

신경계중환자의 사망예측모델(Mortality Probability Model II)에 대한 타당도 검증

김희정¹ · 김경희²

¹남서울대학교 간호학과 전임강사, ²중앙대학교 의과대학 간호학과 교수

Verification of Validity of MPM II for Neurological Patients in Intensive Care Units

Kim, Heejeong¹ · Kim, Kyunghee²

¹Full-time Lecturer, Department of Nursing, Namseoul University, Cheonan
²Professor, Department of Nursing, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: Mortality Probability Model (MPM) II is a model for predicting mortality probability of patients admitted to ICU. This study was done to test the validity of MPM II for critically ill neurological patients and to determine applicability of MPM II in predicting mortality of neurological ICU patients. **Methods:** Data were collected from medical records of 187 neurological patients over 18 yr of age who were admitted to the ICU of C University Hospital during the period from January 2008 to May 2009. Collected data were analyzed through χ^2 test, t-test, Mann-Whitney test, goodness of fit test, and ROC curve. **Results:** As to mortality according to patients' general and clinically related characteristics, mortality was statistically significantly different for ICU stay, hospital stay, APACHE III score, APACHE predicted death rate, GCS, endotracheal intubation, and central venous catheter. Results of Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test were MPM II₀ ($\chi^2=0.02, p=.989$), MPM II₂₄ ($\chi^2=0.99, p=.805$), MPM II₄₈ ($\chi^2=0.91, p=.822$), and MPM II₇₂ ($\chi^2=1.57, p=.457$), and results of the discrimination test using the ROC curve were MPM II₀, .726 ($p<.001$), MPM II₂₄, .764 ($p<.001$), MPM II₄₈, .762 ($p<.001$), and MPM II₇₂, .809 ($p<.001$). **Conclusion:** MPM II was found to be a valid mortality prediction model for neurological ICU patients.

Key words: Intensive care unit, Neurology, Mortality, Validity

서 론

1. 연구의 필요성

신경계질환은 중증도에 따라 즉각적으로 생명을 위협할 뿐 아니라, 뇌동맥류파열로 인한 지주막하출혈과 같은 뇌출혈은 급성기가 지난 후에도 심맥관계와 호흡기계에 합병증을 초래한다. 그리고 감염, 혈중, 저산소증, 두개내압상승 등의 2차적인 뇌손상이 유발되면, 뇌고혈압, 뇌허혈, 발작 또는 혼수상태로 이어지면서 뇌의 여러 영역에 심한 장애를 초래하여 결국은 사망에 이르게 하는 것으로 보

고되고 있다(Rovlias & Kotsou, 2004; Suarez, 2006).

우리나라의 신경계질환으로 인한 사망은 인구 10만 명당 11.3명으로 경제협력개발 기구 회원국의 평균 16.2명보다는 낮으나 일본의 5.6명보다는 2배 이상 높은 수준이다(Healthcare Policy Korean Medical Association Research Institute, 2007). 이와 같이 신경계질환과 이로 인한 합병증은 중증도에 따라 즉각적으로 대상자의 생명을 위협할 수 있으므로 임상 실무현장에서도 대상자의 중증도에 대한 정확한 평가의 중요성이 부각되고 있다. 특히 중증도가 높은 환자군이 입원하는 중환자실에서 적용할 수 있는 정확하고 효율적인 중증도 평가방안이 모색되어야 하는 필요성이 제기된다(Kim,

주요어: 중환자실, 신경계중환자, 사망률, 사망예측

*본 논문은 제1저자 김희정 박사학위논문 일부 발췌한 것임.

*This article is based on a part of the first author's doctoral thesis from Chungang University.

Address reprint requests to: Kim, Kyunghee

Department of Nursing, Chung-Ang University, 29 Heukseong-no, Donggiak-gu, Seoul 155-756, Korea
Tel: +82-2-820-5670 Fax: +82-2-824-7961 E-mail: kyung@cau.ac.kr

투고일: 2010년 5월 14일 심사완료일: 2010년 5월 18일 게재확정일: 2011년 2월 25일

Kwon, & Hwang, 2005).

오늘날 대부분의 의료기관에서는 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE), Simplified Acute Physiology Score (SAPS), Mortality Probability Model (MPM) 등을 활용하여 대상자가 중환자실에 입실한 첫날에 전반적인 상태를 평가하여 중증도를 확인하고 사망률을 예측한다. 그러므로 시간의 흐름에 따라 다양한 요인에 의해 변화되는 대상자의 중증도와 사망률을 정확하게 예측하기에는 제한이 있다. 따라서 중환자의 경우에는 시간의 흐름에 따라 대상자의 상태 변화가 반영된 중증도 평가가 이루어져야 한다(Suistomaa, Niskanen, Kari, Hynynen, & Takala, 2004). 최근 들어 중환자의 중증도 평가를 위해 국내외에서 활용하는 MPM II 모델은 최초 개발된 MPM I 모델(Lemeshow, Teres, Avrunin, & Gage, 1988)을 수정 보완한 모델로, 입원 시 모델(MPM II₀), 입원 24시간 모델(MPM II₂₄), 입원 48시간 모델(MPM II₄₈), 입원 72시간 모델(MPM II₇₂)로 구성되어 시간의 흐름에 따라 대상자의 전신적인 상태 변화를 평가하여 사망률을 보다 정확하게 예측할 수 있도록 개발된 것이다(Lemeshow et al., 1993; Lemeshow, Klar, & Teres, 1994). MPM II 모델은 최소한의 변수로 환자의 중증도를 예측하며, 각 변수의 평가도 간단하여 사용이 용이하고 시간도 절약되는 장점이 있다(Kim et al., 2005; Lemeshow et al., 1993, 1994). 따라서 MPM II 모델의 타당도와 신뢰도가 검증되면 국내의 의료기관에서도 중환자의 시간의 흐름에 따라 중증도 예측에 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

