



# TÁPLÁLKOZÁSTAN

*Oktatási segédanyag*

Készítette:

Bartusné Dr. Szmodis Márta

Szakmai lektor:

Dr. Szóts Gábor

**SZÉCHENYI** 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



## TARTALOMJEGYZÉK

### ELŐSZÓ

#### I. A tápcsatorna feladatai és részei

##### I./1. A tápcsatorna feladatai

I./1.1. Emésztés

I./1.2. Továbbítás

I./1.3. Tárolás

I./1.4. Védelem

I./1.5. Felszívás, felszívódás

I./1.6. Kiválasztás

##### I./2. A tápcsatorna felépítése

I./1.7. Általános felépítés

I./1.8. Szájüreg

I./1.9. Nyelőcső

I./1.10. Gyomor

I./1.11. Vékonybél

I./1.12. A hasnyálmirigy és a hasnyál

I./1.13. A máj és az epe

I./1.14. Vastagbél

##### I./2. Összefoglalás

I./2.1. Kérdések

I./2.2. Tesztkérdések

##### I./3. Irodalom

#### II. A táplálkozás kémiai alapjai, az energia kérdésköre

##### *Bevezetés*

##### II./1. Kalorimetria

II./1.1. Direkt kalorimetria

II./1.2. Indirekt kalorimetria

II./1.2.1. Az oxigén kalorikus egyenértéke

II./1.2.2. Az izomműködés energiaforrásai

II./1.2.3. Energiaraktárak

##### II./2. Az alapanyagcsere

##### II./3. A napi energiaszükséglet

##### II./4. A kalorikus homeosztázis. A kalorikus ciklus

II./4.1. A posztprandiális fázis jellemzői

II./4.2. A posztabszorptív fázis jellemzői

##### II./5. Összefoglalás



- II./5.1. Kérdések
- II./5.2. Tesztkérdések
- II./6. Irodalom
- III. A makrotápanyagok 1. A fehérjék
  - III./1. A fehérjék funkciói és szerkezetük
  - III./2. Aminosavak
    - III./2.1. Esszenciális aminosavak: funkciók és hiánytünetek
  - III./3. Teljes értékű fehérjék
    - III./3.1. Limitáló aminosav
    - III./3.2. Vegetáriánus táplálkozás
    - III./3.3. Kompletálás
  - III./4. Kopási kvóta
  - III./5. Fehérjeszükséglet
    - III./5.1. Fehérjehiány
    - III./5.2. Túlzott fehérjebevitel ( 2,5 g/ttkg < )
  - III./6. A fehérjék tápértéke
  - III./7. A fehérjék és a fizikai aktivitás
  - III./8. Összefoglalás
    - III./8.1. Kérdések
    - III./8.2. Tesztkérdések
  - III./9. Irodalom
- IV. A makrotápanyagok 2. A szénhidrátok
  - IV./1. A szénhidrátok funkciói és felépítésük
  - IV./2. Egyszerű szénhidrátok
    - IV./2.1. Monoszaharidok
    - IV./2.2. Diszacharidok
  - IV./3. Összetett szénhidrátok
    - IV./3.1. Oligoszacharidok
    - IV./3.2. Poliszacharidok
  - IV./4. Fel nem szívódó szénhidrátok, élelmi rostok
  - IV./5. Glikémiás index
  - IV./6. Szuperkompenzáció
  - IV./7. Napi javasolt szénhidrátbevitel
  - IV./8. Összefoglalás
    - IV./8.1. Kérdések
    - IV./8.2. Tesztkérdések
  - IV./9. Irodalom



V. A makrotápanyagok 3. A lipidek

V./2. A zsírsavak és osztályozásuk

V./2.1. Telített zsírsavak

V./2.2. Telítetlen zsírsavak

V./2.3. Esszenciális zsírsavak

V./3. Egyszerű lipidek: trigliceridek

V./4. Összetett lipidek

V./4.1. A lipoproteinek csoportosítása és jellemzése

V./5. Zsírbeviteli ajánlások

V./5. Összefoglalás

V./1.1. Kérdések

V./1.2. Tesztkérdések

V./6. Irodalom

VI. A mikrotápanyagok: vitaminok, ásványi anyagok, folyadékfogyasztás

VI./1. A vitaminok

VI./1.1. A vitaminok általános jellemzése

VI./1.2. Hiány, többlet

VI./1.3. A vízben oldódó vitaminok

VI./1.4. Zsírban oldódó vitaminok

Hiánybetegség, tünetek, funkciók

VI./2. Ásványi anyagok

Hiánytünetek, funkciók

Hiánytünetek, funkciók

VI./3. Folyadékfogyasztás

VI./4. Összefoglalás

VI./4.1. Kérdések

VI./4.2. Tesztkérdések

VI./5. Irodalom

VII. A táplálkozás szabályozása, táplálkozási rendellenességek

VII./1. A táplálékfelvétel szabályozása

VII./2. A tápláltsági állapot becslése

VII./3. Táplálkozási rendellenességek: kóros soványság, elhízás

VII./4. Összefoglalás

VII./4.1. Kérdések

VII./4.2. Tesztkérdések

VII./5. Irodalom



## ELŐSZÓ

A táplálkozásban segédanyag célja, hogy a hallgatókat olyan táplálkozástani ismeretekhez juttassa, amelyek segítségével szakszerűen és célirányosan tudják ellátni alapvető táplálkozási tudnivalókkal a különböző életkorú szabadidős és versenysportolókat. A tananyag elsajátításához szükségesek az alapszakon elsajátított biokémiai, anatómiai és élettani ismeretek. Ennek megfelelően a Testnevelési Egyetemen a Táplálkozásban tantárgyat az edzői alapképzés 5. félévében tanulják a hallgatók.

A tantárgy elvégzése során kiemelten fontos cél, hogy az itt szerzett ismeretek alapján a hallgatók eligazodjanak a számos, sokszor megbízhatatlan forrásból származó, a táplálkozással összefüggő ismeretek között, kellő kritikával kezelve a sportolókra is jellemző, sokszor szélsőséges és ártalmas divatos diétákat.

A tanulási segédlet természetesen nem tartalmazza a teljes tananyagot, az összes gyakorlati példát, ezért az előadásokon való részvétel szükséges ahhoz, hogy az összefüggéseket megértsék a hallgatók és képesek legyenek megszerzett ismereteiket átadható tudásanyagba rendezni és a gyakorlatban is alkalmazni. A sport tudományos megközelítése, azon belül is a korszerű táplálkozási alapelvek ismerete kiemelten fontos a sportoló teljesítményét biztosító háttér megteremtésében. A fejezetek végén szereplő kérdések segítségével a hallgató felmérheti, hogy kellő mélységben sajátította-e el a tananyagot, a megadott irodalmakban pedig további ismereteket is talál.

Mivel a segédanyag kellő részletességgel tárgyalja az adott témaköröket, elsajátítása jelentős segítséget nyújt a tanulásban és a vizsgázásban. Azonban fő célja, hogy olyan szemléletmódot alakítson ki, hogy a hallgató érdeklődéssel, önállóan forduljon az újabb táplálkozástani ismeretek felé, azokat megértse és beépítve tudásába, nemcsak általánosságban, hanem egyénre szabottan is legyen képes hatékonyan segíteni a sportolók és a nem sportolók táplálkozását.



# I. A tápcsatorna feladatai és részei

## *Bevezetés*

A táplálkozás szervrendszere a tápcsatorna. Az egyes szervrendszerek felépítésének ismerete alapvető az adott szervrendszer funkcióinak megértéséhez, ebben az eddigi anatómiai és élettani ismeretek is segítenek. A fejezet célja az egyes szakaszok felépítésének, működésének és a táplálkozással összefüggő néhány betegségének a teljesség igénye nélküli összegzése.

## *I./1. A tápcsatorna feladatai*

A tápcsatornában a táplálék mechanikai és kémiai átalakítása zajlik, abból a célból, hogy a táplálékokban található tápanyagok felszívása is megvalósuljon. Emellett a tápcsatorna további feladatokat is ellát az egész szervezet fenntartása és védelme érdekében.

### **I./1.1. Emésztés**

A nagyobb tápanyag-molekulák kisebb egységekre bomlanak: a tápanyagok felszívódásra történő „előkészítése”. A folyamat mechanikai hatások és az enzimek segítségével zajlik, szabályozását idegi mechanizmusok és hormonok végzik.

#### **Mechanikai darabolás**

A táplálékok kisebb egységekre bontása annak érdekében, hogy a kémiai bontást végző enzimek számára minél nagyobb felület álljon rendelkezésre (örlés, darabolás, keverés). A folyamatban részt vesznek a fogak, a nyelv, a gyomor keverő mozgása, az epe.

#### **Kémiai emésztés**

Kémiai emésztésnek nevezzük az étkezés során felvett táplálékok enzimek útján történő kémiai kötések felbomlásával járó folyamatát, végeredménye az egyes tápanyagok felszívható formájának, ún. monomereinek előállítására. Az enzimek termelődési helye sokszor közvetlenül a tápcsatorna csőrendszere, a nyálkahártya különböző mirigyei, máskor járulékos szervekben (pl. hasnyálmirigy) történik.

Makrotápanyagok – monomerek:

- fehérjék – aminosavak (di- és tripeptidek)
- zsírok – zsírsavak, glicerin (monogliceridek)
- szénhidrátok – monoszacharidok (glukóz!, fruktóz, galaktóz)

### **I./1.2. Továbbítás**

A tápcsatorna hosszú csőrendszerében a különböző mértékben megemésztett táplálékok és az emésztőnedvek keveréke, a tápanyagmassza, illetve a felszívódás után a salakanyagok továbbítása a tápcsatorna falában szinte teljes hosszában megtalálható, legtöbbször két rétegből (hosszanti és körkörös) álló sima izomzatának feladata. Az egyes rétegek váltakozó, ritmikus összehúzódása alakítja ki a tápcsatorna jellemző mozgásformáját, a **perisztaltikus mozgást**, sebessége az elfogyasztott tápláléktól és az adott tápcsatorna-szakasztól függ.



### I./1.3. Tárolás

Döntően a gyomor feladata, időtartama az elfogyasztott táplálék mennyiségétől és tápanyag-összetételétől függ. Szerepe van a táplálékfelvétel szabályozásában (afferentáció). A tápanyagmassza a tápcsatorna különböző szakaszain rövidebb-hosszabb ideig tartózkodik (tranzitidő), de a többi szakaszon nem feladat a tárolás.

### I./1.4. Védelem

A tápcsatorna eleje és vége nyitott, így a külvilággal közvetlenül érintkezik, azaz a szennyeződések bejutása a szervezetbe, és a fertőzések veszélye jelentős. A tápcsatorna számos védelmi lehetőséggel rendelkezik: antibaktericid (baktériumölő) hatású nyál, sósav a gyomorban, a máj detoxikáló (mérgegtelenítő) szerepe, hasznos baktériumok jelenléte, a káros és felesleges anyagok ürítése (széklet).

### I./1.5. Felszívás, felszívódás

A kis molekulák, monomerek átjutnak a bélhámsejtek nyálkahártyáján, innen a nyirok-, illetve a vérkeringésbe kerülnek. A felszívódás legjelentősebb része a vékonybélben, a bélboholy felszínét alkotó felszívó-hámsejteken keresztül történik, emellett részleges felszívódás zajlik a száj, a gyomor és a vastagbél nyálkahártyáján keresztül is.

A felszívódás helye

- szájüreg: víz, glukóz, alkohol, egyes mérgek, egyes gyógyszerek, a szájból felszívódó anyagcseretermékek nem kerülnek közvetlenül a májba
- gyomor: ugyanazok, mint a szájból, egyes gyógyszerek és az alkohol felszívódása jelentős
- vékonybél: a felszívódás döntő hányada itt történik
- vastagbél: ásványi anyagok (K, Na), vitaminok (bélbaktériumok: K, B<sub>12</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>), víz

A tápanyagok átjutása a sejtmembránon keresztül

- passzív transzport, egyszerű diffúzió: energiát nem igényel, a koncentráció-grádiens irányába történik, kisebb molekulák, például: víz, vízben oldódó vitaminok, egyes gyógyszerek, bizonyos zsírban oldódó kisméretű anyagok
- facilitált diffúzió: egy transzportfehérje segíti a molekulák átjutását a membránon, energiát nem igényel maga a transzport, például: fruktóz, zsírsavak
- aktív transzport: energiaigényes folyamat (ATP molekula), szállítófehérje segítségével, a koncentráció-grádiens ellenében is történhet a felszívódás, például: ásványi anyagok, ionok (Na, K, Ca, Fe, I, PO<sub>4</sub>), glukóz, galaktóz, aminosavak
- endocitózis: pinocitózis (folyadék) vagy fagocitózis (szilárd részecske) a vékonybélhámsejt membránja bekebelezi a béltartalom egy részét (idegen fehérje, allergiás reakciók – csecsemőkor!)
- a vízben oldódó anyagok (monoszacharidok, vízdékony aminosavak, ásványi anyagok, vízben oldódó vitaminok) közvetlenül a vérkeringésbe jutnak
- a lipidek, a zsírban oldódó vitaminok és a lipofil gyógyszerek a nyirokrendszeren keresztül jutnak a szisztémás (véna) keringésbe



## I./1.6. Kiválasztás

A káros és/vagy felesleges anyagok eltávoznak a szervezetből. Salakanyagok a széklettel, a vízdékonny anyagok legnagyobb része a veséken keresztül. A máj poláros csoport(ok) rákapcsolásával tesz vízdékonnyá számos vegyületet, a nehézfémeket nem lehet oldhatóvá tenni – a máj raktározza. Bizonyos anyagokat a nyálmirigyek is kiválasztanak.

## I./2. A tápcsatorna felépítése

### I./1.7. Általános felépítés

Az üregeket és a csőrendszert bélelő vékony, nyálkával bevont védőréteg a nyálkahártya. Három rétegből áll (hám-, kötőszövet- és sima izomréteg). Funkciói: védelem, nedvtermelés (mirigyek), és a tápanyagok felszívása. A nyálkahártya alatt kötőszövet, alatta két, egymással ellentétes rostlefutású (egyenes és körkörös) izomréteg van (a gyomorban ferde izomréteg is), váltakozó összehúzódásuk hozza létre a tápcsatornára jellemző perisztaltikát, a részlegesen emésztett tápanyagmassza, illetve a salakanyagok mozgatását. Kívülről savós hártya borítja a tápcsatornát, részei: felső emésztőtraktus (szájüreg, garat, nyelőcső, gyomor); alsó emésztőtraktus (vékonybél + hasnyálmirigy, máj, vastagbél).

### I./1.8. Szájüreg

- Fogak: mechanikai darabolás
- Pofák: m. masseter –erősek (rágóizmok)
- Nyelv: keverés, ízézés
- Nyálmirigyek (3 pár nagy: fültőmirigy, állkapocs és nyelv alatti mirigy): nyál termelése – 1-1,5 liter/nap, pH=7-8

A **nyál** funkciói:

- Emésztés: amiláz – keményítő bontása
- Falat formálása: mucin (falat: bolus)
- Védelem: baktériumölő hatás, szájnyálkahártya nedvesen tartása
- Kiválasztás: poliovírusok, nehézfémek
- Ízlelés: édes, sós, savanyú, keserű alapízek
- Szomjúság érzés

A nyálelválasztás szabályozása: reflexes (feltétlen és feltételes, idegi és kémiai) úton: vegetatív idegrendszer, paraszimpatikus ág serkenti a nyálelválasztást (többi emésztőnedvét is), szimpatikus izgalom visszafogja. A nyálelválasztás függ a szervezet hidratáltságától és a táplálék folyadéktartalmától, egyéb tényezőktől (stressz, betegség).

Nyelés során a légutak elzáródnak, az agytörzsi belégző központ gátlás alatt, a falat a lágy szájpad és a garat mechanoreceptoraihoz ér: beindul a nyelési reflex, kinyílik a felső nyelőcsői záróizom. A nyálkahártya reflexek (nyelés, hányás, köhögés stb.) központja a nyúltvelő.

Kóros állapotok: Hányás – védekező folyamat. Fogszuvasodás, nyálkahártya sérülések.





## I./1.9. Nyelőcső

A tápcsatornára általánosan jellemző felépítésű, izmos falú cső, felső része harántcsíkolt izmot tartalmaz (a falat visszajuttatása még innen lehetséges), alsó kétharmada simaizmot tartalmaz. Átfúrja a rekeszizmot és egy görbülettel ér a gyomorhoz. Fiziológiás gyűrű alakú záróizom választja el a garattól, alul anatómiai és fiziológiás szfinkter (cardia) a gyomortól. Gyors perisztaltika (3-5 cm/sec). Az alsó záróizom megakadályozza, hogy a gyomortartalom (sósav! és pepszin) visszakerüljön a nyelőcsőbe, csak akkor nyílik reflexesen, ha lenyeltük a falatot. Kóros állapotok: Gyomorégés, reflux.

