

Sporttáplálkozás

Bevezetés – Edzés fogalma

- Az edzés egy megtervezett, fizikai terheléses program
- Célja a teljesítőkéesség javítása, optimális teljesítmény elérése, a tartós terheléshez való alkalmazkodás
- Hatására egyes szervekben, szervrendszerekben funkcionális és szerkezeti változások jöhetnek létre



A vázizomzat működése

- Az izomrostnak az összehúzódáshoz ingert kell kapnia egy idegsejttől
 - Acetilcolin által kiváltott akciós potenciál hatására **Ca** szabadul fel, amely az aktin szálon kötődési helyeket szabadít fel a myosin számára
 - Párhuzamosan a Ca ionok aktiválják az ATP-ase enzimeket
 - Az aktin és a myosin kapcsolódását követően **ATP** bomlása és **magnézium** jelenlétében létrejön az összehúzódás, majd az aktin myosin kötés feloldódik és amíg inger alatt van, újra kötődik a myosin az aktin szál egy távolabbi pontjához → az izomrost tovább rövidül
 - Az inger megszűnésekor a Ca-ionok a helyükre vándorolnak, az összehúzódás csökken → az izomrost elernyed
 - Az elernyedés is energiatárgényes folyamat, amelyhez ATP-re van szükség → az izom hiányos vérellátás és oxigénhiány esetén merev lesz

A vázizomzat típusai

- **ST/I. típusú (slow-twitch) izomrost:**

Lassú, tónusos összehúzódásra képes

- Támasz- és tartóizomzat (pl. hasizom)
- Sötét rostok (myoglobin magas aránya miatt)
- Kitartó munkára képesek

- Magas a mitokondriumok száma → aerob munkavégzés jellemző

- **FT/II. típusú (fast-twitch) izomrost:**

Gyors, fázisos összehúzódásra képes

- FG/II.b; (fast-twitch glycolytic) aktivitási profilja glycolysises
- FOG/II.a; (fast-twitch oxidative glycolytic)
- Kevesebb mitokondrium található a sejtekben → anaerob munkavégzés jellemző

Az ST és FT rostok mozaikszerűen oszlanak el az izomrostban, de egyik vagy másik aránya túlsúlyban lehet, akár a 80-85%-ot is elérheti

Izomrostípus és sportágcsoportok

Sportágcsoportok	Jellemző/túlsúlyban lévő izomtípus	Sportági példák
1, Állóképességi sportágak	ST	Közép- és hosszútávfutók, gyaloglók, triatlonisták
2, Erő- és Állóképességi sportágak	ST	Evezősök, kajak-kenusok, gyorskorcsolyázók
3, Erő sportágak	FT	Súlyemelők, dobóatléták
4, Gyorserő sportágak	FT	Rövidtávfutók, alpesi sízők, 50-100m úszók, tornászok, röplabdázók
5, Állóképességi és gyorserő sportágak Csapatjátékok	ST+FT	Labdarúgók, teniszezők, kézilabdázók, kosárlabdázók, vízilabdázók, jégkorongozók
6, Gyors reakció és erő sportágak Küzdősport	ST+FT	Ökölvívók, cselgáncsozók, birkózók, vívók

Energiaforgalom I.

- Az izomzat teljesítő képessége az energia-ellátástól függ
- **Energiaszolgáltató anyagok:**
 - ATP (adenozintrifoszfát)
 - CrP (kreatinfoszfát)
 - Glükóz
 - Glikogén
 - TG (triglicerid), szabad zsírsavak
 - Bizonyos aminosavak
- **Energiaszolgáltatás formái:**
 - 1, **Anaerob alaktacid (foszlagén)**
 - ATP felhasználásával
 - 2, **Anaerob laktacid**
 - Glikogén vagy glükózfelhasználásával
 - 3, **Aerob:**
 - szénhidrátokból, oxidáció útján
 - zsírokból, oxidáció útján
 - fehérjékből, oxidáció útján

Energiaforgalom II.

- **1, Anaerob alaktacid energiaszolgáltatás: $\text{CrP} + \text{ADP} \rightarrow \text{ATP}$**
 - Gyors és magas energiaigény esetén elsősorban ez dominál pl. 50-100 méteres -sprint, -úszás
 - Hátránya, hogy igen rövid időtartamra elegendő
 - Az izmokban meglévő ATP koncentráció 2-3 másodpercre elegendő maximális izomösszehúzódás esetén
 - Az izmokban meglévő CrP koncentráció 5-8 másodpercre elegendő maximális izomösszehúzódás esetén

Makrotápanyagok $\rightarrow$ $\text{ATP} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ keletkezik

Fizikai aktivitás során gyorsan mozgósítható energiaforrás

$\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{Energia}$ keletkezik

$\text{ADP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AMP} + \text{Energia}$ keletkezik

$\text{AMP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{IMP}$ (inozin-5-monofoszfát) + NH_3 (ammónia)



Energiaforgalom III.

- 2, Anaerob laktacid energiaszolgáltatás: Oxigén hiányában a citoplazmában megy végbe
 - Rövid, intenzív testi erőfeszítés során, pl. rezisztencia edzés (testépítés) során, súlyemelők, dobóatléták
 - glikogén, glükóz, fruktóz bontása oxigén felhasználása nélkül (glikolízis, glükolízis)
 - Ily módon a glikogénből 3 mol ATP, a glükózból 2 mol ATP nyerhető
 - A laktát bár energiában még gazdag az izomzatban már nem használható fel, a vérbe kerül majd a májban újra glükózzá reszintetizálódik (Cori-ciklus)



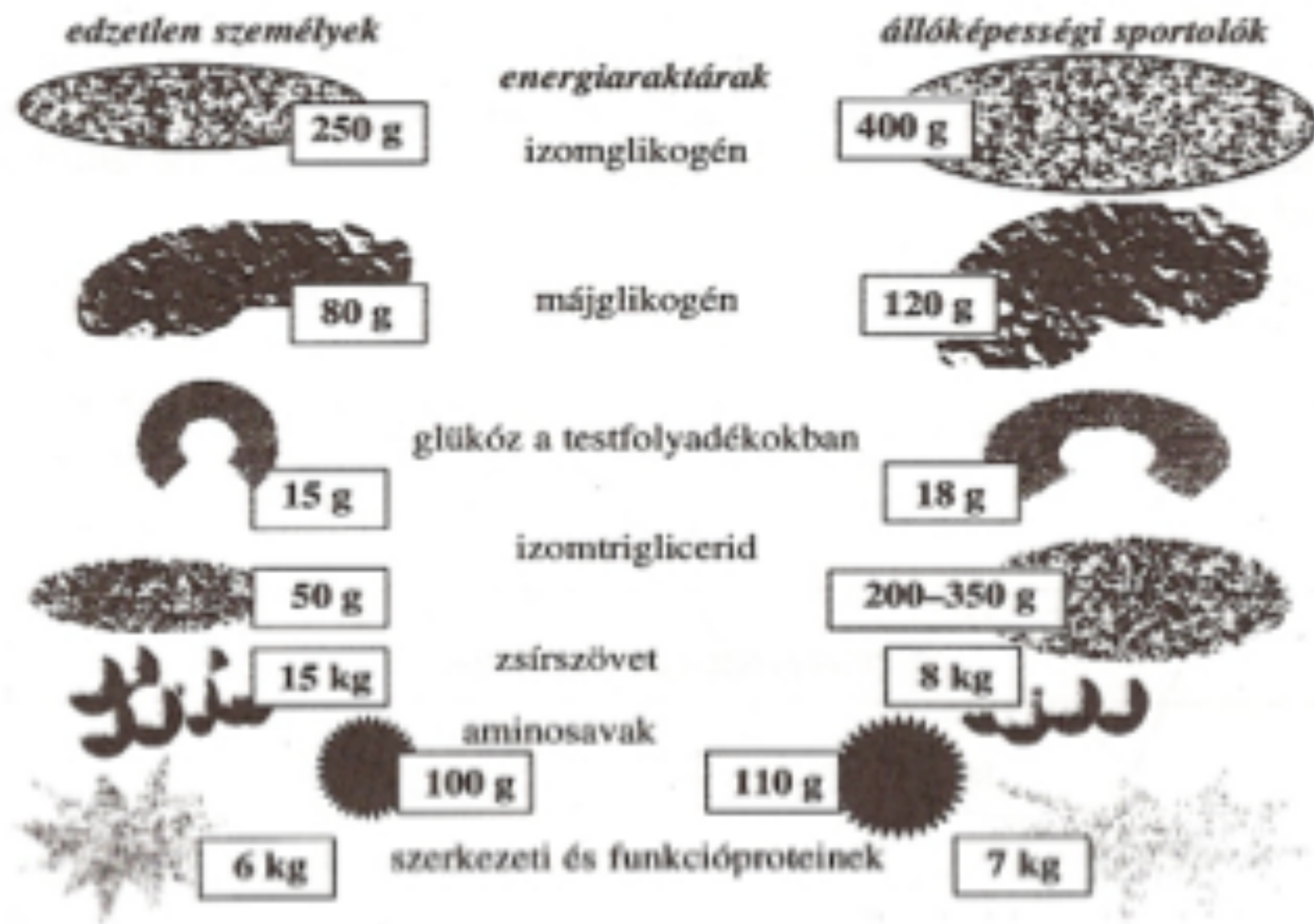
Energiaforgalom IV.