지금까지 국내외에서 이루어진 MPM II 모델에 대한 연구를 살펴 보면, 먼저 국외의 경우는 MPM II를 이용한 중환자의 사망률 예측 연구(Janssens et al., 2002; Rue, 2000; Rue, Artigas, Lvarez, Quintana, & Valero, 2000), SAPS II와 MPM II₀의 사망률 비교연구(Glance, Osler, & Dick, 2002), 중환자를 대상으로 MPM II 모델에 대한 판별력 연구(Lemeshow et al., 1993, 1994), 그리고 MPM II에 따른 폐혈증 환자의 위험요인과 결과에 관한 연구(Cazali et al., 2007) 등이 있다. 국내의 경우는 Lee 등(2001)의 MPM II₀, MPM II₂₄를 이용한 중환자의 사망률 예측연구, APACHE III, SAPS II, MPM II의 타당도 평가(Kim et al., 2005; Yeon, 2005) 등이 있다. 국내에서 이루어진 MPM II의 타당도 평가에 대한 선행연구에서 Lee 등(2001)은 MPM II₀, MPM II₂₄가 중환자실 환자의 예후를 평가하는 도구로서 타당하다고 보고하였고 Yeon (2005)은 APACHE III와 MPM II₂₄가 SAPS II보다 적합하다고 보고하였으나, Kim 등(2005)은 APACHE III나 SAPS II보다 MPM II₂₄의 적합도가 낮다고 보고하였다. 이와 같이 MPM II₀, MPM II₂₄에 대한 타당도 검증 결과가 일관되지 않고 MPM II₄₈, MPM II₇₂에 대한 타당도 검증은 아직까지 이루어지지 않았다. 이에 본 연구는 국내 신경계 중환자를 대상으로 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 타당도를 검증하여, 신경계 중환자의 사망확률 예측에 MPM II 모

델의 적용 가능성을 규명하기 위하여 본 연구를 시도하였다.

이를 위한 본연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률의 차이를 확인한다.

둘째, 사망예측모델(MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂)의 적합도, 판별력 및 정확도를 평가하여 타당도를 검증한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 서울시 소재 C 대학 병원 중환자실 내 신경계 중환자의 사망예측모델(MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂)에 대한 타당도를 검증하기 위한 후향적 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 2008년 1월부터 2009년 5월까지 서울시 소재 C 대학 병원 중환자실에 입원한 만 18세 이상의 신경계환자 중 화상환자, 관상동맥질환자, 심장수술환자를 제외한 187명 환자의 의무기록지를 대상으로 하였다. 타당도 평가를 위한 표본수 산정 프로그램 G-power 3.1.2를 이용하여 유의수준 .05, 검정력 80%, 효과크기 .3을 기준으로 하였을 때 Goodness-of-Fit test에 필요한 표본 수는 199명이었다. 이를 근거로 본 연구에서는 205명 대상자의 의무기록을 분석하였고 그중에서 사망과 생존을 확인할 수 없는 18명을 제외한 187명의 의무기록을 대상으로 MPM II 모델의 타당도를 검증하였다.

3. 연구 도구

1) 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성

대상자의 일반적 특성은 성별, 나이, 흡연, 음주, 체질량지수, 중환자실 입실 경로, 고혈압, 당뇨, 진단분류, 중환자실 재원기간, 병원재원기간 등 총 11항목으로, 임상 관련 특성은 APACHE III 점수, APACHE III 사망 예측률, 글라스고우 혼수척도, 기관 내삽관, 중심 정맥 관삽입, 사망, 생존 등 총 7항목으로 구성하였다. APACHE III (Knaus et al., 1991)는 생리적변수(0-252점), 만성건강상태(0-23점), 연령(0-24점) 등 세 항목으로 구성되었으며 총점은 최소 0점에서 최고 299점으로 점수가 높을수록 중증도가 높은 환자임을 의미한다. 글라스고우 혼수척도(Teasdale & Jennet, 1974)는 개안반응(1-4점), 언어반응(1-5점), 운동반응(1-6점) 등 세 항목으로 구성되었고 총점은 최저 3점에서 최고 15점으로 점수가 낮을수록 중증도가 높은 환자임을

의미한다.

2) MPM II

MPM II₀ (Lemeshow et al., 1993)는 혼수 또는 깊은 혼미, 맥박수(≥ 150회/분), 수축기 혈압(≤ 90 mmHg), 만성신부전, 황달, 전이성 종양, 급성신부전, 부정맥, 뇌혈관사고, 위 장관출혈, 두개 내 덩이효과(intracranial mass effect), 나이, 입원 전 심폐소생술, 기계적 환기, 내과적이거나 계획되지 않은 수술로 인한 입원 등 총 15개 항목으로 이루어져 있다. MPM II₂₄ (Lemeshow et al., 1993), MPM II₄₈ (Lemeshow et al., 1994), MPM II₇₂ (Lemeshow et al., 1994)는 나이, 간경화, 두개 내 덩이효과, 전이성 종양, 내과적이거나 계획되지 않은 수술로 인한 입원, 혼수 또는 깊은 혼미, 크레아티닌 > 2.0 mg/dL, 확진된 감염, 기계적 환기, 동맥혈 산소분압 < 60 mmHg, 정상보다 3초 이상 프로트롬빈 시간의 지연, 8시간 동안 소변배출량 150 mL 이하, 혈관작용약의 정맥 내 1시간 이상 사용 등 총 13개의 변수로 구성되어 있다. 적합도, 판별력, 정확도를 검증하기 위하여 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂로 각각의 사망확률을 구하여 예측된 사망확률이 50% 이상이면 사망으로 50% 미만이면 생존으로 예측한다. Lemeshow 등 (1993)의 연구에서 개발 당시 적합도는 MPM II₀ ($df=8, p=.623$), MPM II₂₄ ($df=8, p=.764$), MPM II₄₈ ($df=10, p=.308$), MPM II₇₂ ($df=10, p=.311$) 이었고, Rue, Quintana, Alvarez와 Artigas (2001)의 연구에서 적합도는 MPM II₀ ($\chi^2=7.2, p=.51$), MPM II₄₈ ($\chi^2=10.2, p=.25$), MPM II₇₂ ($\chi^2=8.0, p=.43$)이었다. Lemeshow 등(1993)의 연구에서 개발 당시 판별력은 MPM II₀ (곡선 하 영역 .837), MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .844), MPM II₄₈ (곡선 하 영역 .812), MPM II₇₂ (곡선 하 영역 .794)이었고, Rue 등 (2000)의 연구에서 판별력은 MPM II₀ (곡선 하 영역 .80, $p<.001$), MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .84, $p=.002$), MPM II₄₈ (곡선 하 영역 .82, $p<.001$), MPM II₇₂ (곡선 하 영역 .81, $p<.001$)이었다. MPM II 정확도는 Yeon (2005)의 선행연구에서는 절단점 4에서 MPM II₂₄의 민감도는 59.4%, 특이도는 89.5%, 정분류율은 78.7%이었고, Kim 등(2005)의 선행연구에서는 절단점 4에서 MPM II₂₄의 민감도는 71.7%, 특이도는 98.3%, 정분류율은 94.3%였다.

