

# Tehnoloogilised seadmed diabeedi korral

Diabeediseadmete all mõeldakse riistvara, seadmeid ja tarkvara, mille abil diabeetikud saavad oma seisundit (alates elustiilist ja lõpetades veresuhkru tasemega) kontrolli all hoida.



**Maarja Randväli**

Tervisehoold OÜ  
MTÜ Diabeedispetsialistid

**A**jalooliselt jagunevad diabeediseadmed kahte rühma: 1) seadmed, millega manustatakse insuliini süstla, insuliinipliiatsi või -pumba abil ning 2) seadmed, millega jälgitakse veresuhkru taset glükomeetri või pideva glükoosimonoitoringu abil. Viimasel ajal on juurde tulnud ka hübriidseadmeid, mis monitoorivad veresuhkru taset

ja manustavad ka insuliini (mõni automaatselt). Samuti on lisandunud tarkvara, mis toimib meditsiiniseadmena, toetades diabeetikut oma tervise eest hoolitsemisel. Diabeediseadmed koos õpetuste ja järelkontrolliga parandavad diabeetikute tervist ja elukvaliteeti. Takistus võivad olla seadmete keerukus ning pidevalt uuenev diabeediseadmete turg.

#### Soovitused:

- seadme valikul tuleb lähtuda patsiendi individuaalsetest vajadustest, soovidest, oskustest ning turul olevate seadmete saadavusest. Tervishoiutöötajad ja patsiendiorganisatsioonid annavad nii seadme edasimõtjale kui ka patsiendile nõu selle kohta, milline olemasolevast valikust on sobivaim.

Tehnoloogia areng on küll kiire, kuid seni puudub üks kindel lähenemine, mis sobiks kõikidele diabeetikutele. Tervisehüvitis ei pruugi seadet võimaldada, muutuda võivad nii patsiendi huvi seadmete vastu kui ka valmisolek muudatusteks

ja edasimõtjatel võib olla raskusi sellega, et pidada sammu äsja turule tulnud seadmetega. Mittetulunduslikud veebilehed, nagu DiabetesWise.org<sup>(1)</sup>, aitavad edasimõtjal ja patsiendil seadmete hulgast esmane valik teha. Teised allikad (sh tervishoiutöötajad, seadme tootjad) saavad aidata, kui ilmneb vigu.

#### Vere glükoositaseme monitooring VGM (Self-monitoring of blood glucose SMBG)

##### Soovitused:

- enamikke intensiivsel insuliinravigil (arvukad päevased süstimised või insuliinipump) olevaid patsiente tuleks julgustada rakendama enesekontrolli veresuhkru jälgimiseks. See tähendaks veresuhkru mõõtmist (ja/või pidevat glükoosimonoitoringut) enne põhisööke ja vahepalu, magamamineku ajal, enne trenni, madala veresuhkru kahtluse korral, pärast madala veresuhkru taseme ravi, nii et saavutatud oleks normglüköe-

mia, ning enne kriitilist tegevust või selle ajal (nt auto juhtimine).

- Kui VGM on ette nähtud diabeedi enesejuhtimise õppe- ja tugiprogrammi osana, võib see aidata patsientidel suunata raviotsuseid ja/või enesejuhtimist nii, et väheneb insuliini süstimise sagedus.
- Kuigi VGM ei ole näidanud kliiniliselt märkimisväärset HbA1c<sup>1</sup> taseme langust diabeetikutel, kes ei saa insuliinravi, võib sellest olla abi, kui koos ravi kohandamise programmiga muuta toitumist, füüsilist aktiivsust ja/või ravimeid, eriti neid, mis võivad põhjustada hüpotükseemiat.
- Kui patsiendile määratakse VGM, siis tuleb veenduda, et talle oleks tagatud pidev juhendamise ning regulaarne protseduuri ja tulemuste hindamine. Samuti tuleb veenduda, et patsient on võimeline kasutama veresuhkru taseme mõõtmisel saadud andmeid ravi kohandamiseks.
- Tervishoiutöötajad peavad olema teadlikud ravimite ja teistest teguritest, nagu suurtes annustes C-vitamiin ja hüpotükseemia, mis võivad häirida glükomeetri täpsust. Pakkuma peab kliinilist ravi vastavalt näidustustele.
- Edasimõtjad peavad olema teadlikud glükomeetri täpsuse erinevustest. Kasutada tohib ainult heakskiidetud glükomeetreid koos kehtivate testribadega, mis on ostenud apteegist või volitatud edasimõtjalt.

