

간호진단-간호결과-간호중재 연계를 이용한 내외과계 간호단위 간호정보시스템 구축 및 적용

고 은¹ · 소향숙²

남부대학교 간호학과¹, 전남대학교 간호대학 · 간호과학연구소²

Construction and Application of Nursing Information System Using NANDA-NOC-NIC Linkage in Medical-Surgical Nursing Units

Ko, Eun¹ · So, Hyang-Sook²

¹Department of Nursing, Nambu University, Gwangju

²College of Nursing, Chonnam National University · CRINS, Gwangju, Korea

Purpose: The purpose of this study was to construct, develop, and apply a nursing information system (NIS) using NANDA-NOC-NIC linkage in medical-surgical nursing units. **Methods:** This study consisted of three phases which were the construction of the database, development of the NIS, and application of the NIS. To construct the database, a questionnaire and nursing record review by an expert group were used. Collected data were analyzed by the SPSS/WIN 13.0 program. **Results:** In first phase, the database was made up of 50 nursing diagnoses, 127 nursing outcomes and 300 nursing interventions. In the second phase, NIS was developed according to its flow diagram and then tested. In the third phase, the developed NIS was applied to 130 inpatients. Nursing diagnoses frequently used were acute pain, delayed surgical recovery, and deficient knowledge (specify). Nursing outcomes for a nursing diagnosis of 'acute pain' were identified as pain control, pain level and comfort level. Nursing interventions for the nursing outcome 'pain control' were pain management, patient controlled analgesia assistance and medication management. **Conclusion:** The results of this study will facilitate the use of the newly proposed NIS in nursing practice and provide a guideline for evidence-based nursing.

Key Words: Nursing diagnosis, Nursing outcome, Nursing intervention, Nursing information system

서론

1. 연구의 필요성

자율성을 지닌 전문직의 핵심 요소 중의 하나는 명확하게

정의된 지식체의 존재 유무이다. 간호는 학문의 발전을 위해 반드시 간호사가 무엇을 행하고, 타 전문직과의 다른 점이 무엇이며, 환자의 건강에 간호사가 어떤 공헌을 하는가에 대해 간호업무를 가시화시킬 수 있는 자료를 제시할 수 있어야 한다. 간호과정은 과학적인 지식에 근거한 체계적인 문제해결

주요어: 간호진단, 간호결과, 간호중재, 간호정보시스템

Corresponding author: So, Hyang-Sook

College of Nursing, Chonnam National University, 5 Hak 1-dong, Dong-gu, Gwangju 501-746, Korea.
Tel: +82-62-530-4930, Fax: +82-62-227-4009, E-mail: hssso@chonnam.ac.kr

- 본 논문은 제 1저자의 전남대학교 대학원 박사학위 논문의 일부를 발췌한 것임.
- This article is based on a part of the first author's doctoral thesis from Chonnam National University.
- 본 연구는 2006년 성인간호학회 연구지원사업의 일부 재정적 지원을 받아 시행되었음.
- This study was supported by the research fund of the Korean Society of Adult Nursing in 2006.

투고일: 2013년 2월 6일 / 수정일: 2013년 6월 25일 / 게재확정일: 2013년 8월 7일

과정으로, 간호과정의 적용은 간호실무의 과학화에 기여할 수 있다. 그러나, 간호과정에 대한 교육기회에 비해 임상에서 간호과정은 충분히 활용되지 못하고 있는 실정이다. 복잡한 추론과정을 사용하는 적용 단계의 복잡성과 시간 소요가 많은 점, 간호사의 업무량 과중과 인력의 부족, 간호사의 자신감 부족, 실무상황에서 적절한 기록양식의 미비 등이 간호과정 적용의 장애요인이 되고 있다(Kim, J. K., 2010; Kim, 2006).

간호정보시스템은 간호수행에 필요한 표준화된 환자정보를 관리하며 간호연구 및 교육을 간호실무에 연결하는데 필요한 정보를 적시에 수집, 이용, 저장, 검색, 교환할 수 있도록 하며 의사소통하는 컴퓨터 시스템이다(Manning & McConnell, 1997). 오늘날 간호사들이 사용하고 처리해야 하는 정보의 양은 폭발적으로 증가하고 있으며 정보의 신속한 공유가 어느 분야에서나 중요한 쟁점이 되고 있다. 따라서 효율적인 정보의 활용은 간호과학의 기틀을 강화하고, 간호실무를 향상시키는 원동력이 될 수 있다. 특히 간호과정 정보시스템은 간호사들의 간호업무를 표준화할 수 있고 효율적인 간호과정을 안내하는 지침이 될 수 있으므로(Yoo & Chi, 2001), 간호의 전문성 확립 및 간호의 질적 수준향상을 위해 필요하다.

표준화된 간호용어체계는 간호에 대한 풍부하고 의미있는 묘사가 가능하며 이 용어들로 하여금 근거기반 간호를 확인할 수 있게 한다(Lunney, Moorehead, Delaney, Welton, & Duffy, 2005). Iowa 대학 연구팀에서는 간호중재분류체계(Nursing Intervention Classification, NIC)와 간호결과분류체계(Nursing Outcome Classification, NOC)를 개발하고, 이를 북미간호진단협회(North American Nursing Diagnosis Association, NANDA)의 간호진단 각각에 대해 간호결과와 간호중재를 연계시켜 간호진단-간호결과-간호중재 연계(NANDA-NOC-NIC Linkage, NNN Linkage)를 제시하였다(Johnson et al., 2005). NNN 연계는 간호실무에 기반을 둔 새로운 패러다임으로 임상적인 의사결정에 유용한 지식을 제공할 수 있다. 임상실무에서 대상자 간호의 의사소통의 지침이 되며, 간호계획과 임상경로 개발에 유용하게 사용될 수 있고 간호효과와 간호실무 분석, 전산화 작업의 기초자료로 활용될 수 있으며(Johnson et al., 2005), 표준화된 간호의 준수 및 간호의 역량평가를 촉진할 수 있다(Scroggins, 2008). 하지만, NNN 연계는 전문가들의 추천에 의해 이루어진 체계이고 실제 간호사들의 행위에 따른 통계적 분석에 의한 결과가 아니고, 다양한 간호현장에서의 사용이 가능하도록 포괄적이고 광범위한 내용으로 구성되어 있어 반복적인 연구와 검토를 통해 이에 대한 적절성과 임상적 중요도를 확인하는 과정

이 필요하며(Lee & Choi, 2011; Park, 2006), 이러한 결과를 토대로 보다 용이하고 효과적인 활용을 기대할 수 있다(Kim, 2006).

