

인슐린 치료 중인 제2형 당뇨병환자의 혈당조절에 당뇨병 휴대폰이 미치는 효과

고려대학교 의과대학 내과학교실¹, 고려대학교 안암병원 당뇨센터²

이윤정^{1*} · 정미현^{2*} · 김주형¹ · 박주리¹ · 김희영¹ · 서지아¹ · 김신곤¹ · 김난희¹ · 최경묵¹ · 백세현¹ · 최동섭¹

The Effect of Cellular Phone-Based Telemedicine on Glycemic Control in Type 2 Diabetes Patients Using Insulin Therapy

Yun Jeong Lee^{1*}, Mi Hyun Jeong^{2*}, Joo Hyung Kim¹, Juri Park¹, Hee Young Kim¹, Ji A Seo¹, Sin Gon Kim¹, Nan Hee Kim¹, Kyung Mook Choi¹, Sei Hyun Baik¹, Dong Seop Choi¹

¹Department of Internal Medicine, Korea University College of Medicine,

²Diabetes Center, Korea University Anam Hospital, Seoul, Korea

Abstract

Background: Cellular phones are extremely prevalent in modern society and they enable appropriate feedback mechanisms through real time monitoring and short message services regarding blood glucose levels. We investigated whether cellular phone-based telemedicine support system could improve blood glucose control in type 2 diabetes patients who were in inadequate glycemic control regardless of insulin therapy.

Methods: A randomized, controlled clinical trial was conducted involving 74 type 2 diabetic patients with suboptimal glycemic control (HbA1c levels > 7%) regardless of insulin therapy. The intervention (cellular phone-based telemedicine) group managed their blood glucose using a cellular phone for 3 months, while the control (self monitoring of blood glucose) group managed their blood glucose with a standard glucometer for the same period.

Results: Three months later, HbA1c levels were decreased in both groups. However, the decrease in the control group from 8.37% to 8.20% was only 0.20% ($P = 0.152$) which was not significant. In contrast, the intervention group had a significant reduction of 0.61% from 8.77% to 8.16% ($P < 0.001$). Moreover, among patients with a baseline $\geq 8\%$, the patients in the intervention group showed a significant reduction of 0.81% from 9.16% to 8.34% ($P < 0.001$).

Conclusion: HbA1c levels were significantly decreased in the cellular phone-based telemedicine group compared with the control group after 3 months. This study suggests that cellular phone-based telemedicine is helpful for better glucose control in type 2 diabetes patients who previously were unable to control glucose levels adequately with insulin therapy. (Korean Diabetes J 33:232-240, 2009)

Key words: Cellular phone, Diabetes mellitus, Telemedicine

접수일자: 2009년 4월 14일, 통과일자: 2009년 6월 1일

교신저자: 최동섭, 고려대학교 의과대학 내분비내과, E-mail: cdongs@kumc.or.kr

* 이윤정과 정미현은 본 논문의 작성에 1저자로 공동 기여하였음.

서 론

당뇨병의 합병증을 예방을 위해서는 철저한 혈당조절이 필수적이다¹⁻⁴⁾. 이러한 혈당조절을 위해서는 환자 자신의 지속적이고 규칙적인 관리가 중요하며, 자가관리를 위한 한 방법으로 자가혈당 측정검사(self monitoring of blood glucose, SMBG)가 혈당관리와 당뇨병의 합병증의 발생 감소에 상당한 효과가 있는 것으로 알려져 있다^{5,6)}. 그러나, 당뇨병환자의 수가 폭발적으로 증가하고 있는 현재의 상황⁷⁻¹¹⁾에서는 기존의 외래 진료 시스템과 환자의 자가 혈당 측정검사 외에 다수의 당뇨병환자를 위한 새롭고 효과적인 혈당조절 시스템의 개발이 요구되고 있다. 이에 따라 최근에는 정보통신 산업의 발달에 발맞춰 효율적인 당뇨병 관리를 위하여 휴대폰이나 인터넷 등 여러 전자기기들을 이용하는 방식들도 보고되고 있다^{12,13)}. 휴대폰이나 인터넷의 사용은 현대 사회에서 의사소통의 중요한 수단이자 생활필수품으로 자리 잡고 있다. 특히 우리나라는 인터넷 및 모바일 네트워킹이 세계적으로 앞서 있고 대중화되어 있는 상황이며, 이러한 특성을 살려 당뇨병환자의 효과적인 혈당조절을 위해 개발된 제품이 당뇨병 휴대폰이라고 할 수 있겠다¹⁴⁾.

