

중환자실 구성이 2009년 인플루엔자 A/H1N1 중증환자의 사망률에 미친 영향

인하대학교 의학전문대학원 내과학교실, *사회 의학교실, †울산대학교 의과대학 내과학교실,
‡성균관대학교 의과대학 내과학교실, §연세대학교 의과대학 내과학교실, ||가톨릭대학교 의과대학 내과학교실,
¶전남대학교 의학전문대학원 마취통증의학과, **한림대학교 의과대학 내과학교실, ††인제대학교 의과대학 내과학교실

조재화 · 이훈재* · 홍상범[†] · 서지영[‡] · 박무석[§] · 김석찬^{||} · 박상현[¶]
이명구^{**} · 임재민[†] · 이현경^{††} · 고윤석[†] · 대한중환자학회H1N1연구회

Structure of Intensive Care Unit and Clinical Outcomes in Critically Ill Patients with Influenza A/H1N1 2009

Jaehwa Cho, M.D., Hun Jae Lee, M.D.*, Sang-Bum Hong, M.D.[†], Gee Young Suh, M.D.[‡], Moo Suk Park, M.D.[§],
Seok Chan Kim, M.D.^{||}, Sang Hyun Kwak, M.D.[¶], Myung Goo Lee, M.D.^{**}, Jae Min Lim, M.D.[†], Huyn-Kyung Lee, M.D.^{††},
Younsuck Koh, M.D.[†] and The Korean Society of Critical Care Medicine H1N1 Collaborative

Departments of Internal Medicine, *Preventive and Social Mecine, Inha University School of Medicine, Department of Internal Medicine, Incheon, †University of Ulsan College of Medicine, Seoul, ‡Sungkyunkwan University School of Medicine, Suwon, §Yonsei University College of Medicine, ||The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, ¶Chonnam National University Medical School, Gwangju, **Hallym Univerity College of Medicine, Chuncheon, ††Inje University College of Medicine, Busan, Korea

Background: During 2009 pandemic period, many Koreans were infected and admitted with Influenza A/H1N1. The primary aim of this study was to evaluate whether the structures of an intensive care unit (ICU) were associated with the outcomes of critically ill patients.

Methods: This retrospective observational study examined critically ill adult patients with influenza A/H1N1, who were admitted to 24 hospitals in Korea, from September 2009 to February 2010. We collected data of ICU structure, patients and 90 days mortality. Univariate and multivariate logistic regression analysis, with backward elimination, were performed to determine the most significant risk factors.

Results: Of the 239 patients, mortality of 90 days was 43%. Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score ($p < 0.001$), sequential organ failure assessment (SOFA) score ($p < 0.0001$), nurse to beds ratio ($p = 0.039$) and presence of intensivist ($p = 0.024$) were significant risk factors of 90 days mortality. Age ($p = 0.123$), gender ($p = 0.304$), hospital size ($p = 0.260$), and ICU type ($p = 0.409$) were insignificantly associated with mortality. In a multivariate logistic regression analysis, patients with less than 6 SOFA score had significantly lower mortality, compared with those with more than 10 SOFA score (odds ratio 0.156, $p < 0.0001$). The presence of intensivist had significantly lower mortality, compared with the absence (odds ratio 0.496, $p = 0.026$).

Conclusions: In critically ill patients with influenza A/H1N1, the severity of the illness and presence of intensivist might be associated with 90 days mortality.

Key Words: ICU, influenzae, intensivist, mortality.

서 론

논문접수일 : 2011년 10월 6일, 수정일 : 2011년 12월 23일(1차), 2012년 1월 12일(2차), 승인일 : 2012년 3월 6일

책임저자 : 고윤석, 서울시 송파구 풍납동 338-1
울산대학교 의과대학 내과학교실
우편번호: 138-736

Tel: 02-3010-3134, Fax: 02-3010-6968

E-mail: yskoh@amc.seoul.kr

이 논문은 인하대학교의 지원에 의해 연구되었음.

