모바일 투약 시스템 적용과 투약오류 경고 관련 특성

송숙희¹⁾ · 백주원¹⁾ · 한인선¹⁾ · 김은혜¹⁾ · 변년임¹⁾ · 조은미¹⁾ · 안태사²⁾ · 홍희정¹⁾

Characteristics of Medication Administration Error Alerts in Application of Mobile Medication System

Song, Suk-Hee¹⁾ · Back, Ju-Won¹⁾ · Han, In-Seon¹⁾ · Kim, Eun-Hye¹⁾ · Byun, Nyeon-Im¹⁾ · Cho, Eun-Mi¹⁾ · An, Ta-Sea²⁾ · Hong, Hui-Joeng¹⁾

1) Nursing Department Unit Manager, Seoul National University Hospital, Seoul

2) Nursing Department Director, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To assess characteristics the application of mobile medication system and medication administration error (MAE) alerts in a general hospital. **Methods:** The subject hospital adopted a mobile medication system in 2016. All medication administrations in the general wards and ICUs were automatically recorded in real-time using identification barcodes, drug barcodes, and hand-held point-of-care devices. MAE alert logs were recorded from April 1st 2017 to March 31st 2018. For this study analysis was done using Pearson's chi-squared test for potentially related factors of MAE alerts included administration time, order type, medication route, and length of nurse's employment. **Results:** The total number of medications during the period of this study was 3,227,990. Among them, 2,698,317 medication doses were recorded, resulting in the system application rate of 83.6%. The system application rate was significantly correlated with all factors related to potential MAE alters. In this study 23,314 MAE alerts(0.9% of the total medication doses) were identified. The MAE alerts were related to new (OR=2.26, $p<.001$) and emergency (OR=2.25, $p<.001$) orders, and administration at a non-standard time (OR=2.032, $p<.001$). Medication route ($p<.001$), and nurse's employment duration($p<.001$) were also related. **Conclusion:** A mobile medication system contributes to improving patient safety by preventing potential MAEs. The MAE alerts were related to administration time, order type, medication route, and duration of nurse's employment. In order to prevent medication administration errors, it is necessary to standardize the process of medication and create an environment in which medication administration can be performed in a planned situation.

Key Words: Mobile applications; Medication systems; Medication errors; Electronic data processing; Patient safety

*This work was supported by a grant from the Nursing Department of Seoul National University Hospital in 2017.

주요어: 모바일, 투약 시스템, 투약오류, 바코드, 환자 안전

*본 연구는 2017년 서울대학교병원 임상간호연구 지원에 의해 수행되었음.

1) 서울대학교병원 간호부문 수간호사

2) 서울대학교병원 간호부문 간호과장

Received Apr 3, 2020 Revised Feb 26, 2021 Accepted May 12, 2021

Corresponding author: Song, Suk-Hee <https://orcid.org/0000-0002-2092-9912>

Seoul National University Hospital

101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-0051, Fax: +82-2-3676-4018, E-mail: sukisong98@hanmail.net

서 론

1. 연구의 필요성

투약오류는 예방 가능한 환자 안전 문제로 환자에게 약물유해반응과 같은 직접적인 손상을 입혀 위험한 상태에 이르게 할 수 있다. 투약 안전을 위한 다양한 전략이 정보통신기술과 연계하여 의료기관 내에 도입되고 있으나, 투약오류는 여전히 공통적으로 생기는 문제로[1], 급성기 병원 의료사고의 5~10%를 차지하고 있다[2].

투약 오류는 약물의 처방, 조제, 투여, 교육, 기록 등 투약 과정 전반에 걸쳐 일어난다. 약물 투여 과정에서 발생하는 투약오류는 의사가 처방한 약물과 환자에게 적용된 약물이 불일치한 경우로, 전체 투약오류의 20% 정도를 차지한다[2]. 간호사의 직접간호 행위 중에서 투약은 가장 높은 비중(13.9%)을 차지하는 업무이며[3], 환자의 신체에 약물을 직접 투여하는 간호사는 약물 투여에 책임을 지며 투약오류를 막는 마지막 방어선으로 언급되곤 한다[4].