- **3, Aerob energiaszolgáltatás: Oxigén jelenlétében a mitokondriumokban megy végbe**
 - **Hosszantartó, alacsonyabb intenzitású** sporttevékenységnél jellemző, pl. állóképességi edzés, hosszútávfutás, triatlon
 - szénhidrátokból, oxidáció útján a glikogénből 37 mol ATP, mg a glükózból 32 mol ATP nyerhető (1g=4,1 kcal)
 - zsírokból, oxidáció útján: a zsírokból nyerhető a legtöbb energia (1g=9,3 kcal), de az energianyeréshez több oxigénre van szükség, mint a szénhidrátok és a fehérjék esetében
 - fehérjékből, oxidáció útján: csak hosszantartó, több órás terhelés esetén, illetve hosszantartó éhezéskor használódik fel energiaforrásként (1g=4,1 kcal)



Energiaforgalom V.

Energiaraktárak



A terhelés minden órájában, intenzitástól függően kb. 200-250g glikogén bomlik le.

Részösszefoglalás

Energiarendszer	Anaerob		Aerob
	Alaktacid	Laktacid	
Az energiatermelés sebessége	nagyon gyors	gyors	lassú
A felhasznált szubsztrátum	ATP	izom glikogén	zsír és szénhidrát
Az erő kifejtés időtartama	4-6 másodperc	1-5 perc	órák
Jellemző példa	ugrások, dobások, sprint	400 m síkfutás, 100 m úszás	hosszútáv futás, triatlon, kerékpározás

Edzés és izomadaptáció

- Az izom szerkezete genetikailag meghatározott
- Reakció és alkalmazkodó képessége is genetikai befolyás alatt áll, így ugyanazok az edzésformák különböző genotípus esetén más alkalmazkodási reakciókhoz vezetnek
- Edzés hatására az ST és FT izomrosttípusok csak egészen korlátozott mértékben alakulhatnak át egymásba
- Gyorsasági vagy állóképességi edzés hatására jelentős módosulás következhet be
 - Izomkeresztmetszet változás (hipertófia)
 - ST izomrostokban nő a myoglobinok és a mitokondriumok száma és mérete
 - Energiaraktárak ATP, glikogén, kreatinfoszfát mennyisége nő

Mi a VO_2 max?

- Gyorsasági vagy állóképességi edzés hatására
 - Izomrostokban nő a myoglobinok és a mitokondriumok száma, mérete
→ az izmok a vérből több oxigént vesznek fel → tüzelőanyag-felhasználás, sportteljesítmény hatékonysága fokozódik
 - Inaktív embernek 100% VO_2 max ráfordítás szükséges adott távon adott sebességgel. Ugyanezt a távot, sebességet egy hosszútávfutó a maga 50% VO_2 max ráfordítással képes teljesíteni

Izomláz

- Fizikai terhelés során az izomkontrakció nagy sebessége csökkenti a véráramlást, romlik az oxigénellátás, fokozódik a glikolízis, nő a laktáttermelés
- Az izomfáradtsághoz hozzájárul a laktáttermelés és -felhalmozódás:
 - 1, részben az acidózis miatt
 - 2, másrészt a laktátmolekula negatív töltése megváltoztatja az izomrostok és az azt körülvevő szarkolemma membránpotenciálját

A bikarbonát széndioxid rendszer pufferozza a vérbe került protonokat .
- Aerob jellegű terhelésnél jelentkező izomláz oka az izom mikrosérülései az oxidatív szabad gyökök keletkezése és az így kialakult gyulladás

A csontrendszer adaptációja

- Testsúlyterheléssel járó fizikai aktivitás növeli a csontok ásványanyag-tartalmát
- Úszók csontjának ásványanyag tartalma nem különbözik az inaktív személyekétől



A fizikai aktivitás általános hatásai a hormonháztartásra

- **Hatékony, hosszantartó edzés:**
 - Előmozdítja a néhány jelentős hormon szekréciós kapacitásának növekedését:
 - Béta-endorfin: csökkenti a fájdalmat, eufóriához hasonló hangulatváltozás
 - Adrenalin, noradrenalin (katekolaminok) → zsírszövet, májsejtek anyagcseréje fokozódik
 - ↓ inzulinszekréció a hasnyálmirigyben lévő bétasejtek szimpatikus blokádja miatt
 - Fokozódik az izom- és a zsírszövet hormonérzékenysége
 - Insulin iránt
 - Katekolaminok iránt
- Az intenzív és gyakori edzés (krónikus adaptáció) a nemi hormonok koncentrációjának és a szabályozási kör érzékenységének csökkenéséhez vezet → sport amenorrhoea → „female athletic trias” (étkezési zavar, osteoporosis, menstruációs zavar)
- Állóképességi edzést folytató férfiak esetében alacsonyabb tesztoszteron szintet, míg rezisztencia edzés hatására magasabb tesztoszteron szintet írtak le

A szív-, érrendszer adaptációja intenzív sportolás hatására

- Funkcionális alkalmazkodás → Vegetatív idegrendszer adaptációja → alacsonyabb pulzusfrekvencia → jobban telítődik a szív, nagyobb a verőtérfogat
- **Megjegyzés:** adott pulzusszám tartományban működik az aerob energiatermelő folyamat → kb. 30 perces aerob jellegű mozgás (futás, úszás, tempós séta) után indul be a zsírégetés, addig a szervezet a glikogénraktárakat használja fel
- Képlet az optimális pulzusszám tartomány kiszámításához:
 - alsó határ: $(220 - \text{életkor}) \times 0,60$
 - felső határ: $(220 - \text{életkor}) \times 0,85$