최근 들어 웹과 문자 메시지(short message service, SMS) 등을 이용한 혈당관리가 보고된 바 있으나¹⁵⁻¹⁷⁾, 이는 본인이 웹에 직접 접속하여 혈당을 입력해야 하는 방법으로 공간, 시간적으로 제한이 있다. 따라서 환자가 웹에 직접 접속할 필요 없이 당뇨병 휴대폰의 문자메시지를 통해 혈당조절을 하는 경우 접근성 측면에서 보다 많은 환자들에게 도움이 될 수 있을 것이다. 현재까지 제1형 당뇨병환자를 대상으로 당뇨병 휴대폰을 이용한 혈당관리의 유용성에 대해 보고된 예들이 있으나¹⁸⁻²⁰⁾, 제2형 당뇨병환자만을 대상으로 한 연구는 많지 않으며, 제2형 당뇨병환자를 대상으로 당뇨병 휴대폰을 이용한 혈당관리와 이미 그 유용성이 증명된 자가혈당측정검사를 통한 혈당관리에 관한 직접적인 비교연구는 더욱 드물다. 또한 제2형 당뇨병환자 중 인슐린을 투여하고 있는 환자들만을 대상으로 한 연구는 현재까지 국내에 보고된 바 없었다. 이에 저자들은 인슐린 투여에도 불구하고 혈당조절이 양호하지 않았던 제2형 당뇨병환자들만을 대상으로 자가혈당 측정검사와 비교하여 당뇨병 휴대폰의 우월성 여부를 평가하고 향후 임상에서의 적용 가능성을 알아보고자 이 연구를 진행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

고려대학교 안암병원 내분비내과 외래를 내원한 당뇨병 환자들을 대상으로 본 연구를 시행하였다. 연구대상자는 제2형 당뇨병으로 진단받고 인슐린 주사요법을 시행하고 있거나 당화혈색소가 7% 이상으로 혈당관리가 잘 되지 않고 있는 환자 중, 시험 기간 동안 적어도 주 2회 이상 공복혈당 및 식후 2시간 혈당의 자가 측정이 가능한 환자들로 하였다. 이 환자들 중 약물 및 알코올의 남용력이 있거나 여성호르몬 제제나 스테로이드를 복용 중인 환자, 또는 인슐린 펌프를 사용 중인 환자, 그리고 임상적으로 시험 결과에 의미 있는 영향을 미칠 것으로 판단되는 환자는 제외하였다. 연구에 참여할 것을 동의한 환자 수는 총 74명이었으며 이 환자들은 모두 연구과정에 대해 충분한 설명을 들은 후에 서면으로 동의서를 받고 각각 시험군과 대조군으로 무작위 배정하였다. 본 연구는 고려대학교 안암병원의 기관윤리심의 위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 받아 진행하였다.

2. 연구방법

동의서를 받은 환자들은 시험군과 대조군으로 무작위 할당되었다. 시험군에는 당뇨병 휴대폰이 지급되었고 대조군에는 혈당측정기가 지급되어 각각의 사용방법과 주의점에 대한 교육을 실시하였다. 시험군과 대조군 모두 시작시점에서 신체계측으로 키와 몸무게 및 혈압을 측정하였고, 일반적인 사항으로 나이, 음주와 흡연 유무에 대한 과거력과 현재력, 유병기간, 약물 복용을 조사하였다. 생화학적 검사로 공복혈당(fasting plasma glucose, FPG), 식후 2시간 혈당(postprandial plasma glucose, PP2hr), 당화혈색소(HbA1c), 총 콜레스테롤(total cholesterol), 중성지방(triglyceride), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-cholesterol), 혈중 요소 질소(blood urea nitrogen, BUN), 크레아티닌(creatinine), 알라닌 아미노기전이효소(alanine amino-transferase, ALT), 아스파라긴 아미노기전이효소(asparatate amino transferase, AST)를 측정하였다.

시험군과 대조군은 각각의 당뇨병 휴대폰과 혈당측정기를 사용하기 시작하면서 3개월 동안 그들의 측정도구를 이용하여 혈당관리를 지속하였다. 시험군은 가능한 최소한 주 2회 이상 혈당을 측정하여 당뇨병 휴대폰으로 전송하도록 하였고, 종료시점에서 당뇨병 휴대폰의 사용에 대한 만족도

를 설문지로 조사하였다. 대조군에 속한 환자들은 주 2회 이상 자가혈당 측정을 하여 당뇨수첩에 기록하고 외래진료를 받도록 하였다. 양 군 모두 주 2회 미만 혈당을 측정할 경우가 3주 이상 누적 시 시험에서 탈락하도록 하였다.

두 군 모두 기존의 지질저하 치료제를 사용 중인 경우에는 투약은 지속하도록 하였으며, 연구기간 동안은 동일 용량을 유지하도록 하였다. 외래방문은 의사의 판단에 따라 1개월 혹은 2개월마다 자유롭게 방문하여 진료를 받도록 하였다. 3개월이 지난 뒤 종료시점에서는 몸무게와 혈압을 측정하고 시작시점에서 시행했던 생화학적 검사를 동일하게 시행하였다.

1) 당뇨병 휴대폰을 이용한 혈당관리 체계

당뇨병 휴대폰(헬스폰 LG-KP8400, 헬스피아(주), Seoul, Korea)은 휴대폰의 기능과 혈당측정기의 기능이 모두 가능하며 혈당을 측정하고 그 결과를 무선통신으로 데이터 센터에 전송하여 혈당측정치가 입력되는 복합기이다. 시험군의 환자들은 이러한 당뇨병 휴대폰을 지급받았으며 전반적인 사용방법에 대해 설명을 듣고 당뇨병 휴대폰을 이용하여 혈당을 측정하는 방법과 결과의 확인 및 전송 방법을 교육받았다. 뿐만 아니라 혈당관리에 대한 정보를 당뇨병 휴대폰의 문자 메시지를 통해 받고 확인할 수 있도록 하였다. 또한 환자들은 데이터 센터인 웹사이트(헬스피아 www.healthpia.co.kr)에서도 저장된 자신의 혈당결과를 확인할 수 있도록 하였다.

