

Hevesi Judit¹

A hon- és rendvédelmi szerveknél szolgáló, cukorbetegséggel élő személyek szénhidrát-anyagcsere-állapotának jellemzése az alkalmassági vizsgálat során

The Characterisation of the Carbohydrate Metabolism Status of Individuals Living With Diabetes Serving in Homeland Security and Law Enforcement Agencies During the Suitability Assessment

Absztrakt

A hon- és rendvédelmi szervek állományánál fontos szempont az egészségügyi alkalmasság megállapításakor, hogy a cukorbetegség fennállása esetén a szénhidrát-anyagcsere egyensúlyban van-e, hiszen ennek feltétele az „alkalmas” minősítés. Emellett a megfelelő vércukorértékek elérése és fenntartása alapvető fontosságú a rövid és hosszú távú szövődmények megelőzése céljából. Ennek hagyományos eszközei a vizelet és a vénás vér laboratóriumi vizsgálata, továbbá a betegek által végzett, ujjbegyi vércukormérések. Az utóbbi években elterjedt szöveti glükózmonitorozás további lehetőségeket kínál a szénhidrát-anyagcsere-állapot pontosabb és átfogóbb értékelésére. A munka összefoglalja ezen eszközök előnyeit, alkalmazási korlátait és a folyamatos szöveti glükózmonitorozás felhasználásának perspektíváit az egészségügyi alkalmassági vizsgálatok szempontjából.

¹ Rendelésvezető főorvos, Észak-Pesti Centrumkórház – Honvédkórház, Diabetológia Szakrendelés; doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, e-mail: hevesi.judit0607@gmail.com

Kulcsszavak: egészségügyi alkalmasság, cukorbetegség, glikémiás kontroll, folyamatos szöveti glükózmonitor, vércukorszint-ellenőrzés

Abstract

In assessing the health suitability of personnel in armed forces alongside the presence of diabetes, it is crucial to consider whether carbohydrate metabolism is balanced, as this may be a prerequisite for the classification of "Fit", besides the imperative of achieving and maintaining appropriate blood sugar levels to prevent short- and long-term complications. Traditional means of assessment include laboratory tests of urine and venous blood, as well as fingerstick blood glucose measurements by patients. In recent years, the widespread use of continuous glucose monitoring offers further opportunities for a more precise and comprehensive evaluation of carbohydrate metabolism status. This paper summarises the advantages, application limitations, and prospects of utilising continuous tissue glucose monitoring in the context of health suitability assessments.

Keywords: health suitability, diabetes mellitus, glycemic control, continuous glucose monitoring system, blood glucose monitoring

Bevezetés

A cukorbetegség (*diabetes mellitus*, DM) előfordulása (*prevalencia*) világszerte járványos méreteket ölt, bár hazánkban – más országokhoz hasonlóan – 2000 és 2014 között csökkent az új betegek száma.² A Nemzetközi Diabétesz Szövetség (International Diabetes Federation, IDF)³ két évente frissített adatai szerint a globális *prevalencia* a 20–79 éves kor közötti felnőttek körében 2000-ről 2021-re megháromszorozódott. Ilyen növekedési ütem mellett a betegszám a 2030-as évekre akár 643 millióra is nőhet.⁴ Az IDF Atlas 2013-as kiadása szerint Magyarországon a 20–79 éves korú lakosság körében az előfordulás 7,51% volt.⁵

A cukorbetegség a hasnyálmirigyhormon által termelt inzulin hatásának elmaradása következtében kialakuló, magas vércukor- (glükóz-)szinttel járó, az egész szervezetet érintő anyagcsere-betegség. Kialakulás alapján történő csoportosítás szerint az ezzel élők mintegy 90%-ának van 2-es típusú (*type-2 diabetes mellitus*, T2DM) és közel 10%-uknak 1-es típusú (*type-1 diabetes mellitus*) betegsége. A T1DM abszolút inzulinhiánnyal jár, aminek oka, hogy az inzulint termelő sejtek elpusztulnak. Ennek következtében a beteg élete végéig inzulinkezelésre szorul. A T2DM esetén a vércukorszint emelkedése mögött a hasnyálmirigy által termelt inzulinhormon hatásának elmaradása, vagyis az inzulinrezisztencia áll. Kialakulásában genetikai, környezeti

² KEMPLER 2016: 179,180.

³ Az IDF nemzetközi szervezet, munkásságának célja a cukorbetegség elleni küzdelem és annak világméretű összehangolása.

⁴ IDF 2021: 11–19.

⁵ IDF 2013: 118.

és életmódbeli tényezők is szerepet játszhatnak. E típus esetében a kezelés alapja az életmód befolyásolása kedvező irányba (életmód-terápia), ami fokozott fizikai munkavégzést jelent és megfelelő étrend alkalmazását: orvosi dietoterápiát. A kezelés további eszköze a vércukorszint megfelelő tartományba állítása és megtartása, a szív- és érrendszeri kockázati tényezők kezelése, valamint megfelelő vércukorszint-csökkentő gyógyszerek adása. A cukorbetegség kezelésének célja, hogy a beteg életminőségének megtartása (esetleg javítása) mellett megelőzzük, vagy legalább időben kitoljuk a szövődmények kialakulását.