A szív-, érrendszer adaptációja intenzív sportolás hatására

- **Szerkezeti alkalmazkodás** (amikor a funkcionális már nem elegendő) → szívhipertrófia (sportszív) alakul ki
 - Nem edzett ember szíve átlag 4, 88 g/ttkg
 - Sportolónál felső határ 7g/ttkg
 - Hosszantartó, dinamikus edzésnél alakulhat ki sportszív
 - Statikus vagy gyorsaságot fejlesztő edzésnél nem jellemző (így pl. testépítőknél, súlyemelőknél a megnagyobbodott szív anabolikus szteroidok szedésére utalhat)
 - A sportszív mérete abszolút testi nyugalom mellett már néhány hét alatt csökken
 - De a hirtelen, teljes edzésmegszakítás esetén vegetatív zavarok léphetnek fel, amelyek szívritmuszavarokban, szívtáji rossz érzésekben jelentkezhetnek (atlétaszív-szindróma)
- Rendszeres állóképességi sport hatására kisfokú vérnyomáscsökkenés mutatkozik

Légzőrendszer adaptációja intenzív sportolás hatására

- **Szabályzó alkalmazkodási reakció**
 - Légzésfrekvencia csökkenése (mivel a légzőizomzat energiafelhasználása nagy terheléseknél 10-15%, akár 20% is lehet)
 - légvétel nagyobb amplitudója azonos terhelés mellett
- **Szerkezeti alkalmazkodás**
 - Állóképességi edzésnél tüdőerek tágulása
 - Légzőizomzat hipertrófiája



Az intenzív sportolás hatása a vére és az immunrendszerre

- **Alacsony intenzitású fizikai terhelés** pozitív hatású a fertőzésekkel szemben, nő a keringő lymphociták száma
- **Nagy intenzitású hosszú terhelés** után viszont kisebb mértékű a leukocytosis, a fehérjék elégetése (oxidációja) során elhasználdik a glutamin, ami a lymphociták és a macrophagok legfontosabb tápanyaga, így a banális fertőzésekre való kockázat fokozott az abszolút versenysportban.



Az intenzív sportolás hatása az emésztőrendszerre

- Fizikai terhelés alatt a paraszimpatikus tónus és a vérellátottság csökkenése hatására korlátozódik a gyomor-, béltraktus működése
- A májban fokozódik az anyagcsere-forgalom
- A máj hasonlóan más szervekhez szintén hipertrofizál a hosszantartó, rendszeres edzés hatására
- Gyomor és bélpanaszok okai:
 - Vérellátottság szabályozásának zavara
 - Nyálkahártyavérzések léphetnek fel mind a gyomorban, mind a bélben a mechanikus súrlódás következtében

Víz- és ásványianyag-háztartás

- Felnőtt ember testtömegének 50-60%-a víz (ez 70 kg esetén kb. 42l)
 - Vérplazmában kb. 3l (5%)
 - Szövetek között kb. 8l (15%)
 - Sejten belül kb. 30l (35-40%)
- Szomjúságérzet akkor alakul ki ha a folyadékvesztés meghaladja a 2%-ot, vagy ha nagyon sós ételt fogyasztunk
- A terhelés minden órájában kb. 200-250g glikogén bomlik le, 1g glikogén lebontása során kb. 3g víz szabadul fel, amelynek egy része az anyagcsere folyamatokba kerül vissza.
- 10-30 perces intenzív sportterhelés esetén a vízvesztés akár 1-2l is lehet
- A később beinduló zsírégetés során a testtömegvesztés kisebb mértékű, mert az energia vízben szegényebb zsírsavakból származik

Hőháztartás

- Intenzív fizikai munkavégzés során fokozódik a hőtermelődés, az izomzat 38-39 °C-ra történő emelkedése még teljesítménynyfokozó hatású:
 - Gyorsulnak az anyagcsere-folyamatok
 - Csökken az izomzat elasztikus és viszkózus elemeinek ellenállása
 - Javul a neuromuscularis funkció
- Az izomzat 38-39 °C fölé történő emelkedése már teljesítmény csökkenéshez vezet:
 - Ezért hőleadás révén a szervezet az optimális hőmérséklet fenntartására törekszik
- Hőleadás formái:
 - Hővezetés (kondukció) – vízi sportágak nagy a hővesztés (optimális víz hőmérséklet fontos)
 - Hősugárzás
 - Párolgás – leghatékonyabb hőleadás
 - 1 liter elpárologtatott verejték kb. 600 kcal-t von el a szervezettől

A sporttáplálkozás célja

- A terhelhetőség optimalizálása
 - Terhelési alkalmazkodás elősegítése
 - Gyors regeneráció biztosítása
 - Edzés során keletkezett metabolitok, szabadgyökök közömbösítése
 - Gyors kifáradás elkerülése
- (A táplálkozás önmagában nem fokozza a teljesítményt, de a helytelen táplálkozás következményei csökkentik a sportolók teljesítőképeségét)

Alapanyagcsere

- Alapanyagcsere: Az alapanyagcsere az az energia, amelyet a szervezet (nyugalmi állapotban) naponta minimálisan felhasznál az életfunkciók (légzés, emésztés, testhőmérséklet) fenntartásához
- Az alapanyagcsere RMR (resting metabolic rate) biztosításához szükséges energiamennyiség felnőtteknél kb. 1200-1800 kcal között változik nemtől, életkortól és testalkattól függően (**sportolóknál akár 2000-2500 kcal is lehet, általában 5%-al magasabb**, mint a nem edzett személyeknél)
- A teljes napi energiaszükségletet az alapanyagcsere, a fizikai aktivitás időtartama és intenzitása, ill. egyéb tényezők, mint pl. külső hőmérséklet (téli edzés 10%-al növeli az energia-bevitelt) befolyásolja

Energiaforgalom

- Energiaforgalom mérése:
 - **Direkt:** vizsgált személy hőtermelésének, gázcseréjének, anyagcsere végtermékeinek (vizelet, széklet) mérése úgynevezett anyagcsere-szobákban / hőizolált zárt kamrában
 - **Indirekt:** oxigén felvétel széndioxid elimináció arányának mérése / respirációs hányados RQ:
(a legkevesebb O_2 a szénhidrátok, a legtöbb a zsírok égetéséhez kell)
 - Glükóz elégetésekor $RQ=1$
 - Fehérjék égetésekor $RQ=0,8$
 - Zsírok elégetése során $RQ=0,7$
 - Alkohol égetésekor $RQ=0,67$

MET

- MET "metabolic equivalent,, - metabolikus egyenérték a munka anyagcsere aránya a nyugalmi metabolikus értékhez képest
 - 1 MET az az anyagcsere érték, amit egy felnőtt ember nyugalmi állapotban éget el, testtömeg kilogrammra vonatkoztatva óra alatt
 - A sétálásnak 3,3 MET az értéke
 - Így pl. TV nézés közben az elhasznált energia 1 kcal/ttkg/óra, míg sétálás közben 3,3 kcal/ttkg/óra az elhasznált energia mennyisége

Energiaszükséglet

Sportág csoportok	Energiaigény	Szénhidrát (%)	Fehérje (%)	Zsír (%)	Sportági példák
Állóképességi sportágak	70-80 kcal /tkg	60	15	25	Közép- és hosszútávfutók, gyaloglók, triatlonisták
Erő- és Állóképességi sportágak	70-80 kcal /tkg	56	17	27	Evezősök, kajak-kenusok, gyorskorcsolyázók
Erő sportágak	70-75 kcal /tkg	55	20	25	Súlyemelők, dobóatléták
Gyorserő sportágak	60-73 kcal /tkg	52	18	30	Rövidtávfutók, alpesi sízők, 50-100m úszók, tornászok, röplabdázók
Sportjátékok	68-72 kcal /tkg	60	15	25	Labdarúgók, teniszezők, kézilabdázók, kosárlabdázók, vízilabdázók, jégkorongozók
Küzdősport	70-75 kcal /tkg	58	17	25	Ökölvívók, cselgáncsozók, birkózók, vívók