간호 활동 중 투약 오류가 왜, 어떻게 생기는지에 대한 근본 원인을 이해하는 것이 투약 오류를 예방하는 성공적인 개선택을 계획하고 실행하기 위해서 중요하다. 투약오류를 유발할 수 있는 요인으로 업무 과부하, 서둘러야 하는 상황, 관리 감독 부족, 지식과 교육 부족, 집중을 방해하는 것, 그리고 부적절한 의사소통, 정책/절차 등이 알려져 있다[5]. 그러나 투약오류가 차지하는 중요성에 비해 투약오류가 생기는 원인에 대한 연구는 드물며, 대부분의 선행연구들은 투약 과정을 직접 관찰하거나 포커스그룹 인터뷰를 수행하는 방식으로 이루어져서 적은 수의 표본과 관찰자 효과와 같은 한계를 지니고 있다[6].

전자의무기록과 모바일 투약시스템과 같은 병원내의 정보 기술을 이용하면 인위적인 조작이나 편향 없는 대량의 데이터를 자동으로 수집하고 분석할 수 있다. 모바일 투약시스템을 이용하면 의사의 처방에 따라 조제된 약을 간호사가 실제로 환자에게 투여하는 단계에서 휴대용 point-of-care (POC)기기를 가지고 환자의 침상 가에서 의사의 처방과 약물정보 및 환자 정보가 일치하는지 확인할 수 있다. 정보가 불일치할 경우에는 투약오류 경고(alert)를 POC기기 화면에 보여주며 추가적인 업무를 제한하고 오류 로그를 저장한다[6]. 환자 침상 가에서 매일 같이 이루어지는 투약 행위에 대한 대량의 신뢰성 있는 정보는 투약오류가 발생하는 상황과 원인을 이해하는데 유용할 것이다[7].

지금까지의 모바일 투약 시스템을 이용한 연구들은 시스템

적용현황을 평가하거나 시스템의 투약오류 감소 효과를 검증한 연구들이 주를 이루고 있다. 간호사가 약물 투여 전 모바일 투약 시스템을 이용하여 환자정보를 확인하는 과정에서 발생하는 투약오류 경고의 종류와 빈도 및 그 특성에 관한 연구는 미비한 상태이다[4].

이에 본 연구에서는 모든 약물 투여에 모바일 투약 시스템을 적용한 일 종합병원에서의 시스템 적용 관련 특성과 투약오류 경고 관련 특성을 확인하여 추후 효과적인 투약오류 예방 전략을 개발하는데 기초자료를 마련하고자 한다.

2. 연구목적

일 종합병원에서의 모바일 투약 시스템 적용률과 투약오류 경고 관련 특성을 파악하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 모바일 투약 시스템 적용률을 파악한다
- 투약오류 경고 발생률을 파악한다.
- 잠재적 투약오류 경고 관련 요인에 따른 투약오류 경고 발생률의 차이를 파악한다.

3. 용어정의

1) 모바일 투약 시스템

모바일 투약 시스템은 환자에게 약물을 투여하는 침상 가에서 간호사가 휴대용 POC 기기인 personal digital assistant (PDA)로 환자 손목의 ID (Identification)밴드와 약물의 바코드를 스캔하여 처방정보, 환자정보 및 약물정보를 상호 확인하는 시스템이다. 모든 정보가 일치하는 경우 간호사가 PDA에 '저장'을 누르면 별도의 전산 입력과정 없이 electronic health record (EHR)에 실시간으로 투약기록이 자동으로 입력된다. 반면 정보가 불일치할 경우에는 투약오류 경고를 PDA 화면에 보여주며 추가적인 업무가 불가능하도록 하여 투약오류 발생을 예방한다. 이런 투약오류 경고와 투약 행위는 자동으로 시스템에 기록된다.