A vércukorszint és a szövődmények közötti kapcsolatra már a múlt században végzett klinikai vizsgálatok felhívták a figyelmet.⁶ A várhatóan legeredményesebb vércukorszint-csökkentő (antihyperglükémiás) kezeléssel tartósan jó anyagcserehelyzet, a közel normoglikémia elérésére kell törekedni. A rövid távú vagy akut komplikációk potenciálisan életveszélyes állapotot jelentenek. Ilyen a tartósan magas vércukorszint (hyperglükémia) következtében kialakuló sav-bázis, illetve víz- és ionháztartás egyensúlyának felbomlása, és/vagy bizonyos cukorbetegség elleni gyógyszerek (például inzulinkezelés) mellékhatásaként kialakuló extrém alacsony vércukorszint (hipoglikémia).

A tartósan magas vércukorszint okozta károsodások kezdetben rejtve maradnak és reverzibilisek, de az idő előrehaladtával már kialakul a sejtek (szövetek, szervek) kóros és egyre irreverzibilisebb elváltozása.⁷ Ugyanis ez a betegség érinti nemcsak a szénhidrát-, hanem a fehérje- és zsíryanycserét is, és bizonyos szervi diszfunkciók (veseelégtelenség, vakság), illetve szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának fokozott kockázatával is jár. A szövődmények megelőzése azért fontos, mert azok fennállása határozza meg az egyén sorsát, akár rövidíti is az élettartamot, továbbá az egyénre és a társadalomra is hatalmas terhet rónak.

A cukorbetegség melletti egészségügyi alkalmasság

A hon- és rendvédelmi oktatási intézményekbe jelentkezés esetén az igazolt cukorbetegség minden formája kizáró oknak minősül. A Magyar Honvédség kötelékébe tartozók egészségügyi alkalmasságát üzemorvos, foglalkozás-egészségügyi, repülőorvosi vagy alkalmasságvizsgálatban, illetve repülőorvosi vizsgálatokban szakmai gyakorlattal rendelkező szakorvos állapítja meg és minősítheti. Ezek feltételét megfelelő rendeletek és utasítások rögzítik.⁸ Ha az „Alkalmasság” minősítés érvényessége alatt diagnosztizálnak cukorbetegséget, vagy ismerik fel valamely szövődményét – amely miatt a dolgozó nem felel meg a katonai szolgálatra vagy az általa betöltött szolgálati beosztásra –, felülvizsgálati eljárást kell kezdeményezni. A már állományban lévő dolgozóknál a cukorbetegség melletti egészségügyi alkalmasság függ a kezelés módjától, inzulinterápia mellett annak dózistól, az anyagcsere-állapot stabilitásától és a szövődmények meglététől. A munkavégzés szempontjából alkalmatlanságot jelent

⁶ GUBITOSI-KLUG 2014; UKPDS 1998.

⁷ RIDDLE–GERSTEIN–HOME 2021.

⁸ 2012. évi CCV. törvény a honvédek jogállásáról; 9/2013. (VIII. 12.) HM rendelet a honvédek jogállásáról szóló 2012. évi CCV. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról; 10/2015. (VII. 30.) HM rendelet a katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságról, valamint a felülvizsgálati eljárásról.

a stabilan nem beállítható diabetes, illetve a kialakult szövődmények (előrehaladott veseelégtelenség, szívelégtelenség, maradványtünetekkel járó agyi történés).

A rendvédelmi szervek dolgozóinál a cukorbetegség melletti egészségügyi alkalmasságot jogszabályok rögzítik. (Az egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról szóló rendeletek és utasítások.)⁹ Egyes utasításokban bizonyos tiszti és tiszthelyettesi besorolási osztályba tartozó szolgálati beosztások esetén az inzulinnal kezelt *diabetes mellitus* alkalmatlanságot jelent, míg a szövődménymentes, gyógyszeres kezelés alatt álló dolgozó alkalmassága kizárólag akkor állapítható meg, ha a vizsgálatot megelőző 12 hónap folyamán nem volt súlyosan alacsony vércukorértéke, illetve az egyén tisztában van annak bevezető tüneteivel és kockázataival.

Minél labilisabb az anyagcsere, vagyis minél változatosabb vércukorértékeket mutat az egyén, annál nagyobb a valószínűsége, hogy a kórosan alacsony vagy magas vércukorszint akut szövődményhez vezet. Ezek idegrendszeri tüneteket okozhatnak, és akár hirtelen eszméletvesztéssel is járhatnak. A cukorbetegség vagy a szövődményeinek kialakulása tartós vagy végleges egészségkárosodás következtében még ha nem is okoz egészségügyi alkalmatlanságot, bizonyos munkavégzés alóli felmentésekkel járhat együtt, szükségessé teheti a gépjárművezetői alkalmasság vagy fegyvertartási engedély felülvizsgálatát, sőt akár el is tanácsolhatják az érintettet az egyenruha viselésétől.