본 병원의 당뇨병 전문 간호사는 웹사이트(헬스피아)에서 환자들이 전송한 혈당치를 확인하고 환자 각각에 알맞은 정보제공 및 인슐린의 용량 변경 등의 내용을 문자 메시지를 통해 전송하도록 하였다. 적어도 주 1회 이상은 문자 메시지를 이용하여 혈당관리에 대한 정보를 제공하도록 하였다. 메시지의 내용은 식사요법, 운동요법, 고혈당, 저혈당, 인슐린 용량변경 등에 관한 내용이었으며 당뇨병 전문 간호사가 전송된 혈당치에 따라 적절한 문구를 수동으로 작성하여 발송하였다. 예를 들어 식후 혈당이 높은 환자에게는 식사량 조절 및 식후 2시간 이후 간식할 것과 식후 30~40분 정도의 유산소 운동을 권하였으며 지속적으로 식후 혈당이 높은 환자에게는 인슐린 용량을 증량할 것을 권고하였다. 시험군의 경우 연구기간 동안 주 2회 이상 자가혈당 측정이 이루어지지 않는 경우 문자 메시지를 통한 경고 메시지가 전달되었고 시험기간 중 3회 이상 경고 메시지를 전달받은 환자의 경우에는 시험군에서 탈락시켰다.

2) 설문지를 이용한 당뇨병 휴대폰 사용에 대한 만족도 측정

당뇨병 휴대폰 사용에 대한 전반적인 만족도를 알아보기 위하여 3개월 동안 당뇨병 휴대폰을 사용한 시험군에게 종료시점에서 설문조사를 시행하였다. 만족도에 대한 측정문항은 의료진의 정보제공, 관심도, 프로그램의 편리성, 휴대의 용이성, 자동혈당기록, 전반적인 관리에 대한 질문들로 총 6문항으로 구성하였다. 이들 문항들은 5점 척도로 측정하였는데 평균점수가 5점에 가까울수록 만족도가 높은 것을 의미한다. 설문지의 신뢰도 평가 시 Cronbach's Alpha 값이 0.87로 나타났다.

3. 통계적 검증

자료의 통계적 검증은 SAS version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC)를 이용하였다. 정규분포를 보이는 변수는 평균 \pm 표준편차로, 정규분포를 보이지 않는 변수는 중간값 (25~75 백분위수)으로 표시하였다. 두 군 간의 성별 차이, 인슐린 단독 요법 여부, 투여 인슐린 종류, 인슐린 투여 횟수, 경구용 혈당 강하제 종류수를 보기 위해서 카이제곱 검정(chi-square test)과 피셔의 정확한 테스트(Fisher's exact test)를 하였으며 그 외 두 군 간 변수들의 비교를 위해 독립표본 student t-검정과 비모수적인 방법인 윌콕슨의 순위합 검정(Wilcoxon's rank sum test)을 사용하였다. 연구 전 후 사이의 차이를 보기 위해 대응 표본 student t-검정을 하였으며, 두 군 간의 결과값의 차이를 비교 시 나이, 체질량지수, 혈청 크레아티닌 등 혈당조절에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 보정하기 위해 공분산분석(ANCOVA)을 시행하였다. 각 검정의 유의 수준은 $P < 0.05$ 로 하였다.

결 과

연구에 참여한 대상자 74명중 3개월간의 연구기간을 모두 마친 환자는 시험군이 29명이었고 대조군은 32명이었으며 총 61명(82.4%)의 결과를 분석하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 성별에 있어 양 군 사이에 차이는 보이지 않았으나 나이는 시험군이 대조군에 비해 적었으며(53.9세 vs 60.3세, $P = 0.017$) 체질량 지수(body mass index)는 시험군이 대조군에 비해 높았다(26.5 kg/m^2 vs 24.7 kg/m^2 , $P = 0.015$). 당뇨병의 유병기간을 비교했을 때 시험군은 평균 14.1년, 대조군은 15.2년으로 통계적인 차이는 없었다. 그 외 혈압, 당화혈색소, 공복 및 식후 2시간 혈당 및 총 콜레스테롤, 중성지방, AST (aspartate amino-

