

투약 · 수혈 바코드 시스템 적용 평가

조 명 숙¹ · 송 미 라² · 장 미 라³

¹ 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 임상간호학교실 부교수, ² 삼성서울병원 간호업무개발팀 파트장
³ 삼성서울병원 간호업무개발팀 간호사

* 2009년 삼성서울병원 임상간호 연구 학술비 지원 받음.

Evaluation of the Bar Code Medication Administration and Blood Transfusion System in a Tertiary Hospital

Cho, Myung Sook¹ · Song, Mi Ra² · Jang, Mi Ra³

¹ Chief Nursing Officer, Nursing Department, Samsung Medical Center;
Associate Professor, Department of Clinical Nursing Science, Samsung Medical Center
Sungkyunkwan University School of Medicine

² Nurse Manager, Nursing Professional Development, Nursing Department, Samsung Medical Center

³ RN, Nursing Professional Development, Nursing Department, Samsung Medical Center

주요어

바코드, 투약, 수혈, 오류,
간호사 만족도

Key words

Bar code, Drug
administration, Blood
transfusion, Error, Nurses'
satisfaction

Correspondence

Song, Mi Ra
Nursing Professional
Development, Nursing
Department, Samsung Medical
Center
50, Irwon-dong, Gangnam-gu,
Seoul, 135-710, Korea.
Tel: 82-2-3410-2903
Fax: 82-2-3410-2920
E-mail: sami922@naver.com

투 고 일: 2011년 12월 1일

수 정 일: 2012년 1월 2일

심사완료일: 2012년 1월 6일

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to assess the clinical application of a bar code medication administration and blood transfusion system and to identify its effects from the aspect of patient safety and nurse satisfaction in a tertiary hospital. **Methods:** The system in this study was PDA with bar code reading capability and wireless networking function. The logs created during application of the system and administration error reports were analyzed. For nurses' satisfaction with the system, data were collected from 337 nurses using the instrument developed by Otieno et al. and analyzed using descriptive statistics. **Results:** The system application rate was 98.8%, and the main failure cases in the system application included bar code or network related factors. When the system was applied, 0.02% of errors were prevented. The nurses were satisfied with the system from the aspect of patient safety, however relatively less satisfied with the system from the aspect of work efficiency. **Conclusion:** The results of the study indicate the usefulness for patient safety of applying the bar code medication administration and blood transfusion system to clinical practice. However technological improvements including bar code and network communication are necessary to ensure higher work efficiency in nursing practice.

서 론

1. 연구의 필요성

21세기 지식기반 사회로 접어들면서 끊임없이 쏟아지는 새로운 의료지식과 기술은 의료종사자들로 하여금 최신의 기술을 적용하도록 하고 있으며, 이는 환자안전사고의 기회를 증가시키는 요인이 되기도 한다. 1999년 미국 의학연구소(Institute of

Medicine [IOM])에서 의료과실에 관한 보고서'Err is Human'을 발표한 이후 병원에서의 환자안전사고에 대한 관심이 증가하기 시작하였다(Crigger & Meek, 2007). 이에 의료기관마다 환자안전사고 예방을 위한 시스템 개선 노력들이 이루어져 왔으나, 여전히 병원에서의 환자안전사고는 증가하여 입원환자의 3-17%가 치료 중 의도하지 않은 손상과 사망을 경험하게 된다(Barker, Flynn, Pepper, Bates, & Mikeal, 2002).

투약오류는 환자의 손상과 사망을 유발하는 주 요인으로(Sakowski et al., 2005; Sari et al., 2007), 미국의 경우 년 150만명이 투약오류로 손상을 경험한 것으로 보고되었다(IOM, 2007). 투약업무는 간호사의 전체 업무 중 27-40%를 차지할 정도로 간호업무의 매우 중요한 부분이라 할 수 있으며(Armitage & Knapman, 2003; Keohane et al., 2008), 이는 곧 투약업무 시 발생할 수 있는 오류와 사고 위험성 또한 많을 수 있음을 의미한다.

한편, 수혈오류 또한 환자의 사망을 유발할 수 있는 주 요인으로, 미국의 경우 2006년 72,000건의 수혈관련 오류가 발생하였고 이중 73명이 사망한 것으로 보고되었다(Aulbach et al., 2010). 영국에서 발표된 수혈의 심각한 손상(Serious Harzard of Transfusion, SHOT)에 관한 2007년 보고서에 의하면, 안전한 수혈을 위한 제도와 지침이 제공되에도 수혈로 인한 심각한 손상의 주 요인은 침상에서 환자확인에 실패하여 다른 혈액을 투여한 경우라고 하였다(Gray, Hart, Dalrymple, & Davies, 2008에 인용됨).

최근 의료인의 오류 감소, 업무효율성 증진에 효과적인 방안으로 정보기술(Information Technology, IT)의 활용이 제시되고 있다(Helmons, Wargel, & Daniels, 2009; Mims, Tucker, Carlson, Schneider, & Bagby, 2009; Min, Kim, Lee, & Seol, 2006). 미국의 의료기관평가 위원회(Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations [JCAHO])에서는 환자안전을 위한 가장 올바른 방법은 투여 전 환자를 정확하게 확인하는 것이라고 규정하고 병원업무에 바코드 시스템 등 IT를 적용하도록 하였다. 이에 약물이나 혈액의 안전한 투여를 위한 정보기술들이 제시되어 왔는데, 그 중 하나가 투약 바코드 시스템(Bar Code Medication Administration, BCMA)이다. 투약 바코드 시스템은 바코드에 등록된 정보를 이용하여 환자에게 처방된 정보와 투여될 약의 정보를 비교하도록 하여 안전한 투약을 보장하도록 설계된 시스템이다(Sakowski et al., 2005). 2007년 현재 미국 내 병원의 40.2%가 약물 투여 시 바코드 시스템을 적용하고 있는 것으로 보고되고 있다(Helmons et al., 2009). 투약 바코드 시스템 적용 시 투약오류가 감소하고 의료진 간 의사소통이 개선되며 약물투여 스케줄의 완결성이 증가한다는 장점이

있다(Mims et al., 2009; Sakowski et al., 2005). 한편, Bennardello 등(2009)은 수혈과정에 투약 바코드 시스템과 같은 시스템을 적용한 결과 1년 동안 수혈오류가 한 건도 발생하지 않았다고 보고하였다.

