

당뇨병 환자를 위한 원격 혈당 모니터링의 효과와 환자 중심적 교육 플랫폼

양여리, 조재형

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실 서울성모병원 내분비내과

Clinical Effects of Remote Glucose Monitoring and Patient-Centered Education Platform for Patients with Diabetes

Yeoree Yang, Jae-Hyoung Cho

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Abstract

With development of the internet and smartphones, various systems have been introduced to monitor patient blood sugar remotely, and their clinical effect on diabetes management has been analyzed in different patient groups. However, these systems need to be available cost-effectively to many patients for the long term. Also, there is need for a communication platform that can easily identify a patient's blood sugar pattern and provide appropriate counseling and education. In addition, relevant educational contents must be provided so that patients maintain self-care for diabetes. With the rapid increase in diabetes patients, we must continuously develop the field of digital healthcare to efficiently monitor blood sugar and provide effective face-to-face management of these patients.

Keywords: Diabetes mellitus; Education; Patient-centered care; Telehealth

Corresponding author: Jae-Hyoung Cho

Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 06591, Korea, E-mail: drhopper@ikoob.com

Received: Oct. 23, 2020; Accepted: Oct. 26, 2020

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2020 Korean Diabetes Association

서론

당뇨병과 같은 만성질환자 수가 급격히 증가하고 환자 특성이 다양해짐에 따라 환자 중심적 치료와 관리의 필요성이 강조되고 있다. 이를 위해 환자의 다양한 상태를 효율적으로 파악하고 이에 맞는 효과적인 상담과 교육을 제공하는 것이 무엇보다 필요하다. 최근 information technology (IT) 기술과 혈당 측정 기술의 발달, 스마트폰의 보급 등으로 디지털 헬스케어 분야가 크게 발전하고 있다[1]. 이러한 기술들은 당뇨병의 관리에도 접목되어, 혈당을 모니터링하고 의사의 환자 교육에 활용하는 다양한 방안들이 소개되었으며 실제 임상에서도 활용이 되고 있다. 본 글에서는 당뇨병 관리에 있어 IT 기술이 적용된 시스템들을 소개하고 이들의 임상 효과를 알아보고자 하며 이어서 현재 새로이 적용되고 있는 관리의 방안과 가까운 미래의 발전방안을 제안하고자 한다.

본론

측정한 혈당을 컴퓨터에 입력하면 컴퓨터 내 설치된 소프트웨어를 통해 혈당의 변화를 알려주는 자동 피드백 시스템을 시작으로, 인터넷의 발달과 함께 측정한 혈당, 혈압 등의 여러 다양한 환자 정보를 서버에 등록 및 저장하여 자동 피드백을 받도록 하는 시스템이 개발되기 시작하였다. 그리고 이어서 인터넷상으로 업로드된 혈당을 전문가가 분석 후 이에 대한 피드백을 제공하는 시스템이 소개되었다. 이러한 인터넷 피드백 시스템에 대한 임상연구는 단기적, 장기적 효과를 입증하며 의사-환자가 온라인상의 인터랙티브한 소통이 만성질환 관리에 효과적일 수 있음을 보여주었다[2-6]. 특히 30개월간의 장기 임상연구[5]에서 초기 평균 당화혈색소가 6.5%로 매우 좋았던 환자군 중 일반적인 진료만 한 대조군은 측정한 당화혈색소 간의 변동이 컸던 반면, 인터넷 중재군에서는 당화혈색소가 매우 안정적으로 유지됨을 보여주었다. 이러한 결과는 의사-환자 간의 인터랙티브한 소통이 단순한 당화혈색소의 감소뿐만 아니라 혈당의 장

기적 안정화에도 큰 의미가 있음을 시사한다[5]. 최근의 많은 연구에서 제시한 대로 혈당 및 당화혈색소의 변동도가 심혈관 질환을 비롯한 다양한 합병증 발생 및 사망률 증가의 위험인자로 관여한다는 점을 고려한다면 더욱이 이러한 소통의 중요성이 강조될 필요가 있다[7-9].