Table 1. Baseline clinical and biochemical laboratory data of subjects

		Intervention group (n = 29)	Control group (n = 32)	P value
Sex	Male	9 (31.0%)	16 (50.0%)	0.133*
	Female	20 (69.0%)	16 (50.0%)	
Age		53.9 ± 11.2	60.3 ± 9.0	0.017†
BMI (kg/m ²)		26.5 ± 2.7	24.7 ± 3.0	0.015†
DM duration (years)		14.1 ± 8.3	15.2 ± 7.4	0.564†
SBP (mm Hg)		122.4 ± 16.6	124.9 ± 16.9	0.563†
DBP (mm Hg)		80.0 ± 12.6	73.6 ± 13.6	0.061†
HbA1c (%)		8.77 ± 1.03	8.37 ± 1.20	0.166†
FBS (mg/dL)		168.0 ± 52.4	152.2 ± 54.5	0.255†
PP2hr (mg/dL)		274.3 ± 99.0	229.7 ± 87.3	0.069†
Total cholesterol (mg/dL)		165.8 ± 32.3	160.2 ± 31.8	0.497†
HDL-cholesterol (mg/dL)		47.6 ± 12.6	50.4 ± 13.9	0.419†
Triglyceride (mg/dL)		139 (96~199)	118 (90~159)	0.363‡
ALT (IU/L)		21 (17~29)	22.5 (14.5~29.5)	0.908‡
AST (U/L)		20 (16~26)	20.5 (16~29.5)	0.977‡
Creatinine (mg/dL)		0.9 (0.7~1.1)	1 (0.9~1.25)	0.030‡

Data are n (%) or means ± SD or median (25%~75%). * Chi-square test. † Independent student t-test. ‡ Non-parametric method, Wilcoxon's rank sum test. ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate amino-transferase; BMI, body mass index; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HDL-cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol; PP2hr, post prandial 2 hour blood sugar; SBP, systolic blood pressure.

Table 2. Treatment of modalities of subjects at baseline

		Intervention group (n = 29)	Control group (n = 32)	P value
Insulin single therapy		11 (37.9%)	16 (50.0%)	0.352*
Insulin type	Insulin glargine	12 (41.4%)	15 (46.8%)	0.719*
	NPH*	8 (27.6%)	10 (31.3%)	
	NPH + RI†	9 (31.0%)	7 (21.9%)	
Injection time per day	1	19 (65.5%)	28 (87.5%)	0.042*
	2	10 (34.5%)	4 (12.5%)	
Insulin dosage (unit/kg)		0.68 ± 0.25	0.54 ± 0.26	0.031†
Number of OHAs‡	0	11 (37.9%)	16 (50%)	0.291*
	1	15 (51.72%)	10 (31.3%)	
	2	3 (10.3%)	6 (18.8%)	

Data are n (%) or means ± SD. * Chi-square test and Fisher's exact test. † Independent student t-test. NPH, neutral protamine Hagedorn; OHAs, oral hypoglycemic agents; RI, regular insulin.

transferase), ALT (alanine aminotransferase) 등에 대한 양 군 간 차이는 없었으나 혈청 크레아티닌은 시험군에 비해 대조군이 의미 있게 높았다(0.9 mg/dL vs 1.0 mg/dL, $P = 0.030$).

연구 시작 시의 혈당조절 방법과 인슐린 주사의 횟수 등에 대한 분석은 Table 2와 같다. 인슐린 단독 요법을 시행하는 환자는 시험군에서 11명(37.9%), 대조군에서 16명(50.0%)이었으며, 경구 혈당 강하제와 인슐린의 병합요법을

시행하는 환자는 시험군에서 18명(62.1%)이었고, 대조군에서 16명(50.0%)이었다. 평균 혈당 강하제 투여 종류 수는 양 군 간에 의미 있는 차이를 보이지 않았으며($P = 0.291$), 사용 인슐린의 종류도 양 군 간에 차이가 없었다($P = 0.719$). 평균 인슐린 투여 횟수는 시험군에서 대조군에 비해 많았으며($P = 0.042$), 몸무게당 인슐린 용량은 시험군에서 대조군에 비해 의미 있게 높았다(0.68 unit/kg vs 0.54 unit/kg, $P = 0.031$).

Table 3. Change of the laboratory data and differences between intervention and control group

	Group	Mean at baseline	Mean at 3-month follow up	Change in mean from baseline	Between -group differences in change in mean (follow up-baseline)
HbA1c (%)	Control	8.37 ± 1.20	8.20 ± 1.27	-0.20 ± 0.77 (<i>P</i> = 0.152)	<i>P</i> = 0.042* <i>P</i> = 0.036†
	Intervention	8.77 ± 1.03	8.16 ± 0.85	-0.61 ± 0.74 (<i>P</i> < 0.001)	
FBS (mg/dL)	Control	152.2 ± 54.5	123.0 ± 42.0	-29.2 ± 24.3 (<i>P</i> = 0.034)	<i>P</i> = 0.763* <i>P</i> = 0.966†
	Intervention	168.0 ± 52.4	144.1 ± 39.0	-23.9 ± 59.5 (<i>P</i> = 0.039)	
PP2 hr blood sugar (mg/dL)	Control	229.7 ± 87.3	208.1 ± 54.4	-16.7 ± 97.2 (<i>P</i> = 0.355)	<i>P</i> = 0.158* <i>P</i> = 0.100†
	Intervention	274.3 ± 99.0	223.7 ± 65.9	-50.7 ± 84.5 (<i>P</i> = 0.003)	
Total-cholesterol (mg/dL)	Control	160.2 ± 31.8	157.5 ± 33.4	-2.6 ± 26.2 (<i>P</i> = 0.579)	<i>P</i> = 0.641* <i>P</i> = 0.883†
	Intervention	165.8 ± 32.3	159.7 ± 28.3	-6.1 ± 30.8 (<i>P</i> = 0.295)	
Triglyceride (mg/dL)	Control	118 (90~159)	106 (81~192)	2.8 ± 72.9 (<i>P</i> = 0.837)	<i>P</i> = 0.184* <i>P</i> = 0.140†
	Intervention	139 (96~199)	125 (83~204)	-22.9 ± 73.6 (<i>P</i> = 0.105)	
HDL-cholesterol (mg/dL)	Control	50.4 ± 13.9	49.7 ± 13.1	-0.9 ± 8.6 (<i>P</i> = 0.587)	<i>P</i> = 0.123* <i>P</i> = 0.139†
	Intervention	47.6 ± 12.6	51.0 ± 11.7	3.5 ± 12.4 (<i>P</i> = 0.142)	

