

A folyamatos glükózmonitorozás jelentősége a korszerű diabetesgondozásban

KOCSIS GYÖZŐ

THE IMPORTANCE OF CONTINUOUS GLUCOSE MONITORING IN MODERN DIABETES CARE

Talán nem túlzás kijelenteni, hogy a diabetes gondozásában paradigmaváltás történik, amelynek irányítói 2015-öt követően nem az új inzulinok, kezelési rendszerek, hanem egyértelműen az egyre szélesebb körben elterjedő szenzoros technológiák. Az 1-es típusú cukorbetegség kezelésében 2015 óta egyre több országban használják támogatott formában és széles körben a szenzoros technológiákat.

A folyamatos glükózmonitorozás (szöveti glükózszenzor, egyszerűsítve szenzor) használata, amely magában foglalja mind a valós idejű CGM (real-time, RT-CGM), mind az időszakosan szkennelt CGM (intermittently scanned, isCGM) alkalmazását, az elmúlt néhány évben gyorsan elterjedt az érzékelők javuló pontossága, a nagyobb kényelem és a könnyebb használat, valamint a bővülő költségtérítés eredményeként. Számos tanulmány bizonyította a CGM használatának klinikai előnyeit cukorbetegknél, függetlenül az inzulinkezelés módjától. Az összefoglalóban a glükózmonitorozással kapcsolatos gyakorlati szempontokat, a monitorozás optimális gyakoriságát, a folyamatos glükózmonitorozó rendszerek hatékonyságát, megbízhatóságát és szerepét elemezzük.

It is no exaggeration to say that there is a paradigm shift in the diabetes care. Since 2015, the driving force behind are primarily the widely spreading sensor technologies instead of the new insulin products and treatment regimens. The rapidly spreading sensor technologies are applied in more and more countries financially supported in type 1 diabetes since 2015.

The use of Continuous Glucose Monitoring (CGM, tissue glucose sensor, simplified as sensor), which includes both real-time CGM (RT-CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM), has grown rapidly over the past few years by improving sensor accuracy, greater convenience and ease of use, and expanding support of reimbursement. Numerous studies have demonstrated the significant clinical benefits of using CGM in diabetic patients, regardless of the type of insulin treatment.

In this summary, we review the practical aspects of glucose monitoring, the optimal frequency of monitoring, the effectiveness, reliability, and role of continuous glucose monitoring systems.

**diabetes mellitus,
ujjbegyves vércukormérés,
időszakos leolvasható szöveti
glükózmonitor,
valós idejű folyamatos glükózmonitor**

**diabetes mellitus,
self monitoring plasma glucose,
intermittently scanned glucose
monitor,
real-time continuous glucose monitor**

dr. KOCSIS Győző (levelezési cím/correspondence): Semmelweis Egyetem, Belgyógyászati és Onkológiai Klinika/Semmelweis University, Department of Internal Medicine and Oncology; H-1083 Budapest, Korányi Sándor u 2/a. E-mail: kocsis.gyozo@med.semmelweis-univ-hu

Érkezett: 2022. március 21.

Elfogadva: 2022. április 29.

<https://doi.org/10.33616/lam.32.016>

Minden cukorbetegségben szenvedő, inzulinkezelést alkalmazó beteg, illetve azok, akik más, hypoglykaemiát okozó vércukorcsökkentő gyógyszeres kezelésben részesülnek, rendszeresen ellenőrzik a vércukorszintjüket a biztonságos, és kellően szabályozott

anyagcsere-állapot fenntartása érdekében. A 2-es típusú cukorbetegségben (T2DM) szenvedőknél, akik olyan vércukorcsökkentő szereket használnak, amelyek mellett kicsi vagy elenyésző a hypoglykaemia kockázata, nem erősítették meg a rendszeres vércukor-önellenőrzés hatékonysá-

gát. Ilyen esetekben a célzott, személyre szabott megközelítés az előnyösebb.

Az 1980-as évektől a vércukor-önellenőrzés eszközeivé egyértelműen az otthoni vércukormérő készülékek váltak, amelyek fejlődése, megbízhatósága és egyszerű használata igen komoly segítséget jelentett, illetve jelent betegek millióinak az egyénre szabott glykaemiás célok elérésében. Alig több mint húsz esztendeje jelent meg az első szöveti glükózmonitor, amelyről akkor még senki sem gondolta, hogy forradalmasítani fogja a cukorbetegség kezelését. Az utóbbi 8-10 év az 1-es típusú (T1DM) cukorbetegség kezelésében egyértelműen a szöveti glükózmonitorkról (CGM) szól, függetlenül attól, hogy önálló vagy pumpához csatolt rendszerek formájában alkalmazzuk. A végleteket említve, egyes európai országokban már az ujjbegyes vércukormérés mellőzését javasolják T1DM esetében, ezt azonban kellő mértéktartással kell fogadni és kezelni. Egyre nagyobb szakmai érdeklődés és a vele járó vita övezi a 2-es típusú cukorbetegség kezelésében a szöveti glükózmonitorkok használatát. Valószínű, hogy néhány év múlva ezen betegek között is széles körben fogják alkalmazni.

