

환자안전사고 보고서를 통한 간호사 투약오류 분석

구 미 지

양산부산대학교병원 적정관리팀 팀장

Analysis of Medication Errors of Nurses by Patient Safety Accident Reports

Koo, Mi Jee

Team Leader, Quality & Patient Safety Team, Pusan National University Yangsan Hospital

Purpose: The purpose of this study was to identify and analyze the characteristics of nurses' medication errors during three years. **Methods:** Retrospective survey study design was used to analyze medication errors by nurses among patient safety accidents. Data were collected for three years from January, 2017 to December, 2019. Data were analyzed using frequency, percentage, χ^2 -test, and logistic regression with SPSS 26.0 program. **Results:** Of a total 677 medication errors, 40.6% were caused by nurses. Among the medication errors, near miss (n=154, 56.0%), intravenous bolus injection (n=170, 61.8%), wrong dose (n=102, 37.1%) and carelessness for repetitive work (n=98, 35.6%) were the most common. Medication errors differed by department, and nurses' career, and patient safety accident type. The results of the logistic regression analysis showed that the risk factors of adverse events were medication of fluids (OR=3.93, 95% CI: 1.26~12.27), insulin subcutaneous injection (OR=39.06, 95% CI: 4.58~333.18), and occurrence of extravasation/infiltration (OR=7.26, 95% CI: 1.85~28.53). **Conclusion:** The simplest and most effective way to prevent medication errors is to keep 5 right, and a differentiated education program according to department and nurse career is needed rather than general education programs. Hospital-level integrated interventions such as a medication barcode system or a team nursing method are also necessary.

Key words: Nurses, Medication errors

I. 서 론

1. 연구의 필요성

환자안전은 의료 분야의 모든 조직이 추구해야 할 목표 중 하나이다. 국내에서는 의료기관 인증평가가 보편화되면서 환자안전활동의 중요성이 더욱 강조되고 있다[1]. 그러나 병원에서 발생하는 위해사건을 분석한 연구에서 입원기간 동안 환자에게 발생한 위해사건은 9.2%였고, 그중 약 43.5%의 사건은 예방 가능한 것으로 보고되었다. 위해사고 중에서는 투약과 관련된 오류가 15.1%로 가장 많은 부분을 차지하는 것으로

나타났다[2].

간호사는 업무 특성상 24시간 환자 곁에서 간호를 제공하고, 그중 투약은 간호사 업무 중 가장 기본적이고 중요한 업무이며, 정확하고 안전한 약물 투여는 간호사의 중요한 책임으로 전문적인 지식을 바탕으로 안전하고 효과적으로 해야 한다[1].

투약오류는 병원 내에서 발생하는 오류 중 빈번하게 발생하지만 예방 가능한 오류로 분류되고 있다. 단계별로는 처방, 조제, 투여단계의 오류로 구분되는데, 그중 투여 단계의 오류에는 잘못된 환자, 약물, 용량, 용법 및 시간/빈도와 누락, 주사 부위 일혈/침윤 등이 있다[3]. 미국의 투약오류는 전체 오류 중 약 33.0%이고, 투약오류의 3분의 2 이상이 처방과 투여 단

주요어: 간호사, 투약오류

Corresponding author: Koo, Mi Jee

Pusan National University Yangsan Hospital, 20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea.
Tel: 82-55-360-1040, Fax: 82-55-360-1269, E-mail: worldofmiji@hanmail.net

* 본 연구는 2020년 양산부산대학교병원 학술연구비를 지원받아 진행한 연구임.

투고일: 2020년 9월 10일 / 심사외퇴일: 2021년 2월 4일 / 게재확정일: 2021년 2월 22일

계에서 발생하였다[4]. 우리나라에는 투약오류에 대한 공식적인 통계자료가 없으나 선행연구[4]에서 보고한 투약오류율은 21.3~75.2%로 발생 빈도가 적지 않음을 알 수 있다. 투약오류의 모든 과정 중에서 간호사에 의한 투약오류가 53.0%로 가장 많았는데, 간호사는 환자에게 약을 투여하는 마지막 단계의 역할을 수행하므로 오류의 위험성이 더욱 크다[2]. 간호사 투약오류와 관련된 요인은 임상경력, 개인 성격, 피로 등의 개인적 요인과 부서, 병동구조, 업무 부담 정도, 병동에서의 의사소통 등의 조직적 요인으로 나눌 수 있으며 그중 임상경력이 큰 영향을 미친다고 하였다[5,6].

투약오류는 환자에게 직접적인 피해와 고통을 주고, 입원기간 연장과 기존 질병의 악화를 초래하는 등의 문제를 일으킨다. 그러므로 투약오류는 발생했을 때 즉시 보고가 이루어져야 원인을 파악하고 조치를 취할 수 있으나 발생 건수에 비해 보고되지 않는 경우가 많아 적절한 조치가 늦어지거나 정확한 원인을 파악하기 힘들다[7]. 그러나 선행연구에서 실제 투약오류를 분석한 연구는 거의 없었고, 대부분 투약오류의 원인 분석, 환자안전 인식도, 투약오류 경험 또는 투약오류 보고 의도에 관한 설문조사연구들이었다[5,6,8,9]. 투약오류 경험에서도 환자에게 해가 직접 가해지지 않은 근접오류에 대한 조사연구가 많았고[6,8], 실제 환자에게 해가 가해진 위해나 적신호사건에 대한 연구는 찾아보기 힘들었다.

그러나 환자안전 보장 활동 중 이미 발생한 의료행위에 대한 오류나 과오의 보고는 투약오류에 대한 가치있는 정보를 제공하여 현재의 오류를 파악하고 개선함으로써 다음에 발생할 가능성이 있는 오류 등을 예방하는 데 있어 매우 중요하다[10]. 투약오류 보고율은 국내 12.8~63.2%, 국외 45.6~57.1% 정도이나 2016년 7월 29일 환자안전법이 시행되면서 오류 보고가 이전에 비해 활성화되었으므로 최근에는 투약오류의 최소 과반 이상은 보고된다고 예상된다[4,11]. 그러므로 최근의 투약오류를 분석해 본다면 오류의 특성, 원인 및 관련 요인을 파악할 수 있을 것이다. 특히 2021년 1월부터는 투약으로 인한 중대한 환자안전사고 발생 시 국가에 의무보고하도록 환자안전법이 개정되었으므로 투약으로 인한 위해나 적신호사건을 분석하여 예방전략을 세울 필요가 있다.