A cukorbeteg életük végéig rendszeres diabetológiai gondozásra szorulnak, amelyet akkreditált szakellátóhelyen végeznek.¹⁰ A diabetológus szakorvosi vélemény tartalmazza az anyagcsere-állapot minősítését, de a foglalkozás-egészségügyi vizsgálat során alkalmanként részletesebben ki kell térni az alkalmazott vércukorszint-csökkentő kezelés melletti szénhidrát-anyagcsere-állapot megítélésére, a glikémiás kontroll felülvizsgálatára. Ehhez egyszerű, megbízható, megfizethető és könnyen reprodukálható tesztekre van szükség.

A szénhidrát-anyagcsere-állapot jellemzésének eszközei

A megfelelő glikémiás kontroll azt jelenti, hogy a beteg vércukorértékei terápiás tartományban vannak. A legújabb amerikai szakmai ajánlás¹¹ az antihyperglikémiás kezelés hatékonyságának ellenőrzésére a következőket javasolja alkalmazni: a megelőző körülbelül 3 hónap átlagos vércukorértékére utaló hemoglobin A1c (HbA1c) értéket (lásd lejjebb); a beteg általi önellenőrzését újbegyí vérévétellel történő vércukor-meghatározást (*self-monitoring of blood glucose*, SMBG, vagy újabb elnevezéssel: *blood glucose monitoring*, BGM); valamint a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer (*continuous glucose monitoring system*, CGMS) során nyert tartományban töltött idő

⁹ 45/2020. (XII. 16.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alatt álló egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról; 35/2020. (XII. 23.) ORFK utasítás a Rendőrség állományának alkalmasságvizsgálatáról.

¹⁰ A Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a diabetes mellitus kórismezéséről, a cukorbeteg antihyperglykaemiás kezeléséről és gondozásáról felnőttkorban.

¹¹ American Diabetes Association Professional Practice Committee 2024: 111.

(*time-in range*) és átlagos CGM glükóz értékeit. Egyéb laborvizsgálati eredmények is rendelkezésünkre állnak a szénhidrát-anyagcsere-állapot jellemzésére. Ilyen a vizelettel történő cukorürítés ellenőrzése, a vénás vérből laboratóriumi körülmények között meghatározott, az elmúlt 2-3 hét átlagos vércukorértékére utaló fruktózamin-(FA-) szint, illetve az éhgyomri, az étkezés után bizonyos idő eltelte utáni és az étkezéstől független (random) vércukorértékek.

A vizelet cukortartalmának vizsgálata

A vese több mechanizmussal is szerepet játszik a szénhidrát-anyagcserében. Az egyik fontos funkciója, hogy a test vérének napi több mint 50 alkalommal történő átszűrése során a szűrletből a glükózmolekulákat visszaszívja a keringésbe, így normál körülmények között a vizelet glükózmentes. Ha a vércukor koncentrációja egy bizonyos értéket eléri a vérben, a vese kapacitása telítődik, és a vizeletben megjelenik a glükóz. Ezt az értéket, ami általában a 10 mmol/l vércukor-koncentrációt jelent, „veseküszöbnek” is szoktuk nevezni, de az érték egyéntől függő, és előfordulhat a 8-12 mmol/l értékek között is.¹²

A vizelet cukortartalmát meg lehet határozni laboratóriumi körülmények között, illetve alkalmazhatunk egyszerűbb és könnyen hozzáférhető szemikvantitatív teszt-csíkmódszert is. Ez utóbbi eljárás során a frissen ürített vizeletbe mártott tesztcsík – a glükóz-oxidáz hatására – mintegy 10 másodperc után elszíneződik. A vizelet glükóz-koncentrációjára a kisegítő színdiagram alapján lehet következtetni.

A vizeletben a cukor jelenléte utalhat arra, hogy a vércukorértékek magasak, azaz nincs egyensúlyban a szénhidrát-anyagcsere-állapot. Azonban a vizsgálatnak számos korlátja van, ilyen például az egyénfüggő veseküszöbérték, továbbá bizonyos anti-glikémiás készítmények alkalmazása. Ugyanis ezek a vércukorszintet úgy csökkentik, hogy megakadályozzák a vesében a glükózmolekulák visszaszívását a szűrletből, azaz cukorvizelést okoznak. Vizelettel történő cukorvesztést okozhatnak bizonyos genetikai betegségek is. A vizelet cukortartalmából a szénhidrát-anyagcserére levonható általános következtetés korlátját jelenti az is, hogy a húgyhólyagban a vizelet órákon át gyűlik, vagyis ebben csak a vizeletürítések közötti átlagos glükózértékek tükröződnek; a vizeletminta aktuális glükózkoncentrációja ellenére a vércukorértékek tág határok között mozoghatnak. Mindezek miatt ma már túlhaladott a szénhidrát-anyagcsere-állapotnak a vizeleti glükóztartalom mérésével történő ellenőrzése.

