Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – AZ AMINOSAVAK ANYAGCSERÉJE

1. kulcsszó cím: Az aminosavak szerepe a szervezetben

A szénhidrátokkal és a lipidekkel ellentétben szervezetünkben nincsenek aminosavakból kialakult energiaraktárak.

Az aminosavak szerepe a szervezetben:

- fehérjék építőelemei,
- N-tartalmú molekulák (nukleotidok, hormonok) szintézise,
- bizonyos esetekben energiatermelés.

Az emberi szervezet sejtjei bizonyos aminosavakat nem képesek szintetizálni;ezeket esszenciá-lis aminosavaknak nevezzük szemben azokkal, melyeket szervezetünk elegendő mennyiségben elő tud állítani. Ezek a nem esszenciális aminosavak.

1. képernyő cím: Az emberi szervezetben előforduló aminosavak

Egy átlagos testsúlyú (70 kg) ember táplálékkal felvett napi fehérjeszükséglete kb. 40 g, azonban a szervezet saját szöveti fehérjéiből is tud aminosavakat felhasználni. **G001**

2. képernyő cím: A szervezet aminosav forrásai

A táblázatból kitűnik, hogy az izomszövet a fehérjékből származó legnagyobb energiaforrás. Ennek elégtelen fehérjebevitel esetén van jelentősége. **G002** **G003**

A szervezet fehérjéinek szintézise és lebontása - proteolízis - normális körülmények között egyensúlyban van egymással. **G004**

Hogyan hat a fizikai aktivitás az izom fehérjéinek metabolizmusára? A nyugalmi helyzethez képest, mikor a fehérjék szintézise és lebontása közel egyforma mértékű, erőedzéskor noha mindkét folyamat aránya megnő, a fehérjék szintézise felülmúlja a proteolízis mértékét, így nagyobb mennyiségű izomfehérje áll elő. Állóképességi edzés esetén a fehérjék lebontásának aránya olyan nagy, hogy az izom fehérjéinek csökkenését eredményezi. **G005**

3. képernyő cím: Az aminosavak transzportja

A táplálékkal felvett fehérjéket a tápcsatorna proteázai (pepszin, tripszin, kimotripszin, stb.) bontják le aminosavakra. **G006**

A bél epithelsejtjei által felvett peptidek bontásuk után a keringésbe kerülnek.

Az aminosavak legtöbbje a vérből a májba kerül, de az agy, a zsírszövet és az izom is kap utánpótlást.

Az aminosavak sejtekbe történő felvétele energiaigényes, hordozó molekulákhoz kötött folyamat, melyek többsége Na^+-függő mechanizmus.
Egy másik transzportálási lehetőség a γ-glutamil-ciklussal történik.

A szervezet saját - endogén- fehérjéinek a lebontásában szöveti proteázok (kollagenázok, metalloproteázok, elasztázok, stb.) vesznek részt.

Az abnormális, károsodott fehérjék ATP-függő emésztése az ubikvitinnel történik.

4. képernyő cím: Az izom aminosavainak metabolizmusa fizikai aktivitás alatt

Habár a fehérjék az izomtömeg egy jelentősrészét adják (mintegy 20%), az aokat felépítő aminosavak csak kis mennyiségben vannak jelen szabad formában.

Azonban munkavégzés során nő a koncentrációjuk a proteolízis következtében.

A glutamátnak központi szerepe van az aminosavak anyagcseréjében.

Hogy energiát szolgáltassanak, az aminosavaknak le kell bomlaniuk. Ennek első lépése az aminocsoport eltávolítása. **G007**

Transzaminálás - transzamináz (aminotranszferáz) katalizálja a reakciót. A ketosavak a glutamát aminocsoportjának átvételével aminosavakká alakulhatnak, így a N megmarad.

Myocardiális infarktus és májkárosodás esetén az aminotranszferázok koncentrációja megnő a vérben, így diagnosztikai jelentőségük óriási.

A másik lényeges reakció az oxidatív dezaminálás, melynek során a N távozik az aminosavról.

A glutamát egyike azon kevés aminosavnak, mely ammónia formájában adja le az aminocsoportját. **G008**

A glutamát képzésében és lebontásában a glutamát-dehidrogenáznak is fontos szerepe van. A reakció során az ammónia az α-ketoglutaráthoz kötődik.

5. képernyő cím: Az aminosavak katabolizmusának áttekintése

Az aminosavak lebontásakor az aminocsoportból ammónia képződik, a szénváz pedig, mint majd látni fogjuk a citrátkörbe kerül. **G009**

Az ábra is jól mutatja a glutamát központi szerepét az aminosavak metabolizmusában.

6. képernyő cím: Az ornitin-, vagy ureaciklus

Az ammónia fontos a szervezet számára, mivel számos N-tartalmú vegyület szintéziséhez szükséges, azonban a vérplazma magas ammónia koncentrációja toxikus hatású (hallucinációt, tremort, kómát, legvégső esetben halált okoz).

A vér ammónia koncentrációjának normális szinten tartása többféle úton történhet.

Ezek közül a legfontosabb az ornitin-, vagy más néven ureaciklus. A folyamat lényege, hogy az ammóniából urea képződik. **G010**

Az ureaszintézis a májban zajlik, mivel a teljes enzimrendszer csak ott működik. A N mintegy 90%-a urea formájában hagyja el a szervezetet. Az urea egyik -NH_2 csoportja az ammóniából, a másik az aszpartátból származik. **G011** **G012**

Az ureaciklus enzimeinek a defektusa esetén például hyperammonaemia lép fel, ami a vér ammóniakoncentrációjának a növekedését jelenti. Következménye letargia, hányás, mentális retardáció, stb.

7. képernyő cím: Mi történik az aminosavak szénvázával?

Az aminosavak szénláncának a sorsa az -NH_2 csoport eltávolítása után többféleképpen alakulhat. Attól függően, hogy mi a metabolizmus további útja, megkülönböztetünk glukoplasztikus, ketoplasztikus, illetve mindkét típusba sorolható aminosavakat. A glukoplasztikus aminosavból piroszőlősav képződik, ami a glükoneogenezisben vehet részt. **G013**

A ketoplasztikus aminosavak esetén a keletkezett acetil-CoA zsírsavvá, illetve ketontestté alakulhat. **G014**

8. képernyő cím: A szénváz sorsa_

A gluko- és ketoplasztikus aminosavak kapcsolata a citrátkörrel

A dezaminálás (-NH_2 csoport eltávolítása) után az aminosavak szénlánca a citrátkörbe kerül, majd az elektrontranszportlánc és a terminális oxidáció eredményeként energia fog képződni. **G015**

9. képernyő cím: Összefoglaló ábra

A fehérjealkotó 20 aminosav szénláncából képződő molekulák, melyek a továbbiakban, mint a szénhidrát- vagy lipidlebontás intermedierjei játszanak szerepet **G016**

A szervezet N-tartalmának a csökkenése kreatinin ürítésével is elérhető. Az argininből egyebek mellett kreatin is képződhet, aminek foszforilálódott alakja, a kreatin-foszfát energia tárolására képes, ami az izomban és az agyban az ATP reszintéziséhez elengedhetetlen. A kreatin gyűrűvé záródásával jön létre a kreatinin, ami a vizeletben megjelenik (kreatinin-clearence). **G017**

10. képernyő cím: A glükóz-alanin ciklus

Munkavégzés alatt megnő az izom alanin koncentrációja, melyből a vérkeringés útján a májban glükóz szintetizálódik.

Kettős a glükóz-alanin ciklus jelentősége: egyfelől aminocsoportokat szolgáltat a májsejteknek, másrészt ATP fog termelődni a glikolízis, illetve glükoneogenzis során. **G018**

11. képernyő cím: Edzés krónikus hatása a fehérjék metabolizmusára

Az edzés típusától függően hosszú távon különbözőképpen változik a fehérjék metabolizmusa. **G019**

12. képernyő cím: Összefoglalás

A fehérjék építőegységei - az aminosavak -egyebek mellett energia nyerésére is használhatók (~4,1 kcal energia/g fehérje).

Szerepe akkor fontos, mikor a szervezet már nem képes az energiát a szénhidrátokból előállítani.

Energiaforrásként akkor használható, ha glükózzá alakul a glükoneogenezis során.

Éhezéskor a lipogenezisen keresztül szabadzsírsavakat képezhetnek.

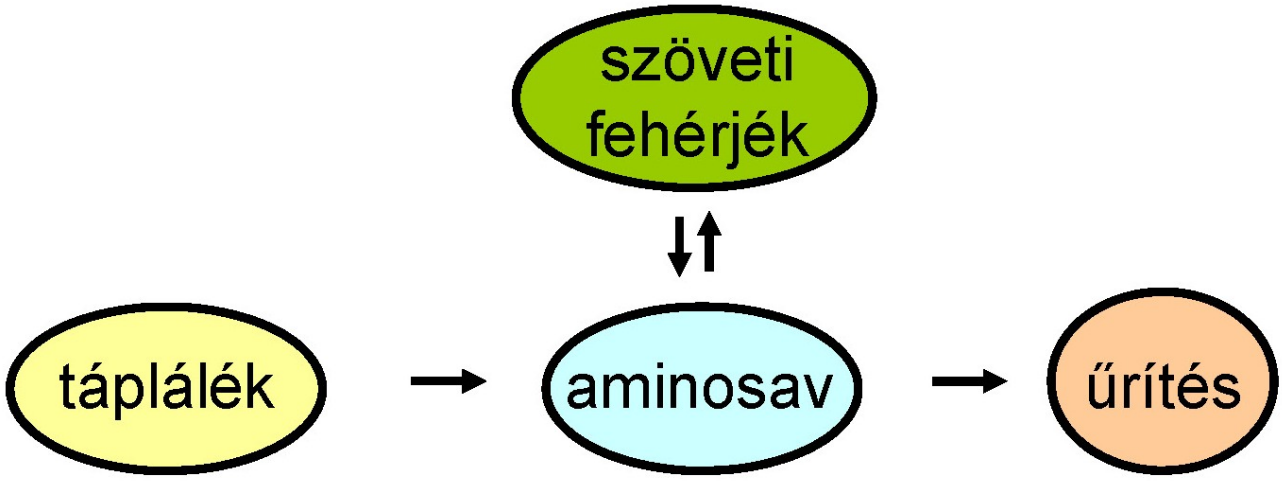
Képgyűjtemény:

- **G001**

Nem esszenciális	Szemiesszenciális	Esszenciális
Ala (alanin) Asn (aszparagin) Asp (aszparaginsav) Cys (cisztein) Gln (glutamin) Glu (glutaminsav) Gly (glicin) Pro (prolin) Ser (szerin) Tyr (tirozin) Gla (gamma-karboxi-glutaminsav)⁺ Hyl (hidroxilizin)⁺ Hyp (hidroxiprolin)⁺	Arg (arginin)°	His (hisztidin) Ile (izoleucin) Leu (leucin) Lys (lizin) Met (metionin) Phe (fenilalanin) Thr (treonin) Trp (triptofán) Val (valin)

⁺ a fehérjébe történő beépülés után keletkeznek ° gyerekeknél lassú a szintézise, ezért esszenciális

- **G002**



- **G003**

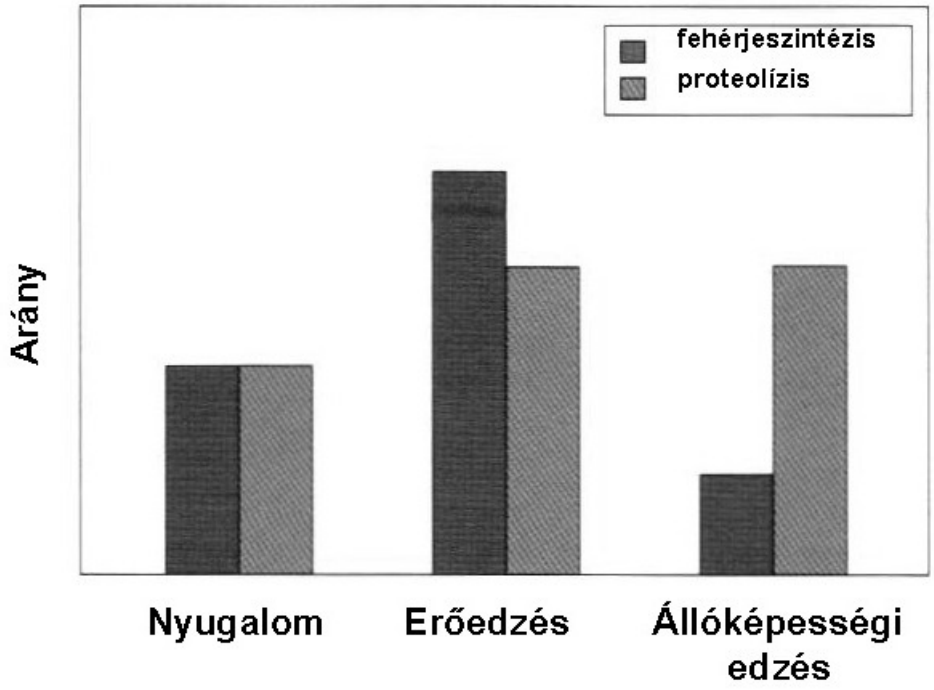
Szervek	Szénhidrát	Zsír	Fehérje
Vér	250	190	0
Máj	1680	1890	1680
Agy	30	0	0
Izom	5040	1890	100800
Zsírszövet	340	567000	170

Energiaraktárak megoszlása (J)

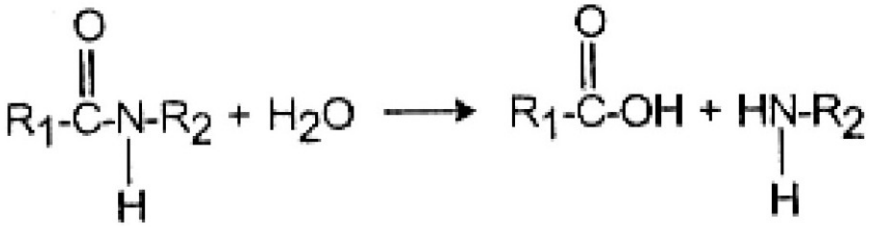
- **G004**

A fehérjék „életciklusa”

- **G005**

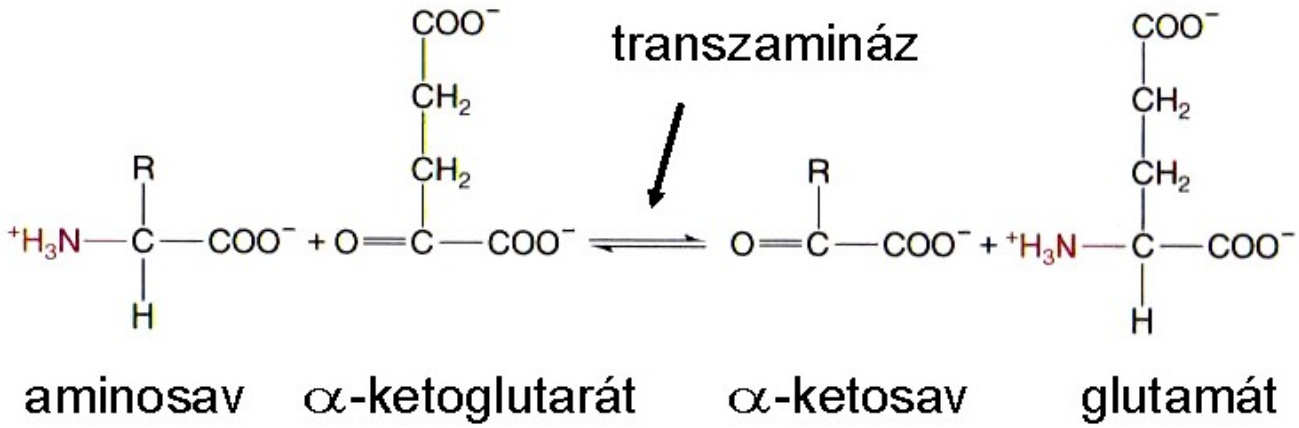


- **G006**

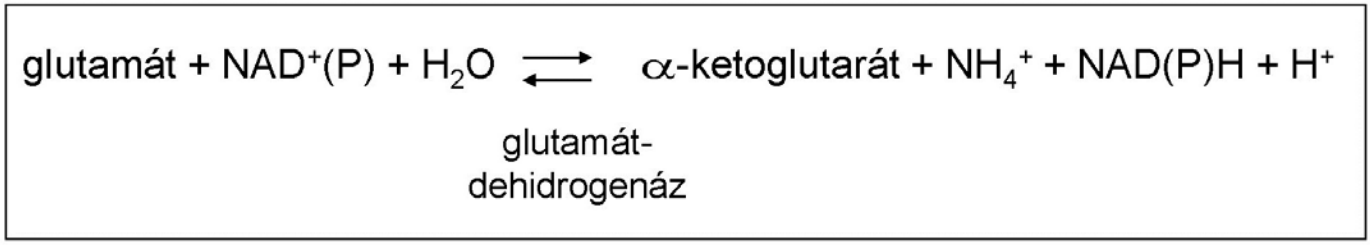


Proteolízis - a fehérjék hidrolízise

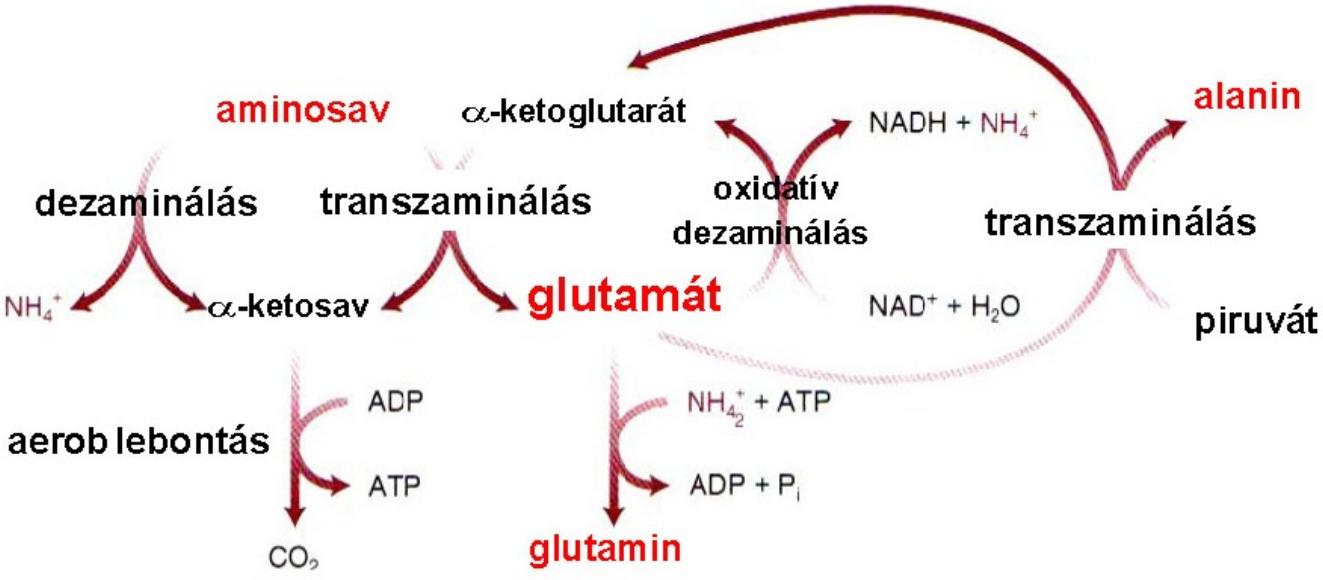
- **G007**



- **G008**



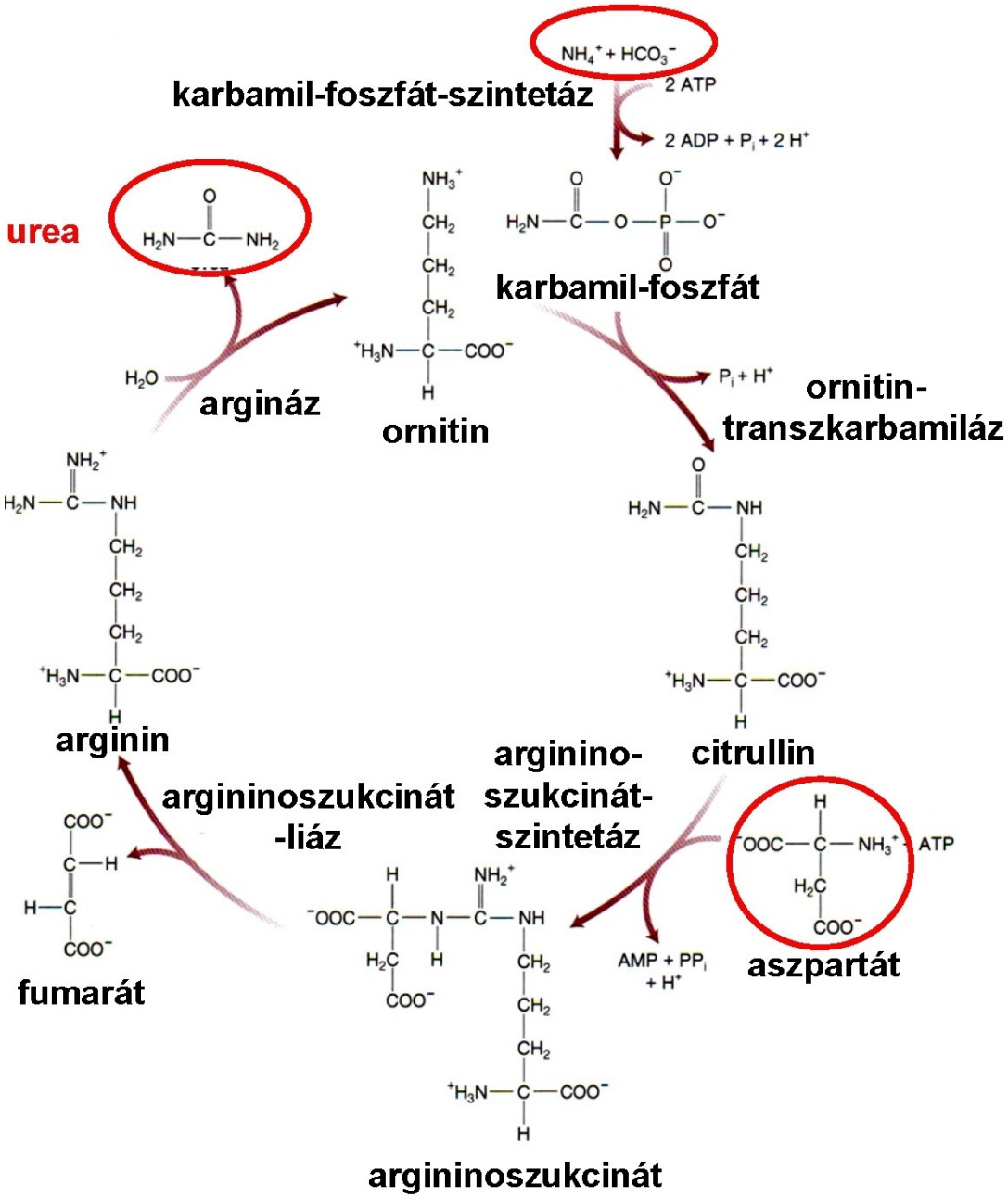
- **G009**



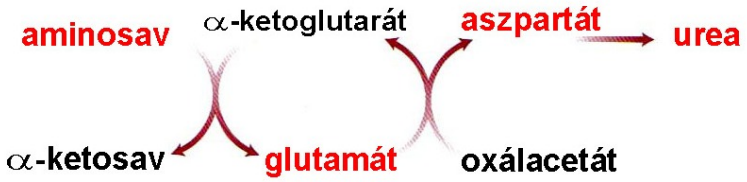
- **G010**

$NH_4^+ + HCO_3^- + 3\ ATP + 2\ H_2O + Asp \rightarrow$ urea $+ 2\ ADP + 2\ P_i + AMP + PP_i +$ fumarát

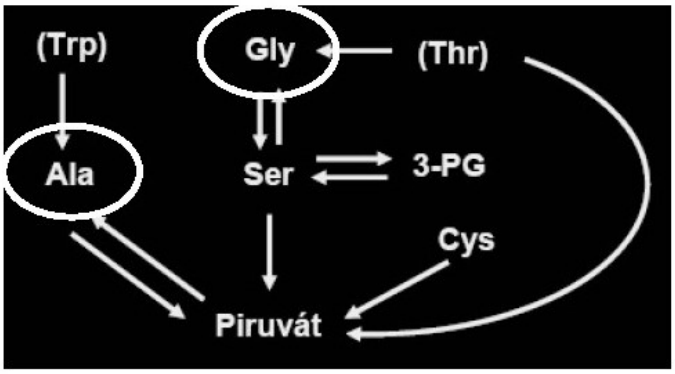
- **G011**



- **G012**

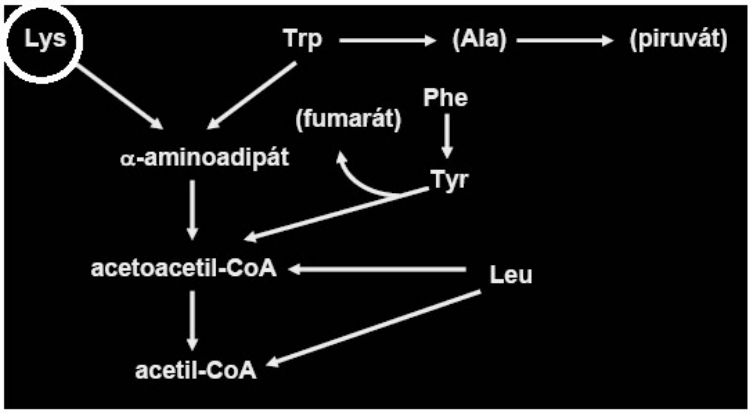


- **G013**



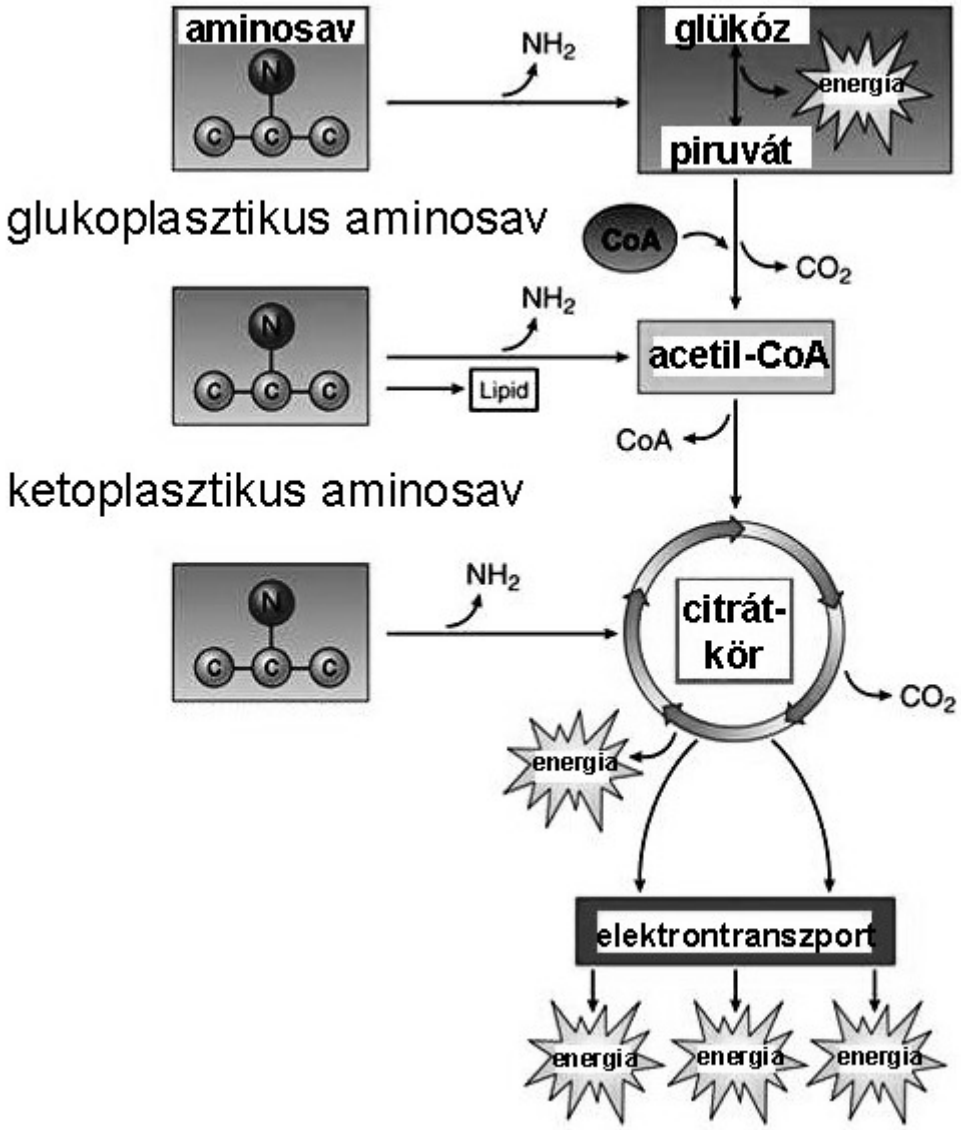
Glukoplasztikus aminosav pl. az alanin, glicin, szerin, cisztein.

- **G014**

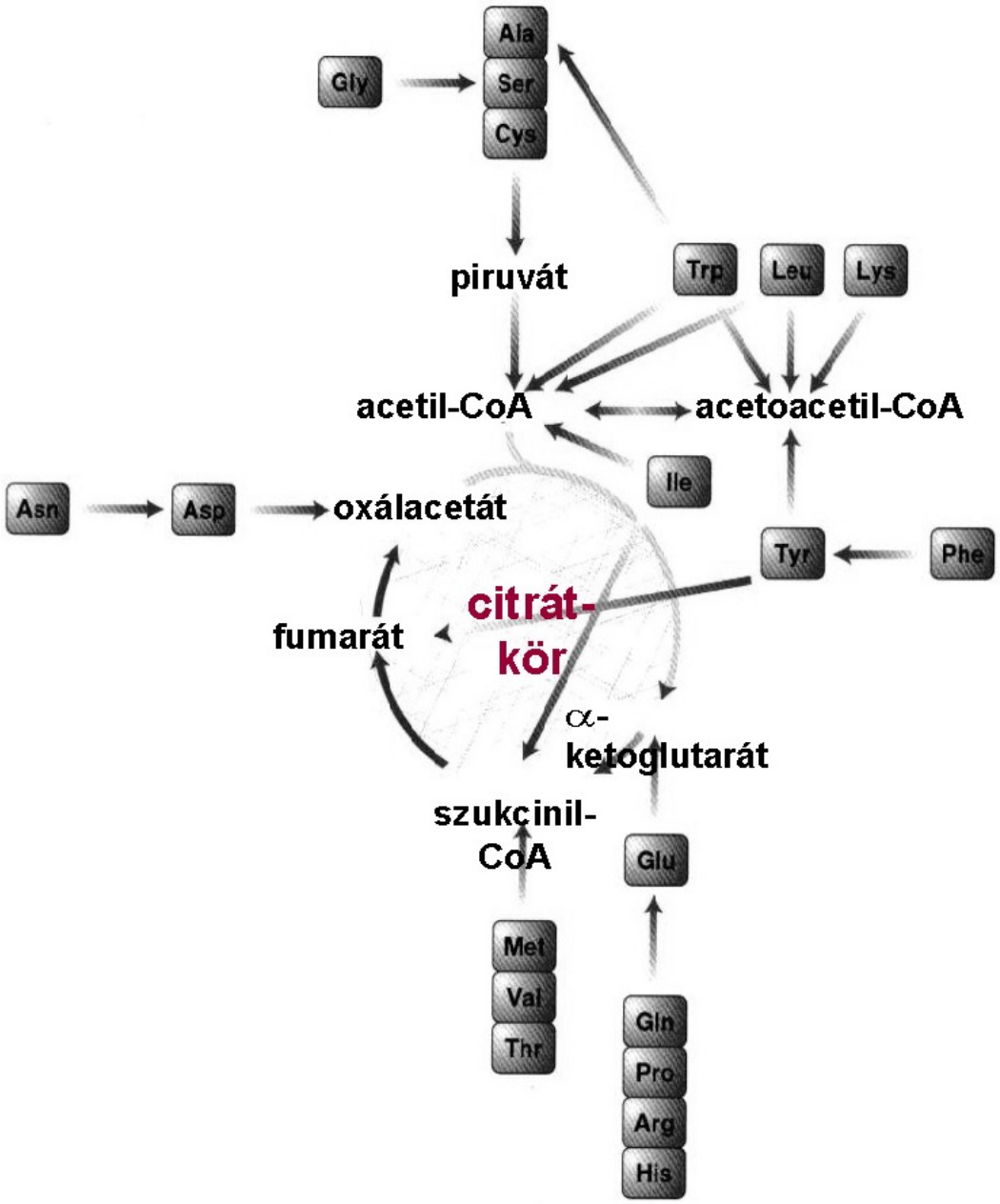


Ketoplasztikus aminosav a leucin és a lizin

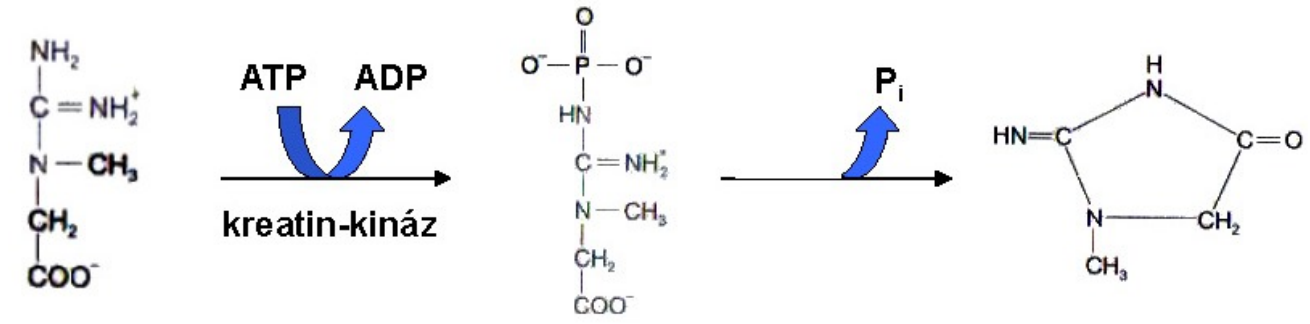
- **G015**


aminosav
N
C C C
NH2
glükóz
energia
piruvát
glukoplasztikus aminosav
CoA
CO2
NH2
Lipid
acetil-CoA
CoA
ketoplasztikus aminosav
NH2
citrát-kör
CO2
energia
elektrontranszport
energia
energia
energia

- **G016**

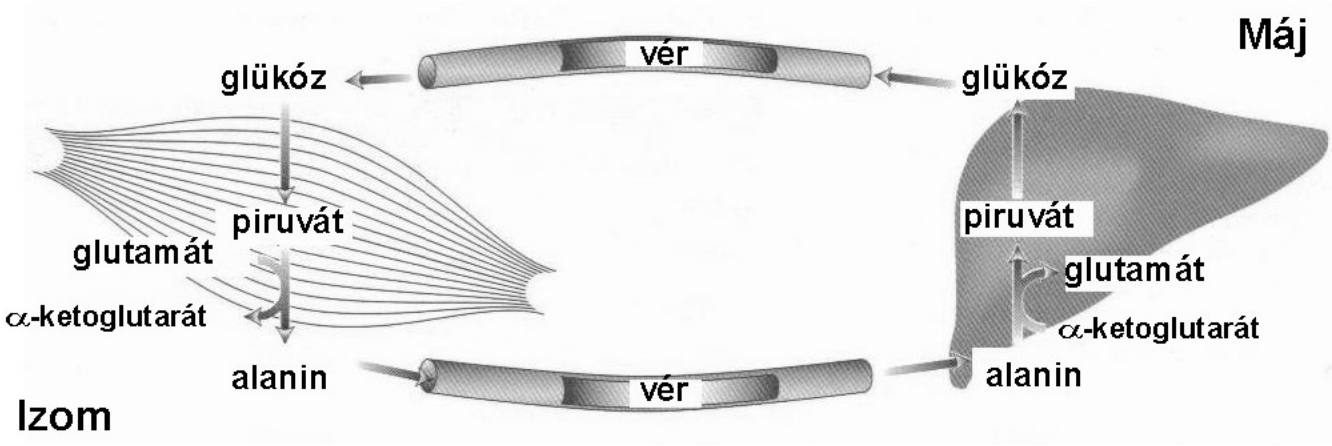

Ala
Gly
Ser
Cys
piruvát
Trp
Leu
Lys
acetil-CoA
acetoacetil-CoA
Ile
Asn
Asp
oxálacetát
Tyr
Phe
citrát-
kör
fumarát
α-
ketoglutarát
szukcinil-
CoA
Glu
Met
Val
Thr
Gln
Pro
Arg
His

- **G017**



kreatin kreatin-foszfát kreatinin

- **G018**



- **G019**

Állóképességi edzés

Nő a mitokondriális fehérjék mennyisége

A mitokondriumok számának és méretének a növekedése

Aerob ATP reszintézis fokozódása

Erőedzés

Az izomfehérjék mennyiségének fokozódása

Az izomrostok keresztmetszetének növekedése (hipertrófia)

Az izom méretének növelése

Nő a maximális izomerő

Modul cím:	Antropometria

Bevezető oldal cím: Néhány gondolat az antropometriáról és a humánbiológiáról

Mielőtt egy tudományág részterületét bővebben megismernénk, szükséges annak tudomány rendszertani helyével is megismerkednünk.

Az antropometria **a humánbiológiának egy speciális ága, amely** az élő és meghalt ember mérhető jellegeinek vizsgálatánál alkalmazható és nemzetközileg elfogadott módszereket foglalja magában.

A humánbiológia - **más elnevezéssel biológiai antropológia, vagy embertan - tárgya** a Hominidák variábilitásának, nem patológiás és természettudományos módszerekkel megérthető jellegek oksági elemzése és leírása, valamint az ember összehasonlítása az állatokkal. **A Hominida elnevezés a ma élő és kihalt emberek, illetve emberelődök gyűjtő neve.**

A humánbiológia, vagy embertan azonban két lényeges vonatkozásban eltér az ugyancsak emberrel foglalkozó orvostudománytól: a humánbiológus mindig embercsoportokkal és nem egyénekkel, valamint mindig egészséges és nem beteg emberekkel foglalkozik.

A humánbiológia a természettudományokhoz tartozik, a harmadik biológiai tudományág. Az előbbi definícióból következik, hogy a Hominidák recens és fosszilis változatait tanulmányozza, elsősorban a genetikai és környezeti hatásokra keletkezett normális változatokat vizsgálja s mivel az ember társadalomban él, a társadalomtudományokból annyit vesz tekintetbe, amennyi az előbbiek megértéséhez és megmagyarázásához indokolt. Ezért beszélhetünk szűkebb értelemben vett humánbiológiáról, amely csak az ember biológiai tulajdonságait vizsgálja és tágabb értelemben vett humánbiológiáról, amely az ezekhez kapcsolódó társadalomtudományi vonatkozásokat veszi figyelembe.

Ennek megértését a következő példával szeretnénk megvilágítani. Az ember serdülésének ideje az evolúció során kialakult genetikai adottságunk. Bekövetkezése - melyet a leányoknál az első vérzés (menarche), fiúknál az első magömlés (oigarche) jelez - alapjában véve fiziológiai folyamat, amit hormonrendszerünk irányít. Megjelenésének ideje számos biológiai tényezőtől függ, így a fiatal rasszbeliségétől, testsúlyától, testmagasságától, testi fejlettségétől, a szervezet melatonin szintjétől. Ugyanakkor azonban természeti és társadalmi tényezőkkel is összefüggésben van. A fényhatás stimulálja, hegyvidéki gyermekek később érnek. Ismeretes azonban az is, hogy az érés idejét társadalmi tényezők is befolyásolják. így az értelmiségi szülők gyermeke, a nagyvárosban élő fiatalok, az elsőnek születettek, a jobb szociális körülmények között élők hamarabb serdülnek. Tehát ennek a biológiai jelenségnek a magyarázata nem történhet csupán biológiai

alapon. G001

1. kulcsszó cím: Az antropometria helye a humánbiológiában

Minden tudomány részterületekre osztható. G002

1. képernyő cím: Bevezető tudományágak

A humánbiológia első részterülete a ***bevezető tudományágak***kal foglalkozik.

Ide soroljuk fogalmának tisztázását, tárgyának megjelölését, jelentőségét, tudomány rendszertani helyének meghatározását, felosztását, történetét.

Az eddigiekhez kiegészítésként csak annyit említünk meg, hogy az ember nem csupán biológiai, hanem társadalmi lény is, tehát életében a legkülönbözőbb szituációkban találkozik embertársával, aki természetesen nem olyan, mint ő és a másik ember biológiai különbségének megértéséhez nagyon sokat segít a humánbiológia. Az emberek biológiai szempontból különböznek életkorok, nemek, rasszok szerint, de eltérő az említett eltérő életkorú, nemű és rasszokhoz sorolható emberek magatartása is. Mindezeket az eltéréseket még fokozzák a különböző foglalkozások, a betegségek, esetleg deviáns magatartások, amelyek megértéséhez sok segítséget nyújtanak a humánbiológiai ismeretek, az emberek különböző változatainak a megismerése. Ezen túlmenően az általános intelligenciához tartozó olyan kérdésekkel is foglalkozik a humánbiológia, mint az ember eredete, megjelenése a Földön.

A humánbiológia történetéről röviden csak annyit, hogy hivatalos létrejöttét a Párizsi Embertani Társaság megalakulásától - 1859-től - számítjuk. Hazánkban a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen alakult meg 1881-ben az első egyetemi embertani intézet, melynek vezetője Török Aurél volt.

2. képernyő cím: Humánbiológiai módszerek

A második tudományterület a ***humánbiológiai módszerek***et foglalja össze. G003

Mivel az embernek morfológiai (alaki), fiziológiai (élettani), metrikus (mérhető), genetikai (öröklődő) jellegei vannak, így ez a tudományterület tartalmazza mindezen jellegek humánbiológiai tanulmányozására kidolgozott módszereket. Ezen belül az antropometria az élő és meghalt ember mérhető jellegeinek vizsgálatánál alkalmazható és nemzetközileg elfogadott módszereket foglalja magában. Tehát az antropometria a humánbiológián belül a humánbiológiai módszerek közé tartozik.

Mi a következőkben a mérhető jellegekkel G004 foglalkozunk, ezért megemlítjük, hogy az élő emberen megkülönböztetjük a fejet (cephal) és a testet (soma), a csontvázon pedig a koponyát (cranium) és a többi (postcranialis) csontot(os). Ennek megfelelően az antropometriában beszé-

lünk:

- az élő emberi fej mérésének módszereit ismertető cephalometriáról,
- az élő emberi test mérésével foglalkozó somatometriáról,
- a koponya metrikus tanulmányozási módszereit ismertetető craniometriáról, (ezen belül a fogak mérési metodikáját tárgyaló odontometriáról),
- a postcraniális csontok méréstechnikájával foglalkozó osteometriáról.

Bizonyos mértékben érinteni fogjuk a morfológiai jellegeket is, melyek tanulmányozásával foglalkozik

- a cranioszkópia (koponya leíró jellegei),
- osteoszkópia (postcraniális váz leíró jellegei),
- somatoszkópia (test leíró jellegei).
- dermatoglifia (bőrlécrendszer),
- odontológia (fogak alaki jellegei).

Ugyancsak ebbe a tudományterületbe soroljuk az adatgyűjtéssel és kiértékeléssel kapcsolatos biometriai módszereket is.

3. képernyő cím: Az élő ember tanulmányozásával kapcsolatos tudományágak

A humánbiológia harmadik részterülete ***az élő ember tanulmányozásával kapcsolatos tudományágak***at foglalja magába.

Ahhoz, hogy méréseket végezhessünk, emberanatómiai ismeretekre van szükségünk. A humánbiológia egyik speciális területe, amely a sporttal különösen kapcsolatban van, az alkattan, vagy konstitúciótan. Az ember növekedésének megértéséhez szükséges ismerni az ember ontogenetikáját, egyedfejlődését. A jelenségek megértését segíti elő az antropogenetika. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy az ember öröklődő tulajdonságaival foglalkozó humángenetikán belül célszerű megkülönböztetni az orvosi humángenetikát, amely az ember betegségeinek öröklődésével foglalkozik és az antropogenetikát, amely az egészséges ember jellegeinek öröklődését tanulmányozza.

Ugyanehhez a részterülethez tartozik a ma élő főemlősökkel foglalkozó primatológia és a ma élő emberek rendszerezését ismertető antropotaxonómia is.

4. képernyő cím: A kihalt népességekkel foglalkozó tudományágak

A humánbiológia következő részterületét ***a kihalt népességekkel foglalkozó tudományágak*** együttese képezi. Az ide sorolható szakterületeket (antropogenezis - emberszármazástan, paleoprimatológia, rasszgenezis, paleopatológia) csak megemlítjük.

5. képernyő cím: Alkalmazott antropológia

Az ***alkalmazott antropológia*** a kutatási eredményeknek a gyakorlatban való hasznosítási területeit foglalja magába. Ilyen az orvosi antropológia, az igazságügyi antropológia, ipari antropológia, a sportantropológia és az auxológia.

Utóbbi kettő témakörét részletezzük, mivel ezek kapcsolatosak a testnevelő tanárok munkájával:

A ***sportantropológia*** G003 az emberi test alkati tulajdonságainak és az egyes sportágakkal összefüggő testi tulajdonságok elemzésével foglalkozik. Eredményeit elsősorban a sportiskolások és élsportolók edzési tervének, módszereinek kidolgozásában, valamint a gyermekek sportágválasztásánál, csapatsportokban pedig a posztválasztásnál alkalmazzák.

Az ***auxológia*** G003 a fiatalkorúak növekedésének törvényszerűségeit vizsgáló szakterület, amelynek eredményeit főként a beiskolázásnál, a gyermekek testi fejlettségének megítélésénél, illetve katonai sorozásoknál használják fel.

6. képernyő cím: Segédtudományok

Végül a humánbiológia hatodik részterületéhez a ***segédtudományok***at soroljuk.

Ezek száma meglehetősen nagy és az ember adottságából következően részben természettudományi, részben társadalomtudományi területhez tartoznak. Tájékoztatásként ide sorolhatjuk, többek között, a kémiai-, matematikai-, földrajzi-, geológiai-, genetikai-, történelmi-, régészeti-, nyelvészeti-, demográfiai-, néprajzi-, vagy az orvostudományok számos szakterületét.

2. kulcsszó cím: Biometriai alapismeretek

G005 Az emberi jellegek variábilitása nagy, de ugyanakkor egy-egy jelleg esetében (például orrszélesség) a mérhető különbségek olykor nagyon kicsinyek. Ahhoz, hogy az embernél megfigyelhető és mérhető jellegeket egyértelműen és összehasonlításra alkalmas módon jellemezhessük, nagy számú adat összegyűjtése szükséges. Arra törekszünk, hogy eredményeink megbízhatóak legyenek és a valóságot legalábbis megközelítően pontos módon visszatükrözzék. Ezek a követelmények azonban csak akkor valósulnak meg, ha a kutatások során több kritériumnak eleget teszünk.

A kutatás első lépése a munka megszervezése. Ez minden kutatás, így a humánbiológiai kutatás esetében is azt jelenti, hogy pontosan körvonalazzuk célkitűzésünket. Egyidejűleg meghatározzuk, hogy milyen módszereket alkalmazunk az adatgyűjtésnél és kiértékelésnél, s végül hogy interpretáljuk (értelmezzük, magyarázzuk) eredményeinket.

A kutatási célkitűzés meghatározása egy témával, problémával kapcsolatban adott. Célkitűzésünk lehet például az, hogy gyermekeket mérünk azért, hogy mindkét nemre és fél éves korcso-

portokra vonatkozóan testfejlettségi táblázatot (referencia táblázatot) készítsünk, amelynek segítségével egy adott gyermek testi fejlettségének szintjét megállapíthatjuk.

A célkitűzést a kutató érdeklődési területének megfelelően szabadon választhatja. De kapcsolódhat más kutatókhoz is, vagy olyan kutatási témához, amelyet mások határoznak meg, ő csak részt vesz abban. Ilyen kutatási téma volt például az, amikor a Honvédelmi Minisztérium tudni szerette volna, hogy a sorkötelesek testi fejlettsége milyen s ehhez kérte az antropológusok közreműködését.

Miután tisztáztuk, hogy mi a tervezett kutatásunk célja, ahhoz választjuk ki a megfelelő vizsgálati módszereket. Ha a testi fejlettséget kívánjuk megállapítani, akkor nem szükséges például azzal egyidejűleg a sportteljesítményt is vizsgálni.

Előre tisztáznunk kell azt is, hogy az összegyűjtött adatainkat milyen módszerrel fogjuk kiértékelni, mert annak megfelelően kell vizsgálati módszereinket is megválasztanunk.

Végül eredményeink magyarázata fejezi be a munkát. Soha sem szabad azonban prekoncepcióból kiindulnunk. Azaz nem törekedhetünk arra, hogy valamilyen elképzelésünket minden áron bebizonyítsuk, mert lehet, hogy elképzelésünk nem helytálló és azt a vizsgálati eredmények nem támasztják alá, vagy éppenséggel megcáfolják.

1. képernyő cím: A minta kiválasztásával kapcsolatos követelmények

G005 A biometria olyan tudományág, melynek tárgya biológiai, értékelési módja matematikai. A valószínűség számítás egyik ága, amely a biológiai jelenségek mennyiségi vizsgálatával, a vizsgálati eredmények értékelésével és értelmezésével foglalkozik. Alkalmazásával lehetőségünk nyílik arra, hogy egy populációból vett megfelelő mintával következtethessünk az egész populációra.

Mint már utaltunk rá, a humánbiológus embercsoportokat, populációkat tanulmányoz. A mérési adatokat biometriai módszerekkel értékeli. Ahhoz, hogy a továbbiakat megértsük, először tisztázzuk a populáció és minta fogalmát. **G006**

Biometriai értelemben alapsokaság, vagy populáció fogalma alatt valamilyen vizsgálni kívánt egyedek, tárgyak, elemek, jelenségek jól körülhatárolt, szabatosan meghatározott összességét értjük, melynek minden elemre kiterjedő vizsgálatát nem érdemes, vagy nem tudjuk elvégezni. Jele:N. Ha a populáció létszáma kicsi, akkor az összes egyedet meg kell vizsgálnunk. Nyilvánvaló, hogy ha a magyar válogatott férfi öttusázókat akarjuk vizsgálni, akkor az összes ilyen sportággal foglalkozót be kell vonnunk a vizsgálatba, mert számuk nem nagy.

Ezek szerint populáció lehet a Homo sapiens faj minden tagja, de ugyanennek tekinthető egy település 0-20 éves korcsoportú népessége, vagy a férfi kézilabdázók összessége, stb.

Ha a populáció rendkívül nagy, akkor nem tudjuk elvégezni minden egyes tagjának vizsgálatát, mert nincs rá lehetőségünk idő, anyagiak, vagy megfelelő számú kutató hiányában. Ezért a populációnak csak egy részét választjuk ki a vizsgálathoz és a biometriai elveknek megfelelően ennek alapján kívánjuk jellemezni a populációt. A kiválasztott egyedek képezik a mintát. Kis számú populáció előbbiek értelmében azonos a mintával.

A minta tehát a populáció jellemzésére, abból kiválasztott egyedek összessége. Jele: n.

A kiválasztás azonban nem lehet önkényes, az alábbi követelményeknek kell megfelelnie: **G007**

1. A mintának véletlennek (random sample) kell lennie. Kiválasztásánál nem érvényesülhetnek szubjektív szempontok. Az például, hogy 1000 gyermek közül ki kerül a mintába, ha annak nagyságát 300-ra tervezzük, nem befolyásolhatja az, hogy a gyermek kövér vagy sovány, csúnya vagy szép, alacsony vagy magas. Kizáró okok lehetnek. Ilyen pl. a testmagasság szempontjából az alsó végtag rendellenes fejlettsége, a törpenövés, a testsúly szempontjából a kóros obezitás, stb.

2. A mintának reprezentatívnak kell lennie. Kívánatos, hogy nagy populáció esetén megfelelő számú egyént vonjunk be a vizsgálatba. A testfejlettségi referenciaértékek megállapításához 1980-1984 között az összes magyar gyermek 2 %- át vizsgálták meg, megyénként a megyei létszámhoz viszonyítva arányosan.

3. A minta vizsgálati jellegei a normális emberi jellegekre vonatkozzanak. A testnövekedési vizsgálatoknál például nem lehet figyelembe venni a Turner szindrómás leányokat.

4. A minta képviselje a populációban levő nemek és életkorok arányát.

5. A méréseknél folytonos eloszlású jellegeket veszünk figyelembe. Ez azt jelenti, hogy ha a megmért adatainkat (pl. testmagasság) nagyság szerint csoportosítjuk, akkor egy folytonos sort kapunk.

A mintavételi technika szerint beszélhetünk: **G007**

- egyszeri mintavételről, amikor egyetlen alkalommal és csak egy mintát választunk ki az alapsokaságból. Ilyenkor például egy településen, vagy nagyobb földrajzi területen élő mindkét nemű és minden korcsoportú gyermek populációjából választjuk ki a mintát és a méréseket egyetlen al-

kalommal végezzük el. Ezt keresztmetszet vizsgálatnak is nevezzük.

- ismételt mintavételről, amikor ugyanazokat a személyeket több alkalommal (pl. félévenként) mérjük. Ezt hosszmetszet, vagy longitudinális vizsgálatnak is nevezzük..

Attól függően, hogy milyen speciális célkitűzésünk van, más fajta mintavételi eljárásokat (rétegzett, csoportos, területi, rácsos) alkalmazhatunk.

3. kulcsszó cím: Adatgyűjtés

G008 Az adatgyűjtésekhez vizsgálati lapot alkalmazunk, melyen feltüntetjük a vizsgálati sorszámot, vizsgált személy nemét, születési idejét, a vizsgálat időpontját és helyét, a vizsgálni kívánt méreteket. Célszerű a méreteket olyan sorrendben feltüntetni, amilyen sorrendben a méréseket végezni fogjuk. A méréseknél törekedni kell arra, hogy lehetőleg ne kelljen sokat váltogatni mérés közben a mérési eszközöket és a mérendő személy mozgatása (leülés, felállás, stb.) minél kevesebbszer történjen, mert ez időt vesz igénybe és a mérési pontosságot csökkentheti.

A vizsgálati lap szerkesztésénél figyelembe kell venni, hogy adatainkat számítógépen fogjuk értékelni és szakember (pl. statisztikus) véleményét kell kikérni. Az adatgyűjtő lapokat természetesen a kívánt mennyiségben, a minta tervezett nagyságának megfelelő számban kell sokszorosítani.

A mérés megszervezése az adatgyűjtés egyik legfontosabb része. Most csupán a fiatalok és sportolók mérésével kapcsolatos kérdésekre térünk ki.

Feltétlenül szem előtt kell tartani, hogy az adatgyűjtés alkalmával a személyi szabadságot nem sérthetjük. Ezért a mérésekbe bevonni kívánt személyeket nem kötelezhetjük arra, hogy a vizsgálatban részt vegyenek, az csak önkéntes jelentkezés alapján történhet.

Mivel a fiatalok, sportolók általában valamilyen közösséghez tartoznak (iskola, sportegyesület), vizsgálatuk megvalósításához feltétlenül engedélyt kell kérni a közösség vezetőjétől. Amennyiben a vizsgálat országos jellegű, vagy nagyobb földrajzi területre (megye, tájegység, egész ország) terjed ki, úgy az adatgyűjtéshez szükséges a Központi Statisztika Hivataltól engedélyt kérni.

Előfordulhat olyan eset, amikor országos érdekből történik a vizsgálat (pl. sorkötelesek, válogatott sportolók esetében). Ilyenkor a vizsgálatot elrendelő intézmény (Honvédelmi Minisztérium, Központi Statisztikai Hivatal, Ifjúsági Minisztérium, stb.) szerzi be az engedélyeket.

Az összegyűjtött adatokat csupán tudományos célra lehet felhasználni, személyazonosításra vo-

natkozó adatokat (pl. név) nem gyűjthetünk. A személyiséget érintő adatokat (pl. leányoknál az első vérzés ideje) anonim kell kezelnünk és azokat senkinek nem lehet kiszolgáltatni.

Miután megtörtént a vizsgálat célkitűzésének a meghatározása, elkészítettük a szükséges adatgyűjtő lapokat, megszereztük a szükséges engedélyeket, következő feladatunk az adatgyűjtés lebonyolításának konkrét megszervezése.

A mérések lebonyolításához a méréseket végző személyen kívül mindenképpen szükséges további személyeket is igénybe venni. Legelőször fel kell kérni valakit, aki a vizsgálni kívánt személyeket a vizsgálat időpontjára mozgósítja. Vele közölni kell, hogy melyek a vizsgálati mintába való kiválasztás megkívánt szempontjai (fiúk, leányok, életkorok, sportágak stb. aránya), kb. mennyi időt vesz igénybe egy személy vizsgálata s ennek megfelelően kell a paciensek megjelenését időzíteni. Célszerű, ha egy időben legfeljebb néhány személy várakozik a mérésekre. Nagymértékben elősegítheti a vizsgálat lebonyolítását, ha a méréseknél a mérendő személyen kívül a következő mérendő személy is jelen van, aki látja az egész mérési folyamatot s így nem szükséges mindenkinek ismételten elmagyarázni a teendőket. Természetesen, ha a személyiséget érintő kérdéseket teszünk fel a vizsgálandó személynek (pl. első vérzésének ideje, öröklődő betegségei, stb.), azt másik személy jelenlétében nem tehetjük. Az ilyen jellegű adatgyűjtést más módon kell elvégeznünk. Kioszthatjuk a vizsgálati, vagy adatgyűjtő lapokat a vizsgálandó személyeknek, akik a megfelelő kérdésre adandó válaszukat egyénenként fogják megadni és feljegyezni a kiosztott lapra.

Az adatgyűjtéshez szükséges egy írnok. Ez olyan személy legyen, aki olvasható és egyértelmű módon fogja a számokat feljegyezni. A mérési adatokat a vizsgálatot végző személy hangosan az írnokkal közli. A mérőeszközökről való leolvasásnál nagyon figyelnünk kell arra, hogy ne tévedjünk és a félreérthető számokat úgy közöljük az írnokkal, hogy az a feljegyzésnél ne tévedhessen. Miután befejeztük egy személy mérését, ellenőrizzük a vizsgálati lapon feltüntetett feljegyzéseket, mert előfordulhat, hogy valamelyik méretet nem mértük s ez esetben az összes méretnél eltolódás lesz. Ugyancsak előfordulhat, hogy az írnok elírta a mérési adatot. Ezeket még korrigálhatjuk s ilyenkor a téves, vagy hiányzó méreteket ismételten meg kell állapítani. A világ napjainkban tapasztalható „informáltságára” tekintettel javasolható a digitális adatrögzítés már a mérés helyszínén is (pl. laptopon), amivel az előbb említett hibák kiküszöbölhetőek..

Időnként (lehetőleg naponta, vagy napközben is) ellenőrizzük, hogy a megmértek száma mennyi és életkor, nemek, vagy más szempontok (pl. sportág) szerint a már megvizsgáltak száma megfelel-e a mintavételi követelményeknek. Ha nagy eltérés van, úgy azt a behívandó személyek megfelelő módon történő mozgósításával korrigálhatjuk. Ha pl. túlnyomó részben leányokat mér-

tünk, úgy a következő méréseknél törekedjünk a fiúk számának a növelésére.

A vizsgálati helyiség megválasztása nagyon fontos. Ez világos, vagy jól megvilágítható helyiség legyen, ahol annyi hely álljon rendelkezésünkre, hogy munkánkat kényelmesen tudjuk végezni. Berendezésénél biztosítsunk egy asztalt és széket az írnoknak, egy másik asztalt a vizsgálati eszközök helyezéséhez, egy megfelelő széket (ülőlapja teljesen vízszintes legyen, ha ilyen nincs, akkor alkalmazhatunk egy rajzdeszkát), amelyen a vizsgálandó személy helyet foglalhat, és természetesen itt helyezzük el a mérésekhez szükséges eszközöket is. Szükséges egy olyan, lehetőleg külön helyiség is, ahol a mérendő személyek a felesleges ruházatukat elhelyezhetik. Ez lehet a mérésre szolgáló helyiségben is, de akkor méretének megfelelőnek kell lennie.

A vizsgálati személyek ruházata minimális legyen. A fiatalok és sportolók a mérésnél tornaruhában, fiúk csak tornanadrágban jelenjenek meg. A nagyobb lányokon ne legyen melltartó. Ha nem testnevelés óra keretében, vagy edzés időpontjában történik az adatgyűjtés, úgy megengedhető, hogy a vizsgálandó személyek fehérneműt viseljenek. Ilyenkor is nagyon figyelmesek legyünk az egyénekre, nehogy esetleg bárkit is sérelem érhessen (pl. nem eléggé tiszta fehérnemű, vagy viseltes fehérnemű viselésekor). Az említett ruházattal biztosítani tudjuk, hogy a testsúlyt a különböző ruházat nem befolyásolja és méréseinket is könnyebben tudjuk végezni.

Abban az esetben, ha a másodlagos nemi jellegek fejlettségét is vizsgáljuk, úgy a vizsgálat idejére a megfelelő testrészt a mérendő személyek tegyék szabaddá. Ezt a leányoknál az emlő fejlettségének megállapításakor a kombiné felhúzásával, a szeméremszőrzet esetében mindkét nemnél az alsónemű előrehúzásával lehet biztosítani. Az ilyen jellegű megfigyeléseket azonban úgy végezzük, hogy másik mérendő személy ne tartózkodjon a vizsgálati helyiségben.

4. kulcsszó cím: A méréseknél használatos eszközök

A testnövekedési és sportantropológiai vizsgálatoknál, ha elfogadható eredményeket akarunk kapni, csakis az előírásoknak megfelelő, kalibrált (beállított) és hitelesített eszközöket használhatunk. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a gyártó cég szavatolja az eszközzel mért adatok valódiságát. Forgalomban van cm-es és col-os (inch –hüvelyk) beosztású antropometriai eszközök is (1 col = 2.54 cm). A mérőeszközök bőrtáskában vannak elhelyezve, ami megkönnyíti a szállításukat.

Antropométer, más néven testmagasságmérő **G009**: Ez a mérőeszköz a test hossztengelyében mérhető összes magassági méret meghatározására alkalmas. A mérőfejjel ellátott felső része (melyet rúdkörzőnek nevezünk) szélességi és vetületi méretek meghatározására is alkalmas. Az antropométer 200-210 cm hosszúságú, négy, egymásba tolható részből álló nikkelezett acél- vagy műanyag cső. Egyik oldalán alulról felfelé 0-2100 mm-ig (a régebben gyártottak csak 2000 mm-ig), másik oldalán felülről lefelé 0- 95 cm-ig terjedő mm-es beosztás van. Az felső részen fe-

lül két fémhüvely van, melyekbe keresztkarok helyezhetők. Ezek csúcsban végződő végét helyezzük méréskor a megfelelő mérőponthoz. Az alsó fémhüvely lefelé való eltolásakor az itt elhelyezett digitális, számláló szerkezet 95 cm-ig automatikusan mutatja a két keresztkar által mért távolságot. A méret értékének leolvasásakor ügyelni kell a kezdőpontot mutató jelzésre. Mérés alkalmával az összeszerelt antropométert a meghatározandó méretnek megfelelően állítjuk be, jobb kezünkkel (jobb kezeseknél) az alsó fémhüvelynél megfogjuk, eszközünket szilárdan és függőlegesen tartjuk, majd az alsó fémhüvelyt a kívánt magasságig elmozdítjuk. Eközben bal kezünkkel a testen a kívánt mérőpontot megkeressük, a második fémhüvelyben levő keresztkar csúcsát a mérőponthoz illesztjük és a jelzésnek megfelelően leolvassuk a méretet.

Csecsemők mérésére speciális mérőasztalt használnak, náluk ugyanis a testhosszt, nem pedig a testmagasságot mérjük.

Ülőmagasságmérő asztal **G009**: Ez egy sima ülőlappal ellátott asztal, melynek hátsó részén az ülőmagasság mérésére alkalmas mérőeszköz helyezhető el. Elől állítható lábtámasza van. A gyakorlatban általában székkel helyettesítjük, melynek ülőlapja ugyancsak vízszintes. Ha ilyen nincs, akkor az ülőfelszínre egy rajztáblát helyezhetünk.

Rúdkörző **G009**: Az antropométer felső negyedéből képezhető, de külön is gyártott mérőeszköz, mely a test szélességi méreteinek mérésére alkalmas. Az antropométer felső negyedéhez csatlakoztatható keresztkarok egyenes és hajlított változata is kapható.

Mérőszalag **G010**: Nagyon finom, vékony acélból készült, legalább 150 cm hosszú, mm-es beosztással ellátott mérőszalag, amely fémtokban van elhelyezve. A fémtok közepén levő gomb megnyomásakor rugó hatására automatikusan visszaugrik a fémtokba. Mérések alkalmával célszerű többet magunkkal vinni, mert a szalag könnyen eltörhet. A méréseket óvatosan végezzük, mert a szalag széle éles, könnyen megvághatja a felmért személyt.

Tolómérce **G010**: Különböző hosszúságú, mm-es beosztással ellátott kétkarú mérőeszköz. A mérőtengely 0 pontjában a hossztengelyre merőlegesen egy keresztkar van elhelyezve. A csúsztatható, lemezrugóval ellátott részén ugyancsak keresztkar van. A két keresztkar egyik vége hegyes, melyet csontok mérésénél használunk. Másik végük lapos, az élő ember vizsgálatára alkalmas. Nagyon kell ügyelni, hogy az élő ember mérésekor nehogy véletlenül a hegyes végét használjuk, mert azzal megsebezhetjük a mérendő személyt. A mérőtengely hossza változó, a fejméreteket általában a 250 mm hosszúságú tolómércével mérjük.

Condylusszélesség mérő **G010**: A tolómércéhez hasonló eszköz. 140 mm-es beosztású. Keresztkarjai szélesek, így a humerus és femur distalis epiphysis condylusszélességének, vagy a

boka szélességének mérésére kiválóan alkalmas.

Tapintó körző **G010**: Felső része ívelt kiképzésű, csuklóval összekapcsolt két acélkarból áll. Az egyik karhoz egy fémhüvelyben mozgó redukált mm-es beosztású mérőléc kapcsolódik. A kisebb, 300 mm-es mérőtartományú tapintókörzőt a fej mérésekor, a nagyobbat - melynek csúcsai legömbölyítettek - pl. a mellkas mélység mérésekor használjuk.

Bőrredő vastagság mérő (caliper) **G011**: Az izmokról ujjainkkal felemelhető bőralatti (subcutan) zsírredő mérésére alkalmas eszköz. A fogókarba épített benyomható rész segítségével a caliper két vége harapófogóhoz hasonlóan szétnyílik. E 12 mm2 felületű két kar közé fogjuk be a mérendő bőrredőt, majd a benyomható fogantyú rész elengedésével az eszközre szerelt mutatón leolvashatjuk a bőrredő vastagságát. Többféle változatban gyártják.

Személymérleg **G010**: A testsúly mérésére csak az orvosi személymérleg, vagy az újabban gyártott digitális mérleg alkalmas. Ha orvosi személymérleget használunk, akkor minden mérés előtt ellenőrizni kell a pontosságát. A mérést ezzel 50 g pontossággal végezzük. Digitális mérlegen a testsúly értéke beállítás nélkül leolvasható. Utóbbi annyira érzékeny, hogy segítségével az esetek többségében a pulzusszám is megállapítható. Ma már olyan automatikus mérleg is forgalomban van, amelyre állva azonnal leolvasható a testsúly és egyidejűleg fotocellás megoldással méri a testmagasságot is. Természetesen ebben az esetben a beállításra nagy gondot kell fordítani. A testsúly mérésére rugós mérleg nem alkalmas, mert a rugó anyagának rugalmassága csökken és ezáltal a mérés pontatlanná válik. Ezen kívül az ún. fürdőszobai rugós személymérleggel csak 0.5 kg pontossággal tudunk mérni, ami különösen kis gyermekek esetében nem elegendő pontosság.

Dinamométer **G010**: Az egyes izomcsoportok mérésére dinamométereket használunk. Ezek - attól függően, hogy milyen izmok erejét mérjük - különböző módon vannak megszerkesztve. Leginkább a kéz szorítóerejét szokták mérni. Az ehhez használatos dinamométer egy összenyomható ovális acélgyűrű, melynek egyik feléhez a középpont felé irányuló mozgatható kar van elhelyezve. Ez az összenyomás alkalmával egy skála mentén elmozdul. A kéz szorítóerejét kg- ban kifejezve állapíthatjuk meg.

Spirométer **G010**: A tüdőkapacitás megállapítására használatos készülék. Működésének elve hasonló a gázóráéhoz. A porszívó szívócsövéhez hasonló rugalmas cső végén egy a szájba vehető fém cső van elhelyezve. Egyes készülékeken ehhez a szájhoz illeszthető gumifeltét csatlakoztatható. A cső másik vége a készülékhez van rögzítve. Méréskor a vizsgálandó személy szájába veszi a cső végét, nagy levegőt vesz, orrnyílásait kezével befogja, majd a tüdejében levő levegőt teljesen kifújja. Eközben a készülék számláló szerkezetén az elmozduló számsor jelzi a

változást. A leolvasáshoz meg kell állapítani a kiinduló értéket és a végső értéket. A kettő különbsége adja a tüdő befogadóképességét literben kifejezve. A mérések alkalmával minden személy után alkohollal tisztítsuk meg a fujócső szájba vehető részét. Egyes készülékeknél ez a rész cserélhető. Az orvosi gyakorlatban olyan készüléket is használnak, amely alapján - a vizsgálandó személy életkorának és súlyának előzetes beírása alapján - megállapítható, hogy megfelelő mértékű-e a kérdéses személy tüdőkapacitása.

Az említett eszközökön kívül számos további mérőműszert alkalmaznak a gyakorlatban.

5. kulcsszó cím: Méréstechnika

A humánbiológiai, antropometriai méréseknél alapvető szempont az, hogy méréseinknek csak akkor van tudományos értéke, csak akkor hasonlíthatók össze más kutatások eredményeivel, ha az adatgyűjtések a nemzetközileg elfogadott előírásoknak megfelelően történtek. A természettudományos antropológia 1859-es megalakulását követően fejlődtek ki a megfelelő mérési módszerek. Ezek két tudományos iskolához kapcsolódtak. Az egyik a francia iskola, amely egy kissé lezserebb és nem teljesen adekvát volt. A másik a német iskola, amely a precizitásra törekedett és ennek megfelelően Európában ez terjedt el. Az adatgyűjtés technikáját először 1929-ben egy svájci kutató, Martin Rudolf foglalta össze Lehrbuch der Anthropologie című négy kötetes könyvében. Ez a munka a mai napig több és javított kiadásban jelent meg, melyekben már a legújabb vizsgálati módszerek (pl. genetikai, biokémiai vizsgálatok) is megtalálhatók, a metrikus eljárásokra vonatkozó fejezetek azonban alapvetően nem változtak. Ezeknél annyi a módosulás, hogy a gyakorlati élet követelményeinek megfelelően újabb eljárások is megtalálhatók a legutóbbi időben kiadott kötetekben. Ilyenek például az ipari antropológia követelményeinek megfelelő módosítások.

Ahhoz, hogy méréseink az előbbiekben említett követelményeknek (azonos méréstechnika, összehasonlíthatóság) megfeleljenek, szükséges volt az élő emberi testen, de a csontvázon is olyan mérőpontok kijelölése, melyek méréseink alapját képezik.

Nézzük ezután, melyek azok a mérőpontok, méretek, indexek, melyeket a testnövekedés és sportantropológiai vizsgálatoknál alkalmazunk.

6. kulcsszó cím: Az emberi test főbb tengelyei, síkjai, irányai, normái

G012 A vizsgálandó személyeket megfelelő helyzetben mérjük. Ahhoz, hogy a beállítást, a mérőpontok kijelölését előírásszerűen végezhessük, szükséges ismernünk, hogy ezekhez milyen lehetőségünk van. Az emberi testen történő anatómiai tájékozódás érdekében univerzális irány-

megjelöléseket használunk.

Az emberi testen három fő irányt különböztetünk meg

Függőleges tengely (axis verticalis), amely álló embernél a fejtető és a talppont között van. E tengely mentén mérjük a magassági méreteket.

Haránt irányú tengely (axis transversalis), amely a jobb és bal testfelet köti össze. E tengely mentén mérjük a szélességi méreteket.

Nyílirányú tengely (axis sagittalis), amely elölről hátrafelé, ventralis irányból dorsalis irányba halad. E tengely mentén mérjük a mélységi méreteket.

A három tengelynek megfelelően számos síkot jelölhetünk ki. Minden sík párhuzamos két tengellyel és egy tengelyre merőleges.

Az axis verticalis mentén függőlegesen, elölről hátrafelé halad a ***nyílirányú sík (planum sagittale)***. Ez párhuzamos a függőleges és sagittalis tengellyel és merőleges a haránt tengelyre. Számos nyílirányú síkot jelölhetünk ki, közülük kiemelt fontossága van a testet két félre osztó, annak középvonalában húzható, dorsoventralis irányú síknak, melyet helyzete alapján ***mediansagittalis sík***nak nevezünk. Ehhez viszonyítva megkülönböztetjük a következő irányokat: jobb (dexter), bal (sinister), belső – a mediansagittalis síkhoz közelebbi (medialis), külső - a mediansagittalis síktól távolabbi (lateralis).

Az axis transversalis mentén kijelölhető sík a ***homloki, vagy haránt sík (planum frontale)***, amely párhuzamos a függőleges és haránt tengellyel és merőleges a nyílirányú tengelyre. Ehhez viszonyítva az egyes testrészek, vagy anatómiai képletek lehetnek elülső (anterior), hátsó (posterior), homloki (frontalis), arci (facialis), nyakszirti (occipitalis), hasi (ventralis), háti (dorsalis) helyzetűek.

A vízszintes sík (planum horizontale) párhuzamos a nyílirányú és haránt tengellyel, merőleges a függőleges tengelyre. Ehhez viszonyítva megkülönböztetjük a következő irányokat: felső (superior), alsó (inferior), fej felé eső (cranialis) és talp felé eső (caudalis). A végtagoknál, illetve azok részeinél beszélünk a testhez közelebb álló (proximalis) és a testtől távolabb eső (distalis) részekről. Ennek megfelelően a felső végtagon a felkarcsont feje (caput humeri) cranialis és egyben proximalis, a felkarcsont könyökizületi vége caudalis és egyben distalis helyzetű.

A síkok közül - különösen a fényképfelvételek készítésénél és a méréseknél - kiemelt fontossága van a ***német, vagy frankfurti vízszintes***nek G013 G014, amely a szemüreg alsó pontját és a fülkagyló tragus porcának felső pontját köti össze. Mivel egy síkot egyértelműen három pont ha-

táro meg, ezért az élő ember beállításánál a szemüregek alsó pontjait és az egyik tragus porcot vesszük alapul.

Az egyes síkokra merőleges nézetet ***norma***nak nevezzük. Az antropológiai gyakorlatban 6 normát különböztetünk meg:

- felülnézet - norma verticalis
- elölnézet - norma frontalis
- jobb oldali nézet - norma lateralis dextra
- bal oldali nézet - norma lateralis sinistra
- hátulnézet, vagy nyakszirti nézet - norma occipitalis
- belső vagy medialis nézet - norma sagittalis seu mediana

Az élő ember vizsgálatánál ezek közül négynek van jelentősége, a norma verticalis és sagittalis a koponyák vizsgálatánál fontos.

7. kulcsszó cím: Mérőpontok

Az élő emberi testen vagy a csontvázon az antropometriai mérőpontok anatómiai fix helyek. A mérőpontokat több szempont alapján csoportosíthatjuk. Ismerünk csonton található, illetve porcon található mérőpontokat. Megkülönböztetjük a mediansagittális síkban elhelyezkedő páratlan, valamint a test vagy csontváz jobb és bal oldalán is megtalálható (mediansagittális síkon tükröződő) páros mérőpontokat.

A mérőpont ismertetésénél megadjuk pontos helyének meghatározását, elnevezését és - zárójelben - jelölésére szolgáló rövidítését. A számos mérőpont közül a következőkben csak azokat említjük meg, melyeket a testnövekedés és testalkat vizsgálatoknál szükséges ismerni.

1. képernyő cím: A fej páratlan mérőpontjai a mediansagittalis síkban

G013 G014

Vertex (v): a fejtető legmagasabb pontja egyenes testtartásnál, amikor a fej frankfurti vízszintes helyzetű.

Glabella (g): a két szemöldökív (arcus superciliaris) között a mediansagittalis síkban levő pont.

Nasion (n): az orrgyök legmélyebb pontja.

Gnathion (gn): az alsó állkapocs legmélyebb pontja.

Opisthocranion (op): az agykoponya leghátsóbb, legkiemelkedőbb pontja.

2. képernyő cím: A fej páros mérőpontjai

G013 G014

Frontotemporale (ft): a homlokcsont (os frontale) legjobban összeszűkülő pontjai.

Euryon (eu): az agykoponya oldalra legkiállóbb pontjai.

Zygion (zy): a járomcsonton (os zygomaticum) található járomív (arcus zygomaticus) oldalra legkiállóbb pontja.

Orbitale (or): a szemüreg (orbita) legalsó pontja.

Tragion (t): a fülkagylónál a tragus porc felső pontja.

3. képernyő cím: A test páratlan mérőpontja

G015

Mesosternale (mst): a szegycsont (sternum) középső pontja a IV. borda magasságában,

a mediansagittalis síkban.

4. képernyő cím: A test páros mérőpontjai

G015

Acromion (a): a lapocka (scapula) vállcsúcsi nyúlványának (processus acromialis) oldalsó szélén levő azon pont, amely egyenes testtartásnál és lelógó karoknál a legjobban oldalra nyúlik. A pontot könnyen megállapíthatjuk, ha a mutató és középső ujjunkkal a lapockatövist (spina scapulae) megkeressük és lefutását hátulról mediális irányból előre lateralis irányba követjük. A pont tehát a processus acromialis oldalsó szélén van és a deltaizom (musculus deltoideus) két, divergáló eredése között könnyű kitapintani. A mérőpontot mindig a processus acromialis oldalán és nem azon jelöljük meg. Sovány embereknél nagyon szembetűnő.

Radiale (r): az orsócsont fej (capitulum radii) felső szélének lelógó karoknál (tenyér a comb felé fordítva) legmagasabban levő pontja. Lógó karoknál a keresett helyen gyengébb, vagy erősebb bemélyedés figyelhető meg. Mivel megközelítően ugyanabban a vízszintes síkban találjuk a felkar- és az orsócsont közötti (humeroradialis) ízület rését, így elegendő azt megkeresni.

Stylion (sty): Az orsócsont (radius) vesszőnyúlványának (processus styloideus radii) azon pontja, amely lógó karoknál a legalacsonyabban helyezkedik el. Ezt a pontot könnyen megtaláljuk, ha először megkeressük a nyúlványt, majd hüvelykujjunk begyének végével alulról proximalis irányba haladva megkeressük a nyúlvány csúcsát.

Daktylion (da): a középső ujjbegy lógó karoknál legmélyebben található pontja. A tenyér ujjai ki-

nyújtva vannak.

Iliocristale (ic): egyenes testtartásnál a két csípőtaraj (crista iliaca) oldalra legjobban kiugró pontja. Az iliocristale tehát a crista felső peremének legkülső szélén fekszik. Ezt a pontot legjobban úgy tudjuk megkeresni, ha hüvelykujjunkkal a csípőtarajon alulról felfelé haladunk. Ott jelölhetjük meg a pontot, ahol a crista oldalsó része a felső szélbe megy át. Kövér embereknél nehéz a meghatározása.

Iliospinale anterior (is): az elülső felső csípőtövis (spina iliaca anterior superior) legmélyebben fekvő pontja. A pontot könnyen megtaláljuk, ha a kéz négy ujját a medence szélére fektetjük és hüvelykujjunkkal a szegélytájon felülről lefelé haladunk addig, amíg a csontrészre találunk. Ez a mérőpont a lejtős medenceperemnek nem a legjobban előredomborodó helyén van.

Tibiale (ti): a sípcsont (tibia) fején, annak belső felületének (margo glenoidalis) legfelső pontja, amely egyenes testtartásnál a legmagasabban van. Megtalálását a térd körüli erősebb zsírlerakódás nehezíti. A lábszárnak a térdízületben való csekély hajlítása megkönnyíti a pont megkeresését.

Sphyrion (sph): a belboka (malleolus medialis) csúcsán levő pont, amely egyenes testtartásnál legjobban lefelé tekint.

Szeretnénk hangsúlyozni, hogy a felsorolt néhány mérőponton kívül még nagyon sok mérőpont jelölhető ki az emberi testen, itt azonban csak a számunkra fontosakat említettük.

8. kulcsszó cím: Méretek

G015

A mérőpontok közötti távolság alapján határozzuk meg a méreteket. A méretek többfélék lehetnek. Ezek közül csak a mi szempontunkból fontosakat említjük.

Két mérőpont közötti egyenes vonalú távolság az egyenes vonalméret. Ezek lehetnek magassági méretek (pl. testmagasság), szélességi méretek (pl. vállszélesség), mélységi méretek (pl. mellkas mélység).

Két mérőpont között mérhető a kerületméret (pl. felkarkerület).

Vannak olyan méretek, melyeket meghatározott helyen és módon mérünk, de ezek mérőpontoktól függetlenek. Ilyen a súlyméret (pl. testsúly), a bőrvastagság méretei, a nyomóerő mérete (pl. kéz nyomóereje).

A méreteket valamilyen mértékegységben fejezzük ki. A távolság- és kerületméreteket általában cm-ben határozzuk meg, a testsúlyt 50 g pontossággal mérjük, a nyomóerőt kg-ban fejezzük ki.

1. képernyő cím: Fej méretek

Legnagyobb fejhossz (g-op) **G016**: a glabella egyenesvonalú távolsága az opisthocraniontól, azaz a nyakszirtnek a mediansagittalis síkban hátrafelé legkiugróbb pontjától. Kis tapintókörzővel mérjük. A tapintókörző két csúcsának végét a jobb és bal kéz mutató- és hüvelykujjával megfogjuk és azokat a g illetve op mérőpontokhoz illesztjük. Az eszköz mérőcsúcsait ott tartva a keresztkaron leolvassuk a megfelelő értéket.

Legnagyobb fejszélesség (eu-eu) **G016**: az agykoponya oldalra legjobban kiugró két pontja közötti egyenes vonalú távolság. Az előbbi technikával, a tapintókörző segítségével megkeressük a falcsonton (os parietale) az agykoponya oldalra legkiugróbb két pontját és azután leolvassuk a mért értéket.

Arcszélesség (zy-zy) **G017**: a járomív (arcus zygomaticus) oldalra legjobban kiugró két pontja közötti távolság. Van, aki kis tapintókörzővel méri, de jobb a kis tolómércét használni, amely keresztkarjainak lapos részét a járomív két, oldalra legkiugróbb pontjaira helyezve állapítjuk meg a méretet.

Homlokszélesség (ft-ft) **G017**: a homlok legnagyobb szűkületének két pontja közötti távolság, melyet kis tapintókörzővel mérünk.

Arcmagasság (n-gn) **G017**: az orrgyök leghomorúbb és az alsó állkapocs legalsó pontja közötti távolság a kis tolómérce lapos végével mérve. Nagyon fontos, hogy a mérésnél figyeljünk, nehogy a mérendő személy szemét megsértsük.

Fejkerület (g-op) **G017**: a két szemöldökív (arcus superciliaris) között levő glabellát és a fej hátrafelé legkiugróbb pontját (opisthocranion) érintve acél mérőszalaggal mérjük. Méréskor célszerű a mérőszalag O pontját a glabellán ujjunkkal rögzíteni, majd másik kezünkkel végigvezetjük a mérőszalagot a megjelölt irányban. Ügyelni kell arra, hogy a fülkagylót ne mérjük bele a méretbe.

2. képernyő cím: Testméretek – Magassági méretek

Testmagasság **G018**: a mérendő személy fejének legmagasabb pontja (vertex) és a talppont közötti távolság. A testmagasság méréséhez a mérendő személy egyenesen, nem túl feszes testtartásban álljon, fejét a frankfurti vízszintesben tartja, azaz a két orbitale és az egyik tragion egy képzeletbeli síkban legyen, előre nézzen, sarkait összezárja, hátát kiegyenesíti, vállát nem húzza fel. Karjait lazán lógatja. Tenyere a teste mellett legyen, és ne érintse á combját. Ne legyen rajta lábbeli és ahol mérni fogjuk, vízszintes legyen az alap. Miután beállítottuk, hívjuk fel a

figyelmét, hogy ne mozduljon el, ugyanis a testmagasság után a többi magassági mérést is el kell végeznünk.

Az így beállított személy mögé helyezzük az antropométert, azt függőlegesen tartjuk, bal kezünket a fejtetőre helyezzük, jobb kezünkkel az antropométer alsó keresztkarját a fejtetőre téve kicsit várunk, majd a megfelelő helyen leolvassuk a testmagasságot mm-ben kifejezve. Ha jól állítottuk be az antropométert és a mérendő személy mozdulatlanul marad, mérőeszközünket akár el is elengedhetjük, az nem fog eldőlni.

A további magassági méreteket a mérendő személy baloldalán mérjük.

Vállmagasság G018: a bal acromion távolsága a talpponttól. Miközben leolvassuk az antropométeren a mért testmagasság értékét, bal kezünkkel kitapintjuk a mérendő személynél az acromion mérőpontot. Ehhez célszerű bal mutató ujjunkat végighúznunk lapockatövisén, ami jó támpont az acromion észleléséhez. A jobb kézben tartott antropométer csúszó hüvelyét lefelé mozgatva az alsó keresztkar csúcsát az acromionhoz helyezzük, majd leolvassuk az értéket

Könyökmagasság G019: kinyújtott karnál a bal capitulum radii legmagasabb pontjának távolsága a talp síkjától. Az előbbiekhez hasonlóan, amíg a vállmagasság értékét leolvassuk, bal kezünkkel megkeressük a mérendő személy bal könyökizületénél a radiale mérőpontot, majd az előbbiekhez hasonlóan illesztjük az antropométert és leolvassuk a megfelelő értéket.

Csuklómagasság G019: a bal stylion távolsága a talp síkjától. Bal kezünk ujjaival megkeressük a mérendő személy kinyújtott és a combtól eltartott bal csuklóján az orsócsont vesszőnyúlványának (processus styloideus radii) legmélyebb pontját, majd ehhez illesztjük az antropométer keresztkarját.

Ujjmagasság G019: a bal daktylion távolsága a talp síkjától. Bal kezünk ujjaival megkeressük a mérendő személy lefelé nyújtott, a combtól eltartott kezénél középső ujjának végét és ehhez helyezzük az antropométer keresztkarját.

Csípőtövis magasság G020: a baloldali iliospinale anterior távolsága a talp síkjától. Bal mutatóujjunkat a mérendő személy bal csípőtájékára tesszük és a lágy részekre enyhe nyomást gyakorolva lefelé haladunk, amíg megtaláljuk az elülső felső csípőtövis (spina iliaca anterior superior) csúcsát, azaz az iliospinale anterior mérőpontot. A mérőponton hagyva ujjunkat, odaillesztjük az antropométer keresztkarját és leolvassuk a méret értékét.

Térdmagasság G020: a bal tibiale távolsága a talp síkjától. A mérendő személy kissé oldalt lépjen. Majd bal kezünkkel megkeressük bal sípcsontján a margo glenoidalis legmagasabb pontját

és oda helyezzük az antropométer keresztkarját.

Az eddigiek során a testmagasságtól a térdmagasságig lefelé haladtunk a bal testfélen. Ez egyben azt is jelenti, hogy az antropométeren is lefelé mozgatjuk a csúszóhüvelyt, ami a kétméteres mérőeszköz függőleges tartásához nagy figyelmet igényel. Méréseink alkalmával mindig ellenőrizzük, hogy mérőeszközünk függőleges helyzetben van-e. Másik fontos dolog, hogy a mérendő személy mozdulatlanul álljon. Különösen kisgyermekeknél fordul elő, hogy a mérés során, ahogyan lefelé haladunk, ők is követik mozdulatunkat és oldalra hajolnak, ami a méreteket befolyásolja.

Bokamagasság **G020**: a bal sphyrion távolsága a talp pontjától. Méréséhez legjobb, ha az antropométer keresztkarját kivesszük és azt függőlegesen tartva a bal belső boka csúcsához (malleolus medialis) illesztjük, majd leolvassuk az értéket. A mérőpont minden nehézség nélkül megtalálható.

A felsorolt méretekből később számítások útján más ún. származtatott méretek **G019** is meghatározhatók. A vállmagasság és ujjmagasság különbségéből (a-da) a felső végtag hossza, a vállmagasság és könyökmagasság különbségéből (a-r) a felkar hossza, a könyökmagasság és csuklómagasság különbségéből (r-sty) az alkar hossza, a csuklómagasság és ujjmagasság különbségéből (sty-da) a kéz hossza számítható ki. Ezen elv alapján járhatunk el az alsó végtag szegmensek hosszának számolásakor. Mivel a méréseknél hibát is elkövethetünk és a mérendő személy sem marad teljesen mozdulatlan, így ezeknek a méreteknek a pontossága nem biztos. Ezért helyesebb, ha a felsorolt méreteket a megadott mérőpontok között rúdkörzővel közvetlenül mérjük.

