

e-ISSN: 2345-0592 <b>Online issue</b> Indexed in <i>Index Copernicus</i>	<b>Medical Sciences</b>  Official website: <a href="http://www.medicisciences.com">www.medicisciences.com</a>	
--	--	---

## Benefits and challenges of diabetes smartphone apps: a literature review

Monika Bružaitė<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilnius University, Faculty of Medicine, Vilnius, Lithuania

### Abstract

**Background.** Diabetes mellitus is a disease caused by a metabolic disorder characterised by chronic hyperglycaemia due to impaired insulin action or secretion. By 2040, it is predicted that approximately 9.9 % of the world's population will have diabetes. More than half of those affected will experience at least one chronic complication of diabetes in their lifetime, which telemedicine and related mobile health applications can help prevent. They are designed to help people with diabetes self-monitor their health status, positively affect their physical health and social well-being.

**Aim:** to summarise and present information on diabetes digital technology applications, their benefits, and the challenges of using them, based on the latest scientific literature.

**Methodology.** Publications were searched in English in the PubMed database. Scientific publications related to diabetes digital technologies published 2018-2022 were analyzed. After assessing the exclusion criteria, 28 articles were used.

**Results.** Smart apps can often be used to communicate remotely and schedule doctor's appointments, plan diet, physical activity. This can improve patients' health, leading to better glycaemic control, weight loss. However, some users experience difficulties in using the apps due to malfunctioning, design flaws. There is no clear evidence that applications alone improve glycaemia or pregnancy outcomes with gestational diabetes.

**Conclusions.** The use of smart apps can lead to better glycaemic control and HbA1c values, improved awareness of the importance of medication use, reduced body weight. The main problems are operational and design shortcomings, insecure data protection and lack of information on diabetes.

**Keywords:** diabetes mellitus, complications, application, smartphone.

# Cukrinio diabeto išmaniųjų programėlių nauda ir patiriami iššūkiai: literatūros apžvalga

Monika Bružaitė<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus Universitetas, Medicinos fakultetas, Vilnius, Lietuva

## Santrauka

**Įvadas.** Cukrinis diabetas yra liga, kurią sukelia medžiagų apykaitos sutrikimai, pasireiškiantys lėtine hiperglikemija dėl sutrikusio insulino poveikio ar sutrikusios insulino sekrecijos. Prognozuojama, kad iki 2040 m. cukriniu diabetu sirgs apie 9,9 % pasaulio gyventojų. Daugiau nei pusė sergančiųjų per gyvenimą susiduria bent su viena lėtine cukrinio diabeto komplikacija, kurių išvengti gali padėti telemedicina ir su ja susijusios mobiliosios sveikatos programos. Jos skirtos cukriniu diabetu sergančiam asmeniui savarankiškai stebėti savo sveikatos būklę, taip siekiant teigiamai paveikti jo fizinę ir socialinę gerovę.

**Tikslas.** Remiantis naujausia mokslinė literatūra, apibendrinti ir pateikti informaciją apie cukrinio diabeto skaitmenines technologijas programas, jų naudą ir patiriamus sunkumus jomis naudojantis.

**Metodologija.** Mokslinių publikacijų paieška buvo vykdoma anglų kalba „PubMed“ duomenų bazėje. Analizuojamos buvo 2018-2022 m. skelbtos mokslinės publikacijos, susijusios su cukrinio diabeto skaitmeninėmis technologijomis. Įvertinus publikacijų atmetimo kriterijus, šioje apžvalgoje remiamasi 28 straipsniais.

**Rezultatai.** Naudojantis išmaniosiomis programomis galima nuotoliu bendrauti bei planuoti vizitus su gydytojais, planuoti mitybą ir fizinį aktyvumą. Programėlių naudojimas gali pagerinti pacientų sveikatą, padėti pasiekti geresnę glikemijos kontrolę, kūno svorio sumažėjimą. Tačiau dalis naudotojų patiria sunkumų naudojantis programomis dėl netinkamo jų veikimo, dizaino trūkumų. Nėra aiškiai įrodyta, kad vien išmaniųjų telefonų programėlės pagerintų gestaciniu diabetu sergančių moterų glikemiją ar nėštumo rezultatus.

