

Dr. Békefi Dezső

Gyermekkori diabétesz

Tanácsok diabétesz
szakápolóknak, szülőknek
és gyermekeiknek

Második,
bővített
kiadás

SPRING  KIADÓ

Dr. Békefi Dezső

**Gyermekekori diabétesz – Tanácsok diabétesz szakápolóknak,
szülőknek és a gyermekeiknek**

Második, bővített kiadás

Dr. Békefi Dezső

Gyermekkori diabétesz

Tanácsok diabétesz szakápolóknak,
szülőknek és a gyermekeiknek

Második, bővített kiadás



© Dr. Békefi Dezső

© SpringMed Kiadó, 2017., 2023.

Szakmai lektorok:

Dr. Hosszúfalusi Nóra, Szentirmai Bálint (első kiadás)

Prof. Dr. Soltész Gyula (második kiadás)

Dr. Békefi Dezső:

GYERMEKKORI DIABÉTESZ –

TANÁCSOK DIABÉTESZ SZAKÁPOLÓKNAK, SZÜLŐKNEK ÉS GYERMEKEIKNEK

Második, bővített kiadás

SPRINGMED BETEGTÁJÉKOZTATÓ KÖNYVEK – DIABETOLÓGIA® SOROZAT

PRINT-ISBN 978-615-5166-64-8

EBOOK-ISBN 978-615-6337-48-1

ISSN 1787-8829

*A kötetben az inzulinpumpa kezelésről és a szöveti glükózmérésről (CGMS) szóló fejezet-
részeket Dr. Körner Anna írta.*

A gyermekrajzokat Száva Péter (13 éves) és Száva Sára (11 éves) készítették.

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 Egyesületének tagja.

SPRINGMED KIADÓ

1519 Budapest, Pf. 314

www.springmed.hu

FELELŐS KIADÓ ÉS SZERKESZTŐ: Dr. Böszörményi Nagy Klára

BORÍTÓ: Németh János

TIPOGRÁFIA ÉS TÖRDELÉS: Hakucsák Róbert

TERJESZTÉS: Végh Rita

Ajánlás

Könyvemet Barta Lajos professzor emlékének ajánlom, aki hazánkban elsőként mutatott rá arra, hogy a gyermekkori diabétesz sajátos betegség mind a gyermekkorban előforduló kórképek, mind a különböző cukorbetegség-formák között.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet betegeimnek és szüleiknek, akiktől mindazt megtanulhattam, ami a szakkönyvekben nem szerepel.

Tartalom

Előszó a második kiadáshoz.....	11
Bevezetés.....	13
I. RÉSZ: TUDNIVALÓK A CUKORBETEGSÉGGEL KAPCSOLATBAN	15
1. Az anyagcsere sajátosságai.....	17
1.1. A fehérjék anyagcséréje.....	18
1.2. A szénhidrátok anyagcséréje.....	19
1.2.1. <i>Kristályos (krisztalloid) szénhidrátok, cukrok</i>	19
1.2.2. <i>Poliszacharidok</i>	21
1.3. A zsírok anyagcséréje.....	22
1.4. Ásványi anyagok.....	23
1.5. Vitaminok.....	24
1.6. Víz.....	24
2. A cukoranyagcsere szabályozása és zavarai.....	27
2.1. A cukoranyagcsere elsődleges szabályozása.....	27
2.2. A cukoranyagcsere szabályozásának zavarai.....	33
3. A gyermekkorban előforduló szénhidrátanyagcsere-zavarok.....	35
4. A gyermekkori diabétesz előfordulása.....	37
5. A gyermekkori diabétesz kialakulása.....	40
5.1. Örökletes tényezők.....	40
5.2. A béta-sejtek pusztulásának folyamata.....	41
5.3. A béta-sejtek pusztulását elősegítő és hátráltató tényezők.....	43
5.3.1. <i>Fertőzések, főként egyes vírusfertőzések</i>	43
5.3.2. <i>Stresszhatások</i>	43
5.3.3. <i>Korai tehéntejes táplálás</i>	44
5.3.4. <i>Egyéb tényezők</i>	44
6. A gyermekkori diabétesz tünetei.....	47
6.1. Sok vizelet (poliúria).....	47
6.2. Sok ivás (polidipszia).....	48