지금까지의 NNN 연계를 활용한 국내·외 연구를 살펴보면, NNN 연계를 검증하고 타당성을 확인한 조사연구와 NNN 연계 전산화 프로그램을 개발한 연구로 나누어볼 수 있다. NNN 연계를 검증한 연구들은 복부수술(Yoo & Chi, 2001), 유방암(Ji & Ji, 2003), 척수손상(Hughes, 2003), 만성질환(Killeen, 2003), 감염관리(Lippens, 2003), 수술실(Beyea, 2003), 회복실(Cho & Kim, 2008), 내외과병동, 산부인과, 소아과, 정신과(Kim, J. K., 2010), 정형외과(Kim, M. J., 2010) 등의 다양한 영역에서 시도되었으나, 이러한 연구들은 간호사 설문조사나 간호기록지를 분석하는 방법으로 시행된 서술 조사연구가 대부분을 차지하였다. NNN 연계 전산화 프로그램을 개발한 연구들은 일반외과, 정형외과, 신경외과, 내과(Lee & Park, 2003), 정형외과(Kim, 2005), 내과계 중환자실(Park, 2010), 일반외과(Lee & Choi, 2011) 영역에서 시도되었으나, Johnson 등(2005)이 제안한 광범위한 NNN 연계 전체를 한글번안하여 데이터베이스로 구축하였기 때문에 임상적 중요도가 고려되지 않았고, 간호진단의 추상적인 용어가 그대로 사용되어 구체적인 간호기록이 어려웠으며, 전산화 프로그램 내에서 간호진단의 선택은 간호사의 임상경험이나 직관, 지식에 의존할 수 밖에 없었다는 제한점이 있었다.

이에 본 연구는 다양한 성인대상자가 입원하는 내외과계 간호단위에서 임상적 중요도를 고려하고, 간호사가 정확한 간호진단을 내릴 수 있도록 지원하는 NNN 연계 간호정보시스템을 구축하여 간호과정의 실무적용을 촉진하고, 간호의 지식체 구축 및 근거기반 간호실무 향상에 도움이 되고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 이용하여 내외과계 간호단위의 간호정보시스템을 구축함으로써 간호과정 적용을 촉진하고 나아가 근거기반 간호실무의 향상을 도모하기 위함이다. 각 단계별 구체적인 목적은 다음과 같다.

1) 데이터베이스 구축단계

- 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호진단을 확인한다.
- 확인된 간호진단에 따른 정의적 특성, 관련요인, 위험요인을 확인하여 간호사정진술문을 도출한다.

- 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호진단과 연계된 간호결과와 간호중재를 확인한다.
- 확인된 간호진단과 연계된 간호중재에 대한 간호활동을 확인하여 간호활동 진술문을 도출한다.

2) 간호정보시스템 개발 및 구현단계

- 내외과계 간호단위의 간호진단-간호결과-간호중재 연계 간호정보시스템을 개발하고 구현한다.

3) 간호정보시스템 적용단계

- 개발된 간호정보시스템을 적용하여 내외과계 입원 환자에게 사용된 간호진단, 간호결과, 간호중재를 확인한다.
- 개발된 간호정보시스템을 적용하여 내외과계 입원 환자에게 사용된 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 확인한다.

3. 용어정의

1) 간호진단

간호진단은 실제적, 잠재적 건강문제와 삶의 과정에 대한 개인, 가족 혹은 지역사회에 반응을 임상적으로 판단한 것(NANDA, 2007)이다. 본 연구에서는 NANDA에서 개발한 간호진단 중 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 선정된 간호진단을 말한다.

2) 간호사정 진술문

본 연구에서는 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 선정된 간호진단에 대한 정의적 특성, 관련요인, 위험요인을 의미하는 간호기록 진술문을 말한다.

3) 간호진단-간호결과-간호중재 연계(NANDA-NOC-NIC Linkage)

연계는 개념의 연관이나 직접적인 관계로 정의된다(Johnson et al., 2005). 본 연구에서는 Iowa대학 연구팀(Johnson et al., 2005)에서 개발한 간호진단-간호결과-간호중재 연계 중 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 선정된 간호진단과 연계된 간호결과-간호중재 연계를 말한다.

4) 간호활동 진술문

본 연구에서는 Bulechek, Butcher와 McCloskey (2007)의 간호중재분류에서 제시된 간호중재 중 내외과계 간호단위

입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 선정된 간호중재에 대한 간호활동을 의미하는 간호기록 진술문을 말한다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 내외과계 간호단위 입원 환자를 대상으로 간호과정의 전자무기록 적용을 위해 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 이용하여 데이터베이스를 구축한 후, 이를 토대로 간호정보시스템을 개발한 방법론적 연구이다.

2. 연구대상

1) 데이터베이스 구축단계

내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호진단을 확인하기 위해 G광역시 소재 C대학교병원의 18개 내외과계 간호단위에서 근무경력이 3년 이상인 간호사를 4명씩 무작위 추출하여 최종 72명을 대상으로 하였다. 내외과계 간호단위에서 적용도가 높은 간호진단에 대한 간호사정 진술문과 간호활동 진술문 도출을 위해 전문가 집단을 구성하여 2007년 3월부터 4월까지 입원한 환자 429명의 간호기록을 검토하였다.

2) 간호정보시스템 적용단계

데이터베이스 구축 후 간호정보시스템 적용을 위해서는 2007년 11월에 내외과계 간호단위에 입원한 환자 130명을 대상으로 하였다.

3. 연구도구

1) 간호진단 도구

간호진단 도구는 NANDA에서 개발한 간호진단을 기초로 하여(NANDA, 2007), C대학교병원의 18개 내외과계 간호단위에서 근무경력이 3년 이상인 간호사 72명에게 간호진단 적용도를 5점 Likert 척도로 표시하게 하였다.

2) 간호사정 진술문 도구

내외과계 간호단위에서 적용도가 높은 간호진단에 대한 정의적 특성, 관련요인, 위험요인은 NANDA (2007)를 기초로 하였으며, 내외과계 간호단위에 입원한 환자의 간호기록을 검토하였다.

3) 간호진단-간호결과-간호중재 연계(NANDA-NOC-NIC Linkage) 도구

간호진단-간호결과-간호중재 연계 도구는 Johnson 등 (2006)의 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 기초로 하여, 이를 Choi 등(2006)이 한국어로 번역한 내용을 사용하였다.

4) 간호활동 진술문 도구

Bulechek 등(2007)의 간호중재분류를 기초로 하여 내외과계 간호단위에서 적용도가 높은 간호중재에 대한 간호활동을 확인하고, 내외과계 간호단위에 입원한 환자의 간호기록을 검토하였다.