Ülőmagasság **G020**: a vertex távolsága az ülősíktól. A mérendő személy az ülőmagasságmérő asztalon, vagy ennek hiányában sima felületű széken (hokedlin, vagy a székre helyezett rajztáblán) ül. Háta egyenes, de nem feszített tartásban legyen.

3. képernyő cím: Testméretek – Szélességi méretek

Ha rendelkezésünkre áll rúdkörző, úgy azt használjuk a test szélességi méreteinek megállapításához. Ha ilyen nem áll rendelkezésünkre, akkor az antropométer felső részét vesszük igénybe, ilyenkor azonban az alsó keresztkart megfordítjuk, hogy csúcsa a másik keresztkar felé tekintsen.

Vállszélesség **G021**: a két acromion egymástól való távolsága. A mérendő személy mögött állva kezeinkkel kissé lefelé dőlve tartjuk a rúdkörzőt, melynek keresztkarjait rövidebbre állítjuk. Mindkét mutatóujjunkkal megkeressük az acromion mérőpontokat, majd ezekhez illesztjük a rúdkörző

két keresztkarjának csúcsát és az eszközön leolvassuk a méretet.

Deltaszélesség **G021**: a két deltaizom (m. deltoideus) oldalra legkiugróbb pontjai között levő távolság. Hasonlóan járunk el, mint a vállszélesség mérésénél. A rúdkörző keresztkarjait nyomás nélkül a két deltaizom oldalra legkiugróbb helyéhez illesztjük és leolvassuk a méretet.

Mellkasszélesség **G021**: a mellkas transzverzális átmérője. A mérendő személlyel szemben helyezkedünk el. Ugyanúgy járunk el, mint a vállszélesség mérésénél és a rúdkörző keresztkarjait a két legjobban kiugró bordához (ez általában a VI. pár borda) illesztjük. A mérendő személy karjait lelógatva tartsa.

Medenceszélesség **G022**: a két iliocristale egymástól való távolsága. A mellkas szélességének mérése után lefelé haladva mutató ujjainkkal megkeressük a csípőlapátok oldalra legkiugróbb és legmagasabb pontjait és ezek között állapítjuk meg a méretet. Kövér embereknél ez nehézséget okozhat.

Könyök (humerus condylus)-szélesség **G023**: a bal felkarcsont könyökízületénél mérjük. A mérendő személy ülve bal karját derékszögben behajlítja, tenyere a test felé néz. Majd kitapintjuk a humerus condylusait és a condylusmérő széles, lapos részével megmérjük a condylus szélességét (epicondylus medialis és epicondylus lateralis távolságát).

Csuklószélesség **G022**: a processus styloideus ulnae és radii oldalra legjobban kiugró pontjai közötti távolság.

Térd (femur condylus)-szélessége **G023**: a mérendő személy előbbi helyzetében térdét behajlítva tartja. Kitapintjuk a femur epicondylus medialisát és lateralisát, majd a condylusmérővel előbbi módon megmérjük a két anatómiai hely egymástól való távolságát.

Bokaszélesség **G022**: a malleolus medialis és lateralis egymástól való távolsága.

4. képernyő cím: Testméretek – Mélységi méret

Mellkasmélység **G023**: a mesosternale távolsága az ennek megfelelő vízszintes síkban levő hátcsigolya tövisnyúlványának (processus spinosus) legkiugróbb pontjától. Van, aki mérésénél a rúdkörző használatát ajánlja. Jobb azonban nagy tapintókörzővel mérni, mert a rúdkörző keresztkarját a megfelelő hátcsigolya tövisnyúlványához - különösen sovány személyek esetében - a lapocka kiugrása miatt nem tudjuk odailleszteni. Méréskor a mérendő személy baloldalánál álljunk.

5. képernyő cím: Testméretek – Kerületméretek

Mellkaskerület nyugodt légzésnél **G024**: az acél mérőszalagot a mérendő személy mellkasán, felemelt kezeknél körbe vezetjük úgy, hogy az elől az emlőbimbók felső szélét, hátul pedig a

lapocka alsó szögletét (angulus inferior) érintse. Ehhez a mérőszalag végét bal kézben tartjuk, jobb kezünkkel a mérendő személy mögé nyúlunk és a mérőszalagot bal hóna alatt előre vezetjük. Majd a mérendő személy engedje le karjait, mi pedig két kezünkkel keresztben tartva a mérőszalag két végét leolvassuk a megfelelő értéket. Nagy leányoknál a mérőszalagot az emlők felett vezetjük.

Mellkaskerület belégzésnél **G024**: miután az előbbi méretet megállapítottuk, felszólítjuk a mérendő személyt, hogy vegyen nagy lélegzetet és azt tartsa a tüdejében. Közben engedünk a mérőszalagon és a legnagyobb kitérésnél leolvassuk a méretet.

Mellkaskerület kilégzésnél **G024**: a méret megállapítása után felszólítjuk a mérendő személyt, hogy fújja ki a levegőt a tüdejéből, ennek megfelelően engedjünk a mérőszalagon és a legkisebb értéket leolvassuk. Mérésekor ügyelni kell arra, hogy a mérőszalag a legnagyobb mérettől a legkisebb felé mutatja az értéket, tehát jobb kezünkkel a mérőszalagot erősen balra kell vezetnünk.

Légzési kitérés **G024**: a legnagyobb és legkisebb (legnagyobb belégzésénél és kilégzésnél mért) mellkerület értékeit egymásból kivonva megkapjuk a légzési kitérést.

Felkarkerület nyújtva **G024**: a felkar felezőpontjában, az acromion és a radiale közötti távolság felezőpontjában kinyújtott karnál mérjük. A mérőszalagot a felkaron a hossztengelyre merőlegesen vezetjük.

Felkarkerület hajlítva **G024**: a mérőszalagot az előbb meghatározott helyen tartjuk, majd felszólítjuk a mérendő személyt, hogy karját derékszögben hajlítsa be és ezután leolvassuk a megfelelő értéket.

Alkarkerület **G025**: a kinyújtott alkar legjobban kidomborodó pontjainál mérjük, ahol a legnagyobb kerület mérhető az alkaron.

Kézkerület **G025**: oldalra tartott hüvelykujjal, összezárt és kinyújtott 2.- 5. ujjaknál a kézközépcsontok és az ujjperccsontok találkozásánál levő metacarpo-phalangeális ízületek magasságában mérőszalaggal mérjük.

Combkerület **G026**: a bal comb legnagyobb kerülete. Mérésekor a mérendő személy egészen kis terpeszállásban áll, majd a mérőszalagot úgy vezetjük körbe a combján, hogy az hátul közvetlenül a nagy farizom (m. gluteus maximus) hajlata alatt, elől pedig ennek megfelelően a comb hossztengelyére merőlegesen vízszintes helyzetű legyen.

Lábszárkerület **G026**: a mérendő személy előbbi testtartásánál a bal lábszárán megkeressük a maximális kerületet és vízszintes síkban ezt mérjük.

6. képernyő cím: Testméretek – Bőrredő vastagság méretek:

Bőrredő vastagsága bicepsen **G027**: a mérendő személy állva lelógatja a karjait. A bal felkar elülső oldalán bal hüvelyk- és mutatóujjunkkal, a váll és a könyök közötti távolság felénél, ahol a felkarkerületet mértük, 2-3 cm-rel kiemeljük a subcutan zsírt a kétfejű karizomról (m. biceps brachii). Ezt ujjaink között tartva a kiemelt redőt a caliper karjai közé fogjuk, majd a mérőeszköz benyomható részét felengedjük és 1-2 másodpercig fogva tartva leolvassuk az értéket. A mérést kétszer-háromszor megismételjük. Kövér egyéneknél a caliper használata közben a már befogott redő elcsúszhat.

Bőrredő vastagság a tricepsen **G027**: a bal felkar hátsó oldalán mérjük. Az álló személy karjait lelógatva tartja, háta mögé állva bal kezünkkel az előbbi módon, a háromfejű karizmon (m. triceps brachii) a felkar felezőpontjában felemeljük a subcutan zsírréteget és az előbbihez hasonló módon mérjük.

Bőrredő vastagság a lapocka alatt **G028**: a bal lapocka alatti (subscapularis) zsírredőt mérjük. Ehhez az álló személy lógó karjai mellett a lapocka alatt kb. 2 cm-re felemeljük a subcutan zsírréteget és előbbi módon mérjük.

Bőrredő vastagság a köldöknél **G028**: a mérendő személy áll. Köldökétől balra kb. 2 cm-re végezzük a mérést, az eddigiekben leírt technikával.

Bőrredő vastagság a csípőn **G029**: a törzs baloldalán a csípőn kiemelt subcutan zsírredőt mérjük. A mérendő személy áll, bal karját kissé eltartja a testétől. A hónalj vonalának megfelelő függőlegesnél, a crista iliaca felett emeljük ki a bőrredőt kb. 2 cm-re és azt mérjük. Mérése kövér embereknél nehéz.

Bőrredő vastagság a comb elülső felszínén **G029**: a combkerületet mérésének magasságában, a comb elülső felszínén emeljük ki a bőrredőt, melynek vastagságát mérjük.

Bőrredő vastagság a lábszáron **G029**: a mérendő személy ül. Bal lábszárának belső oldalán a lábszárkerület mérésének megfelelő helyen kiemelt bőrredő vastagságát mérjük.

Az ismertetett méreteket a gyakorlati életben több féle célból hasznosíthatjuk **G030**:

- a születéstől a 20 éves korig terjedő életkorba sorolt gyermekek és fiatalok testméretei a növekedés törvényszerűségeinek a megismerését biztosítják,

- ugyanezen korcsoportú egyének testi fejlettségének megítéléséhez a testfejlettségi táblázatok (referencia értékek) összeállítása válik lehetővé,
- ennek alapján lehet dönteni egy adott gyermek testi fejlettségének szintjéről,
- lehetőségünk van a sportolók testalkatának, testösszetételének meghatározására.

Mindezekhez azonban az alapadatok (méretek) értékelésére van szükség.

9. kulcsszó cím: A szexuális érés megállapítása

A testméretek a testfejlettség megállapításának csak egyik részét képezik. A metrikus adatokon kívül fontos szerepe van a fiziológiai változásoknak és a morfológiai jellegeknek (másodlagos ivari jellegeknek) is.

A szexuális érés bekövetkezését legjobban a leányok első vérzésének ideje (menarche) jelzi. Az erre vonatkozó információkat adatgyűjtő lappal vizsgálhatjuk. Ezek név nélküliek (anonimek). Mivel a serdülés nagyon sok tényezőtől függ, így kérdéseink száma is sok lehet. Ahhoz azonban, hogy egy gyermekcsoport serdülésére a legalapvetőbb információkat beszerezhessük, a következő kérdésekre kell választ kérnünk:

- a leánygyermek születésének ideje. Válasz: év, hó, nap.
- az adatgyűjtés ideje. Válasz: év, hó, nap.
- volt-e már a leánygyermeknek első vérzése. Válasz: igen - nem.
- ha volt már vérzése, annak mi a pontos ideje. Válasz: év, hó, nap.
- rendszeres-e a vérzése. Válasz: igen - nem.

A másodlagos ivari jellegek fejlettségét leányoknál az emlő, a hónalj- és szeméremszőrzet fejlettségi fokával, fiúknál a hónalj- és szeméremszőrzet, valamint a külső nemi szerv fejlettségi fokával állapíthatjuk meg. Ezekhez fejlettségi sémákat használunk (lásd később!). A másodlagos ivari jellegek tanulmányozása azonban nagyon nagy figyelmet, körültekintést igényel s nem utolsósorban célszerű orvos, vagy védőnő bevonásával végezni az adatgyűjtést.

(A megszokott szemrevételezés hatékonyságát a „divat” erősen ronthatja, így – ahogy a menarche vizsgálatának esetében – ma már itt is inkább a bemondásos (anonim kérdőíves) adatgyűjtés lehet a célravezetőbb.)

10. kulcsszó cím: Az adatok feldolgozása

1. képernyő cím: Életkor meghatározása

A növekedés- és testalkatvizsgálatoknál minden esetben legelőször a vizsgált személy életkorát állapítjuk meg.

A mindennapi életben, sok esetben - születésnap, beiskolázás, sorozás, nagykorúvá válás, orvosi vizsgálat alkalmával - előfordul, hogy szükséges ismernünk az egyén életkorát. Ezt a születési idő és a vizsgálat, vagy a kérdéses időpont különbsége alapján határozhatjuk meg. Ez az egyén ***kronológiai, vagy naptári életkor***a. Meghatározása az esetek többségében a betöltött életkor figyelembe vételével csak hozzávetőlegesen történik. A tudományos értékű vizsgálatoknál ez a módszer azonban nem elegendő. Ilyen esetben az ún. ***decimális életkor*** táblázatot (1. táblázat) alkalmazzuk **G031**. Ebben a táblázatban az év napjaihoz három számjegyből álló növekvő tizedes értékek vannak rendelve. Január elsejénél a ,000, december 31-nél a ,997 számcsoportot találjuk.

Az egyén kronológiai életkorának megállapításához felírjuk a vizsgálat dátumát tizedes tört szám formájában. Ha pl. a vizsgálat ideje 2001. március 20-án történt, akkor ennek megfelelően a felírandó számsor 2001,214 lesz, mivel a decimális táblázatban március 20-nak ,214 felel meg. Ez alá írjuk a decimális táblázat alapján az egyén születési idejét. Ha a születési idő 1986. november 12 volt, akkor a felírandó számsor 1986,863 lesz, mivel november 12-nek ,863 felel meg. A két hétjegyű számot egymásból kivonva megkapjuk az egyén decimális életkorát három tizedes pontossággal:

2001,214 – 1986,863 = 14,351

Példánk alapján az egyén kronológiai életkora 14,351 évnek felel meg.

Ha a decimális életkor táblázat nem áll rendelkezésünkre, akkor is viszonylagos pontossággal kiszámolhatjuk a tizedesvessző után következő 3 számjegyet. Kiszámoljuk, hogy adott nap hányadik napja az évnek és ezt elosztjuk az év napjainak számával, 365-tel (a szökőévektől eltekintünk).

Pl. március 20. az év 79. napja.

79/365 = 0,216

Mivel az életkor ebben az esetben tízes számrendszerben van megadva, a továbbiakban lehetőségünk van arra, hogy azt például az átlagszámításnál is figyelembe vehessük.

Az ilyen módon meghatározott életkorokat a kívánalmaknak megfelelően korcsoportokba oszthatjuk. A testnövekedés- és testalkatvizsgálatoknál a betöltött év ± 3, illetve ± 6 hónap képlet

alapján többnyire féléves, vagy egyéves korcsoportokat képezünk. Ennek megfelelően féléves korcsoportbeosztás szerint pl. 10 évesnek tekintjük azokat a gyermekeket, akiknek a naptári életkora a decimális számítás alapján 9,751 és 10,250 évek közé esik. Ha egyéves korcsoport beosztást alkalmazunk, akkor 10 éveseknek tekintjük a 9,501 és 10,500 decimális életkorhatárok közé tartozó gyermekeket.

A kronológiai életkor mellett meghatározható adott személy biológiai életkora is, melyet több szempontból is megközelíthetünk **G032**:

- fogzás szerinti életkor (erupciós fogkor);
- csontváz szerinti életkor;
- fiziológiai érés szerinti életkor;
- másodlagos nemi jellegek szerinti életkor;
- morfológiai életkor.

Ismeretes, hogy az ember diphyodont és heterodont élőlény. Azaz életünk során először a tejfogazat, majd a maradandó fogazat jelenik meg. Tehát kétféle fogsorunk van (diphyodont), egyszeri fogváltáson megyünk keresztül, valamint mindkét fogsorunkban különböző típusú (heterodont) fogaink vannak. A tejfogazatban metsző- (incisivus), szem- (caninus) és őrlő- vagy zápfogakat (molaris), a maradandó fogazatban ezen kívül kisőrlőket vagy előzápfogakat (premolaris) is megkülönböztetünk. Ezeknek a fogaknak a kibúvási ideje törvényszerűen történik. Az első tejfog, az alsó metszőfog a születés utáni 6 hónapban, az utolsó tejfog a 24 hónapban jelenik meg s ekkor a gyermeknek 20 foga van **G033**. A fogváltás a 6-7 életévben kezdődik és 14-16 éves korban a gyermeknek 28 foga van **G034**. A harmadik őrlőfog kibúvási ideje nagyon változó. A fogak kibúvási ideje alapján, illetve az átlagos kibúvási időhöz hasonlítva állapítjuk meg az egyén ***fogzás szerinti (erupciós) életkor***át.

A születés utáni élet első, általában mintegy 14-24 évében a hosszú csöves csontok proximális és distális végdarabjai (epiphysis) és középdarabja (diaphysis) még nem csontosodott össze. Ezeknek a csontrészeknek az összecsontosodása, csont-típusonként eltérő módon, a serdülőkor és ifjúkor során következik be. Az epyphisis-csontosodás időrendje teszi lehetővé, hogy megállapíthassuk a vizsgált fiatalok ***csontváz szerinti kor***át **G035**.

Ennek meghatározásához a vizsgálandó személy csuklójáról (itt éri a legkevesebb káros hatás) röntgenfelvételt készítünk, majd a felvételen megfigyelt csontosodási viszonyokat egy röntgenatlaszban feltüntetett kontroll képekhez hasonlítjuk, és ennek alapján döntjük el az illető

csontváz szerinti korát.

G036 Két, naptári kor szerint 15 éves fiú kezéről készült röntgenfelvételt mutatunk be. Az első képen jól látható, hogy az alkarcsontok és a kézközép- valamint ujjperccsontok esetében az epiphysisek még nincsenek a diaphysishez csontosodva és ennek megfelelően az egyén csontosodási kora 12,5 évnek felel meg. A második képen az elcsontosodás már előrehaladottabb és ezért a naptári kor szerint ugyancsak 15 éves fiú csontosodási kora 15,5 évnek felel meg.

Ebből a két példából is látjuk, hogy a naptári kor és a fogzás szerinti, vagy a csontosodás szerinti életkor nincsen mindig szinkronban. Ugyanez vonatkozik a továbbiakban említendő másodlagos nemi jellegek szerinti, valamint morfológiai életkorra is.

A gyermekeknél 8-12 éves naptári életkorban a másodlagos nemi jellegek fejlődésével megkezdődik a serdülés, ami a nemi (fiziológiai) érésben teljesedik ki **G037**. Ezek a humánbiológiai jelenségek a leányoknál korábban jelentkeznek, mint a fiúknál.

A leányoknál a ***fiziológiai érés*** legmarkánsabban az *első vérzés (menarche)* formájában jelentkezik, átlagosan 13-14 éves korban. Hazánkban normális körülmények között az első vérzés 10 és 16 éves kor között következik be. Ha korábban jelentkezik, akkor *pubertas precox*-ról beszélünk.

Egy leánypopuláció fiziológiai érés szerinti életkorát a *menarche medián*- nal jellemezzük. A menarche médián az az életkor, amelynél a leányok 50 %-ánál már bekövetkezett az első vérzés és 50 %-uknál még nem következett be: Magyarországon 12,79 év **G037**.

A másodlagos nemi jellegek közé soroljuk leányoknál a szeméremszőrzetet **G038** a hónaljszőrzetet és az említ **G040.** Fiúknál az arcszőrzet (bajusz, szakáll), a hónaljszőrzet és szeméremszőrzet **G038** fejlődése, valamint a gégeporc növekedése jelzi a serdülés kezdetét. Utóbbiaknál ehhez kapcsolódik még a hang mélyülése (mutálás).

A ***másodlagos nemi jellegek szerinti életkor*** megállapításához az említett jellegek fejlettségi fokozatait figyeljük meg, azokat sémákhoz viszonyítjuk. **G038** **G040** A sémákon kívül pontos szöveges meghatározás is rendelkezésünkre áll. **G039** **G040** Ezek segítségével általában öt fokozatot különböztetünk meg, melyek közül az első a gyermeki, az ötödik a felnőtt fejlettségi fokozatának felel meg.

A ***morfológiai életkor*** megállapítása a testméretek alapján történik. A meghatározásához használt testméretek korcsoportok szerinti átlagaiból táblázatokat szerkesztünk (2.táblázat) és

ezek alapján megállapítjuk, hogy a kérdéses gyermek elérte-e a naptári korának megfelelő átlagos fejlettséget, vagy milyen naptári életkornak megfelelő értéket képvisel. Erre a célra leggyakrabban a testmagasságot és a testtömeget alkalmazzuk. Nagyon lényeges, hogy a táblázatoknak azt a népességet kell reprezentálniuk, amelyikhez a vizsgált személy tartozik, tehát ilyen célra más országok adatai nem alkalmazhatók. Ezeket a referencia értékeket időnként (általában tíz évenként) ismételten meg kell állapítani, tehát a múlt század elejéről származó adatok szintén nem alkalmasak a morfológiai életkor meghatározásához.

A morfológiai életkor meghatározásához **G041** - melyet Mészáros János alapján (1990) ismertetünk - a következő változók ismerete szükséges: a személy naptári életkora decimális értékben (DCK), a testmagasság (TTM), a testtömeg (TTS) és a plasztikus index (PLX). Az első háromról már említést tettünk. A PLX a csontozatra és az izomzatra jellemző három mérőszám aritmetikai összege, azaz PLX = VAS + AKK + KZK, ahol a VAS = vállszélesség, AKK = alkarkerület, KZK = kézkerület (mindhárom cm-ben kifejezve).

Tételezzük fel, hogy az általunk vizsgált fiú gyermek decimális kora (DCK) 14 év, testmagassága (TTM) 153,1 cm, testtömege (TTS) 40,6 kg, vállszélessége (VAS) 36,4 cm, alkarkerülete (AKK) 24,0 cm, kézfejkerülete (KZK) 14,0 cm, plasztikus indexe (PLX) az adatok alapján 74,4 cm **G042**.

A morfológiai életkor meghatározása a következő módon történik:

1., 0,25 év pontossággal meghatározzuk, hogy a vizsgált gyermek termete, testtömege és plasztikus indexe a táblázatban külön-külön hány éves kornak felel meg. így a testméretek alapján három korbecslési adatot kapunk.

2., első megközelítésben a morfológiai életkort a naptári életkor (DCK), a testmagasság, a testtömeg és a plasztikus index alapján kijelölt életkorok átlaga alapján kapjuk meg. A fentebb megadott változók alapján az 1. táblázat figyelembe vételével a 14 éves decimális korú fiú testmagassága 12,5; testtömege 12,0; plasztikus indexe 13,0 évesnek felel meg, ezek átlaga szerint becsült morfológiai kora 12,87 évnek felel meg.

3., az így kapott és tizedes években kifejezett morfológiai életkort korrigálni kell abban az esetben, ha a gyermek testmagassága a naptári életkorának megfelelő táblázati értéktől lényegesen eltér, vagyis amikor a mért testmagasság az egy vagy több évvel idősebbek/fiatalabbak táblázati értékéhez áll közelebb. A korrekció a 2. pont szerint kiszámolt morfológiai életkor 5 %-os csökkentését jelenti abban az esetben, ha a gyermek termete meghaladja a nála egy évvel idősebbek testmagasságát, de még nem éri el a két évvel idősebbek standardját. A korrekció ugyanilyen mértékű növelést jelent, ha a gyermek a korábban

leírt mértékben alacsonyabb, mint a korosztályos standard.

4., ha a vizsgált személy testmagassága a két évnél több évvel idősebbek vagy fiatalabbak táblaértékéhez áll közelebb, akkor a korrekció ± 8%.

A morfológiai életkor számítása a következő összefüggéssel foglalható össze:

MK = 0,25 × (TTM kor + TTS kor +PLX kor + DCK) ± Korr.

ahol MK = morfológiai életkor, TTM kor = a táblázati értéknek megfelelő életkor, amelyhez a vizsgált személy testmagassága a legközelebb áll, TTS kor és PLX kor értelmezése ugyanúgy történik, mint a testmagasságnál, DCK = decimális életkor, Korr. = a szükség esetén alkalmazandó korrekció

FIÚK				ÉLET-	LEÁNYOK			
TTM	%	TTS	PLX	KOR	TTM	%	TTS	PLX
175,02	100,00	67,34	86,12	18	162,87	100,00	56,10	77,43
174,74	99,84	66,64	86,75		162,73	99,91	55,87	77,14
174,44	99,67	65,93	85,38		162,58	99,82	55,64	76,86
174,14	99,50	65,23	85,00		162,44	99,74	55,41	76,54
173,84	99,33	64,53	84,63	17	162,29	99,64	55,18	76,28
173,30	99,02	63,78	84,28		162,19	99,58	55,13	76,25
172,76	98,71	63,05	83,52		162,09	99,52	55,09	76,22
172,21	98,39	62,31	83,19		161,99	99,46	55,04	76,19
171,67	98,09	61,57	83,15	**16**	161,89	99,40	54,99	76,16
171,05	97,73	60,72	82,65		Í61,71	99,29	54,61	76,03
170,43	97,38	59,86	82,15		161,48	99,15	54,23	75,91
169,80	97,02	59,01	81,65		161,26	99,01	53,84	75,78
169,18	96,66	58,15	81,15	15	161,03	98,87	53,46	75,65
167,90	95,93	56,67	80,30		160,62	98,62	52,58	75,24
166,63	95,21	55,20	79,46		160,21	98,37	51,72	74,83
165,35	94,47	53,72	78,61		159,80	98,12	50,82	74,41
164,07	93,74	52,24	77,76	14	159,39	97,86	49,49	74,00
162,00	92,68	50,56	76,84		158,68	97,43	49,05	73,64
160,33	91,61	48,89	75,92		157,96	96,99	48,16	73,28
158,46	90,54	47,27	75,00		157,21	96,55	47,27	72,92
156,59	89,47	45,53	74,08	13	156,53	96,11	46,37	72,56
154,83	88,46	44,24	73,23		155,22	95,30	45,18	71,93
153,14	87,50	42,94	72,38		153,91	94,50	44,00	71,29
151,45	86,53	41,65	71,52		152,59	93,69	42,81	70,66
149,76	85,57	40,35	70,67	12	151,28	92,88	41,62	70,02
148,46	84,82	39,46	70,17		149,90	92,04	40,62	69,54
147,16	84,08	38,57	69,68		148,51	91,18	39,62	69,06
145,86	83,34	37,67	69,18		147,13	90,43	38,61	68,57
144,56	82,60	36,78	68,68	11	145,74	89,48	37,61	68,09
143,22	81,83	35,87	68,06		144,08	88,61	36,45	67,42
141,89	81,07	34,96	67,43		142,42	87,44	35,28	66,47
140,55	80,31	34,04	66,81		140,76	86,42	34,12	66,07
139,21	79,54	33,13	66,18	10	139,10	85,41	32,95	65,39
137,81	78,47	32,25	65,65		137,54	84,45	31,95	64,71
136,42	77,95	31,37	65,13		135,97	83,48	30,94	64,04
135,02	77,18	30,49	64,60		134,41	82,53	29,94	63,36
133,62	76,35	29,61	64,07	9	132,84	81,56	28,93	62,68
132,15	75,51	28,74	63,44		131,49	80,73	28,20	62,16
130,69	74,76	27,87	62,73		130,14	79,90	27,47	61,46
129,22	73,83	26,99	62,05		128,79	79,08	26,74	61,11
127,75	72,99	26,12	61,37	8	127,47	78,25	26,01	60,59

126,43	72,24	25,50	60,85		126,05	77,39	25,31	60,01
125,10	71,48	24,87	60,33		124,66	76,54	24,61	59,43
123,78	70,72	24,35	59,80		123,26	75,68	23,90	58,85
122,45	69,96	23,62	59,27	7	121,87	74,83	23,20	58,27

2.táblázat:A morfológiai életkor számításához használt változók mért és interpolált értékei, valamint a testmagasság százalékos értékei

(TTM = testmagasság; % = a testmagasság a 18 éves életkori érték százalékában kifejezve; TTS = testtömeg; PLX = plasztikus index)

Feltételezett példánk szerint a vizsgált fiatal esetében:

MK = 0,25×(12,5 + 12,0 + 13,0 + 14) = 12,87 év

Mivel a naptári korhoz (DCK) képest ez 1,125 évvel alacsonyabb, így a kapott eredményt annak 5 %-ával, 0,64 évvel megnöveljük. A végeredmény 12,87 + 0,64 = 13,51 év lesz **G042**.

5., ha a kérdéses személynél táplálkozási zavar, vagy endokrin megbetegedés esete fordul elő, úgy nem lehet figyelembe venni a testtömegnek megfelelő életkort, ilyenkor csak a másik három változó korátlagával számolunk.

6., ha 12-13 éves leányoknál, vagy fiúknál a mért testmagasság, testtömeg, vagy plasztikus index a 17-18 éves életkornak megfelelő standardhoz áll közelebb, vagy azt meghaladja, akkor a testméretnek megfelelő életkort 16 évesnek tekintjük, függetlenül attól, hogy a 17 vagy 18 évesnek megfelelő táblázati értékhez áll közelebb.

A módszerrel a 9-14 éves életkor között a csontváz szerinti életkorral megegyező pontosságú kormeghatározás adható.

11. kulcsszó cím: A testösszetétel

G043 Az emberi test testösszetétele az egyes összetevők és anyagok (pl. ásványi sók), szövetek arányát jelenti. (A testösszetétel megállapítását Mészáros János: A gyermeksport biológiai alapjai c. egyetemi tankönyve (Sport Kiadó, Budapest, 1990 alapján ismertetjük.) Elemzését indirekt módon két egymással összefüggő módszerrel végezhetjük:

1., a ***kétkomponensű rendszer*** segítségével a teljes testtömeg ***sovány tömeg***re és ***zsír***ra osztható.

2., a ***többkomponenses rendszer*** alapján a sovány testtömeg további alkotóelemekre: intersticiális (szövet közötti) folyadéktérre, sejtekre, ásványi anyagokra bontható. Lehetőség van arra, hogy meghatározzuk a sovány testtömeg legnagyobb részét képező csont- és

izomrendszer mennyiségét is. A zsír, csont és izom tömegén kívül a testben található egyéb szöveteket, szervrendszereket (vér, idegrendszer, zsigeri szervek) összefoglalóan reziduális tömegnek is nevezik.

Az emberi szervezetben elhelyezkedése és funkciója alapján megkülönböztetjük az esszenciális zsírt és tartalék-zsírt vagy „raktár"-zsírt.

Az ***esszenciális zsír*** a szervezet állandó komponense, elsősorban a sejtekben, sejt közötti állományban található. Mennyisége kevésbé változó.

A ***tartalékzsír*** a bőr alatt (subcutan) és zsigerek körül halmozódik fel. Mennyisége függ a tápláltságtól, a táplálkozási szokásoktól, az életmódtól, a fizikai aktivitástól, az egészségi állapottól, stb.

A teljes testtömegből (total body mass, TBM) levonva a tartalék zsírt megkapjuk a sovány testtömeget (lean body mass, LBM). Ha a sovány testtömegből levonjuk az esszenciális zsír mennyiségét, megkapjuk a zsírmentes testtömeget (FFM – fat-free mass).

Élő embernél a tartalékzsír mennyisége becsülhető, illetve mérhető. A test teljes zsírtartalma csak közvetve becsülhető, a közvetlen mérések csak tetemek kémiai elemzésével valósítható meg. A „Minnesota Reference man" alapján a testösszetétel a következő **G044**:

teljes testvíz: 62,5 %

fehérje: 16,4 %

zsír: 15,3 %

ásványi sók: 5,8 %

a test sűrűsége: l,064 $g \times cm^{-3}$

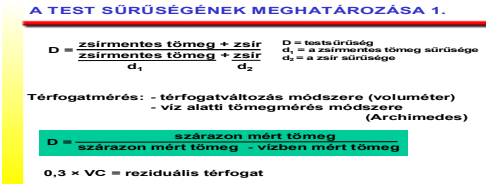
a zsír sűrűsége: 0,9007 $g \times cm^{-3}$

a víz sűrűsége 4 °C-on: 1,00 $g \times cm^{-3}$

a zsírmentes testtömeg átlagsűrűsége: l,10 $g \times cm^{-3}$

11. kulcsszó cím: A test sűrűségének meghatározása

G045 **G046** Brozek és munkatársai szerint (1963) a testsűrűség felhasználásával a test teljes zsírtartalmát becsülhetjük. Az alapelv az, hogy a sovány testtömeg és a zsír különböző sűrűségű. Az egész test sűrűsége a két komponens részarányainak meghatározása után becsülhető az alábbi képlettel:



ahol D = a testsűrűség, d_1 = a zsírmentes testtömeg sűrűsége, d_2 = a zsír sűrűsége.

A képletből kitűnik, hogy a testsűrűség a testtömeg és a térfogat hányadosával azonos, a térfogat viszont a tömeg és a sűrűség hányadosával egyenlő. A testsűrűség becsléséhez tehát ismernünk kell a térfogatot, amelyet kétféle módon határozhatunk meg:

- a térfogatváltozás módszerével, vagy
- a víz alatti tömegmérés módszerével.

A térfogatváltozást vízkiszorítással mérjük. A vizsgált személy a térfogatmérőbe (voluméter) merül, amelynek oldalán levő büretta méri a kiszorított víz mennyiségét. A mérés kevésbé pontos.

A víz alatti tömegmérés Archimedes törvényén alapul: a folyadékba merülő test térfogatának megfelelően veszít tömegéből. Ez a tömegvesztés megegyezik a szárazon mért tömeg és a víz alatt mért tömeg különbségével:

$$D = \frac{\textbf{szárazon mért tömeg}}{\textbf{szárazon mért tömeg - vízben mért tömeg}}$$

A tüdőben levő levegő térfogatát azonban nem szabad a test térfogatához számítani. Ez a térfogat kétféle lehet.

Ha a vizsgálandó személy a tüdejéből kifújta a levegőt, úgy csak a maradék (reziduális) levegő térfogatával kell számolnunk. Ezt megkaphatjuk pl. úgy, hogy megmérjük a mérőkádban nyakig vízbe merülő személy vitálkapacitását és ennek 30%-át tekintjük reziduális térfogatnak. A reziduális térfogat becsléssel történő meghatározása tudományos vizsgálatoknál nem alkalmazható, mivel például az úszóknál a rendszeres edzés hatására a reziduális térfogat

időszakosan megnövekedhet.

Ha levegővel teleszívott tüdővel mérjük a tömeget, úgy a vitális kapacitás és a reziduális levegő együttes térfogatát kell figyelembe vennünk.

Víz hőmérséklete (°C)	**Víz sűrűsége ($g \times cm^{-3}$)**
30	**0,9957**
31	**0,9954**
32	**0,9951**
33	**0,9947**
34	**0,9944**
35	**0,9941**
36	**0,9937**

A víz alatti tömegméréskor a víz hőmérsékletét és a hozzá tartozó sűrűséget is számításba kell vennünk. Erre vonatkozóan a következő összefüggés ismert (3. táblázat):

3. táblázat: A víz hőmérséklete és sűrűsége közötti összefüggés

1. képernyő cím: A víz alatti tömegmérés technikája

Ehhez a technikához a következő eszközöket használják:

- egy üvegszállal erősített műanyag mérőtankot, amely henger alakú, 180 cm magas és 100 cm átmérőjű;
- egy vízbe merülő „hintát", amely 10 kg-ig terhelhető elektromos mérlegre van felfüggesztve, amelynek leolvasási pontossága 50 g;
- különböző, ismert tömegű nehezékek. Ezek abban az esetben szükségesek, ha teljes tüdőtérfogatot kitöltő levegőmennyiséggel mérünk, mert ekkor a vizsgált személy csak pótsúlyok

segítségével tud a víz alá merülni.

A tisztára fürdött vizsgálandó személy elhelyezkedik a kádban és egy előzetes merülést végez. Ezáltal hajából, testszőrzetéből, fürdőnadrágjából a levegő eltávozik. Ezután a merülést segítő pótsúlyok felerősítése után a víz alá merülve helyet foglal a hintán. Víz alatti tömegét akkor olvassuk le, amikor tüdejéből a levegőt kifújta. A mérést addig végezzük, amíg két, egymáshoz közeli eredményt kapunk. Azt az eredményt használjuk fel, amelyiknél a legnagyobb a víz alatti tömeg. Ekkor fújta ki ugyanis a legtöbb levegőt. A mért tömeg a vizsgált személy és a rajta levő pótsúlyok együttes víz alatti súlya. Ebből levonjuk a pótsúlyok értékét. A testsűrűséget (D) a következő módon kapjuk meg:

$$D = \frac{\textbf{szárazon mért testtömeg}}{\frac{\textbf{szárazon mért testtömeg – víz alatt mért tömeg}}{\textbf{víz sűrűsége az adott hőmérsékleten}}} \textbf{ - reziduális térfogat}$$

Legyen a következő példánk:

a szárazon mért testtömeg: 67,85 kg

a víz alatt mért testtömeg: 3,50 kg

a vizsgált és a pótsúlyok együttes tömege: 4,90 kg

a pótsúlyok tömege a víz alatt: 1,40 kg

a víz hőmérséklete: 33 °C

a víz sűrűsége 33 C fokon: 0,9947 $g \times cm^{-3}$

a reziduális térfogat: 1,35 l

Ekkor a vizsgált személy testsűrűsége:

$$D = \frac{67,85}{[(67,85 - 3,50) : 0,9947] - 1,35} = 1,0712\ g \times cm^{-3}$$

Tapasztalatok szerint a víz alatti sűrűségmérés pontosságát befolyásolja a vizsgált személy úszni tudása. Ezen kívül a víz alatti tömegmérésre kevés helyen van megfelelő berendezés. Ezért a kutatók más megoldásokat is kerestek. Ilyennek bizonyult a bőrredő méretek

felhasználásával végzett becslés.

2. képernyő cím: A testsűrűség becslése a bőrredő méretek felhasználásával

G047 Több szerző dolgozott ki ezzel kapcsolatban egyenleteket úgy, hogy víz alatti mérésekkel „hitelesítették" azokat. Ezekkel kapcsolatban azonban néhány probléma merül fel. Megfelelő elemszámú mintán kell alapulniuk, csak arra a népességre jellemzőek, amelyből a mintát vették, mert az eredményeket befolyásolja a vizsgáltak rasszbelisége, a nemiség, az életkor, a test víztartalma, stb.

Ezek szem előtt tartásával mi Farmosi István (1985) 97 magyar női és 127 magyar férfi sportolón végzett víz alatti tömegmérésen kapott testsűrűség és a bőrredő méretek alapján kapott testsűrűségre vonatkozó egyenleteit ismertetjük.

Férfiak esetében:

D = 1,09416 - 0,000547×CR - 0,000742×HR - 0,000093×CSR - 0,000038×LPR ± 0,0099

Nők esetében:

D = 1,08004 - 0,000456×HR - 0,000508×CSR - 0,000648×LPR - 0,000139×TRR ± 0,0111

Az egyenletekben a CR = a comb frontális oldalán mért bőrredő, HR = hasredő, CSK = csípőredő, LPR =lapockaredő, TRR = tricepsredő (minden bőrredő milliméterben mérve).

A testsűrűséget az antropometriában főként a test zsírtartalmának becslésére használjuk. Az úszóknál azonban a testsűrűség fontos szerepet játszik a sportteljesítményekben is.

3. képernyő cím: A test zsírtartalmának becslése

G048 A test zsírtartalmának becslésére többféle módszer ismeretes. Ezt - a testsűrűséghez hasonlóan - elvégezhetjük a bőrredő méretek felhasználásával is. A magyar sportolók vizsgálata alapján Farmosi (1985) a következő egyenletet adta meg a testtömeg százalékában kifejezett testzsírtartalom (F %) becslésére:

Férfiakra vonatkozóan:

F% = 3,7234 + 0,1999×CR + 0,2876×HR - 0.0209×CSR - 0,0054×LPR ± 3,93

Nőkre vonatkozóan:

F% = 9,0075 + 0,1769×HR + 0,2327×CSR + 0,2249×LPR+ 0,0542×TRR ± 4,49

ahol F% = a testtömeg százalékában kifejezett testzsírtartalom, CR = combredő, HR = hasredő, CSR = csípőredő, LPR = lapockaredő, TRR = tricepsredő (minden bőrredő milliméterben mérve).

4. képernyő cím: A csont és az izom tömegének becslése

G048 A csonttömeg becsléséhez Matiegka (1921) módszere szerint meg kell mérni a könyök, a csukló, a térd és a boka szélességét, valamint a testmagasságot (mindegyiket cm-ben kifejezve). Ezek alapján:

csonttömeg (kg) = 1,2 × (a négy csontszélesség átlaga) × testmagasság

Az izomtömeg becslése a végtag-kerületméretek alapján végezhető el. Ehhez szükséges megmérni a nyújtott felkarkerületet, alkarkerületet, combkerületet és lábszárkerületet. Az alábbi képlet alapján ki kell számítani a külön-külön a végtagok átmérőjét

d = kerület/3,14

majd az átmérőkből a sugarak átlagát (cm-ben), ugyanis a módszer kidolgozói az izomtömeget, mint hengert képzelik el. Ennek megfelelően kétféle összefüggés írható fel:

izomtömeg (kg) = 4 × (a sugarak átlaga)^2 × testmagasság × 6,5

vagy

izomtömeg (kg) = (a sugarak átlaga)^2 × 3,14 × testmagasság × 6,5

Az említett módszerekkel kevésbé pontos becslés végezhető el, mivel a kerületméretek alapján számított átmérők a bőr alatti nagyon változó mennyiségű zsír vastagságát és a csont átmérőjét is tartalmazzák és egyes sportolóknál a felső és alsó végtag izomzatának fejlettsége között nagy eltérés lehet.

5. képernyő cím: A magyar sportolók testösszetétele

A test összetétele életkorok szerint változik, mint ahogyan azt az 4. táblázat **G049** adatai szemléltetik.

Életkor	Izom	Csont	Izom+csont	Zsír	Zsiger
Leányok					
6,5	38,6	19,3	57,9	17,0	25,1
10,5	39,6	18,8	58,4	20,0	21,6
14,5	41,3	16,6	57,9	20,4	21,7
18,5	40,4	15,4	55,8	23,3	20,9
Fiúk					
6,5	38,7	20,5	59,2	15,0	25,8
10,5	41,3	20,6	61,9	16,6	21,5
14,5	44,7	19,6	64,3	13,5	22,2
18,5	46,8	17,2	64,0	12,8	23,2

4. táblázat: Az izom, a csont és a zsír testtömegen belüli aránya életkorok szerint

Sportág	D	TT	F	STT
Sprint- és gátfutás (n = 15)	1,0647	56,2	15,0	47,7
Magasugrás (n = 12)	1,0623	61,2	15,9	51,4
Evezés (n = 31)	1,0597	64,0	17,0	53,2
Kajakozás (n = 20)	1,0607	63,5	16,7	52,9
Karate (n = 16)	1,0569	57,3	17,1	47,3
Kézilabda kapusok (n = 14)	1,0532	66,6	19,8	53,1
Kézilabdázás (n = 19)	1,0570	63,7	18,2	51,8
Kosárlabdázás (n = 19)	1,0568	66,9	17,6	55,1
Röplabdázás (n = 20)	1,0532	68,7	19,7	55,2
Ritm. sportgimn. (n = 23)*	1,0610	46,3	16,5	37,5
Torna (n = 30)**	1,0668	35,0	14,1	30,1
Úszás (n = 21)	1,0592	60,0	17,3	49,6
Vívás (n 11)	1,0610	59,1	16,5	49,3
TF hallgatók (n = 82)	1,0566	59,1	18,7	48,2

5. táblázat: A magyar sportoló nők testösszetétele sportáganként
(D = testsűrűség, TT = testtömeg, F = a testtömeg százalékában kifejezett zsírtartalom, SST = sovány testtömeg, * = átlag életkor 14,0 év, ** = átlag életkor 12,0 év)

A hazai sportolók becsült testösszetételéről sportágak szerint az 5. és 6. táblázatok adatai tájékoztatnak.

Nőknél (5. táblázat, **G050**) legkevesebb a zsírtartalom és ennek megfelelően legnagyobb a testsűrűség a tornászoknál, a ritmikus sportgimnasztikázóknál, a vágtázóknál, a magasugróknál és a kajakozóknál. A nőknél legtöbb zsír a kar hátsó felszínén, a csípőn és a has környékén halmozódik fel.

A férfiak táblázatából (5. táblázat, **G051**) kitűnik, hogy legnagyobb testsűrűséget a közép- és hosszútávfutóknál, a legkisebbet a nehézatlétáknál, jégkorongozóknál és a vízilabdázóknál találtak. Viszonylag nagy (1,08 $g \times cm^{-3}$ -nél nagyobb) a testsűrűség az állóképességi sportágak ver-

senyzőinél (kajakozók, kenuzók, magasugrók, öttusázók). Ezeknél a versenyzőknél a testtömeg százalékában kifejezett testzsírtartalom kevés. A sportoló férfiaknál a legtöbb zsír a csípőn, a hason és a háton halmozódik fel.

Sportág	D	TT	F	STT
Sprint-és gátfutás (n = 22)	**1,0833**	**70,7**	**7,7**	**65,2**
Középtávfutás (n = 17)	**1,0845**	**62,3**	**7,2**	**67,3**
Magasugrás (n = 15)	**1,0841**	**72,7**	**7,3**	**67,3**
Kalapácsvetés (n = 11)	**1,0614**	**103,7**	**16,4**	**86,6**
Birkózás (n = 12)	**1,0713**	**83,6**	**12,6**	**71,6**
Cselgáncs 75 kg-ig (n = 17)	**1,0800**	**68,0**	**8,9**	**61,8**
Cselgáncs 75 kg felett (n = 16)	**1,0700**	**90,8**	**10,2**	**79,6**
Ökölvívás 63,5 kg-ig (n = 20)	**1,0782**	**56,8**	**9,7**	**51,3**
Ökölvívás 63,5-75 kg-ig (n = 20)	**1,0753**	**68,6**	**10,9**	**61,2**
Ökölvívás 75 kg felett (n = 18)	**1,0607**	**85,0**	**16,6**	**70,9**
Súlyemelés 75 kg-ig (n = 29)	**1,0800**	**62,7**	**5,1**	**57,6**
Súlyemelés 75 kg felett (n = 29)	**1,0745**	**87,3**	**11,1**	**77,6**
Kézilabdázás (n = 40)	**1,0785**	**78,8**	**9,6**	**71,2**
Kosárlabdázás (n = 25)	**1,0798**	**77,7**	**9,0**	**70,4**
Labdarúgás (n = 14)	**1,0787**	**74,5**	**9,5**	**67,4**
Röplabdázás (n = 23)	**1,0747**	**84,1**	**11,0**	**74,8**
Jégkorongozás (n= 19)*	**1,0679**	**77,4**	**13,8**	**68,5**
Evezés (n = 42)	**1,0799**	**82,8**	**8,9**	**75,0**
Kajakozás (n = 40)	**1,0818**	**77,5**	**8,3**	**71,1**
Kenuzás (n = 42)	**1,0816**	**75,9**	**7,9**	**69,9**
Úszás (n = 23)	**1,0789**	**71,9**	**9,2**	**65,2**
Öttusa (n= 13)	**1,0844**	**65,6**	**7,2**	**60,3**
Tőrvívás (n = 14)	**1,0812**	**70,8**	**8,5**	**64,6**
Párbajtőrvívás (n = 12)	**1,0830**	**73,0**	**7,8**	**67,3**
Kardvívás (n = 11)	**1,0805**	**72,2**	**8,8**	**65,8**
TF hallgatók (n = 89)	**1,0751**	**75,4**	**11,0**	**67,9**

6. táblázat: Magyar férfi sportolók testösszetétele sportáganként

(D = testsűrűség, TT = testtömeg, F = a testtömeg százalékában kifejezett zsírtartalom, SST = sovány testtömeg, * = víz alatti testtömeg méréssel)

A testösszetételre vonatkozó ismeretek az edző számára lehetőséget nyújtanak arra, hogy többkevesebb pontossággal kijelölje a versenyzők kívánatosnak tartott testtömegét és rendszeres ellenőrzés mellett az edzésterhelést is megfelelően változtassa.

12. kulcsszó cím: A felnőtt termet előrejelzésének lehetőségei

Az ember testmagassága poligénes öröklődésű, az érzékelhető megjelenési formában (fenotípusban) megnyilvánuló különbségeket több gén összhatása eredményezi. A végeredmény

azonban sok belső (endogén) és külső (exogén) hatás révén jön létre. Az örökletesen meghatározott és a megjelent (manifeszálódott) termet éppen ezért különbözik egymástól **G052**. Az örökletesen meghatározott termet a külső gátló tényezők miatt kisebb.

Az előrejelzés igénye elsősorban orvosi, ergonómiai és pályaválasztási kérdések kapcsán merült fel. De az utánpótlás nevelésénél is jó lenne tudni, hogy a fiatal felnőttkori testmagassága mekkora lesz. A versenysportban és utánpótlás nevelésben csak a 2. világháború utáni második évtizedben kezdték alkalmazni a humánbiológiai módszereket.

A termet becslésével kapcsolatban fontos, hogy

- az előrejelzés megfelelő pontosságú legyen,
- az előrejelzéshez alkalmazott adatok es számítási eljárások tegyék lehetővé nagyobb elemszámú csoportok gyors vizsgálatát,
- a választott eljárásnak ne legyenek orvosetikai vagy anyagi korlátai.

Ahhoz, hogy a becslés megfelelő legyen, bizonyos általános alapelveket figyelembe kell venni.

- ismerni kell a testmagasságnak a populáción belüli fejlődésmenetét,
- ismerni kell a naptári életkornál lényegesen pontosabb biológiai alapú életkort,
- a meghatározás hibája ne legyen 0,25-0,50 évnél nagyobb,
- az interpolálás az életkor meghatározás időintervallumainak megfelelően történjen,
- a kormeghatározáshoz szükséges ismételt adatfelvételt, méréseket mindig ugyanaz a személy végezze.

A becslésre három módszer is rendelkezésünkre áll, melyek alkalmazhatóságát magyar fiataloknál egy nyolc éves megismételt sorozatvizsgálat alkalmával Mészáros és Mohácsi ellenőrizték.

1. képernyő cím: Walker módszere (1974)

Ehhez az eljáráshoz csak egyetlen adatfelvétel szükséges, az adott életkorban milliméter pontossággal mért testmagasság (MTTM). Ennek alapján 8,5- 15,5 életkor közötti fiúk és leányok testmagassága az **53. dián** látható táblázat (7. táblázat) alapján a következő módon számítható ki:

várható felnőtt testmagasság = a + (b × MTTM)

ahol az „a” és „b” a nemnek és életkornak megfelelő táblázati érték, az MTTM pedig az ismert életkorú egyén milliméter pontossággal mért testmagassága.

Példa: 10,5 éves fiú testmagassága 142,44 cm várható felnőttkori termete: 73,87 + (0,52×142,44 cm) = 180,70 cm

Életkor	Fiúk		Leányok	
	a	b	a	b
8,5	70,89	0,82	54,57	0,85
9,5	71,86	0,79	68,63	0,71
10,5	73,87	0,75	90,89	0,52
11,5.	75,38	0,70	87,94	0,52
12,5	98,97	0,52	77,08	0,57
13,5	111,68	0,42	37,41	0,80
14,5	100,38	0,47	12,40	0,94
15,5	68,02	0,64	6,57	0,97

7. táblázat: A felnőttkori testmagasság előrejelzéséhez szükséges állandók Walker szerint

2. képernyő cím: Prokopec és munkatársainak módszere (1979)

A meghatározás feltételezi, hogy ismerjük a kérdéses egyén életkorát, mért testmagasságát és nemét. Ezek ismeretében az **54. dián** látható táblázatrészletből kiolvasható a kérdéses fiatal felnőttkori testmagassága. A várható felnőttkori termet az életkor oszlopának és a mért testmagasság sorának találkozási pontjában olvasható le. Külön női (8. táblázat) és férfi (9. táblázat) termetbecslő táblázat áll rendelkezésünkre.

MTTM	ÉLETKOR					
	9	10	11	12	13	14
121	151,5	150,2	149,4			
122	152,6	151,0	150,1			
123	153,7	151,8	150,7	147,8		
124	154,8	152,7	151,4	148,5		
125	155,9	153,5	152,1	149,1		
126	157,0	154,4	152,8	149,7		
127	158,1	155,2	153,4	150,4		
128	159,2	156,1	154,1	151,0		
129	160,3	156,9	154,8	151,6		
130	161,4	157,8	155,4	152,2	143,9	
131	162,5	158,6	156,1	152,9	144,7	
132	163,6	159,5	156,8	153,5	145,5	
133	164,7	160,3	157,5	154,1	146,3	
134	165,8	161,2	158,1	154,8	147,1	
135	166,9	162,0	158,8	155,4	147,9	139,6
136	167,9	162,9	159,5	156,0	148,7	140,6
137	169,0	163,7	160,1	156,6	149,5	141,6
138	170,1	164,6	160,8	157,3	150,3	142,6
139	171,2	165,4	161,6	157,9	151,1	143,6
140	172,3	166,3	162,1	158,9	151,9	144,5
141	173,4	167,1	162,8	159,2	152,7	145,5
142	174,5	168,0	163,5	159,8	153,5	146,5
143	175,6	168,8	164,1	160,4	154,3	147,5
144	176,7	169,7	164,8	161,1	155,1	148,5
145	177,8	170,5	165,5	161,7	155,9	149,4
146	178,9	171,4	166,2	162,3	156,6	150,4
147	180,0	172,2	166,8	162,9	157,4	151,4
148	181,1	173,0	167,5	163,6	158,2	152,4
149	182,2	173,9	168,2	164,2	159,0	153,4
150	183,3	174,7	168,8	164,8	159,8	154,4
151	184,4	175,6	169,5	165,5	160,6	155,3
152	185,5	176,4	170,2	166,1	161,4	156,3
153	186,5	177,3	170,9	166,7	162,2	157,3
154	187,6	178,1	171,5	167,3	163,0	158,3
155	188,7	179,0	172,2	168,0	163,8	159,3
156		179,8	172,9	168,6	164,6	160,2
157		180,7	173,5	169,2	165,4	161,2
158		181,5	174,2	169,9	166,2	162,2
159		182,4	174,9	170,5	167,0	163,2
160		183,2	175,5	171,1	167,8	164,2
161		184,1	176,2	171,7	168,6	165,1
162		184,9	176,9	172,4	169,4	166,1

3. képernyő cím: Mészáros és Mohácsi termetbecslő eljárása magyar gyermekek testi fejlődésének ismerete alapján (1983)

G054 A korábban tárgyalt morfológiai életkor meghatározására alkalmas táblázatban (1. táblázat) megtalálható a testmagasság mért és 0,25 évenként interpolált értéke a 18 éves életkori adat %-ában is.

A számítás menete a következő:

- meghatározzuk a vizsgált fiatal morfológiai életkorát a korábban ismertetett módon,
- az 1. táblázatban megkeressük, hogy a vizsgált fiatal morfológiai életkorának a felnőttkori testmagasság hány százaléka felel meg,
- a mért testmagasságot elosztjuk a talált százalékkal és ezt 100-zal megszorozva megkapjuk a becsült felnőttkori testmagasságot.

Legyen a következő példánk: a fiúgyermek morfológiai kora 10 év, mért testmagassága 141,95 cm. Az 1. táblázatban látható, hogy a 10 éves morfológiai életkorhoz 139,21 cm-es testmagasság tartozik, ami a felnőttkori testmagasság 79,54 % felel meg. Ennek alapján a vizsgált fiú becsült felnőttkori termete:

$$141{,}95 / 79{,}54 \times 100 = 188{,}52 \text{ cm}$$

385 vizsgált gyermek 90 %-ánál a felnőttkori termetet ± 3 cm-nél kisebb eltéréssel lehetett becsülni. Az eltérés nem csupán módszerbeli hibára vezethető vissza, hanem arra is, hogy az egyének növekedési sebességében nagy különbségek lehetnek.

13. kulcsszó cím: A testalkat

Az élőlényekre, így az emberre is jellemző a változékonyság, variábilitás. Az embernél a változatos megjelenési formákat kétféle módon csoportosíthatjuk **G055**:

1., a földrajzi környezethez való alkalmazkodás következtében kialakult és az egész élet folyamán megmaradó jellegzetességek, az ember rasszbelisége alapján, amely a természetes osztályozást teszi lehetővé.

2., a testalkat alapján, amely az ember élete során változik és ezért az ilyen módon történő csoportosítás mesterséges osztályozásnak tekintendő.

Az emberi testalkatot Szabó Zoltán szerint a következő tényezők határozzák meg **G055**:

Testalkaton az embernek azon morfológiai-fiziológiai jellegegyüttesét értjük, amelyet a ge-

netikai faktorok, valamint a méhen belüli (intrauterin) és születés utáni (extrauterin seu postnatalis) élet hatásai határoznak meg.

A testalkat nem térbeli kategória, azaz függetlenül attól, hogy ki melyik földrészen él és melyik rasszhoz tartozik egy bizonyos alkattípusba besorolható. Az alkat ugyanakkor időben, az életkorral együtt változik. A testalkat összetevőit a **G056** jelű ábra szemlélteti.

Az emberiség alkat szerinti osztályozására több kísérlet történt. Legelőször Hippokratész sorolta be az embereket vérmérsékletük alapján szangvinikus, kolerikus, melankolikus és flegmatikus típusokba **G057**.

Később az osztályozások két csoportja alakult ki:

- a szomatoszkópiai osztályozás, amely megfigyeléseken alapult és meglehetősen szubjektív volt,
- a szomatometriai osztályozás, amely a csoportosítást konkrét mérések alapján végezte.

Legismertebb a pszichiáter Kretschmer szomatoszkópiai osztályozása, aki 1921-ben az embereket leptosom (sovány), atletikus (izmos), piknikus (kövér) és diszpláziás (kevert) csoportokba sorolta **G057.** Mindezekkel kapcsolatban idegrendszeri elváltozásokat, állapotokat, attitűdöket is feltételezett. Módszere - amely 1940-ig általánosan használt volt - meglehetősen szubjektív és legfőbb hátránya, hogy az említett négy változatba nem lehet minden embert egyértelműen besorolni.

Egy amerikai pszichológus, W. H. Sheldon 1940-ben egyesítette a szomatometriai és szomatoszkópiai módszereket. Ő a csíralemezekből fejlődő szervrendszerek dominanciája alapján endomorf, mezomorf és ektomorf testalkat- komponenseket írt le **G058**. Az egyes komponensek kifejeződését 1-től 7-ig terjedő számokkal jellemezte. Ennek megfelelően az endomorf típust (megfelel a piknikusnak) 711, a mezomorf típust (megfelel az atletikusnak) 171, az ektomorf típust (megfelel a leptosomnak) 117 számcsoporttal jellemezte **G058.** Az említett változatokat egy háromszög csúcsain helyezte el. Mivel a három szám variációival a legkülönbözőbb alkattípusok jellemezhetők és azok a háromszög, vagy más néven szomatokarton elhelyezhetők, így lehetőség nyílik arra, hogy nem csupán három típust különítsünk el.

A szomatotipizálás során testméreteket állapítunk meg. Ezek a következők: testsúly, testmagasság, bőrredő méretek (bicepsnél, tricepsnél, scapula alatt, csípőnél, lábszár mediális oldalán), csontszélességek (femur és humerus distalis végén); Ezek segítségével számításokat végzünk s megállapítjuk, hogy az egyes komponenseknek milyen értékek felelnek meg (1-7 között). A há-

rom komponens meghatározott értékének megfelelően helyezzük el a vizsgált személyt a szomatokarton **G059**. Ezeket a számításokat fényképfelvételek elemzésével is kiegészítik.

A **G060** látható bal oldali ábrán 283 oxfordi egyetemi hallgató 1948-1950-ben megállapított szomatotípusainak megoszlását mutatjuk be.

A szomatotipizálást az 1960-as római olimpia óta végzik az élsportolókon (olimpikonokon, Európa és világbajnokságok résztvevőin). Ezeknek a vizsgálatoknak az alapján megállapítható, hogy az egyes sportágak esetében mely szomatotípusok jellemzők az élsportolókra.

A **G060** jobb felső ábrája az 1960-as római Olimpiai Játékokon résztvevő atléták szomatotípusainak megoszlását szemlélteti, ahol jól látható, hogy közöttük a rasszbeliségtől függetlenül főként mezomorfok (izmosak) vannak. Ugyanakkor a súlyemelők, akik szintén főként mezomorfok, már az endomorfia (kövérség) felé tolódnak el **(G060** jobb alsó ábra**)**.

Ezeknek a tapasztalatoknak megfelelően lehet módosítani a sportolók egyéni edzéstervét, étrendjét abból a célból, hogy a választott sportáguknak megfelelő szomatotípusuk alakuljon ki. A tizenévesek esetében azonban figyelembe kell venni, hogy a serdülés során változik a szomatotípus. A változás irányára vonatkozóan ma már számos adatunk van.

A Heath-Carter-féle szomatotipizálás a Sheldon-módszer tökéletesítése. Jelenleg az egész Földön elterjedt vizsgálati módszer és elsősorban a testnevelő tanárok képzésével, valamint a sportolók edzésével foglalkozó szakemberek veszik figyelembe a vizsgálati eredményeket.

A testalkatkutatás eredményeinek a sportolók képzésével való alkalmazásnál azonban feltétlenül figyelembe kell venni, hogy ez csak egy lehetőség a sportágakra való kiválasztásnál, illetve adott sportágra való felkészítésnél. Ehhez járulnak még azok a tényezők, melyek rendkívül fontosak ahhoz, hogy a sportoló valóban kimagasló eredményeket érhessen el. Ezek: a ruganyosság, az állóképesség, a gyorsaság, a sportágnak megfelelő és jól elsajátított technika, a megfelelő reakcióidő, a jól megválasztott étrend, az életmód, a pszichikai felkészültség, az egészségi állapot, stb. Csupán a megfelelő testalkat nem elegendő a kimagasló eredmények eléréséhez, viszont egy olyan lehetőség, amely megfelelő kiindulópontot jelent az edző számára.

Az alkatvizsgálatok célja elsősorban az, hogy tudományos módszerekkel segítsük elő adott sportág esetében a rekordok elérését s kizárjuk a meg nem engedett eszközök (doppingszerek) alkalmazását.

A szomatotipizálást alkalmazzák a balettiskolákban is, ahol a nagyon fiatalon elkezdett képzés során a szülők szomatotípusát is megállapítják, a szülők testalkata alapján következtetéseket

vonnak le gyermekük később kialakuló testalkatára, további elemzésekkel becsléseket végeznek a fiatal felnőttkori testmagasságára, testösszetételére vonatkozóan.

További alkalmazási lehetőséget jelent az életbiztosítás alkalmával végzett vizsgálat is.

14. kulcsszó cím: A szomatotípus meghatározása

A gyakorlatban, konkrét esetben az értékeléshez a Heath-Carter-féle osztályozási lapot használjuk **G061** **G068**. Ehhez segédtáblázatokat is igénybe veszünk. Az osztályozási lap legfelső régiója általános adatok (életkor, nem, felmérés dátuma) felvételére szolgál **(G061, 1. rész)**. Az egyes komponensek meghatározása a következő módon történik:

1. képernyő cím: I. komponens

G061, 2. rész és G062 Megállapításához a teljes bőrredő (tb) értékét kell ismernünk. Ezt-a triceps (T), a subscapuláris (ss) és suprailiacan (si) mért bőrredő ismeretében állapíthatjuk meg. (Ekkor érdemes lemérnünk a lábszár bőrredő (C) vastagságát is, ám ez utóbbi adatot a II. komponens meghatározásakor fogjuk felhasználni.)

Tételezzük fel, hogy az egyén fenti méretei a következők: T = 5 mm, ss = 10 mm, si = 7 mm. Ennek megfelelően a tb = 5+10 + 7 = 22 mm.

Az osztályozási lapon a teljes bőrredő vastagságnál megkeressük a 22-t legjobban megközelítő felső határt és a középső értéket. Ezeknek a közelítő értékeknek megfelelő alsó sorban (I. komponens) bekarikázzuk a megfelelő számot. Ez példánkban 2-nek felel meg.

2. képernyő cím: II. komponens

G061 3. rész és G063 G064 Megállapítása több lépcsőben történik **G063**.

1. Az osztályozási lap középső részén a mért testmagasság értékéhez közel álló számot megkeressük a termet sorában. Ha a mért testmagasság pl. 174,6 cm, akkor ennek a középső rész termet sorában a 174,0 felel meg. Ezt bekarikázzuk és helyzetét szaggatott vonallal jelöljük a második komponensnek megfelelő számsorban. Ez példánkban 3 és 3,5 közé esik.

2. A humerus distalis epiphysis szélességéhez legközelebb álló értéket kikeressük az osztályozási lap középső részén a humerus szélesség sorában. Ha a humerus szélessége pl. 7,4 cm, akkor az ennek megfelelő szám 7,38 lesz. Ezt is bekarikázzuk.

3. A femur distalis epiphysisének szélességi értékével hasonló módon dolgozunk. Ha ez pl. 10,1 cm, akkor az osztályozási lap középső részén a femur szélesség sorában ennek 10,12 felel

meg, amelyet bekarikázunk.

4. A biceps kerületéből (B) levonjuk a (korábban, az I. komponensnél már lemért) triceps bőrredő vastagságát és a kapott számot az előzőkhöz hasonlóan értékeljük. Ha pl. B = 28,6 cm, a T = 0,5 cm, akkor 28,6 - 0,5 = 28,1 cm lesz a kapott értékünk, amelynek az osztályozási lap középső részében a biceps kerület sorában a 28,3 felel meg, ezt is bekarikázzuk.

5. A lábszár kerületéből (L) levonjuk a (korábban, az I. komponensnél már lemért) lábszár bőrredő vastagságát (C) és az előzőkhöz hasonló módon járunk el. Ha például a L = 36,1 cm, a C = 0,7 cm, akkor 36,1 - 0,7 = 35,4 lesz a tapasztalati értékünk, amelynek az osztályozási lap középső részén a lábszár kerület sorában a 35,5 felel meg, amit ismét bekarikázunk.

6. Megállapítjuk, hogy a négy bekarikázott érték (7,38; 10,12; 28,3; 35,5) a termetnek megfelelően kijelölt szaggatott vonalunktól jobbra (+), vagy balra (-) tér el. A szaggatott vonaltól való távolságokat az előjel figyelembe vételével összegezzük.

Példánkban:

- a humerus szélességnek megfelelően kijelölt 7,38 a szaggatott vonaltól (termet = 174,0) jobbra 6 egységnyire helyezkedik el, azaz +6 a figyelembe veendő érték;
- a femur szélességének megfelelően kijelölt 10,12 a szaggatott vonaltól jobbra 4 egységnyire helyezkedik el, azaz a figyelembe veendő érték +4 lesz;
- a biceps kerület alapján kijelölt értékünk (28,3) a szaggatott vonaltól balra 2 egységnyire található, tehát a figyelembe veendő értékünk -2 lesz;
- a lábszár kerület alapján kijelölt értékünk (35,5) a szaggatott vonaltól jobbra 1 egységnyire helyezkedik el, tehát a továbbiakban +1 lesz a figyelembe veendő értékünk.

Ezek összege: + 6 + 4 – 2 + 1 = +9 lesz. Látható, hogy a kapott érték negatív szám is lehet. A kapott értéket egy konstanssal, 8-cal osztjuk: 9/8 = 1,12.

7. Megállapítjuk a mért termet és az osztályozási lapon kijelölt, ehhez legjobban közelítő érték közötti eltérést. Példánkban ez 174,6 - 174 = 0,6 azaz 6 hányad lesz **G063**.

8. A különbségnek megfelelő korrekciós értéket kikeressük 10. táblázatból **G064.** található A példánkban szereplő 0,6-nak a táblázatban a 0,16-os korrekciós érték felel meg.

Hányad		Hányad		Hányad	
1	0.03	7	0.18	13	0.34
2	0.05	8	0.21	14	0.37
3	0.08	9	0.24	15	0.39
4	0.10	10	0.26	16	0.42
5	0.13	11	0.29	17	0.45
6	0.16	12	0.32	18	0.47
				19	0.50

10. táblázat. Korrekciós értékek a testmagassághoz

9. A korrekciós értéket hozzáadjuk a 7. lépésben kapott számhoz:

+1,12+0,16 = 1,28

10. A kapott eredményt az előjel megtartásával hozzáadjuk a középső szomatotípust jelölő 4-es értékhez: 4 + 1,28 = 5,28.

Ezzel megkaptuk a II. komponens értékét, amelyet az osztályozási lap középső részének alsó sorában a második komponensnek megfelelő sorban az ahhoz legjobban közelítő értéknél bejelölünk. Ez példánkban az 5,5-nek felel meg.

3. képernyő cím: III. komponens

G061 **3. rész és** G065 G066 Megállapításához először az ún. ponderális indexet (MSR) kell meghatároznunk a következő formula alapján

MSR = testmagasság × testsúlyfaktor

Ehhez egy táblázat segítségét vehetjük igénybe, a 11. táblázatból G065 ki kell keresnünk a mért testsúlynak megfelelő faktort. De a testsúlyfaktor kiszámolható a

testsúlyfaktor = testsúly$^{-0,33}$

képlet segítségével is (pl. egy 64 kg-os ember testsúlyfaktora 0,25; egy 125 kg-os emberé 0,20).

kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
10	.464158	.456671	.449644	.443030	.436790	.430886	.425290	.419973	.414913	.410088
15	.405480	.401072	.396850	.392800	.388911	.385171	.381571	.378102	.374756	.371525
20	.368403	.365383	.362460	.359628	.356882	.354219	.351633	.349122	.346680	.344306
25	.341995	.339745	.337553	.335416	.333333	.331300	.329316	.327379	.325487	.323637
30	.321829	.320061	.318331	.316689	.314980	.313356	.311765	.310207	.308678	.307180
35	.305710	.304268	.302853	.301464	.300100	.298760	.297444	.296150	.294879	.293630
40	.292401	.291193	,290004	.288035	.287684	.286552	.285437	.284339	.283258	.282193
45	.281144	.280110	.279092	.278088	.277008	.276122	.275160	.274211	.273275	.272352
50	.271441	.270542	.269655	.268780	.267916	.267062	.266220	.265388	.264566	.263755
55	.262953	.262161	.261378	.260605	.259841	.259086	.258330	.257601	.256871	.256149
60	.255436	.254730	.254032	.253342	.252659	.251034	.251315	.250654	.250000	.249352
65	.248711	.248076	.247448	246827	.246211	.245602	.244998	.244401	.243809	.243223
70	.242642	.242067	.241498	.240933	.240374	.239821	.239272	.238728	.238189	.237655
75	.237126	.236601	.236081	.235566	.235055	.234548	.234046	.233548	.233054	.232564
80	.232079	.231597	.231120	.230646	.230177	.229711	.229248	.228790	.228335	.227884
85	.227436	.226992	.226331	.226114	.225680	.225249	.224822	.224397	.223976	.223559
90	.223144	.222732	.222323	.221018	.221515	.221115	.220718	.220324	.219933	.219544
95	.219158	.218775	.218395	.218017	.217642	.217269	.216899	.216581	.216166	.215803
100	.215443	.215085	.214730	.214376	.214026	.213677	.213331	.212987	.212645	.212305
105	.211967	.211632	.211299	.210968	.210638	.210311	.209986	.209663	.209342	.209023
1 1 0	.208706	.208391	.208077	.207766	.207456	.207148	.206842	.206538	.206236	.205935
115	.205636	.205339	.205044	.204750	.204458	.204167	.203879	.203591	.203306	.203022
120	.202740	.202459	.202180	.201902	.201626	.201361	.201078	.200896	.200586	.200267
125	.200000	.199734	.199469	.199206	.198944	.198684	.198425	.198167	.197911	.197656
130	.197402	.197149	.196898	.196648	.196400	.196152	.195306	.195661	.195419	.195175
135	.194934	.194694	.194455	.194217	.193981	.193745	.193511	.193278	.193046	.192815
140	.192535	.192356	.192129	.191902	.191677	.191452	.191229	.191007	.190785	.190565

11. táblázat: Testsúlyfaktor táblázat

Ha például a mért testsúly 69,6 kg volt, akkor ennek a 69,5 kg-hoz tartozó 0,243223-es faktor felel meg. Mivel a mért testmagasság 174,6 cm volt, így az MSR = 174,6 × 0,243223 = 42,47 lesz.

Az osztályozási lap alsó harmadában megkeressük az MSR-nek legjobban megfelelő értéket, ami a középső sorban a 42,48 lesz **G066**. Ennek megfelelően a III. komponens sorában kijelöljük a hozzá tartozó számot, ami 2,5-nek felel meg. Ezzel megkaptuk a III. komponenst is.

Tehát a vizsgált személy három komponensének értékei a következők: 2 – 5,5 – 2,5.

Következő feladatunk a kapott komponens értékeknek megfelelően a vizsgált személy szomatotípusának elhelyezése a Carter alkathálón **G067**. Ezt a következő képletek

segítségével végezhetjük, melyekkel egy koordinátarendszerben való elhelyezéshez szükséges két koordinátát képzünk a három komponensből:

y = 2 × II. komponens - (I. komponens + III. komponens)

és

x = III. komponens - I. komponens

Kapott eredményünket behelyettesítve a képletekbe

$$y = 2 \times 5,5 - (2 + 2,5) = 11 - 4,5 = 6,5$$

$$x = 2,5-2 = 0,5$$

Ezeknek megfelelően a vizsgált személy szomatotípusa a 262 és 263 felezési pontjába helyezhető (piros X-szel jelölve), azaz mezomorfikus endomorfnak határozható.

A feltételezett példa alapján bármely vizsgált személy szomatotípusa elhelyezhető a Carter-féle alkathálón. Helyzetét összehasonlítva az általa választott sportágra jellemző szomatotípussal, eldönthető, hogy mely irányba szükséges alkatának módosítása, ennek alapján pedig meghatározható étrendje, vagy egyéniségére szabott edzésterve.

Kérdések, feladatok:

1. Fogalmazza meg a humánbiológia tárgykörét!
2. Fogalmazza meg a biometria tárgykörét!
3. Mi a sportantropológia tárgyköre?
4. Mi az auxológia tárgyköre?
5. Mi az antropometria tárgyköre?
6. Mit nevezünk populációnak?
7. Mit nevezünk mintának?
8. Melyek a mintaválasztás kritériumai?
9. Mit nevezünk mérőpontoknak és hány félék lehetnek?
10. Mit nevezünk méretnek?

11. Mi a frankfurti vízszintes?

12. Határozza meg a következő mérőpontok helyét az emberi testen?

    Vertex, Glabella, Nasion, Gnathion , Opisthocranion, Frontotemporale, Euryon, Orbitale, Zygion, Mesosternale, Acromion, Radiale, Stylion, Daktylion, Iliocristale, Iliospinale, Tibiale, Sphyrion

13. Sorolja fel és jellemezze az antropometriában használatos mérőeszközöket!

14. Hogyan mérjük a következő testméretet?

    Fejméretek: Legnagyobb fejhossz, *Legnagyobb fejszélesség, Arcszélesség, Homlokszélesség, Arcmagasság, Fejkerület*
    Testsúly
    Magassági méretek: Testmagasság, Vállmagasság, Könyökmagasság, Csuklómagasság, Ujjmagasság, *Csípőtövis magasság, Térdmagasság, Bokamagasság, Ülőmagasság*
    Szélességi méretek: Vállszélesség, Deltaszélesség, Mellkasszélesség, Medenceszélesség, Humerus condylus szélesség, Csukló szélessége, Femur condylus szélessége, Bokaszélesség
    Mélységi méretek: Mellkasmélység
    Kerületméretek: Mellkaskerület, Felkarkerület, Alkarkerület, Kézkerület, Combkerület, Lábszárkerület
    Bőrredő méretek: Bőrredővastagság a bicepsen, Tricepsen, *Lapocka alatt (subscapuláris régió)*, *Köldöknél, Csípőn*, *Combon, Lábszáron*

15. Hogyan számítjuk az alábbi származtatott méreteket?

    Felső végtag hossza, Felkar hossza, Alkar hossza, A kéz hossza, Alsó végtag hossza, Comb hossza, Lábszár hossza, Légzési kitérés

16. Sorolja fel az emberi test tengelyeit magyar és tudományos nevükön!

17. Sorolja fel az emberi test síkjait magyar és tudományos nevükön!

18. Sorolja fel az emberi test irányait magyar és tudományos nevükön!

19. Sorolja fel az emberi test normáit magyar és tudományos nevükön!

20. Mutassa be a decimális életkor számításának elméletét!

21. Adott példa alapján számítsa ki egy fiktív személy decimális életkorát?
22. Sorolja fel, milyen biológiai jellegek alapján tudjuk meghatározni a biológiai életkort!
23. Mit jelent a diphyodont és heterodont kifejezés?
24. Sorolja fel a tejfogak kibúvásának sorrendjét!
25. Mi teszi lehetővé, hogy megállapítsuk egy vizsgált személy csontváz szerinti korát?
26. Hogyan határozzuk meg egy személy csontváz szerinti korát?
27. Milyen másodlagos nem i jellegek jelzik a serdülés kezdetét?
28. Milyen módszerrel vizsgálható a másodlagos nemi jellegek fejlettsége?
29. Mi a menarche?
30. Mikor beszélünk pubertás precoxról?
31. Melyik életkor a menarche medián? Magyarországon mennyi a menarche medián kora?
32. Mi alapján történik a morfológiai életkor meghatározása?
33. Milyen kritériumoknak megfelelő „referencia”- táblázatot használhatunk morfológiai életkor meghatározásához?
34. Mi a plasztikus index?
35. Mutassa be a morfológiai életkor számításának elméletét!
36. Adott példa alapján számítsa ki egy fiktív személy morfológiai életkorát!
37. Testösszetételi szempontból a kétkomponensű rendszer milyen komponensekre osztja a testet?
38. Mi a különbség az esszenciális és a tartalék zsír között?
39. Hogyan határozzuk meg a sovány testtömeget?
40. Hogyan határozzuk meg a zsírmentes testtömeget?
41. Mi a különbség a sovány testtömeg és a zsírmentes testtömeg között?
42. Sorolja fel a felnőttkori testmagasság becslésének módszereit!

43. Mutassa be a Prokopec-féle felnőttkori testmagasság becslő eljárás elméletét!

44. Adott példa alapján becsülje meg egy fiktív személy felnőttkori testmagasságát Prokopec módszerével!

45. Mutassa be a Walker-féle felnőttkori testmagasság becslő eljárás elméletét!

46. Adott példa alapján becsülje meg egy fiktív személy felnőttkori testmagasságát Walker módszerével!

47. Mutassa be a Mészáros és Mohácsi módszerével történő felnőttkori testmagasság becslő eljárás elméletét!

48. Adott példa alapján becsülje meg egy fiktív személy felnőttkori testmagasságát Mészáros és Mohácsi módszerével!

49. Definiálja a testalkatot!

50. Melyek Kretschmer alaptípusai, mi módszerének a lényege és melyek a hibái?

51. Hogy nevezzük Sheldon típusait, miért, módszere miben különbözik Kretschmer módszerétől?

52. Mi a szomatotipizálás? Hogyan történik?

53. Hogyan számoljuk Heath – Carter féle szomatotipizálás során az I. komponenst?

54. Hogyan számoljuk Heath – Carter féle szomatotipizálás során a II. komponenst?

55. Hogyan számoljuk Heath – Carter féle szomatotipizálás során a III. komponenst?

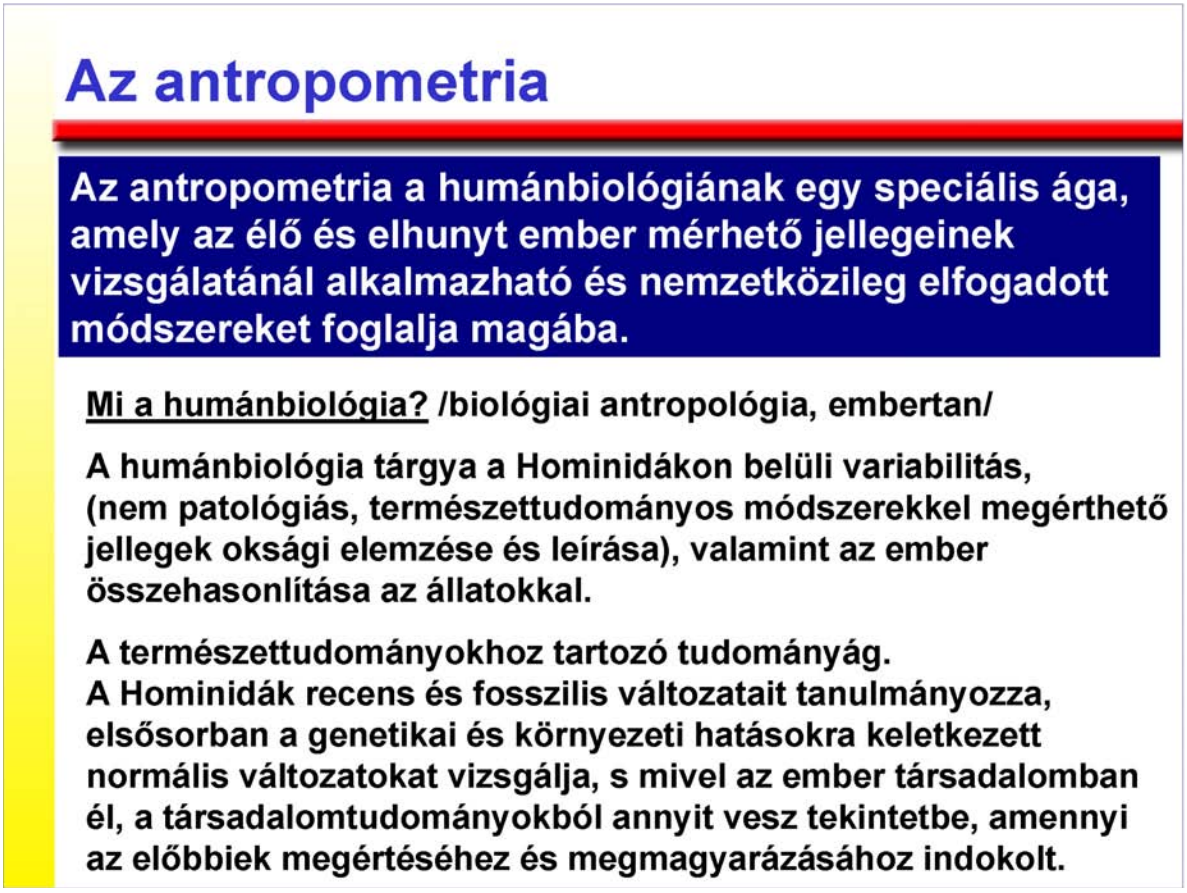
56. Hogyan számoljuk Heath – Carter féle szomatotipizálás során az „y” értéket?

57. Hogyan számoljuk Heath – Carter féle szomatotipizálás során az „x” értéket?

58. Mire alkalmazhatjuk a szomatotipizálást a sportban?

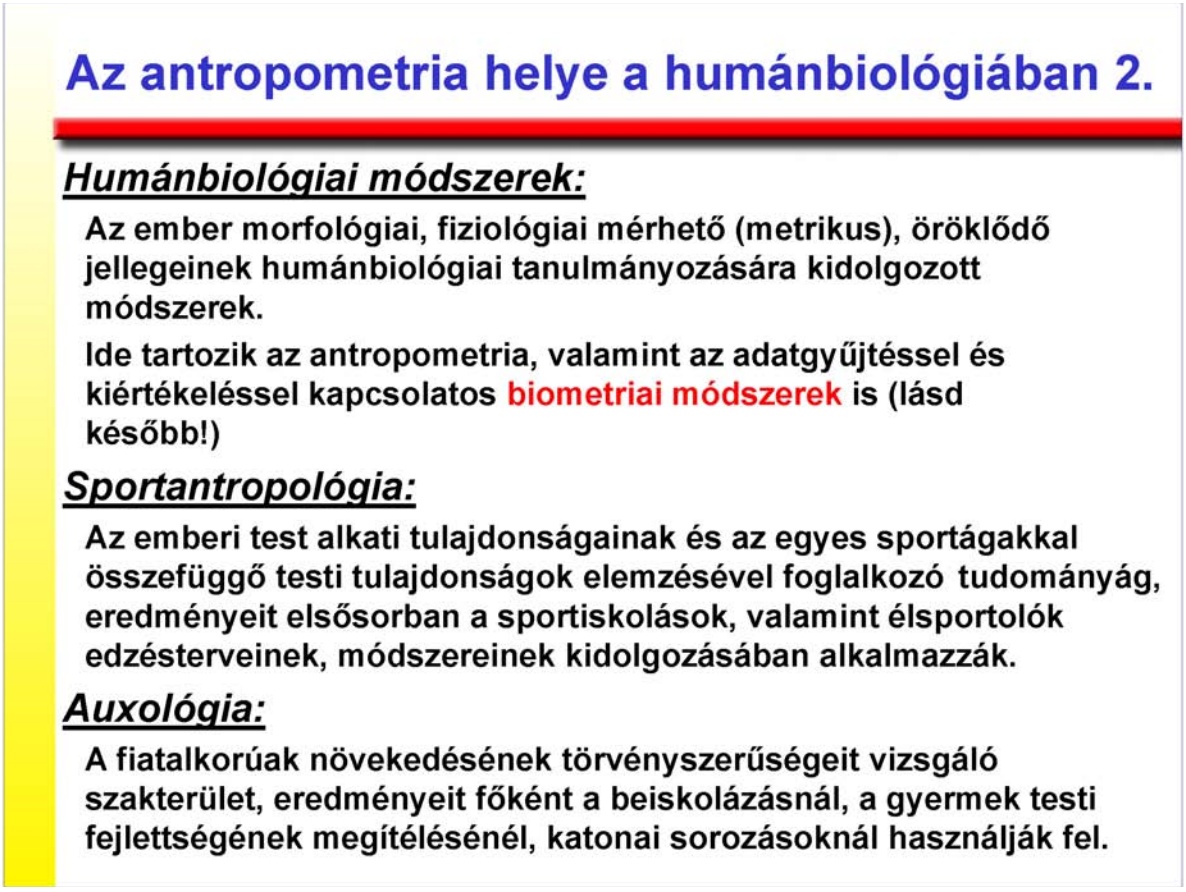
Képgyűjtemény:

- **G001**



- **G002**

- **G003**


Az antropometria helye a humánbiológiában 2.
Humánbiológiai módszerek:
Az ember morfológiai, fiziológiai mérhető (metrikus), öröklődő jellegeinek humánbiológiai tanulmányozására kidolgozott módszerek.
Ide tartozik az antropometria, valamint az adatgyűjtéssel és kiértékeléssel kapcsolatos biometriai módszerek is (lásd később!)
Sportantropológia:
Az emberi test alkati tulajdonságainak és az egyes sportágakkal összefüggő testi tulajdonságok elemzésével foglalkozó tudományág, eredményeit elsősorban a sportiskolások, valamint élsportolók edzésterveinek, módszereinek kidolgozásában alkalmazzák.
Auxológia:
A fiatalkorúak növekedésének törvényszerűségeit vizsgáló szakterület, eredményeit főként a beiskolázásnál, a gyermek testi fejlettségének megítélésénél, katonai sorozásoknál használják fel.

- **G004**

Mérhető (metrikus) jellegek

Az élő emberen megkülönböztetjük a fejet (cephal) és a testet (soma), a csontvázon pedig a koponyát (cranium) és a postcraniális csontokat.

Ennek megfelelően az antropometria részterületei:

- cephalometria;
- somatometria;
- craniometria (ezen belül az odontometria);
- osteometria.

A tárgyhoz tartoznak a következő morfológiai (leíró) jellegek:

- cranioscopia;
- osteoscopia;
- somatoscopia;
- dermatoglifia (bőrlécrendszer);
- odontológia (fogak alaki jellegei).

- **G005**

Biometriai alapismeretek 1.

- Kutatási célkitűzés
- Megfelelő vizsgálati módszerek kiválasztása
- Az összegyűjtött adatok kiértékelési módszerének kiválasztása
- Eredmények magyarázata (prekoncepció Ø)

Nagyszámú adat összegyűjtése szükséges ahhoz, hogy az embernél megfigyelhető és mérhető jellegeket egyértelműen és összehasonlításra alkalmas módon jellemezhessük.

BIOMETRIA /tárgya biológiai, értékelési módja matematikai/

A valószínűség-számítás egyik ága, amely a biológiai jelenségek mennyiségi vizsgálatával, a vizsgálati eredmények értékelésével és értelmezésével foglalkozik. Segítségével egy populációból vett megfelelő mintával következtethetünk az egész populációra.

- **G006**

Biometriai alapismeretek 2.

POPULÁCIÓ

A humánbiológiai kutatások embercsoportokra, ún. populációkra irányulnak.
Biometriai értelemben alapsokaság, vagy populáció fogalma alatt valamilyen vizsgálni kívánt egyedek, tárgyak, elemek, jelenségek jól körülhatárolt, szabatosan meghatározott összességét értjük, melynek minden elemére kiterjedő vizsgálatát nem érdemes, vagy nem tudjuk elvégezni. Jele: N

MINTA

Nagy számú populáció esetén csak a populáció egy részét választjuk ki a vizsgálathoz és a biometriai elveknek megfelelően ennek alapján kívánjuk jellemezni a populációt.
A kiválasztott egyedek - elemek képezik a mintát.
A minta a populáció jellemzésére, az abból kiválasztott egyedek - elemek összessége. Jele: n
Kis számú populáció – az előbbiek értelmében – azonos a mintával.

- **G007**

Biometriai alapismeretek 3.