6.3. Sok éves (polifágia) melletti fogyás	48
7. A gyermekkori diabétesz diagnosztikája	51
8. A gyermekkori diabétesz természetes lefolyása	53
8.1. Kezdeti, rezisztens stádium	53
8.2. Remissziós stádium	53
8.3. Totális (teljes) diabétesz.....	55
8.4. Az inzulinérzékenység változása	55
9. A gyermekkori diabétesz kezelése, ellenőrzése és gondozása.....	58
9.1. Inzulinkezelés	63
9.1.1. Történeti áttekintés – az inzulin felfedezése	63
9.1.2. Inzulinfajták	64
9.1.3. Az inzulin beadási módja	64
9.1.4. Hagyományos adagolási mód.....	67
9.1.5. Pen-típusú inzulinadagolók, tollak.....	67
9.1.6. Sűrített levegővel történő adagolás (jet-adagolók)	69
9.1.7. Inzulinkezelési rendszerek	70
(Az ebben lévő 9.1.7.3. Inzulinpumpa kezelés fejezetért	
Dr. Körner Anna írta)	71
9.1.8. Szöveti cukor monitorozása (Írta: Dr. Körner Anna).....	82
9.2. Étrendi kezelés	85
9.2.1. Az étrend energiatartalma	86
9.2.2. A tápanyagok aránya	87
9.2.3. A táplálék napi szénhidrát tartalma és összetétele	88
9.2.4. A szénhidrát mennyiségének elosztása az egyes étkezések között..	89
9.2.5. A táplálék rost tartalma.....	89
9.2.6. A fehérjék és a zsírok.....	90
9.2.7. A táplálék változatossága, a kiegyensúlyozott táplálkozás.....	90
9.2.8. Az inzulin és a táplálkozás összehangolása.....	91
9.3. Életmódi tanácsok	95
9.3.1. A mozgás szerepe.....	95
9.3.2. A vércukorérték ellenőrzése	98
9.3.3. Kontrollok a gondozóban	101
9.3.4. Közbejövő és egyéb betegségek	103

9.3.5. Élvezeti szerek	106
9.3.6. Védőoltások	108
9.4. Tanácsok a kezelés technikájához	110
10. A diabétesz szövődményei	116
10.1. Akut (heveny) anyagcsere-szövődmények	117
10.1.1. Hipoglikémia	117
10.1.2. Hiperglikémia, diabéteszes ketoacidózis (DKA), diabéteszes kóma . . .	127
10.1.3. Egyéb kómafajták	131
10.2. Késői szövődmények	133
10.2.1. A kisereket érintő szövődmények (mikroangiopátiák)	134
10.2.2. A nagyereket érintő szövődmények (makroangiopátiák)	136
10.2.3. Összetett kórereditű szövődmény: a diabéteszes láb	136
10.2.4. Egyéb, gyermekkorban ritka szövődmények	137
II. RÉSZ: A GYERMEKNEVELÉS ÉS TÁRSADALMI BEILLESZKEDÉS	
KÉRDÉSEI	139
11. A serdülőkor sajátosságai	141
12. Cukorbeteg gyermek a bölcsődében, az óvodában és az iskolában	148
13. Pályaválasztással, autózéssel kapcsolatos tudnivalók	152
13.1. Pályaválasztás	152
13.2. Gépkocsi- és motorkerékpár-vezetői engedély megszerzése	154
14. Tudnivalók sportolás, utazás, üdülés esetére	156
14.1. Sport	156
14.2. Utazás, üdülés	157
15. Táborok cukorbeteg gyermekek részére	160
16. A cukorbeteg gyermekek társkapcsolati sajátosságai	162
17. A szülők, nevelők szerepe az ellátásban	165
18. A betegség elfogadása	169
19. A cukorbeteg gyermekek gondozásának gyakorlata	174
20. Kilátások – a jövő diabetológiája	178
20.1. A jelenlegi kezelési rendszerek tökéletesítésére irányuló kutatások . . .	179