투약과 수혈과정에 바코드 시스템을 이용한 IT관련 연구를 살펴보면 외국에서 이루어진 연구들이 대부분으로, 바코드 시스템 적용현황을 평가(Huang & Lee, 2011; Koppel, Wetterneck, Telles, & Karsh, 2008; O'malley, 2008)하거나 약물이나 혈액의 투여오류 감소효과를 검증(Aulbach et al., 2010, Deyoung, Vanderkooi, & Barletta, 2009; Sakowski et al., 2005)한 연구들이 주를 이루고 있다. 이 외에도 바코드 시스템에 대한 간호사의 만족도를 확인(Hurley et al., 2007)하거나 바코드 시스템 적용을 강화하기 위한 전략들에 관한 연구(Patterson, Rogers, & Render, 2004)들이 이루어져 왔다. 반면, 국내의 경우 병원환경에 적용되고 있는 IT관련 연구는 주로 물류, 위치확인, 환자정보 관리 차원(Kang, An, Soe, & Park, 2011; Kim & Kang, 2005)에서 이루어져 왔다. 또한 환자안전을 위해 병원환경에 적용된 사례연구(Choi & Kim, 2009; Jung et al., 2009; Min et al., 2006) 조차도 개발과정이나 시스템 구축환경 등 기술적 측면에서 다루어져, IT가 실제 병원에서 간호사에 의해 어떻게 적용되고 있으며 환자안전 측면에서의 효과는 어떠한지, 이를 사용하는 간호사들은 어떻게 인지하고 있는지에 대한 임상적 측면에서 이루어진 연구는 미비한 상태이다.

이에 본 연구에서는 일 상급종합병원에서 적용되고 있는 투약·수혈 바코드 시스템의 임상 적용현황을 파악하고, 환자안전 측면과 본 시스템을 사용하고 있는 간호사 만족도 측면에서 그 효과를 파악해 보고자 한다. 이를 통해 투약·수혈 바코드 시스템의 성공적인 정착을 도모하고 향후 의료기관에서 환자안전과 간호사의 업무효율을 위한 방안으로 정보기술 활용 시 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 투약·수혈 바코드 시스템 적용률과 시스템 적용 실패 사유를 파악한다.
- 2) 투약·수혈 바코드 시스템에 의한 투여오류 예방률을 파악한다.
- 3) 투약·수혈 바코드 시스템 적용 후 투여오류 발생률을 파악한다.
- 4) 투약·수혈 바코드 시스템에 대한 간호사 만족도를 확인한다.

3. 용어의 정의

1) 투약 · 수혈 바코드 시스템

바코드에 등록된 정보를 이용하여 환자에게 처방된 정보와 투여될 약물 · 혈액의 정보를 비교하도록 하여 안전한 투여가 이루어지도록 개발된 시스템이다(Sakowski et al. 2005). 본 연구에서는 바코드 인식이 가능한 무선 PDA (Personal Digital Assistants)를 이용하여 환자 ID (Identification) 바코드와 약물 · 혈액 바코드를 인식하고 환자의 처방정보와 투여될 약물 · 혈액 정보를 비교하여 환자, 투여일자, 약물 · 혈액 정보의 일치 여부를 시각 · 청각적으로 제공하는 시스템을 의미한다. 정보가 일치하는 경우 간호사가 PDA에 '저장'을 누르면 EMR (Electronic Medical Record)에 실시간으로 투여기록이 자동으로 입력된다. 반면 정보가 불일치하는 경우에는 PDA를 이용한 추가적인 업무 진행이 불가하며 간호사는 직접 수기로 환자정보와 약물 또는

혈액의 정보를 확인 후 투여과정을 수행하게 된다(Figure 1). 본 연구에서 약물은 정맥주사용 항암제로 제한하였다.

2) 투약 · 수혈 바코드 시스템 적용률

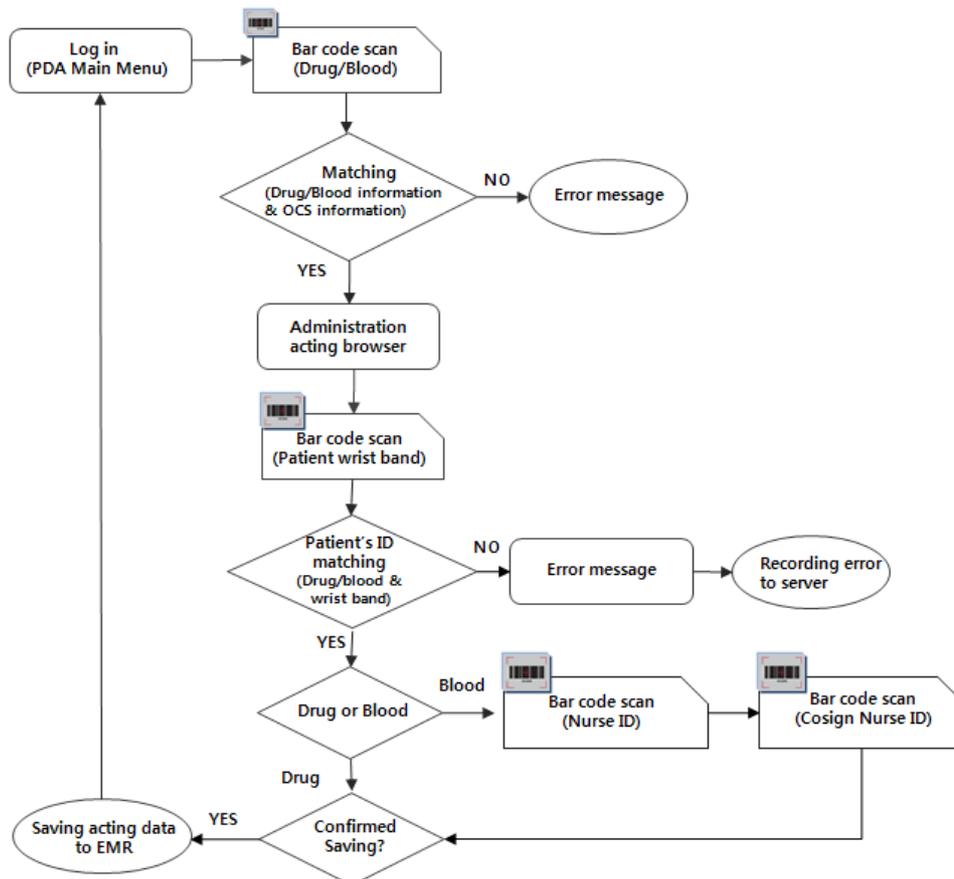
투약 · 수혈 바코드 시스템 적용 대상 건 중 실제 투약 · 수혈 바코드 시스템을 이용하여 투약 및 수혈 실시가 이루어져 EMR에 자동으로 투여기록이 완료된 건의 비율을 의미한다.