**Išvados.** Naudojantis išmaniosiomis programomis, galima pasiekti geresnę glikemijos kontrolę ir glikozilinto hemoglobino HbA1c reikšmę, pagerinti informuotumą apie vaistų vartojimo svarbą, sumažinti kūno svorį. Pagrindinės išmaniųjų programų problemos yra veiklos ir dizaino trūkumai, neužtikrinta duomenų apsauga ir saugumas, informacijos apie cukrinį diabetą trūkumas.

**Raktažodžiai:** cukrinis diabetas, komplikacijos, programėlė, išmanusis telefonas.

## 1. Įvadas

Cukrinis diabetas - tai heterogeniški medžiagų apykaitos sutrikimai, kurių pagrindinis klinikinis požymis yra lėtinė hiperglikemija. To priežastimis gali būti sutrikusi insulino sekrecija arba sutrikęs insulino poveikis, arba abu šie sutrikimai kartu (1). Per pastaruosius kelis dešimtmečius cukrinio diabeto paplitimas smarkiai išaugo beveik visose šalyse ir gali būti laikomas epidemija. 2020 metais cukrinis diabetas buvo diagnozuotas 8,8 % pasaulio gyventojų ir jei šios tendencijos nesikeis, prognozuojama, kad iki 2040 m. cukriniu diabetu sirgs apie 693 mln. vyresnių nei 18 m. amžiaus asmenų, t. y. 9,9 % pasaulio gyventojų (2,3). Daugiau nei pusė sergančiųjų per gyvenimą susiduria bent su viena lėtine cukrinio diabeto komplikacija. Dažniausiai pasireiškia širdies ir kraujagyslių bei cerebrovaskulinės komplikacijos, taip pat periferinė neuropatija, diabetinė inkstų liga bei retinopatija (3,4). Diabetas laikomas nepagydoma liga, tačiau jį galima kontroliuoti keičiant kasdienes įpročius ir gyvenimo būdą (6).

Išvengti cukrinio diabeto komplikacijų iš dalies gali padėti telemedicina ir su ja susijusi mobili sveikata (angl. „mobile health“ arba „mHealth“), kuri pastaraisiais metais sparčiai vystosi (7). Pasak Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO), mobilios sveikatos programėlės - tai išmaniesiems telefonams ir kitiems įrenginiams skirta programinė įranga, kuria siekiama teigiamai paveikti žmonių fizinę, psichinę ir socialinę gerovę (8). Visame pasaulyje sparčiai tobulėja ir plinta mobiliosios sveikatos technologijos su daugybe programų, skirtų savarankiškai pacientui stebėti savo būklę, tarp kurių diabeto savikontrolės programėlės yra vienos iš labiausiai prieinamų (9). Vis dėlto, kadangi yra beveik pusė milijono sveikatos

programėlių, svarbu suprasti jų privalumus ir trūkumus (10).

## 2. Metodologija:

Literatūros apžvalga buvo atlikta vykdant publikacijų paiešką „PubMed“ duomenų bazėje. Paieškai buvo įvesti raktiniai žodžiai ir jų kombinacijos: cukrinis diabetas, komplikacijos, programėlė, išmanusis telefonas. Atmetimo kriterijus buvo taikomas straipsniams ne anglų kalba.

Pirminė visų publikacijų atranka atlikta skaitant jų santraukas. Tolimesnė atranka vykdyta perskaičius publikacijų ir straipsnių pilnus tekstus. Įvertinus visus kriterijus, šioje apžvalgoje buvo remtasi 28 mokslinėmis publikacijomis, publikuotomis 2018-2022 metais.

