

Dr. Winkler Gábor – Dr. Baranyi Éva

A cukorbetegség egészségkárosító hatása

A megelőzés és a kezelés lehetőségei

SPRINGMED SZAKDOLGOZÓI KÖNYVTÁR®



Dr. Winkler Gábor – Dr. Baranyi Éva:

A cukorbetegség egészségkárosító hatása

A megelőzés és a kezelés lehetőségei



© Dr. Winkler Gábor, Dr. Baranyi Éva

© SpringMed Kiadó, 2014.

Sorozatszerkesztő: Dr. Balogh Zoltán

Szakmai együttműködő partner: Magyar Egészségügyi Szakdolgozói Kamara

Elnök: Dr. Balogh Zoltán

Lektor: Dr. Halmos Tamásné

DR. WINKLER GÁBOR – DR. BARANYI ÉVA:

A CUKORBETEGSÉG EGÉSZSÉGGÁROSÍTÓ HATÁSA. A MEGELŐZÉS ÉS A KEZELÉS LEHETŐSÉGEI

SpringMed Szakdolgozói Könyvtár®, 2014

ISSN 2064-8154

HU-ISBN 978-615-5166-16-7

EBOOK-ISBN 978-615-6377-83-2

Minden kiadói jog fenntartva. A mű egészének vagy részleteinek nyomtatott vagy digitális formában történő sokszorosítása, másolása, online megjelenítése kizárólag a Kiadó előzetes írásos engedélyével lehetséges. A SpringMed Kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

SPRINGMED KIADÓ

1519 Budapest, Pf. 314.

www.springmed.hu

Felelős szerkesztő és kiadó: Dr. Böszörményi Nagy Klára

Tipográfia és borítóterv: Németh János

Tördelés és grafikák: Hakucsák Róbert

Nyelvi korrektúra: Vass Alexandra

Terjesztés: Végh Rita

Marketing és szerkesztőségi titkár: Peller Judit

Tartalomjegyzék

Beköszöntő	7
Ajánlás	8
Bevezetés	9
1. A cukorbetegség egészségkárosító hatása	11
1.1. A tartósan emelkedett vércukorszint egészségre gyakorolt hatásai	13
1.1.1. <i>Inzulinválasztás és inzulinhatás</i>	14
1.2. A nem kívánt vércukorszint-csökkenés szervezetre gyakorolt hatásai	17
1.2.1. <i>A kórosan alacsony vércukorszint és a kialakulását elősegítő tényezők</i>	18
1.2.2. <i>Az ismétlődő hipoglikémia veszélyei, kialakulása elkerülésének lehetőségei</i>	19
1.3. A szénhidrátanyagcsere-zavarok formái	21
1.3.1. <i>A cukorbetegség előállapottai</i>	22
1.3.2. <i>A cukorbetegség típusai</i>	24
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	29
2. A cukorbetegség akut szövődményei	31
2.1. A szövődmények fogalma, megjelenése és gyakorisága a cukorbetegség egyes típusaiban	31
2.2. Vércukor-emelkedéssel járó krízisállapotok	33
2.2.1. <i>Ketoacidózis</i>	33
2.2.2. <i>Ketózissal nem járó heveny vércukor-emelkedés (hiperglikémiás hiperozmoláris állapot)</i>	36
2.3. Nemkívánatos vércukorszint-csökkenés (hipoglikémia)	38
2.4. Tejsavacidózis	42
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	43
3. A cukorbetegség késői (krónikus) szövődményei – A kisérszövődmények	45
3.1. A kisérszövődmények lokalizációja és kialakulásának okai	46
3.1.1. <i>Az anyagcserekontroll fogalma és mutatói</i>	49
3.1.2. <i>A napszakos vércukor-ingadozás jelentősége</i>	51