CGM-rendszerek

A folyamatos CGM-készülékek az interstitialis (szövetközi) folyadék glükóztartalmát mérik, ami jól korrelál a plazmaglükózzal, bár még a korszerű, újabb generációs eszközök esetén gyorsan változó vércukorérték mellett is 5-10 perces késéssel kell számolni, amelyet több tényező is befolyásol és alakíthat. Kiemelendők az élettani folyamatok és az eszközök által okozott késések. Az utóbbit illetően, az újabb generációs készülékek jelentős fejlődésen mentek át. A legtöbb CGM-eszköz esetében az interstitialis (szövetközi) folyadékba egy elektrokémiai enzim szenzort helyezünk a beteg bőre alá (GOx – Glükóz-Oxidáz elektróda a subcutan térben), amelyet 6–14 naponta cserélünk. A glükózértékek automatikusan továbbítódnak egy eszközspecifikus vevőegységre, okostelefonra, okosóra vagy más egyéb okoseszközre.

A ritkább szenzorcsere iránti igény további fejlődést generált. Az újabb, 4. generációs eszközökkel, tartósan a bőr alatti térbe ültetett, fluoreszcenciaalapú érzékelőket használunk (1). A szenzorhoz (vagy a szenzor fölött viselve) jeladó csatlakozik (a bőrre helyezve), és az továbbítja a vércukorértékeket egy vevőre/okostelefonra. A beültetett érzékelőt 90 naponként, illetve eszközhiba esetén soron kívül kell cserélni. A legújabb, Eversense E3 folyamatos glükóz-

RÖVIDÍTÉSEK

ADA: Amerikai Diabetes Társaság
 AGP: ambuláns glükózprofil
 BBT: bázis/bólus inzulininterápia
 CGM: szöveti glükózmonitorozás (Continuous Glucose Monitoring)
 FDA: az USA Élelmiszerbiztonsági és Gyógyszerészeti Hivatala
 GMI: glükózkezelési mutató
 GOx: glükózoxidáz-elektroda
 isCGM: időszakosan leolvasott CGM (intermittently scanned)
 MARD: átlagos abszolút relatív különbség
 RT-CGM: valós idejű CGM (real-time)
 SBGM: ujjbegyes mérés
 T1DM: 1-es típusú cukorbetegség
 T2DM: 2-es típusú cukorbetegség
 TIR: céltartományban eltöltött idő (time in range)

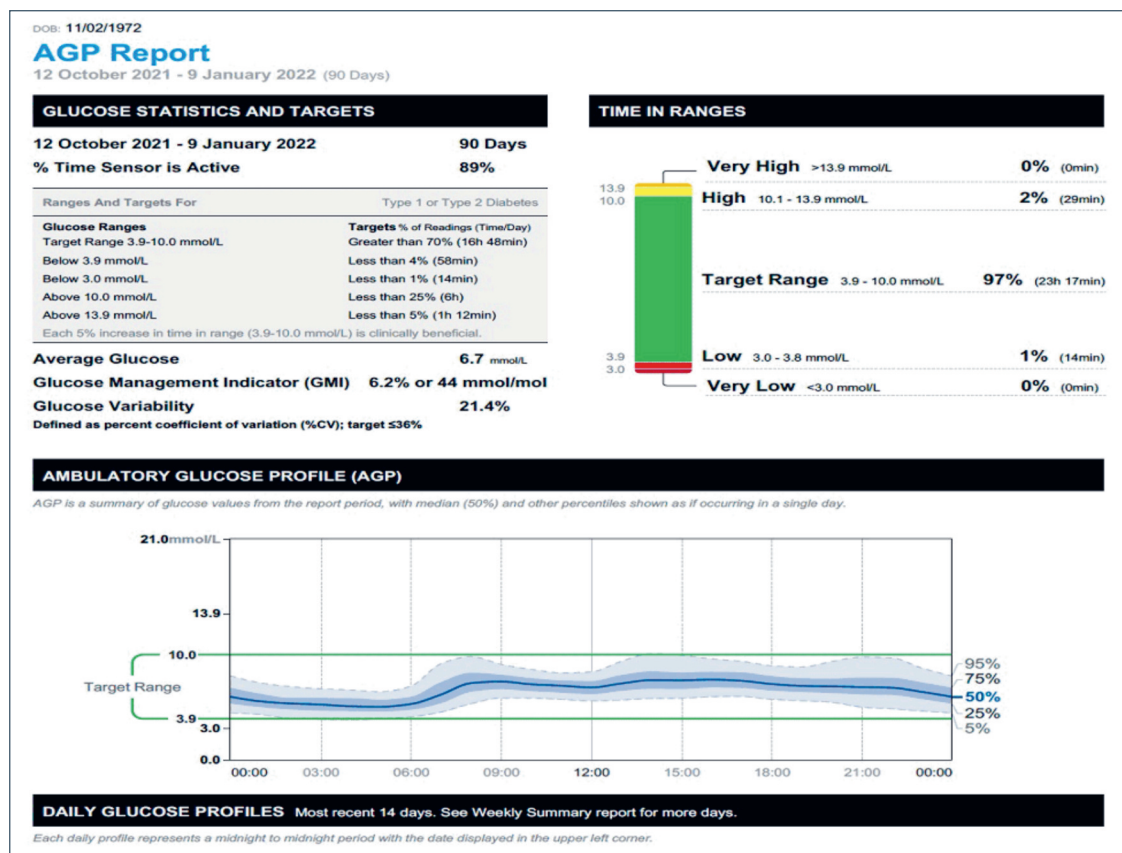
monitort az USA Élelmiszerbiztonsági és Gyógyszerészeti Hivatala (FDA) 2022. február közepén engedélyezte 18 éves és idősebb cukorbeteg számára. A 180 napra beültethető érzékelővel működő rendszer 2022-ben már elérhető lesz (2). Az adók cseréje az egyes eszközökre jellemző időközökben történik.