3) 투약 · 수혈 바코드 시스템 적용실패 사유

투약 · 수혈 바코드 시스템을 이용하여 투약 및 수혈 실시를 시도하였으나 실패하여 EMR에 수기로 투여기록이 완료된 건의 비율을 의미한다.

4) 투약 · 수혈 바코드 시스템 적용 평가

투약 · 수혈 바코드 시스템은 투여오류 예방률, 투여오류 발생



PDA=Personal Digital Assistants; OCS=Order Communication System;
ID=Identification; EMR=Electronic Medical Record

〈Figure 1〉 Workflow diagram for the bar code medication administration and blood transfusion system

를, 시스템에 대한 간호사 만족도로 평가하였다.

(1) 투여오류 예방률

투약·수혈 바코드 시스템을 이용하여 투약 및 수혈 실수가 이루어진 건 중 PDA에 잘못된 환자, 잘못된 투여일자, 잘못된 약물·혈액 경도가 제공되어 투여오류를 예방한 건의 비율을 의미한다.

(2) 투여오류 발생률

투약·수혈 바코드 시스템 적용대상의 약물 또는 혈액 중 투여과정에서 잘못된 환자, 잘못된 투여일자, 잘못된 약물·혈액으로 투여오류가 발생한 건의 비율을 의미한다.

(3) 시스템에 대한 간호사 만족도

간호사 만족도는 사용자인 간호사가 해당 시스템이 업무를 개선시키는데 중요하였다고 믿는 정도를 말하며(Otieno, Toyama, Asonuma, Kanai-Pak, & Naitoh, 2007), 본 연구에서는 Otieno 등(2007)이 개발한 EMR에 대한 사용자 만족도 측정도구를 사용하여 얻은 점수를 의미한다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 투약·수혈 바코드 시스템을 적용하고 있는 일 상급종합병원에서 투약 및 수혈관련 기록검토와 간호사 대상의 설문문을 통해 투약·수혈 바코드 시스템의 적용현황과 그 효과를 평가하기 위한 서술적 조사연구이다.

2. 연구대상 및 자료수집 방법

본 연구는 서울의 일 상급종합병원에서 투약·수혈 바코드 시스템을 적용하고 있는 15개 간호단위에서 2010년 4월 1일부터 2011년 3월 31일까지 이루어진 투약 및 수혈관련 기록과, 해당 간호단위 간호사 중 근무경력 1개월 이상의 간호사 367명을 대상으로 하였다.

자료 수집은 기관의 IRB의 승인을 받은 후 2011년 5월 한 달 동안 실시되었다. 먼저 시스템 적용률과 적용실패 사유, 투여오류 예방률, 투여오류 발생률을 분석하기 위해 1년 동안 이루어진 투약 및 수혈 중 투약·수혈 바코드 시스템 적용 대상 자료, 투약·수혈 바코드 시스템 적용 시 생성된 자료, 안전사고 보고서 분석 자료를 수집하였다. 시스템 적용률은 간호사가 투약·

수혈 바코드 시스템 적용 시 자동으로 EMR에 투여기록(Acting sign)이 된 건수를, 시스템 적용실패 사유는 간호사가 EMR에 직접 수기로 입력하여 투약·수혈 실시에 관해 투여기록한 건수와 수기사유를 수집하였다. 투여오류 예방률은 해당 시스템 적용 시 간호사에게 투여오류 가능성을 경고하기 위해 PDA에 생성되어 별도의 저장소에 저장된 로그 자료를, 투여오류 발생률은 투약·수혈과 관련된 안전사고 보고 분석 자료를 수집하였다.

시스템에 대한 간호사 만족도는 연구자 1인이 직접 해당단위에 방문하여 연구 참여자에게 연구목적과 방법, 연구에 참여를 원하지 않은 경우 언제든지 참여를 거부할 수 있음과 비밀보장 등을 충분히 설명하고 연구 참여 동의서를 받은 후 설문문에 직접자가 보고식으로 응답하도록 하였다. 총 367부를 배부하였고 337부가 회수되어 회수율은 91.8% 였다. 회수된 337부 전수가 최종 분석에 사용되었다.

3. 연구 도구

시스템에 대한 간호사 만족도

시스템에 대한 간호사 만족도는 Otieno 등(2007)이 개발한 EMR에 대한 사용자 만족도 측정도구로, 도구의 사용에 대해 도구개발자에게 사전 허가를 받은 후 연구자가 번역 후 국제표준화기구(International Standardization Organization, ISO) 인증을 받은 번역전문기관에 의뢰하여 한국어 번역과 역 번역 과정을 거친 후, 한국어 버전의 설문도구를 구성하였다. 각 문항은 5점 척도로 '매우 그렇지 않다'1점에서 '매우 그렇다'5점으로 이루어져 있다. 총점의 범위는 최저점수 9점에서 최고점수 45점까지이며, 점수가 높을수록 만족도가 높은 것을 의미한다. 도구개발 당시 도구의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha = .90$ 이었고, 본 연구에서 Cronbach's $\alpha = .95$ 이었다.

4. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 17.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

- 1) 투약·수혈 바코드 시스템 적용률과 적용실패 사유, 투여오류 예방률, 투여오류 발생률, 시스템에 대한 간호사 만족도 조사를 위한 대상자의 일반적 특성은 실수와 백분율로 분석하였다.
- 2) 투약·수혈 바코드 시스템에 대한 간호사 만족도는 평균평점과 표준편차로 분석하였다.
- 3) 대상자의 일반적 특성에 따른 투약·수혈 바코드 시스템에 대한 간호사 만족도는 ANOVA로 분석하였고, 집단 간 비교를 위한 사후검정은 Scheffe로 분석하였다.

