

## 컴퓨터 통신망과 PDA(휴대용개인정보단말기)를 이용한 가정간호정보시스템 개발\*

박정호<sup>1)</sup> · 박성애<sup>1)</sup> · 윤순녕<sup>1)</sup> · 강성례<sup>2)</sup>

### 서 론

#### 연구의 필요성

1970년대 의료기관에 도입되었던 전산시스템은 1980대에 들어오면서 병원정보시스템 및 처방 전달 시스템으로 발전했으며, 축적된 임상자료를 데이터 마이닝이나 데이터웨어 하우스의 기법으로 임상연구와 통계자료로 활용하는 추세에 이르렀다(Lee, 1998). 뿐만 아니라 무선통신과 인터넷 기술의 발달로 실시간 환자에 대한 전자기록과 조회 등 모바일 진료를 가능하게 하고 있다(You, 2000). 간호분야에서도 병동 간호사들이 간호 기록업무에 소요하는 시간이 전체업무의 40-50%에 달하여 부족한 직접간호로 인해서 환자간호의 질에 미치는 영향이 크다는 연구가 보고되면서 전자간호 기록과 그 효율성에 대한 연구가 활발하게 이루어졌다(Jung, 2000).

1994년부터 병원 1,2차 병원을 중심으로 수행되었던 가정간호사업은 최소의 비용으로 접근이 용이하고 질적으로 우수한 간호를 제공할 수 있다는 점에서 긍정적인 평가를 받고 있으며, 그 수요와 필요성이 증대되고 있다(Park, 2001). 이와 같이 가정간호 수혜자가 증가하고 있는 실정에서 급속하게 늘어나는 간호기록업무를 처리하기 위해 많은 가정간호사들이 어려움을 겪고 있다. 뿐만 아니라, 여러 가정을 방문하며, 독자적으로 간호서비스를 제공해야 하는 업무특성 때문에 경험이 부족한 신규 가정간호사들은 적절한 가정간호서비스를 제공하는데 있어서 의사결정의 어려움을 느끼며, 표준화된 가정

간호 증재지침이 부족하여 적절한 수준의 간호를 제공하는데 혼란을 경험하고 있다.

이와 같은 문제점을 고려할 때 무선통신과 휴대용 컴퓨터 및 인터넷을 이용하여 반복되는 기록업무를 전자기록으로 간소화하고, 환자에 대한 정보를 가정간호센터의 관리자나 담당 의사와 공유하며, 실시간으로 효율적으로 의사소통하며, 표준화된 가정간호사정중재 지침을 제공하여 가정간호의 질적 관리와 업무효율성을 가져올 수 있는 지원시스템 개발의 필요성이 대두되고 있다.

이러한 추세에서, 1999년 정보통신부 3차 정책과제 선도응용사업으로 수행된 “원격 가정간호 지원시스템” 연구는 표준화된 가정간호 콘텐츠와 가정간호정보시스템을 개발하여 효율적이고 체계적이며 양질의 가정간호 제공에 기여하였다(Park et al, 1999). 그러나 시간이 경과함에 다음과 같은 필요성이 도출되었다. 첫째, 다양한 가정간호 대상자의 간호요구와 가정간호 사업소의 업무를 보다 포괄적이고 체계적으로 처리할 수 있는 지식기반의 가정간호 콘텐츠 보강의 필요성, 둘째, 핸드폰에 의한 무선통신 방식이 모바일이라는 환경적 제약 때문에 정구적으로 다량의 데이터를 송수신하는 경우 불안정하므로 많은 양의 데이터를 PDA에 보관하여 송수신이 가능하도록 PDA의 용량(속도, 메모리 등)을 증가시키고 PDA 프로그램을 업그레이드 할 필요성이 제기되고 있어서 이에 대한 수정 및 보완이 요구된다.

#### 연구목적

주요어 : 컴퓨터 통신망, 휴대용개인정보단말기, 정보시스템

\* 이 논문은 2002년도 과학재단의 지원에 의하여 연구되었음

1) 서울대학교 간호대학 교수, 2) 서울대학교 간호과학연구소 선임연구원

투고일: 2003년 8월 26일 심사완료일: 2004년 3월 31일

본 연구의 목적은 유무선 통신과 모바일 컴퓨팅을 이용하여 가정간호현장에서 활용할 수 있는 체계적이고 효율적인 가정간호정보시스템을 개발하는 것으로서 구체적인 내용은 첫째, 기존의 개발된 가정간호 사정중재지침을 보완하고, 둘째, PDA 프로그램을 업그레이드하는 것이다.