HbA1c- és FA-szintek

A vérben lévő glükózmolekula képes a fehérjékhez kötődni, és e kötött fehérjék mennyisége függ az átlagos vércukor-koncentrációtól. A hemoglobin a vér vörösvérsejtjeiben található, az oxigén és szén-dioxid szállítását végző fehérje. A HbA1c olyan hemoglobínmolekula, amelyhez glükózmolekula kapcsolódik. A fiatal vörösvérsejt még nem tartalmazza ezt a glikált hemoglobint. Azonban a sejtbe könnyen be tud jutni a vérben

¹² GERICH 2010: 136–142.

lévő glükózmolekula, és a hemoglobinhoz kapcsolódva létrejön a HbA1c, ami jelen van az egészséges egyénekben is. Minél magasabb a vércukorérték, a HbA1c annál nagyobb koncentrációban lesz jelen, aminek százalékban való megadása következtetni enged a szénhidrát-anyagcsere állapotára. Az értéke mutatja az átlagos vércukor-koncentrációt a vörösvérsejtek teljes élettartamára (90–120 nap), de legnagyobb mértékben a mérést megelőző 6–8 hétre vonatkozóan. Az értékének függvényében döntünk a terápia módosításának szükségességéről, és ez az érték határozza meg az antidiabetikumok rendelkezhetőségét is a társadalombiztosítási (Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő, NEAK) támogatás igénybevételével.¹³ Az antihyperglykémias kezelésre vonatkozóan a HbA1c értékkel kapcsolatban egyéni célértékről, pontosabban céltartományról (6,0–8,0%) beszélünk, figyelembe véve a beteg egyedi körülményeit és tulajdonságait (életkor, társszövődmények, hipoglikémia hajlam).¹⁴

Bizonyos rendellenességek esetén, például a számos ok (veseelégtelenség, vérzés)¹⁵ következtében kialakuló vérszegénység mellett, az alacsony vörösvérsejtszám miatt a HbA1c-szint nem értékelhető a glikémiás kontroll markereként, és nem alkalmazható bizonyos rasszoknál,¹⁶ illetve genetikai variációkban.¹⁷ Ezekben az állapotokban alternatívaként jön szóba a fruktózin (FA) koncentrációjának a mérése.¹⁸ A FA a vér összes glikált szérumfehérje (főleg albumin) koncentrációját tükrözi, azonban azok fluktuációja miatt csak az elmúlt 2–4 hét átlagos vércukorértékére enged következtetni, ezért a szénhidrát-anyagcsere rövid távú markereként alkalmazható.¹⁹ Klinikai hasznosságát és a foglalkozás-egészségügyi alkalmazását elsősorban ez a rövid időtartam korlátozza. A mindennapokban elsősorban a cukorbetegséggel szövődött terhesség kapcsán értékeljük vagy sebészeti beavatkozás előtt a műtethőség elbírálása céljából. A FA normál tartománya laboratóriumtól és vizsgálati módszertől függően változhat, 200–285 mikromol/liter ($\mu\text{mol/l}$) között szokott lenni.²⁰

Vércukorszint-önellenőrzés

Ma már a jobb anyagcserehelyzet céljából minden cukorbetegnek ajánlott a vércukorszint-önellenőrzés, ami az ujjbegyből nyert kapilláris vérminta glükózkoncentrációjának mérését jelenti. Az inzulinnal kezelt betegek sikeres önmenedzselésének feltétele az aktuális vércukorszint ismerete.

A vércukorszint-önellenőrzési adatokat a beteg vezetheti papíron, amit a kezelőorvosának bemutat (lásd 1. ábra). Ma már azonban a betegek jelentős része digitális formában vezeti vércukornaplóját, amihez számos applikáció áll rendelkezésre. Az újabb programok a mért értékeket statisztikai módszerekkel feldolgozzák és grafikus

¹³ NEAK: Az emelt indikációhoz kötött támogatási kategóriába tartozó betegségcsoportok, indikációs területek és a felírási jogosultak köre. Érvényesség kezdete: 2024. március 01.

¹⁴ DAVIES 2022.

¹⁵ KDIGO 2020: 41.

¹⁶ DAGOGO-JACK 2010.

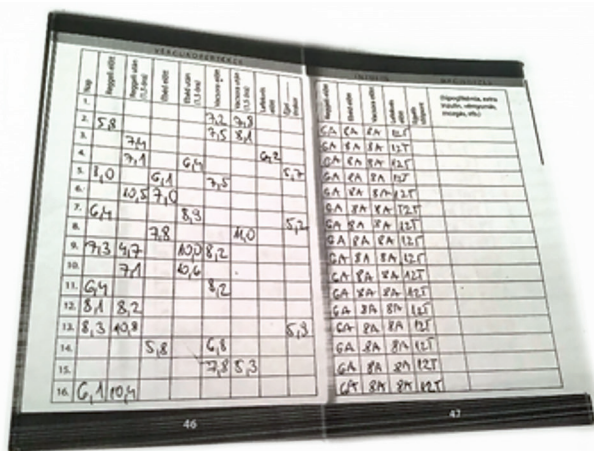
¹⁷ WHEELER 2017.

¹⁸ SACKS 2023: 832.

¹⁹ NANSSEU 2015.