3.1.3. A vérzsíreltérések szerepe a kisérszövődmények létrejöttében	52
3.1.4. A magas vérnyomás szerepe a kisérszövődmények kialakulásában	53
3.1.5. A genetikai tényezők szerepe	53
3.2. A cukorbetegség okozta szemészeti szövődmények	54
3.2.1. Retinopátia és a makulopátia	55
3.2.2. Szürke hályog (katarakta)	60
3.2.3. Zöld hályog (glaukóma)	61
3.2.4. Az éleslátás cukorbetegség okozta károsodásának lehetséges okai	62
3.2.5. A cukorbetegséggel összefüggő nem specifikus elváltozások	63
3.2.6. A cukorbetegség szemészeti vizsgálata	64
3.2.7. A szemészeti szövődmények megelőzésének és kezelésének lehetőségei	66
3.3. Diabéteszes nefropátia	67
3.3.1. A káros fehérjeürítés (mikro- és makroalbuminuria) fogalma és jelentősége	69
3.3.2. A veseműködés mérőszámai, vizsgálati lehetőségei	72
3.3.3. A vesekárosodás nem cukorbetegség-specifikus okai	76
3.3.4. A károsodott veseműködés kezelési lehetőségei	77
3.4. Neuropátia – az idegelemek cukorbetegség okozta károsodása	80
3.4.1. Az érzőműködés károsodása	84
3.4.2. A mozgató- (motoros) működés károsodása	85
3.4.3. A szervek beidegzésének zavara: autonóm neuropátia	86
3.4.3.1. A szív autonóm idegműködési zavara és vizsgálati lehetőségei	87
3.4.3.2. Az emésztőrendszer autonóm idegműködési zavara	89
3.4.3.3. A szexuális működés autonóm idegrendszeri károsodása	90
3.4.3.4. Az autonóm idegműködés egyéb zavarai	91
3.4.4. Az idegműködési zavarok kezelési lehetőségei	93
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	94
4. A cukorbetegség késői (krónikus) szövődményei – A nagyérszövődmények	97
4.1. A nagyérszövődmények kialakulásának okai és lokalizációja	97
4.2. A keringési kockázat fogalma és tényezői	101
4.3. A „diabéteszes szív”	104
4.4. A cukorbetegség okozta érszűkület	105
4.5. A „diabéteszes láb”, az idegkárosodás, a nagyérszövődmény és fertőzések együttes hatása	106
4.6. Az érszövődmények „holisztikus szemléletű” kezelése	110
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	111

5. Diabéteszes bőr- és szájelváltozások	113
5.1. Diabéteszes bőrelváltozások	113
5.1.1. A diabéteszhez társuló bőrelváltozáshoz vezető tényezők	113
5.2. A cukorbetegséget kísérő szájelváltozások	116
5.2.1. A szájelváltozások kialakulásához vezető okok és tünetek	116
5.2.2. A szájhigiéné jelentősége cukorbetegségben	117
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	119
6. A cukorbetegség leggyakoribb kísérőbetegségei	121
6.1. Magas vérnyomás cukorbetegségben	121
6.2. Vérzsíreltérések cukorbetegségben	125
6.3. Policisztás ovárium szindróma	126
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	128
7. Vércukor-önellenőrzés, cukorbeteg-gondozás	129
7.1. A vércukor-önellenőrzés fogalma, gyakorlata és jelentősége	129
7.1.1. A vércukor-önellenőrzés ajánlott gyakorisága	131
7.2. Az érszövődmények és a diabéteszes terhesség kapcsolata	133
7.3. Célzott szűrő- és ellenőrző vizsgálatok cukorbetegségben	135
7.4. A cukorbeteg-gondozás fogalma, helye, formái	138
7.5. Együttműködés a háziorvosi (alap-) és szakellátás között a cukorbeteg-gondozásban	141
Szakkifejezések gyűjteménye – tudásellenőrzés, ellenőrző kérdések	142
Rövidítésjegyzék	143
Neuropátiás centrumok Magyarországon	144
A SpringMed Kiadó könyvajánlója	147
Hasznos linkek, címek	151
A SpringMed Kiadó kiadványainak elérhetősége	152
Színes melléklet	153

Beköszöntő

A Magyar Egészségügyi Szakdolgozói Kamara kiemelt szakmai feladatának tekinti az egészségügyben és a szociális ellátásban tevékenykedő szakdolgozók szakmai fejlődésének támogatását. A naprakész tudással, korszerű klinikai és ápolási ismeretekkel rendelkező munkatárs elengedhetetlen része a magas színvonalú betegellátásnak, kliensgondozásnak. Éppen ezért a szakdolgozói köztestület örömmel vállalta fel azt a szakmai együttműködő partneri szerepkört, melyre Dr. Böszörményi Nagy Klára, a SpringMed Kiadó igazgatója kérte fel szervezetünket.