2009년 전국적으로 인플루엔자 A/H1N1이 휩쓸고 지나면서 75만명의 환자가 발생하였고, 2010년 4월말까지 254명(0.03%)의 사망환자가 있었다.[1] 국내 14개 병원들에서 인플루엔자 A/H1N1연관 폐렴에 대해 조사하였다. 총 269명의 환자가 입원치료를 받았고, 97명(36%)이 중환자실에서 치료

를 받았으며 19명(7.1%)이 사망하였다.[2] 국내 질병관리본부에서 2009년 11월 26일까지 인플루엔자 H1N1감염으로 사망한 115명 환자들에 대한 자료를 발표하였다.[3] 대한중환자의학회 주도국내 28개 병원에서 조사한 인플루엔자 A/H1N1에 감염된 중증환자 관련 연구를 발표하였다.[4] 국내 28개 중환자실에 입원한 중증 H1N1환자는 245명이었고, 30일 사망률은 32.7%, 90일 사망률은 40.4%이었다. 다른 나라들은 서로 다른 중증도 환경이라서 비교하기 어렵지만 중환자실에 입원한 환자의 사망률은 북반구에서 25-41%, 남반구에서는 14-22%이었고, 아르헨티나는 50%에 달했으나 우리나라는 33%이었다.[5-9]

Prnovost 등이 여러 연구들을 분석한 결과에서 중환자실 전담의사가 있는 경우에 전담의사가 없는 곳들보다 병원 사망률(relative risk 0.71, 95% confidence interval 0.62-0.82)이 낮다고 하였다.[10] 그런데, 여러 반론들이 있으나 중환자실 전담의사가 있는 중환자실의 사망률이 높다는 상반된 연구도 발표되었다.[11] 독일의 중환자실 조직에 대한 연구에서 중증 폐혈증에 대한 각각의 중환자실 조직 즉 간호인력, 의사인력, 병원의 크기 등에 대한 사망률이 차이가 없음을 보고하기도 하였다.[12]

우리나라 인플루엔자 A/H1N1 중환자의 90일 사망률도 각 병원마다 22%부터 86%에 이르기까지 차이가 있었다.[4] 하지만 각 개별 환자에 대한 중증도 보정이나 중환자실의 조직, 인력상황에 대한 차이 등이 인플루엔자 A/H1N1 중증환자의 사망률에 미치는 영향에 대해서는 아직 연구되지 않았다. 따라서 동일한 질병에 동일한 기간 동안 국내에서 진행된 대규모 사망률 관찰연구를 통하여 중환자실의 조직과 중증환자의 90일 사망률간의 연관성이 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대한중환자의학회에서 주도하여 2009년 9월 1일부터 2010년 2월 28일까지 국내 28개병원 인플루엔자 A/H1N1로 중환자실에 입원하였던 환자 자료를 후향적으로 조사하였다. 연구는 인플루엔자 A/H1N1의 국가 등록사업의 일환으로 진행되었으며, 각 병원임상시험위원회의 허가를 받았다.[4]

조사 대상은 15세 이상으로, 인플루엔자 A/H1N1의 감염이 비인후부 도말 또는 기관지폐포세척액에서 열전사증합 효소연쇄반응으로 확진된 중증 환자들이었다. 총 239명의 환자가 중환자실에 입원하였다. 중증 환자는 중환자실에 입원하거나 기계환기가 필요한 환자들, 동맥혈 산소분압(PaO₂) 대 흡입산소분화(FiO₂)비가 300 mmHg 미만인 환자들, 혈압 상승제(vasopressor) 또는 수축촉진제(inotropics)를 정맥주사 투여해야 하는 환자들로 정의하였다. 대상환자들은 각 병원 연구자들이 결정하였고, 숙련된 연구간호사 또는 각 병원연

구자들이 자료를 입력하였다. 나이, 성별, 동반질환, 입원일 그리고 퇴원일, 90일 사망여부 등 임상자료를 입력하였다. 중증도는 입원 당일의 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II와 Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) 점수로 측정하였다.