2) 투약오류 경고

환자정보와 약물정보가 불일치 하는 경우 PDA 기기화면에 해당 투약오류에 대한 경고 메시지를 보여주며 오류 로그를 저장한다. 본 연구에서는 발생 원인에 따라 투약오류 경고의 종류를 Patient mismatch, Discontinued medication, Date mismatch의 3 가지로 구분하였다.

- (1) Patient mismatch는 환자에게 다른 환자의 약을 투약하려는 경우 발생하며 5 rights의 right patient를 위반하는 투약오류 경고이다.
- (2) Discontinued medication 취소된 처방에 대하여 간호사가 이를 인지하지 못하고 취소된 약품의 투약을 시도하는 경우 발생하는 투약오류 경고이다.
- (3) Date mismatch 계획된 투약일자와 실제 투약일자를 비교하여 다른 일자에 해당 투약을 시도하는 경우 발생하는 투약오류 경고이다.

3) 모바일 투약 시스템 적용률

모바일 투약 시스템 적용 대상 건 중 실제 모바일 투약 시스템을 이용하여 투약하여 전자의무기록에 자동으로 투약기록이 완료된 건의 비율이다.

4) 투약오류 경고 발생률

모바일 투약 시스템을 이용하여 투약이 이루어진 건 중 PDA에 투약오류 경고가 제공된 건의 비율이다.

5) 잠재적 투약오류 경고 관련 요인

투약오류와 투약오류 경고 발생에 대한 연구들이 있어왔고, 업무 과부하, 서둘러야 하는 상황, 지식과 교육 부족[5], 투약시간, 처방종류, 투여경로[6], 그리고 단위시간 당 투약건수[7] 등이 투약오류의 관련 요인으로 알려져 있다. 이전 연구에서 확인된 투약오류 관련 요인을 참고하여 대상병원의 투약 시스템에서 확인 가능한 변수를 잠재적 투약오류 경고 관련 요인으로 선택하였다. 본 연구에서 사용된 잠재적 투약오류 경고 관련 요인은 5 가지로 처방종류(order type), 투약시간(administration time), 투여경로(medication route), 간호사의 대상병원 근무기간(employment duration), 그리고 근무지(working place)이다.

- (1) 처방종류는 정규처방(regular), 추가처방(new), 응급처방(emergency)으로 구분한다. 정규처방은 의사가 실제 투약일 바로 전날, 다음 날 수행될 투약에 대해 처방하는 것으로, 간호사는 투약 전날 미리 약에 대한 정보를 확인하여 투약시간을 계획하고 투여를 준비한다. 추가처방은 투약을 수행하는 당일 발행하는 처방이다. 응급처방은 응급상황에서 긴급하게 발행하는 처방이다. 추가처방과 응급처방은 처방 당일 수행이 요구된다.
- (2) 투약시간은 실제로 투약이 수행된 시간을 의미하며, 본 연구에서는 두 종류로 구분한다. 주로 정규처방으

로 이루어져 계획된 투약의 대부분이 이루어지는, 아침(07:00~09:00), 점심(12:00~13:00), 저녁(18:00~20:00) 3회의 정규투약시간(standard administration time)과 정규투약시간 외의 시간인 비정규투약시간(nonstandard administration time)이다.

- (3) 환자에게 어떤 경로를 통해 약품이 투여되는가에 따라 주사약(parenteral), 경구약(enteral), 외용약(external)으로 투여경로를 구분하였다. 주사약은 IV, IM, SC 제제를 포함한다.
- (4) 근무기간은 수행 간호사의 대상병원 근무기간을 조사하였다.
- (5) 근무지는 수행 간호사가 일반 병동에서 일하는지 중환자실에서 일하는지를 조사하였다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 일 종합병원의 투약 관련 데이터를 모바일 투약 시스템을 통해 수집하여 투약오류 경고 관련 특성을 파악하기 위한 서술적 조사연구이다.