A SpringMed Szakdolgozói Könyvtár® kialakításával olyan sorozatot álmodtunk meg, mely a kiemelt népegészségügyi prioritások mentén nyújt segítséget az ismeretek gyarapításában az alapellátásban, a járó- és fekvőbeteg-ellátás területén dolgozó valamennyi gyakorló szakember számára. Kiemelt küldetésnek tartjuk, hogy a könyvtár egyes köteteiben szakdolgozói oldalról is vizsgáljuk az érintett témákat, elősegítve ezzel a kollégák önálló munkavégzését, például a betegoktatás, az egészségnevelés és a tanácsadás terén.

A tervezett sorozat mind formájában, mind pedig tartalmi összeállításában törekszik arra, hogy az Olvasó könnyen át tudja tekinteni az adott kötet tartalmát. A könyvtár sikerének záloga, hogy a Kiadó jóvoltából neves, elismert hazai szakemberek írásait olvashatjuk, melyet szintén kiváló, közismert lektorok véleményeztek. E két tényező együttes alkalmazása a kiadvány minőségét garantálja.

Jó olvasást, hasznos szakmai fejlődést kívánok!

DR. BALOGH ZOLTÁN
sorozatszerkesztő, elnök

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Ajánlás

Az egészségügyben dolgozó, de nem szakirányú végzettséggel rendelkezők széles körének szól ez a könyv, amely a hazánkban is népbetegségnek számító cukorbetegség ismertetését tűzte ki célul.

A diabétesz gyakorisága a hazánkban évek óta zajló szűrővizsgálatok adatai szerint legalább 7-8% között van, de ehhez a cukorbetegség előállapotát, a prediabéteszt is hozzászámítva, megközelíti a 20%-ot. Az utóbbi évtizedekben vált általánosan elfogadottá, hogy a diabétesz egyik fontos megelőző tényezője a súlyos szív- és érrendszeri betegségeknek, halálozásnak is. Ezért is kívánatos, hogy az egészségügyben bárhol is tevékenykedő szakdolgozók idevonatkozó ismereteiket kiegészítsék, ezzel is javítva a magyar lakosság egészségi állapotát. Az eltelt évtizedekben a diabétesz felfogása, és ennek következtében a megelőzés és kezelés elvei és gyakorlata jelentősen megváltozott. Számos adat bizonyítja, hogy a cukorbetegség előállapotában bevezetett jelentős életmód-változtatás, a rendszeres intenzív testmozgás, egészséges étrend elengedhetetlen a diabétesz hatásos prevenciójában. Ezért is indokolt e könyv terjesztése. Minél inkább terjed a diabétesz korszerű szemlélete és minél több szakdolgozó ismeri meg a megelőzés és kezelés hatásos új eszközeit, annál inkább megközelítjük az alapvető célt, a magyar lakosság kedvezőbb egészségi állapotának elérését és fenntartását.

DR. HALMOS TAMÁS
az MDT Szakdolgozói Szekció elnöke

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Bevezetés

E könyv elkészültének kalandos története van. 2012-ben vetette fel a Kiadó, hogy szívesen vállalkozna a cukorbetegség potenciális egészségkárosító hatásait bemutató átfogó munka megjelentetésére, ami nem orvosszakmai mélységű, de részletesebb és bővebb merítésű a kérdéskört feldolgozó korábbi betegtájékoztató kiadványoknál. Mivel korábban részt vettünk több, szoros értelemben vett szakmai – a diabetológiával napi gyakorlatban foglalkozó orvosok (*Gyakorlati diabetológia*), az alapellátásban tevékenykedők (*Diabetológia a háziorvosi gyakorlatban*), gyógyszerészek számára készült (*Diabetes mellitus. A gyógyszerészi gondozás alapvonalai*) – kiadvány szerkesztésében, továbbá számos könyvfejezet megírásában, s több edukációs kiadványt is megjelentettünk, örömmel vállalkoztunk a felkérésre. Csak már az írás szakaszában derült ki, hogy nem is olyan egyszerű az előttünk álló feladat.