Insuliinravi saavate patsientide kohta käivad suuremad kliinilised uuringud kaasavad VGM-i ühe multifaktoriaalse sekkumise osana, et näidata intensiivse glüköemilise kontrolli kasulikkust mõju diabeedikomplikatsioonide vähenemisele<sup>(2)</sup>. **VGM on seega insuliinravi saavate patsientide efektiivse ravi lahutamatu osa.**

Viimastel aastatel on veresuhkru taseme hindamise ühe meetodina esile kerkinud **pidev glüköosimonoitoring** (*continuous glucose moni-*



toring CGM) (rohkem infot allpool). Glükoosimonitooring võimaldab patsiendil hinnata enda organismi reaktsiooni ravile. Samuti seda, kas veresuhkruga seotud eesmärgid saavutatakse ohutult. Tulemuste integreerimine diabeediravisse võib avaldada kasulikku mõju meditsiinilisele toitumisteraapiale ja füüsilisele aktiivsusele: see võimaldab ennetada hüpoglükeemiat ja kohandada ravimeid, eriti söögiaegade insuliiniannuseid. Patsiendikesk- sed vajadused ja eesmärgid peaksid määrama VGM-i sageduse ja ajad või panema mõtlema glükoosimono- itooringu kasutuselevõtule.

### Kuidas optimeerida vere glükoositaseme monitori kasutust

Kuna vere glükoositaseme mõõt- mise täpsus sõltub seadmest ja kasutajast, siis on oluline hinnata iga patsiendi monitoorimisotskusi eraldi. Seda esimest korda ja ka regulaarsete intervallide järel. VGM-i optimaalne kasutamine nõuab nii seadme tarvitajalt kui ka edasimüüjalt andmete korralikku ülevaadet ja tõlgendamist. Sellega kindlustatakse andmete efektiivne ja õigeaegne kasutus.

1. tüüpi diabeedi puhul on suu- rem VGM-i sagedus ja madalam HbA1c seotud <sup>(3)</sup>. Paljud patsiendid, kes kontrollivad oma veresuhkrut vähemalt korra päevas, ei tee kõrge või madala näidu ilmnedes midagi <sup>(4)</sup>. Patsiente tuleb õpetada VGM-i andmeid kasutama, et kohandada toitumist, trenni ja farmakoloogilist ravi ning et saavutada individuaal- sed eesmärgid. Määratud VGM-i vajadus ja sagedus tuleb iga rutiinse visiidi ajal üle vaadata, et vältida liialdamist. Viimast eriti olukorras, kus VGM-i ei kasutata efektiivselt.

**Intensiivsel insuliinravigil pat- siendid. VGM on eriti oluline insuliinravi saavatele patsienti- dele, et jälgida ja ennetada hüpo- ja hüperglükeemiat.** Enamikke intensiivsel insuliinravigil (mitu päe- vast süstimist või insuliinipump) patsiente tuleks julgustada vere-

suhkrutaset VGM-iga jälgima (ja/või CGM-iga) enne põhisööke ja vahe- palu, magamamineku ajal, aeg-ajalt pärast sööki, enne trenni, madala veresuhkru kahtluse korral, pärast madala veresuhkrutaseme ravi, nii et saavutatud oleks normoglükeemia, ning enne ja kriitilist tegevust (nt auto juhtimine) või selle ajal. Paljude VGM-i kasutavate patsientide jaoks tähendab see testimist **kõige roh- kem 6–10 korda päevas**. Samas või- vad individuaalsed vajadused erineda. Andmebaasiuuring 27 000 esimest tüüpi diabeeti põdeva lapse ja täis- kasvanu kohta näitas, et suurenenud VGM-i päevane sagedus oli seotud madalama HbA1c-ga (-0.2% lisatesti kohta päevas) ja madalama akuutsete tüsistuste arvuga <sup>(7)</sup>.

Basaalinsuliini ja/või suukaud- seid ravimeid kasutavad patsiendid. Puudub piisavalt uurimismaterjali selle kohta, millal määrata VGM ja kui tihti testida patsientide puhul, kes ei vaja intensiivset insuliinravi. Siia hulka kuuluvad nt 2. tüüpi diabeeti põdevad patsiendid, kes kasutavad basaalinsuliini koos või ilma suukaudsete ravimitega. Samas, basaalinsuliini saavate patsientide jaoks annab VGM-iga paastuve- rest glükoosisisalduse jälgimine infot ravimiannuste kohandami- seks, et sel moel individuaalsed veresuhkru eesmärgid saavutada. Tulemus on madalam HbA1c <sup>(8,9)</sup>.

