



A szénhidrát-anyagcsere állapot jellemzése a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer alkalmazása mellett

Characterisation of carbohydrate metabolism status using a continuous glucose monitoring system

Hevesi Judit Ildikó

rendelésvezető főorvos
Észak-Pesti Centrumkórház,
Járóbeteg Szakrendelő Intézet,
Diabetológia Szakrendelés
hevesi.judit0607@gmail.com



Absztrakt

Cél: A tanulmány bemutatja, hogyan lehet a szénhidrát-anyagcsere állapotot jellemezni és leírni a Magyarországon az 1-es típusú cukorbetegség esetén 2020 január 1-je óta társadalombiztosítás mellett elérhető folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer, köznapi nyelven szenzortechnika alkalmazásával.

Módszertan: A szerző bemutatja a Advanced Technologies & Treatments for Diabetes (ATTD) 2019-es kongresszusán összehívott nemzetközi konszenzus-konferencia kapcsán megszületett, a napi több száz glükózérték elemzésének egységes ajánlását, mely az *Ambulatory Glucose Profile* riportban, magyarul összefoglaló szenzorjelentésben öltött testet. Ismertetésre kerül, hogy a jelentésben mely adatokat és standardizált mutatókat kell feltüntetni, azoknak mi a szénhidrát-anyagcsere állapotra utaló természete, illetve javasolt terápiás értéke.

Megállapítások: A szenzorrendszer a szöveti glükózérték mellett rendelkezésre bocsátja a glikémiás kontroll egyéb biomarkereit is, melyekkel objektívebb és részletesebb képet kapunk a szénhidrát-anyagcsere állapotról, megkönnyítve a cukorbetegséggel élő hon- és rendvédelmi dolgozók egészségügyi alkalmasságának értékelését. Az összefoglaló jelentés egyértelmű és strukturált áttekintése megkönnyíti a terápiás döntések meghozatalát, illetve a beteg és az egészségügyi személyzet közötti kommunikációt.

Érték: A cikk bemutatja a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszert alkalmazó betegek diabetológiai dokumentációján feltüntetett szenoradatok jelentését és javasolt értékét, melyek segítségével az alapellátásban dolgozó egészségügyi személyzet is értelmezni tudja az adatokat, és jellemezni tudja a szénhidrát-anyagcsere állapotot.

Kulcsszavak: folyamatos szöveti glükózmonitor, AGP riport, standardizált vércukortartományok, vércukor-variabilitás

Abstract

Aim: The study presents how to characterise and describe carbohydrate metabolism using a continuous glucose monitoring system, which has been available under health insurance in Hungary since 1 January 2020, specifically for type 1 diabetes.

Methodology: The paper introduces the unified recommendations arising from the international consensus conference convened during the Advanced Technologies & Treatments for Diabetes (ATTD) 2019 congress, which pertains to the analysis of hundreds of daily glucose values. These recommendations are embodied in the Ambulatory Glucose Profile report, summarised in a sensor report in Hungarian. The presentation outlines which data and standardised indicators should be included in the report, their nature indicating the state of carbohydrate metabolism, and their suggested therapeutic values.

Findings: In addition to tissue glucose values, the sensor system provides other biomarkers of glycaemic control, offering a more objective and detailed picture of the carbohydrate metabolism status. This facilitates the assessment of the health fitness of law enforcement and defence personnel living with diabetes. The clear and structured overview in the summary report eases therapeutic decision-making and communication between patients and healthcare personnel.

Value: The article illustrates the significance and suggested interpretation of sensor data in the diabetic documentation of patients using continuous tissue glucose monitoring systems. This enables healthcare professionals in primary care to interpret the data and characterise the carbohydrate metabolism status.

Keywords: Continuous Glucose Monitoring System, AGP report, standardised blood glucose ranges, blood glucose variability

Bevezetés

Az utóbbi években hazánkban is egyre inkább elterjedt a folyamatos szöveti glükózmonitor rendszer (CGMS, Continuous Glucose Monitoring System), köznapi nyelven szenzortechnika használata az 1-es típusú cukorbetegséggel élők körében. Ennek oka, hogy 2020. január 1-jétől a magyar társadalombiztosítással rendelkező, 1-es típusú diabéteszben szenvedő felnőtt betegek bizonyos feltételek mellett 80%-os (18 év alatt, illetve 24 éves korig, ha nappali tagozaton tanul 98%-os) társadalombiztosítási támogatással juthatnak hozzá a technikához.¹ A CGMS-t már a klinikai vizsgálatokban is kiterjedten alkalmazzák adatok gyűjtésére és glükózprofilok elemzésére.