A szénhidrátok fajtái

A szénhidrát fajtája	Előfordulása
1. Monoszaharidok - glükóz - galaktóz - fruktóz	A keményítő, a glikogén és a cellulóz alkotórésze, vér, minden szerv A laktóz alkotórésze A szaharóz, az inulin alkotórésze; gyümölcsök
2. Diszaharidok - szaharóz (glükóz+fruktóz) - maltóz (glükóz+glükóz) - laktóz (galaktóz)	Cukornád, cukorrépa és más növények Sörcefre, különböző növények Tej
3. Triszaharidok - raffinóz (fruktóz+glükóz+galaktóz)	Melasz, cukorrépa, sok növényi mag
4. Poliszaharidok - keményítő (a glükóz polimere) - glikogén (a glükóz polimere) - inulin (a fruktóz polimere) - pektinek (a galakturonsav polimerei) - cellulóz (a glükóz polimere)	Keményítőtartalmú növényi alkotórészek Máj, vér, izom Csicsóka, különböző növények Emésztethetetlen ballasztanyagként van jelentősége Elfásodott növényi részek

Szénhidrátok szerepe a sportban I.

Általánosságban

- A szénhidrát a legfontosabb tápanyag a hosszú terhelés alatt
- Teljesítményfokozó hatása elsősorban az állóképességi sportágak utolsó harmadában van
- A szénhidrát felvétel csökkenti a fehérjék bontását
- Régebben a zsíroknak tulajdonítottak nagyobb teljesítményfokozó szerepet (kerékpárosoknak verseny alatt zsíros leveseket nyújtottak be, de nem lett eredménye)
- Megnövelt, telített glikogén raktárak a verseny alatt jobb teljesítményt eredményeznek
- Versenyek előtti este „tészta-party” „krumpli-party”

Szénhidrátok szerepe a sportban II.

Edzés/verseny előtt

- Telített glikogénraktárak esetén az energia kb. 90 percig elegendő (nem szükséges a sportolónak a rajt előtt szénhidrátot fogyasztania)
- 2 óránál tovább tartó verseny előtt 1g/ttkg szénhidrát felvétele javasolt (közepes glikémiás indexű élelmiszerek)
- Hultman 1974-ben elterjedt trükk-diétája:
 - Verseny előtt alacsony szénhidrát-, magas zsír- és fehérjebevitel, majd az edzésterhelés csökkentése mellett a szénhidrátbevitel fokozatos növelése → glikogén szuperkompenzáció
 - Manapság már nem alkalmazzák
 - Okai:
 - túlzott gyengeség a felkészülési időszakban veszélyezteti az eredményes edzést
 - Esetenként hasmenést okozott

Szénhidrátok szerepe a sportban II.

Edzés/verseny alatt

- A rajt előtti szénhidrátbevitel nem eredményez hipoglikémiát a verseny alatt (szimpatikus hatásra az inzulin szekréció csökken)
 - A vércukorszint a terheléshez szükséges optimális szinten marad
 - Ha a vércukorszint 3,5 mmol/l alá kerül ataxia veszélye áll fenn:
 - Koordinációs zavarok
 - Egyensúlyi zavarok
 - Beszűkült tudat
 - Extrém, több órán át tartó terhelés alatt óránként 40-60g szénhidrátot tartalmazó könnyen emészthető ételt, italt ajánlott fogyasztani

Szénhidrátok szerepe a sportban IV.

Edzés/verseny után

- Terhelés után 1 órán belül a legaktívabbak a glikogén szintetáz enzimek → fontos a mielőbbi szénhidrát pótlás
- Problémát jelent, hogy a terhelés után nincs éhségérzet
 - glükóz oldatok (cukros üdítők, turmixok)
- Maratoni futóknál teljesen kiürült glikogénraktárak feltöltése 4-6 napot vesz igénybe
- Glükózbevitel az izomglikogén mennyiségét növeli
- Fruktóz-bevitel a májglikogén raktárakat tölti fel elsősorban (a fruktóz előbb a májba kerül itt alakul át glükózzá)
- Magas glikémiás indexű élelmiszerek javasoltak

Fehérjék szerepe a sportban

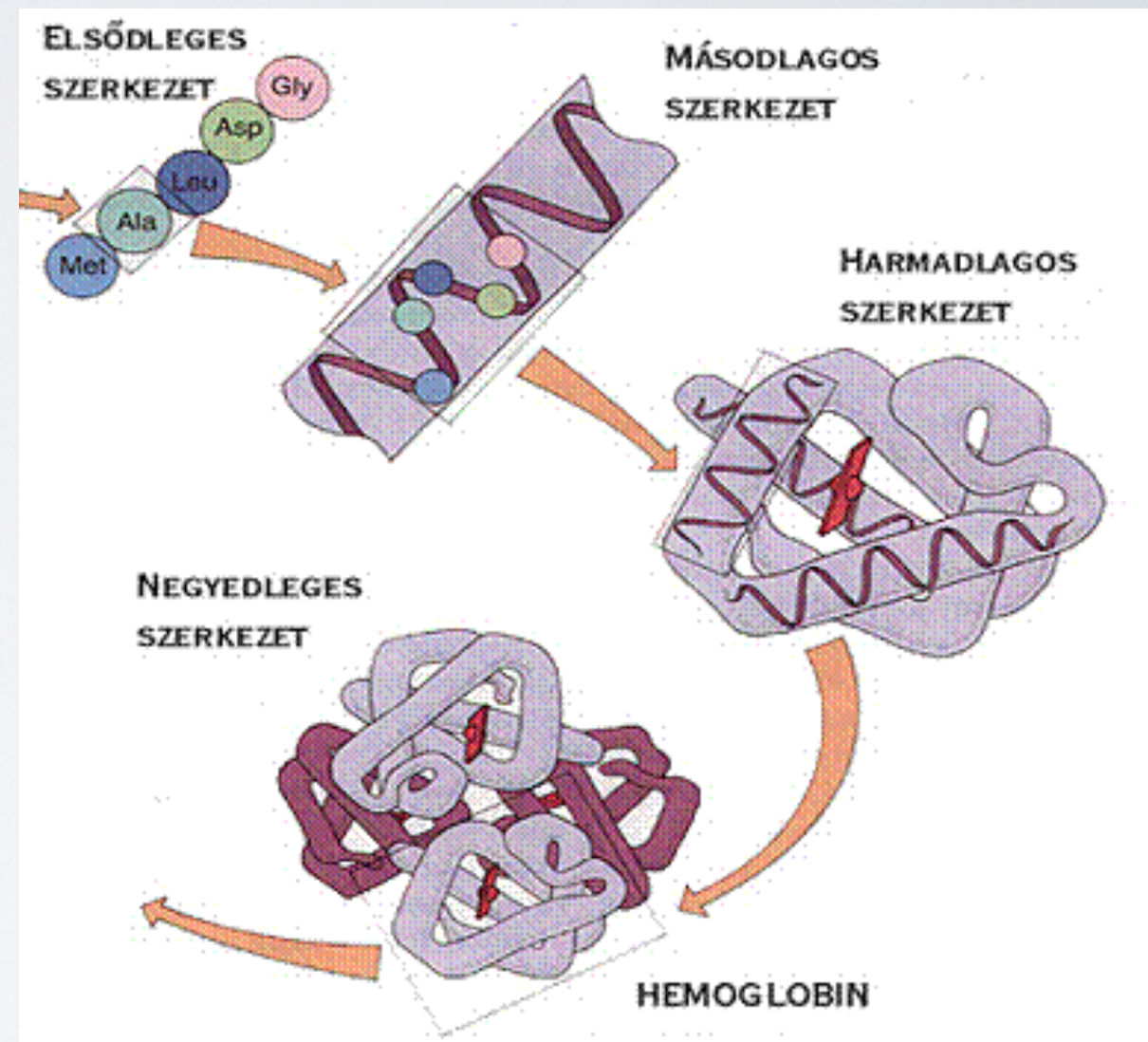
- A fehérjéket 20 aminosav különböző kombinációja építi fel, ebből 9 esszenciális
- Izomépités
- Szükség esetén energia forrás
- Glükóz újjáépítés precursorai; Glükoneogenezis: glycerol+laktát+aminosavak
- Főleg elágazó szénláncú aminosavak (valin, leucin, izileucin) + alanin és a glutamin vesznek részt az anyagcsere-folyamatokban, izomépitésben (immunvédekezésben részt vevő fehérjék nem)
- Edzés után a szénhidrát : fehérje beviteli aránya 4:1