## I./1.10. Gyomor

Nem életfontosságú szerv, bár jelentős feladatai vannak.

Gyomornyálkahártya – **gyomornedv** termelése (1,5-2 l/nap)

- Fősejtek: pepszinogén
- Fedősejtek: sósav (pH=1-2), pepszinogén aktív pepszinné alakítása
- Kis vagy melléksejtek: mucin
- G-sejtek: gasztrin termelése
- I-sejtek: inhibiting faktor (B<sub>12</sub> vitamin felszívódása)
- L-sejtek: gyomorlipáz (vaj, tejszín zsírtartalmának bontása)

Gyomor funkciói:

- Keverés (50% folyadéktartalmú tápanyagmassza neve: chymus)
- Tárolás (fél óra – 6-7 óra, elfogyasztott táplálék összetételétől függ)
- Emésztés (mechanikai: keverés és kémiai: enzimek)
  - Pepszin: fehérjebontás kezdete (oligopeptidek)
  - Gyomorlipáz (zsírbontás) és nyálamiláz pH=5-ig
- Védelem: mucin (nyálkahártya), sósav (baktériumölő)
- Teltségérzet (táplálékfelvétel szabályozása)
- Hormontermelés (gasztrin)
- Felszívás kevés: víz, alkohol, bizonyos gyógyszerek

Kóros állapotok: gyomorrontás, gyomorhurut, fekély, daganat.

## I./1.11. Vékonybél

4-5 m hosszú, három részből (duodenum: patkóbél, jejunum: éhbél, ileum: csípőbél) álló izmos falú szakasz a gyomor és a vastagbél között.

- Emésztés: a **vékonybélnedv** napi mennyisége körülbelül 1 liter.
  - maltáz, szacharáz, laktáz (diszacharidok bontása monoszacharidokká)
    - laktóz-intolerancia
  - erepszin (fehérjebontás)
  - lipáz (zsírok bontása)
  - nukleáz (nukleinsavak bontása)
- Enterokináz: vékonybél falban termelődik; tripszinogén → tripszin átalakítás; tripszin a vékonybélben aktiválja a többi inaktív proteázt
- Felszívás: óriási felület: **bélbolyhok és mikrobolyhok:**
  - Fehérjék → aminosavak
  - Szénhidrátok → glukóz (+fruktóz)



Zsírok → zsírsavak (+glicerin)

Víz, vitaminok → passzív transzport, zsírban oldódó vitaminok zsírokkal

- Továbbítás: perisztaltika (2-5 óra)

## I./1.12. A hasnyálmirigy és a hasnyál

A hasnyálmirigy 90-99% exokrin mirigy (hasnyál), de endokrin funkciója is van (Langerhans szigetek: inzulin, glukagon, szomatosztatin). A hasnyál az emésztéshez alapvetően szükséges; a duodenumba ürül; napi 1,2-1,5 l; enyhén lúgos (pH=7,1-8,2); víz, sók,  $\text{HCO}_3^-$  (lúgosít); emésztőenzimeket tartalmaz.

- amiláz: keményítő (szénhidrát) bontás di- és triszacharidokká
- lipáz: trigliceridek bontása zsírsavakká és monogliceridekké
- nukleázok: RNS, DNS bontás nukleotidokká
- proteázok: tripszinogén, kimotripszinogén, prokarboxipeptidáz: fehérjebontás

## I./1.13. A máj és az epe

**Központi szerep az anyagcserében**, szabályozásában, illetve számos egyéb funkció. Emésztőnedve az **epe**, feladata a lipidek emulgeálása, ami nem kémiai bontás, hanem apró zsírcseppek előállítása (micella-képzés), és a víz-zsír határfelületet stabilizálása, nagy felszín előkészítve a lipázok számára. Az epe epesavas sókat, epefestéket, foszfolipideket, vizet tartalmaz, enyhén lúgos. A májepe hígabb (3% szárazanyag, napi 0,7-1 l termelődik), az epehólyagban tárolódik és koncentrálódik (16%, hólyagepe).

A máj egyéb, a táplálkozással összefüggő funkciói:

- szénhidrát anyagcsere: normál vércukorszint fenntartása, **glikogén** szintézis, raktározás és lebontás szükség szerint, glukoneogenezis
- lipid anyagcsere: triglicerid raktározás, zsírsavak lebontása (ATP előállítás), lipoprotein és koleszterin szintézis; koleszterinből epesavas sók előállítása
- fehérje anyagcsere:  $\text{N}_2^-$  tartalmú végtermékek eliminálása, lebontott aminosavak dezaminálása:  $\text{NH}_3$  és karbamid termelés, plazmafehérjék szintézise
- kiválasztás (exkréción) (detoxikáció): alkohol lebontása, drogok, gyógyszerek eltávolítása, átalakítása
- tárolás: vitaminok (A, B<sub>12</sub>, D, E, K) és ásványi anyagok ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ )
- D vitamin szintézis: aktív forma előállítása

Kóros állapotok: túl gyors, túl lassú perisztaltika, gyulladások, fekély. Emésztési problémák. Táplálék-allergiák: laktóz intolerancia, glutén érzékenység stb.

## I./1.14. Vastagbél

A tápcsatorna utolsó része 1,5-1,8 m hosszú, nagyobb átmérő, vékonyabb fal jellemzi. Felületét csak redők növelik, feladata a **víz és a sók visszaszívása**. A vastagbélben **hasznos bélbaktériumok** (bélflóra) élnek: a meg nem emésztett szénhidrátokat, fehérjéket bontják (bakteriális fermentáció), a bomlástermékek (pl. rövid láncú zsírsavak) a vastagbél nyálkahártyáját táplálják. Emellett fontosak a normális széklet kialakításában, bizonyos vitaminokat is termelnek (K, B<sub>12</sub>, riboflavin, tiamin), megakadályozzák a káros mikrobák megtelepedését.



A vastagbélben a perisztaltika lassú, a tranzitidő 24-72 óra is lehet, és az elfogyasztott táplálék összetétele, víztartalma jelentősen befolyásolja. A széklet ürítése akaratlagosan szabályozható folyamat, a tápcsatorna végét jelentő külső, harántcsíkolt gyűrűizom által. A széklet átlagos mennyisége 75-150 gramm/nap.

Kóros állapotok: Hasmenés (legtöbbször fertőzés: gyors áthaladás, a víz alig szívódik vissza és többszöri ürítés jellemző - kiszáradás veszélye); székrekedés (ritka ürítés, alacsonyabb a folyadéktartalom). Gyulladások, aranyér, daganat.

### **A tápcsatorna működésének szabályozása**

Vegetatív és enterális idegrendszer, feltétlen és feltételes reflexek, a tápcsatorna hormonjai szabályozzák. Gasztro-intesztinális hormonok: termelődésük a tápláléktól függően változik. A gyomorban: gasztrin (gyomornedv-elválasztás, gyomorperisztaltika serkentése), a vékonybélben (gyomorműködés gátlása, vékonybél funkcióinak segítése): szekretin (hasnyál és epeelválasztás serkentése), pankreozimin (hasnyál ürülése), kolecisztokinin (epehólyag ürülése), vazoaktív intesztinális polipeptid – VIP (bélmedv-elválasztás serkentése, perifériás értágítás, glikogénolízis serkentése), glukózfüggő inzulinotróp peptid – GIP (inzulin szekréció serkentése, gyomorműködés gátlása).

## ***I./2. Összefoglalás***

A fejezetben áttekintettük a tápcsatorna részeit és feladatait, melyek ismerete segít a táplálkozással összefüggő problémák megelőzésében és kezelésében.

### **Kulcsszavak**

tápcsatorna, szájüreg, gyomor, vékonybél, vastagbél, máj, epe, hasnyálmirigy, emésztés, tárolás, felszívás, perisztaltika, nyálkahártya, emésztőnedv, emésztőenzim

### **I./2.1. Kérdések**

- 1) Milyen részei vannak a tápcsatornának?
- 2) Milyen szerepe van a nyálnak?
- 3) Melyek a gyomornyálkahártya sejtjei?
- 4) Milyen fehérjebontó enzimeket ismer?
- 5) Mik a máj legfontosabb feladatai?
- 6) Hogyan előzhető meg a székrekedés?
- 7) Mi a szerepe a gasztro-intesztinális hormonoknak?

### **I./2.2. Tesztkérdések**

- ... A májban termelődő emésztőenzim, az epe emulgeálja a zsírokat. (hamis)
  - ... A glukóz és az aminosavak aktív transzporttal szívódnak fel. (igaz)
  - ... A nyálmirigyekben termelődő amiláz megkezd a keményítő bontását. (igaz)
1. A hasnyálmirigy termeli
    - a. Enterokináz
    - b. Pepszinogén



- c. **Tripszinogén**
  - d. Erepszin
2. A gyomorból felszívásra kerül
- a. Oligopeptidek
  - b. Glicerin
  - c. Glükóz
  - d. **Alkohol**

### ***I./3. Irodalom***

Rigó János: Dietetika. Medicina, Budapest. 2002.

Pavlik Gábor: Élettan- sportélettan. Medicina, Budapest, 2011.

Internetes források:

[http:// physiology.elte.hu/eloadas/pszicho\\_elettan\\_ppke/Elettan8\\_tapcsatorna\\_2014.pdf](http://physiology.elte.hu/eloadas/pszicho_elettan_ppke/Elettan8_tapcsatorna_2014.pdf): A tápcsatorna felépítése és működésének szabályozása.

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Elettan/ch07.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch07.html)



## II. A táplálkozás kémiai alapjai, az energia kérdésköre

### *Bevezetés*

A táplálkozás során juttatjuk energiához és építőanyagokhoz testünket. A táplálkozás ún. mennyiségi szempontja a szervezet ellátása megfelelő mennyiségű energiával nyugalomban és különböző intenzitású fizikai aktivitás során. Az elfogyasztott táplálék energiatartalma, valamint a különböző intenzitású fizikai aktivitások energiaigényének becslése alapvető a sportolók étrendjének tervezésekor. A fejezet célja a tápanyagok energiatartalmának és a fizikai tevékenységek energiaigényének mérési és becslési lehetőségeinek megismerése; a nyugalmi szervműködés, vagyis az alapanyagcsere áttekintése (az élettani és biokémiai ismeretekre támaszkodva); valamint a kalorikus homeosztázis és a kalorikus ciklus bemutatása.

### *II./1. Kalorimetria*

#### **II./1.1. Direkt kalorimetria**

A tápanyagok elégetése kaloriméterben lehetővé teszi az egyes tápanyagok energiatartalmának közvetlen mérését. A kaloriméterben az égés során felszabaduló hő mennyisége megegyezik a tápanyagok energiatartalmával, így a keletkezett hő mérésével meghatározhatjuk az egyes tápanyagok energiatartalmát. Adott mennyiséget, 1 grammot égetünk el a kaloriméterben. A hő és az energia mértékegysége a joule, kilojoule (J, kJ: SI rendszer), azonban hagyomány alapján használjuk a kalóriát, kilokalóriát (cal, kcal) is. Általában mindkét értéket megadják (1 kcal = 4,18 kJ).

1 g szénhidrát: 17 kJ (4,1 kcal)

1 g zsír: 40 kJ (9,3 kcal)

1 g fehérje: 22 kJ (5,3 kcal)

A szervezetben: 17 kJ (4,1 kcal)

Az emberi szervezet nem tudja teljes mértékben elégetni a fehérjéket (a köztes N-tartalmú metabolitok a vizelettel ürülnek), így valamivel kevesebb energia-hasznosulással számolhatunk a szervezetben.

#### **II./1.2. Indirekt kalorimetria**

Az indirekt kalorimetria során, a különböző fizikai aktivitások eltérő intenzitással történő végzése esetében becsljük az energiafelhasználást spiroergometriás vizsgálatok adatai alapján. Ehhez a munkavégzés során mérik a gázcserét: a felvett oxigén, illetve a leadott széndioxid mennyiségét. Arányukat a légzési hányados (respirációs kvóciens RQ: respirációs hányados (a tápanyagok elégetéséhez szükséges O<sub>2</sub> és az elégetés során keletkezett CO<sub>2</sub> mérése: [CO<sub>2</sub>]/ [O<sub>2</sub>]) számolásával fejezzük ki. Értéke függ az elfogyasztott táplálék összetételétől. Vegyes táplálkozásnál az RQ=0,75-0,85



## II./1.2.1. Az oxigén kalorikus egyenértéke

A munkavégzés során felhasznált oxigén mennyiségéből az ún. oxigén kalorikus egyenérték alapján becsülhetjük meg különböző tevékenységek energiaszükségletét.

Az oxigén kalorikus egyenértéke megadja, hogy 1 liter oxigén felhasználásával a tápanyagok elégetése során mennyi hőenergia szabadul fel. Ez az érték, persze az egyes tápanyagokból különböző mennyiséget lehet elégetni egy liter oxigén felhasználásával, kb: 5 kcal/1 liter oxigén.

## II./1.2.2. Az izomműködés energiaforrásai

A tápanyagok lebontásából származó energiát használjuk szervezetünk működéséhez.

A legfontosabb energiaszolgáltató molekula az ATP (adenozin-trifoszfát).



Az ATP (adenozin-trifoszfát) molekula (nagyenergiájú kötése) az egyetlen energiaforrás az izomműködés számára, azonban mennyisége csekély. Így a szervezetben folyamatosan újra kell képződnie az ATP molekuláknak. A nagyon rövid ideig tartó (10-12 sec), maximális intenzitású mozgás során energiában gazdag foszfátvegyületekből (ATP, ADP, KP: kreatinfoszfát) fedezi a szervezet az izomműködés energiaigényét (oxigént nem igényel, tejsav nem keletkezik: anaerob alaktacid energianyerés). Magas intenzitásnál (80-90%, 2-5 percig) a vázizomban és a májban tárolt glikogén, illetve glukóz oxigén hiányos állapotban történő lebontása (glikolízis) biztosítja esősorban az energiát, miközben tejsav keletkezik (anaerob laktacid energianyerés). Hosszabb ideig tartó, 60-80%-os intenzitású fizikai aktivitás során döntően aerob (oxigén jelenlétét igénylő) az energianyerés (szénhidrátok aerob bontása, zsírok  $\beta$ -oxidáció, citromsav-ciklus, terminális oxidáció, tejsav és aminosavak felhasználása (ld. Biokémia, Sportbiokémia).

## II./1.2.3. Energiaraktárak

### Zsírszövet

Bőr alatti raktárzsír – szinte korlátlan mennyiségű. Egy egészséges, normál tápláltsági státuszú, felnőtt, fiatal férfi, körülbelül 15%-os testzsírtartalommal, közel 420 000 kJ (100 000 kcal) energiát raktároz trigliceridek formájában a bőr alatti zsírszövetben.

### Glikogénraktárak

- Korlátozott készlet, átlagosan 6 270-7 100 kJ (1 500-1 700 kcal) energiát tárol.
- Máj – tömegének /átlagosan 1,5 kg) 10%-a glikogén: 150 g
- Vázizom – tömege változó, glikogén: 200-400 g
- A terheléskor óránként, intenzitástól függően 150-250 g glikogén bomlik le.

A fenti adatok csak tájékoztató jellegűek, mert az értékeket többek között befolyásolja a korábban végzett fizikai aktivitás mennyisége és minősége, a táplálkozás, a becslési módszer (ld. Sportbiokémia).



## ***II./2. Az alapanyagcsere***

Az alapanyagcsere **definíciója**: A nyugalmi szervműködéshez (légzés, keringés, kiválasztás, emésztés, izomtónus, az idegrendszer alaptónusa, testhőmérséklet stb.) szükséges energia mennyisége.

Az alapanyagcsere **mérése**: Teljes nyugalomban, fekvő testhelyzetben, éber állapotban, standard szobahőmérsékleten, egy réteg ruhában, minimum 12 órája étlen és fizikai aktivitástól mentes állapotban történik.

Az alapanyagcserét **befolyásoló tényezők**: testfelület (testtömeg, testmagasság); életkor; nem; táplálékfelvétel; hőmérséklet (külső, belső); fizikai aktivitás (izommunka); napi ciklus; menstruáció; terhesség; hormonális rendellenességek.

Alacsonyabb alapanyagcsere → hosszú távon az elhízás esélye nagyobb

Az alapanyagcsere értéke: Ha közvetlen mérési adat nincs, akkor is megbecsülhető az alapanyagcsere értéke. Az alapanyagcsere átlagos értéktartományai:

- 5 000-8 000 kJ/nap, azaz 1 100-1 900 kcal/nap
- Fiatal férfi: 170 kJ/h/m<sup>2</sup>, fiatal nő: 150 kJ/h/m<sup>2</sup>
- 1 kcal/ttkg/h

Az oxigén kalorikus egyenértéke (kb: 5 kcal/1liter oxigén) alapján is becsülhető a napi átlagos alapanyagcsere érték:

Nyugalmi oxigénfelvétel: 250 ml/perc; 1000 ml/4 perc → 5 kcal  
 5x15 kcal = 75 kcal/h  
 75 kcal x 24 óra = 1800 kcal/nap

Különböző becsülő egyenletek (például: Harris-Benedict) ismertek, melyek figyelembe veszik az életkort, a nemet, a testtömeget, sokszor a testmagasságot vagy a testfelszínt.