2. 연구대상 및 자료수집방법

본 연구가 이루어진 병원은 2016년 모바일 기반의 바코드를 이용한 투약 시스템을 도입하였고, 2018년 연구기간 당시 963 병상을 보유하고 있었으며 연간 240,677명의 입원 환자와 851,964 명의 외래 환자를 치료하였다.

본 연구는 2017년 4월 1일부터 2018년 3월 31일까지의 대상 병원 EHR과 모바일 투약 시스템에 저장된 입원 환자의 투약 데이터와 오류 로그를 가공한 2차 데이터를 분석에 사용하였다. 오류로그는 대상 환자 정보, 처방 정보, 투약을 수행한 간호사 정보와 발생일자, 발생시간, 오류의 종류를 포함한다. 자료 수집은 IRB 승인(20171102/10-2017-35/21) 후 시행하였다.

3. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 17.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

- 모바일 투약 시스템 적용률과 투약오류 경고 발생률은 실수와 백분율로 분석하였다.

- 잠재적 투약오류 경고 관련 요인에 따른 투약오류 경고 발생률의 차이는 Person's χ^2 test를 사용하여 분석하고 Odds ratio를 확인하였다.

연구 결과

1. 모바일 투약 시스템 적용률

응급실과 외래를 제외한 21개 병동에서의 1년 동안의 전체 투약건수는 3,227,990건이고 이 중 모바일 투약 시스템을 이용한 투약건수는 2,698,317건으로 적용률은 83.6%였다.

정규투약시간 동안 수행된 1,712,223건의 투약 중 모바일 투약 시스템을 이용한 투약은 1,602,410건으로(93.5%), 이는 비정규투약시간에 이루어진 총 1,515,767건의 투약에 대한 적용률(72.3%)보다 높았다($p < .001$). 정규처방으로 수행된 2,695,357건의 투약에 대한 모바일 투약 시스템 적용률(88.1%)이 304,583건의 추가처방에 대한 시스템 적용률(65.3%)보다 높았고($p < .001$), 228,050건의 응급처방에서 시스템 적용률(55.3%)보다 높았다($p < .001$). 투여 경로별로는, 주사약 944,526건에 대한 모바일 투약 시스템 적용률(67.6%)이 경구약 2,073,497건에 대한 시스템 적용률(91.1%)보다 낮았고($p < .001$), 외용약 209,967건에 대한 시스템 적용률(81.9%)이 보다 낮았다($p < .001$). 근무지 별로는 일반병동에서 수행된 3,075,440건의 투약에 대한 모

바일 투약시스템 적용률(83.8%)이 중환자실에서의 152,550건의 투약에 대한 적용률(79.0%) 보다 높았다($p < .001$)(Table 1).

2. 투약오류 경고 발생률

모바일 투약 시스템에서 투약오류 경고 발생 건 중 간호사가 동일 환자에 대하여 동일한 오류경고를 1분내 반복한 중복 데이터는 제외하고 분석하였다. 모바일 투약시스템을 이용한 2,698,317건의 투약 데이터 중 투약오류 경고가 발생한 경우는 23,314건(0.9%)이었다. 투약오류 경고의 종류별로는 patient mismatch 11,973건(0.4%), date mismatch 5,685건(0.2%), discontinued medication 5,656건(0.2%)의 순으로 확인되었다(Table 1).

3. 투약오류 경고 발생률의 차이

계획된 투약이 주로 이루어지는 정규투약시간 동안 모바일 투약 시스템을 이용한 총 1,602,410건의 투약에서 9,790건의 투약오류 경고가 발생했고(0.6%), 비정규투약 시간의 1,095,907건의 투약에서는 투약오류 경고가 13,524건 발생했다(1.2%). 비정규투약시간의 투약오류 경고 발생률이 정규투약시간보다 높았다($OR=2.03, p < .001$). 정규처방 2,373,260건 중 17,997건에서 투약오류 경고가 발생했다(0.8%). 추가처방 198,959건에