A fehérjebevitel funkciói

- Aminosavak egy részéből **glükóz** szintetizálódik (alanin, glutaminból főként) - energianyerő folyamatok, egy részéből zsírsavak, szintén energianyerésre használhatjuk
- Folyadékháztartás, és a vér ozmolaritásaért felelősek
- Izoelekromos pont: Vér optimális pH-jának megőrzése
- Enzimek alkotórészei
- Testépítő tápanyagok, szöveteink, szerveink, csontok felépítésében részt vesznek
- Szállítófehérjék a vérben (HDL, LDL, transferrin, stb.)
- Hormonok alkotórészei

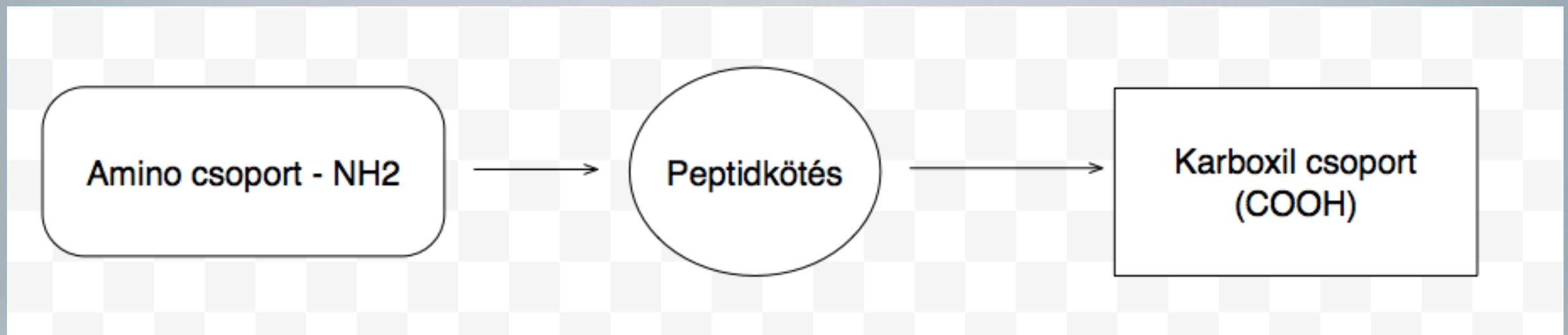
A fehérjék felépítése

- Elsődleges szerkezet: aminosav-szekvencia, peptidkötéssel
- Másodlagos: Peptidgerinc hidrogénkötések által lokalizált pozíció, **alfa-hélix**, hurkok, **béta-redők** (4 aminosavig)
- Harmadlagos: **Polipeptidlánc teljes térbeli felépítés**
- Negyedleges: Több polipeptidlánc egymáshoz képesti helyzete



Az aminosavak hasznosulása

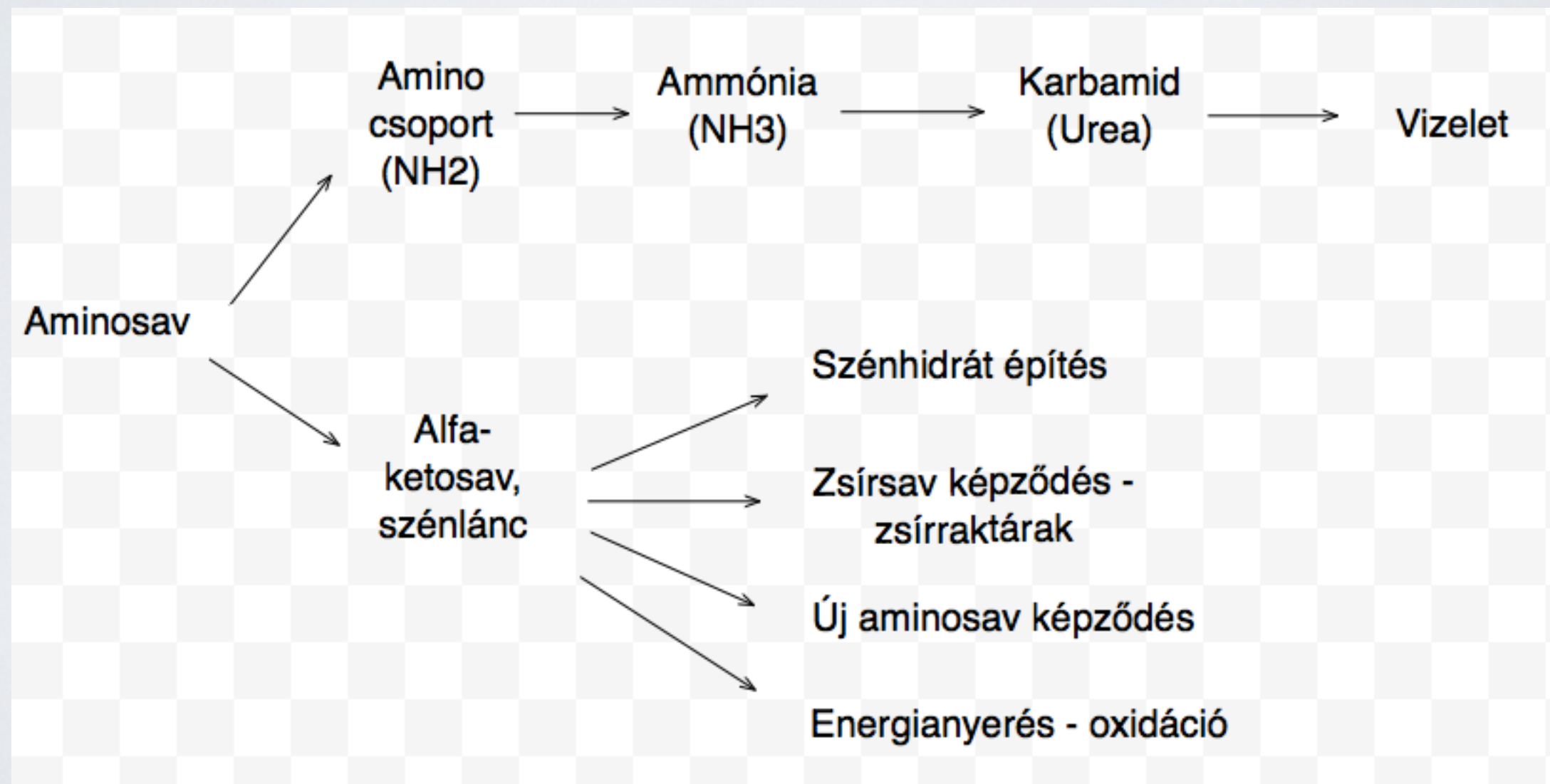
- A különböző anyagok felépítéséhez, és az aminosavak hasznulásához fontos, hogy a szövetekben a fehérjeszintézis pillanatában rendelkezésre álljanak az esszenciális aminosavak is.
- **Transzamináció:** Egy aminosav nitrogéntartalmú csoportja felhasználódik egy másik aminosav előállításához.
- **Dezamináció:** Egy aminosav nitrogéntartalmú csoportjából ammónia lesz, amiből a májenzimek csinálnak karbamidodot, a karbamid a vizeleten keresztül ürül a szervezetből. Ilyenkor a karboxilcsoportból zsírsavak szintetizálódnak, és a zsírszövetben raktározódnak. Alanin, és a glutaminból glükóz szintetizálódik.