모바일폰의 도입 이후 이를 활용한 시스템은 디지털 헬스케어의 한 축을 차지하고 있다[10]. 모바일폰은 직접 몸에 지니고 다니며 언제든지 볼 수 있다는 휴대성면에서 큰 장점이 있는 반면, 현재와 같은 스마트폰이 도입되기 이전에는 인터넷에 비해 데이터와 메시지를 충분히 전달할 수 없다는 우려가 있었다. 그러나 초기 임상연구에서 모바일폰 기반 중재를 통해 당화혈색소가 평균 1.2%가 감소하고 특히 식후혈당이 의미 있게 감소하는 효과를 보여, 모바일폰 기반의 소통 또한 당뇨병의 관리에 효과적일 수 있다는 가능성을 제시하였다[11].

전문적인 당뇨병 센터나 전문의를 대면하기 어려운 다수의 그룹을 위한 효과적인 혈당 관리 방법이 없을까? 농촌 지역의 당뇨병 환자들에게 전문의의 메시지를 전달하기 위한 방안으로 보건진료소의 간호사가 personal digital assistants (PDA) 기반 혈당기를 통해 여러 명의 환자 혈당 정보를 당뇨병 센터의 전문의에게 전달하고 메시지를 받는 소통 방법을 통한 임상연구로 효과를 증명한 바 있다[12]. 본 연구에서 일상적인 치료를 받은 대조군은 오히려 당화혈색소가 증가하였지만 시험군은 의미 있게 감소하여, 3개월 후 두 군 간 당화혈색소가 0.5%의 차이를 보였고 특히 이는 식후혈당 감소에 의한 것으로 예측되었다. 그러나 대량의 혈당 정보가 전송되어 전문가가 분석을 하게 된다면 의료진의 부담이 증가하고 이를 위한 인건비가 오히려 증가할 수 있다는 문제가 제기되었다. 이에 대한 해결을 위해 반자동 알고리즘으로 혈당을 분석하고 자동으로 메시지를 전달함으로써 의료진의 부담을 최소화하고자 하는 후속 연구가 이어졌다. 이러한 반자동화된 알고리즘을 통한 중재 연구는 의료진이 직접 모든 혈당을 조절하는 것에 비하여 관리에 소요되는 시간이 50~60% 감소할 수 있다는 결과를 보여주며 인건비 절감의 가능성을 제시하였다[13]. 이외에도 다양

한 국내의 임상연구 결과가 소개되었고, 2007년 스마트폰의 보급과 함께 더욱 다양하고 고도화된 당뇨병 관리용 애플리케이션들이 소개되기 시작하였다[14-17].

이러한 노력들이 이어지고 있음에도 불구하고 여전히 현재의 당뇨병의 관리는 1~3개월마다 병원 방문 시 의사와의 짧은 면담과 혈액검사 결과에 따른 약 처방에 의존하고 있는 것이 사실이다. 이러한 간헐적이고 짧은 진료를 통해서 는 환자의 생활 습관과 혈당 변화의 특성을 파악하기 어려우며, 따라서 환자 개개인의 특성에 맞춘 교육을 시행하고 콘텐츠를 제공하기 어렵다는 문제가 있다. 그리고 활용할 교육 콘텐츠를 충분히 가지고 있지도 못하다. 환자가 어떤 당뇨병 관리용 앱을 열심히 사용하고 있다고 하더라도 이 데이터를 의사가 진료실에서 확인하고 교육과 처방에 활용하는 것 또한 매우 어려운 현실이다. 한 당뇨병 관리 애플리

케이션(iCare D; Medical Excellence Inc., Seoul, Korea)은 혈당기뿐만 아니라 혈압계, 활동량 측정밴드를 앱에 연결할 수 있도록 하여 환자의 생활 데이터가 수집되도록 하고 있다. 의료진은 웹화면을 통하여 환자의 데이터를 확인할 수 있으며, 이에 대한 피드백 메시지를 환자에게 전달할 수 있다. 또한 웹에는 분석 알고리즘이 탑재되어 의사, 환자에게 도움을 줄 수 있도록 하고 있다(Supplementary Fig. 1). 특징적으로 이 관리시스템은 병원의 HIS (health information system)와 연결을 통해 의료진용 웹화면을 볼 수 있도록 함으로써 접근성과 진료의 편의성을 더욱 높였다는 평을 받고 있다. 의료진은 환자가 측정한 자가혈당(self-monitoring of blood glucose; SMBG)을 진료실에서도 쉽게 확인하고 이에 맞는 상담과 교육을 진행할 수 있다.

