

## گزارش یک مورد اطلاع خودکار قند خون بیمار دیابتی به پزشک با استفاده از

### سیستم Global system for Mobile Communications

دکتر محمد پورفخاران: پزشک عمومی، دانشجوی MPH، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. ganjinehsalamat@yahoo.com  
\*دکتر الیاس مصطفی پور: پزشک عمومی، مؤسسه تحقیقاتی گنجینه سلامت، تهران، ایران (\*مؤلف مسئول). mostafapour.e@gmail.com  
احسان حسینی: دانشجوی کاردانی برق قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فراهان، اراک، ایران. ehsan.hosseinih@gmail.com  
ابوالفضل مصطفی پور: مؤسسه تحقیقاتی گنجینه سلامت، تهران، ایران. ganjinehsalamat@yahoo.com  
سید آرش جواد موسوی: دانشجوی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.  
دکتر محمد حسن پورفخاران: متخصص جراحی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران. ganjinehsalamat@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۱۶

#### چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت یک بیماری شایع متابولیک می باشد که برای کنترل عوارض آن باید قند این بیماران کنترل شود. لذا، بیماران اقدام به اندازه گیری قند خون در منزل کرده و اطلاعات را در مراجعه بعدی به اطلاع پزشک می رسانند تا نسبت به ادامه ی درمان تصمیم گیری نمایند. مشکلی که در این زمینه وجود دارد عدم دسترسی بیمار به پزشک می باشد که می تواند بسیار خطرناک باشد. لذا بر آن شدیم تا با اختراع یک دستگاه که بتواند به طور خودکار قند بیمار را به پزشک وی اطلاع دهد، اقدام به رفع این مشکل بنماییم.

**روش کار:** آقای ۵۸ ساله مورد دیابت از ۱۴ سال قبل که تحت درمان با انسولین بوده ولی قند خون وی چندین نوبت افزایش داشته و منجر به بستری بیمار نیز شده بود. پس از توضیحات لازم دستگاه طراحی شده به مدت یک هفته تحویل بیمار گردید و طی هفته بیمار ۳۰ بار از دستگاه استفاده نمود که همه ی موارد توسط سرویس پیام کوتاه برای ۵ نفر از اعضای تیم پژوهش ارسال گردید. دستگاه شامل یک مدار چاپی (Printed circuit board) است که قطعات مختلف از جمله برد موبایل، دستگاه تست قند و میکروکنترلر بر روی آن سوار می شود. قند خون به محض اندازه گیری بر روی صفحه ی LCD بر نمایش توسط سیستم GSM (Global System for Mobile communication) برای شماره های مورد نظر ارسال می شود.  
**یافته ها:** با استفاده از این دستگاه می توان از عوارض خطرناک و ناخواسته افزایش قند خون بیماران دیابتی و همچنین بستری های متعدد بیمار جهت کنترل قند جلوگیری کرد.

**کلیدواژه ها:** دیابت، اندازه گیری خودکار قند خون، سیستم GSM.

#### مقدمه

با آن کنترل منظم قند خون جهت آگاهی از وضعیت فعلی بیمار و تأثیر برنامه های درمانی بهترین شیوه برای کاهش عوارض دیابت و بهبود زندگی بیماران دیابتی می باشد (۱ و ۴).

روش مرسوم بدین صورت است که پس از تشخیص دیابت بیمار توصیه به رعایت رژیم غذایی و فعالیت های ورزشی می شود. سپس در صورتی که همچنان قند بیمار بالا باشد با توجه به میزان قند و شرایط بیمار از جمله بیماری های زمینه ای برای بیمار داروی خوراکی و یا انسولین تجویز می شود. برای آگاهی از مؤثر بودن روش های درمانی بیمار باید قند خون خود را به طور منظم با دستگاه های گلوکومتر قابل حمل اندازه گیری کرده و در مراجعه ی بعدی به اطلاع پزشک برساند تا پزشک بتواند بر اساس اطلاعات به دست

دیابت یک بیماری شایع متابولیک است که از عدم توانایی تولید انسولین توسط پانکراس یا کاهش حساسیت گیرنده های انسولین در بدن ناشی می شود که طی آن میزان گلوکز خون بالا رفته که در کوتاه مدت منجر به کتواسیدوز دیابتی و وضعیت هایپرآسمولار هایپرگلیسمیک شده (در صورت مصرف انسولین حملات هایپوگلیسمیک) و در طولانی مدت منجر به عوارض دیابت از جمله نارسایی قلبی، مشکلات کلیوی و چشمی می شود (۱-۳).