Table 1. Results of Analysis Between Normal Medication and Medication Administration Error Alerts according to Potential Risk Factors

Variables	Categories	No. for all medications	No. for medications using mobile system (%)	Using p	No. of Alerts (%)	Odds ratio	Alert p	Error type		
								Patient mismatch (%)	Discontinued medication (%)	Date mismatch (%)
Administration time	Standard	1,712,223	1,602,410 (93.5)	<.001	9,790 (0.6)	2.03	<.001	4,671 (0.3)	3,236 (0.2)	1,883 (0.1)
	Non-standard	1,515,767	1,095,907 (72.3)		13,524 (1.2)			7,302 (0.7)	2,420 (0.2)	3,802 (0.4)
Order type	Regular	2,695,357	2,373,260 (88.1)	<.001	17,997 (0.8)	2.26	<.001	10,298 (0.4)	4,665 (0.2)	3,034 (0.1)
	New	304,583	198,959 (65.3)		3,371 (1.7)	2.05		988 (0.5)	681 (0.3)	1,702 (86.0)
	Emergency	228,050	126,098 (55.3)		1,946 (1.5)			687 (0.5)	310 (0.3)	949 (0.8)
Medication route	Parenteral	944,526	638,261 (67.6)	<.001	9,980 (1.6)	0.39	<.001	4,883 (0.8)	1,773 (0.3)	3,324 (0.5)
	Enteral	2,073,497	1,888,053 (91.1)		11,740 (0.6)	0.59		6,061 (0.3)	3,599 (0.2)	2,080 (0.1)
	External	209,967	172,003 (81.9)		1,594 (0.9)			1,029 (0.6)	284 (0.2)	281 (0.2)
Employment duration	<1 year	792,876	667,977 (84.3)	<.001	6,904 (1.0)	0.81	<.001	3,328 (0.5)	1,708 (0.3)	1,868 (0.3)
	1~3 year	1,205,126	997,674 (82.8)		8,358 (0.8)	0.76		4,471 (0.5)	1,951 (0.2)	1,936 (0.2)
	3~5 year	545,069	467,031 (85.7)		3,691 (0.8)	0.74		1,944 (0.4)	922 (0.2)	825 (0.2)
	>5 year	684,919	565,635 (82.6)		4,359 (0.8)			2,229 (0.4)	1,074 (0.2)	1,056 (0.2)
Work place	Ward	3,075,440	2,577,784 (83.8)	<.001	22,233 (0.9)	1.04	.208	11,402 (0.4)	5,421 (0.2)	5,410 (0.2)
	ICU	152,550	120,533 (79.0)		1,081 (0.9)			571 (0.5)	235 (0.2)	275 (0.2)
Total		3,227,990	2,698,317 (83.6)		23,314 (0.9)			11,973 (0.4)	5,656 (0.2)	5,685 (0.2)

ICU=intensive care unit.

서는 3,371건의 투약오류 경고(1.7%)가, 응급처방 126,098건 중에는 1,946건의 투약오류 경고(1.5%)가 발생했다. 정규처방에 비해 추가처방(OR=2.26)과 응급처방(OR=2.05)에서의 투약오류 경고 발생률이 높았다($p < .001$). 투여 경로별로는 경구약 1,888,053건 중 투약오류 경고가 발생한 경우는 11,740건이었고(0.6%), 주사약 638,261건 중 9,980건의 투약오류 경고가(1.6%), 외용약은 172,003건 중 1,594건의 투약오류 경고(0.9%)가 발생했다. 주사약에서 경구약이나(OR=0.39) 외용약보다(OR=0.59) 투약오류 경고가 많이 발생했다($p < .001$). 간호사의 대상병원 근무기간 별로는 1년 미만의 경력을 가진 간호사들이 모바일 투약시스템을 이용해서 투약한 총 667,977건의 투약 중 투약오류가 발생한 건수는 6,904건(1.0%)이었다. 근무기간이 1~3년인 간호사가 모바일 투약시스템을 이용해서 수행한 997,674건의 투약 중 투약오류 경고는 8,358건(0.8%), 근무기간 3~5년 간호사가 수행한 467,031건의 투약 중 투약오류 경고는 3,691건(0.8%), 그리고 근무기간 5년 이상인 간호사가 수행한 565,635건 중 투약오류 경고는 4,359건(0.8%) 발생했다. 근무기간 1년 미만인 간호사가 수행한 투약에서 근무기간이 1~3년(OR=0.81), 3~5년(OR=0.76), 그리고 5년 이상(OR=0.74)인 간호사들 보다 투약오류 경고 발생률이 높았다($p < .001$).