A MINTA KIVÁLASZTÁSÁNAK KÖVETELMÉNYEI

- **random,**
- **reprezentatív,**
- **normális emberi jellegekre vonatkozzanak,**
- **képviselje a populációban levő nemek és életkorok arányát,**
- **a méréseknél folytonos eloszlású jelleget veszünk figyelembe (nem mindig érvényesül).**

MINTAVÉTELI TECHNIKÁK

- **egyszeri mintavétel (keresztmetszet vizsgálat),**
- **ismételt mintavétel (hosszmetszet (longitudinális/ vizsgálat)**
- **egyéb (rétegzett, csoportos, területi, rácsos, kevert).**

- **G008**

Adatgyűjtés

VIZSGÁLATI LAP

SZERVEZÉS

SZEMÉLYI SZABADSÁG

ENGEDÉLYEK

VIZSGÁLATOT VÉGZŐ SZEMÉLYEK

VIZSGÁLATOK ELLENŐRZÉSE

VIZSGÁLATI HELYISÉG

VIZSGÁLT SZEMÉLYEK RUHÁZATA

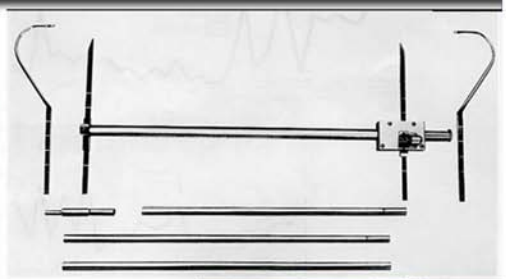
- **G009**

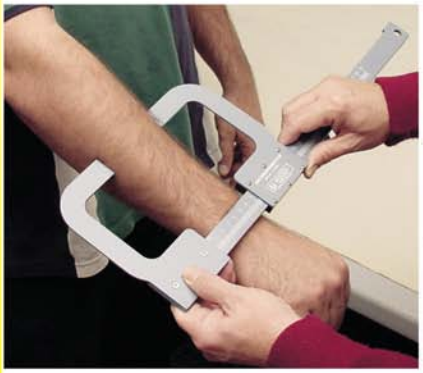
A méréseknél használatos eszközök 1.

Antropométer

Rúdkörző

Ülőmagasságmérő asztal





- **G010**

A méréseknél használatos eszközök 2.

Mérőszalag

Tolómérce

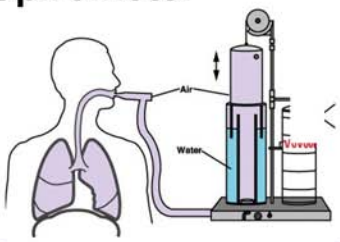
Condylusszélesség mérő

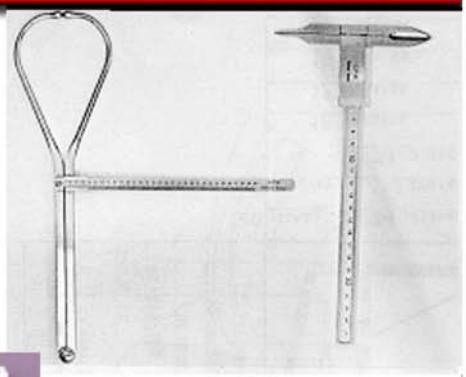
Tapintókörző

Személymérleg

Kézi dinamométer

Spirométer





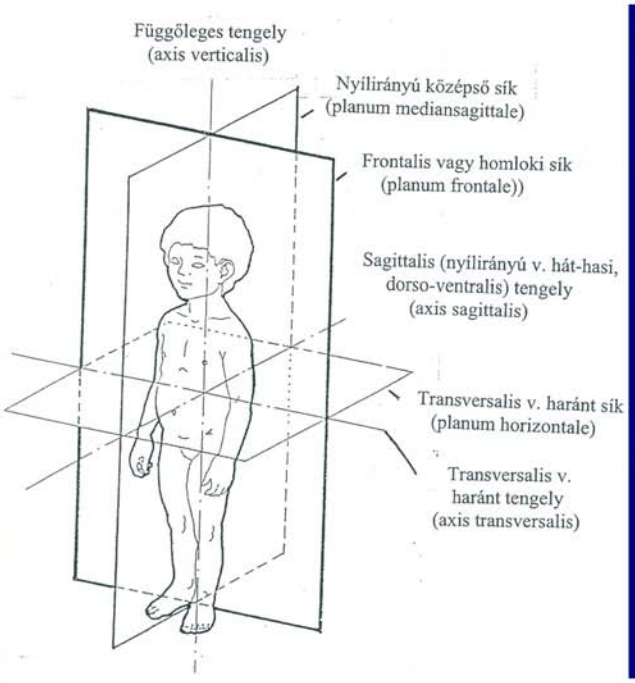
- **G011**

A méréseknél használatos eszközök 3.

Bőrredő vastagság mérő (caliper)

- **G012**

Az emberi test tengelyei, síkjai, irányai és normái



IRÁNYOK:
Mediánsagittális síkhoz képest:
- dexter-sinister
- medialis-lateralis

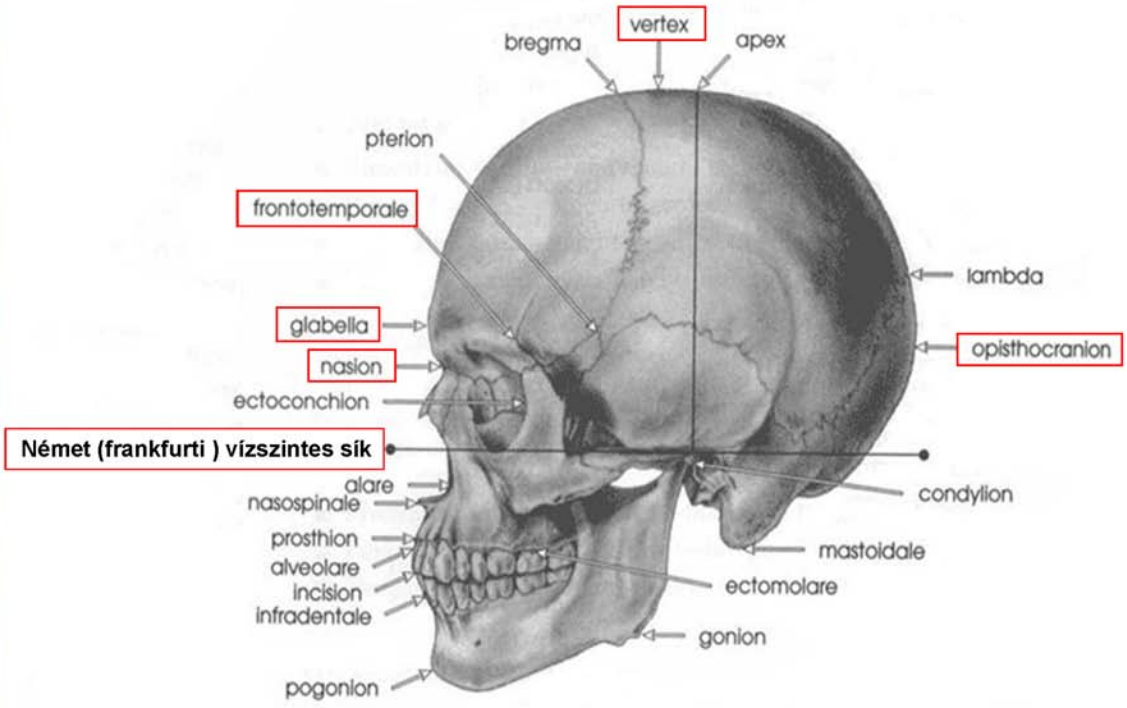
Frontális síkhoz képest:
- anterior-posterior
- frontalis (facialis)-occipitalis
- ventralis-dorsalis

Horizontális síkhoz képest:
- superior-inferior
- cranialis-caudalis
- proximalis-distalis

NORMÁK:
(egyes síkokra merőleges nézetek):
- norma verticalis
- norma frontalis
- norma lateralis dextra
- norma lateralis sinistra
- norma occipitalis
- norma sagittalis seu mediana

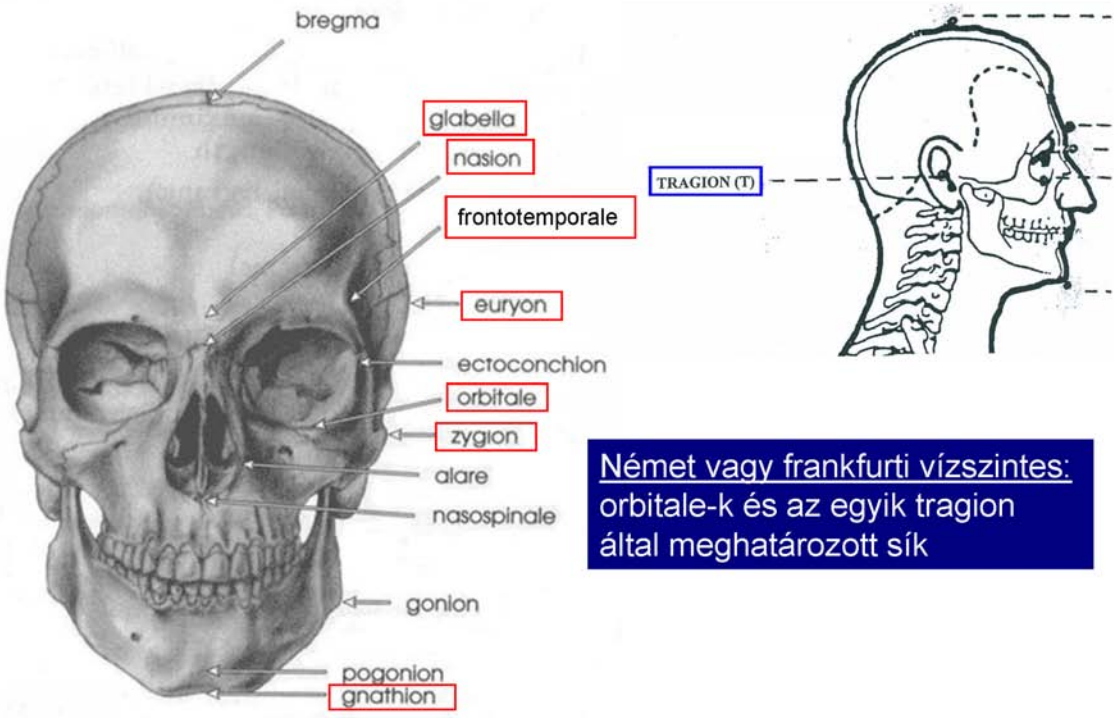
- **G013**

A fej mérőpontjai 1.



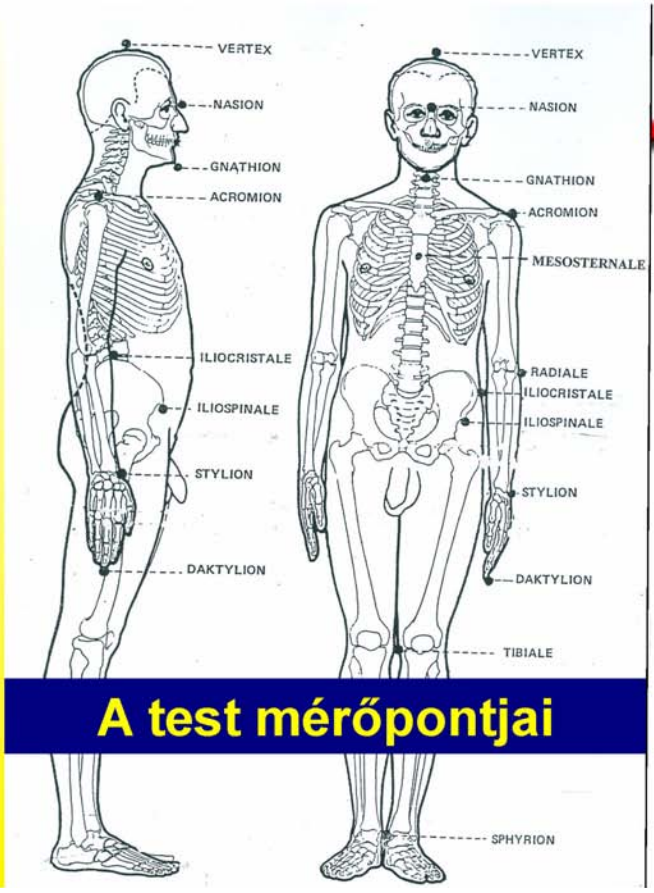
- **G014**

A fej mérőpontjai 2.



Német vagy frankfurti vízszintes:
orbitale-k és az egyik tragion által meghatározott sík

- **G015**



A test mérőpontjai

MÉRETEK

Vonalméretek
- egyenes vonalméretek
- kerületméretek

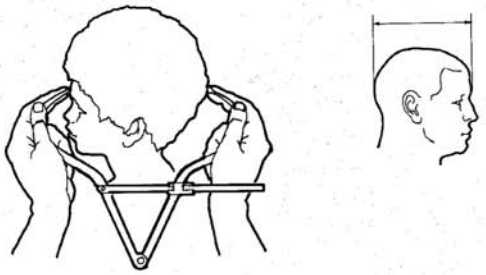
Mérőponttól független méretek:
- súlyméret
- bőrredő vastagság méretek

Egyéb:
- felületméretek
- térfogatméretek
- stb.

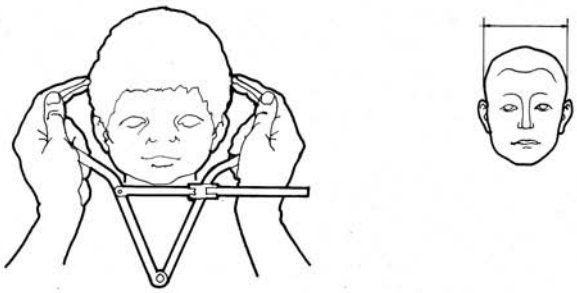
- **G016**

FEJMÉRETEK 1.

1. **Legnagyobb fejhossz**:
g – op (tapintókörző)



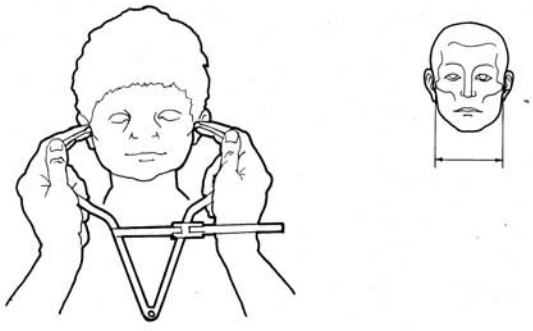
2. **Legnagyobb fejszélesség**:
eu – eu (tapintókörző)



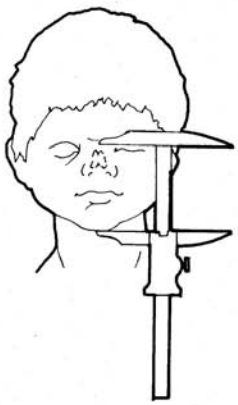
- **G017**

FEJMÉRETEK 2.

3. **Arcszélesség**:
zy – zy (tolómérce vagy tapintókörző)



4. **Arcmagasság**:
n – gn (tolómérce)



5. **Homlokszélesség**:
ft – ft (tapintókörző)

6. **Fejkerület**:
g – op (mérőszalag)

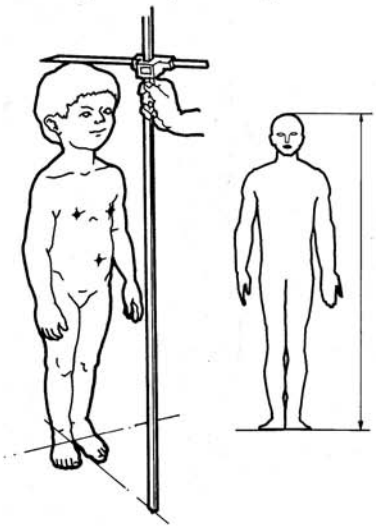
- **G018**

TESTMÉRETEK 1.

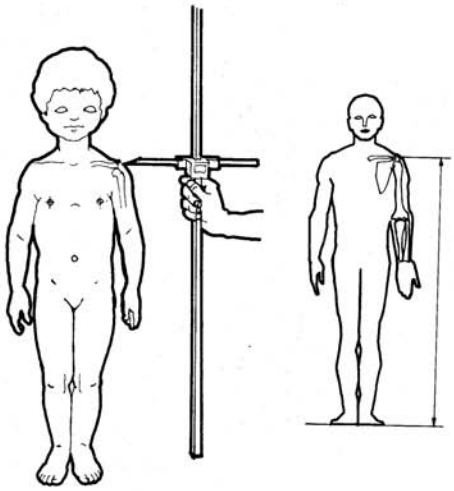
1. **Testsúly**

Magassági méretek

2. **Testmagasság**
   v – talpsík (antropométer)



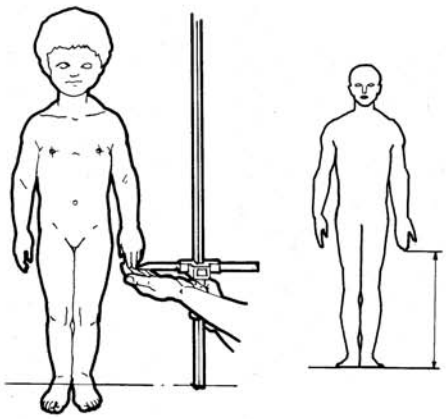
3. **Vállmagasság**
   acromion - talpsík



- **G019**

TESTMÉRETEK 2.

4. **Könyökmagasság**
   radiale - talpsík
5. **Csuklómagasság**
   stylion – talpsík
6. **Ujjmagasság**
   daktylion - talpsík



Származtatott méretek:
(ellenőrzés: rúdkörző)

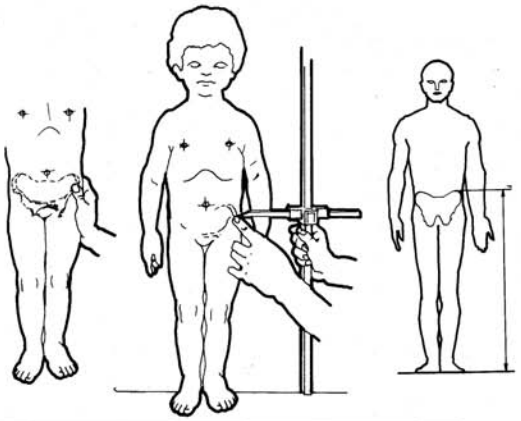
- Felső végtag hossza
  (Váll- és ujjmagasság különbsége)
- Felkar hossza
  (váll- és könyökmagasság különbsége)
- Alkar hossza
  (könyök- és csuklómagasság különbsége)
- Kéz hossza
  (csukló- és ujjmagasság különbsége)

/Hasonlóan az alsó végtagon is!/

- **G020**

TESTMÉRETEK 3.

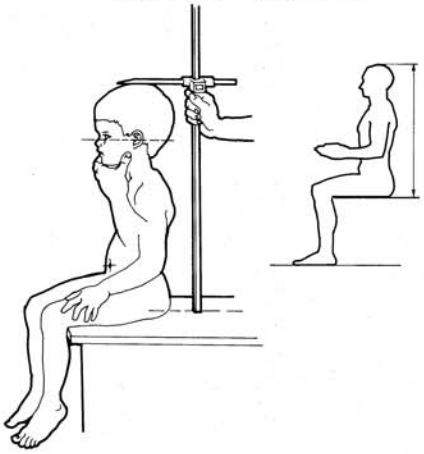
7. **Csípőtövis magasság**
iliospinale - talpsík



8. **Térdmagasság**
tibiale – talpsík

9. **Bokamagasság**
sphyrion - talpsík

10. **Ülőmagasság**
vertex - ülősík

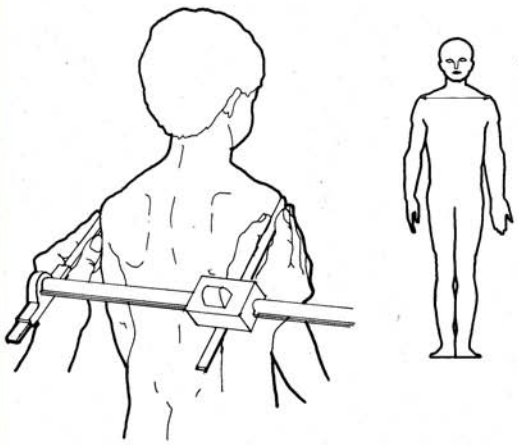


- **G021**

TESTMÉRETEK 4.

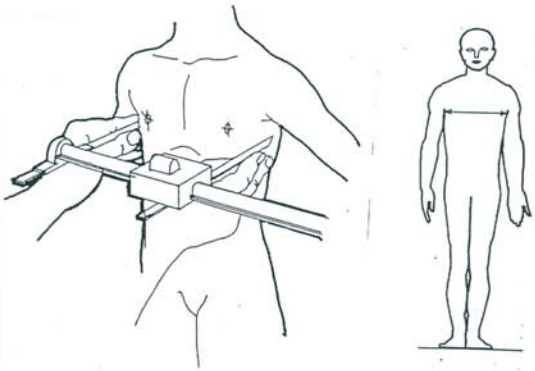
Szélességi méretek

1. **Vállszélesség**
acromion - acromion
(rúdkörző)



2. **Deltaszélesség**

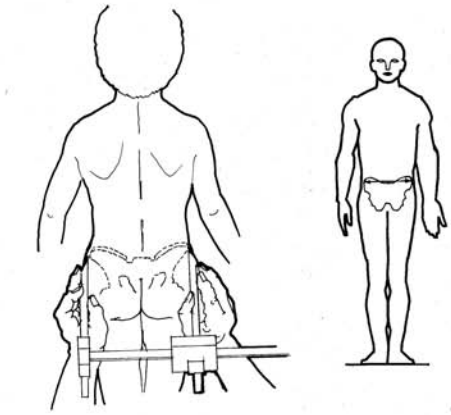
3. **Mellkasszélesség**
(VI. – VI. borda)



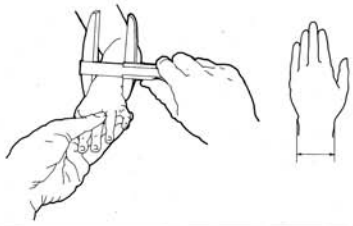
- **G022**

TESTMÉRETEK 5.

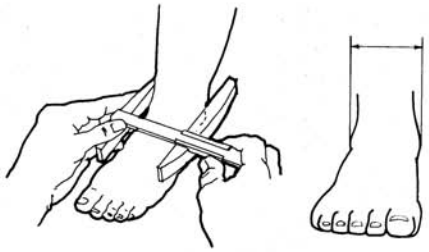
4. **Medenceszélesség**
iliocristale - iliocristale



5. **Csuklószélesség**
processus styloideus ulnae et radii



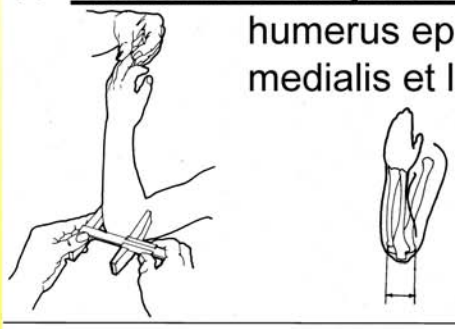
6. **Bokaszélesség**
malleolus medialis et lateralis



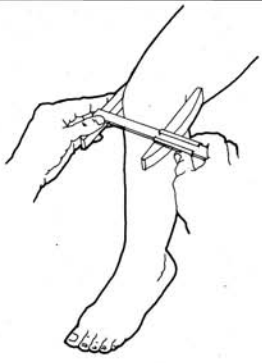
- **G023**

TESTMÉRETEK 6.

7. **Humerus condylus szélesség**
humerus epicondylus medialis et lateralis

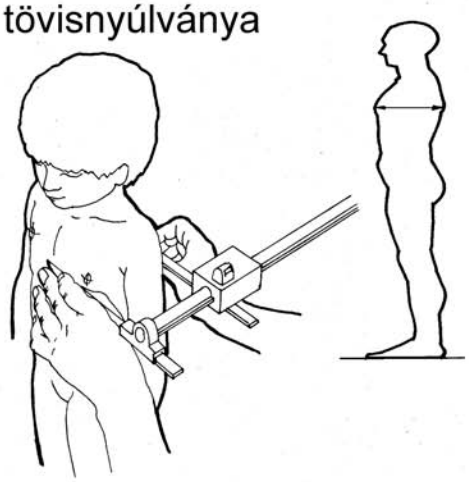


8. **Femur condylus szélesség**
femur epicondylus medialis et lateralis



Mélységi méretek

Mellkasmélység
mesosternale – vízszintes síkban levő hátcsigolya tövisnyúlványa

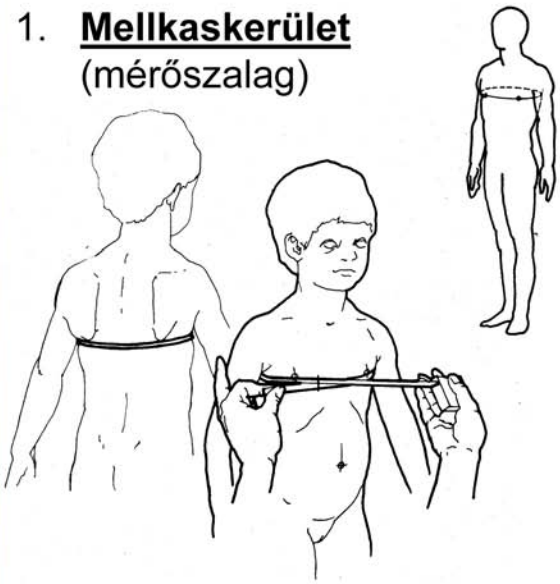


- **G024**

TESTMÉRETEK 7.

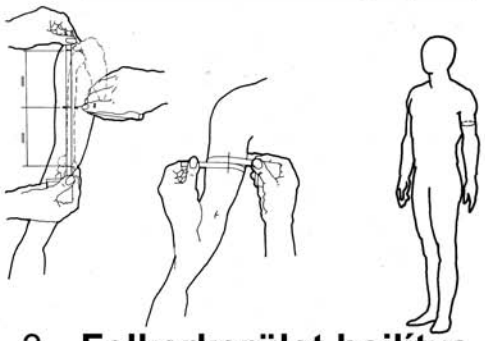
Kerületméretek

1. **Mellkaskerület**
(mérőszalag)

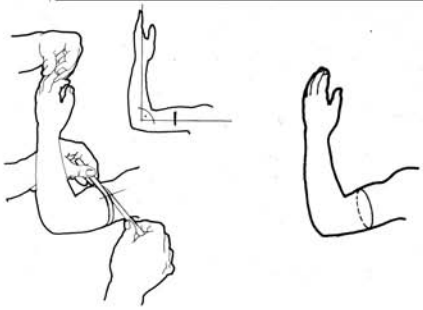


Max. belégzés, max. kilégzés,
légzési középállás, légzési kitérés

2. **Felkarkerület nyújtva**



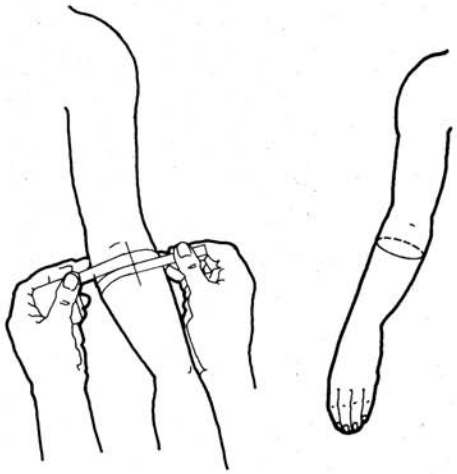
3. **Felkarkerület hajlítva**



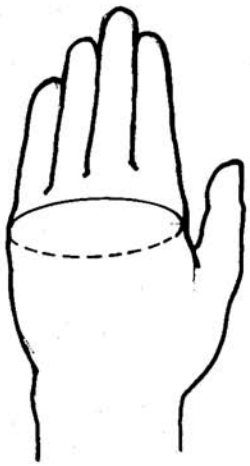
- **G025**

TESTMÉRETEK 8.

4. **Alkarkerület**



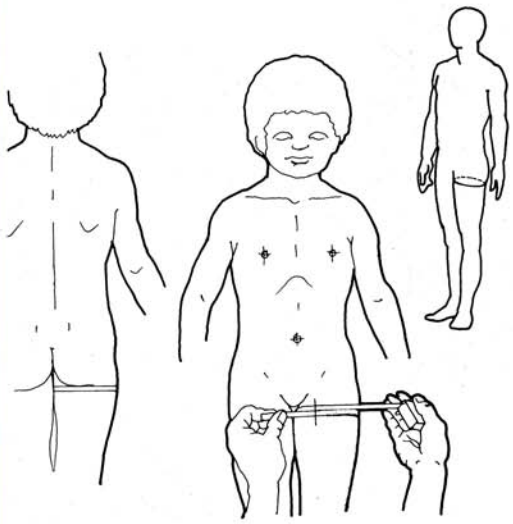
5. **Kézkerület**
II-V. metacarpo-phalangealis
izületeken



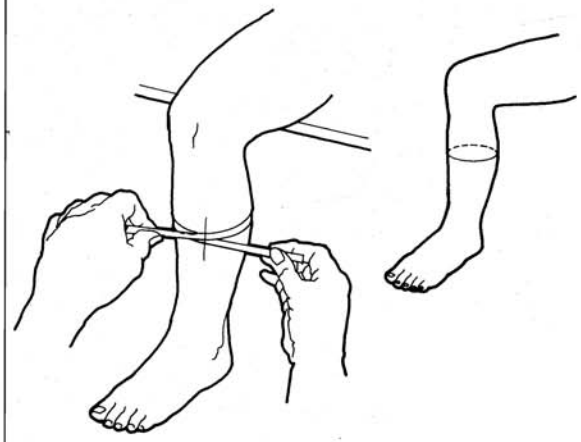
- **G026**

TESTMÉRETEK 9.

6. **Combkerület**



7. **Lábszárkerület**



- **G027**

TESTMÉRETEK 10.

Bőrredővastagság méretek

1. **Bicepsen**
(caliper)

2. **Tricepsen**

- **G028**

TESTMÉRETEK 11.

3. **Lapocka alatt**

4. **Hason, köldöknél**

- **G029**

TESTMÉRETEK 12.

5. **Csípőn**

6. **Combon**

7. **Lábszáron**

- **G030**

A TESTMÉRETEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

- a növekedés törvényszerűségeinek megismerése születéstől a felnőttkor eléréséig;
- testfejlettségi táblázatok (referencia értékek) összeállítása;
- vizsgált személy testi fejlettségének meghatározása;
- sportolók testalkatának meghatározása;
- adott sportágra jellemző testalkat megismerése.

- **G031**

ÉLETKOR

MEGHATÁROZÁSA 1.

Kronológiai (naptári) életkor

Decimális életkor

	JAN 1	FEB 2	MÁR 3	ÁPR 4	MÁJ 5	JÚN 6	JÚL 7	AUG 8	SEP 9	OKT 10	NOV 11	DEC 12
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	838	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	276	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	992	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077		238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079		241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082		244		411		578	663		830		997

- G032

ÉLETKOR MEGHATÁROZÁSA 2.

Biológiai életkor meghatározás alapjai:

- **fogzás szerinti életkor (erupciós fogkor)**
- **csontváz szerinti életkor**
- **másodlagos nemi jellegek szerinti életkor**
- **fiziológiai érés szerinti életkor**
- **morfológiai életkor**

- G033

FOGZÁS SZERINTI ÉLETKOR 1.

Diphyodont: fogváltásos **Heterodont: több féle fogú**

A tejfogak kibúvásának időbeli sorrendje

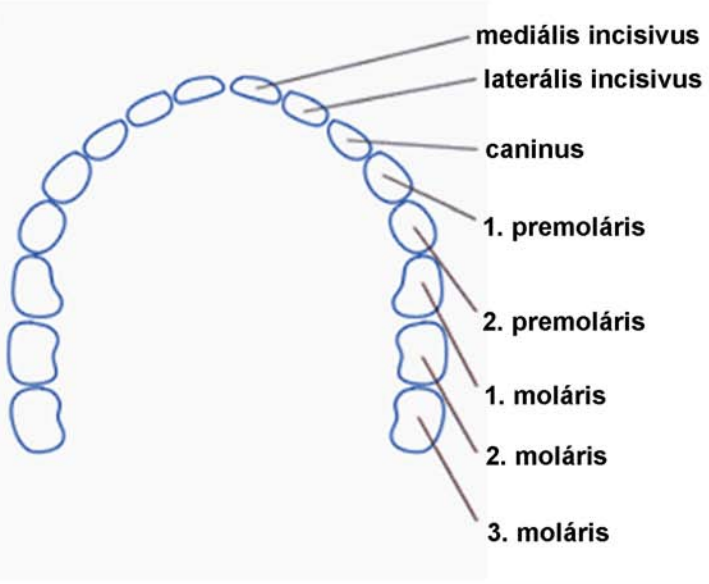
alsó medialis incisivus	6. hónap
felső medialis incisivus	7. hónap
felső lateralis incisivus	8. hónap
alsó lateralis incisivus	9. hónap
alsó első molaris	12. hónap
felső első molaris	15. hónap
alsó és felső caninus	16. hónap
alsó és felső második molaris	20.-24. ónap

- **G034**

FOGZÁS SZERINTI ÉLETKOR 2.

A maradandó fogak kibúvásának időbeli sorrendje

Fogtípus és fogsorív	Fiú		Leány	
	év	hó	év	hó
Felső fogsorív				
1. molaris	6	7	6	6
1. incisivus	7	8	7	5
2. incisivus	8	11	8	6
1. premolaris	10	5	10	1
2. premolaris	11	4	11	1
caninus	12	8	11	7
2. molaris	12	9	12	5
Alsó fogsorív				
1. molaris	6	5	6	3
1. incisivus	6	10	6	7
2. incisivus	7	11	7	7
caninus	11	2	10	3
1. premolaris	11	3	10	8
2. premolaris	12	-	11	7
2. molaris	12	3	11	9



- **G035**

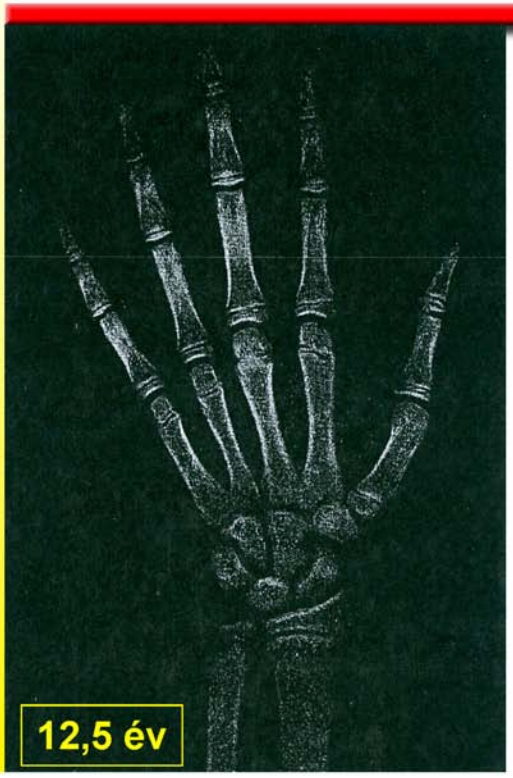
CSONTVÁZ SZERINTI ÉLETKOR 1.

Egyéves gyermek kezéről készült röntgenfelvétel

Nyolc éves gyermek kezéről készült röntgenfelvétel

- **G036**

CSONTVÁZ SZERINTI ÉLETKOR 2.



- **G037**

NEMI JELLEGEK SZERINTI ÉLETKOR

FIZIOLÓGIAI ÉRÉS

menarche
oigarche
pubertas praecox
menarche medián (Mo.-n: 12,79 év)

MÁSODLAGOS NEMI JELLEGEK:

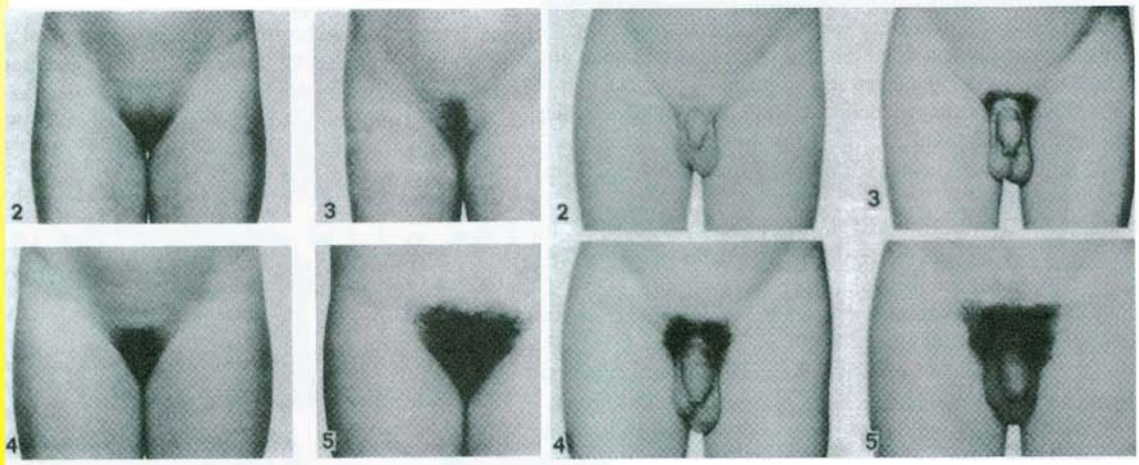
Testszőrzet (hónalj, szeméremtest, arc)

Emlő

Külső nemi szerv

- **G038**

A szeméremszőrzet fejlődési stádiumai 1.



- **G039**

A szeméremszőrzet fejlődési stádiumai 2.

1. stádium (PH1): **Gyermeki állapot. Nincs igazi fanszőrzet, a pubis környékén lévő szőrzet a hasbőr pehelyszőrzetével megegyező.**

2. stádium (PH2): **Ritkás, vékony, egyenes szőrszálak, általában a penis tövén és a nagyajkak felszínén.**

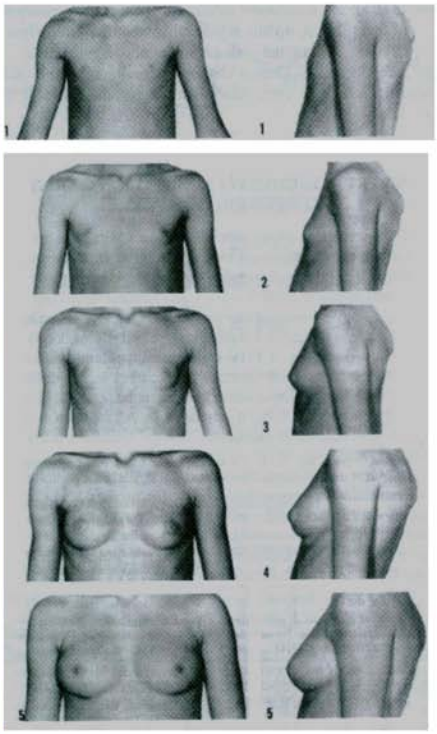
3. stádium (PH3): **A szeméremdombra is kiterjedő, jelentősen sötétebb, durvább és göndör szőrzet.**

4. stádium (PH4): **A szőrzet textúrája, színe már felnőtt karakterű, de jelentősen kisebb területet borít, mint a felnőttek többségénél. A comb mediális oldalára még nem terjed ki.**

5. stádium (PH5): **A durva textúrájú, göndör, erősen pigmentált szőrzet kiterjedt a combok mediális felszínére is. A szőrzet a férfiakon is a nőkéhez hasonló, csúcsával a gáttáj felé mutató háromszögben oszlik meg, de nem található a linea alba mentén és a háromszög alapja fölött sehol.**

- **G040**

Az emlő fejlődése



1. stádium (B1): **Gyermeki forma, amely a pubertás kezdetéig van jelen. A mellkas bőréből csak az emlőbimbó (papilla mammae) emelkedik ki.**

2. stádium (B2): **A bimbózó mell állapota. Az emlőbimbó és az emlő kis dombként előemelkedik a mellkasbőr síkjából. Az emlőbimbóudvar (areola mammae) átmérője növekszik.**

3. stádium (B3): **Az emlőbimbó udvara és az emlő is tovább nő, de az emlő kontúrja még nem válik el határozottan a mellkas bőrétől.**

4. stádium (B4): **Az emlőbimbó udvara és a emlőbimbó tovább nagyobbodik, elkülönül az emlő felszíne által alkotott ívtől. Az emlőbimbó udvara az emlőtestből kiemelkedve egy második félgömb vagy kúp alakú domborulatot alkot.**

5. stádium (B5): **Az emlőbimbó udvara ismét beolvad az emlő kontúrjába. A tipikus felnőtt állapotban az emlő sima kerek kontúrjából csak az emlőbimbó emelkedik ki.**

- **G041**

MORFOLÓGIAI ÉLETKOR

A MORFOLÓGIAI ÉLETKOR MEGHATÁROZÁSÁHOZ SZÜKSÉGES VÁLTOZÓK

DCK: decimális életkor

TTM: testmagasság

TTS: testtömeg

PLX: plasztikus index

PLX = VAS + AKK + KZK

VAS: vállszélesség (cm)
AKK: alkarkerület (cm)
KZK: kézkerület (cm)

FIÚK				ÉLET-KOR	LEÁNYOK			
TTM	%	TTS	PLX		TTM	%	TTS	PLX
175,02	100,00	67,34	86,12	18	162,87	100,00	56,10	77,43
174,74	99,84	66,64	86,75		162,73	99,91	55,87	77,14
174,44	99,67	65,93	85,38		162,58	99,82	55,64	76,86
174,14	99,50	65,23	85,00		162,44	99,74	55,41	76,54
173,84	99,33	64,53	84,63	17	162,29	99,64	55,18	76,28
173,30	99,02	63,78	84,28		162,19	99,58	55,13	76,25
172,76	98,71	63,05	83,52		162,09	99,52	55,09	76,22
172,21	98,39	62,31	83,19		161,99	99,46	55,04	76,19
171,67	98,09	61,57	83,15	16	161,89	99,40	54,99	76,16
171,05	97,73	60,72	82,65		161,71	99,29	54,61	76,03
170,43	97,38	59,86	82,15		161,48	99,15	54,23	75,91
169,80	97,02	59,01	81,65		161,26	99,01	53,84	75,78
169,18	96,66	58,15	81,15	15	161,03	98,87	53,46	75,65
167,90	95,93	56,67	80,30		160,62	98,62	52,58	75,24
166,63	95,21	55,20	79,46		160,21	98,37	51,72	74,83
165,35	94,47	53,72	78,61		159,80	98,12	50,82	74,41
164,07	93,74	52,24	77,76	14	159,39	97,86	49,49	74,00
162,00	92,68	50,56	76,84		158,68	97,43	49,05	73,64
160,33	91,61	48,89	75,92		157,96	96,99	48,16	73,28
158,46	90,54	47,27	75,00		157,21	96,55	47,27	72,92
156,59	89,47	45,53	74,08	13	156,53	96,11	46,37	72,56
154,83	88,46	44,24	73,23		155,22	95,30	45,18	71,93
153,14	87,50	42,94	72,38		153,91	94,50	44,00	71,29
151,45	86,53	41,65	71,52		152,59	93,69	42,81	70,66
149,76	85,57	40,35	70,67	12	151,28	92,88	41,62	70,02
148,46	84,82	39,46	70,17		149,90	92,04	40,62	69,54
147,16	84,08	38,57	69,68		148,51	91,18	39,62	69,06
145,86	83,34	37,67	69,18		147,13	90,43	38,61	68,57
144,56	82,60	36,78	68,68	11	145,74	89,48	37,61	68,09
143,22	81,83	35,87	68,06		144,08	88,61	36,45	67,42
141,89	81,07	34,96	67,43		142,42	87,44	35,28	66,47
140,55	80,31	34,04	66,81		140,76	86,42	34,12	66,07
139,21	79,54	33,13	66,18	10	139,10	85,41	32,95	65,39
137,81	78,47	32,25	65,65		137,54	84,45	31,95	64,71
136,42	77,95	31,37	65,13		135,97	83,48	30,94	64,04
135,02	77,18	30,49	64,60		134,41	82,53	29,94	63,36
133,62	76,35	29,61	64,07	9	132,84	81,56	28,93	62,68
132,15	75,51	28,74	63,44		131,49	80,73	28,20	62,16
130,69	74,76	27,87	62,73		130,14	79,90	27,47	61,46
129,22	73,83	26,99	62,05		128,79	79,08	26,74	61,11
127,75	72,99	26,12	61,37	8	127,47	78,25	26,01	60,59
126,43	72,24	25,50	60,85		126,05	77,39	25,31	60,01
125,10	71,48	24,87	60,33		124,66	76,54	24,61	59,43
123,78	70,72	24,35	59,80		123,26	75,68	23,90	58,85
122,45	69,96	23,62	59,27	7	121,87	74,83	23,20	58,27

- **G042**

MORFOLÓGIAI ÉLETKOR

FIÚK				ÉLET-KOR	LEÁNYOK			
TTM	%	TTS	PLX		TTM	%	TTS	PLX
167,90	95,93	56,67	80,30		160,62	98,62	52,58	75,24
166,63	95,21	55,20	79,46		160,21	98,37	51,72	74,83
165,35	94,47	53,72	78,61		159,80	98,12	50,82	74,41
164,07	93,74	52,24	77,76	14	159,39	97,86	49,49	74,00
162,00	92,68	50,56	76,84		158,68	97,43	49,05	73,64
160,33	91,61	48,89	75,92		157,96	96,99	48,16	73,28
158,46	90,54	47,27	75,00		157,21	96,55	47,27	72,92
156,59	89,47	45,53	74,08	13	156,53	96,11	46,37	72,56
154,83	88,46	44,24	73,23		155,22	95,30	45,18	71,93
153,14	87,50	42,94	72,38		153,91	94,50	44,00	71,29
151,45	86,53	41,65	71,52		152,59	93,69	42,81	70,66
149,76	85,57	40,35	70,67	12	151,28	92,88	41,62	70,02
148,46	84,82	39,46	70,17		149,90	92,04	40,62	69,54
147,16	84,08	38,57	69,68		148,51	91,18	39,62	69,06
145,86	83,34	37,67	69,18		147,13	90,43	38,61	68,57

♂ DCK: 14 év TTM: 153,1 cm TTS: 40,6 kg
VAS: 36,4 cm AKK: 24,0 cm KZK: 14,0 cm

MORFOLÓGIAI ÉLETKOR = 0,25× (TTMkor+TTSkor+PLXkor+DCK) ± Korr. (év)

MK = 0,25×(12,5 + 12,0 + 13,0 + 14) ± 0,64 = 13,51

- **G043**

A TESTÖSSZETÉTEL

Az egyes összetevők és anyagok
(kémiai elemek, ásványi anyagok, biomolekulák, szövetek, stb.) aránya.

Kétkomponensű rendszer: - zsír;
- sovány testtömeg.

Többkomponensű rendszer: - zsír;
- sovány testtömeg { - csont;
- izom;
- egyéb (reziduális).

ZSÍR: - esszenciális zsír;
- tartalék zsír (depozsír, subcutan zsír).

TBM – subcutan zsír = LBM

LBM – esszenciális zsír = FFM

- **G044**

MINNESOTA REFERENCE MAN

Teljes testvíz: 62,5%

Fehérje: 16,4%

Zsír: 15,3%

Ásványi sók: 5,8%

A test sűrűsége: 1,064 g×cm^{-3}

A zsír sűrűsége: 0,9007 g×cm^{-3}

A zsírmentes testtömeg sűrűsége: 1,10 g×cm^{-3}

- G045

A TEST SŰRŰSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA 1.

$$D = \frac{\text{zsírmentes tömeg} + \text{zsír}}{\frac{\text{zsírmentes tömeg}}{d_1} + \frac{\text{zsír}}{d_2}}$$

D = testsűrűség
d_1 = a zsírmentes tömeg sűrűsége
d_2 = a zsír sűrűsége

Térfogatmérés: - térfogatváltozás módszere (voluméter)
- víz alatti tömegmérés módszere (Archimedes)

$$D = \frac{\text{szárazon mért tömeg}}{\text{szárazon mért tömeg} - \text{vízben mért tömeg}}$$

0,3 × VC = reziduális térfogat

- G046

A TEST SŰRŰSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA 2.

$$D = \frac{\text{szárazon mért testtömeg}}{\dfrac{\text{szárazon mért testtömeg} - \text{víz alatt mért tömeg}}{\text{víz sűrűsége az adott hőmérsékleten}}} \text{ - reziduális térfogat}$$

0,3 × VC = reziduális térfogat

Víz hőmérséklete (°C)	Víz sűrűsége ($g \times cm^{-3}$)
30	0,9957
31	0,9954
32	0,9951
33	0,9947
34	0,9944
35	0,9941
36	0,9937

- **G047**

A TESTÖSSZETEVŐK BECSLÉSE 1.

Testsűrűség becslése bőrredő méretek alapján

Férfiak esetében:

$$D = 1{,}09416 - 0{,}000547 \times CR - 0{,}000742 \times HR - 0{,}000093 \times CSR - 0{,}000038 \times LPR \pm 0{,}0099$$

Nők esetében:

$$D = 1{,}08004 - 0{,}000456 \times HR - 0{,}000508 \times CSR - 0{,}000648 \times LPR - 0{,}000139 \times TRR \pm 0{,}0111$$

CR = a combredő,
HR = hasredő,
CSR = csípőredő,
LPR =lapockaredő,
TRR = tricepsredő

- **G048**

A TESTÖSSZETEVŐK BECSLÉSE 2.

Relatív zsírtartalom becslése

Férfiakra vonatkozóan:

$$F\% = 3{,}7234 + 0{,}1999 \times CR + 0{,}2876 \times HR - 0.0209 \times CSR - 0{,}0054 \times LPR \pm 3{,}93$$

Nőkre vonatkozóan:

$$F\% = 9{,}0075 + 0{,}1769 \times HR + 0{,}2327 \times CSR + 0{,}2249 \times LPR + 0{,}0542 \times TRR \pm 4{,}49$$

Csonttömeg becslése

csonttömeg (kg) = 1,2 × (a négy csontszélesség átlaga) × testmagasság

Izomtömeg becslése

(d = kerület/3,14)

izomtömeg (kg) = 4 × (a sugarak átlaga)^2 × testmagasság × 6,5

vagy

izomtömeg (kg) = (a sugarak átlaga)^2 ×3,14 × testmagasság × 6,5

- **G049**

A TESTÖSSZETEVŐK RELATÍV ARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA AZ ÉLETKORRAL

Életkor	Izom	Csont	Izom+csont	Zsír	Zsiger
Leányok					
6,5	38,6	19,3	57,9	17,0	25,1
10,5	39,6	18,8	58,4	20,0	21,6
14,5	41,3	16,6	57,9	20,4	21,7
18,5	40,4	15,4	55,8	23,3	20,9
Fiúk					
6,5	38,7	20,5	59,2	15,0	25,8
10,5	41,3	20,6	61,9	16,6	21,5
14,5	44,7	19,6	64,3	13,5	22,2
18,5	46,8	17,2	64,0	12,8	23,2

- **G050**

MAGYAR SPORTOLÓK TESTÖSSZETÉTELE 1.

NŐK

Sportág	D	TT	F	STT
Sprint- és gátfutás (n = 15)	1,0647	56,2	15,0	47,7
Magasugrás (n = 12)	1,0623	61,2	15,9	51,4
Evezés (n = 31)	1,0597	64,0	17,0	53,2
Kajakozás (n = 20)	1,0607	63,5	16,7	52,9
Karate (n = 16)	1,0569	57,3	17,1	47,3
Kézilabda kapusok (n = 14)	1,0532	66,6	19,8	53,1
Kézilabdázás (n = 19)	1,0570	63,7	18,2	51,8
Kosárlabdázás (n = 19)	1,0568	66,9	17,6	55,1
Röplabdázás (n = 20)	1,0532	68,7	19,7	55,2
Ritmikus sportgimnasztika (n = 23)*	1,0610	46,3	16,5	37,5
Torna (n = 30)**	1,0668	35,0	14,1	30,1
Úszás (n = 21)	1,0592	60,0	17,3	49,6
Vívás (n = 11)	1,0610	59,1	16,5	49,3
TF hallgatók (n = 82)	1,0566	59,1	18,7	48,2

D = testsűrűség, TT = testtömeg, F = a testtömeg százalékában kifejezett zsírtartalom, SST = sovány testtömeg, * = átlag életkor 14,0 év, ** = átlag életkor 12,0 év

- **G051**

MAGYAR SPORTOLÓK TESTÖSSZETÉTELE 2.

FÉRFIAK

Sportág	D	TT	F	STT
Sprint-és gátfutás (n = 22)	1,0833	70,7	7,7	65,2
Középtávfutás (n = 17)	1,0845	62,3	7,2	67,3
Magasugrás (n = 15)	1,0841	72,7	7,3	67,3
Kalapácsvetés (n = 11)	1,0614	103,7	16,4	86,6
Birkózás (n = 12)	1,0713	83,6	12,6	71,6
Cselgáncs 75 kg-ig (n = 17)	1,0800	68,0	8,9	61,8
Cselgáncs 75 kg felett (n = 16)	1,0700	90,8	10,2	79,6
Ökölvívás 63,5 kg-ig (n = 20)	1,0782	56,8	9,7	51,3
Ökölvívás 63,5-75 kg-ig (n = 20)	1,0753	68,6	10,9	61,2
Ökölvívás 75 kg felett (n = 18)	1,0607	85,0	16,6	70,9
Súlyemelés 75 kg-ig (n = 29)	1,0800	62,7	5,1	57,6
Súlyemelés 75 kg felett (n = 29)	1,0745	87,3	11,1	77,6
Kézilabdázás (n = 40)	1,0785	78,8	9,6	71,2
Kosárlabdázás (n = 25)	1,0798	77,7	9,0	70,4
Labdarúgás (n = 14)	1,0787	74,5	9,5	67,4
Röplabdázás (n = 23)	1,0747	84,1	11,0	74,8
Jégkorongozás (n = 19)*	1,0679	77,4	13,8	68,5
Evezés (n = 42)	1,0799	82,8	8,9	75,0
Kajakozás (n = 40)	1,0818	77,5	8,3	71,1
Kenuzás (n = 42)	1,0816	75,9	7,9	69,9
Úszás (n = 23)	1,0789	71,9	9,2	65,2
Öttusa (n = 13)	1,0844	65,6	7,2	60,3
Tőrvívás (n = 14)	1,0812	70,8	8,5	64,6
Párbajtőrvívás (n = 12)	1,0830	73,0	7,8	67,3
Kardvívás (n = 11)	1,0805	72,2	8,8	65,8
TF hallgatók (n = 89)	1,0751	75,4	11,0	67,9

D = testsűrűség, TT = testtömeg, F = a testtömeg százalékában kifejezett testzsírtartalom, SST = sovány testtömeg, * = víz alatti testtömeg méréssel

- **G052**

A FELNŐTT TERMET ELŐREJELZÉSE 1.

Poligénes öröklődésű.
Az örökletesen meghatározott termet endogén és exogén hatások miatt különbözik a manifesztálódott termettől.

1. Walker (1974)

10,5 éves fiú

MTTM: 142,44 cm

Életkor	Fiúk		Leányok	
	a	b	a	b
8,5	70,89	0,82	54,57	0,85
9,5	71,86	0,79	68,63	0,71
10,5	73,87	0,75	90,89	0,52
11,5	75,38	0,70	87,94	0,52
12,5	98,97	0,52	77,08	0,57
13,5	111,68	0,42	37,41	0,80
14,5	100,38	0,47	12,40	0,94
15,5	68,02	0,64	6,57	0,97

Felnőttkori termet = 73,87 + (142,44 cm × 0,75) = 180,7 cm

Várható felnőtt magasság = a + (b × mért testmagasság)

- **G053**

A FELNŐTT TERMET ELŐREJELZÉSE 2.

2. Prokopec (1979)

11,73 éves lány

MTTM: 136,6 cm

	ÉLETKOR					
MTTM	9	10	11	12	13	14
121	151,5	150,2	149,4			
122	152,6	151,0	150,1			
123	153,7	151,8	150,7	147,8		
124	154,8	152,7	151,4	148,5		
125	155,9	153,5	152,1	149,1		
126	157,0	154,4	152,8	149,7		
127	158,1	155,2	153,4	150,4		
128	159,2	156,1	154,1	151,0		
129	160,3	156,9	154,8	151,6		
130	161,4	157,8	155,4	152,2	143,9	
131	162,5	158,6	156,1	152,9	144,7	
132	163,6	159,5	156,8	153,5	145,5	
133	164,7	160,3	157,5	154,1	146,3	
134	165,8	161,2	158,1	154,8	147,1	
135	166,9	162,0	158,8	155,4	147,9	139,6
136	167,9	162,9	159,5	156,0	148,7	140,6
137	169,0	163,7	160,1	156,6	149,5	141,6
138	170,1	164,6	160,8	157,3	150,3	142,6
139	171,2	165,4	161,6	157,9	151,1	143,6
140	172,3	166,3	162,1	158,9	151,9	144,5
141	173,4	167,1	162,8	159,2	152,7	145,5
142	174,5	168,0	163,5	159,8	153,5	146,5
143	175,6	168,8	164,1	160,4	154,3	147,5
144	176,7	169,7	164,8	161,1	155,1	148,5
145	177,8	170,5	165,5	161,7	155,9	149,4
146	178,9	171,4	166,2	162,3	156,6	150,4
147	180,0	172,2	166,8	162,9	157,4	151,4
148	181,1	173,0	167,5	163,6	158,2	152,4
149	182,2	173,9	168,2	164,2	159,0	153,4
150	183,3	174,7	168,8	164,8	159,8	154,4

- **G054**

A FELNŐTT TERMET ELŐREJELZÉSE 3.

3. Mészáros & Mohácsi (1983)

Felnőttkori becsült termet =
MTTM / a morf. kornak megfelelő 18 éves kori adat százaléka ×100

Morf. kor:
10 év

MTTM:
139,21 cm

FIÚK				ÉLET-KOR	LEÁNYOK			
TTM	%	TTS	PLX		TTM	%	TTS	PLX
149,76	85,57	40,35	70,67	12	151,28	92,88	41,62	70,02
148,46	84,82	39,46	70,17		149,90	92,04	40,62	69,54
147,16	84,08	38,57	69,68		148,51	91,18	39,62	69,06
145,86	83,34	37,67	69,18		147,13	90,43	38,61	68,57
144,56	82,60	36,78	68,68	11	145,74	89,48	37,61	68,09
143,22	81,83	35,87	68,06		144,08	88,61	36,45	67,42
141,89	81,07	34,96	67,43		142,42	87,44	35,28	66,47
140,55	80,31	34,04	66,81		140,76	86,42	34,12	66,07
139,21	79,54	33,13	66,18	10	139,10	85,41	32,95	65,39
137,81	78,47	32,25	65,65		137,54	84,45	31,95	64,71
136,42	77,95	31,37	65,13		135,97	83,48	30,94	64,04
135,02	77,18	30,49	64,60		134,41	82,53	29,94	63,36
133,62	76,35	29,61	64,07	9	132,84	81,56	28,93	62,68
132,15	75,51	28,74	63,44		131,49	80,73	28,20	62,16
130,69	74,76	27,87	62,73		130,14	79,90	27,47	61,46
129,22	73,83	26,99	62,05		128,79	79,08	26,74	61,11
127,75	72,99	26,12	61,37	8	127,47	78,25	26,01	60,59

Felnőttkori becsült termet = 141,95 cm / 79,54 × 100 = 188,52 cm

- **G055**

A TESTALKAT 1.

Az emberre jellemző változékonyság, variabilis megjelenési formák csoportjai:

1. **földrajzi környezethez való alkalmazkodás eredménye, egész életen át megmarad, rasszbeliség, természetes osztályozás.**
2. **testalkat, az élet során változik, mesterséges osztályozás**

Testalkaton az embernek azon morfológiai-fiziológiai jellegegyüttesét értjük, amelyet a genetikai faktorok, valamint a méhen belüli (intrauterin) és születés utáni (extrauterin vagy postnatalis) élet hatásai határoznak meg. (Szabó Zoltán)

- **G056**

A TESTALKAT 2.

TESTALKAT: Rassztól és élőhelytől függetlenül mindenki besorolható egy alkattípusba. Nem térbeli kategória. Időben változik.

- **G057**

A TESTALKAT 3.

Hippokratész: Szangvinikus, kolerikus, melankólikus, flegmatikus (vérmérséklet alapján)

Osztályozások: - szomatoszkópia (megfigyelésen alapul, szubjektív);
- szomatometria (konkrét mérések alapján)

Kretschmer (1921): leptosom (sovány), atletikus (izmos), piknikus (kövér), diszpláziás (kevert)

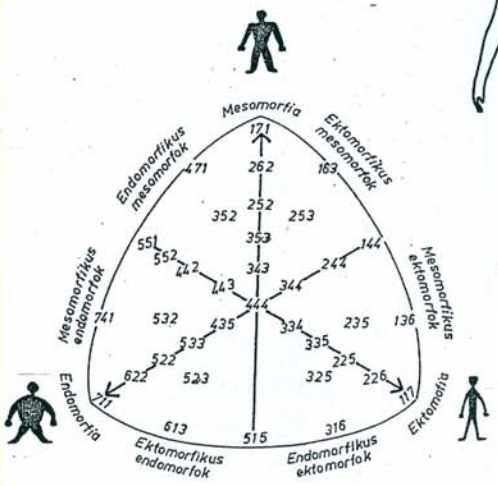
Hibái: idegrendszeri elváltozásokat feltételez, szubjektív, nem sorolható be mindenki egyértelműen

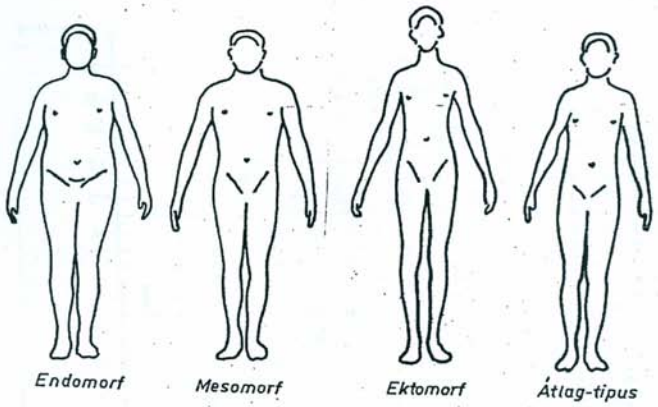
leptosom | **atletikus** | **piknikus**

- **G058**

A TESTALKAT 4.

W.H. Sheldon (1940):
- szomatoszkópia és –metria;
- csíralemezekből fejlődő szervrendszerek dominanciája alapján;
- endomorf (piknikus) 711
- mesomorf (atletikus) 171
- ektomorf (leptosom) 117



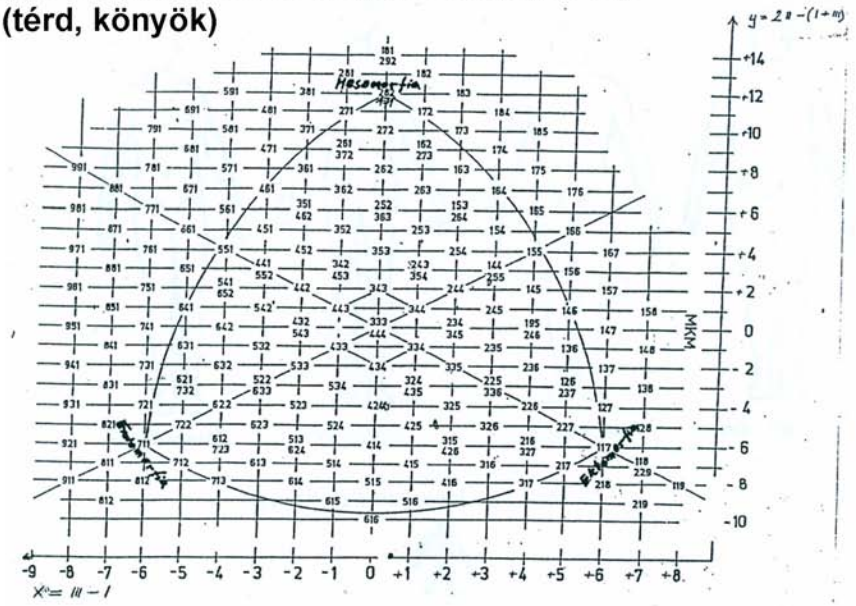


- **G059**

A TESTALKAT 5.

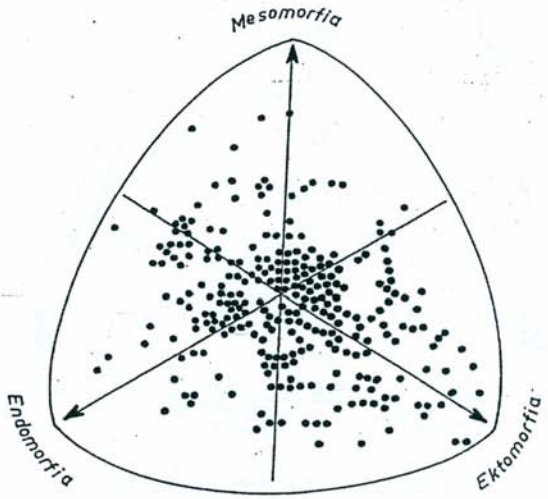
<u>SZOMATOTIPIZÁLÁS</u> (testméretek alapján):
testsúly, testmagasság,
bőrredőméretek (biceps, triceps, scapula, csípő, lábszár)
csontszélesség (térd, könyök)

<u>Szomatokart</u>

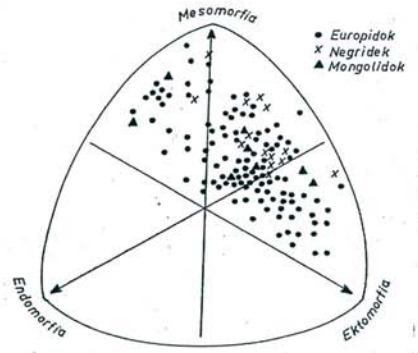


- **G060**

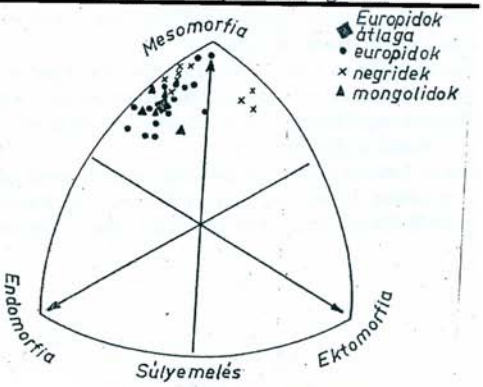
A TESTALKAT 6.



Az oxfordi egyetemi hallgatók szomatotípusainak megoszlása



Az 1960-as római Olimpiai Játékokon résztvett atléták szomatotípusainak megoszlása



A súlyemelők szomatotípusainak megoszlása

- **G061**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 1. (HEATH-CARTER)

1.

HEATH – CARTER – féle osztályozási lap

Név..... Életkor..... Nem: Férfi Nő Sorszám..... Adatgyűjtő .....

Foglalkozás..... Etnikai csoport..... Dátum..... .....

2.

Bőrredővastagság mm	TELJES BŐRREDŐVASTAGSÁG /cm/
Triceps /T/ =	Felső határ
Subscapularis =	10.9 14.9 18.9 22.9 26.9 31.2 35.8 40.7 46.2 52.2 58.7 65.7 73.2 81.2 89.7 98.9 108.9 119.7 131.2 143.7 157.2 171.9 187.9 204.0
Suprailiaca =	Közép
TELJES BŐRREDŐ =	9.0 13.0 17.0 21.0 25.0 29.0 33.5 38.0 43.5 49.0 55.5 62.0 69.5 77.0 85.5 94.0 104.0 114.0 125.5 137.0 150.5 164.0 180.0 196.0
Lábszár /C/ =	Alsó határ
	7.0 11.0 15.0 19.0 23.0 27.0 31.3 35.9 40.8 46.3 52.3 58.8 65.8 73.3 81.3 89.8 99.0 109.0 119.8 131.3 143.8 157.3 172.0 188.0
	ELSŐ KOMPONENS
	0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12

3.

Termet cm =	139.7 143.5 147.3 151.1 154.9 158.8 162.6 166.4 170.2 174.0 177.8 181.6 185.4 189.2 193.0 196.9 200.7 204.5 208.3 212.1 215.9 219.7 223.5 227.3
Humerus szél.cm =	5.19 5.34 5.49 5.64 5.78 5.93 6.07 6.22 6.37 6.51 6.65 6.80 6.95 7.09 7.24 7.38 7.53 7.67 7.82 7.97 8.11 8.25 8.40 8.55
Femur szél.cm =	7.41 7.62 7.83 8.04 8.24 8.45 8.66 8.87 9.08 9.28 9.49 9.70 9.91 10.12 10.33 10.53 10.74 10.95 11.16 11.36 11.57 11.78 11.99 12.21
Bicepe kerület cm /B/ =	
B – T/cm/ =	23.7 24.4 25.0 25.7 26.3 27.0 27.7 28.3 29.0 29.7 30.3 31.0 31.6 32.2 33.0 33.6 34.3 35.0 35.6 36.3 37.0 37.6 38.3 39.0
Lábszár kerület cm /L/ =	
L – C/cm/ =	27.7 28.5 29.3 30.1 30.8 31.6 32.4 33.2 33.9 34.7 35.5 36.3 37.1 37.8 38.6 39.4 40.2 41.0 41.7 42.5 43.3 44.1 44.9 45.6
	MÁSODIK KOMPONENS
	0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9

4.

Testsúly kg =	Felső határ 39.65 40.74 41.43 42.13 42.82 43.48 44.18 44.84 45.53 46.23 46.92 47.58 48.25 48.94 49.63 50.33 50.99 51.68
Termet. $\sqrt[3]{\text{Testsúly}}$ =	Közép és 40.20 41.09 41.79 42.48 43.14 43.84 44.50 45.19 45.89 46.32 47.24 47.94 48.60 49.29 49.99 50.68 51.34
	Alsó határ alatt 39.66 40.75 41.44 42.14 42.83 43.49 44.19 44.85 45.54 46.24 46.93 47.59 48.26 48.95 49.64 50.34 51.00
	HARMADIK KOMPONENS
	0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9

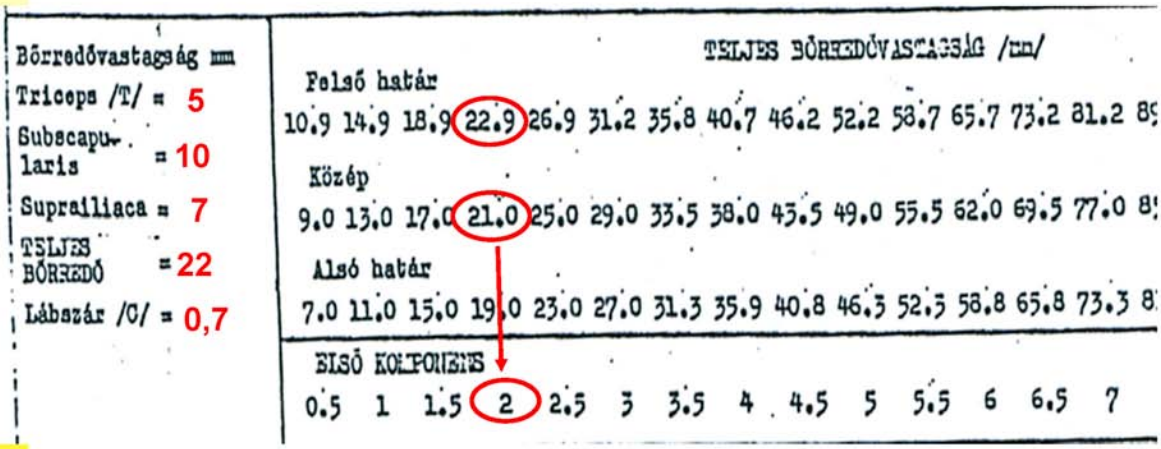
Antropometriai szomatotípus. Első komponens ☐☐ Második komponens ☐☐ Harmadik komponens ☐☐

Antropometriai és fotoszkópikus szomatotípus.

- **G062**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 2. (HEATH-CARTER)

I. komponens

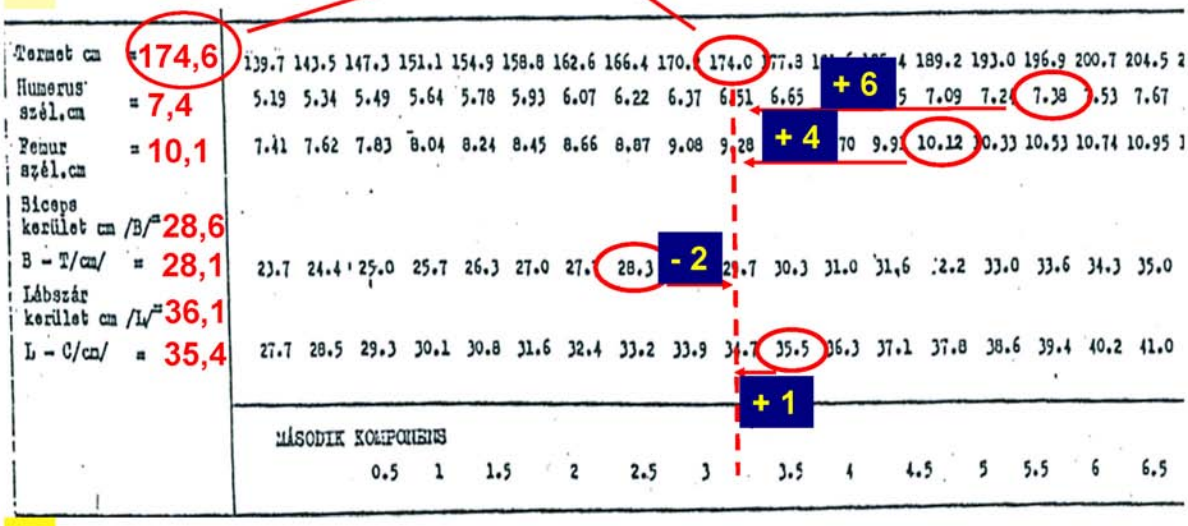


- **G063**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 3. (HEATH-CARTER)

II. komponens

174,6 – 174 = 0,6 (azaz 6 hányad)



+ 6 + 4 - 2 + 1 = 9 **9/8 = 1,12**

- **G064**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 4. (HEATH-CARTER)

II. komponens

Korrekciós értékek a testmagassághoz

Hányad		Hányad		Hányad	
1	0.03	7	0.18	13	0.34
2	0.05	8	0.21	14	0.37
3	0.08	9	0.24	15	0.39
4	0.10	10	0.26	16	0.42
5	0.13	11	0.29	17	0.45
6	0.16	12	0.32	18	0.47
				19	0.50

1,12 + 0,16 = 1,28

4 + 1,28 = 5,28 ⟶ **II. Komponens = 5,5**

(A középső szomatotípust jelöli.)

- **G065**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 5. (HEATH-CARTER)

III. komponens

Testsúly = 69,6 kg

Ponderális index (MSR) = testmagasság × testsúlyfaktor

testsúlyfaktor =1/ $\sqrt[3]{}$ testsúly

MSR = 174,6 × 0,243223 = 42,47

kg	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
10	.464158	.456671	.449644	.443030	.436790	.430886	.425290	.419973	.414913	.410088
15	.405480	.401072	.396850	.392800	.388911	.385171	.381571	.378102	.374756	.371525
20	.368403	.365383	.362460	.359628	.356882	.354219	.351633	.349122	.346680	.344306
25	.341995	.339745	.337553	.335416	.333333	.331300	.329316	.327379	.325487	.323637
30	.321829	.320061	.318331	.316689	.314980	.313356	.311765	.310207	.308678	.307180
35	.305710	.304268	.302853	.301464	.300100	.298760	.297444	.296150	.294879	.293630
40	.292401	.291193	.290004	.288035	.287684	.286552	.285437	.284339	.283258	.282193
45	.281144	.280110	.279092	.278088	.277008	.276122	.275160	.274211	.273275	.272352
50	.271441	.270542	.269655	.268780	.267916	.267062	.266220	.265388	.264566	.263755
55	.262953	.262161	.261378	.260605	.259841	.259086	.258330	.257601	.256871	.256149
60	.255436	.254730	.254032	.253342	.252659	.251034	.251315	.250654	.250000	.249352
65	.248711	.248076	.247448	246827	.246211	.245602	.244998	.244401	.243809	.243223
70	.242642	.242067	.241498	.240933	.240374	.239821	.239272	.238728	.238189	.237655
75	.237126	.236601	.236081	.235566	.235055	.234548	.234046	.233548	.233054	.232564
80	.232079	.231597	.231120	.230646	.230177	.229711	.229248	.228790	.228335	.227884
85	.227436	.226992	.226331	.226114	.225680	.225249	.224822	.224397	.223976	.223559
90	.223144	.222732	.222323	.221018	.221515	.221115	.220718	.220324	.219933	.219544
95	.219158	.218775	.218395	.218017	.217642	.217269	.216899	.216581	.216166	.215803
100	.215443	.215085	.214730	.214376	.214026	.213677	.213331	.212987	.212645	.212305
105	.211967	.211632	.211299	.210968	.210638	.210311	.209986	.209663	.209342	.209023
110	.208706	.208391	.208077	.207766	.207456	.207148	.206842	.206538	.206236	.205935
115	.205636	.205339	.205044	.204750	.204458	.204167	.203879	.203591	.203306	.203022
120	.202740	.202459	.202180	.201902	.201626	.201361	.201078	.200896	.200586	.200267
125	.200000	.199734	.199469	.199206	.198944	.198684	.198425	.198167	.197911	.197656
130	.197402	.197149	.196898	.196648	.196400	.196152	.195306	.195661	.195419	.195175
135	.194934	.194694	.194455	.194217	.193981	.193745	.193511	.193278	.193046	.192815
140	.192535	.192356	.192129	.191902	.191677	.191452	.191229	.191007	.190785	.190565

- **G066**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 6. (HEATH-CARTER)

III. komponens

MSR = 174,6 × 0,243223 = 42,47

Testsúly kg =														
Termet/$\sqrt[3]{\text{Testsúly}}$ =	Felső határ	39.65	40.74	41.43	42.13	42.82	43.48	44.18	44.84	45.53	46.23	46.92	47.58	48.25	48.94
	Közép és	40.20	41.09	41.79	42.48	43.14	43.84	44.50	45.19	45.89	46.32	47.24	47.94	48.60	
	Alsó határ alatt	39.66	40.75	41.44	42.14	42.83	43.49	44.19	44.85	45.54	46.24	46.93	47.59	48.26	

HARMADIK KOMPONENS

-0.5 | 1 | 1.5 | 2 | **2.5** | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7

2 – 5,5 – 2,5

- **G067**

SZOMATOTÍPUS meghatározása 7. (HEATH-CARTER)

2 – 5,5 – 2,5

$y = 2 \times II. - (I. + III.)$

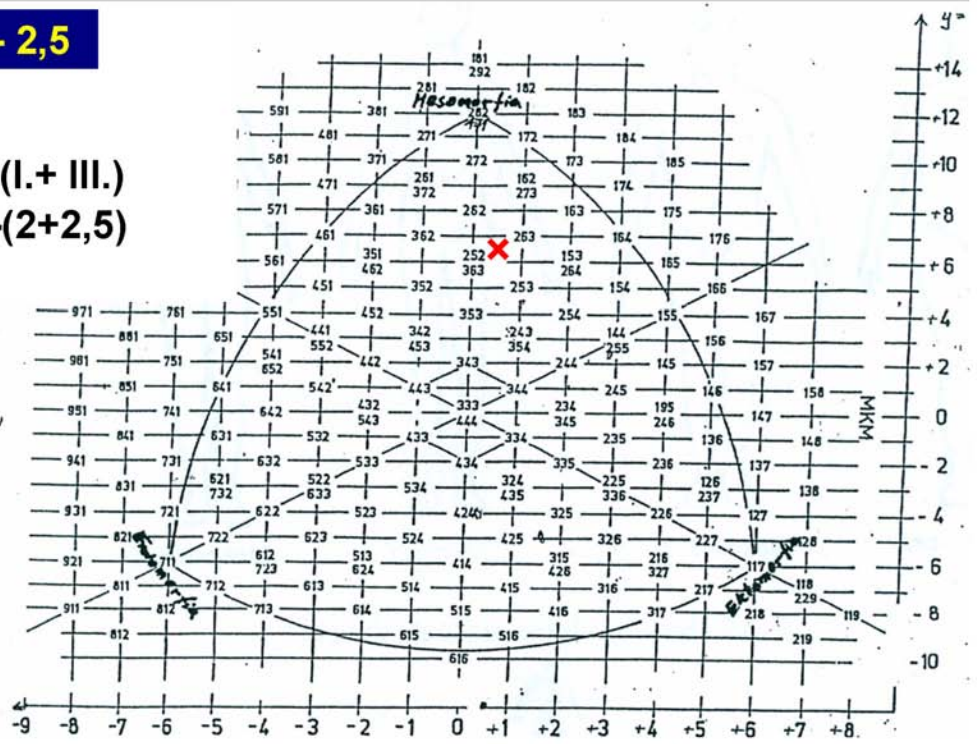
$y = 2 \times 5,5 - (2 + 2,5)$

$y = 6,5$

$x = III. - I.$

$x = 2,5 - 2$

$x = 0,5$



- **G068**

Heath – Carter-féle osztályozási lap

HEATH – CARTER – féle osztályozási lap

Név..... Életkor..... Nemű: Férfi Nő Sorszám..... Adatgyűjtő

Foglalkozás..... Etnikai csoport..... Dátum..... .....

Bőrredővastagság mm

Triceps /T/ =

Subscapularis =

Suprailiaca =

TELJES BŐRREDŐ =

Lábszár /O/ =

TELJES BŐRREDŐVASTAGSÁG /cm/

Felső határ

10.9 14.9 18.9 22.9 26.9 31.2 35.8 40.7 46.2 52.2 58.7 65.7 73.2 81.2 89.7 98.9 108.9 119.7 131.2 143.7 157.2 171.9 187.9 204.0

Közép

9.0 13.0 17.0 21.0 25.0 29.0 33.5 38.0 43.5 49.0 55.5 62.0 69.5 77.0 85.5 94.0 104.0 114.0 125.5 137.0 150.5 164.0 180.0 196.0

Alsó határ

7.0 11.0 15.0 19.0 23.0 27.0 31.3 35.9 40.8 46.3 52.5 58.8 65.8 73.3 81.3 89.8 99.0 109.0 119.8 131.3 143.8 157.3 172.0 188.0

ELSŐ KOMPONENS

0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12

Termet cm =

Humerus szél.cm =

Femur szél.cm =

Biceps kerület cm /B/ =

B – T/cm/ =

Lábszár kerület cm /L/ =

L – C/cm/ =

139.7	143.5	147.3	151.1	154.9	158.8	162.6	166.4	170.2	174.0	177.8	181.6	185.4	189.2	193.0	196.9	200.7	204.5	208.3	212.1	215.9	219.7	223.5	227.3
5.19	5.34	5.49	5.64	5.78	5.93	6.07	6.22	6.37	6.51	6.65	6.80	6.95	7.09	7.24	7.38	7.53	7.67	7.82	7.97	8.11	8.25	8.40	8.55
7.41	7.62	7.83	8.04	8.24	8.45	8.66	8.87	9.08	9.28	9.49	9.70	9.91	10.12	10.33	10.53	10.74	10.95	11.16	11.36	11.57	11.78	11.99	12.21
23.7	24.4	25.0	25.7	26.3	27.0	27.7	28.3	29.0	29.7	30.3	31.0	31.6	32.2	33.0	33.6	34.3	35.0	35.6	36.3	37.0	37.6	38.3	39.0
27.7	28.5	29.3	30.1	30.8	31.6	32.4	33.2	33.9	34.7	35.5	36.3	37.1	37.8	38.6	39.4	40.2	41.0	41.7	42.5	43.3	44.1	44.9	45.6

MÁSODIK KOMPONENS

0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9

Testsúly kg =

Termet. $\sqrt[3]{\text{Testsúly}}$ =

Felső határ		39.65	40.74	41.43	42.13	42.82	43.48	44.18	44.84	45.53	46.23	46.92	47.58	48.25	48.94	49.63	50.33	50.99	51.68				
Közép	és	40.20	41.09	41.79	42.48	43.14	43.84	44.50	45.19	45.89	46.32	47.24	47.94	48.60	49.29	49.99	50.68	51.34					
Alsó határ	alatt	39.66	40.75	41.44	42.14	42.83	43.49	44.19	44.85	45.54	46.24	46.93	47.59	48.26	48.95	49.54	50.34	51.00					

HARMADIK KOMPONENS

0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9

Antropometriai szomatotípus. Első komponens ☐ Második komponens ☐ Harmadik komponens ☐

Antropometriai és fotoszkópikus szomatotípus. ☐ ☐ ☐

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – BIOENERGETIKA I.

1. kulcsszó cím: Energia

A termodinamika első főtétele kimondja, hogy a különböző energiafajták átalakulhatnak egymásba ez az energia megmaradásának törvénye.

Energián a munkavégzés képességét értjük.

Potenciális energia

Kinetikus energia Potenciális energiából származó munka.

Potenciális energia, ami kinetikus energiává alakul

A hasznosítható potenciális energia különböző átalakulási formái. **G001**

Az egyes energiaformák átalakulásai. **G002**

1. képernyő cím: Bioenergetika

A bioenergetika a biokémiai folyamatok során lezajló energiaváltozásokkal foglalkozik.

Biológiai rendszerekben az energiát kalóriában (cal) mérik. 1 cal egyenértékű azzal a hőenergiával, amely szükséges ahhoz, hogy 1 g vizet 1°C kal 14.5°C ról 15.5°C ra felmelegítsünk.

Embereknél az energiát kilókalóriában (kcal) adják meg (1 kcal = 1000 cal).

A heterotróf élőlények különböző tápanyagok felvételével, és azok lebontásával biztosítják energiaszükségletüket.

Szervezetünk sejtjei számára a fő energiaforrás a kémiai energia.

Exergonikus kémiai reakció esetén a szabadenergia változás értéke negatív, a reakció energiabevitel nélkül is végbemehet.

Endergonikus reakció esetén a szabadenergia változás pozitív, a folyamat spontán nem megy végbe.

2. képernyő cím: Fotoszintézis

A fotoszintézis endergonikus folyamatai teszik lehetővé a szénhidrátok, lipidek és fehérjék szintézisét. **G003**

3. képernyő cím: A sejtlégzés exergonikus folyamata

Példák a biológiai munkavégzésre. **G004**

A sejtekben folyó biokémiai folyamatok összességét metabolizmusnak, vagy más néven intermedier anyagcserének nevezzük.

A metabolizmus egyik csoportja a katabolizmus, amelyen a lebontó folyamatok összességét értjük.

A katabolizmussal ellentétes irányú, azaz felépítő reakciókat anabolizmusnak nevezzük.

Ha egy adott reakciólépés mindkét irányban végbemehet, amfibolikus reakcióútról beszélünk.

4. képernyő cím: Az anyagcsereutak

A katabolikus út (lebontás) általában exergonikus, az anabolikus folyamat (felépítés) pedig endergonikus reakció. **G005** **G006**

A tápanyagok lebontása során egy kulcsfontosságú molekula, az adenozin trifoszfát (ATP) képződik sejtjeinkben.

Az ATP, mint „nagy energiájú” vegyület biztosítja a különböző biokémiai folyamatokhoz szükséges energiát. **G007**

Az ATP központi szerepe a szervezet energiaháztartásában **G008**

Az izomszövet jelentős mennyiségű kreatin foszfátot tartalmaz, amely fontos energiaraktározó funkciót lát el. **G009**

Munkavégzés esetén az energianyerésre elhasznált ATP kreatin foszfát (PCr) segítségével anaerob úton újratermelődik. **G010**

5. képernyő cím: Elektronátvitel oxidoredukció

A katabolikus folyamatok során a szerves molekulák oxidoredukciós reakciók révén képesek elektront leadni (oxidáció) illetve felvenni (redukció) elektrontranszfer.

A számos elektronátvivő molekula közül az egyik legfontosabb a nikotinsavamid adenin dinukleotid (NAD) koenzim.

A NAD^+ mellett a másik fontos elektron (hidrogén) szállító a flavin adenin dinukleotid (FAD). **G011**

Az ábra a NAD oxidált illetve redukált állapotát mutatja. A tápanyagok lebontásakor a molekulák által leadott hidrogénekből a NAD^+ két elektront és egy protont (H ,hidridion) képes felvenni és így NADH vá alakulni. **G012**

A NAD^+ mint elektronátvivő (hidrogénszállító) segítségével a redukált formájú szerves molekulák oxidált kerülnek. A végső hidrogénfelvevő a terminális oxidációban az oxigén lesz, így víz képződik **G013**

6. képernyő cím: Terminális oxidáció - a mitokondriális légzési lánc

A szerves molekulákból származó hidrogének a NAD^+ segítségével a mitokondriumba szállítódnak, ahol a terminális oxidációban vízzé oxidálódnak. **G014**

A mitokondrium belső membránjában található a légzési lánc elektronátvivő rendszere. Fontos szerepe van az elektronok szállításában a citokróm fehérjéknek, melyek prosztetikus csoportként hemet tartalmaznak.

7. képernyő cím: Oxidatív foszforiláció

A terminális oxidáció mellett a mitokondrium belső membránjához kötötten zajlik az oxidatív foszforiláció folyamata is. Ennek során az ADP foszforilációjaként ATP keletkezik. Szemben a terminális oxidációval az ADP-ATP átalakulás endergonikus folyamat. **G015**

Az ATP szintézisét az ATP- szintáz enzim végzi, amelynek a foszforilációt végző alegysége (F_1) mellett egy protoncsatornát alkotó része (F_0) is van.