A betegnek az eszköz típusának megfelelően 7–14 naponta kell új szenzort beszúrnia a váll vagy a hasfal bőr alatti részébe. A bőr feletti részhez csatlakoztatott távadó Bluetooth kapcsolaton keresztül 1–5 percnként közvetíti a szöveti glükózkoncentrációt valamely elektronikai eszközre, általában okostelefonra vagy okosórára. A rendszer által a beteg valós időben, folyamatosan kap információt, egyszerre grafikus és numerikus formában a szénhidrát-anyagcsere állapotáról, követni tudja a szöveti glükózkoncentráció változásának nemcsak az irányát, hanem az intenzitását is. Mindezek alapján a technika alkalmazása könnyebb alkalmazkodást jelent a mindennapi élethelyzetekhez.

A rendszerhez riasztó funkció is tartozik, mely kapcsán a beállított alacsony, illetve magas glükózértékeknél az elektronikai eszköz figyelmeztetést ad le a beteg részére. Ezzel az akut anyagcsere-kisiklások – és ezzel a cukorbetegség akut szövödményei, mint a túl alacsony vagy túl magas vércukorértékek és az azokkal járó kóros elváltozások – megelőzhetőek. Az adatok a felhőalapú adatbázisból a kezelőszemélyzet számára is bármikor elérhetőek, ha a beteg korábban hozzájárult ahhoz, hogy a kezelőorvosa hozzáférjen szenzoradataihoz és kövesse a szénhidrát-anyagcsere állapotát.

A vércukorszint monitorozásának jelenlegi fő módszere, az ujjbegyszúrással történő vércukor önellenőrzés (SMBG, Self-monitoring of Blood Glucose) az 1-es típusú cukorbetegséggel élők körében egyre inkább háttérbe kerül. Az SMBG és a CGMS során nyert adatok száma eltér egymástól, hiszen az utóbbi technikával 24 órán át, 1–5 percnként kapott, napi 288–1440 glükózkoncentráció adatmennyiséget megközelíteni sem lehet az ujjbegyszúrással végzett méréssel ([URL1](#); [URL2](#); [URL3](#); [URL4](#)).

1 Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő: Társadalombiztosítási támogatással rendelhető és kiszolgáltató gyógyászati segédeszközök teljes körének érvényes listája. Érvényesség kezdete: 2020. január 1.

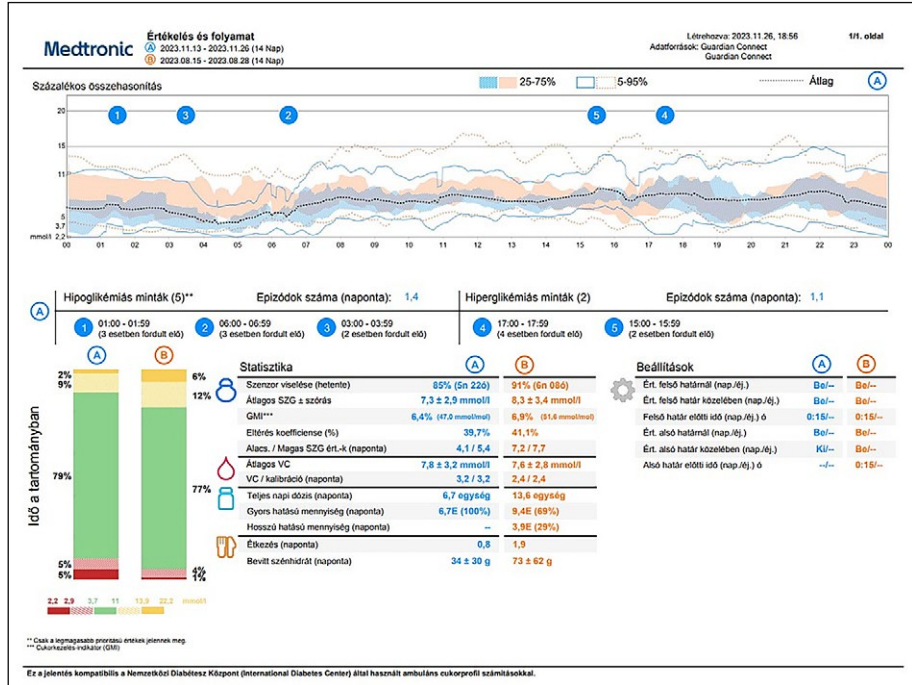
A szénhidrát-anyagcsere állapotot leíró hagyományos paraméter, a hemoglobin A1c (HbA1c) következtetni enged a megelőző 8–12 hetes időszak átlagos vércukorértékére, de nem tükrözi a vércukor napi ingadozását, és azt sem mutatja meg, hogy az adott anyagcsere-állapotot milyen eszközzel kellene javítani. Az időszakos, étkezés előtti és utáni vagy akár random SMBG értékek ugyan nyújtanak további információkat a kezelési döntések meghozatalához, de a glükóztrendekkel kapcsolatos fontos információkhoz ezzel az eljárással is csak erősen korlátozottan lehet hozzájutni.

