

Ubiquitous Healthcare를 기반으로 한 당뇨병관리 시스템

연세의료대 내분비내과
김지운, 안철우

Diabetes Management System Based on Ubiquitous Healthcare

Jiwoon Kim, Chul Woo Ahn

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

The rapidly increasing prevalence of chronic disease is an important challenge to healthcare systems worldwide. Ubiquitous healthcare (U-health) systems arising from the fusion of IT and medicine may provide new solutions for addressing chronic disease in the future. Because U-health is based on the constant availability of information, communication networks are being considered as alternatives to mainstream face-to-face healthcare services and also in supportive functions. To improve the quality and efficiency of care for patients with diabetes mellitus, we consider an individualized internet or mobile phone based U-health system of health management. In this paper, we explore the present state of U-health systems in Korea and in other countries, and examine glucose control models in diabetic patients based on u-health systems. Although many problems remain unresolved and the U-health model needs further development and more rigorous study, U-health systems maybe the foundations of medicine's future. (J Korean Diabetes 2011;12:133-137)

Keywords: Ubiquitous, Diabetes mellitus, Medical informatics

최근 인터넷이나 무선통신망 같은 IT의 급속한 발달은 IT를 넘어 UT (ubiquitous technology)의 시대에 도래하고 있고, 이러한 발달은 인간의 삶과 가장 직접적으로 연결된다고 할 수 있는 의료 분야에도 큰 영향을 미치고 있다. 현재 국내에서는 U-healthcare (ubiquitous-healthcare)라고 통용되는 이러한 변화는 유럽, 미국에서는 e-health, mobile health, telemedicine, telehealth, home health care 등의 다양한 용어로 불리고 있으며 의료 영역에 IT 기술을 접목한 새로운 건강 관리 시스템을 의미한다.

우리나라는 현재 세계에서 가장 빠른 노인 인구 증가율을 보이고 있는 나라 중에 하나로서 이러한 인구 고령화에 따른 만성질환자가 증가하고 있다. 2001년에 이미 전체 질환 중 만성질환이 차지하는 비율이 80%가 넘는 것으로 집계되었고, 이는 의료수요의 지속적인 증가를 야기하고 있다. 또한 국민소득 수준이 증가하

면서 건강에 대한 관심이 높아지고 적극적으로 well-being을 찾는 이들이 늘어나는 추세 또한 U-healthcare system의 발전에 원동력이 되고 있다. 이러한 사회적인 현상에 비추어 IT 분야에서 뿐만 아니라 정부 차원에서도 U-health를 이용한 다양한 정책 수립과 연구를 시도 중이다.

특히 당뇨병의 경우는 현재 우리나라 인구의 약 8%가 당뇨병환자로 추정되며, 이환 환자 수가 계속 증가 추세에 있는 상황에서 많은 환자들의 혈당관리를 외래 진료만을 통해 감당할 수 없기에 보다 효과적인 시스템의 개발이 필연적이라 할 수 있다[1-4]. 실제 당뇨병은 평생 지속적이고도 철저한 자기관리와 빈번한 의료진과의 접촉이 혈당관리 및 그에 따른 당뇨병성 만성합병증의 예방과 치료에 필수적인 분야이기 때문이다[5-8]. 따라서 본문에서는 세계의 U-healthcare system과 관련된 연구동향과 국내 실태를 살펴보고, U-health를

이용한 당뇨병관리 모델과 앞으로의 발전 방향에 대해 알아보고자 한다.

세계의 U-health 관련 연구동향과 국내의 실태

U-healthcare system은 선진국을 중심으로 적극적인 투자가 진행되어 왔으며 유럽, 일본, 미국 등에서는 정부 주도의 대형 프로젝트를 중심으로 급속히 성장하고 있다. 미국은 5년간 15조를 투자하기로 하였고, 텔레케어 U-health 전담조직인 OAT (Office for the Advancement of Telehealth) 및 범부처 활성화 협의체 (국무부, 통상부, 국방부 등 11개 부처 참여)를 운영 중이다. 미국의 초창기 사업인 IDEAtel project는 뉴욕주 내에 거주하는 1,500명의 저소득층 및 시골지역의 사람들을 대상으로 인터넷과 telecommunication을 이용한 네트워크를 구성하였으며[9,10], Brigham and Women's Hospital 및 조지타운 대학에서는 당뇨병 환자의 효과적인 혈당 및 혈압관리를 위하여 web-based 당뇨병관리 시스템인 'MyCare Team'을 개발하여 102명의 환자에서 당화혈색소가 의미있게 감소되는 성과를 보고하였다[11].