투약오류 경고 발생 차이가 가장 큰 처방종류에 따라 투약시간과 투여경로를 추가 분석한 결과, 정규투약시간에 비해서 비정규투약시간에 추가 및 응급처방이 많았고(OR=1.67, $p < .001$), 투여경로 별로는 주사약에서 경구약이나(OR=0.52) 외용약보다(OR=0.59) 추가 및 응급처방이 많았다($p < .001$)(Table 2).

논 의

모바일 투약 시스템을 모든 투약에 적용해서 적용률을 확인한 선행연구는 찾을 수 없었지만, 일반 병동의 투약 시스템 적용률이 49.2~88.5%로 나타난 선행연구보다[6], 본 연구의 병동별 적용률이 높고 적용률의 편차는 적은 것으로 나타났다. 대상 병원이 새로운 시스템 정착과정에서 사용자 편의를 위한 기술적 문제 해결에 힘썼고, 투약 시스템을 이용한 환자확인

요성에 대해 지속적으로 교육하고 병동별 적용률을 모니터링하며 피드백한 결과로 판단된다[8]. 본 연구와 비슷하게 모바일 투약 시스템을 통해 투약 데이터를 수집한 선행연구에서는 0.6백만건의 데이터를 분석한 반면[7], 본 연구에서는 상대적으로 높은 시스템 적용률 덕분에 황연수[6]의 연구와 비슷한 수준인 2.7백만건의 투약 데이터를 수집, 분석할 수 있었다.

모바일 투약 시스템의 투약오류 경고 발생률은 0.9%였다. 모바일 투약 시스템을 통해 투약오류 경고 발생 시 이를 간호사에게 실시간으로 알려주어 1년 동안 발생 가능한 투약오류 23,314건을 예방할 수 있었다. 만약 모바일 투약 시스템을 이용하여 투약 오류 경고를 확인할 수 없었다면, 투약오류 경고 발생 건 중 다수가 실제 투약오류로 이어져 일부는 심각한 Adverse Drug Event (ADE)를 유발할 수 있었을 것이다[6]. 또한 투약 수행 시 자동으로 수집되는 데이터를 바탕으로 선행연구에서 고려하지 못했던 처방종류, 투여경로와 같은 특성에 따른 투약오류 경고 발생의 차이를 분석할 수 있었다[6].

본 연구결과 처방종류에 따라 투약오류 경고 발생의 차이가 가장 컸다. 추가 및 응급 처방에서 정기 처방 보다 투약오류 경고가 많이 발생했고, 이는 계획된 업무 환경보다 불규칙하고 우발적인 상황에서 투약오류 경고 발생 가능성이 높음을 의미한다[6]. 처방 당일 또는 처방 즉시 수행이 요구되는 추가 및 응급 처방인 경우 투약을 미리 준비하고 계획할 시간이 부족할 수 있다. 이는 지식 부족으로 인한 투약오류의 근본원인으로 간호 업무량보다는 지지적인 자원에 대한 접근 부족을 언급한 질적 선행연구결과를 뒷받침한다[5]. 또한 간호사가 여러 가지 업무의 우선 순위를 처방이 추가된 그 순간 즉석에서 결정해야 하거나, 응급상황과 같이 의료진이나 보호자의 요구에 서둘러 대응해야 할 때 투약오류가 생긴다는 선행연구결과를 지지한다[5]. 투여경로 별로는 준비과정 및 행위의 난이도가 높은 주사약에서 투약오류 경고 발생률이 높았고[6], 추가 분석 결과 주사약에서 경구약이나 외용약에 비해 추가처방과 응급처방이 많았다($p < .001$)(Table 2). 투약을 미리 준비하고 계획할 시간이 부족한 상황은 주사약 투약오류의 가장 큰 원인인 약물에 대한 지식부족[9]으로 이어져 투약오류 경고를 발생시키는 원인이 될