4. 자료 수집

본 연구는 후향적 조사연구로 연구자가 직접 의료기관 기관장의 허락을 받은 후, 연구목적, 연구방법, 피험자 권리 보장 및 의무기록지 활용 등에 대한 심의절차를 거쳐 연구대상 의료기관 병원심의 위원회로부터 연구 승인(승인번호: 090280816)을 받았다. 연구자는 자료수집을 위해 간호부와 의무기록실을 방문하여 연구목적을 설명하고 담당부서의 부서장에게 협조를 구하였다. 2008년 1월부터

2009년 5월까지 신경외과 중환자실에 입원한 만 18세 이상의 신경계 중환자 187명(생존 137명, 사망 50명)의 의무기록지를 대상으로 시작하였다. 시간의 흐름에 따른 대상자의 이실과 사망으로 시간별 분석은 MPM II₀는 187명(생존 137명, 사망 50명), MPM II₂₄는 177명(생존 135명, 사망 42명), MPM II₄₈은 171명(생존 133명, 사망 38명), MPM II₇₂는 161명(생존 131명, 사망 30명)을 대상으로 분석하였다. 자료 수집은 연구대상 의료기관의 의무기록실에서 2009년 6월부터 8월까지 평균 주 3회 오전 9시부터 오후 5시까지 본 연구자가 직접 자료를 수집하였다.

5. 자료 분석

수집된 자료는 SPSS 18.0을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성은 평균과 표준편차, 빈도와 백분율 등의 기술통계로 분석하였고, 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률의 차이검정은 정규성이 확인된 변수는 χ^2 검정과 t-검정으로 분석하였으며 정규성 분포를 하지 않은 변수는 Mann-Whitney 검정으로 분석하였다. MPM II 모델의 타당도를 검증하기 위한 적합도는 Hosmer-Lemeshow의 적합도 검정으로 확인하였고, 판별력은 곡선 하 영역(Area under the curve)을 활용하여 분석하였으며, 정확도는 민감도(sensitivity), 특이도(specificity) 및 정분류율(accuracy)로 확인하였다. 적합도, 판별력 및 정확도를 검증하기 위한 대상자의 사망확률 예측은 로지스틱 회귀분석결과를 근거로 $Pr = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}}$ 로 계산되며, $g(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$ 이다. MPM II₀의 x는 혼수 또는 깊은 혼미, 수축기 혈압(≤ 90 mmHg), 전이성 종양 등 3개의 변수이고, MPM II₂₄의 x는 혼수 또는 깊은 혼미, 혈관작용약의 정맥 내 1시간 이상 사용, 전이성 종양 등 3개의 변수이며, MPM II₄₈의 x는 혼수 또는 깊은 혼미, 혈관작용약의 정맥 내 1시간 이상 사용, 감염, 전이성 종양 등 4개 변수이다. 그리고 MPM II₇₂의 x는 혼수 또는 깊은 혼미, 전이성 종양, 기계적 환기 등 3개의 변수이다. 각 상수 값에 곱하는 측정항목 x는 나이만 그대로 적용되고 나머지는 0 또는 1의 값을 가진다. 0은 그러한 상태가 존재하지 않음을, 1은 그러한 상태가 존재함을 의미한다.

판별력을 검증하기 위한 곡선 하 영역은 대상자별로 측정된 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 값을 오름차순으로 정렬한 후 1-특이도가 변하는 지점에서의 민감도 합계를 전체 생존 수로 나눈 값이다. 정확도를 검증하기 위한 민감도는 참 사망 환자 수/참 사망 환자 수+거짓 생존 환자 수로 계산되며, 특이도는 참 생존 환자 수/참 생존 환자 수+거짓사망 환자 수로 계산된다. 참 사망 환자 수는 사망이라고 예측한 환자 중 실제 사망한 환자 수이고, 거짓 생존 환자 수는 생존이라고 예측한 환자 중 실제 사망한 환자 수이다. 참 생

존 환자 수는 생존이라고 예측한 환자 중 실제 생존한 환자 수이고 거짓사망 환자 수는 사망이라고 예측한 환자 중 실제 생존한 환자 수이다.

입원 24시간($\chi^2 = 15.03, p < .001$), 입원 48시간($\chi^2 = 13.78, p < .001$), 입원 72시간($\chi^2 = 11.99, p < .001$)에서 사망률이 높았는데 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성

연구 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성은 Table 1과 같다. 대상자의 성별은 남자가 62%, 여자가 38%이었으며 연령은 평균 60.0 (± 15.1)세이었다. 흡연은 대상자의 45.5%, 음주는 대상자의 48.1%가 하고 있는 것으로 나타났다. 체질량 지수의 중위수(범위)는 23.00 (16-35)이었다. 중환자실 입실경로는 응급실이 68.5%로 가장 많았으며 발병 이전에 고혈압을 진단받은 경우는 43.9%이고 당뇨를 진단 받은 경우는 12.3%이었다. 질병분류는 신경외과계 환자 47.1%, 신경외과계 외상환자 32.6%, 신경계 환자 20.3% 순이었다. 중환자실 재원 기간의 중위수(범위)는 7.00 (1-81)이었고, 병원재원기간의 중위수(범위)는 30.00 (1-235)이었다. APACHE III 점수의 중위수(범위)는 47.00 (6-165)이었고 APACHE III 사망 예측률의 중위수(범위)는 20.90 (5-97)이었다. 글라스고우 혼수척도의 평균은 입원 시 9.87 (± 4.08), 입원 24시간 10.30 (± 3.88), 입원 48시간 10.70 (± 3.72), 입원 72시간 10.89 (± 3.77)이었다. 기관 내삽관은 입원 시 45.5%, 입원 24시간 48.1%, 입원 48시간 39.0%, 입원 72시간 35.8%가 삽관하고 있는 것으로 나타났다. 중심 정맥관삽입은 입원 시 45.9%, 입원 24시간 51.4%, 입원 48시간 50.6%, 입원 72시간 48.5%이었다. 대상 환자 중 생존은 73.3%, 사망은 26.7%이었다.

2. 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률

대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률의 차이는 Table 1과 같다.