유럽 EU 등은 AAL (Ambient Assisted Living) 프로젝트를 통해 고령자에게 IT 기기와 서비스를 제공해 의료, 건강관리, 안전·보안, 응급시스템, 사회참여 등 독립적인 생활을 지원하는 사업을 진행하고 있고, 영국, 프랑스, 독일, 스페인, 이탈리아 등 23개국이 참여해 2007년부터 7년 간 약3억5000만 유로 (약6650억원)를 투입할 예정이다. 또한 EU의 MobiHealth (Mobile Healthcare) 프로젝트는 고위험도의 임산부, 만성 질환자, 심장 질환자 등을 대상으로 일상 생활 속에서 지속적인 환자 모니터링을 통해 질병 판단 및 예측, 응급상황 대처 등의 서비스를 제공하는 플랫폼과 비즈니스 모델에 관한 연구를 진행하고 있고, 암, 신생

질병의 집중 치료를 받은 후, 원격 모니터링 및 진단 서비스를 받는 지속적인 의료 케어 (MCC) 프로젝트와 RFID를 응용하여 환자의 이동, 현 위치, 이상 징후 등의 데이터를 실시간으로 의료 기기에 전송하는 RFID 센서 응용 프로젝트 등도 활발히 진행 중이다. 영국에서는 EU와는 별도로 약 1200만파운드(약240억원)를 투자하여 만성질환 및 고령자에게 인터넷, 휴대폰, TV 등을 활용해 건강관리 및 독립적 생활 지원하는 텔레케어 (Telecare) 사업을 2007년부터 진행 중이며, 2005년에는 영국 옥스퍼드 대학에서 제1형 당뇨병환자의 혈당관리를 위한 Mobile phone telemedicine system을 개발하여 그 효과를 보고하였다(Table 1)[12].

우리나라 U-health는 1988년부터 시작되어 꾸준히 시범사업 형태로 진행되어 왔지만, 2000년대 초반부터 좀 더 활발한 정부 주도의 사업이 진행되면서 다양한 U-health 모델이 개발 및 적용되고 있다(Table 2) [13,14]. 현재 진행 중인 SK텔레콤, LG텔레콤 컨소시엄과의 만성질환 관리 시범 사업에는 전국의 여러 대형 병원들이 참여하고 있다.

당뇨병관리에 있어서 임상연구 결과를 살펴보면 가톨릭대학교에서 인터넷을 이용한 혈당관리 시스템인 IBGMS (internet based glucose monitoring system)를 개발하여 3개월간의 단기효과 및 30개월간의 장기효과를 보고한 바 있고[15,16], SARS (semi-autonomic response system)을 개발하여 의료진의 노동력을 50% 이상 감소시켰음을 보고하였다[17]. 또한 PDA를 이용한 농촌지역에서의 혈당관리에 있어서도 유의한 개선 효과를 보고하였다. 본 교실에서도 인터넷 기반의 소프트웨어와 휴대폰을 연결한 시스템을 이용하여 당뇨병환자를 12주간 치료한 결과 대조군에 비해 유의하게 당화혈색소와 공복, 식후혈당이 감소함을 보고한 바 있고[18], 현재 휴대폰에서 간편하게 사용할 수 있는 혈당관리 어플리케이션을 개발하여 그 효용성을

Table 1. Health policies using ubiquitous healthcare system in various countries

국가	프로젝트	추진 내용
유럽	AAL	-고령자에게 IT 기기와 서비스를 제공하여 의료, 건강관리, 안전/보안, 응급시스템, 사회참여 등 독립적인 생활 지원 -EU 12개국 참여, 2007년부터 7년간 약 3억 5천만 유로 투입
영국	Telecare	-만성질환 및 고령자에게 IT를 활용한 건강관리 및 독립적 생활 지원: 혈압측정, 사이렌 등 경고알람, 응급상황 알림정보 등 -NHS (national health service)를 통해 의사와 간호사의 연결
일본	U-Japan	-2010년까지 보편적 디자인이 가능한 사회구현 -센서 및 정보기전을 통해 독립적 생활이 가능한 주택 건설 등
싱가포르	iN2015	-2015년까지 IT기반의 개인 맞춤형 의료체계 전환 : 질병치료 → 예방/건강 증진, 의사진단 → 자가진단 : 공급자 중심 → 환자중심 통합적 서비스(의료정보공유, EHR 등)

보고할 예정으로 있다.