Az aminosavak felépítése

Az aminosavak hasznosulása

- Ha a fehérjeszükséglet ki van elégítve, akkor a többi aminosav sorsa a dezamináció!!! Ilyenkor az aminosavak karboxilcsoportjaiból zsírok keletkeznek.



A fehérjék minősítése

- Nitrogénretenció: visszatartott nitrogén aránya - minél nagyobb a fehérje felhasználás
- A tojásfehérjéhez (albuminhoz) hasonlítva (közel tökéletes aminosav arány)

Nitrogén retenció alapján

- Whey protein (tejsavó fehérje) 96%

- Szója tej: 96%

- Csirkehús: 94%

- Tehéntej: 90%

- Sajt: 84%

- Rizs: 83%

- Hal: 76%

- Marhahús: 74%

- Szója túró, tofu: 64%



Albuminhoz hasonlítva

- Whey protein koncentrátum: 104%
- Tojás: 100
- Tehéntej: 90
- Marhahús: 80
- Kazein: 77 (lassú felszívódású fehérjeforrás, fogyasztás után 3-4 óra múlva a legmagasabb az aminosav szint a vérben, magas kalciumtartalom)
- Szója: 74

Ki az, akinek nem árt figyelnie az elegendő fehérje bevitelére?

- Fiatal sportolók, akik még növekedésben vannak
- Akik kevesebb energiát vesznek magukhoz, amiatt, hogy fogynak is
- Vegetáriánus sportolók
- Vallási, vagy kulturális okokból kevés fehérjét magukhoz vevő sportolók

Növényi eredetű fehérjeforrások

- Gabonafélék: Árpa, bulgur, kukorica, zab, tészta, rizs - 10-15 g/100 g
- Zöldségek: bab, borsó, lencse, szójabab - 20-25 g fehérje/100 g
- Magok: Dió, kesudió, szezám, földimogyoró - 20-25 g/100 g
- Zöldségek: brokkoli, répa, paradicsom, burgonya

Esszenciális aminosav szükséglet

- **Izoleucin**, 700-1.400, azaz 0,7 - 1,4 g
- **Leucin**, 1.100-2.200, azaz 1,1 - 2,2 g
- **Lizin**, 800-1.600, azaz 0,8 - 1,6 g
- **Metionin**, 500-2.200, azaz 0,5 - 2,2 g
- **Fenil alanin**, 1.100-2.200, azaz 1,1 - 2,2 g
- **Treonin**, 500-1.000, azaz 0,5 - 1 g
- **Triptofán**, 250-500, azaz 0,25-0,5 g
- **Valin**, 800-1.600, azaz 0,8 - 1,6 g

Izomtömegnövelés

+ 1 kg izomhoz	(g)	(kcal)
fehérje	1,5	6,15
szénhidrát	30	123
össz		129,15
+ 3 kg izomhoz		
fehérje	4,5	18,4
szénhidrát	90	369
össz		387,4

Izomtömegnövelés

+ 200 - 500 kcal

heti 0,25-0,4 kg izom

pl. 100 kg sportoló egy év alatt + 10 kg izom

Izom víztartalma: 75%, fehérjetartalma: 25% (10 kg 2,5 kg fehérjével egyenértékű)

$2500 \text{ g} / 100 \text{ kg} / 365 \text{ nap} = 0,07 \text{ g fehérje/nap}$

$0,07 \text{ g/ttkg/nap} \times 4 = 0,28 \text{ g/ttkg/nap}$ (4-szeres szorzó:
fehérjehasználás pozitív energiamérleg mellett)

$0,28 \text{ g/ttkg/nap} \times 100 \text{ kg} = 28 \text{ g fehérje/nap} + \text{RDA}$

Izomtömegnövelés

- Szükség van a állóképességi edzésekre is, hogy az izom **fiziológiailag** is motiválva legyen. **Jobb az alacsony intenzitású, de hosszú ideig végzett állóképességi edzés**, mint a magas intenzitású, rövid ideig végzett edzés.
- Magas minőségű fehérje bevitele edzés előtt vagy után
- Szinte lehetetlen olyan sportolót találni, aki képes ellenállni annak, hogy valamilyen **fehérjekészítményt** szedjen, de ha több fehérjét viszünk be, akkor kevesebbet viszünk be az egyéb fontos tápanyagokból, pl szénhidrátokból. (**Tápanyagarány!**)
- 1 uncia hús **7000 milligramm** magas minőségű aminosavat tartalmaz, bármely fehérjekészítmény csak **500-1000 milligrammot**.

Zsírok szerepe a sportban

- 1 kg zsírszövet kb. 7500 kcal-nak megfelelő energiamennyiséget tárol, ez 15-20 óra sporttevékenység energia igényét fedezné
- Intenzív terhelés hatására a szimpatikus idegrendszer által fokozódik a lipolízis (zsírmobilizálás)
- Ennek ellenére (amennyiben nem a fogyás a cél) nem gazdaságos a teljesítmény szempontjából, mert a zsírokból való energianyerés lassabban megy végbe, mint a szénhidrátoknál
- Napi optimális beviteli mennyiség az összenergia 25-30%-a

Edzés előtti falatok

Pirítós kenyér 2 szelet (toast)
Margarin 2 teáskanál
Méz 4 teáskanál

Energia: 314 kcal
Fehérje: 7,13 g
Zsír: 7,12 g
Szénhidrát: 57,1 g

Müzliszelet 2 db
Gyümölcsjoghurt 1 pohár

Energia: 304 kcal
Fehérje: 7,3 g
Zsír: 10,7 g
Szénhidrát: 44,0 g

100 %-os narancslé 2 dl
Banán 1 db

Energia: 303 kcal
Fehérje: 1,3 g
Zsír: 0,8 g
Szénhidrát: 45 g



Gofri 2 db
Lekvár 2 evőkanál
Energia: 264 kcal
Fehérje: 5 g
Zsír: 5,3 g
Szénhidrát: 45,2 g

Cseresznye 2 marék
Ásványvíz 5 dl
Energia: 289 kcal
Fehérje: 4,9 g
Zsír: 5,8 g
Szénhidrát: 53,4 g



Edzés utáni falatok

Natúr müzlikeverék 4 evőkanál

Kefir 1 pohár

Őszibarack 1 db

Energia: 307 kcal

Fehérje: 11,3 g

Zsír: 7,7 g

Szénhidrát: 47,2 g

Sonkás pizza 1 kis szelet (150 g)

Ásványvíz 3 dl

Energia: 428 kcal

Fehérje: 22,2 g

Zsír: 14,4 g

Szénhidrát: 51,9 g



Sajtos szendvics uborkával 1 db

Ásványvíz 3 dl

Energia: 345 kcal

Fehérje: 16,7 g

Zsír: 15,8 g

Szénhidrát: 44,8 g



Eperturmix:

tej 1,5%-os 4 dl

eper kb. 10 közepes db

cukor 3 közepes kiskanál

Energia: 327 kcal

Fehérje: 14,7 g

Zsír: 6,5 g

Szénhidrát: 51,2 g

Tojásos szendvics 1 db

Friss narancslé 2,5 dl

Energia: 360 kcal

Fehérje: 11,2 g

Zsír: 10,6 g

Szénhidrát: 52,6 g

Mintaétrend felkészülési időszakban

7.30 Reggeli

- 1 pár főtt virsli
- 2 db magvas zsemle (szénhidrát: 60 g)
- 2dl 100%-os narancslé+2dl ásványvíz (szénhidrát: 20 g)
- 5 db lekváros piskótatallér (szénhidrát: 50 g)