임상 관련 특성에서 중환자실 재원기간($Z = -2.53, p = .012$), 병원재원기간($Z = -6.22, p < .001$), APACHE III 점수($Z = -6.52, p < .001$), APACHE III 사망예측률($Z = -6.54, p < .001$) 등이 대상자의 사망률과 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그리고 글라스고우 혼수 척도는 ≤ 8 경우에 입원 시, 입원 24시간, 입원 48시간, 입원 72시간 모두 사망률이 가장 높았으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 기관 내삽관은 입원 시($\chi^2 = 18.56, p < .001$), 입원 24시간($\chi^2 = 22.41, p < .001$), 입원 48시간($\chi^2 = 13.78, p < .001$), 입원 72시간($\chi^2 = 11.99, p < .001$) 모두에서 기관 내삽관을 한 경우에 사망률이 높았는데, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 중심 정맥관삽입은 입원 시($\chi^2 = 16.58, p < .001$),

3. MPM II 모델의 적합도, 판별력 및 정확도

MPM II 모델의 타당도를 검증하기 위한 적합도와 판별력 검증 결과는 Table 2와 같다. Hosmer-Lemeshow의 적합도 검증(Goodness-of-Fit test) 결과 MPM II₀ ($\chi^2 = 0.02, p = .989$), MPM II₂₄ ($\chi^2 = 0.99, p = .805$), MPM II₄₈ ($\chi^2 = 0.91, p = .822$), MPM II₇₂ ($\chi^2 = 1.57, p = .457$)로 모두 적합한 것으로 나타났다. ROC의 곡선 하 영역을 활용한 판별력 검증결과 절단점 .4에서 MPM II₀의 곡선 하 영역 .726 ($p < .001$), MPM II₂₄의 곡선 하 영역 .764 ($p < .001$), MPM II₄₈의 곡선 하 영역 .762 ($p < .001$), MPM II₇₂의 곡선 하 영역 .809 ($p < .001$)로 나타났다.

MPM II의 정확도를 절단점에 따라 민감도와 특이도 및 정분류율을 확인한 결과는 Table 3과 같다. 최선의 판별도를 보이는 절단점 .4에서 MPM II₀의 민감도는 70.0%, 특이도는 75.1%, 정분류율은 73.8%이었고 MPM II₂₄의 민감도는 64.3%, 특이도는 91.9%, 정분류율은 85.4%이었다. MPM II₄₈의 민감도는 60.5%, 특이도는 91.7%, 정분류율은 84.8%였으며 MPM II₇₂의 민감도는 70.0%, 특이도는 91.6%, 정분류율은 87.6%이었다.

논 의

본 연구의 자료 분석 결과, 대상자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률의 차이검정에서는 글라스고우 혼수척도, 기관 내삽관 및 중심 정맥관삽입 유무, 중환자실 재원기간, 병원재원기간, APACHE III 점수, APACHE III 사망 예측률 등이 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 글라스고우 혼수척도에서 점수가 8 이하인 경우에 입원 시, 입원 24시간, 입원 48시간, 입원 72시간 모두 사망률과 통계적으로 유의한 차이가 있었는데, 자발성 뇌교 출혈 환자를 대상으로 한 Jo (2001)의 연구에서는 입원 당시 글라스고우 혼수척도에서 점수가 8 이하인 경우 사망률과 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보고하여 본 연구의 입원 시 결과를 지지하였다. 이는 신경계 중환자의 의식사정의 중요성을 부각시키는 결과로, 중환자실 간호사를 대상으로 의식사정에 대한 도구나 측정방법에 대한 교육과 연구의 중요성을 일깨워 준다.

기관 내삽관과 중심 정맥관삽입 유무는 중증 뇌손상환자를 대상으로 한 Murray 등(2000)의 연구에서도 기관 내삽관을 한 환자가 기관 내삽관을 하지 않은 환자보다 사망할 위험이 더 크다고 보고하여 본 연구 결과를 지지하였다. 이러한 결과는 신경계 중환자의

Table 1. General and Clinical Characteristics and Difference of Mortality according to General and Clinical Characteristics (N=187)

Characteristics	Categories	n (%) or Mean ± SD* or Median (range) [†]			Mortality rate	χ ² or t or Z	p	
		All (n=187)	Survival (n=137)	Death (n=30)				
Gender	M	116 (62.0)	89 (63.5)	27 (54.0)	23.3	1.87	.172	
	F	71 (38.0)	48 (36.5)	23 (46.0)	32.4			
Age (yr)		60.0 (15.1)*	59.5 (14.2)*	61.3 (17.4)*	-	0.70	.086	
Smoking	Yes	85 (45.5)	58 (42.3)	27 (54.0)	31.8	2.01	.156	
	No	102 (54.5)	79 (57.7)	23 (46.0)	22.5			
Alcohol	Yes	90 (48.1)	67 (48.9)	23 (46.0)	25.6	0.12	.725	
	No	97 (51.9)	70 (51.1)	27 (54.0)	27.8			
BMI		23.00 (16-35) [‡]	23.0 (17-35) [‡]	22.0 (16-29) [‡]	-	-1.96 [‡]	.051	
	ER	123 (68.5)	93 (68.4)	29 (58.0)	23.6	3.86	.277	
Source of admission	Ward	21 (11.2)	16 (11.8)	5 (10.0)	23.8			
	OR	25 (13.4)	17 (12.5)	8 (16.0)	32.0			
	Transfer	18 (9.6)	10 (7.4)	8 (16.0)	44.4			
Hypertension	Yes	82 (43.9)	58 (42.3)	24 (48.0)	29.3	0.48	.490	
	No	105 (56.1)	79 (57.7)	26 (52.0)	24.8			
DM	Yes	23 (12.3)	18 (13.1)	5 (10.0)	21.7	0.34	.563	
	No	164 (87.7)	119 (86.9)	45 (90.0)	27.4			
Disease Category	Trauma	61 (32.6)	46 (33.6)	15 (30.0)	24.6	0.68	.712	
	NS	88 (47.1)	62 (45.3)	26 (52.0)	29.5			
	NU	38 (20.3)	29 (21.2)	9 (18.0)	23.7			
GCS Admission	≤ 8	79 (42.2)	43 (31.4)	36 (72.0)	45.6	24.92	<.001	
	9-12	18 (9.6)	15 (10.9)	3 (6.0)	16.7			
	≥ 13	90 (48.1)	79 (57.7)	11 (22.0)	12.2			
GCS 24 hr	≤ 8	66 (35.3)	30 (21.9)	36 (78.3)	54.5	48.38	<.001	
	9-12	25 (13.4)	21 (15.3)	4 (8.7)	16.0			
	≥ 13	92 (49.2)	86 (62.8)	6 (13.0)	6.5			
GCS 48 hr	≤ 8	56 (29.9)	28 (20.7)	28 (73.7)	50.0	38.85	<.001	
	9-12	23 (12.3)	19 (14.1)	4 (10.5)	17.4			
	≥ 13	93 (49.7)	87 (64.4)	6 (15.8)	6.5			
GCS 72 hr	≤ 8	49 (26.2)	24 (18.2)	25 (75.8)	51.0	44.08	<.001	
	9-12	22 (11.8)	18 (13.6)	4 (12.1)	18.2			
	≥ 13	94 (50.3)	90 (68.2)	4 (12.1)	4.3			
Time of intubation	Admission	Yes	101 (54.0)	61 (44.5)	40 (80.0)	39.6	18.56	<.001
	24 hr	Yes	88 (48.1)	52 (38.0)	36 (78.3)	40.9	22.41	<.001
	48 hr	Yes	67 (39.0)	58 (43.0)	28 (77.8)	41.8	13.78	<.001
	72 hr	Yes	59 (35.8)	55 (41.7)	23 (76.7)	39.0	11.99	<.001
Time of central line insertion	Admission	Yes	85 (45.5)	50 (36.5)	35 (70.0)	41.2	16.58	<.001
	24 hr	Yes	94 (51.4)	59 (43.1)	35 (76.1)	37.2	15.03	<.001
	48 hr	Yes	87 (50.6)	58 (43.0)	28 (77.8)	32.2	13.78	<.001
	72 hr	Yes	80 (48.5)	55 (41.7)	23 (76.7)	28.8	11.99	<.001
ICU LOS		7.00 (1-81) [‡]	8.00 (2-81) [‡]	5.50 (1-78) [‡]	-	-2.53 [‡]	.012	
Hospital LOS		30.00 (1-265) [‡]	34.00 (2-265) [‡]	6.50 (1-146) [‡]	-	-6.22 [‡]	<.001	
APACHE III score		47.00 (6-165) [‡]	41.00 (6-131) [‡]	83.00 (18-165) [‡]	-	-6.52 [‡]	<.001	
APACHE III death of rate		20.90 (5-97) [‡]	17.56 (5-91) [‡]	54.46 (7-97) [‡]	-	-6.54 [‡]	<.001	
Death		50 (26.7)						
Survival		137 (73.3)						