Az interneten számos lehetőség áll rendelkezésre a saját alapanyagcsere becslésére:  
[www.egeszsegkalauz.hu/kalkulatorok/alapanyagcsere](http://www.egeszsegkalauz.hu/kalkulatorok/alapanyagcsere);  
[www.hazipatika.com/taplalkozas/alapanyagcsere\\_kalkulator](http://www.hazipatika.com/taplalkozas/alapanyagcsere_kalkulator)

## ***II./3. A napi energiaszükséglet***

A napi energiaszükséglet = alapanyagcsere + fizikai aktivitás (1-3. táblázat)

- Az egyes tevékenységek energiaszükséglete.
- Oxigénfogyasztás a különböző intenzitású munkavégzések során.
- Az energiamérleg kiszámítása: bevitt – felhasznált energia.

### **Oxigénfogyasztás a különböző intenzitású munkavégzések során**

- Könnyű fizikai munka – 2x nyugalmi oxigénfogyasztás
- Közepes fizikai munka – 2-4x nyugalmi oxigénfogyasztás
- Nehéz fizikai munka – 4-8x vagy több nyugalmi oxigénfogyasztás

Manapság sokszor a **metabolikus equivalens** értéket használják: 1 MET = 1 kcal/kg/h, ami 3,5 ml/min/kg (nyugalmi) oxigénfogyasztásnak felel meg.



1. táblázat. Felnőttek napi energiaszükségletét meghatározó faktorok (1=alapanyagcsere)

Szabadidő-tevékenység	Könnyű		Mérsékelt		Mérsékelt/Nehéz	
	fizikai munka					
	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő
Nem aktív	1,4	1,4	1,6	1,5	1,7	1,5
Mérsékeltén aktív	1,5	1,5	1,7	1,6	1,8	1,6
Igen aktív	1,6	1,6	1,8	1,7	1,9	1,7

2. táblázat. 10-18 évesek napi energiaszükségletét meghatározó faktorok

Aktivitás	Idő (h)	Fiúk	Leányok
Alvás	8	1,0	1,0
Iskolai elfoglaltság	6	1,6	1,5
Tevékenység - könnyű	7	1,6	1,5
- mérsékelt	2,5	2,5	2,2
- erős	0,5	5,0	5
Átlagos faktor	24	1,56	1,48

Forrás: WHO-UK adatok alapján saját szerkesztés

3. táblázat: Néhány aktivitás átlagos (70 kg testtömegű, fiatal férfi) energiaigénye

Aktivitás	Energiaigény (kcal/ttkg/h)	Energiaigény (kcal/h)
Alvás	0,93	60
Ülés, számítógép használat	1,43-1,53	100-110-120
Állás	1,58	105-115
Takarítás	2,5-3,4	170-250
Tánc	4,5-5,5	200-400
Lassú séta, könnyű gimnasztika	2,75-3,25	200-300
Gyaloglás 4-6 km/óra, lassú kerékpározás	3-4,2	250-370
Tenisz (egyéni), kocogás	5,1-5,4	450-500
Labdajátékok, közepes sebességű úszás	6-9	550-700
Futás (10 km/óra)	9-9,5	650-750
Intenzív evezés, kajakozás	9-10	760-800
Intenzív küzdősport	9-10	910-1000
Intenzív kerékpározás (30-35 km/óra)	9-12	840-1100
Intenzív sífutás	10-11	1100-1300
Intenzív futás	10-13,1	1400-1900

Forrás: Pavlik: Sportélettan, élettan, 437.  
<https://www.google.com/search?q=Grate,+Jakovlev,+Minh&client>

Összegzésként a nem sportolók és a különböző sportágcsoporthoz tartozók energiaszükségletét és tápanyagigényét (következő fejezetek) mutatja be a 4. táblázat.

4. táblázat. Nem sportolók és sportágcsoporthoz tartozók napi energia- és tápanyagigénye

Sportágcsoporthoz tartozók	Energiaigény kcal/ttkg	Energiaigény (kcal)	Szénhidrát %	Fehérje %	Zsír %
Nem sportolók	38-40	2500-3000	60	12-13	25-27
Állóképességi	70-80	5000-5500	60	15	25
Erő- és állóképességi	70-80	5000-5500	56	17	27





Erő	70-75	5000-5300	45-55	20-22	26-35
Gyorserő	60-73	4200-5100	52-60	15-18	25-30
Sportjátékok	68-72	4700-5100	54-58	16-18	25-26
Küzdősportok	70-75	4900-5300	52-58	17-20	25-28

Forrás: Pavlik: Élettan, sportélettan, 445.o.

## ***II./4. A kalorikus homeosztázis. A kalorikus ciklus***

Homeosztázisnak nevezzük a belső környezet dinamikus állandóságát. A már megismert tényezők (izovolémia, izozmózis, izoionia, izotermia, izohidria) mellett, a sejtek megfelelő működéséhez folyamatosan szükség van energiára is, amit a vércukorszint dinamikus állandósága biztosít. Ennek fenntartása a kalorikus ciklus folyamatain keresztül valósul meg (1. ábra).

### **II./4.1. A posztprandiális fázis jellemzői**

Étkezés (exogén tápanyagellátás) után a vércukorszint nő, az inzulin szekréciója fokozódik. Az inzulin teszi lehetővé, hogy a sejtek felvehessék fő energiaforrásukat, a glukózt. Egy főétkezés átlagosan 90 g szénhidrátot, 30 g fehérjét, 20 g zsírt tartalmaz. A táplálék szénhidrát-tartalma az enzimatis bontás után döntő mértékben glukóz formájában szívódik fel és a májba jut. A májban pár gramm direkt glukózoxidáció során használódik fel, körülbelül 20 g pedig glikogén formájában raktározásra kerül. Először az ún. obligát glukóz-dependens sejtek (neuronok, vörösvértestek, a mellékvesekéreg bizonyos sejtjei) veszik fel a glukózt, az étkezést követő két órában az agy körülbelül 20 g glukózt használ fel. A vázizom átlagosan 45 g glukózt vesz fel, ennek fele direkt glukózoxidációval kerül felhasználásra, fele glikogénként elraktározódik. A zsírszövet glukóz felvétele pár gramm, egy része átalakul és trigliceridként raktározódik, a táplálékkal felvett zsíradékok egy részével együtt (lipogenezis). A vázizomzatban fehérjeépítés folyik, a két folyamat eredőjeként a plazma szabad zsírsav és aminosav koncentrációja csökken. A nagy mennyiségű inzulin-elválasztásnak köszönhetően az inzulin-glukagon ráta (a hasnyálmirigy másik, az alfa sejtek által elválasztott hormonja) értéke 70, azaz hetvenszer annyi inzulin termelődik, mint glukagon.



## KALORIKUS CIKLUS

## POSZTPRANDIÁLIS FÁZIS

Étkezés után  
Exogén tápanyagellátás  
Vércukorszint↑

obligát glukózdependens sejtek

## POSZTABSORPTÍV FÁZIS

Étkezés után 12-18 órával  
Endogén tápanyagellátás  
Vércukorszint ↓

Energiahordozók a raktárakba

MÁJ glikolízis ↑  
direkt glukóz oxidáció ↑  
glukoneogenezis ↓  
ketogenezis ↓

PLAZMA FFA ↓  
AS ↓

ZSÍRSZÖVET lipogenezis ↑

IZOM glikolízis ↑  
fehérjésintézis ↑

$\frac{\text{Inzulin}}{\text{Glukagon}} = 70$

Energiahordozók a raktárakból

lipolízis ↑ ZSÍRSZÖVET  
glikolízis ↓ IZOM  
proteolízis ↑

FFA ↑ PLAZMA  
AS ↑

glikolízis ↓ MÁJ

direkt glukóz oxidáció ↓  
glukoneogenezis ↑  
ketogenezis ↑

$\frac{\text{Inzulin}}{\text{Glukagon}} = 3,5$

1. ábra. A kalorikus ciklus (SZSS: szabad zsírsav, AS: aminosav, ↑: nő, ↓: csökken) Forrás: Szollár: Az elhízás c. könyve alapján saját szerkesztés

## II./4.2. A posztabszorptív fázis jellemzői

12-18 órával az utolsó étkezés után az endogén tápanyagellátás jellemző. Csökken a vércukorszint, alacsony az inzulinszekréció. A szervezet a raktárakból mobilizálja az energiahordozókat: a zsírszövetben fokozódik a lipolízis (alacsony az inzulin koncentráció – az inzulin a lipolízis fő gátlója, és magas a glukagon elválasztása és más endogén zsírmobilizálóké). Az izomban fokozódik a fehérjék bontása, így e két folyamat eredményeképpen megnő a plazma aminosav és szabad zsírsav koncentrációja, ami a glukoneogenezis során a glukózsintézis nyersanyagaként szolgál a májban. Az inzulin-glukagon ráta, főleg a jelentős glukagontermelés miatt a posztabszorptív fázisban 3,5.

## II./5. Összefoglalás

Az energia kérdésköre alapvetően fontos a sportolók és a nem sportolók esetében is. A fejezet áttekintette az energiaraktárainkat, az alapanyagcserét, az egyes tevékenységek energiaszükségletének értékeit. A folyamatos energia-ellátásban jelentős folyamatokat a kalorikus ciklus alapján értelmezi a fejezet, Végül összegző táblázat tájékoztat nemcsak az egyes sportágak energiaigényéről, de előre vetíti az egyes tápanyagok szükséges mennyiségét is.

## Kulcsszavak

kalorimetria, alapanyagcsere, kalorikus homeosztázis, kalorikus ciklus



## II./5.1. Kérdések

- Milyen energiaraktáraink vannak?
- Mi befolyásolja alapanyagcserénket?
- Mitől függ az egyes fizikai aktivitások energiaigénye?
- Mi jellemző a posztprandiális fázisra?
- Mi történik a posztabszorptív fázisban?

## II./5.2. Tesztkérdések

- ... A posztabszorptív szakaszban a glikogenezis háttérbe szorul, mert a szénhidrát raktárak feltöltése ilyenkor történik. (hamis)
  - ... A neuronok és a vörösvértestek obligát glükóz-dependens sejtek. (igaz)
  - ... A zsírraktárakban normál tápláltság mellett 7000-10000 kcal energia tárolódik. (hamis)
1. Az alapanyagcserét nem befolyásolja
    - a. Izommunka
    - b. **Vérnyomás**
    - c. Táplálkozás
    - d. Életkor
  2. A posztprandiális szakaszban
    - a. Fokozódik a glükagontermelés
    - b. Fokozódik a glikoneogenezis
    - c. Intenzív a zsírmobilizáció
    - d. **Az inzulinelválasztás nő**

## II./6. Irodalom

Rigó János: Dietetika. Medicina, Budapest. 2002.

Pavlik Gábor: Élettan- sportélettan. Medicina, Budapest, 2011.

Internetesforrások:[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Elettan/ch07s06.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch07s06.html)<https://www.google.com/search?q=A+szervezet+energiaforgalma&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox->  
<https://www.google.com/search?q=tevékenységek+energiaszükséglete>



## III. A makrotápanyagok 1. A fehérjék

### *Bevezetés*

A táplálkozás során jut szervezetünk energiához és építőelemekhez. A három kalorigén (energiát adó) tápanyag, más néven makrotápanyag vagy makronutriens közül a fehérjéket szervezetünk csak intenzív mozgáskor és éhezéskor használja fakultatív energiaforrásként, mivel valamennyi fehérjemolekulának funkciója van. A táplálkozás minőségi szempontjainak áttekintése során így kiemelt figyelem illeti a fehérjéket, valamint a különböző fehérjéket felépítő aminosavakat. A hiányos fehérje fogyasztás hatásai közismertek, azonban a túlzott fehérjebevitel is hátrányos, esetenként káros is lehet. A fejezet célja a fehérjék táplálkozás- és sporttudományi szempontból történő bemutatása.

### *III./1. A fehérjék funkciói és szerkezetük*

- enzimek (biokémiai folyamatok katalizátorai)
- hormonok (növekedési hormon, inzulin...)
- sejten belüli szerkezet (aktin, intermedier filamentum, mikrotubulusok, struktúrfehérjék)
- sejten belüli mozgás (dinein, mikrotubuláris rendszer)
- mozgás (akto-miozin rendszer)
- transzport-, jelölő-, irányító-, receptor-, védő, neurotranszmitter szerep, toxinok

A fehérjék aminosavakból állnak, melyek szomszédos amino- és karboxilcsoportjaik között peptidkötéssel (kovalens kötés, vízkilépéses reakció) kapcsolódnak. A fehérjék kialakításában a 20 féle „proteinogén” (fehérjealkotó) aminosav vesz részt. Az aminosavak száma alapján megkülönböztetünk di-, tri-, oligo- és polipeptideket, valamint komplex fehérjéket. A funkcióképességhez, vagy a szabályozás érdekében gyakran találkozunk az aminosav oldalláncok utólagos (poszttranszlációs) módosításával is. A fehérjék kapcsolódhatnak más molekulákkal is. Az egyszerű fehérjék: csak aminosavakból állnak, az összetett fehérjék: aminosavak + egyéb (pl. fémionok, hemproteinek (vas), glikoproteinek (szénhidrát-rész), lipoproteinek (lipid)).

- Elsődleges szerkezet: aminosav-sorrend
- Másodlagos szerkezet:  $\alpha$ -hélix,  $\beta$ -redő,  $\beta$ -kanyar
- Harmadlagos szerkezet: egy polipeptidlánc térbeli konformációja: fonal- és gömbszerű
- Negyedleges szerkezet: több polipeptidlánc térbeli konformációja

Az emberi szervezet nem termel olyan enzimeket, amelyek a harmadlagos-negyedleges szerkezetet bontják (nyers fehérje), így fogyasztás előtt hőkezelés szükséges. Hőkezelés hiányában a gyomorsav kezdi meg a bontást. A túlzott hőhatás (Mailard-reakció) is káros (megégett hús), extra kereszthidak jönnek létre a polipeptid láncok között, így szintén nem vagy alig emészthető. Az egyes fehérjék emészthetősége eltérő és a fehérjék emésztése kedvezőbb, ha napi több kisebb adagban fogyasztjuk.



## **III./2. Aminosavak**

A fehérjéket alkotó aminosavakat táplálkozás-élettani szempontból több csoportra bonthatjuk.

- Esszenciális aminosavak: lizin (Lys), leucin (Leu), izoleucin (Ile), metionin (Met), valin (Val), triptofán (Trp), treonin (Tre), fenilalanin (Phe).

Életfontosságúak, de a szervezet nem tudja előállítani, ezért táplálkozással kell hozzájutnunk.

- Nem esszenciális aminosavak: glutamin! (Gln), glutaminsav (Glu), prolin (Pro), glicin (Gly), alanin (Ala), aszparagin (Asn), aszparaginsav (Asp), szerin (Ser), tirozin (Tyr), arginin (Arg)

Szervezetünk ezeket elő tudja állítani: az aminocsoport egy másik aminosavról származhat, a karboxilcsoport de novo szintetizálódik. Máj: transz- és dezamináció.

- Szemi-esszenciális aminosavak: bizonyos életkorban és/vagy nemben, illetve előanyaga esszenciális aminosav (hisztidin (His), Taurin; Met-Cys (cisztein), Phe-Tyr (tirozin))

Az esszenciális aminosav-szükséglet függ: életkor, nem, sport, (faj)

### **III./2.1. Esszenciális aminosavak: funkciók és hiánytünetek**

**LIZIN:** Hiányában: a feltételes reflexek romlanak, vérszegénység, izom- és kötőszöveti károsodások alakulnak ki. Különösen kevés a lizin a gabonákban: cereáliákban.

**LEUCIN:** Csökkenti a sejtd degenerációt és az izomfehérjék leépülését.

**IZOLEUCIN:** Hiányában: negatív N-mérleg, lassuló, elmaradó növekedés, a veseműködés zavara alakulhat ki.

**VALIN:** Hiányában az izom-koordináció zavara jelentkezik.

**FENILALANIN:** A tirozin és a katekolaminok (adrenalin, noradrenalin, dopamin) előanyaga.

**METIONIN:** Hiányában: a fehérjeszintézis zavara; a hasnyálmirigy, tüdő, belek, májműködés zavara: Kwashiorkor-szindróma. Különösen kevés a metionin a hüvelyesekben, édesburgonyafélékben.

**TRIPTOFÁN:** A niacin a B3 vitamin és a szerotonin előanyaga. Hiányában: csontvelőműködés zavara, hemoglobin képzés csökkenése.