4) 시스템에 대한 간호사 만족도 측정도구의 신뢰도는 Cronbach's α 계수로 검증하였다.

연구 결과

1. 투약 · 수혈 바코드 시스템 적용률과 적용실패 사유

투약 · 수혈 바코드 시스템은 전체 시스템 적용 대상 92,163건 중 91,038건에 적용되어 98.8%의 적용률을 보였으며, 투약과 수혈은 각각 98.9%, 98.3%가 적용되었다(Figure 2). 시스템 적용 실패 사유로는 바코드 관련 사유가 72.6%로 가장 많았으며, 시스템 관련 사유 24.5%의 순으로 나타났다. 특히 바코드 관련 사유 중 약물에서는 바코드 스캔 오류가 66.1%로 가장 많았고, 혈액에서는 바코드 라벨 손상이 48.1%로 가장 많았다(Table 1).

2. 투약 · 수혈 바코드 시스템에 의한 투여오류 예방률

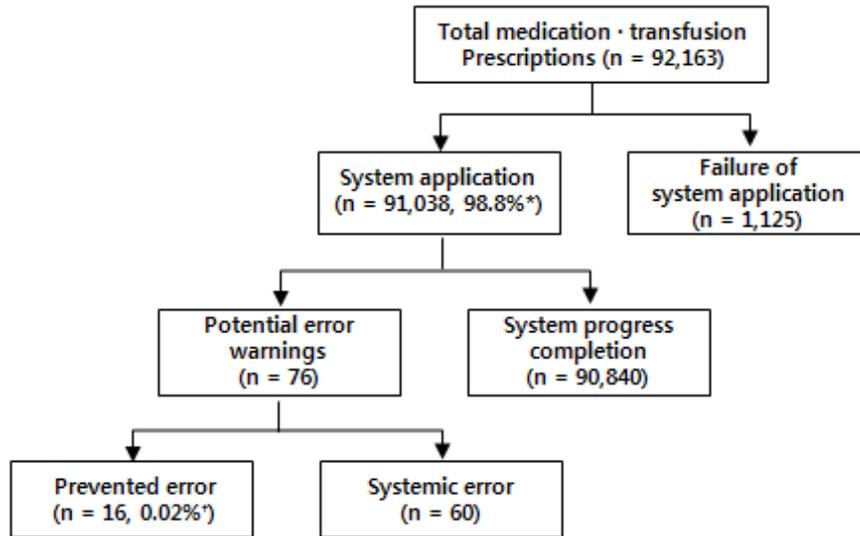
투약 · 수혈 바코드 시스템에 의한 투여오류 예방률은 0.02% (16건)였다. 본 시스템 적용 시 총 76건의 투여오류 가능성이 발생하였는데, 이중 60건은 바코드 인식 문제 등 시스템 오류에 의한 경고로 확인되었다(Figure 2).

3. 투약 · 수혈 바코드 시스템 적용 후 투여오류 발생률

투약 · 수혈 바코드 시스템 적용 후 약물 · 혈액의 투여오류 발생률은 0.0% (0건) 이었다.

4. 투약 · 수혈 바코드 시스템에 대한 간호사 만족도

투약 · 수혈 바코드 시스템에 대한 간호사 만족도 조사를 위한 대상자의 일반적 특성은 <Table 3>과 같다. 대상자의 평균 연령은 27.6세로 29세 이하가 77.7%로 가장 많았으며, 임상경력은 평균 4.7년으로 5년을 넘은 경우가 34.6%로 가장 많았다. 근무 부서는 병동이 76.5%로 가장 많았으며, 시스템 사용기간은 평균



* System application rate = $\frac{\text{Number of system application}}{\text{Number of total medication · transfusion prescriptions}} \times 100$

† Prevented error rate = $\frac{\text{Number of prevented error}}{\text{Number of system application}} \times 100$

<Figure 2> System application, warnings, and errors generated by the bar code medication administration

2.2년으로 85.7%가 13개월 이상 해당 시스템을 사용한 경험이 있었다.

투약·수혈 바코드 시스템에 대한 간호사의 전체 만족도는 4.04점 (SD=0.59) 이었다. 세부 항목별로 살펴보면, 투약·수혈 바코드 시스템으로 인해 '환자안전이 향상되었다'가 4.31점 (SD=0.68)으로 가장 높았고, 투약·수혈 바코드 시스템은 '유용하

다' 4.15점 (SD=0.69), '우리병원에서 중요한 시스템이다' 4.08 (SD=0.74)의 순 이었다. 가장 낮은 점수를 보인 항목은 '사용하는데 소요되는 시간과 노력은 가치가 있다'로 3.92점 (SD=0.75) 이었다 (Table 2).

대상자의 일반적 특성에 따른 시스템에 대한 만족도는 임상경력(F=5.94, p<.001), 시스템 사용기간(F=5.67, p<.001)에 따라서

(Table 1) Cases of Failure of the Bar Code Medication Administration and Blood Transfusion System Application

Factor	Categories	Drug (n=753)	Blood (n=372)	Total (n=1125)
		n (%)	n (%)	n (%)
Bar code	Bar code scan error	498 (66.1)	67 (18.0)	565 (50.2)
	Bar code label damage	36 (4.8)	179 (48.1)	215 (19.1)
	Bar code label missing	28 (3.7)	9 (2.4)	37 (3.3)
	Total	562 (74.6)	255 (68.5)	817 (72.6)
System	Wireless network error	171 (22.7)	85 (22.8)	256 (22.6)
	Save function error	8 (1.1)	11 (3.0)	19 (1.7)
	EMR recording error	0 (0.0)	1 (0.3)	1 (0.1)
	Total	179 (23.8)	97 (26.1)	276 (24.5)
PDA	Battery discharge	5 (0.7)	5 (1.3)	10 (0.9)
	PDA malfunction	4 (0.5)	8 (2.2)	12 (1.1)
	Total	9 (1.2)	13 (3.5)	22 (2.0)
Human	Process omission: checking order before administration	2 (0.3)	6 (1.6)	8 (0.7)
	Process omission: confirming save after bar code scan	1 (0.1)	0 (0.0)	1 (0.1)
	Process omission: confirming blood at blood bank before transfusion	-	1 (0.3)	1 (0.1)
	Total	3 (0.4)	7 (1.9)	10 (0.9)