*Mean ± SD; [†]Median (range); [‡]Z value of Mann-Whitney test.

BMI=Body Mass Index; ER=Emergency Room; OR=Operating Room; DM=Diabetes Mellitus; NS=Neurosurgery; NU=Neurology; GCS=Glasgow Coma Scale; ICU=Intensive Care Unit; LOS=Length of Stay.

기관 내삽관으로 인한 이차적 감염과 상해 및 합병증을 예방하기 위해서 중환자실 간호사는 외과적 무균술을 철저히 준수하면서 기관 내삽관 간호, 구강간호 및 흡인간호를 시행하여야 한다고 본

다. 중심 정맥관삽입 유무에 따라라도 사망률에 차이가 있는 것으로 나타났다. 중심 정맥관 감염은 패혈증 등의 합병증 이환율과 사망률 및 병원비를 높이는 요인이 되고 있고, 패혈증이 유의하게 증

Table 2. Hosmer-Lemeshow Goodness-of Fit Test and ROC Curve for MPM II

Characteristics	Hosmer-Lemeshow Goodness-of Fit					ROC Curve				
	Survived		Died		χ^2	p	AUC	p	95%CI	
	Observed	Expected	Observed	Expected					Low	Upper
MPM II ₀ (n=187)										
1 (0.0 ≤ p < 0.1)	101	101.20	14	13.80	0.02	.989	0.726	<.001	0.641	0.811
2 (0.1 ≤ p < 0.2)	2	1.91	1	1.09						
3 (0.2 ≤ p < 0.3)	28	27.80	19	19.20						
4 (0.3 ≤ p < 0.4)	6	6.09	16	15.91						
MPM II ₂₄ (n=177)										
1 (0.0 ≤ p < 0.1)	92	92.04	6	4.95	0.99	.805	0.764	<.001	0.673	0.855
2 (0.1 ≤ p < 0.2)	21	19.97	4	5.03						
3 (0.2 ≤ p < 0.3)	12	11.36	5	5.64						
4 (0.3 ≤ p < 0.4)	2	1.59	1	1.41						
5 (0.4 ≤ p < .05)	9	10.03	26	24.97						
MPM II ₄₈ (n=171)										
1 (0.0 ≤ p < 0.1)	88	87.18	3	3.83	0.91	.822	0.762	<.001	0.662	0.861
2 (0.1 ≤ p < 0.2)	9	9.95	3	2.06						
3 (0.2 ≤ p < 0.3)	17	17.52	5	4.48						
4 (0.3 ≤ p < 0.4)	12	11.24	7	7.76						
5 (0.4 ≤ p < .05)	7	7.12	20	19.88						
MPM II ₇₂ (n=161)										
1 (0.0 ≤ p < 0.1)	105	106.27	7	5.73	1.57	.457	0.809	<.001	0.707	0.910
2 (0.1 ≤ p < 0.2)	15	13.17	2	3.83						
3 (0.2 ≤ p < 0.3)	7	6.88	6	6.12						
4 (0.3 ≤ p < 0.4)	4	4.68	15	14.32						

ROC=Receiver operating characteristic; AUC=Area under the curve; CI=Confidence Interval.

가한다고 보고하여(Siempos et al., 2009) 본 연구결과를 지지한다. 이는 중심 정맥관을 가진 신경계 중환자의 중심 정맥관 관련 합병증을 예방하기 위해서는 카테터 삽입부위의 드레싱과 삼출물 정도에 따른 교환주기 결정 등에 관한 간호중재의 중요성을 보여주는 결과이다.

중환자실 재원일수의 통계적으로 유의한 차이는 중환자실 재원일수가 대상자의 사망률과 관련이 있는 것으로 보고한 Kanus, Wagner, Zimmerman과 Draper (1993)에 의해 지지하는 결과이다. Lemeshow 등(1993)도 중환자실환자의 병원사망률이 재원 24시간 내에서는 3.0%이었으나 24시간이 지나면 21.8%로 증가하였다고 보고하고 있다. 그리고 Lee 등(2003)과 You (2001)는 중환자실 재원기간과 감염증이 관련이 있는 것으로 보고하면서 신경외과 중환자실 환자의 합병증 및 사망률에 가장 영향을 미치는 요인을 감염이라고 하였다. 이러한 결과는 병원감염 및 합병증을 예방하여 대상자의 사망률을 감소시키기 위해서는 중환자실 재원일수를 줄일 수 있는 간호중재안 모색의 필요성을 제기한다.