9.00-12.00 Edzés közben

- 0,5 l izotóniás ital (szénhidrát: 30 g)
- 2db müzliszelet (szénhidrát: 30 g)

12.30 Ebéd

- Zöldségleves gazdagon, tésztabetéttel (szénhidrát: 10 g)
- 2 db grill csirkemell
- 1,5 adag párolt rizsköret (szénhidrát: 100 g)
- 1 adag párolt zöldköret (szénhidrát: 30 g)
- 1 adag paradicsomsaláta (szénhidrát: 10 g)
- 1 adag almás pite (szénhidrát: 45 g)
- 0,5 liter ásványvíz

15.30 Edzés előtt

- 1 db sajtos szendvics (szénhidrát: 40 g)
- 1db banán (szénhidrát: 25 g)
- 0,5l ásványvíz

17.00-19.30 Edzés közben

- 0,5l izotóniás ital (szénhidrát: 30 g)

20.00 Edzés után

- 70 g (kb. 5 karika) vaníliáskarika (szénhidrát: 50 g)
- 1 pohár gyümölcsjoghurt (szénhidrát: 20 g)

21.00 Vacsora

- 1 natúr sertésszelet
- 1 adag saláta
- 1,5 adag bolognai spagetti pulykahúsból (szénhidrát: 120 g)
- 1 adag tejbegríz kakaósózással (szénhidrát: 80 g)
- 0,5 l ásványvíz

Energia: 5900 kcal
Fehérje: 262 g
Zsír: 184 g
Szénhidrát: 788 g



Vitamin- és ásványanyag szükséglet

- Nagyobb-e a szükséglet?
 - Igen
- Miért?
 - Nagyobb energia-; tápanyag-bevitel feldolgozásához szükségesek a vitaminok, ásványi anyagok mint az anyagcsere folyamatok enzimatisz katalizátorai
 - Sportolás közben keletkezett szabadgyökök káros hatásainak kivédésére
- Mennyivel nagyobb a szükséglet?
 - Maximum az ajánlásnak megfelelő mennyiség 2-3-szorosa

Alkoholfogyasztás és a sport

- Magas energiatartalom → átalakulhat zsírrá → súlygyarapodáshoz vezethet
- Nagyobb mennyiségben gátolja a férfi nemi hormon (tesztoszteron) felszabadulást → csökkent anabolikus hatás
- Az alkoholfogyasztás kerülése javasolt, mivel a lebontása során keletkező metabolitok (méreganyagok) hosszabb távon is rontják a teljesítő képességet, az edzés utáni regenerációt. (Pihenőnapokon mérsékelt mennyiségben, pl.: 1 pohár sör vagy 1 pohár bor fogyasztása elfogadható.)



Folyadékszükséglet a sportban I.

- **Szükséglet Kb. 1l/1000 kcal**
 - Testtömeg mérés edzés/verseny előtt/után
 - + pótolni az edzés közben elvesztett folyadékot
- **Dehidráció esetén a testtömeg 8%-al is csökkenhet**
 - 5 %-os csökkenés jelentős teljesítmény romláshoz vezet
 - Dehidráció elkerülése edzés előtt fél órával 3-5 dl folyadék, edzés/verseny alatt 1-2dl/óra
- **Osmotikus nyomás a szövetekben:**
 - Nyugalmi érték: 280-295 mosmol/kg
 - Terheléskor: 310-320 mosmol/kg

Folyadékszükséglet a sportban II.

- **Hypotóniás folyadék:**
 - ásványi anyagokban szegény folyadék, gyorsan felszívódik és gyorsan ki is ürül
 - $<200 \text{ mosmol/l}$
 - Pl. vezetékes víz
- **Isotóniás folyadék: fogyasztásuk optimális hosszabb edzés/verseny alatt**
 - ugyanaz az ozmolalitása, mint a test folyadékainak
 - $280\text{-}330 \text{ mosmol/l}$
 - felszívódása hasonló, vagy gyorsabb, mint a vízé
 - 100 ml -enként $4\text{-}8\text{g}$ szénhidrátot tartalmaz
 - Isotóniás foly. pl. 100% -os gyümölcsle ásványvízzel kb. $1:1$ arányban hígítva
- **Hypertóniás folyadék:**
 - magas ozmolalitású folyadék, vizet von el $\rightarrow$ hasmenést okozhat
 - $>350 \text{ mosmol/l}$



Részösszefoglalás

	Edzetlen ember szükséglete	Sportoló szükséglete
Energia	25-35 Kcal/ttkg	40-80 kcal/ttkg
Fehérje	0,8-1 g/ttkg	1,2-1,5 max. 3 g/ttkg
Zsír	0,8-1 g/ttkg	0,8-1 g/ttkg
Szénhidrát	4-5 g/ttkg	7-11 g/ttkg
Vitaminok	RDA	-
Ásványanyagok	RDA	-
Folyadék	2-3 l/nap	3-6 l/nap

Esztétikai sportágak táplálkozási kockázatai

- Cél: alacsony testtömeg elérése és megtartása
 - Torna, balett, ritmikus sportgimnasztika, műkorcsolya, stb.
- Alacsony kalóriatartalmú étrendek kockázatai:
 - gyors fáradás
 - mozgásrendszer, izmok csökkent terhelhetősége
 - alacsony zsírbevitel hormonális szabályozás zavara → amenorrhoea, csontképzési zavarok
 - negatív hatás az immunrendszerre
 - anorexia athletica kialakulása
 - alapanyagcsere egy gazdaságosabb alacsonyabb szintre áll be (takarékos lángra lép, a szervezet próbál a kevésből is minél többet elraktározni)
- Fontos az alacsony (800-1500 kcal/nap) kalóriatartalmú étrendnél, hogy jó minőségű táplálékot tartalmazzon és azt többször kis adagokra osszuk el

Testépítők táplálkozásának kockázatai

- Cél: nagy izomtömeg felépítése
- Fehérjebevitel maximuma 3g/ttkg
- Túlzott fehérjebevitel (pl. túlzásba vitt húsfogyasztás)
 - Fennáll a köszvény kialakulásának veszélye
 - Előfordulhatnak vesebántalmak
 - Emelkedett vérzsír értékek (szív-, érrendszeri betegségek)
- Ebben a sportágban nagyobb a kísértés az anabolikus szteroidok alkalmazására

Állóképességi sportágak táplálkozási kockázatai

- Cél: az izom adaptációja a tartós fizikai igénybevételhez
 - Kerékpározás, futás, úszás, evezés, kenu, triatlon, stb.
- Problémát jelent a gyakran 8-10 órán át tartó terhelés közben történő táplálék felvétel
- Óvatosan kell a cukros, izotóniás italokat adagolni, mert túlzott mértékű vagy hirtelen történő fogyasztásuk gyomor-, bélpanaszokat okozhat

Sportjátékok táplálkozási kockázatai

- Cél: optimális erő és gyorsaság elérése, koncentrációs, koordinációs képességek fejlesztése
 - Labdarúgás, kézilabda, jégkorong, vízilabda, kosárlabda, tollaslabda, tenisz, asztali tenisz, stb.
- A koncentrációs, koordinációs képességeket a vér glükóz koncentrációja befolyásolja
- Fontos a vércukorszint egyenletes, optimális teljesítményhez szükséges szinten tartása (vízben fellépő hypoglikémia életveszélyes lehet)



Küzdősportok táplálkozási kockázatai I.

