

## 간호 인력 확보수준 및 구성이 병원 내 사망률에 미치는 영향의 병원 특성별 비교

윤경일

계명대학교 의과대학 의료인문학교실

### The Effects of Nurse Staffing and Skill Mix on In-hospital Mortality in the Hospitals with Different Characteristics

Kyung-Il Youn

Department of Medical Humanities, School of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

**Objectives:** The characteristics of nursing workforce is critically important in achieving quality care in a hospital. However, current hospital industry environment does not allow ample investment in human resource. Therefore, hospital management has to come up with effective ways of investment in nursing resources. This study was conducted with the purpose of providing basic information needed for effective nurse staffing decision in hospitals. The impacts of nurse staffing level in terms of quality and quantity on health outcome were analyzed. **Methods:** Nurse staffing level and in-hospital mortality data of 3,451 hospitals nationwide were analyzed using multiple regression models. Dependent variable of the model was in-hospital mortality and independent variables included number of patient per nurse and percentage of nurse aid in nursing staff. As the control variables, patients characteristics and hospital organizational characteristics were included in the model. **Results:** Number of patients per nurse and proportion of nurse aides in nursing staff showed significant positive effects on in-hospital mortality. The effects were stronger in the hospital group that had relatively lower nurse staffing level. The positive relationship between staffing level and mortality rate was stronger in the hospitals that had higher severity level. **Conclusions:** Health policy should focus on improving minimum standard of nurse staffing level. Also, hospitals should lay nursing staff investment priority on the nursing units that serve high severity patients.

**Key words:** Nurse staffing, Skill mix, In-hospital mortality, Hospital characteristics, Human resources

## 서론

병원인력의 절대 다수를 차지하며 환자에 대한 서비스제공에서 중추적 역할을 하는 병원간호사의 특성은 의료서비스의 질과 환자안전에 미치는 영향이 크다[1]. 간호 인력의 특성이 입원환자 사망, 긴급 상황대처 미흡, 병원 내 감염, 낙상, 욕창 등 간호에 민감한 결과에 미치는 영향은 다양한 국내외 연구결과에서 확인되고 있다[2-5]. 체계적인 환

자상태 관찰[6]과 적절한 임상적 판단을 통한 간호서비스의 완결성 확보[7]는 효과적인 간호서비스 제공을 위한 필수적 전제조건이다. 적절한 임상적 판단 및 개입을 위해서는 문제해결능력, 복잡한 기능수행능력 및 효과적 의사소통능력 등 간호사의 전문가적 상황대처 능력이 필요하다[2]. 환자상태 관찰업무의 체계적 수행을 위해서는 면밀한 관찰력과 함께 업무수행 절차 관련 규정의 철저한 준수가 필요하다. 관찰을 했다하더라도 이를 기록하지 않거나, 환자의 상태악화에 대한 초

**Corresponding author:** Kyung-Il Youn

1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 42601, Korea  
Tel: +82-53-580-3778, E-mail: [kiyoun@dsmc.or.kr](mailto:kiyoun@dsmc.or.kr)

Received: January 19, 2017 Revised: February 16, 2017 Accepted: February 17, 2017

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

**How to cite this article:**

Youn KI. The effects of nurse staffing and skill mix on in-hospital mortality in the hospitals with different characteristics. J Health Info Stat 2017;42(1):27-35. Doi: <https://doi.org/10.21032/jhis.2017.42.1.27>

© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permit sunrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2017 Journal of Health Informatics and Statistics

기상황을 인지하지 못하거나, 이러한 상황을 관련자와 적절히 소통하지 못할 때 환자건강에 부정적인 결과를 초래하게 된다[8]. 따라서 환자건강에 부정적 영향을 미치는 요인의 최소화를 위해서는 간호 인력의 질적, 양적수준을 적절한 수준으로 유지할 필요가 있다.

간호사가 감당하는 업무량이나 간호 인력의 교육수준이 간호결과에 미치는 영향은 다양한 연구에서 검증되고 있다[2,9,10]. 이러한 전제하에 간호사의 교육수준은 높고 간호사당 환자 수는 적게 유지하는 병원 간호 인력의 구성이 강조되고 있다. 한편 병원이 적절한 인력수준을 확보하기 위해서는 간호 인력에 대한 적극적인 투자가 필요하다. 일반적으로 노동집약적 산업으로 분류되는 병원산업에서 인력에 대한 투자 확대는 의료기관의 경제적 부담을 가중시킬 수 있다. 그러나 적절한 간호인력 확보에 따른 효과적이고 효율적인 간호업무의 수행은 환자의 입원일수 감소나 의료의 질 향상 등의 결과를 통하여 증가한 비용을 상쇄시킬 수 있다[10].

이러한 논리에 따라 간호 인력 수준 제고를 위한 병원의 자발적 노력과 함께 정부의 법적, 제도적 규제 또한 강화되고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 1999년에 간호등급제가 도입된 이후 병원의 간호인력 구성이 개선되어 간호사 일인당 환자 수는 종합병원의 경우 7.49명, 병원급은 25.64명이었고, 간호 인력에서 간호조무사가 차지하는 비율은 종합병원에서 15.6%, 병원급에서는 24.6%에 달하는 것으로 나타났다 [11]. 또한 미국의 경우 여러 주정부에서 법적 강제 규정으로 적정 수준의 간호인력 확보를 요구하고 있다[2]. 이러한 맥락에서 많은 연구자들이 간호 인력의 적정 수준에 대하여 관심을 가지고 분석한 바 있다. Aiken et al. [12]은 간호사당 환자수가 8:1에서 4:1로 감소할 때 병원 내 사망환자수가 약 22% 정도 감소한다고 하였고, Kane et al. [9]은 간호사당 환자수가 1명 증가할 때 병원에서 구조 가능한 환자의 구조실패 확률이 16% 증가한다고 하였다. 한편 Aiken et al. [13]은 간호인력 중 학사 학위 이상 간호사 비율이 10% 증가할 때 입원 후 30일 내 사망과 구조 실패 승산비가 5% 감소한다고 하였다.