그러므로 최근 3년간의 간호사 투약오류를 분석하여 개선 활동을 위한 전략 마련 및 투약오류 예방의 시스템 구축이나 개선책을 마련하는 데 있어 기초자료로 활용할 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 환자안전사고보고서를 바탕으로 최근

3년간의 간호사 투약오류의 특성을 파악하고 분석하여 투약오류를 예방하고 개선 활동 전략을 마련하는 데 있다. 이를 위한 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 간호사에 의한 투약오류 특성을 파악한다.
- 2) 투약오류 관련 요인에 따른 투약오류 특성을 파악한다.
- 3) 환자안전사고 유형에 따른 투약오류 특성을 파악한다.
- 4) 환자안전사고 유형 중 위해사건의 위험요인을 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 2017년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 3년간 환자안전사고 보고 내용 중 간호사에 의한 투약오류를 분석하는 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

연구대상은 Y시에 소재한 P대학교병원에 입원했던 환자에게 발생한 환자안전사고 중 투약오류 보고서이다. 2017년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 환자안전사고 보고 총 4,071건 중 투약오류 보고는 총 677건이었고, 그중 의사, 약사 등 타직종을 제외하고 간호사 오류로 인한 보고서 275건을 분석대상으로 하였다. 투약오류는 근접오류, 위해사건을 조사하였고 적신호사건은 한 건도 없어 대상에서 제외하였다.

3. 용어정의

오류(error)는 계획된 일련의 정신적 혹은 물리적 행동들이 우연적인 요소가 개입하지 않은 상황에서 처음 의도한 결과를 달성하지 못하는 상황으로, 행위자가 의도하지 않았던 결과를 초래한 경우를 말한다[12]. 환자안전과 관련하여 오류는 근접오류, 위해사건 및 적신호사건으로 분류한다. 근접오류(near miss)는 발생하였으나 환자에게 도달하지 않은 사건 또는 환자에게 손상을 입히지는 않았으나 손상이 일어날 수 있는 사건이나 상황을 말한다[13]. 위해사건(adverse event, harmful incident)은 환자에게 위해를 일으킨 사건으로 의료 제공에 기인하여 환자에게 의도하지 않은 위해가 발생한 사건이다[12]. 구체적으로는, 투약사고, 낙상사고, 의로기기 이상 사례, 수혈 관련, 약물 유해 반응 및 기타 사고(수술, 시술, 마취, 진정, 검사, 분만, 진료, 간호행위, 환자의 자해, 화상, 진료 재료 오염 또는 손상, 자료 분실, 식이, 전산 장애 등)가 있다. 적신호

사건(sentinel event)은 진료 과정 중의 오류로 사망 또는 영구적인 장애 등 환자에게 결코 일어나지 말아야 할 중대한 손상이 발생한 경우를 말한다[13].

투약오류는 처방, 조제, 투여 단계의 오류로 구분되는데, 그 중 투여 단계의 오류에는 환자, 약물, 용량, 용법 및 시간/빈도 오류와 누락, 주사 부위 일혈/침윤 등이 해당된다[3,13]. 약물은 투여 경로에 따라 경구, 정맥, 근육, 피하, 설하, 경막 내, 점막 및 피부 투여로 분류되는데[3,13], 본 연구에서는 환자안전사고 보고서에 보고되지 않은 약물을 제외하고 경구약, 외용제, 정맥주사제, 수액 투여 및 인슐린 피하주사제로 분류하여 조사하였다.

간호사 투약오류와 관련된 요인은 임상경력, 개인 성격, 피로 등의 개인적 요인과 부서, 병동구조, 업무 부담 정도, 병동에서의 의사소통 등의 조직적 요인으로 나눌 수 있는데[5,6], 본 연구는 후향적 조사연구로 자료수집 시 포함되어 있는 개인적 요인의 임상경력과 조직적 요인의 부서 및 환자안전사고 유형을 조사하였다.

4. 자료수집방법

자료는 Y시에 소재한 P대학교병원에서 2017년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 3년간 환자안전사고 보고서에 보고된 자료가 수집되었다. 본 연구대상 병원의 환자안전사고 보고서는 국가 환자안전보고·학습시스템 형식에 따라 전산 보고 시스템으로 구성되어 있으며, 자료 내용은 본 연구자가 원본을 검토하여 분석하였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS/WIN (Version 26.0) 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의성은 양측검정 .05를 기준으로 판단하였고, 구체적인 제시 방법은 다음과 같다.

- 1) 투약오류 특성은 기술통계분석을 이용하여 제시하였다.
- 2) 투약오류 관련 특성에 대한 차이는 χ^2 -test로 확인하였다.
- 3) 투약오류 단변량 분석에서 유의한 변수를 투입하여 이분형 로지스틱 회귀분석(binary logistic regression)을 실시하였다. 로지스틱 회귀분석의 적합성은 Hosmer & Lemeshow 검정을 이용하여 확인하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 자료수집 전에 해당 병원의 직무개발 연구과제

로 선정되어 서면심의를 받은 후 연구윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(05-2020-013)을 받았다. 환자안전사고 보고서는 보고자의 임상경력 외 개인정보가 포함되지 않고 익명으로 보고되기 때문에 비밀보장이 가능하였다. 연구 종료 후 관련된 모든 문서와 정보는 잠금장치가 있는 장소에 3년간 보관 후 폐기하도록 하였다.

III. 연구결과

1. 투약오류 특성

2017년부터 2019년 3년 동안 환자안전사고 중 투약오류는 677건이었고, 처방, 조제, 운반 등의 타직종에 의한 오류를 제외하고 간호사에 의한 투약오류는 275건(40.6%)이었다. 간호사 투약오류 중 근접오류는 154건(56.0%), 위해사건은 121건(44.0%)이었다. 투약오류부서는 내과계 병동이 111건(40.4%)으로 가장 많았고 외과계 병동, 어린이 병동, 집중치료실/응급실, 수술실/회복실 순이었다. 사고 약물은 정맥주사제가 170건(61.8%)으로 과반 이상이었고 경구/외용제, 수액, 인슐린 피하주사제 순이었다. 처방은 전산 처방 및 정규 처방이 대부분이었다. 오류 형태는 잘못된 용량이 102건(37.1%)으로 가장 많았고, 잘못된 시간/빈도, 잘못된 환자, 누락, 잘못된 약품, 주사부위 일혈/침윤 순이었다. 사고 원인으로는 반복적인 업무에 대한 부주의가 98건(35.6%)으로 가장 많았고, 의사소통 문제(인수인계, 구두 처방), 약물에 대한 지식 및 훈련 부족, 동시에 2가지 이상 업무병행, 업무 과다 및 피로, 환자 이종 확인 미준수, 의사 처방 확인 미비 및 잘못된 해석 순이었다. 간호사 임상경력은 평균 1.94 ± 2.35 년이었고, 1년 미만이 106명(38.5%)으로 가장 많았다(Table 1).