4. 자료수집과 윤리적 고려

G광역시 소재 C대학교병원 간호부와 전산실에 연구의 목적과 방법을 설명하고 동의를 얻은 후 시스템 개발수명주기(System development life cycle)에 따라 단계별로 연구를 진행하였다(Figure 1). 연구과정 중 수집된 환자의 간호기록과 관련된 자료는 이중잠금장치를 하여 연구대상병원 간호부에 안전하게 보관하였으며, 결과 분석 후 분쇄기를 이용하여 파괴하였다.

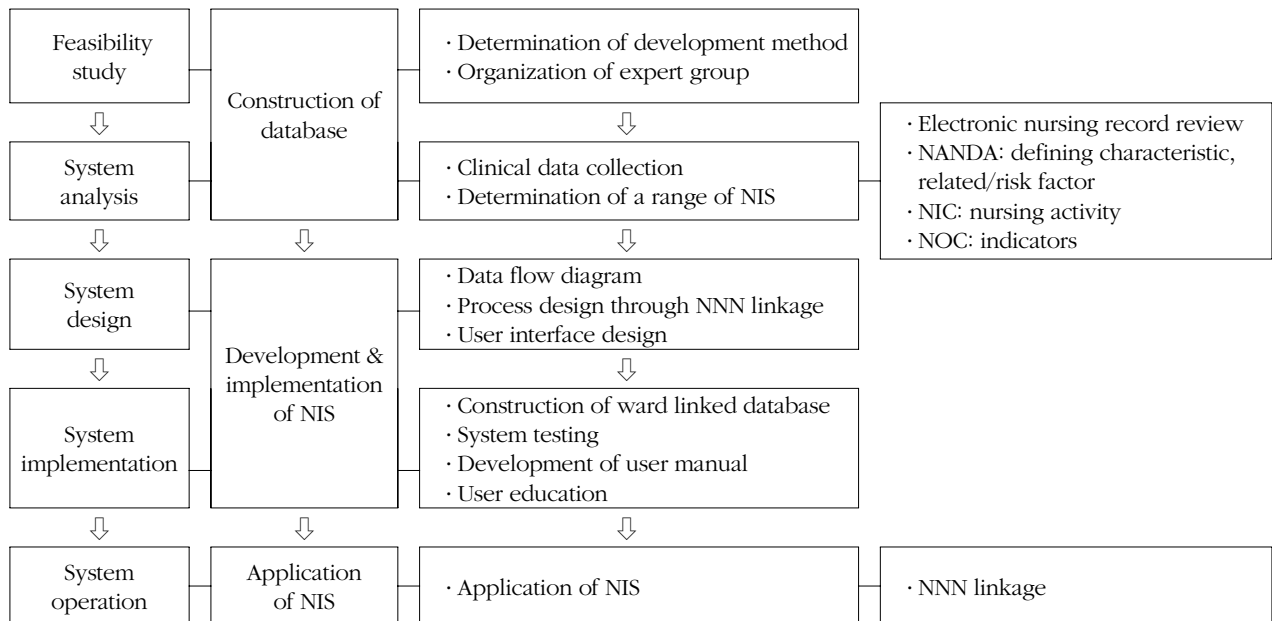
1) 데이터베이스 구축단계

(1) 간호진단 확인

내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호진단을 확인하기 위해 연구대상병원 18개 내외과계 간호단위에서 근무경력이 3년 이상인 간호사의 명단을 확보하였다. 각 병동별로 4명의 간호사를 무작위 추출하여 간호진단에 대한 내용타당도를 5점 Likert 척도로 측정하였다. Fehring (1986)의 기법을 적용하여 내용타당도지수(Index of Content Validity, CVI)가 .60 이상인 간호진단을 선택하였으며, Johnsons, Mass와 Moorhead (2000)의 .80 이상은 매우 높은 정도, .60 이상은 지지적인 정도로 제시한 것을 근거로 하였다.

(2) 간호사정 진술문 도출

선택된 간호진단에 대한 간호사정진술문 도출을 위해 전문가 집단을 구성하였다. 전문가집단은 내외과계 간호단위 근무경력이 15년 이상이며, 간호학 석사 학위 이상인 간호교육팀장 1명, 수간호사 6명과 근무경력이 5년 이상이며 성인간호학 실습지도 경력이 5년 이상인 성인간호학 교수 1명으로 구성되었다. 전문가 집단에서는 간호부로부터 2007년 3월부터 4월까지 내외과계 간호단위에 입원한 환자 429명의 명단을 받아 간호기록을 열람하였다. 자료수집도구를 통해 간호진단에 따른 정의적 특성, 관련요인, 위험요인을 의미하는 간호기록을



NIS=nursing information system; NOC=nursing outcomes classification; NIC=nursing interventions classification; NNN=NANDA-NOC-NIC.

Figure 1. Research procedure for the development of the nursing information system by system development life cycle.

확인하였다. 확인된 간호기록에 대해 전문가 집단에서 75% 이상의 합의가 이루어진 진술문을 간호사정 진술문으로 도출하였는데, 이는 전문가 집단의 100% 합의가 된 경우를 1의 가중치로 보았을 때 75% 이상의 합의는 .75 정도의 가중치를 가질 수 있기 때문에 지지적인 정도로 생각하였기 때문이다.

(3) 간호진단-간호결과-간호중재 연계 확인

Johnson 등(2006)의 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 기초로 하여, 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 확인된 간호진단과 연계된 간호결과와 간호중재를 확인한 후, Bulechek 등(2007)의 간호중재분류를 기초로 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호중재 중 간호진단과 연계되지 않는 간호중재를 확인하였다.

(4) 간호활동 진술문 도출

전문가 집단에서 2007년 3월부터 4월까지 내외과계 간호단위에 입원한 환자 429명의 명단을 받아 간호기록을 열람하였다. 자료수집도구를 통해 Bulechek 등(2007)의 간호중재분류를 기초로 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 것으로 선정된 간호중재에 대한 간호활동을 의미하는 간호기록을 확인하였다. 확인된 간호기록에 대해 전문가 집단에서 75% 이상의 합의가 이루어진 진술문을 간호활동 진술문으로 도출하였다.

2) 간호정보시스템 개발 및 구현단계

(1) 간호정보시스템 개발

간호정보시스템 개발은 자료의 흐름도를 작성하고 간호정보시스템의 메뉴 및 화면구성을 계획하여 연구대상병원 전산실에서 전자간호기록 업무를 담당하고 있는 3년 경력의 전문 프로그래머에게 의뢰하였다.

(2) 간호정보시스템 구현

개발된 간호정보시스템을 C대학교병원 처방전달 시스템에 적용하고, 간호정보시스템의 개발과정 및 사용방법에 대한 사용자 교육을 실시하였다. 교육은 연구대상 병원 대강당에서 18개 내외과계 간호단위에 근무하는 간호사를 대상으로 연구자와 전문가 집단에 소속되었던 간호교육팀장이 매회 1시간씩 2회에 걸쳐 시행하였다.