A CGM-rendszerek megjelenítik az aktuális glükózértéket, valamint trendnyilas megjelenítést-elemzést nyújtanak, melyek jelzik a glükózszint változásainak irányát. A technológia az inzulinkezelés finomhangolásában segíthet a betegeknek (3, 4).

A CGM-rendszereknek két fő típusa létezik: „valós idejű” (RT-CGM) és időszakos leolvasást igénylő eszközök (isCGM). Mindkét típus elérhető személyes és professzionális használatra.

A professzionális CGM-ek olyan eszközök, amelyeket a beteg az egészségügyi szolgáltatótól (diabetesgondozó) kap rövid távú, 7–14 napos használatra. A készülékeket vakon viselik (az eszköz viselése közben az adatok a betegnek nem állnak rendelkezésére). A vizsgálat (monitorozás) ideje alatt naplózniuk kell az étkezéseiket, a testmozgásukat és a beadott inzulin dózisokat. Az eszköz letöltését követően, a monitorozás során nyert adatok kiértékelése a beteggel közösen történik, ami hasznos információt nyújt a fel nem ismert hypoglykaemiák és hyperglykaemiák gyakoriságáról, valamint a vércukorszint napon belüli és napok közötti ingadozásának mértékéről.

A valós idejű CGM-eszközök, típustól függetlenül egy-, három-, vagy ötpercenként mérik és



1. ábra. AGP jelentés – ambuláns glükózprofil értékelése inzulinkezelt T2DM-ben szenvedő, gondozott betegnél, a standardizált elemzéshez: kiválóan kontrollált szénhidrát-anyagszere (saját anyag)

továbbítják a glükózértékeket az eszközspecifikus vevőegységre és/vagy okostelefonra. Valamennyi valós idejű CGM-rendszer használata során egyénre szabhatók a riasztások a hypoglykaemia és/vagy hyperglykaemia elkerülése érdekében. A glükózeredmények azonnali visszajelzése lehetővé teszi alacsony/csökkenő, illetve magas/emelkedő értékek esetén az időben történő beavatkozást, ami igen komoly segítséget jelent elsősorban a hypoglykaemiák megelőzésében. A hypoglykaemia megelőzése érdekében a szenzorhasználat alatt sem tér el az inzulinkezelés alatt kötelezően alkalmazott rendtől („15/15-ös szabály”), azonban magas vércukorértékek esetén a teendőket, azok időzítését részletesen oktatni kell a betegeinknek, elkerülendő a heves korrekciókat és az általuk okozott nagy vércukoringásokat. A glükózértékek automatikusan és biztonságosan megoszthatók a klinikai gondozóval/orvossal a mobil eszközre, például okostelefonra letöltött mobil orvosi glükózmonitorozó alkalmazásokon és webalapú cukorbetegség-kezelő szoftvereken keresztül (5). Számos CGM-készülék azt is lehetővé teszi, hogy a beteg az okostelefonos alkalmazás segítségével valós idő-

ben megossza glükózádatait a barátaival, rokonival és gondozójával. Ez a funkció különösen gyermekkorban fontos lehet, illetve olyan betegek esetében, akiknél a hypoglykaemia-érzet csökkenése vagy elvesztése áll fenn.

A megerősítő ujjbegyes glükózmérésre vonatkozó követelmények (a kalibráláshoz és/vagy a kezelési döntések meghozatala előtt) a CGM-készüléktől függően változnak. Egyes készülékek gyárilag kalibráltak, más valós idejű CGM-készülékek kalibrálásához viszont még mindig szükség van naponta, eszköztől függően 1–3 ujjbegyes vércukormérésre (SBGM). Az újabb eszközök különben már nem igényelnek ujjbegyes glükózmeghatározást (6).

Ujjbegyes vércukormérésre továbbra is szükség lehet az érzékelő bemelegedési időszakában is, amikor a glükózsintek gyorsan változnak, valamint, amikor a beteg hypoglykaemiára vagy érzékelési pontatlanságra gyanakszik.

