

중환자실에서 간호인력확보수준과 환자 예후와의 상관성

전남대학교병원 마취통증의학과

이 현 정 · 배 흥 범

The Association of Nurse Staffing Levels and Patient Outcome in Intensive Care Units

Hyunjung Lee, M.D. and Hongbeom Bae, M.D., Ph.D.

Department of Anesthesiology & Pain Medicine, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Nurses play a crucial role in providing high-quality care in intensive care units (ICU). Previous studies have shown an association between nurse staffing levels and outcome of critically ill patients. Increasing nurse staffing levels in ICU has been recommended to improve the outcome of critically ill patients. However, nursing staff shortages associated with decreased budgets may prevent adequate nurse-to-patient ratios although there lies increasing needs for critical care. Several studies have suggested that higher nurse staffing level is associated with favorable patient outcome, including mortality, length of stay, and infections, but some of studies did not find an association between nurse staffing and patient outcome. Although there are some controversies in the associations between nurse staffing levels and patient outcome, it is difficult to apply such effect as compared with other developed countries in North American and Europe as the nurse-to-patient ratio in Korea's ICU is relatively low. By studying the nurse staffing effects for patient outcome from the Korea ICU, it is found that higher nurse staffing level is associated with improved patient mortality. This finding may suggest that a shortage of nursing staff is currently a serious issue for caring of critically ill patients in Korea.

Key Words: intensive care unit, nurse staffing level, outcome.

서 론

중환자실에서는 일반적으로 고위험군의 환자에 대한 치료가 이루어지므로 많은 인력과 자원이 필요하다. 중환자실 전담 전문이나 고밀도 중환자실 운영과 같은 운영 시스템의 효율과 질을 개선시키려는 노력이 환자의 치료 결과를 향상시키는 것과 더불어, 중환자실에서 적절한 수준의 간호인력확보(nurse staffing levels)는 환자의 예후를 향상시킬 수 있다고 보고되고 있다.[1-5] 중환자실에서 간호인력의 부족은 계획된 치료를 적절히 시행하기 어렵게 하고 환자의 안전을 위협할 수 있는 과실을 유발할 수 있으므로, 간호인력 확보 수준은 간호의 질에 영향을 미치는 인자 중 기본적인 요소로 여겨지고 있다.[6] 하지만 중환자실에서 치료가 필요

한 환자의 증가와 더불어 의료 재정을 절감하려는 정책적 경향은 중환자실에서 적절한 간호인력의 확보를 어렵게 하고 이는 환자의 예후와 안전에 악영향을 미칠 수 있다.

중환자실에서는 중증 환자의 치료 과정에서 지속적인 환자의 감시와 관찰, 합병증 발생 예방을 위한 치료 및 처치, 생명 유지에 필요한 장비의 관리를 위해 일반 병실보다 많은 간호인력이 필요하다. 유럽의 경우 나라마다 다르긴 하지만 간호사 대 환자 비율을 1 : 2-3으로 최소한의 기준을 제시하고 있으며 호주에서는 호주중환자간호사회(Australian College of Critical Care Nurses)에서 1 : 1의 비율을 제시하고 있다.[7,8] 우리나라의 경우는 2010년 3월 19일 개정된 의료법 시행규칙에 의하면 중환자실에 '전담간호사를 두되, 간호사 1명당 연평균 1일 입원환자수는 1.2명(신생아 중환자실의 경우에는 1.5명)을 초과하여서는 아니 된다'라고 명시하고 있으며 이는 24시간 인력 운영을 고려할 때 간호사 1명당 환자 6명까지를 허용되고 있음을 의미한다. 병원중환자간호사회에 따르면 국내에서는 현재 간호사 대 환자 비율이 대학병원에서는 1 : 2인 경우가 많은 반면 중소 병원을 포함하면 평균 1 : 6으로 파악되고 있다.

