는 최초 20개 병원에서 1,383명이었으나, 1개 병원에서 충분한 수의 환자자료가 입력되지 못하였고, 또 다른 1개 병원에서는 입력된 자료의 신뢰성에 문제가 있어 이들 2개 병원의 자료를 분석에서

제외하였다. 또한, 그 외 병원에서 제출한 자료에도 일부 자료에서 논리적 오류 등이 발견되어 총 293건의 자료를 제외한 1,090건의 자료를 대상으로 분석을 실시하였다.

대상자의 성별 구성은 남자가 659명(60.5%), 여자가 431명(39.5%)이었다. 대상자의 연령대별 구성은 병원 간 유의한 차이가 없었으며, 평균 연령은 60세(최소 18, 최대 98)였다. 그 외 조사 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 응급 수술을 받고 입실한 환자가 13.7%, 계획된 수술을 받고 입실한 환자가 20.9%로 전체 환자의 34.6%가 수술 후 입원한 환자였다. 중환자실 입원 경로로는 응급실이 43.9%로 가장 높았고, 병실(25.6%), 수술실(24.6%), 다른 병원(6.0%) 순이었다. 중환자실 입원환자의 질병군을 크게 10가지 범주로 나누어 보았을 때 뇌출혈, 뇌종양 등 신경계 질환이 29.2%로 가장 많았으며, 최상위 3개 질병군인 신경계, 위장관계, 호흡기계 환자가 전체 환자의 68.1%를 차지했다. 중환자실 평균 재원일수는 8.5일 (4.4-18일), 평균 병상 수는 60명상 (14-157명상), 평균 병상 회전율은 46.8% (18.2-103.1%)이었다.

**관찰사망률:** 조사대상자 1,090명 중 사망자는 263명으로 전체 관찰사망률은 24.1%였다. 남성의 사망률은 25.6%, 여

성의 사망률은 21.8%로 남성의 사망률이 더 높았다. 연령대별 사망률은 80세 이상의 고연령대에서 32%로 가장 높았으며 60세 미만에서는 18.9%, 60세 이상에서는 25.8%로 나타났다. 각 병원별 관찰사망률은 10%에서 45%로 조사되었다.

내과계 환자의 사망률(31.2%)은 외과계 환자(17.3%)에 비해 두 배 가까이 높았다. 수술을 실시하지 않은 경우의 사망률이 가장 높았고(29.6%), 수술을 실시한 경우에는 응급수술(23.5%)이 계획된 수술(7.5%)에 비해 사망률이 3배 이상 높은 것으로 나타났다. 계획된 수술은 대부분의 경우 중앙계절술 또는 이와 연관된 수술이었으며, 응급수술은 외상과 관련된 골절 또는 뇌출혈 환자에 대한 수술이 대부분이었다. 일반 병실에서 옮겨온 환자의 사망률이 36.2%로 가장 높게 나타났으며 수술실에서 옮겨온 환자의 사망률이 9.7%로 가장 낮게 나타났다. 패혈증의 경우 환자수는 많지 않으나 치사율이 높아 사망률이 53.1%로 가장 높게 나타났고, 호흡기계 환자의 사망률은 34.1%, 소화기계 환자의 사망률은 23.8%, 외상 환자의 사망률은 23.8%, 신경계 환자는 환자수는 가장 많지만 사망률은 18.6%로 상대적으로 낮은 사망률을 나타냈다.

**중증도 보정 사망률 예측모형 구축:** 단변량 분석 결과 성별은 사망률의 차이에 통계적으로 유의한 영향이 없는 것으로 나타났으며, 수술 구분, 입원 경로는 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 계획된 수술을 실시한 환자에 비해 수술을 실시하지 않은 환자가 사망할 가능성이 5.2배 높고, 응급수술을 실시한 환자가 사망할 가능성이 3.8배 높은 것으로 나타났다. 응급실을 경유해 입원한 환자에 비해 병실에서 옮겨온 환자가 사망할 가능성이 1.8배, 수술실에서 옮겨온 환자가 사망할 가능성이 0.34배로 나타났다.