A légzési lánc oxidoredukciós mechanizmusához kapcsoltan protonok (H^+) pumpálódnak a mitokondriális mátrixból a membránok közötti térbe - proton motoros erő jön létre. **G016**

Az elektrokémiai grádiensnek megfelelően a protonok az ATP-szintáz segítségével visszajutnak a mátrixb, miközben az ADP foszforilálódik és ATP lesz belőle - Mitchell-féle kemiozmotikus elmélet.

8. képernyő cím: A citrátkör (citromsavciklus, Szent-Györgyi - Krebs-ciklus)

A különböző tápanyagok lebontásának első fázisában piruvát vagy acetil-CoA képződik.

A glikolízis során képződő piruvát a mitokondriumban acetil-CoA-vá alakul a piruvát-dehidrogenáz enzimkomplex segítségével.

A képződöt acetil-CoA fog belépni a citrátkörbe, ahol oxidálódik, és így CO_2 keletkezik. **G017**

A citrátkörbe belépő acetil-CoA az oxálacetáttal citrátot képez.

A körfolyamat reverzibilis és irreverzibilis reakcióit mitokondriális enzimek katalizálják (az ábrán nincs feltüntetve).

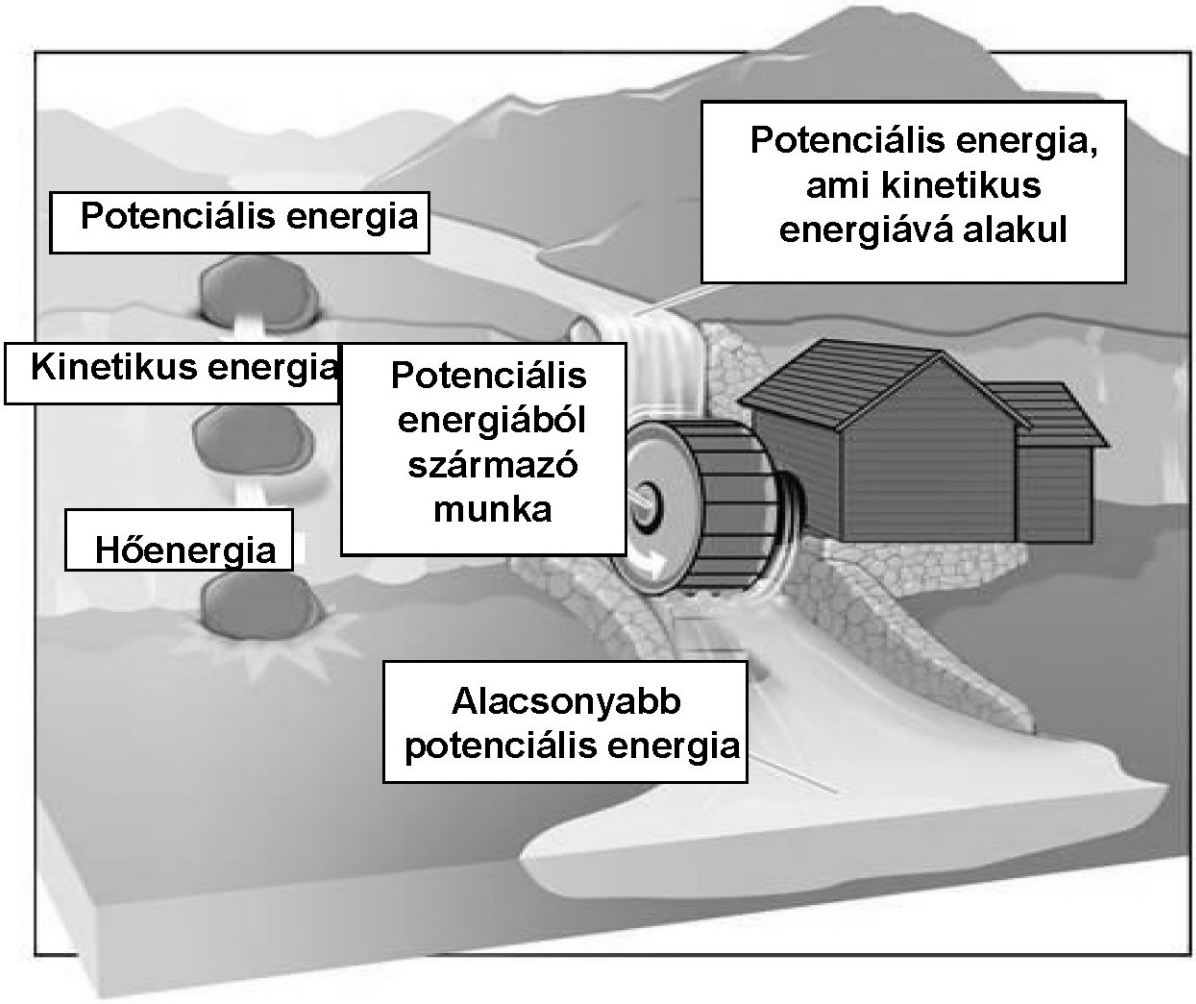
A ciklus során keletkező CO_2 mellett a hidrogének elektronszállító molekulák (NAD, FAD) segítségével a terminális oxidációba kerülnek. **G018**

9. képernyő cím: A mitokondriumban lezajló folyamatok összefoglalása

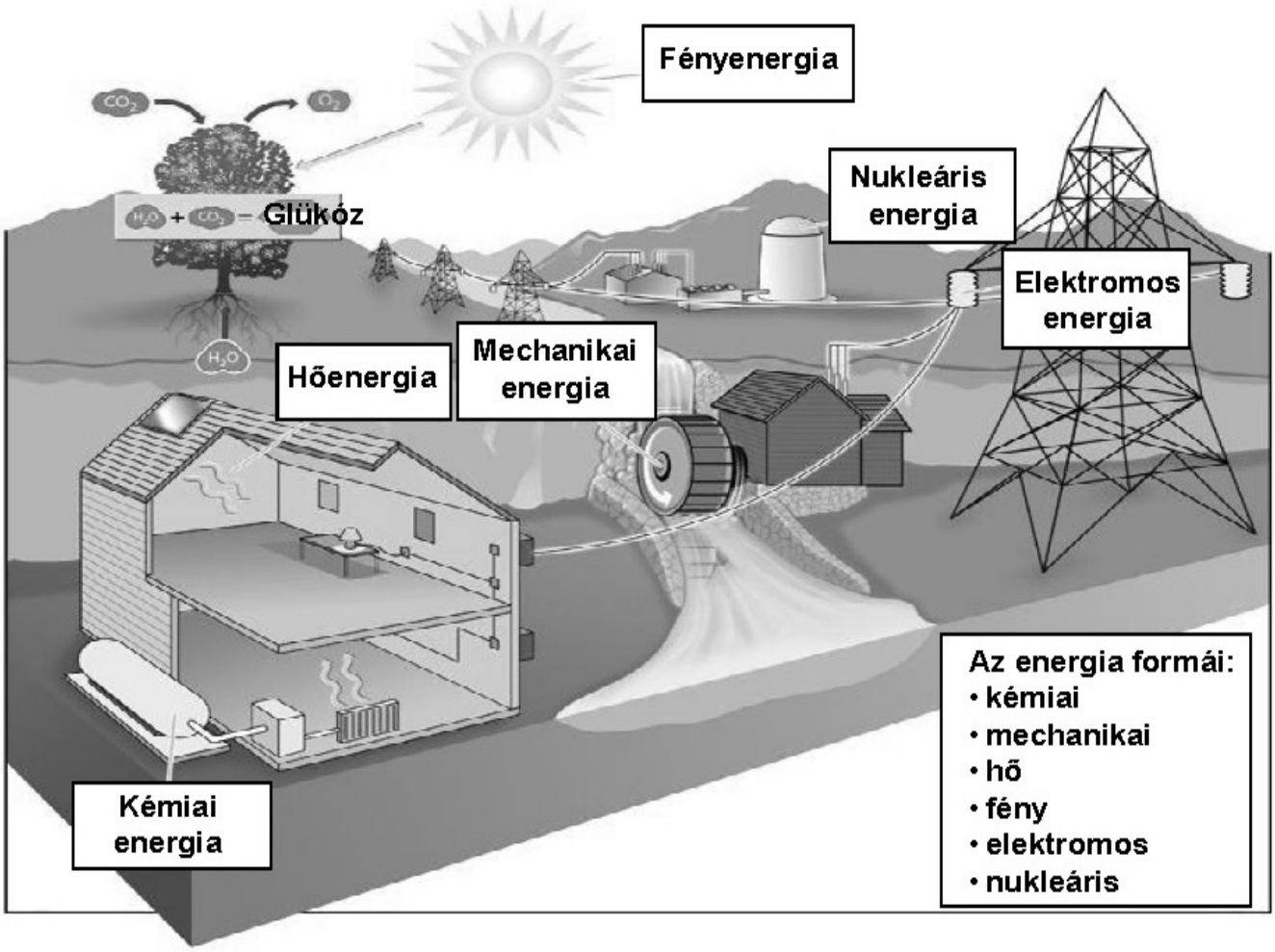
G019 1 glükózmolekula teljes oxidációja a glikolízis, citrátkör és terminális oxidáció során összesen 38 ATP képződését eredményezi, azonban a glükóz foszforilációjához 2 ATP szükséges, így a nettó ATP mennyiség 36. **G020**

Képgyűjtemény:

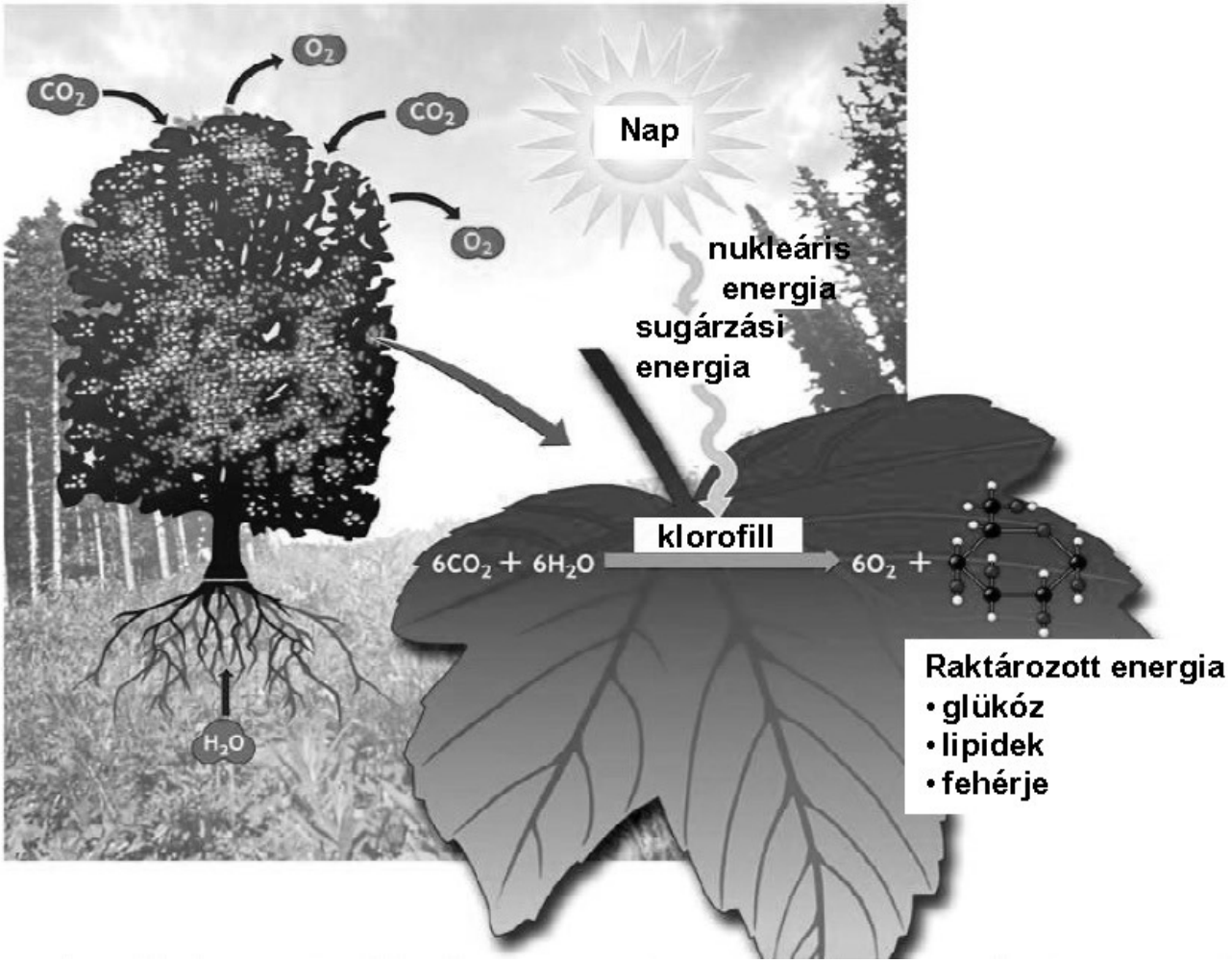
- **G001**



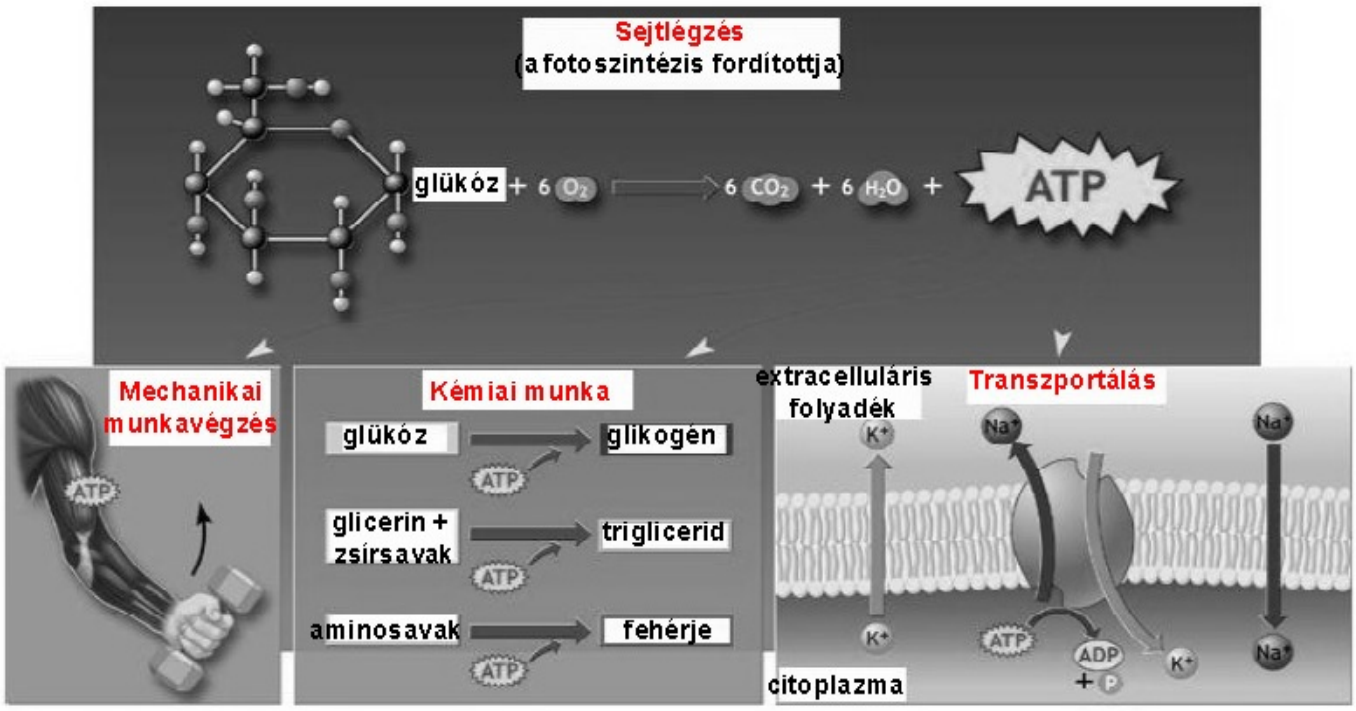
- **G002**


Fényenergia
Nukleáris energia
Elektromos energia
Mechanikai energia
Hőenergia
Kémiai energia
Glükóz
Az energia formái:
• kémiai
• mechanikai
• hő
• fény
• elektromos
• nukleáris

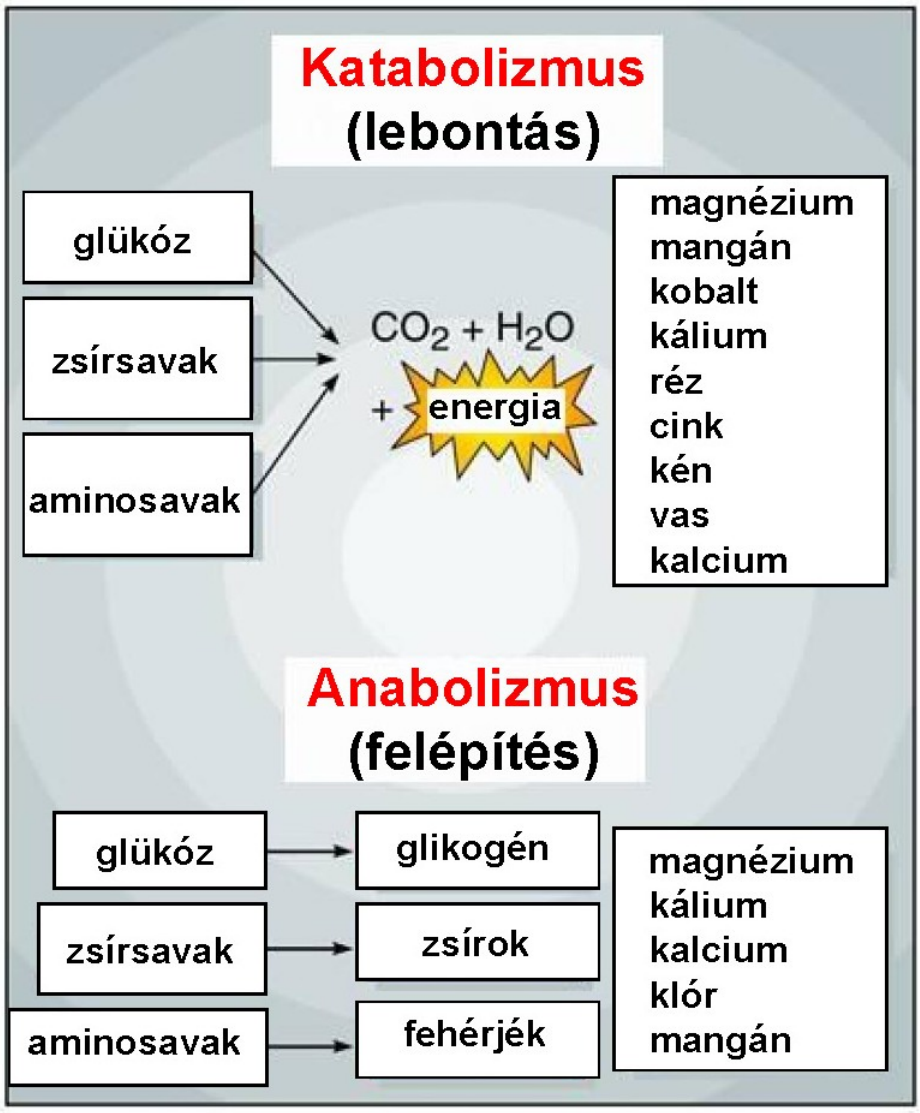
- **G003**


O_2
CO_2
CO_2
Nap
O_2
nukleáris
energia
sugárzási
energia
klorofill
$6CO_2 + 6H_2O$
$6O_2 +$
Raktározott energia
• glükóz
• lipidek
• fehérje
H_2O

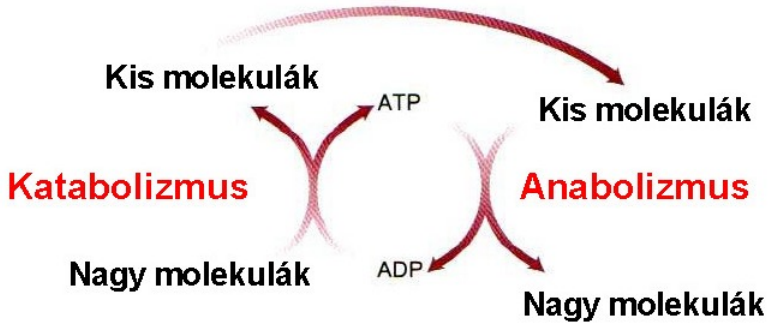
- **G004**


Sejtlégzés
(a fotoszintézis fordítottja)
glükóz + 6 O_2
6 CO_2 + 6 H_2O +
ATP
Mechanikai
munkavégzés
ATP
Kémiai munka
glükóz
glikogén
ATP
glicerin +
zsírsavak
triglicerid
ATP
aminosavak
fehérje
ATP
extracelluláris
folyadék
K^+
Transzportálás
Na^+
Na^+
K^+
ATP
ADP
+ P
K^+
Na^+
citoplazma

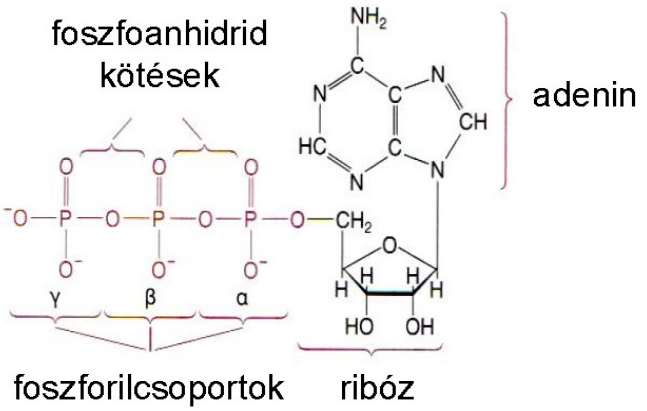
- **G005**

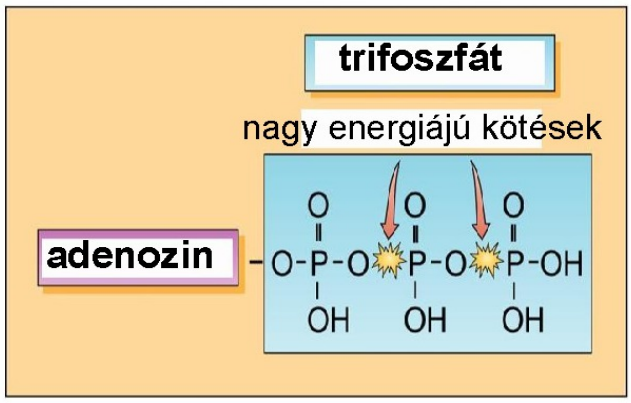

Katabolizmus
(lebontás)
glükóz
zsírsavak
aminosavak
$CO_2 + H_2O$
+ energia
magnézium
mangán
kobalt
kálium
réz
cink
kén
vas
kalcium
Anabolizmus
(felépítés)
glükóz
zsírsavak
aminosavak
glikogén
zsírok
fehérjék
magnézium
kálium
kalcium
klór
mangán

- **G006**

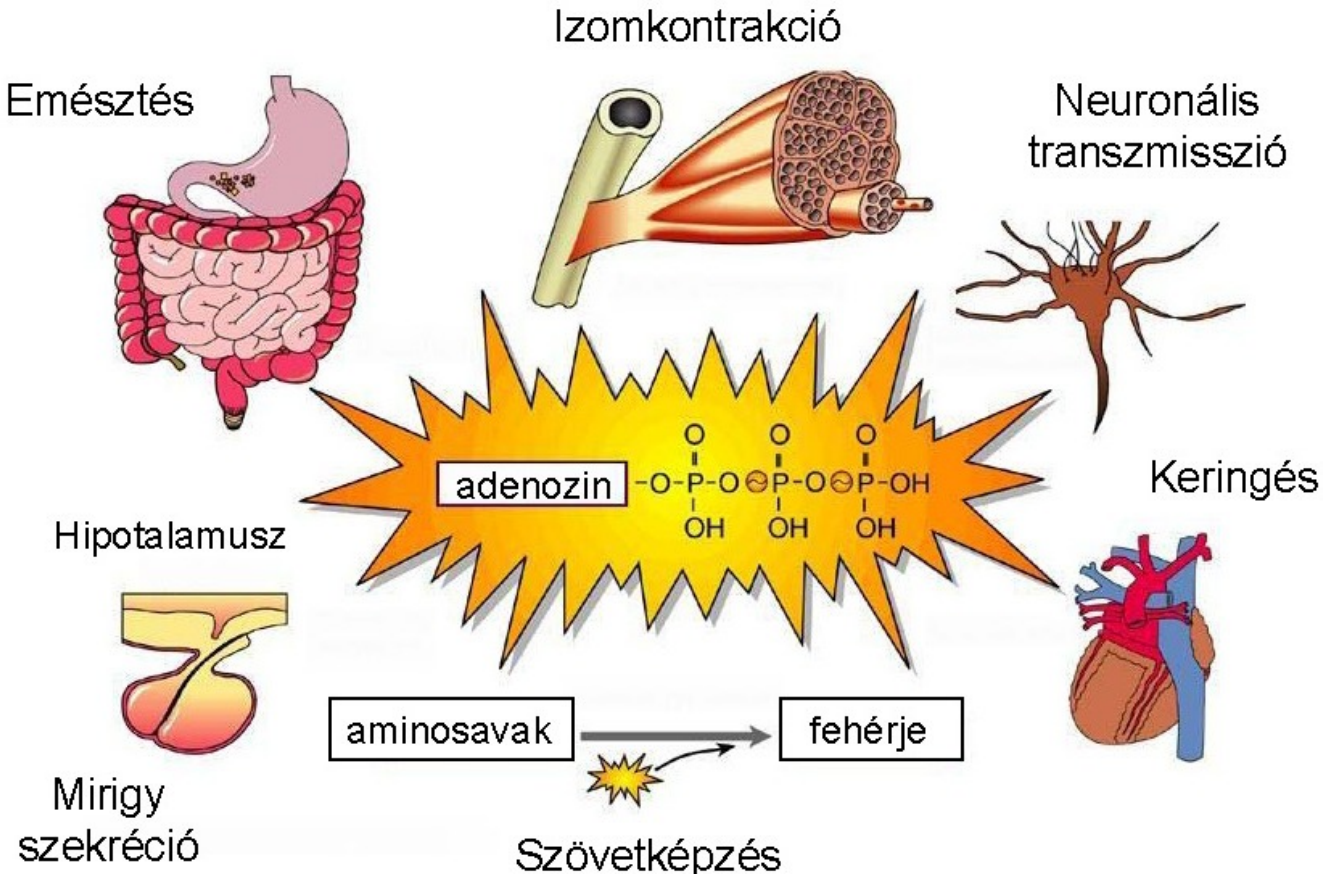

Kis molekulák
ATP
Kis molekulák
Katabolizmus
Anabolizmus
Nagy molekulák
ADP
Nagy molekulák

- **G007**

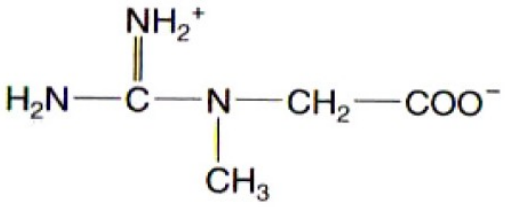




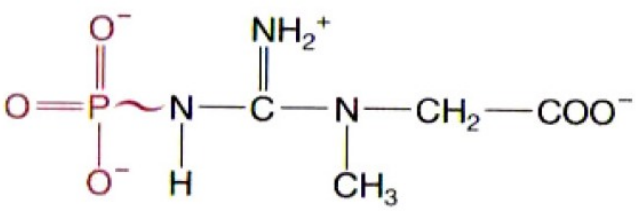
- **G008**



- **G009**

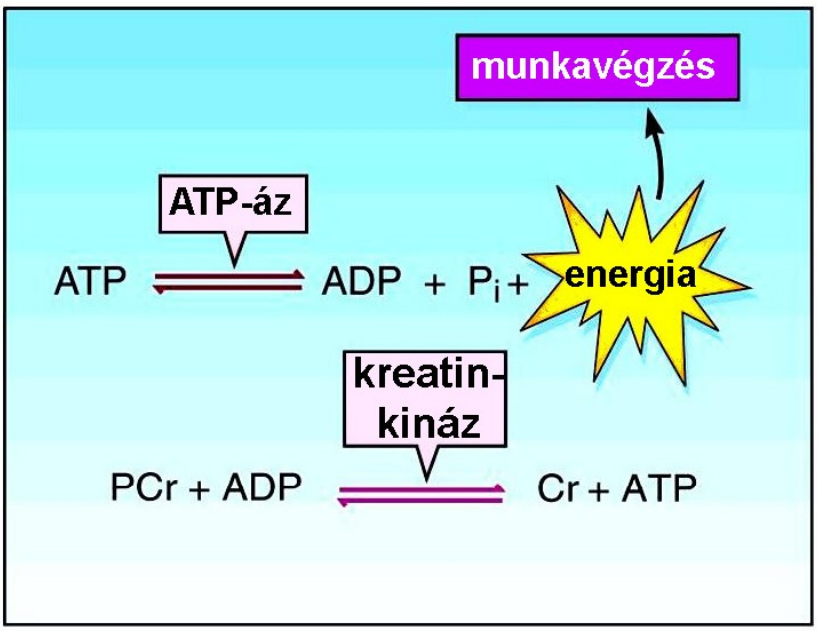


kreatin

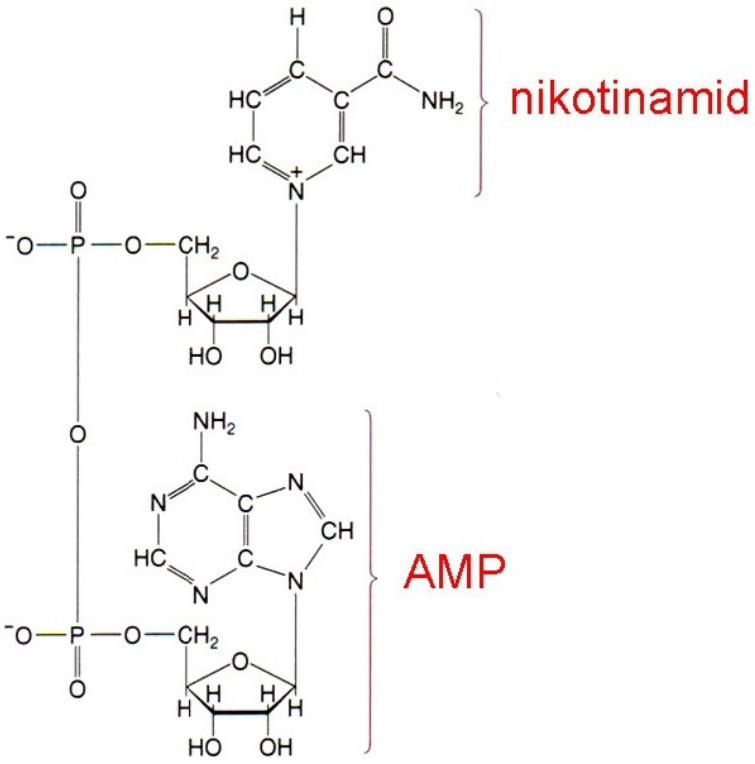


kreatin-foszfát

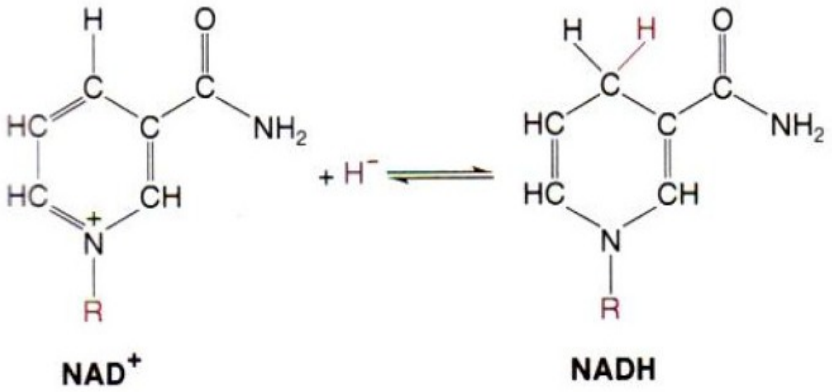
- **G010**


munkavégzés
ATP-áz
ATP
ADP + P_i +
energia
kreatin-kináz
PCr + ADP
Cr + ATP

- **G011**

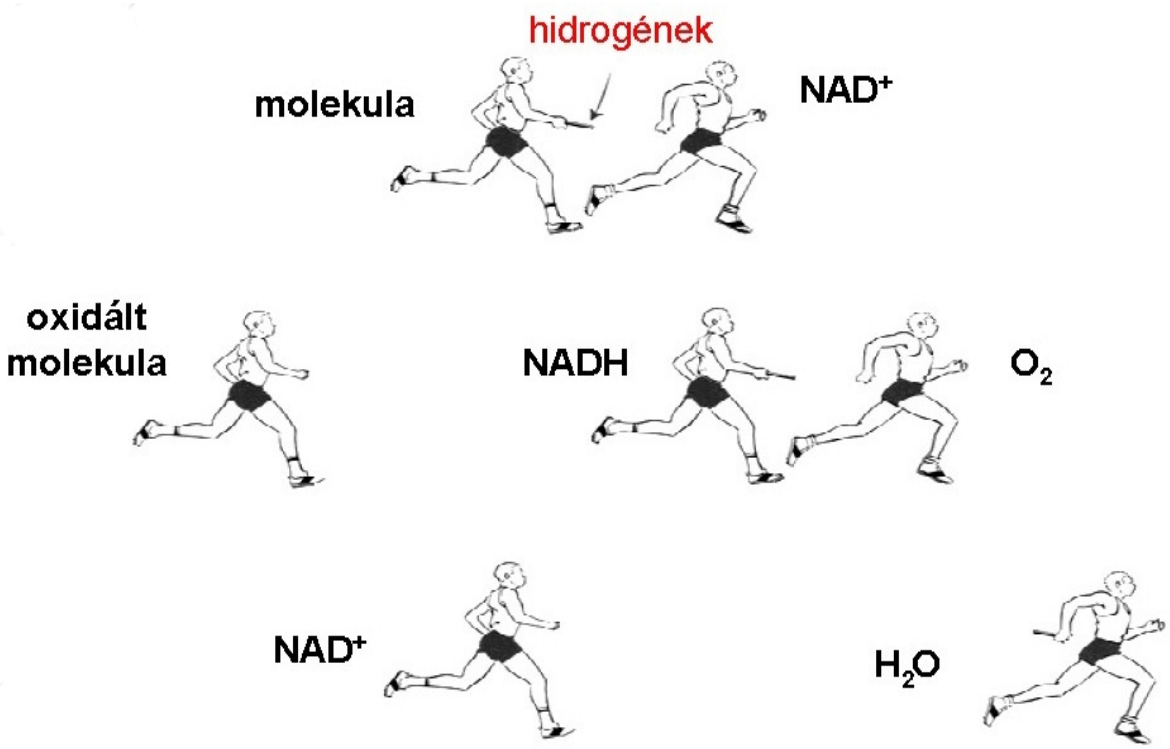

nikotinamid
AMP

- **G012**

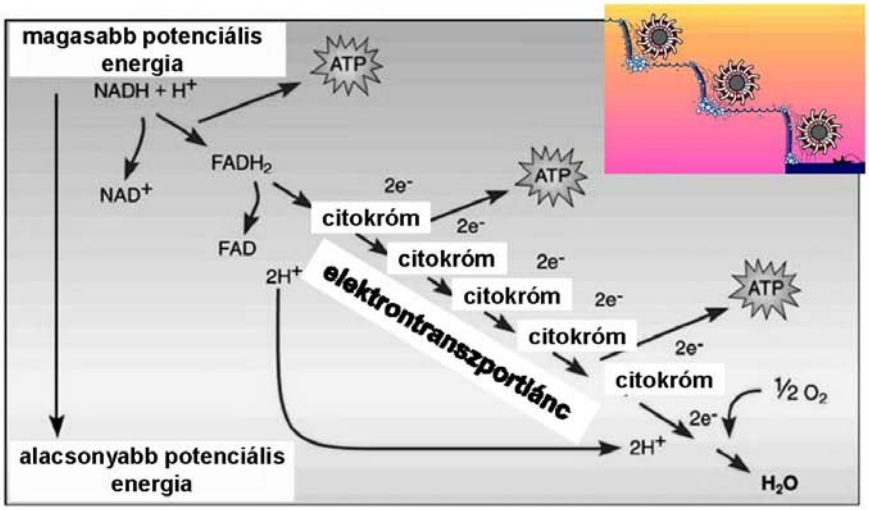


(oxidált forma) (redukált forma)

- **G013**



- **G014**

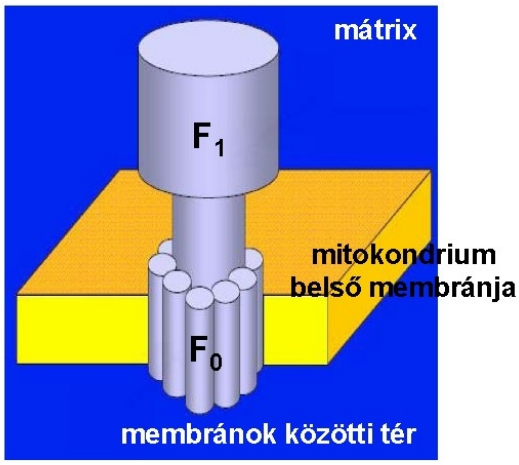


$$½\ O_2 + 2\ H^+ + 2\ e^- \quad H_2O$$

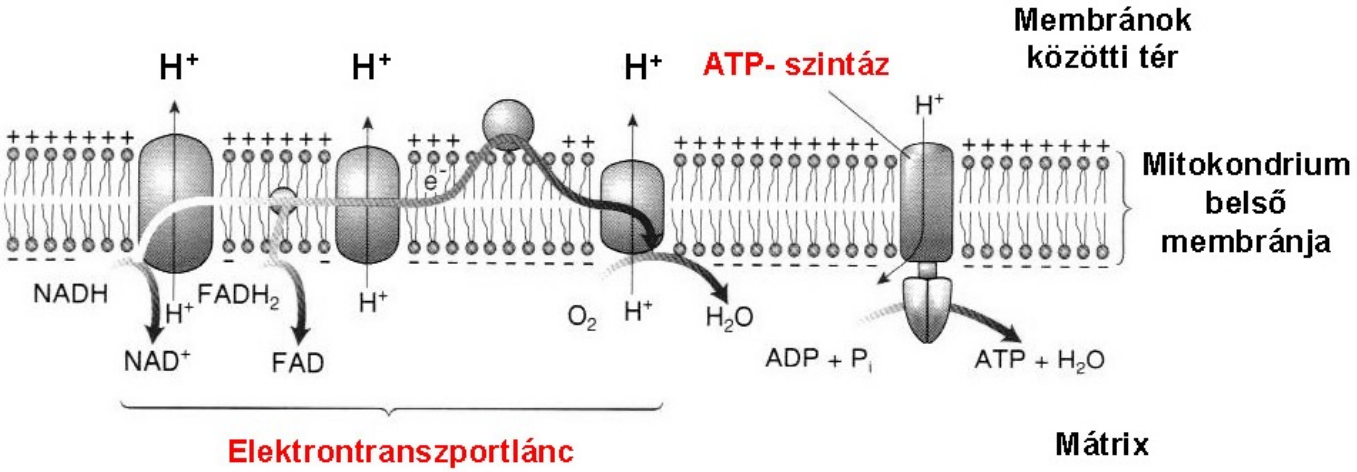
A mitokondriális légzési lánc A terminális oxidáció exergonikus folyamat

- **G015**

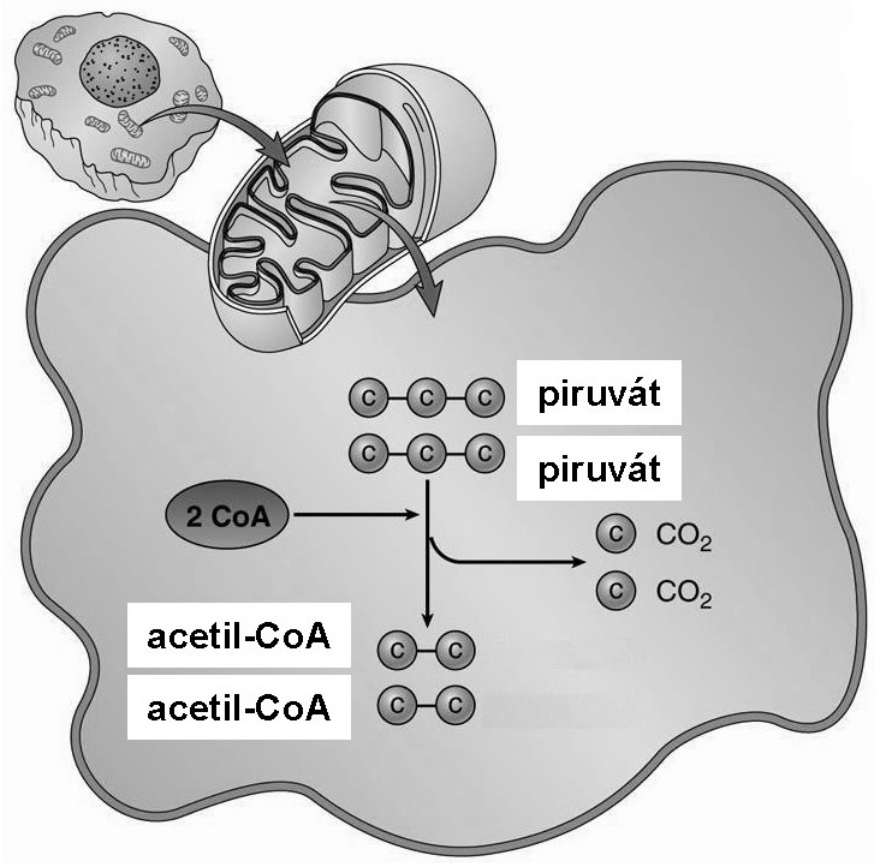
$$ADP + P_i + H^+ \quad ATP + H_2O$$



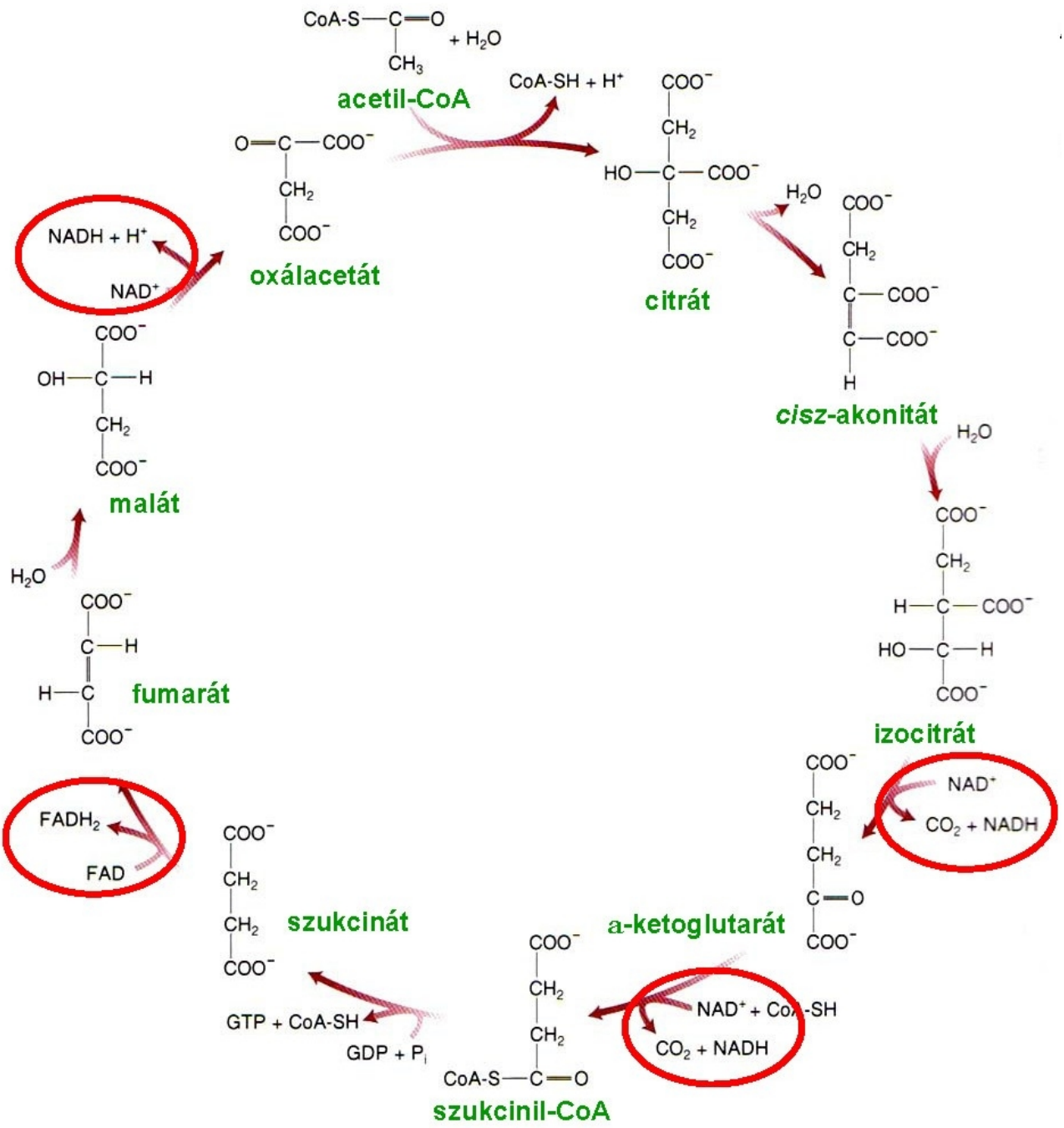
- **G016**



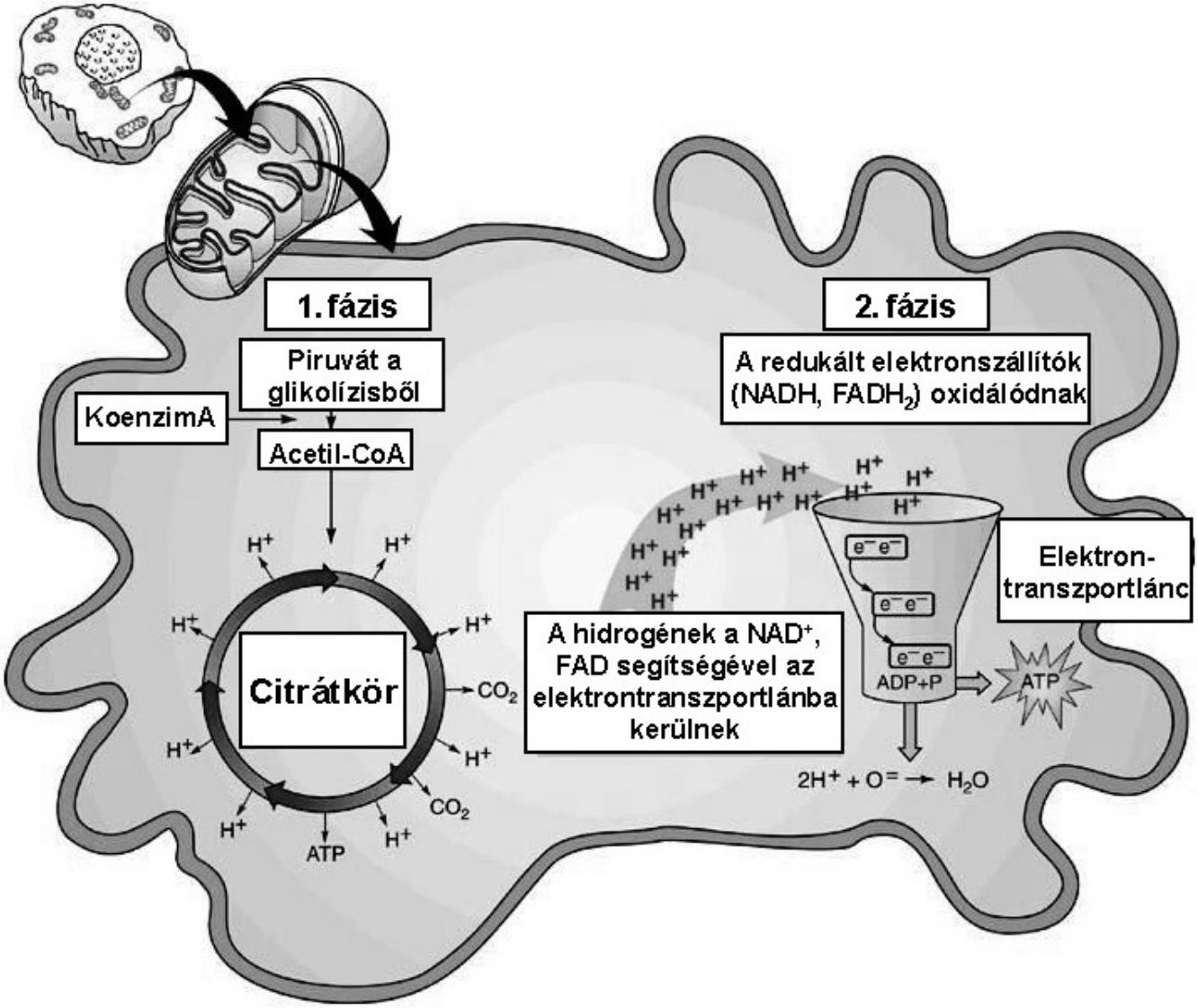
- **G017**



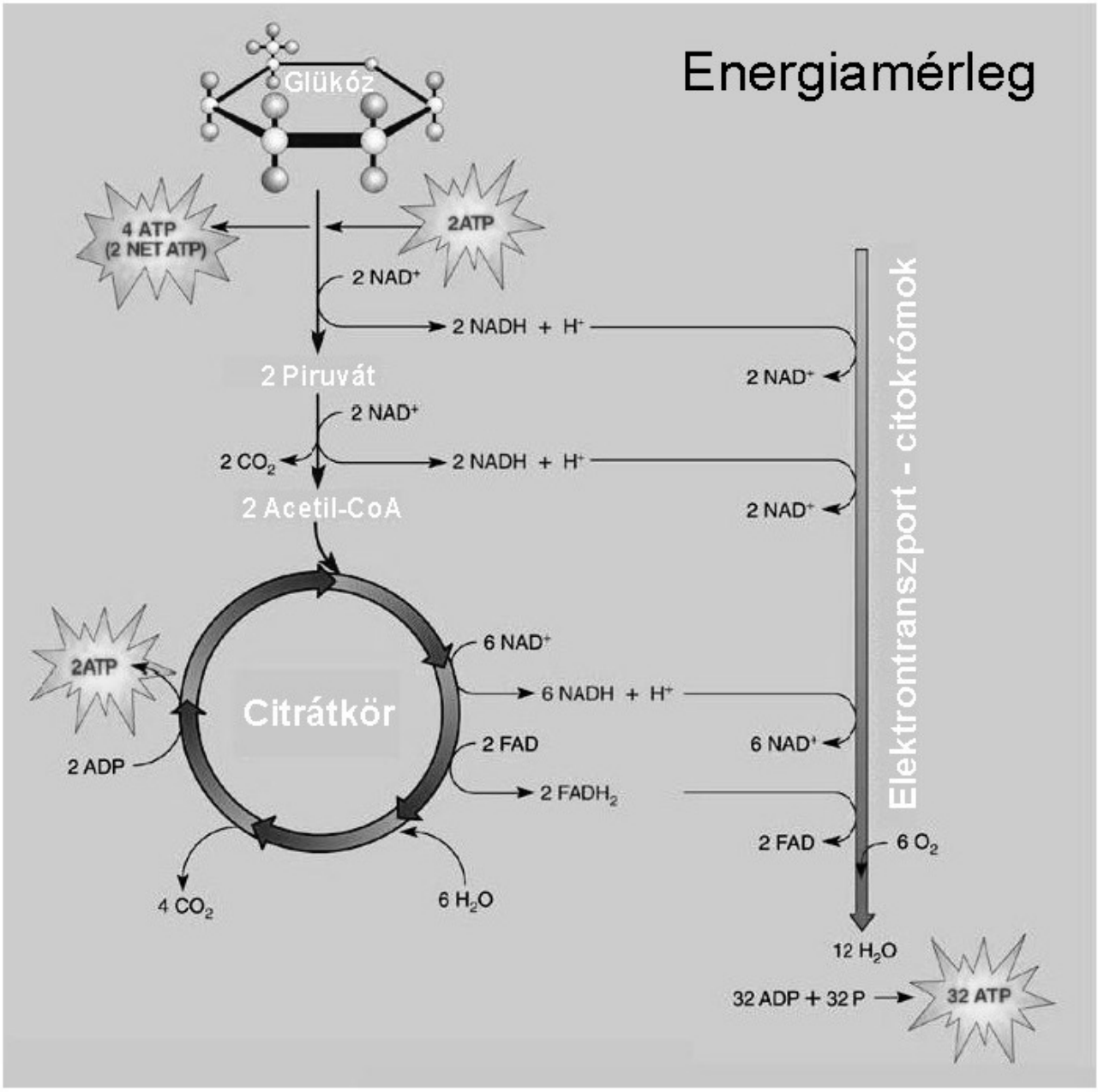
- **G018**


acetil-CoA
CoA-SH + H+
citrát
H2O
cisz-akonitát
H2O
izocitrát
NAD+
CO2 + NADH
a-ketoglutarát
NAD+ + CoA-SH
CO2 + NADH
szukcinil-CoA
GTP + CoA-SH
GDP + Pi
szukcinát
FADH2
FAD
fumarát
H2O
malát
NADH + H+
NAD+
oxálacetát

- **G019**


1. fázis
Piruvát a glikolízisből
KoenzimA
Acetil-CoA
Citrátkör
ATP
2. fázis
A redukált elektronszállítók (NADH, FADH2) oxidálódnak
A hidrogének a NAD+, FAD segítségével az elektrontranszportlánba kerülnek
Elektron-transzportlánc
ADP+P
ATP
2H+ + O= → H2O

- **G020**


Energiamérleg
Glükóz
4 ATP
(2 NET ATP)
2ATP
2 NAD+
2 NADH + H+
2 Piruvát
2 NAD+
2 CO2
2 NADH + H+
2 Acetil-CoA
2 NAD+
Elektrontranszport - citokrómok
2ATP
2 ADP
Citrátkör
6 NAD+
6 NADH + H+
6 NAD+
2 FAD
2 FADH2
2 FAD
6 O2
4 CO2
6 H2O
12 H2O
32 ADP + 32 P
32 ATP

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – BIOENERGETIKA II.

1. kulcsszó cím:ENERGIA

Szervezetünk tápanyagok felvételével, illetve azok lebontásával biztosítja a számára szükséges energiát. **G001**

Mint ahogy az ábra is mutatja, a szénhidrátok, zsírok valamint fehérjék lebontása egy közös útba torkollik, melynek végeredménye energia nyerése (ATP) lesz. **G002**

Azonban, hogy mikor mit használunk ATP szintézisére, az többek között a szervezet igénybevételétől is függ.

1. képernyő cím: Szénhidrátok

A táplálkozás során nagy mennyiségben rendelkezésre álló, az izomzat számára könnyen felhasználható molekulák.

Mérsékelt illetve nagy erőkifejtéskor szervezetünk többnyire szénhidrátot éget el.

1 mol glükóz lebontásakor ~ 689 kCal energia szabadul fel, aminek csak 38%-a fog ATP molekulában raktározódni, a többi hővé alakul.

A szervezetbe került szénhidrátok a vérben glükózként folytatják útjukat, ami glikogén formájában az izomban és a májban raktározódik.

Szükség esetén a glikogén a májban visszaalakul glükózzá, amit a vérkeringésből az izmok fel tudnak venni. **G003**

2. képernyő cím: Zsírok

Nyugalomban és alacsony intenzitású, hosszú terheléskor szolgálnak energiaforrásként.

Szervezetünk zsírraktárai lényegesen nagyobbak, mint a szénhidrát raktár. A zsírsejtek 95%-a triglicerid formájában raktározza a zsírcseppeket.

A zsírok nehezebben hozzáférhetőek az energiaháztartás szempontjából, mert először glicerinre és szabad zsírsavakra (FFA) kell bomlaniuk, amely időigényes folyamat. **G004**

3. képernyő cím: Szervezetünk tápanyag- és energiaraktárai

	g	kcal
Szénhidrátok		
Máj glikogén	110	451
Izom glikogén	500	2050
Testfolyadék glükóz	15	62
Összes	625	2563
Zsír		
Bőr alatti zsigerek	7800	73320
Izom	161	1513
Összes	7961	74833

Megjegyzés: Az adatok egy átlagos, 65 kg tömegű és 12% zsírtartalmú emberre vonatkoznak

4. képernyő cím: Az izom trigliceridszintjének visszaállítása fizikai terhelés után

Munkavégzés után a vékonybélből, a májból és a zsírszövetből zsírsavak szállítódnak az izomba, hogy a trigliceridek mennyisége megfelelő szinten legyen. **G005**

5. képernyő cím: Az energiaforrás különböző intenzitású terheléskor

Nyugalomban és 40%-os Wmax esetén szervezetünk az energia több mint a felét lipidekből nyeri. Azonban fokozottabb igénybevételkor (Wmax 55%-a és 75%-a) a szénhidrátok szolgáltatnak több energiát. A diagram azt is mutatja, hogy az izomban tárolt glikogénből nagyobb mennyiségű energia képződik (a nyugalmi helyzet kivételével), mint a plazma glükózból. **G006**

6. képernyő cím: Fehérjék

A fehérjék építőegységei - az aminosavak – használhatók energia nyerésére (~ 4,1 kcal energia/g fehérje).

Szerepe akkor fontos, mikor a szervezet már nem képes az energiát a szénhidrátokból előállítani. Az aminosav energiaforrásként akkor használható, ha glükózzá alakul a glükoneogenezis során.

Éhezéskor a lipogenezisen keresztül szabad zsírsavakat képezhetnek, amiből szintén energia

állítható elő. **G007**

7. képernyő cím: Az energiaszolgáltató rendszerek

Közvetlen energiaforrás: az ATP–kreatin-foszfát (ATP-PCr) rendszer

A vázizom kb. 5 mmol ATP-t és 15 mmol kreatin-foszfátot tartalmaz kg-onként.

Ha mondjuk izomzatunk 20 kg-ja végez fizikai munkát, akkor az ATP-PCr rendszerből származó közvetlen energia egy 1 perces gyors sétára, egy 20-30 másodperces lassú futásra, egy 6-8 másodperces sprintfutásra vagy úszásra elegendő.

Az elhasználódott ATP újratermelését kreatin- foszfátból (PCr) a kreatin- kináz enzim végzi. **G008**

Az ATP–kreatin-foszfát rendszer működik rövid időtartamú, erős intenzitású igénybevétel esetén (súlyemelés, 100 m-es sprint, 25 m-es úszás, labdajátékok, küzdősportok, stb…). **G009**

Az izom adenozin-trifoszfát (ATP) és kreatin-foszfát (PCr) koncentrációjának változása maximális erőkifejtéskor (sprint).

Az izmok ATP mennyiségének szinten tartása a kreatin-foszfát által korlátozott.

Az ATP-PCr rendszer mellett a másik gyors energiaszolgáltató a laktát-, vagy glikolítikus rendszer.

Intenzív terheléskor az izomban raktározott glikogénből ATP nyerhető a glikolízis útján.

Azonban a képződött piroszőlősavból anaerob körülmények között tejsav lesz, így az ezen az úton nyert energia (ATP) mennyisége nem túl nagy.

1 mol glikogén bontásából mindössze 3 mol ATP keletkezik.

A két rendszer - az ATP-PCr és a laktát - együtt egy erős intenzitású igénybevétel első perceire szolgáltat elegendő mennyiségű energiát anaerob körülmények között.

A harmadik energiaforrás az oxidatív-, vagy aerob rendszer.

Szerepe a 2-3 percnél hosszabb fizikai terhelés esetén kerül előtérbe (800 m-nél hosszabb távú futás, 200 m-nél hosszabb távú úszás, evezés, labdajátékok, sífutás, stb.).

Ez a rendszer oxigén jelenlétében jóval több energiát képes biztosítani, mint az ATP-PCr és a laktát-szisztéma (38 ATP/ 1 glükóz).

8. képernyő cím: Szervezetünk energiaforrásai

A táblázat adataiból jól látszik, hogy fordított a kapcsolat az energiaraktárak ATP mennyisége és az ATP előállításának sebessége között. Így a legkisebb forrásból (PCr) termelődik a leggyorsabban az energia, míg a legnagyobb raktárból (zsírszövet triglicerid) az egyik leglassabban. **G010**

9. képernyő cím: A három energiaszolgáltató rendszer kapcsolata

Számos sporttevékenység (pl. labdajátékok) esetén a kemény, erős intenzitású terhelés váltakozik mérsékeltebb, könnyedebb, esetleg nyugalmi periódussal. Ilyenkor nagyon rövid időn belül változik az energiaforrások százalékos aránya. **G011**

Az ábra két egymást követő 30 másodperces maximális intenzitású terhelés (kerékpározás) alatt az energiaszolgáltatás (anaerob, aerob) százalékos megoszlását mutatja. A két esemény között 4 perces szünet van beiktatva. Az első fél perces terhelés alatt az anaerob úton nyert energia sokkal jelentősebb, mint a második alkalommal. **G012**

10. képernyő cím: A fizikai terhelés időtartama és intenzitása közötti kapcsolat

Egy 5 perces maximális terheléskor az egyes energiaforrások százalékos megoszlásának változása. Az ábrán jól látszik, hogy az első mintegy 7 másodpercben az ATP-PCr rendszer a domináló, míg a 7-60 másodperc közötti időszakban az anaerob glikolízis. Közben egy kis késéssel beindul az oxidatív szisztéma is, ami aztán átveszi a főszerepet. **G013**

A fizikai aktivitás időtartamának és intenzitásának a kapcsolata, valamint a felhasznált energiaforrások aránya jól tanulmányozható a különböző távú futás illetve úszás esetén.

11. képernyő cím: Energiaforrások különböző távú futáskor

A táblázat nyolc különböző távú futás esetén mutatja az energiaszolgáltató rendszerek részvételének arányát. A sebesség (intenzitás) a távolság növekedésével csökken a 100 és 200 m-es táv kivételével. A laktát (anaerob glikolízis) rendszer kulcsfontosságú a 100, 200 és 400 m-es táv esetén. Az oxidatív (aerob) szisztéma a 800, 1500, 5000, 10000 m, illetve maratoni futáskor egyértelmű túlsúlyban van. **G014**

12. képernyő cím: A táplálék hatása a választott energiaforrásokra

A felvett táplálékok befolyásolhatják az energiaforrások mennyiségét. Az A ábra egy edzett egyén 70-75% VO2max intenzitású terhelésekor (kerékpározás) az izomban tárolt glikogénből, plazma glükózból, illetve lipidekből nyert energia százalékos eloszlásában bekövetkezett változásokat mutatja be egy 3 órás időintervallum alatt (kifáradás). Ekkorra az összenergiatermelésnek csak mintegy 30%-át adják a szénhidrátok. Azonban, ha az egyén szénhidrátot vesz magához a fizikai terhelés alatt (B ábra), akkor a kerékpározás időtartama megnövekszik (+1 óra), ráadásul a szénhidrátokokból nyert energia még mindig 50% körüli. **G015**

13. képernyő cím: Az energiaforrások megoszlásának változása állóképességi (aerob) edzés esetén

Az edzettségi állapot befolyásolja a fizikai terhelés alatt használt energiaforrások arányát. Röviden összegezve elmondható, hogy az állóképességi edzés növeli a lipidekből nyert energia mértékét a szénhidrátokhoz képest hosszabb idejű aktivitás alatt.

Több héten át tartó állóképességi edzés (90 perces kerékpározás, 60% VO_2max) hatására bekövetkezett arányváltozások az energiaforrások között. Ha az edzés utáni teszteket ugyanazon a.relatív intenzitáson (60%-a az új VO_2max-nak, ami ebben az esetben 20%-kal magasabb az eredetinél) végzik, akkor nincs eltolódás a lipidek javára a szénhidrátokkal szemben. **G016**

Hogy miért használ az izom több lipidet állóképességi edzéskor?

- Növekszik a mitokondriumok száma, illetve azok mérete. Egy 6 hónapos állóképességi edzést követően mintegy kétszer annyi mitokondrium van az izomrostban mint eredetileg volt, ami által pl. a citrátkör vagy a b-oxidáció enzimei is jóval nagyobb számban vannak jelen, megnövelve az ATP újratermelődés lehetőségét.

Az ATP képzésében szerepet játszó két enzim aktivitása különböző edzettségi szinten lévő egyének esetén eltérő. **G017**

Elektronmikroszkópos kép mitokondriumról (A), izom glikogénszemcsékről (B), és trigliceridet tartalmazó vakuólumokról (C). **G018**

- Csökken a GLUT4 fizikai aktivitás indukálta transzlokációja. Habár a GLUT4 mennyisége növekedik a tréning után, azonban csökken a sejtmembránba történő beépülése, ezáltal

az edzett izom kevesebb glükózt képes felvenni a plazmából.

- Emelkedik az izomban tárolt glikogén mennyisége. Ez részben azért van, mert edzés hatására nő az inzulinérzékenység. Az inzulin nemcsak a glükóz felvételét segíti, hanem a glikogén szintézisét is. Állóképességi terhelés esetén megnő a glikogén-szintáz enzim mennyisége, így több glikogén fog képződni.

- Növekedik a myocelluláris trigliceridek mennyisége. A plazmából több zsírsavat tud felvenni az izom, mert megnő a kapillárisok, az endothel sejtek felszínén a lipoprotein-lipázok, illetve a szarkolemma zsírsav-transzportereinek a száma.

Mikroszkópos felvételen jól látszik a A B különbség az izomrostok körüli kapillárisok számát illetően edzetlen (A) és edzett (B) egyén esetén **G019**

Mindent együttvéve állóképességi edzés esetén az izmok úgy adaptálódnak a megváltozott körülményekhez, hogy a lipidek oxidációja fokozódik a glikogénével szemben. Ehhez még mérsékelt intenzitású terheléskor az izom alacsonyabb glükózfelvétele is járul, ami azt eredményezi, hogy a lipidek arányban veszik ki a részüket az energia előállításában.

14. képernyő cím: Az energiarendszerek adaptációja anaerob terhelésekhez

Anaerob munkavégzés (erő-, és sprintedzés) nem okoz olyan markáns változást az energiaszolgáltató rendszerek százalékos arányában, mint egy aerob tréning.

Milyen hatása van az anaerob aktivitásnak az energia-metabolizmusra?

- Az erőedzés növeli az izom PCr és glikogén koncentrációját.

- Növekedik a glikolítikus enzimek és a laktát-dehidrogenáz aktivitása.

- Az izom hipertrófizációja következik be (elsősorban a IIA ésIIB típus).

Az izom anaerob enzimeinek - kreatin- kináz (CK) és miokináz (MK) - aktivitásának változását mutatja 6 illetve 30 másodperces maximális erőkifejtésű anaerob tréning után. **G020**

- Sprintedzés esetén az ATP-PCr rendszer enzimei enyhe aktivitásnövekedést mutatnak.

- Emellett a mitokondriális enzimeknél is hasonló tendencia figyelhető meg.

- Az izomrostok közül a IIA típusú rostok aránya növekszik.

15. képernyő cím: A laktát-küszöb változása edzés hatására

A szervezetben felhalmozódott laktát jelentős mértékben befolyásolja a teljesítményt. Minél magasabb a laktát- küszöb, annál jobb az aerob teljesítőképesség. Az ábrákon jól látszik, hogy állóképességi edzést végző egyén vérében később kezd emelkedni a laktát szintje, ennek megfelelően jobb a teljesítőképessége. **G021**

16. képernyő cím: A kifáradás

Egy fizikai tevékenység velejárója, hogy a szervezet előbb vagy utóbb, de nem képes a terhelést ugyanolyan intenzitással végezni - kimerül. A fáradás fokozatosan jelentkezik, az izomkontrakciók ismétlődésével.

A fáradásnak két formája van: centrális és perifériális.

Centrális fáradás esetén a központi idegrendszer felől jövő impulzusok frekvenciája csökken.

Lehetséges okai:

- hypoglikémia (elsősorban hosszabb igénybevétel esetén);

- dehidráció;

- hipertermia;

- katekolaminok, szerotonin megnövekedett szintézise.

Hisztokémiai eljárással láthatóvá tett glikogén az izomrostban. FT = fast-twitch rost **G022**

A perifériális fáradás magában az izomban vagy az ideg-izom kapcsolatban (neuromuszkuláris junkció) bekövetkezett változásokra vezethető vissza.

Okai:

- a működő izom esetén megnő az extracelluláris K^+ koncentráció, aminek következtében

csökken a szarkolemma ingerelhetősége;

- az ACh szintézise és felszabadulása kisebb mértékű;
- a PCr elhasználása;
- a citoszolban lévő Ca^{2+} koncentráció csökkenése;
- a laktát és a H+ felhalmozódása (elsősorban 30 percnél rövidebb idejű terheléskor).

Rövid idejű terhelés esetén az anaerob glikolízis következtében laktát és H^+ képződik. A sejtek pufferkapacitásuk révén (HCO_3) képesek a pH-t 6,4 és 7,1 között tartani. Azonban ha az intracelluláris pH 6,9 alatt van, a glikolízis és ATP termelés mértéke csökkeni fog.

Ha a pH eléri a 6,4-et, a glikolízis leáll - kifáradás. Elsősorban az izom pH az,ami befolyásolja a teljesítőképességet. **G023**

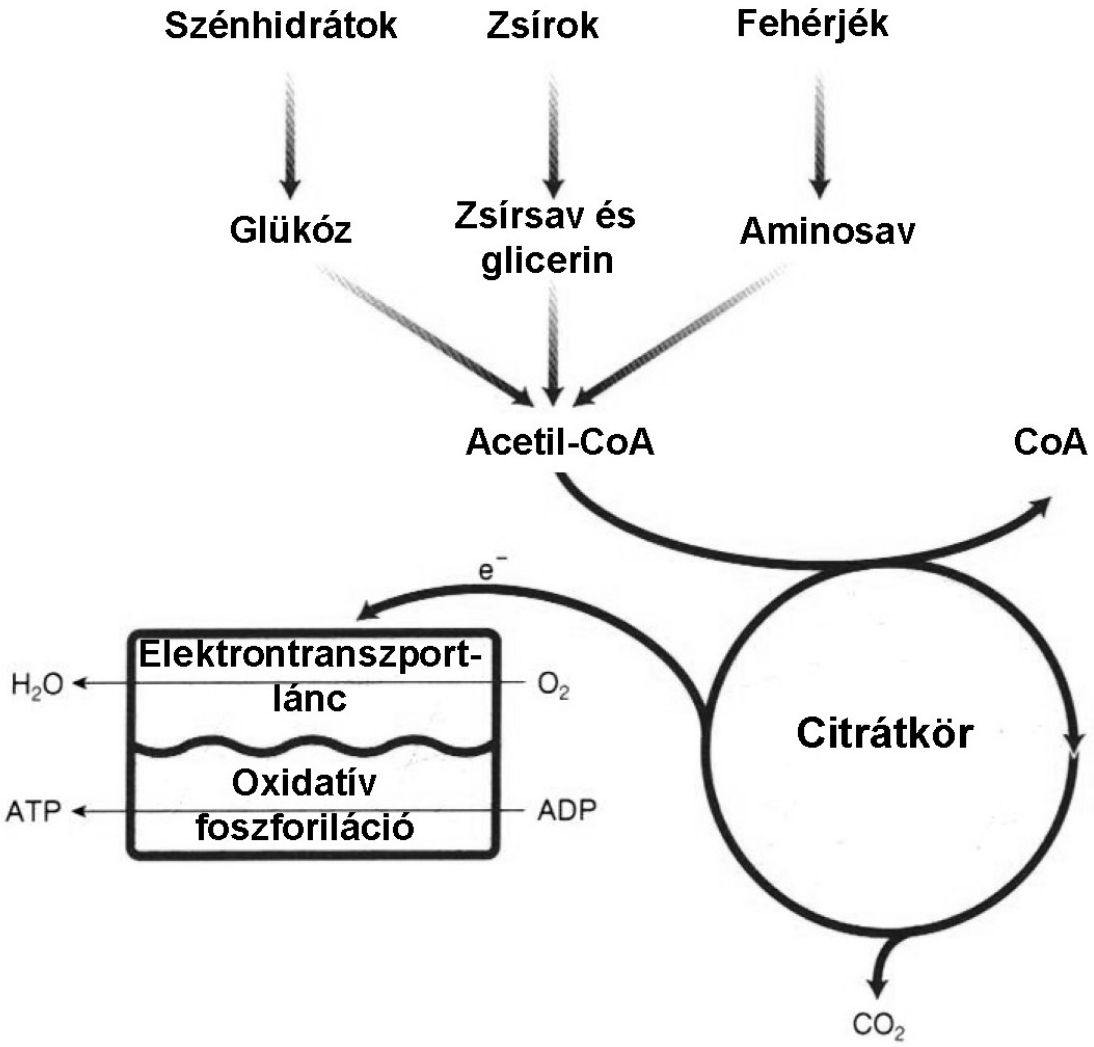
17. képernyő cím: A szervezet terhelés utáni oxigénszükséglete (EPOC)

A fizikai aktivitás befejezése után nem tér vissza rögtön az oxigénfelvétel az eredeti (nyugalmi) szintre, habár a munkavégzéshez aerob úton nyert energia előállítása már nem szükséges. A nagyobb oxigénfogyasztás többek között az energiaraktárak (ATP-PCr) helyreállításához, a felhalmozódott laktát eltávolításához elengedhetetlen. A katekolaminok jelenléte és a magasabb testhőmérséklet is hozzájárul a magasabb oxigénfelvételhez.**G024**

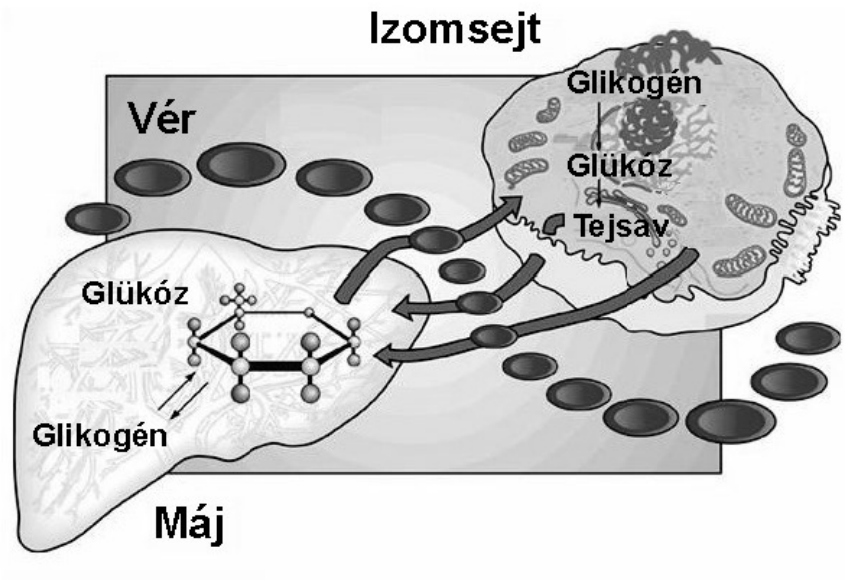
Képgyűjtemény:

- **G001**

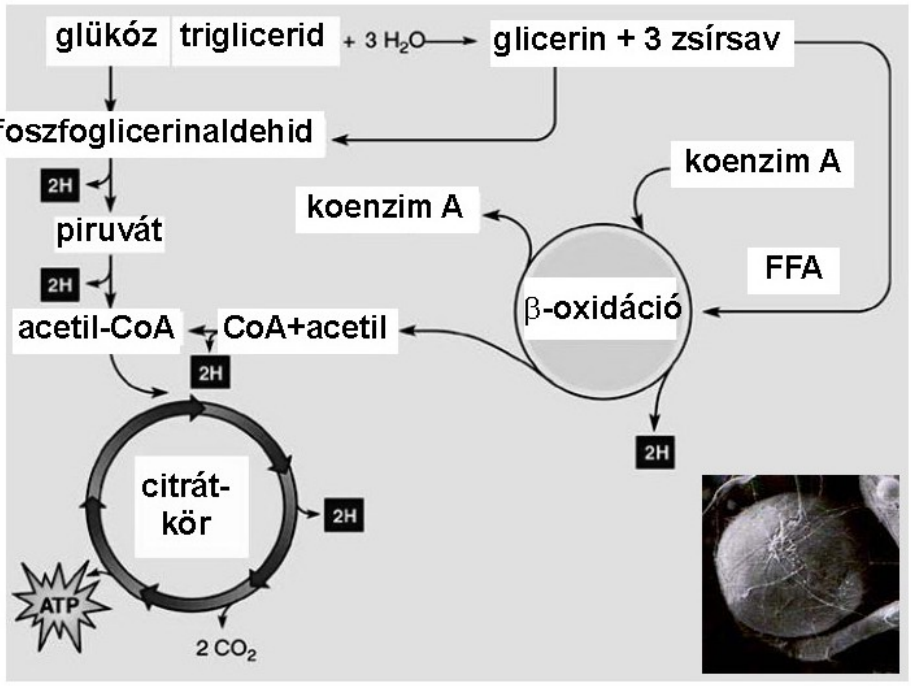
- **G002**



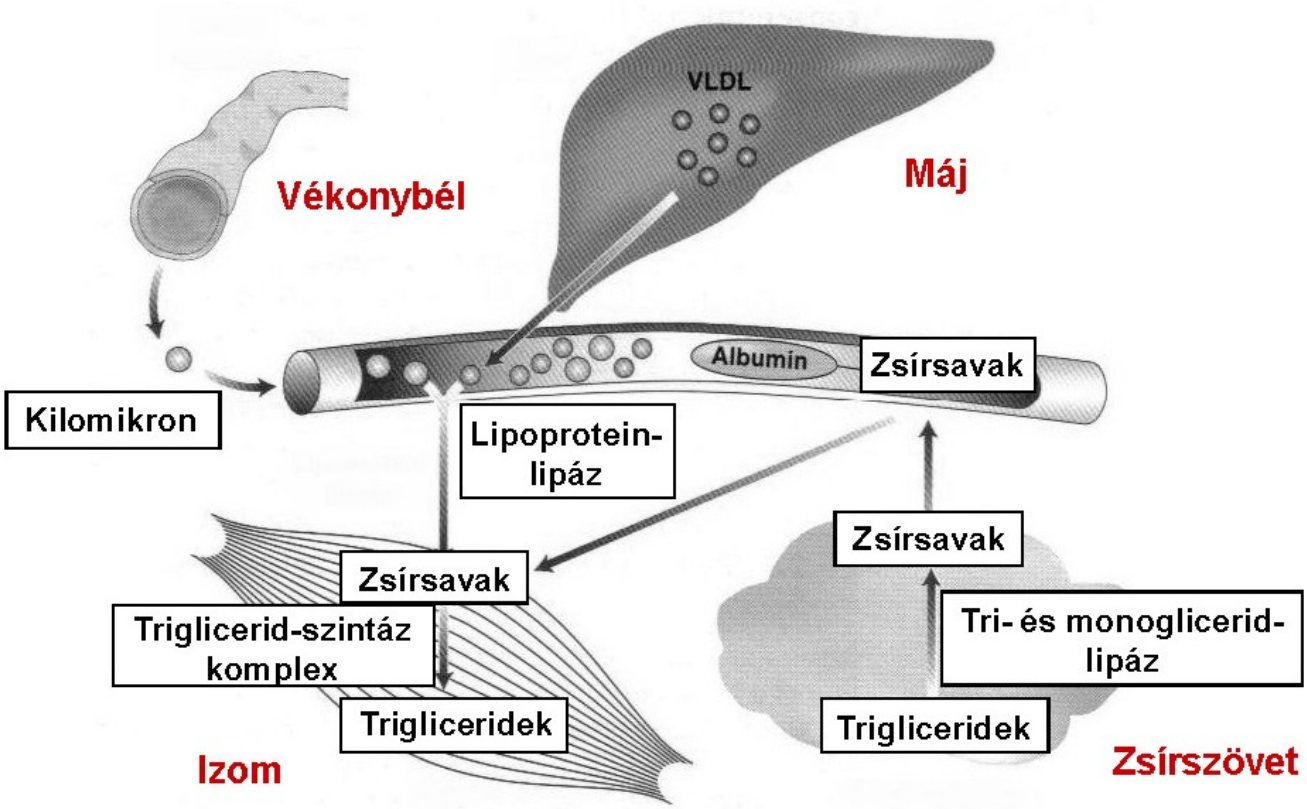
- **G003**


Izomsejt
Vér
Glikogén
Glükóz
Tejsav
Glükóz
Glikogén
Máj

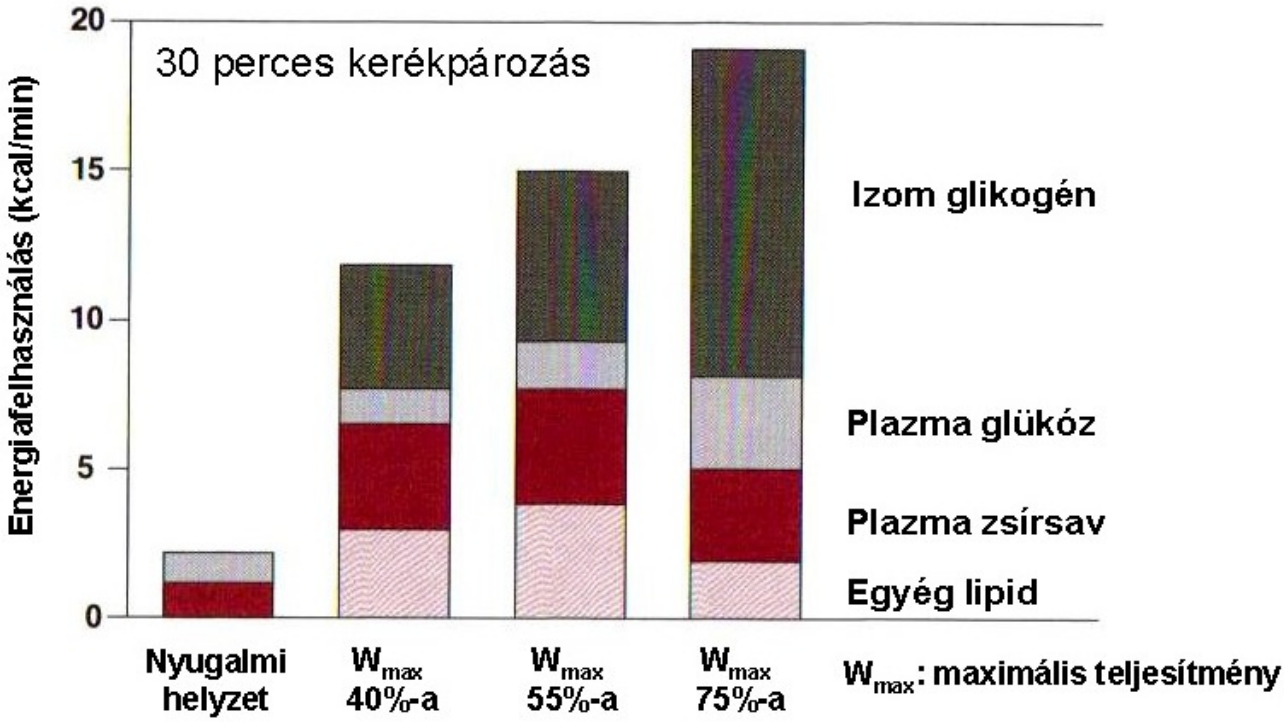
- **G004**


glükóz
triglicerid
+ 3 H2O
glicerin + 3 zsírsav
3-foszfoglicerinaldehid
2H
piruvát
2H
acetil-CoA
CoA+acetil
2H
koenzim A
koenzim A
FFA
β-oxidáció
2H
citrát-kör
2H
ATP
2 CO2

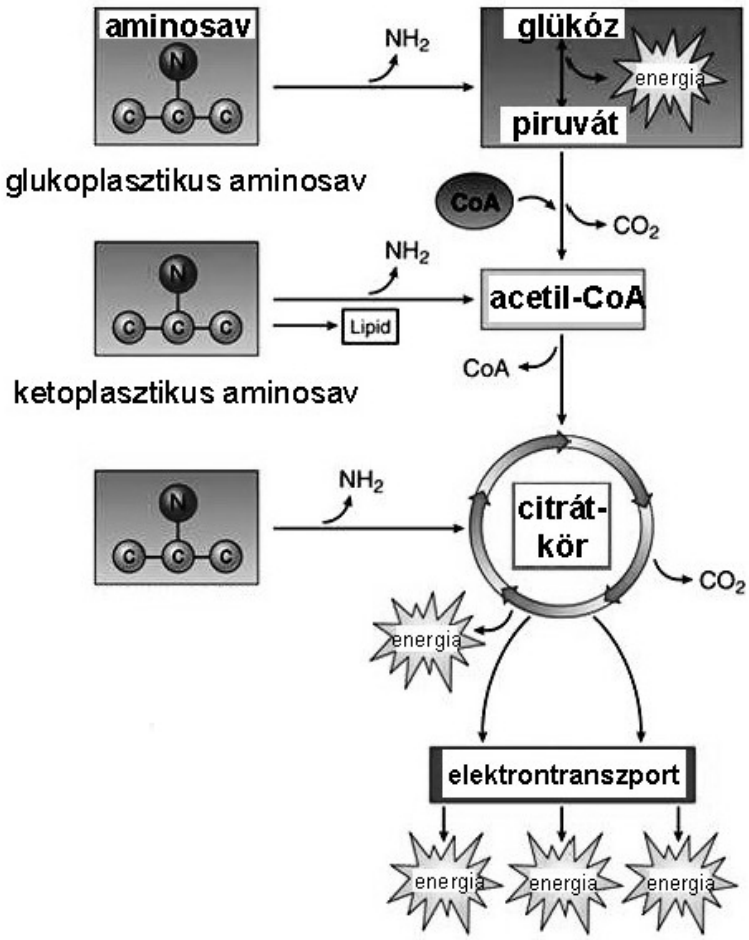
- **G005**


VLDL
Vékonybél
Máj
Albumin
Zsírsavak
Kilomikron
Lipoprotein-lipáz
Zsírsavak
Triglicerid-szintáz komplex
Trigliceridek
Izom
Zsírsavak
Tri- és monoglicerid-lipáz
Trigliceridek
Zsírszövet

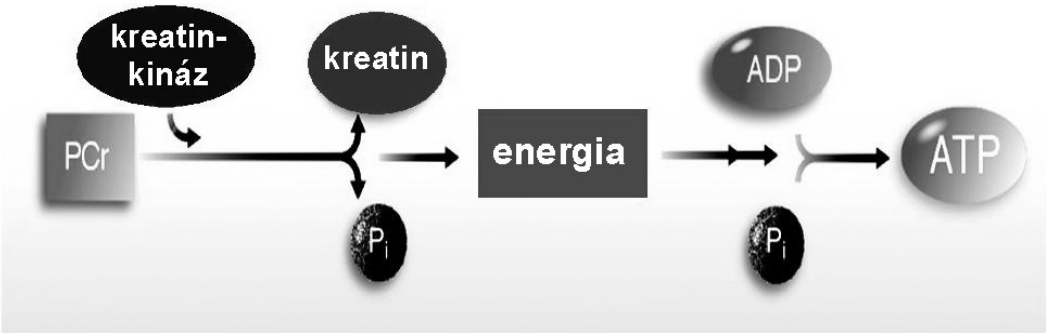
- **G006**


30 perces kerékpározás
Energiafelhasználás (kcal/min)
20
15
10
5
0
Izom glikogén
Plazma glükóz
Plazma zsírsav
Egyég lipid
Nyugalmi helyzet
Wmax 40%-a
Wmax 55%-a
Wmax 75%-a
Wmax: maximális teljesítmény

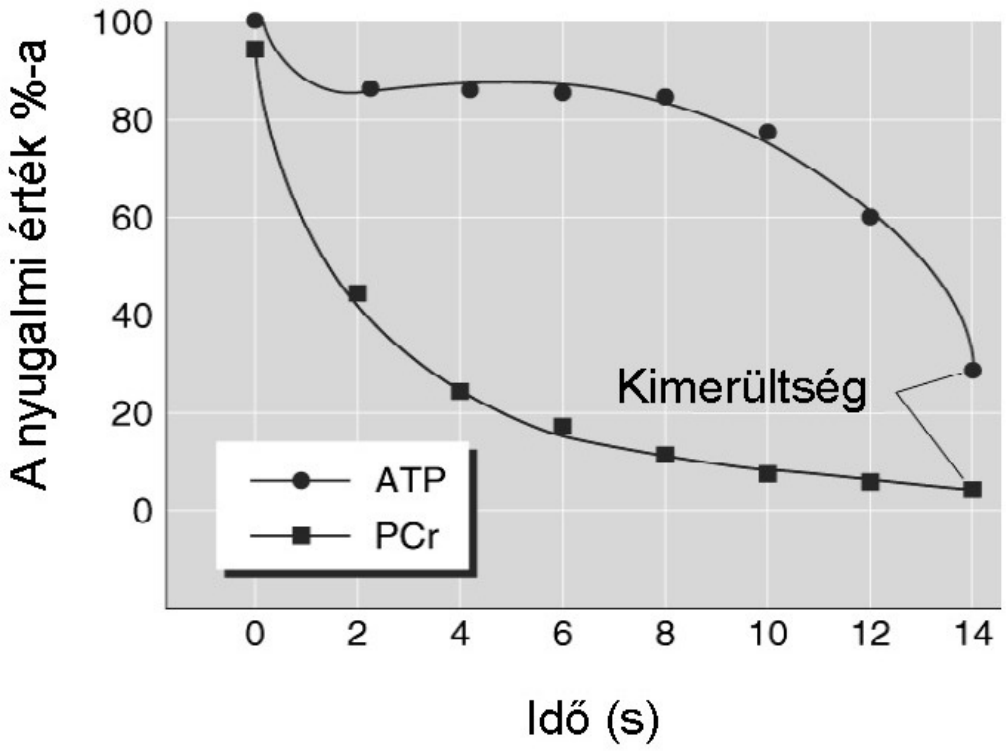
- **G007**


aminosav
NH2
glükóz
energia
piruvát
glukoplasztikus aminosav
CoA
CO2
NH2
acetil-CoA
Lipid
CoA
ketoplasztikus aminosav
NH2
citrát-
kör
CO2
energia
elektrontranszport
energia
energia
energia