본 연구에서는 MPM II 모델의 타당도 검정을 위해 적합도와 판별력 및 정확도를 확인하였다. 먼저 적합도 검정 결과, MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂는 신경계중환자의 사망예측모델로 적합한

것으로 나타났다. 이러한 본 연구결과는 여러 선행연구에 의해서도 지지하는 결과이다. Yeon (2005)은 자발성 뇌내출혈 환자를 대상으로 MPM II₂₄ ($\chi^2 = 0.34, p = .846$)의 적합도를 검정하여 신경계 중환자의 사망예측모델로 적합함을 규명하였다. Lee 등(2001)은 중환자를 대상으로 MPM II₀ ($\chi^2 = 7.39, p = .495$)와 MPM II₂₄ ($\chi^2 = 4.37, p = .823$)의 적합도를 검정하여 중환자의 사망예측모델로 적합함을 확인하였다. Rue 등(2001)의 중환자 사망예측과 매일의 중증도 사정 연구에서도 MPM II₀ ($\chi^2 = 7.2, p = .51$), MPM II₄₈ ($\chi^2 = 10.2, p = .25$), MPM II₇₂ ($\chi^2 = 8.0, p = .43$)에 대한 각 적합도와 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 전체 적합도($\chi^2 = 6.04, p = .64$)를 검정하여 중환자의 사망예측 모델로 적합함을 규명하였다. 이와 같이 여러 선행연구와 본 연구 결과는 중환자 및 신경계 중환자의 사망예측모델로 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂가 적합한 모델임을 보여준다.

MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 판별력은 ROC의 곡선 하 영역을 활용하여 분석하였다. Swets (1988)는 ROC의 곡선 하 영역 값에 대한 기준을 '.5에서 .7 미만'은 덜 정확, '.7에서 0.9 미만'은 중등도 정확, '.9에서 1 미만'은 매우 정확, 그리고 '1은 완벽한 것으로 제시하였다. 이에 따르면 본 연구에서는 절단점 .4에서 MPM II₇₂ (곡선 하 영역 .809), MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .764), MPM II₄₈ (곡선 하

Table 3. Comparison of Sensitivity, Specificity, and Accuracy of the MPM II_{0, 24, 48, 72} at Decision Thresholds of 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 and 0.7

Cut off value	Characteristics	Predicted	Observed		Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)
			Survival	Death			
.3	MPM II ₀	Survival	101	14	72.0	73.7	73.3
		Death	36	36			
	MPM II ₂₄	Survival	113	10	76.1	83.0	81.5
		Death	23	32			
MPM II ₄₈	Survival	122	15	60.5	91.7	84.8	
	Death	11	23				
MPM II ₇₂	Survival	117	8	73.3	89.3	86.3	
	Death	14	22				
.4	MPM II ₀	Survival	103	15	70.0	75.1	73.8
		Death	34	35			
	MPM II ₂₄	Survival	125	15	64.3	91.9	85.4
		Death	11	27			
MPM II ₄₈	Survival	122	15	60.5	91.7	84.8	
	Death	11	23				
MPM II ₇₂	Survival	120	9	70.0	91.6	87.6	
	Death	11	21				
.5	MPM II ₀	Survival	131	34	32.0	95.6	78.6
		Death	6	16			
	MPM II ₂₄	Survival	127	16	61.9	93.3	86.0
		Death	9	26			
MPM II ₄₈	Survival	122	15	60.5	93.4	84.8	
	Death	11	23				
MPM II ₇₂	Survival	127	13	56.7	96.9	89.4	
	Death	4	17				
.6	MPM II ₀	Survival	131	34	32.0	95.6	78.6
		Death	6	16			
	MPM II ₂₄	Survival	127	16	61.9	93.4	86.0
		Death	9	26			
MPM II ₄₈	Survival	124	16	57.9	93.2	85.4	
	Death	9	22				
MPM II ₇₂	Survival	127	13	56.7	96.9	89.4	
	Death	4	17				
.7	MPM II ₀	Survival	133	37	26.0	97.1	78.0
		Death	4	13			
	MPM II ₂₄	Survival	136	39	7.1	100	78.0
		Death	0	3			
MPM II ₄₈	Survival	126	7	52.6	94.7	85.4	
	Death	18	20				
MPM II ₇₂	Survival	127	13	56.7	96.9	89.4	
	Death	4	17				

영역 .762), MPM II₀ (곡선 하 영역 .726) 순으로 중등도의 정확성을 보이는 것으로 나타났다. MPM II 모델을 개발하면서 판별력을 검증한 Lemeshow 등(1993, 1994)은 MPM II₀ (곡선 하 영역 .837), MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .844), MPM II₄₈ (곡선 하 영역 .796), MPM II₇₂ (곡선 하 영역 .794)로 중등도 정확한 것으로 보고하였고 정확성은 MPM II₂₄, MPM II₀, MPM II₄₈, MPM II₇₂ 순이었다. Rue 등(2001)의 연구에서도

MPM II₀ (곡선 하 영역 .746), MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .825), MPM II₄₈ (곡선 하 영역 .823), MPM II₇₂ (곡선 하 영역 .813)의 판별력이 중등도 정확한 것으로 보고하였고 정확성은 MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂, MPM II₀ 순이었다. Lee 등(2001)의 연구에서는 절단점 .5에서 MPM II₀ (곡선 하 영역 .919)와 MPM II₂₄ (곡선 하 영역 .956)의 판별력이 매우 정확하다고 보고하였다. 이들 연구결과는 중환자 및 신경계 중환자의 사망예측모델로 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 판별력이 중등도 또는 매우 정확함을 보여 주고 있다. MPM II 모델의 판별력 검증에서 Lee 등(2001), Lemeshow 등(1993), Rue 등(2001)의 연구 결과에서도 중등도의 정확성을 보였으나 곡선 하 영역은 본 연구 결과보다 높았다. MPM II 모델의 시간의 흐름에 따른 정확성은 일관되지 않은 결과를 보여주고 있다. 이러한 결과는 또 다른 사회·문화적 배경에서 중환자실 환자를 대상으로 MPM II 모델의 판별력을 검증하는 반복연구의 필요성을 제기한다.

MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂의 정확도는 민감도, 특이도 및 정분류율로 분석하였다. 먼저 민감도를 선행연구와 비교 분석해보면, 본 연구에서는 사망률 26.7%, 절단점 .4에서 MPM II₀ 70.0%, MPM II₂₄ 70.0%, MPM II₄₈ 64.3%, MPM II₇₂ 60.5%, 순이었다. 자발성 뇌내출혈 환자를 대상으로 한 Yeon (2005)의 연구에서는 사망률 36.0%, 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 민감도는 59.4%이었다. 그리고 내과계 중환자를 대상으로 한 Patel과 Grant (1999)의 연구에서는 사망률 35.4%, 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 민감도는 48.0%이었다. 이들 선행 연구에서는 MPM II₂₄의 민감도가 본 연구 결과보다 낮았다. 반면에 내·외과계를 포괄하는 중환자를 대상으로 한 Lee 등(2001)의 연구에서는 사망률 52.0%, 절단점 .5에서 민감도는 MPM II₀ 75.0%, MPM II₂₄ 81.0%이었으며, Kim 등(2005)의 연구에서는 사망률 15.2%, 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 민감도는 71.7%이었다. 이들 선행연구에서는 MPM II₀, MPM II₂₄의 민감도가 본 연구보다 높았다. 이러한 결과는 MPM II 모델이 내과계 또는 외과계중환자를 분류하여 민감도를 검증한 경우보다는 내·외과계를 포괄하는 다수의 중환자를 대상으로 한 경우에 민감도가 더 높음을 보여준다. MPM II 모델의 특이도를 선행연구와 비교해보면, 본 연구에서는 절단점 .4에서 MPM II₂₄ 91.9%, MPM II₄₈ 91.7%, MPM II₇₂ 91.6%, MPM II₀ 75.1% 순이었다. 자발성 뇌내출혈 환자를 대상으로 한 Yeon (2005)의 연구에서는 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 특이도는 89.5%이었고, 내과계 중환자만을 대상으로 한 Patel과 Grant (1999)의 연구는 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 특이도는 74%이었다. 그리고 내·외과계를 포괄하는 중환자를 대상으로 한 Kim 등(2005)의 연구에서는 절단점 .4에서 MPM II₂₄의 특이도는 98.3%이었다. 이러한 연구 결과는 MPM II₂₄ 특이도의 경우에는 내·외과계를 포괄하는 다수의 중환자를 대상으로 한 경우, 또는 내·외과계 중환자를 분류한 경우에도 모두 높음을 보여준다. 본

연구에서 MPM II₂₄의 정분류율은 85.4%이었다. 이러한 결과는 자발성 뇌내출혈 환자를 대상으로 MPM II₂₄의 정분류율을 89.5%로 보고한 Yeon (2005)의 연구 결과와 유사하였다. 그리고 내과계 중환자를 대상으로 MPM II₂₄의 정분류율을 65.0%로 보고한 Patel과 Grant (1999)의 연구 결과보다 높았다. 한편 내·외과계를 포괄하는 중환자를 대상으로 MPM II₂₄의 정분류율을 94.3%로 보고한 Kim 등(2005)의 연구 결과보다는 낮았다. 이들 연구 결과는 MPM II 모델이 내·외과계를 포괄하는 다수의 중환자를 대상으로 한 경우 정분류율이 높음을 보여준다. 이와 같이 연구대상의 차이에 따른 민감도, 특이도 및 정분류율의 일관되지 않은 결과는 내과계 또는 외과계 중환자의 임상 관련 특성을 고려하여 MPM II 모델의 정확도를 규명해 보는 추후연구의 필요성을 제시한다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 적합도 검증 결과, MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂는 신경계 중환자의 사망예측모델로 적합한 것으로 나타났다. 시간의 흐름에 따른 판별력은 MPM II₇₂, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₀ 순이었고 정확도 검정을 위해 민감도와 특이도를 활용한 정분류율도 MPM II₇₂, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₀ 순이었다. 이와 같이 MPM II₀보다 MPM II₂₄와 MPM II₄₈의 판별력과 정분류율이 높고, MPM II₂₄와 MPM II₄₈보다 MPM II₇₂의 판별력과 정분류율이 높은 것은 MPM II 모델이 신경계중환자의 시간의 흐름에 따른 사망확률 예측에 유용한 모델임을 보여준다. 선행연구에서 Wagner, Knaus, Harrell, Zimmerman과 Watis (1994)는 APACHE 모델이 시간이 경과함에 따라 중환자 사망확률 예측의 정확도가 떨어진다고 보고하였고, Sicignano 등(1996)은 시간경과에 따라 SAPS의 중환자 사망확률 예측의 판별력이 떨어진다고 보고하였다. 그러므로 MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂는 집중적인 개별간호를 제공하는 중환자실에서 객관적인 정보를 정확하게 사정하여 시간의 흐름에 따른 대상자의 상태 변화에 보다 신속하고 효율적으로 대처할 수 있도록 도와주어 중환자실 환자의 사망률 감소에 기여할 수 있으리라 기대된다.

결론

본 연구의 자료분석 결과, 신경계 중환자의 일반적 특성 및 임상 관련 특성에 따른 사망률의 차이검정에서는 글라스고우 혼수척도, 기관 내삽관, 중심 정맥관삽입, 중환자실 재원기간, 병원재원기간, APACHE III 점수 및 APACHE III 사망 예측률 등이 통계적으로 유의한 차이가 있었다. MPM II 모델의 타당도 검증결과, MPM II₀, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₇₂는 신경계중환자의 사망예측모델로 적합한 것으로 나타났으며 판별력은 MPM II₇₂, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₀ 순으로 중등도의 정확성을 보였다. 정확도 검정을 위해 민

감도와 특이도를 활용한 정분류율도 MPM II₇₂, MPM II₂₄, MPM II₄₈, MPM II₀ 순이었다. 결론적으로 MPM II₀보다 MPM II₂₄와 MPM II₄₈의 판별력과 정분류율이 높고, MPM II₂₄와 MPM II₄₈보다 MPM II₇₂의 판별력과 정분류율이 높은 것은 MPM II 모델이 신경계중환자의 시간의 흐름에 따른 사망확률 예측에 유용한 모델임을 보여준다. 그러므로 중환자실에서 간호사는 MPM II 모델을 활용하여 시간의 흐름에 따른 대상자의 상태변화를 정확하게 사정하여 보다 신속하고 효율적으로 대처할 수 있어야 한다. 이를 위해 간호사는 체계적으로 습득한 이론적 지식을 근거로 숙련된 간호술을 겸비하여 대상자의 전반적인 상태에 대해 정확한 건강사정을 할 수 있어야 한다. 이러한 능력과 자질을 겸비한 중환자실 간호사가 과학적 근거에 기반을 둔 숙련되고 전문화된 간호술을 제공할 때 대상자의 합병증을 예방하고 사망률을 감소시키는 데 기여할 수 있으리라 기대된다. 본 연구는 일개 종합병원의 중환자실에 입원한 신경계 중환자를 대상으로 하였으므로 또 다른 중환자를 대상으로 한 의료기관의 중환자실에서 MPM II 모델의 타당도 검증에 대한 반복연구를 제언한다.