تاکنون هیچ درمان قطعی برای دیابت شناخته نشده است و تغییر شیوه ی زندگی (از جمله تغذیه ی مناسب و فعالیت کافی) و استفاده از داروهای خوراکی و تزریقی (انسولین) و همزمان

مجدداً آزمایش های وی اختلال در سطح قند خون را نشان می داد. پس از توضیحات لازم در مورد نحوه ی کار و کاربرد دستگاه جدید برای بیمار و کسب رضایت آگاهانه، دستگاه به مدت ۱ هفته تحویل وی گردید. طی این مدت بیمار ۳۰ نوبت از این دستگاه استفاده نمود که تمام ۳۰ مورد توسط ۵ نفر از اعضای این پژوهش دریافت گردید. همچنین ۳ نوبت بیمار قند بالای ۲۵۰ داشت که توسط دستگاه طراحی شده آدرس بیمار با استفاده از سیستم GPS برای اعضای پژوهش ارسال گردید که در هر نوبت یکی از اعضا به آدرس مورد نظر مراجعه کرده و بیمار را نزد پزشک مربوطه رساند و اقدامات مقتضی توسط پزشک صورت پذیرفت.

برای طراحی این دستگاه ابتدا برد مدار چاپی یا PCB (Printed circuit board) را با در نظر گرفتن مسائل ولتاژ بالا، فرکانس بالا، مسائل نویز و سیگنال ها با استفاده از نرم افزار پروتل Protel99se طراحی کرده و بعد با استفاده از پرینتر لیزری اتو طرح را روی PCB زدیم (۱۳). برای مونتاژ قطعات روی برد مدار چاپی کارهای (computer numerical control) CNC قطعات الکترونیکی از جمله یک برد موبایل دارای یک جای مخصوص برای قرارگیری سیم کارت را آورده و بر روی جای خود که روی PCB مشخص شده می گذاریم و با زدن کمی قلع قطعات را در جای خود محکم شده و ثابت می ماند (شکل ۱). بعد از آن یک با استفاده از یک پروگرامر بر روی یک میکروکنترلر برنامه ریزی کرده و میکروکنترلر را بر روی برد نصب کرده و اطلاعات را بر روی آن ذخیره می کنیم. سوزن قند خون را وارد دستگاه کرده و با زدن یک دکمه سوزن وارد پوست شده و طی تماس با خون میزان قند خون اندازه گیری می شود. سپس قند اندازه گیری شده با استفاده از سیستم GSM (Global System for Mobile communication) برای ۵ نفر از نزدیکان و همچنین پزشک بیمار به صورت SMS ارسال می شود. همچنین این قند خون بر روی LCD کوچکی که بر روی دستگاه نصب شده است، نمایش داده می شود.

آمده از سطح گلوکز سرم بیمار طی این مدت تصمیم به ادامه ی درمان قبلی و یا تغییر شیوه درمان و یا میزان داروی دریافتی نماید (۷-۵). این روش مشکلات متعددی دارد که از جمله ی آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

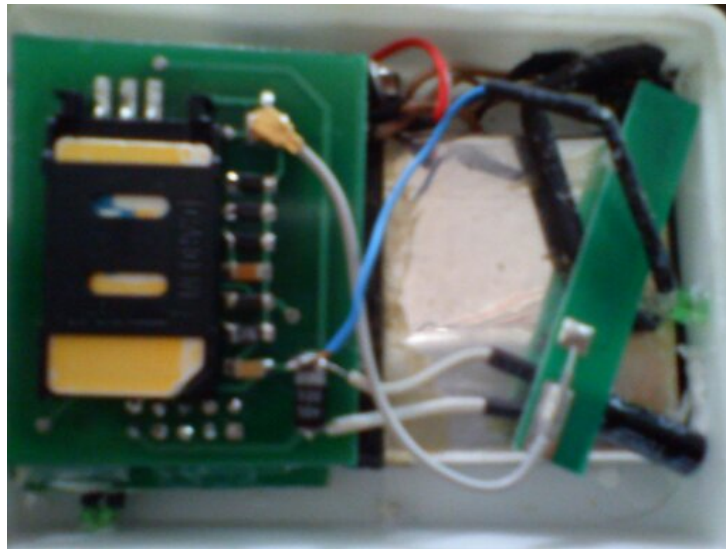
بسیاری از بیمارانی که از این روش استفاده می کنند در طی مدتی که توصیه به کنترل قند خون در منزل می شوند مواردی از افزایش قند خون حتی با وجود عمل به دستورات پزشک می شوند که قادر به تصمیم گیری در مورد تغییر درمان نیستند و در آن لحظه نیز به پزشک دسترسی ندارند.

با توجه به تفاوت های فردی در میزان پاسخ به انسولین اغلب بیماران در حین دریافت انسولین چندین نوبت مجبور به بستری جهت کنترل قند خون می شوند و چون تغذیه ی این بیماران در بیمارستان متفاوت است، اغلب مجدداً دچار نامنظمی سطح گلوکز خون پس از ترخیص می شوند.