Mérlegelnünk kellett, mit és milyen mélységben mutassunk be, melyek azok a részletek, amelyek segítik a cukorbetegség veszélyeztető hatásának megértését – és ismeretük révén a károsodások megelőzését vagy legalább mérséklését –, ugyanakkor megfelelő élettani és biológiai, biokémiai alapismeretek nélkül is átláthatók. A munka ezen fázisában merült fel, hogy összeállításunk alkalmas lehet az általános egészségügyi szakképzés segítésére, ám itt ismét választanunk kellett, mi az, amit könyvünknek feltétlenül tartalmaznia kell, s mi az, ami említhető, de nem szükséges, s mi, ami inkább kihagyandó.

Ekkor újra nem várt dilemmával találtuk szembe magunkat. A Magyar Diabetes Társaság támogatásával, az e képzésre szerveződött alapítvány koordinálásával ugyanis 1995 óta folyik hazánkban záróvizsgával megerősített, magas színvonalú diabetológiai szakápolóképzés, speciálisan e célra tervezett, strukturált elméleti és gyakorlati oktatás formájában. A tanulmányokat kiválóan összeállított jegyzet segíti. Összeállításunk nem az e képzésben részt vevőknek, vagy részt vetteknek íródott, hanem azon szakdolgozók – közép-, vagy felsősokú tanulmányokat folytatók – széles körének, akik napi munkájukban találkoznak, találkozhatnak cukorbetegekkel, s akik ezzel kapcsolatos ismereteit külön curriculum, kiadvány korábban nem segítette.

A cukorbetegek száma világszerte, így hazánkban is rohamosan emelkedik. A Nemzetközi Diabétesz Szövetség adatai szerint az érintettek száma a második ezred-

forduló táján 220 millió körüli volt, 2013-ban elérte a 382, 2035-re pedig előrejelzések alapján meghaladhatja az 592 milliót. A felnőttkori cukorbetegség népességen belüli arányát egy 2000-ben végzett felmérés 7,6%-ra teszi, újabb adatfeldolgozások már 10% körüli vagy azt meghaladó prevalenciáról számolnak be. A növekedés elsősorban a 2-es típusú cukorbetegség számának emelkedéséből adódik, s ismervén e kórforma gyakran tünetszegény kezdetű, nem meglepő az az adat, hogy minden cukorbetegre legalább még egy már fennálló, de még kórismézetlen esetet kell számítanunk. A cukorbetegség valamelyik előállapotában lévők – a normálisnál magasabb, de a kóros mértéket még el nem érő éhomi, illetve étkezés utáni vércukorszinttel rendelkezők – száma az ismert és még feltáratlan esetek számának közel kétszerese. E számok meggyőzően bizonyítják, hogy elengedhetetlen a cukorbetegséggel kapcsolatos legfontosabb tények ismerete minden egészségügyben dolgozó, betegekkel foglalkozó szakember számára, részben napi munkájuk megkönnyítésére, részben, hogy megfelelő tanácsokkal, útbaigazítással szolgálhassák a hozzájuk kérdéssel fordulókat.

Köszönettel tartozunk mindazoknak, akik segítették célkitűzéseink megvalósítását. Gombos Katalin osztályvezető főorvos asszonynak és Szigeti Zoltán főorvos úrnak (Szent János Kórház Szemészeti osztály) a szemészeti, Degrell Péter főorvos úrnak (Pécsi Egyetem Orvos- és Egészségügyi Centrum, II. Belgyógyászati Klinika és Nephrológiai Centrum) a veseszövődményekkel kapcsolatos, Eisenhauerné Fördős Andrea főnővérnek és Nagy Henriett diabetológiai szakápolónak (Szent János Kórház II. Belgyógyászat-Diabetológia) a neuropátiás károsodásokkal kapcsolatos felvételek átengedéséért. Külön köszönjük dr. Halmos Tamásné gondos lektori munkáját, a könyv szerkesztéséhez nyújtott tanácsait. Köszönet illeti a Kiadót a kiadvány elkészítésének gondolatáért és megvalósításáért. Hogy munkánk elérje-e célját, a visszajelzések döntik majd el. Olvasóink észrevételeit, javaslatait ezúton is köszönjük.