- **G008**


kreatin-
kináz
kreatin
ADP
PCr
energia
ATP
Pi
Pi

- **G009**

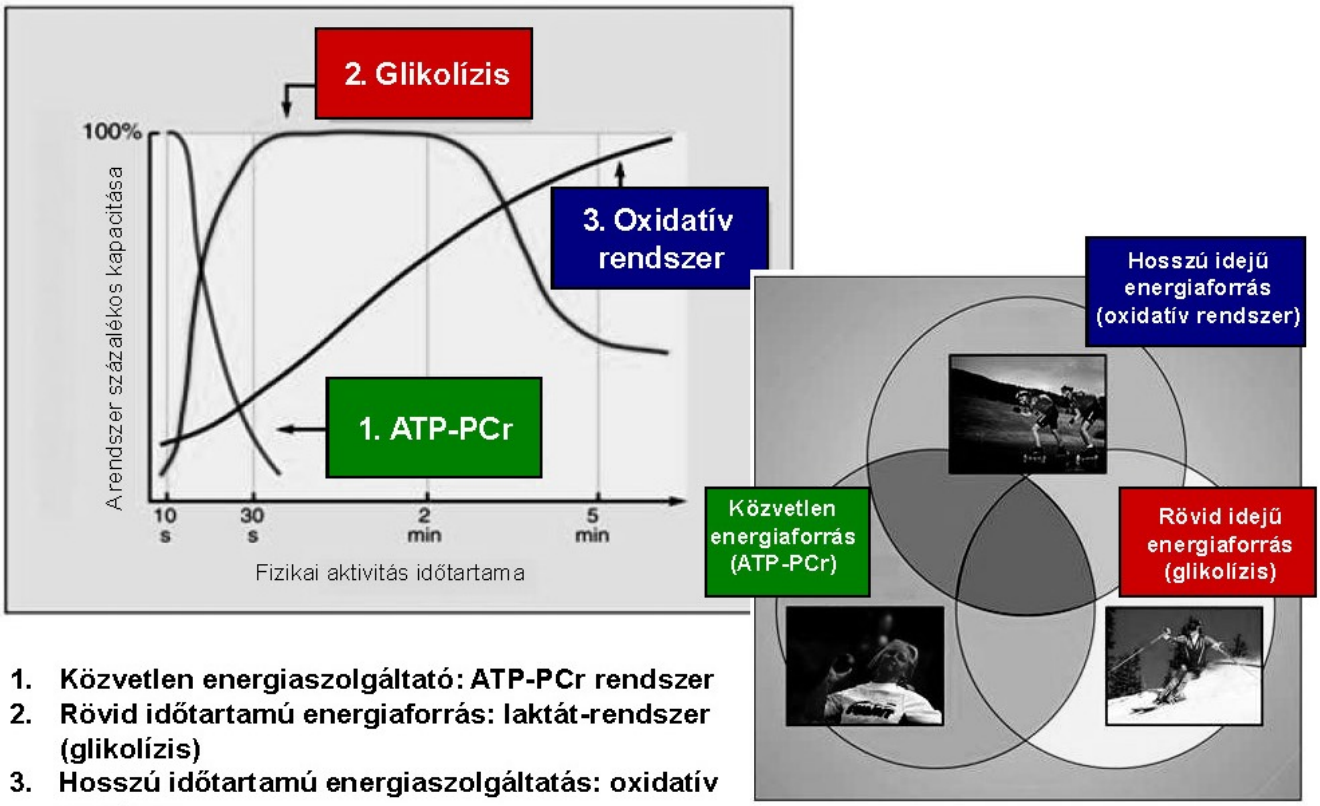


- **G010**

Forrás	Menny. (mmol)	ATP hozam (mmol)		ATP újratermelés max. mértéke (mmol/kg/s)	
		Anaerob	Aerob	Anaerob	Aerob
Izom ATP	168	168	–	–	–
Izom PCr	560	560	–	2.6	–
Izom glikogén Máj	2,160[a]	6,480	66,960	1.5	0.5
glikogén Miocelluláris	556[a]	1,112	16,680	0.2	0.1
triglicerid Zsírszövet	163	–	58,680	–	0.3
triglicerid	11,628	–	4,186,080	–	0.2

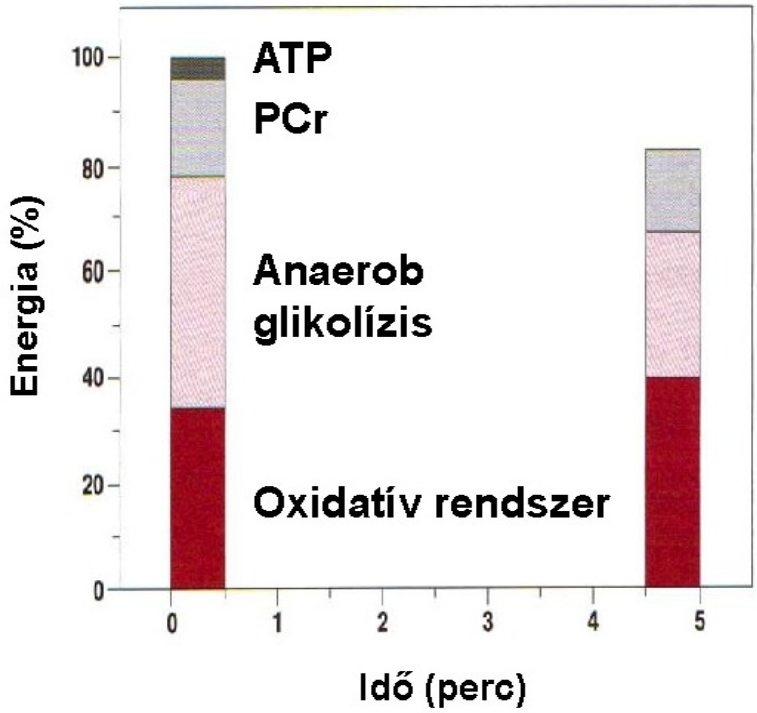
[a] glükozil egységenként

- **G011**

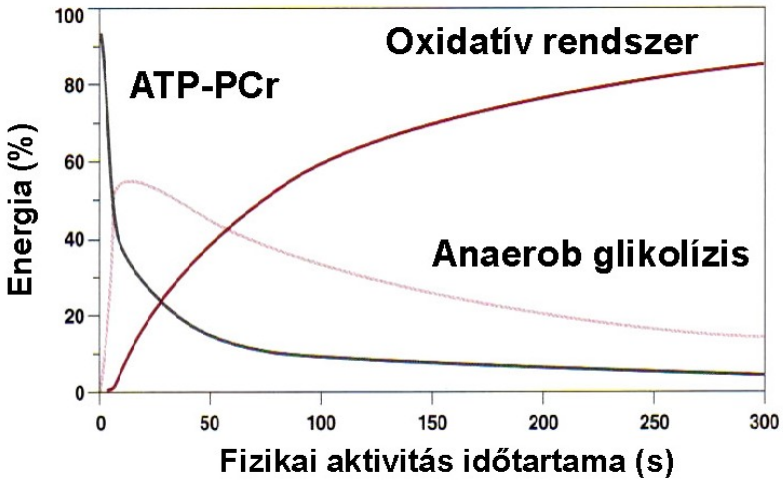


1. **Közvetlen energiaszolgáltató: ATP-PCr rendszer**
2. **Rövid időtartamú energiaforrás: laktát-rendszer (glikolízis)**
3. **Hosszú időtartamú energiaszolgáltatás: oxidatív rendszer**

- **G012**



- **G013**

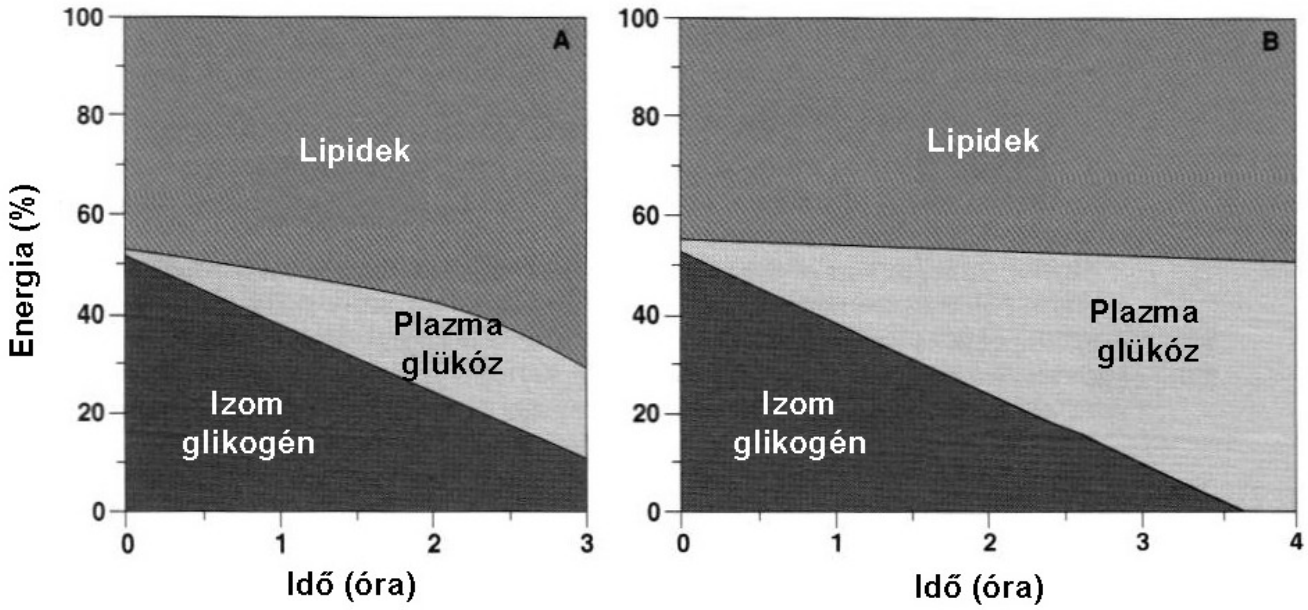


- **G014**

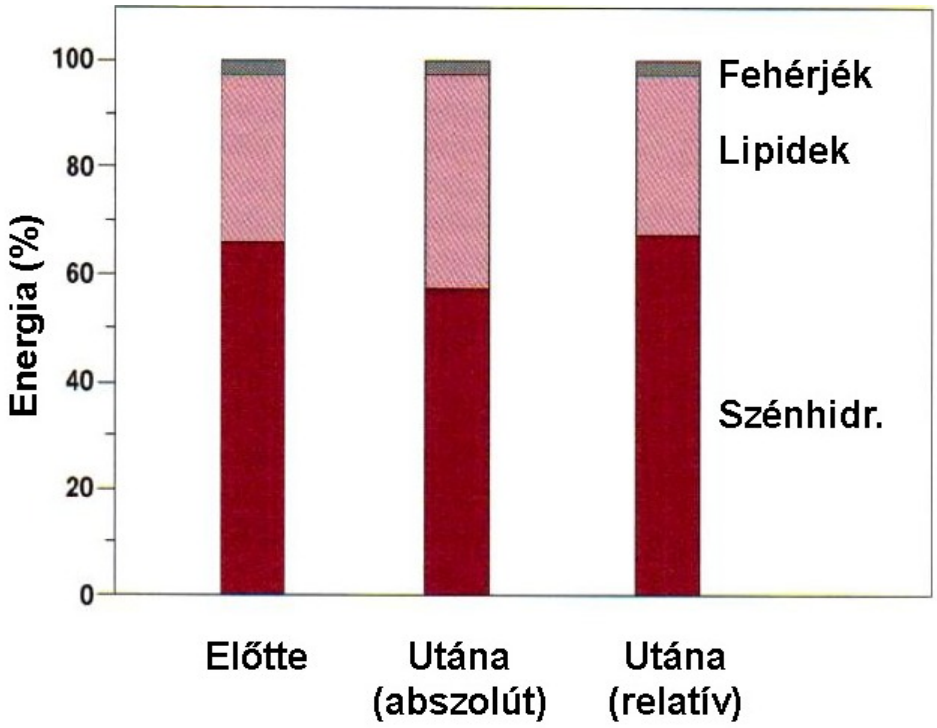
Távolság (m)	Idő (s)[a]	Seb. (m/s)	Energiarendszerek megoszlása (%)[b]		
			ATP-PCr	Laktát	Oxidatív
100	9.77	10.24	39	56	5
200	19.32	10.35	30	55	15
400	43.18	9.26	17	48	35
800	101.11	7.91	9	33	58
1,500	206	7.28	4	20	76
5,000	759.36	6.58	1	6	93
10,000	1,582.75	6.32	1	3	96
42,195	7,538	5.60	0	1	99

[a] Férfi világrekordok; [b] Az előző ábra alapján kalkulálva

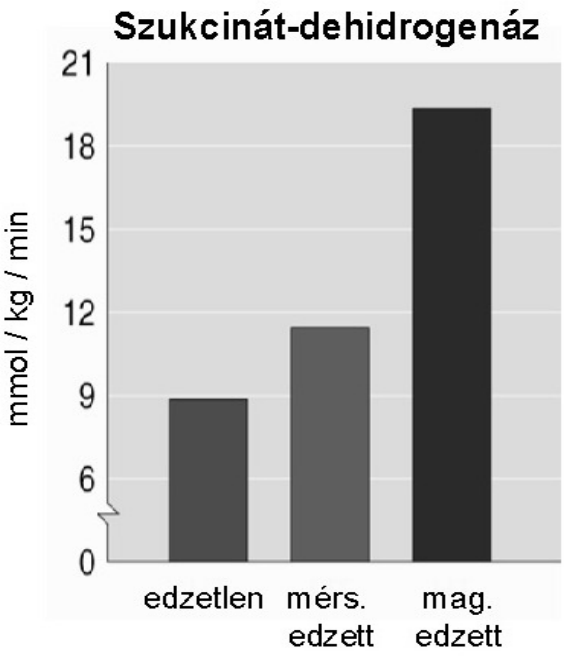
- **G015**

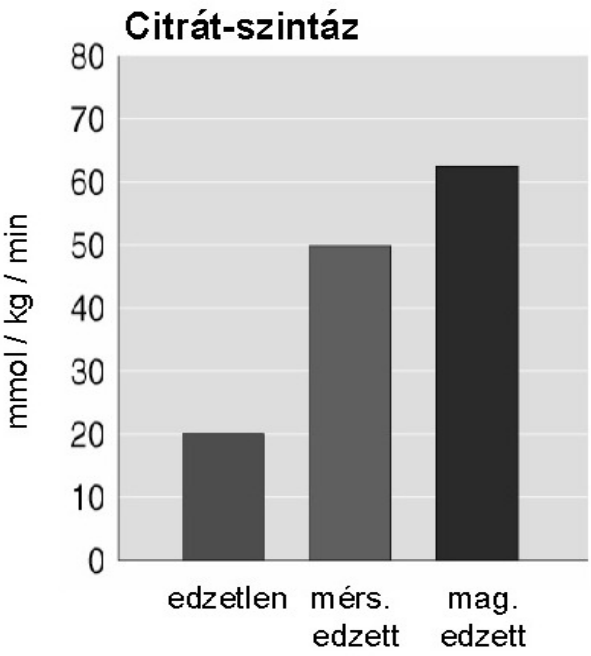

A
B
Lipidek
Plazma glükóz
Izom glikogén
Energia (%)
Idő (óra)
0
20
40
60
80
100
0
1
2
3
4

- **G016**

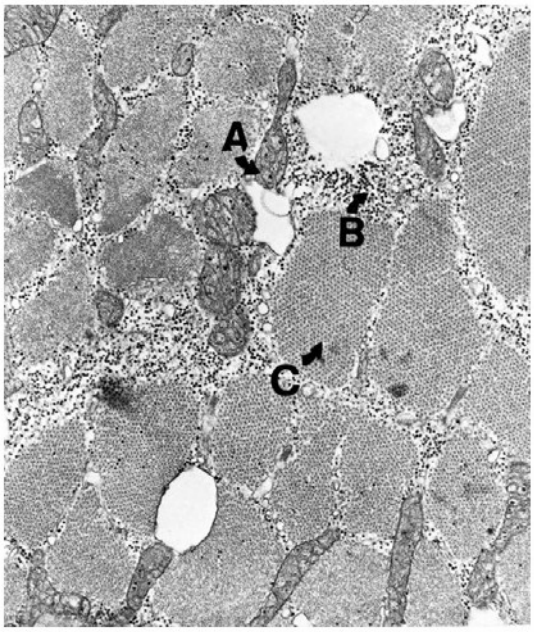

Fehérjék
Lipidek
Szénhidr.
Energia (%)
0
20
40
60
80
100
Előtte
Utána (abszolút)
Utána (relatív)

- **G017**

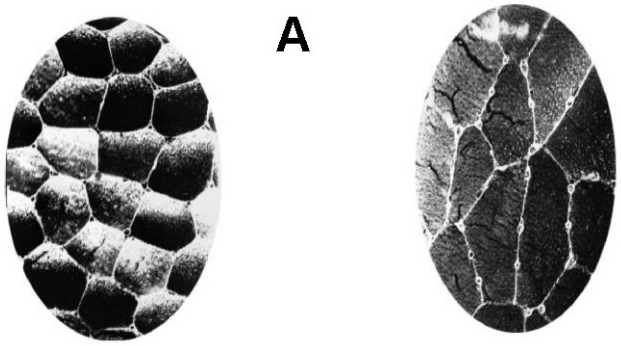




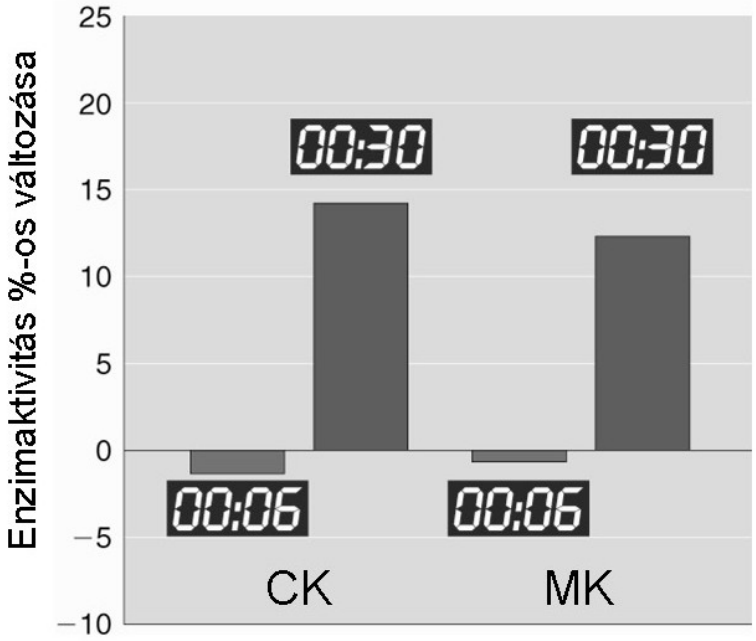
- **G018**



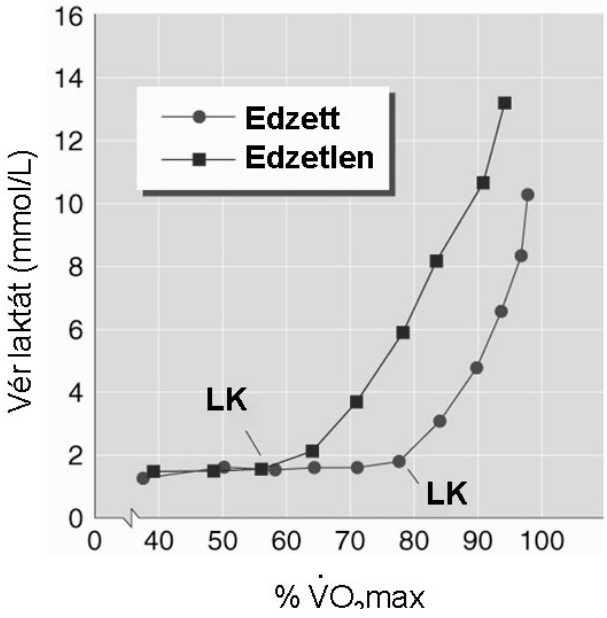
- **G019**

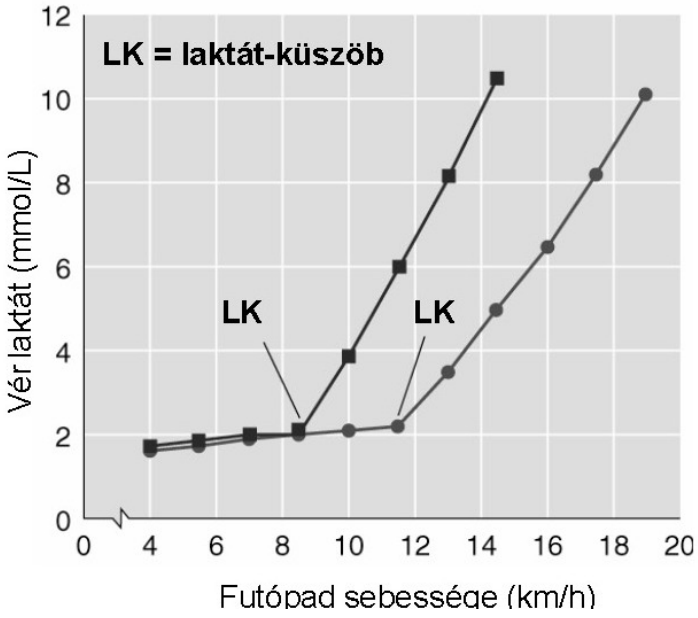


- **G020**

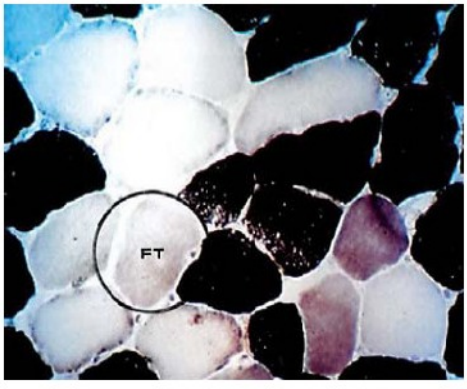


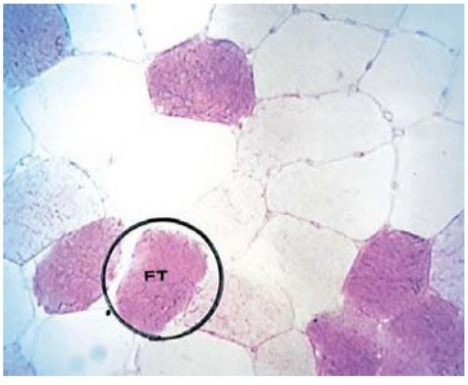
- **G021**



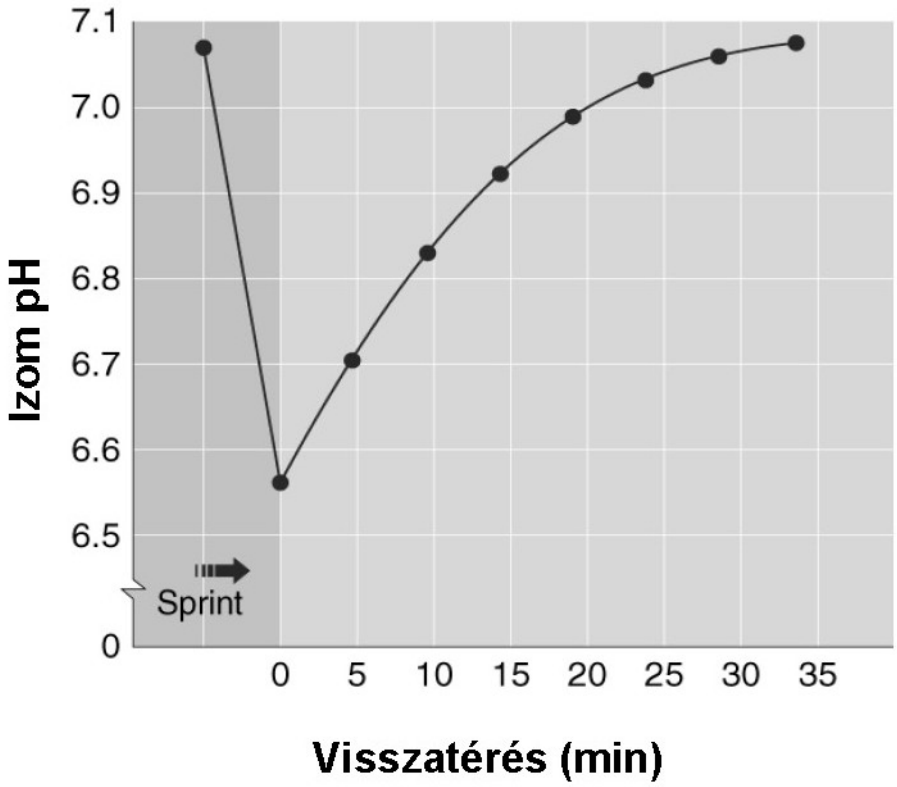


- **G022**

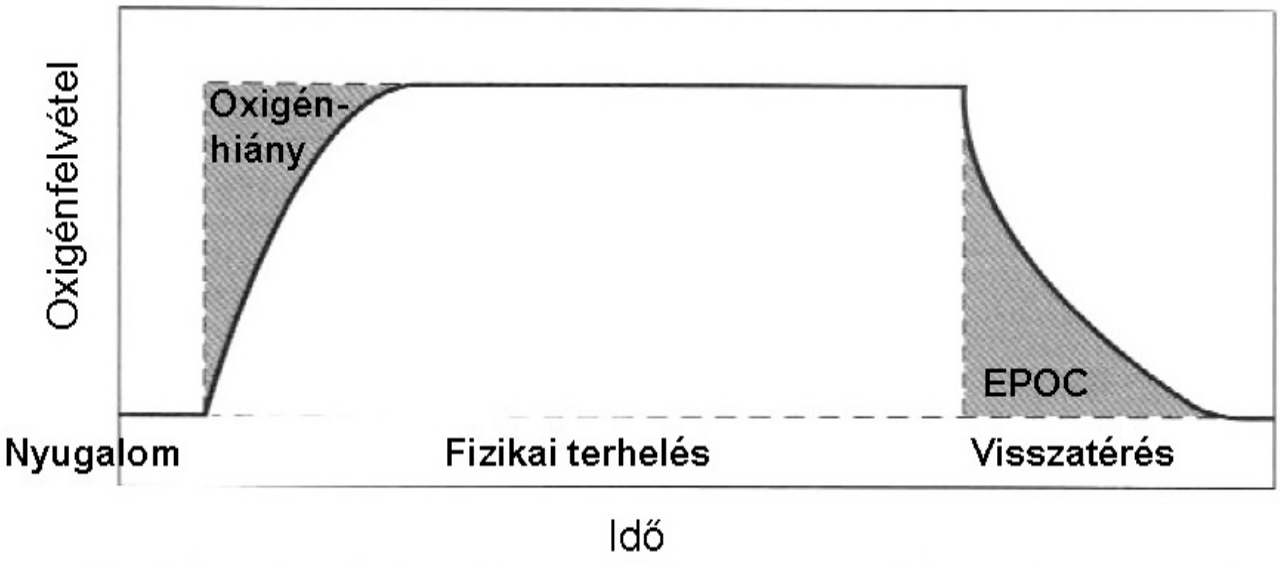




- **G023**


Izom pH
7.1
7.0
6.9
6.8
6.7
6.6
6.5
0
Sprint
0 5 10 15 20 25 30 35
Visszatérés (min)

- **G024**


Oxigénfelvétel
Oxigén-
hiány
EPOC
Nyugalom
Fizikai terhelés
Visszatérés
Idő

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – AZ IZOMMŰKÖDÉS

1. kulcsszó cím: A SZERVEZETBEN ELŐFORDULÓ IZOM-SZÖVETEK TÍPUSAI

1. képernyő cím: Sima izomszövet

G001

- akaratunktól függetlenül működik;
- lassú, de tartós összehúzódásra képes;
- a vérerek és a belső (zsigeri) szervek falában található.

2. képernyő cím: Harántcsíkolt izomszövet

G002 G003

- akaratunktól függően működik;
- gyors összehúzódásra képes, de hamar fárad;
- a vázizomzatot építi fel

3. képernyő cím: Szívizomszövet

G004

- akaratunktól független működése
- idegi és humorális szabályozás alatt áll;
- csak a szívben fordul elő.

4. képernyő cím: A vázizom szerkezete G005

5. képernyő cím: A harántcsíkolt izomrost felépítése G006

6. képernyő cím: Összegzés

A harántcsíkolt izomszövet alapegységét izomrostnak nevezzük. Az izomrostot körülvevő plazmamembrán a szarkolemma. A szarkolemma által határolt plazmaállomány neve szarkoplazma. Az izomrost membránjának csőszerű betüremkedései a transzverzális (T-) tubulusok. A szarkoplazmatikus retikulum Ca^{2+}-t raktároz.

7. képernyő cím: A miofibrillumok szerkezete az izomrostban G007

8. képernyő cím: A szarkomer, mint funkcionális egység

A szarkomer elektronmikroszkópos felvételen. A miofibrillum hosszanti metszete ismétlődő szimmetrikus mintázatot mutat (A). A két Z vonal által közrefogott rész a szarkomer. A keresztmetszeti képen (B) a kontraktilis fehérjék elrendeződése látható a filamentáris

rendszerben. G008

9. képernyő cím: A filamentumok elrendeződése a szarkomerben G009

10. képernyő cím: Az izomrost vékony és vastag filamentumai G010

11. képernyő cím: Az aktinfilamentum, a tropomiozin és a troponin

A troponin három alegységből álló komplex: a TnC a Ca2+ megkötésében játszik szerepet, a TnT a troponint a tropomiozinhoz köti, és a TnI nyugalmi állapotban megakadályozza, hogy az aktin és a miozin kapcsolódjon egymással. G011

12. képernyő cím: Összegzés

A vázizom kontraktilis elemei a miofibrillumok, melyből egy izomrost néhány százat tartalmaz.

Miofibrillumok építik fel a szarkomereket, melyek a legkisebb funkcionális egységei az izomnak.

A szarkomer (vastag) miozin- és (vékony) aktinfilamentumokból épül fel, amelyek felelősek az izom összehúzódásáért. A miozinmolekulának van egy globuláris feji része. Egy aktinfilamentum - ami aktinból, tropomiozinból és troponinból épül fel - a Z-lemezhez kapcsolódik.

13. képernyő cím: A motoros egység

A motoneuron és az általa ellátott izomrostok összessége a motoros egység. G012 G013

14. képernyő cím: Az izomkontrakció molekuláris mechanizmusa

A vázizom motoros egységeit motoneuronjaik aktiválják acetilkolin (ACh) neurotranszmitter segítségével.

A motoros véglemezben felszabadult ACh megkötődik a szarkolemmán lévő receptorokon.

Elegendő ACh esetén akciós potenciál keletkezik, amely a szarkolemma mentén az egész izomrostra kiterjed, és a T-tubulusokon keresztül a szarkoplazmatikus retikulumból Ca^{2+} felszabadulást eredményez.

15. képernyő cím: Az izomösszehúzódáshoz vezető folyamatok G014

Az elektromechanikus csatolásban a Ca^{2+} játssza a közvetítő szerepet. G015

A Ca^{2+} a troponinhoz kötődve megszünteti a tropomiozin gátló hatását az aktin és a miozin kapcsolatára. G016

A Ca^{2+} a troponinhoz kötődve megszünteti a tropomiozin gátló hatását az aktin és a miozin kapcsolatára.

Az aktin kötődni tud a miozin-ADP komplexhez.

A miozin feji része megköti az ATP-t, majd az ATP-áz segítségével elhasítja ADP- re és P_i-ra **G017**

16. képernyő cím: A vékony (aktin) és vastag (miozin) filamentumok kapcsolódása G018

Az ADP eleresztése révén a miozin csuklójának szöge megváltozik (az izommozgás hajtóereje) és az aktin elmozdul a miozinhoz képest – csúszó filamentum elmélet.

ATP megkötése, majd az ATP-áz segítségével annak hidrolízise révén a ciklus lezárul, szabad aktin és miozin-ADP komplex keletkezik **G019**

A szarkomerben az aktin- és miozinmolekulák egymáson való elcsúszásának eredményeképpen nő a vékony és vastag filamentumok átfedési tartománya. **G020**

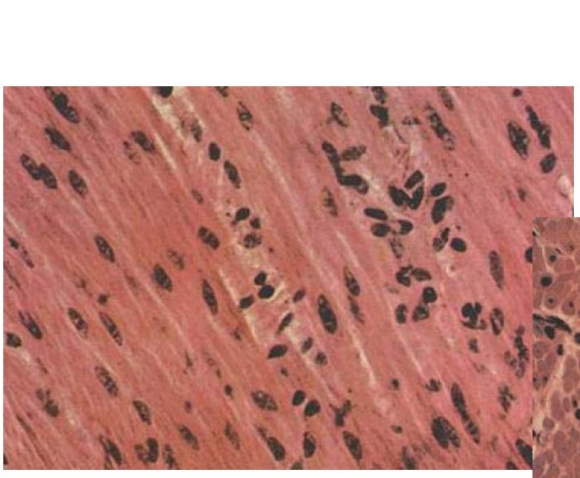
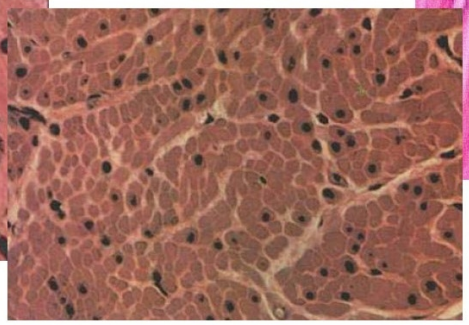
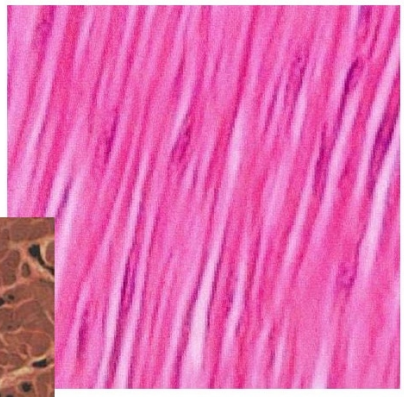
Ca^{2+}-pumpa szerkezete. A szarkoplazmából a Ca^{2+} ATP felhasználásával visszapumpálódik a szarkoplazmatikus retikulumba. **G021**

A halott szervezet izmaiban már nem képződik ATP, így az aktin-miozin kölcsönhatás nem szűnik meg - hullamerevség (rigor mortis) alakul ki.

Az izomösszehúzódás mechanizmusa **G022**

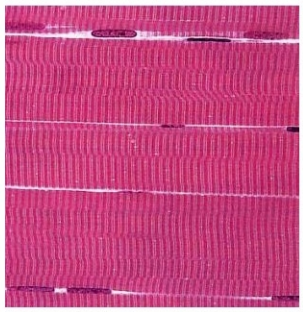
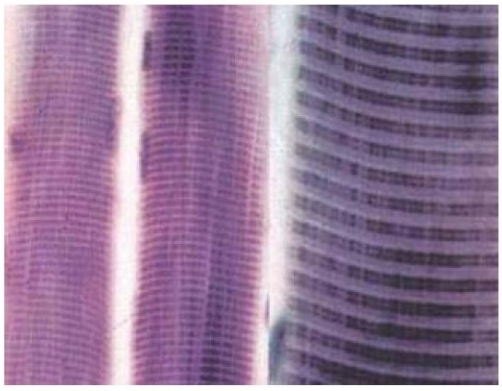
Képgyűjtemény:

- **G001**

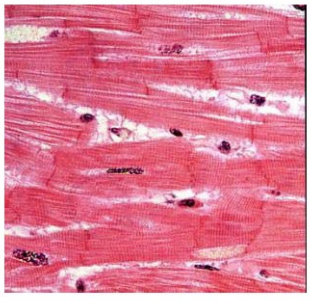




- **G002**

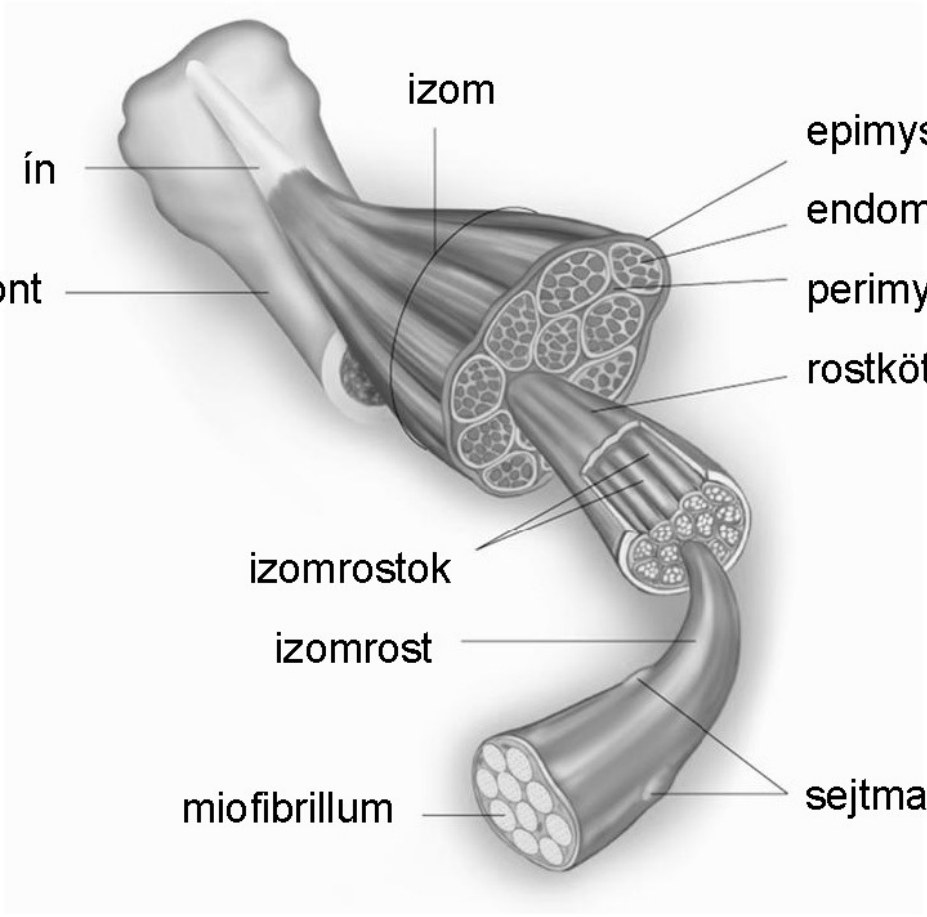
- **G003**

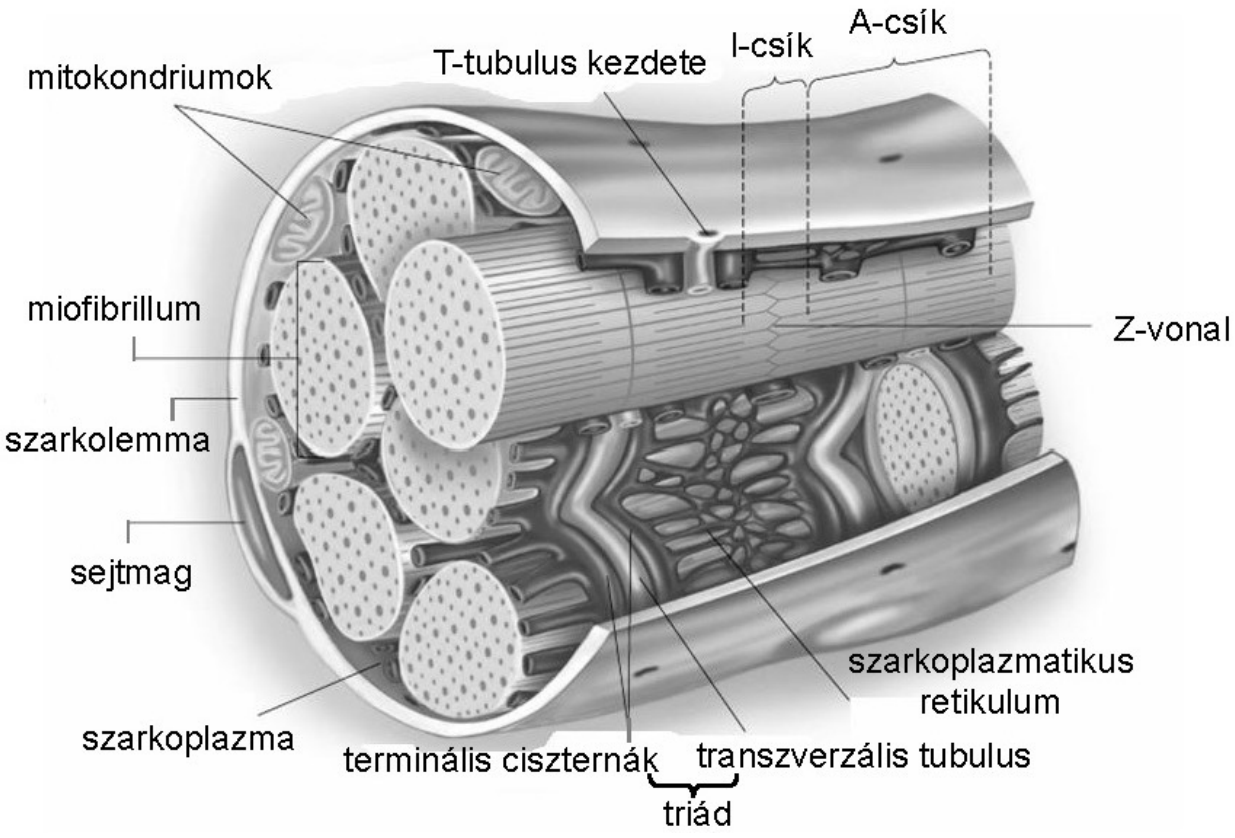
- **G004**



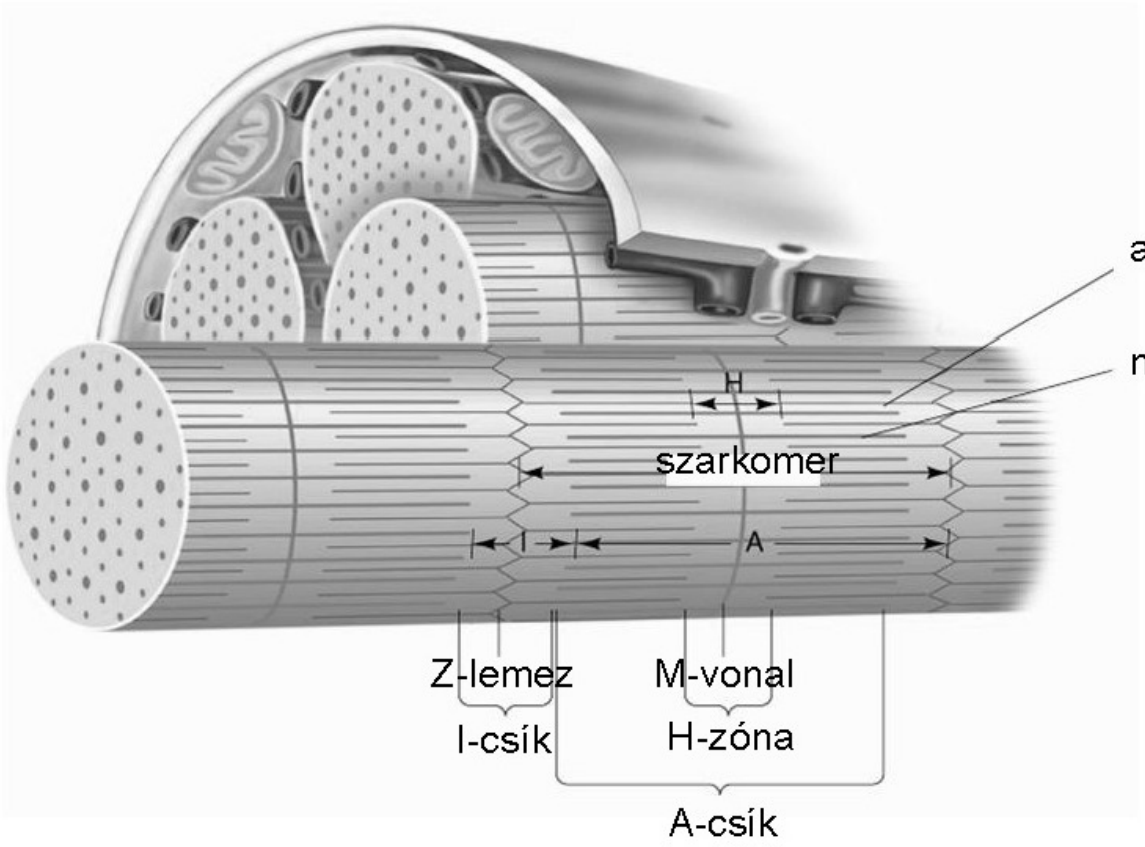
- **G005**


izom
ín
csont
epimysium
endomysium
perimysium
rostköteg
izomrostok
izomrost
miofibrillum
sejtmagok

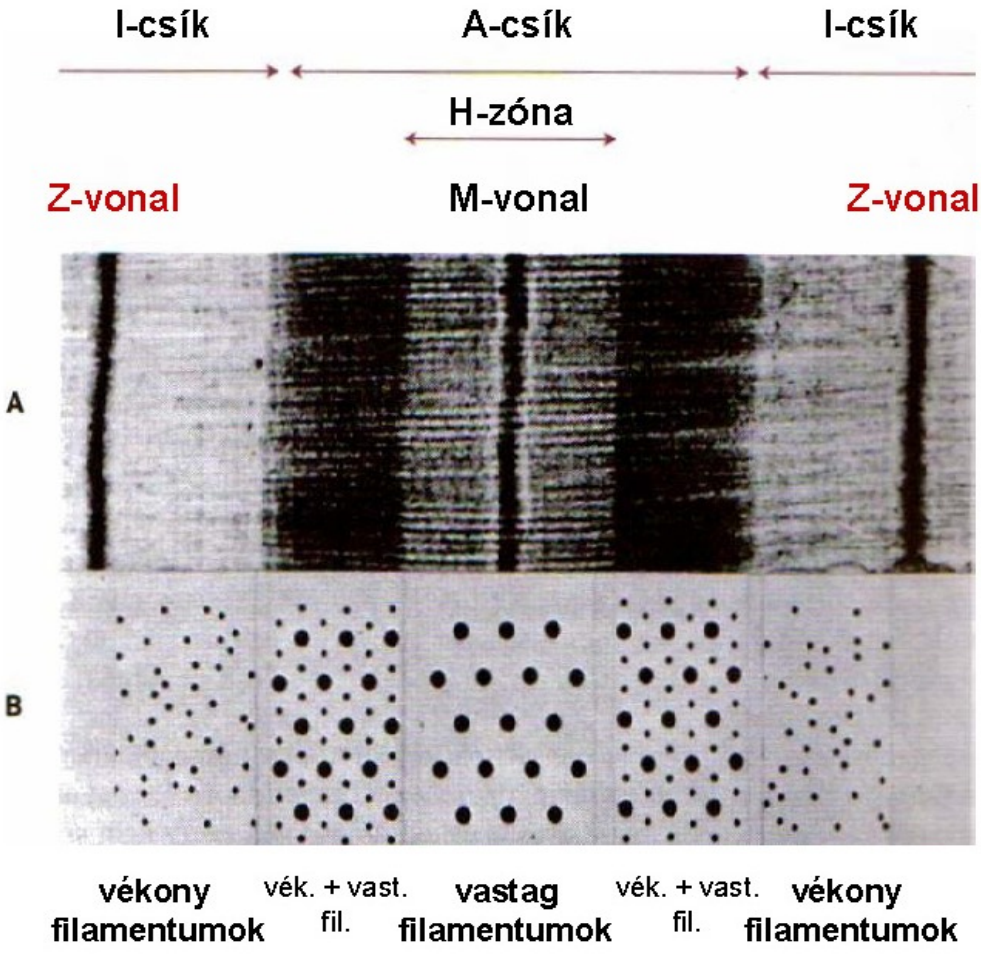
- **G006**


mitokondriumok
T-tubulus kezdete
I-csík
A-csík
miofibrillum
Z-vonal
szarkolemma
sejtmag
szarkoplazmatikus retikulum
szarkoplazma
terminális ciszternák
transzverzális tubulus
triád

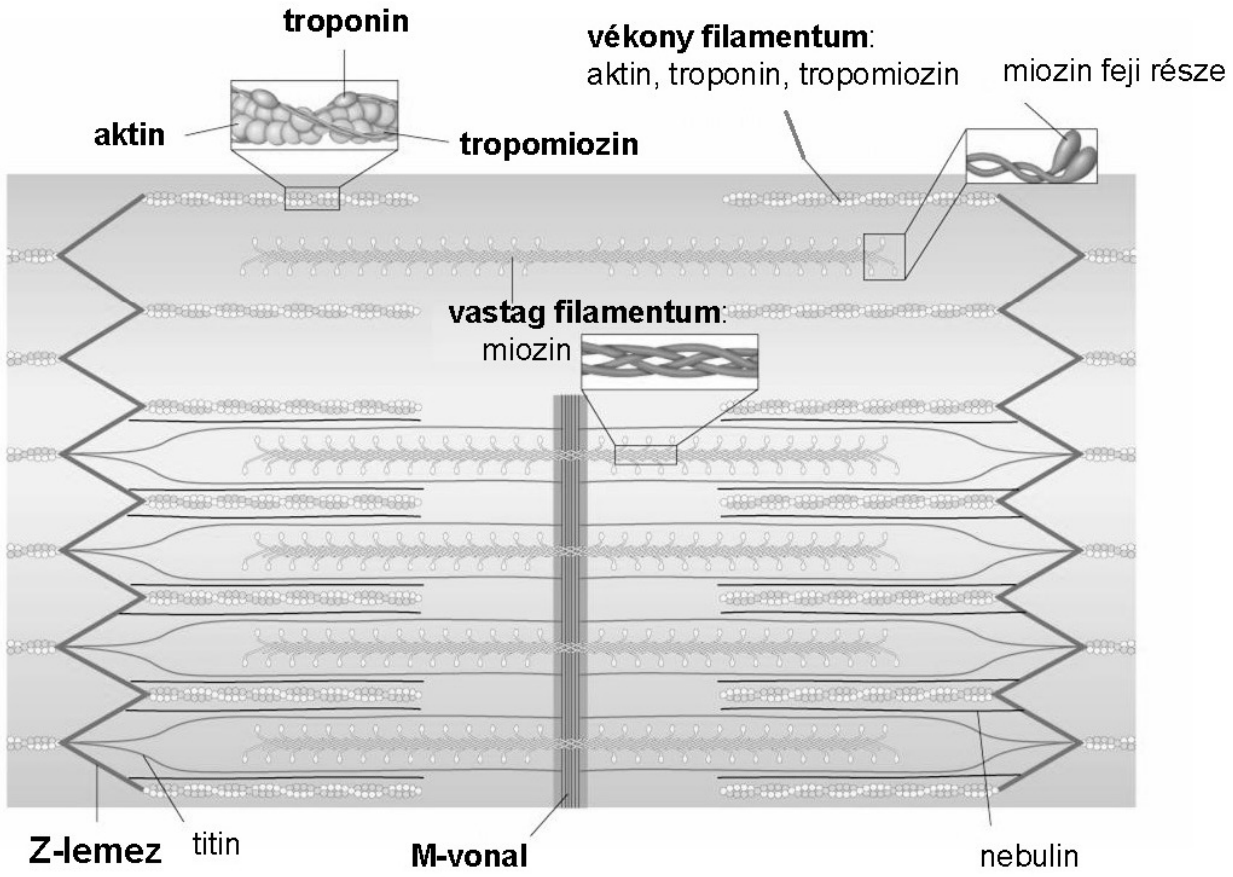
- **G007**


aktin
miozin
H
szarkomer
I
A
Z-lemez
M-vonal
I-csík
H-zóna
A-csík

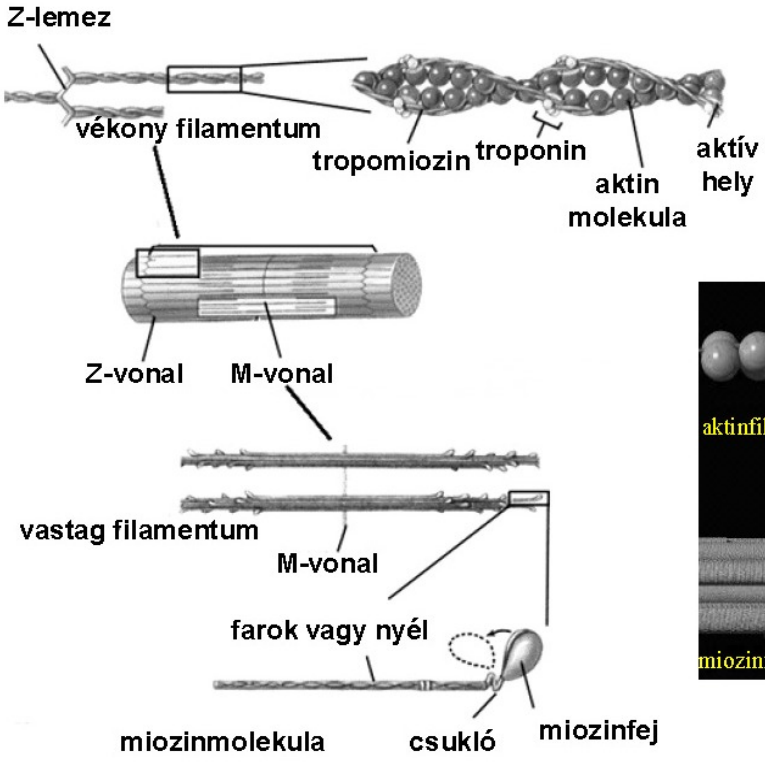
- **G008**

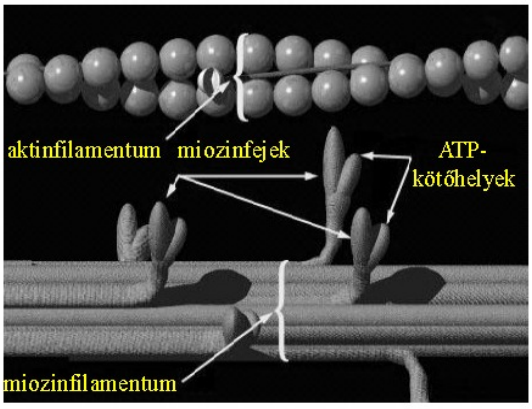

I-csík
A-csík
I-csík
H-zóna
Z-vonal
M-vonal
Z-vonal
A
B
vékony filamentumok
vék. + vast. fil.
vastag filamentumok
vék. + vast. fil.
vékony filamentumok

- **G009**

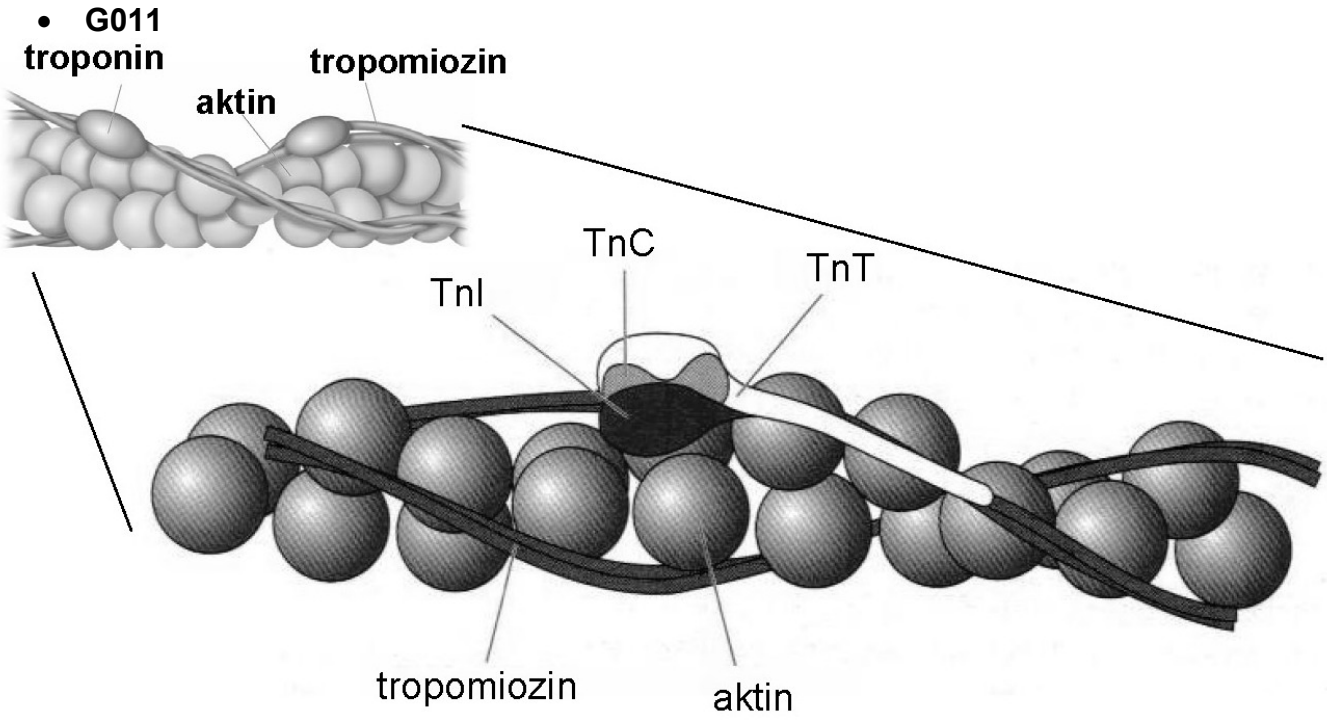

troponin
vékony filamentum:
aktin, troponin, tropomiozin
miozin feji része
aktin
tropomiozin
vastag filamentum:
miozin
Z-lemez
titin
M-vonal
nebulin

- **G010**

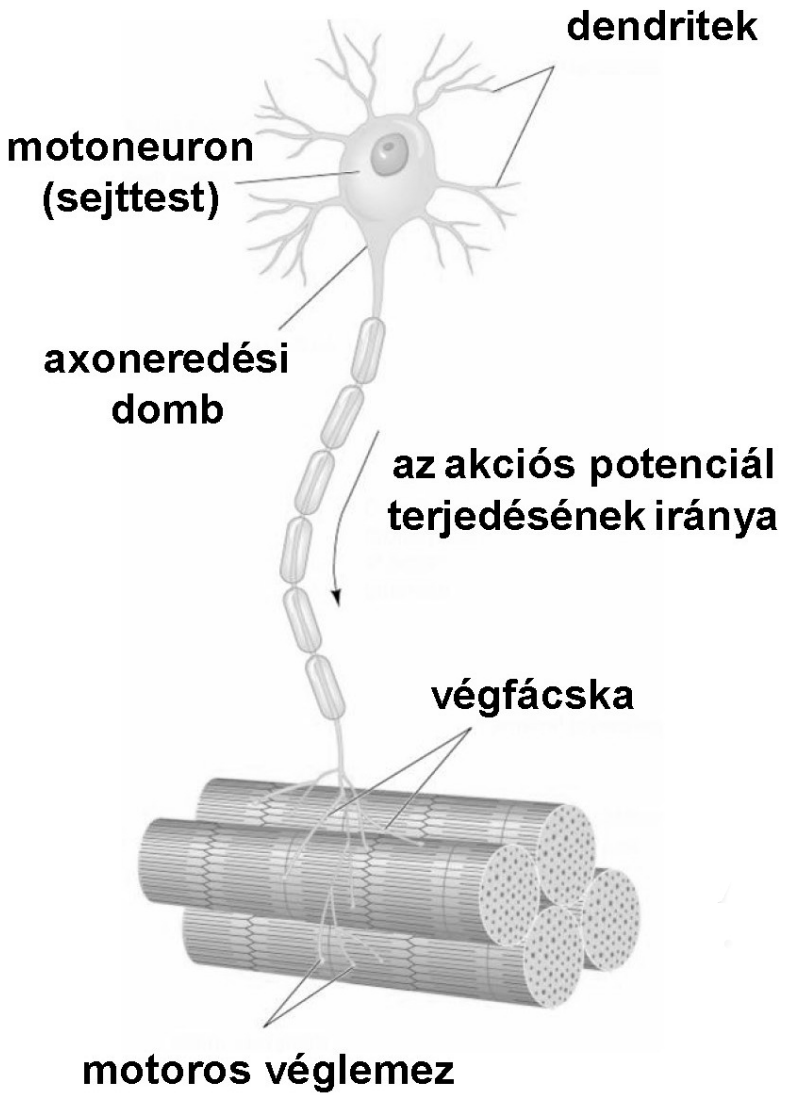

Z-lemez
vékony filamentum
tropomiozin
troponin
aktin molekula
aktív hely
Z-vonal
M-vonal
vastag filamentum
M-vonal
farok vagy nyél
miozinmolekula
csukló
miozinfej


aktinfilamentum
miozinfejek
ATP-kötőhelyek
miozinfilamentum

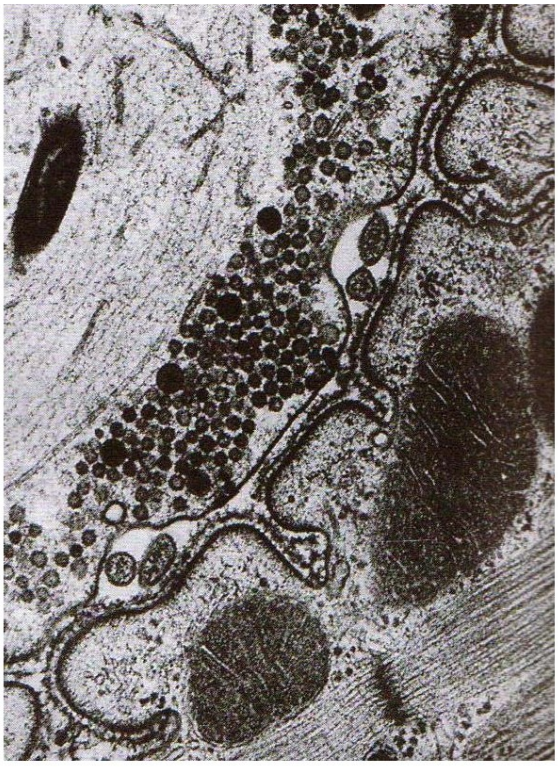
- **G011**


troponin
tropomiozin
aktin
TnC
TnT
TnI
tropomiozin
aktin

- **G012**

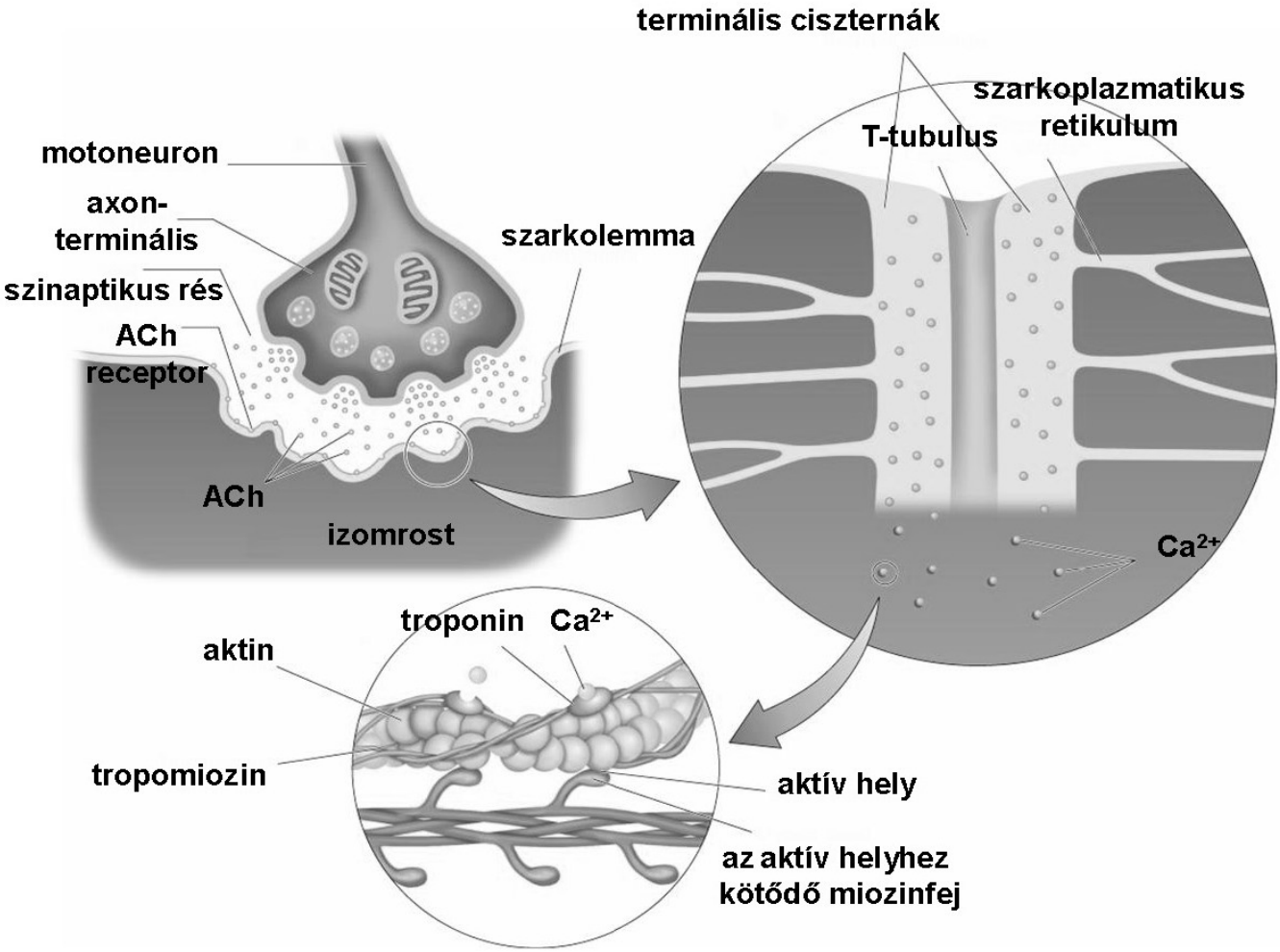

dendritek
motoneuron
(sejttest)
axoneredési
domb
az akciós potenciál
terjedésének iránya
végfácska
motoros véglemez

- **G013**

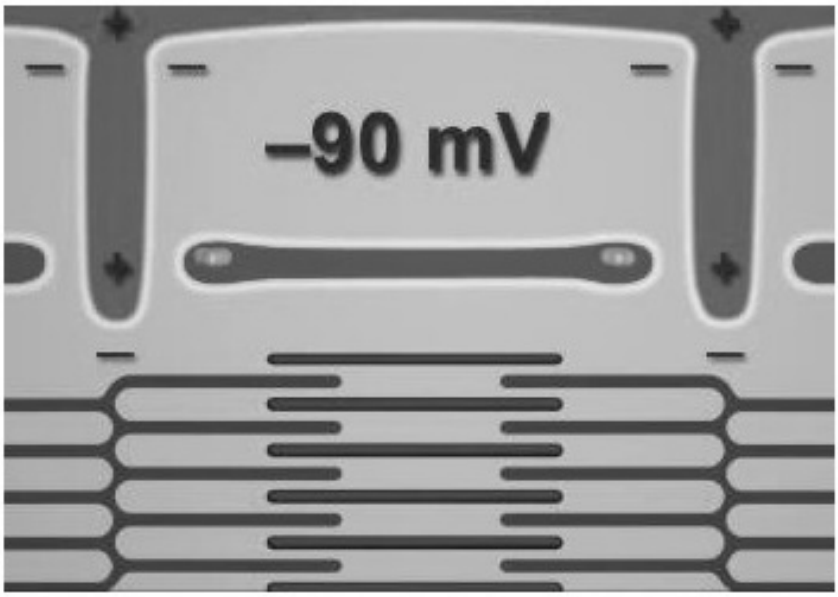


Egy motoros véglemez elektronmikroszkópos képe

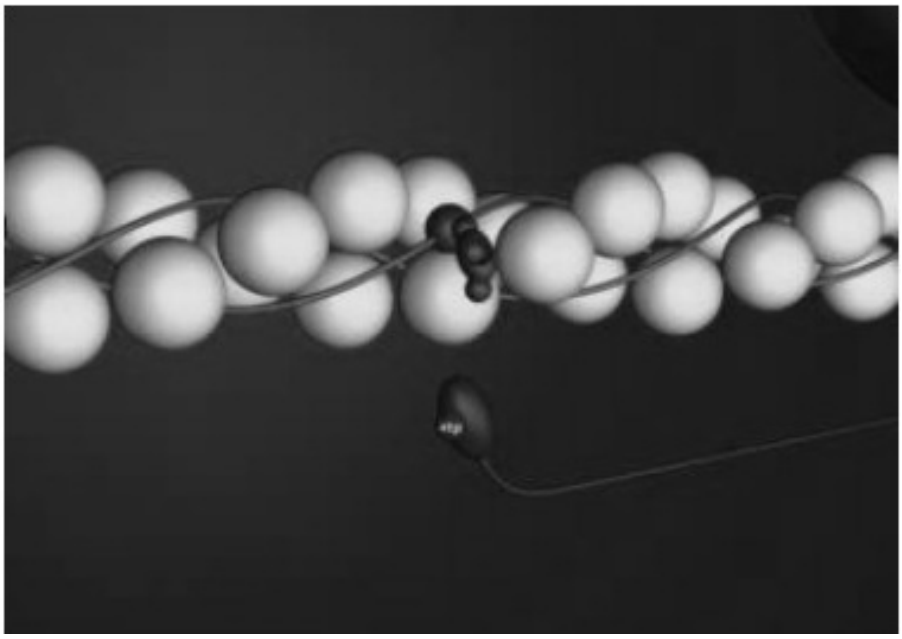
- **G014**



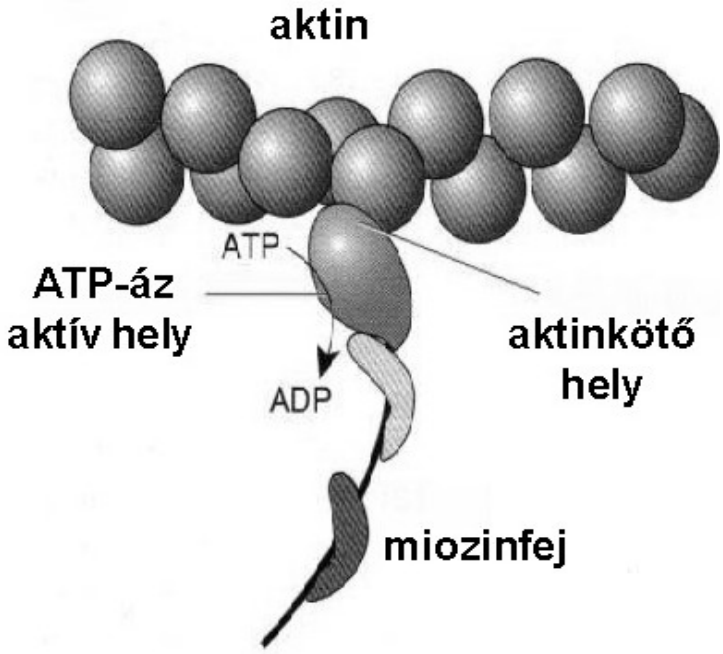
- **G015**



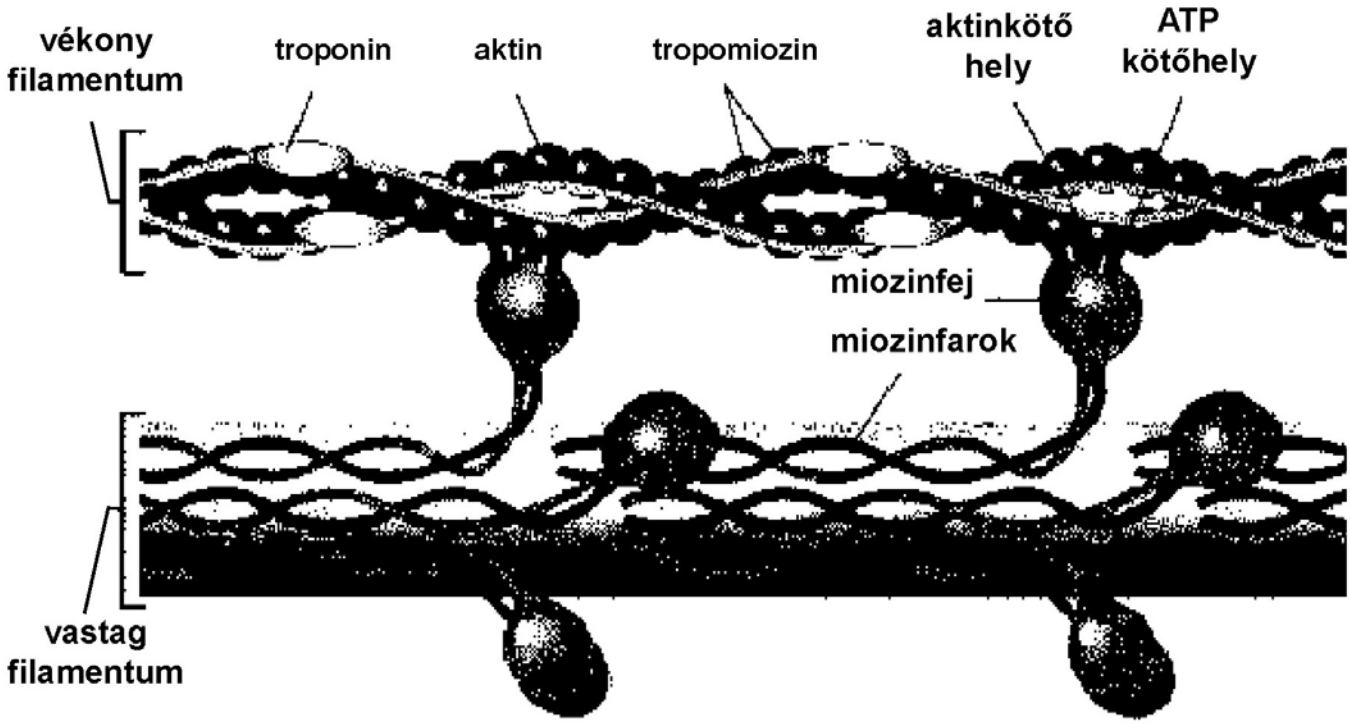
- **G016**



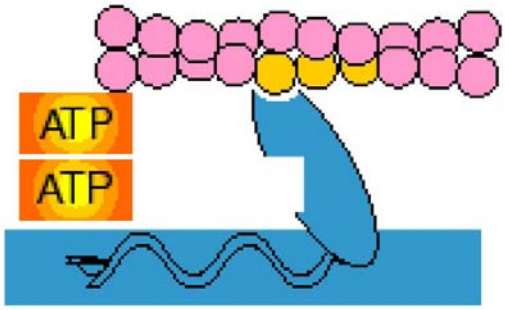
- **G017**


aktin
ATP
ATP-áz
aktív hely
aktinkötő
hely
ADP
miozinfej

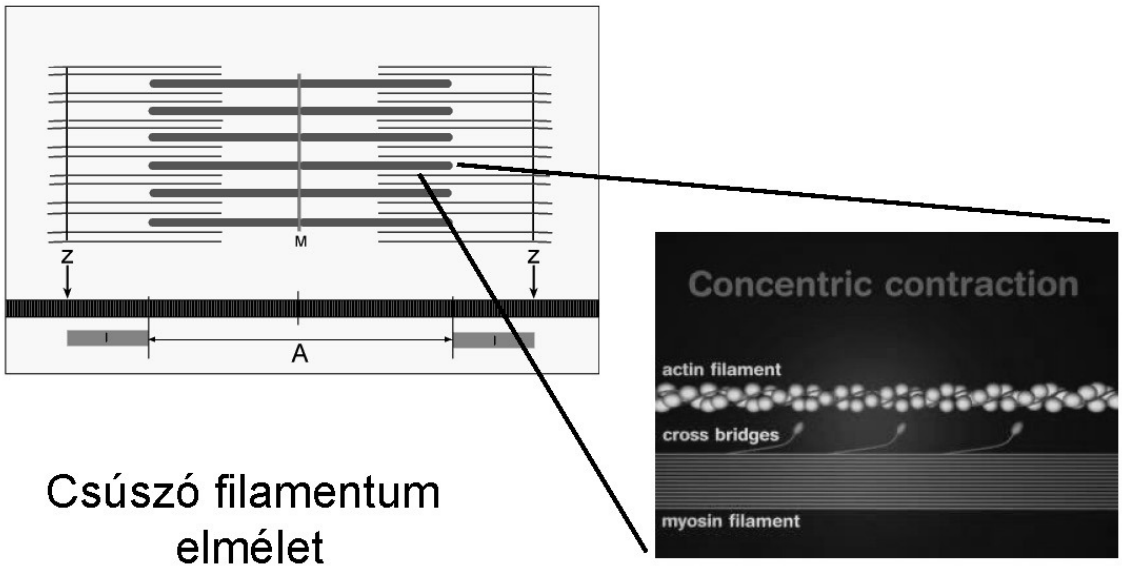
- **G018**


vékony
filamentum
troponin
aktin
tropomiozin
aktinkötő
hely
ATP
kötőhely
miozinfej
miozinfarok
vastag
filamentum

- **G019**

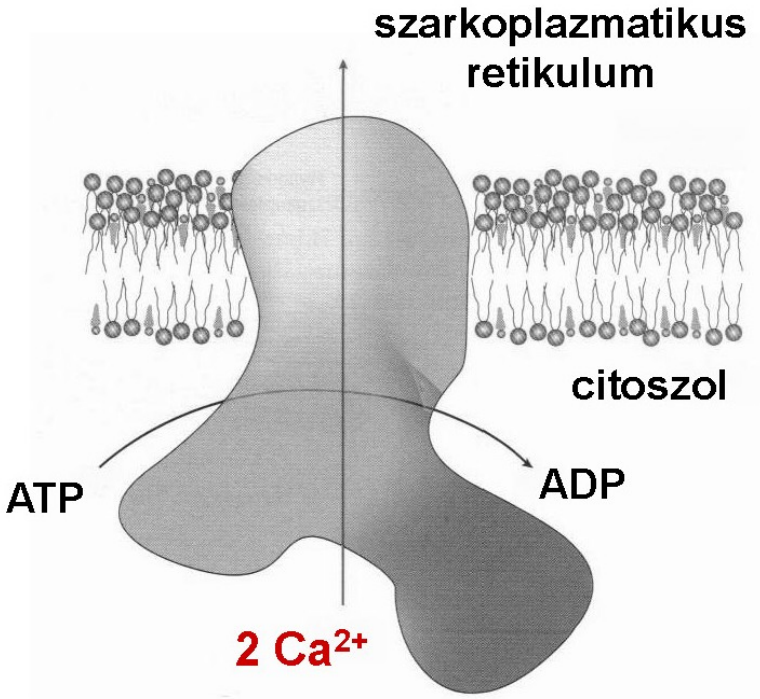


- **G020**

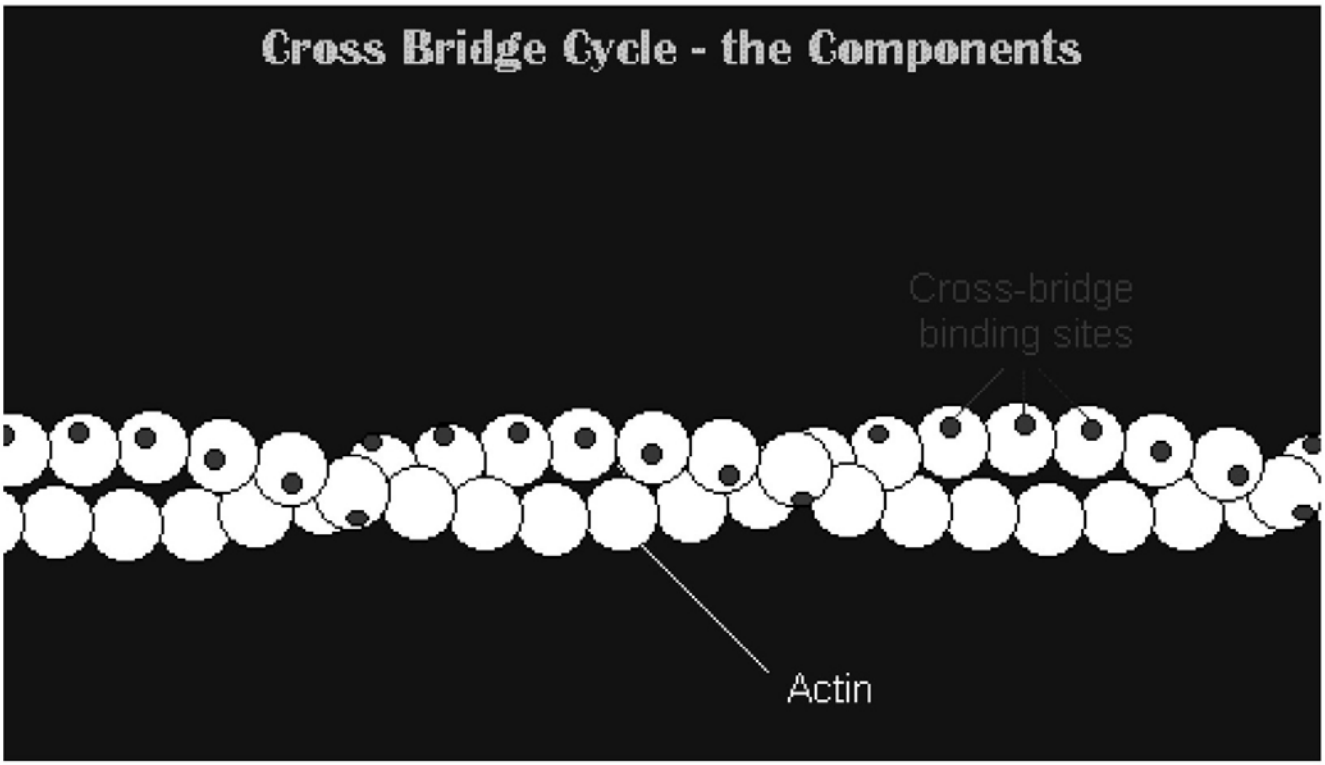


Csúszó filamentum elmélet

- **G021**



- **G022**


Cross Bridge Cycle - the Components
Cross-bridge binding sites
Actin

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – AZ ÉLŐ SZERVEZETEK KÉMIAI ÉPÍTŐKÖVEI – A LIPIDEK

1. kulcsszó cím: A lipidek szerepe az emberi szervezetben

Tartalék energiaforrás, membránstruktúra alkotása, mechanikai védelem, hőszigetelés, szteroidhormonok képzése, zsírban oldódó vitaminok szintézise. **G001**

A lipidek vízben nem, vagy csak nehezen oldódó, azonban szerves (apoláros) oldószerekkel kivonható biomolekulák.

Csoportosításuk:

- egyszerű, vagy nem elszappanosítható lipidek,
- összetett, vagy elszappanosítható lipidek.

Lúggal főzve elbomlanak - zsírsavak nátriumsói keletkeznek. **G002**

A lipidek legnagyobb része tartalmaz zsírsavat.

A zsírsavak szénhidrogénláncú karbonsavak, melyek általános képlete:

$$CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}COOH$$

1. képernyő cím: Általános szerkezet

A zsírsavak lehetnek telítettek, illetve kettős kötéseket tartalmazó telítetlen zsírsavak. **G003** A természetes telítetlen zsírsavakban cisz-konfigurációjú kettős kötések találhatók. A kettős kötések alacsonyabb olvadáspontot eredményeznek.

Fontosabb telített és telítetlen zsírsavak **G004** * A második szám a kettős kötések számára utal, illetve a zárójelben azok helye és konfigurációja van megadva.

2. képernyő cím: Acil-gliceridek

A glicerin zsírsavakkal alkotott észterei az acil-gliceridek. **G005**

A zsírsavak száma 1-3 lehet: mono-, di-, triglicerid. A triglicerideket más néven neutrális zsíroknak is nevezik. Szerepük az energiaraktározásban van. **G006**

Ha a zsírsavak között telítetlen is előfordul, akkor a kettős kötések miatt csökken az olvadáspont - olajok. Minél több a kettős kötések, s így a telítetlen zsírsavak száma, annál 'lágyabb' a zsír. Ha nem glicerin, hanem magasabb szénatomszámú alkohol kapcsolódik a zsírsavakhoz, akkor viaszokról beszélünk.

3. képernyő cím: Foszfatidok

Ha a glicerin egyik -OH csoportját foszforsav észteresíti, akkor foszfatidsav képződik. **G007**

A foszforsavhoz észterkötéssel további, például N- tartalmú vegyületek kapcsolódhatnak, s így glicerin-foszfatidok jönnek létre.

4. képernyő cím: Fontosabb glicerofoszfolipidek

Amfipatikus tulajdonságukból adódóan, vagyis, hogy hidrofób és hidrofil résszel is rendelkeznek, legfontosabb feladatuk a membránok felépítésében van. **G008**

A foszfatidil-inozitolnak fontos információtovábbító szerepe van (hormonhatás, eurotranszmitter). **G009**

A membránok felépítésében további lipidek is részt vesznek: szfingomielinek, cerebrozidok, gangliozidok. **G010**

5. képernyő cím: Prosztaglandinok

Egy 20 C-atomos többszörösen telítetlen zsírsav, az arachidonsav származékai. **G011**

A prosztaglandinok élettani hatásaikat tekintve igen fontosak a szervezet számára.

Egyes képviselőik a simaizom kontrakcióját idézik elő (abortusz), mások a vérnyomás szabályozásában játszanak szerepet, míg megint mások pl. a vazopresszin hormon antagonistái.

6. képernyő cím: Karotinoidok

A növényekben és állatokban is előforduló, izoprén egységekből felépülő lipidek. **G012**

A növényekben képződik a β-karotin, mely az A vitamin előanyaga. **G013**

A szem ideghártyáján (retinán) lévő csapok és pálcikák membránja nagy mennyiségben tartalmaz egy opszin nevű fehérjét, mely a retinállal (A vitamin származék) az ún. rodopszin nevű komplexet alkotja. **G014** **G015**

Fény hatására a retinál és az opszin térbeli szerkezete megváltozik - a membránon elektromos aktivitás jön létre.

7. képernyő cím: Szteroidok

Alapanyaguk aktív izoprén, melyek gyűrűvé záródásával lanoszterol keletkezik, ami viszont a koleszterin előanyaga. **G016**

A szteránváz bontása nem lehetséges a szervezetben, mert nincs hozzá enzim. A szteroidok sokféleségét a vázhoz kapcsolódó különböző oldalláncok adják. **G017**

8. képernyő cím: A koleszterin

Szervezetünk nélkülözhetetlen szteránvázas vegyülete, azonban nagy mennyiségű felhalmozódása súlyos következményekkel jár. **G018**

Szerepe lehet:

- a membránok fluiditásának szabályozása,
- szteroidhormonok szintézise,
- epesavak szintézise.

9. képernyő cím: Szteroidhormonok

A petefészekben, a herében és a mellékvese kéregállományában képződnek koleszterinből.

Csoportjaik:

- glükokortikoidok,
- mineralokortikoidok,
- nemi hormonok.

Elnevezésük a különböző biológiai hatásukra utal.