2. 투약오류 관련 요인에 따른 투약오류 특성

1) 부서별 투약오류 특성

부서별 투약오류 특성은, 모든 부서에서 정맥주사제 오류가 가장 많았다. 다음으로 내과계 병동은 경구/외용제(26.1%), 외과계 병동은 인슐린 피하주사제(14.5%), 집중치료실/응급실은 경구약/외용제(19.4%), 어린이 병동은 수액 주입(30.2%) 오류가 많았다($p < .001$). 처방 종류는 모든 부서에서 전산 처방이 대부분이었으나 집중치료실/응급실과 수술실/회복실에서는 구두 처방이 각각 12.9%, 42.9%를 차지하였다($p < .001$). 오류 형태에서는 모든 부서에서 잘못된 용량이 가장 많았으나 수술실/회복실에서는 잘못된 약품이 57.1%로 가장

Table 1. Characteristics of Medication Errors

(N=275)

Characteristics	Categories	n (%) or M±SD	Range
Classification by patient safety	Near miss	154 (56.0)	
	Adverse event	121 (44.0)	
Department	Medical	111 (40.4)	
	Surgical	83 (30.2)	
	ICU/ER	31 (11.3)	
	Pediatric	43 (15.6)	
	OR/RR	7 (2.5)	
Drug	Oral/external medicine	52 (18.9)	
	Intravenous bolus Injection	170 (61.8)	
	Fluid infusion	33 (12.0)	
	Insulin subcutaneous injection	20 (7.3)	
Type of prescription	Computerized	263 (95.6)	
	Verbal	12 (4.4)	
Situation of prescription	Regular	204 (74.2)	
	Urgent	71 (25.8)	
Type	Wrong patient	41 (14.9)	
	Wrong drug	31 (11.3)	
	Wrong dose	102 (37.1)	
	Wrong time/frequency	51 (18.5)	
	Omission	34 (12.4)	
	Extravasation/infiltration	16 (5.8)	
Cause	Overwork, fatigue	19 (6.9)	
	Inadequate confirmation of doctor's prescription and misinterpretation	16 (5.8)	
	Non-compliance with patient double check	18 (6.5)	
	Lack of drug knowledge and training	46 (16.7)	
	Carelessness for repetitive work	98 (35.6)	
	Two or more tasks at the same time	30 (10.9)	
	Communication problems (handover, verbal order, etc)	48 (17.6)	
Nurse career (yr)		1.94±2.35	0.1~11
	< 1	106 (38.5)	
	1~< 3	100 (36.4)	
	≥ 3	69 (25.1)	

ICU=intensive care unit; ER=emergency room; OR=operating room; RR=recovery room.

많았다. 다음으로 내과계 병동은 잘못된 환자(22.5%), 외과계 병동은 잘못된 시간/빈도(22.9%), 집중치료실/응급실은 잘못된 시간/빈도(22.6%), 어린이 병동은 누락(25.6%), 수술실/회복실은 잘못된 용량(42.9%)이 많았다($p < .001$). 간호사 임상경력에서는 내과계 병동(35.1%), 외과계 병동(44.6%) 및 집중치료실/응급실(48.4%)은 1년 이상 3년 미만이 가장 많았고, 어린이 병동은 1년 미만(55.8%), 수술/회복실은 3년 이상(85.7%)이 가장 많았다($p < .001$). 부서별 처방 상황 및 사고 원인은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

2) 간호사 임상경력별 투약오류 특성

간호사 임상경력별 투약오류에서, 사고 약물은 모든 경력에서 정맥주사제가 가장 많았고, 다음으로 1년 미만은 수액주입(11.3%), 1년 이상 3년 미만(19.0%)과 3년 이상(33.3%)에서

는 경구/외용제가 많았다($p = .004$). 사고 원인으로는 모든 경력에서 '반복적인 업무에 대한 부주의'가 가장 많았고, 다음으로 1년 미만은 '약물에 대한 지식 및 훈련 부족'(27.4%)이, 1년 이상 3년 미만(18.0%)과 3년 이상(20.3%)에서는 '의사소통문제(인수인계, 구두 처방)'가 많았다($p = .008$). 간호사 임상경력별 처방 종류 및 상황, 오류 형태에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

3. 환자안전사고 유형별 투약오류 특성

환자안전사고 유형별 투약오류 특성을 살펴보았을 때, 근접오류, 위해사건 모두 정맥주사제가 가장 많았고, 다음으로 근접오류에서는 경구/외용제(21.4%), 위해사건에서는 수액주입 오류(20.7%)가 많았다($p < .001$). 오류 형태에서는 근접

Table 2. Characteristics of Medication Errors by Department

(N=275)

