

투약적용의 임상적 의사결정을 위한 스마트폰 어플리케이션의 개발

김명수¹, 박정하², 김성민^{3*}

¹부경대학교 간호학과, ²동서대학교 간호학과, ³부산대학교 간호학과

Development of a Smartphone Application for Clinical Decision Making of Medication Administration

Myoung-Soo Kim¹, Jung-Ha Park² and Sungmin Kim^{3*}

¹Department of Nursing, Pukyong National University

²Department of Nursing, Dongseo University

³Department of Nursing, Pusan National University

요 약 본 연구는 고위험약물의 투약조정을 위한 스마트 폰 어플리케이션의 내용을 구축하고 개발된 어플리케이션의 만족도를 평가하기 위해 수행되었다. xcode 4.5와 ios 6.1 SDK(software development kit)을 이용하여 시스템을 구축하였다. 4주간의 중재 후 35명의 중환자실 간호사들에게 기능적, 내용적, 화용적 측면의 만족도를 물었다. 또한 하루의 사용횟수와 사용의 빈도에 따른 만족도의 차이를 평가하였다. 이를 위해서는 SPSS WIN 18.0을 활용하여 서술적 분석, ANOVA를 적용하였다. 약물계산 식을 개발하고 과다 혹은 과소 용량에 대한 알람을 주는 과정을 개발하였고, 고위험 약물에 대한 정보를 구축하였다. 만족도와 관련된 문항 중 이 어플리케이션은 약물계산을 수행하는데 도움이 된다는 문항이 3.14점이었으나 이 어플리케이션에 만족한다는 문항은 2.94에 그쳤다. 하루의 사용횟수와 사용빈도와 관련해서 만족도의 차이는 없었다. 이 연구의 결과에 근거할 때 추후 더욱 진보된 고위험약물을 위한 투약조정용 스마트폰 어플리케이션은 환자안전을 위한 중요한 기반을 제공해 줄 수 있을 것이다.

Abstract This study aimed to develop smartphone application contents for the medication reconciliation of high-alert medications and to evaluate the satisfaction for this application. The xcode 4.5 and ios 6.1 SDK(software development kit) were used for constructing screen of the system. After implementation during 4 weeks, thirty five ICU(Intensive Care Unit) nurses were asked function related, contents related, and usage related satisfaction using 12 items. And differences of satisfaction according to the number of daily use and the frequency of use were evaluated. Data were analyzed using descriptive analysis, ANOVA with the SPSS 18.0. We developed the formula for drug dosage calculation, the alarming procedure, and the information of the high alert medication. In the satisfaction items, the mean score of 'This application is helpful to perform drug dosage calculation' was 3.14. However, 'I satisfy this application' was relatively low as 2.94. There were no differences in satisfaction according to the daily use and frequency of use. Based on the results of this study, more advanced smartphone application for medication reconciliation of high-alert medications will provide an important platform for patient safety.

Key Words : Decision support system, Medication reconciliation, Medication error, Patient safety, Medication administration

본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(과제번호 2011-0013352)

*Corresponding Author : Sungmin Kim(Pusan National Univ.)

Tel: +82-10-9676-1071 email: ruby523@naver.com

Received November 12, 2013 Revised December 30, 2013 Accepted March 6, 2014

1. 서론

1.1 연구의 필요성

지난 20년간 정보기술의 급속한 발달로 인해 의료분야에서는 컴퓨터를 이용한 임상 의사결정시스템(Clinical Decision Support System, CDSS)에 대한 관심이 널리 확산되고 있다. 임상 의사결정시스템이란 복잡하고 비정기적인 의료상황에서 의사결정을 내리고 해결책을 마련하기 위해 의사나 간호사를 돕는 소프트웨어기반 치료지침이라고 정의된다[1]. 의사들의 경우 이미 많은 CDSS를 개발하여 활용중인데, 심혈관계 수술시에 불필요하게 반복적으로 이루어지는 임상병리검사에 대해서 컴퓨터화된 의사결정지시시스템을 적용한 후 불필요한 검사율이 매달 0.4%씩 감소하였던 것으로 나타나 실무에 있어 안정화를 도모하고 경제성을 향상시켰던 것으로 나타났다[2]. 이에 간호사 자율성에 기반하여 이루어지는 업무에 대해서도 임상적 의사결정을 지지하는 프로그램은 구축 활용되어 오고 있는데, 옥창예방[3]과 영양결핍간호를 이행하는 데 효과가 있는 것으로 나타나[4] 간호에 있어서도 CDSS의 효과는 속속 규명되고 있다.

간호사의 업무 중 가장 일반적이면서 많은 책임이 부과되는 업무인 투약[5]의 경우, 특히 오류가 빈번히 발생하므로 정확한 투약을 수행하기 위해 CDSS가 활용되고 있다[6]. 투약업무는 의사, 약사, 간호사 모두가 관련되나 투약업무의 최일선에서 마지막으로 오류를 거를 수 있는 주체가 간호사인 만큼 간호사의 업무에서 가장 많은 책임이 부과되므로 투약오류의 발생[7]을 예방하기 위해 투약적용 시 용량을 확인하는 프로그램이 필요하였다. 약사들에게 투약조제 시 용량이 틀리는 경우 알람을 제공하는 임상적 의사결정 지지시스템을 가동하였을 때, 8.41%에서 알람이 울렸던 것으로 나타나[8] 간호사의 투약적용 단계로 넘어가기전 이미 많은 오류가 있을 수 있음을 알 수 있다. 특히, 중환자실과 같은 고위험 대상자가 많은 곳에서 발생하는 심각한 오류 중 투약오류가 78% 정도이므로 투약의 정확성이 요구되며[9] 투약적용단계에서 가장 흔히 발생하는 유형이 잘못된 약물용량이나 빈도와 관련된 것이므로[10] 이와 관련된 시스템이 주로 개발, 사용되고 있다.

CDSS의 활용은 투약업무 과정에서의 효율성과 질 향상을 위해 전자처방입력시스템과 함께 쓰이기 시작하였으며 여러 선행 연구에서 전자처방입력시스템과 통합된 CDSS가 약물 부작용[11]과 투약 오류[12]를 줄이는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 그러나 CDSS를 제공한다고 해서 사용자들이 적극적으로 사용하고 적용하는 것은 아니므로 개발 시에는 시스템 접근의 용이성, 시스템 사용에

대한 충분한 기술적 지원과 훈련, 업무흐름과의 통합되는 정도, 제공되는 임상적 메시지의 관련성 및 적절성 등이 고려되어야 한다[6]. 또한, 사용자들의 시스템에 대한 만족도가 떨어지는 경우[11] 혹은 전문직 자율성을 위협받는다 느낄 경우 CDSS의 활용을 꺼리는 것으로 나타나[13], 적절한 시스템의 개발과 활용을 촉진하는 방법이 CDSS 정착에 주요 요인이었다. 간호업무와 관련하여 살펴보면, 간호사만을 위한 CDSS를 많은 병원에서 구축하고 있는 것은 아니지만, 구축되어 있는 시스템에 대해서도 실제 많은 간호사들이 컴퓨터에 앉아서 이 시스템을 활용하는가에 대해서는 회의적인 것이 사실이다.