논문접수일 : 2013년 4월 10일, 수정일 : 2013년 5월 6일, 승인일 : 2013년 5월 6일

책임저자 : 이현정, 광주시 동구 학동 제봉로 42
전남대학교병원 마취통증의학과
우편번호 : 501-757
Tel: 062-220-6895, Fax: 062-232-6294
E-mail: hjmh2419@gmail.com

대부분의 연구에서 간호인력확보수준이 높을수록 환자의 예후를 향상시킨다고 보고한 반면 일부 메타 분석 연구에서는 연구방법에 대한 문제가 제기되고 있음에도 불구하고 환자 사망률 등을 포함한 예후에 간호인력확보가 통계적으로 유의할 정도로 영향을 미치지 못한다는 보고들이 존재하고 있다.[8-10] 하지만 대부분의 국내 연구의[3,4,11] 경우 간호인력확보 수준이 환자의 예후와 밀접한 관련이 있음이 보고되고 있으며, 외국의 연구 결과들을 국내 중환자실 상황에 바로 적용하기에는 무리가 있어 보이는데 이는 현저히 낮은 국내의 간호인력확보수준과 관련이 있어 보인다. 본 중설에서는 그 동안 보고된 중환자실에서 간호인력이 환자의 예후에 미치는 영향에 대해 소개하고 적절한 수준의 간호인력확보의 필요성을 강조하고자 한다.

환자 사망률

간호인력 확보수준과 환자 사망률에 미치는 영향에 대한 연구는 간호인력 확보수준이 높을수록 환자의 사망률을 개선시킨다는 결과와[3-5,11-15] 서로 관련성이 없다는 결과가 혼재되어 보고되고 있다.[8-10,16-20] Kane 등[5]은 메타분석을 통하여 환자일수당 등록간호사 1인(1 registered nurse full time equivalent per patient day) 추가 시 외과계 중환자실은 16%, 내과계 중환자실은 6%의 사망률을 감소시킨다고 보고하였다. Tarnow-Mordi 등[15]은 업무부담이 과도하게 증가할 경우 환자 사망률이 2배 이상까지 증가한다고 보고하였으며, 신생아 중환자실에서도[14] 간호사 업무부담 증가와 사망률이 관련이 있다고 보고되었다. Kiekkas 등[16]에 의하면 통계적 차이는 없지만 중환자실에서 간호업무 부담(nursing workload)이 증가할수록 사망률의 증가와 관련이 있다고 보고되었다. 하지만 Van den Heede 등[21]은 심장수술환자에 대해 일반 병실과 중환자실에서 환자일수당 간호시간(nursing hours per patient day, [NHPPD])과 사망률의 관련성을 조사하였는데 일반병실에서는 NHPPD의 증가와 사망률의 감소의 연관성을 확인하였지만 중환자실에서는 그렇지 못하였다. Metnitz 등[17]도 중환자실에서 간호인력과 사망률과의 통계적 유의성을 발견하지 못하였다.

대부분의 국내 연구는 간호사 1명당 담당 환자수가 적을 경우 환자의 사망률이 개선된다고 보고하고 있는데,[3,4,11] Cho 등[11]에 의하면 3차 병원에서는 간호사 환자 비율과 사망률과의 연관성을 찾기 어려우나 2차 병원에서는 간호사 1명당 환자 1명을 추가로 담당할 경우 사망률을 9% 증가시킨다고 보고하였다. Cho와 Yun[4]은 또 다른 연구에서 중환자실 병상수와 등록 간호사 수를 기준으로 9등급으로 나누어 비교하였는데 병상수 대 간호사 비율이 1 이하인(병상수/간호사수 < 1) 경우가 1.5 이상인 경우에 비해 기본적인 간호를 충분히 제공하였으며 더 낮은 사망률을 보였다고

보고하였다. 또한 Kim 등[3]은 간호사 당 환자수가 1:2인 경우와 1:3, 1:4 혹은 그 이상일 경우와 비교하였을 시 28일 사망률을 감소하였다고 보고하였다.