### 용어정의

- 컴퓨터 통신망 : 컴퓨터와 컴퓨터 단말기에 통신기기를 연결하여 정보교환과 의사소통을 가능하게 하는 모든 통신 시스템을 포함하며(Minjung, 1995), 본 연구에서는 컴퓨터 PC와 연결되어 있는 이동 통신망을 포함한다.
- PDA : 휴대용 컴퓨터의 일종으로 개인정보를 입력하여 관리할 수 있으며, 컴퓨터와 연결하여 정보교류가 가능한 기기를 의미하는 것(Minjung, 1995)으로, 본 연구에서는 컴퓨터 데이터 베이스에 연결된 휴대용 개인정보 단말기를 지칭한다.
- 정보 시스템 : 정보시스템은 인간 관련된 내용, 형편, 소식, 자료 등을 일정한 원리에 따라 체계적으로 조직한 지식의 통일된 전체를 의미하며(박정호, 2003), 본 연구에서는 간호대상자에 관련된 일반정보, 등록 및 퇴록관리, 물품 및 비용관리, 간호사정중재지침 등의 간호정보를 컴퓨터 프로그램화한 전산정보체계를 뜻한다.

### 연구 방법

#### 연구대상

선행연구를 통해서 개발 및 구축된 가정간호통합시스템

#### 자료수집방법

일개 간호대학의 가정간호시범사업소에 소속된 가정간호 실무자 6명과 가정간호시범사업소의 관리자 1명을 대상으로 가정간호통합시스템에 대한 요구사항을 조사하여 프로그램 보완에 필요한 자료를 수집하였다.

#### 프로그램 개발 방법

전술한 연구목적에 따라 본 연구는 2단계에 걸쳐 진행되었으며, 연구개발과정을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- 1단계 : 가정간호 콘텐츠 보완  
첫째, 둘째, 간호대학 교수(3명), 박사과정 대학원생(2명), 대

학병원 수간호사(3명)로 이루어진 전문가 집단을 구성하여 자료수집을 통해서 나타난 사용자 요구사항을 기초로 기존의 연구를 통해서 개발된 가정간호통합시스템을 평가 분석하여 보완하였다.

- 2단계 : 가정간호 모바일 시스템 보완

본 연구에서 사용된 가정간호 모바일 시스템 구축 방법은 ‘관리기법/1’과 프로토타이핑 이 병행되었다. 관리기법/1에 의해서 가정간호 업무현황분석, 프로토타이핑 데모, Gap 분석 및 설계, 프로그램 개발, 프로그램 테스트, 프로그램 운용의 단계를 거쳤다. 이와 병행하여 사용된 프로토타이핑 기법은 4 단계로 나누어졌다. 첫째 단계에서는 프로젝트의 범위를 결정하고, 사용자의 요구 사항을 분석하여 시스템의 전체 모형과 주요기능을 확인하였고, 둘째 단계는 프로그램 모듈과 데이터 처리를 테스트하고, 업무흐름의 적절성을 검증하였으며, 셋째 단계는 단위 시스템간의 연계성을 종합적으로 테스트하고, 소프트웨어 인터페이스를 검증하였고, 넷째 단계에서는 실제 운영환경에 대한 현장 테스트와 업무 전환을 위한 인수 테스트를 하고, 최종적으로 사용자가 프로그램의 타당성, 활용성, 효과성을 검증하였다.

### 연구 결과

#### 가정간호통합시스템

선행연구를 통해서 개발된 가정간호통합관리 시스템은 등록 및 퇴록관리, 대상자 정보관리, 사정중재지침관리, 예산 및 비용관리, 물품관리, PIMS 및 그룹웨어(일정관리, 주소록관리) 등의 6가지 주요 기능을 포함하고 있으며, 6가지 주요기능은 총 31개의 세부 기능을 포함하였다. 본 연구에서는 여기에다 12개의 세부 기능을 추가로 보완하였는데 그 구체적인 내용은 <Table 1>과 같다.