Characteristics	Categories	Medical	Surgical	ICU/ER	Pediatric	OR/RR	χ^2 (p)
		(n=111)	(n=83)	(n=31)	(n=43)	(n=7)	
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Drug	Oral/external medicine	29 (26.1)	11 (13.3)	6 (19.4)	5 (11.6)	1 (14.3)	37.20 ($<.001$)
	Intravenous bolus injection	62 (55.9)	56 (67.5)	21 (67.7)	25 (58.1)	6 (85.7)	
	Fluid infusion	15 (13.5)	4 (4.8)	1 (3.2)	13 (30.2)	0 (0.0)	
	Insulin subcutaneous injection	5 (4.5)	12 (14.5)	3 (9.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Type of prescription	Computerized	109 (98.2)	81 (97.6)	27 (87.1)	42 (97.7)	4 (57.1)	33.20 ($<.001$)
	Verbal	2 (1.8)	2 (2.4)	4 (12.9)	1 (2.3)	3 (42.9)	
Situation of prescription	Regular	83 (74.8)	64 (77.1)	18 (58.1)	35 (81.4)	4 (57.1)	6.83 (.145)
	Urgent	28 (25.2)	19 (22.9)	13 (41.9)	8 (18.6)	3 (42.9)	
Type	Wrong patient	25 (22.5)	12 (14.5)	0 (0.0)	4 (9.3)	0 (0.0)	52.94 ($<.001$)
	Wrong drug	13 (11.7)	13 (15.7)	1 (3.2)	0 (0.0)	4 (57.1)	
	Wrong dose	37 (33.3)	26 (31.3)	14 (45.2)	22 (51.2)	3 (42.9)	
	Wrong time/frequency	21 (18.9)	19 (22.9)	7 (22.6)	4 (9.3)	0 (0.0)	
	Omission	9 (8.1)	9 (10.8)	5 (16.1)	11 (25.6)	0 (0.0)	
	Extravasation/infiltration	6 (5.4)	4 (4.8)	4 (12.9)	2 (4.7)	0 (0.0)	
Cause	Overwork, fatigue	8 (7.2)	4 (4.8)	1 (3.2)	5 (11.6)	1 (14.3)	14.37 (.938)
	Inadequate confirmation of doctor's prescription and misinterpretation	6 (5.4)	6 (7.2)	2 (6.5)	1 (2.3)	1 (14.3)	
	Non-compliance with patient double check	8 (7.2)	5 (6.0)	1 (3.2)	4 (9.3)	0 (0.0)	
	Lack of drug knowledge and training	18 (16.2)	15 (18.1)	4 (12.9)	9 (20.9)	0 (0.0)	
	Carelessness for repetitive work	41 (36.9)	27 (32.5)	14 (45.2)	14 (32.6)	2 (28.6)	
	Two or more tasks at the same time	14 (12.6)	8 (9.6)	2 (6.5)	5 (11.6)	1 (14.3)	
	Communication problems (handover, verbal order, etc)	16 (14.4)	18 (21.7)	7 (22.6)	5 (11.6)	2 (28.6)	
Nurse career (yr)	< 1	35 (31.5)	33 (39.8)	13 (41.9)	24 (55.8)	1 (14.3)	33.31 ($<.001$)
	1~< 3	39 (35.1)	37 (44.6)	15 (48.4)	9 (20.9)	0 (0.0)	
	≥ 3	37 (33.3)	13 (15.7)	3 (9.7)	10 (23.3)	6 (85.7)	

ICU=intensive care unit; ER=emergency room; OR=operating room; RR=recovery room.

오류, 위해사건 모두 잘못된 용량으로 투약한 경우가 가장 많았고, 다음으로 근접오류에서는 잘못된 시간/빈도(23.4%), 위해사건에서는 잘못된 약품(12.4%)과 잘못된 시간/빈도(12.4%)가 많았다($p < .001$). 환자안전사고 유형별 부서, 처방 종류 및 상황, 사고 원인, 간호사 임상경력과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

4. 환자안전사고 유형 중 위해사건의 위험요인

투약오류 중 위해사건의 위험요인을 파악하기 위해 환자안전사고 유형별 투약오류 분석에서 유의한 차이를 보였던 사고 약물, 오류 형태를 독립변수로 투입하였고, 명목변수는 범주형 변수로 변환하였다. 종속변수는 근접오류군과 위해사건군으로 하여 이분형 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 본 회귀분석은 통계적으로 유의하였고($\chi^2=72.39, p < .001$), 설명력은 Nagelkerke 결정계수에 의해 31.0%로 나타났다. 분류정확도는 56.0%, 모형의 적합성은 Hosmer & Lemeshow 검정 결과

($\chi^2=6.53, p=.588$) 본 연구에서 제시된 모형은 잘 부합되는 것으로 나타났다.

위해사건의 위험요인으로는 사고 약물 중 수액 주입과 인슐린 피하주사제, 오류 유형에서는 주사부위 일혈/침윤으로 나타났다. 간호사 투약오류 중 위해사건의 발생위험은 수액을 주입하는 경우 경구/외용제에 비해 3.93배 높았으며(95% CI: 1.26~12.27), 인슐린을 피하주사하는 경우는 39.06배 높았다(95% CI: 4.58 ~333.18). 오류 유형에서는 주사부위 일혈/침윤이 잘못된 환자에게 투약하는 것보다 위해사건 발생위험이 7.26배 높았다(95% CI: 1.85~28.53)(Table 5).

IV. 논 의

본 연구는 최근 3년간 간호사의 투약오류 특성을 파악하기 위해 수행되었다.

투약오류 중 간호사에 의한 투약오류가 40.6%로 가장 많았고 이는 선행연구결과와도 유사하였다[2]. 사고 약물은 정맥

Table 3. Characteristics of Medication Errors by Nurse's Career

(N=275)

Characteristics	Categories	<1	1~<3	≥3	χ^2 (p)
		(n=106)	(n=100)	(n=69)	
		n (%)	n (%)	n (%)	
Drug	Oral/external medicine	10 (9.4)	19 (19.0)	23 (33.3)	19.04 (.004)
	Intravenous bolus injection	76 (71.7)	64 (64.0)	30 (43.5)	
	Fluid infusion	12 (11.3)	11 (11.0)	10 (14.5)	
	Insulin subcutaneous injection	8 (7.5)	6 (6.0)	6 (8.7)	
Type of prescription	Computerized	104 (98.1)	96 (96.0)	63 (91.3)	4.69 (.096)
	Verbal	2 (1.9)	4 (4.0)	6 (8.7)	
Situation of prescription	Regular	81 (76.4)	70 (70.0)	53 (76.8)	1.44 (.487)
	Urgent	25 (23.6)	30 (30.0)	16 (23.2)	
Type	Wrong patient	14 (13.2)	16 (16.0)	11 (15.9)	9.36 (.498)
	Wrong drug	8 (7.5)	13 (13.0)	10 (14.5)	
	Wrong dose	40 (37.7)	36 (36.0)	26 (37.7)	
	Wrong time/frequency	18 (17.0)	19 (19.0)	14 (20.3)	
	Omission	20 (18.9)	9 (9.0)	5 (7.2)	
	Extravasation/infiltration	6 (5.7)	7 (7.0)	3 (4.3)	
Cause	Overwork, fatigue	8 (7.5)	4 (4.0)	7 (10.1)	26.78 (.008)
	Inadequate confirmation of doctor's prescription and misinterpretation	3 (2.8)	9 (9.0)	4 (5.8)	
	Non-compliance with patient double check	7 (6.6)	9 (9.0)	2 (2.9)	
	Lack of drug knowledge and training	29 (27.4)	15 (15.0)	2 (2.9)	
	Carelessness for repetitive work	33 (31.1)	34 (34.0)	31 (44.9)	
	Two or more tasks at the same time	10 (9.4)	11 (11.0)	9 (13.0)	
	Communication problems (handover, verbal order, etc)	16 (15.1)	18 (18.0)	14 (20.3)	