Az Ambulatory Glucose Profil (AGP) riport

A CGMS használata mellett a szénhidrát anyagcsere állapotának elemzése a napi több száz szöveti glükózkoncentráció adatokból származtatott paraméterek értékelésével történik, ami már része a mindennapos klinikai gyakorlatnak. A CGMS egyre szélesebb körű felhasználása, a klinikai folyamatok pontosítása és az egységes szemléletmód kialakításának igénye sürgette az Advanced Technologies & Treatments for Diabetes (ATTD) 2017-es és 2019-es kongresszusán nemzetközi konszenzus-konferencia összehívását. Itt javaslatok születtek arra, hogy a már 1987-ben létrehozott AGP riport a CGMS adatok elemzésében szereplő mely standardizált mutatókat tartalmazza, illetve elfogadtak bizonyos, a szénhidrát-anyagcserét jellemző célértékeket is (Mazze et al., 1987; Danne et al., 2017; Battelino et al., 2019). Ezt a kijelölt időszak szénhidrát-anyagcsere-jére jellemző összefoglaló statisztikákat és glükózprofil grafikont tartalmazó egyoldalas riportot magyarul összefoglaló szenzorjelentésnek hívhatjuk. Ez az áttekintés a felhőalapú adatbázisban szereplő, különböző időtartamok szenzoradatainak összefoglaló jelentését takarja, és nemzetközi standardjává vált a szénhidrát-anyagcsere állapot CGMS adatai alapján történő retrospektív leírásának. Ennek megfelelően generálható a Magyarországon is elérhető szenzorforgalmazó cégek valamennyi rendszerével (1. számú ábra). Ez az egyoldalas jelentés ugyan a háttérszoftvertől függően cégenként eltérő formátumú, de egységesen olyan orvosi dokumentáció, amely mind a klinikusok, mind a betegek számára könnyen áttekinthető és érhető; legfontosabb adatait feltüntetjük a diabetológiai ellátás ambuláns lapján is (2. számú ábra).

1. számú ábra

Összefoglaló szenzorjelentés – a Medtronic cég AGP riportja, amely egy beteg 2023. 11. 13. – 2023. 11. 26. közötti összefoglaló adatait tartalmazza, összehasonlítva a három hónappal korábbi, 2023. 08. 15. – 2023. 08. 28. közötti adatokkal



Forrás: CareLink™ rendszerszoftver által generálva.

2. számú ábra

Az AGP riport adatainak feltüntetése az ambuláns lapon

2023.11.13-2023.11.26 közötti szenzoradatok:

Szenzorviselés: 85%

Átlagos glükózérték: 7,3 mmol/l +/- 2,9 mmol/l

GMI: 6,4 % (47,0 mmol/mol)

Glükóz variabilitás: 39,7 %

Standardizált vércukortartományokban töltött idő:

TAR Level 2 (13,9 mmol/l felett): 2%

TAR Level 1 (10,1 és 13,9 mmol/l között): 9%

TIR (3,9 és 10,0 mmol/l között): 79%

TBR Level 1 (3,8 és 3,0 mmol/l között): 5%

TBR Level 2 (3,0 mmol/l alatt): 5%

Forrás: A szerző saját felvétele.

Az AGP riportokon a 2017-es konszenzus 14 standardizált mutató feltüntetését javasolta, a jelenleg használatos 2019-es konszenzus-értekezleten tíz paramétert tartottak szükségesnek, amelyek különösen hasznosak lehetnek a klinikai gyakorlatban (Danne et al., 2017; Battelino et al., 2019). Ezek a közvetvezők:

- CGMS-használattal eltöltött napok száma (időtartam, amelynek szenzoradataiból a riportot létrehozzuk).
- Szenzorhasználat.
- Átlagos glükózérték.
- GV: Glycaemic Variability (glikémiás variabilitás/eltérési koefficiens).
- GMI (Glucose Management Indicator, vércukorkezelési mutató; korábbi néven becsült – estimated – HbA1c).
- TAR: Time Above Range Level 2 (time above target glucose range, céltartomány feletti vércukorértékekkel eltöltött időtartam) a 13,9 mmol/l feletti glükózértékekkel.
- TAR: Time Above Range Level 1 (time above target glucose range, céltartomány feletti vércukorértékekkel eltöltött időtartam) a 10,1–13,9 mmol/l közötti glükózértékekkel, beleértve a szélső értékeket.
- TIR: Time In Range (time within target glucose range, céltartományban lévő vércukorértékekkel eltöltött időtartam) a 3,9 és 10,0 mmol/l közötti glükózértékekkel, beleértve a szélső értékeket.
- TBR: Time Below Range Level 1 (time below target glucose range, céltartomány alatti vércukorértékekkel eltöltött időtartam) a 3,0–3,9 mmol/l közötti vércukorértékekkel, beleértve a szélső értékeket.
- TBR: Time Below Range Level 2 (time below target glucose range, céltartomány alatti vércukorértékekkel eltöltött időtartam) a 3,0 mmol/l alatti vércukorértékekkel.