따라서, 이러한 단점을 보완할 수 있는 것이 바로 스마트폰이다. 스마트폰은 휴대가 간편하고 장소와 상관없이 가능하다는 이점이 있어 의료분야에서 교육용[14]이나 치료용[15]으로 널리 사용되고 있다. 스마트폰을 이용하여 잘 짜여진 CDSS를 제공할 경우, 내용이 방대하여 찾아보기 힘든 관련 서적을 찾는 것보다 더 유용하고[16], 의료인의 치료 기준 및 근거기반의료를 적용하는데 도움을 줄 수 있을 것[16]으로 기대되었다. 현재 약사에게 약물정보나 용량계산을 위한 다양한 종류의 어플리케이션이 개발되어 있으며[17], 의사들의 약물처방을 돕기 위한 어플리케이션을 개발하고 그 효과를 살펴본 바[18] 있다. 이와 같이 앞서 개발된 CDSS들은 대부분 의사나 약사들이 처방을 내거나 조제할 때 투약오류를 줄이기 위한 CDSS로, 의사의 처방지시에 따라 간호사가 투약업무를 수행할 때 의사결정을 지지하기 위해 스마트폰을 이용하여 CDSS를 적용한 연구는 찾아보기 힘들었다. 이에 간호사의 투약업무와 관련된 의사결정을 지지하기 위해 시스템이 개발된다면 투약오류예방에 더욱 효과적일 것으로 보아 본 연구를 시행하였다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 간호사들을 위한 정확한 약물용량계산을 위한 어플리케이션의 콘텐츠를 개발하고, 사용자들의 활용 만족도를 분석한 예비연구로 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 정확한 약물용량계산 스마트폰 어플리케이션의 콘텐츠를 개발한다.
- 2) 프로그램을 사용한 간호사들의 활용정도 및 활용만족도를 분석한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 간호사들의 투약업무 중 정확한 약물용량계

산을 돕는 스마트폰 어플리케이션을 개발, 적용한 연구의 2차 분석연구이다.

2.2 연구대상 및 자료수집방법

본 연구를 수행하기 위한 대상자 그룹은 두 군이다. 우선, 현재 약전과 약물용량계산 프로그램의 활용정도를 파악하기 위한 대상자는 환자안전 관리자 124명이다. 전국의 입원실을 가지고 있는 각 병원의 적정관리실 혹은 질 관리실 환자안전 관리자를 대상으로 우편을 통해 해당연구를 알리고, 각 병원의 환자안전 관리자 한명씩만 설문용 웹 페이지에 초대하여 연구에 대한 자세한 설명을 제공하였다. 이후 참여에 동의한 자에 한해 설문을 시작하였고, 설문조사가 시작된 지 2주 동안 설문에 참여하지 않은 병원을 대상으로 두 번째 우편을 발송하여 한 번 더 일깨우고(remind) 사례품을 제공(incentive)하였다. 최초 우편발송이 가능하였던 총 274곳에 안내 우편물을 발송한 후, 2011년 6월 20일부터 8월 10일까지 약 50일간 설문을 실시한 결과 124개 병원(47.6%)의 질 관리관련 담당자가 응답하였고, 이를 병상수 500개를 기준으로 두 군으로 나눈 후 분석하였다.

두 번째, 개발된 프로그램의 활용을 위해서는 중환자실 간호사로 1개월 이상 근무한 간호사들 중 연구의 목적, 방법, 연구대상자의 윤리보호에 대한 설명을 듣고 참여에 동의한 35명이다. 대상자들이 속한 병원에는 EMR 상에 약물용량자동계산 프로그램 등 투약조정용 프로그램이 구축되어 있지 않았고, 약물용량계산시 계산식이 탑재된 엑셀 프로그램을 상용화하고 있었다. 연구대상자 모집을 위해 병원과 해당병동 수간호사의 허락을 얻은 후 연구참여 지원자를 모집하였다. 이 대상자들에게 개발된 어플리케이션을 각자의 스마트 폰에 다운받도록 한 후 2013년 2월 3일부터 3월 2일까지 4주간 활용하도록 한 후 만족도 조사를 실시하였다. 본 연구의 계획단계에서 연구대상자가 속한 기관의 연구윤리위원회(IRB)로부터 승인을 얻은 후 연구를 수행하였다(E0837726).

2.3 연구도구

2.3.1 전자약전과 약물용량계산 시스템의 구축관련 특성

‘전자약전’의 활용과 관련된 특성을 파악하기 위해서 전자약전의 사용경험 4문항, 사용중인 프로그램을 묻는 1문항의 총 5문항이 포함되었다. 전자약전의 사용경험에 대해서는 ‘나는 전자약전을 사용해 본 경험이 있다’에 대해서 예, 아니오로 대답하게 한 후, 경험자에 대하여 ‘나는 전자약전을 자주 사용한다’, ‘나의 동료는 전자약전을 자주 사용한다’, ‘전자약전은 투약오류예방에 도움

이 된다’의 3문항에 대해서 ‘전혀 그렇지 않다’, ‘그렇지 않다’, ‘보통이다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’의 5점 Likert scale 로 응답하도록 하였다. ‘전산화된 약물계산 프로그램’의 활용과 관련된 특성을 파악하기 위해서 사용경험에 대한 3문항, 구축된 프로그램의 유형을 묻는 1문항의 총 4문항이 포함되었다. 사용경험에 대해서는 ‘나는 전산화된 약물계산 프로그램을 사용해 본 경험이 있다’에 대해 예, 아니오로 응답하게 한 후, 경험자에 한하여 ‘우리 병원 간호사들은 전산화된 약물계산 프로그램을 자주 사용한다’와 ‘전산화된 약물계산 프로그램은 투약오류예방에 도움이 된다’의 두 문항에 대해 5점 척도로 응답하게 하였다.

2.3.2 어플리케이션의 사용정도와 활용만족도

어플리케이션의 사용정도를 파악하기 위해서는 우선, 개인별로 등록된 아이디 번호를 부여한 후 웹 상에서 모니터링 하여 개인별 4주간 매일 접속한 횟수와 총 활용횟수를 구하였다. 어플리케이션의 만족도를 조사하기 위해서는 세 가지 측면의 내용을 조사하기 위한 두 가지 도구가 활용되었다. 우선 스마트폰 기반 영어교육 어플리케이션의 효과에 대한 연구[19]에서 사용된 시스템 만족도 설문지를 본 연구에 맞게 수정, 보완하여 사용하였다. 원 도구는 기능적 편의성 4문항과 내용적 편의성 6문항으로 구성되어 전체 신뢰도 .97에 해당하는 안정적인 도구이다. 이를 본 연구에서 기능적 편의성을 묻기 위해서는 ‘사용을 위한 스마트 폰의 조작이 쉬운가?’, ‘어플리케이션의 디자인이나 색상 등은 적절한가?’의 2문항으로 수정하였고, 내용적 편의성을 조사하기 위해서는 ‘화면구성은 잘 되어 있는가?’, ‘한 화면에 들어가 있는 콘텐츠의 수는 적절한가?’, ‘콘텐츠의 의도를 이해하기 쉬운가?’, ‘콘텐츠에는 유용한 정보가 포함되어 있는가?’, ‘콘텐츠의 설명은 매우 적절한가?’, ‘전체 콘텐츠에 만족하는가?’의 6문항으로 본 연구에 맞게 수정하여 활용하였다. 본 연구에서의 8문항의 신뢰도는 Cronbach's alpha .77이었다. 어플리케이션 활용 시의 만족도를 조사하기 위해서는 Nguyen, Attkison과 Stegner (1983)[20]가 개발한 프로그램 만족도 측정척도인 Client Satisfaction Questionnaire-8 (CSQ-8)의 8문항 중 본 연구에 적합한 4개의 문항을 이용하였다. ‘이 어플리케이션은 나의 친구에게 권할 만하다’, ‘이 어플리케이션은 약물용량계산에 도움이 되었다’, ‘전반적으로 나는 이 어플리케이션에 만족한다’, ‘나는 이 어플리케이션을 자주 사용하였다’의 4문항이다. 본 연구에서의 Cronbach's alpha는 .93이었다. 만족도를 측정하기 위한 모든 문항은 5점 Likert scale로 측정하였고, 점수가 높을수록 만족도가 높음을 의미한다.