**TREONIN:** Hiányában: negatív N-mérleg.

**HISZTIDIN, ARGININ:** Szemi-esszenciális a növekedés, fejlődés alatt.

(hisztidin: csecsemők; argininhiány: spermaképződés zavara)

ún. BCAA (branched chain amino acids): az elágazó láncú, „izomvédő” aminosavak (leucin, izoleucin és valin)

### **III./3. Teljes értékű fehérjék**

Azokat a fehérjéket, melyek az összes esszenciális aminosavat megfelelő mennyiségben és arányban tartalmazzák, épp úgy, mint a nem esszenciális aminosavakat, teljes értékű (elsőrendű vagy komplett) fehérjéknek nevezzük. Ilyenek az állati eredetű fehérjeforrások (tej, tojás, hús). A fejlődő szervezet növekedéséhez, illetve a kifejlett szervezet megfelelő működéséhez minden esszenciális aminosavra megfelelő mennyiségben és arányban van szükség. Csecsemőknél, az anyateje táplálás időszaka alatt 100% az állati fehérjék részesedése, a vegyes táplálkozással belépnek a növényi fehérjeforrások is, felnőttkorban az állati és növényi fehérjék részesedése közel azonos. Gyermekeknél, kismamáknál, időseknél,



betegknél és lábadozóknál, valamint a sportolóknál törekedjünk az állati fehérjék ennél nagyobb arányú részesedésére (60-66%, 5. táblázat).

### III./3.1. Limitáló aminosav

Azt az esszenciális aminosavat, aminek bevitele nem éri el a referenciaértéket, limitáló aminosavnak nevezzük. A fejlődő országokban, hátrányos szociális helyzetben, illetve minőségi éhezésben (például vegetáriánus táplálkozás: kizárólag növényi eredetű táplálék fogyasztása esetén) számos esetben előfordul a növekedés visszamaradása, limitálása.

### III./3.2. Vegetáriánus táplálkozás

Számos típusa ismert annak alapján, hogy milyen állati eredetű táplálékokat tartalmaz, vagy egyáltalán nem tartalmaz, emellett további szélsőséges étrendek is ismertek.

- szemivegetáriánus: vörös húsok, belsőségek kerülése
- lakto-ovo vegetáriánus: tej, tejtermék és tojás fogyasztása megengedett
- laktovegetáriánus: tej, tejtermék fogyasztása megengedett
- ovo-vegetáriánus: tojás fogyasztása megengedett
- vegetáriánus, vegán: csak növényi eredetű ételek
- nyers vegán: konyhatechnikai eljárások mellőzése a tisztán növényi étrend fogyasztása során

A szemi-vegetáriánus táplálkozás legtöbbször nem okoz problémát, esetenként azonban jellemző lehet a vas és a B12 vitamin részleges beviteli hiánya. Ez fordul elő leggyakrabban a többi típusnál is, következménye a vashiányos vérszegénység. Emellett előfordulhat, hogy egyes esszenciális aminosavak, vitaminok, ásványi anyagok az ajánlottnál kisebb mennyiségben jutnak be a szervezetbe. Különösen aggályos a vegetáriánus táplálkozás azokban a csoportokban, ahol az összfehérje fogyasztás 60-66%-a javasolt állati eredetű forrásból: gyermekkorban, várandós és szoptatós anyáknál, időseknél, betegknél és lábadozóknál, valamint sportolóknál.

### III./3.3. Kompletálás

A növényi eredetű fehérjeforrások tudatos (az esszenciális aminosav-összetétel ismerete) összeválogatását annak érdekében, hogy minden esszenciális aminosav megfelelő bevitele megvalósuljon, kompletálásnak nevezzük (például hüvelyesek + cereáliák).

### III./4. Kopási kvóta

A szervezetben folyamatosan zajlik a fehérjék bontása és építése. A napi fehérje lebontás átlagosan 200-350 gramm. Ebből 150-300 g visszaépül, 50 g viszont kiürül (urea, kreatinin, húgysav) a vizelettel. Teljesen fehérjementes táplálkozás esetén is történik fehérjeürítés, pontosabban N-tartalmú köztes metabolitok távoznak a vizelettel. Egy 70 kg testtömegű, felnőtt fiatal férfi esetében az ürített fehérjemennyiség 20-21 gramm naponta. Az ún. kopási kvóta fehérjementes étrend esetén 13-26 g/nap. Mivel az ürített nitrogén mennyiségét könnyen lehet mérni a vizeletben, és egy átlagos fehérje 16% nitrogént tartalmaz, a fehérjevesztés mértékét a következő képlet alapján becsülhetjük:

$$6,25 \cdot \text{ürített nitrogén mennyisége (g)} = \text{ürített fehérje mennyisége (g)}$$



Fehérjebevitel esetén is a nitrogén mennyiségének mérése alapján következtetünk a bevitel és az ürítés arányára:

$N\text{-mérleg} = \text{bevitt nitrogén mennyisége (g)} - \text{ürített nitrogénmennyisége.}$

Negatív a N-mérleg, ha a bevitel kevesebb, mint az ürített mennyiség; ha a két érték azonos, akkor a fehérjebevitel a pusztá fenntartáshoz elegendő minimális mennyiség csak, az optimális működéshez viszont pozitív N-mérlegre van szükség.

### ***III./5. Fehérjeszükséglet***

Kiszámításánál figyelembe veszik a kopási kvótát, és ennek alapján az ún. élettani fehérje-minimum: 0,6 g/ttkg/nap. Ez azonban a pusztá létfenntartáshoz elegendő. Ajánlott bevitel: pozitív N-mérleg!

Az életkorral a testtömegre vonatkoztatott érték fokozatosan csökken (csecsemők: 2,5-3 g/ttkg/nap; nem sportoló felnőttek: 0,8 g/ttkg/nap), időskorúaknál újra kicsit több.

Felnőtteknél, az állati és növényi fehérjék nem ismert arányú fogyasztása miatt az ajánlott biztonságos mennyiség: 1 g/ttkg/nap, sportolóknál: 1,2-2 g/ttkg/nap (6. táblázat).

#### **III./5.1. Fehérjehiány**

Marasmus-kór (nem elegendő fehérjebevitel energiahány nélkül)

Energia-protein malnutrició (energia és fehérjehiány)

- gyengeség
- teljesítőképesség csökken
- fertőzésekre-betegségekre fogékonyabb
- sorvadás (izom)

#### **III./5.2. Túlzott fehérjebevitel ( 2,5 g/ttkg < )**

- dehidratáció
- veseműködés nő, túlterhelt
- alapanyagcsere nő
- felszívódás romlik.
- káros metabolitok felszaporodnak a vastagbélben
- basalis protein-lerakódás
- idegrendszeri labilitás
- teljesítmény csökken

### ***III./6. A fehérjék tápértéke***

A tápérték függ az étrend E-tartalmától (12-15E%), változik a feldolgozás során, a referenciafehérje legtöbbször a tojásfehérje.

- Fehérjehatékonyság-arány (Protein Efficiency Ratio=PER): vizsgált fehérjés étrend, testtömeg-növekedés/étrend összfehérje mennyisége



- Nettó fehérjehasznosulás (Net Protein Utilization=NPU): vizsgált fehérje N-beépülése viszonyítva a referencia-fehérjéhez
- Mitchell-kémiai index (Chemical Score): legrégebbi; adott fehérjéből csak a referencia-fehérjének megfelelő aminosav-összetételű rész hasznosul (búza:50%, tojás: 100%, a limitáló aminosav %-ában)
- Oser-index: Összes esszenciális aminosav figyelembe vétele
- Morup-Olesen index (PV – Predictive Value): 0-140 skála (legmagasabb érték az állati és növényi fehérjék kombinációja, pl: marhahús-rizs (45:55%): 132)

### III./7. A fehérjék és a fizikai aktivitás

1. Az emberi szervezet nem raktározza a fehérjét, az energiaforrásként mozgósított fehérjék is egyéb feladatokkal rendelkeznek
2. Minden fehérje funkcionális fehérje
3. A nem használatos fehérjék lebontódnak, a szabad aminosavak oxidálódnak, az aminos csoport levágódik és N-tartalmuk kiürül, miközben glükózzá és szabad zsírsavakká konvertálódnak.

A fizikai aktivitás alatt a plazmafehérjék, és az aminosavak összetétele változik, az elágazó láncú aminosavak (BCAA) oxidálódnak, így koncentrációjuk csökken a vérben. Az oxidációjuk során ammónium-ion keletkezik ( $\text{NH}_4^+$ ), ennek felszaporodását (mérgező anyag, a máj alakítja át) összefüggésbe hozzák a fáradtsággal. Csökkenő koncentrációjuknak köszönhetően megnő az aminosavak transzportja (főleg a triptofán), ami gyengeséggel és így az állóképesség és a teljesítmény csökkenésével jár.

◇ Megfelelő szénhidrátbevitel az izomfehérjék/fehérjék védelme érdekében!

Intenzív fizikai aktivitás során az izomfehérjék anyagcseréje, az építés és a lebontás aránya változik, nő a lebontás és párhuzamosan a de novo fehérjeszintézis csökken: nettó funkcionális fehérje-vesztés.

◇ Az esszenciális aminosavak és a glutamin pótlása (szupplementáció)

5. táblázat. 10 gramm fehérje beviteléhez szüksége állati és növényi eredetű fehérjeforrások mennyisége

Állati eredetű források	10 g fehérje felvételéhez szükséges	Növényi eredetű források	10 g fehérje felvételéhez szükséges
Tej (1,5%)	300 g	Búza	100 g
Tejtermék	150-200 g	Müzli	90 g
Túró	70 g	Főtt rizs	250 g
Sajt (köményes)	40 g	Főtt tészta	450 g
Tojás	2 db	Mogyoró, mandula	50 g
Sovány bányás és marhasült	30 g	Sült bab	220 g
Csirkemell (bőr nélkül)	35 g	Szójatej	400 g
Grillezett hal	50 g	Tofu, főtt lencse	120 g

Forrás: Clarck N., 2003, Boros Sz., 2008 alapján

6. táblázat. Sportolás során ajánlott fehérjebevitel

	Fehérjeszükséglet g/ttkg/nap
Felnőtt nem sportoló	0,8
Felnőtt szabadidő sportoló	0,8-1,5





Serdülő, junior sportoló	1,5-2,0
Izomtömeg növelő sportoló	1,5-1,7
Fogyókúrázó élsportoló	1,8-2,0
Állóképességi sportoló	1,2-1,6
Állóképességi sportoló nő	1,1-1,7
Állóképességi sportoló férfi	1,2-2,0

Forrás: Tarnopolsky M., 2011; Potgieter S, 2013; Maughan R., 2014; Carlsohn A., 2016; ACSM, ADA (amerikai és nemzetközi ajánlások)

### **III./8. Összefoglalás**

A fejezet áttekinti a fehérjék funkcióit, hasznosulását, az egyes esszenciális aminosavak szerepét. Szó esik a vegetáriánus táplálkozásról, veszélyeiről, valamint a túlzott fehérjebevitel hátrányairól. Emellett a sportágcsoportok fehérjeszükségletének bemutatása segíti a hatékony, egészséges táplálkozás kialakítását.

#### **Kulcsszavak**

esszenciális aminosav, teljes értékű fehérjék, kopási kvóta, fehérjebevitel, sport

#### **III./8.1. Kérdések**

Milyen funkciói vannak az emberi szervezetben a fehérjéknek?

Milyen esszenciális aminosavakat ismer?

Mi a kopási kvóta?

Mi a komplettálás?

Milyen kedvezőtlen hatásokkal járhat a növényi eredetű étrend?

Milyen következményekkel jár a túlzott fehérjebevitel?

#### **III./8.2. Tesztkérdések**

... A túlzott fehérjebevitel a gyomornyálkahártyában basalis protein-lerakódással jár. (hamis)

... A kopási kvóta 30-40g/nap fehérje, ezért egy 80 kg testtömegű embernek átlagosan ennek a kétszerese lesz a megfelelő fehérjebevitel. (hamis)

... A BCAA aminosavak felépítése és funkciója is hasonló. (igaz)

1. Esszenciális aminosav:

- Glutamin
- Prolin
- Glicin
- Lizin**

2. Javasolt fehérjebevitel állóképességi sportolóknak

- 0,8-1 g/kg/nap
- 2-2,5 g/kg/nap
- 1,2-1,6 g/kg/nap**
- 1,8-2,1 g/kg/nap



### ***III./9. Irodalom***

Rigó János: Dietetika. Medicina, Budapest, 2002.

Rigó János: Korszerű piramisrendszerek az egészséges táplálkozáshoz és életmódváltáshoz. Medicina, Budapest, 2008.

Pavlik Gábor: Élettan- sportélettan. Medicina, Budapest, 2011.

Szabó S. András, Tolnay Pál: Bevezetés a korszerű sporttáplálkozásba Fair Play Sport Bt, Budapest, 2001.

Georg Neumann: Sportolók táplálkozása. Táplálkozás-élettan, edzésterhelés. Dialóg Campus, Budapest, 2005.

Ronald J. Maughan (Ed.): Sports Nutrition. Wiley Blackwell, 2014.

Internetes források:

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025\\_Testnevelok\\_medicinalis\\_educacioj\\_a/aminosavak\\_1\\_1.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Testnevelok_medicinalis_educacioj_a/aminosavak_1_1.html)



## IV. A makrotápanyagok 2. A szénhidrátok

### *Bevezetés*

A táplálkozás során jut szervezetünk energiához és építőelemekhez. A három kalorigén (energiát adó) tápanyag közül a szénhidrátok az elsődleges energiaforrások. A különböző szénhidrátok élettani hatása eltérő, fontos, hogy az energia-ellátásban milyen arányban vesznek részt. Néhány további funkciójuk ismerete is nélkülözhetetlen a korszerű táplálkozástudomány szempontjából. Az alacsony szénhidrátbevitel erőtlenséggel, gyengeséggel jár, míg túlzott bevitelük elhízáshoz, anyagcsere betegségekhez vezet. A fejezet célja a szénhidrátok típusainak, funkcióinak, élettani hatásaiknak és javasolt bevitelüknek a bemutatása.

### *IV./1. A szénhidrátok funkciói és felépítésük*

- fő energiaforrás
- másodlagos tápanyagraktár (glikogén: máj, izom)
- jelölőmolekulák (például: vércsoportok)
- sejtek adhéziója (glikokálix)
- sejtfaalképzés, membránfunkció

C, H, O atomokból állnak, alap építőelem egy egyszerű cukormolekula (monomer). A glikozidos kötéssel (kovalens kötés) kapcsolódó cukormolekulák száma alapján megkülönböztetünk egyszerű és összetett szénhidrátokat. A szénhidrátok más molekulákkal is kapcsolódhatnak (glikoproteinek és glikolipidek).

### *IV./2. Egyszerű szénhidrátok*

Egy vagy két cukormolekulából álló, édes, vízben jól oldódó szénhidrátok: a mono- és a diszacharidok.

#### **IV./2.1. Monoszaharidok**

Szénatomszám alapján: triózok (3C, például: gliceraldehid), tetrózok (4C), pentózok (5C, például: ribóz, dezoxiribóz – RNS, DNS), és a hexózok (6C): a táplálkozás szempontjából a legfontosabbak:

- glukóz (szőlőcukor)
- fruktóz (gyümölcscukor)
- galaktóz (nyákcukor)

$C_6H_{12}O_6$  az összegképletük, izomerek: azonos az összegképletük, csak a térbeli szerkezetük eltérő, így könnyen egymásba alakíthatók. Az átalakítás iránya a glukóz felé mutat. Egyetlen cukormolekulából állnak.

A glukóz a szénhidrát anyagcsere (teljes anyagcsere) központi molekulája, a szénhidrátbontás eredménye, illetve a szénhidrátok építésének kiinduló monomerje. Mint szőlőcukor ismert, és közvetlenül fogyasztható. A fruktóz élettanilag kedvezőbb mértékben hat a vércukorszintre, önmagában is fogyasztható, azonban a fruktóz 10-20%-a még a vékonybélben átalakul glukózzá és úgy szívódik fel.



## IV./2.2. Diszacharidok

- maltóz (malátacukor)
- szacharóz (cukor, asztali cukor: kristálycukor)
- laktóz (tejcukor)

A diszacharidokban két monomer kapcsolódik glikozidos kötéssel, szintén vízőldékonyak, illetve a szervezetben a megfelelő diszacharid-bontó enzimek bontják ezeket a molekulákat a vékonybélben. A malátacukrot (2 glukóz-molekula alkotja) elsősorban az élelmiszeripar használja, illetve a keményítőbontás köztes terméke. A szacharóz a háztartásokban és az élelmiszeriparban is a leggyakrabban használt édesítőszer (egy glukóz és egy fruktóz molekulából áll). Az élelmiszerek összetételének tájékoztatásában a „cukor” terminus a szacharóz mennyiségére utal. A „hozzáadott cukor” terminus esetén is a szacharózzal van szó. A tejcukor a tejben található diszacharid (egy glukóz és egy galaktóz kapcsolódik). Szervezetünkben a laktáz enzim bontja, ennek alacsonyabb vagy hiányzó termelődése vezet a tejcukor- vagy laktóz-intoleranciához. A népesség (populáció-függő) 5-15%-ában (esetenként akár 20%-ában) fordul elő különböző mértékben. A laktáz enzim génexpressziója két éves kor (anyatejes táplálás vége) után csökkenhet, akár meg is szűnhet. Ezekben az esetekben a tej és bizonyos tejtermékek fogyasztása hasmenéssel, puffadással és diszkomfort érzéssel járhat. Az élelmiszeriparban a tejtermékek gyártása során különböző mértékben fermentálják a tejet, a fermentáció bontja a laktózt. Ezért a különböző súlyosságú laktóz-intoleranciában egyénre szabottan szükséges csak korlátozni a tejtermékek fogyasztását, elhagyásuk semmiképpen sem javasolt, mivel értékes tápanyagforrások.