Az időszakosan (intermittálóan) leolvasandó isCGM-készülékek (más néven flash CGM) percnként mérik a glükózt, és 15 percnként rögzítik a méréseket. Ezek a szenzorok 14 napig viselhetők. Az utolsó glükózmérések és trendnyilak

Standardizált vércukortartományok és TIR-célértékek alapesetben (CGM)			óra/nap	
Nagyon magas	>13,9 mmol/l	<5%	<1 h 12 min	
Magas	>10,0 mmol/l	<25%*	<6 h	
Céltartomány	3,9–10,0 mmol/l	>70%	<16 h 48 min	A TIR-ben eltöltött idő 5%-os emelkedése klinikailag szignifikáns előnnyel jár T1 és T2 diabeteses betegekben
Alacsony	<3,9 mmol/l	<4%**	<1 h	
Nagyon alacsony	<3,0 mmol/l	<1%	<15 min	

25 év alatti betegek esetén, ha HbA_{1c}-célérték 7,5% céltartományban eltöltendő időt %-ban javasolt meghatározni (Lásd Klinikai alkalmazása a standardizált vércukortartományoknak gyermekpopuláció esetén)

* Tartalmazza a 13,9 mmol/l feletti értékeket is
** Tartalmazza a 3,0 mmol/l alatti értékeket is

2. ábra. Szöveti glükózeredmények alapján kitűzött klinikai célok a folyamatos glükózmonitorozás adatainak értelmezéséhez: a tartományon belüli időre vonatkozó nemzetközi konszenzus ajánlásai (16)

megtekintéséhez a felhasználó egy olvasót húz a karján viselt szenzor/adó fölé. A készülék vagy az okoseszközök kijelzőjén csak az előző nyolc óra glükózmérési adatai jelennek meg. Ha az érzékelőt a beteg nem pásztázza (olvassa) legalább nyolcóránként, az adatok elvesznek. A korai modellek nem rendelkeznek hyper- vagy hypoglykaemiás riasztással. Az újabb generációs modellekben opcionális, de valós idejű riasztások is rendelkezésre állnak. A rutin vércukorértékek kalibrálásához vagy megerősítéséhez nincs szükség ujjbegyes glükózmeghatározásra (7, 8). Jellemzően a flash CGM-rendszerek olcsóbbak, mint a valós idejű CGM-készülékek. Ez tette lehetővé rohamos elterjedésüket 2015 után.

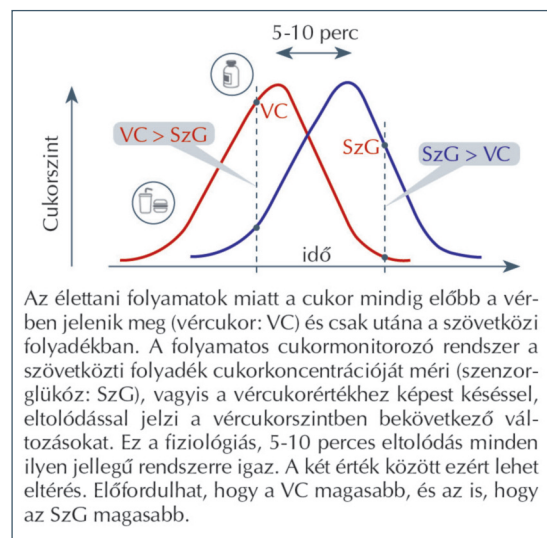
A CGM-eszközök letöltésével megjelennek a hypoglykaemia- és hyperglykaemia-mintázatok. A szenzoros eredmények értékeléséhez a szabványosított „ambuláns glükózprofil” (AGP) használjuk (1. ábra).

Az ambuláns glükózprofil grafikonokat (2. ábra), valamint glükózmérőszámokat tartalmaz: átlagos glükóz, idő (százalék) a céltartományban (3,9–10,0 mmol/l), idő (százalék) hypoglykaemiában (<3,9 mmol/l, <3,0 mmol/l), és idő (százalék) hyperglykaemiában (>10,0 mmol/l és >13,9 mmol/l) (9). A céltartomány megváltoztatható egyes betegcsoportok esetében (például csökkentendő várandósok számára vagy emelendő az esendő, polimorbid, idősebb felnőttek esetében). A glükózsintek variabilitását a standard

eltérés és a százalékos variációs együttható alapján számoljuk. A glükózkezelési mutató (GMI) legalább 10 nap, a CGM adataiból (lehetőleg ≥ 14 nap) kiszámítható. A GMI új mérőszám, amely a HbA_{1c}-t a CGM glükózátlagából becsüli (10). A GMI által becsült HbA_{1c} olyan átváltási képletet használ, amely a frissített klinikai vizsgálatokon és a modern CGM-készülékeken alapul, és nem mindig egyezik a laboratóriumi HbA_{1c}-értékekkel. Lehet hasonló, illetve magasabb vagy alacsonyabb is.