3. 연구결과

3.1 실태파악

3.1.1 대상자의 특성과 ‘전자약전’ 및 ‘전산화된 약물 계산 프로그램’의 활용과 관련된 특성 병상수에 따라서 대상자들의 성별, 연령, 결혼여부에는 유의한 차이가 없었으나, 교육과 경력에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. ‘전자약전’의 활용과 관련해서는 ‘전자약전’을 사용해 본 경험이 있는 경우가 500병상 미만인 군과 500병상 이상인 군에서 각각 94.9%, 95.6%로 대부분이 사용 경험이 있는 것으로 나타났다. 전자약전 활용에 관한 문항은 모두 5점 만점으로 ‘나는 전자약전을 자주 사용한다’ 문항에서 두 군의 평균점수에서 각각 3.59±1.00점, 3.33±1.00점으로 두 군에서 유의한 차이는 없었으며

($t=1.24, p=.219$), ‘전자약전은 투약오류예방에 도움이 된다’ 문항의 평균 점수는 각각 4.00±0.69점, 4.04±0.82점으로 두 군 간의 차이는 없었다($t=-.27, p=.791$)[Table 1].

‘전산화된 약물계산 프로그램’의 활용과 관련된 특성으로는 ‘전산화된 약물프로그램’의 사용 경험이 있는 경우가 500병상 미만인 군과 500병상 이상인 군에서 각각 62.5%, 43.8%로 500병상 미만인 군에서 사용경험이 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다($\chi^2=.90, p=.442$). ‘우리 병원 간호사들은 전산화된 약물 계산 프로그램을 자주 사용한다’ 문항의 평균점수는 각각 3.00±0.76점, 3.47±0.95점이었고, ‘전산화된 약물계산 프로그램은 투약 오류 예방에 도움이 된다’에 대한 평균점수 역시 각각 3.00±0.76점, 3.47±0.95점으로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($t=-1.29, p=.204$).

[Table 1] Demographics and characteristics of electric pharmacopoeia and electric drug dose calculation use

(N=124)

Categories	Variables	Hospital		t/ χ^2 (p)		
		having <500 beds	having ≥500 beds			
n (%) or M±SD						
Gender	Male	6(9.2)	2(3.4)	1.75(.278)		
	Female	59(90.8)	57(96.6)			
Age	22-29	3(4.6)	2(3.4)	4.73(.193)		
	30-39	24(36.9)	18(30.5)			
	40-49	26(40.0)	34(57.6)			
	≥ 50	12(18.5)	5(8.5)			
Marital status	Married	52(80.0)	49(83.1)	0.19(.818)		
	Single	13(20.0)	10(16.9)			
Educational status	College diploma	8(12.3)	5(8.5)	8.27(.041)		
	Bachelor	35(53.8)	19(32.2)			
	Master and above	22(33.9)	35(59.3)			
Total clinical experience	< 5	19(29.2)	4(6.8)	13.09(.004)		
	≥5 - < 10	11(16.9)	10(16.9)			
	≥10 - < 15	15(23.1)	12(20.3)			
Electric pharmacopoeia (EP)	Usage experience of EP (n=84)	Yes	37 (94.9)	43 (95.6)	.02(1.000)	
		No	2 (5.1)	2 (4.4)		
	I frequently use EP.		3.59±1.00	3.33±1.00		1.24(.219)
	My colleagues frequently use EP.		3.64±0.74	3.67±1.04		-.13(.899)
Electric drug dose calculation (EDDC)	EP is helpful to prevent medication errors.		4.00±0.69	4.04±0.82	-.27(.791)	
	Usage experience of EDDC (n=40)	Yes	5 (62.5)	14 (43.8)	.90(.442)	
		No	3 (37.5)	18 (56.2)		
	Nurses of my hospital frequently use EDDC.		3.00±0.76	3.47±0.95		-1.29(.204)
EDDC is helpful to prevent medication errors.		3.04±0.66	3.49±0.91	-1.27(.207)		

M=Mean; SD=Standard Deviation

3.2 디자인과 콘텐츠의 개발

3.2.1 디자인 설계과정

어플리케이션의 개발을 위해 현재 개발되어 있는 어플리케이션에 대해 환경분석을 실시하였다. 지금까지 개발된 국내·외 약물용량자동계산을 위한 웹 사이트나 스마트폰 어플리케이션의 구축실태를 조사한 결과, 크게 두 가지 구획으로 나뉘어지는 것을 볼 수 있었다. 일반적으로 거의 모든 약물에 대해서 계산이 가능한 ‘일반약물용량계산화면’과 특정한 개별 약물에 대해 정보를 제공하면서도 약물용량을 계산할 수 있는 ‘특정약물용량계산화면’으로 구성되어 있었다. 따라서 본 연구에서도 유사하게 구성지도를 만들고, 일반약물용량계산화면에서 대부분의 어플리케이션이 단순알약계산, 주입속도, 주입용량계산, 주입속도계산 메뉴를 배치하였다. 이러한 큰 틀을 바탕으로 간호학 교수 1인과 간호학 박사과정생 1인이 어플리케이션의 스토리 보드를 손으로 작성한 후 개별화면 하나하나에 대해서는 Powerpoint 파일로 작성하였다. 그 이후 앱 개발회사에 의뢰하여 어플리케이션으로 개발하였다.

3.2.2 콘텐츠 개발과정

3.2.2.1 약정보의 구성

약정보는 여러 문헌을 기초로 고위험약물의 정의를 설정하고, 중환자실에서의 활용빈도가 높은 것으로 보고되는 6종의 고위험약물(insulin, dopamine, dobutamine, heparin, potassium chloride, warfarin)을 정하였다. 약의 사용지침을 정하기 위해서는 각종 약리학 교재 및 임상간호사를 위한 투약교육교재를 활용하여 집필한 ‘임상약물적용의 실제[21]’를 참고로 간략하게 정리하였다. 내용은 크게 용량과 용법, 작용, 부작용, 주의사항의 네 가지 항목으로 구성된다. 예를 들어, dobutamine 의 경우 용량과 용법은 성인에 있어 2.5-15 mcg/min 로 정맥주사가 가능하다. 작용은 주로 심근 수축력 증가와 심박동수 증가이며 부작용으로는 과민증(발진, 발열, 기관지 경련), 순환기계(빈맥, 혈압상승, 협심통, 흉부불쾌감, 심계항진, 저혈압), 소화기계(복부통, 구역), 주사부위(발적과 종창)에 나타난다. 주의사항으로는 방전전도를 증가시키므로 심방세동 시 사용에 주의를 요하고, 투여전보다 심박조율수가 10% 이상 증가하지 않도록 유지하는 것이라는 정보를 제공하였다. 이와 같이 약정보는 스마트폰의 한 화면에 제시될 수 있도록 중요한 내용을 간략하게 나타내었다[Table 2].

3.2.2.2 알람 프로토콜 개발

어플리케이션에서 알람내용과 약정보에 대한 콘텐츠를 개발하기 위해서는 사전실태조사에서 KIMS(Korea Index of Medical Specialties) 약전의 활용율이 가장 높았으므로 이로부터 발췌한 후 연구대상병원의 약제부 소속 약사 5명의 감수를 통해 과소용량, 과다용량, 고위험 용량 등을 설정하였다. 용량에 대한 알람 콘텐츠의 예를 살펴보면, ‘dopamine’ 의 경우 ‘주입용량’을 입력하는 칸에서 정상성인 사용량의 최소범위인 2 이하를 입력하는 경우 ‘아주 적은양이네요!’ 라는 알람을 주고, 정상인의 최대범위인 5 이상을 입력하면 ‘중증환자인가요?’라는 질문창이 뜬다. 이때, ‘예’를 누르면 계속 진행하여 중증환자의 최대범위인 50을 초과하는 경우 ‘주의! 과용량’ 이라는 알람이 뜨고, 중증환자가 아니라고 응답했을 경우 바로 ‘주의! 과용량’ 이라는 알람이 뜨도록 설정하였다 [Fig. 1].