PDA=Personal Digital Assistants; EMR=Electronic Medical Record

(Table 2) Nurses' Satisfaction with the Bar Code Medication Administration and Blood Transfusion System (n=337)

Items	M	SD	Minimum	Maximum
1. Patient safety has improved due to the bar code medication administration and blood transfusion system	4.31	0.68	1.00	5.00
2. The bar code medication administration and blood transfusion system is useful.	4.15	0.69	1.00	5.00
3. The bar code medication administration and blood transfusion system is an important system for our hospital.	4.08	0.74	2.00	5.00
4. Quality of information has improved due to the bar code medication administration and blood transfusion system	4.01	0.70	2.00	5.00
5. The bar code medication administration and blood transfusion system has been successful in our hospital.	4.00	0.71	1.00	5.00
6. Quality of work has improved due to the bar code medication administration and blood transfusion system	3.99	0.77	1.00	5.00
7. Work performance has improved due to the bar code medication administration and blood transfusion system	3.96	0.80	1.00	5.00
8. The bar code medication administration and blood transfusion system is worth the time and effort required to use it.	3.92	0.75	1.00	5.00
9. Overall, I'm satisfied with the bar code medication administration and blood transfusion system	3.96	0.71	1.00	5.00
Total	4.04	0.59	1.22	5.00

(Table 3) Nurses' Satisfaction with the System according to General Characteristics

(n=337*)

Characteristics	Classification	n (%)	M (SD)	F	p	Scheffe
Age (years)	≤29	258 (77.7)	4.07 (0.53)	1.89	.152	
	30~39	69 (20.8)	3.93 (0.77)			
	≥40	5 (1.5)	4.31 (0.37)			
Clinical experience (years)	<1 ^a	60 (17.9)	4.28 (0.44)	5.94	<.001	d<a
	1-3 ^b	63 (18.8)	4.08 (0.47)			
	3-5 ^c	96 (28.7)	4.04 (0.49)			
	≥5 ^d	116 (34.6)	3.90 (0.73)			
Clinical setting	General ward	257 (76.5)	4.06 (0.57)	1.71	.183	
	Day care center	18 (5.4)	4.15 (0.54)			
	Emergency unit	61 (18.2)	3.92 (0.66)			
Duration of system use (months)	≤3 ^a	29 (8.7)	4.42 (0.48)	5.67	<.001	b,c,d<a
	4-12 ^b	80 (5.7)	4.04 (0.61)			
	13-36 ^c	185 (18.3)	4.02 (0.57)			
	≥37 ^d	39 (67.4)	3.86 (0.55)			

* except for no response

유의한 차이를 보였다. Scheffe 사후검증 결과, 임상경력은 5년 이상보다 1년 미만인, 시스템 사용기간은 3개월 이하가 4개월 이상보다 시스템에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났다(Table 3).

논 의

본 연구의 자료분석 결과, 투약·수혈 바코드 시스템 적용률은 평균 98.8%로 외국의 선행연구에서는 비교할 수 있는 결과를 확인할 수 없었으나, 동일기관에서 해당 시스템 개발 시 2개 병동에서 조사되었던 최대 적용률 82% (Choi & Kim, 2009) 보다도 높은 적용률을 보이고 있었다. 이는 Choi와 Kim (2009)의 연구에서 바코드 시스템 적용 실패사유 대부분을 차지했던 사용자의 기기 사용 미숙, 혈액백에 인쇄된 다른 바코드 인식, PDA의 축전지(battery) 방전 등의 사유가 1년 이상의 적용 기간을 통해 간호사의 PDA 사용경험이 증가함에 따라 감소하였기 때문으로 사료된다.

바코드 시스템 적용실패 사유를 살펴보면, 바코드 관련 사유가 본 연구에서는 72.6%의 가장 높은 비율을 차지한 반면 Choi와 Kim (2009)의 연구에서는 매우 낮은 비율로 보고되었다. 바코드 관련 사유는 바코드가 눈으로 보기에 손상되어 있거나 인식이 되지 않는 경우, 환자가 ID 팔찌를 착용하고 있지 않은 경우가 해당된다. 따라서 Choi와 Kim (2009)의 연구에서 바코드 시스템 적용실패 사유는 중앙의 장애접수 시스템에 접수된 건을 근거로 하였으므로, 사용자인 간호사가 시스템 오류의 원인을 파악하기 어려운 경우에 한해 접수가 되었을 것으로 사료된다. 반면 본 연구에서는 간호사가 투약·수혈 시 바코드 시스템 사용에 실패한 경우 EMR에 수기로 확인기록 할 때마다 실패사유

를 기록하도록 하였고 그 결과를 확인함으로써 더 구체적이고 다양한 사례를 확인할 수 있었을 것으로 판단된다. 최근 의료분야에서 환자안전에 도모할 수 있는 대안으로 RFID가 제시되고 있다. RFID는 본 연구에서 문제점으로 제시된 바코드 인식률의 문제를 보완할 수 있으나, RFID 적용을 위한 비싼 태그비용과 RFID 인프라 구축을 위한 비용문제 등으로 경제적이지 못하다는 제한점을 가지고 있다(Jung et al., 2009; Kim, Kim, Kim, & Yoo, 2009). 따라서 경제성과 업무효율성을 고려하여 바코드와 RFID의 혼용을 제시해볼 수 있겠다. 이는 1회 적용 시 일정기간 지속적으로 사용이 가능한 환자 ID 등은 RFID를, 1회성으로 사용하게 되는 약물과 혈액의 정보는 바코드를 사용하는 것으로 최근 일부 병원들에서 적용되고 있는 방법이다. 그러나 일부 연구에서는 바코드와 RFID의 혼용으로 사용자들은 업무과중을 느끼고 한 가지 시스템으로 통일되기를 원한다고 보고되기도 하였다(Jung et al., 2009). 따라서 투약·검사·처치의 실시, 환자확인 등의 다양한 업무에 바코드나 RFID를 확대하여 적용하고 EMR과 연동하여 실시결과가 자동 기록되도록 한다면, 업무의 효율성 증대는 물론 각종 업무의 실시시간에 대한 정확성 또한 도모할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 바코드 관련 사유를 구체적으로 살펴보면 약물에서는 바코드 스캔 오류가, 혈액에서는 바코드 라벨 손상이 상대적으로 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 요인으로는 약물의 바코드 라벨이 주사기에 부착되거나 여러 개의 주사제가 섞인 수액에 부착되는 경우 라벨이 부착된 표면의 굴곡으로 바코드 스캐너가 바코드를 정확하게 인식하지 못하는 문제가 있었다. 또한 혈액의 경우 습기에 약한 라벨용지를 사용함으로써 습기에 의해 바코드의 일부가 손상되는 경우를 확인할 수 있었다. 따라서 환자안전에 위한 바코드 시스템이 병원