그러나 간호 인력 구성과 건강결과의 선형관계가 모든 형태의 병원 상황에서 타당하다고 보기는 어렵다. 병원의 규모나 기술 수준 등 구조적 특성과 간호 인력의 현재 수준에 따라서 증가되는 간호 인력의 환자 건강결과에 미치는 영향은 다르게 나타날 수 있다. Aiken et al. [2]은 간호 인력이 환자건강 결과에 중요한 영향을 미친다는 일반적인 관련성은 많이 연구되었지만 상황별 효과를 비교하는 접근은 미흡하다고 지적한 바 있다. 병원의 규모나 의료기술 수준, 환자의 중증도에 따라 간호업무 요구도가 다를 수 있으며 또한 현행 인력 수준이 높은 병원과 낮은 병원 간에는 증원되는 인력의 효과가 다를 수 있다[14]. 이렇게 볼 때 자원의 한계라는 조직의 기본적 존재조건하에 있는 병원으로서 간호 인력에 대한 투자효과의 극대화를 위한 유용한 가이드라

인이 필요한 상황이다. 즉 어떤 상황에서 환자의 건강결과에 미치는 간호 인력의 영향력이 상대적으로 더 중요한가에 대한 이해를 통하여 인력 투자의 우선순위 설정을 위한 기준이 필요하다.

이 연구는 간호 인력의 수와 구성이 병원의 사망률에 미치는 영향력을 검증하고 병원의 상황적 특성에 따른 두 변수의 영향력의 차이를 분석하여 병원의 간호 인력에 대한 효과적인 투자 의사결정에 필요한 기준 개발을 위한 기초자료의 생성을 목적으로 시행되었다. 이를 위하여 먼저 전체 병원을 대상으로 간호 인력의 특성과 병원 내 사망률의 관계를 분석하여 두 변수간의 일반적 관계를 확인하고, 다음으로 병원의 구조적 특성이 두 변수 간 관계에 미치는 영향을 확인하기 위하여 연구대상 병원을 병원종별, 환자 중증도별, 간호 인력의 특성별로 분류하여 각 집단별 간호인력 특성과 병원 내 사망률의 관계를 분석하였다.

## 연구 방법

### 분석자료

한국보건사회연구원이 전국 의료기관을 대상으로 조사한 환자조사 자료를 분석하였다. 환자조사는 전국 의료기관을 대상으로 일정 기간 동안 의료기관을 이용한 환자의 질병, 상해 양상과 의료이용실태, 보건의료시설 및 인력의 파악을 목적으로 주기적으로 시행하는 조사이다. 환자조사의 조사방법은 종합병원, 병원, 보건소 및 조산원은 전수가 조사되고 요양병원, 의원, 치과의원, 한의원, 보건지소, 보건진료소는 표본 추출하여 조사한다. 조사방법은 web 조사방식으로 해당 보건 의료기관이 환자조사관리시스템(ps.mw.go.kr)에 접속하여 직접 입력하는 방법으로 수행되었다. 이 연구는 환자조사자료 중 의료기관의 시설, 인력, 장비의 현황을 조사한 기관조사 자료와 퇴원환자조사 자료를 분석하였다. 퇴원환자조사의 조사내용은 의료기관별 조사지정 월 1개월(31일)간 퇴원한 환자의 개별 진료기록부에 기초하여 환자의 인구 사회적 특성, 상병분류, 의료기관의 특성과 이용행태 등으로 이루어져 있다[15].

이 연구는 2008년부터 2011년 사이에 이루어진 4개년도의 기관조사에 포함된 병원급 이상 의료기관을 분석대상으로 하였고 분석대상 의료기관의 이용환자 특징은 같은 기간 동안에 수행된 퇴원환자자료를 분석하여 산출하였다. 기관조사에서 4년간 조사된 병원급 이상 의료기관 총 5,317개 병원 중 간호사수가 10명 이하인 병원, 재원환자 수가 0명인 병원 그리고 퇴원환자조사 자료를 제출하지 않은 병원 등을 제외한 3,451개 병원을 연구대상으로 하였다. 분석대상 병원의 연도별 분포와 분석대상이 된 퇴원환자 수는 Table 1에 나타나 있다.

**Table 1.** Distribution of study hospitals and patients by year

| Hospital type      | 2008     |         | 2009     |         | 2010     |         | 2011     |         | Total    |           |
|--------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|-----------|
|                    | Hospital | Patient | Hospital | Patient | Hospital | Patient | Hospital | Patient | Hospital | Patient   |
| Tertiary hospitals | 43       | 128,760 | 42       | 134,615 | 44       | 143,113 | 44       | 153,392 | 173      | 559,880   |
| General hospitals  | 257      | 201,383 | 243      | 196,167 | 247      | 211,272 | 256      | 223,241 | 1,003    | 832,063   |
| Local hospitals    | 532      | 102,626 | 530      | 103,183 | 593      | 118,134 | 620      | 132,227 | 2,275    | 456,170   |
| Total              | 832      | 432,769 | 815      | 433,965 | 884      | 472,519 | 920      | 508,860 | 3,451    | 1,848,113 |

**Table 2.** Definition of variables

| Variables                      | Definitions        |  |
|--------------------------------|--------------------|--|
| Patient characteristics        | Age                | Average age of the patients discharged   |
|                                | Gender             | Number of male patients / number of the patients discharged                        |
|                                | Severity           | Sum of CCI level of the patients / number of the patients discharged               |
|                                | ER-admission       | Number of patients admitted via emergency room / number of the patients discharged |
|                                | Mortality          | (No. of in-hospital death/no. of patient discharged)*100                           |
| Organizational characteristics | No. of beds        | Number of operating beds of the hospital   |
|                                | Ownership          | Binary variable indicating public (0) or private (1) hospital                      |
|                                | Hospital type      | Dummy variables indicating: tertiary hospital, general hospital, local hospital    |
|                                | Hospital location  | Dummy variables indicating: Seoul, great city area, rural area                     |
|                                | MRI                | Number of MRI/number of beds   |
|                                | ICU                | Number of ICU beds/number of beds  |
|                                | Outpatient         | Total number of outpatient visited/number of beds                                  |
|                                | Doctor             | Number of doctors  |
| Nurse staffing characteristics | Patients per nurse | Number of inpatient of a day/number of nurses                                      |
|                                | Nurse aid %        | Total number of nurse aid/(total number of nurse aid + total number of nurse)*100  |

ER, emergency room; CCI, Charlson comorbidity index; MRI, magnetic resonance imaging; ICU, intensive care units.