## IV./3. Összetett szénhidrátok

A kettőnél több, akár sok ezer cukormolekula összekapcsolódásából létrejövő, általában kevésbé édes vagy íztelen, egyenes vagy elágazó láncú, egy- vagy többféle monomertől felépülő, jól oldható vagy akár oldhatatlan szénhidrátokat oligo- és poliszacharidoknak nevezzük. A poliszacharidok a legfontosabb energiaforrások, az emberi táplálkozásban a legnagyobb mennyiségben fogyasztott makrotápanyagok.

### IV./3.1. Oligoszacharidok

3-18 (22) cukormolekulából álló szénhidrátok. Lehetnek elágazók és lineárisak, tartalmazhatnak egyféle és többféle monomert is. A szervezetben az oligoszacharidok legtöbbször, mint jelölőmolekulák játszanak szerepet (a vörösvértestek felszínén a vércsoportok kialakítása, például az ABO vércsoport), illetve a sejthártya külső felszínén alakítják ki a sejtek adhézióját biztosító réteget.

Táplálkozástudományi szempontból említésre érdemes a maltodextrin (csak glukózt tartalmaz), egy alig édes, közel íztelen poliszacharid, élelmiszerek adalékanyagaként, valamint étrend-kiegészítőként használatos. Keményítőből vonják ki; fehér, nedvszívó por. Könnyen emészthető, olyan gyorsan szívódik fel, mint a glukóz. Kiemelkedő jelentőségűek még a frukto-oligoszacharidok. Ezek a molekulák a hüvelyesekben nagy mennyiségben találhatóak (az inulin (poliszacharid) bontásából).

Szerepük:

- természetes, élettanilag kedvező édesítőszer (1/3 édesek a glukózhhoz viszonyítva)
- térfogatnövelők
- prebiotikumok (probiotikumok – hasznos baktériumok – tápláléka)



### IV./3.2. Poliszacharidok

- glikogén
- keményítő
- élelmi rostok

A **glikogén** a glukóz poliszacharidja; funkciója a rövidtávú energiaraktározás az állati sejtekben, a keményítő analógja. Főleg a máj és az izmok raktározzák, de az agy, a méh és a hüvely szintén képes szintetizálni. A glikogén számos sejt típusban megtalálható és fontos szerepe van a glukóz-ciklusban. Olyan energiaraktárat jelent, amely gyorsan mobilizálható hirtelen fellépő glukózigény esetén. A glikogén a máj tömegének 8-10%-át is alkothatja. Vízben nehezen oldódó poliszacharid.

A **keményítő** a növények raktározott tápanyaga. Főként magokban, gumókban, hüvelyesekben található. Gazdag keményítőtartalmú növények a gabonafélék: búza, rozs, zab, a kukorica és a rizs, valamint a burgonya. Legtöbbször 300-3000 monomerből ( $\alpha$ -glukóz) állnak. A glukózmolekulák kapcsolódása lehet elágazó (amilopektin) és lineáris (amilóz). A keményítő átlagosan 20-30% lineáris, 70-80% elágazó láncból áll, oldékonysága (könnyebben emészthető) nagyobb, ha több elágazó lánc található benne (rizs). Energia-bevitelünkben a legjelentősebb.

### IV./4. Fel nem szívódó szénhidrátok, élelmi rostok

Az eddig áttekintett szénhidrátokat az emberi emésztő enzimek képesek bontani, így fel tudnak szívódni és energiát szolgáltatnak az emberi szervezetnek. A növényi sejt falban, illetve a sejteken belül is, azonban számos olyan poliszacharid található, ami számunkra emészthetetlen (cellulóz, hemicellulóz, pektin, lignin (polifenol), alga-poliszacharidok stb), de az élelmi vagy diétás rostok fogyasztása számos kedvező élettani hatásuk miatt fontosak az egészséges táplálkozásban.

Kedvező hatások:

- tisztítják a fogakat
- teltségérzetet okoznak a gyomorban
- fokozza a perisztaltikát
- lassítják a glukóz felszívódását
- magasabb rosttartalom – alacsonyabb glikémiás index (ld. később)
- felesleges/káros anyagokat kötnek meg
- tisztítják a bélnyálkahártyát, a „tápcsatorna seprűi”
- megelőzik a székrekedést

Két csoportra oszthatók: vízben oldódók (pektinek, hemicellulózok egy része, nyálkaanyagok) és vízben oldhatatlanok (például cellulóz, hemicellulóz nagy része, kitin, lignin).

#### Vízben oldódó élelmi rostok

A gyümölcsökben, friss zöldség- és főzelékfélékben található vízdékony rostok sok vizet szívnak fel, sűrű masszává alakulnak és egyes tápanyagokat (például glukózt) kötnek meg, ezáltal azok csak fokozatosan, lassabban szívódnak fel. A koleszterin és az epesavak egy részét is meg tudják kötni, így kevesebb koleszterin szívódik fel (magas koleszterinszint esetén különösen javasolt a megfelelő rostfogyasztás). A vastagbélben zajló vízvisszaszívódás



a vízdékony rostok által megkötött víz egy részét nem érinti, ezért fontosak a székrekedés ellen is.

### Vízben nem oldódó élelmi rostok

A vízben nem oldódó rostok nem erjednek meg, csak szerkezetváltozás nélkül áthaladnak az emésztőrendszerünkön. Jótékony hatásuk, hogy nagy térfogatot foglalnak el a gyomorban, ezáltal telítettségérzetet okoznak, csökkentik az étvágyat, valamint növelik a bélsár tömegét. Kalóriát nem szolgáltatnak, ezért fogyókúrázók számára kifejezetten ajánlott fogyasztásuk. A rostok azáltal, hogy növelik a székletünk víztartalmát és tömegét, csökkentik a vastag- és végbélrák kialakulásának a kockázatát is. Az élelmi rostok csökkentik a szív- és érrendszeri megbetegedések, a cukorbetegség valószínűségét. Az étkezés utáni vércukorszint kevésbé emelkedik meg, javul a glukóztolerancia (laboratóriumi vizsgálat során az orális cukorterhelés után két órával mért 7,8-11,1 mmol/l közé eső vércukorszint, ez a cukorbetegség kialakulására, metabolikus X szindróma és fokozott érrendszeri szövődmények kialakulására utalhat), ezáltal a cukorbetegség állapota is. Oldhatatlan rostot tartalmaznak például a teljes kiőrlésű termékek, a korpá, a sárgarépa és az uborka.

A rostban gazdag étrendnek általában alacsonyabb a zsírtartalma, amely ezáltal is hozzájárul a kisebb mértékű energia-bevitel eléréséhez. Magas az ásványi anyag és vitamintartalma is ezeknek a táplálékoknak. Sajnos a legtöbb ember kevés rostot fogyaszt naponta. Felnőttek számára az ajánlott mennyiség 25-30 g/nap, a nem oldható és oldható rostok aránya 3:1 legyen. Maximum napi 45 g rostfogyasztás ajánlott, a vitaminok, ásványi anyagok esetleges megkötése, és így eltávolítása miatt.

### *IV./5. Glikémiás index*

Jenkins és munkatársai vezették be a glikémiás index fogalmát, az addig használatos „gyors” és „lassú” cukor terminus helyett, illetve mivel az egyszerű szénhidrátok válogatás nélküli besorolása a „gyors” cukrok közé éppúgy hibás, mint az összetett szénhidrátok lassú vércukorszint-emelő hatására hivatkozni minden esetben. A fruktóz monoszacharid, vércukorszint-emelő hatása mégis csekély és elnyújtott vagy a hasáburgonya, bár poliszacharid, de jelentősen és gyorsan emeli a vércukorszintet.

Egy adott szénhidráttartalmú élelmiszer glukózhoz viszonyított vércukorszint emelő hatását a glikémiás index segítségével jellemezhetjük, egy 1-100-ig (glukóz) terjedő skála segítségével (7. táblázat). Ennek alapján három: magas, közepes és alacsony glikémiás index kategóriába sorolhatók a szénhidráttartalmú élelmiszerek, táplálékok. A kategória-határok: magas (70-100 GI), közepes (55-70 GI) és alacsony (<55GI) glikémiás index.

A glikémiás indexet befolyásolja a táplálékra jellemző:

- rosttartalom
- zsírtartalom
- feldolgozottság
- sótartalom
- érettség
- a termék alakja

A mindennapi táplálkozás során az alacsony és közepes glikémiás indexű táplálékokat kell előnyben részesíteni kedvezőbb élettani hatásuk miatt (moderált, elnyújtott vércukorszint



emelő hatás, kevesebb és adekvát mennyiségű inzulin szekréció). A sportolás során azonban inkább a magas kategóriából válasszunk. Edzés alatt glikogénkészleteinket jórészt felhasználjuk, így egy-másfél órás fizikai aktivitás során már a sporttevékenység alatt szükség lehet a pótlásra. Fontos tudni, hogy a **glikogénkészletek reszintézise** az aktivitást követő órában a leghatékonyabb, ha ezt elmulasztjuk, akkor 24 órát is igényelhet a szénhidráttraktárok feltöltése, ami például napi két edzés esetében már energia-hiányt okozhat.

7. táblázat. Néhány élelmiszer glikémiás indexe

Élelmiszer	GI	Élelmiszer	GI
Glükóz	100	Barnarizs	53
Kukoricapehely	92	Bab	52
Méz	87	Narancslé	52
Sütőben sült burgonya	85	Érett banán	52
Mikróban sült burgonya	82	Zöldborsó	48
Gatorade	78-89	Lencseleves	44
Rizsfelfújt	78	Spagetti tészta	44
Tejbedara	74	Tejcsoki	43
Graham keksz	74	Csicseriborsó	42
Fehér kenyér	73	Almalé	40
Kalács	72	Eper	40
Cukor dinnye	72	Alma	38
Teljes kiőrlésű kenyér	70	Körte	38
<b>Szőlő</b>	<b>71</b>	Teljes kiőrlésű gabona	38
Snickers	68	Csokis tej	34
Zabkása	66	Gyümölcsjoghurt	33
Mars szelet	65	Tej (1,5%)	32
Kuszkusz	65	Aszalt barack	31
Sportital	65	Zöld banán	30
Mazsola	64	Lencse	30
Kóla	63	Őszibarack	28
Kukorica	60	Tej (3,6%)	27
Édesburgonya	59	Grapefruit	25
Főtt burgonya	56	Fruktóz	24
<b>Fényezett rizs</b>	<b>56</b>		

Forrás: Foster-Powell et al. (2002) alapján

#### **IV./6. Szuperkompensáció**

A sporttáplálkozás szempontjai alapján előnyös, ha a glikogénkészletek mennyisége a lehető legnagyobb mértékű. Ennek érdekében szokták alkalmazni az edzésintenzitás és a szénhidrátbevitel ellentétes irányú változtatását. Többféle protokoll ismeretes, általában a 7 napos eljárást alkalmazzák. Az elején magas intenzitású edzés mellett alacsony a szénhidrátbevitel (glikogénraktárak lemerülnek), a hét második felében alacsony edzésintenzitás mellett magas szénhidrátbevitel szükséges, így a glikogénraktárak „töltődnek”. Ez elsősorban az energetikailag limitált sporttevékenységek esetén lehet hasznos, a táplálkozással összefüggő segítség, azonban számolni kell a jelentős egyéni különbségekkel.



## IV./7. Napi javasolt szénhidrátbevitel

A nem megfelelő szénhidrátbevitel energiahiányt okoz, a túlzott szénhidrát-fogyasztás, mivel legtöbbször túlzott energia bevitelt jelent, elhízáshoz vezet. A táplálkozásunkban, elsődleges energiaforrásként, a legnagyobb részt a szénhidrátok adják az energia bevitelben. A napi teljes energia bevitel közel 60%-a álljon szénhidrátból, ez nem sportoló vagy szabadidő sportoló emberek esetén 4-5 g/ttkg naponta (300-450 g/nap), valamint az egyszerű szénhidrátok napi részesedése ne haladja meg a teljes energia bevitel tizedét (8. táblázat).

8. táblázat. Optimális szénhidrát-bevitel sportolóknál különböző időszakokban

Időszak	Szénhidrát	Megjegyzés
Könnyű edzések (3-5/hét)	4-5 g/ttkg/nap	Mennyiség arányos az edzésintenzitással
60-90 perc/könnyű-közepes intenzitású edzés	5-7 g/ttkg/nap	
90-120 perc/magas intenzitású edzés	7-10 g/ttkg/nap	
Szénhidrát-feltöltés	5 g/ttkg/nap 3 napig, majd 8-10 g/ttkg/nap 3 napig	Utolsó 3 napban az intenzitást jelentősen csökkentjük
Edzés előtt	4-5 g/ttkg 3-4 órával edzés előtt, 1-2 g/ttkg 1-2 órával edzés előtt	Könnyen emészthető ételek!
Edzés alatt	0,5-1 g/ttkg óránként	Edzés>2óra: 10%-nál nagyobb, többféle komponensből álló szénhidrát-tartalmú folyadék
Edzés után	0,75-1,5 g/kg/óra	Gyors pótlás (+fehérje, kevés zsír is)

Forrás: N. Clarck (2003) Sports Nutrition Guidebook, Human Kinetics

## IV./8. Összefoglalás

A fejezetben legfőbb energiaforrásaink, a szénhidrátok típusait tekintettük át, kiemelve az egyes típusok előnyeit, hátrányait, az egészséges és sporttáplálkozásban betöltött szerepüket. Bemutatásra kerültek a megfelelő rostfogyasztás előnyei, valamint az ajánlott szénhidrát-beviteli értékek, melyek nélkülözhetetlenek az egészséget és a teljesítményt hatékonyan támogató étrend kialakításában.

### Kulcsszavak

egyszerű és összetett szénhidrátok, élelmi rostok, glikémiás index, szuperkompenzáció





## IV./8.1. Kérdések

Milyen csoportokra oszthatók a szénhidrátok?

Mi a laktóz intolerancia?

Milyen kedvező hatásokkal jár a megfelelő ételmi rostfogyasztás?

Mi a glikémiás index?

Mi befolyásolja a glikémiás index értékét?

Mit jelent a szuperkompenzáció a sporttáplálkozásban?

## IV./8.2. Tesztkérdések

... A glikogénraktárak reszintézise megfelelő szénhidrátbevitellel a terhelést követő egy órában a leggyorsabb. (igaz)

... A glikémiás index függ az elfogyasztott ételmiszer rost, ásványi só és fehérjetartalmától. (hamis)

... A frukto-oligoszacharidok a vastagbélben élő bélbaktériumok fontos tápláléka. (igaz)

1. Ételmi rost

- a. Hipoxantin
- b. Biotin
- c. Taurin
- d. **Cellobióz**

2. Egyszerű szénhidrátból ajánlott mennyiség

- a. **10 E%**
- b. 20 E%
- c. 30 E%
- d. 40 E%

## IV./9. Irodalom

Rigó János: Dietetika. Medicina, Budapest, 2002

Pavlik Gábor: Élettan- sportélettan. Medicina, Budapest, 2011

N. Clarck: Sports Nutrition Guidebook, Human Kinetics, 2003

Tihanyi András: Teljesítményfokozó sporttáplálkozás. Krea-Fitt Kft, 2011

Internetes források:

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025\\_Testnevelok\\_medicinalis\\_educacioj\\_a.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Testnevelok_medicinalis_educacioj_a.html)

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/ABiokemiaEsMolekularisBiologiaAlapjai/ch10.html>



## V. A makrotápanyagok 3. A lipidek

### *Bevezetés*

A harmadik kalorigén (energiát adó) tápanyag a lipidek csoportja. A lipidek közé nagyon sokféle molekula tartozik, közös tulajdonságuk, hogy vízben nem vagy alig, azonban apoláros oldószerekben jól oldódnak. Másodlagos energiaforrásunk, de emellett számos létfontosságú szerepet is ellátnak a szervezetünkben. A fejezet célja az egyszerű és az összetett lipidek jellemzése, funkcióik, forrásaik bemutatása és az egészséggel kapcsolatos vonatkozások rövid áttekintése.