전체에 확대되기 위해서는 이를 병원업무에 적용 시 필요한 바코드 형태, 바코드 라벨의 질 등을 개선하기 위한 다양한 방안 모색이 필요하며, RFID 사용의 활성화를 위해서는 의료 외의 다른 산업에서 RFID의 활발한 사용과 그에 따른 효과가 여러 관점에서 확인되고 의료분야에서의 RFID 비용을 수감화하기 위한 방안이 논의 되어야 할 것이다(Jung et al., 2009).

한편 무선 네트워크 장애 등 시스템관련 사유는 Choi와 Kim (2009)의 연구와 동일하게 본 연구에서도 높게 나타났다. 본 연구에서 바코드 시스템은 98.8%의 높은 적용률을 보이고는 있으나, Choi와 Kim (2009)이 언급한 바와 같이 여전히 네트워크 접속 중계점(Access Point, AP)과 무선기기인 PDA 사이의 연결과정에서의 안정화가 필요한 것으로 사료된다. 한편 바코드 시스템 적용 시 시스템의 바코드 스캐너가 번호를 잘못 인식하거나 혈액백의 다른 바코드를 인식하는 등 투여오류와 관련 없는 경고가 발생하였는데 본 연구에서는 전체 경고의 78.9%, Sakowski 등(2005)의 연구에서는 70%로 바코드 시스템과 처방 시스템 사이의 장애, 바코드 시스템 자체 문제에 의한 장애, 사용자의 바코드 시스템 사용 오류 등이 있었다. 보건의료분야에서 무선 네트워크는 의료인의 환자접근성을 향상시켜 침상 앞에서 실시간의 정보를 조회하고 입력할 수 있다는 점에서 핵심적인 인프라가 될 수 있으나, 아직 의료현장에서 무선 네트워크의 적용은 초기 단계에 있어 바코드 시스템의 임상적용 및 임상적, 기술적 측면에서의 평가가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서 바코드 시스템 사용 시 투여오류 가능성 경고를 받은 간호사들은 약물·혈액의 정보와 환자의 처방정보를 직접 확인하고 투여과정을 수정함으로써 0건의 투여오류가 발생하였다. 즉 본 연구의 바코드 시스템이 적용된 건 중 0.02%의 투여오류 예방효과가 있었다. 이러한 결과는 외국의 바코드 시스템 적용효과에 관한 연구들에서도 일치된 결과를 확인할 수 있다. 약물의 경우 선행연구마다 투약오류에 대한 용어정의에는 조금씩 차이가 있으나, Sakowski 등(2005)의 연구에서는 34.6%의 투약오류 가능성이 경고되었고 이중 간호사가 실제 투약행위를 수정하여 전체 투여 건 중 1.1%의 투약오류를 예방하였다. Helmons 등(2009)도 규모가 다른 5개 의료기관에서 바코드 시스템 적용 후 투약오류를 확인한 결과 8.1%의 투약오류 예방효과가 있었다. 한편 Pagliaro, Turdo와 Capuzzo (2009)는 수혈과정에 바코드 시스템을 적용하여 0.07%의 투여오류를 예방하였고 보고하였다. 그러나 바코드 시스템의 효과가 선행연구들과 일치하는 결과를 나타내고 있음에도 본 연구에서의 투여오류 예방효과는 외국에 비해 매우 낮은 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 이는 본 연구에서 적용된 바코드 시스템은 약물·혈액의 환자정보가 환자 ID 바코드의 환자정보와 일치하지 않거나 투여일

자, 약물·혈액 정보의 불일치만을 투여오류로 인지하도록 설계된 반면, 외국의 시스템은 본 연구에서 정의된 투여오류 사유 외에 투여누락, 잘못된 시간 투여도 투여오류로 인지하도록 설계되었기 때문으로 사료된다.

한편, 최근 투약·수혈 시 적용할 수 있는 바코드 시스템이 있으나 간호사들이 해당 시스템을 사용하지 않거나 바코드 시스템 적용 시에도 제공되는 투여오류 가능성 경고를 무시하여 투여오류가 발생한다는 바코드 시스템의 부정적 측면에 대한 연구 결과들이 보고되고 있다(Koppel et al., 2008; Mims et al., 2009). 그러나 본 연구기간 동안 투여오류 가능성 경고를 받은 16건에 대해 간호사들은 모두 수행하던 업무를 중단하고 직접 정보를 재확인 한 후 투여를 실시하였다. 이러한 결과는 선행연구들에서 사용된 시스템들은 대부분 모든 약물에 적용이 되었고, 사용자인 간호사들에게 투약오류 가능성 정보제공에만 초점을 둔 반면, 본 연구의 바코드 시스템은 환자에게 잘못 투여 시 심각한 영향을 초래할 수 있는 항암제와 혈액에만 제한적으로 적용이 되었고, 투여오류 가능성 경고 시 추가적인 진행이 불가하도록 시스템을 제어함으로써, 간호사의 투여행위를 수정할 수 있었던 것으로 사료된다. 또한 본 바코드 시스템을 적용하기 전 약 5.5개월의 개발기간 동안 본 연구팀, 시스템 개발자, 사용자인 간호사 간의 지속적인 의견 교류, 시스템 적용률 모니터링, 수차례에 걸친 PDA 화면의 수정과 정련과정을 통해 본 시스템에 대한 간호사들의 신뢰가 형성되었기 때문으로 생각된다. 이러한 결과는 투약·수혈 시 바코드 시스템을 적용하지 않거나 경고를 무시하는 사례를 보완하기 위해서는 실제 현장에서 시스템 사용에 대한 세심한 관찰, 시스템 적용 및 평가자, 개발자, 사용자 간의 긴밀한 의사소통을 통한 사용자 중심의 프로그램 설계, 병원에서의 통제 등이 필요하다는 Koppel 등(2008)의 주장을 뒷받침하고 있다.