2. tüüpi diabeetikutel, kes ei kasuta insuliini, võib rutiinne veresuhkru monitooring olla vähese kliinilise kasuteguriga. Monitooring üksi või õppega kombineeritult on näidanud tulemuste vähest paranemist <sup>(10–13)</sup>.

**Samas võib veresuhkru moni- toorimine anda ülevaate dieedi, füüsilise aktiivsuse ja ravimite mõjust veresuhkru tasemele.**

**Glükoosimonitooring võib osutada kasulikuks, kui on vaja hinnata hüpoglükeemiat või mõne haigusperioodi vältel veresuhkrutaseme olukorda. Samuti siis, kui leidub ebakõ- lasid HbA1c ja glükoositasemete mõõtmistulemustes ning kui on kahtlus, et HbA1c näit ei pruugi**

**usaldusväärne olla.** Kasuteguri võib saada koos ravi kohandamisega. Aastapikkuses uuringus insuliini varem mittesaanud patsientidega, kellel oli suboptimaalne esialgne glükeemiline stabiilsus, vähendas struktureeritud VGM-i rakenda- nud rühm oma HbA1c taset 0.3% rohkem kui kontrollrühm. Kolmel järjestikusel päeval võetud seitsme- punktilisi VGM-i tulemusi koguti vähemalt kord kvartalis <sup>(14)</sup>. Kord päevas tehtud täiustatud VGM-i uuring patsientide tagasisidega ei tuvastanud olulist HbA1c kliini- list ega statistilist muutust 1 aasta jooksul <sup>(13)</sup>. Metaanalüüsid on näida- nud, et VGM vähendab 6 kuu pärast HbA1c taset 0.25–0.3% <sup>(15–17)</sup>. Samas ühe analüüsi põhjal hakkas 12 kuu pärast mõju vähenema <sup>(15)</sup>. HbA1c suuremat vähenemist (20.3%) tähel- dati uuringutes, kus kasutati struk- tureeritud VGM-i andmeid ravimite kohandamiseks. Ilma kohandami- seta HbA1c tase märkimisväärselt ei muutunud <sup>(17)</sup>. **Ainult VGM-i rakendamine veresuhkrut ei alanda. Kasuteguri loomiseks tuleb saadud info integreerida ravi- ja enesejuhtimisplani- desse.**

### Glükomeetri täpsus

Kuigi paljud glükomeetrid toimivad hästi eri tingimustes, siis peavad edasimüüjad ja diabeetikud olema teadlikud teguritest, mis võivad glükomeetri täpsust mõjutada. Kui glükomeetri näit ei paista kattu- vat tegeliku kliinilise pildiga, tuleb testida uuesti või katsetada labo- ritingimustes. Intensiivravis peab personal taoliste valenäitudega eriti kursis olema. Kahtluse korral tuleb kasutada laboratoorset testimist. Mõni glükomeeter kuvab vale näidu kahtluse korral veateate <sup>(18)</sup>.

### Hapnik

Praegu saada olevad glükoosi- monitorid kasutavad ära elekt- rokeemilise reaktsiooniga seotud ensümaatilist reaktsiooni – kas glükoosi oksüdaasi või glükoos- dehüdrogenaasi <sup>(19)</sup>.

Glükoosi oksüdaasi monitorid on tundlikud olemasoleva hapniku suhtes ja neid tuleks kasutada ainult normaalse hapnikusaturatsiooniga patsientidelt saadud kapillaarverega. **Kõrge hapnikusisaldus (nt arteriaalse vere või hapnikuravi puhul) võib anda vale madala veresuhkrutaseme näidu, madal hapnikusisaldus (nt kõrgmäestikus, hüpoksia ja venoosse vere) aga vale kõrge veresuhkrutaseme näidu.** Glükoosdehüdrogenaasi monitorid ei ole hapnikutundlikud.

### Temperatuur

Kuna reaktsioon on temperatuuritundlik, siis on kõikidel monitoridel sobiv temperatuurivahemik <sup>(19)</sup>. Enamik seadmeid kuvab ebasobiva temperatuuri ilmnedes veateate. Mõni kuvab mõõtmistulemuse ja teate, et tulemus võib olla ebatäpne.

### Glükoosinäitu mõjutavad ained

Mõned füsioloogilised ja farmakoloogilised tegurid mõjutavad glükoosinäitu. Enamik häirib ainult glükoosi oksüdaasi <sup>(19)</sup>. Loetelu on esitatud tabelis 7.1.