²⁰ GOUNDEN 2023.

abrázolásá alakítják át, illetve a kezelőszemélyzet számára is hozzáférést engedélyezhetnek az interneten keresztül. Az SMBG-adatokból egyértelműen lehet következtetni a glikémiás kontrollra. Objektívebb képet kapunk, ha a glükométer által mért értékeket közvetlenül a vércukormérő készülékből nyerjük. Ennek azonban hátulütője, hogy a glükométert gyakran több egyén is használja, így annak memóriája nem kizárólag az adott dolgozó adatait tartalmazza. Hogy a vércukorszint-önellenőrzés milyen gyakran történjen, az elsősorban az alkalmazott kezeléstől függ, de az alkalmassági vizsgálat előtt kérhetünk a betegtől akár több napon át végzett profilvizsgálatot is. Ennek során a beteg a főétkezések előtti és utáni (az utolsó falatot követően 1,5-2 órával) értékeket mér, ezeket inzulinkezelés esetén éjszakai vagy hajnali mérésekkel egészítjük ki. Az eredmények a laborvizsgálati HbA1c vagy FA értékekkel együtt értelmezendők.



1. ábra: Papíralapú vércukornapló
Forrás: a szerző felvétele

Vércukorszintmérés laboratóriumi körülmények között

A cukorbetegség terápiájának monitorozására vagy az anyagcsere-állapot jellemzésére nem ajánlott a vér glükózkoncentrációjának meghatározása a vénás vérvétel során nyert minta laboratóriumi körülmények között történő feldolgozásával. Ez inkább a más vizsgálatokból származó információk kiegészítésére vagy az önellenőrzés pontosságának értékelésére használandó.²¹ Az alkalmassági vizsgálat kapcsán végzett laborvizsgálat során mért – akár étkezéshez kötött, akár random – vércukorérték csak az aktuális állapotot tükrözi. Így abból nem vonható le általános következtetés a glikémiás kontrollra. A napi többszöri vénás vérvételt jelentő profilvizsgálat időigényes, és az eredmények csak az adott nap anyagcsere-állapotát tükrözik.

²¹ SACKS 2023: 832.

A folyamatos szöveti vércukor-monitorozás

A szöveti glükózmanitorozó rendszer, köznapin nyelven szenzortechnika az utóbbi években egyre inkább elterjedt hazánkban is.²² A beszerezhető CGM-rendszerek működési elve hasonló. Az érzékelő egység a has vagy a felkar bőr alatti szövetrétegében helyezkedik el, amelyet a beteg önállóan tud behelyezni és a típustól függően 6–14 naponta cserélni. Ez folyamatosan méri a bőr alatti szövet vércukor-koncentrációját, a bőr feletti részhez csatlakoztatott távadó pedig a rendszer típusától függően 2–5 percenként Bluetooth-kapcsolaton keresztül továbbítja valamilyen elektronikai készülékre a szöveti glükózkoncentráció értékét mmol/l vagy mg/dl mértékegységben. Erre a célra a betegek leggyakrabban a saját okostelefonjukat használják. Így a sejtek közötti folyadék glükózkoncentrációjáról – ami a vénás vér vércukorértékét tükrözi – a CGMS típusától függően napi 288–1440 adat áll rendelkezésre. Az adatok felhőalapú rendszerben tárolódnak, bármikor leihívhatók, és lehetőséget adnak azok követésére egy másik személy (cukorbeteg gyermek hozzátartozója, kezelő team) számára. A rendszer a nagy mennyiségű adatból számos egyéb, a szénhidrát-anyagcserét leíró származtatott paramétert is rendelkezésre bocsát. Ezeket nemzetközi konszenzus alapján összefoglaló riport (*ambulatory glucose profil*, AGP) formájában meg is jeleníti (lásd 2. ábra).²³ Az AGP 10 olyan mutatót tartalmaz, amelyet az ambuláns lapon is rögzíteni kell (lásd 3. ábra). Feltünteteti, hogy az adott időtartam során a szenzor hány százalékban volt használatban, mennyi volt a mért átlagos szenzor-glükóz érték, a vércukorértékek eltérése az átlagtól (glikémiás variabilitás, GV), az átlagértékből számolt vércukorkezelési útmutató (glükózmenedzsment indikátor, GMI). A további 5 paraméter jelöli a standardizált vércukortartományokat. A céltartomány (7,8–10,0 mmol/l) feletti értékekkel eltöltött időtartam (*Time Above Target Glucose Range*, TAR) két részre osztva: a 10,1–13,9 mmol/l közötti (beleértve a szélső értékeket), illetve a 13,9 mmol/l feletti értékeket jelöli. A céltartományban lévő (3,9–10,0 mmol/l közötti, beleértve a szélső értékeket) vércukorértékekkel eltöltött időtartam (*time in range*, TIR) és a céltartomány alatti értékekkel eltöltött időtartam (*time below range*, TBR) a 3,0–3,8 mmol/l (beleértve a szélsőértékeket) és a 3,0 mmol/l alatti értékeket kettéválasztva szintén jelzésre kerül.²⁴