A kortizol a mellékvesekéregben termelődő glükokortikoid. Elsődleges szerepe a szénhidrát-anyagcserében van, de többek között gyulladásgátló hatással is rendelkezik. **G019**

A mellékvesekéreg mineralokortikoidja, az aldoszteron a szervezet só-vízháztartásában játszik fontos szerepet. **G020**

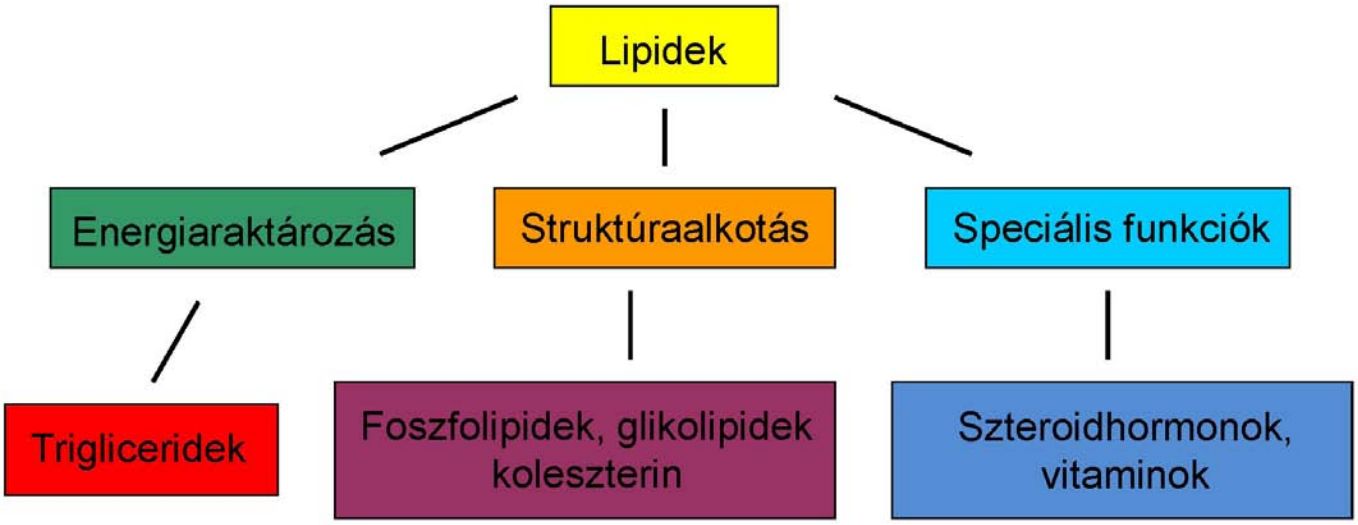
A nemi hormonok közül a progeszteron kulcsfontosságú, mivel további szteroidok származtathatók belőle. Mint női nemi hormon, a terhesség fenntartásáért felelős. **G021**

A női nemi hormonok másik csoportját az ösztrogének alkotják. Feladatuk a másodlagos nemi jelleg kialakítása. A petefészekben keletkező ösztradiol biológiai hatása nagyobb, mint az ösztroné. **G022** **G023**

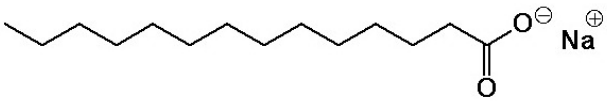
A herében termelődő hím nemi hormon a tesztoszteron. A másodlagos nemi jelleg kialakítása mellett az anyagcsere folyamatokat befolyásolja. **G024**

Képgyűjtemény:

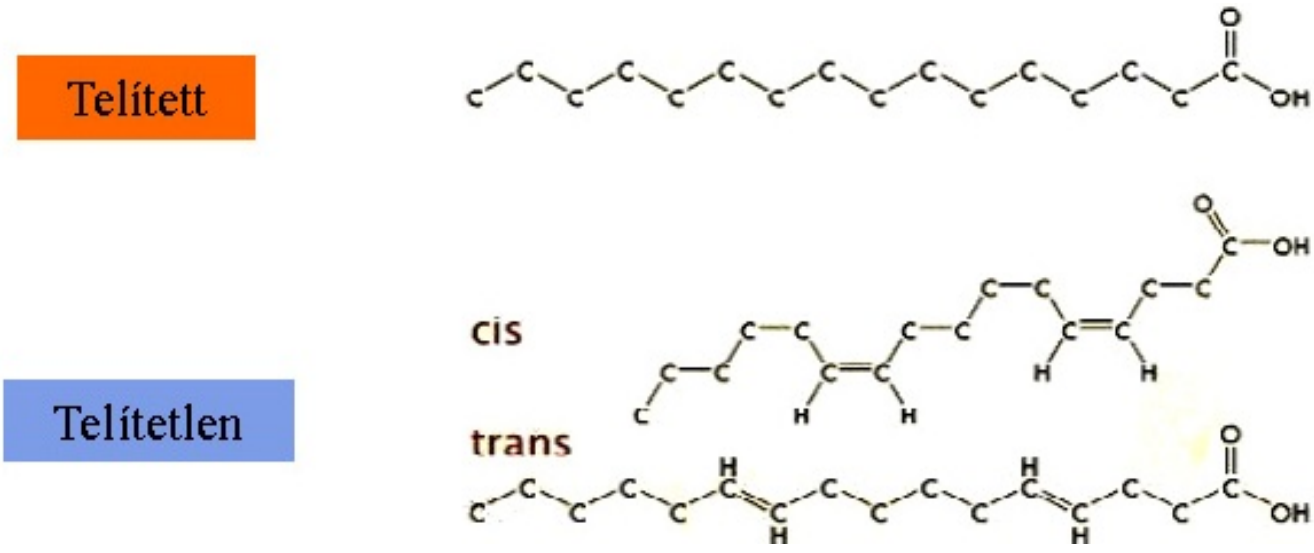
- **G001**



- **G002**



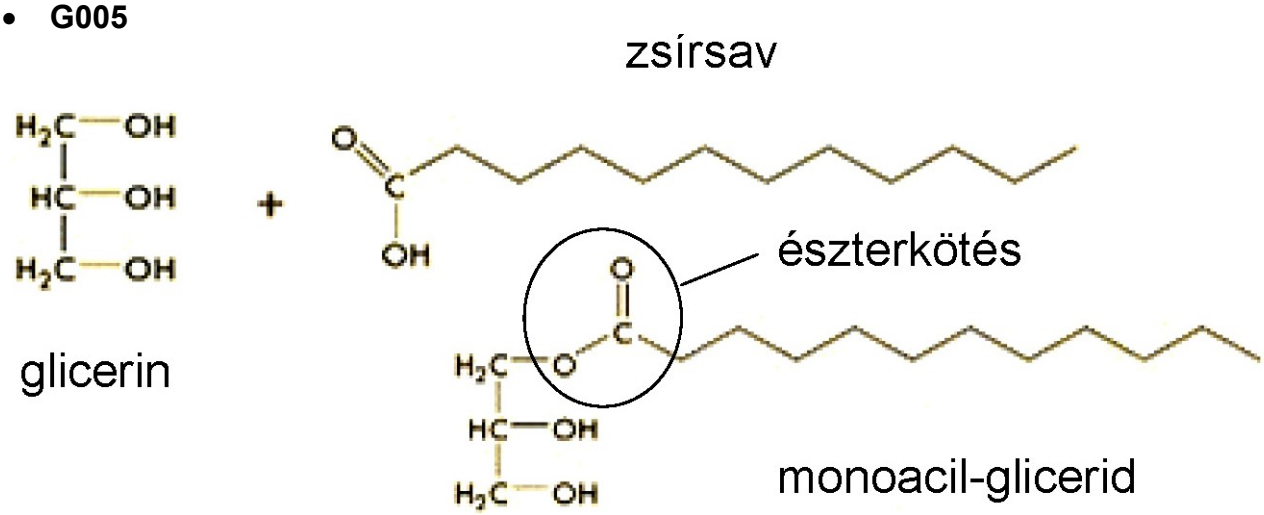
- **G003**



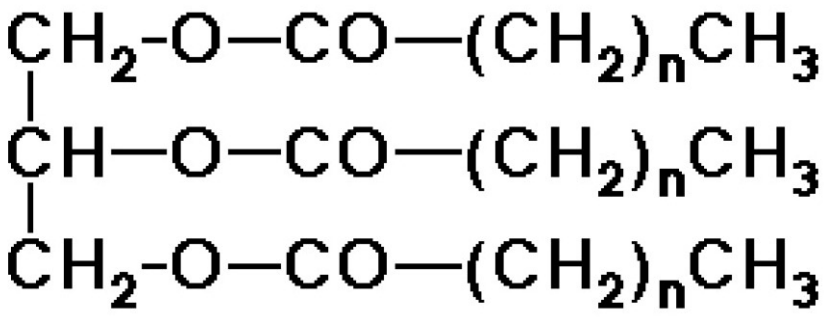
- **G004**

Szénatomszám	Név (általános és szisztémás)	Jelölés*	Acilcsoport neve
	Telített zsírsavak		
1	hangyasav ; metánsav		formil
2	ecetsav ; etánsav		acetil
3	propionsav ; propánsav		propionil
4	vajsav ; butánsav	4;0	butiril
12	laurinsav ; dodekánsav	12;0	lauril
14	mirisztinsav ; tetradekánsav	14;0	mirisztil
16	palmitinsav ; hexadekánsav	16;0	palmitil
18	sztearinsav ; oktadekánsav	18;0	sztearil
20	arachinsav ; eikozánsav	20;0	
22	behensav ; dokozánsav	22;0	
24	lignocerinsav ; tetrakozánsav	24;0	
	Telítetlen zsírsavak		
4	krotonsav	4;1 (2t)	krotonil
16	palmitoleinsav	16;1 (9c)	
18	oleinsav	18;1 (9c)	oleil
18	linolsav	18;2 (9c, 12c)	
18	linolénsav	18;3 (9c, 12c, 15c)	
20	arachidonsav	20;4 (5c, 8c, 11c, 14c)	

- **G005**

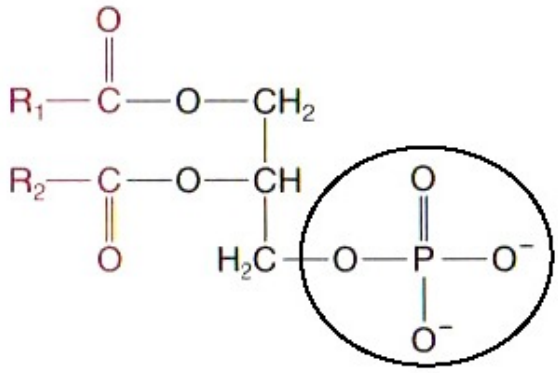


- **G006**



Triglicerid általános képlete

- **G007**

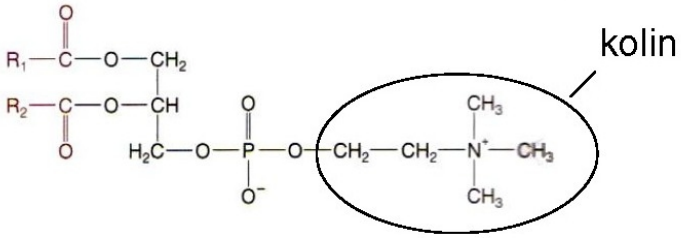


Foszfatidsav szerkezete

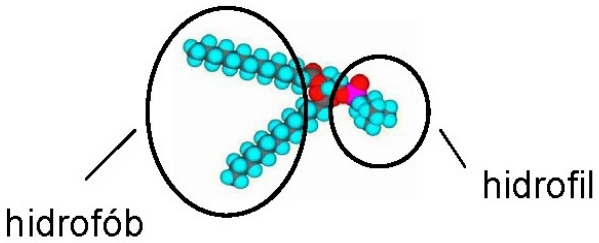
R_1 és R_2 = zsírsav

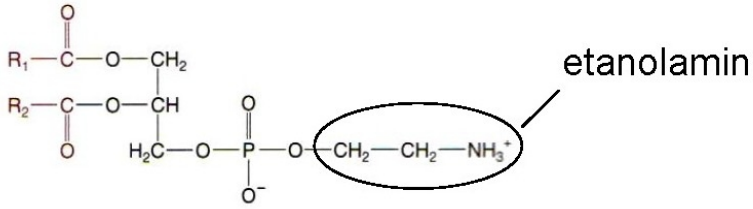
○ = foszforsav

- **G008**

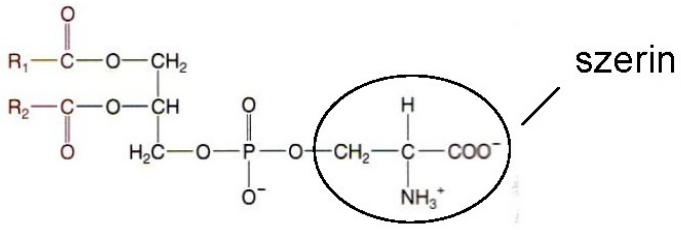


foszfatidil-kolin (lecitin)



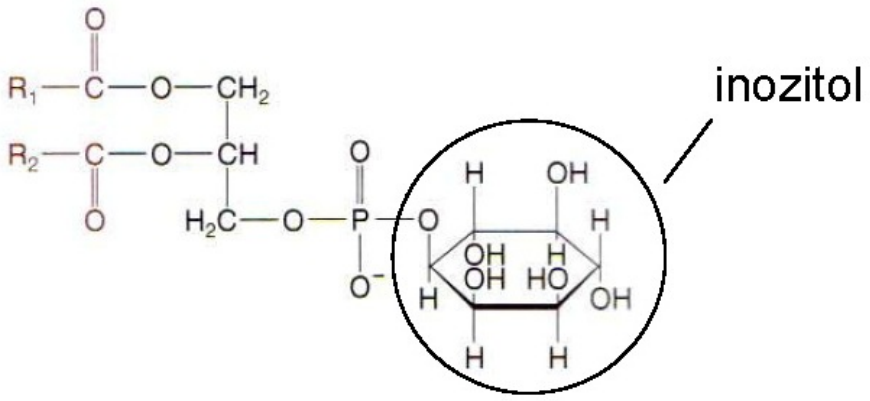


foszfatidil-etanolamin (kefalin)



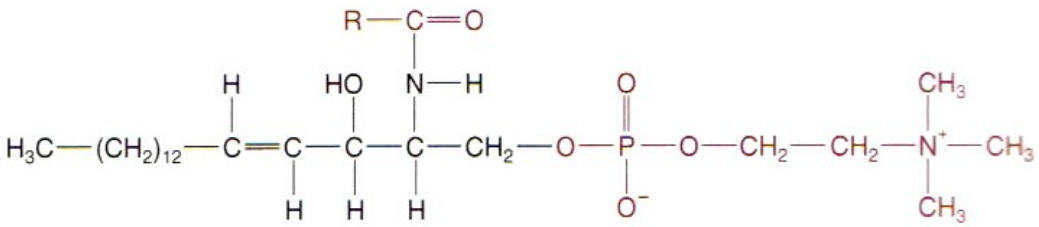
foszfatidil-szerin

- **G009**



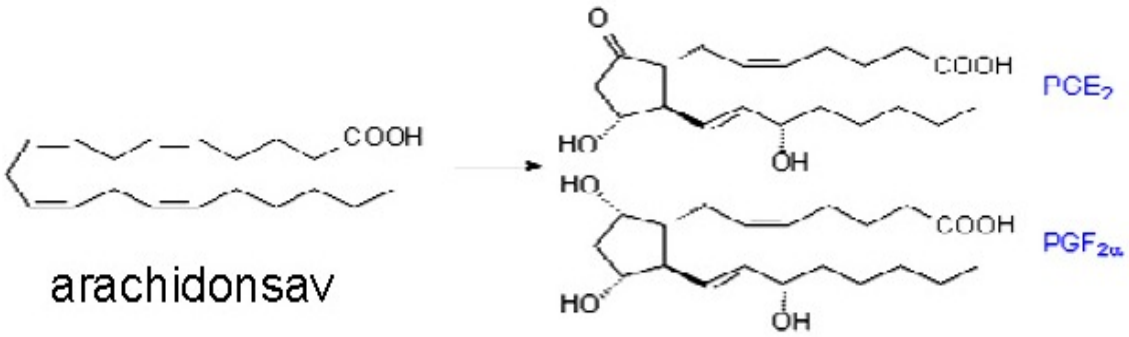
foszfatidil-inozitol

- **G010**

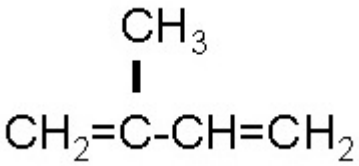


A szfingomielin szerkezete

- **G011**

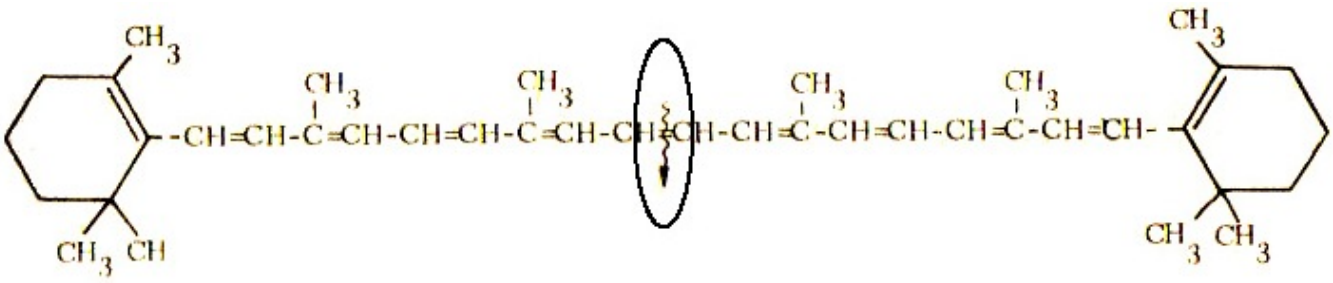


- **G012**



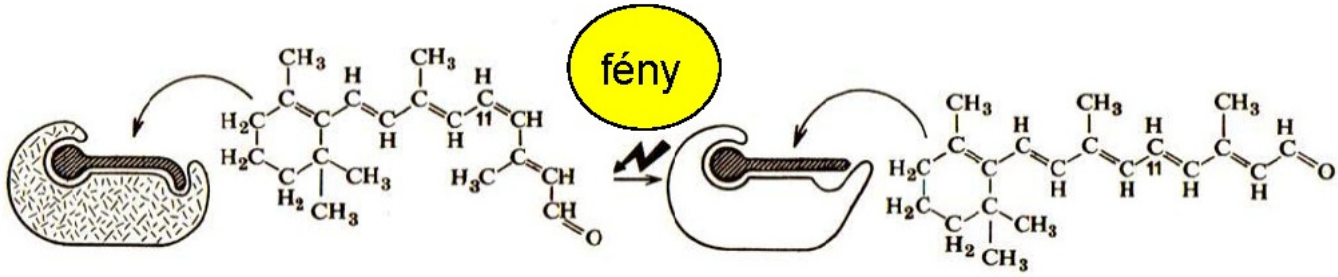
Izoprén szerkezete

- **G013**



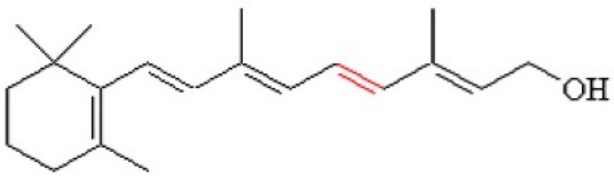
β-karotin

- **G014**



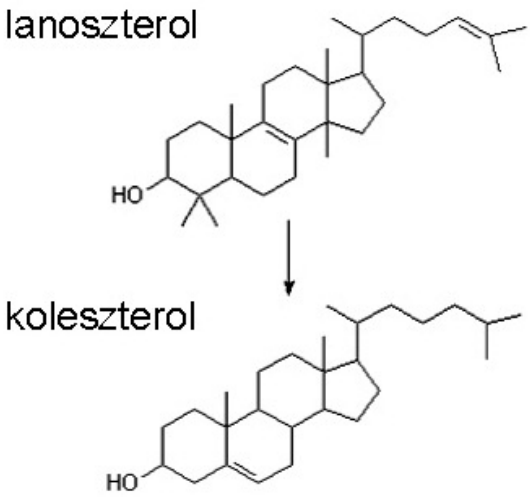
opszin cisz-retinál transz-retinál

- **G015**

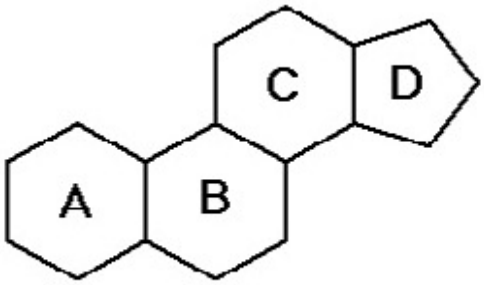


A vitamin

- **G016**

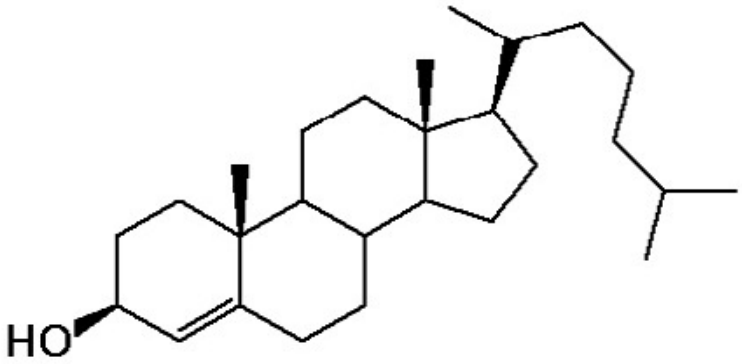


- **G017**



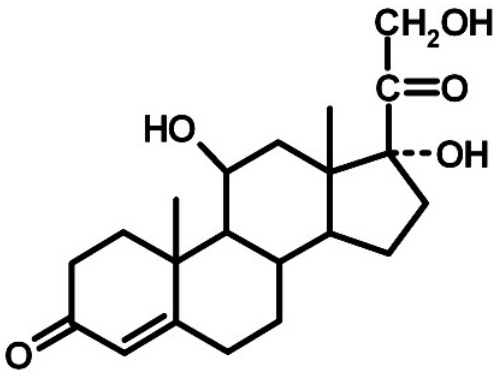
A szteroidok alapváza

- **G018**



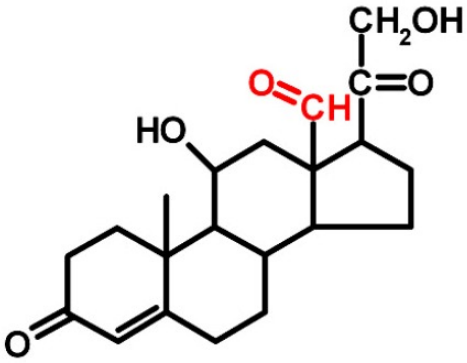
Koleszterin szerkezete

- **G019**



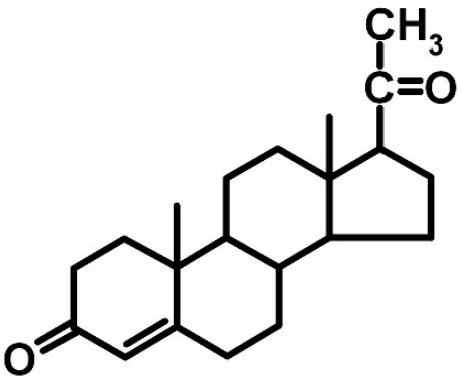
Kortizol

- **G020**



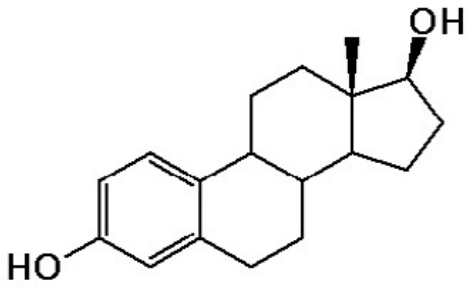
Az aldoszteron szerkezete

- **G021**



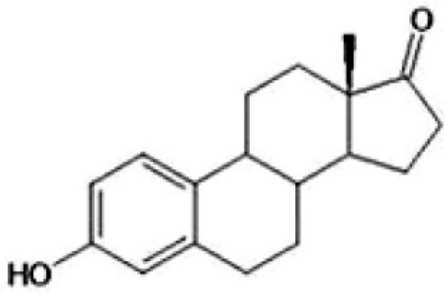
Progeszteron

- **G022**



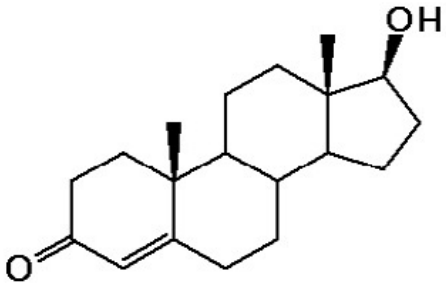
Ösztradiol

- **G023**



Ösztron

- **G024**



Tesztoszteron

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – LIPIDEK ANYAGCSERÉJE

1. kulcsszó cím: A lipidek szerepe az emberi szervezetben

Tartalék energiaforrás, membránstruktúra alkotása, mechanikai védelem, hőszigetelés, szteroid-hormonok képzése, zsírban oldódó vitaminok szintézise.**G001**

Szervezetünk a zsírsavakat trigliceridekformájában raktározza el, melyek legnagyobb mennyiségben a májban és a zsírszövetben képződnek. Egy átlagos férfi teste mintegy 10 kg triglicerideket, vagy zsírt tartalmaz. A nők esetén ez kb. 14 kg.

Pásztázó elektronmikroszkópos kép egy gömbölyű zsírsejtről, amely alatt egy kapilláris ér húzódik. A zsírsejtet kollagén rostok hálózzák be. **G002**

Elektron mikroszkópos felvétel egy zsírsejtről, amelyben főleg triglicerideket tartalmazó lipidcseppek (sötét területek) láthatók. **G003**

A lipidcseppek a zsírsejt ‘üzemanyag tankjai’. A triglicerideket egy foszfolipid monolayer határol, melynek hidrofób része a trigliceridekkel érintkezik, poláros feji része a citoszól felé néz. A foszfolipid burok felszínén perilipin fehérjék korlátozzák az átjárhatóságot. **G004**

A zsírsejtek legfontosabb feladata a zsír (trigliceridek) raktározása, illetve annak szükség szerinti mobilizációja.

A trigliceridek szintéziséhez a glicerin aktív alakja szükséges - *glicerin-3-foszfát.*

A májban a glükóz mellett glicerinből is képződhet glicerin-3-foszfát. **G005**

A zsírsavakat is aktív állapotba kell hozni, amelynek során ATP segítségével egy koenzimA- hoz (CoA) kötődnek - acil-CoA jön létre. A reakciót az endoplazmatikus retikulum, illetve a mitokondrium külső membránjában található acil-CoA-szintetáz enzim katalizálja. **G006**

Az aktivált komponensekből diacil-glicerin-3-foszfát, majd végül triglicerid keletkezik. **G007**

A foszforil-csoport lehasításával (foszfatáz) lehetőség nyílik egy harmadik aktivált zsírsav megkötésére. A triacil-glicerin, vagyis triglicerid képződését az endoplazmatikus retikulum membránjá-

nak triacil-glicerin-szintáz nevű komplexe végzi.G008

2. kulcsszó cím: A zsírsavak mobilizálása – Lipolízis

A raktározott zsírsavakhoz a szervezet a lipidek bontásával jut hozzá - ezt a folyamatot nevezzük lipolízisnek. A trigliceridekből a lipáz nevű enzim glicerint és szabad zsírsavat állít elő.

A glicerinből a májban glicerin-3-foszfát képződik, amelyből vagy újra triglicerid lesz, vagy dihidroxi-aceton- foszfáton keresztül belép a glikolízisbe. A zsírsavak pedig, mint energiaforrás a vérkeringés útján jutnak el a szervekhez.G009

A lipolízis hormonális szabályozás alatt áll: adrenalin, noradrenalin, glukagon, ACTH elősegíti , míg az inzulin gátolja a trigliceridek bontását.

Fizikai aktivitás hatására a lipolízis folyamata felgyorsul. Mint az ábrán is jól látszik, 15 perccel a munkavégzés megkezdése után már jelentős mértékben lecsökken a trigliceridek bontása, aminek hátterében a b- adrenerg receptorok deszenzitizációja áll. G010

3. kulcsszó cím: Mi történik a lipolízis termékeivel?

A zsírsejtekből mobilizált zsírsavak a keringési rendszerbe jutva egy albumin nevű fehérjéhez kötődve szállítódnak a szervekhez.

A glicerin a májba szállítódva glicerin-3-foszfáton keresztül dihidroxi-aceton-foszfáttá alakul - további útja vagy a glikolízis vagy a glükoneogenezis.

A szervek különböző mértékben hasznosítják a zsírsavakat – a harántcsíkolt izom és a szívizom számára jelentős energiaforrás.

A szabad zsírsavakból a mitokondriumban a b- oxidáció során acetil-CoA-k (két szénatomos aktív ecetsavak) képződnek.

1. képernyő cím: A zsírsavak mozgása a célszervek között

Izommunka vagy éhezés hatására a zsírszövetben raktározott trigliceridek glicerinre és zsírsavakra bomlanak, és a keringésbe kerülnek. A zsírsavak albuminhoz kötődve szállítódnak a célszervekhez, mint pl. az vagy a máj, ahol mint energiaforrás igen fontosak. A glicerin a májba jutva glükózzá alakul. Az izomrostokban található myocelluláris trigliceridek hidrolízise is hozzájárul az energia előállításához.G011 G012

2. képernyő cím: A zsírsavak lebontása

A zsírsavak a sejtek mitokondriumaiban a β-*oxidáció* során bomlanak le több lépésben.

A sejtbe került zsírsav koenzimA-hoz kötődve aktiválódik. Az oxidáció minden körében két szénatommal rövidül a zsírsav, miközben egy *acetil-CoA* mellett egy *NADH* és $FADH_2$ képződik. **G013**

A palmitinsav esetén a b-oxidáció folyamata 7-szer játszódik le, melynek során 8 acetil-CoA, 7 NADH és 7 FADH2 keletkezik. Az acetil-CoA-k a citrátkörbe kerülnek. G014

3. képernyő cím: A plazma zsírsavtartalmának változása fizikai terhelés során

A fizikai terhelés intenzitásának a mértéke befolyásolja a plazma zsírsav koncentrációját.

1. Alacsony intenzitás esetén emelkedik a plazma zsírsavszintje, mivel az izmok alacsony zsírsavigényével szemben a zsírszövetben magas a lipolízis mértéke.

2. Mérsékelt intenzitású terheléskor kezdetben csökken a zsírsavak koncentrációja, mert bomlásuk gyorsabb, mint a lipolízis hormonális stimulációja. Azonban hosszú idejű aktivitás esetén a lipolízis felgyorsul, így a plazma zsírsavszintje jelentősen megnő.

3. Erős igénybevétel esetén a zsírsavak koncentrációjának csökkenése a zsírszövetben kialakuló vazokonstrikció következménye. **G015**

4. kulcsszó cím: Lipoproteinek

A vérben keringő triglicerideknek és koleszterinnek, illetve észtereinek szállítását a lipoproteinek végzik.

A triglicerid és a koleszterin-észterek hidrofób tulajdonságuk miatt nem fordulnak elő szabad formában a plazmában, hanem fehérjékből (apoproteinek) és foszfolipidekből álló burokba csomagolódnak. **G016**

A lipoproteineknek több csoportja van: VLDL, LDL, HDL, kilomikron. **G017**

A táplálékkal felvett lipideket a kilomikron szállítja el a bélből a nyirokereken keresztül. A lipidek mintegy 95%-a triglicerid. **G018**

A koleszterint, és annak észtereit az LDL (Low- Density-Lipoprotein) viszi a keringési rendszerben. Azok a sejtek tudják felvenni a koleszterint a keringésből, amelyek rendelkeznek LDL- receptorokkal. G019

1. képernyő cím: A triglicerídek és a koleszterin szállítása

A vérben keringő koleszterin egy részét a HDL (High- Density-Lipoprotein) a májba szállítja, ahol vagy epesav képződik belőle és formájában elhagyja a szervezetet, vagy beépül a VLDL-be (Very-Low-Density-Lipoprotein). Ezért szokták a HDL formát „jó" koleszterinnek nevezni, szemben az LDL „rossz" koleszterinjével. G020

Ha a keringési rendszerben a normálisnál nagyobb mennyiségű lipid van jelen, akkor annak következménye atherosclerosis, trombózis, szívinfarktus lesz. A G021 egy normális, és egy elzárt artéria látható. Az ér lumenének mintegy 80%-a van eltömődve zsírok által, akadályozva a normális vérkeringést.

2. képernyő cím: A plazma lipidszintjének változása fizikai terhelés után

Izommunka után a plazma HDL koleszterin- és triglicerídszintje ellentétes irányban változik. Míg a HDL koncentrációja nő, addig a triglicerideké csökken, majd néhány nap múlva visszatér az eredeti értékre. G022

5. kulcsszó cím: Ketontestek képződése

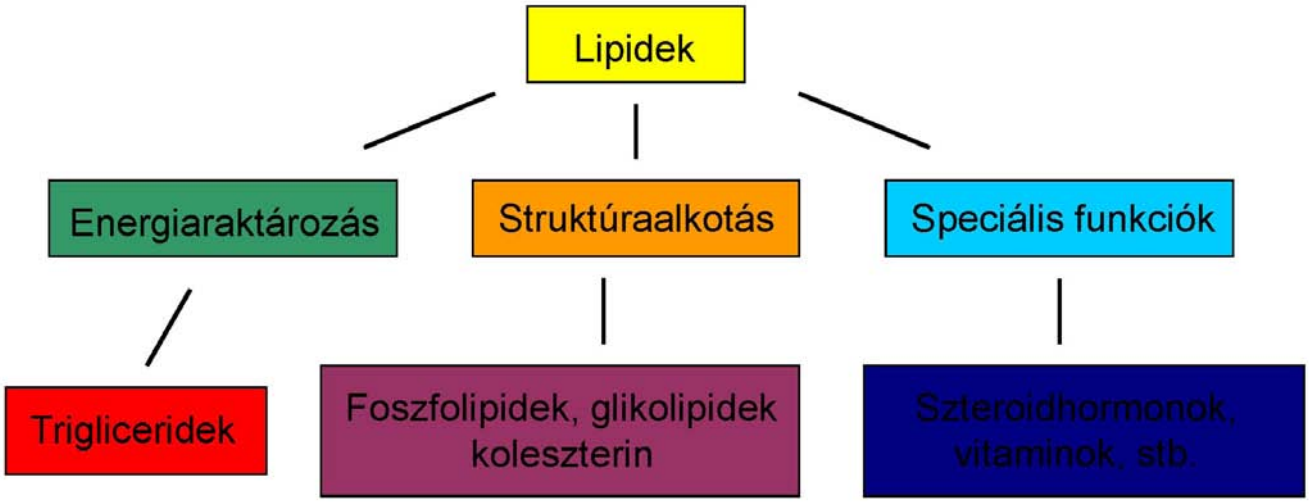
A β-oxidáció során keletkezett acetil-CoA a citrátkörbe kerül.

A májban azonban acetil-CoA-ból vízoldékony molekulák, ketontestek is képződnek, melyek a különböző szervekben (pl. izom) energiaforrásul szolgálnak. A ketontestek keletkezésének kiindulási és végtermékei. A szintézis köztes produktumait a két kék nyíl helyettesíti. G023

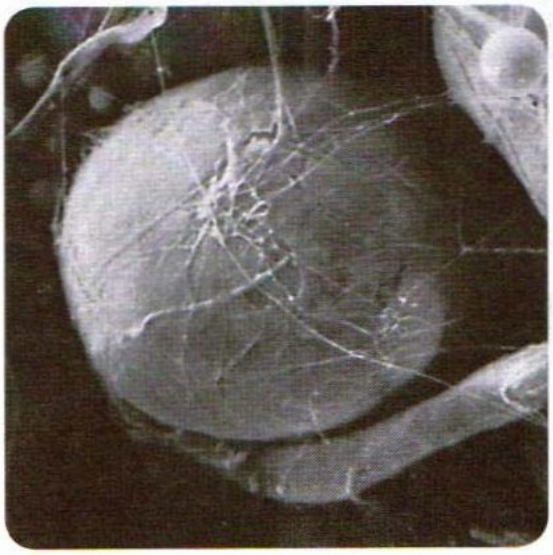
Elegendő szénhidrát mellett is képződnek ketontestek a májban. Fizikai aktivitás, éhezés esetén csökken a szénhidrátok mennyisége, ami beindítja a glükoneogenezis folyamatát. Ilyenkor a glükóz pótlására az oxálacetát egy része használódik el, viszont így nem marad belőle elegendő mennyiség ahhoz, hogy a zsírsavakból keletkezett acetil-CoA a citrátkörbe tudjon lépni. Következménye a ketontestek felhalmozódása lesz. G024 G025

Képgyűjtemény:

- **G001**

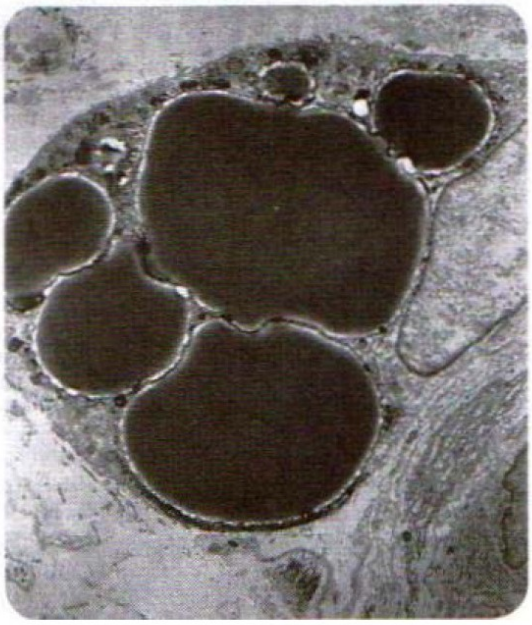


- **G002**



Pásztázó elektronmikroszkópos kép egy gömbölyű zsírsejtről

- **G003**

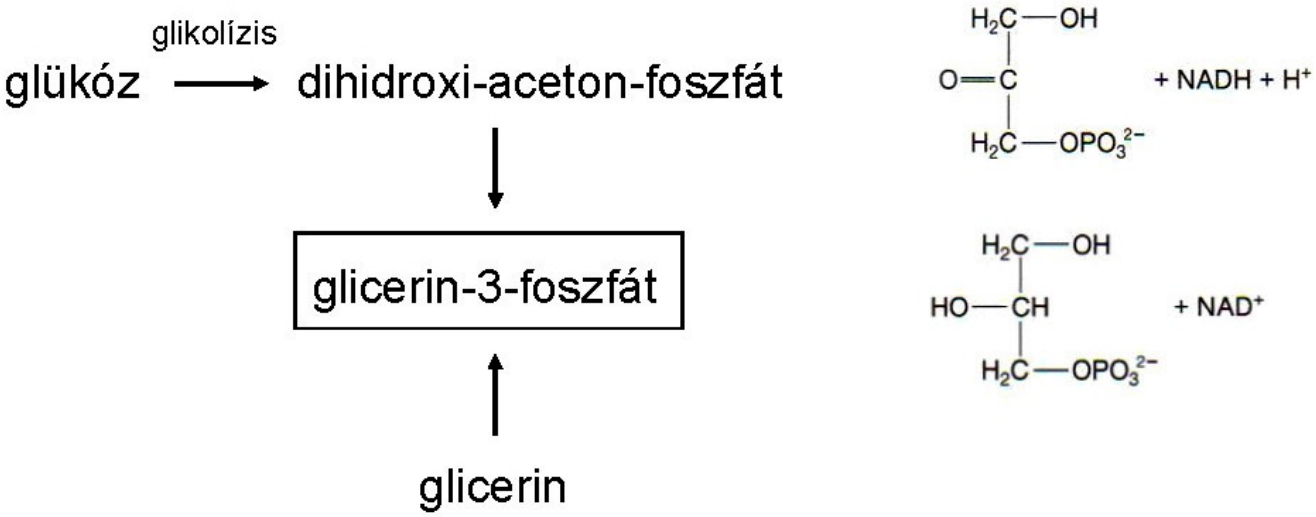


Elektron mikroszkópos felvétel egy zsírsejtről

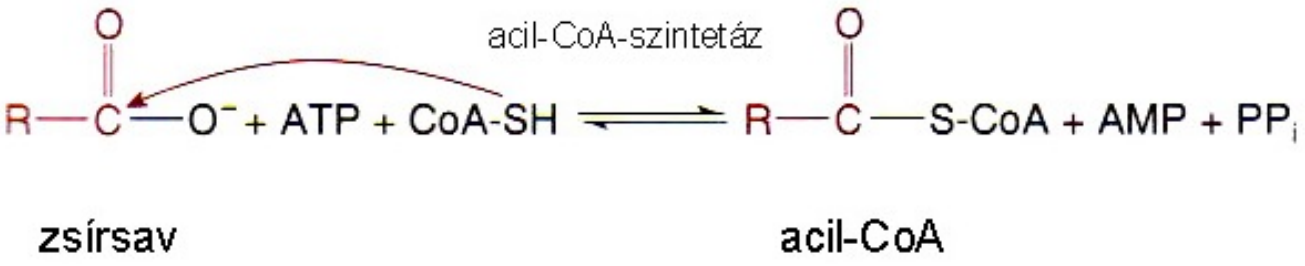
- **G004**

Lipidcsepp

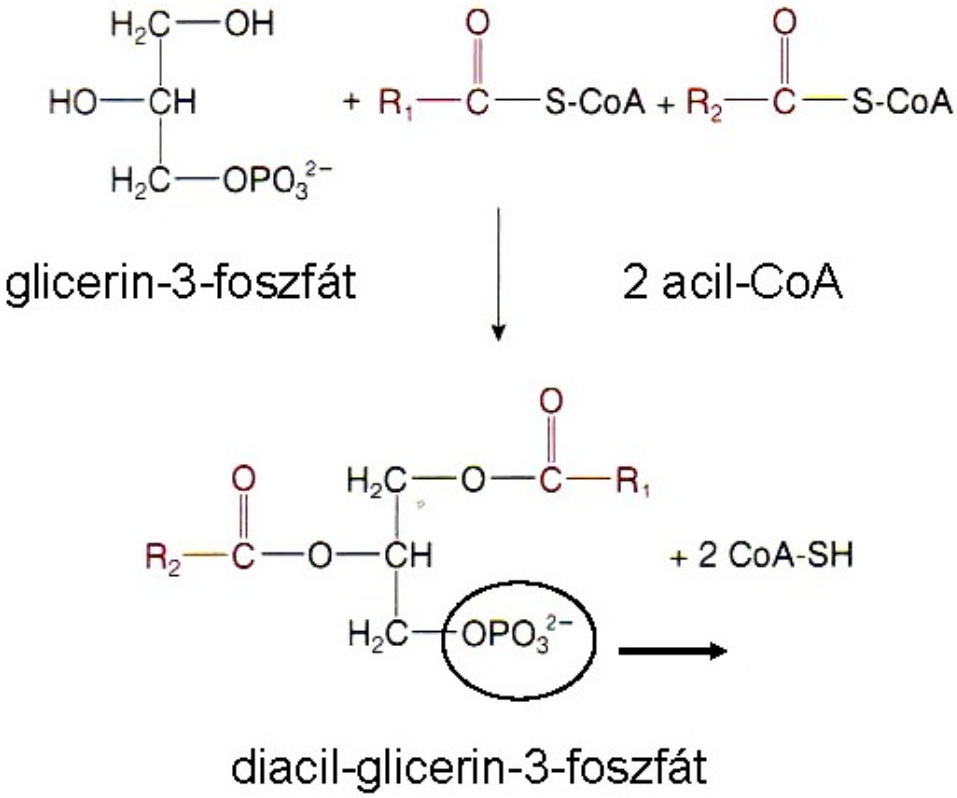
- **G005**


glikolízis
glükóz
dihidroxi-aceton-foszfát
+ NADH + H+
glicerin-3-foszfát
+ NAD+
glicerin

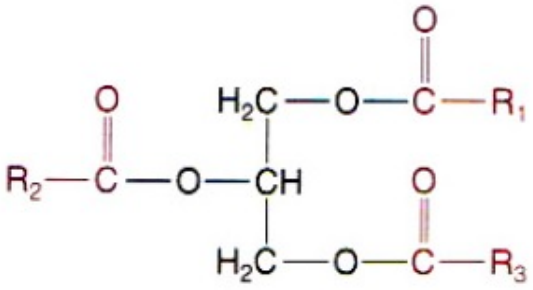
- **G006**


acil-CoA-szintetáz
+ ATP + CoA-SH
S-CoA + AMP + PPi
zsírsav
acil-CoA

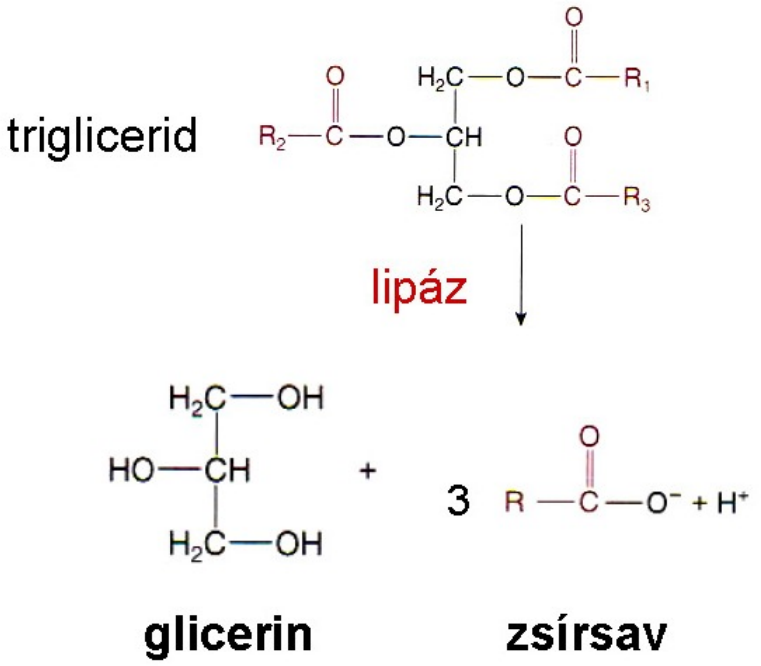
- **G007**


glicerin-3-foszfát
2 acil-CoA
+ 2 CoA-SH
diacil-glicerin-3-foszfát

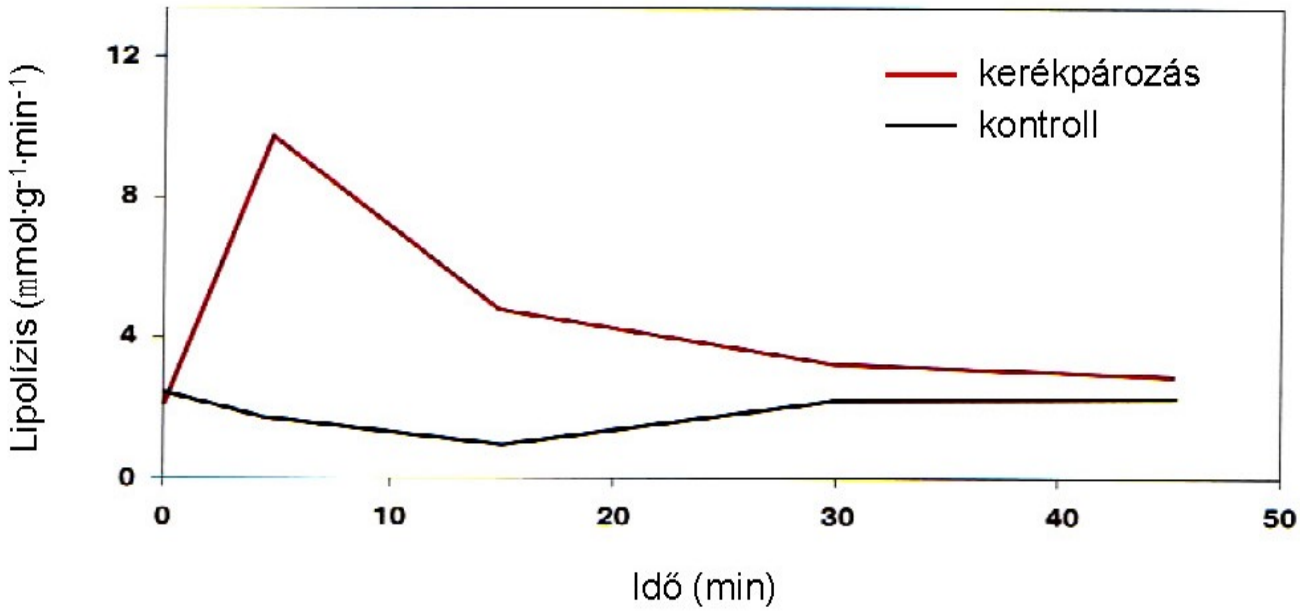
- **G008**


triglicerid

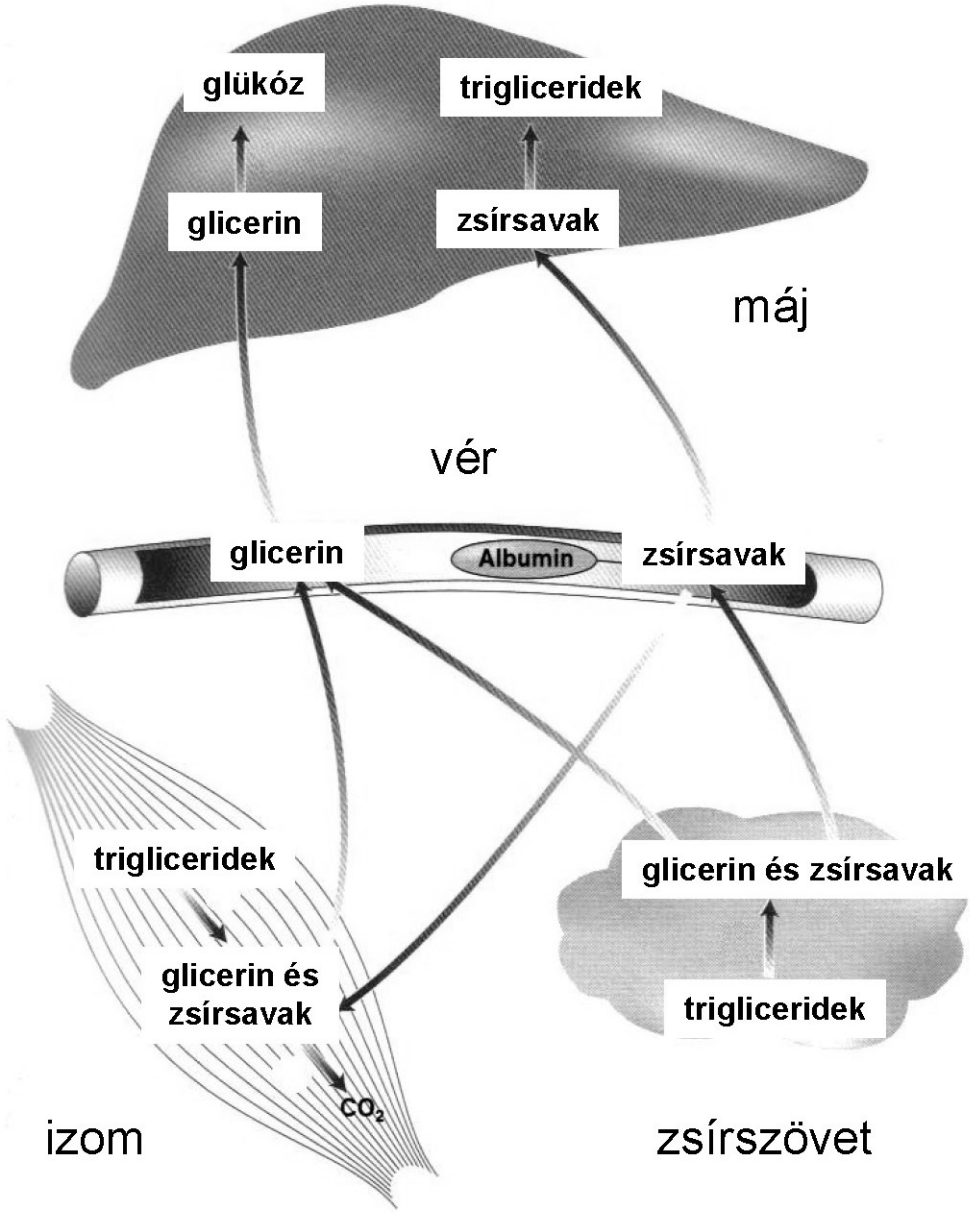
- **G009**


triglicerid
lipáz
glicerin
zsírsav
3
+

- **G010**

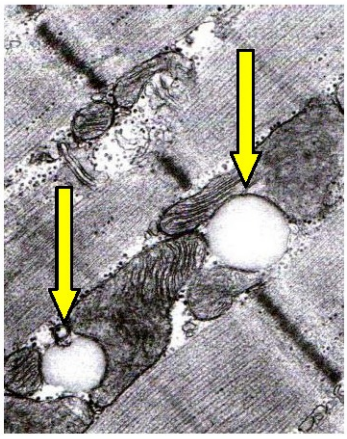

kerékpározás
kontroll
Lipolízis (mmol·g-1·min-1)
Idő (min)
0
4
8
12
0
10
20
30
40
50

- **G011**

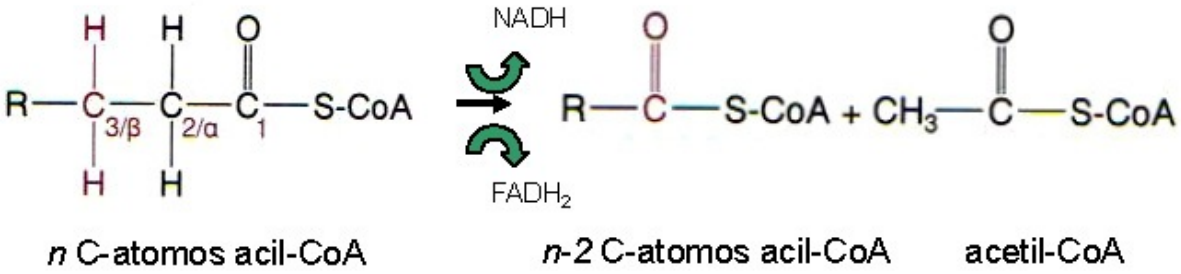


- **G012**

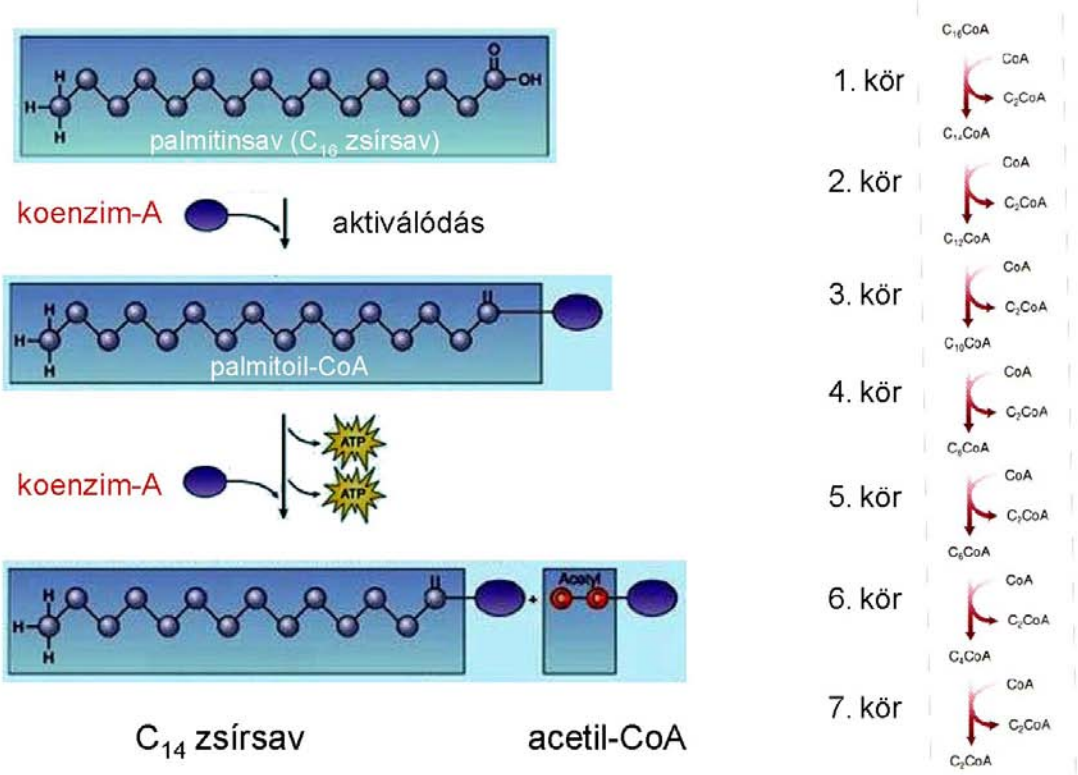
Két lipidcsepp (⇩) egy izomrostban



- **G013**

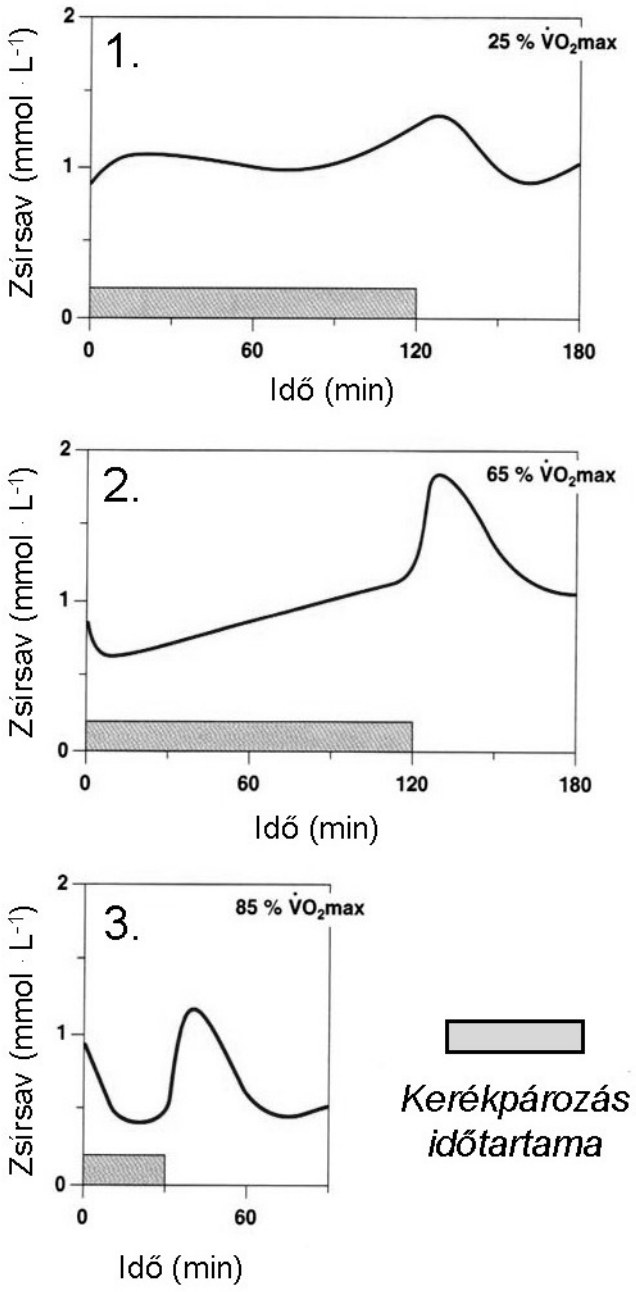


- **G014**

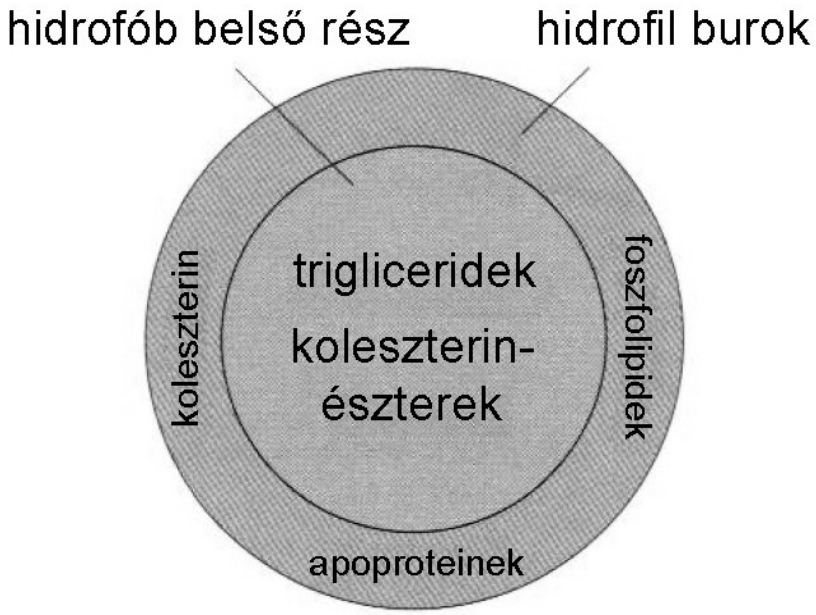


A palmitinsav (C16 zsírsav) b-oxidációja

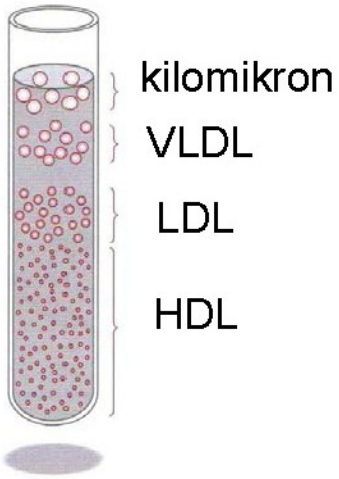
- **G015**


1.
25 % V̇O2max
Zsírsav (mmol · L-1)
2
1
0
0
60
120
180
Idő (min)
2.
65 % V̇O2max
Zsírsav (mmol · L-1)
2
1
0
0
60
120
180
Idő (min)
3.
85 % V̇O2max
Zsírsav (mmol · L-1)
2
1
0
0
60
Idő (min)
Kerékpározás időtartama

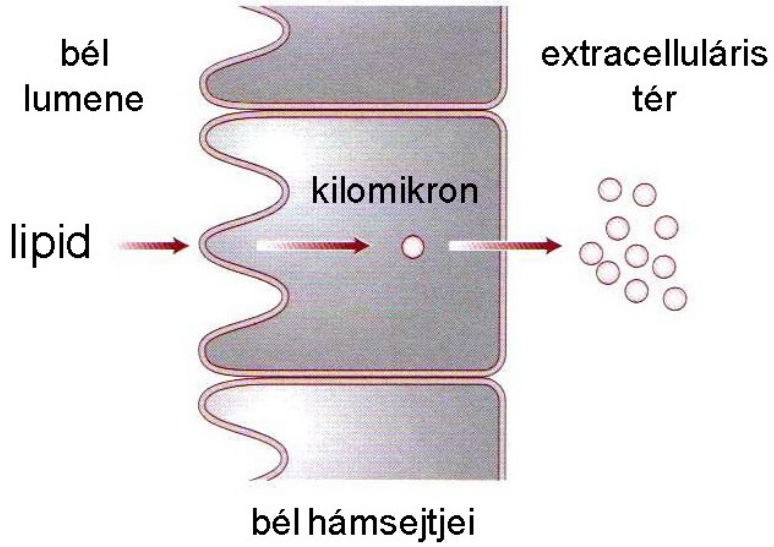
- **G016**


hidrofób belső rész
hidrofil burok
koleszterin
trigliceridek
koleszterin-
észterek
foszfolipidek
apoproteinek

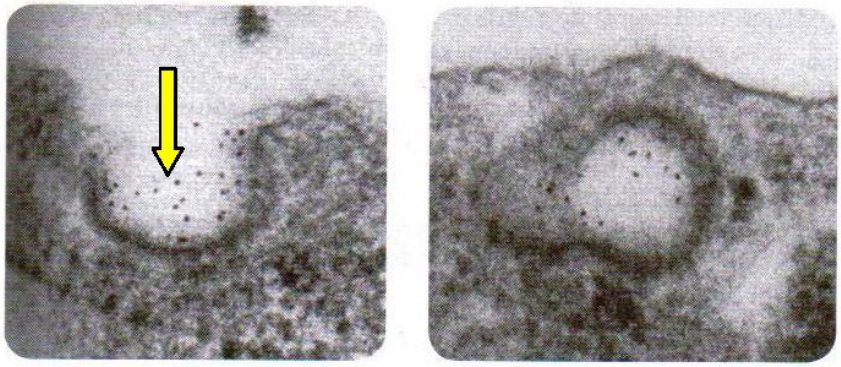
- **G017**


kilomikron
VLDL
LDL
HDL

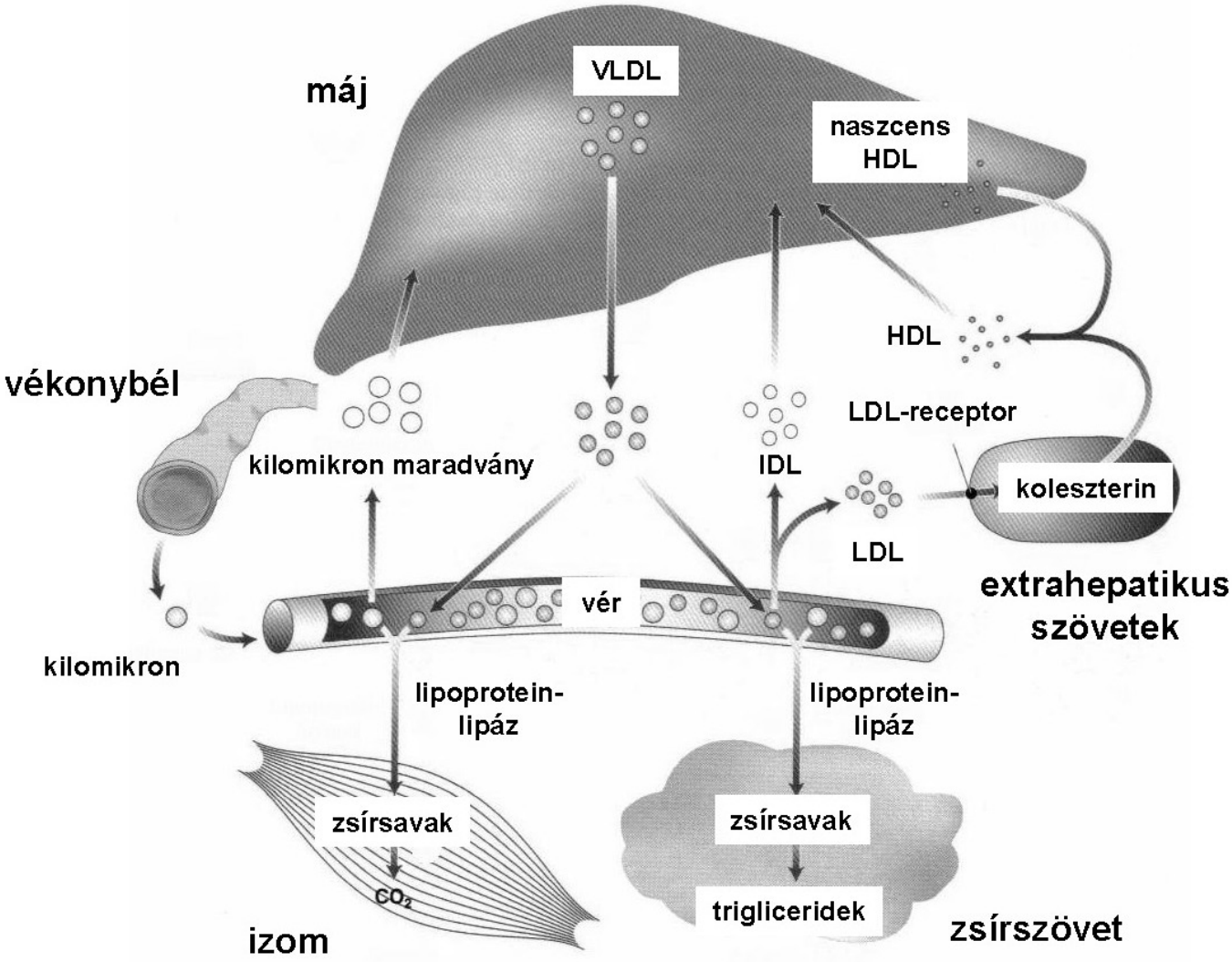
- **G018**


bél
lumene
extracelluláris
tér
kilomikron
lipid
bél hámsejtjei

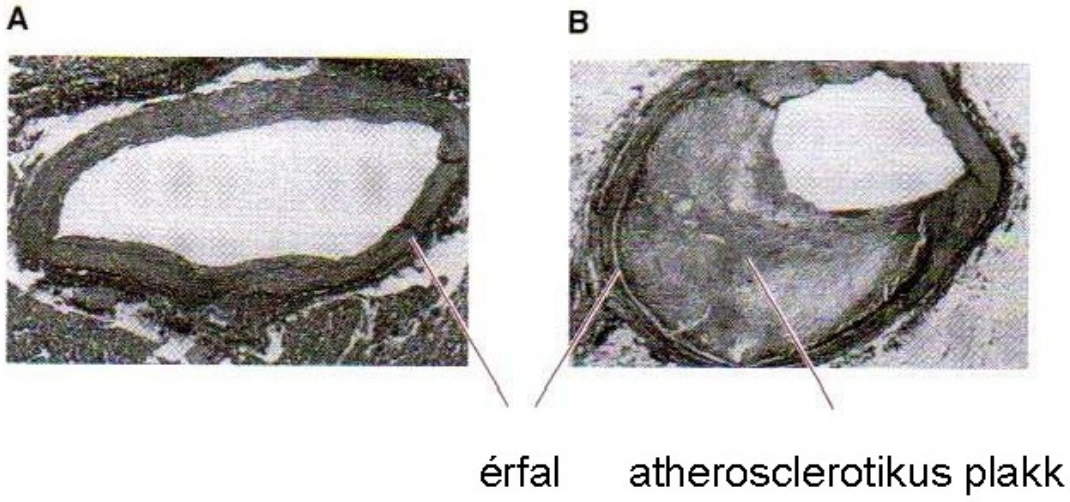
- **G019**



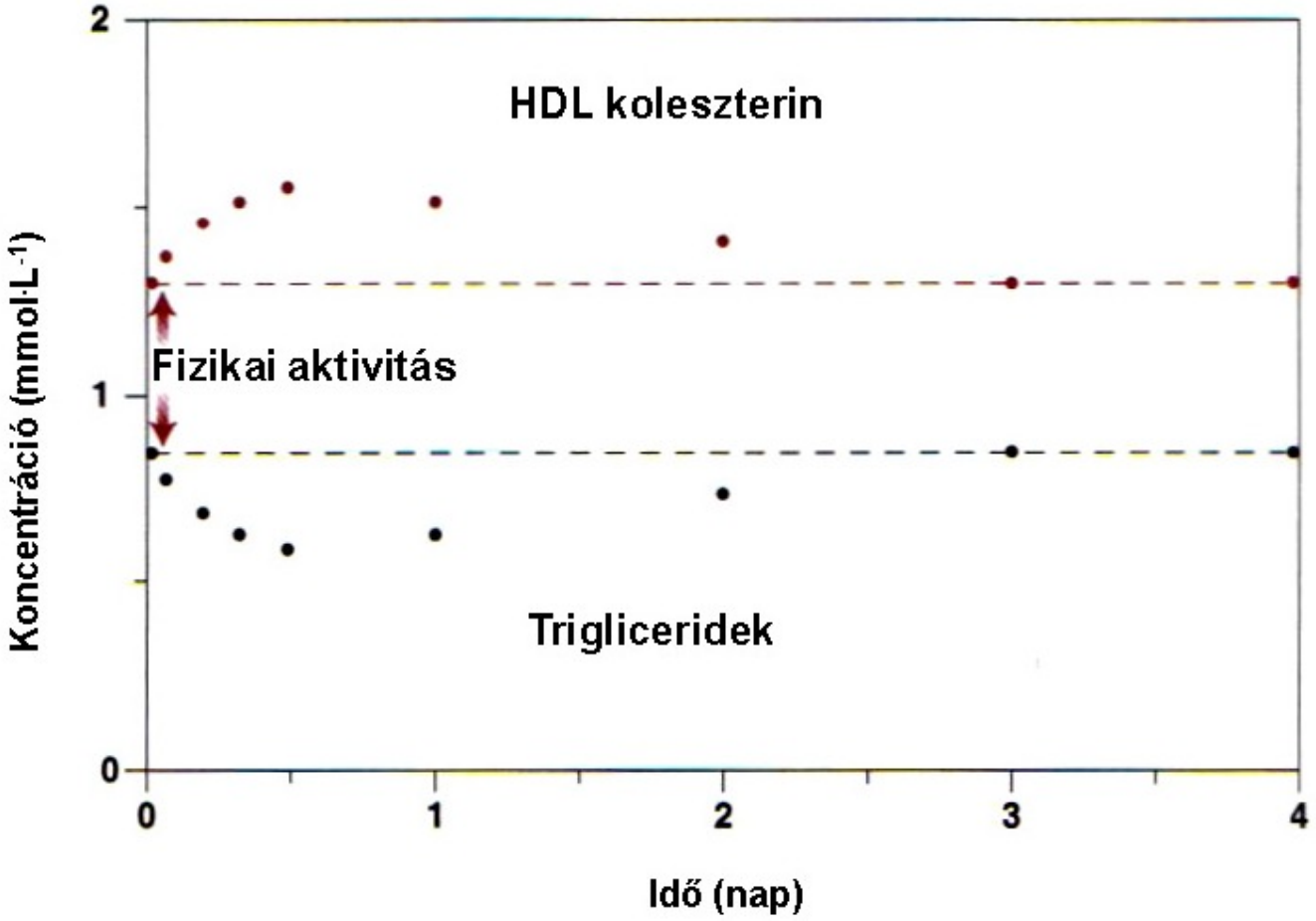
- **G020**


máj
VLDL
naszcens HDL
HDL
vékonybél
LDL-receptor
kilomikron maradvány
IDL
koleszterin
LDL
extrahepatikus szövetek
vér
kilomikron
lipoprotein-lipáz
lipoprotein-lipáz
zsírsavak
zsírsavak
CO_2
triglicerid
izom
zsírszövet

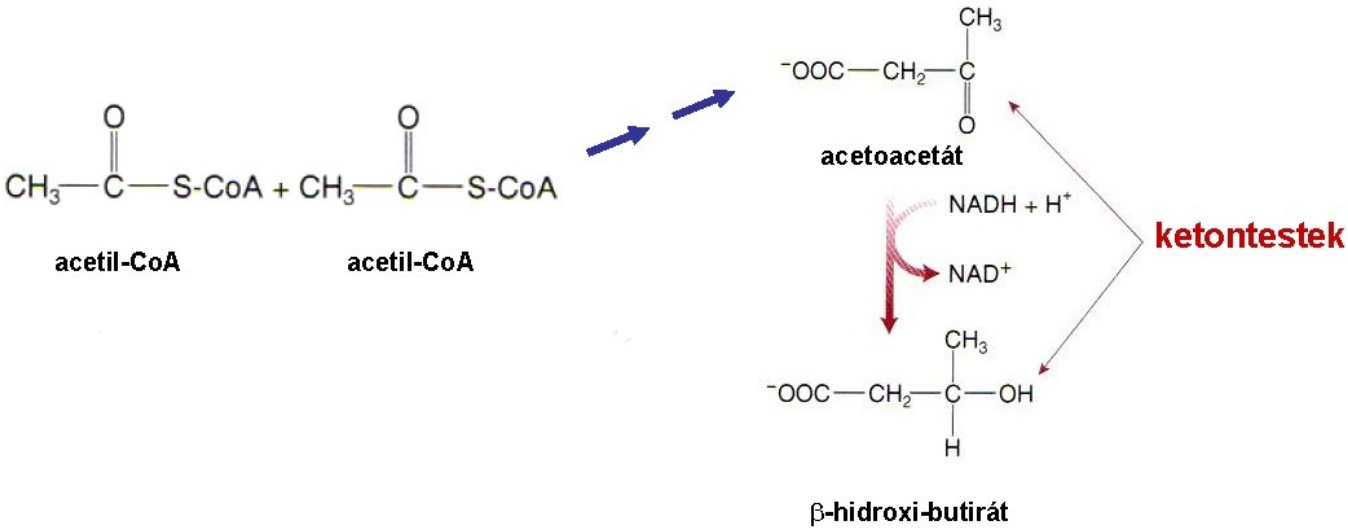
- **G021**


A
B
érfal
atherosclerotikus plakk

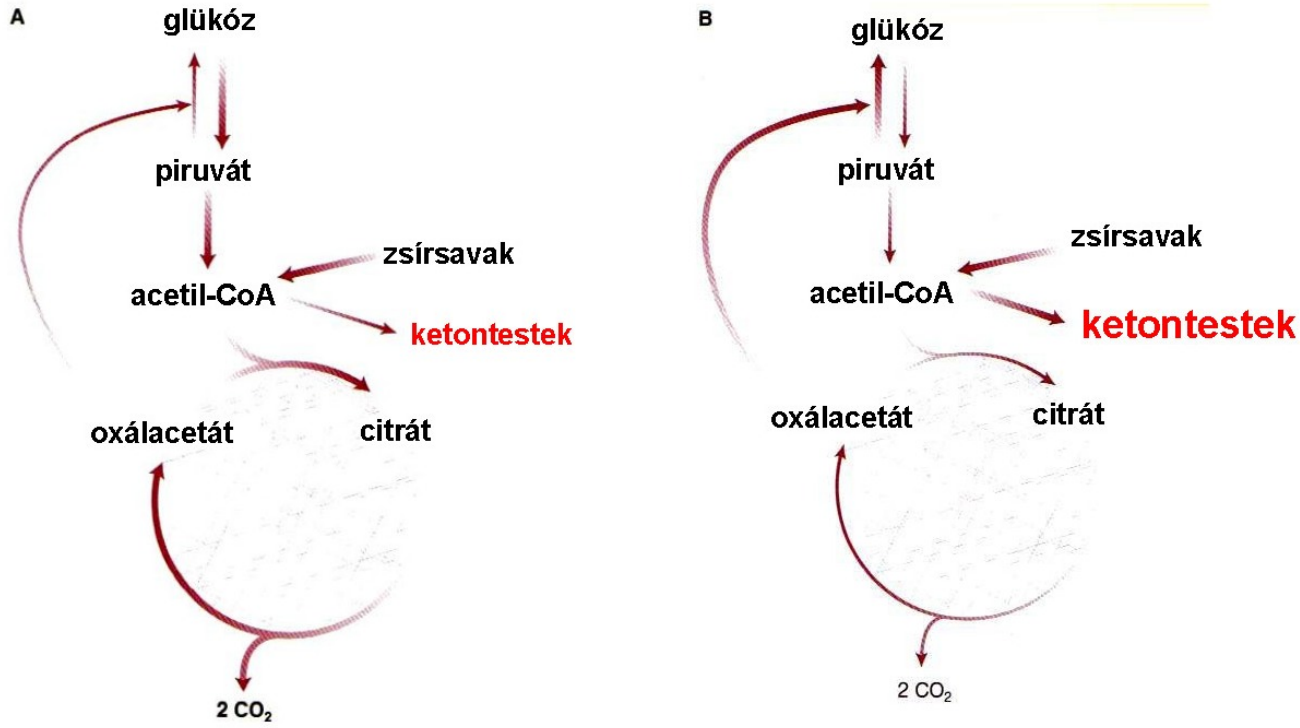
- **G022**


HDL koleszterin
Fizikai aktivitás
Triglicerídek
Koncentráció (mmol·L-1)
Idő (nap)
0
1
2
0
1
2
3
4

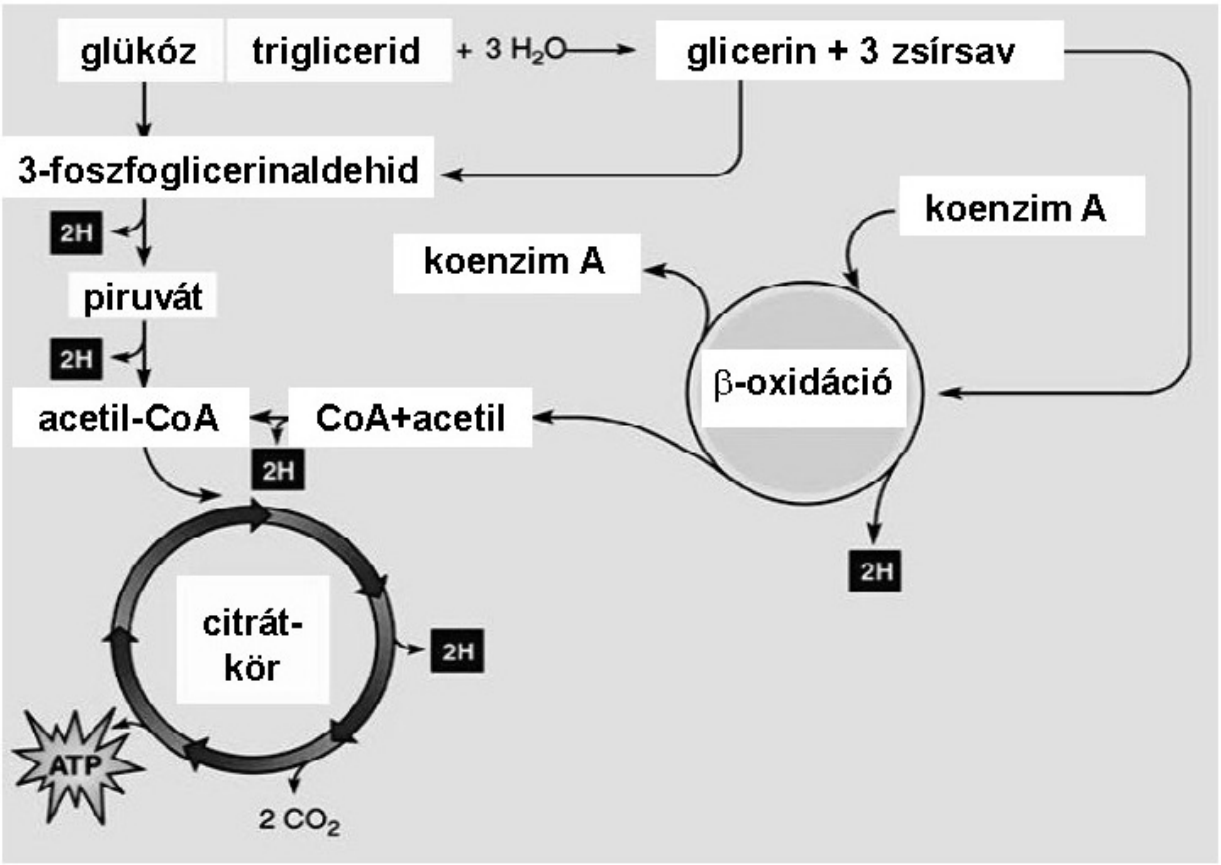
- **G023**


CH3—C—S-CoA + CH3—C—S-CoA
acetil-CoA
acetil-CoA
⁻OOC—CH2—C
acetoacetát
NADH + H+
NAD+
ketontestek
⁻OOC—CH2—C—OH
β-hidroxi-butirát

- **G024**


A
glükóz
piruvát
zsírsavak
acetil-CoA
ketontestek
oxálacetát
citrát
2 CO2
B
glükóz
piruvát
zsírsavak
acetil-CoA
ketontestek
oxálacetát
citrát
2 CO2

- **G025**


glükóz
triglicerid
+ 3 H2O
glicerin + 3 zsírsav
3-foszfoglicerinaldehid
2H
piruvát
2H
acetil-CoA
CoA+acetil
2H
koenzim A
koenzim A
β-oxidáció
2H
citrát-
kör
2H
ATP
2 CO2

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – A BIOLÓGIAI MEMBRÁNOK

1. kulcsszó cím: MEMBRÁNOK

A membránok minden sejtnek lényeges alkotórészei. Egyrészt magát a sejtet határolják - ez a sejtmembrán vagy plazmalemma -, másrészt a sejtben a különböző biokémiai folyamatok zavartalan lejátszódásához reakciótereket különítenek el. **G001** **G002**

1. képernyő cím: A biológiai membránok funkciói:

Izolálás a külvilágtól, kompartmentek (zárt reakcióterek) létrehozása.

A sejt és a környezet közötti, illetve a sejtben történő anyagtranszport szabályozása.

Elektromos aktivitás - nyugalmi és akciós potenciál kialakulása.

Jelátvitel, jelátalakítás - pl. receptor és ligand kölcsönhatása (hormonok, neurotranszmitterek). **G003**

A többsejtű élőlényeknél a sejtek közötti kölcsönhatás szabályozása - pl. a sejtaktivitás szinkronizálása.

Biokémiai aktivitás - pl. membránhoz kötött enzimaktivitás.

Energiaátalakítás - pl. adenozin-trifoszfát (ATP) képzése a mitokondriumban. **G004**

2. képernyő cím: A biológiai membránok alkotórészei

A membránok lipidekből, fehérjékből és szénhidrátokból álló összetett szerkezetek.

Ezeknek az alkotórészeknek az aránya a különböző sejtekben, illetve egy membrán két oldalán eltérő - membránaszimmetria.

A lipidek közül elsősorban foszfolipidek fordulnak elő a membránban. Emellett glikolipidek és szterolok (pl. koleszterin) találhatók benne. **G005**

3. képernyő cím: A sejtmembrán összetétele eltérő sejtekben

A plazma membrán összetétel **G006**

A patkány májsejtjében (hepatocyta) található különböző sejtalkotók membránjának százalékos lipidösszetétele. G007

4. képernyő cím: A membránok alapszerkezete

Minden biológiai membrán alapja egy lipid-molekulákból álló kettős réteg.

A lipidek többsége amfipatikus molekula: egy hidrofil (vízvonzó), illetve egy hidrofób (víztaszító) részből áll. G008

5. képernyő cím: A foszfolipidek, mint amfipatikus molekulák

G009 Vizes közegben a lipidmolekulák úgy rendeződnek, hogy a poláros fejek a víz felé néznek, a hidrofób farkok pedig egymással párhuzamosan, illetve egymással szemben helyezkednek el. G010

A hidrofób (apoláros) részeket ún. van der Waals-erők tartják össze. G011

A foszfolipid kettősrétegben a molekulák úgy helyezkednek el, hogy hidrofób részeik sehol ne érintkezzenek a vízzel. Így zárt tereket hoznak létre. G012

A kettős rétegben a lipidmolekulák függőleges elmozdulása erősen korlátozott, oldalirányú mozgása viszont igen gyakori. Ezért azt mondjuk, hogy a kettős lipidréteg, és így a membrán félig folyékony. G013

A membránok halmazállapotát befolyásolja az összetétel és a hőmérséklet.

Például a koleszterin, illetve a telített zsírsavak mennyiségének a növekedése csökkenti a membránok folyékonyságát. Az állati sejtek membránlipidjeinek kb. 1/3-a koleszterin, ami a plazmalemma külső rétegében gyakoribb. G014

6. képernyő cím: Membránfehérjék

A lipidek mellett a membránok fehérjéket is tartalmaznak. A membránfehérjéknek a kettős lipidrétegben való elhelyezkedése alapján megkülönböztetünk integráns és perifériális fehérjéket. G015

A folyékony-mozaik membránmodell (Singer és Nicolson, 1972.) G016

7. képernyő cím: A membránon keresztüli anyagforgalom

A membránok anyagfelvevő és -leadó folyamatait közös néven transzportfolyamatoknak nevezzük.

A különböző anyagokkal szemben a membránok áteresztőképessége eltérő (féligáteresztő hártya).

Passzív transzport esetén a transzportfolyamat energiabefektetést nem igényel (víz, kisebb lipidoldékony molekulák). Ilyenkor a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentrációjú hely felé történik az anyagáramlás.

- Passzív transzport **G017**

- Az ozmózis: Az ozmózis nem más, mint egy féligáteresztő hártyán át történő diffúzió. A sejteket határoló membránok esetén is megfigyelhető ez a jelenség. A víz mint oldószer könnyen átjut a membránon, azonban az oldott anyag számára a plazmalemma nem átjárható. **G018**

- Aktív transzport: Azokat a transzportfolyamatokat, melyek energia felhasználásával mennek végbe, aktív transzportnak nevezzük. Ilyenkor a kisebb koncentrációjú hely felől a nagyobb koncentrációjú hely felé történik az anyagok mozgása. Aktív transzport esetén a membránon való átjutáshoz hordozóanyagokra (speciális fehérjék) van szükség. Az aktív transzporthoz az energiát az adenozin-trifoszfát (ATP) szolgáltatja. **G019**

8. képernyő cím: A membrán transzportfolyamatainak típusai

G020 **G021** **G022** **G023**

- Transzepiteliális transzportfolyamatok: A lebontott táplálék a tápcsatorna lumenéből az epithelsejteken keresztül a keringési rendszerbe kerül. **G024**

- Vezikuláris transzport: Nagyobb méretű szilárd vagy folyékony részecske sejtbe történő bejutása bekebelezéssel, endocitózissal történik. A folyadék felvételét pinocitózisnak, a szilárd anyag bejutását fagocitózisnak nevezzük. **G025**

Az endocitózissal ellentétes irányú folyamat az exocitózis. **G026**

9. képernyő cím: Bioelektromos jelenségek - A nyugalmi membránpotenciál

Nagyobb méretű, töltéssel rendelkező részecskék, ionok nem képesek a membránon átjutni, a membrán két oldala között az egyenlőtlen töltéseloszlás miatt potenciálkülönbség alakul ki. **G027** **G028**

A membránpotenciál nagysága sejtenként eltérő, mely az ún. Goldman-Hodgkin-Katz egyenlettel írható le. G029

A nyugalmi membránpotenciál kialakulásában a Na-K pumpának fontos szerepe van. ATP felhasználásával Na^+ ionokat távolít el a sejtekből, és K^+ ionokat juttat a citoplazmába. G030

A könnyen ingerelhető sejtekre, mint pl. az idegsejtekre a membránpotenciálok gyors megváltozása a jellemző. A megfelelő erősségű inger hatására bekövetkező potenciálváltozásokat akciós potenciálnak nevezzük. Az akciós potenciál ideje alatt csatornák nyílnak a membránban, melyeken keresztül ionok áramlása indul meg. G031

Mikroelektródával mérhető potenciálkülönbség és annak változásai G032

Akciós potenciál - a „minden vagy semmi törvénye”: Az ingerküszöbnél kisebb ingerek csak helyi, lokális választ váltanak ki, a nagyobbak pedig akciós potenciált. G033

10. képernyő cím: Az akciós potenciálhullám tovaterjedése

A kialakult akciós potenciálok a membrán mindkét oldalán elmozdítják az ionokat, s az ioncsatornákon keresztül köráramok jönnek létre. G034

Az ingerületvezetés két formája a dekrementumos és a szaltatórikus vezetés. G035 G036

11. képernyő cím: Az akciós potenciál kialakulása

A nyugalmi membránpotenciál fenntartásáért a Na-K pumpa felelős.