20.1.1. Alternatív inzulinbeadási módszerek.....	179
20.1.2. A vércukor megítélésének kísérletes újdonságai.....	180
20.1.3. A technikai megoldási próbálkozások – a „mesterséges hasnyálmirigy”.....	180
20.2. Próbálkozások a biológiai megoldás irányában.....	181
20.2.1. Az immunfolyamat megállítása, visszafordítása.....	181
20.2.2. A szigetsejt- vagy teljes hasnyálmirigy-transzplantáció.....	182
20.2.3. Az őssejt technika.....	182
21. A szülők leggyakoribb kérdései.....	185
22. Társadalmi segítség a cukorbeteg gyermekeknek.....	190
MELLÉKLET.....	193
<i>Dr. Baranyi Éva–Dr. Békefi Dezső:</i>	
<i>„A felnőttkor küszöbén – Tanácsok cukorbeteg fiataloknak”</i>	
1. Bevezetés.....	194
2. Növekedés, érés, serdülőkor.....	195
3. Cukorbeteg serdülők sajátos problémái.....	196
4. Pályaorientáció, pályaválasztás.....	198
5. „Kell egy társ!”.....	200
6. „Merjem, ne merjem...”.....	203
7. Családtervezés.....	210
8. Zárszó.....	216
III. RÉSZ: HASZNOS TUDNIVALÓK.....	219
Szójegyzék – orvosi kifejezések magyarázata.....	221
A SpringMed Kiadó könyvajánlója.....	225
A Magyar Diabétesz Társaság által akkreditált gyermekdiabétesz gondozók.....	228
Hasznos címek, linkek.....	232

Előszó a második kiadáshoz

A KÖNYV első kiadása 2007-ben jelent meg. Azóta, sok pozitív visszajelzés és néhány kritika jutott el hozzám. 8 év alatt az orvostudomány és a gyermekkori diabétesz ellátási gyakorlata változott annyit, hogy – a kiadóval egyetemben – megérettnek láttuk az időt a második, átdolgozott kiadás megjelentetésére. Jelentős változás történt a vércukor-ellenőrzés és a pumpakezelés terén, ezért a pumpakezelés fejezet megírására a téma egyik legnagyobb hazai szakértőjét, Dr. Körner Anna tanárnőt (Semmelweis Egyetem I. Sz. Gyermekklinika, Budapest) kértem fel. A kedvező visszajelzések megerősítettek abban, hogy a könyv „filozófiáján” nem változtattunk; most is minden fejezet végén összefoglaljuk a mondanivalót az iskoláskor előtti és a kisiskolás korosztály számára. A könyvben található gyermekrajzokat két unokám (Száva Péter, 13 éves és Száva Sára, 11 éves) készítették azal a reménnyel, hogy egy kis gyermeki vidámságot tudunk becsempészni a sokszor komoly, és nem könnyű szövegek mellé.

A könyv megjelenéséért köszönettel tartozom a társszerzőmön és a rajzokat készítő unokáimon kívül a szakmai lektoromnak (Prof. Dr. Soltész Gyula, professzor emeritus, Pécs, Gyermekklinika), a SpringMed Kiadó munkatársainak és a kiadást anyagilag segítő szponzoroknak.

Tata – Budapest, 2016. július hó.

DR. BÉKEFI DEZSŐ

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Bevezetés

Kedves Olvasók!

(Remélem, hogy köztük a cukorbeteg gyermekek is!)

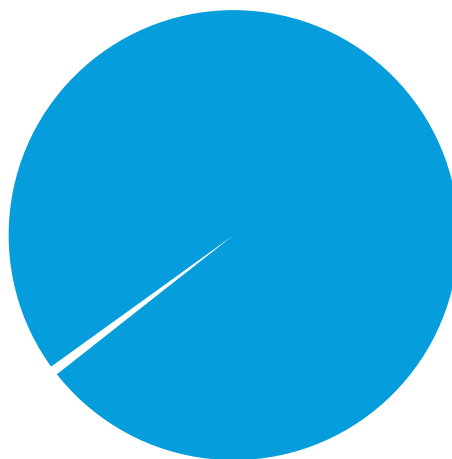
Könyvemmel azt szeretném elérni, hogy reális kép alakuljon ki Önökben/Bennetek erről a betegségről.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) a cukorbetegséget olyan állapotként határozza meg, amelyben az egészség feltételekhez kötött. Nagy hiba, ha ezt a definíciót a betegség bagatellizálásának tekintjük. Az egészséges állapothoz vezető feltételek ugyanis sokszor kemények, olykor nehezen határozhatók meg. A cukorbetegnek egészségéért, a hosszas szövődménymentességért, valamint a minél hosszabb és jó minőségű életért ezeket a feltételeket kell megismernünk, és alkalmazkodnunk kell hozzájuk.