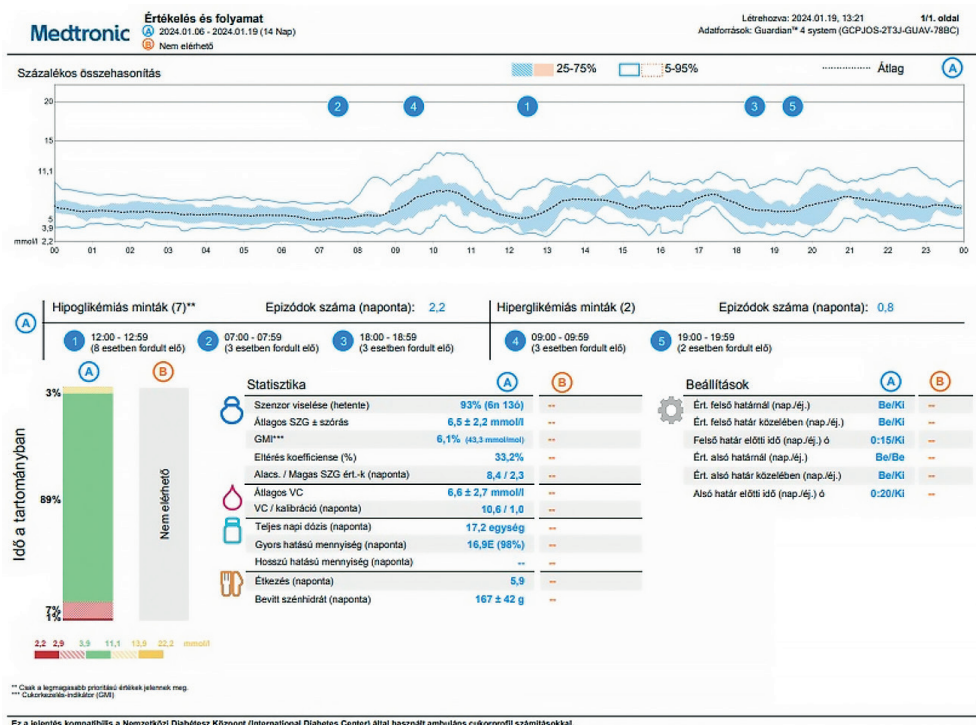
A CGMS alkalmazása melletti glikémiás kontroll jellemzésekor a GMI- és TIR-értékeket emeljük ki. A rendszer az átlagos szöveti glükózértékből statisztikai képlet alapján számolja ki a GMI-értéket, ami korrelál a HbA1c értékkel, és ugyanabban a mértékegységben adjuk meg (%), illetve mmol/mol). Az egyéni jellemzők miatt különbség van a GMI és a HbA1c értéke között, de azok viszonya az adott betegnél állandó – a GMI-értékből következtetni lehet a vénás HbA1c értékre.²⁵ Ennek megfelelően a GMI-érték esetén hasonló terápiás tartományok elérése javasolt a megfelelő anyagcserekontroll céljából.

²² HEVESI 2023.

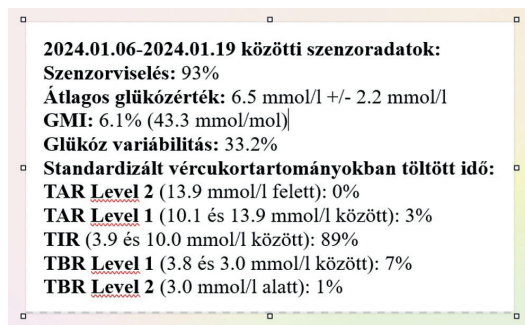
²³ DANNE 2017: 1637.

²⁴ HEVESI 2024: 80.

²⁵ BERGENSTAL 2018: 2279.



2. ábra: Összefoglaló szenzorjelentés – a Medtronic cég AGP-riportja
Forrás: CareLink™ rendszerszoftver által generálva



3. ábra: Az AGP-riport adatainak feltüntetése az ambuláns lapon
Forrás: a szerző felvétele

A TIR tartományának két szélső értéke (3,9, illetve 10,0 mmol/l) nemzetközileg elfogadott, ezeket csak terhesség és klinikai vizsgálatok kapcsán módosítjuk. Nemzetközi konszenzus konferencián történt a standardizált vércukortartományok különböző betegpopulációkra vonatkozó terápiás célértékeinek a megjelölése is.²⁶ Az alkalmas-

²⁶ BATTILINO 2019: 1593–1603.

sági vizsgálatok során is a 3,9 és 10,0 mmol/l közötti tartományt javasolt figyelembe venni, valamint a TIR értékének 70% felett kell lenni ahhoz, hogy az illető személy anyagcsere-állapotát egyensúlyban lévőnek véleményezzük. Az ajánlás szerint a TBR javasolt értéke 4% (Level 1), illetve 1% (Level 2). Fontos szempont, hogy a CGMS-adatokkal korrekten jellemezni egy időszak szénhidrát-anyagcseréjét csak akkor lehet, ha az adott időszakban a szenzorhasználat 70% feletti volt.

Nem invazív vércukormérési technikák

A nem invazív vércukormérési eljárások különböző fizikai elveken alapulnak, amelyekben az a közös, hogy nincs szükség mintavételre, azaz nem kell a bőrbe tűt vagy más invazív eszközt szúrni. Jelenleg számos eljárás van kidolgozás vagy fejlesztés alatt – a spektroszkópia, a bioimpedancia, az optikai koherencia tomográfia, a fotopletizmográfia –, amelyekkel a glükózkoncentráció meghatározása a bőrön keresztül vagy a nem invazív módon hozzáférhető verejtékből és könnyből történik. Ezeknek a technikáknak az analitikai pontossága és a klinikai megbízhatósága (egyelőre még) nem megfelelő, és (még) nem elfogadott eszközök a cukorbetegség gondozásában – így az alkalmasság megítélésekor sem alkalmazhatók.