3.2.2.3 계산공식의 개발

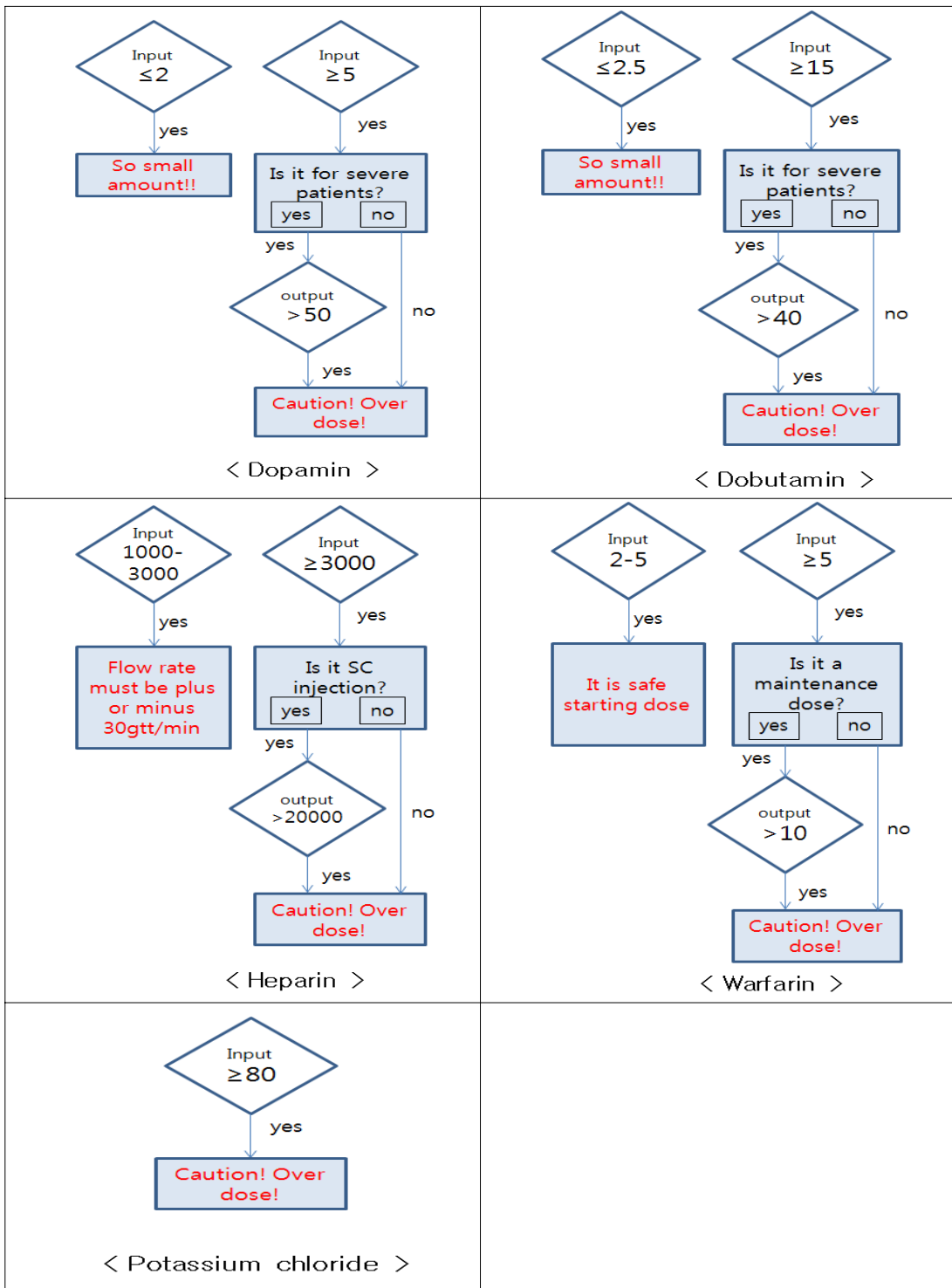
계산공식의 경우 ‘알약계산’, ‘단순주입속도’, ‘주입용량’, ‘주입속도’에 대해 각각의 식을 개발하였는데, 자동으로 단위변환이 가능하도록 각 단위별 변환식도 함께 개발하였다. 특히, 주입용량과 주입속도를 계산하는 식이 복잡하였는데, 이 두 식은 같은 식에서 유래하여 변환이 가능하다. 예를 들어, [처방 dobutamine 800 mg+5% D/W 350 mL, 이 수액을 시간당 13 cc/hr 의 속도로 체중 50 kg인 환자에게 주입] 하라는 처방이 났다면 dobutamine 의 주입용량은 kg 당 어느 정도로 주면 되는가? 라는 질문에 대한 해답을 구하는 것이 주입용량 계산식이 되겠다. 다시 말해 이 처방에서는 전체수액의 속도를 제시해주고 혼합된 용액이 아닌 그 속도의 dobutamine 의 실제 용량을 구하는 것이므로 mg/kg 등의 단위로 제시된다[Table 3].

주입속도는 [처방 dopamine 800 mg+5% D/W 350 mL, dopamine 주입속도는 10 mcg/kg/min] 대상자의 체중은 50 kg 이다. 이 대상자에게 수액을 시간당 몇 cc 로 주입하면 되는가? 와 같은 문제에서 구하는 답이다. 이때 구하는 답이 일반적 성인인지 체중을 고려한 속도로 주입을 하게 하는지에 따라 체중칸을 활성화, 비활성화 할 수 있겠고, 최종적으로 알고자 하는 값이 시간당 방울 수 (gtt) 인지 시간당 용량(cc, mL, L 등) 인지에 따라 방울계수를 활성화, 비활성화 할 수 있다. 위와 같은 복합적인 조건이 제시되는 주입속도의 경우에는 체중과 시간당 체중당 용량을 곱한 후 약물의 용량당 함유량을 나타내는 농도로 나누어준다. 그 후 방울계수로 나누어주도록 되어있다.

[Table 2] Contents of the drug information parts

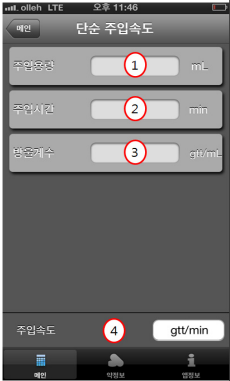
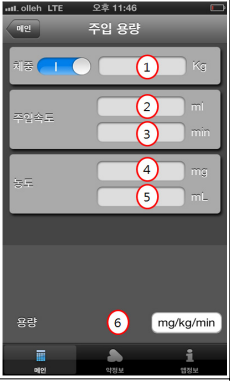