**분석방법**

간호 인력의 확보수준 및 구성과 병원 내 사망률의 관련성을 분석하기 위하여 사용된 변수들은 유사한 연구목적에 가진 Aiken et al. [16], Blegen et al. [17], Cho et al. [18]을 참고하였다. 이 연구의 종속변수는 병원 내 사망률로 병원의 퇴원환자 중 치료결과가 사망인 환자의 수를 해당 병원의 전체 퇴원환자수로 나눈 값(mortality)으로 측정하였고, 독립변수로 간호 인력 확보수준을 측정하기 위하여 병원의 일일 재원 환자수를 간호사수로 나눈 간호사당 재원환자 수(patient/nurse ratio)를 사용하였으며, 간호인력 구성은 간호조무사 수를 간호사와 간호조무사를 합한 간호 인력수로 나눈 비율(nurse aid ratio)로 측정하였다. 통제변수는 병원을 이용한 환자의 특성을 통제하기 위하여 각 병원 환자의 평균연령(age), 환자 중 여성의 비율(gender), 환자 중 응급실을 통하여 입원한 환자의 비율(emergency room -admission), 그리고 환자의 중증도 평균값(severity)을 사용하였다. 중증도는 ICD-10으로 작성된 환자 별 부진단코드를 Charlson Comorbidity Index (CCI) [19]에 대응시켜 중증도가 가장 낮은 CCI 0부터 가장 높은 CCI 3까지 4등급으로 분류한 값의 해당 병원 평균을 사용하였다. 이러한 통제변수는 연령이 높을수록, 남성인 경우, 응급실을 통하여 입원한 환자일수록, 그리고

환자의 중증도가 높을수록 병원 내 사망률이 높다는 선행연구[20,21]의 연구결과에 근거하여 분석모형에 포함하였다. 다음으로 병원의 기관별 특성을 보정하기 위해서 병원의 규모를 측정하는 병상 수(no of beds), 병원 설립주체의 공공과 민간으로 구분(ownership), 병원의 종별을 상급종합병원, 종합병원, 병원으로 구분하는 병원종별 더미변수(hospital type), 병원의 소재지를 서울, 광역시, 시도로 나누는 소재지 더미변수(hospital location), 병원의 기술수준을 측정하는 대용변수로는 중환자병상 비율(intensive care units, ICU)과 MRI 보유대수(magnetic resonance imaging, MRI)를 분석모형에 포함하였다. 또한 간호 인력과 함께 환자진료를 담당하는 인력으로서 의사 수(doctor), 그리고 입원환자와 함께 간호 인력의 서비스를 필요로 하는 외래환자수(out-patient)를 포함하여 병원 특성에 따른 차이를 보정하였다. 분석에 포함된 변수의 정의는 Table 2에 제시되어 있다.

자료의 분석은 먼저 전체 연구대상 병원에 대하여 병원 내 사망률을 종속변수로 하고 간호사당 재원환자수와 간호 인력의 간호조무사 비율을 독립변수로 하며 그 밖에 퇴원환자의 특성과 병원의 특성을 통제변수로 하는 다중선형회귀분석을 실시하였다. 다음으로 동일한 분석 모형을 가지고 병원의 특성 집단별로 연구대상을 분리하여 회귀

**Table 3.** General characteristics of sample hospitals

| Variables                               |                    | n               | Mean   | SD     |       |
|---|--------------------|-----------------|--------|--------|-------|
| Hospital patient characteristics        | Age (y)            | 3,451           | 46.68  | 11.40  |       |
|   | Gender             | 3,451           | 0.51   | 0.17   |       |
|   | Severity           | 3,451           | 0.12   | 0.16   |       |
|   | ER-admission       | 3,451           | 0.19   | 0.21   |       |
| Hospital organizational characteristics | Mortality          | 3,451           | 1.39   | 2.58   |       |
|   | No. of beds        | 3,451           | 271.48 | 259.03 |       |
|   | Ownership          | Public          | 353    | -      | -     |
|   |                    | Private         | 3,098  | -      | -     |
|   | Hospital type      | Tertiary        | 173    | -      | -     |
|   |                    | General         | 1,003  | -      | -     |
|   |                    | Local           | 2,275  | -      | -     |
|   | Hospital location  | Seoul           | 544    | -      | -     |
|   |                    | Great city area | 1,037  | -      | -     |
|   |                    | Rural area      | 1,870  | -      | -     |
|   | MRI                | 3,451           | 0.00   | 0.01   |       |
|   | ICU                | 3,451           | 0.02   | 0.03   |       |
|   | Outpatient         | 3,451           | 1.87   | 2.19   |       |
| Doctor                                  | Tertiary           | 173             | 475.76 | 290.71 |       |
|   | General            | 1,003           | 63.63  | 72.98  |       |
|   | Local              | 2,275           | 8.62   | 5.86   |       |
| Nurse staffing characteristics          | Patients per nurse | Tertiary        | 173    | 1.20   | 0.21  |
|   |                    | General         | 1,003  | 2.43   | 1.57  |
|   |                    | Local           | 2,275  | 6.09   | 5.60  |
|   | Nurse aid %        | Tertiary        | 173    | 8.26   | 7.20  |
|   |                    | General         | 1,003  | 16.63  | 11.52 |
|   |                    | Local           | 2,275  | 30.22  | 17.25 |

SD, standard deviation; ER, emergency room; CCI, Charlson comorbidity index; MRI, magnetic resonance imaging; ICU, intensive care units.