단변량 분석에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난 APACHE III, 수술 구분, 입원 경로, 주요 질병 범주를 각각 독립 변수로 하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. c-통계량과 H-L 값에 따르면 APACHE III, 입원 경로, 주요 질병 범주를 독립변수로 하는 모형이 가장 적합한 것으로 나타났다(Table 2). 최종적으로 선정된 모형에 따르면 APACHE

**Table 1.** General Characteristics and Observed Mortality by Each Variable

| Variable                 | ICU patient N (%) | Number of death | Observed mortality (%) |
|--------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| Department               |                   |                 |                        |
| Internal medicine        | 535 (49.1)        | 167             | 31.2                   |
| Surgery                  | 555 (50.9)        | 96              | 17.3                   |
| Operation                |                   |                 |                        |
| Without operation        | 713 (65.4)        | 211             | 29.6                   |
| Emergency operation      | 149 (13.7)        | 35              | 23.5                   |
| Planned operation        | 228 (20.9)        | 17              | 7.5                    |
| Admission route          |                   |                 |                        |
| General ward             | 279 (25.6)        | 101             | 36.2                   |
| Operating room           | 268 (24.6)        | 26              | 9.7                    |
| Emergency room           | 478 (43.9)        | 116             | 30.8                   |
| Other hospital           | 65 ( 6.0)         | 20              | 24.3                   |
| Major disease categories |                   |                 |                        |
| Neurological             | 318 (29.2)        | 59              | 18.6                   |
| Gastrointestinal         | 239 (21.9)        | 57              | 23.8                   |
| Respiratory              | 185 (17.0)        | 63              | 34.1                   |
| Cardiovascular           | 70 (6.4)          | 13              | 18.6                   |
| Trauma                   | 63 (5.8)          | 15              | 23.8                   |
| Renal                    | 64 (5.9)          | 14              | 21.9                   |
| Sepsis                   | 32 (2.9)          | 17              | 53.1                   |
| Metabolic                | 30 (2.8)          | 4               | 13.3                   |
| Orthopedic               | 21 (1.9)          | 1               | 4.8                    |
| Other                    | 68 (6.2)          | 20              | 29.4                   |
| Total                    | 1,090 (100.0)     | 263             | 24.1                   |

**Table 2.** C-statistics and Hosmer-Lemeshow P value of Each Model

| Model                          | c-statistics | H-L P value |
|--------------------------------|--------------|-------------|
| APACHE III score + OP          | 0.663        | 0.128       |
| APACHE III score + ROUTE       | 0.674        | 0.443       |
| APACHE III score + MDC         | 0.728        | 0.780       |
| APACHE III score + OP +MDC     | 0.735        | 0.783       |
| APACHE III score + ROUTE + MDC | 0.743        | 0.849       |

APACHE III: Acute Physiology And Chronic Health Evaluation III, OP: operation, ROUTE: admission route, MDC: major disease categories.

**Table 3.** Mortality Performance Index of Each Hospital's ICU

| Hospital | Observed mortality rate (A) | Predictive mortality rate (B) | Mortality Performance Index (A × 100/B) |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| A        | 10.0                        | 20.4                          | 49                                      |
| B        | 17.2                        | 24.9                          | 69                                      |
| C        | 22.9                        | 31.3                          | 73                                      |
| D        | 20.4                        | 27.1                          | 75                                      |
| E        | 15.6                        | 20.3                          | 77                                      |
| F        | 23.3                        | 28.7                          | 81                                      |
| G        | 20.7                        | 25.2                          | 82                                      |
| H        | 16.4                        | 20.0                          | 82                                      |
| I        | 21.1                        | 23.3                          | 90                                      |
| J        | 19.0                        | 19.4                          | 98                                      |
| K        | 27.1                        | 23.8                          | 114                                     |
| L        | 26.7                        | 23.3                          | 115                                     |
| M        | 31.6                        | 26.8                          | 118                                     |
| N        | 26.7                        | 21.3                          | 125                                     |
| O        | 28.8                        | 22.3                          | 129                                     |
| P        | 26.6                        | 20.5                          | 130                                     |
| Q        | 45.0                        | 30.8                          | 146                                     |
| R        | 37.9                        | 24.4                          | 155                                     |
| Total    | 24.3                        | 24.1                          | 101                                     |

III 점수가 1점 커지면 사망할 가능성이 1.012배 증가하는 것으로 나타났고, 응급실을 경유한 환자에 비해 일반 병실에서 옮겨온 환자의 사망 확률이 1.7배, 수술실에서 옮겨온 환자의 사망 확률은 0.45배로 나타났다.