A SZERZŐK

viSSza a Tartalomjegyzékhez

A cukorbetegség egészségkárosító hatása

1.

1. A cukorbetegség egészségkárosító hatása

- 1.1. A tartósan emelkedett vércukorszint egészségre gyakorolt hatásai
 - 1.1.1. Inzulinválasztás és inzulinhatás
- 1.2. A nem kívánt vércukorcsökkenés szervezetre gyakorolt hatásai
 - 1.2.1. A kórosan alacsony vércukorszint és a kialakulását elősegítő tényezők
 - 1.2.2. Az ismétlődő hipoglikémia veszélyei, kialakulása elkerülésének lehetőségei
- 1.3. A szénhidrátanyagcsere-zavarok formái
 - 1.3.1. A cukorbetegség előállapotai
 - 1.3.2. A cukorbetegség típusai

1.

A cukorbetegség (szakkifejezéssel: *diabetes mellitus*) olyan komplex anyagcserezavar, amelyet kezeletlen formában tartósan emelkedett vércukorszint (*hiperglikémia*) jellemez. Ennek hátterében az inzulinhatás és/vagy az inzulinválasztás károsodása áll.

Mai ismereteink szerint – kevés kivételtől eltekintve – végleges, de jól kézben tartható állapot, kezeletlenül maradv, vagy nem kellő hatékonysággal kezelve azonban szervkárosodások kialakulásához vezethet, amelyek döntő többségükben érszövődményekre vezethetők vissza.

E meghatározással érdemes kissé részletesebben is foglalkozni, mert az alapfogalmak és összefüggések ismerete nélkülözhetetlen a későbbiek megértéséhez. Bár a betegséget a normálisnál magasabb vércukorszint jellemzi, az anyagcserefolyamatok károsodása korántsem korlátozódik a cukor- (pontosabban a szénhidrát-) anyagcserére, hanem érinti a fehérje- és zsírforgalmat is. Az inzu-

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Az inzulin hatásai



1. ábra: Az inzulin főbb anyagcsere- és sejtnövekedést befolyásoló hatása

lin ugyanis – amely a szénhidrát-anyagcsere elsődleges szabályozó tényezője – irányítja a fehérje- és zsíryanagcsere folyamatait is, elégtelen termelődése, vagy a szükségestől elmaradó hatása e folyamatokat is károsítja (**1. ábra**).

Nem az inzulin az egyetlen hormon, amely a cukoranyagcserét szabályozza, de közülük a legfontosabb. Mellette jelentős az ugyancsak a hasnyálmirigy szigeteiben – de az inzulinétól eltérő sejtek által – termelt *glukagon*, továbbá az agyalapi mirigyben képződő növekedési hormon, a mellékvesekéregben elválasztódó *kortizol*, valamint a mellékvesevelőből keringésbe jutó *adrenalin* és *noradrenalin* közrehatása is. Ez utóbbiakra a nem kívánt vércukoresésekkel kapcsolatos védekező reakció, az ún. *ellenregulációs folyamatok* összefoglalásakor térünk vissza.

1.1. A tartósan emelkedett vércukorszint szervezetre gyakorolt hatásai

A normálnál tartósan magasabb vércukorszint szövetkárosító hatású. Már az élettani tartomány felső határát mérsékelten meghaladó vércukorértékek is károsítják az érrendszert, elsősorban az ún. nagyereket (nagyér alatt a > 500 µm átmérőjű ereket értjük, morfológiailag ez a nagy- és középnagy artériák, az érlemeszesedés szempontjából leginkább érintett érszakaszok területe). E tekintetben nincs határérték.

A cukorbetegség minden formájában igazolták a normálnál hosszabb időn keresztül magasabb vércukor károsító hatását. Az egyéni érzékenység változó, így nem lehet pontosan megjósolni, kinél, mennyi idő elteltével jelentkezhet a kívátnál magasabb vércukorszint ártó hatása.