또한 환자와의 효과적인 상담과 교육을 위한 진료용 애플

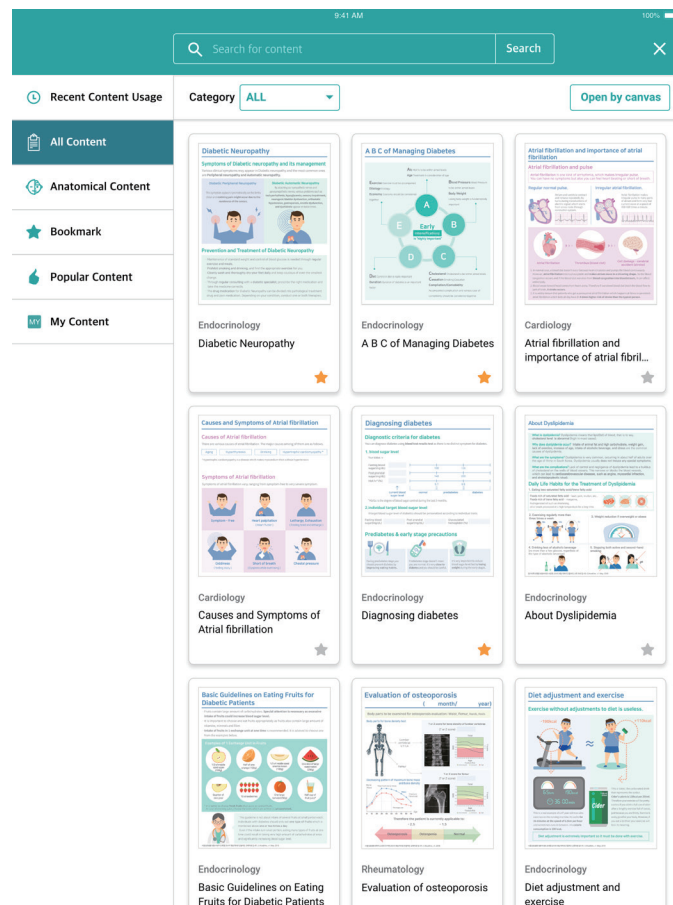


Fig. 1. Application image. There are various digital educational materials in the platform. Educators can select the necessary materials to educate the patients. Images captured by application, iKooB Clinic (iKooB Inc.).

리케이션(iKooB Clinic; iKooB Inc., Seoul, Korea)과 환자용 애플리케이션(ALL-TEUN; iKooB Inc.)이 소개되어 활용이 되고 있다. 교육에 필요한 다양한 디지털 교육자료가 라이브러리로 되어 있어 의사가 진료현장에서 환자의 다양한 특성과 혈당변화 패턴에 맞는 맞춤형 교육자료를 쉽게 선택할 수 있다(Fig. 1). 진료 시 교육자료에 기입한 의사의 의견이나 메모는 교육자료에 이미지화되어 환자에게 전송되며, 교육하는 과정의 목소리를 녹음하여 같이 전달할 수 있는 기능도 탑재하고 있다. 환자는 교육내용을 카카오톡 등의 메시지로 받거나 환자용 애플리케이션을 통해 받아볼 수 있으며, 환자용 애플리케이션 자료는 저장되어 환자가 원하는 경우 언제든지 다시 찾아 볼 수 있다(Fig. 2).