첫 번째 교육 후 2007년 10월 11일부터 14일까지 각 간호단위당 3명의 입원 환자를 대상으로 간호정보시스템을 시범 적용하여 시스템 오류 및 문제점을 파악하였다. 시범 적용기

간 동안 나타났던 오류는 간호사들이 근무시간 중 빠뜨린 기록을 추후 기록하려고 할 때 시간대별로 간호기록이 정리되지 않았던 점이였다. 제안된 수정 사항으로는 이미 해결된 간호진단과 그렇지 않은 간호진단이 화면상 구분되어야 하며, 간호정보시스템에 데이터베이스화된 간호사정 진술문 및 간호활동 진술문과 간호사가 수기로 입력한 간호기록이 구별가능하여야 하며, 각 간호단위별로 적용도가 높은 간호사정 진술문 및 간호활동 진술문을 묶음화하여 이용의 편리성을 높여야 한다는 점이였다. 시범적용 과정에서 발생한 오류를 해결하고, 제안된 사항을 수정하였다. 간호정보시스템 사용방법에 대한 매뉴얼을 각 간호단위에 배부하고, 두 번째 교육을 1시간 동안 시행하였다.

3) 간호정보시스템 적용단계

개발된 간호진단-간호결과-간호중재 연계를 이용한 간호정보시스템을 18개 내외과계 간호단위에서 2007년 11월동안 130명의 입원 환자에게 적용하였다.

5. 자료분석

자료는 SPSS/WIN 13.0 프로그램을 이용하여 실수와 백분율로 분석하였다. 내용타당도 지수를 확인하기 위해 5점 Likert scale 각각에 대해 5점은 1, 4점은 0.75, 3점은 0.5, 2점은 0.25, 1점은 0으로 가중치를 적용하는 Fehring (1986)의 방법을 적용하였다.

연구결과

1. 데이터베이스 구축

1) 간호진단

내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호진단의 내용타당도를 Fehring (1986) 기법으로 분석하여 CVI가 .60 이상인 50개의 간호진단을 선택하였다. CVI가 .80 이상인 간호진단은 급성 통증(.87), 낙상 위험성(.85), 오심(.85), 변비(.83), 설사(.81), 고체온(.81), 감염 위험성(.81), 영양불균형: 영양부족(.80), 배뇨장애(.80), 만성통증(.80)이었다(Table 1).

2) 간호사정 진술문

50개의 간호진단에 대해 503개의 간호사정 진술문이 도출되었다. 예를 들어, 간호진단 급성통증에 대한 간호사정 진술

Table 1. Nursing Diagnoses for Database Construction

(N=72)

Domain	n	Nursing diagnosis	CVI
Comfort	3	Acute pain	.87
		Nausea	.85
		Chronic pain	.80
Nutrition	6	Imbalanced nutrition: less than body requirements	.80
		Impaired swallowing	.77
		Deficient fluid volume	.74
		Excess fluid volume	.72
		Risk for imbalanced fluid volume	.70
		Risk for deficient fluid volume	.69
Elimination and exchange	10	Constipation	.83
		Diarrhea	.81
		Impaired urinary elimination	.80
		Risk for constipation	.72
		Urinary retention	.71
		Impaired gas exchange	.70
		Reflex urinary incontinence	.68
		Urge urinary incontinence	.68
		Functional urinary incontinence	.67
		Bowel incontinence	.64
Activity/rest	13	Impaired walking	.75
		Self-care deficit: bathing/hygiene, dressing/grooming, feeding, toileting	.74
		Impaired bed mobility	.73
		Impaired spontaneous ventilation	.73
		Ineffective breathing pattern	.73
		Disturbed sleep pattern	.69
		Impaired physical mobility	.68
		Impaired wheelchair mobility	.66
		Fatigue	.65
		Activity intolerance	.62
		Delayed surgical recovery	.61
		Ineffective tissue perfusion	.60
		Decreased cardiac output	.60
Perception/cognition	4	Deficient knowledge (specify)	.72
		Acute confusion	.69
		Disturbed sensory perception (kinesthetic)	.62
		Impaired verbal communication	.62
Coping/stress tolerance	2	Anxiety	.70
		Fear	.61
Safety/protection	12	Risk for falls	.85
		Hyperthermia	.81
		Risk for infection	.81
		Risk for aspiration	.78
		Risk for injury	.78
		Impaired skin integrity	.73
		Ineffective thermoregulation	.73
		Risk for impaired skin integrity	.69
		Impaired tissue integrity	.68
		Ineffective airway clearance	.66
		Impaired oral mucous membrane	.66
		Noncompliance	.64

CVI=index of content validity.

문은 통증을 호소함, 통증이 있어 몸을 웅크리고 있음, 얼굴을 찡그리며 끔끔 앓고 있음 등이며, 간호진단 낙상의 위험성에 대한 간호사정진술문은 ()세 이상의 고령 환자임, 낙상위험도 구 평가결과() 점임, 기면상태임, 혼돈상태임 등이었다.

3) 간호진단-간호결과-간호중재 연계

내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 50개의 간호진단과 연계된 간호결과는 127개, 간호중재는 272개였다. Bulechek 등(2007)의 간호중재분류를 기초로 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호중재를 다시 검토한 결과 간호진단과 연계되지 않은 입원간호, 협진, 코드관리, 퇴원계획, 임종간호, 외출, 사후 간호, 전과외의를 포함한 8개의 간호중재가 확인되었다.

4) 간호활동 진술문

간호진단-간호결과와 연계된 272개의 간호중재와 연계되지 않은 8개의 간호중재에 대해 2,500개의 간호활동 진술문이 도출되었다. 예를 들어, 간호중재 기도관리에 대한 간호활동 진술문은 천천히 깊게 심호흡하도록 함, 효과적인 기침법을 교육함, 흉부물리요법을 시행함 등이며 간호중재 흡인예방에 대한 간호활동 진술문은 기도개방을 유지함, 기도흡인의 위험성을 설명함, 경관급식 시 흡인예방을 위한 방법을 교육함 등이었다.

2. 간호정보시스템 개발 및 구현

본 연구에서 개발된 간호진단-간호결과-간호중재 연계를

이용한 간호정보시스템의 화면은 다음과 같다(Figure 2). 간호사정 부분의 각 영역별로 간호사정진술문을 선택하면 이 대상자에게 적용 가능한 간호진단목록이 제시되고, 하나 이상의 간호진단을 선택한다. 선택된 간호진단과 연계된 간호결과와 간호중재를 선택하고, 각 간호중재에 대한 간호활동 진술문을 선택한다. 간호정보시스템에서 선택한 간호사정 진술문과 간호활동 진술문은 수정이 가능하고, 활력징후나 검사결과와 같이 실제 측정치를 기록해야 하는 경우에는 기록할 수 있도록 괄호로 처리하여 정확한 간호기록을 할 수 있도록 구성하였다.