Következtetés

A cukorbetegség sikeres kezelésének egyik sarokköve, hogy a szénhidrát-anyagcsere egyensúlyban legyen, azaz a vércukorértékek a céltartományban legyenek, ugyanis ekkor kisebb az esélye mind a rövid távú, mind a hosszú távú komplikációk kialakulásának. A nem megfelelő szénhidrát-anyagcsere-állapotra a beteg tünetei (például acetonos lehelet), panaszai (például fokozott szomjúságérzés) és egyéb laboratóriumi paraméterek (például kóros lipidértékek) is utalhatnak, de az előbb említett eszközökkel a cukorbeteg gondozó orvos vagy az alapellátásban dolgozó háziorvos és a foglalkozás-egészségügyi szakorvos objektíven meg tudja állapítani, hogy a beteg diabétesze rövidebb-hosszabb ideje egyensúlyban van-e.

Az egészségügyi alkalmasság megállapításakor rutinszerűen végzik a vizelet teljes laboratóriumi vizsgálatát, amibe beletartozik a cukortartalom kimutatása is. A kóros eredmény utalhat arra, hogy a vizsgált személynek magasabb volt a vércukorértéke a mintavételt megelőző órákban, ez pedig felvetheti annak gyanúját, hogy az anyagcseréje nincs egyensúlyban. Ugyanakkor azonban a cukorvizelésből nem következtethetünk egyértelműen rossz glikémiás kontrollra, azt tehát további vizsgálatokkal kell alátámasztani.

A rövid távú monitorozás az aktuális – általában éhgyomri és étkezés utáni – vércukorszint mérését jelenti. Ez a terápia optimalizálása (például megfelelő inzulin dózis alkalmazása) mellett segít az extrém magas vagy alacsony vércukorértékek azonosításában és az akut szövődmények megelőzésében. Ennek eszköze az ujjbegyi SMBG, a CGMS és a vénás vérből laboratóriumi vizsgálat során történő vércukorérték meghatározása. Ha a beteg megfelelő számban végez ujjbegyi vércukor-ellenőrzést, akkor

az úgy nyert adatok feldolgozásával az anyagcserét hosszabb távon is lehet jellemezni. Másfelől azonban a CGMS segítségével sokkal nagyobb számú és objektívebb adathoz lehet hozzájutni, a rendszer révén kapott paraméterek pedig pontosabb és részletesebb képet adnak a szénhidrát-anyagcseréről. Az egészségügyi alkalmasság megállapítása során a hipoglikémiás rosszullétek kizárásakor is egyértelműen a CGMS alkalmazásának van a legtöbb előnye, hiszen azok előfordulását mutatja a TBR-érték. Ha ennek mindkét tartományában 0%-os az érték, az azt jelenti, hogy a vizsgált időszakban nem fordult elő hipoglikémia a cukorbetegség akut szövődményeként.

Bár a laboratóriumi vércukorszintmérés pontos adatokat ad, és nem is költséges, de csak korlátozottan hozzáférhető, időigényes, és még akkor sem enged következtetni az általános anyagcsere-állapotr, ha egész napos profilvizsgálatot végzünk.

A HbA1c – az anyagcserét jellemző hagyományos és leginkább használatos paraméter – és a FA értéke a vizsgálat előtti időszak átlagos vércukorértékére utal, de ezek mellett a glükózérték széles tartományban is mozoghat. Minél változatosabb a vér glükózkoncentrációja, vagyis minél variábilisabbak az értékek, annál labilisabb az anyagcsere, és annál nagyobb valószínűséggel fordul elő kórosan alacsony vagy magas vércukorérték. A variabilitást leginkább a CGMS-technikával tudjuk ellenőrizni. A szenzor alkalmazásakor beállítható számos riasztó funkció is (meredeken emelkedő vagy csökkenő glükózérték; a túl alacsony vagy túl magas vércukorértékhez közelítő érték), aminek köszönhetően a beteg azonnal reagálni tud, és így az eszköz használata segít megelőzni a panaszokkal és tünetekkel járó hipo- és hiperglikémiát.

A fentiek alapján elmondható, hogy szenzortechnika az általa nyújtott információkkal számos előnyt kínál a cukorbetegséggel élő hon- és rendvédelmi szervek állományába tartozók egészségügyi alkalmassági vizsgálata során. Ezzel felvetődik a kérdés, hogy az egészségügyi szempontból „alkalmas” minősítést bizonyos terápián lévő cukorbeteg esetén lehet-e CGMS alkalmazásához kötni, avagy a vizsgálat előtti alkalmazása során nyert paraméterek alapján meg lehet-e adni? A válaszokhoz a technika használatának kiterjesztésére és az alkalmazás melletti előnyök és hátrányok vizsgálatára van szükség.