#### 가정간호사정중재지침

본 연구에서는 가정간호 통합관리 시스템에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 사정중재지침의 보완에 중점을 두었다. 선행연구를 통해서 개발된 고혈압, 뇌졸중, 무의식 및 마비환자에 대한 가정간호중재 지침 알고리즘 경로에 암환자, 당뇨환자, 복막투석환자에 대한 간호행위 알고리즘을 보완하였다. 이러한 알고리즘은 가정간호문제를 중심으로 하여 호흡 및 순환, 영양 및 대사, 배뇨 및 배변, 감각인지, 기동성, 피부 통합성, 안위, 가족지지, 심리정서, 임종간호, 투약 및 투약이행, 검사 및 의뢰 등 12개의 영역과 12개의 영역에 따른 세부적

<Table 1> Lists of function on integral management system of home-care nursing

Main Function	Items	
	Existing Items (in 1999)	Adding Items (in present)
Registration / Termination	registration client receiving physician's request of patient status of registration : date/location/diagnosis/agency status of termination : date/location/diagnosis/medical institution	request by internet receiving physician's request by internet
Information of Client	general information of client discharge information from hospital visiting information medical history informed consent for termination lists of request	emotional state expectation for nursing/living environment risk factor/medical equipment Prescription particulars
Nursing Assessment / Intervention	respiration/circulation nutrition/metabolism excretion sense/recognition ambulation skin integration security social support psychology/emotion caring for dying medication medical examination	education/counseling
Budget / Cost	nurses' salary status income status outcome	status paying/unpaying exact calculation paying/ unpaying
Purchasing / Commodities	status of purchasing status of stock goods managing stock goods transaction statistics	using nursing goods by nursing activities
PIMS/Group Ware	visiting schedule clients' address	internet notice board sending group mail

<Table 2> Lists of guidelines on nursing assessment/intervention

Nursing Fields	Lists of Nursing Assessment/ Intervention	
	Existing Items(in 1999)	Adding Items(in Present)
Respiration / Circulation	BP/pulse/respiration/temperature O <sup>2</sup> supply/ventilator/tracheostomy edema/hemorrhage peace make	exercise weight control
Nutrition / Metabolism	malnutrition/swallowing problem/ anorexia vomiting/nausea/intestinal distention L/ tube care un-compliance diet over drinking alcohol	DM diet diet for chemotherapy diet for hemodialysis blood sugar control
Excretion	urine catheterizing urine retention/incontinence constipation/diarrhea rectal tube	balancing intake/output

<Table 2> Lists of guidelines on nursing assessment/intervention(continued)