3. 간호정보시스템 적용

1) 대상자의 일반적 특성

대상자의 성별은 남자 53.1%, 여자 46.9%였고, 연령은 60~69세가 22.3%, 50~59세가 20.0%, 40~49세가 17.7%의 순이었다. 입원기간은 1주 미만이 38.5%, 1주 이상 2주 미만이 46.9%였으며, 대상자의 55.4%가 수술을 받았다. 내과계 간호단위에 입원한 대상자는 45.4%였으며, 호흡기내과 8.5%, 소화기내과 5.4%, 심장내과 5.4%, 신경과 5.4%의 순이었다. 외과계 간호단위에 입원한 대상자는 54.6%였으며, 일반외과 13.9%, 신경외과 8.5%, 정형외과 6.9%의 순이었다 (Table 2).

2) 대상자에게 적용된 간호진단, 간호결과, 간호중재

간호정보시스템에 구축된 50개의 간호진단 중 대상자에게 적용된 간호진단은 41개였고, 사용횟수는 1,650회였다. 적용빈도가 높게 나타난 8개의 간호진단은 급성통증 193회

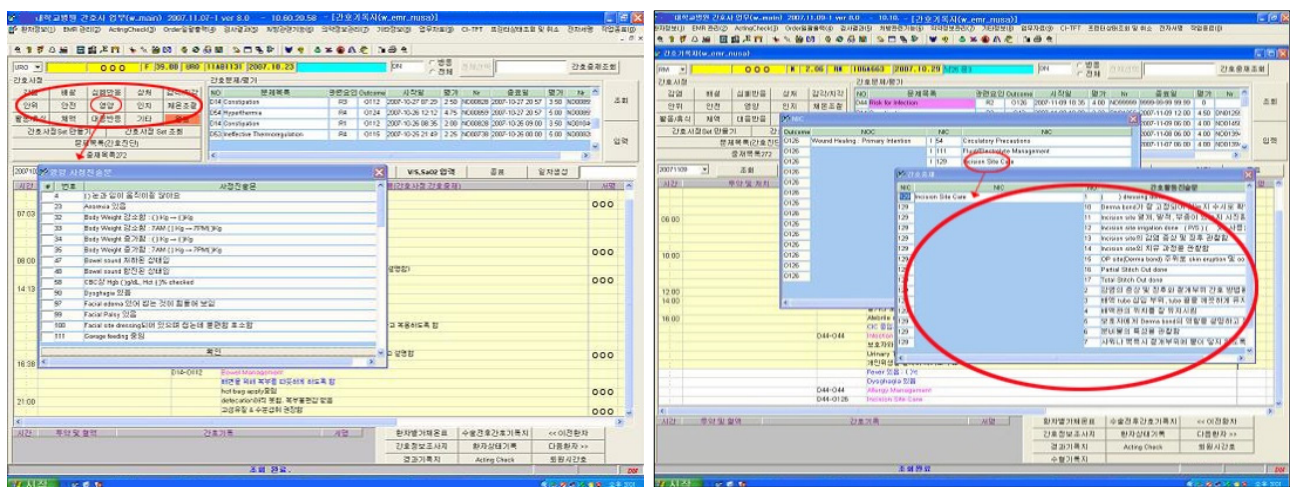


Figure 2. Image of the screen for the nursing information system using NANDA-NOC-NIC linkage.

Table 2. General Characteristics of the Inpatients used in the Nursing Information System

(N=130)

Characteristics	Categories	n (%)	
Gender	Male	69 (53.1)	
	Female	61 (46.9)	
Age (year)	20~29	15 (11.5)	
	30~39	16 (12.3)	
	40~49	23 (17.7)	
	50~59	26 (20.0)	
	60~69	29 (22.3)	
	≥ 70	21 (16.2)	
Length of stay in hospital (week)	< 1	50 (38.5)	
	1~2	61 (46.9)	
	≥ 2	19 (14.6)	
Operation	Operate	72 (55.4)	
	Not operate	58 (44.6)	
Admission department	Internal medical unit	Division of pulmonology	11 (8.5)
		Division of gastroenterology	7 (5.4)
		Division of cardiology	7 (5.4)
		Department of neurology	7 (5.4)
		Division of nephrology	6 (4.6)
		Division of infection	6 (4.6)
		Division of endocrinology	5 (3.8)
		Division of allergy	4 (3.1)
		Rehabilitation medicine	4 (3.1)
		Division of rheumatology	2 (1.5)
	Surgical unit	General surgery (ES, HPBS, GES, VTS)	18 (13.9)
		Neurosurgery	11 (8.5)
		Orthopedic surgery	9 (6.9)
		Otorhinolaryngology	8 (6.2)
		Ophthalmology	6 (4.6)
		Thracic & cardiovascular surgery	5 (3.8)
		Plastic surgery	5 (3.8)
		Urology	5 (3.8)
		Gynecology	4 (3.1)

ES=endocrine surgery; HPBS=hepatopancreatic biliary surgery; GES=gastroenterological surgery; VTS=vascular transplantation surgery.

(11.7%), 수술 후 회복지연 160회(9.7%), 지식부족 141회(8.5%), 가스교환장애 99회(6.0%), 감염 위험성 85회(5.1%), 낙상 위험성 79회(4.8%), 피부통합성 장애 54회(3.3%), 고체온 54회(3.3%)의 순으로 나타났다.

간호정보시스템에 구축된 127개의 간호결과 중 대상자에게 적용된 간호결과는 104개였고, 사용횟수는 1,691회였다. 적용빈도가 높게 나타난 8개의 간호결과는 통증조절 129회(7.6%), 상처치유: 일차유합 88회(5.2%), 통증수준 85회(5.0%), 감염정도 84회(5.0%), 호흡상태:환기 60회(3.5%), 낙상예방 행위 58회(3.4%), 전해질과 산염기 균형 42회(2.5%), 조직 통합성: 피부와 점막 42회(2.5%)의 순으로 나타났다.

간호정보시스템에 구축된 280개의 간호중재 중 대상자에게 적용된 간호중재는 166개였고, 사용횟수는 1,780회였다.

적용빈도가 높게 나타난 8개의 간호중재는 통증관리 167회(9.4%), 낙상예방 93회(5.2%), 상처간호 88회(4.9%), 출혈예방 48회(2.7%), 고열치료 48회(2.7%), 신경학적 감시 42회(2.4%), 기도관리 41회(2.3%), 장관리 37회(2.1%)의 순으로 나타났다.