Drug information		
Insulin	Usage	- Adult: 0.5~1.0U/kg SC
	Action	- Decrease blood glucose, - Promote glycogen and protein synthesis, - Inhibit lipid decomposition
	Side effect	- Hypoglycemia, local pruritus and erythema
	Precaution	- Available IV in the case of RI - Use insulin syringe
Dopamine	Usage	- Adult: 2-5 mcg/min/kg IV, 5-10 ~ 20-50mcg/min/kg(severe)
	Action	- Increase heart contracture power and heart beat - Increase blood flow to the kindey and internal organ
	Side effect	- Induce tissue necrosis when extravasation happen - Change color and temperature caused by peripheral vessel constriction on upper and lower limbs
	Precaution	- Urine, cardiac output, blood pressure - Decrease or increase blood pressure when α , β -blocker and mixed drug were used
Dobutamine	Usage	- Adult: 2.5-15 mcg/min IV
	Action	- Increase heart contracture power and heart rate
	Side effect	- Hypersensitivity : rash, bronchospasm - Circulation system : tachycardia, increased BP, angina, chest discomfort, parpitation, hypotension - Digestive system : abdominal pain, nausea Injection site : redness, swelling
	Precaution	- Atrial fibrillation caused by amplified atrio-ventricular conduction - Maintain pacemaker rate below 10% of increased rates than no medication status
Heparin	Usage	- IV: 1,000~3,000 IU + 5% dextrose/normal saline/linger's solution 1,000mL + drop rate 30gtt/min - SC :10,000~20,000 IU
	Action	- Prevent fibrin agglutination, inhibit the converting from fibrinogen to fibrin
	Side effect	- Bleeding, chilling, fever, hives, local stimulation, erythema, ulceration of injection site, thrombocytopenia
	Precaution	- Don't use IM injection, SC injection - abdomen - Use infusion pump continuously - Use 1:100 U when you want to manage the central line. - Prolonged the blood coagulation time when coadministration were happen with NSAIDs, aspirin, penicillin, cephalosporin.
KCl	Usage	0.5~3 g K-40 + linger's solution/dextrose/normal saline mix + below 0.3%(40 mEq) + below 8mL/min drip rate for over 4 hours
	Action	- Confirm the physician's order when the amount of mixed solution were over 80mEq/1L - High capability of arrest if high density solution were dropped rapidly => manage tightly density and drip rate - Extravasation => local necrosis
	Side effect	- Essential electrolyte for nervous stimulation process, constriction of smooth muscle, cardiac muscle. and skeletal muscle
	Precaution	- K level increase -> decrease conduction speed, refractory period, and automaticity - Excited, anxiety, confusing, nausea, diarrhea, arrhythmia, hypotension, numbness
Warfarin	Usage	- Start : 2~5 mg/day, Maintaining : 2~10 mg/day
	Action	- Prolong blood clotting, prevent thrombus and embolus
	Side effect	- Blood : bleeding, leukocytopenia - Systemic reaction : allergy, pain, sleepiness, boredom - Nervous system : dizziness, cold intolerance - Digestive system : nause, vomiting, diarrhea
	Precaution	- Hemorrhagic heart failure patient - Over 60 age patients due to hyperactivity of PT/INR - Perform the regular test of coagulation factor

SC=SubCutaneous; IV=IntraVenous; RI=Regular Insulin; BP=Blood Pressure; IU=; NSAIDs=Non Steroidal Anti-Inflammatory Drugs; INR=International Normalized Ratio



[Fig. 1] Alarm protocol

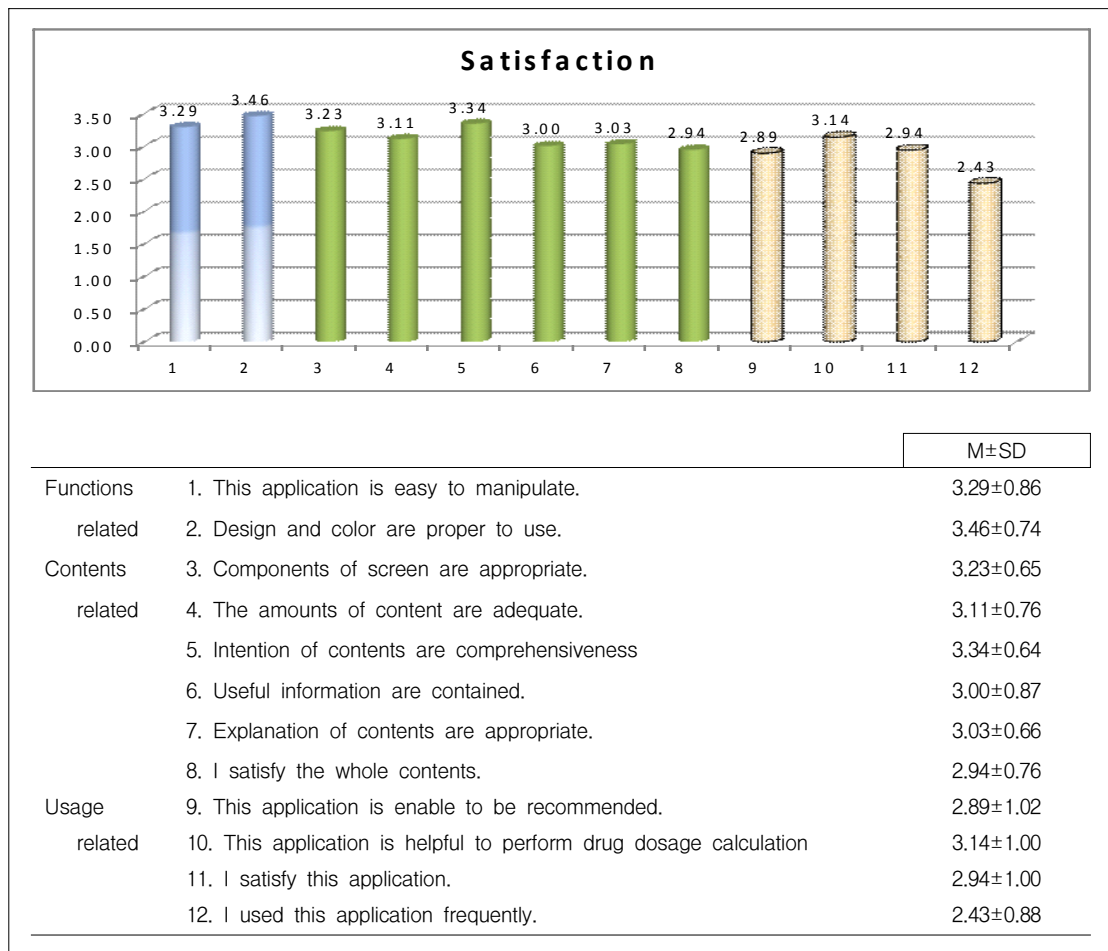
[Table 3] Formula of drug dosage calculation in the smart phone application