### *V./1. Funkciók, szerkezet, csoportok*

- Másodlagos energiaforrások
- Energiaraktár
- Membránalkotók
- Mechanikai, hő- és elektromos szigetelők
- Hormonok
- Szignál molekulák
- Epe és D-vitamin előanyag
- Zsírban oldódó vitaminok oldószere
- Idegrendszer (mielinhüvely, gliaszövet)

A lipidek közé számos, jelentősen eltérő molekula tartozik, oldhatóságuk alapján (apoláros oldószerekben) alkotnak egy csoportot. Általános felépítésükben egy háromértékű alkohol (glicerin) köt meg 1-3 zsírsavat: egyszerű lipidek, az összetett lipidek esetében egyéb molekulákat is.

### *V./2. A zsírsavak és osztályozásuk*

A zsírsavak egy karboxilcsoportból és változó hosszúságú szénláncból állnak. A szabad zsírsavak 99%-a albuminhoz kötötten szállítódik a vérben. Magas koncentrációjuk utalhat szöveti sérülésre, de intenzív fizikai aktivitás során a lokálisan és rövid ideig (szív, izmok) megnövekedett szabad zsírsav koncentráció nem jár együtt káros folyamatokkal. A zsírsavakat több szempont szerint csoportosíthatjuk.

#### *A szénlánc hosszúsága alapján*

A zsírsavak oldalláncai 2-42 (44) szénatomot tartalmaznak, legtöbbször 14-18 szénatomból állnak.

- Rövid szénláncú zsírsavak (C atomok száma <6)
- Közepes szénláncú zsírsavak (C atomok száma 8-12)
- Hosszú szénláncú zsírsavak (C atomok száma > 12)

A rövid szénláncú zsírsavak felépítésében dominál a karboxilcsoport, így vízben többé-kevésbé oldhatók. A vastagbélben az élelmi rostok fermentációja során keletkeznek és a vastagbél nyálkahártyájának „táplálásában” jelentős a szerepük, felszívódásuk gyors. A közepes szénláncú zsírsavak a közepes szénláncú trigliceridek (medium chain triglycerid - MCT) alkotói, amelyek nagyobb mennyiségben a kókuszszírban és a pálmaolajban fordulnak



elő. Emésztésük nem igényel epét, így epebetegek is fogyaszthatják, gyorsan hasznosuló energiaforrások, nemigen kerülnek raktározásra. A természetben, így táplálékainkban is előforduló legtöbb zsírsav hosszú szénláncú és páros számú szénatomból épül fel. A zsírsavak hosszának növekedésével csökken a vízzoldhatóságuk, és ezzel együtt a savasságuk is. Jelölésük során feltüntetjük a szénatomok és a kettős kötések számát (például: 16:0).

#### *A telítettség alapján*

- Telített zsírsavak – Saturated Fatty Acid (SFA)
- Telítetlen zsírsavak - Unsaturated Fatty Acid (UFA)
  - Egyszeresen telítetlen zsírsavak – Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)
  - Többszörösen telítetlen zsírsavak – Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA)

### **V./2.1. Telített zsírsavak**

A telített zsírsavak maximális számú H atomot (2 H atom) tartalmaznak a C atomokon, azaz telítettek a hidrogénszám alapján és nem tartalmaznak kettős kötés(ek)e)t szénatomjaik között. A leggyakoribb telített zsírsavak a palmitinsav (16:0), sztearinsav (18:0), mirisztinsav (14:0) stb.

### **V./2.2. Telítetlen zsírsavak**

A telítetlen zsírsavak legalább egy kettős kötetést (-CH=CH-) tartalmaznak a szénláncban. A kettős kötésben szereplő két hidrogénatom állása szerint beszélünk cisz- vagy transz-zsírsavakról.

**Cisz** (kémiai kifejezésből: „egymás mellett”) **konfiguráció** esetén a lánc azonos oldalán helyezkedik el a két hidrogénatom. Ez azt eredményezi, hogy a szénatomokból álló lánc ezen a ponton meghajlik (körülbelül 30 fokban eltekeredik), labilisabb, így könnyebben emészthető, ilyen a legtöbb természetes telítetlen zsírsav.

Transz konfigurációban a két hidrogénatom átellenes oldalon helyezkedik el. Az ilyen láncok „kiegyensúlyozottabb” geometriai szimmetriájuk miatt nem görbülnek meg, így formájuk jobban hasonlít a telített zsírsavak egyenes molekuláira, ez befolyásolja emészthetőségüket és egyéb fiziológiás hatásait. A **transz zsírsavak** a természetes növényi olajok hőhatással egybekötött hidrogenizálása során jönnek létre (margarinyártás). Állatkísérletekben igazolták, hogy sokszor kedvezőtlenebb hatásúak, mint a döntően állati eredetű táplálékból származó természetes telített zsírok (szív- és érrendszeri megbetegedések, magas koleszterinszint okozói).

Az első kettős kötés helye szerint (hányadik szénatomon van) beszélünk omega-3 ( $\Omega$ 3), omega-6 ( $\Omega$ 6), omega-9 ( $\Omega$ 9) zsírsavakról.

Leggyakoribb egyszeresen telítetlen zsírsavak:

- Olajsav (C18:1,  $\Omega$ 9)
- Erukasav (C22:1,  $\Omega$ 9)

Leggyakoribb többszörösen telítetlen zsírsavak:

- Alfa-linolénsav, ALA (C18:3,  $\Omega$ 3)
- Dokozaheptaénsav, DHA (C22:6,  $\Omega$ 3)
- Eikozapentaénsav, EPA (C20:5,  $\Omega$ 3)
- Linolsav (C18:2,  $\Omega$ 6)



- Arachidonsav, AA (C20:4, Ω6)

### V./2.3. Esszenciális zsírsavak

Az esszenciális zsírsavak többszörösen telítetlen molekulák (linol-és linolénsav). Ezeket a szervezetünk nem tudja előállítani, azonban nélkülözhetetlenek a megfelelő működéshez, így a táplálkozás során kell hozzájutnunk. (Régen ezeket „F-vitaminnak” nevezték, de nem tartoznak a valódi vitaminok közé.) Az esszenciális zsírsavak fontos szerepet töltenek be az immunrendszer megfelelő működésében, gyulladáscsökkentésben, a vérnyomás szabályozásában, illetve olyan fontos összetett lipidek előanyagaként, mint a prosztaglandinok.

### V./3. Egyszerű lipidek: trigliceridek

Az egyszerű lipidek csak glicerint és egy, kettő vagy három zsírsavat tartalmaznak, melyek észterkötéssel kapcsolódnak. Az állati és növényi eredetű egyszerű lipidek legtöbbször trigliceridek, az emberi szervezet is trigliceridek formájában raktározza a zsírt, döntően a bőr alatti zsírszövet formájában. Amikor a szervezet a zsírkészletét égeti el, glicerint és zsírsavakat kerülnek a vérbe. A glicerint a máj cukorrá alakítja, a glicerint-kináz kizárólag a májban található meg. A glicerint részt vehet az energia felszabadító folyamatokban, ehhez azonban először gliceraldehid-3-foszfáttá kell átalakítani.

A táplálékainkkal elfogyasztott természetes zsíradékok döntő hányada tehát triglicerid, illetve szervezetünkben is trigliceridek formájában raktározódik a zsír.

Általában az állati eredetű zsíradékok szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotúak (zsírok), nem tartalmaznak telítetlen zsírsavakat, nehezebben emészthetők, hajlamosabbak lerakódni, így fogyasztásuk étletlenül kedvezőtlenebb.

A növényi eredetűek ellenben folyékonyak szobahőmérsékleten (olajok) a bennük található telítetlen zsírsavak miatt, könnyebben emészthetők, így az egészséges táplálkozás során elsősorban ezekből fedezzük zsírszükségletünket.

Kivételek: a halolaj (folyékony, többszörösen telítetlen zsírsavakban (EPA, DHA) gazdag, egészséges) és kókuszolaj (pálmaolaj), ami annak ellenére, hogy növényi eredetű, csak telített zsírsavakat tartalmaz, viszont gazdag közepes láncú trigliceridekben (MCT), ami gyorsabban tud energiát szolgáltatni, nem igen képes raktározódni, emésztése nem igényel epét, ezért fogyasztása ajánlott.

### V./4. Összetett lipidek

Az összetett lipidek a zsírsavakon és a glicerinen kívül egyéb alkotórészt is tartalmaznak.

Főbb csoportjaik:

- foszfolipidek (foszfátcsoporthoz tartozó; membránalkotók)
- szfingolipidek (szfingozin nevű alkohol; membránalkotók)
- glikolipidek (pl. cerebrozidok, idegrendszer gliaszövet, mielin hüvely)
- karotinoidok (izoprén váz; piros, narancssárga, sárga zöldségek, gyümölcsök)
- eikozanoidok (gyűrűs vegyületek; tromboxán: véralvadás, prosztaglandinok: sejt-sejt közötti kommunikáció, gyulladáscsökkentés, gyulladáscsökkentés befolyásolása)
- szteroidok (szteránváz; koleszterin, szteroid hormonok, epesavak, D vitamin)
- lipoproteidek (vízoldékony kilomikronok, LDL, HDL, IDL, VLDL)



Táplálkozás szempontjából legfontosabb összetett lipid a koleszterin. Szabad formája kevés, fontos membránalkotó (sejthártya külső rétege), illetve legtöbbször fehérjékhez kapcsolódik és lipoproteinként fordul elő. Minden szteránvázas vegyület előanyaga. A napi szükséges mennyiség (1 000 mg) kétharmadát a máj állítja elő, a maradék 300-350 mg-t táplálék útján vesszük fel.

#### V./4.1. A lipoproteinek csoportosítása és jellemzése

- Kilomikron: legkisebb sűrűségű, legnagyobb méretű, legnagyobb lipid-fehérje arányú lipoproteinek, a bélhámsejtekben jönnek létre, a bélből a felszívódott trigliceridek+koleszterin szállítását végzik, triglicerid-tartalmuk harmada a májba kerül (1% fehérje, 1-4% koleszterin, 88% triglicerid; átmérő: 75-1 200 nm)
- VLDL (very low density lipoprotein) a májban létrejövő nagyon kis sűrűségű lipoprotein: a zsírsavakat, triglicerideket, koleszterint szállítja a perifériára (8-10% fehérje, 13-20% koleszterin, 60% triglicerid; átmérő: 30-80 nm)
- LDL (low density lipoprotein): a kis sűrűségű lipoproteinek a közepes sűrűségű lipoproteinekből (IDL) és részben a VLDL-ből származnak, miután azok triglicerid-tartalmuk nagy részét leadták; a vér koleszterintartalma az LDL-ben található (20% fehérje, 45-55% koleszterin, 13% triglicerid; átmérő: 15-25 nm)
- HDL (high density lipoprotein): a nagy sűrűségű lipoprotein a májban, bélhámsejtben keletkezik, az érpályában rakódik össze, a szövetektől a májhoz szállítja a „felesleges” koleszterint (50% fehérje, 18-25% koleszterin, 2-10% triglicerid; átmérő 5-12 nm)

Élettani szerepük összetételüktől és kitapadási készségüktől függ. Ennek alapján „jó koleszterin” a High Density Lipoprotein – HDL. Alacsony koleszterintartalom, magas fehérjetartalom jellemzi, nem tapad ki az érfalra, sőt a lerakódott LDL egy részét is eltávolítja (a vér normál HDL koncentrációja > 1,0 mmol/l). A „rossz koleszterin” a magas koleszterintartalmú, alacsony fehérjetartalmú Low Density Lipoprotein – LDL, lerakódik az érfalra.

A vér magas koleszterin koncentrációja (koleszterin normál értéke < 4,5 mmol/l, triglicerid < 1,7 mmol/l) számos kardiovaszkuláris betegség kockázati tényezője, így az ajánlásnak megfelelő (hazánkban átlagosan dupláját-tripláját fogyasztja a lakosság) koleszterin bevitel (9. táblázat), valamint a megfelelő ételmi rostfogyasztás fontos a megelőzésben.

9. táblázat. Néhány élelmiszer koleszterintartalma (mg/100 g élelmiszerben)

sertésvelő	3000	disznósajt	130-140	pulykamell	82
sertészsír	950	császárhús	140	zsíros sajtok	65-110
csukamájolaj	850	csirkeszárny	98	csirkemell	80
libamáj	300-900	sertéscomb	94	tejszín (10%)	75
borjúmáj	370	csirkecomb	92	virslis	65-75
csontvelő	240	pulykacomb	89	sertéssonka	47
vaj	230	marhacomb	84	tejföl (20%-os)	40
gyulai kolbász	170	olasz felvágott	83	tojássárgája/db	150-250

Forrás: [www.bell.semmelweis.hu/upload/seaok1bel/.../elelmiszerek\\_koleszterintartalma](http://www.bell.semmelweis.hu/upload/seaok1bel/.../elelmiszerek_koleszterintartalma)



## V./5. Zsírbeviteli ajánlások

Általában túl sokat fogyasztunk a lipidekből, de szélsőséges diétáknál előfordulhat alacsony bevitel is (10. táblázat). Több hónapig tartó igen alacsony zsírtartalmú étrend esetén hiány alakulhat ki az esszenciális zsírsavakból és előfordulhat a zsírban oldódó vitaminok felszívódásának zavara is. A többlet zsírbevitel elhízást és magas vérzsírtartalmat okoz.

10. táblázat. Zsírbeviteli ajánlások

Zsírbevitel a napi energia%-ban	25-(30)%
Abszolút zsírbevitel	1 g/ttkg/nap
Telített zsírsavak	max 8-10 E%
Egyszeresen telítetlen zsírsavak	12 E% (10.15E%)
Többszörösen telítetlen zsírsavak	8 E%
Esszenciális zsírsavak (linolsav, linolénsav)	min 1 E%, min 0,2 E%
Transz-zsírsavak	max 2 g/nap
Koleszterin	300-(350) mg/nap

Forrás: Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005

## V./5. Összefoglalás

A lipidek másodlagos energiahordozók, emellett számos további funkciójuk is jelentős. Táplálkozásunkban törekedjünk a növényi zsíradékok fogyasztására, az ajánlott koleszterin bevitelre, illetve a többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó halak fogyasztására.

### Kulcsszavak

telített és telítetlen zsírsavak, triglicerid, lipoproteinek, koleszterin

### V./1.1. Kérdések

- Milyen funkciói vannak a lipideknek a szervezetben?
- Hogyan csoportosíthatjuk a zsírsavakat?
- Mire vonatkozik az omega szám?
- Mit jelent a transzsír kifejezés?
- Milyen összetett lipideket ismer?
- Mi a különbség az LDL és a HDL között?
- Mondjon példákat magas koleszterintartalmú élelmiszerekre!

### V./1.2. Tesztkérdések

- ... Zsír fogyasztásunk ne haladja meg a teljes energiabevitel 15%-át. (hamis)
- ... A linol és a linolén a prosztaglandin előanyaga. (igaz)
- ... Az állati eredetű zsírok mindig telített zsírsavakat tartalmaznak. (hamis)

1. Egyszeresen telítetlen zsírsav
  - a. Olajsav
  - b. Linolsav
  - c. Eikozá-pentaénsav



- d. Sztearinsav
- 2. Nem előanyaga a koleszterin
  - a. D-vitamin
  - b. Epesavak
  - c. **Bombezin**
  - d. Tesztoszteron

## ***V./6. Irodalom***

Rigó János: Dietetika. Medicina, Budapest. 2002.

Pavlik Gábor: Élettan- sportélettan. Medicina, Budapest, 2011.

Internetes források:

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025\\_Testnevelok\\_medicinalis\\_educacioj\\_a.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Testnevelok_medicinalis_educacioj_a.html)

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011\\_2A\\_4\\_modul/adatok.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011_2A_4_modul/adatok.html)

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/ABiokemiaEsMolekularisBiologiaAlapjai/ch11.html> [www.sotepedia.hu/aok/targyak/biokemia\\_molekularis\\_es.../lipidemesztes](http://www.sotepedia.hu/aok/targyak/biokemia_molekularis_es.../lipidemesztes)



## **VI. A mikrotápanyagok: vitaminok, ásványi anyagok, folyadékfogyasztás**

### ***Bevezetés***

A mikrotápanyagok olyan szerves vagy szervetlen kismolekulájú tápanyagok, melyek nem oxidálódnak szervezetünkben széndioxidá és vízzé, így hasznosítható energiát nem tartalmaznak (non-kalorigén tápanyagok). A makrotápanyagokhoz képest jelentősen kisebb mennyiségben tartalmazza testünk, kisebb mennyiség is szükséges belőlük, azonban létfontosságúak a szervezet működéséhez. Ilyen szerves mikrotápanyagok a vitaminok, melyekhez a táplálkozás útján kell hozzájutnunk, mivel szervezetünk nem elegendő mennyiségben (előanyagából: provitaminjából) vagy egyáltalán nem képes előállítani ezeket a vegyületeket.