당뇨병관리를 위한 U-healthcare System Models

1. Automatic Feedback System

환자가 자기의 컴퓨터에 혈당관리를 위해 개발된 소프트웨어를 저장하거나 인터넷 사이트를 통해 feedback을 받는 방법이다. 스스로 개인 컴퓨터 프로그램에 접속하여 혈당 입력 등의 개인 정보를 제공하였을 때 일정 feedback을 줄 수 있는 소프트웨어만을 개발하면 비교적 효과적으로 많은 환자들을 관리할 수 있는 방법으로 생각되나, 환자 개인마다의 개별화된 feedback을 줄 수는 없다는 것이 큰 단점이다.

2. Interactive Feedback Systems

Automatic feedback이 이미 만들어진 소프트웨어 내에서 환자 혼자 자가 관리를 하는 것이라고 생각할 때, 이 interactive feedback은 의료진도 함께 참여하는 상호교류 시스템이라는 점이 차이점이다. 환자가 인터넷 서버를 통해 혈당 등의 개인 정보를 제공하면, 그것을 의료진이 보고 적절한 조치를 취할 것을 제공해 주는 시스템이다. 이러한 시스템은 환자에게 지속적인 동기 부여를 할 수 있고, 외래 방문을 통한 의료진과의 접촉이 어려운 상태의 환자들에게 U-health의 개념을 잘 살려 도움을 줄 수 있는 좋은 방법이다. 그러나 어느 정도

빠르게 feedback을 줄 수 있나 하는 의료진의 인력 문제와 경제성 측면에서 생각해 볼 때 현실성이 약간 떨어진다고 할 수 있겠다.

3. Merged Feedback System

위의 interactive feedback system의 문제점을 최소화하고자 한 모델이다. 입력된 환자의 정보에 따라 일부는 automatic feedback이 가능하게 하고, 의료진의 개입이 필요한 경우는 의료진에게 알려주는 시스템이다. 즉 환자의 혈당 조절이 잘 되고 있어 특별한 치료의 변화를 필요로 하지 않는 경우에 한해서는 기존 분석 시스템을 통해 환자에게 자동 메시지를 전송하며, 그렇지 않은 경우는 의료진에게 알려 개별화된 feedback을 줄 수 있도록 한다. 어느 정도까지, 어떤 선에서 automatic feedback을 줄 것인가 하는 점과 분석 시스템의 개발이 이 시스템 도입의 난점이 될 수 있겠다. 본 교실에서 개발한 휴대폰 어플리케이션 같은 경우가 이 시스템에 해당되는데, 혈당이 양호한 그룹에 한해서는 분석 시스템의 자동 판단으로 100여 개의 메시지 중 적절한 메시지가 automatic feedback을 제공하고, 혈당이 양호하지 않거나 어떤 조치가 필요하다고 판단되는 경우에 의료진에게 실시간 메시지가 가게 된다(Fig. 1). 이 시스템을 통한 효용성 면을 현재 연구 중에 있다.

Table 2. Models and examples of ubiquitous healthcare system by government

시스템	추진내용	사례
RFID센서를 활용한 환자 감시/관리	RFID센서를 응용하여 이동상황, 현 위치, 이상 징후들의 데이터를 실시간으로 간호사들의 PC와 PDA 단말기에 제공함	원주기독병원 신생아 관리 시스템(LGCNS), 요양시설 입소자 관리(유니스, 키스컴)
병원환자 정보서비스	환자의 상태 및 병상정보 등을 의료기관 내부 정보시스템에서 구현하여 유무선 단말기를 통해 필요한 정보를 통합 제공함	부산대병원 등 지역 내 대형병원과 아파트 단지 등을 홈네트워크로 연결하여, 단말기가 측정한 주민의 생체 신호를 병원 내 헬스케어센터로 전송
모바일 건강관리	휴대폰을 이용하여 혈압, 당뇨 등을 실시간으로 무선망을 통해 관리함	휴대폰에 혈당기기, 혈압 측정계, 만보계 등 외장형 건강기기를 연결하여 자신의 건강상태를 측정하면 실시간으로 의료기관으로 정보가 전달(인성정보, 헬스피아)
웨어러블 컴퓨터 (wearable computer)	옷처럼 입는 컴퓨터를 통해 환자의 건강상태를 측정하고 응급상황이 발생하면 의료진이 바로 투입될 수 있는 서비스	대구시 독거노인 및 만성질환자 100여명에게 심전도와 혈압 등 생체정보를 인식할 수 있는 바이오 셔츠 지급하여 관리
온라인 진료상담	온라인으로 전문의료진과 상담	홍덕터, 파란e병원
의료 텔레메딕스	환자의 생체신호 발생에 따라 모니터링센터와 응급병원 등이 GPS와 연계하여 긴급 출동 서비스	대구 의료 텔레메딕스 타운 조성 사업