주사제가 과반 이상이었고, 오류 형태는 잘못된 용량으로 투약하는 경우가 가장 많았다. 국외 보고에 의하면 투약오류 중 용량과 관련된 오류가 21.0%로 가장 많이 차지하여 본 연구결과와 유사하였다[14]. 일 연구에 따르면 바코드 시스템은 투약오류를 56.0%까지 감소시켰고[15], 투약 시간 관련 오류도 27.3% 감소시키는 것으로 나타났다[16]. 간호사의 바코드 시스템 활용 인식에서도 5점 만점에 4.54점으로 활용이 원활하게 이루어지고 있고 환자안전에도 도움이 된다고 인식하였다[17]. 바코드 시스템은 사용자 하여금 적극적인 활용을 유발하고 환자안전에도 도움이 되는 것으로 인식되며, 실제로 투약 시간 관련 오류나 투약 사고 위험을 감소시켜 투약오류와 관련된 피해와 비용을 줄일 수 있는 효과적인 시스템이므로 [17] 정확한 투약을 위해 도입이 절실하다. 간호사 평균 임상 경력은 1.94년이었고 1년 미만인 경우 투약오류가 38.5%로 가장 많았다. 임상간호사의 투약오류에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구[5]에서 임상경력이 투약오류에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 나타나 본 연구결과를 뒷받침하였고, 투약에 관한 경험의 부족이 투약오류의 영향요인이라는 연구결과와도 유사하였다[18]. 본 연구대상자 병원의 경우 업무시간 및 주 40시간 준수로 인해 부서별 컨퍼런스 및 간호사들의 실무

교육 기회가 점점 감소하는 것도 원인으로 생각된다. 직위가 높을수록, 근무경력이 많을수록 안전간호 활동을 더 잘하는 것으로 나타난 연구결과를 볼 때[19] 근무경력이 낮은 특히 신규간호사들에게는 안전간호 활동에 대한 개념과 필요성에 대한 교육이 더 많이 이루어져야 할 것이다. 신규간호사가 불충분한 지식을 가진 경우 특히 투약오류를 범할 가능성이 높으므로 약물의 지식 향상을 위한 교육이나 간호사의 투약 계산 능력을 검증하여 일정 수준을 유지시켜 줄 수 있는 교육 프로그램을 개발하여 운영한다면 투약오류를 감소시키는데 큰 역할을 할 것으로 생각된다.

부서별 투약오류의 특성은, 모든 부서에서 정맥주사제 투약오류가 가장 많았고, 다음으로 내과계 병동과 집중치료실/응급실은 경구/외용제, 외과계 병동은 인슐린 피하주사제, 어린이 병동은 수액 주입 투약오류가 많았다. 외과계 병동의 인슐린 피하주사제와 집중치료실/응급실의 경구/외용제 오류는 평소 잘 사용하지 않는 약물로 인한 사고로 약물에 대한 정보나 경험 부족으로 인한 사고의 가능성이 높다. 투약오류는 대부분 약물에 대한 지식 부족, 약물에 대한 정보 부족이 원인이라고 하였다[20]. 따라서 새로운 약물에 대한 정보를 주기적으로 병동에 제공하고 약물 관련 오류를 병원 내 의료인들이

Table 4. Characteristics of Medication Errors by the Type of Patient Safety Accident

(N=275)

Characteristics	Categories	Near miss	Adverse event	χ^2 (p)
		(n=154)	(n=121)	
		n (%)	n (%)	
Department	Medical	62 (40.3)	49 (40.5)	7.70 (.103)
	Surgical	51 (33.1)	32 (26.4)	
	ICU/ER	12 (7.8)	19 (15.7)	
	Pediatric	27 (17.5)	16 (13.2)	
	OR/RR	2 (1.3)	5 (4.1)	
Drug	Oral/external medicine	33 (21.4)	19 (15.7)	42.53 (< .001)
	Intravenous bolus injection	112 (72.7)	58 (47.9)	
	Fluid infusion	8 (5.2)	25 (20.7)	
	Insulin subcutaneous injection	1 (0.6)	19 (15.7)	
Type of prescription	Computerized	149 (96.8)	114 (94.2)	1.05 (.306)
	Verbal	5 (3.2)	7 (5.8)	
Situation of prescription	Regular	119 (77.3)	85 (70.2)	1.75 (.186)
	Urgent	35 (22.7)	36 (29.8)	
Type	Wrong patient	28 (18.2)	13 (10.7)	27.80 (< .001)
	Wrong drug	16 (10.4)	15 (12.4)	
	Wrong dose	42 (27.3)	60 (49.6)	
	Wrong time/frequency	36 (23.4)	15 (12.4)	
	Omission	27 (17.5)	7 (5.8)	
	Extravasation/infiltration	5 (3.2)	11 (9.1)	
Cause	Overwork, fatigue	12 (7.8)	7 (5.8)	2.52 (.866)
	Inadequate confirmation of doctor's prescription, misinterpretation	10 (6.5)	6 (5.0)	
	Non-compliance with patient double check	11 (7.1)	7 (5.8)	
	Lack of drug knowledge and training	23 (14.9)	23 (19.0)	
	Carelessness for repetitive work	54 (35.1)	44 (36.4)	
	Two or more tasks at the same time	19 (12.3)	11 (4.0)	
	Communication problems (handover, verbal order, etc)	25 (16.2)	23 (19.0)	
Nurse career (yr)	< 1	60 (39.0)	46 (38.0)	4.07 (.131)
	1~< 3	62 (40.3)	38 (31.4)	
	≥ 3	32 (20.7)	37 (30.6)	

ICU=intensive care unit; ER=emergency room; OR=operating room; RR=recovery room.

Table 5. Risk Factors of Adverse Events

Variables	Reference	B	SE	p	OR	95% CI		
						Lower	Upper	
Drug								
Intravenous bolus injection	Oral/external medicine	-0.05	0.37	.884	0.95	0.46	1.95	
Fluid infusion	Oral/external medicine	1.37	0.58	.019	3.93	1.26	12.27	
Insulin subcutaneous injection	Oral/external medicine	3.67	1.09	.001	39.06	4.58	333.18	
Type								
Wrong drug	Wrong patient	0.52	0.57	.361	1.69	0.55	5.20	
Wrong dose	Wrong patient	0.91	0.50	.068	2.47	0.93	6.55	
Wrong time/frequency	Wrong patient	-0.12	0.53	.823	0.89	0.31	2.51	
Omission	Wrong patient	-0.46	0.64	.473	0.63	0.18	2.21	
Extravasation/infiltration	Wrong patient	1.98	0.70	.005	7.26	1.85	28.53	

R²=0.31, Hosmer & Lemeshow test χ^2 =6.53, p=.588

SE=standard error; OR=odds ratio; CI=confidence interval.