**Tabel 7.1.** Glükoosinäitu mõjutavad ained.

#### Glükoosi oksüdaasi monitorid:

Kusihape (*uric acid*)

Galaktoos (*galactose*)

Ksüloos (*xylose*)

Atsetaminofeen (*acetaminophen*)

Levodopa (*L-dopa*)

Askorbiinhape (*ascorbic acid*)

Glükoosdehüdrogenaasi monitorid: ikodekstriin (Icodextrin) (kasutatakse peritoneaaldialüüsis).

### Standardid glükomeetritele

Glükomeetrid, mis vastavad ravimiameti suunistele glükomeetrite täpsuse kohta, tagavad diabeedi ravis kõige usaldusväärsemad andmed. Glükoosimonitoride täpsuse kohta on mitu kehtivat standardit, millest kaks peamist on järgmised: Rahvusvahelise Standardiorgani-

satsiooni (ISO) (ISO 15197:2013) omad ja FDA.

Euroopas peavad hetkel turustatavad monitorid vastama kehtivatele ISO standarditele. Seadme täpsuse jälgimine on jäetud tootja hooleks. Puudub regulaarne allika tehtud kontroll. Patsiendid eeldavad, et nende seade on täpne, kuna selle on FDA heaks kiitnud. Sageli ei pruugi see nii olla. Enamlevinud veresuhkrutaset mõõtvate seadmete täpsus varieerub olulisel määral <sup>(20)</sup>.

Diabeeditehnoloogia Seltsi Vereglükoosi Seiresüsteemi Järelevalveprogramm (The Diabetes Technology Society Blood Glucose Monitoring System Surveillance Program) annab teavet VGM-i



jaoks kasutatavate seadmete töö kohta (*diabetestechology.org/surveillance*). Hiljutises analüüsis leidis programm, et 18 parimast glükomeetrist ainult 6 vastas täpsusstandardile <sup>(21)</sup>.

### Järeletehtud testribad

Patsientidele tuleks soovitada mitte osta ega edasi müüa kellelegi teisele kuulunud või taaskasutatud testribasid, kuna need võivad ebatäpseid mõõtmistulemusi anda. VGM-i täpsuse kindlustamiseks tohib kasutada ainult neid glükooosi testribadega viaale, mis on avamata.

### PIDEVA GLÜKOOSI-MONITOORINGU (continuous glucose monitoring ehk CGM) SEADMED

#### Soovitused:

- CGM-seadme patsiendile määramine eeldab põhjalikku diabeedi väljaõpet, koolitust ja tuge. See on vajalik seadme optimaalseks rakendamiseks ja pidevaks kasutamiseks. CGM-seadet kasutav inimene peab olema võimeline sooritama enesekontrolli veresuhkru mõõtmise näol, et vajadusel seade kalibreerida ja/või näite kontrollida (kui need ei ole kooskõlas sümptomitega).
- Kui kasutada reaajas näite kuvavat CGM-seadet õigesti või kui kasutada skaneerimisega seadet ja rakendada seda koos insuliinraviga, siis aitab see HbA11 taset ja/või hüperglükeemiat vähendada täisealistel nii 1. kui ka 2. tüüpi diabeeti põdevatel inimestel, kes ei ole saavutanud veresuhkruga seotud eesmärke, ei tunne ära madalat veresuhkru ja/või kellel esinevad hüperglükeemia episoodid.
- CGM-i tuleks kaaluda kõikidel 1. tüüpi diabeeti põdevatel täiskasvanutel ja lastel, olenemata sellest, kas kasutatakse süste või pidevat nahaalust insuliini-

annust. Nii saaks lisavahendiga veresuhkru kontrolli all hoida. CGM-i eelised on seotud seadme pideva kasutamisega.

- Suurima kasuteguri saamiseks tuleks reaajas näite kuvavat CGM-seadet kasutada võimalusel iga päev. Skaneerimisega CGM-seadmel tuleks skaneerimist kasutada sageli, vähemalt korra 8 h jooksul.
- Rasedatel 1. tüüpi diabeetikutel saab reaajas näite kuvavat CGM-seadet kasutada efektiivselt HbA1c taseme, ajavahemiku ja neonataalsete tulemuste parandamiseks.
- Kui rakendada pideva glükosimoonitooringu andmeid koos diabeedi enesejuhtimise väljaõppe ja ravimiannuste kohandamisega, võib see olla kasulik hüper- ja hüperglükeemia mustrite tuvastaja 1. ja 2. tüüpi diabeedi puhul. 📌