중환자실 조직관련자료로는 병원 총 병상 수, 중환자실 병상 수, 중환자실 형태(내과계, 외과계, 혼합형), 중환자실 전담의 상주 여부(중환자의학회에서 인정하는 분과전문의와 이에 준하는 인력, 외래는 주 2회 이내)를 조사하였고, 간호사 인력은 간호사 1인당 담당 병상 수를 조사하였다. 병원 병상 수에 따라 500병상 미만, 500-999병상, 1,000병상 이상으로 구분하였다. 간호사 1인당 병상비율을 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 이상으로 구분하였다. 연령은 40대 미만, 40-49세, 50-59세, 60-69세 그리고 70세 이상으로 구분하였다. APACHE II 점수의 경우는 환자들의 점수 분포를 기준으로 3등분하게 되는 기준점으로 15점 미만, 15-24점, 25점 이상으로 범주화 하였다. SOFA 점수도 3등분하게 되는 기준점으로 6점 미만, 6-9점, 10점 이상으로 3등분하였다.

1) 통계적 분석

통계프로그램은 IBM[®] SPSS[®] version 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 범주형 자료는 횡수와 퍼센트로 표시를 하고, 생존자와 사망자군 간의 비교는 교차분석(chi-square test)을 통하여 분석하였다. 나이, 성별, 질병의 중증도 그리고 중환자실조직과 관련된 변수들은 단변량 로지스틱 회귀분석을 이용하여 교차비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 구하였다. 단변량 분석에서 p < 0.25인 변수들을 이용하여 후진제거법(backward elimination)을 통한 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.[13] p값이 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의하다고 하였다.

결 과

각 지역에 있는 24개 2차, 3차병원에서 참여하였고, 서울에서 9곳, 인천경기 4곳, 강원, 경북, 경남, 부산에서 각각 2곳씩, 충청, 전남, 전북에서 각각 1곳씩 참여하였다. 병원 규모는 500병상 미만 3곳(12.5%), 500-999병상 18곳(75%), 1,000병상 이상 3곳(12.5%)이었다. 중환자실의 형태는 내과계 18곳(75%), 외과계 2곳(8%), 혼합형 4곳(17%)이었다. 중환자실 병상 수는 평균 21병상(range, 10-46)이고, 총 병원 병상 대비 중환자실병상 백분율은 평균 2.6% (range, 1.1-5.6%)이었다. 중환자 전담전문의가 상주하는 중환자실은 4곳(17%)이었고, 나머지는 각 환자 담당의사가 진료하였다. 간호사 1인당 담당침상비율은 1:2가 6곳(25%), 1:3이 10

곳(42%), 1 : 4가 8곳(33%)이었다. 간호사 1인당 담당침상비율을 통계적 편의를 위하여 1 : 2와 1 : 3 이상으로 구분하였다.

총 239명의 환자들의 성별, 연령분포, 중증도(APACHE II 점수, SOFA점수)는 생존자(137명, 57%)와 사망자(102명, 43%)로 나누어 분류하였다(Table 1). 90일 사망에 미치는 위험인자는 환자의 중증도 점수이었다($p < 0.0001$). 병원규모, 중환자실 형태, 중환자실 전담전문의 여부, 간호사 1인당 담당침상비율에 따른 사망자와 생존자간 분포는 아래와 같다

Table 1. Basic Characteristics of Survivors and Non-survivors in Critically Ill Patients of Influenza A/H1N1