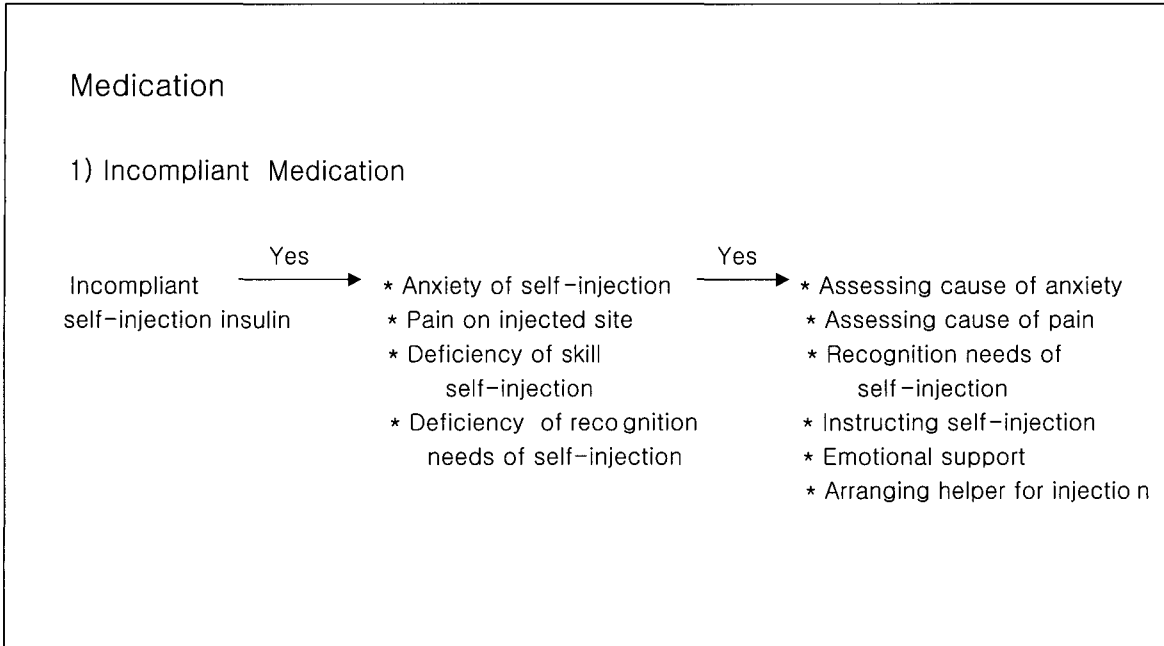
Nursing Fields	Lists of Nursing Assessment/ Intervention	
	Existing Items(in 1999)	Adding Items(in Present)
Sense / Recognition	vision hearing acuity obstacle GCS score/pupil reaction intelligence/Speech disturbance	pains of limbs dull sense
Ambulation	daily activity obstacles depending bathing/basic activity	exercise /weight control revises inadequate exercise
Skin Integration	bed sore/dehairing region of central venous catheterize redness/edema on anus redness/ edema on tube inserted region	foot care of DM infection control(tube insertion) skin care on insulin injection redness/pain(radiation therapy)
Security	pain control weakness/insomnia	pain(chemotherapy) pain(radiation therapy)
Social Support	loss coping ability of family role conflict	self-help group searching/introduce community resources
Psychology / Emotion	loss self-esteem loss ability of coping stress	counseling for patient & family changing sexual & reproductive function
Caring for Dying	predict of death/caring dying	helping funeral ceremony
Medication	self-medication visiting for intravenous therapy	self-injection insulin incompliant self-medication self-medication anodyne
Medical Examination	request medical test	self blood sugar checking

인 가정간호중재지침으로 보완되었다. 당뇨에서는 혈당조절과 합병증 예방에 초점을 두고 식이 관리, 운동 및 체중조절, 인슐린 자가투여, 발 관리, 합병증 사정과 예방에 관련된 가정

간호 중재지침 행위목록을 알고리즘 경로에 보완하였다. 암환자는 항암제 투여와 관련된 부작용 완화, 통증관리, 영양관리, 적절한 배설, 정서심리적지지, 개인 및 가족 상담에 초점을

<Table 3> Lists of education & counseling

Nursing Fields	Education Items	Nursing Fields	Education Items
Respiration / Circulation	caring central catheter caring tracheal tube caring ventilator caring peace maker infection control	Security	relaxation insomnia
Nutrition / Metabolism	diet(hypertension/DM) importance of compliant diet proper drinking	Social Support	counseling chronic disease patient/family
Excretion	caring urine catheter reinforcement motion(for bladder) prevention constipation caring rectal tube	Psychology / Emotion	coping stress
Ambulation	exercise manual joint motion prevention /coping hypoglycemia	Medical Examination	self-insulin injection importance of compliant medication method IP medication attention facts narcotic drug
Skin Integration	prevent bed sore prevent dehairing caring peritoneal dialysis skin care for radiation therapy foot care(DM)		