3) 대상자에게 적용된 간호진단-간호결과-간호중재 연계

대상자에게 적용된 간호진단 중 제 1순위에 해당하는 급성 통증과 연계된 간호결과는 통증조절 81회(42.0%), 통증수준 80회(41.4%), 안위수준 32회(16.6%)의 순이었다. 간호결과 통증조절과 연계된 간호중재는 통증관리가 가장 많이 사용되었고, 자가 진통조절장치 보조, 투약관리, 교육: 처방된 약물의 순이었다. 간호결과 통증수준과 연계된 간호중재에서도 통

증관리가 가장 많이 사용되었고, 열/냉 적용, 진통제 투약, 투약 : 근육주사의 순이었다. 간호결과 안위수준과 연계된 간호중재에서도 통증관리가 가장 많이 사용되었고, 투약관리, 투약의 순이었다(Table 3).

논 의

간호사들은 업무의 많은 시간을 간호기록 업무에 소요한다. 간호기록은 정보로서의 기능이 가능하고 간호사 간의 의사소통을 증진하며 간호수행을 평가하고 증진시킬 수 있으므로, 표준화된 용어를 이용한 간호기록 시스템의 확산은 앞으로 계속 확대될 전망이다. 이러한 시점에서 임상에서 간호과정 적용을 위한 간호진단, 간호결과, 간호중재를 연계한 간호정보시스템 구축은 간호전문직으로서 구성원 간의 의사소통을 체계화하고 과학화 할 수 있으리라 생각된다.

데이터베이스 구축을 위해 내외과계 간호단위에서 3년 이상 경력을 가진 72명의 간호사 설문조사를 통해 입원 환자에게 적용도가 높은 50개의 간호진단을 확인하였다. Lee와 Choi (2011)가 일반외과 병동 간호사 11명에게 내용타당도를 검증하여 평균평점 3.5 이상인 75개의 간호진단을 선정할 결과와는 차이가 있다. Park, Chung, Cho와 Kim (2013)은

산부인과 영역에서 전자의무기록(Electronic medical record, EMR)의 간호기록을 검토하여 27개의 간호진단을 추출하였는데 본 연구대상 병원에서는 간호기록 시 간호진단을 사용하지 않고 있어 간호기록을 검토하여 간호진단을 추출하는데 제한이 있었다. 간호사의 임상경험과 지식이 간호진단을 내리는 토대가 되며 EMR 간호기록 자료를 검토한 결과 간호진단 진술의 오류가 있었다는 Park 등(2013)의 연구결과를 고려할 때 간호진단에 대한 교육과 노력이 필요하고, 간호진단에 익숙한 전문가 집단을 통한 간호진단의 확인이 내용타당도를 높일 수 있는 방법이 되리라 생각한다.

NNN 연계에 따라 확인된 50개의 간호진단과 연계된 간호중재, 간호결과를 확인한 후, Bulechek 등(2007)의 간호중재 분류를 기초로 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 간호중재를 다시 검토한 결과, 입원간호, 협진, 코드관리, 퇴원계획, 임종간호, 외출, 사후 간호, 전과의를 포함 8개의 간호중재는 내외과 간호단위에서 적용빈도가 높지만 NNN 연계에는 포함되지 않았음을 확인하였다. 이는 NNN 연계를 검증한 다른 연구와 차별화되는 점이며, 반복적인 연구와 검토를 통해 NNN 연계에 대한 적절성을 확인해야 한다는 Johnson 등(2005)의 주장을 지지한다고 본다. 하지만 확인된 8개의 간호중재를 간호진단과 간호결과와는 연계시키지 못한 것이

Table 3. NANDA-NOC-NIC Linkage used in the Nursing Information System: Acute Pain

Diagnosis	Outcome	n (%)	Intervention	n (%)
Acute pain	Pain control	81 (42.0)	Pain management	52 (26.0)
			Patient controlled analgesia assistance	16 (8.0)
			Medication management	8 (4.0)
			Teaching: prescribed medication	5 (2.5)
	Pain level	80 (41.4)	Pain management	31 (15.5)
			Heat/cold application	21 (10.5)
			Analgesic administration	10 (5.0)
			Medication administration: intramuscular	7 (3.5)
			Environmental management: comfort	4 (2.0)
			Positioning	3 (1.5)
			Anxiety reduction	2 (1.0)
			Medication administration: oral	2 (1.0)
			Medication management	2 (1.0)
			Splinting	2 (1.0)
			Medication administration: intravenous	1 (0.5)
			Medication prescribing	1 (0.5)
	Comfort level	32 (16.6)	Pain management	18 (9.0)
			Medication management	8 (4.0)
			Medication administration	5 (2.5)
			Environmental management: comfort	1 (0.5)
			Sedation management	1 (0.5)

본 연구의 제한점이며, 이러한 결과를 기반으로 새로운 NNN 연계를 구축하고 검증해야 할 필요가 있으리라 생각된다.

간호진단은 추상적인 수준의 언어이며, 이를 구체적으로 표현하기 위해 관련요인, 특성 등을 텍스트로 제시하고 있다. 그러나 텍스트 기반의 관련요인 및 특성은 상황에 따라 다르게 표현이 가능하여 전산화 될 경우 대부분 누락되거나 생략되어 정보로서의 의미를 잃게 된다(Park et al., 2013). 본 연구에서는 간호기록을 검토하여 간호진단의 관련요인, 특성과 관련된 간호 사정진술문을 도출하고, 실제 측정치를 기록할 있도록 구체적인 용어로 구성하였다. 이는 간호진단의 관련요인 및 특성의 텍스트 용어를 그대로 사용하여 전산화 프로그램을 개발한 Kim (2005), Lee와 Choi (2011), Lee와 Park (2003), Park (2010)의 연구와 차별화된다 하겠다.

본 연구결과 구축된 간호정보시스템은 간호사정 진술문-간호진단-간호결과-간호중재-간호활동 진술문의 흐름으로 구성되어, 간호진단-간호결과-간호중재의 자료흐름도로 구성된 Kim (2005)과 Lee와 Choi (2011) 등의 연구결과와는 차이가 있다. 간호과정은 전적으로 간호사에 의해 수행되어야 하며 간호과정에 능숙하지 않은 경우 전산화를 통한 간호의 질 향상을 기대하기 어렵고(Ji & Ji, 2003), 간호사의 임상경험이나 직관, 관습에 따라 간호진단을 선택해야 하므로 부정확한 간호진단의 선택은 불확실한 간호과정을 적용하는 출발점이 된다(Park et al., 2013). 본 연구결과 개발된 간호정보시스템은 간호사정 진술문을 선택하면 가능한 간호진단이 제시되도록 구성되어 간호사가 정확한 간호진단을 내리는데 도움이 될 수 있는 시스템을 구축하였다는 점이 다른 연구와 차별화 된다고 하겠다.