Table 2. New and Emergency Order Types Analysis According to Administration Time and Medication Route

Variables	Categories	No. of doses	New & emergency (%)	Odds ratio	p
Administration time	Standard	1,602,410	156,954 (9.8)	1.67	< .001
	Non-standard	1,095,907	168,103 (15.3)		
Medication route	Parenteral	606,774	101,653 (16.8)	0.52	< .001
	Enteral	1,888,053	195,646 (10.4)		
	External	172,003	20,134 (11.7)	0.59	

수 있을 것으로 생각된다.

비정규투약시간의 투약오류 경고 발생률은 정규투약시간의 투약오류 경고 발생률 보다 약 2배가량 높았다. 전체 투약시간의 20% 정도인 5시간 동안의 정규투약시간(07:00~09:00, 12:00~13:00, 18:00~20:00) 동안 전체 투약의 53%가 이루어졌고, 정규투약시간의 3.5배 정도 되는 19시간의 비정규투약시간에 전체 투약의 47%가 수행되었다. 단위시간당 투약건수를 비교하면 정규투약시간에는 1시간당 342,445 건의 투약이, 비정규투약시간에는 1시간당 79,777건의 투약이 수행되었다. 비정규투약시간에 비해서 정규투약시간에 단위시간 당 4 배 이상의 투약행위가 집중되어 있었다. 상대적으로 짧은 시간 동안 많은 투약이 수행되어 간호사가 투약에 집중할 수 있었다는 것을 유추할 수 있으며[6], 이는 단위시간 당 투약건수와 투약오류 경고 발생률간의 음의 상관관계를 보인 선행연구와 유사한 결과이다[6,7]. 간호활동 중 주사 업무가 차지하는 비율이 높을 때 투약오류 경고 발생이 적고, 간호활동이 다양할수록 투약오류 경고 발생이 많았던[7] 선행연구결과처럼 투약오류 경고가 투약에 집중할 수 없는 업무환경에 기인한다는 것을 추정할 수 있다[6]. 추가분석 결과 정규투약시간에 비해서 비정규투약시간에 추가 및 응급처방이 많았고($OR=1.67, p<.001$)(Table 2), 이 역시 비정규투약시간의 투약오류 경고 발생이 많았던 것에 기여한 것으로 생각된다.

1년 미만의 경력을 가진 간호사 그룹에서 경력이 더 많은 간호사 그룹보다 투약오류 경고 발생률이 높았다. 신입 직원으로 친숙하지 않은 약물, 장비, 근무 환경 및 제시간에 업무를 수행해야 한다는 압박감 등이 영향을 미치는 것으로 보인다[10].

투약오류 경고 발생을 예방하기 위해서 투약에 대한 프로세스를 표준화하고 정형화하여 간호사가 가능한 계획된 상황에서 투약을 준비하는데 충분한 시간을 가질 수 있도록 하는 것이 중요하고, 투약 행위에 집중할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다[6]. 투약을 수행하는 동안 interruption이 잦은 현재의 간호환경을 바꾸기 위해서는 안전한 약물 투여를 우선순위에 두도록 의료진 및 환자 보호자들의 인식 개선도 동반되어야 할 것이다[11].