분석을 실시하므로 병원의 특성별 간호 인력의 특성과 병원 내 사망률과의 관련성을 파악하였다. 분석대상의 분류는 간호인력의 수준의 차이가 의료의 질에 영향을 미치는 민감도는 병원의 특성에 따라 다르다는 선행연구[2,22]의 지적에 따라 연구대상을 병원 종별, 병원의 중증도 수준 별, 간호사 확보 수준별, 조무사가 간호 인력에서 차지하는 수준 별 등 4가지 특성을 기준으로 분류하여 각 집단 별로 회귀분석을 실시하였다. 자료의 분석을 위한 프로그램은 SPSS 23.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 연구 결과

### 연구대상의 일반적 특성

Table 3은 연구변수의 평균치와 집단별 개체수를 나타내고 있다. 연구대상 병원의 전체 환자 나이의 평균치는 46.7세이었고, 여자보다 남자 환자가 차지하는 비율이 약간 높았다. 각 병원의 환자들을 동반상병 유무에 따라 0부터 3까지 평가한 CCI값의 병원별 평균값을 산출한 중증도의 전체 병원 평균값은 0.119를 나타내고 있다. 또한 응급을 통하

여 입원한 환자 비율은 약 19.4%를 차지하는 것으로 나타났으며, 이 연구에서 종속변수로 사용된 병원 내 사망률의 평균값은 약 1.4%이었다.

병원의 특성을 나타내는 변수로 설립주체를 보면 공공병원이 353개소로 전체 연구대상 병원의 약 10.2%를 차지하고 있어 대다수의 병원이 민간설립 병원인 것으로 나타났다. 병원종별로 보면 병원이 2,275개소로 전체의 65.9%, 종합병원이 1,003개소 그리고 상급종합병원은 173개소로 집계되었다. 병원의 지역별 분포를 보면 전체 병원의 54.2%는 시도지역에 위치하고 있었고 서울지역의 병원은 544개소이었다. 그 밖에 병원의 장비와 시설의 수준을 나타내는 변수로 MRI는 1,000병상당 약 3대, ICU 병상은 1,000병상당 약 22병상을 구비하고 있는 것으로 나타났다. 한편 간호사의 외래환자 대상 업무량을 보정하기 위한 병상 당 외래 환자수의 평균은 약 1.9명이었고, 간호사의 업무량과 관련 있는 병원 당 평균 의사 수는 약 48명이었다. 이 연구의 독립변수인 간호사당 재원환자 수는 약 4.8명이었고, 간호사와 간호조무사를 포함한 간호 인력에서 간호조무사가 차지하는 비율은 25.2%인 것으로 나타났다.

**Table 4.** Spearman correlation between major study variables

|                    | Age     | Severity | ER-admission | No. of beds | MRI     | ICU     | Outpatient | Doctor  | Patients per nurse | Nurse aid % |
|--------------------|---------|----------|--------------|-------------|---------|---------|------------|---------|--------------------|-------------|
| Age                |         |          |              |             |         |         |            |         |                    |             |
| Severity           | 0.24**  |          |              |             |         |         |            |         |                    |             |
| ER-admission       | 0.05**  | 0.15**   |              |             |         |         |            |         |                    |             |
| No. of beds        | 0.10**  | 0.44**   | 0.21**       |             |         |         |            |         |                    |             |
| MRI                | 0.06**  | -0.12**  | -0.02        | -0.13**     |         |         |            |         |                    |             |
| ICU                | 0.07**  | 0.33**   | 0.48**       | 0.44**      | -0.00   |         |            |         |                    |             |
| Outpatient         | -0.33** | -0.04**  | -0.03        | -0.08**     | 0.08**  | 0.01    |            |         |                    |             |
| Doctor             | -0.01   | 0.46**   | 0.16**       | 0.83**      | -0.02   | 0.42**  | 0.13**     |         |                    |             |
| Patients per nurse | 0.19**  | -0.14**  | -0.25**      | 0.02        | -0.21** | -0.31** | -0.39**    | -0.22** |                    |             |
| Nurse aid %        | -0.07** | -0.27**  | -0.16**      | -0.27**     | -0.13** | -0.32** | -0.06**    | -0.30** | 0.46**             |             |
| Mortality          | 0.33**  | 0.30**   | 0.12**       | 0.15**      | -0.12** | 0.20**  | -0.13**    | 0.06**  | 0.08**             | -0.03       |

ER, emergency room; MRI, magnetic resonance imaging; ICU, intensive care units.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

### 연구변수 간 상관관계

Table 4는 주요 연구변수들 간 상관계수를 나타내고 있다. 종속변수인 병원 내 사망률은 조무사비율을 제외하고 분석에 포함된 모든 변수와  $p < 0.01$  수준에서 유의한 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 병원 내 사망률은 연령, 중증도, 응급을 통한 입원, ICU 병상 수, 의사 수, 재원환자당 간호사 수와는 양의 상관관계, MRI 보유대수, 외래환자 수와는 음의 상관관계를 보였다. 독립변수인 재원환자당 간호사 수는 중증도, 응급을 통한 입원, MRI, ICU 병상, 외래환자, 의사 수와 음의 상관관계를 갖고 있었고, 환자의 평균연령 및 조무사 비율과는 양의 상관관계를 보였으며, 조무사비율은 재원환자당 간호사 수와 유사한 상관관계 패턴을 보이고 있었으나 환자의 평균 연령과는 음의 상관관계를 보였다. 따라서 간호사당 환자 수가 많고 간호인력 중 간호조무사 비율이 높은 병원은 환자의 중증도는 낮고, 응급을 통한 입원비율이나 MRI와 중환자병상 수, 의사 수 등이 낮은 병원들이므로 볼 수 있다. 상관관계 분석에서 가장 높은 변수 간 상관관계는 의사 수와 병상 수( $r = 0.83$ )로 규모가 큰 병원일수록 많은 의사 수를 갖고 있는 것으로 나타났고, 가장 낮은 유의한 상관관계는 외래환자 수와 중증도 간의 음의 상관관계( $r = -0.04$ )이었다.

### 간호 인력과 병원 내 사망률의 관계

간호사당 재원환자 수 및 간호 인력 중 간호조무사가 차지하는 비율과 병원 내 사망률의 관련성 검정을 위해 전체 연구대상 병원을 대상으로 다중회귀분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다. 회귀모형에서 독립변수와 통제변수가 병원 내 사망률에 미치는 영향을 설명하는 정도 ( $R^2$ )는 21.5%로 나타났으며, Durbin-Watson값은 1.865로 기준 값인 2에 근접하거나 0 또는 4에 가깝지 않은 것으로 나타나 잔차들 간에 상관관계가 없는 것으로 판단되며, 분산분석 결과 검정통계량 F값이 59.98,

유의확률 0.000 ( $p < 0.01$ )으로 본 연구의 회귀모형은 적합한 것으로 나타났다.