A rendelkezésre álló, az egyes személyek vonatkozásában nem, csak a csoport egészét tekintve tájékoztató becslések nagy esetszámú népességszintű epidemiológiai vizsgálatokból származnak. A jelentősebb vércukor-emelkedés a kisereket is érinti (**1. táblázat**). Természetesen mind a kis-, mind a nagyérvkárosodás kialakulásában további tényezők, elsősorban az emelkedett vérnyomás, a kóros vérzsírértékek, a dohányzás is közrejátszanak. Ezekre, valamint egyes szövődmények vonatkozásában genetikai tényezők befolyásoló hatására az egyes károsodások kapcsán térünk majd ki. A kisérvszövődmények kialakulását az élettant meghaladó napszakos vércukor-ingadozás is siettetheti. (A nagy-, illetve nagy- és kisérvkárosodások eltérő vércukor-értékhatárait az magyarázza, hogy cukorbetegségeken a magasabb vércukorszint mellett számos más keringési kockázati tényező hatása is érvényesül, külön-külön tehát már alacsonyabb érték mellett jelentkezik a veszélyeztető szerepük.)

1.

1. táblázat: A vércukorszintek normál értékei egészséges felnőtteknél

A vércukorszintek normál értékei

A vizsgált mutató vércukorszint (mmol/l)	Alacsony kockázat
- Éhomra és étkezések előtt *	
Laboratóriumi mérés	≤ 6,0
Önkontrollós mérés ^o	≤ 5,5
- Étkezések után **/***	
Laboratóriumi mérés	< 7,5
Önkontrollós mérés	< 7,5
- Lefekvéskor mérve ****	
Önkontrollós mérés	5,5-7,8
HbA _{1c} (%) ***	< 7,0 %
Szérumfruktózamin (μmol/l) ***	< 320

Az értékek 2-es típusú cukorbetegségre vonatkoznak, de nincs érdemi különbség 1-es típusú cukorbetegségben sem. Jelölések:

- * a Nemzetközi Diabétesz Szövetség Európai Régiójának ajánlása
- ** étkezés után 90 perccel mérve („szorosra” állított anyagcsere-vezetés – pl. cukorbeteg terhesek esetében – 60 perces mérések javasoltak, amelyek a feltüntetett adatoknál alacsonyabb tartományúak)
- *** az Amerikai és az Európai Diabétesz Társaság 2008-as irányelvei nyomán
- **** hazai testületi ajánlás alapján. A laboratóriumi vércukor értékek vénás plazmából történő mérésre vonatkoznak
- ^o az ágy melletti vércukormérők (*glukométerek*) korábban teljes vérre történő kalibrálással készültek, az újabb típusok azonban már plazmára kalibráltak. Plazmára kalibrált készülékek esetén a laboratóriumi és az önkontrollós célértékben nincs különbség!

1.1.1. Inzulinelválasztás és inzulihatás

Didaktikai okokból megkülönböztetjük a **bazális** (nyugalmi) és az étkezési többlet- (szakkifejezéssel: **prandiális**) **inzulin-termelést**, e két folyamat azonban a valóságban egymástól alig elválaszthatóan zajlik.

Bazális inzulintermelés

Prandiális inzulintermelés

- A **bazális inzulintermelés** feladata étkezési szünetekben a közel állandó vércukorszint fenntartása, amit a máj cukorkibocsátásának szabályozásával biztosít: a vércukorszint csökkenésekor a máj cukorkibocsátása fokozódik, emelkedésekor csökken.
- Az étkezésekkel bejutó szénhidrátok vércukoremelő hatása indítja be a **prandiális**, azaz az **étkezési többletinzulin**-elvá-

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

lasztást. Ez és a glukagonelválasztás egyidejű visszaszorulása teszi lehetővé az étkezéseket követő vércukorszint-emelkedés élettani határon belül maradását.