Data are n (%) or means ± SD or median (25%~75%). * Independent student t-test. † ANCOVA (adjusted for age, BMI, creatinine, insulin injection time, insulin dosage). FBS, fasting blood sugar; HDL-cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol; PP2 hr, post-prandial 2 hour.

총 74명 중에서 총 탈락자는 13명(17.6%)으로 시험군에서 7명(9.5%), 대조군에서 6명(8.1%)이 탈락하였다. 주요 탈락원인은 시험군에서는 갑작스레 입원하였거나(2명, 2.7%) 당뇨병 휴대폰의 고장과 분실로 혈당 측정을 장기간 하지 못한 경우(2명, 2.7%), 또는 자가혈당 측정의 불이행(3명, 4.1%)등이었다. 대조군에서는 동의 철회(3명, 4.1%)와 외래 방문의 중단(3명, 4.1%)이 탈락 원인이었다.

연구전과 시작 3개월 후의 검사결과들을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 당화혈색소는 시험군의 경우 8.77%에서 8.16%로 평균 0.61% 감소하였으며(*P* < 0.001), 대조군의 경우에는 8.37%에서 8.20%로 평균 0.20% 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다(*P* = 0.152). 양 군 사이의 감소된 당화혈색소 값의 차이를 비교하였을 때 나이, 체질량지수, 크레아티닌, 인슐린 투여횟수, 기저 인슐린 용량을 보정한 후에도 통계적으로도 유의하였다(-0.61% vs -0.20%, *P* =

0.036). 공복혈당은 시험군의 경우 168.0 mg/dL에서 144.1 mg/dL 로 약 23.9 mg/dL 감소하였고(*P* = 0.039) 대조군의 경우에도 152.2 mg/dL에서 123.0 mg/dL으로 29.2 mg/dL 감소하였으나(*P* = 0.034) 양 군의 차이는 유의하지 않았다(*P* = 0.966). 식후 2시간 혈당의 경우에는 시험군에서 274.3 mg/dL에서 223.7 mg/dL로 50.7 mg/dL 의미 있게 감소하였고(*P* = 0.003) 대조군에서는 229.7 mg/dL에서 208.1 mg/dL로 16.7 mg/dL 감소하였으며(*P* = 0.355) 양 군 사이의 감소 값의 차이를 비교하였을 때 통계적으로 유의하지 않았다(*P* = 0.100).

기저치에 비해 3개월 후의 인슐린 증량 정도를 양 군에서 비교해 보았을 때 시험군에서 좀 더 많은 인슐린 증량 경향을 보였으나 양 군 간 의미 있는 차이는 없었다(0.03 unit/kg vs 0.01 unit/kg, *P* = 0.337).

시험군과 대조군에서 연구시작 시점의 당화혈색소 8%

Table 4. Change of HbA1c according to baseline HbA1c in two group

	Group	n	Mean at baseline	Mean at 3 month follow up	Change in mean from baseline	Between group differences in change in mean (follow up-baseline)
Intervention	HbA1c < 8%	6	7.30 ± 0.36	7.47 ± 0.35	0.17 ± 0.31 (<i>P</i> = 0.250)	<i>P</i> = 0.002*
	HbA1C ≥ 8%	23	9.16 ± 0.75	8.34 ± 0.85	-0.81 ± 0.69 (<i>P</i> < 0.001)	
Control	HbA1c < 8%	15	7.42 ± 0.32	7.41 ± 0.85	-0.01 ± 0.80 (<i>P</i> = 0.948)	<i>P</i> = 0.221*
	HbA1c ≥ 8%	17	9.21 ± 1.06	8.85 ± 1.20	-0.36 ± 0.73 (<i>P</i> = 0.061)	

Data are means ± SD. * Independent student t-test.