A problémákat nem lehet szőnyeg alá seperni. A kesztyűt fel kell venni! Az a félelmetes, ami ismeretlen.

Ismerjük meg tehát a gyermekkori diabéteszt, és ezen keresztül legyünk úrrá rajta!

A diabétesz kezelésének, gondozásának az alapja az edukáció, vagyis a beteg és családja oktatása, megismertetése a betegséggel. Az 1. ábrán a nagy kék kör a beteg időegységét jelenti. Ez lehet egy év, 10 év, de – a mai tudásunk szerint – az egész élete, hiszen a mai lehetőségek mellett a diabétesz nem gyógyítható meg. A benne látható kicsiny fehér szelet pedig az időnek az a része, amit a beteg



1. ábra: A betegoktatás fontosságának szemléltetése

az orvosával, illetve a gondozó „csapattal” tölt. Ez az összes időnek a 0,1%-a, ha 3 hetente járna a beteg az orvoshoz, és 30 perc jutna rá. Háromhetente pedig nem lehet orvoshoz járni – legfeljebb a betegség kezdetén –, és ritkán jut egy betegre 30 perc. Vagyis az összes időnek csak parányi töredékét töltjük orvosunkkal. A diabétesz pedig ott van velünk folyamatosan. Akkor tudjuk tehát uralni minden időben ezt a betegséget, ha megismertük, ha minden alkalommal jól tudjuk meghatározni a feltételeket és megítélni a tennivalókat. Azt a kis, fehérrel jelzett időt tehát arra kell kihasználni, hogy a beteg és a szülő minél többet megtudjon a betegségről. Minél tanultabb a beteg és a családja, annál inkább teljesülhet a WHO idézett jelmondata.

Ezt a célt szolgálja ez a könyv is.

Fontosnak tartom, hogy életkori sajátosságaiknak megfelelően a beteg gyermekek is megtanulják, megértsék a betegségüket – ezért megkísérlem fejezetenként az abban foglaltakat megfogalmazni, megvilágítani úgy, ahogyan azt egy 3–5 éves, illetve egy 6–10–12 éves gyermeknek el lehet mondani, magyarázni. (Az internethez szokott korunkban a 10–12 éves életkortól a gyermekek könnyen felfogják, megértik a felnőtteknek szóló szöveget is.)

I. RÉSZ

TUDNIVALÓK A BETEGSÉGGEL KAPCSOLATBAN

1. Az anyagcsere sajátosságai	17
2. A cukoranyagcsere szabályozása és zavarai	27
3. A gyermekkorban előforduló szénhidrát- anyagcsere-zavarok	35
4. A gyermekkori diabétesz előfordulása	37
5. A gyermekkori diabétesz kialakulása	40
6. A gyermekkori diabétesz tünetei	47
7. A gyermekkori diabétesz diagnosztikája	51
8. A gyermekkori diabétesz természetes lefolyása .	53
9. A gyermekkori diabétesz kezelése	58
10. A diabétesz szövődményei	116

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

1.

Az anyagcsere sajátosságai

Anyagcserének – tágabb értelemben – az élő szervezet azon képességét nevezzük, amelynek során a szervezetbe került, illetve az ott található anyagok a biokémiai folyamatok során átalakulnak.

EZ EGYRÉSzt AZÉrt SZÜKSÉGES, hogy a sejtek működéséhez folyamatosan és kellő mennyiségben álljon rendelkezésre energia, másrészt az egyes anyagokat a szervezet a test építéséhez, az élő anyag folyamatos megújításához, az életműködések szabályozásához használja fel.