Szenzorhasználat

A CGMS társadalombiztosítási támogatással történő rendelkezés felnőtt beteg esetén hathavonta felül kell bírálni. Ebben segít a jelentés szenzorhasználatról szóló adata, hiszen csak akkor írható receptre a következő három havi szenzoradag, ha az anyagcsere-állapotra jellemző valamely paraméter javulása mellett a szenzorhasználat 70% felett van.² Azonban a minél rendszeresebb és folyamatos használat nem csak a társadalombiztosítási támogatás folytonossága

2 Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő: Társadalombiztosítási támogatással rendelhető és kiszolgálható gyógyászati segédeszközök teljes körének érvényes listája. Érvényesség kezdete: 2023. november 1.

végezt szükséges. A vizsgálatok kimutatták, hogy a megelőző 14 nap több mint 70%-os szenzorhasználata esetén ezen napok szenzoradatai erősen korrelálnak az elmúlt három hónap anyagcsere-állapotával (elsősorban az átlagos glükózszinttel, a TIR értékkel és a hiperglikémia mutatókkal), és arról releváns információhoz, majd annak alapján korrekt terápiás javaslatához jutni csak ilyen gyakoriságú szenzorhasználat esetén lehet (Riddlesworth et al., 2018).

Átlagos glükózérték és vércukor-variabilitás

A glikémiás variabilitás értékes mutatója a szénhidrát-anyagcsere állapotnak, amit legjobban a CGMS alkalmazásával tudunk meghatározni. A klinikai vizsgálatok alapján a technika legalább 10–14 napos folyamatos alkalmazása során nyert adatokból lehet reprezentatív CGMS-eredetű átlagos glükózértéket kapni. A variációs koefficiens százalékos formában fejezi ki az átlaghoz viszonyított szórás mértékét. Ez az a paraméter, amely megmutatja, hogy a HbA_{1c} érték mögött (amely az átlagos vércukorértékre utal) milyen széles tartományban elhelyezkedő vércukorértékek vannak. Minél magasabb a GV értéke, annál nagyobb mértékben térnek el az adatok az átlagértéktől, ami hatással van az életminőségre is. A stabil vércukorszintre a 36% alatti érték utal, míg ha a változékonysági mutató 36% vagy afeletti, instabil anyagcseréről beszélünk (Monnier et al., 2017). A glikémiás variabilitás a vércukorérték változásának dinamikus folyamata, jellemezhető a fluktuáció amplitúdójával, frekvenciájával és időtartamával. A vércukorértéknek egészséges szénhidrát-anyagcsere esetén is van variabilitása, azonban az érték szűk tartományban mozog, szigorúan szabályozva. Cukorbetegségben ez a tartomány a magasabb értékek felé mozdul el, bizonyos antidiabetikus kezeléssel pedig elérhetünk kórosan alacsonyabb értéktartományt is, azaz létrejöhet hipoglikémia.

Számos klinikai vizsgálatban elemezték a variabilitás és a hosszú távú – kis- és nagyér – szövődmények kapcsolatát. Bár a vércukorérték ingadozása kapcsolatban van az oxidatív stresszel, az endothel diszfunkcióval és a gyulladással kapcsolatos faktorok felszaporodásával – melyek a krónikus diabéteszes szövődmények patogenezisében is szerepet játszanak –, de még nincs bizonyíték arra, hogy a variabilitás független kockázati faktora lenne valamelyik komplikációnak (Martinez et al., 2021). Az emelkedett glükóz-variabilitás összefügg a hipoglikémia és a hiperglikémia gyakoriságával. A kórosan alacsony vércukorszint következtében akut vaszkuláris esemény is kialakulhat, az étkezés utáni magasabb érték pedig ismert kardiovaszkuláris rizikófaktor. A vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy a vaszkuláris eseményekkel és a mortalitással elsősorban

a hosszabb időtartamú és nagymértékű vércukor-variabilitás lehet kapcsolatban (Saisho, 2014).