함께 공유하여 투약오류 방지를 위한 전략을 수립하는 등 병원 조직 차원에서의 노력이 필요하며 이러한 노력이 궁극적으로 병원 내 안전분위기 향상에 도움이 될 것으로 생각한다. 어린이 병동의 수액 투약오류의 경우 소아 환자는 체중 대비 수액이 조금만 더 들어가도 수액 과다로 인한 사고로 이어질 수 있다는 것을 보여준다. 그러므로 소아 환자 수액은 가능하면 500mL 이하 수액을 사용하고 주입 시 의약품 주입 펌프를 사용해야 안전사고를 예방할 수 있을 것으로 생각된다. 처방 형태에서는 부서별로 전산 처방이 대부분이었으나 집중치료실/응급실과 수술실/회복실 등의 특수부서에서는 구두 처방이 많았다. 투약오류는 긴박한 투약 환경이나 불완전한 처방과 같이 간호사 외적인 요인이 원인이 되기도 하고, 응급 처방, 정규 처방 시간 외 투약 등이 원인이 되는 것으로 보고되고 있다 [20]. 따라서 투약오류를 간호사 개인의 문제로 처리하여 그 책임을 묻는 조직의 분위기 개선이 필요하며 [20], 투약오류 예방을 위한 투약오류 보고를 지속적으로 격려하고 보고서를 분석하여 조직 차원의 해결 방안을 찾는 노력을 이어가야 할 것이다.

간호사 임상경력에서는 병동 및 집중치료실/응급실은 1년 이상 3년 미만이가 가장 많았고, 어린이 병동은 1년 미만이고, 수술실/회복실은 3년 이상이 가장 많았다. 어린이 병동에 입원하는 환자는 대부분 소아로 약물 용량은 연령, 체중에 따라 성인과 다르게 계산되므로 신규간호사에게는 투약오류가 발생하기 쉬운 환경으로 여겨진다. 수술실/회복실은 경력간호사라고 해도 투약할 기회가 많지 않으므로 이 또한 투약오류가 발생할 가능성이 높아지는 환경일 것이다. 이처럼 부서에 따라 간호사 경력별 투약오류가 차이가 나므로 일반적인 약물 교육보다는 부서 특성에 따른 차별화된 약물 교육이 이루어져야 할 것이다. 간호사 임상경력별 투약오류에서, 사고 약물은 모든 경력에서 정맥주사제가 가장 많았고, 다음으로 1년 미만은 수액 주입, 1년 이상에서는 경구/외용제 오류가 많았다. 신규간호사의 투약오류 연구 [21]에서 투약오류 중 가장 많이 차지하는 것은 투약 시간을 지연시키는 것과 희석농도 및 희석액을 다르게 준비하는 경우로 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 경구약 및 외용제는 직접 투약하기보다는 대부분 환자나 보호자에게 전달하는 경우가 많고 그 과정에서 환자 이중확인 누락이나 오류의 가능성이 증가한다고 생각된다. 그러므로 경구약의 경우 환자에게 직접 전달하고 가능하면 간호사가 보는 앞에서 투약하여 간호사가 직접 관찰할 수 있도록 해야 할 것이다. 특히 본 연구대상 병원은 아직 기능식 간호(functional nursing) 방법을 하는 부서가 많아 주사약은 연차가 낮은 간호사가, 경구약은 연차가 높은 간호사가 주로 담당하고 있어

그에 따른 투약오류도 많이 발생하는 것으로 생각된다. 팀간호(team nursing) 방법이 도입된다면 간호사가 담당 환자의 투약을 포함한 모든 간호과정을 담당하게 되어 투약오류의 감소도 기대할 수 있다고 본다. 사고원인으로는 모든 경력에서 ‘반복적인 업무에 대한 부주의’가 가장 많았고, 다음으로 1년 미만 간호사는 ‘약물에 대한 지식 및 훈련 부족’, 1년 이상 3년 미만과 3년 이상 간호사에서는 ‘의사소통 문제(인수인계, 구두 처방)’가 많았다. 간호사의 투약오류와 관련된 문헌에서 개인적 요인으로 간호사의 약에 대한 지식, 임상경력, 피로, 주의산만 등을, 조직적 요인으로는 의료기관의 오류 보고 체계 및 의사소통, 간호사의 업무 부담, 부서, 업무 환경 등이 보고되었다 [5,6,22]. 개인적 특성인 주의성은 성실성, 조심성, 위험 민감도가 높을수록 투약오류 경험은 적고, 주의 부족이 높으면 투약오류 경험이 많은 것으로 나타났다 [6]. 병원 환경에서 개인이 오류를 범하는 이유는 업무를 잘 이해하지 못하였거나 피곤함, 스트레스, 반복적인 업무로 인한 지루함 등으로 주의력이 산만해지기 때문이다 [23]. 국내 연구를 살펴보면 투약오류의 원인은 피로, 스트레스, 수면 부족 및 인력 부족으로 인한 높은 업무 강도이며, 이러한 업무 부담이 업무 집중력을 저하시켜 투약 시 ‘5 right’를 확인하지 못하도록 한다고 하였다 [4,24]. 끊임없는 정신적 긴장과 정밀하고 정확하게 업무를 완수해야 하는 것에 대한 정신적인 압박 등이 개인의 업무 부담을 증가시키고 이러한 업무 부담이 유해한 사고들로 이어질 수 있다 [25]. 다른 연구에서도 투약오류의 대부분이 간호사의 실무 능력 부족, 전문적 지식 부족, 투약 지침의 불이행 등의 개인적 요인과 조직 안에서의 과중한 업무량과 긴박한 업무 환경이 업무 부담을 초래한다고 하였다 [26]. 따라서 업무 부담을 감소시키기 위해서는 수간호사 등 관리자 등이 병동의 간호인력을 충분히 확보해야 하고, 간호사가 투약 업무를 할 때 집중력이 저하되거나 주의력이 분산되지 않도록 투약과 관련된 병동의 물품을 잘 정돈하고, 다른 업무를 병행하지 않을 수 있는 환경 조성이 필요하다. 또한 간호사의 투약 관련 지식과 기술 함양을 위한 병원 내외의 교육을 강화하고, 동료나 상관, 타직종과의 의사소통을 향상시킬 수 있는 전략 개발이 필요하다.

환자안전사고 유형별 투약오류 특성을 살펴보았을 때, 근접오류, 위해사건 모두 정맥주사제가 가장 많았고, 다음으로 위해사건에서는 수액주입 오류가 많았다. 수액은 단독 투여보다 고농도 전해질이나 약물을 희석하여 주입하는 경우가 많고 본 연구대상 병원 특성상 소아 환자가 많아 과량 주입 시 위해사건으로 될 가능성이 높으므로 자주 순회하여 수액주입 속도를 확인하고 고위험 약물이나 중증 환자에게 수액 주입 시 수액조절기나 의약품 주입 펌프를 사용하도록 해야 수액으로 인

한 안전사고를 예방할 수 있을 것이다.