또한 간호정보시스템 내에서 간호단위별 주요한 간호사정 진술문 및 간호활동진술문을 묶음화 할 수 있는 기능을 추가하여 임상적용 시 소요되는 시간을 줄이고 효과적인 간호기록을 가능하게 하였다. 이는 간호사의 업무가 병동별로 특성을 지니고 있는 임상현실을 고려해 볼 때 간호사가 속해있는 병동에서 필요에 따라 표준진술문을 생성하고 관리하도록 함으로써 시스템의 융통성을 증가시킬 필요가 있으며, 각 간호단위의 특성을 고려한 프로그램이 개발되어질 때 간호과정의 임상적용을 촉진할 수 있다(Jung, 2003)는 결과를 지지한다.

NNN 연계를 이용한 간호정보시스템을 구축한 후 내외과 계 간호단위에 입원한 환자를 대상으로 간호정보시스템을 적용한 결과 적용빈도가 가장 높은 간호진단은 급성 통증이었다. 이는 복부수술 환자(Yom, Chi, & Yoo, 2002; Yoo & Chi, 2001), 정형외과 입원 환자(Kim, 2005), 일반외과, 정형

외과, 신경외과, 내과 입원 환자(Lee & Park, 2003), 암 환자(Jung, 2003)를 대상으로 한 연구들과 일치하는 결과이며 대부분의 입원 환자들의 가장 우선적인 간호문제가 통증으로 나타나 이에 대한 간호사의 사정과 중재가 중요함을 알 수 있었다. 본 연구에서 적용빈도가 두 번째로 높은 간호진단은 수술 후 회복 지연이었다. 이는 다른 연구결과와는 차이가 있으나, 연구대상자의 55.4%가 수술을 받았고, 연구대상 병원이 3차 의료기관으로 입원 환자의 중증도가 높았기 때문인 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 개발된 간호정보시스템은 정확한 간호진단을 선택할 수 있도록 지원하고 각각의 간호진단에 대한 정의를 확인할 수 있었기 때문인 것으로 생각된다. 간호진단 감염 위험성과 낙상 위험성의 적용빈도도 높았는데, 이는 간호사가 대상자의 실제적 건강문제 뿐만 아니라 잠재적 건강 문제에 대한 예방적 간호활동을 중요하게 인식하고 수행하고 있음을 보여주는 결과라 하겠다.

본 연구대상자에게 적용빈도가 높은 간호결과는 통증조절, 상처치유: 일차유합, 통증수준 등이었으며, 이는 일반외과 입원 환자(Lee & Choi, 2011)와 유방암 환자(Ji & Ji, 2003)에서 통증조절, 상처치유: 일차유합, 복부수술 환자(Yoo & Chi, 2001)에서 통증수준, 통증조절의 결과들과 일치하였다.

본 연구대상자에게 적용빈도가 높은 간호중재는 통증관리, 낙상예방, 상처간호, 출혈예방의 순이었다. 통증관리 간호중재의 적용빈도가 높은 것은 Kim (2005), Lee와 Choi (2011), Lee와 Park (2003), Yom 등(2002)의 연구와 일치된 결과이며 급성 통증에 대한 통증 조절이 활발하게 이루어졌음을 의미한다. 낙상예방 간호중재의 적용빈도가 높은 것은 본 연구대상자의 58.5%가 50세 이상이었고 환자의 안전을 간호의 중요한 부분으로 여기고 수행하고 있음을 의미한다. 또한 상처간호, 출혈예방의 간호중재는 수술이나 침습적 처치 후 이루어지는 주요 간호중재로, 이는 본 연구대상자의 55.4%가 수술을 받았고, 내과계 간호단위에 입원한 대상자라 할지라도 검사나 처치 등이 많이 시행되는 3차병원이라는 특성을 반영한 결과로 생각된다. 다른 연구결과와 비교해서 본 연구에서는 투약과 관련된 간호중재의 적용빈도가 높지 않았는데, 이는 실제 투약의 간호중재가 수행되지 않은 것이 아니라 본 연구대상 병원 시스템상 투약과 관련된 간호활동은 의사처방지에 간호사가 서명만 하고 있기 때문에 간호기록에서 누락된 결과를 초래한 것으로 생각된다. 투약은 중요한 간호활동이므로 의사처방지에 간호사가 서명을 하면 투약과 관련된 간호중재가 간호기록지에도 자동으로 입력되게 하여 간호사의 활동으로 가시화될 수 있도록 간호정보시스템이 보완되어야 할

것으로 생각된다. 반면, Shever, Titler, Dochterman, Fei와 Picone (2007)가 급성기 입원 환자에게서 적용빈도가 높은 간호중재로 감시, 식이단계를 보고한 결과와 본 연구결과와는 차이가 있었는데, 이는 실제 수행하고는 있지만 가시화되지 않는 간호활동을 구체적으로 잘 기록하지 못하는 한국의 임상 상황을 반영한 결과로 생각된다.

본 연구에서 적용빈도가 높은 간호진단 급성통증과 연계된 간호결과로는 통증조절, 통증수준의 적용빈도가 높았고, 이는 통증관리, 열/냉 요법, 자가진통조절장치의 보조, 투약관리, 진통제 투여의 간호중재와 연계되었다. 이는 간호결과 통증조절, 통증수준과 연계된 간호중재로 통증관리, 투약관리 등의 적용빈도가 높았던 다른 연구결과들을 지지한다(Kim, J. K., 2010; Lee & Choi, 2011). 또한 Johnson 등(2005)이 자가진통조절장치의 보조를 급성통증과 연계된 주요 간호중재로 제시한 결과를 지지한다. 네트워크 분석방법을 통해 중앙성이 높은 순서대로 간호진단과 간호중재를 연결한 Park (2006)의 연구결과 급성통증의 간호진단과 중앙성이 높은 간호중재는 통증관리, 불안감소, 수면돕기, 진통제 투여, 환경관리: 안위도모의 순이었다. 불안감소, 수면돕기, 환경관리: 안위도모의 간호중재는 본 연구결과와는 차이가 있었는데, 본 연구대상자의 질병의 중증도가 심각하여 신체적 측면의 간호에 더 초점을 둔 결과로 생각된다. 따라서 전인간호의 관점에서 대상자의 심리사회적 측면의 간호에도 관심을 가지고 이를 간호활동으로 기록하는 노력을 계속할 때 간호를 더욱 가시화할 수 있으리라 생각된다.