	Drug dosage calculation formula	Screen
Simple drip rate	$\textcircled{4} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} \text{ mL} \times \textcircled{3} \text{ gtt/mL}}{\textcircled{2} \text{ min}}$ <p>i) if metric of $\textcircled{1}$ were changed to "L", $\textcircled{3}$ should be changed to "gtt/L"</p> $\textcircled{4} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} \text{ L} \times \textcircled{3} \text{ gtt/mL} \times 1000}{\textcircled{2} \text{ min}}$ <p>ii) if metric of $\textcircled{2}$ were changed to "hr", metric of $\textcircled{4}$ should be converted or</p> $\textcircled{4} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} \text{ mL} \times \textcircled{3} \text{ gtt/mL}}{\textcircled{2} \text{ hr} \times 60}$ <p>iii) if metric of $\textcircled{1}$ were "L", $\textcircled{2}$ were "hr"</p> $\textcircled{4} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} \text{ mL} \times \textcircled{3} \text{ gtt/mL} \times 1000}{\textcircled{2} \text{ hr} \times 60}$	
Fluid amount	$\textcircled{6} \text{ mg/kg/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{mL}) \times \textcircled{4} (\text{mg})}{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{5} (\text{mL})}$ <p>i) if metric of $\textcircled{2}$ were changed to "L", the formula should be changed as follow,</p> $\textcircled{6} \text{ mg/kg/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{L}) \times 1000 \times \textcircled{4} (\text{mg})}{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{5} (\text{mL})}$ <p>ii) if metric of $\textcircled{3}$ were changed to "hr", the formula should be changed as follow,</p> $\textcircled{6} \text{ mg/kg/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{mL}) \times \textcircled{4} (\text{mcg})}{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{5} (\text{mL}) \times 1000}$ <p>iii) if metric of $\textcircled{4}$ were changed to "mcg", the formula should be changed as follow,</p> $\textcircled{6} \text{ mg/kg/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{mL}) \times \textcircled{4} (\text{mcg})}{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{5} (\text{mL}) \times 1000}$	
Advanced drip rate	<p><Weight on + Drip factor on></p> $\textcircled{6} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{2} (\text{mg/kg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL}) \times 20 \text{ or } 60 (\text{gtt/mL})}$ <p>i) if metric of $\textcircled{2}$ were changed to "mcg/kg", metric of $\textcircled{4}$ should be changed to "mcg"</p> $\textcircled{6} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{2} (\text{mcg/kg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times [\textcircled{4} (\text{mg}) \times 1000] / \textcircled{5} (\text{mL}) \times 20 \text{ or } 60 (\text{gtt/mL})}$ <p>ii) if metric of $\textcircled{3}$ were changed to "hr", metric of $\textcircled{6}$ should be changed to "mL/hr"</p> $\textcircled{6} \text{ gtt/hr} = \frac{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{2} (\text{mg/kg}) \times [60 (\text{min/hr})]}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL}) \times 20 \text{ or } 60 (\text{gtt/mL})}$ <p>iii) if metric of $\textcircled{5}$ were changed to "L", metric of $\textcircled{6}$ should be changed to "L/min" or "L/hr"</p> $\textcircled{6} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{2} (\text{mg/kg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL}) \times 20 \text{ or } 60 (\text{gtt/mL})}$ <p><Weight on + Drip factor off></p> $\textcircled{6} \text{ mL/min} = \frac{\textcircled{1} (\text{kg}) \times \textcircled{2} (\text{mg/kg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL})}$ <p><Weight off + Drip factor on></p> $\textcircled{6} \text{ gtt/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{mg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL}) \times 20 \text{ or } 60 (\text{gtt/mL})}$ <p><Weight off + Drip factor off></p> $\textcircled{6} \text{ mL/min} = \frac{\textcircled{2} (\text{mg})}{\textcircled{3} (\text{min}) \times \textcircled{4} (\text{mg}) / \textcircled{5} (\text{mL})}$	

[Table 4] Satisfaction according to the frequency of use of daily use

(n=35)

Characteristics	Categories	n(%)	Functions related satisfaction	Contents related satisfaction	Usage related satisfaction
			M±SD/F(p)		
Number of daily use	Below 5 days	14(40.0)	3.26±0.47	3.13±0.49	2.86±0.79
	Below 10 days	15(42.9)	3.36±0.46	3.15±0.44	2.90±0.81
	Above 11 days	6(17.1)	3.39±0.77	3.04±0.75	2.71±1.40
(M±SD)	7.77±5.90		0.17(.845)	0.09(.911)	0.09(.911)
Frequency of use	Below 10 times	9(25.7)	3.33±0.53	3.17±0.48	2.97±0.97
	Below 30 times	11(31.4)	3.09±0.34	3.05±0.51	2.50±0.47
	Below 50 times	10(28.6)	3.43±0.65	3.03±0.48	2.85±1.02
	Above 51 times	5(14.3)	3.60±0.43	3.40±0.63	3.40±1.13
	(M±SD)	28.29±20.84		1.44(.251)	0.72(.549)



[Fig. 2] Satisfaction of the participants

3.3 어플리케이션의 적용

3.3.1 사용정도

매일 사용한 횟수가 5회 초과 10회 이하인 경우가 42.9%로 가장 많았고, 5회 이하인 경우가 40%였다. 대상자들은 4주간 평균 7.77회 방문한 것으로 나타났고, 이들의 매일 사용횟수에 따른 만족도를 살펴본 결과 사용일수가 많을수록 만족도가 약간 높아졌으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 총 사용횟수에 대해 조사한 결과, 10회 초과 30회 이하가 31.4%로 가장 많았고, 다음이 30회 초과 50회 이하가 28.6%로 다음을 차지하였다. 이들 대상자들의 42주간평균 사용횟수는 28.29회로 나타났고, 사용횟수별 만족도 차이를 살펴본 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

3.3.2 활용 만족도

기능상 만족도를 조사한 문항 중 조작성이 쉽다는 3.29 ± 0.86 이었고, 디자인과 색이 사용에 적합하다는 3.46 ± 0.74 점이었다. 컨텐츠에 대한 만족도 중 가장 점수가 높았던 문항은 ‘컨텐츠의 의도를 이해하기 쉬운가?’라는 문항으로 3.34 ± 0.64 이었고, 활용만족도에서 가장 점수가 높았던 문항은 ‘이 어플리케이션은 약물용량계산을 수행하는데 있어서 도움이 된다’로 3.14 ± 1.00 이었다(Fig. 2).

4. 논의

오랫동안 투약과 관련한 환자의 안전이 의료계의 화두가 되어왔으나 아직도 오류발생의 감소를 위해 많은 연구가 이루어져오고 있는 작금에, 정보기술로 간호사의 투약적용 시 발생하는 오류를 예방하고자 약전과 자동약물계산 프로그램의 성격을 띠는 임상적 의사결정지시 시스템을 개발하였다. 특히, 기존의 웹 시스템의 한계점을 극복하기 위해 스마트폰 용 ‘정확한 약물용량계산(어플링 ; 정약용) 어플리케이션’을 개발하였고, 이 시스템의 사용이 간호업무단계에서 나타날 투약오류를 줄이고 환자안전을 보장할 수 있을 것이라 보고 사용횟수 및 활용 만족도를 살펴보았으므로 이를 위주로 논의하고자 한다.

우선, 현재 사용중인 약전과 자동약물계산 프로그램에 대한 실태조사를 실시하였다. 두 가지 프로그램에 대해 간호사들은 도움이 된다는 인식은 강하였으나 실제 사용은 인식정도에 미치지 못했으며, 예상과는 달리 간호사들이 속한 병원의 병상수에 따른 차이는 없었다. 이 결과를 토대로 할 때 각 병원의 크기에 따라 구별해서 어플리케이션을 개발할 필요가 없고 심각한 위해사건의 주요 원인 약물[22]에 대해 즉, 환자에게 민감한 반응을 유발하

는 소위 고위험약물 예를 들어, 고농도 전해질 (KCl), 항응고제, 인슐린[23] 에 대해 개발해야 할 것으로 보였다. 또, 대상자들이 주로 활용하는 전자약전은 KIMS 이었고, 약물계산 프로그램은 자체적으로 엑셀 프로그램에 공식을 입력한 후 간편하게 사용하는 경우가 적지 않았다. 엑셀 등을 이용한 간이계산 프로그램의 경우 사용 중 공식의 변경이 일어날 수 있는 등 오히려 위험한 상황을 초래할 가능성이 높으므로[24], 안전한 투약업무를 수행하기 위해서는 안정적 계산공식과 KIMS 에 근거한 약정보의 제공이 필요할 것이라 여겨졌다.