결론

혈당을 원격으로 모니터링하고 이에 대해서 인터랙티브

한 소통을 하는 것은 당뇨병 환자에게 있어 다양한 임상적인 효과를 가져올 수 있지만 이는 충분히 경제효과적일 필요가 있다. 또한 이러한 소통은 원격상으로만 그치지 않고 실제 진료실에서 의사와 환자가 대면하였을 때에도 쉽게 활용될 수 있어야 하며, 이를 통해 파악한 환자의 특성에 맞춤형 교육이 이루어지고 환자가 지속적으로 활용할 수 있는 적절한 교육자료가 제공될 때 더욱더 그 의미를 가질 수 있을 것이다[18]. 앞선 글에서 여러 임상연구의 효과 및 현재 활용되고 있는 당뇨병 관리 애플리케이션과 환자 교육 플랫폼에 대해서 소개하였다. 앞으로 더욱 발전되고 효율적인 당뇨병 환자 관리를 위하여 더 고도화되고 융합된 시스템이 개발되어 의사가 효율적으로 활용할 수 있는 의료 서비스로 발전해야 할 것이며, 궁극적으로는 이러한 시스템이 의료수가 정책으로 이어질 수 있도록 하는 노력들이 수반되어야 할 것이다.

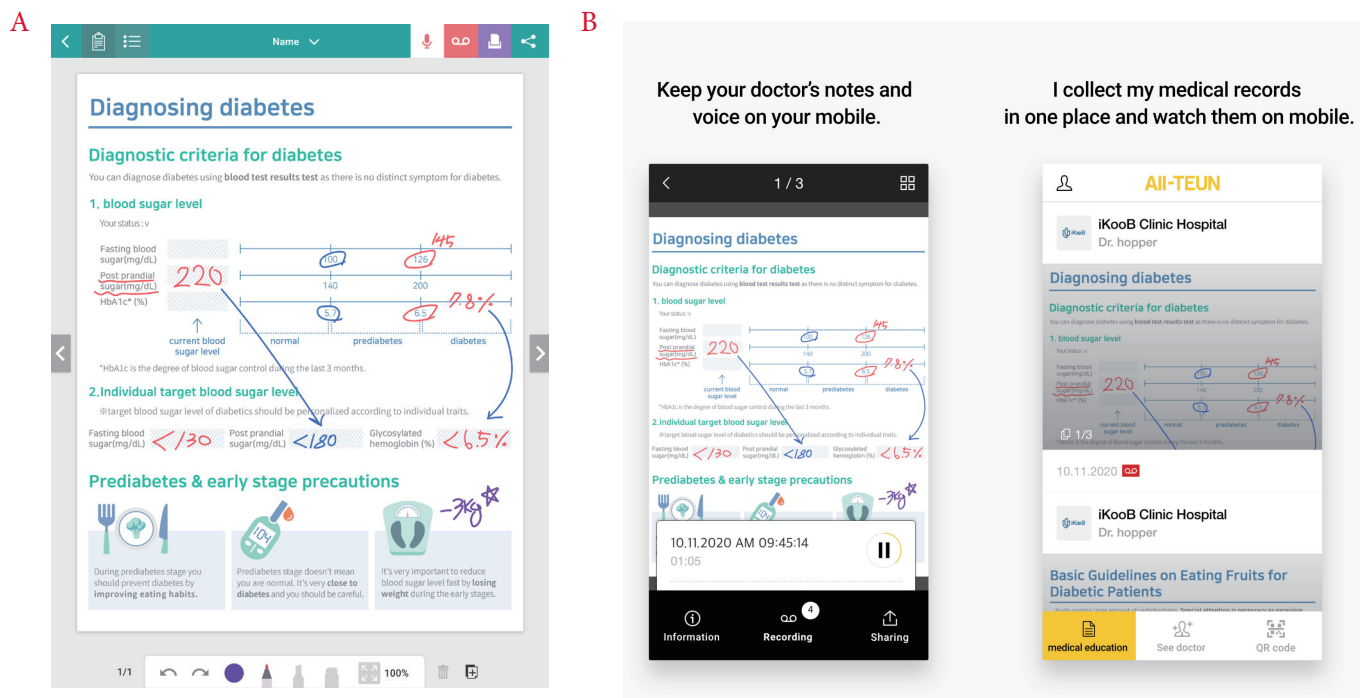


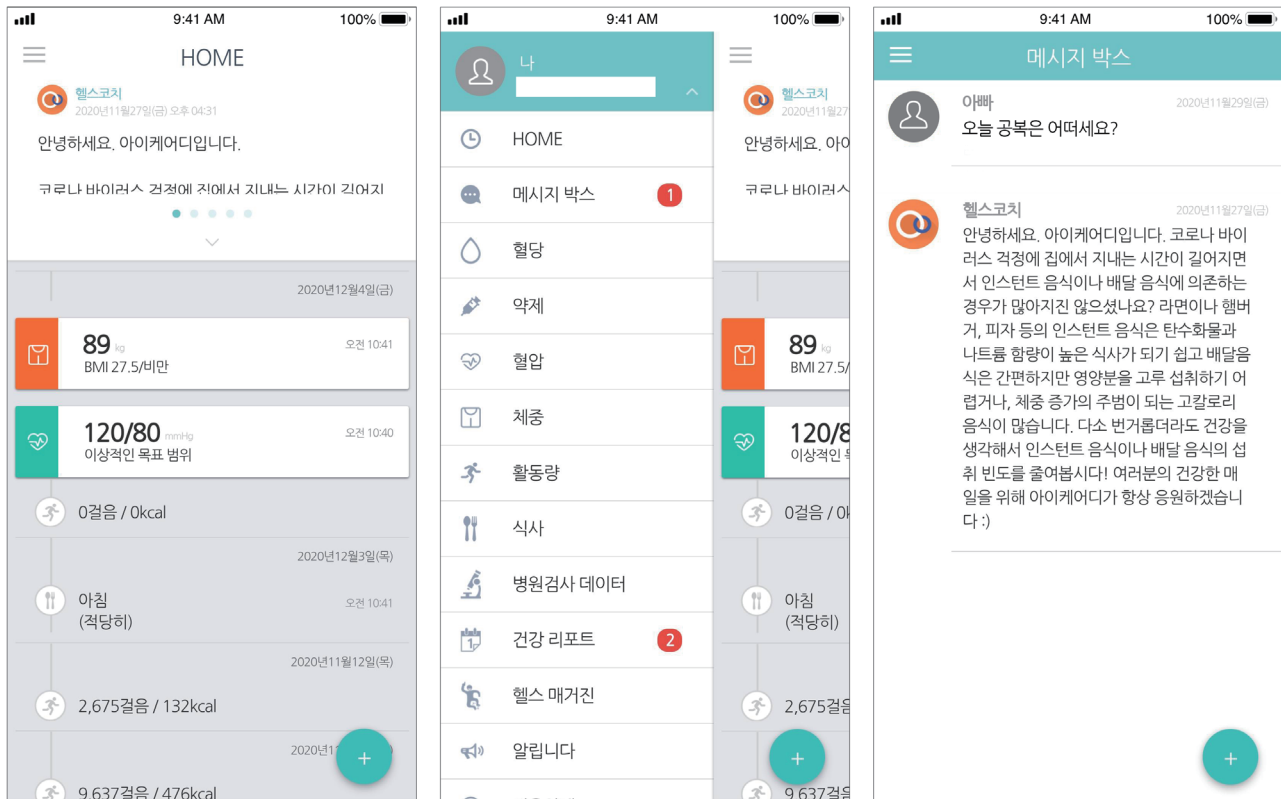
Fig. 2. Application image. (A) Educators can add patient-specific descriptions to the selected materials and provide final image materials to the patients. Image captured by application, iKooB Clinic (iKooB Inc.). (B) Patients can receive educational content in the form of an image on a personal application. Image captured by application, ALL-TEUN (iKooB Inc.).