본 연구결과 투약오류 중 위해사건은 수액을 주입할 경우 3.93배, 인슐린을 피하주사할 경우 39.06배, 주사부위 일혈/침윤이 생긴 경우 7.26배 발생 위험이 더 높았다. 국외 연구에서 정맥을 통한 수액 주입과 관련된 투약오류는 전체 투약오류 중 55.0%를 차지하며 수액주입 속도 오류가 29.8%, 부정확한 수액량 계산이 26.5%로 나타났다[27]. 국내연구에서도 정맥 투여 속도가 부정확한 경우 28.0%, 과다한 용량투여 34.5% 등과 같은 수액 관련 오류가 있어[21] 본 연구결과를 뒷받침하였다. 특히 수액은 과다 주입될 경우 정맥염, 심부전, 폐부종, 부정맥 및 고칼륨혈증 등의 전해질 불균형의 심각한 합병증이 초래될 수 있기 때문에 더욱 주의해야 한다[27]. Kim 등[28]의 연구에서 투약오류와 관련되는 약물로는 인슐린, 헤파린, 아편계 진통제 및 염화칼륨 등이었고, 특히 인슐린과 헤파린은 투약 지식 교육의 요구도에서 높은 순위를 차지하는 약물로 조사되었다. 이 연구에서 고위험 약물을 투약하기 위해서는 지속적으로 최신 업무경향을 반영한 실무 교육과 반복 교육이 필요하다고 하였다[28]. 특히 인슐린의 경우 투약 빈도가 높고 종류가 다양하고 조금만 과용량이 들어가도 저혈당에 빠질 수 있는 고위험 약물이기 때문에 교육과 함께 항상 '5 right'가 더 철저히 이루어져야 한다. 주사부위 일혈/침윤은 조기 발견하지 못하면 피하조직의 손상과 심각한 괴사가 일어나고, 피부 손상이 심각한 경우에는 수술적 치료가 필요하고, 합병증이 지속될 경우에는 활동장애, 신경학적 손상이 일어나 장기간 관리가 필요하게 된다[29]. 이에 따라 입원기간 및 의료비용의 증가 등 경제적인 문제와 연관되고, 법적 문제도 발생할 수 있다. 주사부위 일혈/침윤의 발생 원인은 신체적, 기계적, 의료진 관련 및 약물적 요인으로 나누는데, 신체적 요인은 고령이나 소아 환자, 말초혈관질환과 같은 질병, 감각장애, 비만 및 인지 부족으로 인한 의사소통에 문제가 있는 경우[29,30], 기계적 요인으로는 카테터 크기, 금속바늘 사용, 드레싱 상태, 기계 주입, 혈관에 적합하지 않은 수액의 양이나 압력으로 주입하는 경우 발생 위험이 높다고 하였다[30]. 의료진 요인으로는 말초 정맥관 카테터 삽입 역량과 지식 부족이, 약제적 요인으로는 항암제, 혈관수축제, 고농도 전해질, 항생제, 고장성 수액 등이 있다. 특히 높은 삼투압으로 혈관 외로 누출된 수액이 세포 내에서 세포간질 공간으로 이동하면서 세포 기능을 방해하기 때문에 삼투압이 600mOsm/L 이상인 경우 발생위험이 높다[30]. 그러므로 혈관 손상으로 수액이나 약물이 혈관 외로 누출이 되는 것을 사정하기 위해서는 카테터 삽입 부위를 관찰할 수 있는 필름 형태의 관찰 창을 확보하여 카테터 삽입 부위의 지속적 사정과 평가가 이루어져야 할 것이다. 또한 삼투

압이 높은 수액이나 약물을 말초정맥관을 통해 주입할 경우 더욱 주의깊게 관찰해야 할 것이다.

본 연구에서 밝혀진 투약오류로 인한 위해사건의 위험요인을 고려할 때, 수액이나 인슐린을 투여하고 주사부위 일혈/침윤이 발생하면 위해사건이 될 가능성이 매우 높음을 인지하고 예방 및 대처하는 자세가 필요하다.

본 연구의 의의는 투약오류 경험이나 보고 의도에 관한 단순 조사연구가 아니라 실제 발생한 투약오류를 분석했다는 점이다. 특히 근접오류 뿐만 아니라 모든 투약오류를 확인했기 때문에 실무에서 더 나은 교육이나 중재에 활용할 수 있는 근거를 제시하였다고 생각한다. 그러나 본 연구는 자발적으로 보고한 투약오류를 후향적으로 분석했기 때문에 보고되지 않은 투약오류는 포함되지 않아 연구결과의 일반화에 무리가 있다. 그러므로 작은 근접오류까지 모두 보고할 수 있는 조직 차원의 시스템 개선과 임상 현장의 보고 문화를 변화시킬 수 있는 중재가 필요하다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 최근 3년간의 간호사 투약오류의 특성을 파악 및 분석하여 투약오류를 예방하고 개선 활동 전략을 마련하기 위해 시행되었다. 연구결과, 투약오류 중환자안전사고 유형은 근접오류, 사고 약물은 정맥주사제, 오류 형태는 잘못된 용량이 가장 많았다. 투약오류의 원인은 반복적인 업무에 의한 부주의 등의 개인적 요인과 의사소통 문제 등의 조직적 요인으로 나눌 수 있으나 투약오류를 예방할 수 있는 가장 간단하고 효과적인 방법은 기본적인 '5 right'를 지키는 것임을 다시 한번 확인하였다. 더불어 부서, 간호사 경력, 환자안전사고 유형에 따라 투약오류에 차이를 보이므로 일방적인 교육 전달이나 개선 활동보다는 부서 상황과 경력별 요구도에 맞는 차별화된 교육 프로그램 개발이 필요하다. 병원 차원에서는 투약오류를 예방할 수 있는 투약 바코드 시스템과 팀간호 방법 전환 등의 통합적 중재가 필요하다. 본 연구를 통해 투약오류 중 수액 주입, 인슐린 피하주사 및 주사부위 일혈/침윤의 발생이 위해사건의 위험요인임을 확인하였으므로 임상에서 간호사들이 특히 더 주의해야 할 것이며, 이상의 연구결과들이 투약오류를 예방하고 개선 활동 전략을 마련하는 데 도움이 될 것으로 기대한다.