REFERENCES

Ahn, S. T., Kim, A. J., Baek, K. J., Lee, J. H., Han, S. B., Shin, D. W., et al. (2001). Mortality analysis of intensive care units patients using Mortality Probability Models (MPM II). *Journal of the Korean Society of Traumatology, 14*, 101-107.

Cazali, I., Ramirez, F., Mejia, C., Ramirez, C., Silvestre, M., & Gordillo, R. (2007). Clinical correlates of Mortality Probability Models MPM II and the outcome of a Burkholderia cepacia bacteraemia outbreak in an intensive care unit in Guatemala, Central America. *International Journal of Antimicrobial Agents, 29*(Suppl. 2), S658.

Glance, L. G., Osler, T. M., & Dick, A. W. (2002). Identifying quality outliers in a large, multiple-institution database by using customized versions of the simplified acute physiology score II and the Mortality Probability Model II₀. *Critical Care Medicine, 30*, 1995-2002.

Healthcare Policy Korean Medical Association Research Institute. (2007, December). *Sources of analysis of the OECD health data 2007* (issue Brief No 3). Seoul: Research Institute for Healthcare Policy.

Janssens, U., Graf, J., Dujardin, R., Kersten, A., Ortlepp, J., Merx, M., Koch, K. C., et al. (2002). Mortality Probability Model II (MPM₀₋₇₂) in 1667 patients with acute cardiovascular disorders. *Critical Care, 6*(Suppl. 1), 239.

Jo, J. Y. (2001). *Clinical analysis of the prognosis in the spontaneous potine hemorrhage*. Unpublished master's thesis, Chung-Ang University, Seoul.

Kim, E. K., Kwon, Y. D., & Hwang, J. H. (2005). Comparing the performance of three severity scoring system for ICU patients: APACHE III, SAPS II, MPM II. *Journal of Preventive Medicine and Public Health, 38*, 276-282.

Knaus, W. A., Wagner, D. P., Draper, E. A., Zimmerman, J. E., Bergner, M., Bastos, P. G., et al. (1991). APACHE III prognostic system. Risk predic-

- tion of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest*, 100, 1619-1636.
- Knaus, W. A., Wagner, D. P., Zimmerman, J. E., & Draper, E. A. (1993). Variation in mortality and length of stay in intensive care unit. *Annals of Internal Medicine*, 118, 753-761.
- Lee, D. G., Chun, H. S., Yim, D. S., Choi, S. M., Choi, J. H., Yoo, J. H., et al. (2003). Efficacy of Vancomycin, Arbekacin, and Gentamicin alone or in combination against Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus in an in Vitro Infective Endocarditis Model. *Infection and Chemotherapy*, 35, 145-153
- Lemeshow, S., Klar, J., Teres, D., Avrunin, J. S., Gehlbach, S. H., Rapoport, J., et al. (1994). Mortality Probability Models for patients in the intensive care unit for 48 or 72 hrs: A prospective multicenter study. *Critical Care Medicine*, 22, 1351-1358.
- Lemeshow, S., Teres, D., Avrunin, J. S., & Gage, R. W. (1988). Refining intensive care unit outcome prediction by using changing probabilities of mortality. *Critical Care Medicine*, 16, 470-477.
- Lemeshow, S., Teres, D., Klar, J., Avrunin, J. S., Gehlbach, S. H., & Rapoport, J. (1993). Mortality Probability Models(MPM II) based on an international cohort of intensive care unit patients. *JAMA*, 270, 2478-2486.
- Murray, J. A., Demetriades, D., Berne, T. V., Stratton, S. J., Cryer, H. G., Bongard, E., et al. (2000). Prehospital intubation in patients with severe head injury. *The Journal of Trauma*, 49, 1065- 1070.
- Patel, P. A., & Grant, B. J. (1999). Application of mortality prediction systems to individual intensive care units. *Intensive Care Medicine*, 25, 977-982.
- Rovlias, A., & Kotsou, S. (2004). Classification and regression tree for prediction of outcome after severe head injury using simple clinical and laboratory variables. *Journal of Neurotrauma*, 21, 886-893.
- Rue, M. (2000). Interobserver variability of the measurement of the mortality probability models (MPM II) in the assessment of severity of illness. *Intensive Care Medicine*, 26, 286-291.
- Ruè, M., Artigas, A., Alvarez, M., Quintana, S., & Valero, C. (2000). Performance of the Mortality Probability Models in assessing severity of illness during the first week in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 28, 2819-2824.
- Ruè, M., Quintana, S., Alvarez, M., & Artigas, A. (2001). Daily assessment of severity of illness and mortality prediction for individual patients. *Critical Care Medicine*, 29, 45-50.
- Sicignano, A., Carozzi, C., Giudici, D., Merli, G., Arlati, S., & Pulici, M. (1996). The influence of length of stay in the ICU on power of discrimination of a multipurpose severity score (SAPS). *ARCHIDIA. Intensive Care Medicine*, 22, 1048-1051.
- Siempos, I. I., Kopterides, P., Tsangaris, I., Dimopoulou, I., & Armaganidis, A. E. (2009). Impact of catheter-related bloodstream infection on the mortality of critically ill patients: A-meta analysis. *Critical Care Medicine*, 37, 2283-2289.
- Suarez, J. I. (2006). Outcome in neurocritical care: Advances in monitoring and treatment and effect of a specialized neurocritical care team. *Critical Care Medicine*, 34(Suppl 9), S232-S238.
- Suistomaa, M., Niskanen, N., Kari, A., Hynynen, M., & Takala, J. (2002). Customized prediction models based on APACHE II and SAPS II scores in patients with prolonged length of stay in the ICU. *Intensive Care Medicine*, 28, 479-485.
- Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240, 1285-1293.
- Teasdale, G., & Jennet, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 2, 81-84.
- Wagner, D. P., Knaus, W. A., Harrell, F. E., Zimmerman, J. E., & Watts, C. (1994). Daily prognostic estimates for critically ill adults in intensive care units: Results from a prospective, multicenter, inception cohort analysis. *Critical Care Medicine*, 22, 1359-1372.
- Yeon, B. H. (2005). *Comparison of predict mortality scoring system for spontaneous intracerebral hemorrhage patients*. Unpublished master's thesis, Eulji University, Daejeon.
- You, S. M. (2001). *Effectiveness of the surveillance of central venous catheter-related bloodstream infection in an ICU*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.