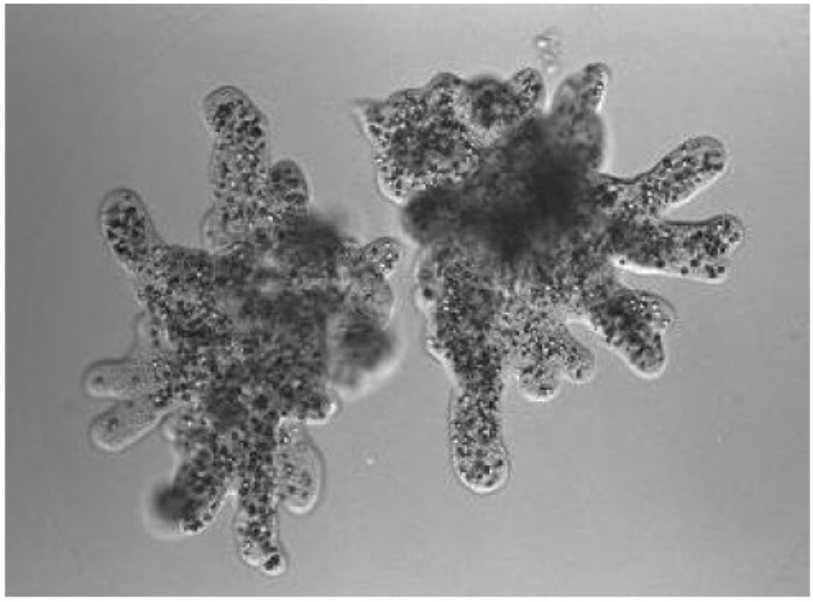
Depolarizációkor Na^+-csatornák nyílnak, Na^+ ionok áramlanak a citoplazmába. G037

• A K+-csatornák nyitódásakor K^+ ionok távoznak a citoplazmából - repolarizáció.

A Na-K pumpa visszaállítja az eredeti koncentráció- viszonyokat az extra- és intracelluláris térben. G038

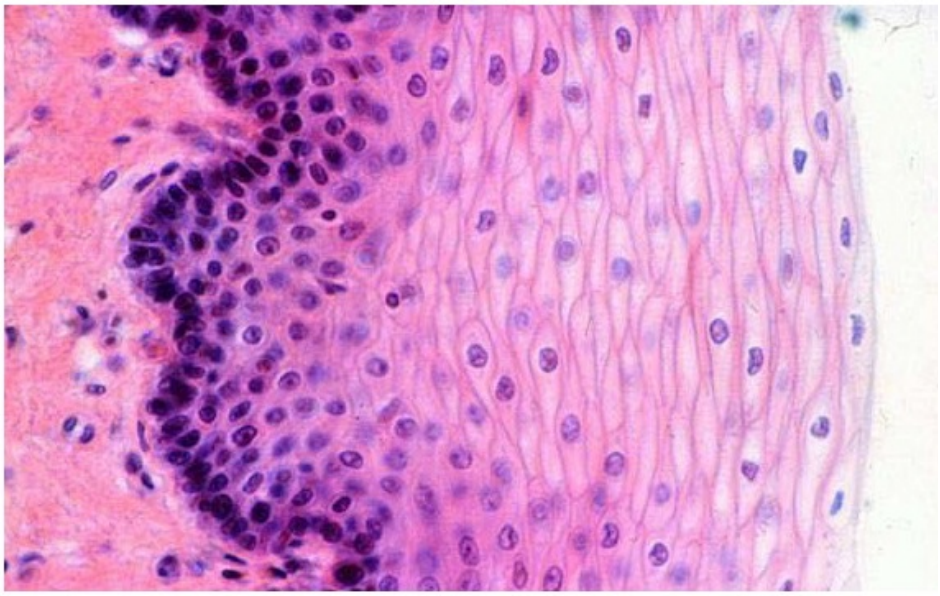
Képgyűjtemény:

- **G001**



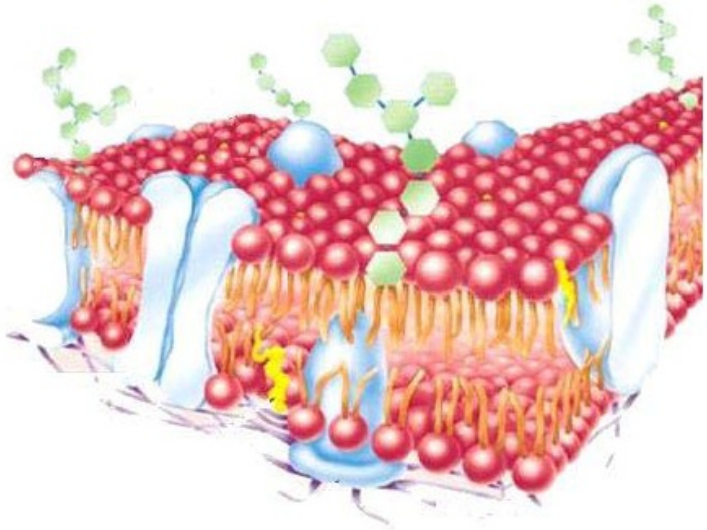
Állábakkal mozgó amőbák

- **G002**

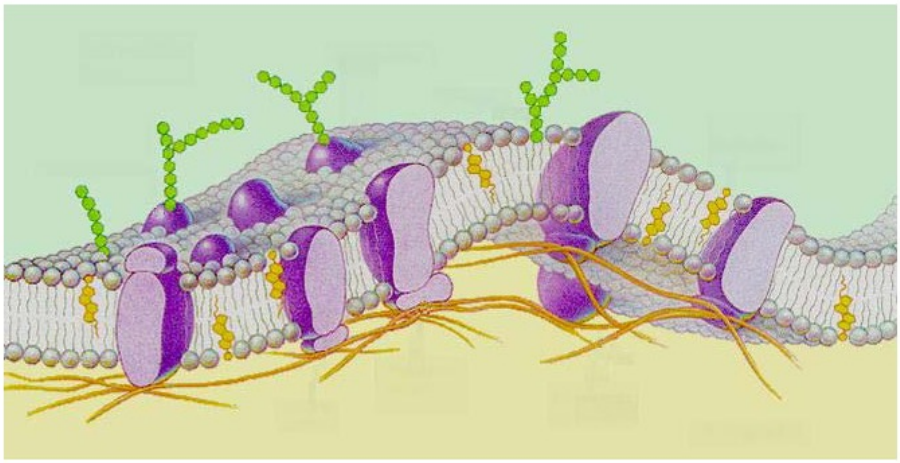


Többrétegű el nem szarusodó laphám a nyelőcsőben

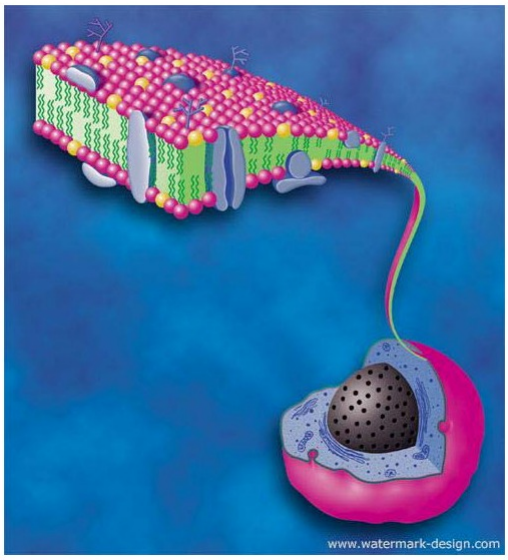
- **G003**



- **G004**



- **G005**

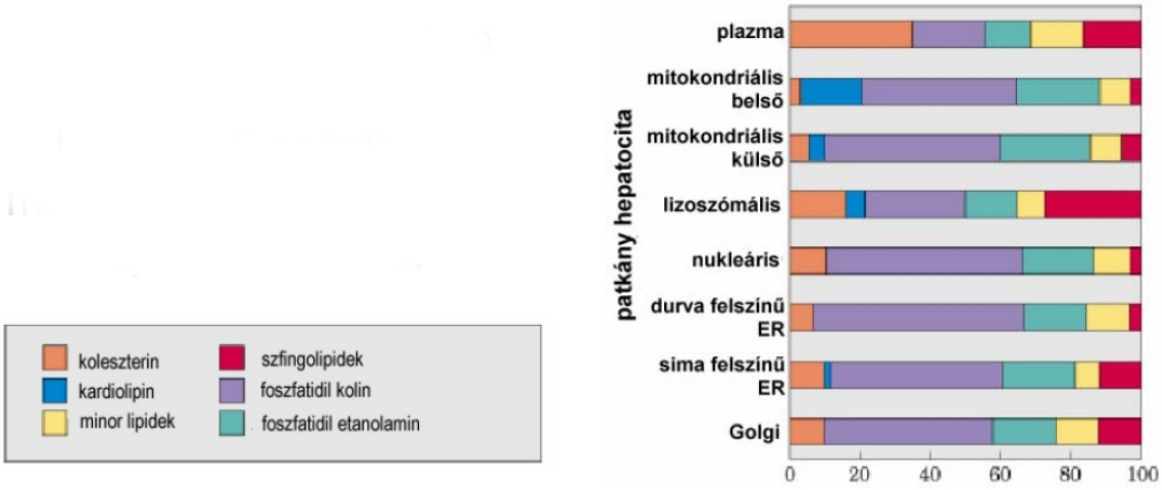


- **G006**

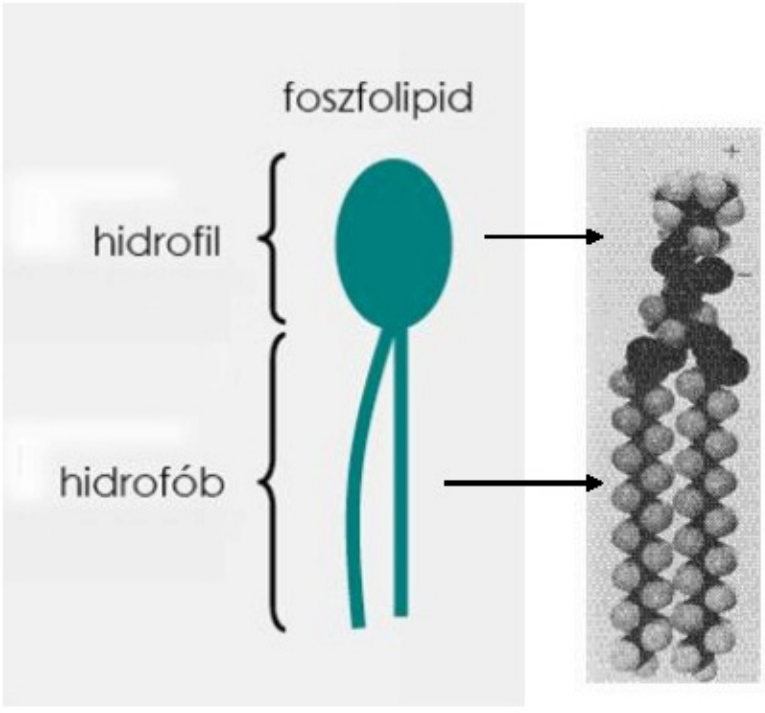
A plazma membrán összetétele

	összetétel (súly %)				
	fehérje	foszfolipid	szterol	szterol típusa	egyéb lipid
Humán mielin hüvely	30	30	19	koleszterin	galaktolipid, plazmalogén
egér máj	45	27	25	koleszterin	—
kukorica levél	47	26	7	szitoszterol	galaktolipid
élesztő	52	7	4	ergoszterol	triacilglicerídek
Paramecium	56	40	4	sztigmaszterol	—
E. coli	75	25	0	—	—

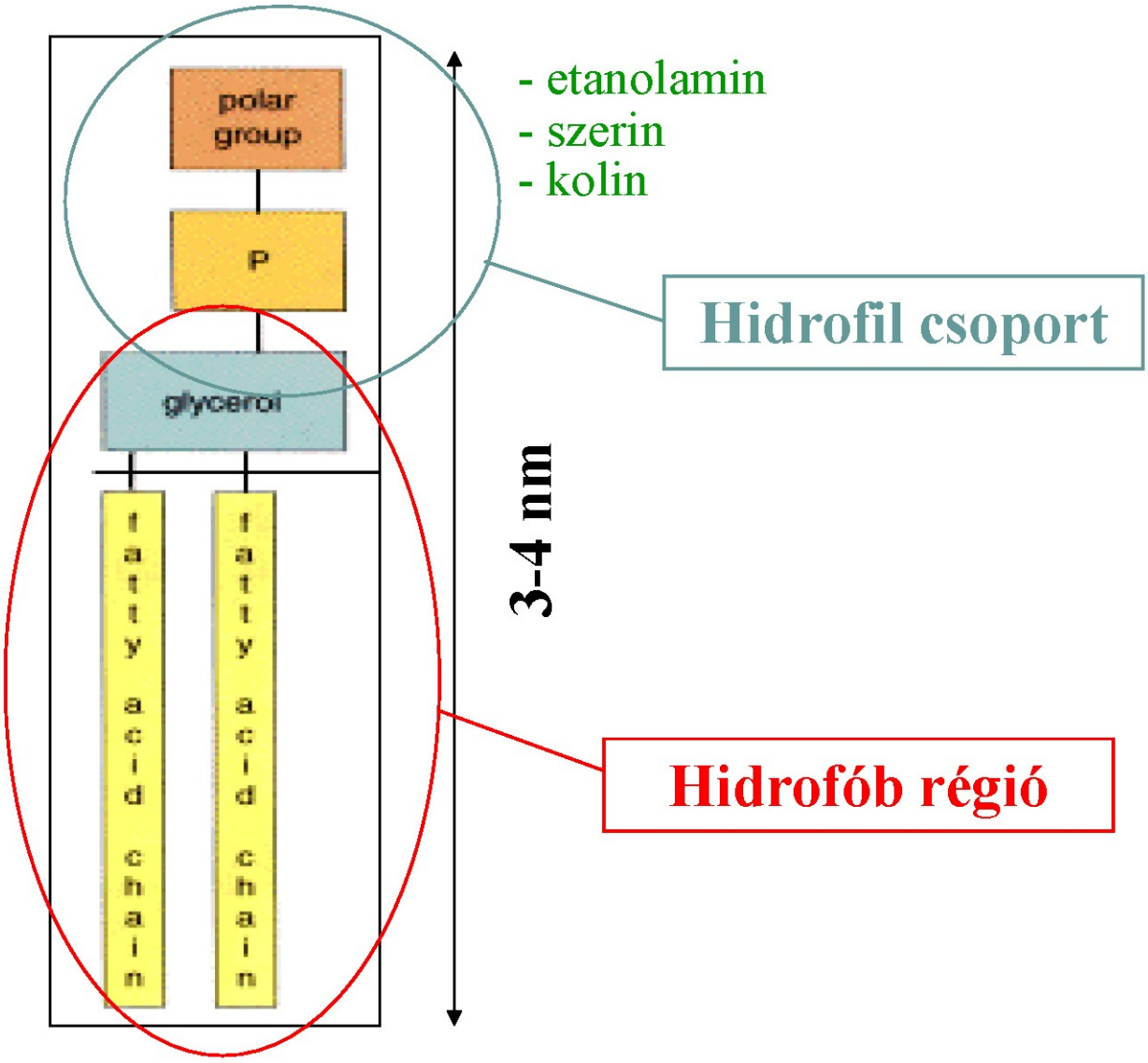
- **G007**



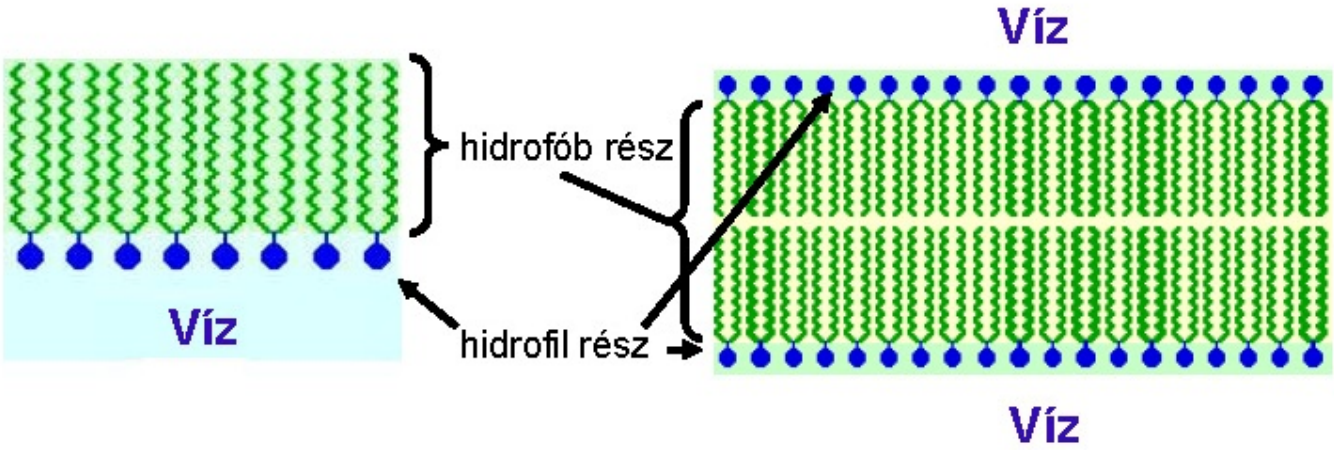
- **G008**



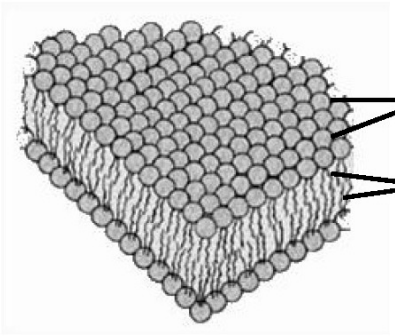
- **G009**

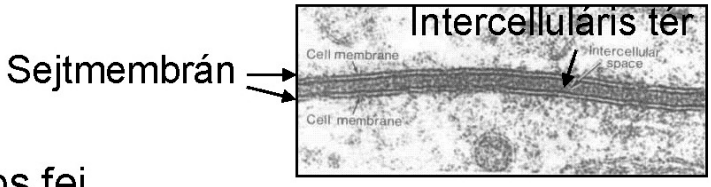

polar group
P
glycerol
fatty acid chain
fatty acid chain
- etanolamin
- szerin
- kolin
Hidrofil csoport
3-4 nm
Hidrofób régió

- **G010**


Víz
hidrofób rész
hidrofil rész
Víz
Víz

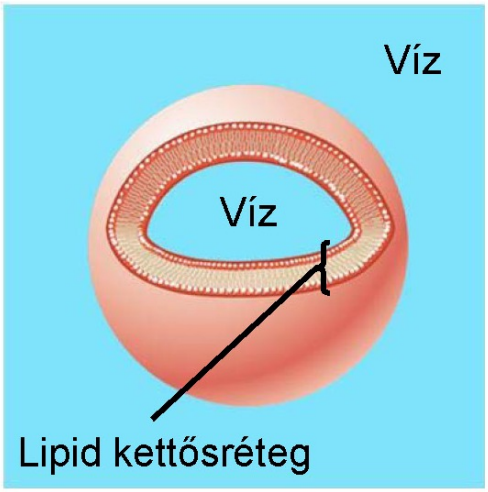
- **G011**





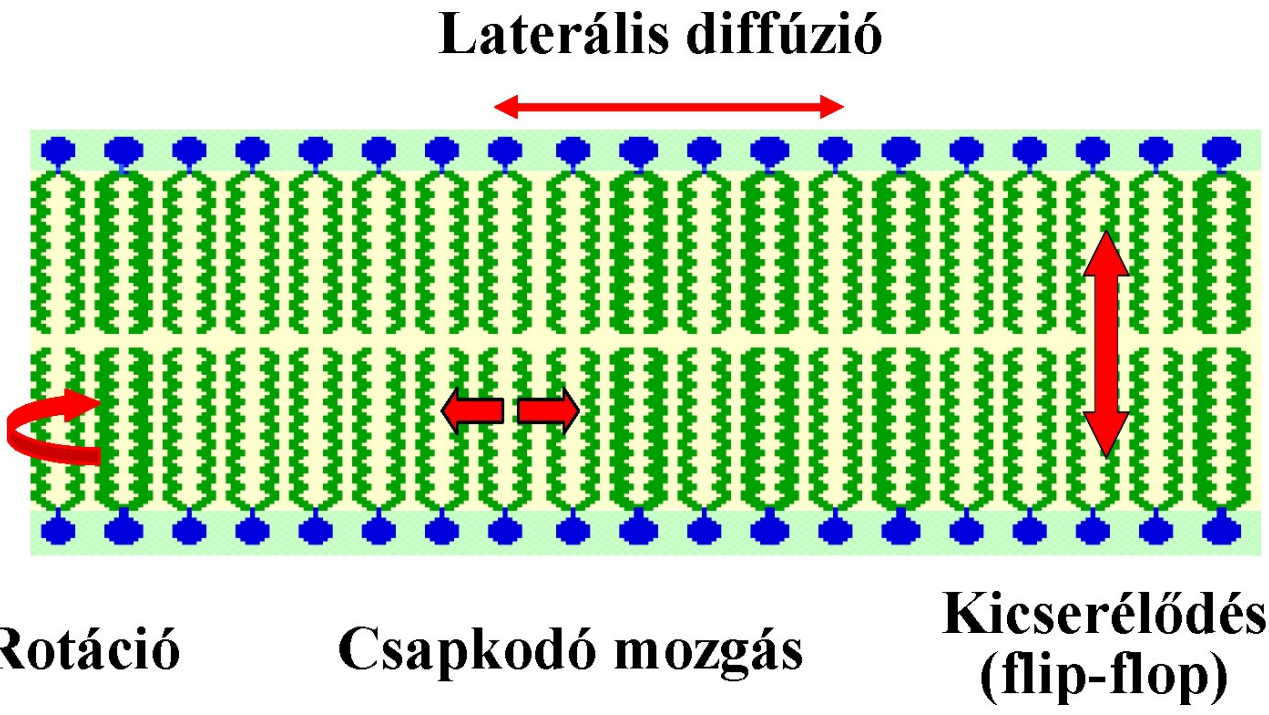
A sejtmembrán elektronmikroszkópos képe

- **G012**

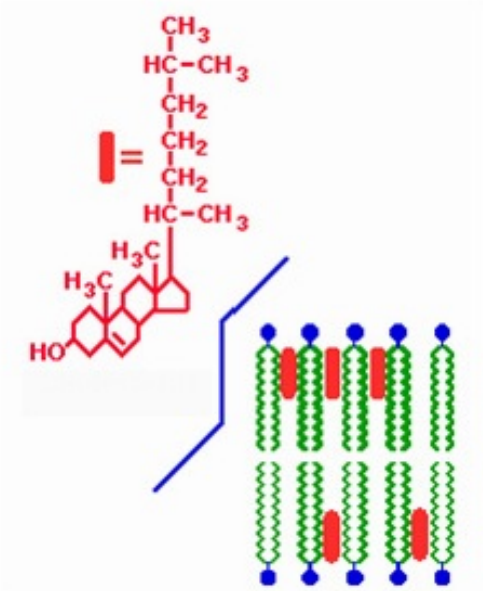


Gömb alakú vezikula

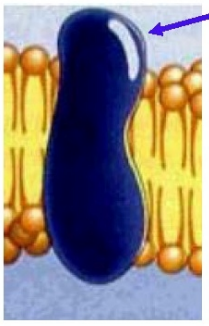
- **G013**



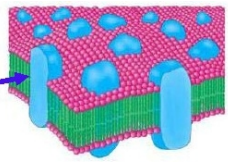
- **G014**



- **G015**

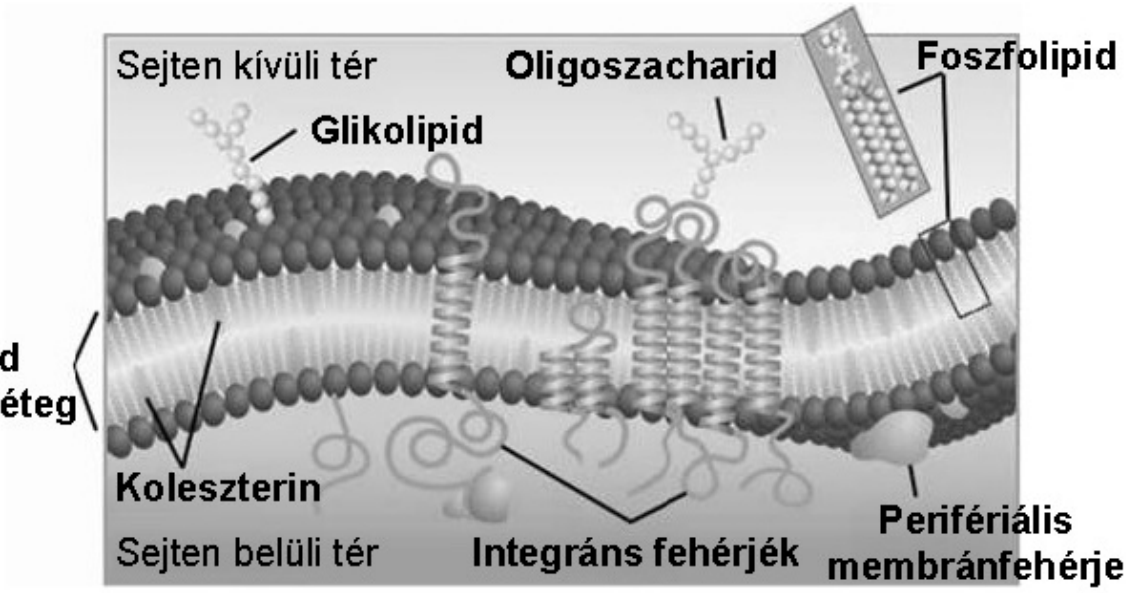


Integráns membránfehérje - a molekula teljesen átéri a membránt.

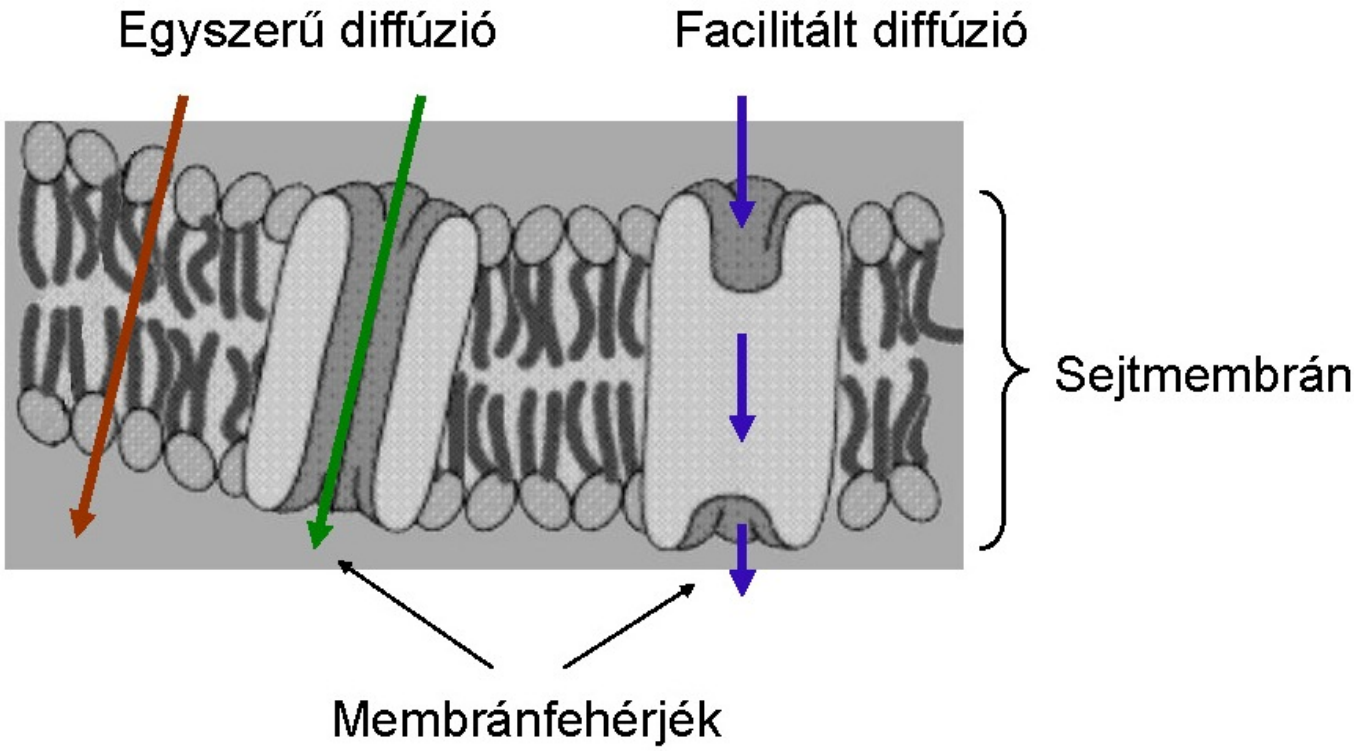


Perifériális membránfehérje - a membrán felszínén helyezkedik el.

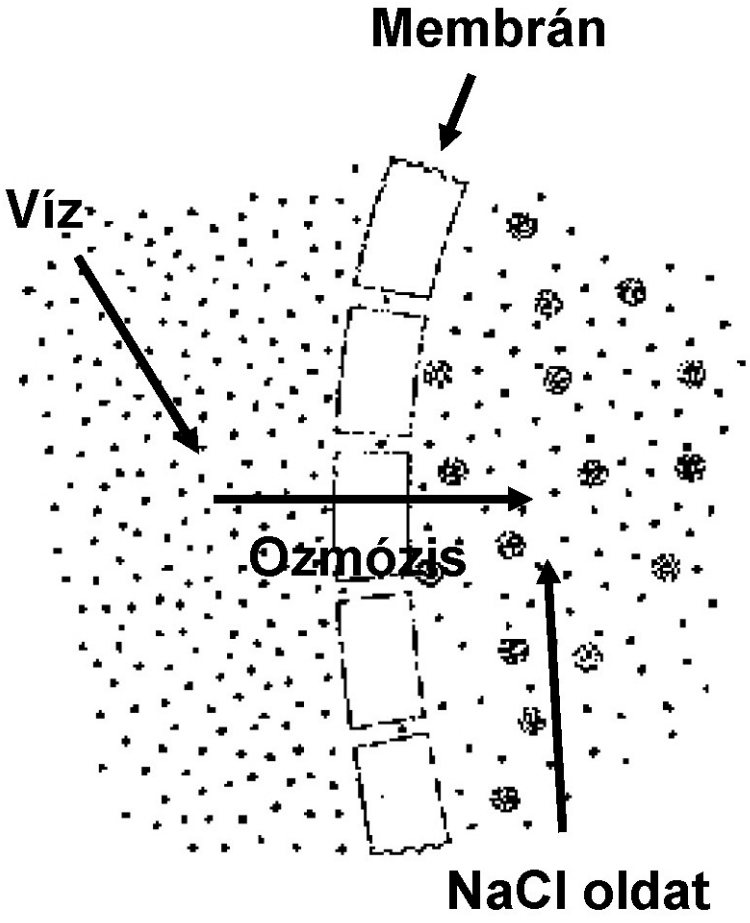
- **G016**



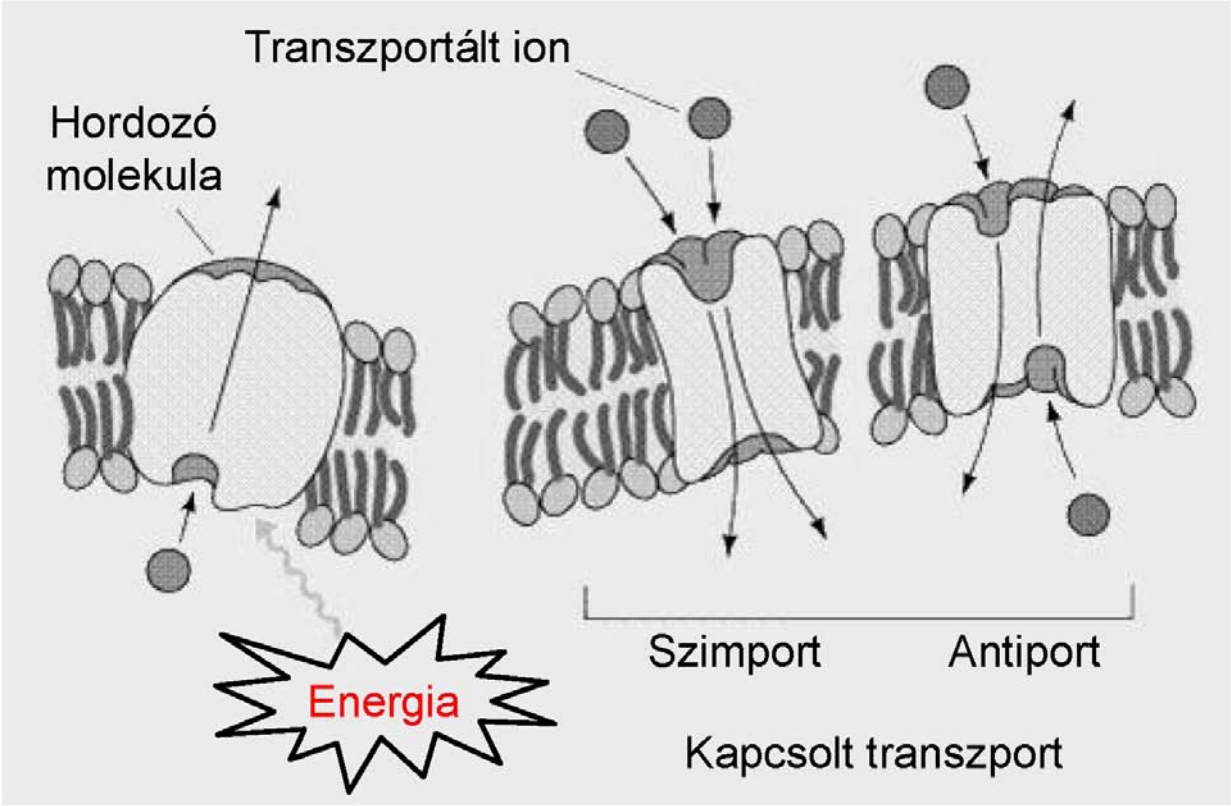
- **G017**


Egyszerű diffúzió
Facilitált diffúzió
Sejtmembrán
Membránfehérjék

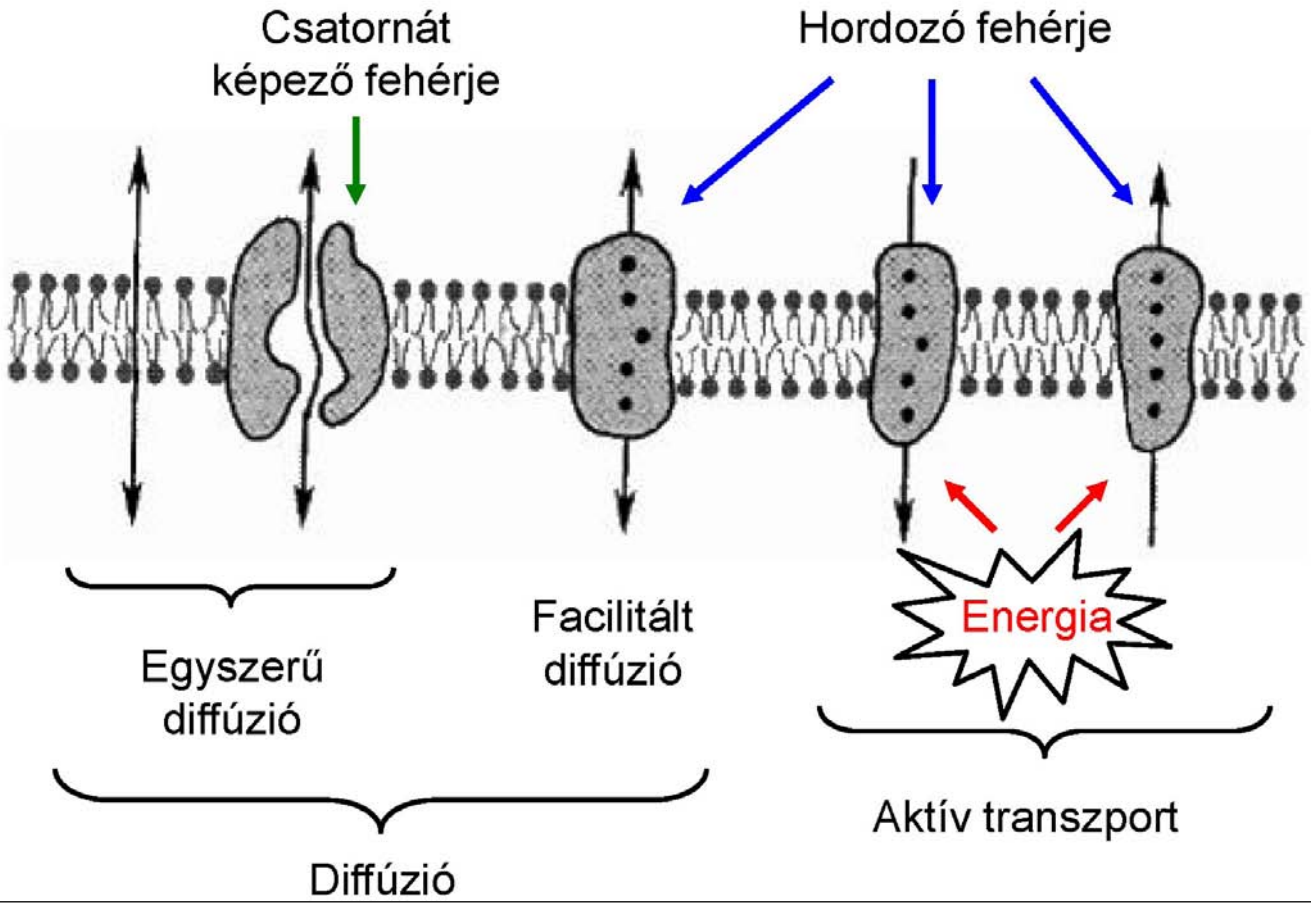
- **G018**


Membrán
Víz
Ozmózis
NaCl oldat

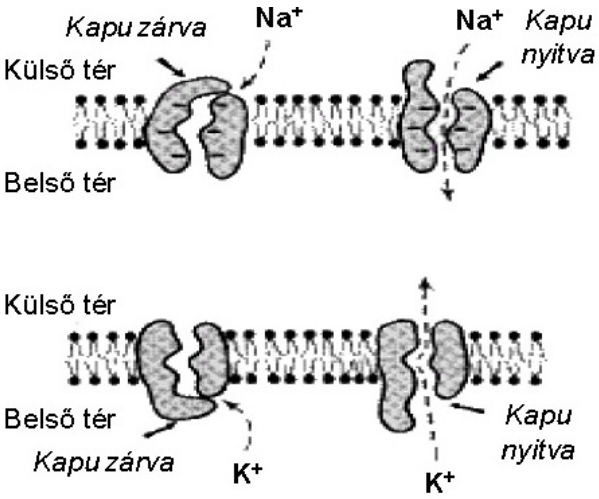
- **G019**


Transzportált ion
Hordozó molekula
Energia
Szimport
Antiport
Kapcsolt transzport

- **G020**

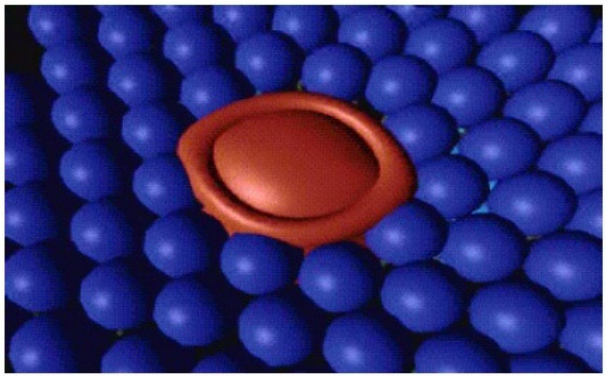

Csatornát képező fehérje
Hordozó fehérje
Egyszerű diffúzió
Facilitált diffúzió
Energia
Diffúzió
Aktív transzport

- **G021**

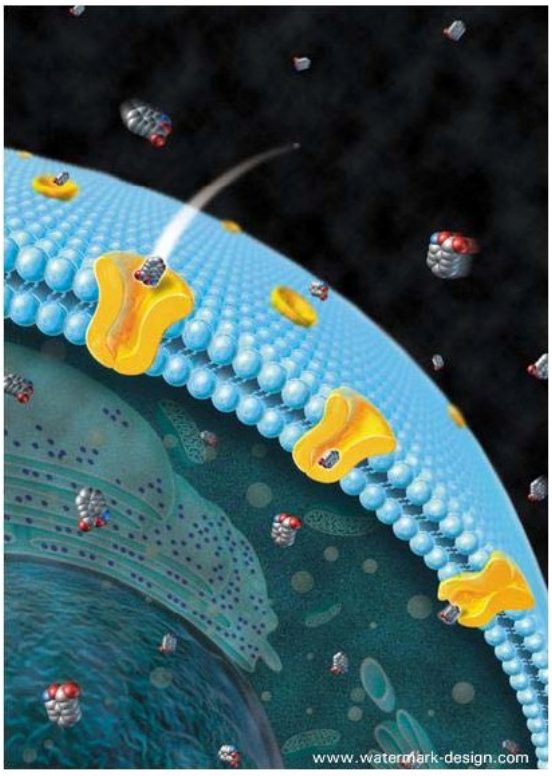


Ionok transzportja membráncsatornákon keresztül

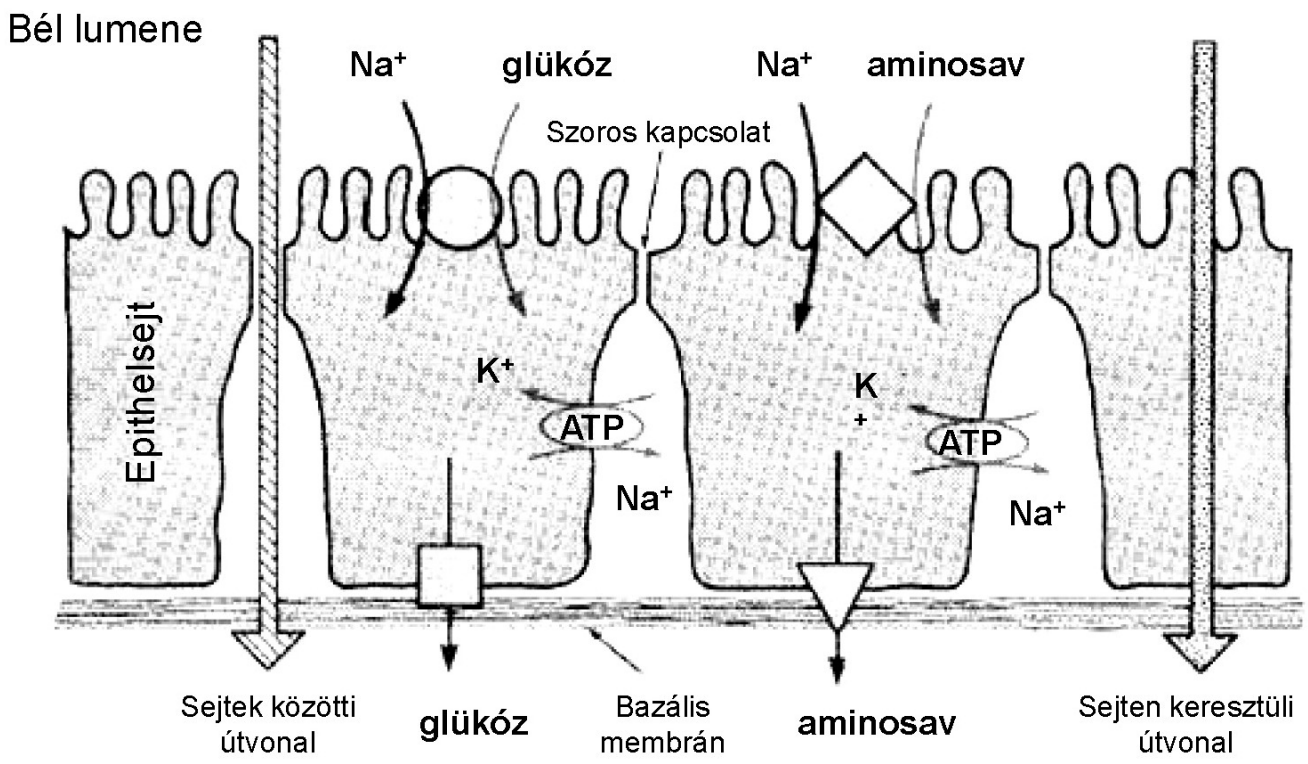
- **G022**



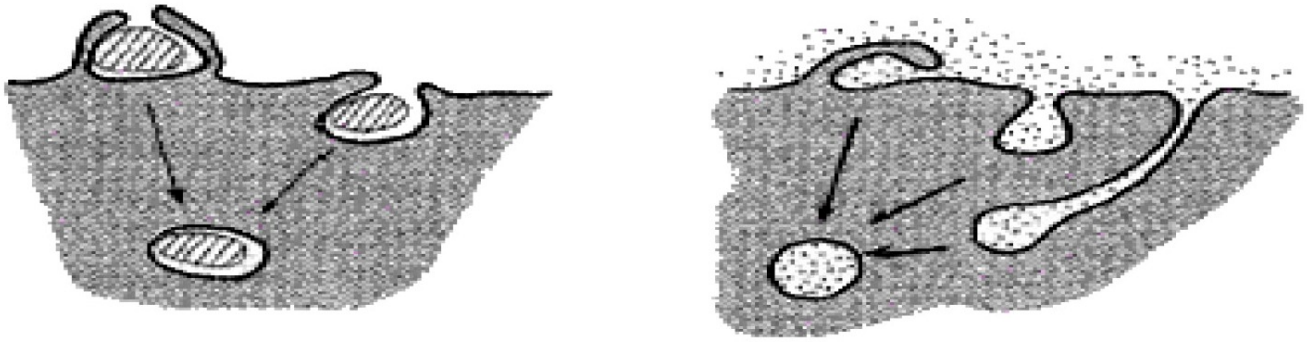
- **G023**



- **G024**



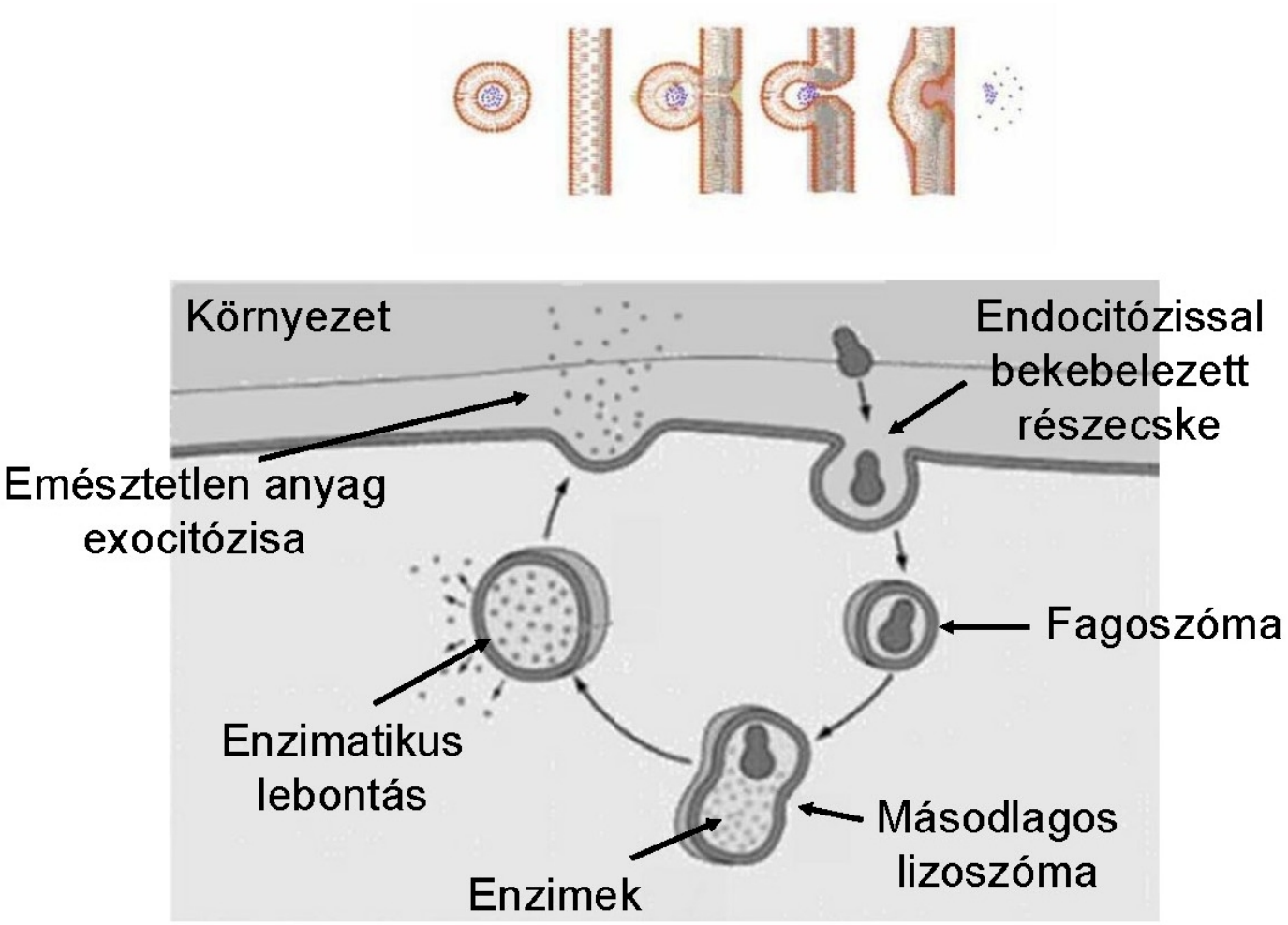
- **G025**



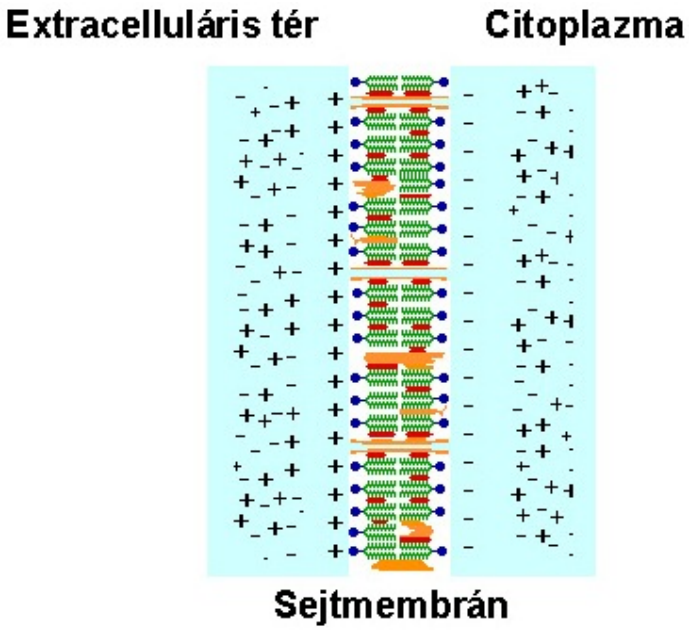
Fagocitózis

Pinocitózis

- **G026**


Környezet
Endocitózissal bekebelezett részecske
Emésztetlen anyag exocitózisa
Fagoszóma
Enzimatikus lebontás
Másodlagos lizoszóma
Enzimek

- **G027**


Extracelluláris tér
Citoplazma
Sejtmembrán

- **G028**

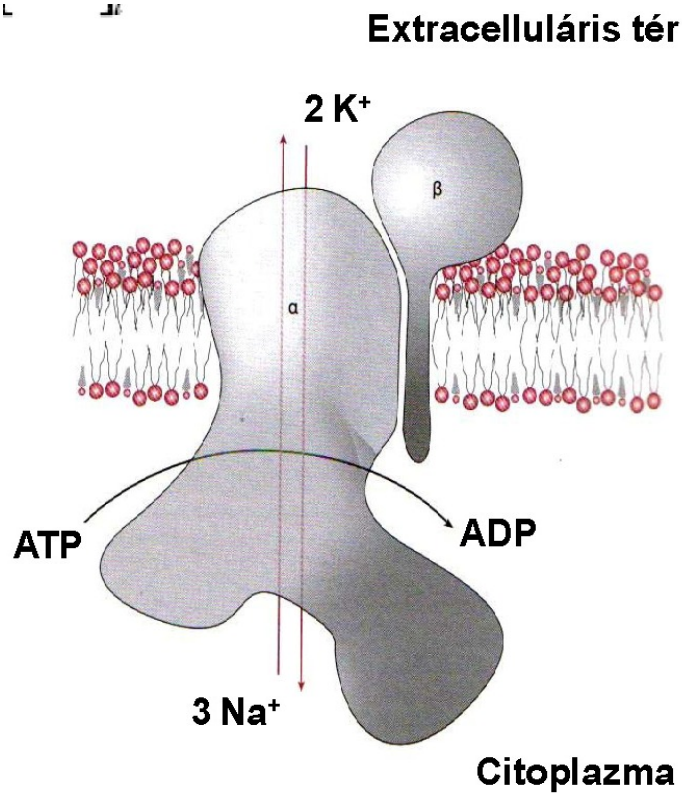
Ion	Extracelluláris térben [mmol/l]	Intracelluláris térben [mmol/l]	Egyensúlyi potenciál [mV]
Na^+	145	10	67
K^+	5	140	-83
Cl^-	120	10	-62

Fontosabb ionok koncentrációja és egyensúlyi potenciáljuk az extracelluláris és az intracelluláris térben, az emberi idegrendszerben

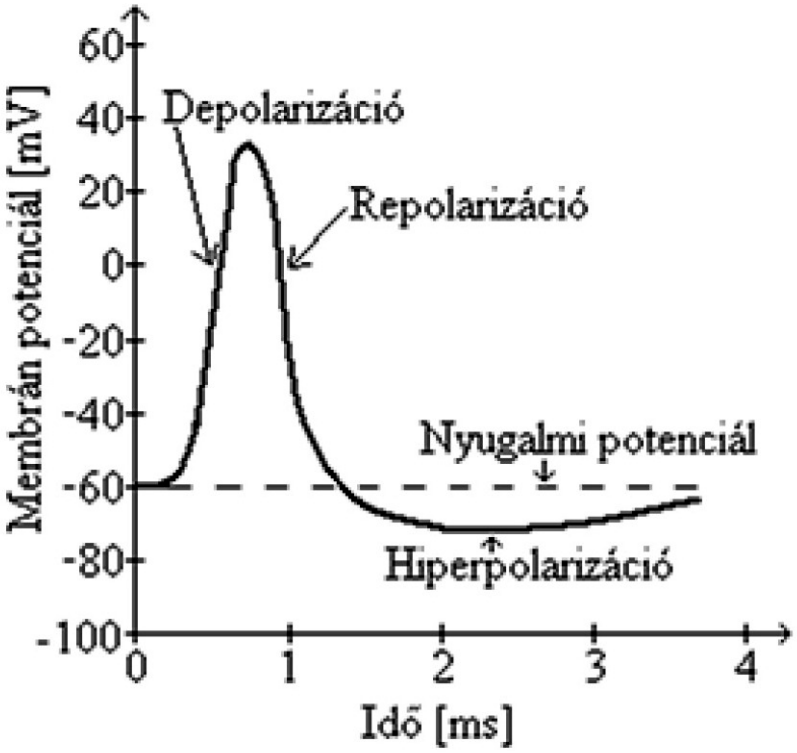
- **G029**

$$E_M = \frac{RT}{zF} \ell n \frac{P_K[K^+]_i + P_{Na}[Na^+]_i + P_{Cl}[Cl^-]_o}{P_K[K^+]_o + P_{Na}[Na^+]_o + P_{Cl}[Cl^-]_i}$$

- **G030**

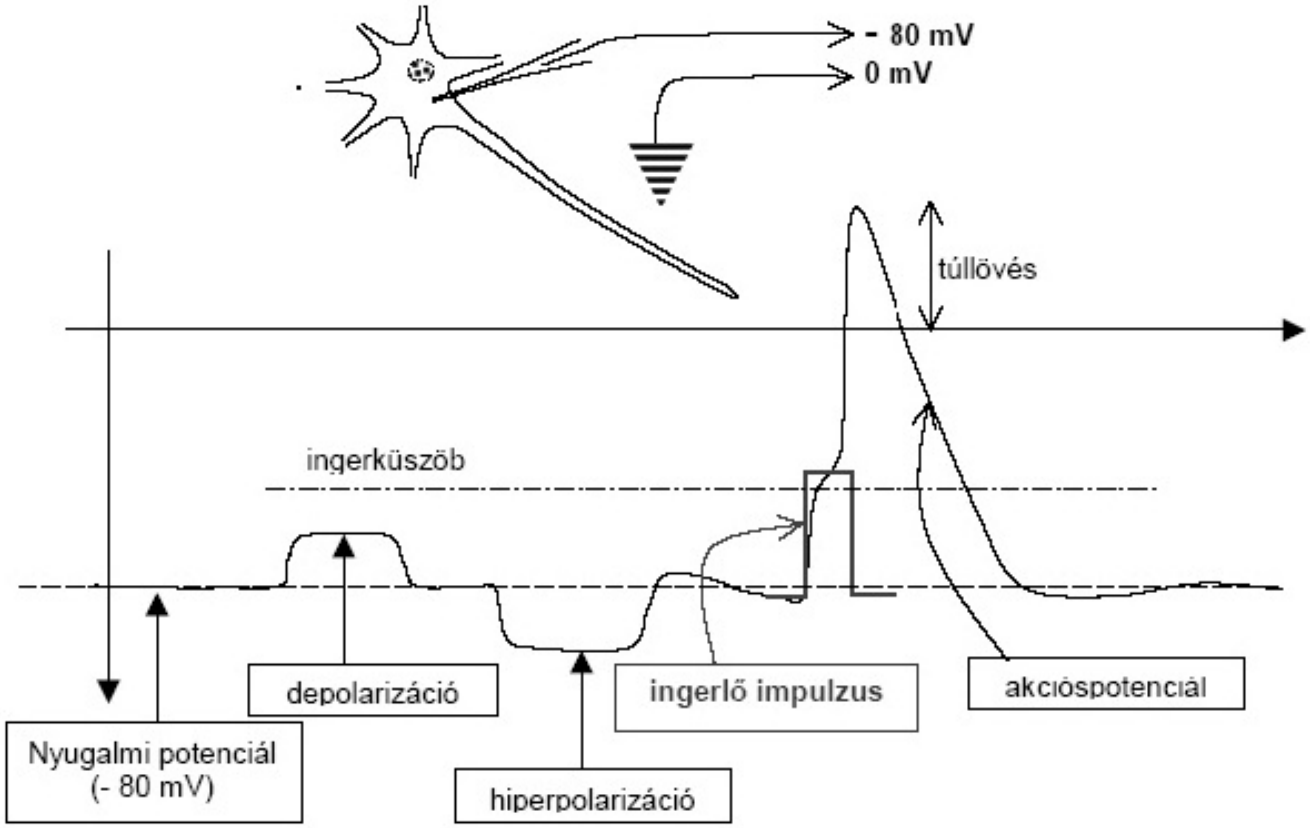


- **G031**

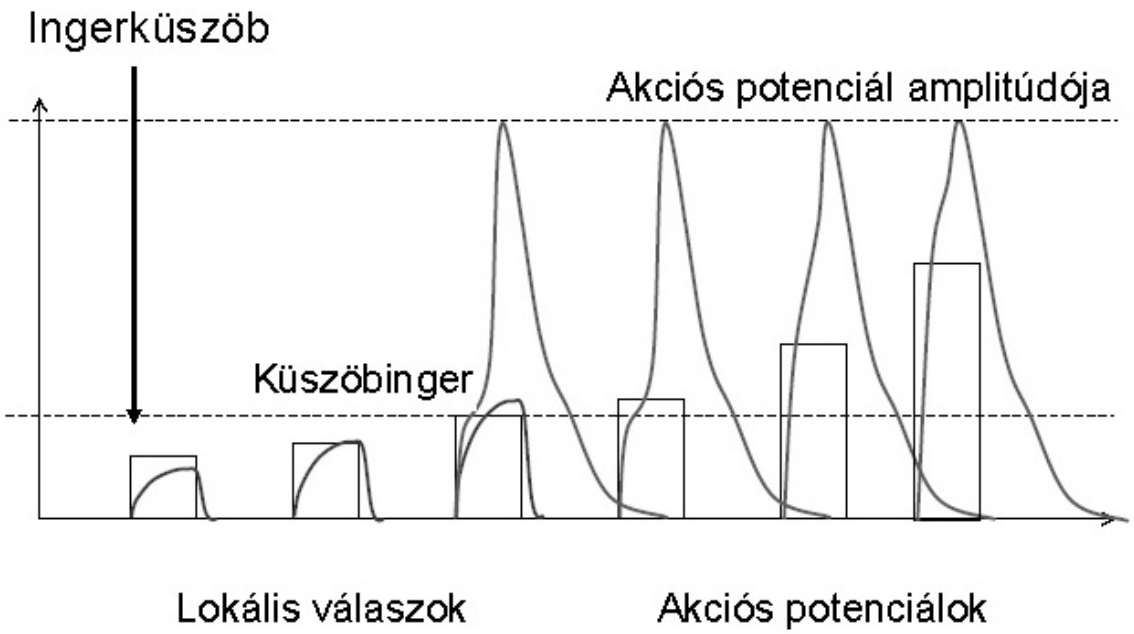


Az akciós potenciál fázisai, feszültség- és időviszonyai

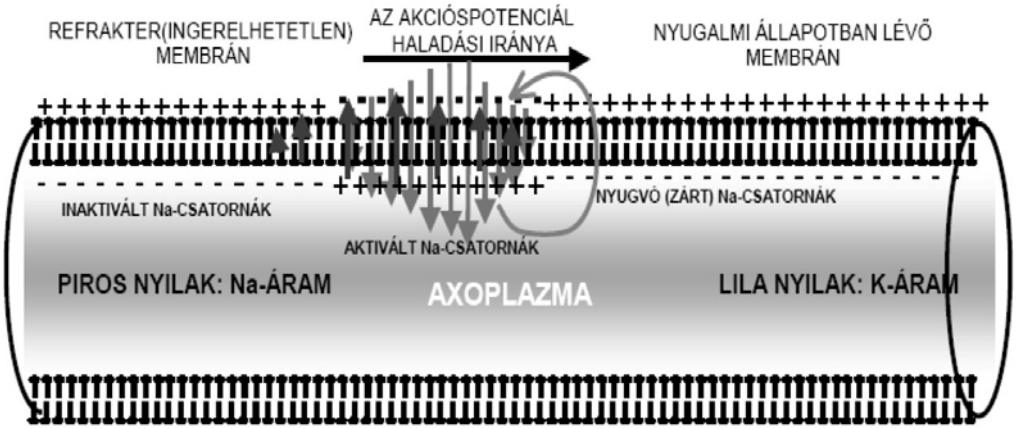
- **G032**



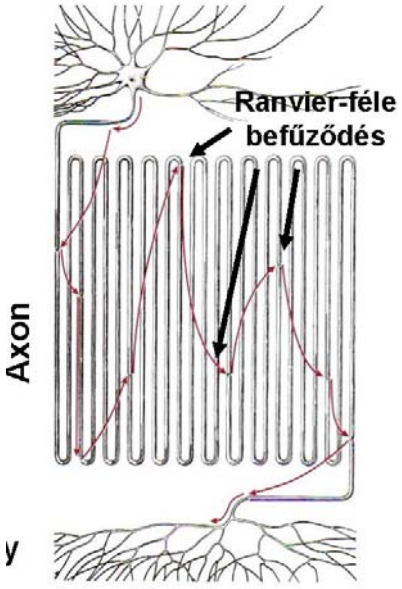
- **G033**



- **G034**

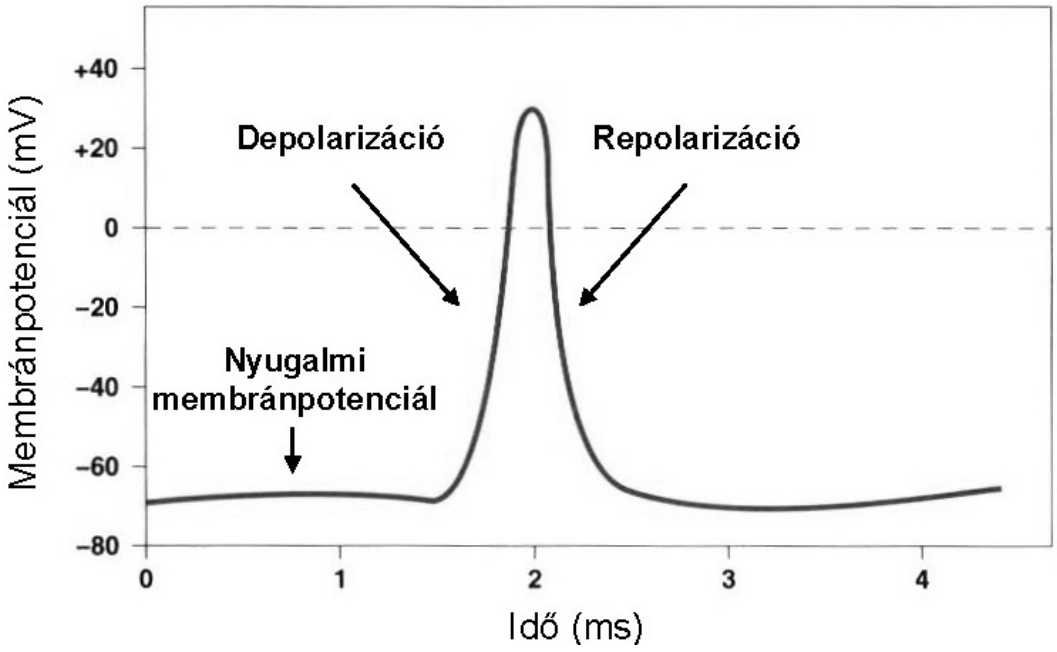


- **G035**

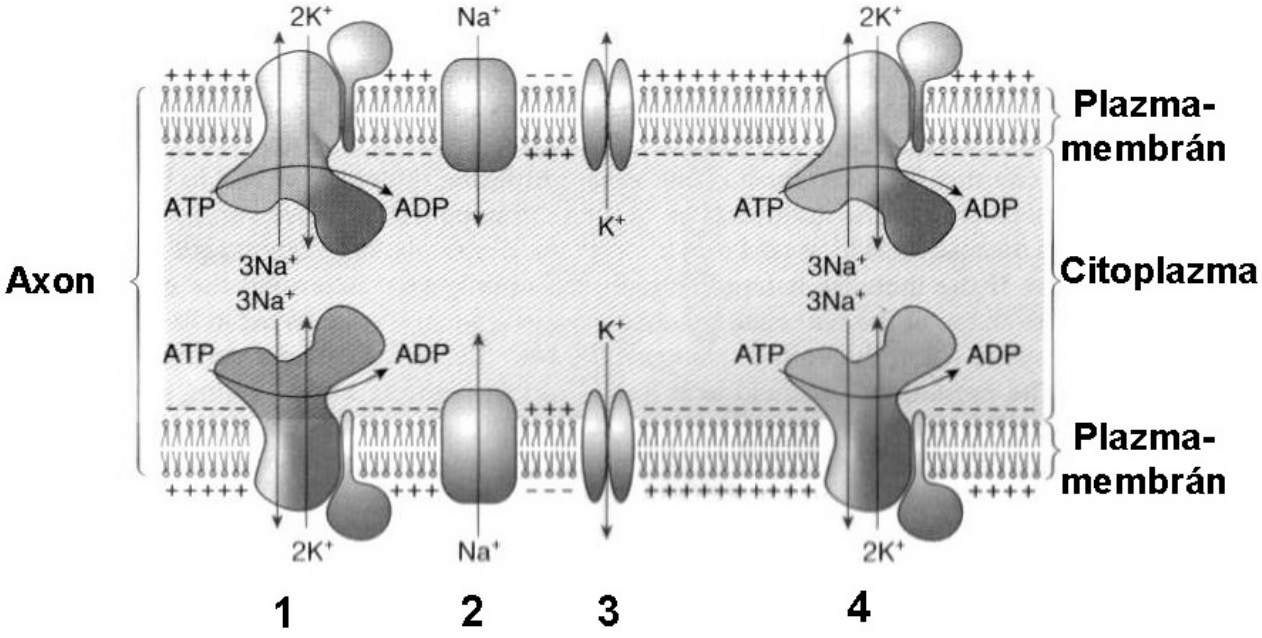


- **G036**

- **G037**



- **G038**



Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – A SEJTORGANELLUMOK

1. kulcsszó cím: EGY EUKARIÓTA ÁLLATI SEJT FELÉPÍTÉSE G001

1. képernyő cím: A sejtmag

G002

A sejt központi alkotója a sejtmag, vagy nukleusz.

A maghártya kettős membránból áll, melyek között 20-40 nm széles perinukleáris tér foglal helyet.

A külső maghártya közvetlen kapcsolatban van az endoplazmatikus retikulum membránjával, felszínén riboszómák figyelhetők meg.

A sejtmagot a citoplazmától a maghártya választja el. G003

A maghártyán pórusok találhatók, ezeken keresztül történik a sejtmag és a citoplazma közötti anyagforgalom. G004

A sejtmag belsejét a magplazma (karioplazma) tölti ki, melynek fő tömege nukleinsav és fehérje. A sejtmagban található a sejtmagvacska (nukleolusz). Itt szintetizálódik a riboszomális RNS (rRNS), amely fehérjékkel együtt a riboszómákat alkotja. G005

A sejtmag plazmájában megfigyelhető dezoxiribonukleinsavból (DNS), valamint fehérjékből létrejött szupramolekuláris struktúrát kromatinnak nevezzük. A kromatinban a DNS-hez kapcsolódó fehérjék a hisztonok. Összmennyiségük kb. a DNS-évél megegyező. A kromatinállomány a sejtosztódás ideje alatt kromoszómákká tömörül. A kromoszómák száma az ember testi sejtjeiben 46. G006

A DNS kettős spirál szupramolekuláris szerveződése. Az aktívan működő DNS területeken a kromatin alig látható (eukromatin), a nem működő területek anyaga erősen kondenzált (heterokromatin). G007

Osztódó sejtmagban lévő kromoszómák. A kroma (görög eredetű szó) színt, a szóma testet jelent, ami a kromoszómák jól festődő tulajdonságára utal. G008

Egy testi sejtben két kromoszómaszerelvény van. A párok egyike anyai, a másik apai eredetű. **G009**

A sejtmag felépítése (összefoglalás) **G010**

2. képernyő cím: Az endoplazmatikus retikulum

G011

Az egyik legfontosabb sejtalkotó az endoplazmatikus retikulum (ER), mely főleg a sejtmag közelében található.

Egyes helyeken csöves vagy tubuláris, máshol inkább lemezesnek tűnő, laposra összenyomott, egymással közlekedő üregeket alkotó, ciszternális rendszer.

Agranuláris formája a sima felszínű endoplazmatikus retikulum (SER), melynek felszínén nem ülnek riboszómák. A SER általában csöves felépítésű Elsősorban a szénhidrát- és a lipidszintézisben játszik szerepet. **G012**

Kifejezett a szteroidokat termelő sejtekben (pl. a here intersticiális sejtjeiben a koleszterinből tesztoszteron képződik).

A szervezet számára idegen vegyületek (xenobiotikumok), peszticidek, gyógyszerek átalakításában is szerepet játszik. Az izomrostokban a Ca^{2+} raktára. **G013**

Az endoplazmatikus retikulum granuláris (szemcsés) formája a durva felszínű endoplazmatikus retikulum (DER), ami általában lemezes, ciszternális felépítésű. A DER szemcsés megjelenését a felszínén található riboszómák adják. **G014**

A DER az intenzív fehérjeszintézis helye. A szintetizált fehérjék túlnyomó része glikoproteiddé alakul.

A SER és a DER együttese a sejtben folytonos teret zár magába. Ez helyenként kapcsolatot tart a maghártya perinukleáris résével is, annak megfelelően, hogy a sejtmaghártya külső lemeze az endoplazmatikus retikulum membránjában folytatódik. **G015**

3. képernyő cím: A Golgi-apparátus

G016

Nagyjából 1 mm átmérőjű, felszínén riboszómát nem hordozó, membránzsákokból kialakuló képződmény alkotja a Golgi-készüléket.

Fehérjéket vesz át a DER-től, módosítja a glikoproteidek oligoszacharid magját, szortírozza a makromolekulákat a sejtorganellumokba, membránépítőnek, vagy szekrécióra. G017 G018

A Golgi-készülék működése G019

4. képernyő cím: A riboszóma

G020

A riboszómák riboszómális RNS-ből (rRNS) és fehérjékből épülnek fel. RNS-ük a sejtmag nukleoluszában szintetizálódik. Minden riboszóma egy kisebb, RNS-kötő alegységből, és egy nagyobb, a fehérjék peptidkötését katalizáló alegységből áll. G021

Vagy szabadon a citoplazmában, vagy membránhoz kötötten (DER) fordulnak elő.
A riboszómák a hírvivő RNS-nek (messenger RNS, mRNS) és az aminosavat szállító RNS-nek (transzfer RNS, tRNS) a fogadásával a fehérjeszintézis helyei. G022

5. képernyő cím: Lizoszómák és peroxiszómák

G023

A lizoszómák speciális bontó funkciót ellátó sejtorganellumok. Enzimtartalmú vezikulák, amelyek többnyire az endoplazmatikus retikulumból, vagy a Golgi-apparátusból származnak.

A 40-nél is több bontó enzim (proteáz, nukleáz, glükozidáz, szulfatáz, lipáz, foszfatáz, stb.) segítségével különféle molekulák (fehérjék, nukleinsavak, lipidek, poliszacharidok) bontását végzik. G024

A lizoszómák a sejt elöregedett vagy feleslegessé vált makromolekuláinak és organellumainak a lebontását végzik. A felszabadított molekulák visszakerülnek a citoplazmába, vagy exocitózissal kiürülnek a sejtből. Ezenkívül az endocitózissal felvett anyagok feldolgozása is feladatuk. G025

A lizoszómáknak felépítése és működése alapján több típusa van: elsődleges, másodlagos lizoszóma, stb. A peroxiszómák az enzimtartalmú vezikulák másik képviselői. A hosszú zsírsavak b-oxidációjában vesznek részt. Legnagyobb mennyiségben előforduló enzime a kataláz, mely

elbontja a veszélyes peroxidot.

6. képernyő cím: A mitokondrium

G026

A mitokondriumok 0,5-1 mm átmérőjű, néhány mm hosszúságú, henger alakú sejtalkotók.

Eredetüket tekintve valószínűleg intracelluláris aerob baktériumokból származnak, amelyek szimbiózisban éltek anaerob sejttel (endoszimbionta elmélet). G027

A mitokondrium kettős membránnal határolt organellum, melyből a külső membrán sima, a belső a felszín növelése végett mély redőket képez.

A mitokondriumok belső membránja a sejt összes membránjainak kb. 1/3-át adja, ezzel lehetővé téve a lebontó folyamatok térbeli elkülönítését.

A betűrődések formája alapján megkülönböztetünk lemezes, zsákos, illetve csöves típusú mitokondriumot. G028 G029

A külső és belső membrán négy anyagcsere-kompartmentre osztja a mitokondriumot. G030

A külső membránon keresztül kisebb molekulák, proteinek, diszacharidok könnyen át tudnak jutni.

Ezzel szemben a belső membrán a legtöbb anyag számára nem átjárható, mely lehetőséget teremt nagy elektrokémiai gradiens kialakulására.

A két membrán fehérjetartalma is eltérő: a belső membrán proteinekben nagyon gazdag, melyek kb. 40%-a a légzési lánc enzimei.

A mitokondrium számos más funkciója mellett a szénhidrát- és lipidoxidáció helye.

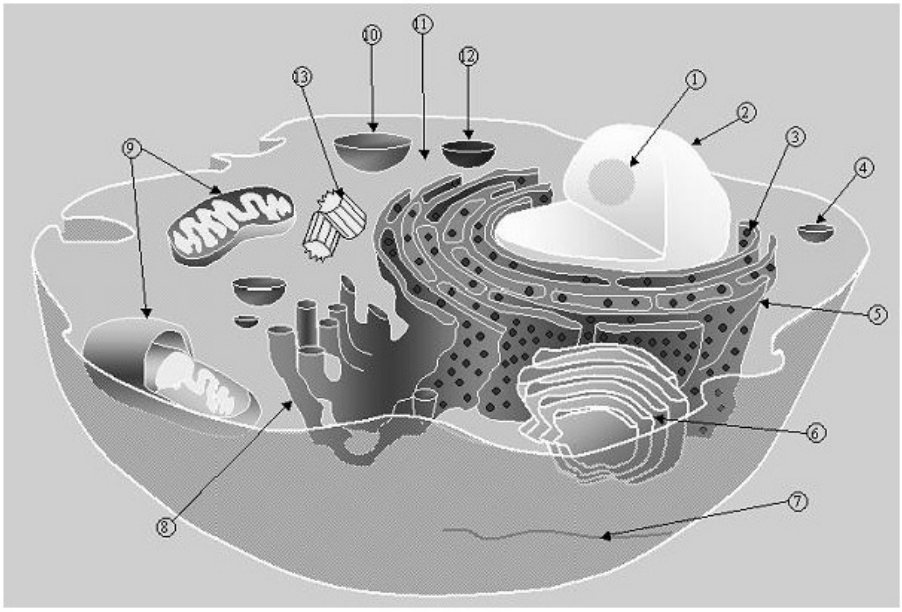
A mitokondriumok oxidatív metabolizmusához a piroszőlősav és a zsírsavak szolgáltatják a "tüzelőanyagot".