간호사당 재원환자 수는 병원 내 사망률에 유의한 정(+)의 ( $\beta = 0.11$ ,  $p < 0.01$ ) 관련성을 보이고 있었으며 간호조무사가 간호 인력에서 차지하는 비율 또한 유의한 정(+)의 관계( $\beta = 0.05$ ,  $p < 0.01$ )를 보여 연구가설은 채택되었다. 즉 간호사 일인당 담당하는 환자 수가 많거나 간호 인력의 구성상 간호조무사 인력이 높은 비율을 차지하는 경우에 병원 내 사망률은 증가하는 것으로 나타났다.

통제변수가 병원 내 사망률에 미치는 영향력을 파악하기 위해 각 변수의 표준화 계수를 비교해 보면 먼저 정(+)의 영향력을 보인 변수 중에서 각 병원의 환자 평균나이가 0.25 ( $p < 0.01$ )로 가장 큰 관련성을 보였고, 다음으로 중증도가 0.22 ( $p < 0.01$ ), ICU 병상 비율이 0.11 ( $p < 0.01$ ) 등인 것으로 나타났다. 한편 부(-)의 영향력을 보인 변수로는 성별( $\beta = -0.09$ ,  $p < 0.01$ ), 설립주체( $\beta = -0.12$ ,  $p < 0.01$ ), MRI ( $\beta = -0.07$ ,  $p < 0.01$ ), 의사수( $\beta = -0.10$ ,  $p < 0.01$ ) 등이었다. 따라서 여성 환자가 많거나, 설립주체가 민간 병원일 경우 그리고 의사수와 병상당 MRI 보유대수가 높은 병원들의 병원 내 사망률이 상대적으로 낮은 것으로 볼 수 있다. 그 밖에 상급종합병원의 병원 내 사망률에 비교해 볼 때 병원급은 별 차이가 없는 것으로 나타났으나 종합병원은 상대적으로 사망률이 높은 것으로 나타났고, 병원의 소재지에 따른 지역적 차이를 서울, 광역시, 시도로 구분하여 비교한 결과는 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 6은 병원종별, 중증도 수준, 간호사당 재원환자 수준, 간호 인력에서 간호조무사의 비율 수준 등 병원의 특성에 따라 연구대상 병원을 3개의 집단으로 분류하여 동일한 모형을 가지고 회귀분석을 실시한 결과이다. 먼저 병원종별 비교를 보면 상급종합병원에서는 간호사당 환자 수와 간호조무사 비율 모두 유의하지 않았다. 그러나 종합병원과 병원급에서는 간호사당 환자 수(종합병원  $\beta = 0.12$ ,  $p < 0.01$ , 병

**Table 5.** Results of regression analysis on the factors affecting on hospital death rate

| Independent variable | Unstandardized coefficients |       | Standardized coefficients | t-value | p-value |         |
|----------------------|-----------------------------|-------|---------------------------|---------|---------|---------|
|                      | B                           | SE    | Beta                      |         |         |         |
| (Constant)           | -1.40                       | 0.44  |                           | -3.19   | 0.001** |         |
| Age                  | 0.06                        | 0.00  | 0.25                      | 14.29   | 0.000** |         |
| Gender               | -1.38                       | 0.29  | -0.09                     | -4.78   | 0.000** |         |
| Severity             | 3.73                        | 0.31  | 0.22                      | 11.97   | 0.000** |         |
| ER-admission         | 0.41                        | 0.23  | 0.03                      | 1.81    | 0.07    |         |
| No. of beds          | 0.00                        | 0.00  | 0.05                      | 1.51    | 0.131   |         |
| Ownership            | Public (reference)          |       |                           |         |         |         |
|                      | Private                     | -1.02 | 0.14                      | -0.12   | -7.32   | 0.000** |
| Hospital type        | Tertiary (reference)        |       |                           |         |         |         |
|                      | General                     | 0.69  | 0.29                      | 0.12    | 2.39    | 0.017*  |
|                      | Local                       | 0.49  | 0.32                      | 0.09    | 1.54    | 0.123   |
| Location             | Rural area (reference)      |       |                           |         |         |         |
|                      | Seoul                       | 0.11  | 0.12                      | 0.02    | 0.94    | 0.347   |
|                      | Great city area             | 0.08  | 0.09                      | 0.01    | 0.85    | 0.396   |
| MRI                  | -28.50                      | 6.41  | -0.07                     | -4.45   | 0.000** |         |
| ICU                  | 12.25                       | 1.78  | 0.14                      | 6.90    | 0.000** |         |
| Outpatient           | 0.01                        | 0.02  | 0.01                      | 0.39    | 0.700   |         |
| Doctor               | 0.00                        | 0.00  | -0.10                     | -2.72   | 0.007** |         |
| Patients per nurse   | 0.06                        | 0.01  | 0.11                      | 4.76    | 0.000** |         |
| Nurse aid %          | 0.79                        | 0.29  | 0.05                      | 2.73    | 0.006** |         |

R=0.47, R<sup>2</sup>=0.22, Adj. R<sup>2</sup>=0.22  
 F (p)=59.98 (0.000)  
 Durbin-Watson=1.87  
 \*p<0.05, \*\*p<0.01.

SE, standard error; ER, emergency room; MRI, magnetic resonance imaging; ICU, intensive care units.

원  $\beta=0.12, p<0.01$ )와 간호조무사 비율(종합병원  $\beta=0.07, p<0.05$ , 병원  $\beta=0.04, p<0.05$ ) 모두 병원 내 사망률에 유의한 정(+)의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 한편 간호사당 재원환자수와 간호조무사 비율을 병원 종별로 비교할 때 상급종합병원이 두 변수 모두에서 가장 낮았고, 반면에 병원급은 두 변수 모두에서 가장 높게 나타났다.