A fontos, de éppen felesleges anyagokat tárolni, raktározni kell, ehhez is át kell alakítani a táplálkozással bejutott anyagok nagyobb részét.

Az anyagcsere feladata az is, hogy szükség esetén a szervezet számára veszélyes molekulákat kiválasztásra alkalmas formára alakítsa át. A szervezet ezen „vegkonyhája” roppant bonyolult működésű: bizonyos folyamataiban valamennyi élő sejt részt vesz, a központi szerve pedig a máj. Az anyagcsere szabályozása a szervezet finoman összehangolt működését feltételezi, amelyben jelentős szerepet játszanak a belső elválasztású mirigyek hormonjai. Az egész folyamat az idegrendszer ellenőrzése és felügyelete mellett zajlik éjjel-nappal.

Természetes formában az egyes tápanyagok a táplálkozás során jutnak a szervezetünkbe. A légnemű anyagokkal a légutainkban kerülünk kapcsolatba, s ugyanitt szívódnak fel a finoman porlasztott folyadékok (spray-k) és az egyes porok is. A bőr szintén szerepelhet felszívó felületként. Nem természetes – pl. orvosi – körülmények között folyadékot, tápanyagokat, gyógyszereket a tápcsatorna megkerülésével is bejuttathatunk a szervezetbe injekciók vagy infúzió formájában.

A kiválasztás döntően két szervünk, illetve szervrendszerünk feladata. A vízben oldható anyagokat a vese és a húgyutak, a zsírban oldódókat pedig a máj választja ki. Az utóbbiak az epével, a tápcsatornán keresztül távoznak testünkéből. A légnemű anyagokat és az illóolajokat kilélegezzük, néhány anyagtól pedig a bőrön keresztül szabadulunk meg.

1.1. A fehérjék anyagcseréje

Fehérjéknek a nitrogéntartalmú aminosavak hosszú láncolatából álló nagymolekulákat nevezünk. Az élő anyag jellemző alkotói részben a test felépítését szolgálják (szerkezeti fehérjék), részben az anyagcsere egyes mozzanatait segítik elő. Vannak olyan fehérjék is, amelyeknek szállító feladatuk van. A fehérjék az adott fajra nagymértékben jellemzőek, specifikusak.

Egyes életfontosságú aminosavakat szervezetünk nem képes előállítani, ezekhez az *esszenciális aminosavakhoz* csak a táplálék fehérjéiből juthatunk. Bizonyos aminosavakból azonban képesek vagyunk másfajta aminosavat „gyártani”, ezek az úgynevezett *nem esszenciális aminosavak*. A táplálékainkban lévő fehérjéket aszerint csoportosítjuk, hogy tartalmazzák-e és milyen arányban ezeket az esszenciális aminosavakat. Ha igen, akkor azt a fehérjét táplálkozás-élettanilag elsőrendű fehérjének nevezük, ha nem, akkor másodrendűnek.

Elsőrendű fehérjék az állati eredetűek, a növényi táplálékok közül pedig a szójabab és a burgonya fehérjéje. A többi növényi fehérje másodrendű. Általában azt tartjuk helyesnek, ha a fehérjeszükséglet kb. 50%-át elsőrendű fehérjével fedezzük. Csecsemő- és kisgyermekkorban ez az arány magasabb legyen.

A táplálékban lévő fehérjék az emésztőrendszerben aminosavakra bomlanak, így szívódnak fel a vékonybélből. A felszívódott aminosavakból részben a máj készít – most már az emberi fajra, és sok tekintetben az adott egyén-

re jellemző – fehérjét, részben a vérkeringés segítségével a különböző szervekbe és sejtekbe jutva, az ottani fehérjeképzésben vesznek részt. A felesleges aminosavakat a szervezet elégeti, így energiaforrásként is szerepelnek. 1 g fehérje 4,0-4,1 kcal energiát szolgáltat. Az aminosavak elégetése során a vesékben kiválasztandó karbamid, továbbá szén-dioxid és víz keletkezik.

A máj képes arra, hogy a fehérjékből (aminosavakból) szőlőcukrot (glükózt) képezzen, ezzel emelje a vércukorszintet.