#### Kasutatud kirjandus

1. DiabetesWise.org. Accessed 24 September 2019. Available from <https://www.diabeteswise.org>
2. Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al.; Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;329:977–986
3. Miller KM, Beck RW, Bergenstal RM, et al.; T1D Exchange Clinic Network. Evidence of a strong association between frequency of self-monitoring of blood glucose and hemoglobin A1c levels in T1D Exchange clinic registry participants. *Diabetes Care* 2013;36:2009–2014
4. Grant RW, Huang ES, Wexler DJ, et al. Patients who self-monitor blood glucose and their unused testing results. *Am J Manag Care* 2015;21:e119–e129
5. Gellad WF, Zhao X, Thorpe CT, Mor MK, Good CB, Fine MJ. Dual use of Department of Veterans Affairs and Medicare benefits and use of test strips in veterans with type 2 diabetes mellitus. *JAMA Intern Med* 2015;175:26–34
6. Endocrine Society and Choosing Wisely. Five things physicians and patients should question. Accessed 1 November 2019. Available from <http://www.choosingwisely.org/societies/endocrine-society/>
7. Ziegler R, Heidtmann B, Hilgard D, Hofer S, Rosenbauer J, Holl R; DPV-Wiss-Initiative. Frequency of SMBG correlates with HbA1c and acute complications in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2011;12:11–17
8. Rosenstock J, Davies M, Home PD, Larsen J, Koenen C, Schernthaner G. A randomised, 52-week, treat-to-target trial comparing insulin detemir with insulin glargine when administered as add-on to glucose-lowering drugs in insulin-naïve people with type 2 diabetes. *Diabetologia* 2008;51:408–416
9. Garber AJ. Treat-to-target trials: uses, interpretation and review of concepts. *Diabetes Obes Metab* 2014;16:193–205
10. Farmer A, Wade A, Goyder E, et al. Impact of self monitoring of blood glucose in the management of patients with non-insulin treated diabetes: open parallel group randomised trial. *BMJ* 2007;335:132
11. O’Kane MJ, Bunting B, Copeland M, Coates VE; ESMON study group. Efficacy of self monitoring of blood glucose in patients with newly diagnosed type 2 diabetes (ESMON study): randomised controlled trial. *BMJ* 2008;336:1174–1177
12. Simon J, Gray A, Clarke P, Wade A, Neil A, Farmer A; Diabetes Glycaemic Education and Monitoring Trial Group. Cost effectiveness of self monitoring of blood glucose in patients with noninsulin treated type 2 diabetes: economic evaluation of data from the DiGEM trial. *BMJ* 2008;336:1177–1180
13. Young LA, Buse JB, Weaver MA, et al.; Monitor Trial Group. Glucose self-monitoring in non-insulin-treated patients with type 2 diabetes in primary care settings: a randomized trial. *JAMA Intern Med* 2017;177:920–929
14. Polonsky WH, Fisher L, Schikman CH, et al. Structured self-monitoring of blood glucose significantly reduces A1C levels in poorly controlled, noninsulin-treated type 2 diabetes: results from the Structured Testing Program study. *Diabetes Care* 2011;34:262–267
15. Malanda UL, Welschen LMC, Riphagen II, Dekker JM, Nijpels G, Bot SDM. Self-monitoring of blood glucose in patients with type 2 diabetes mellitus who are not using insulin. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;1:CD005060
16. Willett LR. ACP Journal Club. Meta-analysis: self-monitoring in non-insulin-treated type 2 diabetes improved HbA1c by 0.25%. *Ann Intern Med* 2012;156:JC6–JC12
17. Mannucci E, Antenore A, Giorgino F, Scavini M. Effects of structured versus unstructured self-monitoring of blood glucose on glucose control in patients with non-insulin-treated type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Diabetes Sci Technol* 2018;12:183–189
18. Sai S, Urata M, Ogawa I. Evaluation of linearity and interference effect on SMBG and POCT devices, showing drastic high values, low values, or error messages. *J Diabetes Sci Technol* 2019;13:734–743
19. Ginsberg BH. Factors affecting blood glucose monitoring: sources of errors in measurement. *J Diabetes Sci Technol* 2009;3:903–913
20. King F, Ahn D, Hsiao V, Porco T, Klonoff DC. A review of blood glucose monitor accuracy. *Diabetes Technol Ther* 2018;20:843–856
21. Klonoff DC, Parkes JL, Kovatchev BP, et al. Investigation of the accuracy of 18 marketed blood glucose monitors. *Diabetes Care* 2018;41:1681–1688