본 연구에서 바코드 확인 시스템에 대한 간호사의 만족도는 4.04점으로 높은 점수를 나타냈다. 특히 4점 이상의 높은 점수를 보인 항목을 살펴보면, 간호사들은 바코드 시스템이 병원에 성공적으로 적용되었다고 생각하고 있었으며, 환자안전과 정보의 질이 개선되어 유용한 시스템이라고 인지하고 있었다. 반면 바코드 시스템 사용에 요구되는 시간과 노력의 가치, 업무수행도 개선에 관한 항목은 상대적으로 낮은 4점 이하의 점수를 보였다. 이러한 결과는 바코드 시스템에 대한 간호사의 만족도를 확인한 연구들에서도 유사한 결과를 보이고 있었다. Fowler, Sohler와 Zarillo (2009)는 미국의 외과계 병동 간호사를 대상으로 바코드 시스템에 대한 만족도를 6점 척도로 조사하였는데, 간호사들은 시스템 안전성 3.88점, 정보접근 용이성 3.42점으로 중정도 이상의 점수를 보인 반면, 환자에게 더 많은 시간 할애

1.85점, 업무 효율성 2.81로 낮은 만족도를 보였다. 또한 바코드 시스템에 대한 미국 내 다 기관 간호사의 태도를 확인한 Marini, Hasman, Huijer와 Dimassi (2010)의 연구에서도 간호사들은 오류 예방의 안전성, 정보 제공의 용이성 등에는 80% 이상이 동의를 한 반면, 업무의 편리성, 신속성, 생산성 등에는 30% 이하의 낮은 동의정도를 보였다. 본 연구에서 바코드 시스템에 대한 간호사의 만족도 조사 시 개방형으로 작성한 기타 의견에서도 간호사들은 바코드 시스템 사용으로 환자 옆에서 투약·수혈을 실시함과 동시에 자동 투여기록이 가능하게 되므로 유용한 시스템이라고 기술하였다. 또한 투여 직전 투여오류 가능성의 정보를 즉시 제공하여 주므로 투여오류에 대한 불안감이 감소된다고 하였다. 이는 간호사의 특성에 따른 해당 시스템에 대한 만족도에서 임상경력 1년 미만은 5년 이상 보다, 해당 시스템 사용기간이 짧을수록 만족도가 유의하게 높은 결과와 맥을 같이 함을 알 수 있다. 또한 간호사들은 약물이나 혈액을 투여 받는 환자들에게 안전감과 신뢰감을 제공할 수 있어 바코드 시스템이 도움이 되었다고 기술하였다. 그러나 PDA가 바코드를 잘 인식하지 못하거나 네트워크 장애가 발생하면 바코드 스캔 과정을 반복적으로 수행하게 되어 업무가 지연되고, PDA의 고장이나 방전 시 이를 관리해야 하는 추가적인 업무가 발생하였다고 기술하기도 하였다. 이러한 결과는 바코드 시스템을 경험한 간호사를 대상으로 심층면담을 실시한 Huang과 Lee (2011)의 연구, Hurley 등(2007)의 연구와 유사한 결과를 보이고 있다. 실제 바코드 시스템이 간호활동에 미치는 영향을 확인하기 위해 간호활동 시간을 확인한 Huang과 Lee (2011)의 연구결과에 의하면, 바코드 시스템 적용으로 투약간호 시간은 감소하고 관련 기기나 물품을 관리하고 준비하는 간접간호 시간과 단위관리 활동은 증가였으나, 직접간호 시간은 변화가 없는 것으로 보고되었다. 따라서 간호사의 투약·수혈 업무가 좀 더 안전하고 효율적으로 이루어지기 위해서는 네트워크 장애 등 바코드 시스템의 기술적 측면에서의 보완이 필요하겠다(Huang & Lee, 2011).

본 연구에서 사용된 투약·수혈 바코드 시스템은 항암제와 혈액에만 제한적으로 적용되었으며, 투여오류에 대한 정의 또한 잘못된 시간 투여, 누락 등을 포함하지 못하였다는데 한계점이 있다. 그러나 본 연구는 최근 국내 병원들에서 환자안전에 위해 도입하기 시작한 정보기술이 임상 투약·수혈과정에 적용되고 있는 현황과 환자안전 측면에서의 효과를 확인하였으며, 그 과정에서 간호사들이 경험하는 기술적, 임상적 문제점과 대안을 제시하였다는데 간호실무 측면에서 의의가 있다.

결론

본 연구는 일 상급종합병원에서 적용되고 있는 투약·수혈 바코드 시스템의 임상 적용현황을 파악하고 환자안전과 간호사 만족도 측면에서 그 효과를 확인함으로써, 추후 임상업무에 정보 기술 활용 시 환자안전과 간호사의 업무효율을 위한 방안을 제시하고자 시도되었다.

본 연구결과 투약·수혈 바코드 시스템은 간호사들이 약물 또는 혈액 투여 시 투여오류 가능성 정보를 제공함으로써 투여오류를 예방하는데 효과적인 시스템임을 확인할 수 있었다. 그러나 간호사들은 투약·수혈 바코드 시스템에 대하여 환자안전 측면에서는 만족하나 바코드관련 문제, 무선 네트워크 장애 등으로 업무효율 측면에서는 상대적으로 낮게 만족하고 있었다.

따라서 의료기관에서 환자안전에 위해 임상현장의 다양한 분야에 바코드 시스템 적용은 유용하나, 업무효율성을 함께 도모하기 위해서는 바코드 개선, 무선 네트워크 통신 개선 등 기술적 측면에서의 보완이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구결과를 바탕으로 다음의 추후연구를 제안하고자 한다.