간호인력확보 수준의 정도가 환자의 사망률에 미치는 영향에는 여러 가지 인자가 있을 수 있는데 질환의 중증도를 중요한 인자로 꼽을 수 있다. Cho 등[11]에 의하면 2차 병원에서는 간호 인력의 정도가 환자의 사망률과 유의한 연관성이 있었지만 3차 병원에서는 유의한 연관성을 발견하지 못하였다. 이는 3차 병원에 입원한 환자가 사망 위험성이 더 높은 보다 심각한 질환으로 입원함으로써 나타날 수 있다. 또한 외과계 중환자실의 경우에는 일반적으로 환자가 수술의 스트레스를 감당할 수 있고 회복 가능한 신체상태를 가진 경우가 많으므로 내과계 중환자실에 비해 사망의 위험이 낮은 환자군이 존재할 수 있다.[16] 또한 중환자실 전담 전문의 존재 유무가 환자의 사망률에 영향을 미칠 수 있다. 국내 연구의 경우 Cho 등[11]은 중환자실 전담 전문의가 없는 경우 사망률의 odd ratio가 56% 증가한다고 하였으며, Kim 등[3]은 앞에서 언급한 바와 같이 간호사 당 환자수가 1:2인 경우 그 이상인 경우에 비해 28일 사망률을 감소하였다고 보고하였다. 이 연구에서 간호사 당 환자수가 1:2인 병원에서 중환자실 전담전문의의 비율은 40% (5개 중환자실 중 2개)인 반면 그 이상인 경우는 4.3% (23개 중환자실 중 1개)에 지나지 않았다. 또 다른 인자들로는 중환자실마다 다를 수 있는 환자의 입퇴원 기준과 각 연구마다 다른 사망률의 기준(병원내 사망률, 28일 사망률 혹은 전체 사망률)을 들 수 있다.

감 염

대부분의 연구에서 간호 인력 감소와 감염의 증가가 관련성이 있는 것으로 보고하고 있다. 직접적인 관련성은 규명하기 어렵지만 간호사 업무량의 증가가 MRSA (methicillin resistant S. aureus) 감염에 증가에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며[22,23] 이는 손위생이나 감염예방을 위한 적절한 시간 확보의 어려움에 기인하는 것으로 생각된다. 간호사 업무량을 하루에 환자당 행해지는 치료 및 간호 활동의 양과 술기의 복잡한 정도를 기준으로 점수화(Therapeutic Intervention Scoring System)한 연구에서는 업무량의 증가와 MRSA 감염 발생빈도가 밀접한 관련이 있음이 보고되었다.[24]

폐렴 발생의 경우 일부 연구에서 환자일수 당 간호시간의 증가나 환자 대 간호사 비율과 폐렴 증가와의 관련성을 찾기 어렵다고 보고하였으나,[25,26] 대부분의 연구에서는 간호사 당 환자수가 감소할수록 폐렴 발생률이 감소한다고 보고하고 있다.[12,27,28] Hugonnet 등에 의하면 early-onset VAP의 발생률은 간호인력의 정도와 관련이 없으나, late-on-

set VAP의 발생률은 간호사 당 환자수가 낮을수록 감소하는 것으로 알려져 있다.[27] Hugonnet 등은 여러 연구를 통해 병원내 감염의 경우 간호사의 담당환자가 적을 경우(24시간 기준 간호사 대 환자 비율이 약 2 : 1) 그렇지 못한 경우에 비해 병원 내 감염을 예방할 수 있다고 보고하였다.[29,30]

중심정맥관을 통한 총정맥영양법 시행시 임시직 간호사(float nurse)에 의해 관리가 될 경우 카테터 관련 감염이 증가하는 것으로 보고되고 있다.[31] 의사의 감독하에 환자를 간호할 수 있는 간호조무사(licensed practical nurse)보다 등록간호사에 의한 간호시간이 증가할 경우 폐렴은 6%, 요로감염은 9% 감소하는 것으로 보고되고 있으며,[32] 다른 연구에서도 등록간호사의 비율이 10% 증가할 경우 폐렴은 9.5% 정도 감소시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다.[33]

목 차

중환자실에서 환자의 피부 상태를 잘 관찰하고, 욕창발생을 예방하기 위해서는 적절한 간호인력이 필요하지만 지금까지 나온 연구 결과는 일관되지 않다. Unrah[34]은 간호인력이 10% 증가할 경우 욕창 발생률이 2% 감소하고, 간호사 초과근무 시간 비율이 증가할수록 욕창발생 비율이 증가한다고 보고하고 있지만[12] 다른 연구에 의하면 욕창발생과 간호인력수준과의 연관성이 없는 것으로 보고되고 있다.[26] 오히려 간호인력수준이 증가할수록 욕창발생빈도가 증가한다고 보고하였는데 저자는 그러한 원인으로 간호인력이 증가함에 따라 욕창발생을 보다 정확히 관찰하고 보고함으로써 나타날 수 있는 현상으로 설명하고 있다. 간호인력의 증가가 욕창발생을 증가시키는 것처럼 보일 수 있는 또 다른 원인으로서는 간호인력이 부족할 경우 입원 당시 이미 발생한 욕창의 부정확한 보고를 원인으로 들 수 있다.