ممکن است بیماران طی این مدت دچار حملات حاد افزایش قند خون (کتواسیدوز دیابتی و وضعیت هایپراسمولار هایپر گلیسمیک) شوند (که البته معمولاً این حالات نه به صورت آنی بلکه طی چند ساعت تا چند روز ایجاد می شوند) که در صورت عدم اقدام فوری بسیار خطرناک خواهد بود. لذا، ما بر آن شدیم تا دستگاهی را طراحی کنیم که طی آن میزان قند خون پس از اندازه گیری به صورت همزمان به اطلاع نزدیکان بیمار و پزشک بیمار رسانده شود تا پزشک بتواند با آگاهی سریع از میزان قند خون تصمیمات مقتضی را اتخاذ نماید (۸-۱۲).

## روش کار

بیمار آقای ۵۸ ساله ای مورد دیابت نوع دو از ۱۴ سال پیش بودند که به دلیل عدم کنترل قند خون با داروهای خوراکی از ۲ سال قبل توسط پزشک توصیه به استفاده از انسولین می شوند. طی این مدت علی رغم ادعای بیمار مبنی بر مصرف منظم انسولین و رعایت رژیم غذایی بیمار ۴ نوبت جهت کنترل قند بستری شده بودند و پس از ترخیص



شکل ۱- برد الکترونیکی ساخته شده.

امروزه در سایر استانداردهای تلفن همراه نیز پشتیبانی می‌شود (۱۴).

نسخه‌های جدیدتر با استاندارد اصلی گوشی‌های GSM سازگار هستند. به عنوان مثال، در نسخه ۹۷ استاندارد قابلیت بسته داده با استفاده از GPRS افزوده شده است. نسخه ۹۹ با استفاده از تکنولوژی EDGE ارسال داده با سرعت بالا را ارائه کرد (۱۵). نرم افزار همراه این سیستم کاربردهایی چون ارسال و دریافت دیتا GSM و GPRS، پیام کوتاه (SMS)، فاکس دیجیتال و حتی کلیه امکانات دیگر موجود در یک گوشی تلفن همراه چون دفتر تلفن، دفتر یادداشت، زنگ های مختلف و ... را توسط PC و کابل دیتای متصل بدان (RS232) فراهم آورده است (۱۵).

در دستگاه طراحی شده نیز به دلیل ارزان بودن و نیز گسترش جهانی استفاده از سیستم GSM، از این سیستم برای انتقال دیتا استفاده می‌شود. این دستگاه با تغییرات جزئی قادر به گرفتن فشار خون و ارسال آن برای پزشک و نیز با تعبیه ی چند لید برای آن، این دستگاه قادر خواهد بود از بیمار مورد نظر نوار قلبی تهیه کرده و برای پزشک ارسال نماید که با نصب یک برنامه ی جاوا در گوشی تلفن مقصد (مثلاً گوشی همراه پزشک) پزشک قادر به مشاهده، تفسیر و درمان لازم برای بیمار خواهد بود.

### بحث و نتیجه گیری

دستگاه های تست قند خون موجود در بازار به گونه ای می باشند که پس از گرفتن قند خون، اطلاعات موجود در باره ی قند خون را در خود ذخیره می کند تا اینکه بیمار به پزشک مراجعه کند و پزشک با تفسیر میزان قند خون دستورات لازم را برای بیمار تجویز کند (۷). اما با استفاده از دستگاه اختراع شده پزشک می تواند به صورت فوری از میزان قند خون بیمار آگاهی یافته و در صورت مشاهده ی اختلال در آن دستور تغییر درمان را به اطلاع بیمار برساند. در نتیجه علاوه بر جلوگیری از عوارض احتمالی میزان بستری بیماران جهت کنترل قند نیز کاهش چشمگیری می یابد و پزشک می تواند انسولین دریافتی بیمار را در منزل تنظیم نماید. جی اس ام (GSM) یا سامانه جهانی ارتباطات همراه یکی از متداول ترین استانداردهای تلفن های همراه در جهان است. جی اس ام در اصل کوتاه شده عبارت فرانسوی Groupe Spécial Mobile (گروه ویژه تلفن همراه) است. تفاوت GSM با تکنولوژی های پیش از آن در سیگنالینگ و کانال های صدای دیجیتال است و به همین دلیل از آن به عنوان نسل دوم سیستم های تلفن همراه (G2) یاد می شود. همچنین GSM برای اولین بار یک جایگزین ارزان (برای حامل شبکه) برای تماس های تلفنی ارائه کرد، سرویس پیام کوتاه (SMS)، که

2009;79(1):29-36.