Table 5. Satisfaction measurement of intervention group

		Gender		<i>P</i> -value	Age		<i>P</i> -value*
Total		Male (n = 9)	Female (n = 20)		< 60 years (n = 16)	≥ 60 years (n = 13)	
question 1	1, 2	—	—	1.000	—	—	0.026
	3	2 (22.2%)	5 (25.0%)		-1 (6.3%)	6 (46.2%)	
	4, 5	7 (77.8%)	15 (75.0%)		15 (93.8%)	7 (53.9%)	
question 2	1, 2	1 (11.1%)	1 (5.0%)	0.052	1 (6.3%)	1 (7.7%)	0.596
	3	0 (0%)	8 (40.0%)		3 (18.8%)	5 (38.5%)	
	4, 5	8 (88.9%)	11 (55.0%)		12 (75.0%)	7 (53.9%)	
question 3	1, 2	—	—	0.412	—	—	0.003
	3	2 (22.2%)	9 (45.0%)		2 (12.5%)	9 (69.2%)	
	4, 5	7 (77.8%)	11 (55.0%)		14 (87.5%)	4 (30.8%)	
question 4	1,2	—	—	1.000	—	—	0.192
	3	2 (22.2%)	7 (77.8%)		2 (12.5%)	5 (38.5%)	
	4, 5	5 (25.0%)	15 (75.0%)		14 (87.5%)	8 (61.5%)	
question 5	1, 2	0 (0%)	1 (5.0%)	1.000	0 (0%)	1 (7.7%)	0.333
	3	4 (44.4%)	7 (35.0%)		5 (31.3%)	6 (46.2%)	
	4, 5	5 (55.6%)	12 (60.0%)		11 (68.8%)	6 (46.2%)	
question 6	1, 2	0 (0%)	2 (10.0%)	0.453	1 (6.3%)	1 (7.7%)	0.260
	3	5 (55.6%)	13 (65.0%)		8 (50.0%)	10 (76.9%)	
	4, 5	4 (44.4%)	5 (25.0%)		7 (43.8%)	2 (15.4%)	

Data are n (%); Perfect score of each point is 5.0. * Chi-square test and Fisher's exact test; question 1, providing information of educator; question 2, handy convenience; question 3, general management; question 4, automatic glucose recording system; question 5, degree of interest question 6, convenience of program.

이상과 8% 미만을 나누어 분석해 보았을 때 양 군에서 8% 이상군과 8% 미만군 사이의 나이, 성별, 체질량지수, 생화학적 검사, 인슐린 1일 투여 횟수 및 투여 용량에 차이가 없었다. 연구 전후 당화혈색소 차이에 대한 분석 결과는 Table 4와 같다. 먼저, 시험군의 경우 당화혈색소가 8% 미만인 군에서는 연구 전후 당화혈색소의 차이가 없었으나(*P* = 0.250), 당화혈색소가 8% 이상인 군에서는 시험 전 9.16%에서 8.34%로 0.81% 감소하였다(*P* < 0.001). 이러한 당화

혈색소 감소값은 8% 미만군과 이상군 사이에서 의미 있는 차이를 보였다(0.17% vs -0.81%, *P* = 0.002). 대조군의 경우에는 당화혈색소가 8% 미만인 군에서 연구 전후 당화혈색소의 차이가 없었으며(*P* = 0.948) 당화혈색소 8% 이상인 군에서는 9.21%에서 8.85%로 0.36%의 감소 경향을 보였다(*P* = 0.061). 8% 이상군과 8% 미만군의 감소 폭의 차이는 통계적 의미가 없었다(*P* = 0.221).

29명의 시험군을 대상으로 연구종료 시점에서 당뇨병 휴

대폰의 사용에 대한 자가 혈당 관리의 만족도에 대하여 설문지를 이용하여 조사하였다(Table 5). 전체 만족도의 평균 점수는 5점 만점에 3.8 ± 0.6 점이었으며 6가지 영역으로 세분화하여 조사한 경우에는 의료진의 정보 제공이 4.0 ± 0.7 점으로 제일 높았고 그 다음이 휴대의 용이성, 전반적인 관리가 높은 순으로 나타났다. 연령을 60세 미만과 이상으로 나누어 분석한 결과 6가지 영역 모두가 60세 이상보다 60세 미만인 경우에서 점수가 높은 경향을 보였으며 특히, 의료진의 정보 제공, 전반적인 관리의 항목에서 60세 미만이 60세 이상보다 의미 있게 높은 점수를 보였다.

고 찰

본 연구에서 관찰 결과 당뇨병 휴대폰의 사용이 자가혈당 측정만을 시행한 군에 비해 혈당조절에 효과적임을 알 수 있었다. 환자 자신이 혈당을 직접 전송하며 실시간 혈당 변화에 따른 적절한 권고사항을 받을 수 있었고 이 과정을 통해 혈당조절에 대한 동기유발이 되었을 것으로 여겨지며 이러한 원인들이 좀 더 효과적인 혈당 감소의 결과를 야기했을 것으로 생각된다.

우선, 당화혈색소의 경우 시험군에서 당뇨병 휴대폰 사용 3개월 후 대조군에 비해 의미 있는 감소 효과를 보이고 있었으며, 특히 식후 2시간 혈당은 3개월 후 시험군에서만 의미 있는 감소를 보였고 대조군에 비해 더 큰 감소 경향을 보였다. 이는 당뇨병 휴대폰을 사용한 다른 연구와도 일치하는 결과로²¹⁾ 환자에게 전송된 문자 메시지로 인해 시험군에서 큰 폭의 식후 혈당 감소가 이루어진 것으로 보인다. 문자 메시지를 통한 식후 운동에 대한 권고, 그리고 식후 혈당의 급격한 상승을 야기하는 고 탄수화물 식이에 대한 제한 정보 제공 등은 식후 혈당 감소에 어느 정도 도움이 되었을 가능성이 있다. 또한 문자 메시지를 통해 인슐린의 용량 조절이 가능했던 것도 시험군의 식후 혈당 강하에 도움이 되었을 것으로 여겨진다. 이는 인슐린을 사용하고 있는 환자에게 당뇨병 휴대폰 사용이 좀 더 효과적일 수 있을 가능성을 시사한다.