Glükózkezelési mutató

Az átlagos vércukorértékből a rendszer egy statisztikai képlet alapján számolja ki a GMI értéket, ami a vénás vérből vett mintából, laboratóriumi körülmények között meghatározott HbA1c értékkel korrelálva ugyanabban a mértékegységekben van megadva. A reprezentatív CGMS-eredetű átlagos glükózértékből egy standard képlet használatával olyan érték állítható elő, amely az antidiabetikus kezelés hatékonyságát mutatja. Mivel ezt a képletet átlagos populáció átlagértékből származtatták, az egyéni jellemzők miatt különbség van a GMI és a HbA1c értéke között, de azok viszonya az adott betegnél állandó. Így egy beteg GMI értékéből következtetni lehet a vénás HbA1c értékre (Bergenstal et al., 2018). Azonban fontos annak az ismerete, hogy a HbA1c koncentráció aránya a teljes vér hemoglobin-koncentrációjában – a vörösvérsejtek élettartamának megfelelően – a megelőző 8–12 hetes időszakra vonatkozó anyagcsere-állapotra utal. Ezért például, ha egy néhány hétig tartó gyulladásoos betegség időtartamának CGMS adataiból számított GMI-t nézzük, az várhatóan magasabb lesz, mint a HbA1c érték, és ennek ellentéte is előfordul, ha a betegnek rövid ideig a szokásosnál alacsonyabb értékei vannak. A HbA1c bizonyos állapotokban alacsonyabb értéket mutat a valós értéknél – ilyen például az alacsony hemoglobinszinttel járó vérszegénység, a hemoglobinopathia, bizonyos hemoglobin-variáns(ok) jelenléte, terhesség alatti hemodilúció, illetve felgyorsult vörösvérsejt turn-over, vagy rövidebb vörösvértest-élettartam.

Standardizált vércukortartományok

A TAR, TBR és TIR esetén a jelentés a vizsgálat időtartam-százalékában tünteti fel azt az időtartamot, melynek során a szöveti glükózérték az adott vércukortartományban tartózkodott.

A TIR a cél glikémiás tartományban eltöltött időtartamot jelenti. A céltartományba a 3,9–10,0 mmol/l értékek tartoznak (beleértve a szélső értékeket), amelyek korrelációt mutattak a cukorbetegség szövödményeinek kialakulásában a Control and Complications Trial (DCTT) hétpontos SMBG adataival. A TIR alsó és felső határa nem szinonimája az egészséges szénhidrát-anyagcsere állapot határértékeinek, megválasztása inkább gyakorlati jellegű (Advani, 2020).

Az alsó határ (3,9 mmol/l) az a vércukorérték, ahol a hipoglikémia következtében az ellenregulációs hormonok felszabadulása megindul, a felső érték pedig azonos a cukorbetegségben javasolt postprandiális (étkezés utáni) érték felső határával (Agiostatidou et al., 2017; American Diabetes Association, 2019). Ezt a céltartományt nemzetközi, regionális és nemzeti endokrinológiai és diabetológiai szakmai társaságok is elfogadták. A 2019-es közös álláspont alapján a céltartományt teresség fennállása esetén javasolt a 3,5–7,8 mmol/l értéktartományra módosítani (Battelino et al., 2019). Klinikai vizsgálatokban használják a TIR szűkebb intervallumát is, ahol a céltartomány felső határa a 7,8 mmol/l [TITR: Time In Tight Range (time within tight glucose range)] (Battelino et al., 2023).

A 2019-es konszenzus konferencián meghatározták a standardizált vércukortartományok javasolt terápiás értékeit a különböző betegpopulációkra vonatkozóan. A 70%-nál magasabb TIR 24 órás CGMS adatait figyelembe véve azt jelenti, hogy a szenzor által mért szöveti glükózkoncentráció értékek több mint 16 óra 48 percen át a céltartományban voltak (Battelino et al., 2019). A TIR értéke ma már a vércukorkontroll jellemzésének egyik eszköze, továbbá a klinikai vizsgálatok egyik végpontjaként is alkalmazott paraméter. A TIR minden abszolút 10%-os változása 0,8%-os (9 mmol/mol) HbA_{1c} változást mutat (Vigersky & McMahon, 2019).

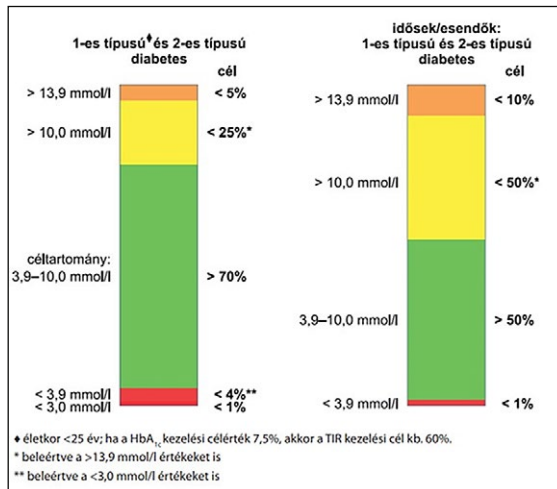
A céltartomány feletti (TAR) és alatti (TBR) tartományok 2–2 részre vannak osztva. A TAR-on belül határvonal a 13,0 mmol/l – ezen érték felett fokozott a kockázata a ketoacidózis kialakulásának, illetve nagyobb valószínűséggel jelennek meg a hosszú távú szövődmények (Agiostatidou et al., 2017). A TBR tartományt pedig a 3,0 mmol/l érték osztja ketté, ez alatt megjelennek a hipoglikémia neurológiai tünetei, fokozottabb a kockázata a súlyos hipoglikémiának és a halálozásnak (Agiostatidou et al., 2017; International Hypoglycaemia Study Group, 2019; American Diabetes Association, 2019). A standardizált vércukortartományok színes oszlopdiagramm formájában vannak feltüntetve a jelentésen. A diabetológiai szakmai ajánlások – így a 2023 augusztusában megjelent magyar ajánlás³ is – a fix szenzorglükóz határértékekkel kapcsolatos standardizált vércukortartományok százalékos nagyságára ad javaslatot (3. számú ábra). Tekintettel arra, hogy a szénhidrát-anyagcsere célértéket egyénre szabottan kell meghatározni, az idősebb vagy esendőbb betegeknél megengedőbb anyagcsere-paraméterek elérése a cél. A TIR és TBR értékek csökkenésével magasabb TAR értékek is elfogadhatók, vagyis a mért szöveti glükózértékek nagyobb arányban fordulhatnak elő a magasabb glükózértékekkel járó