A rendszerek megbízhatósága

A szenzor a vénás plazmaglükózhoz képest alacsonyabb glükózértékeket mér az interstitialis közegben (szövetközi folyadék), amikor a vércukor koncentrációja gyorsan emelkedik, illetve magasabbat, amikor gyorsan csökken a különböző fiziológiai kompartmentek közötti késleltetett egyensúlyozás miatt (3. ábra) (11). Problémát jelent, hogy a CGM kevésbé pontos a szélsőségesen alacsony (<2,2 mmol/l) és a magas (>22 mmol/l) glükóztartományokban, de a pontossága összességében javult az utóbbi években. Az újabb készülékek esetében követelmény, hogy az átlagos abszolút relatív különbség (MARD) kisebb legyen, mint 11% (12, 13). A betegpopulációk, a mintanagyságok, a vizsgálati tervek és a módszerek közötti különbségek, valamint a különböző CGM-eket közvetlenül összehasonlító tanulmányok hiánya miatt az eszközök összehasonlítása vitatható, nem javasolt. Minden



3. ábra. A szenzor a vénás plazmaglükózhoz képest eltérő glükózértékeket mér a szöveti (interstitialis) térben gyorsan változó vércukorértékek esetén (saját anyag: adaptálva Diabetes Care 2007;30)

gyártó egyértelműen arra törekszik, hogy a szenzoros technológiák megbízhatóbbak, pontosabbak legyenek, amelyek majd folyamatosan javuló MARD-értékekben jelennek meg.

Fontos megjegyezni, hogy a paracetamol-, hydroxyurea-tartalmú gyógyszereket szedő vagy nagy dóziszú C-vitaminnal kezelt betegeknek néhány, de nem minden CGM-készülék esetében, tévesen emelkedett szöveti glükózértékek észlelhetők. Ez dóziszfüggő hatás (a gyógyszerek szöveti szintje alapján), oka például a paracetamol CGM-elektrodák általi oxidációja (14).

CGM-rendszerek és az 1-es típusú cukorbetegség

A szöveti glükózmonitorozás széles körben elfogadott az 1-es típusú cukorbetegség esetében. Erről előnyös, kidolgozott nemzetközi és hazai szakmai ajánlások állnak rendelkezésre mind a betegeknek, mind a szakembereknek (15).

1-es típusú cukorbetegségben a HbA_{1c} már nem az egyetlen, anyagcserehelyzet jellemzésére szolgáló alapvető paraméter. Mellette a TIR (time in range) és a glükózvariabilitás (eltérési koefficiens) is hasonló fontosságú. A CGM-et viselő 1-es típusú cukorbeteg anyagcserehelyzete ma már nem mérhető fel korrekten módon ezen paraméterek ismerete nélkül.

Az önellenőrzés lehetővé teszi az inzulin adagolásának és időzítésének, valamint az étkezések időzítésének és tartalmának módosítását a glükózeredmények azonnali visszajelzése alapján. Segítségével időben történhet a beavatkozás alacsony vagy csökkenő glükózsintek mellett. A monitorozás csak akkor lesz hatékony, ha betegeinket felkészítjük, oktadjuk az információk felhasználására, a megfelelő étrendi vagy terápiás módosítások elvégzésére.

A megbízhatósági gondok (különösen a hypoglykaemiás tartományokban), a bemelegedési idő és egyes CGM-készülékek kalibrálásának szükségessége miatt a CGM nem szünteti meg az időnkénti ujjbegyes (SBGM) mérés szükségességét.

CGM-et használó 1-es típusú cukorbetegség esetében a CGM következetes használata biztosítja a legnagyobb glykaemiás előnyt (16, 17). A „következetes felhasználás” klinikailag minimum 75%-os használatot jelent, azaz a betegnek a szenzorozható napok legalább $\frac{3}{4}$ részében viselnie kell az eszközt. Ezenkívül a betegeknek és az egészségügyi személyzetnek érteniük kell a technológiához, és képesnek kell lenniük az adatok elemzésére és a CGM által nyújtott információk felhasználására az inzulinadagok módosításához.

A folyamatos glükózmonitorozás (CGM) lehetséges és igazolt előnnyel jár a biztonságos anyagcsere-vezetésben, a gyakori éjszakai hypoglykaemiában, eszméletvesztéses hypoglykaemia és/vagy gyakori hypoglykaemiás epizódokban szenvedők esetében (18). A szöveti glükózmonitorozás (CGM) eszköz, nem pedig terápiás beavatkozás. Fontos információkat szolgáltat, amelyek segítségével a motivált betegek módosíthatják viselkedésüket, javíthatják HbA_{1c} -értékeiket, és biztonságosan növelhetik a céltartományban eltöltött idő százalékos arányát, miközben csökkentik a hypoglykaemia kockázatát (19–21).

CGM-rendszerek 2-es típusú cukorbetegségben

Először azt kell tisztázni, hogy kinek kell önellenőrzést végeznie? Röviden: javasolt és indokolt minden cukorbetegnek. Az ellenőrzés kevésbé gyakori 2-es típusú cukorbetegéknél, mint az 1-es típus esetén, és függ a kítűzött glykaemiás célértékektől és az alkalmazott kezeléstől. A mérések gyakorisága változhat az egyéni igények alapján.