1.2. A szénhidrátok anyagcseréje

A szénhidrátok szénből, hidrogénből és oxigénből álló, jelentős kémiai energiát magukban hordozó tápanyagok. Élettani jelentőségük döntően az energiaellátás biztosítása, kisebb részben más, biológiailag fontos anyagok összetevőjeként fordulnak elő a szervezetünkben.

Az emberi táplálék döntően növényi eredetű szénhidrátokat tartalmaz, de fogyasztunk állati eredetűeket is.

A szénhidrátokat két nagy csoportba soroljuk, lehetnek *egyszerű szénhidrátok* (kristályos szénhidrát) és *összetett szénhidrátok* (poliszacharidok).

Az egyszerű szénhidrátok édes ízűek, ezeket nevezzük cukroknak. A cukrok állhatnak egy molekulából (monoszacharidok) vagy kettőből (diszacharidok). A cukormolekulák többnyire 6 szénatomból állnak (hexózok), de lehetnek öt szénatomból állók is (pentózok).

Az emberi táplálkozásban jelentősebb szénhidrátok a következők:

1.2.1. Kristályos (krisztalloid) szénhidrátok, cukrok

- **Glükóz (dextróz, szőlőcukor):** 6 szénatomú monoszacharid. Az emberi szervezet ezt a cukrot használja a folyamatos és gyors energiatermelésre. A vérünkben ez a cukor kering. Az összes többi szénhidrátot is e cukor-

fajtvá alakítja át a szervezetünk. A tápcsatornából nagyon gyorsan felszívódik. Részben ezért, részben mert nem kell rajta átalakítást végezni, igen gyorsan emeli a vércukorszintet.

- **Fruktóz (gyümölcscukor):** 6 szénatomú monoszacharid. Gyorsan szívódik fel, és elég könnyen átalakul glükózzá. Az emberek kis hányadában hiányzik az átalakítást végző enzim, ők nem fogyaszthatják. A vércukorszintet a glükóznál lassabban emeli.
- **Galaktóz:** 6 szénatomú monoszacharid. A gyakorlatban a tejcukor részeként találkozunk vele. Gyorsan alakul át glükózzá. Az emberek kis hányadában hiányzik az átalakítást végző valamelyik enzim, ez galaktóz (vagy tejcukor) fogyasztása esetén súlyos, akár halálos állapotot idézhet elő (galaktozémia). Ezt az anyagcserezavart újszülöttkorban kötelezően szűrik, az így kiszűrt betegeket eltiltják a galaktóz (a tej) fogyasztásától, és akkor egészségesek maradnak.
- **Laktóz (tejcukor):** Egy glükóz- és egy galaktózmolekulából álló diszacharid. A vékonybél felszívósejtjeiben lévő laktáz enzim hatására alkotórészeire bomlik, és ettől kezdve glükózként és galaktózként viselkedik. Az emberek egy kis része veleszületetten laktáz-hiányban szenved. A laktáz hiánya lehet átmeneti is, ez többnyire hasmenéses megbetegedés után alakul ki, de akár hónapokig eltarthat. Enyhébb laktózbontási nehézséggel küszködik a felnőtt lakosság jelentős része, ők nem szeretik a tejet, mert a tej (benne a laktóz) fogyasztását követően hasi panaszok (haspuffadás, bélgörcsök, fokozott bélgázképződés, híg, vizes széklet) jelentkezhetnek.
- **Szacharóz (répacukor, nádcukor):** Egy glükóz- és egy fruktózmolekulából álló diszacharid. A vékonybél felszívósejtjeiben a szacharáz enzim hatására alkotórészeire bomlik, és ettől kezdve glükózként és fruktózként viselkedik. A szacharózbontási képtelenség ritkább a tejcukorbontási zavaroknál, de hasonló tünetekkel járhat.
- **Maltóz (malátacukor):** Két glükózmolekulából álló diszacharid. A vékonybél felszívósejtjeiben a maltáz enzim hatására bomlik alkotórészeire, és ettől kezdve glükózként viselkedik.