Variables	Total N	Survivors N (%)	Non-survivors N (%)	p* value	
Age (years)	<40	46	34 (74)	12 (26)	0.123
	40-49	29	15 (52)	14 (48)	
	50-59	49	28 (57)	21 (43)	
	60-69	59	29 (49)	30 (51)	
	≥70	56	31 (55)	25 (45)	
Gender	Male	131	79 (60)	52 (40)	0.304
	Female	108	58 (54)	50 (46)	
APACHE II	<14	83	61 (74)	22 (26)	<0.001
	15-23	77	46 (60)	31 (40)	
	≥24	79	30 (38)	49 (62)	
SOFA	<6	83	65 (78)	18 (22)	<0.001
	6-9	74	42 (57)	32 (43)	
	≥10	82	30 (37)	52 (63)	

N: number of patients; APACHE II: acute physiology and chronic health evaluation; SOFA: Sequential Organ Failure Assessment. *Chi-square test.

Table 2. Structural Aspects of Intensive Care Unit of Survivors and Non-survivors in Critically Ill Patients of Influenza A/H1N1

Variables	Total N	Survivors N (%)	Non-survivors N (%)	p* value	
Hospital size	<500	26	14 (54)	12 (46)	0.260
	500-999	136	73 (54)	63 (46)	
	≥1,000	77	50 (57)	27 (43)	
ICU type	Medical	196	116 (59)	80 (41)	0.409
	Surgical	18	8 (44)	10 (56)	
	Mixed	25	13 (52)	12 (43)	
Intensivist	Yes	75	51 (68)	24 (32)	0.024
	No	164	86 (52)	78 (48)	
Nurse to beds	1 : 2	91	60 (66)	31 (34)	0.039
	1 : 3	85	40 (47)	45 (53)	
	1 : 4	63	37 (59)	26 (41)	
	≥1 : 3	148	77 (52)	71 (48)	

N: number of patients; Hospital size: total beds in the hospital; Nurse to beds: number of beds which one nurse took care. *Chi-square test.

(Table 2). 단변량 로지스틱 회귀분석에 의하여 각 독립변수와 사망과의 관련성을 평가한 결과는 Table 3과 같다. 병원 규모에 따른 사망률의 교차비는 유의한 차이가 없었다. 중환자실 형태가 내과계, 외과계와 혼합형인 경우에서도 사망률의 교차비는 유의하지 않았다. 중환자실 전담전문의가 없는 경우에 비해 전담전문의가 있는 경우의 교차비는 0.519 (95% CI, 0.292-0.921)이며 통계적으로 유의하였다($p = 0.025$). 간호사 1인당 담당침상비율이 1 : 2인 경우는 1 : 3 이상인 경우에 비해 교차비가 0.560 (95% CI, 0.326-0.962)로 통계적으로 유의하였다($p = 0.039$). 후진제거법으로 다변량 로지스틱 분석을 시행하였고 SOFA 점수가 6점 미만인 경우가 10점 이상인 경우에 비해 사망률에 유의하였고($p < 0.0001$, odds ratio, 0.156), 중환자실 전담전문의가 있는 경우가 없는 경우에 비해 인플루엔자 A/H1N1 중증환자의 사망률이 유의하게 낮은 결과를 얻었다($p = 0.026$, odds ratio, 0.496) (Table 4).

Table 3. Univariate Analysis of Risk Factors for Mortality in Critically Ill Patients of Influenza H1N1

Variables	Odds ratio	95% confidence interval	p value	
Age (years)	<40	0.438	0.188-1.017	0.055
	40-49	1.157	0.471-2.844	0.75
	50-59	0.93	0.429-2.015	0.854
	60-69	1.283	0.616-2.671	0.506
	≥70	1		
Gender	Male	0.764	0.456-1.278	0.305
	Female	1		
APACHE II	<14	0.221	0.113-0.430	<0.0001
	15-23	0.413	0.217-0.785	<0.0001
	≥24	1		
SOFA	<6	0.16	0.080-0.318	<0.0001
	6-9	0.44	0.231-0.836	<0.0001
	≥10	1		
	Hospital size	<500	1.587	0.644-3.912
	500-999	1.598	0.898-2.845	0.111
	≥1,000	1		
ICU type	Medical	1		
	Surgical	1.812	0.685-4.793	0.231
	Mixed	1.338	0.581-3.084	0.494
Intensivist	Yes	0.519	0.292-0.921	0.025
	No	1		
Nurse to beds ratio	1 : 2	0.735	0.379-1.427	0.363
	1 : 3	1.601	0.829-3.091	0.161
	1 : 4	1		
Nurse to beds ratio	1 : 2	0.56	0.326-0.962	0.036
	≥1 : 3	1		