A CGM-et ritkán alkalmazzák nem intenzív inzulinterápiával kezelt 2-es típusú cukorbetegéknél. Napi többszöri inzulininjekcióval (bázis/bólus inzulinterápia, BBT) kezelt 2-es típusú cukorbeteg számára, akiknek az adagját a glükózsintek alapján kell beállítaniuk, potenciális előnnyel jár, különösen a gyakori hypoglykaemiák vagy külső segítséget igénylő hypoglykaemiás epizódok esetén (18). Ilyen esetekben valós idejű RT-CGM, vagy az olcsóbb intermittálóan szkennelő isCGM-készülékek (más néven flash CGM) használata javasolt. Akik nem érték el kezelési céljaikat, vagy akik gyakran változtatják az inzulin dózisát a kezelési rendjükben, az időszakos, célzott használat segíthet a glykaemiás minták azonosításában, amelyek alapján az inzulinkezelés változtatásait irányíthatják. A CGM elsősorban professzionális, azaz retrospektív eszköz, időszakos használata azonosíthatja a glykaemiás mintákat. Például a reggeli utáni hyperglykaemia kimutatása arra készítheti az egyént, hogy megváltoztassa a reggeli szénhidrát-összetételét, majd az étkezés előtt és két-három órával utána végzett SBGM-mel értékelje a beavatkozás hatékonyságát.

A valós idejű CGM-eszközök egy-, három- vagy ötpercenként mérik és továbbítják a glükózértékeket az eszköz-specifikus vevőegységre.

Kevés olyan vizsgálat van, amely a CGM hatékonyságát értékeli 2-es típusú cukorbetegekben (22–26). T2DM-ben szenvedőknél a CGM alkalmazása az SBGM-mel szemben szignifikáns A1C-csökkenést eredményezett (súlyozott átlagos különbség $-0,7\%$) (22). Súlyos és éjszakai hypoglykaemia mindkét csoportban ritkán fordult elő.

A CGM-rendszerek megjelenítik az aktuális glükózértéket, és trendnyilas megjelenítést-elemzést nyújtanak.

A napi többszöri ($n = 158$) vagy bazálisinzulinnal ($n = 175$) kezelt betegek későbbi vizsgálataiban a CGM az SBGM-mel összehasonlítva csökkentette a HbA_{1c} -t [korrigált átlagos különbség $-0,3\%$ (95% CI $-0,5-0,0\%$) 24 hét alatt, illetve $-0,4\%$ (95% CI $-0,8-0,0\%$) 8 hónap alatt] (18,

21). A CGM-csoport céltartományban töltött idejét nagyobb százalékban sikerült elérni [59% vs. 43%, átlagos különbség 15% (95% CI 8–23%)]. Nem volt különbség a napi összinzulindózisban vagy a gyógyszeres kezelés módosításában, ami arra utal, hogy a glykaemiás javulás a gyógyszeres, étrendi és/vagy testmozgási rend jobb betartásához kapcsolódott (26). Súlyos hypoglykaemia (százalékos idő $<3,0$ mmol/l) mindkét csoportban ritkán fordult elő (22, 26).

A későbbiekben ezen a területen bizonyára változások lesznek. Egyértelműnek tűnik, hogy a CGM klinikai előnyt jelent az intenzív kezelést alkalmazó betegek körében.

Nem inzulinnal kezelt T2DM-ben az SBGM kevésbé hatékony a glykaemia javításában (22). Hasznos lehet a biztonság szempontjából egyes betegeknél, akik olyan gyógyszereket szednek, amelyek hypoglykaemiát okozhatnak, illetve egy olyan betegoktatási stratégia részeként is, amely hangsúlyozza az étrend, a fizikai aktivitás és a cukorbetegség gyógyszereinek a vércukorszintre gyakorolt hatását.

Összefoglalás és ajánlások

Az 1-es típusú cukorbetegéknél gyakori vércukor-ellenőrzés szükséges a glikált hemoglobin (HbA_{1c} -) célértékek biztonságos eléréséhez, gyakori vagy súlyos hypoglykaemiák nélkül. A betegek ujjbegyes szúrással végzett vércukorszint-monitorozást (SBGM) vagy folyamatos glükózsint-monitorozást (CGM) alkalmazhatnak.

A megbízhatósági problémák (különösen a hypoglykaemiás tartományokban), a bemelegedési idő és egyes CGM-készülékek kalibrálásának szükségessége miatt a CGM nem szünteti

meg a legalább napi 1–3 ujjbegyes mérés szükségességét.

A CGM nélküli SBGM-et használó 1-es típusú cukorbeteg esetében az otthoni mérést legalább naponta négyszer, lehetőség szerint hat-szor (étkezés előtt és lefekvéskor), alkalmanként postprandialis (90 perccel étkezés után), testmozgás előtt és a biztonság kedvéért alkalmanként hajnali 3-kor kell elvégezni. A vizsgálatok gyakorisága az egyéni igények alapján változik. Az ismétlődő külső segítséget igénylő hypoglykaemiás epizódokat átélő betegek gyakrabban ellenőrzik magukat, különösen járművezetés vagy bármilyen gép kezelése, kisgyermek felügyelete és egyéb olyan tevékenységek előtt, amelyekben veszélyes lehet a kognitív funkciók csökkenése.