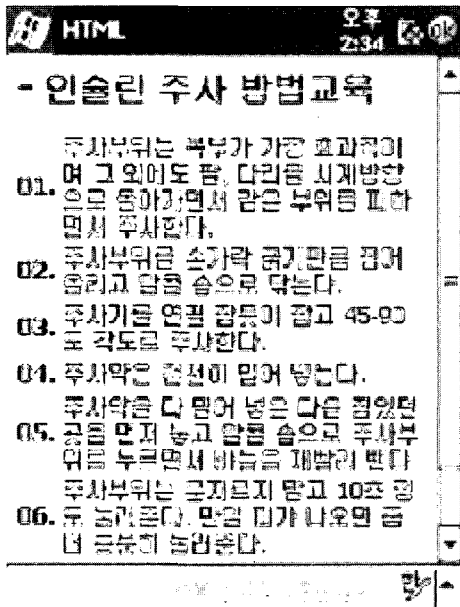


<Figure 1> Education/Counseling Algorithms

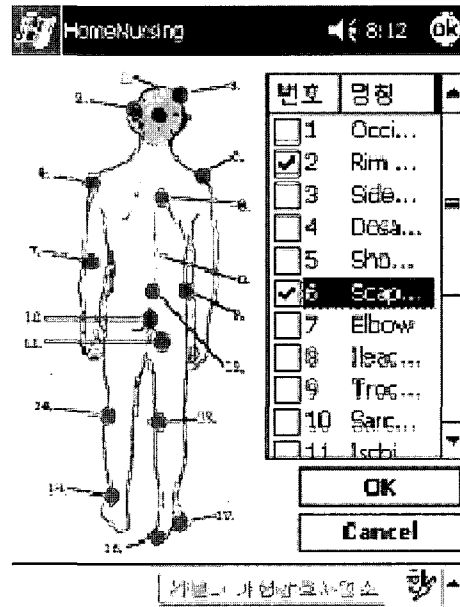
두었으며, 복막투석환자는 투석으로 인한 감염 및 부작용 예방, 투석 도관 관리, 식이 관리, 체중관리, 섭취와 배설의 균형에 초점을 두고 26개 가정간호 중재지침 행위목록을 <Table 2>와 같이 보완하였다.

선행연구에서는 교육 및 상담부분이 빠져 있어서 교육 자료는 서류형식의 매뉴얼로 사용 및 휴대가 불편하고 실제 간호행위시 사용이 불가능하였다. 이를 전자 매뉴얼 화하여 간

호행위 시 PDA를 통해서 수시로 조회 및 적용할 수 있도록 교육 및 상담 알고리즘 메뉴를 추가하였다. 가정간호 사정/중재지침의 12개 영역 중 9개 영역에서 27개의 교육 및 상담 목록이 개발되어 가정간호통합시스템의 7가지 주요기능 중 사정중재지침 기능에 포함되었다<Table 3>. 이러한 가정간호 중재지침 알고리즘과 PDA화면상의 구성도를 나타내는 예시는 <Figure 1>과 <Figure 2>와 같다.



<Figure 2> Education/Counseling Algorithms on PDA



<Figure 3> Checking Bed Sore Region of Body on PDA

## 모바일 가정간호지원시스템 PDA 프로그램 보완 및 업그레이드

본 연구는 선행연구를 통해서 구축된 데이터 전송방식의 문제점인 전송 속도, 용량, 통신 방법의 편의성을 보완 수정하여 다음과 같은 방식으로 업그레이드하였다. PDA 프로그램화 되어있는 기존의 가정간호중재지침 알고리즘의 모든 경로를 분석하여 중복되어 있는 내용을 삭제하거나, 유사성이 있는 부분을 통합하였으며, 불필요한 알고리즘 경로의 단계를 생략하였다. 문서로 설명되어 여러 단계의 경로를 거쳐야 사정과 중재가 가능했던 기존의 방법을 보완하여 한 장의 그림에 모든 문서화된 경로를 담았다<Figure 3>.

그 외에도 기기 설비를 다음과 같은 방법으로 업그레이드하였다. 첫째, 데이터 전송 방식 : PDA와 데이터 전송 모뎀이 통합된 기기와 CDMA-1X 기반을 구축하여 데이터전송실패와 전송시간의 연장의 문제를 해결하였다. 둘째, PDA 성능 : 컴퓨팅 기능을 강화하였다. 셋째, 데이터 관리 : 무선으로 데이터를 동기화 하여 서버와 PDA 간 데이터 동기화를 위한 작업을 단순화시킴으로써 소요시간을 줄였다. 넷째, 데이터 백업 : 오라클 데이터베이스를 업그레이드하고 관련 시스템 프로그램 수정하여 기존 데이터 베이스와 신규 PDA장비간의 호환문제를 해결하였다.

## 논 의

의료분야에서 PDA를 이용한 정보시스템 구축은 다양한 업무에서 이루어져왔다. 의사들은 환자처방, 검사결과, 환자일반정보 등을 PDA를 통해서 입력하고 저장하여 중요한 분석자료로 이용하였고(Howard, 2003), 수련의사들은 중요한 의학저널의 Article을 PDA를 통해서 다운로드받아 임상현장에서 수시로 검색하였다(Hart, O'Neil-Pirozzi & Morita, 2003). 간호분야에서는 임상간호연구를 위한 자료관리, 입원환자처방검색, 입원환자간호기록 등에 PDA를 이용해 왔다(Hunt, 2002). 한국에서는 다양한 질환을 가진 대상자에 대한 임상 의사결정 시스템에 PDA가 이용되었으나(Kwak et al., 2003), 간호분야에서는 거의 이루어지지 못하였다.