어플리케이션의 구성이나 디자인, 색상에 대한 연구에서 게임의 경우에 게임캐릭터는 흐름에 지장을 주지 않는 범위에서 배경과 분리되는 특성이 있어야 하고 인터페이스 디자인은 게임진행의 정보전달과 피드백 기능으로 너무 화려하지도 단순하지도 않도록 해야 할 것으로 언급하고 있다[25]. 교육용 프로그램의 경우 동기화 모델을 적용하여 화면에 나오는 인물, 학습과정, 내용 등을 가급적 이미지화하거나[26] 컨텐츠의 구성을 풀이된 예제 효과, 완성형 문제효과, 주의분산효과, 다양한 연습효과, 감각양식효과, 잉여정보효과, 멀티미디어효과의 인지부하이론을 접목하여 개발하기도 하였다[27]. 본 연구는 계산이나 약 정보에 대한 간단한 확인만을 목표로 하므로 한번에 오랜 사용을 요하기 보다는 잦은 사용에 초점을 둔다. 따라서 게임이나 교육용 어플리케이션에 적용되는 디자인이나 구성보다는 차분한 화면구성과 복잡하지 않은 내용, 너무 튀지 않는 색상으로 구성하고자 하였으므로 검정색, 베이지색, 회색의 색상을 사용하였고, 메인, 약정보, 앱정보의 단순한 구성으로 개발하였다.

계산식의 경우 간호학 관련 혹은 약리학 관련 교재에서도 찾아보기 힘들었고, 이론적인 배경만 존재할 뿐이었다. 따라서 현재 연구대상병원에서 활용중인 엑셀 프로그램에 구축된 식과 연구문헌에 제시되어 있는 약물계산식, 개발된 약물용량계산 어플리케이션의 식을 분석하여 본 연구에 맞게 수정하여 활용하였다. 물론 약물을 계산하는데 있어 단순한 알약계산이나 단순주입속도의 계산은 많은 간호사들이 거의 오류없이 수행해야 하고 실제로도 어느 정도의 역량을 갖추고 있으나, 아주 우수하진 않으므로[28] 용량계산의 표준화된 프로토콜을 제시하여 계산과정의 표준화를 유도하거나[29] 특정약물에 대해서는 임상적인 의사결정 지원기능이 필요하다[23]. 임상에서의 처방에 대해 ‘경고량 초과’나 ‘용법금지’에 대해서는 간호사들이 가장 흔히 사용하고 있는 KIMS 전자약전 및 일 대학병원의 약사들의 자문을 받았으나 본 프로그램이 약물투여와 관련된 임상적 의사결정을 지지하는 결정적인 도구가 될 수 있으므로 보다 면밀한 검토가 필요할 것

이다.

기술수용모델에 따르면 행동의도는 인지된 유용성과 인지된 사용용이성이 존재하여야 정보시스템을 사용하는 데 중요한 요인이라고 제시하므로[30] 이를 스마트폰에 적용하자면 인지된 유용성, 인지된 사용 용이성이 있을 때 스마트폰 만족도를 향상시키고, 이로 인해 사용습관이 형성된다고 하였다[31]. 컴퓨터 상에서 활용하는 임상적 의사결정지지 시스템의 활용에 영향을 미치는 요인을 규명한 연구에서는 시스템에 대한 지식이 증가할수록 지각된 장애가 줄어드는 것으로 나타났다[1]. 즉, 임상에 활용하는 의사결정지지 시스템은 치료에 대한 더 나은 정보를 제공하여 학습하게 하고, 치료지침의 이행을 도울 수 있으나[1] 이해의 어려움, 결정할 사안의 절대성 등으로 무엇보다도 시스템에 대한 이해와 지식이 뒷받침 되어야 한다는 것이다. 따라서 스마트 폰으로 제작된 임상 의사결정지지용 시스템은 사용자들이 시스템에 대한 정보를 용이하게 습득하도록 사용이 용이해야 하고, 그 사용에 있어서 환자의 간호에 도움이 되어야 한다고 느껴야 꾸준한 사용을 유도할 수 있다는 결론이다. 하지만, 본 연구에서 콘텐츠에 대한 전반적인 만족이 3점을 넘지 않았고, 향후 epinephrine 과 같은 약물에 대해 개발하라는 의견을 주로 제시하는 등 콘텐츠에 부족으로 인한 저조한 콘텐츠 만족도를 보였다. 또, 연구대상병원의 중환자실 간호사들은 평소예 늘 단순한 수치의 입력만으로 계산이 가능하던 엑셀 프로그램을 사용해왔으나 새롭게 각각의 칸에 처방을 입력해야 하고, 익숙치 않은 프로그램을 사용하게 되었다는 측면에서 사용의 용이성이 낮아 전반적인 만족도 또한 낮게 나온 것으로 여겨졌다. 향후 이 어플리케이션의 활용을 증진시키기 위해서는 만족도를 향상시켜야 할 것이고, 어플리케이션의 빈도높은 활용을 위해서는 임상적 의사결정지지 시스템만으로는 눈에 띄는 투약오류의 감소를 기대하기 어렵다는 연구[32]에서 착안하여, 사용을 촉진하는 전략도 함께 발휘해야 한다.

일 연구에 따르면 제한된 자율성이나 최종적인 치료의 책임이 의사에게 있으므로 최종적 의료처치에 대한 책임감이 낮기 때문에 같은 어플리케이션에 대해서 의사보다는 간호사의 활용이 저조한 것으로 나타났다[1]. 그러나 투약업무에 있어 간호사는 가장 최일선에 있어 투약오류의 대부분의 책임을 져야하는 상황이므로 이 어플리케이션의 내용을 보완하여 활용의 유용성이 확보되고 실무에 조금 더 정착되어 사용의 용이성이 확보된다면 효과적인 임상적 의사결정지지 시스템으로서의 역할을 톡톡히 할 것으로 판단되었다.

본 연구의 제한점이라면 다양한 약물을 대상으로 개발되지 못했다는 점이므로, 사용기간이 4주로 짧았다는 점,

중환자실 간호사만을 대상으로 했다는 점이므로 보다 보완된 프로그램을 개발하여 더욱 다양한 대상자에게 긴 시간을 활용하게 할 필요가 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] A. E. de Vries, M. H. van der Wal, M. M. Nieuwenhuis, R. M. de Jong, R. B. van Dijk, T. Jaarsma, H. L. Hillege, and R. J. Jorna, "Perceived barriers of heart failure nurses and cardiologists in using clinical decision support systems in the treatment of heart failure patients", *BMC Medical Informatics Decision Making*, Vol. 26, pp 54, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6947-13-54>
- [2] J. Niès, I. Colombet, E. Zapletal, F. Gillaizeau, P. Chevalier, and P. Durieux, "Effects of automated alerts on unnecessarily repeated serology tests in a cardiovascular surgery department: A time series analysis", *BMC Health Service Research*, 10, pp 70, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6963-10-70>
- [3] D. Beeckman, E. Clays, A. Van Hecke, K. Vanderwee, L. Schoonhoven, and S. Verhaeghe, "A multi-faceted tailored strategy to implement an electronic clinical decision support system for pressure ulcer prevention in nursing homes: A two-armed randomized controlled trial", *International Journal of Nursing Studies*, Vol. 50, No. 4, pp 475-486, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.09.007>
- [4] M. Fossum, M. Ehnfors, E. Svensson, L. M. Hansen, and A. Ehrenberg, "Effects of a computerized decision support system on care planning for pressure ulcers and malnutrition in nursing homes: An intervention study", *International Journal of Medical Informatics*, vol. 82, No. 10, pp 911-921, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2013.05.009>
- [5] M. McMullan, R. Jones, and S. Lea, "The effect of an interactive e-drug calculations package on nursing students' drug calculation ability and self-efficacy", *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 80, pp 421-430. 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2010.10.021>
- [6] A. Moxey, J. Robertson, D. Newby, I. Hains, M. Williamson, and S. A. Pearson, "Computerized clinical decision support for prescribing: provision does not guarantee uptake", *Journal of American Medical Informatics Association*, Vol. 17, No. 1, pp 25-33, 2010.