A T1DM-ben szenvedő betegeknek mindenképpen indokolt első lépésben az RT-CGM rendszer felajánlása/bevezetése, lehetőség szerint közfinanszírozási támogatással. Itthon szerencsés helyzetben vagyunk, 2020. január 1-je után társadalombiztosítási támogatással elérhető egy RT-CGM rendszer.

Az SBGM hasznos a 2-es típusú cukorbetegéknél, akik olyan gyógyszereket szednek, amelyek hypoglykaemiát okozhatnak és/vagy titrálásuk, dózisuk módosítandó a vércukoreredmények függvényében.

A CGM-et egyelőre ritkán alkalmazzák intenzív inzulinterápiával nem kezelt 2-es típusú cukorbetegéknél. Az időszakos CGM-használat hasznos lehet a glykaemiás minták azonosításában és a betegoktatási program részeként.

Korrekt ajánlásnak tűnik (27), ha a CGM-felhasználás gyakoriságát a céltartományban eltöltött és/vagy a hypoglykaemiás tartományban töltött idő alapján határozzuk meg:

a. Olyan betegeknél, akik 90%-ban az egyéni szabott céltartományban tartják anyagcseréjüket, amellet, hogy kevesebb, mint 1%-ban tartózkodnak a hypoglykaemiás tartományban, 6 havonkénti kétételes szenzorozás elegendő.

b. Olyan betegeknél, akik 70% körüli időt töltenek az egyéni céltartományban, de 4%-nál magasabb a hypoglykaemiás tartományban töltött idő, 3 havonkénti, azaz évi $4 \times$ kétételes szenzorozás indokolt.

c. Olyan betegek esetén, akik csak 50%-ban vagy kisebb mértékben érik el az egyéni céltartományt, illetve magasabb, mint 4% a hypoglykaemiás tartományban eltöltött idő, 2 havonta indokolt a kétételes CGM-használat.

Az Amerikai Diabetes Társaság (ADA) ajánlása szerint (Standards of Medical Care in Diabetes – 2022) az intenzív inzulinkezelést alkalmazó 2-es típusú diabeteses betegeknél A szintű

bizonyítékot képviselnek a valós idejű glükózmunktorok a HbA_{1c}-szint javulásában és a hypoglykaemia megelőzésében, B szintű bizonyítékot szolgáltatnak a fenti terápiás célok elérésében az időszakosan pásztázandó isCGM-készülékek (más néven flash CGM-ek) (28, 29).

Hazánkban egyelőre kevés 2-es típusú diabeteses beteg alkalmazza ezeket a rendszereket, mert támogatott formában még nem érhetőek el, így elterjedésüket elsősorban a jelentős kezelési költség hátráltatja.

Bár világszerte jelentős a nyomás napjainkban a forgalmazói/gyártói oldalról az ellátó/finanszírozó

rendszerekre, hogy T2DM-ben a közfinanszírozás támogassa a szenorozás, esetleg a pumpakezelés bevezetését, ezt igen körültekintően kell kezelni az elkövetkező években. Klinikailag megfontolandónak tűnik a 2–6/év „blinded” (retrospektív) vagy valós idejű szenzor használatának támogatása a kiterjesztett inzulinkezelést alkalmazó, kezelési célokat el nem érő betegek körében. Jelenleg nincs Magyarországon engedéllyel forgalmazott retrospektív eszköz. Valós idejű glükózmunktorozásra van lehetőség, így a beteg részéről vagy a klinikai oldalról felmerülő igény esetén feltétlenül indokolt a támogató magatartás.