11. Pignone M, Alberts MJ, Colwell JA, Cushman M, Inzucchi SE, Mukherjee D, et al. Aspirin for primary prevention of cardiovascular events in people with diabetes: a position statement of the American Diabetes Association, a scientific statement of the American Heart Association, and an expert consensus document of the American College of Cardiology Foundation. *Diabetes Care*. 2010;33(6):1395-402.

12. Polisena J, Tran K, Cimon K, Hutton B, McGill S, Palmer K. Home telehealth for diabetes management: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Obes Metab*. 2009;11(10):913-30.

13. Smiths Medical, Inc., 31392B Micro power PCB Technical Description, November 2005.

14. Redl SM, Weber MK, Oliphant MW. *An Introduction to GSM*. Artech House, March 1995.

15. Kulkarni Amruta M., Taware Sachin S. Embedded security system using RFID & GSM. *IJCTEE*. 2011;2(1):164-8.

## منابع

1. Melmed S, Polonsky KS, Reed P, Kronenberg HM. *Williams textbook of endocrinology*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2011.

2. Gardner D, Shoback D. *Greenspan's basic & clinical endocrinology*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Medical; 2011.

3. Emerging Risk Factors Collaboration, Sarwar N, Gao P, Seshasai SR, Gobin R, Kaptoge S, et al. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. *Lancet*. 2010;375(9733):2215-22.

4. Risérus U, Willett WC, Hu FB. Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Prog Lipid Res*. 2009;48(1):44-51.

5. Sheppard R; Kumar V; Abbas AK, Nelson F. *Robbins basic pathology*. 8th ed. Philadelphia: Saunders; 2007.

6. Nathan DM, Cleary PA, Backlund JY, Genuth SM, Lachin JM, Orchard TJ, et al. Intensive diabetes treatment and cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes. *N Engl J Med*. 2005; 353 (25): 2643-53.

7. Diabetes Control and Complications Trial Research Group (DCCT). The effect of intensive diabetes therapy on the development and progression of neuropathy. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. *Ann Intern Med*. 1995;122(8):561-8.

8. National Institute for Health and Clinical Excellence. *Clinical guideline 66: Type 2 diabetes*. London, 2008.

9. Adler AI, Stratton IM, Neil HA, Yudkin JS, Matthews DR, Cull CA, et al. Association of systolic blood pressure with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 36): prospective observational study. *BMJ*. 2000;321(7258):412-9.

10. Ripsin CM, Kang H, Urban RJ. Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus. *Am Fam Physician*.

## Case Report: Sending blood glucose level of a diabetic patient to physician by Global system for Mobile Communications in diabetic patients

**Mohammad Pourfakhran**, MD. General Physician, Student of MPH, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. [ganjinehsalamat@yahoo.com](mailto:ganjinehsalamat@yahoo.com)

\***Elyas Mostafapour**, MD. General Physician, Ganjineye Salamat Research Center, Tehran, Iran (\*Corresponding author). [mostafapour.e@gmail.com](mailto:mostafapour.e@gmail.com)

**Ehsan Hosseini**, BSc. Azad Islamic University, Farahan Unit, Arak, Iran. [ehsan.hosseinih@gmail.com](mailto:ehsan.hosseinih@gmail.com)

**Abolfazl Mostafapour**, Ganjineye Salamat Research Center, Tehran, Iran. [ganjinehsalamat@yahoo.com](mailto:ganjinehsalamat@yahoo.com)

**Seyed Arash Javad Mousavi**,. Medical student. Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Mohammad Hasan Pourfakhran**, MD. General Surgeon, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran. [ganjinehsalamat@yahoo.com](mailto:ganjinehsalamat@yahoo.com)

### Abstract

**Background:** Blood glucose controlling is a major issue in diabetes management. Many fluctuations in blood glucose level make the close controlling of glucose by physicians as one of the most important principles in diabetic patients managing.

**Methods:** The case was a 58 y/o man with a history of 14 years old diabetes under insulin therapy. After informed consult and description about using the device the instrument was given to him. The patient used the device 30 times in a week and we all received SMS of the recorded blood glucose information. For constructing the device first, printed circuit board (PCB) was designed and then electronic components (such as mobile board, micro controller and glucometer) and CNC work on the place were marked on the PCB. The installation and application were stored within the micro controller by a programmer.

After pushing a button the needle of glucometer enters the skin. Data was sent through GSM (Global System for Mobile Communication) by a SIM card to the physician and 5 relatives of patients and also was shown on a LED monitor implanted on electronic board.

**Conclusions:** This new device helps physicians to control patients' glucose closely without any admitting and extra cost. Also using this device will decrease the rate of complicated hypoglycemic and hyperglycemic attacks.

**Keywords:** Blood glucose, GSM, Remote monitoring.