연구대상 병원 환자의 중증도 분포를 고려하여 중증도 0인 병원(1,034개소), 0 보다 크며 0.129 이하인 병원(1,212개소) 그리고 0.129 보다 큰 병원(1,203개소)으로 나누어 비교한 결과 중증도가 높을수록 간호사당 재원환자 비율이 사망률에 미치는 영향이 커지는 경향을 보였다. 한편 간호조무사 비율은 중증도가 낮은 경우 사망률과 유의한 정의 관계( $\beta=0.08, p<0.05$ )를 보인 데 비하여 그 밖의 수준의 중증도에서는 영향력이 유의하지 않았다. 간호사당 재원환자 비율과 조무사 비율은 중증도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다.

간호사당 재원환자 비율을 기준으로 병원을 삼분하여 분석한 결과는 간호사당 재원환자 비율이 높은 집단(NPP> 4.36)에서 이 비율이 병원내 사망률과 유의한 관련이 있는 것으로 나타났으나 중간이나 낮은 비율의 집단에서는 유의한 영향력이 없었다. 조무사 비율은 세 집

단 모두에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 조무사 비율을 기준으로 3 집단으로 나누어 분석한 결과는 조무사 비율이 높은 집단(32% 이상)에서만 간호사당 재원환자 수 변수가 유의한 영향력( $\beta=0.15, p<0.01$ )을 보이고 있었다. 조무사 비율은 모든 조무사 비율 집단에서 유의하지 않았다.

## 고찰 및 결론

이 연구는 간호 인력의 특성이 환자의 건강 결과에 미치는 영향을 검증하고 이러한 영향력이 병원의 다양한 구조적 특성별로 어떠한 차이를 보이는가를 분석하여 간호 인력에 대한 병원의 투자 우선순위 마련을 위한 기본 정보를 제공할 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 환자의 건강결과에 영향을 미칠 수 있는 환자의 특성과 병원의 특성을 보정한 모형으로 간호 인력구성의 특성과 병원 내 사망률의 관계를 분석하였다. 분석결과 간호사 당 담당하는 환자수와 간호 인력 중 간호조무사 비율은 병원 내 사망률과 유의한 정의 관계를 갖는다는 결론을 내릴 수 있었다.

**Table 6.** Effect of nursing staff level on in-hospital death rate in different hospital characteristic groups

| Hospital characteristics | Class level  | Standard coefficient |         |             |         | Average patient nurse ratio | Nurse aid % | No. of cases |
|--------------------------|--|----------------------|---------|-------------|---------|-----------------------------|-------------|--------------|
|                          |  | Patient per nurses   |         | Nurse aid % |         |                             |             |              |
|                          |  | Beta                 | p-value | Beta        | p-value |                             |             |              |
| Hospital types           | Tertiary<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.14, F (p) = 2.94 (0.001)           | -0.16                | 0.169   | 0.01        | 0.954   | 1.20                        | 8.30        | 173          |
|                          | General<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.37, F (p) = 42.35 (0.000)           | 0.12                 | 0.001** | 0.07        | 0.035*  | 2.43                        | 16.60       | 1,003        |
|                          | Local<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.18, F (p) = 34.42 (0.000)             | 0.12                 | 0.001** | 0.04        | 0.042*  | 6.09                        | 30.22       | 2,275        |
| Severity (SV)            | SV = 0<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.11, F (p) = 9.83 (0.000)             | 0.12                 | 0.015*  | 0.08        | 0.024*  | 6.43                        | 29.49       | 1,034        |
|                          | 0 < SV ≤ 0.129<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.15, F (p) = 34.15 (0.000)    | 0.13                 | 0.001** | 0.01        | 0.727   | 4.27                        | 26.69       | 1,212        |
|                          | SV > 0.129<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.21, F (p) = 21.04 (0.000)        | 0.16                 | 0.001** | 0.04        | 0.317   | 3.88                        | 19.94       | 1,205        |
| Patients per nurse (NPP) | NPP ≤ 1.98<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.38, F (p) = 43.93 (0.000)        | 0.05                 | 0.056   | -0.03       | 0.258   | 1.33                        | 15.67       | 1,148        |
|                          | 1.98 < NPP ≤ 4.36<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.30, F (p) = 34.07 (0.000) | 0.00                 | 0.888   | 0.04        | 0.188   | 2.90                        | 23.70       | 1,147        |
|                          | NPP > 4.36<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.26, F (p) = 27.77 (0.000)        | 0.11                 | 0.005** | 0.05        | 0.067   | 5.48                        | 36.06       | 1,156        |
| Nurse aid % (NAP)        | NAP ≤ 15<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.29, F (p) = 30.74 (0.000)          | -0.05                | 0.166   | 0.00        | 0.870   | 2.40                        | 7.40        | 1,151        |
|                          | 15 < NAP ≤ 32<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.25, F (p) = 24.30 (0.000)     | -0.03                | 0.447   | 0.01        | 0.696   | 3.82                        | 22.69       | 1,150        |
|                          | NAP > 32<br>Adj. R <sup>2</sup> = 0.23, F (p) = 23.46 (0.000)          | 0.15                 | 0.001** | 0.02        | 0.513   | 8.12                        | 45.44       | 1,150        |

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01.

한편 이러한 관계는 병원이나 환자의 특성에 따라 그 유의성에 차이가 있을 것이라는 가설 하에 이 연구는 병원의 특성별로 집단을 분류하여 간호 인력의 특성과 병원 내 사망률 간 관계를 비교하였다. 병원 중별로 비교한 결과 상급종합병원에서는 간호사당 재원환자 수와 간호조무사 비율 모두 병원 내 사망률에 유의한 영향을 미치지 않은데 비하여 종합병원이나 병원에서는 두 변수 모두 유의한 양의 관계를 보였다. 즉 간호사당 담당 환자 수가 많거나 간호인력 중 간호조무사가 차지하는 비율이 높을 때 환자의 병원 내 사망률이 증가하는 결과를 보인 것이다. 한편 환자의 질환 중증도에 따라 분류하여 분석한 결과 간호사당 환자 수는 모든 수준의 중증도에서 병원 내 사망률과 유의한 정의 관련성을 보였고, 중증도가 높아질수록 그 영향력이 증가하는 것으로 나타났다. 간호조무사의 비율은 중증도가 가장 낮은 집단에서만 병원 내 사망률과 유의한 정의 관계를 보였다.