A mikrotápanyagok közé tartoznak a szervetlen ásványi anyagok is, szintén kis mennyiségben van rájuk szükség, de létfontosságúak a szervezet normál működéséhez. Mivel újonnan előállítani nem tudjuk, a táplálkozás útján kell hozzájutnunk. A különböző ásványi anyagok mennyisége az emberi szervezetben igen eltérő, szerepük is igen változatos. Az egészséges táplálkozáshoz hozzátartozik a megfelelő ásványi anyag ellátottság, az intenzív fizikai aktivitás során pedig az ásványi anyagok megnövekedett igénye, valamint pótlásának jelentősége is jellemző.

A víz minden élő szervezet legnagyobb hányadát adó szervetlen alkotó, a táplálkozásban a folyadékfogyasztás is fontos kérdés. A fejezet célja a vitaminok típusainak, élettani hatásainak, természetes forrásainak és javasolt bevitelének bemutatása, a legfontosabb ásványi anyagok áttekintése, valamint a folyadékfogyasztás szempontjainak összegzése.

### ***VI./1. A vitaminok***

A különböző vitaminok élettani hatása nagyon sokszínű, fontos ismeret, hogy a szervezet egészséges működéséhez és a sportolás során kialakuló nagyobb igényhez milyen adagokra van szükségünk, milyen természetes forrásokból juthatunk megfelelő mennyiségű vitaminhoz. Az alacsony vitaminbevitel nemcsak erőtlenséggel, gyengeséggel jár, hanem az alapvető szervi működések is zavart szenvedhetnek, míg túlzott bevitelük terheli a vesét, illetve egy-két zsírban oldódó vitamin esetében mérgezőes tünetekkel is járhat.

#### **VI./1.1. A vitaminok általános jellemzése**

Szerves, non-kalorigén, létfontosságú tápanyagok, melyek kisebb mennyiségben fordulnak elő szervezetünkben és táplálékainkban is kis mennyiségben szerepelnek. Már régóta ismert néhány táplálék megelőző, gyógyító hatása, azonban a vitaminok kémiai azonosítására, szerepük leírására és szintetikus előállítására csak a XX. században került sor. Ennek eredményeképpen 13 vitamint határoztak meg, oldékonyságuk alapján két csoportba sorolva. A 9 vízben oldódó vitamin (B-vitaminok és a C-vitamin) bevitele naponta javasolt, mivel raktározni nem tudjuk. A feleslegben bevitt mennyiség a vizelettel kiürül a szervezetből, így nem okoznak túladagolási tüneteket, azonban kifejezetten nagy adagokban okozhatnak ún, széli (marginális) tüneteket, például hasmenést. A zsírban oldódó (felszívódásukhoz zsírokra van szükség) vitaminokat (A-, D-, E- és K-vitamin) szervezetünk raktározza, így bár az adagolásukat szintén egy napra vonatkoztatjuk, nem kell minden nap fogyasztanunk, valamint





túladagolhatók, esetenként akár mérgezőes tüneteket is okozhatnak (A- és D-vitamin). A vitaminok igen eltérő szerkezetűek és funkcióik is sokrétűek. Legfontosabb szerepüként általában kiemelik, hogy koenzimek alkotórészeként vesznek részt az anyagcsere folyamatokban. Emellett további általános feladataik és egy-egy szerv működését jelentősen befolyásoló funkcióik is ismertek.

## VI./1.2. Hiány, többlet

**Avitaminózis** esetén egy vagy több vitaminból olyan kevés jut be a szervezetbe, hogy hiánybetegség jön létre. Ilyen hiánybetegség például a skorbut (C-vitamin), a farkasvakság (A-vitamin), a beri-beri (B1-vitamin), a pellagra (B3-vitamin), az angolkór (D-vitamin) vagy a vérszegénység (B12-vitamin).

**Hipovitaminózis** során hiánybetegség nem alakul ki, de egyes tünetek megjelenhetnek (marginális vitaminhiány).

Elsődleges hiány kialakulhat az elégtelen táplálkozás (éhezés, vegetarianizmus) során, ezekben az esetekben vitamin adásával csökkennek a tünetek, javul az állapot.

A másodlagos hiány legtöbbször az életmódra (alkoholfogyasztás, dohányzás, egészségtelen táplálkozás), esetenként valamilyen, például a felszívódást befolyásoló betegségekre vagy gyógyszereszedésre vezethető vissza. Marginális vitaminhiányról beszélünk, ha nem tapasztalható hiánytünet, de az ajánlott mennyiségnél valamivel alacsonyabb egy-egy adott vitamin bevitele (5-15%-kal általában).

**Normovitaminózis** esetén a beviteli ajánlásoknak és az egyéni igényeknek megfelelő mennyiség jut be a szervezetbe, így a szervezet működéséhez minden vitamin kellő mennyiségben rendelkezésre áll.

**Hipervitaminózis** esetén (sokszor vitaminmérgezésnek is nevezik) olyan nagy mennyiség kerül be egy adott (esetleg több) vitaminból a szervezetbe, hogy az már mérgezőes tünetekkel is jár. Ez szinte kizárólag a nem természetes táplálékból származó, mesterséges eredetű étrend-kiegészítők túlzott fogyasztása esetén alakul ki, elsősorban az A-vitamin túladagolása során.

A gyakorlatban, főleg az élsportolóknál sokszor használjuk a „minimum és optimum” kifejezést a vitaminfogyasztásra, mivel az intenzív fizikai terhelés sajátos, arra az egyénre jellemző igényekkel jár együtt, így ezt a versenysportoló étrendjének kialakításakor a vitaminbevétel meghatározásánál is figyelembe kell venni (relatív vitaminhiány: az átlagemberre vonatkozó ajánlások nem elegendők a nagy fizikai terhelés miatt).

A beviteli ajánlások sem teljesen egységesek (például az angolszász kissé eltér a német nyelvterület javaslataitól, illetve az amerikai ajánlások az európaiaktól), időnként (elsősorban a népegészségügyi vizsgálatok alapján) módosítják is azokat, ezért a hazai friss ajánlásokat (erre a populációra kidolgozott) kell irányadónak tekinteni.

Számolnunk kell azzal is, hogy elsősorban az étrend-kiegészítők egyre növekvő alkalmazása során az egyes makro- és mikrotápanyagok között milyen kölcsönhatások (egyik segíti a másik hasznosulását vagy ellenkezőleg gátolja a felszívódást) állnak fenn, ráadásul a nem természetes táplálékokkal bevitt kémiai anyagok hasznosulása és élettani hatása is eltérő lehet emiatt.

Mindezek figyelembevételével érdemes a „szezonális és lokális” hazai, természetes élelmiszereket előnyben részesíteni a mikrotápanyagok bevitele során is.



### VI./1.3. A vízben oldódó vitaminok

Pótlásuk naponta szükséges, mivel a feleslegben bevitt mennyiség nem raktározódik (kevés B12-vitamint a máj képes raktározni), és a vizelettel kiürül. Esetenként a vastagbélben élő hasznos baktériumok is hozzájárulnak a szükségletek fedezéséhez, a beviteli ajánlások ezt is figyelembe veszik (11. táblázat). A vízben oldódó vitaminok túladagolása azonban felesleges, esetenként kellemetlen (hasmenés, gyomorégés, étváagnövekedés) vagy veszélyes (B1-vitamin: allergiás reakciók, idegrendszeri problémák, C-vitamin: vesekő) mellékhatásokkal járhat, ezért az ajánlottnál nagyobb adagok kerülendők.

11. táblázat. Vízben oldódó vitaminok rövid összefoglalója

Név	Hiánybetegség, tünetek, funkciók	Előfordulás	Felnőtt mg	Sportoló mg
B1-vitamin tiamin	Beri-beri: szénhidrát anyagcserezavar (perifériás szénhidrát égetés csökken, vércukorszint nő), fogyás, ideggyulladás, izomgyengeség. Szénhidrát anyagcsere.	Cereáliák héja, hús, hal, élesztő  Alkohol gátolja a felszívódást!	1-1,5	3-8
B2-vitamin riboflavin	Szájnyálkahártya-, nyelv- szájzug-gyulladás. Anyag- csere, védekező reakciók.	Máj, tej, hús, élesztő, gomba	1,5-2,5	3-5
B3-vitamin niacin nikotinsavamid	Pellagra: bőrgyulladás, hasmenés, izomgyengeség, fáradtság. Energiaszolgáltatás	Máj, tojás, tej, cereáliák, hüvelyesek	15-18	20-40
B5-vitamin pantoténsav	Gyomor-bélgyulladás, őszülés, kopaszodás, nemi működés zavara. Közti anyagcsere.	Élesztő, tojás, máj, hús, korpa Bélbakt.	6-8	10-25
B6-vitamin piridoxin	Hányinger, étvágytalanság, idegesség, levertség, Aminosavak közti anyagcséréje, vérképzés.	Élesztő, máj, hüvelyesek, gabonacsíra Bélbakt.	2-3	6-10
B7-vitamin biotin	Fáradékonyság, hajhullás, bőrhámlás. Anyagcsere.	Bélbakt.	0,01- 0,05	0,2-0,4
B9-vitamin folsav	Vérszegénység, velőcső záródási rendellenességek. Vérképzés.	Zöld növények, élesztő	0,2	0,2-0,5
B12-vitamin	Vészes vérszegénység, étvágytalanság,	Máj, hús	0,002	0,002-



kobalamin	gyengeség, emésztési zavar. Vérképzés.	Bélbakt.		0,006
C-vitamin aszorbinsav	Skorbut: fáradtság, csökkent ellenálló képesség, vérszegénység, ínypatlémák fogszuvasodás. Antioxidáns.	Citrusfélék, paprika, csipkebogyó, káposzta	100	100-500

Forrás: Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005, Pavlik: Élettan, sportélettan. Medicina, 2011. alapján saját szerkesztés

#### VI./1.4. Zsírban oldódó vitaminok

A zsírban oldódó vitaminok felszívódásukhoz zsírt igényelnek, raktározhatók, így napi bevitelük nem feltétlenül szükséges. Elsősorban az A-vitamin esetében (igen ritkán a D-vitaminnál is) fordul elő túladagolás. Karotinból (provitamin) az emberi szervezet is előállít A-vitamint, 6 mg karotin felel meg 1 mg A-vitaminnak, a zöldségek karotin tartalma csak hőhatásra válik hasznosíthatóvá és a sok karotin fogyasztásának nincs mellékhatása. A D-vitamin előanyagát az emberi bőr is termeli, ami a napsütés hatására alakul át aktív vitaminná. A D vitaminnak manapság hormon szerepet (hasonló a szerkezete a szteroid hormonokhoz) is tulajdonítanak, hiánya megfigyelhető bizonyos daganatos, szív- és érrendszeri, gyulladós és reumatikus, autoimmun betegségekben, így sokszor a megadottnál magasabb bevitelt javasolnak. Az E- és a K-vitamin még nagy dózisban sem toxikus (12. táblázat).

12. táblázat. Zsírban oldódó vitaminok rövid összefoglalója

	<b>Hiánybetegség, tünetek, funkciók</b>	<b>Többlet</b>	<b>Előfordulás</b>	<b>Felnőtt</b>	<b>Sporto ló</b>
A-vitamin retinol	Farkasvaktság, hámképzés, csontnövekedés zavara. Látás, hámszövet egészsége, antioxidáns.	Hajhullás, hámlásos bőrgyulladás.	Máj, vaj, répa, sütőtök, sárgabarack sárgadinnye Hőhatás!	1mg	3-5 mg
D-vitamin kalciferol	Angolkór. Csontok fejlődése, egészsége, növekedés.	Csonttörékenység lágy részek meszesedése, emésztőszervi panaszok.	Máj, tojás, margarin, túró, sajt, gomba	1-5µg	5-10 µg
E-vitamin tokoferol	Anyagcsere, hormonális működés zavara, izomsorvadás. Anyagcsere, antioxidáns.		Tökmag, olajok, szója, gesztenye, dió	10-20 mg	15-50 mg
K-vitamin fillokinon	Vérzékenység. Vérárvadás,		Máj, káposzta,	1-1,5 µg/ttkg	5-10 µg/ttkg



	csontanyagcsere inzulinérzékeny- ség.		hüvelyesek		
--	---------------------------------------------	--	------------	--	--

Forrás: Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005, Pavlik: Élettan, sportélettan. Medicina, 2011. alapján saját szerkesztés

## VI./2. Ásványi anyagok

Az ásványi anyagok fontosak a sejtek felépítésében és működésében, részt vesznek az anyagcsere folyamatokban, megoszlásuk szigorúan szabályozott (homeosztázis), számos enzim működéséhez szükséges, a megfelelő környezet biztosításában is szerepet játszanak. Az emberi test 4,2-4,4%-át alkotják. Általában 20-22 ásványi anyagot tekintünk létfontosságúnak. Csoportosításuk alapja egyrészt a szervezetben található mennyiségük: a test tömegének 0,005%-nál nagyobb mennyiségben fordulnak elő a makroelemek, illetve a napi beviteli szükségletük 100 mg feletti. A szervezetben ennél kisebb mennyiségben fordulnak elő a mikroelemek, a napi beviteli mennyiségük pedig kevesebb, mint 100 mg. Ebbe a csoportba tartoznak a nyomelemek is: bevitelük 1 mg alatti, a szervezetben pedig igen kis mennyiségben fordulnak elő (13-14. táblázat).

13. táblázat. A makroelemek rövid jellemzése, napi bevitel

	<b>Hiánytünetek, funkciók</b>	<b>Előfordulás</b>	<b>Felnőtt</b>	<b>Sportoló</b>
Kalcium	Izomgörcs, csontképzés, véralvadás zavara, membránstabilizáló.	Tej, tejtermék, tojás, borsó káposzta, dió	1-1,5 g	1-2,5 g
Foszfor	Fáradékonyság, aerob teljesítmény csökken. Csont-, izomanyagcsere, enzimek.	Tej, máj, hús, hal, olajos magvak	1-2 g	3,5-4 g
Kálium	Erő csökken. Ideg-, izom- szívműködés	Zöldség, gyümölcs, gomba	3-4 g	4-6 g
Nátrium	Gyengeség, izomgörcsök	konyhasó	1-4 g	4-10
Klór	Hajhullás, fog-problémák. Sav-bázis egyensúly.	konyhasó	2-3 g	2,3-4 g
Magnézium	Fehérjesszintézis, szívműködés, anyagcsere zavara, irritabilitás. Ideg-izom kapcsolat.	Hús, hüvelyesek, dió	0,4-0,6 g	0,5-1 g

Forrás: Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005, Pavlik: Élettan, sportélettan. Medicina, 2011. alapján saját szerkesztés

A kén is ebbe a csoportba tartozik, azonban a kéntartalmú aminosavakkal (metionin, cisztin, cisztein) megfelelő fehérjefogyasztás esetén kellő mennyiségben jut szervezetünkbe, így beviteli ajánlásokat nem szoktak megadni, azonban a kénhiány (metionin) lassítja az anyagcserét.

A túlzott fogyasztás leginkább a nátriumra jellemző, mivel átlagosan napi 10-20 gramm konyhasót (NaCl) viszünk be. Ezért törekedni kell a só fogyasztás csökkentésére.

14. táblázat. Néhány mikroelem jellemzése, napi bevitel

	<b>Hiánytünetek, funkciók</b>	<b>Előfordulás</b>	<b>Felnőtt</b>	<b>Sportoló</b>
--	-------------------------------	--------------------	----------------	-----------------



Vas	Vérszegénység, fáradtság, fejfájás, teljesítménycsökkenés. Vér. mioglobinn, citokrómok képzése, ellenállóképeség.	Máj, tojás, osztriga, marhahús, hal, zöld levelű zöldségek	10-20-30 mg	18-32 mg
Réz	Vérszegénység. Aerob teljesítmény csökken. Terminális oxidáció, csontképzés, kötőszövet.	Hüvelyesek, marhamáj, tengeri hal, mogyoró, búza	1-2 mg	3-8 mg
Cink	Erő csökken. Memória romlik. Fehérjeszintézis, enzimek aktivátor, sejttanyagcsere.	Hús, tojás, tésztafélék, tej burgonya,	10-20 mg	25-30 mg
Mangán	Gyengeség, izomgörcsök. Csontképzés, fehérje hasznosulás, terminális oxidáció, enzimek aktivátor, fehérje, zsír, szénhidrát anyagcsere.	Zöldségek, gyümölcsök, barna kenyér	3-5 mg	5-10 mg
Jód	Golyva, anyagcsere zavara. Pajzsmirigy megfelelő működése.	Ivóvíz! Só! Tengeri halak, kagylók.	0,15-0,3 mg	0,3-0,4 mg
Fluor	Fogszuvasodás, csonttritkulás. Fogak, csontok egészsége.	Tea, ivóvíz, ásványvíz.	1-1,5 mg	1-1,5 mg
Szelén	Szív- érrendszeri, daganatos betegségek. Enzim-alkotó, antioxidáns, ép sejtmembrán.	Hús, hal, rák, máj, teljes kiőrlésű termékek.	0,06-0,07 mg	0,1-0,3 mg
Kobalt	Vérszegénység, fogyás. Enzim és B12 vitamin alkotórésze.	Máj, hüvelyesek, meggy, ribizli.	0,01-0,05mg	0,01-0,07 mg
Króm	Zsírmobilizáló, szív-védő, szénhidrát anyagcsere	Élesztő, tenger gyümölcsei.	12-30 µg	30-100 µg

Forrás: Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005, Pavlik: Élettan, sportélettan. Medicina, 2011. alapján saját szerkesztés

### **VI./3. Folyadékfogyasztás**

Szervezetünk 55-65%-a víz, sejteinkben 2/3-a, a sejteken kívül (EC – extracelluláris tér: szövetközi folyadék, vérplazma) 1/3-a található. A homeosztázis fenntartása létfontosságú, ugyanakkor a környezeti hatások folyamatosan hatnak az EC térre, illetve azon keresztül a sejteinkre (IC – intracelluláris tér).