본 연구결과를 토대로 다음과 같이 제언하고자 한다. 본 연구결과에 따른 투약오류 개선 활동에 대한 중재 연구가 필요하다. 더불어 간호사 경력 및 단계별 투약 교육 프로그램 개발을 제언한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

참고문헌

- Kim YS, Park KY. Nurses' awareness on healthcare accreditation, work overload, and professional self-concept and their influencing activities of patient safety management among nurses. *Journal of the Korean Data Analysis Society*. 2014;16(6B):3377-3392.
- de Veries EN, Ramrattan MA, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boormeester MA. The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *Quality & Safe in Health Care*. 2008;17(3):216-223. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.023622>
- Kim EK, Lee SY, Eom MR. DISC behavior pattern and medication error by nurses. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2013;19(1):28-38. <https://doi.org/10.1111/jkana.2013.19.1.28>
- Kim KS, Kwon SH, Kim JA, Cho SH. Nurses' perception of medication errors and their contributing factors in South Korea. *Journal of Nursing Management*. 2011;19(3):346-353. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2011.01249.x>
- Kim JK. The predictive factors of medication errors in clinical nurse [master's thesis]. Daegu: Kyungpook National University; 2019. p. 1-45.
- Park JH, Lee EN. Influencing factors and consequences of near miss experience in nurses' medication error. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2019;49(5):631-642. <https://doi.org/10.4040/jkan.2019.49.5.631>
- Kim EK, Kang MA, Kim HJ. Experience and perception on patient safety culture of employees in hospitals. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2007;13(3):321-334.
- Bae HG. Relationship of nurse's patient safety culture perception with experience of medication near miss [master's thesis]. Seongnam: Gachon University; 2019. p. 1-60.
- Bae JH, Kim J. How the organizational culture in nursing and nurses' communication styles influence the intention to report medication errors. *Korean Journal of Medical Ethics*. 2016;19(3):328-339. <https://doi.org/10.35301/ksme.2016.19.3.328>
- Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To err is human: Building a safer health system. Washington(DC): National Academies Press; 2000. p. 1-27.
- Lee YS, Ryu SY, Park J, Choi SW. The association safety climate and transformational leadership of head nurse with barrier to medication error reporting among nurses in a hospital. *Journal of Health Informatics and Statistics*. 2016;41(2):147-154. <https://doi.org/10.21032/jhis.2016.41.2.147>
- Reason J. Human error: Models and management. *British Medical Journal*. 2000;320:768-770. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>
- World Health Organization. Conceptual framework of the international classification for patient safety: Final technical report [Internet]. Version 1.1. Geneva: World Health Organization; 2009 [cited 2020 June 30]. Available from: http://www.who.int/patientsafety/taxonomy/icps_full_report.pdf.
- Pierson S, Hansen R, Greene S, Williams C, Akers R, Jonsson M, et al. Preventing medication errors in long-term care: Results and evaluation of a large scale web-based error reporting system. *Quality & Safety in Health Care*. 2007;16(4):297-302. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.022483>
- DeYoung JL, Vanderkooi ME, Barletta JF. Effect of bar-code-assisted medication administration on medication error rates in an adult medical intensive care unit. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2009;66(12):1110-1115. <https://doi.org/10.2146/ajhp080355>
- Poon EG, Keohane CA, Yoon CS, Ditmore M, Bane A, Levtzion-Korach O, et al. Effect of bar-code technology on the safety of medication administration. *The New England Journal of Medicine*. 2010;362(18):1698-1707. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0907115>
- Kim MS, Kim HH. Development of a medication error prevention system and its influence on patient safety culture and initiatives. *Korean Journal of Adult Nursing* 2015;27(1):1-10. <https://doi.org/10.7475/kjan.2015.27.1.1>
- Taxis K, Barber N. Causes of intravenous medication errors: An ethnographic study. *Quality & Safety in Health Care*. 2003;12(5):343-347. <https://doi.org/10.1136/qhc.12.5.343>
- Lee HY. Associated factors with intention to reporting medication errors in general hospital nurses [master's thesis]. Gyeongsan: Daegu Catholic University; 2019. p. 1-47.
- Shehata ZH, Sabri NA, Elmelegy AA. Descriptive analysis of medication errors reported to the Egyptian national online reporting system during six months. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2016;23(2):366-374. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv096>
- Oh CA, Yoon HS. Perception and experience of medication errors in nurses with less than one year job experience. *Journal of Korean Academy Fundamentals of Nursing*. 2007;14(1):6-17.
- Brady AM, Malone AM, Fleming S. A literature review of the individual and systems factors that contribute to medication errors in nursing practice. *Journal of Nursing Management*. 2009;17(6):679-697. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2009.00995.x>
- Brennan PA, Mitchell DA, Holmes S, Plint S, Parry D. Good people who try their best can have problems: Recognition of human factors and how to minimise error. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016;54(1):3-7. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2015.09.023>
- You MA, Choe MH, Park GO, Kim SH, Son YJ. Perceptions regarding medication administration errors among hospital staff nurses of South Korea. *International Journal for Quality*

- in Health Care. 2015;27(4):276-283.
<https://doi.org/10.1093/intqhc/mzv036>
25. Ricci M, Panos AL, Lincoln J, Salerno TA, Warshauer L. Is aviation a good model to study human errors in health care? *American Journal of Surgery*. 2012;203(6):798-801.
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2011.06.010>
26. Santell JP, Hicks RW, McMeekin J, Cousins DD. Medication errors: Experience of the United States Pharmacopeia(USP) MEDMARK reporting system. *Journal of Clinical Pharmacology*. 2003;43(7):760-767.
<https://doi.org/10.1177/0091270003254831>
27. Mousavi M, Khalili H, Dashti-Khavidaki S. Errors in fluid therapy in medical wards. *International Journal of Clinical Pharmacy*. 2012;34:374-381.
<https://doi.org/10.1007/s11096-012-9620-8>
28. Kim YM, You MS, Cho YH, Park SH, Nam SN, Park MO, et al. Development and evaluation of a patient safety-focused in-service education program for surgical nurse. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 2010;16(2):152-161.
<https://doi.org/10.1111/jkana.2010.16.2.152>
29. Goutos I, Cogswell LK, Giele H. Extravasation injuries: A review. *Journal of Hand Surgery*. 2014;39(8):808-818.
<https://doi.org/10.1177/1753193413511921>
30. Gorski LA. The 2016 infusion therapy standards of practice. *Home Healthcare Now*. 2017;35(1):10-18.
<https://doi.org/10.1097/NHH.0000000000000481>