또한, 본 연구의 시작 시점에 하루 인슐린 투여 횟수 및 인슐린 투여량이 대조군에 비해 시험군에서 높은 소견을 보였기 때문에 이러한 차이가 양 군의 혈당조절에 영향을 미쳤을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 그러나 이들을 보정한 후에도 양 군 간 당화혈색소, 식전 및 식후 2시간 혈당값의 차이에 영향을 미치지 못하였다. 또한 3개월 후의 인슐린 증량 정도를 비교해 보았을 때 예상대로 시험군에서 좀 더 많

은 인슐린 증량 경향을 보였으나 양 군 간 의미 있는 차이는 없었다. 따라서 시험군에서의 우수한 혈당조절은 단순히 인슐린 증량뿐 아니라 식이조절, 운동 등의 전반적 생활 개선 등도 함께 좋은 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

과거 다른 연구들에서 연구 시작 시 당화혈색소가 높은 환자일수록 연구 후 혈당 감소 정도가 더 우수하였다는 보고가 있었다¹⁵⁾. 본 연구에서도 시험군을 당화혈색소가 8.0% 이상인 군과 미만인 군으로 나누어 분석해 보았을 때 역시 혈당조절상태가 더 불량했던 8.0% 이상의 환자에서 8.0%미만인 환자에 비해 의미 있는 혈당 감소 효과를 보였다. 즉, 혈당이 높을수록 당뇨병 휴대폰에 의한 혈당 감소 효과가 더 우수한 결과를 보이므로 향후 당뇨병 휴대폰 사용이 임상에서 유용한 혈당조절의 도구로 사용될 수 있을 것으로 보인다.

2009년 Cho 등은 당뇨병 휴대폰과 인터넷을 이용한 환자군의 혈당조절에 대한 비교 연구에서 혈당 감소 효과와 환자들의 만족도가 양 군에서 비슷한 것으로 보고하였다¹⁴⁾. 유선 인터넷에 비교하였을 때 당뇨병 휴대폰은 시간, 장소의 제약이 적어 그 접근성과 편리성에 있어 장점을 가지고 있으나 문자 메시지를 통해서만 다양한 정보를 교환하기에는 어려움이 있어 이에 대한 방안을 모색하는 것이 당뇨병 휴대폰의 과제 중 하나일 일 것이다.

본 연구의 종료 시점에 시행한 당뇨병 휴대폰 사용에 대한 만족도 측정 시 6개 항목에서 남녀의 차이는 없었으나 연령이 60세 이하로 낮은 군에서 60세 이상의 높은 군보다 여러 항목에서 높은 만족도를 보였다. 시험군이 대조군에 비해 평균 연령이 낮았기 때문에 당뇨병 휴대폰 사용에 대한 높은 만족도를 가지며 고령에 비해 교육 효과가 좋아 당조절 효과가 더 우수했을 가능성이 있다. 이러한 양 군의 의미 있는 연령 차이는 3개월이라는 짧은 연구기간, 적은 대상환자 수와 더불어 이 연구의 제한점이라 하겠다.

향후 좀 더 많은 수의 환자에게 장기간의 효과를 추적 관찰하는 연구가 필요할 것으로 생각되며, 인슐린을 투여하는 군과 혈당 강하제만을 투여하는 군으로 나누어 당뇨병 휴대폰의 효과를 비교해 보는 것도 적응증을 고려하는데 도움이 될 것으로 보인다. 또한 고령의 환자 및 시력이 좋지 않은 경우에는 보호자의 도움 없이 현재의 당뇨병 휴대폰을 사용하는데 어려움이 있으므로 향후에는 이런 문제를 기술적으로 극복한 당뇨병 휴대폰의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경: 휴대폰은 현대사회에서 의사소통에 중요한 도

구로 자리 잡았고 이를 이용한 당뇨병 휴대폰은 혈당 상태에 대한 실시간 모니터링과 문자 메시지를 통한 적절한 피드백(feedback)을 가능케 하였다. 그러나 제2형 당뇨병환자에게 당뇨병 휴대폰이 기존의 자가혈당 측정에 비해 혈당조절에 더 효과적이지에 대한 연구는 많지 않다. 이에 저자들은 인슐린 투여에도 불구하고 혈당조절이 양호하지 않은 제2형 당뇨병환자들의 혈당조절에 당뇨병 휴대폰 사용이 미치는 효과를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

방법: 인슐린으로 치료 중이면서 혈당조절이 불량한(HbA1c > 7%) 제2형 당뇨병환자 총 74명을 대상으로 연구를 진행하였으며 당뇨병 휴대폰을 사용한 군과 자가혈당 측정 군으로 나누어 무작위 배정하였다. 시험군의 혈당은 당뇨병 휴대폰을 통해 온라인 데이터로 전송되었고 이는 당뇨 전문 간호사를 통해 검토 되어진 후 문자 메시지 형태로 환자들에게 전달되었다. 3개월 후 당화혈색소치 및 기타 다른 검사항목에 대한 결과를 비교하였다.