## 3. Rezultatai

### Išmaniųjų technologijų reikšmė ir svarba

Išmanieji telefonai yra vis labiau integruoti į mūsų kasdienį gyvenimą, todėl diabetui skirtos programėlės tapo vertinga priemone diabetu sergantiems žmonėms. Jų tikslas - padėti pacientams geriau valdyti ligą naudojant atskiras sveikatinimo programėles, ar prie diabeto prietaisų, pavyzdžiui, gliukozės matuoklių ar insulino pompų, pridėdamas aplikacijas (10). 2020 m. buvo pirmieji metai, kuomet kiekvienas insulino pompų ir nuolatinių gliukozės matuoklių gamintojas Jungtinėse Amerikos Valstijose pasiūlė išmaniojo telefono programėlę, skirtą jų pagrindiniams gaminiams. Šios programėlės suteikė galimybę sinchronizuoti duomenis debesies pagrindu, o tai, savo ruožtu, pasirodė itin laiku, nes dėl COVID-19 pandemijos daugelis apsilankymų sveikatos įstaigose buvo perkelti į telemedicinos formatą (10). Dar visai neseniai tiek sveikatos priežiūros specialistai, tiek pacientai šiek tiek skeptiškai žiūrėjo į telemediciną ir dažniausiai ja

nesinaudojo, tačiau pandemija įrodė, kad telemedicina yra ne tik saugi, bet ir veiksminga bei labai naudinga gydant pacientus (7). Pastaruoju metu diabetu sergantiems pacientams skirtų skaitmeninių programėlių pasaulinė rinka išgyvena pakilimą – 2021 m. diabeto programėlės sudarė 15 % visų konkrečioms ligoms skirtų programėlių (11).

Naudojantis išmaniosiomis programomis dažniausiai galima nuotoliu bendrauti bei planuoti vizitus su gydytojais, stebėti gliukozės koncentracijos pokyčius kraujyje, planuoti mitybą ir fizinį aktyvumą (12). Pastaruoju metu programėlėse pradėtos diegti naujos funkcijos, kurios gliukozės koncentraciją kraujyje „prognozuoja“ į ateitį iki 12 valandų 2 tipo cukriniu diabetu sergantiems žmonėms (10). Taip pat šiuo metu yra programėlių, turinčių priminimo vartoti vaistus funkciją ir teikiančių informaciją apie medikamentus (13). Pavyzdžiui, Lietuvoje prieinama programėlė „mySugr“ Europos Sąjungoje yra priskiriama I klasės medicinos prietaisams. Ši programėlė beveik viską atlieka 1, 2 tipo ir nėščiąjų diabeto valdymo srityje - galima skaičiuoti angliavandenius, sekti gliukozės kiekį ir apskaičiuoti insulino boliuso dozės įverčius. Be to, programėlė gali apskaičiuoti HbA1c ir visus duomenis bei diagramas nusiųsti gydytojui (14). Kitą programėlę "Glucose Buddy" galima integruoti su "Dexcom" gliukozės matuokliais ir "Apple Health" programėlėmis, taip siekiant dar lengviau stebėti asmens aktyvumą ir valgymus. Papildomai sumokėjus galima gauti HbA1c ir kitų rodiklių ataskaitas (15).

### **Išmaniųjų programėlių nauda**

2020 metais atliktoje sisteminėje tyrimų apžvalgoje buvo pastebėta, kad nors mobiliosios sveikatos intervencijų veiksmingumas įvairiuose tyrimuose