Felhasznált irodalom

- BATTELINO, Tadej et al. (2019): Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care*, 42(8), 1593–1603. Online: <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
- BERGENSTAL, Richard M. et al. (2018): Glucose Management Indicator (GMI): A New Term for Estimating A1C From Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care*, 41(11), 2275–2280. Online: <https://doi.org/10.2337/dc18-1581>
- DAGOGO-JACK, Samuel (2010): Pitfalls in the Use of HbA1(c) as a Diagnostic Test: The Ethnic Conundrum. *Nature Reviews. Endocrinology*, 6(10), 589–593. Online: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2010.126>

- DANNE, Thomas et al. (2017): International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care*, 40(12), 1631–1640. Online: <https://doi.org/10.2337/dc17-1600>
- DAVIES, Melanie J. et al. (2022): Management of Hyperglycaemia in Type 2 Diabetes, 2022. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care*, 45(11), 2753–2786. Online: <https://doi.org/10.2337/dci22-0034>
- GERICH, John E. (2010): Role of the Kidney in Normal Glucose Homeostasis and in the Hyperglycaemia of Diabetes Mellitus: Therapeutic Implications. *Diabetic Medicine*, 27(2), 136–142. Online: <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2009.02894.x>
- GOUNDEN Verena et al. (2023): Fructosamine. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): *StatPearls Publishing*. Online: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470185/
- GUBITOSI-KLUG, Rose (2014): The Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study at 30 Years: Summary and Future Directions. *Diabetes Care*, 37(1), 44–49. Online: <https://doi.org/10.2337/dc13-2148>
- HEVESI Judit Ildikó (2023): A folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer elérhetősége Magyarországon. *Belügyi Szemle*, 71(12), 2207–2222. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.12.6>
- HEVESI Judit Ildikó (2024) A szénhidrát-anyagcsere-állapot jellemzése a folyamatos szöveti glükózmonitorozó rendszer alkalmazása mellett. *Belügyi Szemle*, 72(1), 75–88. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.1.5>
- IDF (2013): *Diabetes Atlas*. 6th edition. Brussel. Online: <https://diabetesatlas.org/atlas/sixth-edition/>
- IDF (2021): *Diabetes Atlas*. 10th edition. Brussel. Online: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>
- KEMPLER Péter et al. (2016): A 2-es típusú diabetes előfordulása és költségterheinek alakulása Magyarországon 2001–2014 között – az Országos Egészségbiztosítási Pénztár adatbázis-elemzésének eredményei. *Diabetologia Hungarica*, 24(3), 177–188. Online: www.doki.net/upload/diabetes/magazine/dh1603_kemp-ler_20170210.pdf?web_id=
- NANSSEU, Jobert Richie et al. (2015): Fructosamine Measurement for Diabetes Mellitus Diagnosis and Monitoring: A Systematic Review and Meta-Analysis Protocol. *BMJ Open*, 5(5). Online: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-007689>
- RIDDLE, Matthew C. – GERSTEIN, Hertz – HOME, Phillip (2021): Lingering Effects of Hyperglycemia in Recently Diagnosed Diabetes During Long-term Follow-up of the DCCT/EDIC and UKPDS Cohorts: More Evidence That Early Control Matters. *Diabetes Care*, 44, 2212–2215. Online: <https://doi.org/10.2337/dci21-0030>
- SACKS, David B. et al. (2023): Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Clinical Chemistry*, 69(8), 808–868. Online: <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvad080>
- UKPDS Group (1998): Intensive Blood-Glucose Control With Sulphonylureas or Insulin Compared With Conventional Treatment and Risk of Complications in Patients With Type 2 Diabetes. *The Lancet*, 352(9131), 837–853. Online: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)07019-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)07019-6)

WHEELER, Eleanor et al. (2017): Lifelines Cohort Study. Impact of Common Genetic Determinants of Hemoglobin A1c on Type 2 Diabetes Risk and Diagnosis in Ancestrally Diverse Populations: A Transethnic Genome-Wide Meta-Analysis. *PLoS Medicine*, 14, e1002383. Online: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002383>

Jogi források

2012. évi CCV. törvény a honvédek jogállásáról
9/2013. (VIII. 12.) HM rendelet a honvédek jogállásáról szóló 2012. évi CCV. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
10/2015. (VII. 30.) HM rendelet a katonai szolgálatra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságról, valamint a felülvizsgálati eljárásról
35/2020. (XII. 23.) ORFK utasítás a Rendőrség állományának alkalmasságvizsgálatáról
45/2020. (XII. 16.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alatt álló egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról
NEAK: Az emelt indikációhoz kötött támogatási kategóriába tartozó betegségcsoportok, indikációs területek és a felírássra jogosultak köre. Érvényesség kezdete: 2024. január 1.

Felhasznált szakmai ajánlások

A Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a diabetes mellitus kórismézéséről, a cukorbetegség antihyperglykaemiás kezeléséről és gondozásáról felnőttkorban (2023). *Egészségügyi Közlöny*, 73(13), 1137–1247.
American Diabetes Association Professional Practice Committee (2024): Glycemic Goals and Hypoglycemia in Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(1), 111–125. Online: <https://doi.org/10.2337/dc24-S006>
KDIGO (2020): Clinical Practice Guideline for Diabetes Management in Chronic Kidney Disease. *Kidney International*, 98(4), 1–115. Online: <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.06.019>