Naponta a folyadékvesztésünk átlagosan 2,5 liter (1.5 l vizelet, 0,5 l párolgás, 0,35 l légzés, 0,15 l széklet), így ezt kell pótolnunk 2-2,5 liter vízfelvétellel (ehhez hozzáadódik a 0,3 l oxidációs víz).

Szomjúságérzést kelt a vízkészlet 0,5-1%-os csökkenése, 3%-os csökkenése már visszafogja a nyál- és a vizeletválasztást, 10%-os csökkenése a testi és szellemi funkciók zavarát idézi elő, 15-20%-os vízvesztés halált okoz. A folyadékhiány zavarai a folyadék mellett érintik a sóhiányt is, amit a legfontosabb extracelluláris ionra, a nátriumra vonatkoztatunk, és az állapotot az EC tér nátrium és víz arányával jellemezzük.



- **Dehidráció** – az EC redukciója, a szervezet vízkészletének csökkenése
  - Izotóniás: arányaiban azonos a víz és sóvesztés – vérzés, égés
  - Hipotóniás: relatíve több só veszítünk, mint vizet – hasmenés, hányás
  - Hipertóniás: relatíve több vizet veszítünk, mint só – izzadás!
- **Hiperhidráció** – az EC tér expanziója. a szervezet vízkészletének túltöltése
  - Izotóniás, hipertóniás: túltöltés izotóniás, hipertóniás folyadékkal (betegellátás)
  - Hipotóniás: túltöltés sima csapvízzel – „vízmérgezés”

### **Verejtékezés/Izzadás**

Magas külső hőmérsékleten (30°C felett), valamint izommunka során különösen fontos hőleadási mechanizmus (biokémiai és élettani ismeretek). Mennyiségét természetesen egyéb környezeti tényezők is befolyásolják, mint a légmozgások és a relatív páratartalom. A magas relatív páratartalom és a szélcsendes idő még alacsonyabb külső hőmérsékleten is csökkenti a fizikai teljesítményt, nehezíti az izommunkát. Gyermekek esetében – számos tényező miatt – különösen fontos, hogy az edző, a testnevelő figyeljen a megfelelő folyadékpótlásra. A verejték összetétele némileg eltér vérplazmától, ezért a jó sportital ennek megfelelő összetételű.

20-30 perces intenzív sportterhelés esetén a vízvesztés akár 1-2 liter is lehet. A folyadékigényesség körülbelül 1liter 4 000 kJoule (1 000 kcal) energiát igénylő fizikai aktivitás során. Dehidráció esetén a testtömeg 8%-al is csökkenhet, de már 2-3%-os csökkenés is jelentős teljesítményromláshoz vezethet

A dehidráció elkerülése érdekében az edzés előtt fél órával 3-5 dl, a sporttevékenység alatt óránként 0,5-1,5 liter (a hőmérséklettől, az edzés intenzitásától, a folyadékvesztéstől függően) folyadék fogyasztása ajánlott.

A megfelelő folyadékbevitel, hidratáltság a mindennapokban is fontos, azonban a sporttevékenység során fokozottan figyelni kell a pótlásra. Javasolt a szénsavmentes ásványvíz, izotóniás sportitalok, tejes turmixitalok, 100%-os gyümölcslé ásványvízzel (1:1 arányban) fogyasztása.

## **VI./4. Összefoglalás**

A vitaminok és az ásványi anyagok ismerete nélkülözhetetlen az egészséges táplálkozás kialakításában, valamint hatékony segítség a sportolók eredményessége szempontjából is. A fejezetben összegezve, táblázatokban található az egyes mikrotápanyagok funkciói, a hiány esetén fellépő tünetek, a természetes források és a beviteli ajánlások. Szintén meghatározó az egészségünkben és a teljesítményünkben is a megfelelő folyadékfogyasztás, a leggyakoribb problémákat is bemutatja a fejezet.

### **Kulcsszavak**

vízben és zsírban oldódó vitaminok, makro- és mikroelemek, folyadékfogyasztás, dehidráció

#### **VI./4.1. Kérdések**

Mi a hipovitaminózis?

Mely vitaminok fontosak a szénhidrát anyagcserében?

Mely vitaminok esetében kevesebb, mint 1 mg az ajánlott bevitel?



Mely vitaminok és ásványi anyagok fontosak a vérképzésben?  
Mi jellemzi a hipertóniás dehidrációt?

#### **VI./4.2. Tesztkérdések**

- ... A vas felszívódását segíti a folsav és a C-vitamin. (igaz)
- ... A hipertóniás hiperhidráció másik neve „vízmérgezés”. (hamis)
- ... A D3-vitamint előanyagából a bőr termeli napfény hatására, ezért a túlzott napozás túladagolási tünetekkel jár. (hamis)

1. A magnézium beviteli ajánlása
  - a. 0,1-0,3 g/nap
  - b. 0,4-1 mg/nap
  - c. **0,4-1 g/nap**
  - d. 14-20 mg/nap
2. A B12-vitaminra nem jellemző
  - b. bélbaktériumok is előállítják
  - c. részt vesz a vérképzésben
  - d. állati eredetű termékekből jutunk hozzá
  - d. **javasolt bevitel: 1-2 mg/nap**

#### **VI./5. Irodalom**

Új Tápanyagtáblázat, szerk: Rodler Imre, Medicina, 2005

Pavlik: Élettan, sportélettan. Medicina, 2011

<http://tamop.etk.pte.hu/tamop412A/tananyag/Vitaminok/vitaminok.pdf>

[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011\\_2A\\_4\\_modul/adatok.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0011_2A_4_modul/adatok.html)



## VII. A táplálkozás szabályozása, táplálkozási rendellenességek

### Bevezetés

A táplálékfelvétel szabályozása egyben a testtömeg szabályozását is jelenti. Az egészség, valamint a sportteljesítmény egyik pillére a megfelelő testtömeg és testösszetétel. A fejezet célja, hogy röviden áttekinthesse a táplálékfelvétel szabályozását, a tápláltsági állapot leggyakoribb becslési lehetőségeit, valamint néhány gyakran előforduló táplálkozási rendellenességet.

### VII./1. A táplálékfelvétel szabályozása

Az éhség (laterális magcsoport) és a jóllakottság (ventromediális magcsoport) központja a hipotalamuszban található. A rövid távú szabályozásban kiemelkedő jelentőségű a vércukorszint (ún. glükosztat szabályozókör – alacsony vércukorszint, alacsony inzulinszint: éhség-érzet). Befolyásolja éhségünket-jóllakottságunkat: a gyomor telítettsége, a táplálék fehérjetartalma, a hidratáltság, a hideg és a sötétség.

A hosszú távú szabályozásban a zsírszövet mennyisége játszik szerepet. A zsírszövet hormonja a leptin. Mennél több a zsírszövet, annál több a leptin termelése. A leptin a hipotalamusz ún. Y-neuropeptid neuronjaihoz kötődve csökkenti annak neuropeptid-Y szekrécióját, így az éhségérzetet. Számos további neurotranszmitter is részt vesz a szabályozásban (15. táblázat).

15. táblázat. A táplálékfelvétel szabályozása neurotranszmitterekkel

Táplálékfelvétel serkentése	Táplálékfelvétel csökkentése
Neuropeptid Y (főleg szénhidrát-éhség)	Szerotonin (szénhidrát-éhség csökkenése)
Noradrenalin $\alpha$ 2-receptor (szénhidrát-éhség)	Noradrenalin $\beta$ -receptor
Növekedési hormon releasing faktor (GHRF), Gamma-amino vajsav (GABA) (főleg fehérje-éhség)	Kolecisztokinin
Opioid peptidok (főleg fehérje, zsír-éhség)	Bombezin
Galanin (főleg zsír-éhség)	Dopamin (zsír-éhség csökkenése)

Forrás: Fonyó: Orvosi élettan. Medicina, 2014

### VII./2. A tápláltsági állapot becslése

A **testtömeg-index** (Body Mass Index, BMI=testtömeg (kg)/testmagasság (m<sup>2</sup>) a leggyakrabban használt tápláltsági mutató. Figyelembe kell venni az életkort és a nemet. Mivel a testösszetételről nem ad információt, főleg sportolók esetében (magas izomhányad), gyermekeknél korlátozottan használható és elsősorban populációk tápláltsági állapotának becslésére megfelelő.

Szintén a testmagasságot (TM) és a testtömeget veszi figyelembe a Broca-index: kívánatos testtömeg=testmagasság-100, illetve a Módosított Broca-index: TM-100\*0,9 (férfi), TM-100\*0,96 (nő).





Gyakran használják az ún. Derék/csípő hányadost: 0,95 (férfi), 0,8 (nő) feletti értéknél hasi (abdominális) elhízás. A haskerület értékét: 94 cm felett mérsékelt, 102 cm felett fokozott a kockázat (férfi), 80 cm felett mérsékelt, 88 cm felett fokozott kockázat (nő).

Legpontosabb a becslési eljárás, ha figyelembe vesszük a testösszetételt, azon belül is a **relatív testzsír** értékét.

A táplálkozás minőségi összetételét jellemző néhány **biomarker**

Hiányállapotok és bizonyos betegségek esetén szükség lehet arra, hogy meghatározzuk a szervezetben bizonyos tápanyagok, molekulák pontos mennyiségét. Ehhez legtöbbször ún. biomarkereket lehet használni, amihez különböző mintákat szükséges venni. A teljesség igénye nélkül néhány lehetőség a közelmúlt vagy a régebben bevitt tápanyagok vizsgálatára:

Vér: szérumparaméterek (közelmúlt): vércukor, szabadzsírsav, koleszterin, triglicerid, vas és transferrin, albumin, hematokrit, vitaminok. B-vitaminok, Se, Cu, Zn, vörösvértest), C-vitamin (fehérvérsejt).

Vizelet: elégtelenség nem állapítható meg, 6-24 órás gyűjtött: legtöbb B-vitamin, C-vitamin, Na, K, Ca, Se, aminosavak. Ún. balansz vizsgálatok: bevitt és felszívódott tápanyag hány %-a hasznosul (C-vitamin, fehérjék).

Zsírszövet: zsíranalízis 1-3 évre jelzi a bevitt zsírok minőségét.

Haj, köröm: Zn, Cu, Se.

### ***VII./3. Táplálkozási rendellenességek: kóros soványság, elhízás***

Az **anorexia nervosa** a táplálkozási zavarok egyik típusa. Az anorexia jelentése az étvágy elvesztése („orexis” = vágy, „an-orexis” = vágy elvesztése). A nervosa kiegészítés a betegség pszichés (idegi) eredetére utal: lelki eredetű kóros soványság. Legtöbbször fiatal leányokat (általában 12-18 éves korban kezdődik), nőket érint, előfordulási gyakorisága eléri körökben az 1-(2)%-ot, gyakran előfordul az esztétikai sportágakban. Az anorexiás beteg fő jellemzője, hogy nagyon jelentős mértékű fogyásra törekszik. Orvosi esetnek tekinthető az, akinek a testtömege legalább 15%-kal kevesebb, mint az életkorának, nemének, testmagasságának megfelelő tartomány legkisebb értéke és emellett tovább akar fogyni. Az önéhezteshez gyakran társul kényszeres fizikai aktivitás, extrém mennyiségű sportolás, ami felhívhatja a testnevelő tanár, az edző és a szülő figyelmét. A betegség pszichés háttere, hogy az anorexiás személy testképe torzult, túlsúlyosnak, kövérnek látja magát, jellemző a fokozott félelem az elhízástól, ugyanakkor mások testét reálisan meg tudja ítélni. Előjele lehet a testtömeg 10%-ának elvesztése hirtelen, akár két héten belül.

A betegség azért is figyelemre méltó, mert a kialakulása után a halálozási arány magas, elérheti a 8-9%-ot. Gyakran használnak étvágycsökkentőket, víz- és hashajtókat is. További tünetek: a menstruáció zavara, akár elmaradása, alacsony vérnyomás, elnyomható pulzus, sápadtság, fáradékonyság, vérszegénység, szívritmuszavar, magas koleszterinszint, só-vízháztartás zavara, teljesítményromlás, szociális izoláció stb.

Az anorexia nervosa kezelése összetett feladat: a beteg normális testtömegének elérése, a betegséghez köthető pszichológiai zavarok kezelése, a betegséghez vezető tényezők (viselkedésformák, attitűdök) csökkentése, megszüntetése. Sajnos jelentős arányú a visszaesés.

A **bulimia nervosa** a másik gyakori táplálkozási zavar (elsősorban szintén a nőknél fordul elő, 3%-os gyakoriság), azonban esetükben a testtömeg normális, jellemző a visszatérő (heti háromszori vagy többszöri) falási roham, ilyenkor a beteg akár 4-5000 kcal-nyi energiát tartalmazó ételeket fogyaszt, majd ezt követően önhánytatással igyekszik megszabadulni a bevitt mennyiségtől. Elsősorban ezzel függ össze a só-vízháztartás zavara, a fogszuvasodás, a



nyelőcső betegségei. Gyakori a vízajtók, hashajtók használata is, ami tovább rontja a beteg állapotát. Szinte sosem vezet halálhoz és a visszaesés is ritkább (25%). A két kórkép kombinálódhat is.

A leggyakoribb, a nem megfelelő táplálkozással összefüggő betegség az **elhízás**. A regionális, és az országos jelentések is általában a testtömeg-index alapján adják meg a gyakoriságokat. Magyarországon minden második-harmadik felnőtt túlsúlyos vagy elhízott, és az iskoláskorú gyermekek ötödére-hatodára is ez jellemző. Az elhízás önálló kórkép, de számos betegség kockázati tényezője is, mint a kardiovaszkuláris, anyagcsere-, daganatos és pszichés betegségek.

Az ülő életmód és a nem megfelelő táplálkozás eredőjeként megjelenő túlsúly, elhízás esetén is a megelőzés a leghatékonyabb: a gyermekkortól élethosszig tartó rendszeres sportolás, valamint az egészséges táplálkozás.

## VII./4. Összefoglalás

A fejezet áttekinti a táplálkozás szabályozását, a tápláltsági állapot becslési lehetőségeit, valamint a leggyakoribb táplálkozási rendellenességeket. Az ismeretek segítségével, a gyermekekkel és felnőttekkel foglalkozó edző és testnevelő hatékonyabb gyakorlati munkát végezhet.

### Kulcsszavak

szabályozás, tápláltsági állapot, anorexia, bulimia nervosa, elhízás

### VII./4.1. Kérdések

Milyen tényezők szerepelnek a táplálékfelvétel szabályozásában?

Milyen testméréteken alapuló lehetőségeket ismer a tápláltsági állapot becslésére?

Milyen tünetek figyelmeztetnek az anorexia/bulimia nervosa kialakulására?

Milyen betegségek kockázati tényezője az elhízás?

### VII./4.2. Tesztkérdések

... Mennél nagyobb mennyiségű valakinek a zsírszöve, annál nagyobb a leptin termelése (igaz)

... Az éhségközpont a talamusz laterális magcsoportjaiban található (hamis)

... A testtömeg-index a tápláltsági állapot legpontosabb becslése (hamis)

1. Nem jellemző az anorexiás betegre
  - a. hiperaktivitás
  - b. torz testkép
  - c. magas vérnyomás
  - d. kóros soványság
2. A tápláltsági állapot becslésére alkalmas
  - a. az elfogyasztott táplálékok mennyisége
  - b. a relatív testzsír mennyisége
  - c. a felvett energia mennyisége
  - d. a testtömeg mérése



## ***VII./5. Irodalom***

Táplálkozás, diéta (szerk: Barna Mária) Medicina, Budapest, 1996

Fonyó: Orvosi élettan. Budapest, Medicina, 2014

[http://semmelweis.hu/nepegeszsegtan/files/2017/04/1617\\_II\\_AOKgy\\_09\\_Taplalkozas\\_2.pdf](http://semmelweis.hu/nepegeszsegtan/files/2017/04/1617_II_AOKgy_09_Taplalkozas_2.pdf)