1.2.2. Poliszacharidok

A keményítők, a glükózmolekulák sokszoros, ágazatos összekapcsolódásával keletkező növényi eredetű összetett szénhidrátok, amelyek a tápcsatornában maltózzá, majd glükózzá bomlanak, így szívódnak fel. Ezt az emésztési folyamatot kisebb részben a nyálban, nagyobb részben a hasnyálmirigy emésztőnedvében található amiláz, illetve a vékonybélnedvben jelen lévő emésztőenzimek végzik. A keményítő a növényi eredetű tápanyagokban különböző formában található, gyakran rostok közé ágyazva. Ez az oka annak, hogy más és más a felszívódási idejük, így a vércukorszint-emelő hatásuk is különböző. Hasonló szerkezetű és hasonlóan emészthető az állati eredetű glikogén.

A glükóz lebontása

A glükóz teljes elégetéséhez oxigénre van szükség. Ebben az esetben a teljes elégetéskor sok energiát nyer a szervezet, eközben víz és szén-dioxid keletkezik. Oxigén hiányában a glükóz csak részlegesen bomlik le, lényegesen kevesebb energia szabadul fel, s közben tejsav (esetenként piroszólósav) halmozódik fel. Ha ez kifokú, és az izmokra terjed ki (a leggyakrabban kellő tréning hiányában végzett izommunka során), akkor izomfájdalom (izomláz) lép fel. A tejsav a keringéssel a májba kerül, ahol belőle ismét szénhidrát képződik. Ha viszont nagyfokú a tejsav felszaporodása, akkor a szervezet súlyos, akár életveszélyes elsavanyodása alakulhat ki (tejsavas acidózis).

A feleslegben felszívódott glükóz raktározásra kerül a májban és az izmokban glikogén formájában, az ezen felüli része pedig zsírrá alakul. („Az emberek nem a zsírbődön mellett, hanem a cukrászdában szoktak elhízni.”) A szénhidrátok energiataralma grammonként 4 kcal. (Egyes növényi és állati összetett szénhidrátot – cellulóz, kitin – az ember nem tud megemészteni.)

1.3. A zsírok anyagcseréje

Zsíroknak nevezzük a zsírsavaknak a glicerinnel alkotott észtereit. Egy glicerinn-molekulához három zsírsav kapcsolódhat (triglicerid). A zsírok és az olajok abban különböznek egymástól, hogy milyenek a glicerinhoz kapcsolódó zsírsavak.

Döntően energiát szolgáltató tápanyagként fogyasztjuk a zsírokat. A zsír több mint kétszer annyi energiát szolgáltat, mint a fehérjék és a szénhidrátok, 1 gramm zsír elégetésekor átlagosan 9 kcal energia keletkezik. A zsírok ezen kívül egyes bioaktív anyagok részeként is előfordulnak szervezetünkben, és – speciális elrendezésben – az élettani hártályák (pl. a sejthártya) részét is képezik. Szerepük van a zsírban oldódó vitaminok felszívódásában is.

Az emberi táplálkozásban megkülönböztetjük az állati eredetűeket (zsírok), és a növényekből származókat (olajok). A kettő energiatartalma gyakorlatilag azonos. Az olajokat táplálkozás-élettanilag azért tartjuk kedvezőbbnek, mert egyrészt több bennük a sok szempontból fontosabb telítetlen zsírsav, másrészt – az állati zsírokkal szemben – nem tartalmaznak koleszterint.

A zsírok emésztése és felszívódása meglehetősen bonyolult. Az emésztést a hasnyálmirigy lipáz enzime végzi, de csak akkor, ha az epe a vízben egyébként oldhatatlan zsírokat finom szemcsékre elosztott emulzióvá teszi. A lipáz enzim két zsírsavat lehasít a trigliceridről, majd ezek az alkotórészek a bélhámsejtbe kerülve ismét trigliceriddé alakulnak, és – a vérbe felszívódó aminosavakkal és szénhidrátokkal szemben – a hasi nyirokerekekbe kerülnek. (Megjegyezzük, hogy az úrhajósok táplálására kidolgozott, rövidebb láncú trigliceridek lényegesen egyszerűbben, epe és lipáz hiányában is felszívódnak, és energiaértékük megegyezik a többi zsír energiatartalmával.)