3 A Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a diabetes mellitus kórismezéséről, a cukorbeteg antihyperglykaemiás kezeléséről és gondozásáról felnőttkorban.

tartományokban. Ezzel szemben terhességben a TIR-nek szigorúbb határértékek mellett magasabbnak kell lennie.

3. számú ábra

CGM-alapú kezelési célok diabetes mellitusban



Forrás: Battelino et al., 2019 alapján az érvényben lévő szakmai ajánlás.

A szenzoradatokból származó egyéb információk

Az 1. és 2. számú ábrán feltüntetett adatok alapján megállapítható, hogy a beteg 2023. 11. 13. és 2023. 11. 26. között rendszeresen használt szenzort, a céltartományban lévő GMI érték mellett azonban az anyagcsere variábilis, mely mögött az áll, hogy az értékek a vizsgált időtartamnak a javasoltnál nagyobb százalékában fordultak elő az alacsonyabb tartományban. Az alacsony vércukorértékek pedig az éjszakai-hajnali órákban jelentkeznek.

Az AGP riport mellett számos egyéb információ is elérhető, illetve a szenzornak megfelelő szoftver alapján letölthető a szenzor glükózérték felhő alapú adathalmazából. Elemezhető és összehasonlíthatók rövidebb-hosszabb időtartományok szénhidrát-anyagcsere állapotai, akár 90 nap adatai, de az adatokat napszakokra, órákra vagy akár étkezésekre is le lehet bontani. A beteg által a rendszerbe beírt eseményeknek – a beadott inzulin dózis, az elfogyasztott szénhidrát mennyiség, a szedett gyógyszer, fizikai munkavégzés – a szénhidrát-anyagcsere gyakorolt hatásait, illetve a beteg klinikai döntéseinek helyességét retrospektíve lehet elemezni. Vizsgálni lehet a hipoglikémiás és hiperglikémiás epizódok

megjelenését, s ezek segítséget nyújtanak a terápia megválasztásában, módosításában is. Az AGP a vizsgált időszak anyagsere-állapotát, a szenzorértékeket a numerikus mutatók mellett grafikusán is ábrázolja, feltüntetve a riasztással járó értékek napszaki elosztását. De van olyan jelentés, melyben az is látható, hogy a beteg hány alkalommal halasztotta vagy mulasztotta el a rendszer által kért kalibrálást – vagyis hány alkalommal nem mérte meg ujjbegyszúrással a vércukorértékét –, és mivel a mért értéket nem adta meg a rendszernek, kockára tette annak analitikai pontosságát. Ellenőrizni lehet azt is, hogy a szenzor riasztó funkcióit a beteg hogyan állította be, illetve módosított-e a javasolt beállításon.

Korábban javasolták a hipoglikémia és hiperglikémia kockázatára utaló low blood glucose index (LBGI) és high blood glucose index (HBGI) értékek megadását is, melyeket az SMBG értékeiből számoltak ki. Azonban a CGMS adatokon alapuló számítások enyhén alábecsülik a kockázatot, különösen az alacsony vércukor tartományban. Az Area Under the Curve (AUC, görbe alatti terület) lehetővé teszi a glükózsztint variabilitásának komplexebb elemzését. Ennek alkalmazása elsősorban kutatási célokra ajánlott, mivel a normális tartományban eltöltött idővel együtt integrálja a magas vagy alacsony vércukorszint súlyosságát (Danne et al., 2017).

Szerzői megjegyzés, következtetés

Már 2020 előtt is találkoztunk a szenzortechnikával, amikor még a CGMS rendszert hazánkban nem lehetett társadalombiztosítási támogatás mellett használni. Ekkor betegeink igen kis százaléka időnként be tudta szerezni külföldről a technikát. Már akkor bizonyossá vált, hogy a mért szöveti glükózértékek követése – akár időszakosan, akár folyamatosan, valós időben – nagy segítség a pácienseknek betegségük önmenedzselésében. A mért értékek ekkor javarészt csak numerikus megjelenítésben voltak láthatók, vagy a beteg maga számolt be a tapasztalatairól, az AGP riporthoz még nem lehetett hozzáférni. Azonban már az adatok mennyisége is nagy segítséget nyújtott a szénhidrát-anyagsere véleményezésében és a terápiás döntés meghozatalában.