labai skyrėsi, visose buvo pastebėta, kad mobilioji sveikata gali pagerinti pacientų sveikatą, padėti pasiekti geresnę glikemijos kontrolę (0,3-0,5 % didesnis HbA1c sumažėjimas) ir kūno svorio sumažėjimą (1,0-2,4 kg kūno svorio) (16). Tarp 19 atsitiktinių imčių kontroliuojamų tyrimų, kuriuose dalyvavo 2585 dalyviai, išmaniųjų telefonų programėlėmis pagrįstas gydymo procesas buvo susijęs ne tik statistiškai reikšmingu glikozilinto hemoglobino HbA1c sumažėjimu, bet buvo pastebėtas ir teigiamas poveikis dalyvių elgesiui, ypač vaistų vartojimo laikymuisi (SD 0,80; 95 % PI, 0,15-1,46;  $p = 0,02$ ; I2 = 78 %) (17). Kitas Azijoje atliktas tyrimas parodė, kad 2 tipo cukriniu diabetu sergantiems pacientams, nevartojantiems tinkamai vaistų, išmaniųjų telefonų programėlės naudojimas pagerino informuotumą apie vaistų vartojimo svarbą ir sumažino kliūtis, trukdančias laikytis tinkamo vaistų vartojimo plano (18). Kinijoje atliktas tyrimas parodė, kad pacientai, 6 mėnesius naudoję programėlę, kurioje galėjo stebėti savo gliukozės koncentraciją kraujyje, pasiekė geresnę glikozilinto hemoglobino HbA1c reikšmę ( $6,71 \pm 1,06$  vs.  $7,22 \pm 1,02$ ,  $P < 0,05$ ) nei kontrolinė grupė (19). Išmaniojo telefono programėlių naudojimas taip pat gali būti veiksmingas valdant gestacinį diabetą (20). Kai kurie tyrimai parodė, kad gliukozės koncentracija kraujyje buvo gerokai mažesnė (21–23), o insulino prireikė rečiau (22). Programėlę naudojusios moterims buvo mažiau hipo- ir hiperglikemijos epizodų (22,23) bei turėjo mažiau apsilankymų ambulatoriškai (23), tačiau nėra aiškiai įrodyta, kad vien išmaniųjų telefonų programėlės pagerintų gestaciniu diabetu sergančių moterų glikemiją ar nėštumo rezultatus. Buvo pastebėta, kad moterų glikemijos kontrolė prieš gimdymą (24) bei po gimdymo (25) ryškiai nepasikeitė.

### **Su išmaniosiomis programomis patiriami iššūkiai**

Nors spartus skaitmeninių sveikatos programėlių plitimas gali atnešti daug naudos, kadangi ši sritis dar tik formuojasi, kyla nemažai klausimų bei iššūkių. Pavyzdžiui, kaip gydytojai ir kiti sveikatos priežiūros specialistai gali tinkamai išmanyti dažniausiai naudojamas programėles atsižvelgiant į didelę programėlių pasiūlą ir kaip užtikrinti duomenų privatumą bei saugumą (11,26). Vartotojai gali nenorėti atskleisti savo asmeninės informacijos dėl informacijos nutekėjimo ir vagystės pavojų. Tyrimai parodė, kad suvokiama privatumo rizika gali neigiamai paveikti pacientų ketinimą naudotis diabeto valdymo programėlėmis (27).

2022 metais atliktame tyrime, kuriame buvo analizuojami diabeto programėlių neigiami atsiliepimai „Google Play store“, buvo išsiaiškinta, kad veiklos ir dizaino trūkumai sudaro 50,32 % problemų, su kuriomis susiduria nepatenkinti naudotojai. Iš jų 44,73 % susiduria su programėlės neveikimu, 17,3 % patiria sunkumų su įrenginių suderinamumu, 9,67 % turi problemų su duomenų įkėlimu. Prastas dizainas nemalonius buvo 19,29 % naudotojų, kurie skundėsi perkrautu naudotojo profiliu, sunkumais planuojant susitikimus su gydytojais ir perduodant jiems duomenis (9).

Pacientų mokymas yra svarbus aspektas ugdant savikontrolės įgūdžius. Nuolatinis konkrečios ligos mokomųjų temų prieinamumas išmaniąjame įrenginyje leidžia pacientams lengvai gauti patikimos informacijos (19). 2018 metais Zhilian Huang et al. atliktame tyrime buvo parsisiųstos ir įvertintos 143 programėlės ir maždaug 75 % programėlių nebuvo pateikta jokios informacijos apie cukrinį diabetą. Iš programėlių, kuriose buvo pateikta informacija apie ligą, tik trečdalyje buvo nurodytas informacijos

šaltinis. Nepagrįstų teiginių turinčios programėlės ar bet kokie vartojimo produktai gali suklaidinti ir pakenkti neatidžiam vartotojui (28).