APACHE II: acute physiology and chronic health evaluation; SOFA: Sequential Organ Failure Assessment; Hospital size: total beds in the hospital; Nurse to beds: number of beds which one nurse took care.

Table 4. Multivariate Logistic Regression Analysis with Backward Elimination Methods of Risk Factors for Mortality in Critically Ill Patients of Influenza H1N1

Variables	Odds ratio	95% confidence interval	p value	
Intensivist	0.496	0.168-0.919	0.026	
SOFA	<6	0.156	0.078-0.314	0.009
	6-9	0.416	0.216-0.801	0.002
	≥10	1		

SOFA: Sequential Organ Failure Assessment.

고 찰

2009-2010년도 중환자실에 입원한 중증 인플루엔자 A/H1N1 환자에서 중증도인 SOFA 점수가 낮은 경우와 중환자실 조직과 관련된 변수 중 중환자 전담전문의가 있는 경우에 사망률이 낮았음을 알 수 있었다.

단변량 회귀분석에서는 간호사 1인당 담당병상 수가 1:2 인 경우가 1:3 이상인 경우보다 사망률이 낮았으나($p = 0.035$), 다변량분석에서는 사망률과의 의미 있는 연관성이 없었다. 다변량분석에서 이런 결과가 나온 것은 중환자실 전담전문의와 연관성이 높게 나왔기에 혼란변수이었던 것으로 분석된다. Needleman 등의 연구[14]에서 간호인력이 부족한 경우 병원내 사망률이 증가함을 관찰하였다. 이는 간호사가 환자와 접촉하여 돌보는 시간이 충분할수록 사망률을 낮춘다는 연구로 1만명 이상을 대상으로 한 후향적 관찰연구이었다. 국내 한 병원에서 내과중환자실에 근무하는 전공의수가 2명 미만일 때가 2명인 경우에 비해 중환자실 사망률(incident risk ratio 1.59, 95% confidence interval 1.05-2.41, $p = 0.029$)이 높다는 보고를 하였다.[15] 중환자실에 있는 환자들의 치료에 충분한 의료인력이 필요하다는 것을 보여준다. 어느 정도가 충분한 인력이고 어떻게 운용해야 하는 지에 대해서는 추가 연구들이 필요할 것이다.

중환자실 전담전문의가 있는 경우가 사망률을 낮출 수 있다는 연구들은 많은 수에서 보고되고 있다.[10] 그 근거들로 환자 침상에서 급박한 치료를 할 수 있고, 보다 근거중심에 의한 예방활동 즉 인공호흡기관련폐렴 예방, 심부정맥혈전 예방, 중심정맥관련감염 예방 등을 강화하고 여러 전문 분야적(multidisciplinary) 치료를 활성화 할 수 있다.[16,17] 최근에 중환자실 전담의사가 있는 중환자실의 사망률이 높다는 상반된 연구도 발표되었다.[11] 이런 상반된 결과는 측정하지 못하는 혼란변수(confounding variable)들을 조절할 수 없고, 의사들의 진료패턴의 차이를 적절히 보정할 수 없을 것이라는 설명들이 있다.