4. 자동 입력 시스템 및 EMR 연동 시스템

위에 소개된 모델들은 모두 실제 자기의 혈당을 측정 후 그것을 컴퓨터나 핸드폰을 통하여 수동으로 입력시키는 한번의 과정을 더 거쳐야 하기에 이러한 번거로움을 없앤 시스템도 개발 중에 있다. 즉 혈당기를 컴퓨터나 통신시스템에 연결함으로써 자동으로 혈당값들을 웹서버에 입력하게 되고, 더 나아가 병원 EMR 시스템과도 연동될 수 있게 하여 진료 중에도 자가 측정 혈당값들과 보내진 feedback들을 볼 수 있게 하는 방법이다. 본원에서는 이러한 자동 입력 시스템을 이용한 방법으로 스타일폰을 이용한 U-health 혈당관리 프로그램 시범사업을 실시하였다. 스타일폰(집전화와 연결된 8인치 터치스크린)에 혈당기를 연결하면 측정된 혈당이 의료진에게 전달되어 환자의 혈당을 담당주치의가 실시간 모니터링 할 수 있고, 저혈당이나 고혈당과 같은 응급 상황시에는 콜센터에 자동으로 연결되어 상담을 받을 수 있으며 이외 당뇨병환자에게 필요한 운동이나 당뇨식단, 당뇨교육 등을 동영상 콘텐츠로 제공받을 수 있는 프로그램이다(Fig 2). 환자가 직접 병원에 방문하지 않고도 집이나 회사 등 언제 어디서나 체크한 혈당에 대해 담당주치의가 실시간 확인하고 메시지를 제공함으로써 체계적이고 새로운 혈당관리를 실현하였으며 현재 시범사업의 여러 성과들을 바탕으로 본 사업을 준비 중에 있다.

당뇨병관리에 있어서 U-healthcare system의 필요성과 유효성이 대두되면서 법적 제약이나 의료진, 환자들의 개념이 조금씩 변화하고 있는 것은 사실이지만, 아직 극복해야 할 문제점들은 많이 남아 있다. 우선 더욱 안전하고 신뢰할 수 있는 시스템 개발이 필요하고, 일부 원격진료가 허용이 되긴 하였으나 충분치 않은 법적인 제도 문제가 해결되어야 할 것이며 U-health를 통한 진료에도 적절한 보수가 주어져야 할 것이다. 또한 기존 보수적인 의료진들이 가지고 있는 U-health에 대한 개념 변화가 필요하며, 국민들 역시 그 편의성과 필요성에 대한 공감대를 형성할 수 있어야 한다. 그리하여 의료진과 환자들이 실제 시스템에 대한 적절한 교육을 받고 실생활에서 쉽게 활용할 수 있을 때 우리가 이루고자 하는 U-healthcare system의 효과를 최대한 끌어올릴 수 있을 것이다.

결 론

전세계적으로 관심을 가지고 개발 및 연구 중인 u-healthcare system은 요즘 우리 사회처럼 IT가 발달하면서, 함께 국민 소득이 높아지고 건강을 중요시

하는 사회에서는 어찌보면 당연한 결과이지 않을까 싶다. 특히 우리나라의 경우 강력한 IT 기반을 가지고 있는 나라로서 그 성장 가능성이 매우 크다고 할 수 있을 것이다.

당뇨병을 비롯한 고혈압, 비만, 만성 폐질환 등 다양한 만성 질환의 관리에 있어서 기존 직접대면 중심의 진료에서 한 단계 더 나아간 시스템으로서 U-healthcare system이 정착하기 위해서는 더욱 많은 관심과 투자가 필요하다. 물론 U-healthcare system이 만병통치약이 아니기 때문에 정착 과정에서 많은 시행 착오도 있을 것으로 생각되지만, 긍정적인 면을 최대한 활용하고 부정적이거나 부담스러운 면을 최소화하여 유용하게 사용하려는 모든 이해관계자들의 마음가짐과 노력이 필요할 것이다.