### **4. Išvados**

Naudojantis išmaniosiomis programomis, galima pasiekti geresnę glikemijos kontrolę ir glikozilinto hemoglobino HbA1c reikšmę, pagerinti informuotumą apie vaistų vartojimo svarbą, pasiekti geresnio medikamentų vartojimo plano, sumažinti kūno svorį. Naudojant išmaniąsias programėles sergant gestaciniu diabetu gliukozės koncentracija kraujyje buvo gerokai mažesnė, o insulino prireikė rečiau. Pagrindinės išmaniųjų programų problemos yra veiklos ir dizaino trūkumai, neužtikrinta duomenų apsauga ir saugumas. Programėlėse trūksta informacijos apie cukrinį diabetą ar nenurodyti informacijos šaltiniai, taip pat nėra aiškiai įrodyta, kad vien išmaniųjų telefonų programėlės pagerintų gestaciniu diabetu sergančių moterų glikemijas ar nėštumo rezultatus.

### **Literatūros sąrašas**

1. Petersmann A, Müller-Wieland D, Müller UA, Landgraf R, Nauck M, Freckmann G, et al. Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2019 Dec;127(S 01):S1–7.
2. Lovic D, Piperidou A, Zografou I, Grassos H, Pittaras A, Manolis A. The Growing Epidemic of Diabetes Mellitus. *Curr Vasc Pharmacol*. 2020;18(2):104–9.
3. Glovaci D, Fan W, Wong ND. Epidemiology of Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease. *Curr Cardiol Rep*. 2019 Mar 4;21(4):21.

4. Ma RCW. Epidemiology of diabetes and diabetic complications in China. *Diabetologia*. 2018 Jun;61(6):1249–60.
5. Tomic D, Shaw JE, Magliano DJ. The burden and risks of emerging complications of diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol*. 2022 Sep;18(9):525–39.
6. Mehbodniya A, Suresh Kumar A, Rane KP, Bhatia KK, Singh BK. Smartphone-Based mHealth and Internet of Things for Diabetes Control and Self-Management. *J Healthc Eng*. 2021;2021:2116647.
7. Więckowska-Rusek K, Danel J, Deja G. The usefulness of the nutrition apps in self-control of diabetes mellitus - the review of literature and own experience. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2022;28(1):75–80.
8. Eberle C, Löhnert M, Stichling S. Effectiveness of Disease-Specific mHealth Apps in Patients With Diabetes Mellitus: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2021 Feb 15;9(2):e23477.
9. Ossai CI, Wickramasinghe N. Crowdsourcing Operational and Design Flaws of Diabetes Mobile Apps. *J Med Syst*. 2022 Nov 23;46(12):101.
10. Ahn DT. Benefits and risks of apps for patients. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2022 Feb 1;29(1):17–22.
11. Ali Sherazi B, Laeer S, Krutisch S, Dabidian A, Schlottau S, Obarcanin E. Functions of mHealth Diabetes Apps That Enable the Provision of Pharmaceutical Care: Criteria Development and Evaluation of Popular Apps. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Dec 21;20(1):64.
12. Fontecha J, González I, Barragán A, Lim T. Use and Trends of Diabetes Self-Management Technologies: A Correlation-Based Study. *J Diabetes Res*. 2022;2022:5962001.
13. Huang Z, Lum E, Jimenez G, Semwal M, Sloot P, Car J. Medication management support in diabetes: a systematic assessment of diabetes self-management apps. *BMC Med*. 2019 Jul 17;17:127.
14. Debong F, Mayer H, Kober J. Real-World Assessments of mySugr Mobile Health App. *Diabetes Technol Ther*. 2019 Jun;21(S2):S235–40.
15. Fu HNC, Rizvi RF, Wyman JF, Adam TJ. Usability Evaluation of Four Top-Rated Commercially Available Diabetes Apps for Adults With Type 2 Diabetes. *Computers, informatics, nursing : CIN*. 2020 Jun;38(6):274.
16. Wang Y, Min J, Khuri J, Xue H, Xie B, A Kaminsky L, et al. Effectiveness of Mobile Health Interventions on Diabetes and Obesity Treatment and Management: Systematic Review of Systematic Reviews. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Apr 28;8(4):e15400.
17. He Q, Zhao X, Wang Y, Xie Q, Cheng L. Effectiveness of smartphone application-based self-management interventions in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Adv Nurs*. 2022 Feb;78(2):348–62.
18. Huang Z, Tan E, Lum E, Sloot P, Boehm BO, Car J. A Smartphone App to Improve Medication Adherence in Patients With Type 2 Diabetes in Asia: Feasibility Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 Sep 12;7(9):e14914.
19. Zhai Y, Yu W. A Mobile App for Diabetes Management: Impact on Self-Efficacy Among Patients with Type 2 Diabetes at a Community Hospital. *Med Sci Monit*. 2020 Nov 16;26:e926719-1-e926719-6.