간호 인력의 수준에 따라 인력수준과 사망률의 관계가 다를 수 있다는 전제 하에 분석한 결과는 간호사당 환자 수가 가장 많은 집단에서만 간호사당 환자 수가 병원 내 사망률과 유의한 연관성을 보였고,

간호조무사 비율은 모든 간호사당 환자 수 집단에서 유의하지 않았다. 간호조무사 비율을 기준으로 나눈 집단 간 비교에서도 간호조무사 비율이 가장 높은 집단에서 간호사당 환자 수가 병원 내 사망에 유의한 영향을 미치고 있었고, 간호조무사 비율은 모든 집단에서 유의하지 않았다. 이러한 연구결과에 따른 이론적, 병원경영 실무적 함의를 논하면 다음과 같다.

본 연구의 연구결과에서 간호사당 환자 수나 간호인력 중 조무사 비율이 병원 내 사망률과 유의한 관계를 보인 것은 다양한 선행연구 [2,9,10]의 결과와 같은 결론이라 할 수 있다. 따라서 적정 수준의 간호사당 환자 수와 적정수준의 간호인력 기술수준은 간호사의 업무수행 과정에서 보다 효과적인 임상적 판단이나 환자관찰 업무를 수행하게 하여 예방 가능한 병원 내 사망을 감소시킨다고 할 수 있다. 이렇게 볼 때 적정 간호 인력 확보를 위한 의료정책이나 병원경영 정책은 타당하다고 볼 수 있다.

다음으로 간호 인력 수준 별 비교에서 간호 인력 수준이 상대적으로 열악한 경우 즉 간호사당 환자 수가 많다거나 간호인력 중 간호조

무사의 비율이 상대적으로 높은 경우에 간호사당 환자 수가 유의한 영향을 미쳤다는 점은 주목할 필요가 있다. 이러한 결과는 병원종별 비교 결과와 같은 맥락에서 고찰해 볼 수 있다. 분석결과에서 보는 바와 같이 상급종합병원은 간호사당 환자 수나 간호조무사 비율이 상대적으로 가장 낮은 집단이고 이 집단에서 두 독립변수는 병원 내 사망률에 유의한 영향을 미치지 않았다. 이에 비교하여 상대적으로 간호인력의 수준이 열악한 종합병원이나 병원급에서는 두 변수가 유의한 영향력을 보였다. 따라서 간호 인력의 수준이 높은 경우에는 두 변수가 유의한 영향을 미치지 않지만 어느 정도의 수준 이하가 되면 간호인력 수준의 차이가 병원 내 사망률에 유의한 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이렇게 볼 때 간호 인력의 수준이 병원 내 사망률에 미치는 영향은 일종의 역치를 갖는다고 할 수 있다.

간호인력 수준과 건강결과의 관계에서 나타나는 역치를 Dall et al. [23]은 간호 인력의 탄력도 개념으로 설명하고 있다. 즉 특정 병원에 간호사 한 명이 추가될 때 개선되는 환자건강수준은 증가하지만 각 서비스의 한계까지 때문에 그 증가 비율은 감소한다는 것이다. 따라서 이 역치의 수준은 증가되는 간호사 한 명의 환자건강수준 한계값이 0에 접근하는 수준으로 볼 수 있다. 한편 Twigg et al. [14]은 제공된 간호서비스 시간 중 정규간호사가 제공한 시간이 차지하는 비율로 측정된 간호기술수준이 건강결과에 미치는 영향을 분석한 결과 기존 간호인력의 기술수준이 낮은 경우에 향상된 기술수준의 개선효과가 상대적으로 더 크다고 하였다. 또한 이를 근거로 88-90% 정도의 간호시간이 정규간호사에 의해서 수행되는 것을 간호 인력의 기술적 수준향상의 목표로 할 것을 제안한 바 있다. 또한 미국의 Institute of Medicine (IOM)에서도 병원의 간호인력 중 학사학위를 갖춘 간호사의 비율을 2020년도까지 전체인력의 80% 수준으로 증가시킬 것을 권고하고 있다[1].

이러한 결과로 볼 때 간호인력 관련 정책은 우선적으로 현재 열악한 상황에 있는 병원이 일정기준을 갖추도록 독려하는 데 중점을 둘 필요가 있는 것으로 보인다. 지금의 간호등급제는 모든 병원의 간호인력 수준의 일률적 향상을 추구하는 경향이 있으므로 향후 정책방향은 최소 기준을 상향조정하고 상대적으로 열악한 병원이 이러한 기준을 준수하도록 유도할 수 있는 인센티브를 제시할 필요가 있다. 즉 상대적으로 간호 인력의 수준이 낮은 병원에서 향상을 가져왔을 때와 어느 정도 수준을 갖추고 있는 병원에서 향상을 가져왔을 때의 인센티브를 차별화하는 정책적 조정이 필요하다. 한편 간호 인력의 기술수준 관련으로는 간호조무사 자격신고제와 보수교육의 제도화 등의 현행 조치와 함께 간호사와 간호조무사의 업무내용에 대한 보다 명시적인 구분이 필요할 것으로 보인다. 간호사의 업무능력은 교육수준보다 경험치가 더 중요하다는 전통적 사고는 갈수록 복잡화하고 고도화되는 병원서비스 제공 환경에서는 적합하지 않기 때문이다.

다음으로 병원환자의 중증도 수준별 비교에서 간호사당 환자 수의 병원 내 사망에 대한 영향력이 중증도가 증가할수록 증가한 점 또한 시사점을 갖는다. 이러한 결과는 중증도가 증가하면서 업무량도 같이 증가[24]하므로 간호사 수의 환자건강 결과에 대한 상대적 영향력이 증가하기 때문으로 볼 수 있다. 이러한 결과는 간호사 수가 병원의 사망률에 미치는 영향을 중환자실과 일반병실 간에 비교한 연구에서 중환자실에서의 간호사 수의 수준이 미치는 영향이 더 크다고 한 West et al. [25]의 연구와도 유사한 결과이다. 따라서 병원은 중증도가 높은 환자집단을 간호하는 부서를 대상으로 우선적인 간호인력 수준의 향상을 추구할 필요가 있다.