**병원별 중환자실 성과 비교:** 중증도 보정 사망률 예측모형에 따라 각 환자별 사망 확률을 구하고, 이를 기초로 각 병원의 중증도 보정 사망률을 계산하였다(Table 3). 사망률 성과 지표가 100보다 낮은 병원이 10개, 100보다 높은 병원이 8개로 나타났다. 대상병원 중 5개 병원은 관찰사망률이 예측사망률의 95% 신뢰구간 범위 내에 있었고, 7개 병원은 관찰사망률이 예측사망률의 신뢰구간 보다 낮아 중환자실 진료성고가 양호한 것으로 나타났으며, 6개 병원은 관찰사망률이 예측사망률의 신뢰구간 보다 높아 진료성고가 좋지 못한 것으로 나타났다.

## 고 찰

본 연구의 중환자실 관찰사망률은 24%로 기존 국내 단일 기관 연구 결과인 18%와 31% 사이에 있었다[2-5]. 해외의 다기관 연구 결과에 따르면, 미국의 중환자실 관찰사망률은 10%, 영국은 18%, 스페인은 21%로[6-8], 본 연구 결과가 외국보다 높은 것으로 나타났다. 그러나 이는 중증도를 비롯한 위험요인을 보정하지 않은 관찰사망률만을 비교한 것으로 이것이 국가 간 또는 병원 간의 성과나 질적인 차이를 의미한다고 보기는 어렵다.

본 연구에서 조사된 병원별 중환자실 관찰사망률은 10%에서 45%였다. 내과계 중환자실 환자의 관찰사망률이 외과계 환자보다 2배 정도 높은 이유는 내과계 환자에서 패혈증, 호흡부전 등과 같이 중증도가 높은 질병의 비중이 높기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 수술을 실시한 환자 중에서 응급수술을 실시한 환자가 계획된 수술을 실시한 환자보다 3배 정도 관찰사망률이 높은 것은 경막외 출혈, 내부 장기 손상 등과 같은 외상성 질환에 대한 응급수술이 암절제술 등과 같은 계획된 수술보다 중증도가 상대적으로 높기 때문인 것으로 판단된다. 일반 병실에서 옮겨온 환자의 사망률(36.2%)이 다른 입원 경로의 환자에 비해 가장 높았는데 이는 중환자실에서 치료 여부와 상관없이 사망할 것으로 예상되는 중증도의 환자 즉, 말기 암환자 등이 사망을 앞두고 일반 병실에서 중환자실로 옮겨오기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 이러한 경향이 외국에 비해 우리나라 의료기관의 중환자실 관찰사망률이 높은 원인 중 하나로 사료된다[7-9]. 또한 수술이 늦게 끝나는 외과계 환자의 경우 중증도에 관계없이 회복실 대신 중환자실에서 수 시간 머무르는 체계를 적용하는 병원들이 많기 때문에 수술실에서 옮겨 온 환자의 사망률이 가장 낮은 것으로 판단된다.

APACHE III 점수, 입원 경로 그리고 주요 질병 범주를 독립변수로 하여 구축된 모형이 각 변수별 통계적 유의성, c-통계량, 적합도 측면을 고려했을 때 가장 양호한 것으로 평가되어, 본 연구에서 중증도 보정 사망률 예측모형으로 활용되었다. 이는 Knaus 등이[6] APACHE III 공식에서 선정된 변수와 동일한 것이다. 그러나 사망위험도를 예측할 때 각 변수들에서 적용된 계수 값이 서로 달라 최초 APACHE III 개발자들의 적용 결과와 국내 환자의 적용 결과를 직접 비교하기는 어렵다.