A CGMS magyarországi megjelenésével az új technika új feladatok elé állította a szakmát, hiszen a rendszer működésének elsajátítása mellett új fogalmakat, terápiás célértékeket kellett megtanulnunk. A szenzorrendszer a 1–5 percenként mért szöveti glükózértékkel rendelkezésre bocsátja a glikémiás kontroll egyéb biomarkereit is, amelyeket már a mindennapokban is hasznosítunk és minden CGMS-t alkalmazó beteg ambuláns lapján fel is tüntetünk – bár (még) csak az 1-es típusú cukorbeteg gondozásában. Ezek kiegészítő információt nyújtanak a terápia

eredményeiről (akár a hosszú távú prognózisról is), illetve a szénhidrát-anyagcseréről objektívebb és részletesebb képet nyújtanak a klinikai kutatásokban is.

A szenzortechnika háttérsoftvere a színes AGP riport formájában olyan áttekinthető, könnyen értelmezhető és látványos összefoglaló grafikont, illetve táblázatokat készít, melyek lehetővé teszik a szénhidrát-anyagcsere állapot értékelését és a terápiás problémák azonosítását. Ezzel könnyebben jutunk terápiás döntésekhez – például az inzulin dózis finomhangolásához –, illetve részleteiben tudjuk elemezni a döntések következményeit, összehasonlítva a különböző időszakok anyagcsere-állapotait. Azzal, hogy a rendszer egyértelmű és strukturált áttekintést nyújt, megkönnyíti a beteg és az őt gondozó egészségügyi személyzet közötti kommunikációt. A diabetológiai ellátás során az AGP riportot a beteg dokumentációjához kell csatolni, illetve a 2019-ben javasolt tíz paramétert fel is kell tüntetni az ambuláns lapon. Az alapellátásban dolgozó háziorvosok, foglalkozás-egészségügyi szakorvosok, akár csapatorvosok munkáját az egészségügyi alkalmasság megállapítása kapcsán is megkönnyíti a szénhidrát-anyagcsere állapot pontosabb ismerete. A CGMS-t használó, nem kizárólag 1-es típusú cukorbetegséggel élő dolgozók elé objektívabb célokat is ki lehet tűzni. A rendelkezésre álló AGP riport önmagában is lehetőséget ad a telemedicina⁴ keretén belüli betegellátásra, amire folyamatosan nő az igény.

A szenzoradatok értékelésekor – elsősorban a valós időben történő szöveti glükózkoncentráció követésekor – számos más szempontot is figyelembe kell venni, többek között a technikai problémákat, a vénás és szöveti glükózkoncentráció eltérését, illetve időbeli késését egymáshoz képest, s mindezekről a beteget tájékoztatni kell. Nem szabad elfeledkezni az informatikai háttér szükségességéről sem, hiszen az adatok elérhetősége és feldolgozása folyamatos internetkapcsolatot feltételez mind a beteg elektronikai eszköze, mind a kezelőszemélyzet részéről.

Felhasznált irodalom

Advani, A. (2020). Positioning time in range in diabetes management. *Diabetologia*, 63(2), 242–252. <https://doi.org/10.1007/s00125-019-05027-0>

Agiostratidou, G., Anhalt, H., Ball, D., Blonde, L., Gourgari, E., Harriman, K. N., Kowalski, A. J., Madden, P., McAuliffe-Fogarty, A. H., McElwee-Malloy, M., Peters, A., Raman, S., Re-

4 „Az egészségügyi szakszemélyzet és a beteg közötti kapcsolat infokommunikációs eszközök segítségével, online elektronikus rendszeren keresztül jön létre (például telefon, számítógép).” Nemzeti Egészségügyi Központ. Egészségvonal.