Irodalom

- Christiansen MP, Klaff LJ, Bailey TS, et al. A prospective multicenter evaluation of the accuracy and safety of an implanted continuous glucose sensor: The PRECISION Study. *Diabetes Technol Ther* 2019;21:231. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0020>
- Satish K. Garg, et al. Evaluation of accuracy and safety of next-generation up to 180-day long-term implantable eversense continuous glucose monitorin system: The PROMISE Study. *Diabetes Technol Ther* 2022;24:84. <https://doi.org/10.1089/dia.2021.0182>
- Kudva YC, Ahmann AJ, Bergenstal RM, et al. Approach to Using trend arrows in the freestyle libre flash glucose monitoring systems in adults. *J Endocr Soc* 2018;2:1320. <https://doi.org/10.1210/qs.2018-00294>
- Aleppo G, Laffel LM, Ahmann AJ, et al. A practical approach to using trend arrows on the dexcom g5 cgm system for the management of adults with diabetes. *J Endocr Soc* 2017;1:1445. <https://doi.org/10.1210/qs.2017-00388>
- <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm431385.htm> (Accessed on January 29, 2015).
- <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm602870.htm> (Accessed on April 02, 2018).
- Aleppo G, Ruedy KJ, Riddlesworth TD, et al. REPLACE-BG: A randomized trial comparing continuous glucose monitoring with and without routine blood glucose monitoring in adults with well-controlled type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2017;40:538. <https://doi.org/10.2337/dc16-2482>
- Bolinder J, Antuna R, Geelhoed-Duijvestijn P, et al. Novel glucose-sensing technology and hypoglycaemia in type 1 diabetes: a multicentre, non-masked, randomised controlled trial. *Lancet* 2016;388:2254. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31535-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31535-5)
- Heinemann L, Freckmann G. CGM Versus FGM; or, continuous glucose monitoring is not flash glucose monitoring. *J Diabetes Sci Technol* 2015;9:947. <https://doi.org/10.1177/1932296815603528>
- Bergenstal RM, Ahmann AJ, Bailey T, et al. Recommendations for standardizing glucose reporting and analysis to optimize clinical decision making in diabetes: the ambulatory glucose profile. *J Diabetes Sci Technol* 2013;7:562. <https://doi.org/10.1177/193229681300700234>
- Bergenstal RM, Beck RW, Close KL, et al. Glucose Management Indicator (GMI): A new term for estimating a1c from continuous glucose monitoring. *Diabetes Care* 2018; 41:2275. <https://doi.org/10.2337/dc18-1581>
- Monsod TP, Flanagan DE, Rife F, et al. Do sensor glucose levels accurately predict plasma glucose concentrations during hypoglycemia and hyperinsulinemia? *Diabetes Care* 2002;25:889. <https://doi.org/10.2337/diacare.25.5.889>
- Damiano ER, El-Khatib FH, Zheng H, et al. A comparative effectiveness analysis of three continuous glucose monitors. *Diabetes Care* 2013;36:251. <https://doi.org/10.2337/dc12-0070>
- Welsh JB, Gao P, Derdzinski M, et al. Accuracy, utilization, and effectiveness comparisons of different continuous glucose monitoring systems. *Diabetes Technol Ther* 2019; 21:128. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0374>
- Maahs DM, DeSalvo D, Pyle L, et al. Effect of acetaminophen on CGM glucose in an outpatient setting. *Diabetes Care* 2015;38:e158. <https://doi.org/10.2337/dc15-1096>
- Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care* 2019;42:1593-603. <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
- Klonoff DC, Buckingham B, Christiansen JS, et al. Continuous glucose monitoring: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96: 2968. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2756>
- American Diabetes Association. 7. Diabetes technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care* 2020;43:S77. <https://doi.org/10.2337/dc20-S007>
- Heinemann L, Freckmann G, Ehrmann D, et al. Real-time continuous glucose monitoring in adults with type 1 diabetes and impaired hypoglycaemia awareness or severe hypoglycaemia treated with multiple daily insulin injections (HypoDE): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2018;391:1367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30297-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30297-6)
- Benkhadra K, Alahdab F, Tamhane S, et al. Real-time continuous glucose monitoring in type 1 diabetes: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2017;86:354. <https://doi.org/10.1111/cen.13290>
- Beck RW, Riddlesworth T, Ruedy K, et al. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in adults with type 1 diabetes using insulin injections: The DIAMOND randomized clinical trial. *JAMA* 2017;317:371. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19975>
- Lind M, Polonsky W, Hirsch IB, et al. Continuous glucose monitoring vs conventional therapy for glycemic control in adults with type 1 diabetes treated with multiple daily insulin injections: The GOLD randomized clinical trial. *JAMA* 2017;317:379. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19976>
- Beck RW, Riddlesworth TD, Ruedy K, et al. Continuous

- glucose monitoring versus usual care in patients with type 2 diabetes receiving multiple daily insulin injections: A randomized trial. *Ann Intern Med* 2017;167:365.
<https://doi.org/10.7326/M16-2855>
24. Yaron M, Roitman E, Aharon-Hananel G, et al. Effect of flash glucose monitoring technology on glycemic control and treatment satisfaction in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2019;42:1178.
<https://doi.org/10.2337/dc18-0166>
25. Cox DJ, Taylor AG, Moncrief M, et al. Continuous glucose monitoring in the self-management of type 2 diabetes: a paradigm shift. *Diabetes Care* 2016;39:e71.
<https://doi.org/10.2337/dc15-2836>
26. Martens T, Beck RW, Bailey R, et al. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in patients with type 2 diabetes treated with basal insulin: A randomized clinical trial. *JAMA* 2021;325:2262.
<https://doi.org/10.1001/jama.2021.7444>
27. Gandhi GY, Kovalaske M, Kudva Y, et al. Efficacy of continuous glucose monitoring in improving glycemic control and reducing hypoglycemia: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Diabetes Sci Technol* 2011;5:952.
<https://doi.org/10.1177/193229681100500419>
28. Jothydev K, Anoop M, Banshi S, et al. Time-in-range and frequency of continuous glucose monitoring: Recommendations for South Asia, diabetes & metabolic syndrome. *Clinical Research & Reviews* 2022;16:345.
<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102345>
29. *Standards of Medical Care in Diabetes-2022* *Diabetes Care* 2022;45(Supplement_1): S83-S9.6
<https://doi.org/10.2337/dc22-S006>