기존의 관련 연구와 비교했을 때 사망 예측의 타당도는 다소 부족하게 측정되었으나 예측모형의 적합도는 매우 우수한 것으로 평가되었다. 본 연구의 c-통계량은 0.743로 외국 연구의 c-통계량인 0.82-0.90와 국내 연구의 c-통계량인 0.91, 0.98에 비해 낮은 것으로 나타났다[2,5-8]. 기존 연구에 따르면 중증도 보정 모형을 적용하는 환자군에 따라 통계적 적합성에 차이가 있어, 내과계 환자에 비해 외과계 환자에서 c-통계량이 더 낮게 나타난다[10]. 특히 APACHE III의 경우는 내과계 질환을 대상으로 한 연구에서는 모두 c-통계량이 0.80이상으로 높게 나왔으나, 외과계 환자를 대상으로 한 연구에서는 c-통계량이 0.72, 0.73으로 낮게 나왔다는 연구도 있다[4,11]. 외국의 연구와 국내 연구의 내과계와 외과계 환자 비율과 c-통계량의 관계를 살펴보면, 내과계 환자의 비가 높을수록 c-통계량이 높게 나타남을 알 수 있다[2,5-8]. 본 연구의 내과계와 외과계 환자의 비율은 50 : 50으로 다

른 기존 연구들에 비해 외과계 환자의 비중이 높았기 때문에 c-통계량이 기존 연구에 비해 낮게 나타난 것으로 판단된다. 그러나 c-통계량이 0.743으로 비교적 양호한 수준이었으므로 본 연구의 중증도 보정 사망률 예측모형을 적용하는 데는 큰 문제가 없을 것이다. 아울러 최종 예측모형의 H-L의 적합도 검정에서의 P값이 0.849로 나타나 이는 통계적으로 매우 적합한 모형임을 알 수 있다.

중증도를 고려한 기대사망률과 관찰사망률의 비인 사망률 성과 지표 역시 49에서 155로 분포하여 병원 간 중환자실의 성과 차이가 3배 정도 나는 것으로 나타났다. 이는 환자구성을 고려하더라도 우리나라 중환자실의 진료성과가 병원별로 매우 크다는 것을 의미한다. 질적 수준의 평균적인 향상과 더불어 질적 변이를 줄이는 것이 질관리의 중요한 목표라는 점에서 이번 연구 결과는 우리나라 중환자실의 질관리가 얼마나 시급한 문제인지를 나타낸다고 할 수 있다.

본 연구의 방법론상 한계는 다음과 같다. 연구 대상 병원이 무작위로 선정된 것이 아니라 개별 병원의 신청을 받은 뒤 그 중 일부 병원을 선정하였기 때문에 선택 편견의 가능성이 있다. 그러나 신청병원들의 지역적 분포, 의료기관의 종류, 병상수 등을 고려하여 추첨을 통해 선발하였고 선발된 병원의 대부분이 전국적으로 지역을 대표할 수 있는 병원들이었기 때문에 중환자실의 중증도 보정 사망률 변이 측정이라는 본 연구의 목적에 큰 제한점이 되지 않을 것이다. 하지만 본 연구결과를 국내 모든 의료기관 중환자실에 일반화하여 적용하는 것은 어려울 것으로 판단된다.

외국의 관련 연구들은 대부분 전향적 코호트 연구방법으로 연구를 진행하였으나[6-8], 본 연구에서는 이미 퇴원한 환자의 의무기록을 조사하는 후향적 연구방법을 이용하였다. 또한 APACHE III 점수를 산출하기 위해 환자의 조사표를 입력하는데 한 건당 평균 30분 이상의 시간이 소요되어, 각 병원별로 충분한 숫자의 환자수를 확보하지 못하였다. 그리고 환자가 퇴원한 후에 의무기록을 참조하여 조사를 진행하였기 때문에 기록으로 남아있지 않은 부분에 대해서는 추가 정보 등을 파악할 수가 없었다. 따라서 대상자의 숫자가 외국의 관련연구에 비해 적었고, 이로 인해 일부 통계분석에서 표본 수가 부족하여 일부 제한이 있었다. 또한 대상 환자에 대한 추적조사 시행이 어려워 병원에서 사망한 경우만을 사망으로 처리하였기 때문에 중환자실의 재원기간이 길어지면, 사망 환례가 늘어날 수 있다는 한계가 있다. 연구에 참여한 의료기관들의 중환자실 평균재원일수는 8.5일이었으나 3.3일에서 18일로 다소 편차가 있었다. 그러나 상대적으로 재원일수가 긴 병원들에서 입원환자수가 적고 중증도가 낮은 환자의 비율이 높아 결과에 심각한 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 향후 조사 대상자와