- ifschneider, K., Rubin, K. & Weinzimer, S. A. (2017). Standardizing Clinically Meaningful Outcome Measures Beyond HbA1c for Type 1 Diabetes: A Consensus Report of the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Association of Diabetes Educators, the American Diabetes Association, the Endocrine Society, JDRF International, The Leona M. and Harry B. Helmsley Charitable Trust, the Pediatric Endocrine Society, and the T1D Exchange. *Diabetes care*, 40(12), 1622–1630. <https://doi.org/10.2337/dc17-1624>
- American Diabetes Association (2019). 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. *Diabetes care*, 42(Suppl1), S61–S70. <https://doi.org/10.2337/dc19-S006>
- Battelino, T., Alexander, C. M., Amiel, S. A., Arreaza-Rubin, G., Beck, R. W., Bergenstal, R. M., Buckingham, B. A., Carroll, J., Ceriello, A., Chow, E., Choudhary, P., Close, K., Danne, T., Dutta, S., Gabbay, R., Garg, S., Heverly, J., Hirsch, I. B., Kader, T., Kenney, J. & Phillip, M. (2023). Continuous glucose monitoring and metrics for clinical trials: an international consensus statement. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 11(1), 42–57. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00319-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00319-9)
- Battelino, T., Danne, T., Bergenstal, R. M., Amiel, S. A., Beck, R., Biester, T., Bosi, E., Buckingham, B. A., Cefalu, W. T., Close, K. L., Cobelli, C., Dassau, E., DeVries, J. H., Donaghue, K. C., Dovc, K., Doyle, F. J. 3rd, Garg, S., Grunberger, G., Heller, S., Heinemann, L. & Phillip, M. (2019). Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes care*, 42(8), 1593–1603. <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
- Bergenstal, R. M., Beck, R. W., Close, K. L., Grunberger, G., Sacks, D. B., Kowalski, A., Brown, A. S., Heinemann, L., Aleppo, G., Ryan, D. B., Riddlesworth, T. D. & Cefalu, W. T. (2018). Glucose Management Indicator (GMI): A New Term for Estimating A1C From Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes care*, 41(11), 2275–2280. <https://doi.org/10.2337/dc18-1581>
- Danne, T., Nimri, R., Battelino, T., Bergenstal, R. M., Close, K. L., DeVries, J. H., Garg, S., Heinemann, L., Hirsch, I., Amiel, S. A., Beck, R., Bosi, E., Buckingham, B., Cobelli, C., Dassau, E., Doyle, F. J. 3rd, Heller, S., Hovorka, R., Jia, W., Jones, T. & Phillip, M. (2017). International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes care*, 40(12), 1631–1640. <https://doi.org/10.2337/dc17-1600>
- International Hypoglycaemia Study Group (2017). Glucose Concentrations of Less Than 3.0 mmol/l (54 mg/dL) Should Be Reported in Clinical Trials: A Joint Position Statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes care*, 40(1), 155–157. <https://doi.org/10.2337/dc16-2215>
- Martinez, M., Santamarina, J., Pavesi, A., Musso, C. & Umpierrez, G. E. (2021). Glycemic variability and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *BMJ open diabetes research & care*, 9(1), e002032. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-002032>
- Mazze, R. S., Lucido, D., Langer, O., Hartmann, K. & Rodbard, D. (1987). Ambulatory glucose profile: representation of verified self-monitored blood glucose data. *Diabetes care*, 10(1), 111–117. <https://doi.org/10.2337/diacare.10.1.111>

- Monnier, L., Colette, C., Wojtuszczyzn, A., Dejager, S., Renard, E., Molinari, N. & Owens, D. R. (2017). Toward Defining the Threshold Between Low and High Glucose Variability in Diabetes. *Diabetes care*, 40(7), 832–838. <https://doi.org/10.2337/dc16-1769>
- Riddlesworth, T. D., Beck, R. W., Gal, R. L., Connor, C. G., Bergenstal, R. M., Lee, S. & Willi, S. M. (2018). Optimal Sampling Duration for Continuous Glucose Monitoring to Determine Long-Term Glycemic Control. *Diabetes technology & therapeutics*, 20(4), 314–316. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0455>
- Saisho, Y. (2014). Glycemic variability and oxidative stress: a link between diabetes and cardiovascular disease? *International Journal of Molecular Sciences*, 15(10), 18381–18406. <https://doi.org/10.3390/ijms151018381>
- Vigersky, R. A. & McMahon, C. (2019). The Relationship of Hemoglobin A1C to Time-in-Range in Patients with Diabetes. *Diabetes technology & therapeutics*, 21(2), 81–85. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0310>

A cikkben szereplő online hivatkozások

- URL1: *Enlite és Guardian 3 CGM*. <https://www.medtronic-diabetes.com/hu-HU/guardian-connect>
- URL2: *Guardian 4 CGM*. <https://www.medtronic-diabetes.com/hu-HU/guardian4-cgm-system>
- URL3: *Medtrum TouchCare CGM*. <https://medtrum.hu/>
- URL4: *GlucoMen Day CGM*. <https://www.cgms.hu/>

Alkalmazott jogszabály

Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő: Társadalombiztosítási támogatással rendelhető és kiszolgálható gyógyászati segédeszközök teljes körének érvényes listája

Alkalmazott szakmai ajánlás

A Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a diabetes mellitus kórismézéséről, a cukorbetegség antihyperglykaemiás kezeléséről és gondozásáról felnőttkorban

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

- Hevesi J. I. (2024). A szénhidrát-anyagcsere állapot jellemzése a folyamatos szöveti glükózmotorozó rendszer alkalmazása mellett. *Belügyi Szemle*, 72(1), 75–88. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.1.5>