중환자실 의사의 구분은 4가지로 할 수 있다.[10] 첫째, 폐쇄형(closed ICU)은 중환자전문의가 중환자실에 입원하는

환자의 일차 담당의사가 되는 것을 말하고, 둘째, 의무적 중환자 자문(mandatory critical care consultation)은 중환자전문의가 환자의 일차 담당의사가 되지 않는 모든 환자들에 진료를 하는 것이다. 셋째, 선택적 중환자 자문(elective critical care consultation)은 일차 담당의사가 자문을 구하는 경우에만 진료에 참여하고, 마지막으로 중환자전문의가 없는 경우이다. 첫 번째와 두 번째의 경우가 중환자전문의가 진료하는 형태에 해당된다. 하지만 국내 2009년도 86개의 병원에서 참여한 조사에 따르면 성인 중환자실에 70%에서 전담의사가 있는 것으로 응답하였으나 실제로 9개 병원에서만 하루 8시간 이상 전문의가 근무하는 것으로 조사됐다.[18] 본 연구에서도 24개 병원 중에 4곳에서만만 중환자의학회에서 인정하는 수준의 중환자실 전담전문의들이 근무하였다. 이 연구에서는 중환자실 전담전문의들이 어떤 의료서비스를 하였는지를 조사하지 않았기에 사망률과 관련된 분석을 할 수 없었다. 하지만 우리나라를 포함한 아시아 중환자실에 입원한 중증 폐혈증에서 6시간내 소생 다발요법(resuscitation bundle)과 24시간내 유지 다발요법(management bundle)의 실시율이 각각 7.6%, 3.5%이었다. 고소득국가, 대학병원, 중환자전문의 교육프로그램이 있는 곳, 외과계 중환자실에서 소생다발요법들이 더 잘 이루어졌다.[19] 다국가 연구인 Surviving Sepsis Campaign에서도 중증 폐혈증에서 소생, 유지 다발요법의 시행이 증가하면서 사망률이 감소함을 보였다.[20] 따라서 중환자 전문의 교육 프로그램을 실시하는 중환자전담 전문의가 있는 중환자실에서 소생다발요법이 더 잘 이루어지고 이런 점들이 중환자실 사망률에 관여할 것으로 보인다.

이 연구의 제한점으로 중환자실 조직에 따른 사망률을 보고자 고안된 연구가 아니고, 후향적 관찰연구이라는 점이다. 또한 28일과 같은 단기(short-term) 사망률을 비교하지 못하고 90일인 중기(intermediate-term) 사망률을 비교한 점도 제한점이 될 수 있다. 하지만 우리나라에서 다기관으로 동일 질병에서 중환자실 조직에 따른 사망률을 구한 것이 처음이기에 의미를 둘 수 있다.

결론적으로 비교적 동일한 시기에 동일한 질병인 인플루엔자 A/H1N1으로 입원한 중환자실 환자의 사망률에 중증도(SOFA)와 중환자실 전담전문의가 있는 것이 다른 변수들을 제외하고 중요하다는 것을 보여주었다.

감사의 글

연구에 도움을 주신 인하대 황승식, 한림대 이명구, 박용범, 인제대 이현경, 울산대 임재민, 안중준, 건국대 김선중, 부산대 김운성, 김기욱, 전남대 박상현, 계명대 최원일, 아주대 이영주, 전북대 이흥범, 중앙대 김재열, 동국대 최희숙, 경상대 김호철, 전남대 김연숙, 분당차병원 임창영, 이