- DOI: <http://dx.doi.org/10.1197/jamia.M3170>
- [7] J. C. Pham, M. Andrawis, A. D. Shore, M. Fahey, L. Morlock, and P. J. Pronovost, "Are temporary staff associated with more severe emergency department medication errors?", *Journal for Healthcare Quality : Official Publication of the National Association for Healthcare Quality*, Vol. 33, No. 4, pp 9-18, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1945-1474.2010.00116.x>
- [8] A. Boussadi, T. Caruba, A. Karras, S. Berdot, P. Degoulet, P. Durieux, and B. Sabatier, "Validity of a clinical decision rule-based alert system for drug dose adjustment in patients with renal failure intended to improve pharmacists' analysis of medication orders in hospitals", *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 82, No. 10, pp 964-972, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2013.06.006>
- [9] J. M. Rothschild, C. P. Landrigan, J. W. Cronin, R. Kaushal, S. W. Lockley, E. Burdick, P. H. Stone, C. M. Lilly, J. T. Katz, C. A. Czeisler, and D. W. Bates, "The Critical Care Safety Study: The incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care", *Critical Care Medicine*, Vol. 33, No. 8, pp 1694-1700, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000171609.91035.BD>
- [10] C. H. Kim, and M. Kim, "Defining reported errors on web-based reporting system using ICPS from nine units in a Korean university hospital", *Asian Nursing Research*, Vol. 3, pp 167-176, 2009.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1976-1317\(09\)60028-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1976-1317(09)60028-1)
- [11] J. I. Wolfstadt, J. H. Gurwitz, T. S. Field, M. Lee, S. Kalkar, W. Wu, and P. A. Rochon, "The effect of computerized physician order entry with clinical decision support on the rates of adverse drug events: a systematic review", *Journal of General Internal Medicine*. Vol. 23., No. 4, pp 451-458, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11606-008-0504-5>
- [12] G. J. Kuperman, A. Bobb, T. H. Payne, A. J. Avery, T. K. Gandhi, G. Burns, D. C. Classen, and D. W. Bates, "Medication-related clinical decision support in computerized provider order entry systems: a review", *Journal of American Medical Informatics Association*, Vol. 14, No. 1, pp 29-40, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1197/jamia.M2170>
- [13] M. Sambasivan, P. Esmailzaeh, N. Kumar, and H. Nezakati, "Intention to adopt clinical decision support systems in a developing country: effect of physician's perceived professional autonomy, involvement and belief: a cross-sectional study", *BMC Medical Informatics Decision Making*, 12, pp 142, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6947-12-142>
- [14] M. Y. Pyo, J. Y. Kim, J. O. Sohn, E. S. Lee, H. S. Kim, K. O. Kim, H. J. Park, M. J. Kim, G. H. An, J. R. Yang, H. H. Yu, Y. Kim, H. J. Kim, and M. N. Choi, "The effects of an advanced cardiac life support training via smartphone's simulation application on nurses' knowledge and learning satisfaction", *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, Vol. 18, No. 2, pp 228-238. 2012.
- [15] C. Heo, and J. Kim, "Developing technology of remote consultation based on mobile and evaluation of the usefulness for chronic wound (pressure ulcer)", Paper presented at the meeting of the Korean Society of Medical Informatics, Seoul, 2011.
- [16] D. C. Baumgart, "Personal digital assistants in health care: experienced clinicians in the palm of your hand?", *Lancet*. Vol. 366, No. 9492, pp 1210-1222, 2005.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67484-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67484-3)
- [17] T. D. Aungst, "Medical applications for pharmacists using mobile devices", *Annual Pharmacotherapy*. Vol. 47, No. 7-8, pp 1088-1095, 2013
DOI: <http://dx.doi.org/10.1345/aph.1S035>
- [18] E. Charani, Y. Kyratsis, W. Lawson, H. Wickens, E. T. Brannigan, L. S. Moore, and A. H. Holmes, "An analysis of the development and implementation of a smartphone application for the delivery of antimicrobial prescribing policy: lessons learnt", *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. Vol. 68, No. 4, pp 960-967, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dks492>
- [19] S. S. Lee, "Effects of a smart phone based English study program on the student's satisfaction", Unpublished master's thesis, Yonsei university, Seoul, 2011.
- [20] T. D. Nguyen, C. C. Attkison, and B. L. Stegner, "Assessment of patient satisfaction: Development and refinement of a service evaluation questionnaire", *Evaluation and Program Planning*, Vol. 6, pp 299-314, 1983.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0149-7189\(83\)90010-1](http://dx.doi.org/10.1016/0149-7189(83)90010-1)
- [21] M. S. Kim, Y. H. Kim, J. S. Kim, K. Y. Park, and J. H. Park. "Application of clinical medicine", Kyonggi: Soomoonsa, 2012.
- [22] W. B. Runciman, E. E. Roughead, S. J. Semple, and R. J. Adams, "Adverse drug events and medication errors in Australia", *International Journal of Quality Health Care*, Vol. 15, Suppl 1, pp 49-59, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/intqhc/mzg085>

- [23] J. H. Lee, "Effectiveness of clinical decision support system for high-alert medications on prevention of medication errors", Unpublished doctoral dissertation, Ulsan university, Ulsan, 2012.
- [24] T. D. Ambrisko, and T. Nemeth, "A computer program for calculation of doses and prices of injectable medications based on body weight or body surface area", Canadian Journal of Veterinary Research, Vol. 68, pp 62-65, 2004.
- [25] Y. H. Park, "The development of a "Disaster prevention simulator" using a framework for serious game design and user participation game (UPG) technology based on the concept of UCC", Kongju National University, Kongju, 2010.
- [26] J. M. Keller, "Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: An overview of their current status", Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [27] M. S. Kim, J. H. Park, and K. Y. Park, "Development and effectiveness of a drug dosage calculation training program using cognitive loading theory based on samrtphone application", Journal of Korean Academy of Nursing, Vol. 42, No. 5, pp 689-698, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4040/jkan.2012.42.5.689>
- [28] K. Røykenes, and T. Larsen, "The relationship between nursing students' mathematics ability and their performance in a drug calculation test", Nurse Education Today, Vol. 30, pp 697-701, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2010.01.009>
- [29] T. M. Pape, D. M. Guerra, M. Muzquiz, J. B. Bryant, M. Ingram, B. Schraner, A. Alcalá, J. Sharp, D. Bishop, E. Carreno, J. Welker, "Innovative approaches to reducing nurses' distractions during medication administration", Journal of Continuing Education in Nursing, Vol. 36, pp 108-116, 2005.
- [30] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology", MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3, pp 319-340, 1989.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/249008>
- [31] C. Koo, H. W. Kim, and Y. Joun, "A Study on the explorative or exploitive use of smartphone : Focusing on IS continuance and habit theory", The Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 16, No. 3, pp 67-91, 2011.
- [32] J. G. Anderson, R. Ramanujam, D. Hensel, M. M. Anderson, and C. A. Sirio, "The need for organizational change in patient safety initiatives", International Journal of Medical Informatics, Vol. 75, pp 809-817,

2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2006.05.043>

김 명 수(Myoung-Soo Kim)

[정회원]



- 2001년 8월 : 부산대학교 대학원 (간호학석사)
- 2005년 8월 : 부산대학교 대학원 (간호학 박사)
- 2006년 9월 ~ 2010년 2월 : 울산과학대학 간호과 조교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 부경대학교 간호학과 부교수

<관심분야>
간호관리학, 환자안전

박 정 하(Jung-Ha Park)

[정회원]



- 2002년 8월 : 부산가톨릭 대학교 간호대학원 (간호학석사)
- 2014년 2월 : 부산대학교 대학원 (간호학 박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 간호학과 조교수

<관심분야>
성인간호, 중환자간호, 간호교육

김 성 민(Sungmin Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 부산대학교 대학원 (간호학석사)

<관심분야>
환자안전, 수술간호