A felszívódott zsír a zsírraktárakba kerül. A zsírszövet egyrészt zsírraktár, másrészt védi a belső szerveket, és a bőr alatti zsírszövet segíti a szervezetet a hideg elleni védekezésben is. Az utóbbi években derült arra fény, hogy a zsírszövet nem csupán raktárként és védő szövetként szerepel, hanem több biológiailag fontos anyagot termel.

A zsír – a szénhidrátokhoz hasonlóan – vízzé és szén-dioxiddá ég el, de csak akkor, ha zavartalan a szénhidrát-anyagcsere. Úgy is mondják, hogy „a zsírok a szénhidrátok tüzeiben égnék el”. Ha a szénhidrát-anyagcsere nem tökéletes, és a szervezet fokozott zsírégetéssel próbálja az energiaigényét kielégíteni, akkor a zsírsavak lebontása tökéletlen lesz. A szervezetet úgynevezett ketontestek (acet-ecetsav, béta-hidroxi-vajsav, aceton) árasztják el, amely súlyos, akár életveszélyes állapotot eredményezhet (lásd 10. fejezet – *diabéteszes ketoacidózis*).

1.4. Ásványi anyagok

Az emberi szervezetben található mennyiségük alapján megkülönböztetünk *makroelemeket* (nátrium, kálium, kalcium, magnézium, foszfor, klór, kén) és *mikro- vagy nyomelemeket* (vas, réz, cink, fluor, mangán, kobalt, jód, szelén, króm, molibdén, nikkel, ón, szilícium, vanádium).

Vannak olyan, az emberi szervezet részét nem képező elemek, amelyeknek a biológiai szerepét pontosan még nem ismerjük (alumínium, ólom, arany, ezüst, stroncium, higany, arzén, bárium, antimon stb.).

Az ásványi anyagok közül a *nátrium* és a *kálium* egyrészt a test vizeitartalmának ozmotikus nyomását szabályozzák, másrészt szerepük van a sejtek, izmok és idegek ingerületképzésében és ingerületvezetésében.

A *kalcium* és a *foszfor* a csontok fontos alkotórésze. A *fluor* a fogzománc keménységéért felelős. A vas a vörösvértestek fontos alkotója. De számos ásványi elem szükséges az egyes enzimek hibátlan működéséhez – akár minimális mennyiségben is.

Mindennek a cukorbetegség vonatkozásában azért van különös jelentősége, mert a krónikusan diétázókban könnyen alakulhatnak ki hiánytünetek vagy hiánybetegségek, ha a táplálkozás nem elég változatos.

1.5. Vitaminok

Vitaminoknak azokat az életfontosságú anyagokat nevezzük, amelyek ugyan nem energiaadó tápanyagok, de a szervezet hibátlan működéséhez feltétlenül szükségesek, és az emberi szervezet nem képes előállítani azokat.

Vannak *vízben oldódó* (B-vitamin-csoport, C, H, P) és *zsírban oldódó* (A, D, E, K) vitaminok.

A vitaminok hiánya jellegzetes hiánybetegségekhez vezet. A tartósan nem kellően kiegyensúlyozott diéta vitaminhiányt is előidézhet.

1.6. Víz

Sokszor nem is tekintjük tápláléknak, holott az élő szervezet legnagyobb alkotóeleme. A szervezet vízháztartását bonyolult szabályozórendszerek biztosítják, részben az ásványi anyagok (a nátrium és a kálium) háztartásával összhangban. A folyadék hiánya, a kiszáradás súlyos, akár életveszélyes állapothoz vezethet.

Cukorbetegekben különösen fontos, hogy a folyadékháztartás egyensúlyban legyen, mert egyrészt a betegség önmagában is folyadékvesztéssel járhat (magas vércukorszint esetén – lásd 6. fejezet), másrészt az anyagcsere-folyamatok már enyhe folyadékhiány esetén is könnyebben borulnak fel.

Megjegyzés:

Alkohol: Nem tartozik ugyan szorosan a tápanyagok közé, de meg kell említenünk, hogy az etilalkohol az emberi szervezet energiaként fel tudja használni, energiataralma grammonként 7 kcal.