REFERENCES

1. Wildevuur SE, Simonse LW. Information and communication technology-enabled person-centered care for the "big five" chronic conditions: scoping review. *J Med Internet Res* 2015;17:e77.
2. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Song BR, Ko SH, Lee JM, et al. Establishment of blood glucose monitoring system using the internet. *Diabetes Care* 2004;27:478-83.
3. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Lee JH, Song BR, Oh JA, et al. Development of web-based diabetic patient management system using short message service (SMS). *Diabetes Res Clin Pract* 2004;66 Suppl 1:S133-7.
4. Cho JH, Kim HS, Han JH, Lee JH, Oh JA, Choi YH, et al. Ubiquitous diabetes management system via interactive communication based on information technologies: clinical effects and perspectives. *Korean Diabetes J* 2010;34:267-73.
5. Cho JH, Chang SA, Kwon HS, Choi YH, Ko SH, Moon SD, et al. 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.
6. Pal K, Eastwood SV, Michie S, Farmer A, Barnard ML, Peacock R, et al. Computer-based interventions to improve self-management in adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2014;37:1759-66.
7. Hsu CC, Chang HY, Huang MC, Hwang SJ, Yang YC, Lee YS, et al. HbA1c variability is associated with microalbuminuria development in type 2 diabetes: a 7-year prospective cohort study. *Diabetologia* 2012;55:3163-72.
8. Hirakawa Y, Arima H, Zoungas S, Ninomiya T, Cooper M, Hamet P, et al. Impact of visit-to-visit glycemic variability on the risks of macrovascular and microvascular events and all-cause mortality in type 2 diabetes: the ADVANCE trial. *Diabetes Care* 2014;37:2359-65.
9. Yang HK, Kang B, Lee SH, Yoon KH, Hwang BH, Chang K, et al. Association between hemoglobin A1c variability and subclinical coronary atherosclerosis in subjects with type 2 diabetes. *J Diabetes Complications* 2015;29:776-82.
10. Istepanian RS, Zitouni K, Harry D, Moutosammy N, Sungoor A, Tang B, et al. Evaluation of a mobile phone telemonitoring system for glycaemic control in patients with diabetes. *J Telemed Telecare* 2009;15:125-8.
11. Cho JH, Lee HC, Lim DJ, Kwon HS, Yoon KH. Mobile communication using a mobile phone with a glucometer for glucose control in Type 2 patients with diabetes: as effective as an Internet-based glucose monitoring system. *J Telemed Telecare* 2009;15:77-82.
12. Cho JH, Kwon HS, Kim HS, Oh JA, Yoon KH. Effects on diabetes management of a health-care provider mediated, remote coaching system via a PDA-type glucometer and the Internet. *J Telemed Telecare* 2011;17:365-70.
13. Cho JH, Choi YH, Kim HS, Lee JH, Yoon KH. Effectiveness and safety of a glucose data-filtering system with automatic response software to reduce the physician workload in managing type 2 diabetes. *J Telemed Telecare* 2011;17:257-62.
14. Garabedian LF, Ross-Degnan D, Wharam JF. Mobile phone and smartphone technologies for diabetes care and self-management. *Curr Diab Rep* 2015;15:109.
15. Yang Y, Lee EY, Kim HS, Lee SH, Yoon KH, Cho JH. Effect of a mobile phone-based glucose-monitoring and feedback system for type 2 diabetes management in multiple primary care clinic settings: cluster randomized controlled trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020;8:e16266.

16. Cui M, Wu X, Mao J, Wang X, Nie M. T2DM self-management via smartphone applications: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2016;11:e0166718.
17. Wu Y, Yao X, Vespasiani G, Nicolucci A, Dong Y, Kwong J, et al. Mobile app-based interventions to support diabetes self-management: a systematic review of randomized controlled trials to identify functions associated with glycemic efficacy. *JMIR Mhealth Uhealth* 2017;5:e35.
18. Powers MA, Bardsley J, Cypress M, Duker P, Funnell MM, Fischl AH, et al. Diabetes self-management education and support in type 2 diabetes: a joint position statement of the American Diabetes Association, the American Association of Diabetes Educators, and the Academy of Nutrition and Dietetics. *Clin Diabetes* 2016;34:70-80.

Supplement



Supplementary Fig. 1. Application image. Patients can assess their blood pressure, blood sugar, and exercise amount and receive messages from automated algorithms or experts. Images captured by application, iCare D (Medical Excellence Inc.).