결론 및 제언

본 연구를 통하여 일 대학교병원 내외과계 간호단위에서 NNN 연계를 이용한 간호정보시스템이 구축되고 입원 환자 130명을 대상으로 적용된 결과는 다음과 같다. 내외과계 간호단위 입원 환자에게 적용도가 높은 50개의 간호진단이 확인되었고, 그에 대한 503개의 간호사정 진술문, 127개의 간호결과, 280개의 간호중재 그리고 2,500개의 간호활동 진술문이 도출되었다. 이를 바탕으로 간호사정 진술문-간호진단-간호결과-간호중재-간호활동 진술문으로 자료의 흐름도가 구성된 간호정보시스템을 구축하였고, 내외과계 간호단위에서 적용빈도가 높지만 NNN 연계가 되어있지 않은 8개의 간호중재를 확인하였다.

개발된 간호정보시스템을 내외과계 간호단위에 입원한 환자에게 적용한 결과 적용빈도가 가장 높은 간호진단은 급성통

증이었고, 이는 통증조절, 통증수준 및 안위수준의 간호결과와 연계되었으며, 통증조절과 연계된 간호중재는 통증관리, 자가진통조절장치 보조 및 투약관리의 순이었다. 이러한 간호정보시스템은 정확하고 체계적인 간호과정의 활용에 도움이 되며, 간호사의 임상 의사결정 능력을 향상시키고 근거기반 간호실무를 촉진할 수 있다.

본 연구결과를 토대로 각각의 간호단위별 간호대상자의 주요 간호진단-간호결과-간호중재의 연계를 비교하고, 간호정보시스템 내에서 기록된 간호활동에 대한 시간 및 간호수가 산출될 수 있는 데이터베이스 구축을 제언한다.

REFERENCES

- Beyea, S. C. (2003). Describing professional nursing through a universal record in perioperative settings. *International Journal of Nursing Knowledge*, 14(s4), 23.
- Bulechek, G., Butcher, H., & Dochterman, J. M. (2007). *Nursing interventions classification (NIC)* (5th ed.), St Louis: Mosby.
- Cho, E. J., & Kim, N. C. (2008). Validation of major nursing diagnosis-outcome-intervention (NANDA-NOC-NIC) linkage for adult surgery patients of post anesthetic care unit. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 14(3), 141- 151.
- Choi, S. H., Choi, B. H., Ji, H. R., Lee, E. J., Kim, H. S., & Park, M. J. (2006). *Standardized NANDA, NOC, NIC linkage*. Seoul: Hyunmoon.
- Fehring, R. J. (1986). *Validation diagnostic labels: Standardized methodology*. St Louis: Mosby.
- Hughes, R. (2003). The use of NANDA, NIC, and NOC in the identification and measurement of problems, interventions, and outcomes in spinal cord injury. *International Journal of Nursing Knowledge*, 14(s4), 18-19.
- Ji, M. K., & Ji, S. A. (2003). Linkages of nursing diagnoses, nursing intervention, and nursing outcome classification of breast cancer patients using nursing database. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 9, 651-661.
- Johnson, M., Bulechek, G., Dochterman, J. M., Maas, M., Moorhead, S., Swanson, E., et al. (2005). *NANDA, NOC, and NIC linkages: Nursing diagnoses, outcomes, & interventions* (2nd ed.), St. Louis: Mosby.
- Johnsons, M., Mass, M., & Moorhead, M. (2000). *Nursing Outcomes Classifications* (2nd ed.), St. Louis: Mosby.
- Jung, K. I. (2003). Development of the ICNP based cancer nursing information system. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 9(1), 21-24.
- Killeen, M. B. (2003). Comfort management as a proposed NIC, and validation of three NOCs for end-of-life and chronically ill patients. *International Journal of Nursing Knowledge*,

- 14(Supplement 4), 19.
- Kim, H. S. (2005). Development and application of a computerized nursing process program for orthopedic surgery inpatients-NANDA, NOC, and NIC linkage. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 35, 979-990.
- Kim, J. K. (2010). A study on nursing diagnoses, interventions, outcomes frequently used and linkage to NANDA-NOC-NIC in major nursing departments. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 16, 121-142.
- Kim, M. J. (2010). Analysis on military hospital nursing records by NANDA, NIC, NOC system. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 16, 73-85.
- Kim, P. J. (2006). *Application model of the nursing process to electric medical records for cardiodiovascular patients*. Unpublished doctoral dissertation, Yonsei University, Seoul.
- Lee, E. J., & Choi, S. H. (2011). Identification of nursing diagnosis-outcome-intervention (NANDA-NOC-NIC) linkage in surgical nursing unit. *Korean Journal of Adult Nursing*, 23, 180-188.
- Lee, E. J., & Park, H. J. (2003). Development and application of the computerized nursing process program using nursing diagnoses-outcome-intervention linkage. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 9(Suppl 1), 107.
- Lippens, B. (2003). Use of NANDA, NIC, and NOC in infection control. *International Journal of Nursing Knowledge*, 14 (Suppl 4), 20.
- Lunney, M., Delaney, C., Duffy, M., Moorhead, S., & Welton, J. (2005). Advocating for standardized nursing languages in electronic health records. *Journal of Nursing Administration*, 35(1), 1-3.
- Manning, J., & McConnell, E. A. (1997). Technology assessment: A framework for generation questions useful in evaluation nursing information systems. *Computers in Nursing*, 15(3), 141-146.
- North American Nursing Diagnosis Association. (2007). *Nursing diagnoses: Definitions & classification 2007-2008*. Philadelphia: NANDA International.
- Park, J. E., Chung, K. A., Cho, H., & Kim, H. S. (2013). Construction of the nursing diagnosis ontology in obstetric and gynecologic nursing unit using nursing process and SNOMED CT. *Korean Journal of Women Health Nursing*, 19(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.4069/kjwhn.2013.19.1.1>
- Park, M. J. (2010). *Identification of nursing diagnosis-outcome-intervention (NANDA-NOC-NIC) linkage in MICU inpatients*. Unpublished doctoral dissertation, Chonnam National University, Gwangju.
- Park, S. H. (2006). *Linkages of nursing diagnoses and nursing interventions for clinical decision support system*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Scroggins, L. M. (2008). The developmental processes for NANDA international nursing diagnoses. *International Journal of Nursing Knowledge*, 19, 57-64. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-618X.2008.00082.x>
- Shever, L. L., Titler, M., Dochterman, J., Fei, Q., & Picone, D. M. (2007). Patterns of nursing intervention use across 6 days of acute care hospitalization for three older patient populations. *International Journal of Nursing Knowledge*, 18, 18-29.
- Yom, Y. H., Chi, S. A., & Yoo, H. S. (2002). Application of nursing diagnoses, interventions and outcomes to patients undergoing abdominal surgery in Korea. *International Journal of Nursing Knowledge*, 13, 77-87.
- Yoo, H. S., & Chi, S. A. (2001). Construction of linkage database on nursing diagnoses, interventions, outcomes in abdominal surgery patients. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 7, 425-439.