지현, 원자력병원 김철현, 이화대 류영주, 을지대 한민수, 경희대 고용관, 영남대 이관호, 고대안산병원 김제형 선생
님들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Newsletter for influenza, Korea Centers for Disease Control & Prevention, 2010 May. Available from <http://www.cdc.go.kr>
- 2) Choi WI, Yim JJ, Park J, Kim SC, Na MJ, Lee WY, et al: Clinical characteristics and outcomes of H1N1-associated pneumonia among adults in South Korea. *Int J Tuberc Lung Dis* 2011; 15: 270-5.
- 3) Kim HS, Kim JH, Shin SY, Kang YA, Lee HG, Kim JS, et al: Fatal cases of 2009 pandemic influenza A (H1N1) in Korea. *J Korean Med Sci* 2011; 26: 22-7.
- 4) Hong SB, Choi EY, Kim SH, Suh GY, Park MS, Lee MG, et al: "The 31st Conference of The Korean Society of Critical Care Medicine" 2011, pp 149-57.
- 5) Domínguez-Cherit G, Lapinsky SE, Macias AE, Pinto R, Espinosa-Perez L, de la Torre A, et al: Critically ill patients with 2009 influenza A(H1N1) in Mexico. *JAMA* 2009; 302: 1880-7.
- 6) Kumar A, Zarychanski R, Pinto R, Cook DJ, Marshall J, Lacroix J, et al; Canadian Critical Care Trials Group H1N1 Collaborative: Critically ill patients with 2009 influenza A(H1N1) infection in Canada. *JAMA* 2009; 302: 1872-9.
- 7) Louie JK, Acosta M, Winter K, Jean C, Gavali S, Schechter R, et al; California Pandemic (H1N1) Working Group: Factors associated with death or hospitalization due to pandemic 2009 influenza A(H1N1) infection in California. *JAMA* 2009; 302: 1896-902.
- 8) Rello J, Rodríguez A, Ibañez P, Socias L, Cebrian J, Marques A, et al; H1N1 SEMICYUC Working Group: Intensive care adult patients with severe respiratory failure caused by Influenza A (H1N1)v in Spain. *Crit Care* 2009; 13: R148.
- 9) Falagas ME, Koletsi PK, Baskouta E, Rafailidis PI, Dimopoulos G, Karageorgopoulos DE: Pandemic A(H1N1) 2009 influenza: review of the Southern Hemisphere experience. *Epidemiol Infect* 2011; 139: 27-40.
- 10) Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, Robinson KA, Dremsizov TT, Young TL: Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA* 2002; 288: 2151-62.
- 11) Levy MM, Rapoport J, Lemeshow S, Chalfin DB, Phillips G, Danis M: Association between critical care physician management and patient mortality in the intensive care unit. *Ann Intern Med* 2008; 148: 801-9.
- 12) Graf J, Reinhold A, Brunkhorst FM, Ragaller M, Reinhart K, Loeffler M, et al; German Competence Network Sepsis (SepNet): Variability of structures in German intensive care units--a representative, nationwide analysis. *Wien Klin Wochenschr* 2010; 122: 572-8.
- 13) Hosmer DW, Lemeshow S: *Applied logistic regression*. 2nd ed. New York, Wiley. 2000, p 373.
- 14) Needleman J, Buerhaus P, Pankratz VS, Leibson CL, Stevens SR, Harris M: Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *N Engl J Med* 2011; 364: 1037-45.
- 15) Lee BJ, Lee CH, Kim DK, Kim KH, Kim E, Park TY, et al: The number of resident physicians and the mortality rate in a medical intensive care unit. *Korean J Med* 2010; 79: 155-62.
- 16) Kahn JM, Hall JB: More doctors to the rescue in the intensive care unit: a cautionary note. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 181: 1160-1.
- 17) Fuchs RJ, Berenholtz SM, Dorman T: Do intensivists in ICU improve outcome? *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19: 125-35.
- 18) A white book editorial board of Korean Society of Critical Care Medicine, Korean Society of Critical Care Medicine White book Number 1 2009 A Report of Current Korean Intensive Care Unit, 2010, 1, p 71.
- 19) Phua J, Koh Y, Du B, Tang YQ, Divatia JV, Tan CC, et al; MOSAICS Study Group: Management of severe sepsis in patients admitted to Asian intensive care units: prospective cohort study. *BMJ* 2011; 342: d3245.
- 20) Levy MM, Dellinger RP, Townsend SR, Linde-Zwirble WT, Marshall JC, Bion J, et al: The Surviving Sepsis Campaign: results of an international guideline-based performance improvement program targeting severe sepsis. *Intensive Care Med* 2010; 36: 222-31.