수술 후 합병증

앞에서 언급하였듯이 외과계 중환자실에서 수술 후 환자에 대한 간호인력수준과 환자 사망률에 미치는 영향은 상당히 혼재되어 보고되고 있다. 하지만 이들 연구에서[5, 18-20,28] 대부분 간호인력확보수준이 낮을수록 호흡 부전, 폐렴, 재삼관, 패혈증 또는 심혈관계 합병증의 발생 등이 증가한다고 보고하였으며 이에 따른 치료비용이 증가한다

고도 보고하였다. 흥미로운 점은 이러한 보고 모두에서 간호사 당 환자수가 1 : 2인 경우를 기준으로 비교하였는데 간호사 당 환자수가 1 : 2 이상인 경우에 비해 합병증 발생 감소를 보고하였다. Amaravadi 등[19]은 야간근무시간에 간호사 당 환자수가 1 : 2 이상인 경우 재삼관 odds ratio가 2.6, 폐렴 발생 odds ratio는 2.4, 패혈증 발생 odds ratio는 3.6으로 보고하였으며 치료 비용이 32% 증가하는 것으로 보고하였다.

비계획적 발판과 재삼관

소아중환자실을 대상으로 한 연구에서[35] 비계획적 발판의 위험성과 소아중환자실에서 근무경력, 간호사 대 환자비율의 관계를 조사하였는데 근무경력, 환자역제 그리고 환자진정의 방법(간헐적 주입 대 지속주입) 등은 연관성이 없는 반면, 간호사 당 환자수(1 : 2인 경우 1 : 1과 비교 시 odds ratio 4.24)가 흥분(agitation) 상태와 연관성이 있음을 발견하였다. Kane 등[5]은 메타분석을 통하여 등록간호사 1명이 1.6명의 환자를 간호할 때 3.3명을 간호할 때와 비교하여 비계획적 발판 발생률을 45% 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 또한 앞에서 언급하였듯이 미국 Maryland에서 수술 후 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 한 연구에서[18-20,28] 간호인력감소가 비계획적 발판 발생률의 증가와 관련이 있음을 보고하였다.

결 론

국내 중환자실의 상황을 고려할 때 간호인력의 확보수준과 환자의 예후와의 연관성에 관한 외국의 연구 결과를 국내 상황에 바로 대입시키는 것은 무리가 있어 보인다. 서구 선진국이 아닌 아시아 국가를 대상으로 한 최근 연구에서도 중환자실에서 근무하는 전담 전문의의 비율과 간호사 대 환자 비율을 국내와 비교할 경우 중환자실의 근무 인력의 현저한 차이를 보이고 있으며(Table 1),[3,36] Cho 등에 의한 국내 병원을 대상으로 한 연구에서도 간호사 당 환자수가 1 : 3 이상인 병원이 매우 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다(Table 2).[11] 이런 차이가 국내 연구의 경우 간호사 당 환자수가 적을 경우 환자의 사망률이 개선된다는 일관된 결과를 보이는 것 같다.[3,4,11] 지금까지의 이런 연구들은 중환자실에서 적정 인력 이하로 간호인력이 감소할 경우 사망률의 증가 및 감염 등의 합병증 발생이 급격

Table 1. The Difference of Arrangement of Medical Care Staff between Asian Countries and Korea

	Intensivists	Nurse : Patient = 1 : 2
Asian countries	66%	83.3%
Korea	10.71%	17.86%

Table 2. Nursing Staff to Patient'S Ratio in Studies in Korea

	3 rd grade hospital	2 nd grade hospital
Nurse : Patient ≤ 1 : 3	67%	80%

히 증가할 수 있음을 의미하며 국내 중환자실 간호사 확보 수준이 다른 나라와 비교하여 그 정도가 매우 낮음을 고려할 때 국내 중환자실의 간호인력 확보가 시급한 과제임을 시사하고 있다.