이 연구의 제한점을 언급하면 다음과 같다. 먼저 분석수준을 병원 수준으로 하여 수행한 점이다. 병원 수준에서의 분석도 병원 전체의 특성을 고려한 연구결과로서 의미가 있지만 병원 안에서도 부서에 따라 간호 인력 수준의 차이가 다양하다. 이러한 한계점을 최소화하기 위하여 이 연구는 병원특성별 집단을 비교하므로 보다 유사한 조건을 갖는 병원 간 비교를 시도하였으나 연구결과의 일반화는 한계가 있다. 다음으로 간호 인력의 질적, 양적 수준 이외에 병원 별 간호사의 업무만족도, 팀워크, 간호사 이직률 등 업무환경 부분이 고려되지 않은 점이다. 간호사의 업무환경은 다양한 선행연구에서 간호 인력의 업무성과에 영향을 미치는 중요한 요인으로 지목되고 있는데도 불구하고 이 연구는 자료의 한계로 이러한 요인을 모형에 반영하지 못하였다. 또한 종속변수로 병원 내 사망률을 적용한 점도 언급할 필요가 있다. 병원 내 사망률 보다는 간호행위에 보다 민감한 변수 예를 들면, 투약오류, 낙상, 폐렴, 감염, 욕창 등 다양한 종속변수를 적용하였다면 보다 명확한 연구결과를 제시할 수 있었을 것으로 보인다. 마지막으로 본 연구에서 사용된 자료가 다소 시간이 경과한 자료인 점을 연구의 한계점으로 언급할 필요가 있다. 간호 인력의 특성과 업무성과의 관계를 분석하는 연구문제를 고려할 때 자료의 현재성이 연구결과에 중대한 영향을 미친다고 볼 수는 없지만 최근의 상황 반영에는 미흡할 수 있다.

## REFERENCES

1. Institute of Medicine. The future of nursing: leading change, advancing health. Washington, DC: National Academies Press; 2011.
2. Aiken LH, Cimiotti JP, Sloane DM, Smith HL, Flynn LF, Neff DF. Effects of nurse staffing and nurse education on patient deaths in hospitals with different nurse work environments. *Med Care* 2011;49:1047-1053.
3. Needleman J, Buerhaus P, Pankratz S, Leibson CL, Stevens SR, Harris M. Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *N Engl J Med*. 2011;

- 364:1037-1045.
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;46:1092-1101.
  5. Cho SJ, Lee H, Oh JY, Kim JH. Determinants of registered nurse skill mix & staffing level in Korea. *J Korean Acad Nurs Adm* 2014;20(1): 10-21 (Korean).
  6. Luettel D, Beaumont K, Healey F. Recognising and responding appropriately to early signs of deterioration in hospitalised patients. London National Patient Safety Agency; 2007. Cited from Griffiths P, Jones S, Bottle A. Is “failure to rescue” derived from administrative data in England a nurse sensitive patient safety indicator for surgical care? Observational study. *Int J Nurs Stud* 2013;50:292-300.
  7. Kalisch BJ, Landstrom GL, Hinshaw AS. Missed nursing care: a concept analysis. *J Adv Nurs* 2009;65(7):1509-1517.
  8. Griffiths P, Jones S, Bottle A. Is “failure to rescue” derived from administrative data in England a nurse sensitive patient safety indicator for surgical care? Observational study. *Int J Nurs Stud* 2013;50:292-300.
  9. 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(12):1195-1204.
  10. Needleman J. Is what’s good for the patient good for the hospital? Aligning incentive and the business case for nursing. *Policy Polit Nurs Pract* 2008;9:80-87.
  11. Chung YH. Nurse staffing levels and days of stay. *Health and Welfare Policy Forum* 2013;Nov:87-100.
  12. Aiken LH, Clarke SP, Sloane DM, Sochalski J, Silber JH, Jeffrey H, et al. Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout and job dissatisfaction. *JAMA* 2002;288:1987-1993.
  13. Aiken LH, Clarke SP, Cheung RB, Sloane DM, Silber JH. Educational levels of hospital nurses and surgical patient mortality. *JAMA* 2003; 290:1617-1623.
  14. Twigg D, Duffield C, Bremner A, Rapley P, Finn J. Impact of skill mix variations on patient outcomes following implementation of nursing hours per patient day staffing: a retrospective study. *J Adv Nurs* 2012;68(12): 2710-2718.
  15. Doh SR, Chang YS, Sohn CK, Shin ES, Kim EJ, Chun JH. Year 2011 Patients Survey. Seoul: Institute of Health and Social Affairs; 2012, p. 14-15 (Korean).
  16. Aiken LH, Sloane DM, Bruyneel L, Heede K, Sermeus W. Nurses’ reports of working conditions and hospital quality of care in 12 countries in Europe. *Int J Nurs Stud* 2013;50(2):143-153.
  17. Blegen MA, Goode CJ, Park SH, Vaughn T, Spetz J. Baccalaureate education in nursing and patient outcomes. *J Nurs Admin* 2013;43(2):89-94.
  18. Cho EH, Chin DL, Kim SH, Hong OS. The relationships of nurse staffing level and work environment with patient adverse events. *J Nurs Scholarship* 2016;48(1):74-82.
  19. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987;40(5):373-383.
  20. Youn KI. Effects of surgery volume on in hospital mortality of cancer patients in general hospitals. *Health Policy Manag* 2014;24(3):271-283 (Korean).
  21. Birkmeyer JD, Siewers AE, Finlayson EV, Stukel TA, Lucas FL, Batista I. Hospital volume and surgical mortality in the United States. *N Engl J Med* 2002;346(15):1128-1137.
  22. Blegen MA, Goode CJ, Reed L. Nurse staffing and patient outcomes. *Nurs Res* 1998;47(1):43-50.
  23. Dall TM, Chen TJ, Seifert RE, Maddox PJ, Hogan PF. The economic value of professional nursing. *Med Care* 2009;47(1):97-104.
  24. Pitkääho T, Partanen P, Miettinen M, Vehviläinen-Julkunen K. Non-linear relationships between nurse staffing and patients’ length of stay in acute care units: Bayesian dependence modelling. *J Adv Nurs* 2015;71(2):458-473.
  25. West E, Barron DN, Harrison D, Rafferty AM, Rowan K, Sanderson C. Nurse staffing, medical staffing and mortality in intensive care: an observational study. *Int J Nurs Stud* 2014;51:781-794.