결과: 3개월 후 당화혈색소는 양 군 모두 감소하였으나 대조군(8.37%에서 8.20%로 0.20% 감소, $P = 0.152$)보다 시험군에서 더 많이 감소하였다(8.77%에서 8.16%로 0.61% 감소, $P < 0.001$). 시험군 중 기저 당화혈색소 값이 8% 미만인 군에서는 연구 전 후 당화혈색소 값에 변화가 없었으나, 8% 이상인 군에서는 의미있게 감소하였다(9.16%에서 8.34%로 0.81% 감소, $P < 0.001$).

결론: 연구 종료시점에서 당뇨병 휴대폰을 사용한 군의 당화혈색소 값이 자가혈당 측정만을 시행한 군에 비해 유의하게 큰 폭의 감소를 보였다. 당뇨병 휴대폰 사용은 인슐린을 투여하면서 당 조절 상태가 좋지 않은 제2형 당뇨병환자의 더 나은 혈당조절에 도움이 될 것으로 제안하는 바이다.

감사의 말

본 연구에 도움을 준 고려의대 유헬스 사업단 박길홍 교수와 헬스피아(주)에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

1. DCCT research group: *The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin dependent diabetes mellitus*. *New Engl J Med* 329:977-86, 1989
2. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group: *Intensive blood glucose control with sulfonylureas or*

insulin compared with conventional treatment and the risk of complication in patients with type 2 diabetes (UKPD33). *Lancet* 352:837-53, 1988

3. Writing Team for the DCCT/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Research Group: *Effect of intensive therapy on the microvascular complications of type 1 diabetes mellitus*. *JAMA* 287:2563-9, 2002
4. 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* 28:103-17, 1995
5. Funnell MM, Haas LB: *National Standards for Diabetes Self-Management Education Programs*. *Diabetes Care* 18:100-16, 1995
6. *National Standards for Diabetes Self-Management Education Programs and American Diabetes Association review criteria*. *Diabetes Care* 18:737-41, 1995
7. King H, Aubert RE, Herman WH: *Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections*. *Diabetes Care* 21:1414-31, 1998
8. 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* 24:1936-40, 2001
9. Dunstan DW, Zimmet PZ, Welborn TA, De Courten MP, Cameron AJ, Sicree RA, Dwyer T, Colagiuri S, Jolley D, Knuiman M, Atkins R, Shaw JE: *The rising prevalence of diabetes and impaired glucose tolerance: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study*. *Diabetes Care* 25:829-34, 2002
10. Kim JS, Kim YJ, Park SI, Hong YP: *Mean fasting blood glucose level and an estimated prevalence of diabetes mellitus among a representative adult Korea population*. *Korean J Prev Med* 26:311-20, 1993
11. Shin CS, Kim HK, Kim WB, Park KS, Kim SY, Cho BY, Lee HK, Koh CS, Kim YI, Shin YS, Park HY,

- Oh TK, Park YS, Yang BK: *Incidence of diabetes mellitus in Yonchon county, Korea. J Korean Diabetes Assoc* 30:87-95, 1996
12. Levetan CS DK, Robbins DC, Ratner RE: *Impact of computer-generated personalized goals on HbA1c. Diabetes Care* 25:2-8, 2002
13. Smith SA MM, Huschka TR, Dinneen SF, Gorman CA, Zimmerman BR, Rizza RA, Naessens JM: *Impact of a diabetes electronic management system on the care of patients seen in a subspecialty diabetes Clinic. Diabetes Care* 21:972-6, 1998
14. 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* 15:77-82, 2009
15. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Song BR, Ko SH, Lee JM, Kim SR, Chang SA, Cha BY, Lee KW, Son HY, Lee JH, Lee WC, Yoon KH: *Establishment of blood glucose monitoring system using the internet. Diabetes Care* 27:478-83, 2004
16. Starren J, Hripacsak 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* 9:25-36, 2002
17. Shea S, Starren J, Weinstock RS, Knudson PE, Teresi J, Holmes D, Palmas W, Field L, Goland R, Tuck C, Hripacsak G, Capps L, Liss D: *Columbia University's Informatics for Diabetes Education and Telemedicine (IDEATel) Project: rationale and design. J Am Med Inform Assoc* 9:49-62, 2002
18. 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* 28:2697-702, 2005
19. Montori VM, Helgemoe PK, Guyatt GH, Dean DS, Leung TW, Smith SA, Kudva YC: *Telecare for patients with type 1 diabetes and inadequate glycemic control: a randomized controlled trial and meta-analysis. Diabetes Care* 27:1088-94, 2004
20. Gomez EJ, Hernando ME, Garcia A, Del Pozo F, Cermeno J, Corcoy R, Bragues E, De Leiva A: *Telemedicine as a tool for intensive management of diabetes: the DIABTel experience. Comput Methods Programs Biomed* 69:163-77, 2002
21. Yoon KH, Kim HS: *A short message service by cellular phone in type 2 diabetic patients for 12 months. Diabetes Res Clin Pract* 79:256-61, 2008