마지막으로 간호인력 확보수준과 환자 예후와의 관계를 규명하는 연구는 윤리적 문제로 무작위 비교 연구를 시행하는 것이 불가능하므로 직접적인 인과관계를 밝히기는 어려우나 많은 연구에서 낮은 간호인력 확보수준이나 간호업무 부담의 증가는 환자의 예후에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 간호인력 확보수준이 매우 열악한 국내 중환자실의 상황을 고려할 때 적정 간호인력의 확보 노력과 더불어 한정된 자원에서 간호사 개인의 업무수행 능력과 환자의 특성, 질환의 중증도 및 치료에 필요한 업무량을 고려하여 간호인력을 배정하고자 하는 노력은 환자 치료의 질과 예후를 크게 호전시킬 수 있으리라 여겨진다.

참 고 문 헌

- 1) Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, Robinson KA, Dremiszov TT, Young TL: Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA* 2002; 288: 2151-62.
- 2) Wallace DJ, Angus DC, Barnato AE, Kramer AA, Kahn JM: Nighttime intensivist staffing and mortality among critically ill patients. *N Engl J Med* 2012; 366: 2093-101.
- 3) Kim JH, Hong SK, Kim KC, Lee MG, Lee KM, Jung SS, et al: Influence of full-time intensivist and the nurse-to-patient ratio on the implementation of severe sepsis bundles in Korean intensive care units. *J Crit Care* 2012; 27: 414.e11-21.
- 4) Cho SH, Yun SC: Bed-to-nurse ratios, provision of basic nursing care, and in-hospital and 30-day mortality among acute stroke patients admitted to an intensive care unit: cross-sectional analysis of survey and administrative data. *Int J Nurs Stud* 2009; 46: 1092-101.
- 5) Kane RL, Shamliyan TA, Mueller C, Duval S, Wilt TJ: The association of registered nurse staffing levels and patient outcomes: systematic review and meta-analysis. *Med Care* 2007; 45: 1195-204.
- 6) Beckmann U, Baldwin I, Durie M, Morrison A, Shaw L: Problems associated with nursing staff shortage: an analysis of the first 3600 incident reports submitted to the Australian Incident Monitoring Study (AIMS-ICU). *Anaesth Intensive Care* 1998; 26: 396-400.
- 7) Offenstadt G, Moreno R, Palomar M, Gullo A: Intensive care medicine in Europe. *Crit Care Clin* 2006; 22: 425-32.
- 8) McGahan M, Kucharski G, Coyer F; Winner ACCCN Best Nursing Review Paper 2011 sponsored by Elsevier: Nurse staffing levels and the incidence of mortality and morbidity in the adult intensive care unit: a literature review. *Aust Crit Care* 2012; 25: 64-77.
- 9) Numata Y, Schulzer M, van der Wal R, Globberman J, Semeniuk P, Balka E, et al: Nurse staffing levels and hospital mortality in critical care settings: literature review and meta-analysis. *J Adv Nurs* 2006; 55: 435-48.
- 10) West E, Mays N, Rafferty AM, Rowan K, Sanderson C: Nursing resources and patient outcomes in intensive care: a systematic review of the literature. *Int J Nurs Stud* 2009; 46: 993-1011.
- 11) Cho SH, Hwang JH, Kim J: Nurse staffing and patient mortality in intensive care units. *Nurs Res* 2008; 57: 322-30.
- 12) Stone PW, Mooney-Kane C, Larson EL, Horan T, Glance LG, Zwanziger J, et al: Nurse working conditions and patient safety outcomes. *Med Care* 2007; 45: 571-8.
- 13) Person SD, Allison JJ, Kiefe CI, Weaver MT, Williams OD, Centor RM, et al: Nurse staffing and mortality for Medicare patients with acute myocardial infarction. *Med Care* 2004; 42: 4-12.
- 14) Tucker J; UK Neonatal Staffing Study Group: Patient volume, staffing, and workload in relation to risk-adjusted outcomes in a random stratified sample of UK neonatal intensive care units: a prospective evaluation. *Lancet* 2002; 359: 99-107.
- 15) Tarnow-Mordi WO, Hau C, Warden A, Shearer AJ: Hospital mortality in relation to staff workload: a 4-year study in an adult intensive-care unit. *Lancet* 2000; 356: 185-9.
- 16) Kiekkas P, Sakellaropoulos GC, Brokalaki H, Manolis E, Samios A, Skartsani C, et al: Association between nursing workload and mortality of intensive care unit patients. *J Nurs Scholarsh* 2008; 40: 385-90.
- 17) Metnitz PG, Reiter A, Jordan B, Lang T: More interventions do not necessarily improve outcome in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2004; 30: 1586-93.
- 18) Dimick JB, Swoboda SM, Pronovost PJ, Lipsett PA: Effect of nurse-to-patient ratio in the intensive care unit on pulmonary complications and resource use after hepatectomy. *Am J Crit Care* 2001; 10: 376-82.
- 19) Amaravadi RK, Dimick JB, Pronovost PJ, Lipsett PA: ICU nurse-to-patient ratio is associated with complications and resource use after esophagectomy. *Intensive Care Med* 2000; 26: 1857-62.
- 20) Pronovost PJ, Dang D, Dorman T, Lipsett PA, Garrett E, Jenckes M, et al: Intensive care unit nurse staffing and the risk for complications after abdominal aortic surgery. *Eff Clin Pract* 2001; 4: 199-206.
- 21) Van den Heede K, Lesaffre E, Diya L, Vleugels A, Clarke SP, Aiken LH, et al: The relationship between inpatient cardiac surgery mortality and nurse numbers and educational level: analysis of administrative data. *Int J Nurs Stud* 2009; 46: 796-803.
- 22) Dancer SJ, Coyne M, Speekenbrink A, Samavedam S, Kennedy J, Wallace PG: MRSA acquisition in an intensive care unit. *Am J Infect Control* 2006; 34: 10-7.
- 23) Halwani M, Solaymani-Dodaran M, Grundmann H, Coupland C, Slack R: Cross-transmission of nosocomial pathogens in an adult intensive care unit: incidence and risk factors. *J Hosp Infect* 2006; 63: 39-46.