병원을 추가하여 이러한 한계를 보완하는 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

APACHE III 도구를 개발한 연구진에서는 17,440명의 중환자 그룹을 대상으로 78종류의 주요 질병 그룹을 범주화하여 사망 확률 예측에 이용하였으나 본 연구에서는 전체 대상 환자수가 상대적으로 매우 적어 주요 질병범주를 좀 더 넓게 적용하여 48종류로 제한했음에도 일부 질병 범주에서는 환자의 숫자가 적어 통계적 안정성을 충분히 확보하지 못하였다. 향후 기존의 연구 결과를 참고하고 연구 대상자의 수를 충분히 늘려 사망률 예측 모형을 적용한다면 보다 정확한 사망 확률 예측이 가능할 것이다.

또한 외국의 연구 결과에 따르면, 과거에는 특정한 치료적 개입이 중증도 보정 사망률의 변이에 영향을 미치는 것으로 여겨져 왔으나 최근에는 병원의 구조적 요인이나 환자에게 제공되는 의료서비스의 질적 수준이 변이의 주요 요인으로 밝혀지고 있다. 즉, 중환자 전문의 유무, 중환자실 전담의사 수 등 의료인력 요인과 의사-간호사 협업 수준, 병원 협의체 수 등의 팀워크, 업무량과 업무 부담, 표준화 지침 유무, 기술 수준 등이 사망률에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다[12]. 따라서 추후 이와 같은 의료기관 요인을 추가로 고려한 연구가 필요하다.

각 병원별 예측사망률에서 관찰사망률을 뺀 차이를 비교하면 가장 낮은 병원은 -14.2였고, 가장 높은 병원은 10.4였다. 이는 중환자실 입원 환자를 100명으로 환산했을 때 예상되는 사망자수 보다 14명이 더 사망한 병원이 있는 반면, 10명이 덜 사망한 병원도 있다는 것을 의미한다. 이러한 중환자실의 질적 차이를 줄이기 위한 노력이 필요하다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Ministry for Health, Welfare and Family Affairs (Project title: Development of clinical quality indicators and application strategy).

## REFERENCES

1. Garland A. Improving the ICU: part 1. *Chest* 2005; 127: 2151-79.
2. 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.
3. Chae YJ, Lee JY, Lee YJ, Yoon KB, Lim HK. Usefulness of APACHE III score on admission in relation to the length of stay in the ICU. *Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 702-7.
4. Kwon YD, Ahn HS, Shin YS. Severity measurement methods and comparing hospital death rates for coronary artery bypass graft surgery. *J Prev Med Public Health* 2001; 34: 244-52.

5. Jeong I, Kim M, Kim J. Predictive accuracy of severity scoring system: a prospective cohort study using APACHE III in a Korean intensive care unit. *Int J Nurs Stud* 2003; 40: 219-26.
  6. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA, Zimmerman JE, Bergner M, Bergner PG, et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest* 1991; 100: 1619-36.
  7. Pappachan JV, Millar B, Bennett ED, Smith GB. Comparison of outcome from intensive care admission after adjustment for case mix by the APACHE III prognostic system. *Chest* 1999; 115: 802-10.
  8. Rivera-Fernández R, Vázquez-Meta G, Bravo M, Aguayo-Hoyos E, Zimmerman J, Wagner D, et al. The Apache III prognostic system: customized mortality predictions for Spanish ICU patients. *Intensive Care Med* 1998; 24: 574-81.
  9. Wong DT, Knaus WA. Predicting outcome in critical care: the current status of the APACHE prognostic scoring system. *Can J Anaesth* 1991; 38: 374-83.
  10. Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Daley J, Hughes JS, Mackiernan YD. Judging hospitals by severity adjusted mortality rates: the influence the severity adjustment method. *Am J Public Health* 1996; 86: 1379-87.
  11. Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Landon BE, Mackiernan YD. Predicting in-hospital deaths from coronary artery bypass graft surgery. Do different severity measures give different predictions? *Med Care* 1998; 36: 28-39.
  12. Carmel S, Rowan K. Variation in intensive care unit outcomes: a search for the evidence on organizational factors. *Curr Opin Crit Care* 2001; 7: 284-96.
-