20. Xie W, Dai P, Qin Y, Wu M, Yang B, Yu X. Effectiveness of telemedicine for pregnant women with gestational diabetes mellitus: an updated meta-analysis of 32 randomized controlled trials with trial sequential analysis. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2020 Apr 6;20(1):198.
21. Al-Ofi EA, Mosli HH, Ghamri KA, Ghazali SM. Management of postprandial hyperglycaemia and weight gain in women with gestational diabetes mellitus using a novel telemonitoring system. *J Int Med Res*. 2019 Feb;47(2):754–64.
22. Miremborg H, Ben-Ari T, Betzer T, Raphaeli H, Gasnier R, Barda G, et al. The impact of a daily smartphone-based feedback system among women with gestational diabetes on compliance, glycemic control, satisfaction, and pregnancy outcome: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol*. 2018 Apr;218(4):453.e1-453.e7.
23. Guo H, Zhang Y, Li P, Zhou P, Chen LM, Li SY. Evaluating the effects of mobile health intervention on weight management, glycemic control and pregnancy outcomes in patients with gestational diabetes mellitus. *J Endocrinol Invest*. 2019 Jun;42(6):709–14.
24. Mackillop L, Hirst JE, Bartlett KJ, Birks JS, Clifton L, Farmer AJ, et al. Comparing the Efficacy of a Mobile Phone-Based Blood Glucose Management System With Standard Clinic Care in Women With Gestational Diabetes: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018 Mar 20;6(3):e71.
25. Borgen I, Småstuen MC, Jacobsen AF, Garnweidner-Holme LM, Fayyad S, Noll J, et al. Effect of the Pregnant+ smartphone application in women with gestational diabetes mellitus: a randomised controlled trial in Norway. *BMJ Open*. 2019 Nov 11;9(11):e030884.
26. Fleming GA, Petrie JR, Bergenstal RM, Holl RW, Peters AL, Heinemann L. Diabetes Digital App Technology: Benefits, Challenges, and Recommendations. A Consensus Report by the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the American Diabetes Association (ADA) Diabetes Technology Working Group. *Diabetes Care*. 2020 Jan;43(1):250–60.
27. Zhang Y, Liu C, Luo S, Xie Y, Liu F, Li X, et al. Factors Influencing Patients' Intentions to Use Diabetes Management Apps Based on an Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model: Web-Based Survey. *J Med Internet Res*. 2019 Aug 13;21(8):e15023.
28. Huang Z, Lum E, Car J. Medication Management Apps for Diabetes: Systematic Assessment of the Transparency and Reliability of Health Information Dissemination. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Feb 19;8(2):e15364.