Az inzulin a hasnyálmirigy (latin nevével: *pancreas*) belső elválasztású része, az ún. *Langerhans-szigetek* speciális sejtjeiben, a *béta-sejtekben* termelődik. (A szigetek négy, hagyományos technikával alig elkülöníthető, de elektronmikroszkóppal és speciális festési eljárásokkal jól felismerhető sejttípusát a görög abc betűivel jelölték: az *alfa-sejtek* termelik a már említett *glukagont*, a *béta-sejtek* az inzulint, a *gamma-sejtek* a *pankreatikus polipeptidet*, míg a *delta-sejtek* a *szomatostatint*. A pankreatikus polipeptid élettani szerepe még kevésbé körvonalazott – bár számos hatása ismert –, a nem csak a hasnyálmirigyben elválasztódó szomatostatint más hormonok szabályozásában vesz részt.)

Az inzulin képződése folyamatos, a termelt hormon speciális sejtelemekben, ún. *szekréciós granulomokban* tárolódik. E granulomok a sejten belül folytonosan változtatják helyüket, a sejtfelszínhez legközelebb esőkből szabadul fel az inzulin és jut a keringésbe. Az inzulin képződése (*szintézis*), tárolása és megfelelő ingerekre – a vércukorszint emelkedésére – történő kibocsátása párhuzamosan zajlik.

Vércukor-emelkedés hatására azonnali, kétfázisú szekréció, étkezési többletinzulin-elválasztás következik be: a gyors, hirtelen emelkedő hormonkibocsátással induló első (korai) fázis 1-2 percen belül kialakul és mintegy 10 percig tart, amit egy alacsonyabb intenzitású második (késői) szakasz követ mintegy 45-60 percen át.

Cukorbetegekben ez az elválasztás károsodik: inzulinhiányos formákban, amikor alapvetően az inzulintermelés sérül (a béta-sejtek pusztulása vagy működészavara eredményeként), részben vagy teljesen hiányzik az inzulinelválasztás. Más formák esetében az inzulintermelés részlegesen megtartott, s alapvetően az inzulin hatása csökken.

Az inzulin sejtszintű hatásait speciális sejtfelszíni kapcsolóelemen, az ún. **inzulinreceptoron** keresztül közvetíti. E receptor egy külső, a sejtmembránon is áthaladó, és egy ehhez kapcsolódó, csak a sejt belsejében elhelyezkedő egységből áll. A két részt speciális kapcsolóelemek kötik össze. A külső rész biztosítja az inzulin receptorához történő kötődését, belső része pedig az ezt követő sejten belüli „információtovábbító”, szakkifejezéssel jelátviteli folyamatok megindítását.

Ha az inzulin receptorhoz történő kapcsolódása, vagy a jelátviteli folyamat sérül, az inzulin hatása károsodik. Ez utóbbit okozhatja az inzulinreceptor hi-

ánya (ritka genetikus formák esetében); a receptor szerkezetének megváltozása (ugyancsak genetikai eredettel); ami az inzulin és a receptor elégtelen kapcsolódását eredményezi, vagy a jelátviteli folyamat zavara. E harmadik a leggyakoribb.

Ilyen működészavart okozhatnak a zsírszövetben termelődő sejtműködést szabályozó tényezők (ún. zsírszöveti *citokinek*), gyulladásos mediátorok, vagy kóros mértékben képződő szabad zsírsavak. A felsorolt állapotok mindegyikében termelődik ugyan inzulin, de a receptor működészavara folytán hatása elmarad a kívánttól. Az ilyen állapotokat közös néven *inzulinrezisztenciának*, azaz csökkent inzulinhatással járó állapotoknak nevezzük. Ezt figyelhetjük meg elhízásban – különösen a felső testfelet érintő formájában (hasi, törzsi, vagy alma típusú elhízás) –, a petefészek sokcisztás betegségében (*polycisztás ovárium szindróma*: PCOS), s a szervezetet súlyosan terhelő állapotokban (pl. égés, szepszis stb.).

Az inzulinhatás csökkenését az inzulinelválasztás fokozódása egy ideig ellensúlyozhatja. Ez a magyarázat, hogy elhízottakon nem minden esetben alakul ki cukorbetegség, amint égés, vagy szepszis esetén sem. Ha azonban a genetikailag kódolt inzulintermelés nem képes ellensúlyozni az inzulinhatás csökkenését, vagy az ezt fenntartó ok hosszú időn keresztül, vagy jelentős mértékben érvényesül, cukorbetegség alakulhat ki.

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)