가정간호전달체계는 가정간호 대상자들이 물리적으로 광범위하게 퍼져 있다는 특성 때문에 가정간호대상자, 가정간호제공자, 가정간호 센터 운영자, 담당의료진 간의 효율적인 의사소통이 필요하였으며, 이를 위해 선진 외국에서는 원거리 통신망을 이용하여 가정간호 시스템을 구축하고 있으며, 일본에서도 지방 자치제와 병행하여 독립된 지역을 대상으로 한 가정간호정보시스템을 구축, 운영하고 있다(Park et al., 1997).

우리나라에서도 Park(1999) 등에 의해서 가정간호정보지원

시스템이 개발되었는데, 이 시스템은 단순히 간호기록의 전송, 실시간 의사소통, 가정간호관련 데이터 저장과 같은 기능에 국한되어 있던 기존의 가정간호정보화 시스템에서 한 발 더 나아가 독자적으로 간호를 수행해야하는 가정간호사들의 간호 의사결정을 안내할 수 있는 간호사정중재지침을 포함하고 있다는 점에 주목을 받고 있다.

그러나 이 시스템은 다양한 질환을 가진 가정간호대상자 간호요구와 가정간호 사업소의 업무를 보다 포괄적이고 체계적으로 처리할 수 있는 지식기반의 가정간호 콘텐츠 보강의 필요성, 핸드폰에 의한 무선통신 방식이 '모바일이라는 환경적 제약 때문에 정규적으로 다량의 데이터를 송수신하는 경우 불안정하므로 많은 양의 데이터를 PDA에 보관하여 송수신이 가능하도록 PDA의 용량(속도, 메모리 등)을 증가시키고 PDA 프로그램을 업그레이드 할 필요성이 지적되었다.

본 연구에서는 가정간호 통합관리 시스템에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 사정중재지침의 보완에 중점을 두고, 선행연구를 통해서 개발된 고혈압, 뇌졸중, 무의식 및 마비환자에 대한 가정간호중재 지침 알고리즘 경로에 암 환자, 당뇨환자, 복막투석환자에 대한 간호행위 알고리즘을 보완하였으며, 교육 및 상담 목록과 구체적인 내용을 전자 매뉴얼 화하여 간호행위 시 PDA를 통해서 수시로 조회 및 적용할 수 있도록 보완하였다. 또한 기술적인 측면에서 PDA와 데이터 전송 모뎀이 통합된 기기와 CDMA-1X 기반을 구축하여 데이터전송실패와 전송시간의 연장의 문제를 해결하였으며, 오라클 데이터베이스를 업그레이드하여 기존 데이터 베이스와 신규 PDA장비간의 호환을 원활하게 하였다.

## 결론 및 제언

본 연구는 체계적이고 효율적인 가정간호 제공을 위해 이미 개발된 가정간호지원산시스템을 보완하여 유무선 통신과 모바일 컴퓨팅을 이용하여 가정간호현장에서 활용할 수 있는 PDA시스템을 보완하기 위해서 수행되었다.

연구결과 가정간호사정중재지침을 모든 가정간호대상자와 방문간호대상자에게 일반적으로 적용할 수 있는 체계적이고 표준화된 가정간호 콘텐츠를 보강하였고, 가정간호 기록지와 가정간호 중재지침의 콘텐츠를 PDA의 데이터 베이스 관리시스템에 반영하여 추가하여 현재의 무선통신 환경에 맞추어 시스템을 업그레이드하였으며, 가정간호 교육 콘텐츠 및 대상자별 정보교류 커뮤니티 서비스를 통한 지식기반의 통합정보 시스템을 구축하였다.