참고문헌

1. Saydah SH, Fradkin J, Cowie CC. Poor control of risk factors for vascular disease among adults with previously diagnosed diabetes. *JAMA* 2004;291:335-42.
2. Koro CE, Bowlin SJ, Bourgeois N, Fedder DO. Glycemic control from 1988 to 2000 among U.S. adults diagnosed with type 2 diabetes: a preliminary report. *Diabetes Care* 2004;27:17-20.
3. Berger B, Stenström G, Sundkvist G. Incidence, prevalence, and mortality of diabetes in a large population. A report from the Skaraborg Diabetes Registry. *Diabetes Care* 1999;22:773-8.
4. Boyle JP, Honeycutt AA, Narayan KM, Hoerger TJ, Geiss LS, Chen H, Thompson TJ. Projection of diabetes burden through 2050: impact of changing demography and disease prevalence in the U.S. *Diabetes Care* 2001;24:1936-40.
5. Effect of intensive diabetes management on macrovascular events and risk factors in the Diabetes Control and Complications Trial. *Am J Cardiol* 1995;75:894-903.
6. Writing Team for the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Research Group. Effect of intensive therapy on the microvascular complications of type 1 diabetes mellitus. *JAMA* 2002;287:2563-9.
7. Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38. UK Prospective Diabetes Study Group. *BMJ* 1998;317:703-13.
8. Ohkubo Y, Kishikawa H, Araki E, Miyata T, Isami S, Motoyoshi S, Kojima Y, Furuyoshi N, Shichiri M. Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. *Diabetes Res Clin Pract* 1995;28:103-17.

9. Starren J, Hripcsak G, Sengupta S, Abbruscato CR, Knudson PE, Weinstock RS, Shea S. Columbia University's Informatics for Diabetes Education and Telemedicine (IDEATel) project: technical implementation. *J Am Med Inform Assoc* 2002;9:25-36.
10. Shea S, Starren J, Weinstock RS, Knudson PE, Teresi J, Holmes D, Palmas W, Field L, Goland R, Tuck C, Hripcsak G, Capps L, Liss D. Columbia University's Informatics for Diabetes Education and Telemedicine (IDEATel) Project: rationale and design. *J Am Med Inform Assoc* 2002;9:49-62.
11. McMahon GT, Gomes HE, Hickson Hohne S, Hu TM, Levine BA, Conlin PR. Web-based care management in patients with poorly controlled diabetes. *Diabetes Care* 2005;28:1624-9.
12. Farmer AJ, Gibson OJ, Dudley C, Bryden K, Hayton PM, Tarassenko L, Neil A. A randomized controlled trial of the effect of real-time telemedicine support on glycemic control in young adults with type 1 diabetes (ISRCTN 46889446). *Diabetes Care* 2005;28:2697-702.
13. Lee JY. Current state and issues of the pilot project of u-health in Korea. *Korea Inf Soc Dev* 2008;20:25-44.
14. Ryu S, Lee JG, Kim KH. Current state of u-health and its developmental strategies in Korea. *J Korean Med Assoc* 2009;52:1141-7.
15. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Song BR, Ko SH, Lee JM, Kim SR, Chang SA, Kim HS, Cha BY, Lee KW, Son HY, Lee JH, Lee WC, Yoon KH. Establishment of blood glucose monitoring system using the internet. *Diabetes Care* 2004;27:478-83.
16. Cho JH, Chang SA, Kwon HS, Choi YH, Ko SH, Moon SD, Yoo SJ, Song KH, Son HS, Kim HS, Lee WC, Cha BY, Son HY, Yoon KH. Long-term effect of the Internet-based glucose monitoring system on HbA1c reduction and glucose stability: a 30-month follow-up study for diabetes management with a ubiquitous medical care system. *Diabetes Care* 2006;29:2625-31.
17. Yoon KH, Kwon HS, Lee JH, Park YM, Lee WC, Cha BY, Son HY. Effect of the internet-based glucose monitoring system (IBGMS) connected with personal digital assistance (PDA) in rural health subcenter. In: 69th Annual Diabetes Technology Meeting; 2006 Nov; Atlanta, GA.
18. Kim C, Kim H, Nam J, Cho M, Park J, Kang E, Ahn C, Cha B, Lee E, Lim S, Kim K, Lee H. Internet diabetic patient management using a short messaging service automatically produced by a knowledge matrix system. *Diabetes Care* 2007;30:2857-8.
19. Kim HS, Cho JH, Choi YH, Oh JA, Lee JH, Yoon KH. Ubiquitous health care system for chronic disease management. *Inf Commun Mag* 2010;27:3-8.
20. Cho JH, Kwon HS, Yoon KH. Perspectives of "ubiquitous health care system" for diabetes management. *J Korean Diabetes Assoc* 2006;30:87-95.