본 연구는 일 종합병원에서 발생한 1년 동안의 투약데이터를 분석한 것으로 연구의 결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 투약건수 이외의 활력징후 측정, 의사소통, 기록/입력 등과 같은 간호 행위를 분석에 포함시키지 못하여 간호사의 전체 업무량과 투약오류 경고 발생 간의 관계를 확인할 수 없었다. 이 부분을 포함하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

연구결과 1년 동안의 모바일 투약 시스템 적용률은 83.6%였다. 모바일 투약 시스템을 이용한 투약건수에 대한 투약오류 경고 발생률은 0.9%였다. 연구 기간 1년 동안 대상병원에서 투약 시스템을 통해서 23,314 건의 발생 가능한 투약오류를 예방할 수 있었다. 투약 데이터를 분석한 결과 처방종류, 투약시간, 투여경로, 간호사의 대상병원 근무기간이 투약오류 경고의 관련 변수라는 것을 확인하였다. 투약오류 경고 발생을 방지하기 위해 계획된 상황에서 투약을 수행할 수 있도록 투약 프로세스를 표준화하고, 간호사에게 투약에 집중할 수 있는 환경을 제공해야 하겠다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Ni Y, Lingren T, Hall ES, Leonard M, Melton K, Kirkendall ES. Designing and evaluating an automated system for real-time medication administration error detection in a neonatal intensive care unit. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2018;25(5):555-563. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocx156>
2. Bucknall T, Fossum M, Hutchinson AM, Botti M, Considine J, Dunning T, et al. Nurses' decision-making, practices and perceptions of patient involvement in medication administration in an acute hospital setting. *Journal of Advanced Nursing*. 2019;75(6):1316-1327. <https://doi.org/10.1111/jan.13963>
3. Cho SH, Hong KJ, Yoon HJ, Chang SJ, Choi K, Park HJ, et al. Estimation of expected nursing hours based on patients' nursing care needs and a comparison with actual nursing hours in comprehensive nursing care wards. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2020;26(4):365-377. <https://doi.org/10.1111/jkana.2020.26.4.365>
4. Sloss EA, Jones TL. Alert types and frequencies during bar code-assisted medication administration: a systematic review. *Journal of Nursing Care Quality*. 2020;35(3):265-269. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000446>
5. Keers RN, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM. Understanding the causes of intravenous medication administration errors in hospitals: a qualitative critical incident study. *BMJ Open*. 2015; 5:e005948. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005948>
6. Hwang Y, Yoon D, Ahn EK, Hwang H, Park RW. Provider risk factors for medication administration error alerts: analyses of a large-scale closed-loop medication administration system

- using RFID and barcode. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*. 2016;25(12):1387-1396.
<https://doi.org/10.1002/pds.4068>
7. Akiyama M, Koshio A, Kaihotsu N. Analysis of data captured by barcode medication administration system using a PDA; aiming at reducing medication errors at point of care in Japanese Red Cross Kochi Hospital. Paper presented at: Medinfo 2010:13th International Congress on Medical Informatics; 2010 September 12-15; Cape Town, South Africa.
<https://doi.org/10.3233/978-1-60750-588-4-774>
8. Cho MS, Song MR, Jang MR. Evaluation of the bar code medication administration and blood transfusion system in a tertiary hospital. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2012;18(1):23-32.
<https://doi.org/10.1111/jkana.2012.18.1.23>
9. Bagheri-Nesami M, Esmaeili R, Tajari M. Intravenous medication administration errors and their causes in cardiac critical care units in Iran. *Mater Sociomed*. 2015 Dec;27(6):442
<https://doi.org/10.5455/msm.2015.27.442-446>
10. Keers RN, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM. Prevalence and nature of medication administration errors in health care settings: a systematic review of direct observational evidence. *Annals of Pharmacotherapy*. 2013;47(2):237-256.
<https://doi.org/10.1345/2Faph.1R147>
11. Relihan E, O'Brien V, O'Hara S, Silke B. The impact of a set of interventions to reduce interruptions and distractions to nurses during medication administration. *Quality and Safety in Health Care*. 2020;19(5):e52-e52.
<https://doi.org/10.1136/qshc.2009.036871>