따라서 본 연구의 결과는 지식에 기반을 둔 표준 가정간호 사정/중재 알고리즘의 개발로 실질적이고 질적으로 우수한 가정간호 서비스를 제공할 수 있고, 무선 통신 및 PDA의 활용

을 위한 가정간호 콘텐츠와 소프트웨어 개발은 간호에 정보 기술을 접목시킨 E-Health의 확장 및 발전에 기여하며, 네트워크의 이용으로 가정간호사와 가정간호 사업소 및 관련 기관의 의료인간 의사소통이 신속하고 효과적으로 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- Hart, T., O'Neil-Pirozzi, T., Morita, C. (2003). Clinical expectations for portal electronic devices as cognitive-behavioral orthoses in traumatic brain injury rehabilitation. *Brain Injury*, 17(5), 401-411.
- Haward, W. R. (2003). Development of an Affordable data collection, reporting, and analysis system. *Respiratory Care*, 48(2), 131-137.
- Hunt, E. C. (2002). The value of a PDA to a nurse. *Tar Heel Nurse*, 64(3), 18-19.
- Jung, Y. Y. (2000). *A Study on the Effects of EMR on Nursing Efficiency*, CJKMI 2000.
- Lee, J. O. (1998). The Analysis of Mass Physical Screening Using the Concept of Data Warehousing Short Subject : Data Warehousing and Mass Screening. *J. of KOSMI*, 4(2), 111-114
- Minjung (1995). *Essence English-Korean Dictionary*. Seoul. Minjung Seorim.
- Kwak, M. J., Han, S. B., Kim, G. C., Choi, J. W., Chun, J. H., Lee, K. S., Bom, H. S. (2003). The Development of Clinical Decision Support System on PDA. *J. of KOSMI*, 9(1), 69-72.
- Park, J. H., Hong, K. J., Kim, M. J., Han, K. J., Park, S. A., Yun, S. N., Lee, I. S., Joh, H., Bang, K. S. (1997). Development of the Information Delivery System for the Home Nursing Service. *The J. of Korean Acad. Soc. of Home Care Nursing*, 4, 76-85.
- Park, J. H., Kim, M. J., Hong, K. J., Han, K. J., Yoon, S. N., Park, H. T., Kang, Y. K. (1999). The Implementation of Homecare Nursing Network System Using Wireless Network. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 7(1), 13-22.
- Park, J. H. (2001) a. *Policy Directions Establishment and Expansion of Home Nursing Care in Korea*. Seoul National University press.
- Park, J. H., Kim, M. S., Lee, B. S. (2003). *Nursing Management in Korea*. Seoul. KNA Press.
- You, T. W., et al. (2000). e-Health : Medical Revolution in 21th Century. *16th Autumn Conference of KOSMI*, 51-61.

## Developing a Home Care Nursing Information System by utilizing Wire-Wireless Network and Mobile Computing System

Park, Jung-Ho<sup>1)</sup> · Park, Sung-Ae<sup>1)</sup> · Yoon, Soon-Nyoung<sup>1)</sup> · Kang, Sung-Rye<sup>2)</sup>

1) Professor, College of Nursing, Seoul National University, 2) Researcher, Institute of College of Nursing, Seoul National University

**Purpose:** The purpose of this study was to develop a home care nursing network system for operating home care effectively and efficiently by utilizing a wire-wireless network and mobile computing in order to record and send patients' data in real time, and by combining the headquarter office and the local offices with home care nurses over the Internet. It complements the preceding research from 1999 by adding home care nursing standard guidelines and upgrading the PDA program. **Method:** Method/1 and Prototyping were adopted to develop the main network system. **Result:** The detailed research process is as follows : 1) home care nursing standard guidelines for Diabetes, cancer and peritoneal-dialysis were added in 12 domains of nursing problem fields with nursing assessment/intervention algorithms. 2) complementing the PDA program was done by omitting and integrating the home care nursing algorithm path which is unnecessary and duplicated. Also, upgrading the PDA system was done by utilizing the machinery and tools where the PDA and the data transmission modem are integrated, CDMX-1X base construction, in order to reduce a transmission error or transmission failure.

Key words : Computer Communication Networks, PDA, Information System

- Address reprint requests to : Kang, Sung-Rye  
College of Nursing, Seoul National University  
Yeon-geun Dong 28, Jong-ro Gu, Seoul 110-700, Korea  
Tel: +82-2-740-8459 Fax: +82-2-745-0617 E-mail: phora7@snu.ac.kr