- 1) 최근 일부 의료기관에서 모든 약물 투여 시 바코드 시스템을 적용하고 있으므로, 바코드시스템 적용 시 투약오류 가능성 정보가 발생하는 상황을 분석하는 연구가 필요하다.
- 2) 의료기관의 다양한 업무에 IT가 적용되어 기술적 측면, 임상적 측면에서 효과를 확인하는 연구를 제안한다.

REFERENCE

- Armitage, G. & Knapman, H. (2003). Adverse events in drug administration: a literature review. *Journal of Nursing Management*, 11(2), 130-140.
- Aulbach, P., Brient, K., Clark, M., Custard, K., Davis, C., Gecomo, J. et al. (2010). Blood transfusions in critical care: improving safety through technology and process analysis. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 22(2), 179-190.
- Barker, K., Flynn, E., Pepper, G., Bates, D., & Mikeal, R. (2002). Medication errors observed in 36 health care facilities. *Archives of Internal Medicine*, 162(16), 1897-1903.
- Bennardello, F., Fidone, C., Cabibbo, S., Calabrese, S., Garozzo, G., Casarino, G et al. (2009). Use of an identification system based on biometric data for patients requiring transfusions guarantees transfusion safety and traceability. *Blood Transfusion*, 7(3), 193-203.
- Choi, J. S. & Kim, D. S. (2009). Technical Considerations for successful implementation of a barcode-based medication system in hospital. *Journal of Korean Society of Medical*

- Informatics*, 15(3), 303-312.
- Crigger, N. J. & Meek, V. L. (2007). Toward a theory of self-reconciliation following mistakes in nursing practice. *Journal of Nursing Scholarship*, 39(2), 177-183.
- Deyoung, J., Vanderkooi, M., & Barletta, J. (2009). Effect of bar-code-assisted medication administration on medication error rates in an adult medical intensive care unit. *American Journal of Health System Pharmacy*, 66(12), 1110-1115.
- Fowler, S. B., Sohler, P., & Zarillo, D. F. (2009). Bar-code technology for medication administration: medication errors and nurse satisfaction. *Medsurg Nursing*, 18(2), 103-109.
- Gray, A., Hart, M., Dalrymple, K., & Davies, T. (2008). Promoting safe transfusion practice: right blood, right patient, right time. *British Journal of Nursing*, 17(13), 812-817.
- Helmons, P., Wargel, L., & Daniels, C. (2009). Effect of bar-code-assisted medication administration on medication administration errors and accuracy in multiple patient care areas. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 66(13), 1202-1210.
- Huang, H. Y. & Lee, T. T. (2011). Impact of bar-code medication administration on nursing activity patterns and usage experience in Taiwan. *Computers, Informatics, Nursing*, 29(10), 554-563.
- Hurley, A. C., Bane, A., Fotakis, S., Duffy, M. E., Sevigny, A., Poon, E. G et al. (2007). Nurses' satisfaction with medication administration point-of-care technology. *Journal of Nursing Administration*, 37(7/8), 343-349.
- Institute of Medicine of the National Academies (2007). *Preventing medication errors: quality chasm series*. Washington: The National Academies Press.
- Jung, E. Y., Park, R. W., Lim, Y. S., Hwang, H. J., Lee, Y. H., Jeong, K. S. et al. (2009). Development and application of the RFID system for patient safety. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 15(4), 433-444.
- Kang, S. K., An, Y. E., Soe, J. W., & Park, J. A. (2011). Web-based RFID management system for the medical equipments. *Journal of Korean Institute of Information Technology*, 9(3), 77-84.
- Keohane, C. A., Bane, A. D., Featherstone, E., Haves, J., Woolf, S., Hurley, A. et al. (2008). Quantifying nursing workflow in medication administration. *Journal of Nursing Administration*, 38(1), 19-26.
- Kim, C. S. & Kang, S. S. (2005). Design and implementation of RFID application system for hospital information system. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 11(4), 399-407.
- Kim, D. S., Kim, J. C., Kim, S. H., & Yoo, S. K. (2009). A study on the patient location monitoring system based on RFID. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 15(1), 41-48.
- Koppel, R., Wetterneck, T., Telles, & Karsh, B. T. (2008). Workarounds to barcode medication administration systems: their occurrences, causes, and threats to patient safety. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 15(4), 408-423.
- Marini, S., Hasman, A., Huijter, H., & Dimassi, H. (2010). Nurses' attitudes toward the use of the bar-coding medication administration system. *Computers, Informatics, Nursing*, 28(2), 112-123.
- Mims, E., Tucker, C., Carlson, R., Schneider, R., & Bagby, J. (2009). Quality-monitoring program for bar-code-assisted medication administration. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 66(12), 1125-1131.
- Min, D. K., Kim, E. J., Lee, E. J., & Seol, T. R. (2006). Research on an application model of RFID technology for patient safety: a case of Y hospital. *Entrue Journal of Information Technology*, 5(1), 91-102.
- O'malley, P. (2008). Think bar-code medication administration eliminates adverse drug events? Think again! *Clinical Nurse Specialist*, 22(6), 269-270.
- Orieno, O. G., Toyama, H., Asonuma, M., Kanai-Pak, M., & Naitoh, K. (2007). Nurses' views on the use, quality and user satisfaction with electronic medical records: questionnaire development. *Journal of Advanced Nursing*, 60(2), 209-219.
- Pagliari, P., Turdo, R., & Capuzzo, E. (2009). Patients' positive identification systems. *Blood Transfusion*, 7(4), 313-318.
- Patterson, E., Rogers, M., & Render, M. (2004). Fifteen best practice recommendations for bar-code medication administration in the Veterans Health Administration. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 30(7), 355-365.
- Sakowski, J., Leonard, T., Colburn, S., Michaelsen, B., Schiro, T., Schneider, J. et al. (2005). Using a bar-coded medication administration system to prevent medication errors in a community hospital network. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 62(24), 2619-2625.
- Sari, A. B., Sheldon, T. A., Cracknell, A., Turnbull, A., Dobson, Y., Grant, C., et al. (2007). Extent, nature and consequences of adverse events: results of a retrospective case note review in a large NHS. *Quality & Safety in Healthcare*, 16(6), 434-439.