- 24) Blatnik J, Lesnicar G: Propagation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* due to the overloading of medical nurses in intensive care units. *J Hosp Infect* 2006; 63: 162-6.
- 25) Blot SI, Serra ML, Koulenti D, Lisboa T, Deja M, Myrianthefs P, et al; EU-VAP/CAP Study Group: Patient to nurse ratio and risk of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Am J Crit Care* 2011; 20: e1-9.
- 26) Shuldham C, Parkin C, Firouzi A, Roughton M, Lau-Walker M: The relationship between nurse staffing and patient outcomes: a case study. *Int J Nurs Stud* 2009; 46: 986-92.
- 27) Hugonnet S, Uçkay I, Pittet D: Staffing level: a determinant of late-onset ventilator-associated pneumonia. *Crit Care* 2007; 11: R80.
- 28) Dang D, Johantgen ME, Pronovost PJ, Jenckes MW, Bass EB: Postoperative complications: does intensive care unit staff nursing make a difference? *Heart Lung* 2002; 31: 219-28.
- 29) Hugonnet S, Chevrolet JC, Pittet D: The effect of workload on infection risk in critically ill patients. *Crit Care Med* 2007; 35: 76-81.
- 30) Hugonnet S, Villaveces A, Pittet D: Nurse staffing level and nosocomial infections: empirical evaluation of the case-cross-over and case-time-control designs. *Am J Epidemiol* 2007; 165: 1321-7.
- 31) Alonso-Echanove J, Edwards JR, Richards MJ, Brennan P, Venezia RA, Keen J, et al: Effect of nurse staffing and antimicrobial-impregnated central venous catheters on the risk for bloodstream infections in intensive care units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003; 24: 916-25.
- 32) Needleman J, Buerhaus P, Mattke S, Stewart M, Zelevinsky K: Nurse-staffing levels and the quality of care in hospitals. *N Engl J Med* 2002; 346: 1715-22.
- 33) Cho SH, Ketefian S, Barkauskas VH, Smith DG: The effects of nurse staffing on adverse events, morbidity, mortality, and medical costs. *Nurs Res* 2003; 52: 71-9.
- 34) Unruh L: Licensed nurse staffing and adverse events in hospitals. *Med Care* 2003; 41: 142-52.
- 35) Marcin JP, Rutan E, Rapetti PM, Brown JP, Rahnamayi R, Pretzlaff RK: Nurse staffing and unplanned extubation in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6: 254-7.
- 36) 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.