- Cél: az optimális erő megtartása a súlycsoport elérése mellett
 - Birkózás, cselgáncs, ökölvívás
 - Problémát jelent az évi 5-10 testtömeg változtatás
 - Súlymanipulációk
 - vízelvonás, folyadékkorlátozás, szaunázás, stb.
(diuretikumok tilosak, doppingnak számítanak → a vizelet higulása miatt nehezebb a dopping szerek kimutatása)
 - Hashajtók
 - Intenzív testmozgás meleg/több réteg ruhában
 - Egyéb módszerek pl. szőrzet eltávolítása
- Gyors vízelvonás → izomerő csökken
- A testsúly 5%-át érintő dehidráció fontos működési rendszereket zavar meg pl. pszichés zavar
 - Mérlegelés után 2-20 óra áll rendelkezésre az energia-, folyadék-, ásványanyag-hiány pótlására, helyreállítására (akár infúzió használatával)
 - Tökéletes rehidráció 24 óránál tovább tart

Küzdősportok táplálkozási kockázatai II.

- A súlyemelés teljesítményedzése 5%-al nagyobb testtömeggel történik, mint a versenysúly
- Gyakran heti 4-5Kg-ot kell leadniuk, amit alacsony (pl. 6000 kcal helyett 1500-2000 kcal bevitt jelent) az étrendre alacsony energia-, magas fehérje (min.50-60 g jó minőségű, az izmok védelme érdekében), csökkentett konyhasóbevitel jellemző
- Elsősorban a szervezet víztartalma csökken. Teljes tápanyagmegvonás esetén is csak 100-150g zsír/nap
- Heti 1kg súlyvesztés a teljesítményt nem befolyásolja
- Lökő-, dobószámok, (súlylökés, kalapácsvetés, stb.) ill. vívás esetében nincs súlycsoport, súlymanipuláció

Általános hibák a sportolók táplálkozásában

- Nem ideális tápanyagmegoszlás
 - pl. reggeli hiánya, napi 2-3 étkezés
- Magas zsírbevitel
- Kevés zöldség-, gyümölcsfogyasztás
- Divatdiéták követése
- Elégtelen folyadékbevitel
- Mértéktelen étrend-kiegészítő szedése

Étrend-kiegészítők



Tartalom

- **Étrend-kiegészítők**
 - Aminosavak
 - Zsírsanyagcserére ható étrend-kiegészítők
 - Egyéb étrend-kiegészítők
- **Dopping**
 - Tiltott hatóanyagcsoportok
 - Tiltott módszerek
 - Korlátozásokkal engedélyezett hatóanyagcsoportok
- **Evészavarok a sportban**
- **Nutrigenomika a sportban**

Étrend-kiegészítők csoportosítása

(vény nélkül kaphatók)

- **II. Funkció szerint**
- **Testtömeg növelők**
 - komplex készítmények pl. fehérje+szénhidrát
- **Testtömeg csökkentők**
 - Zsírányagcserére ható étrend-kiegészítők
- **Regeneráló hatású készítmények**
 - antioxidánsok, vitaminok, ásványi anyagok, aminosavak, glükóz
- **Ízületvédők**
 - Glükozamin, Kondroitin, MSM (metil-szulfonil-metánt)
- **Potencianövelők**
 - L-arginin: fokozott nitrogén monoxid termelés → jobb vérellátás
+ginseng és Ginko kivonat → vágyfokozók, stresszoldók

Aminosavak szedéséről általában I.

- Az aminosav felvétel fő célja az izomzat regeneráció biztosítása, az izomképződés elősegítése
- Az aminosavak 80%-át a máj állítja elő, a többi esszenciális fehérjét külső forrásból kell pótolni
 - Esszenciális: lizin, triptofán, fenilalanin, metionin, treonin, leucin, izoleucin, valin
 - Szemiesszenciális: arginin, hisztidin, cisztein/cisztin, tirozin

Aminosavak szedéséről általában II.

- Az aminosavakat célszerű éhgyomorra bevenni, hatékonyabb felszívódás, hasznosulás végett, biológiailag csak L-formában hatékonyak
- Bomlásuk során keletkező metabolit az ammónia, amely a szervezet számára mérgező hatású, ez a vizelettel karbamid formájában ürül ki. (Edzési túlterhelés jele: a szérum-karbamid 9-11 mmol/l)
- Fehérjéből a szükséglet $\frac{1}{4}$ részénél többet nem ajánlott mesterséges formában bevinni
- A szabad aminosavak önálló szedése során elvesz a természetben kötésben előforduló aminosavak biológiai információt hordozó szerepe

Étrend-kiegészítők – Aminosavak I.

- **Név:**
 - **BCAA** (branched chain amino acids), elágazó láncú aminosavak (valin, leucin, izoleucin)
- **Hatásmechanizmus:**
 - Fokozzák az inzulinelválasztást.
 - Részt vesznek a glukoneogenezisben.
 - Gyorsabban szívódnak fel és gyorsabban hasznosulnak, mint a többi aminosav.
- **Hatása a sportban:**
 - antikatabolikus és izomépítő hatásúak,
 - javítják az állóképességi teljesítményt,
 - késleltetik a fáradást,
 - elviselhetőbbé teszik a magaslati edzést,
 - extenzív terhelés során (pl. maratoni futás) során stabilizálják a vércukorszintet és javítják a teljesítményt.
- **Adagolásuk a sportban:**
 - Testépítők aminosav-szükségletének 20-25 %-át célszerű BCAA-val pótolni, nem erősportágakban kb. 10 % ez az érték. Valin > 1,6 g Leucin > 2,2 g Izoleucin > 1,6 g
 - Összesen 6-11 g/nap
- **Kölcsönhatás:**
 - Optimális hatásuk eléréséhez B6-vitamin, pantoténsav, biotin egyidejű jelenléte szükséges.

Szabadgyökök és antioxidánsok I.

- Szabadgyökök: olyan atomok, molekulák, amelyek elektronpályáján páratlan számú elektronok vannak → reaktív, agresszív vegyületek, könnyen lépnek interakcióba más molekulákkal
- A szabadgyökök a mitokondriumokban végbemenő oxidatív energiatermelés, anyagcserefolyamatok során keletkeznek
 - Szabad csoporttal rendelkező fehérjéket „támadnak” meg, amelyek pl. ha enzimként működnek inaktívvá válhatnak
 - Telítetlen kötésű zsírsavaknál lipidperoxidációs folyamatot indíthatnak el → károsodnak a sejtmembránok → sérül a DNS kód → hibás fehérjék szintetizálódnak
- A szabadgyök képződést fokozzák:
 - Környezetszennyezés
 - Dohányzás
 - Stressz
 - UV-sugárzás
 - Fokozott fizikai aktivitás

Szabadgyökök és antioxidánsok II.

- Az antioxidánsok is aktív anyagok, amelyek így semlegesíthetik a szabadgyököket
- Nem teljesítményfokozó, hanem betegségmegelőző hatásuk van
- Mivel aktív vegyületek, túlzott bevitelük nem ajánlott, mert túlsúlyba kerülésük során hasonlóan káros folyamatokat indíthatnak be a szervezetben, mint a szabadgyökök (pooxidációt).
- Antioxidánsok:
 - C-vitamin, E-vitamin, A-vitamin, Béta-karotin, szelén, vas, cink, mangán
- Antioxidáns hatású anyagok:
 - Q10, flavonoidok, taurin, likopin