A mitokondriumok a sejtek energiatermelő központjai. Itt zajlik a citromsavciklus (citrátkör, Szent-

Györgyi-Krebs ciklus) és a terminális oxidáció. **G031**

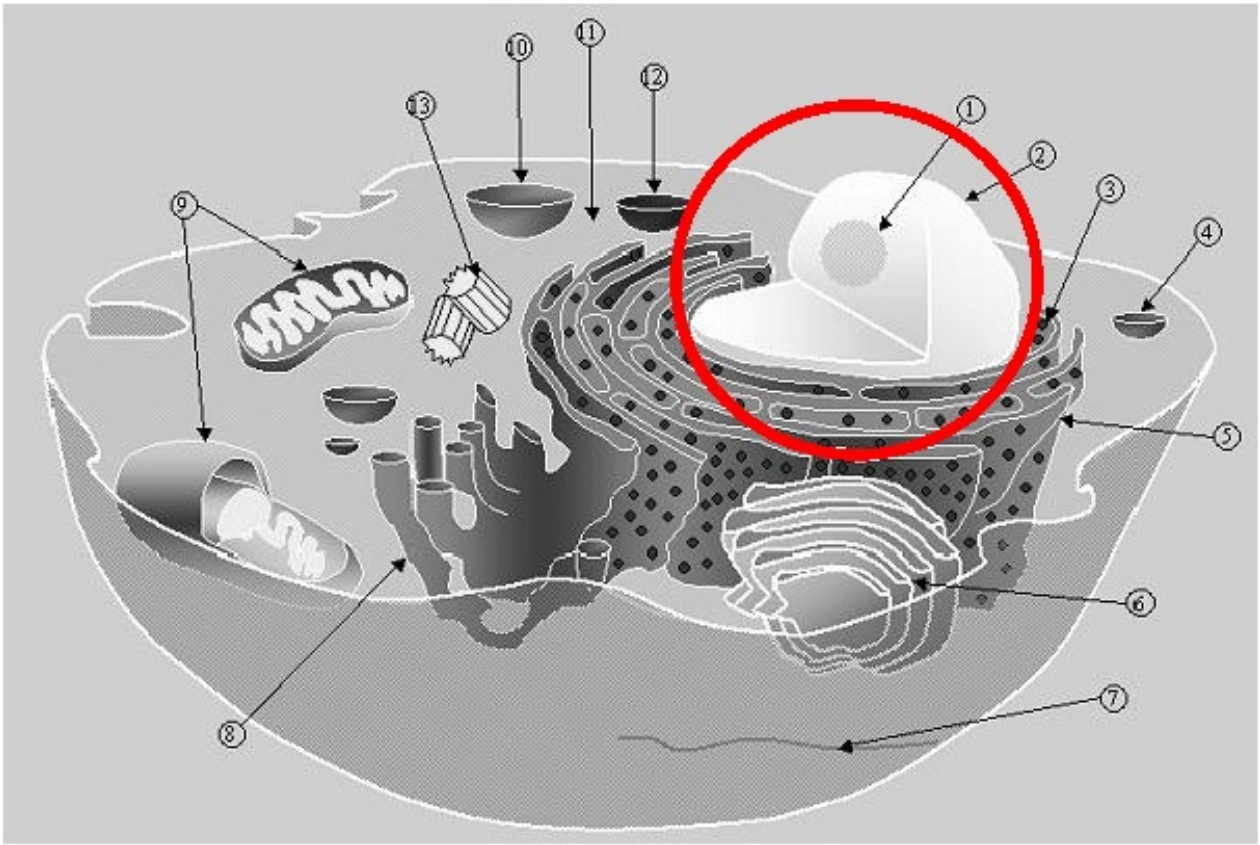
Képgyűjtemény:

- **G001**

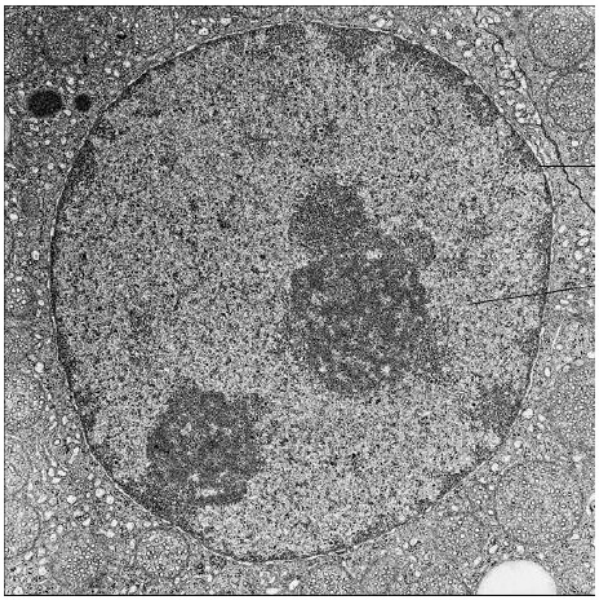


1. sejtmagvacska 2. sejtmag 3. riboszóma 4. vezikula 5. durvafelszínű endoplazmatikus retikulum 6. Golgi-apparátus 7. citoszkeleton 8. simafelszínű endoplazmatikus retikulum 9. mitokondrium 10. vakuólum 11. citoplazma 12. lizoszóma 13. centriólum

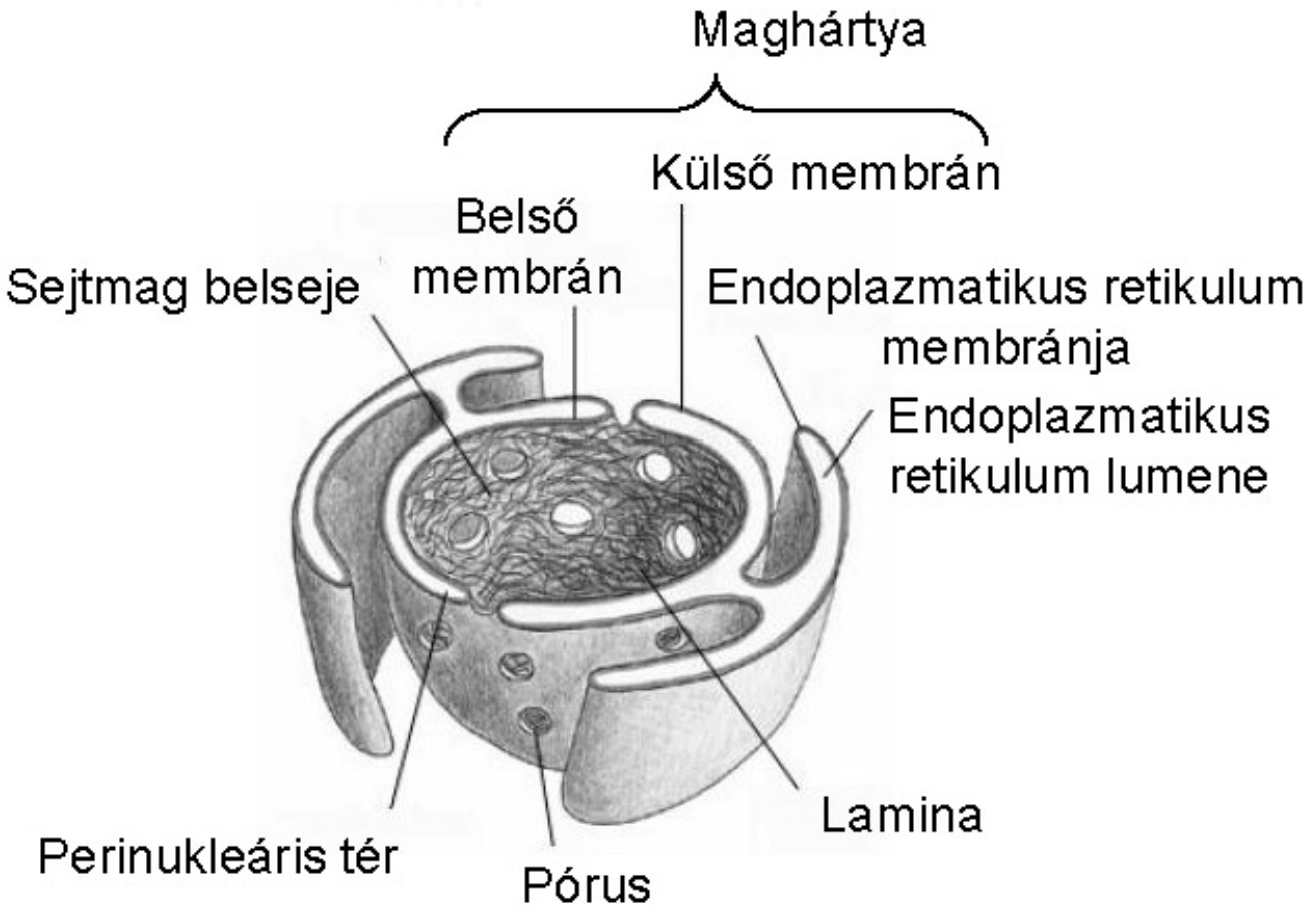
- **G002**



- **G003**

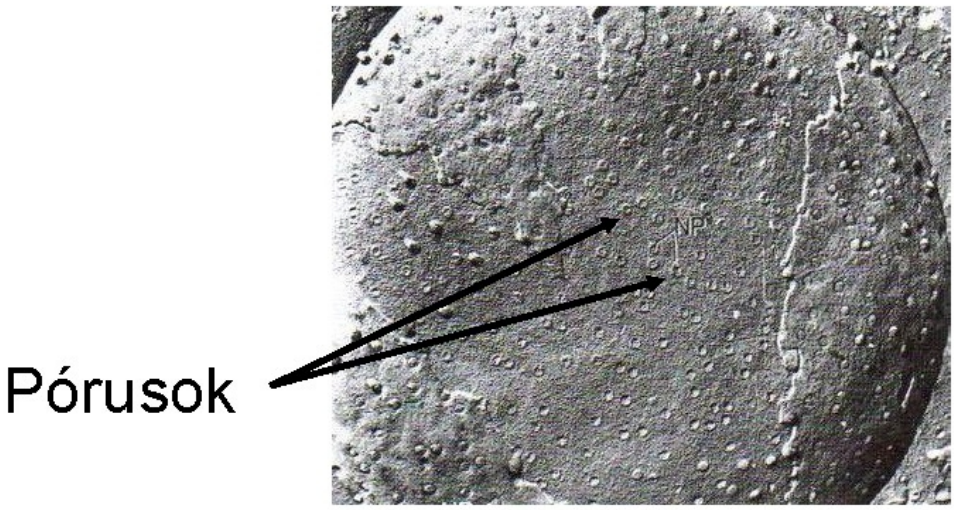


- **G004**



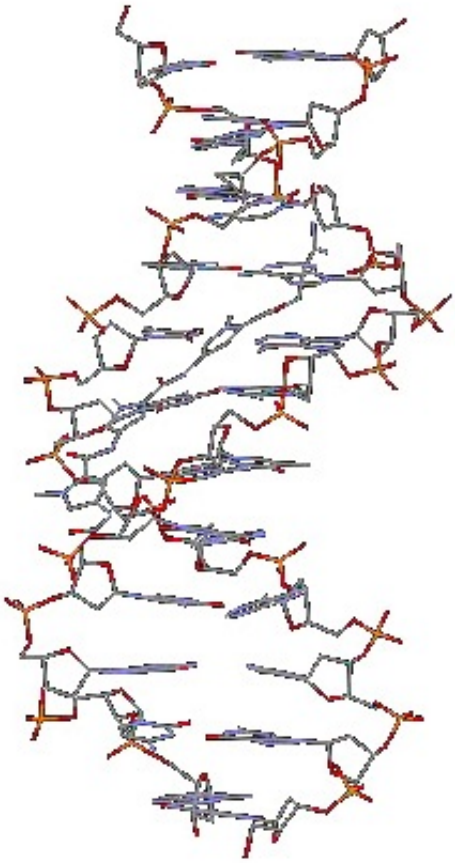
A maghártya és az endoplazmatikus retikulum kapcsolata

- **G005**



Pásztázó elektronmikroszkópos kép a sejtmagról

- **G006**



- **G007**

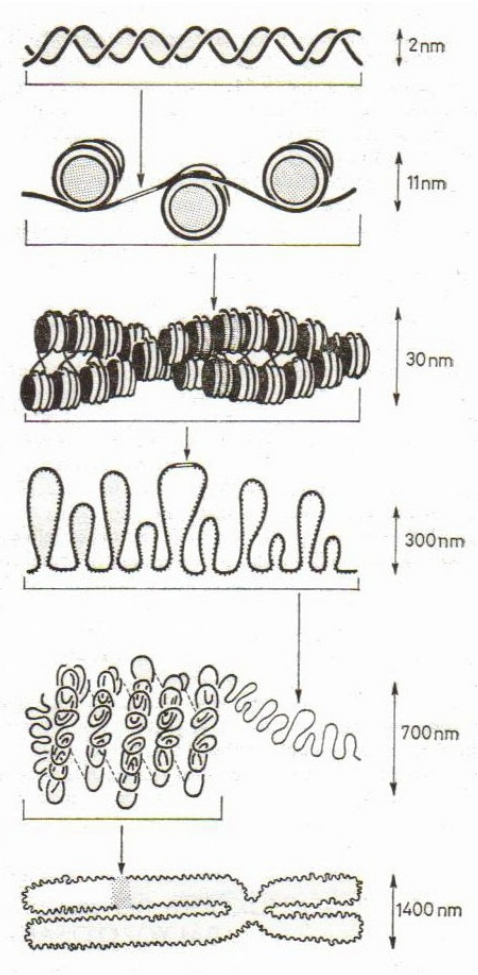
kettős spirál

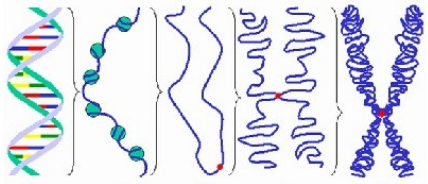
„gyöngyfüzér”

heterokromatin

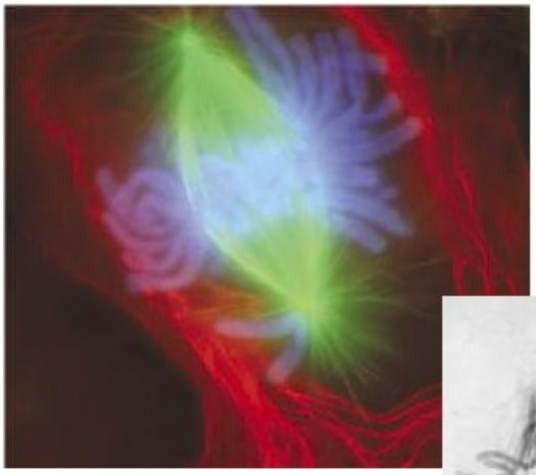
eukromatin

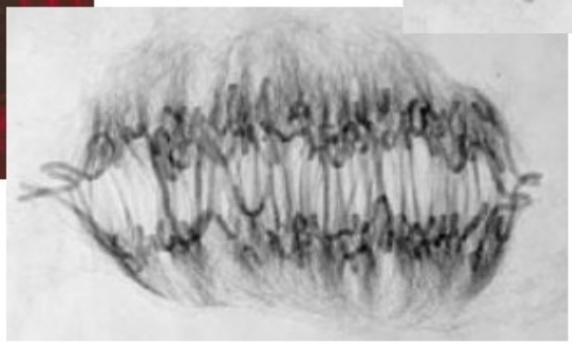
kromoszóma



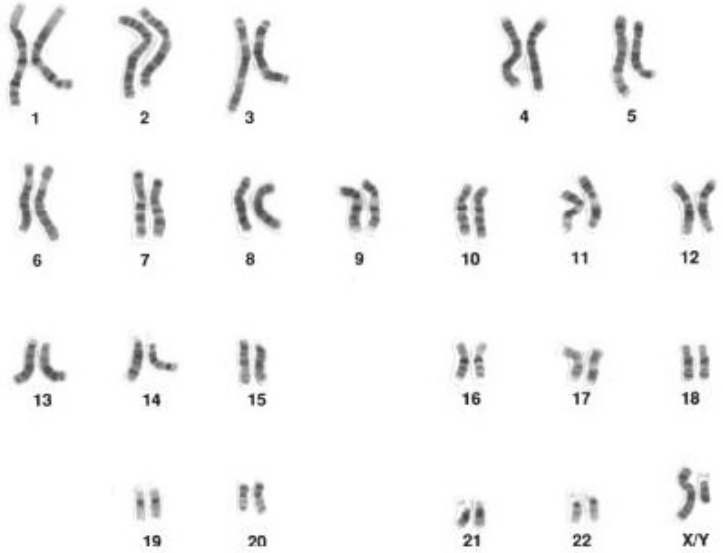


- **G008**

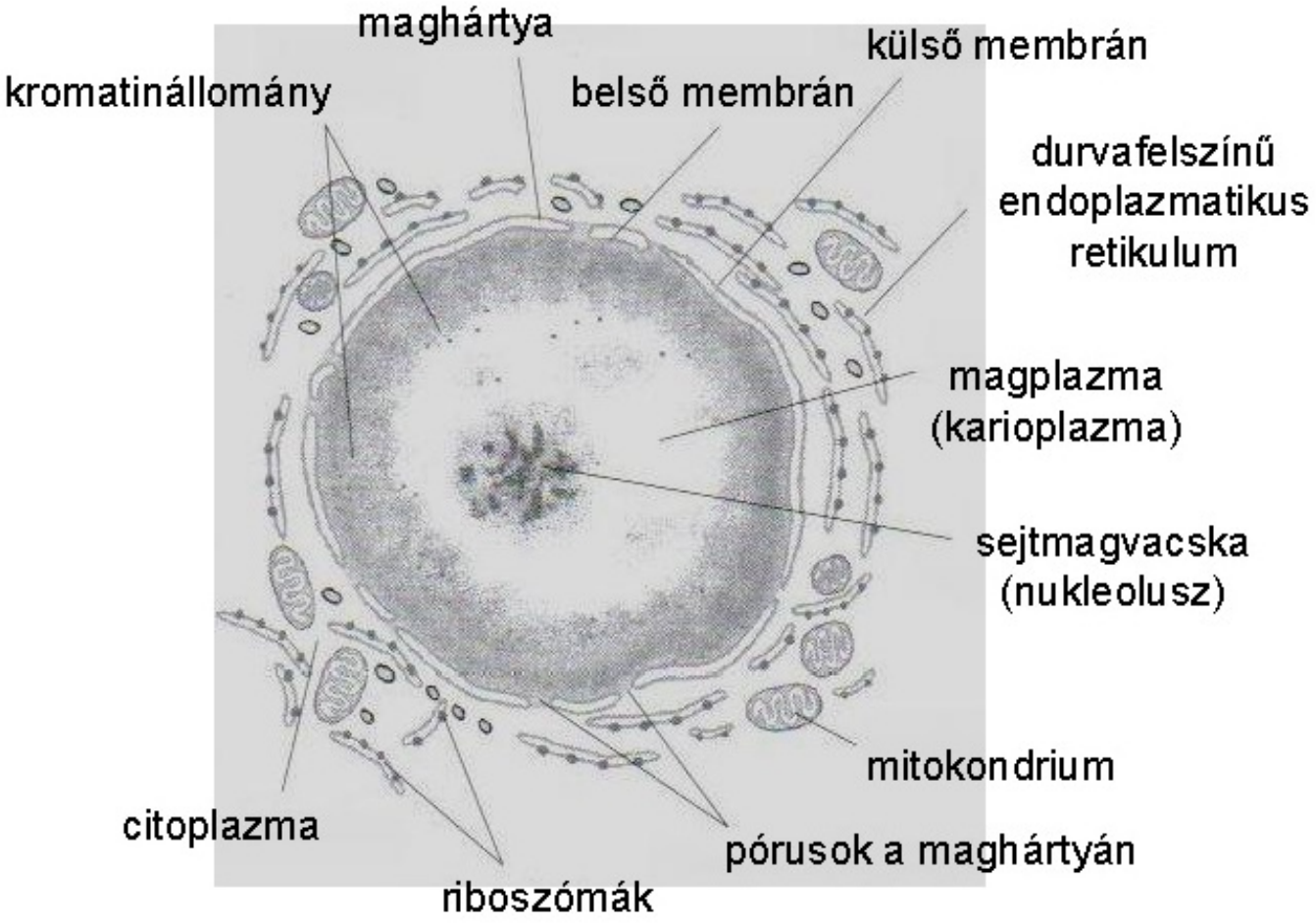




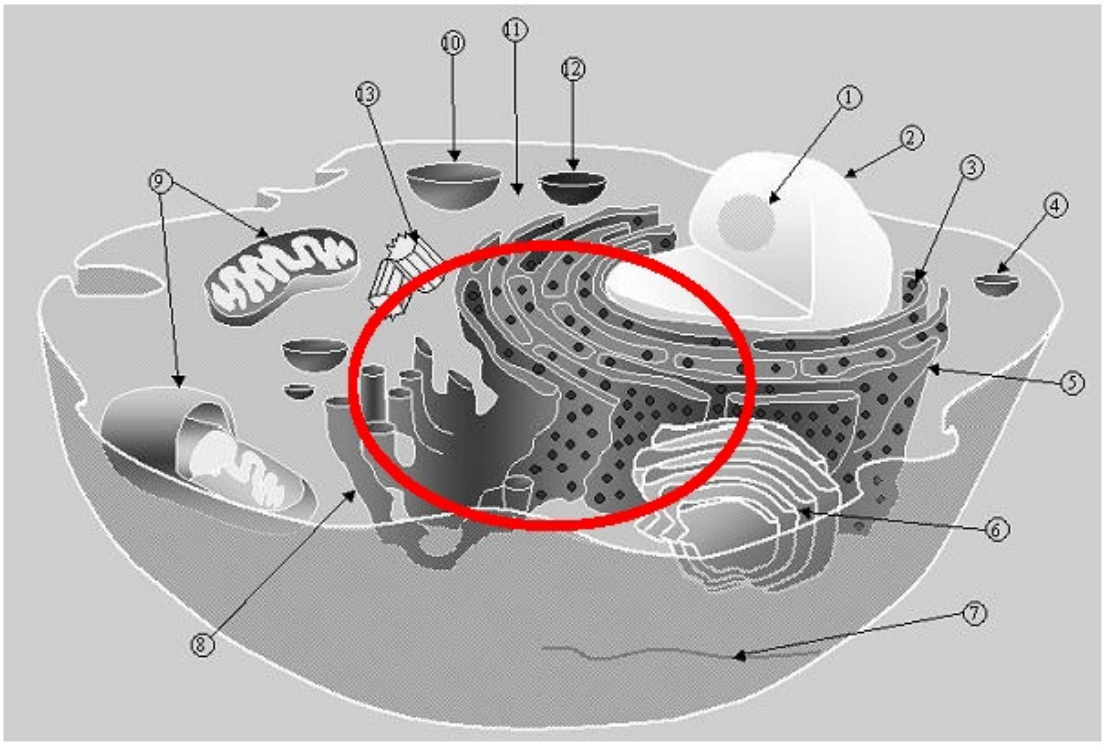
- **G009**


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
X/Y

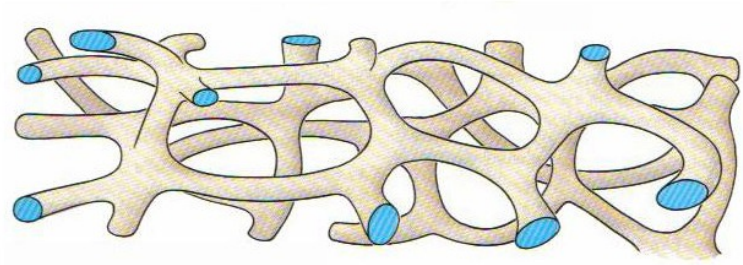
- **G010**


maghártya
külső membrán
kromatinállomány
belső membrán
durvafelszínű endoplazmatikus retikulum
magplazma (karioplazma)
sejtmagvacska (nukleolusz)
mitokondrium
citoplazma
pórusok a maghártyán
riboszómák

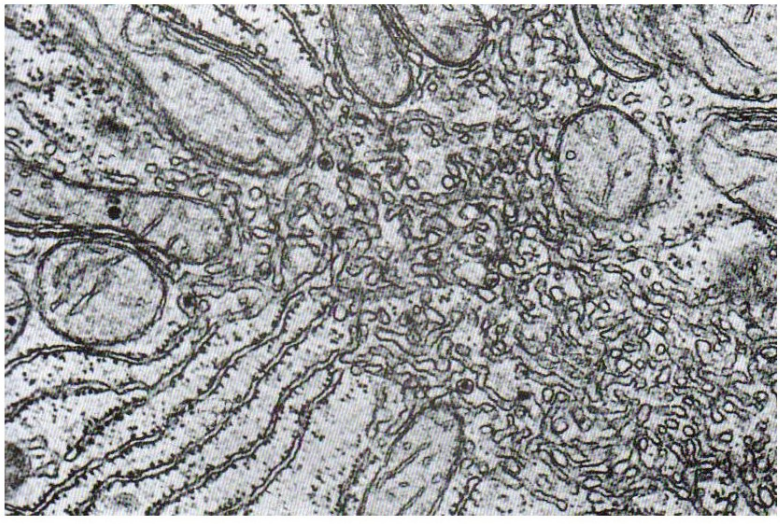
- **G011**



- **G012**

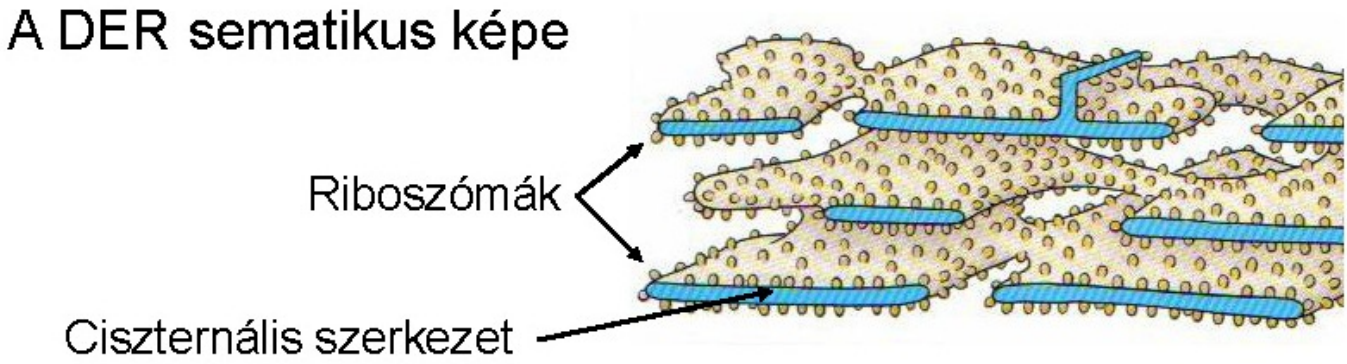


- **G013**

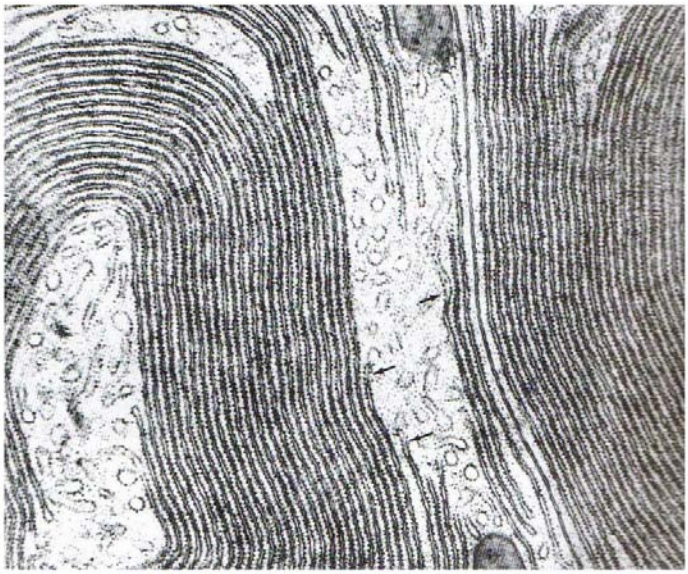


A SER elektronmikroszkópos képe

- **G014**

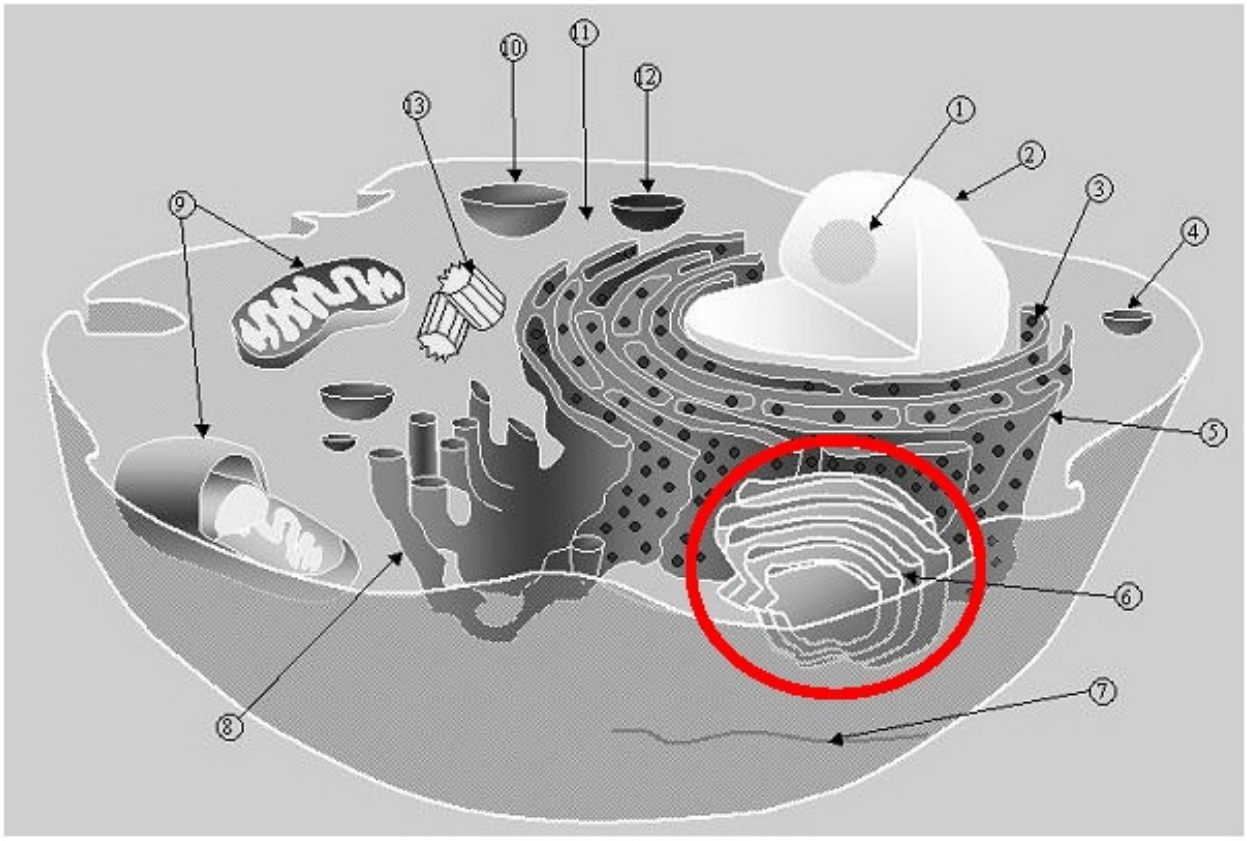


- **G015**

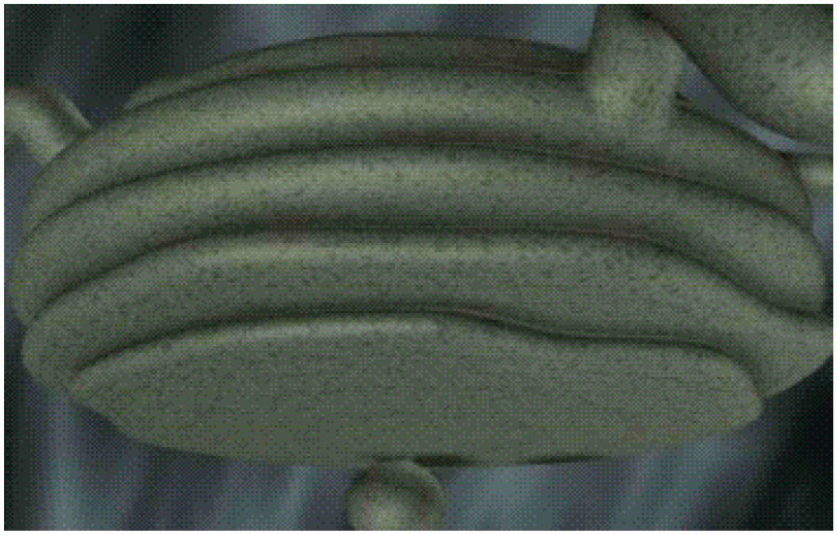


A DER elektronmikroszkópos képe

- **G016**



- **G017**



A Golgi-készülék elektronmikroszkópos képe

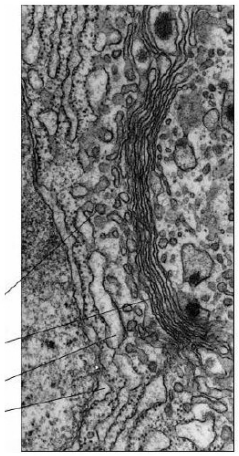
- **G018**

Vezikula

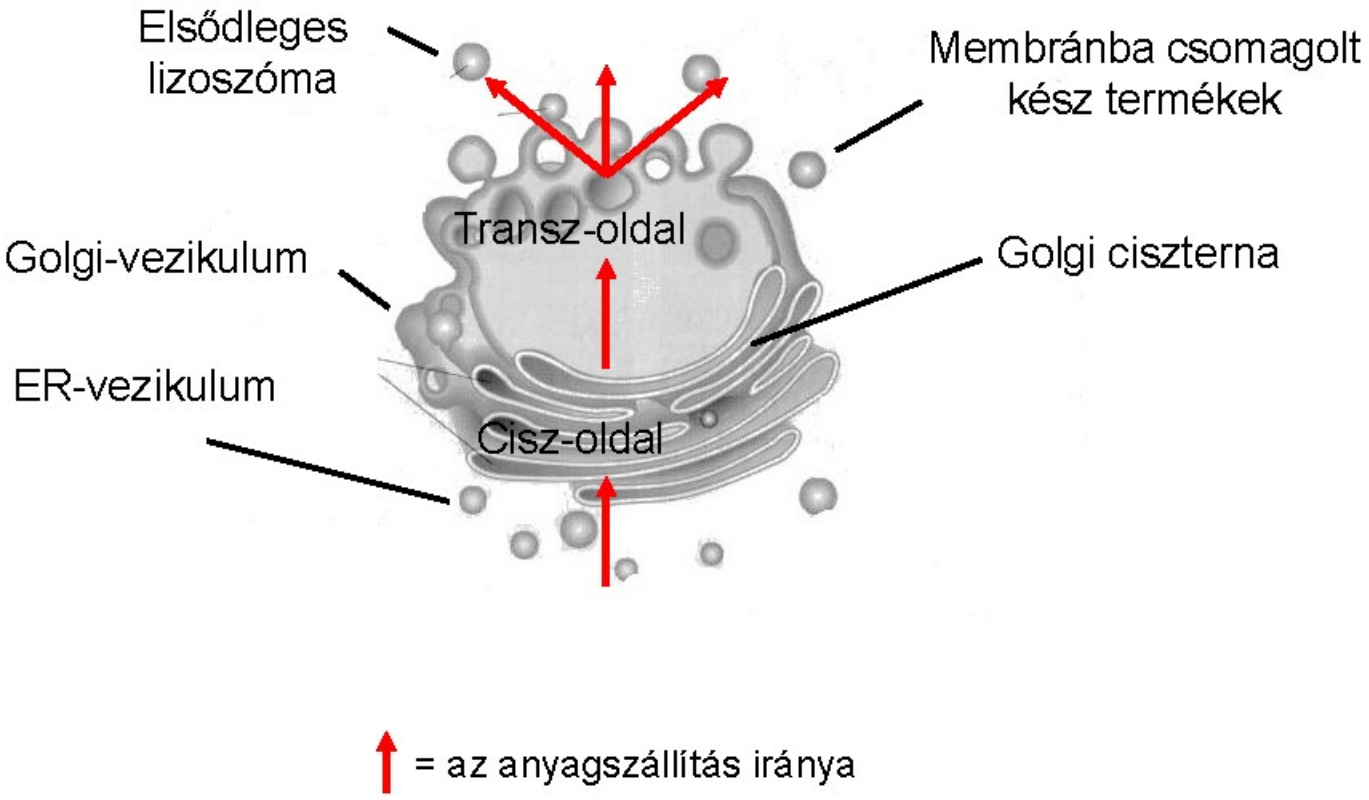
Golgi-apparátus

Endoplazmatikus retikulum

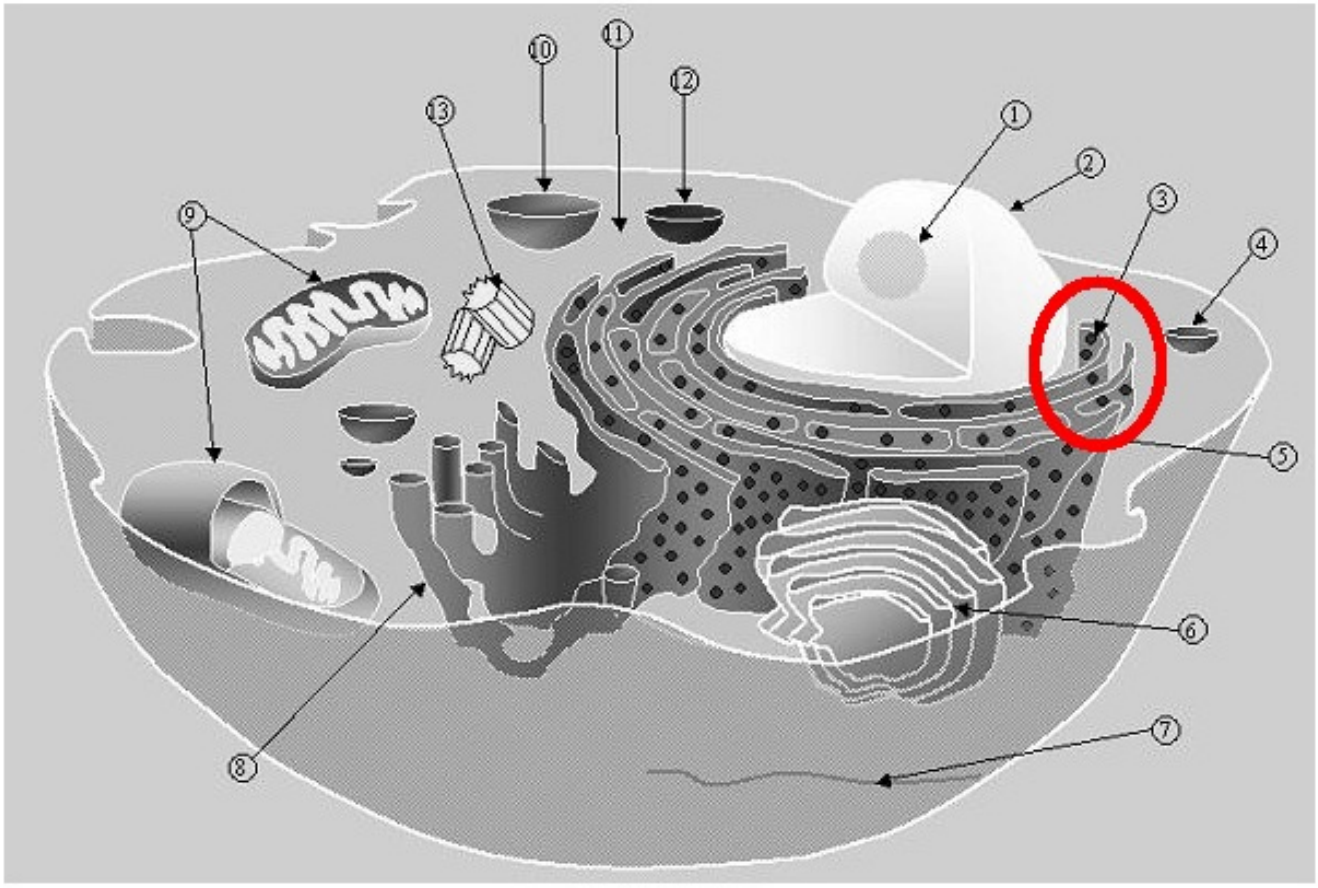
Sejtmaghártya



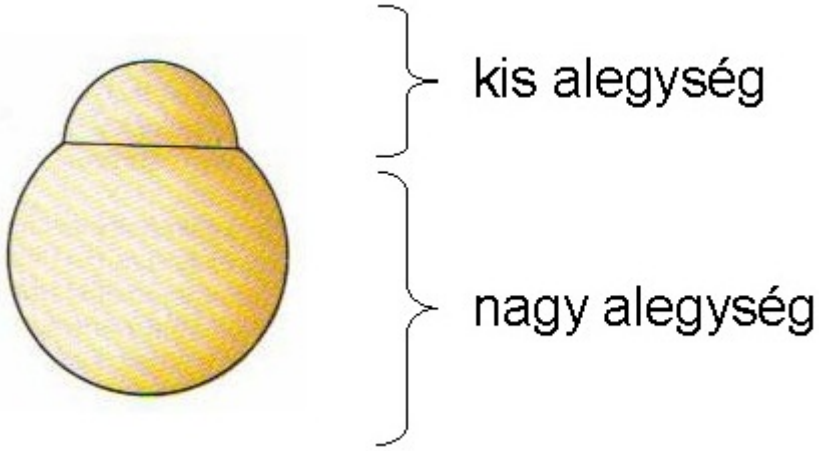
- **G019**



- **G020**

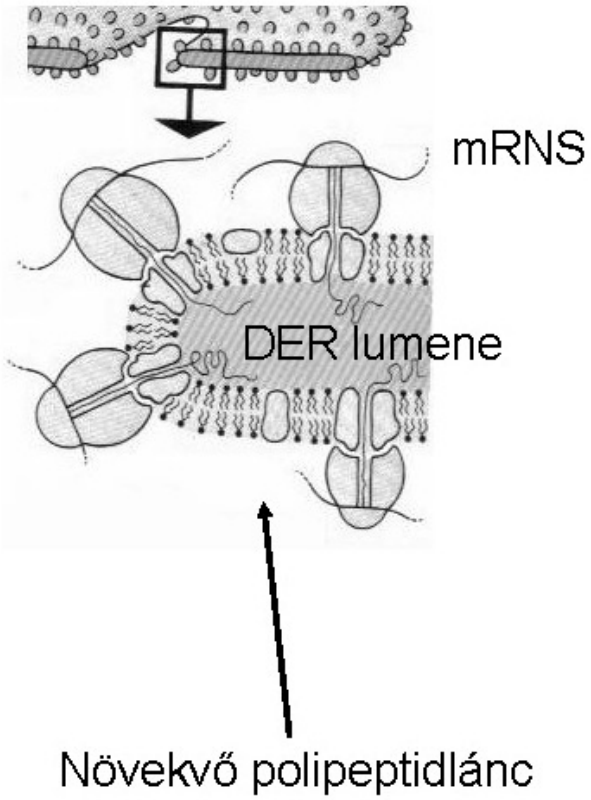


- **G021**



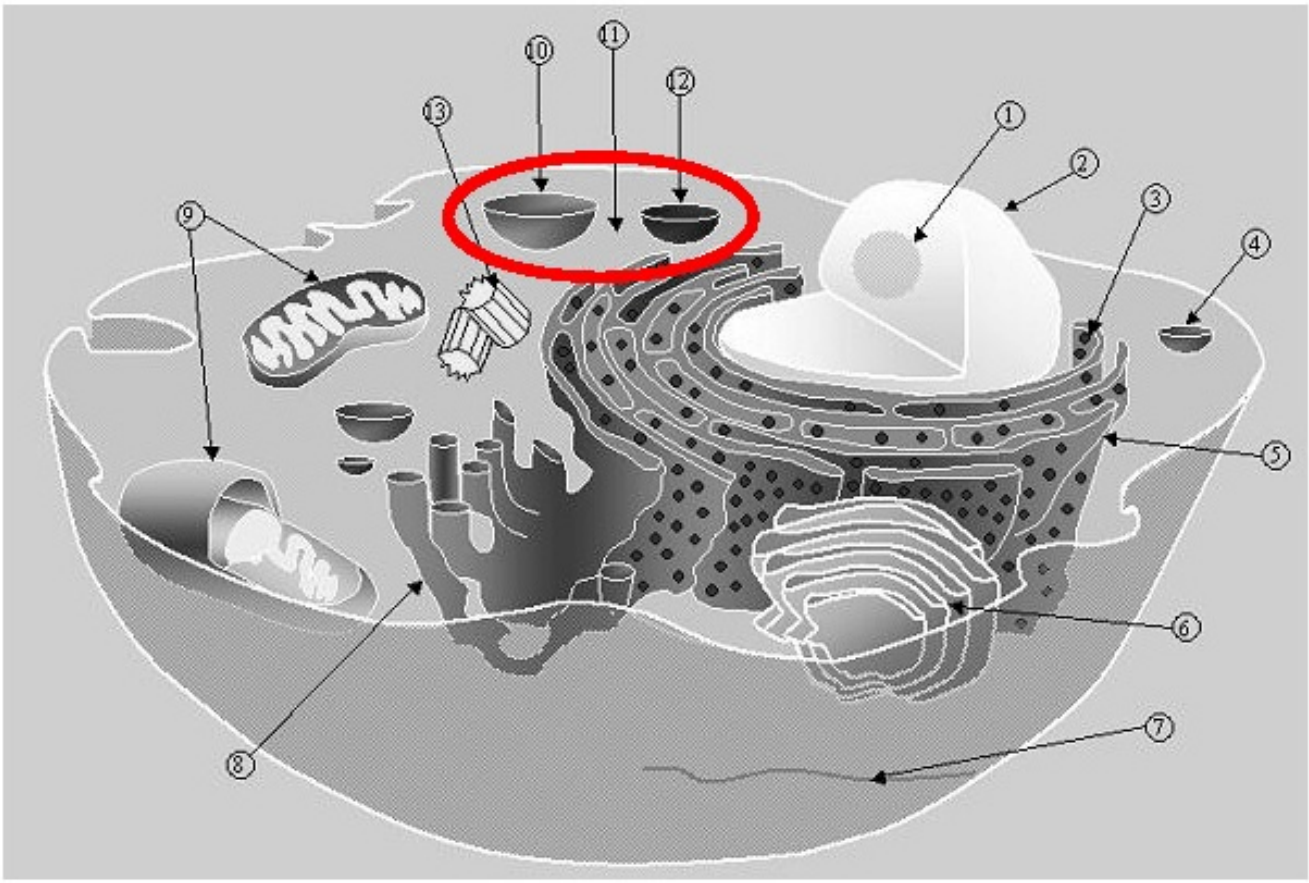
A riboszóma vázlatos felépítése
Az alegységek csak a fehérjeszintézis időtartamára állnak össze.

- **G022**

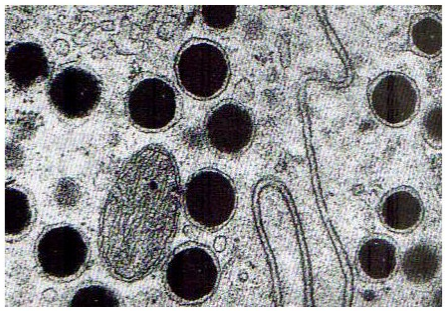


Riboszómák kötődése az endoplazmatikus retikulumhoz

- **G023**

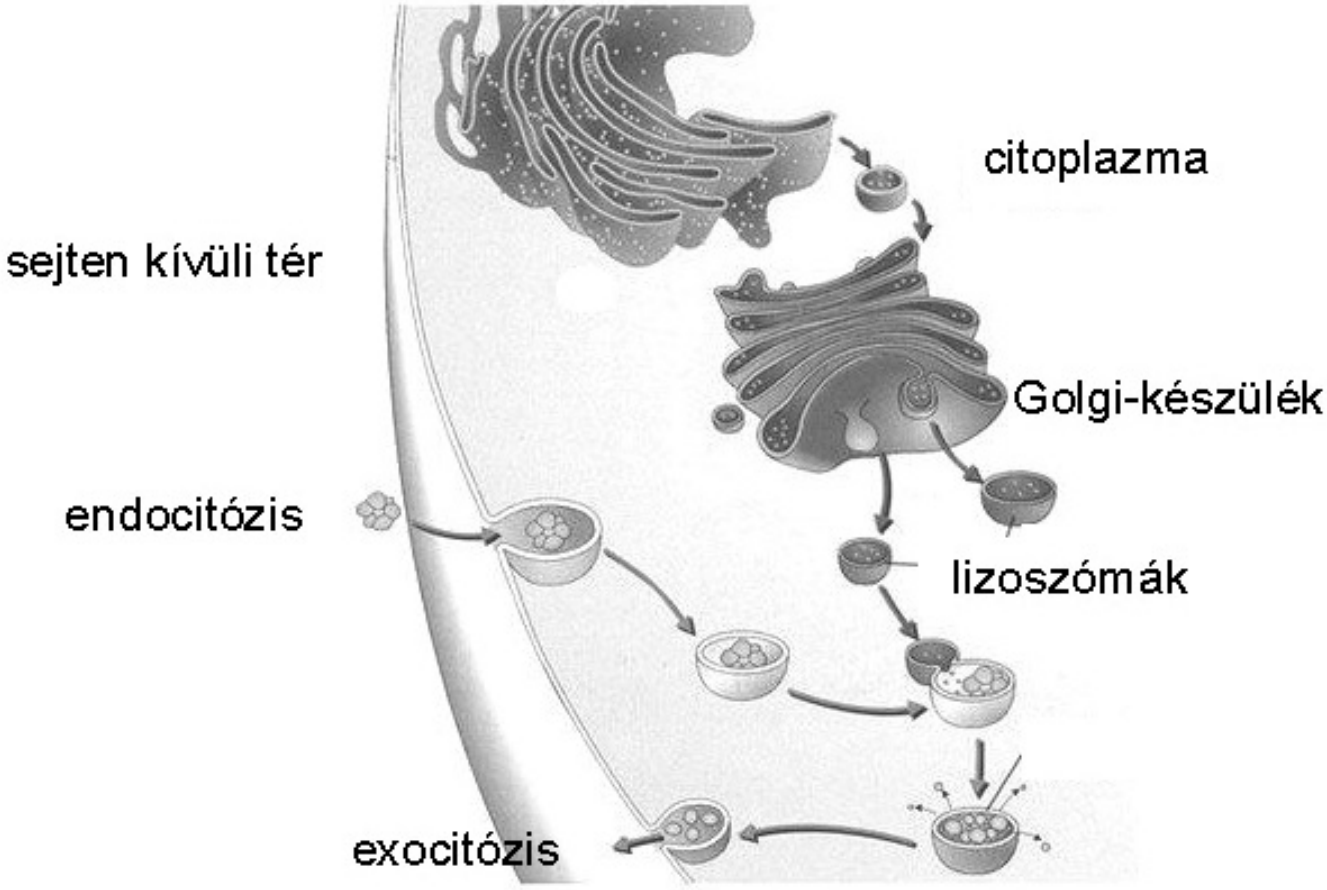


- **G024**

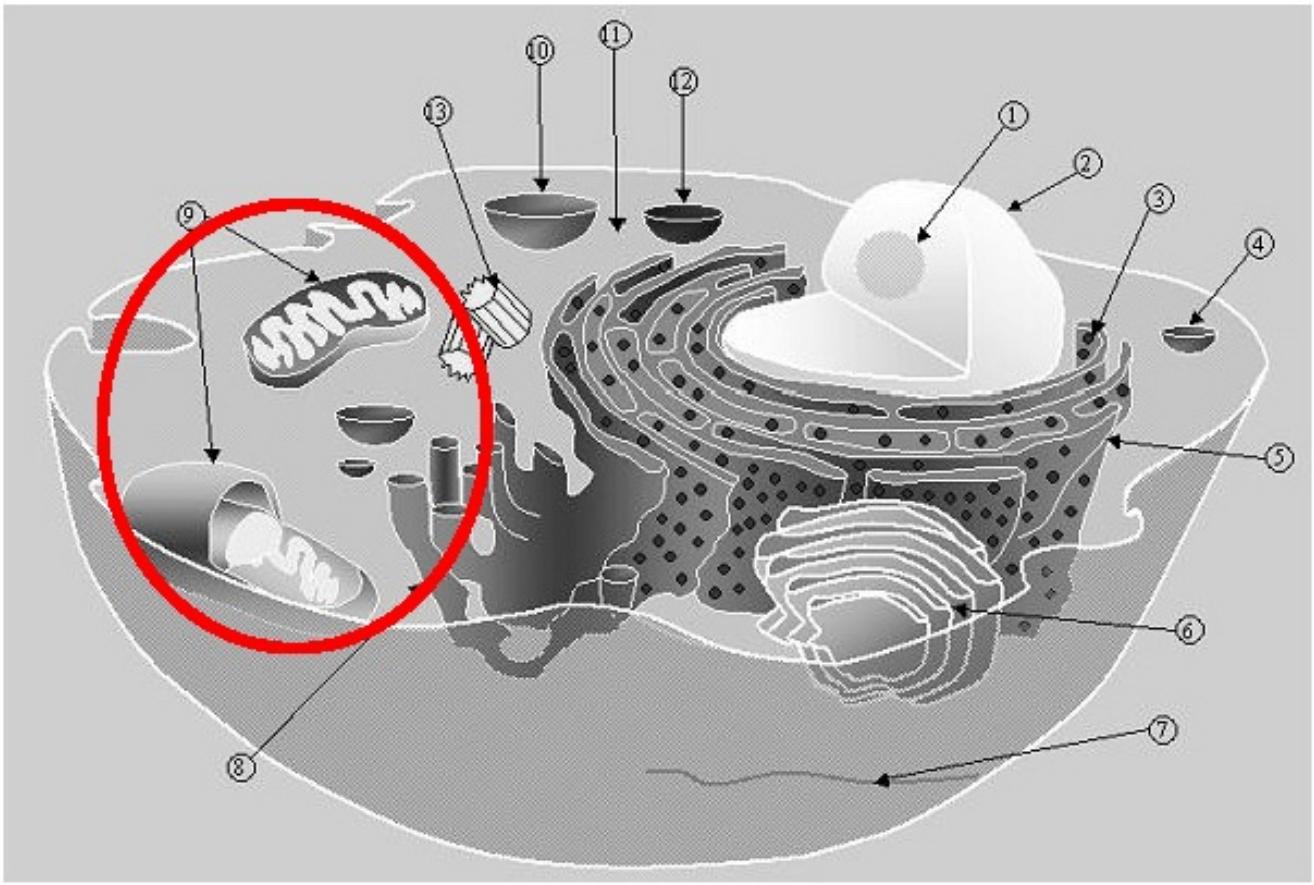


Lizoszómák elektronmikroszkópos képe

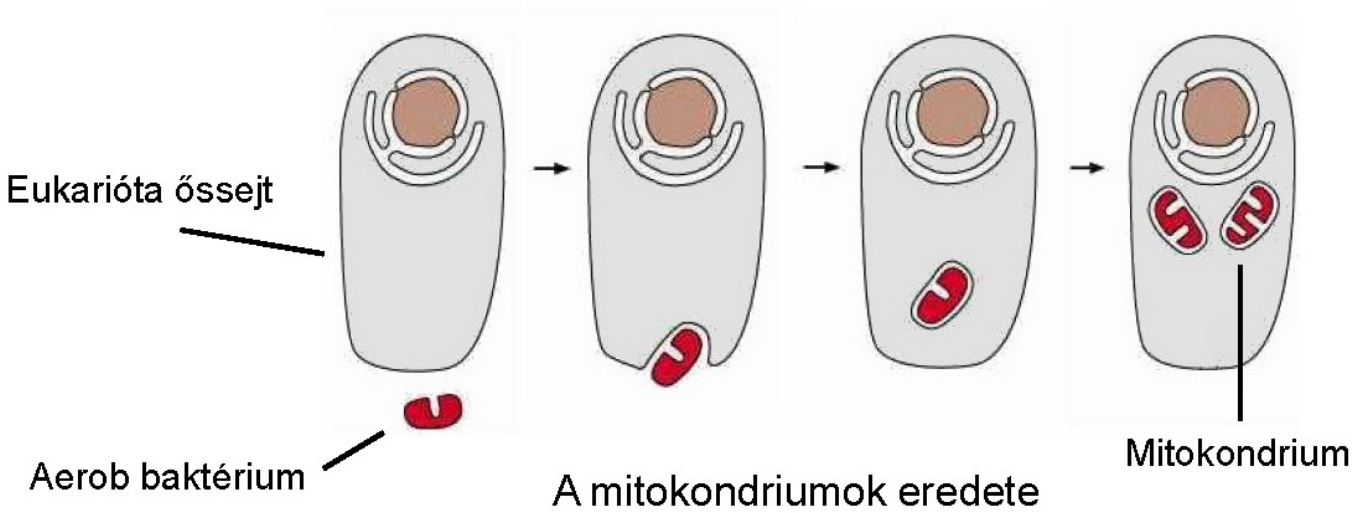
- **G025**



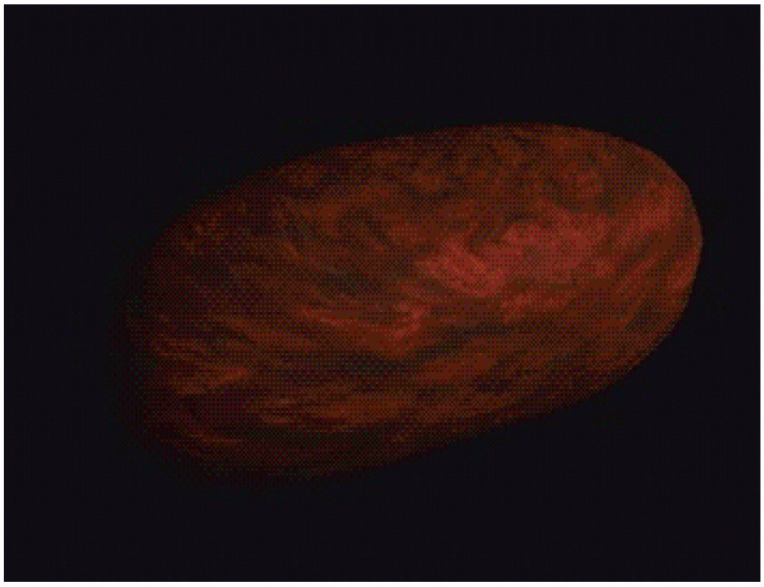
- **G026**


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

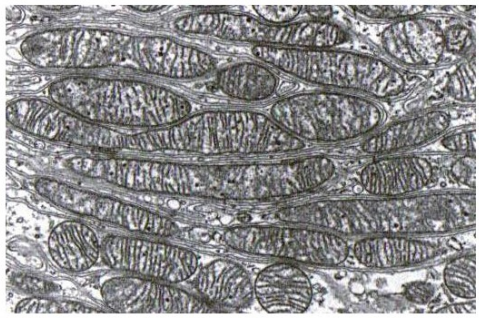
- **G027**


Eukarióta ősszejt
Aerob baktérium
Mitokondrium
A mitokondriumok eredete

- **G028**

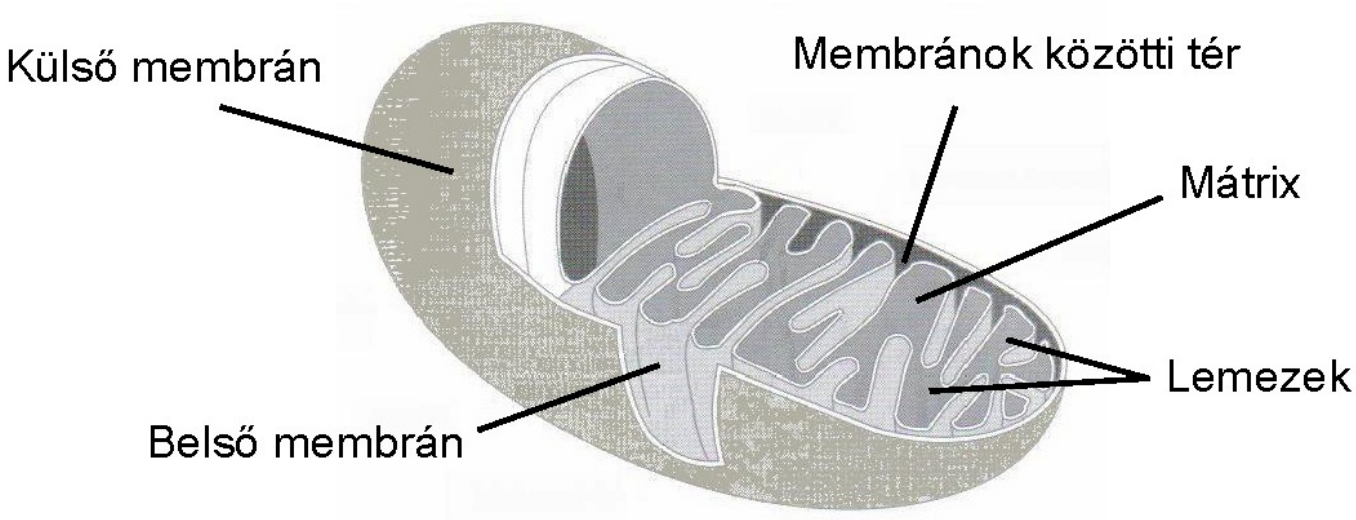


- **G029**



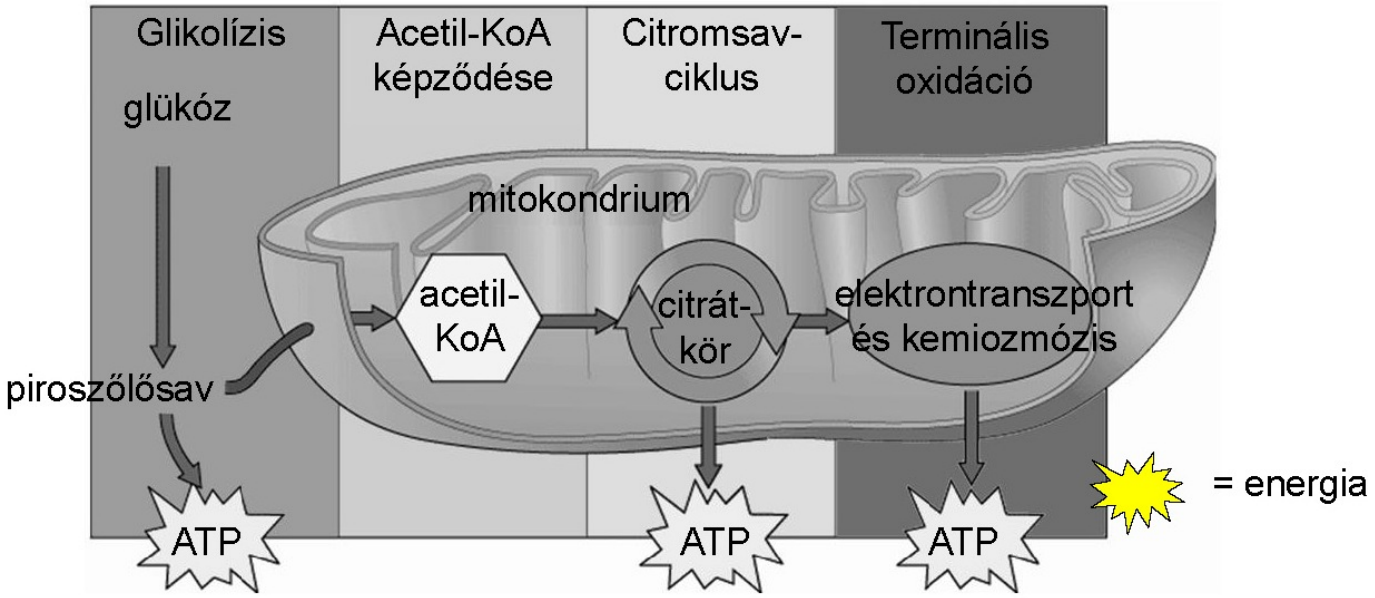
Mitokondriumok elektronmikroszkópos képe

- **G030**



A mitokondrium felépítése

- **G031**


Glikolízis
glükóz
Acetil-KoA képződése
Citromsav-ciklus
Terminális oxidáció
mitokondrium
acetil-KoA
citrát-kör
elektrontranszport és kemiozmózis
piroszőlősav
ATP
ATP
ATP
= energia

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – AZ ÉLŐ SZERVEZETEK KÉMIAI ÉPÍTŐKÖVEI – A SZÉNHIDRÁTOK

1. kulcsszó cím: SZÉNHIDRÁTOK

A szénhidrátok általános képlete $(CH_2O)_n$.

A szénhidrátokat két nagy csoportra oszthatjuk:

- egyszerű szénhidrátok vagy cukrok (monoszacharidok),
- összetett szénhidrátok (oligo-, illetve poliszacharidok).

1. képernyő cím: Monoszacharidok

A legkisebb C-atomszámú, hidrolízissel tovább már nem bontható szénhidrátok.

A monoszacharidok a jellegzetes funkciós csoportok szerint lehetnek aldózok (-CHO), illetve ketózok (-CO).

A molekulát felépítő C-atomok száma szerint triózokat (C3), tetrózokat (C4), pentózokat (C5), hexózokat (C6) és heptózokat (C7) különböztetünk meg.

Az aldózok szerkezetileg legegyszerűbb képviselője a glicerinaldehid (trióz). **G001**

Királis molekula, középső C-atomja aszimmetrikus. Ha az -OH csoport jobb oldali, akkor D-, ha bal oldali, akkor L-konfigurációról beszélünk.

A 3 C-atomos monoszacharidok (triózok) **G002**

Az 5 C-atomos monoszacharidok (pentózok) **G003**

Biológiai szempontból fontos pentózok **G004**

A 6 C-atomos monoszacharidok (hexózok) **G005**

Biológiai szempontból fontos hexózok **G006**

A glükóz (szőlőcukor) nyílt láncú formája **G007** Az élővilágban a legelterjedtebb szénhidrát a D-

glükóz ($C_6H_{12}O_6$). A glükóz a sejtek legfontosabb, legkönnyebben mobilizálható energiaforrása, a vékonybél hámsejtjein keresztül felszívódva glikogén formájában raktározódhat az izomban és a májban, zsírrá átalakulva energiát szolgáltat, nem-esszenciális aminosavak szintéziséhez a C-vázat biztosítja.

A nyílt láncú alak könnyen képezhet gyűrűs, ún. félacetál formát. **G008**

A ciklofélacetál kialakulásával kiemelt jelentőségű lesz az ún. glikozidos -OH csoport, melynek térbeli elrendeződése újabb két konfigurációt eredményezhet - anomerek. **G009**

Ha a glikozidos -OH a molekula síkja alá mutat, akkor α-, ha fölé mutat, akkor β-anomerről beszélünk.

A glükóz nyílt láncú és gyűrűs formája **G010**

Fruktóz (gyümölcscukor, levulóz): A legédesebb monoszacharid, gyümölcsök és a méz tartalmazza legnagyobb mennyiségben. Habár a vékonybélen keresztül abszorbeálódik fruktóz a vérbe, a máj átalakítja glükózzá. **G011**

Galaktóz: Nem létezik szabad formában a természetben, laktáló állatok emlőjében laktózzá (tejcukor) alakul.

2. képernyő cím: Monoszacharid-származékok

A cukrok oxidációjával, redukciójával, foszforilálásával, aminálásával keletkezhetnek.

Cukoralkoholok - az aldehid-, illetve a ketocsoport redukciójával keletkeznek. A legegyszerűbb cukoralkohol a glicerin. Így jön létre a glükózból a szorbit, a mannózból a mannit.

Aldonsavak - az aldózok aldehidcsoportjának oxidációja során jönnek létre.

Fontos képviselője a glükózból képződő glükonsav, mely kiindulási anyaga az aszkorbinsav (C-vitamin) szintézisének (az emberi szervezet nem tudja ezt a vitamint felépíteni).

Uronsavak - a láncvégi C-atom oxidálódásával keletkeznek. A glükózból így jön létre a glükuronsav, mely méregtelenítési reakciókban fontos szerepet játszik.

A monoszacharidok származékai G012

3. képernyő cím: Oligo- és poliszacharidok

Monoszacharid egységekből épülnek fel. Az oligoszacharidok kristályos, édes, vízben jól oldódó, 2-10 monomerből felépülő összetett szénhidrátok. G013

A diszacharidok két monoszacharidból éterkötés kialakulásával egy vízmolekula kilépésével jönnek létre.

Szacharóz (nádcukor) - cukornádból, illetve répából kivonható cukor. G014

Laktóz (tejcukor) - az emlősök tejében fordul elő. G015

Maltóz (malátacukor) - A keményítő felhasználásának intermedierje. G016

Cellobióz - a természetben nem fordul elő, a cellulóz lebontásának terméke G017

Poliszacharidok: Legismertebb képviselői egyféle monoszacharid polimerjei. G018

A növényekben a fotoszintézis során keletkező keményítő D-glükóz egységekből épül fel. Kétféle polimer alkotja:

- amilóz - nem elágazó, max. néhány ezer α-Dglükózból áll.
- amilopektin - elágazó, az 1-4 kötések mellett 1-6 kötések is előfordulnak.

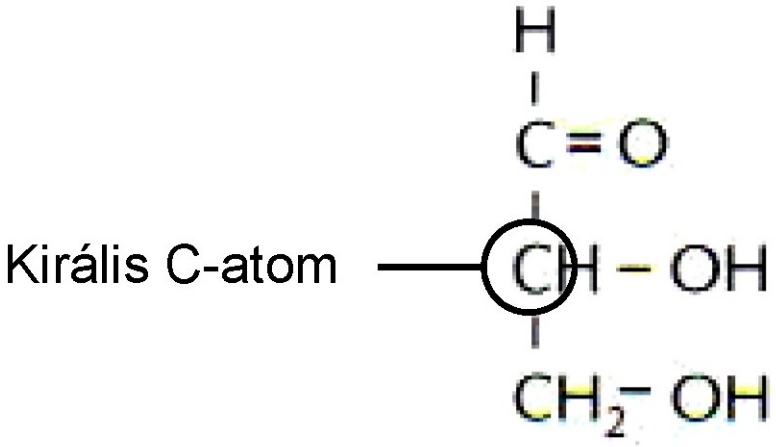
Az állati szervezetben glikogén formájában az izomban és a májban raktározódik a szénhidrát. Az amilopektinhez hasonló felépítésű, de az elágazások gyakoribbak. G019

Az amilopektin és a glikogén szerkezete hasonló. G020

A növények sejtfalát alkotó cellulóz β(1-4)-kötésekkel kapcsolódó D-glükózokból áll. G021

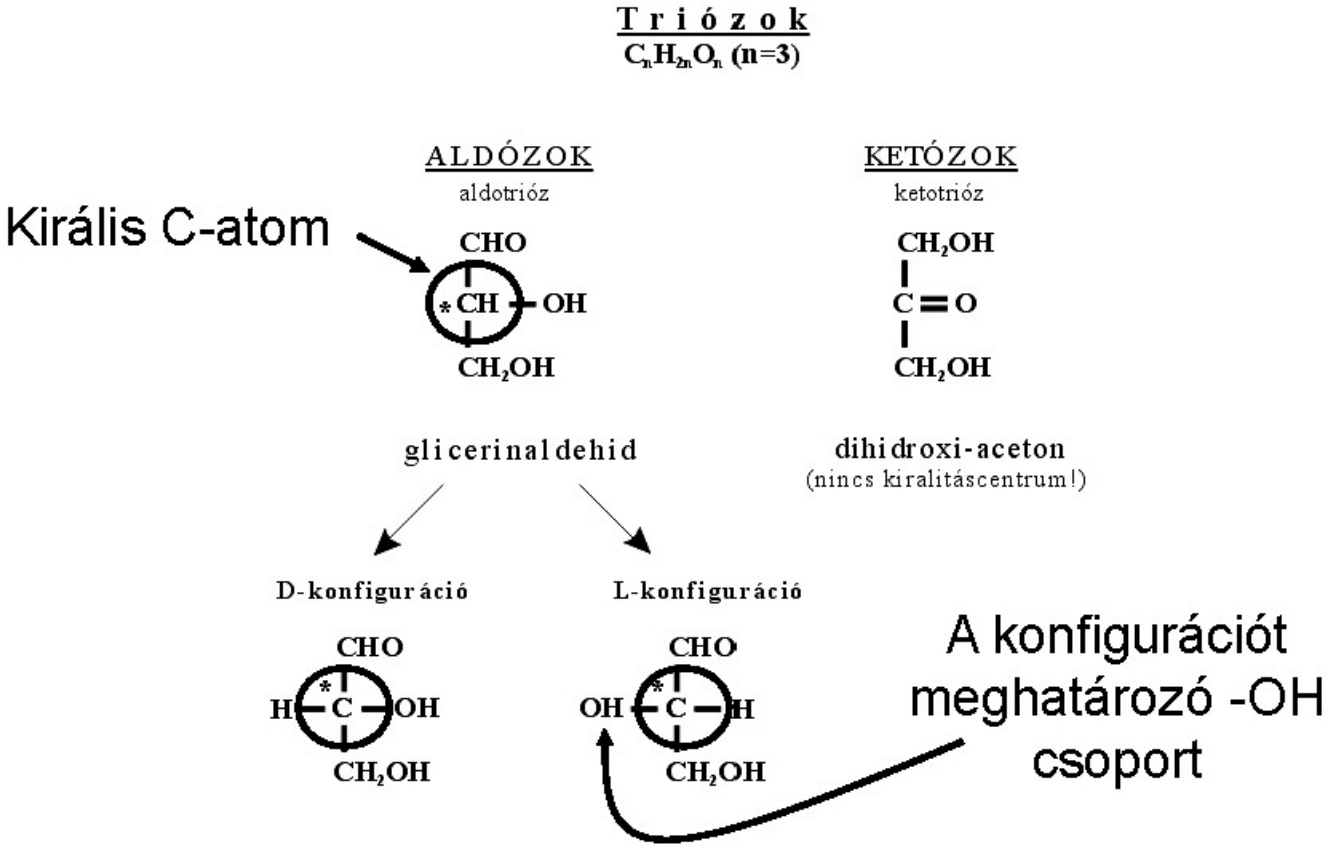
Képgyűjtemény:

- **G001**



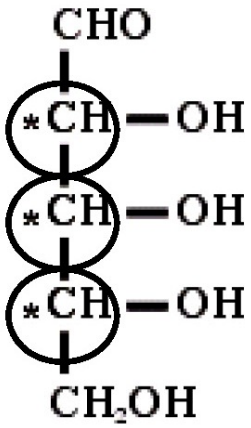
Glicerinaldehid

- **G002**



- **G003**

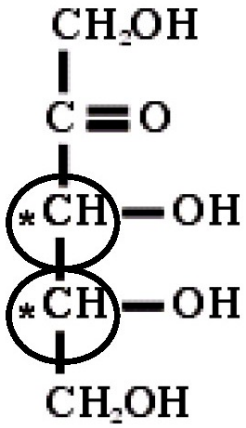
ALDÓZOK
aldopentóz



Három kiralitáscentrum

2^3 = 8 különböző konfiguráció lehetséges (Ezek közül 4 különböző D-aldopentóz)

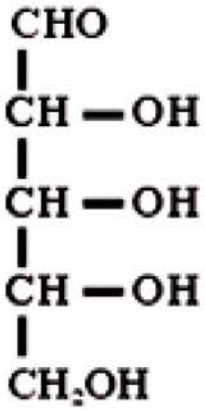
KETÓZOK
ketopentóz



Két kiralitáscentrum

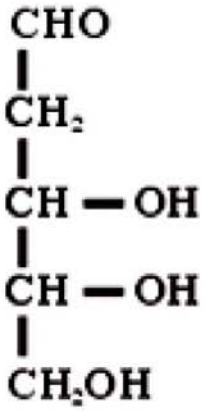
2^2 = 4 különböző konfiguráció

- **G004**



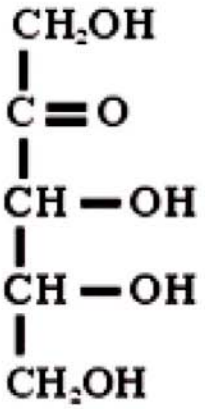
D-ribóz

nukleotidok alkotórésze



2-dezoxi-D-ribóz

DNS alkotórésze



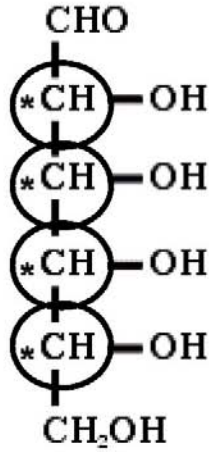
D-ribulóz

fotoszintézis köztiterméke

- **G005**

ALDÓZOK

aldohexóz

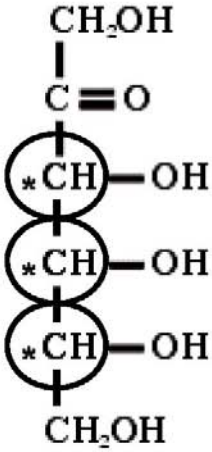


Négy kiralitáscentrum

2^4 = 16 különböző konfiguráció lehetséges (Ezek közül 8 különböző D-aldopentóz)

KETÓZOK

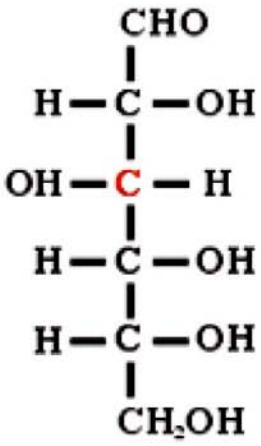
ketohexóz



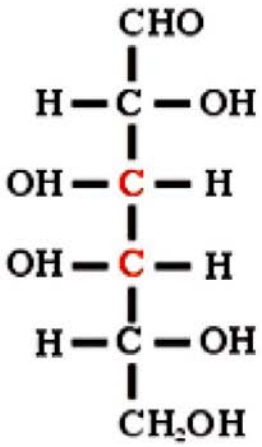
Három kiralitáscentrum

2^3 = 8 különböző konfiguráció

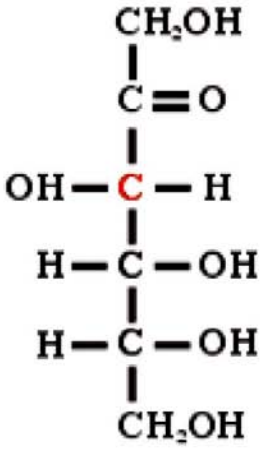
- **G006**



D-glükóz (szőlőcukor)

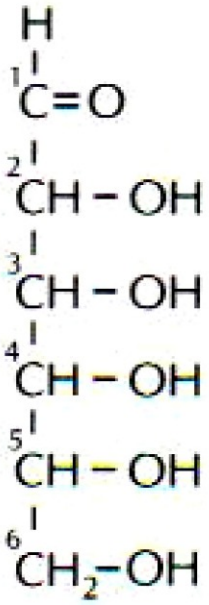


D-galaktóz

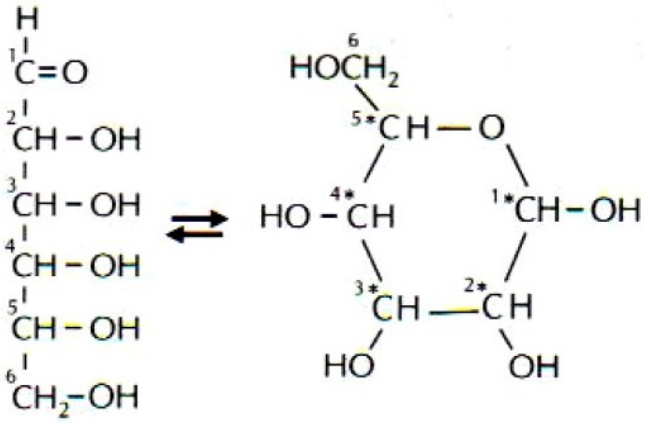


D-fruktóz (gyümölcscukor)

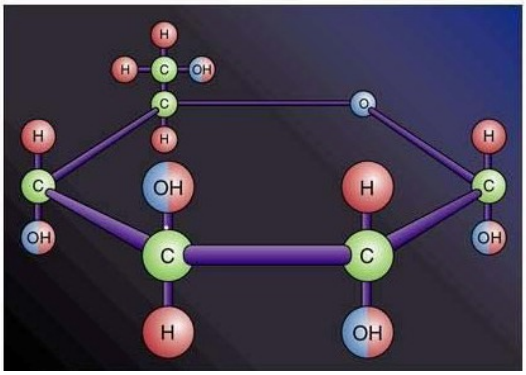
- **G007**



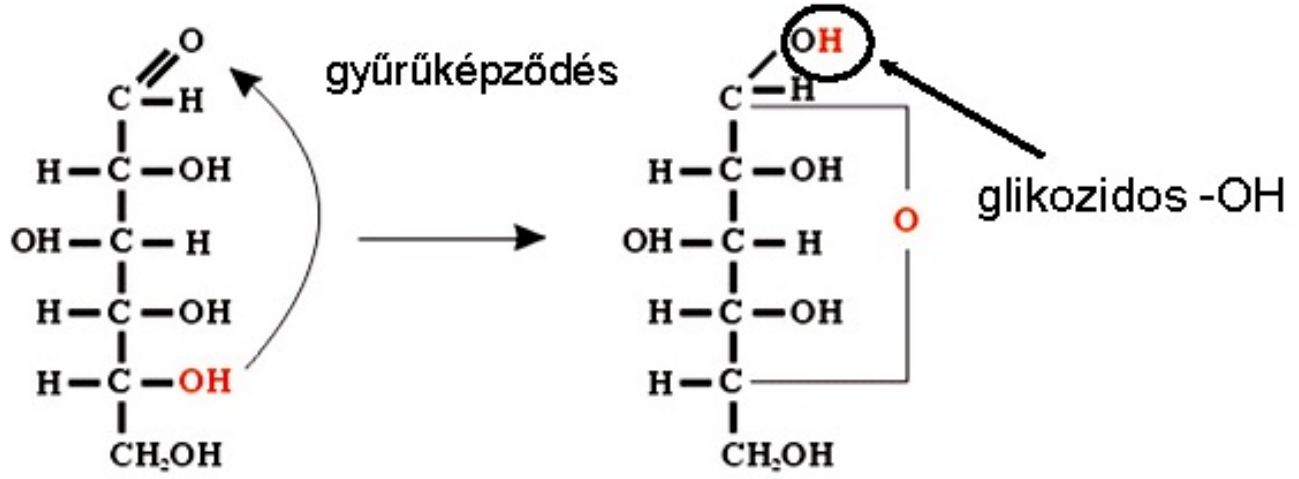
- **G008**

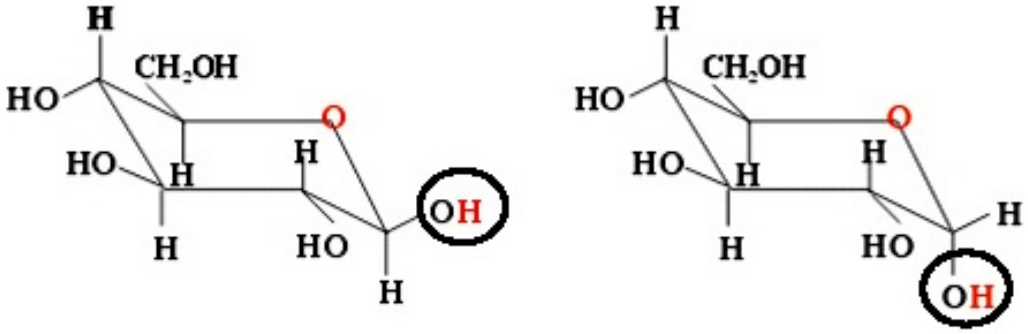


- **G009**



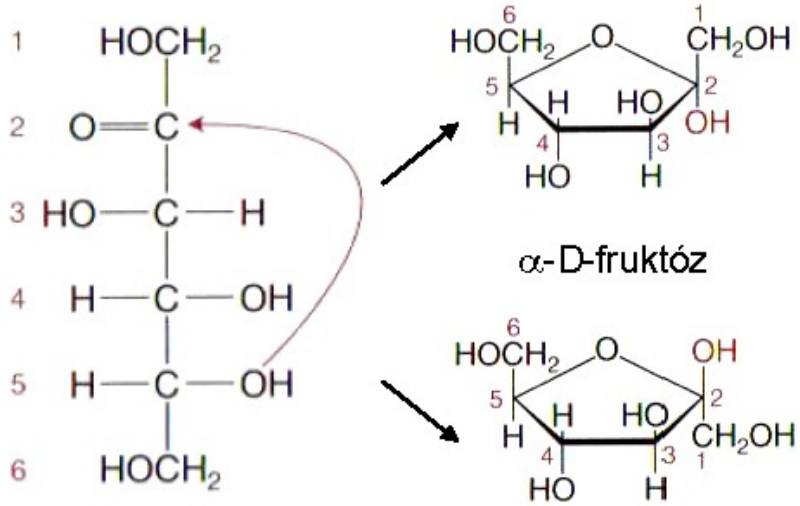
- **G010**



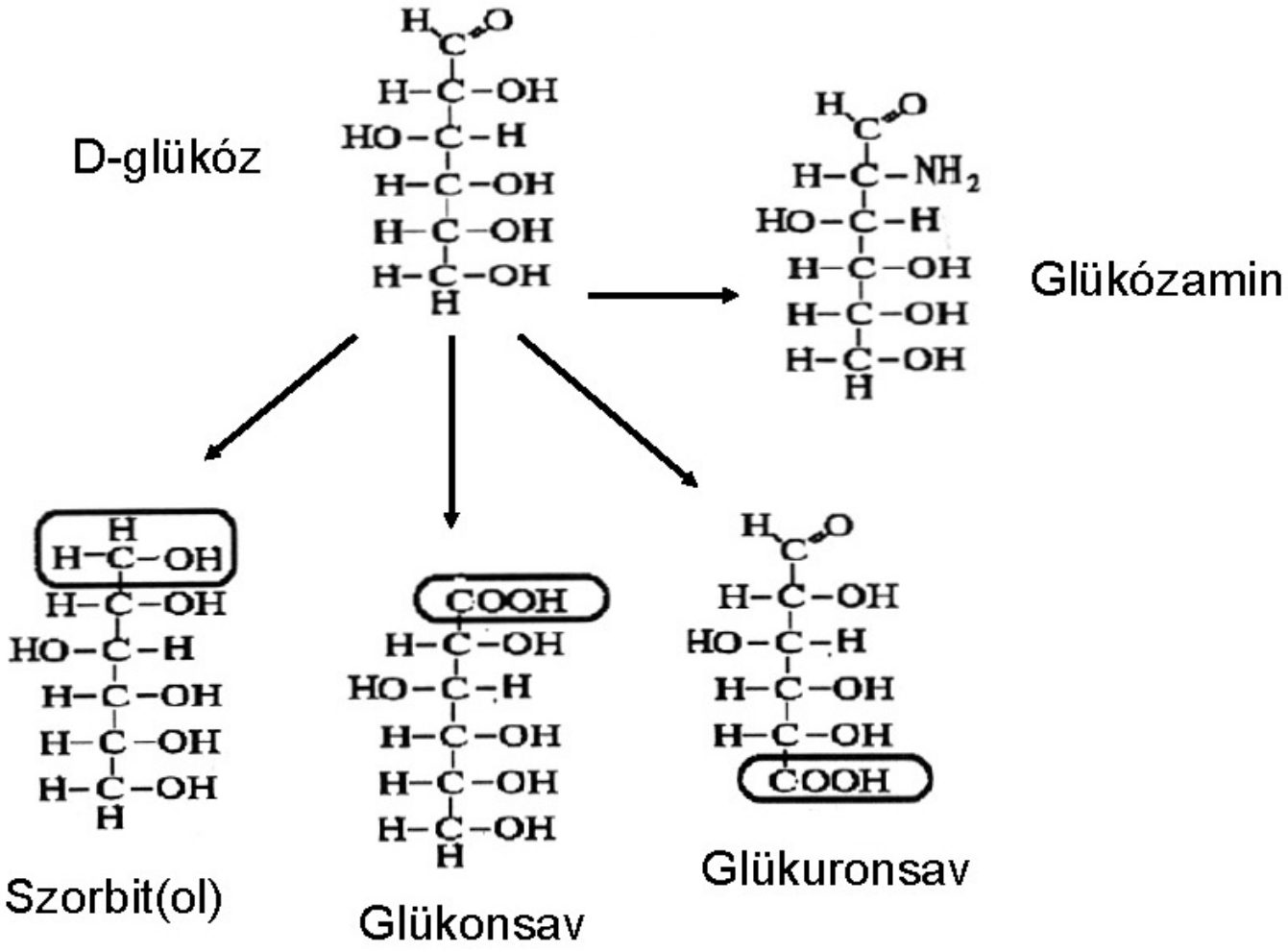


β-konfiguráció α-konfiguráció

- **G011**



- **G012**



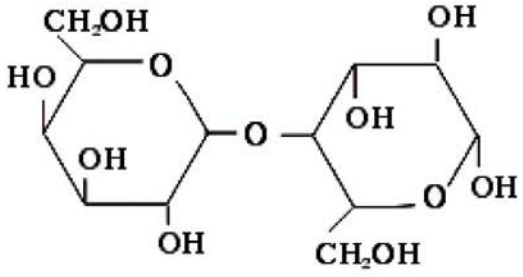
- **G013**

$$R{-}OH + OH{-}Q \xrightarrow{-H_2O} R{-}O{-}Q$$

$$2C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{-H_2O} C_{12}H_{22}O_{11}$$

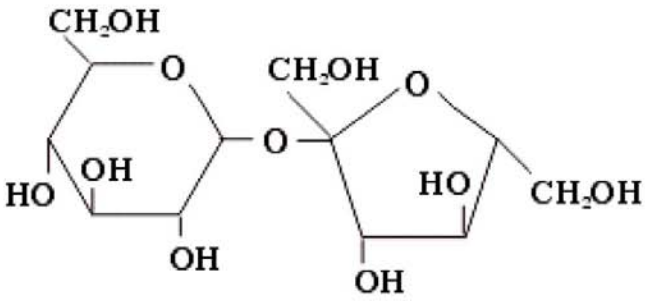
- **G014**

β-D-glükózból és β-D-galaktózból álló diszacharid



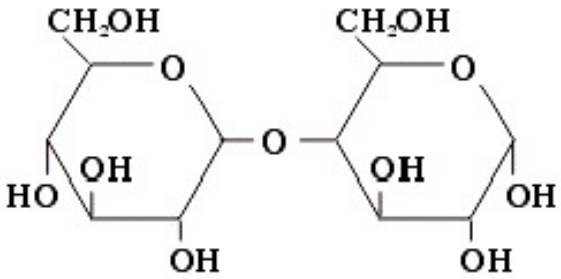
- **G015**

α-D-glükóz és β-D-fruktóz kapcsolódásával jön létre

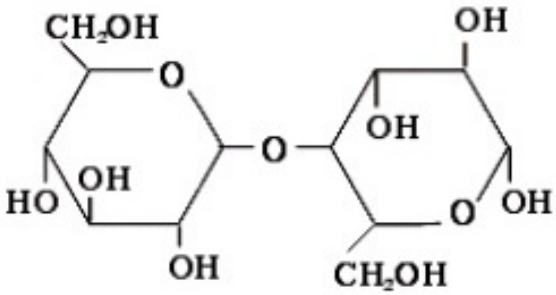


- **G016**

Két α-D-glükóz közötti kapcsolat

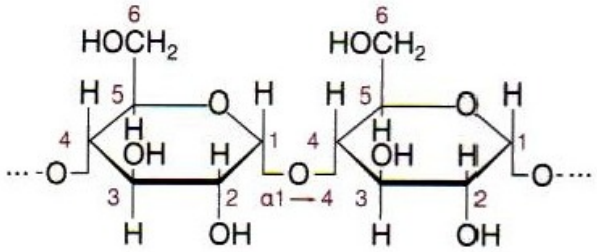


- **G017**



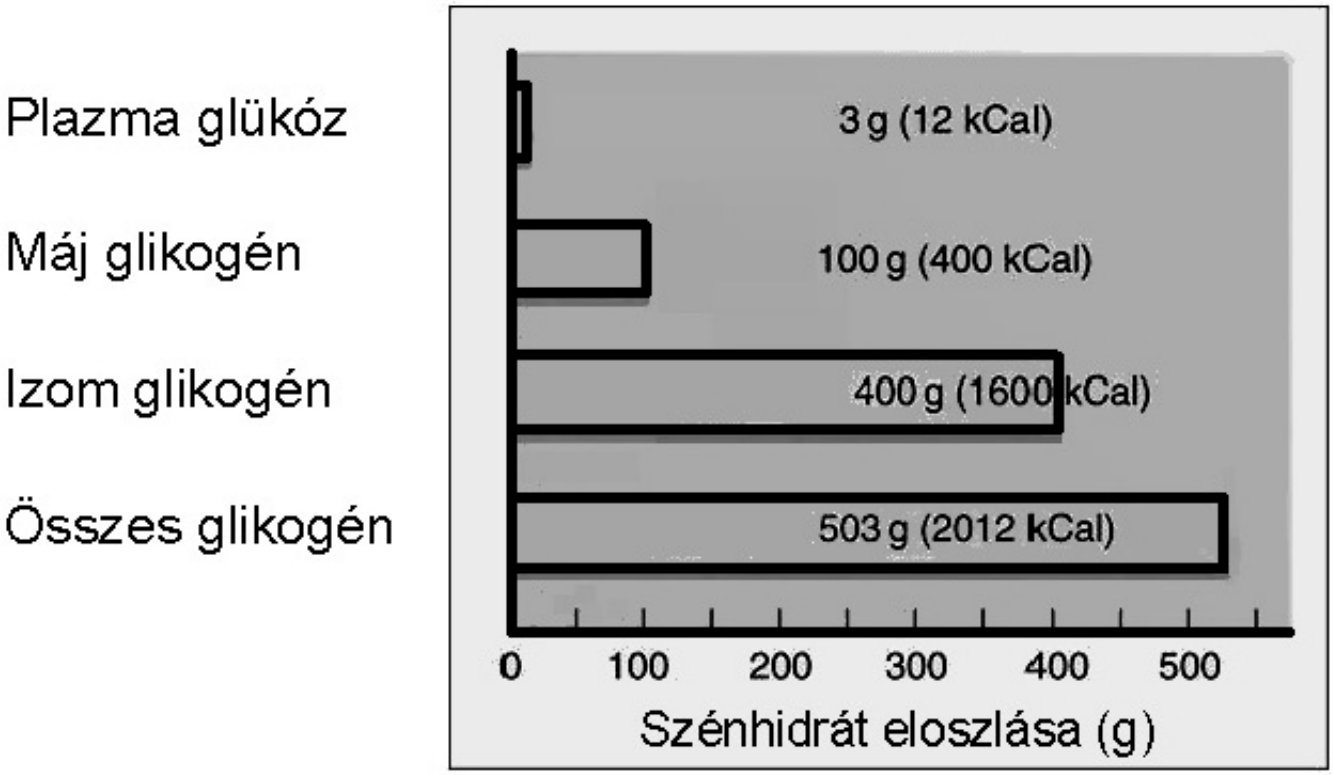
Két β-D-glükózból áll

- **G018**

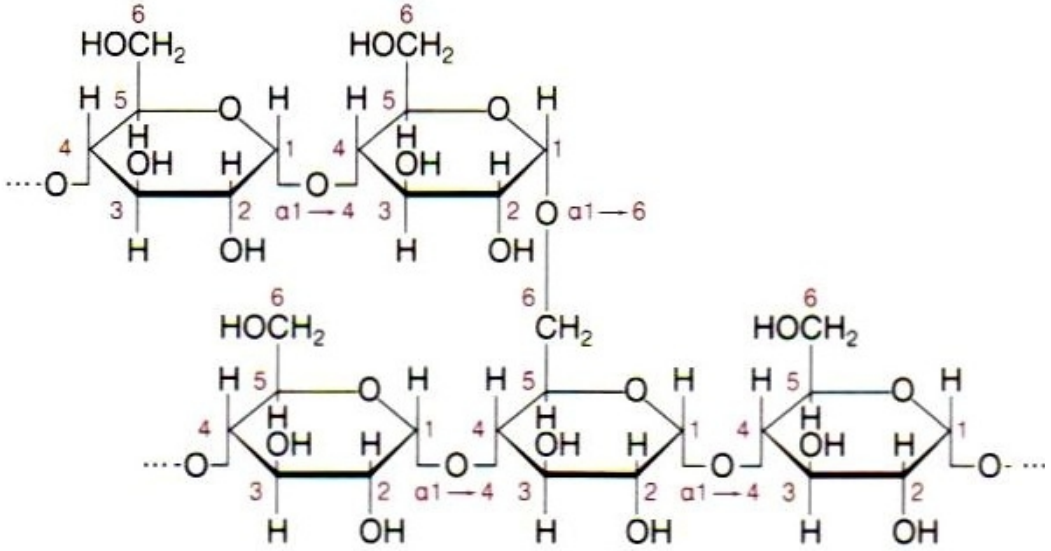


Amilóz részlete

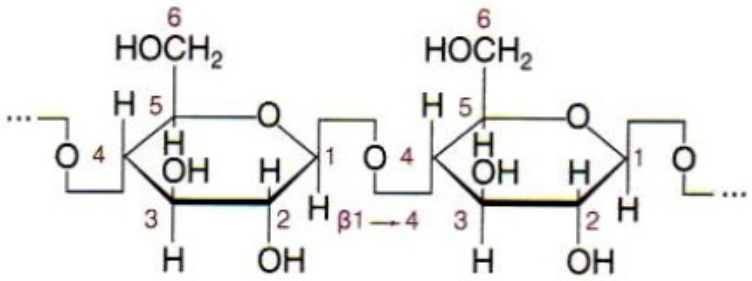
- **G019**



- **G020**



- **G021**



Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – BIOKÉMIA – A SZÉNHIDRÁTOK ANYAGCSERÉJE

1. kulcsszó cím: A szénhidrátok anyagcseréje

A szénhidrátok a szervezet számára fontos, alapvető tápanyagok. Az emberi szervezetben a glükóz, a glikogén, illetve származékaik központi jelentőséggel bírnak az energiatermelés szempontjából. **G001**

A szénhidrátok anyagcseréjének központi folyamata- mint látni fogjuk-, a glikolízis.

A glükóz felvétele, raktározása, átalakítása, lebontása sejttípusonként eltérő. Mi elsősorban a májsejt cukoranyagcseréjét tanulmányozzuk. **G002**

A táplálékkal felvett szénhidrátok a tápcsatornában enzimek segítségével monoszacharidokra bomlanak, amelyek a vékonybél hámsejtjein keresztül már fel tudnak szívódni. **G003**

1. képernyő cím: Laktózintolerancia

Tej, illetve tejtermékek fogyasztása után fellépő emésztési panaszok.

A bél hámsejtjein keresztül csak monoszacharidok transzportálódnak. Ha a laktóz nem tud lebomlani, a béllumenben marad. Ez vízvisszatartást eredményez, melynek következménye hasmenés (diarrhoea), továbbá egyéb kellemetlen tünettel, diszkomfort érzéssel jár. **G004**

A laktózintoleranciát ritkán veleszületett enzimdefektus okozza, vagy gyakrabban valamilyen bélrendszeri rendellenesség.

2. képernyő cím: A vér cukorszintje

A vér cukorszintjének a megfelelő szinten tartása rendkívül fontos. Ebben segítenek a különböző glükóztranszporterek. **G005**

Ezek a transzporterek (GLUT) a glükózt az alacsonyabb koncentrációjú hely felé viszik.

A glükózhoz, mint legfontosabb tápanyaghoz a keringési rendszeren keresztül jutnak a sejtek. A máj esetén a cukormozgás döntően a koncentráció függvénye. A magas vércukorszint esetén felvett glükóz a hexokináz enzim segítségével glükóz-6-foszfáttá alakul. A glükóz-6-foszfát a cukoranyagcsere kiindulási anyaga. A transzporterek egy része (az izom és a zsírszövet esetén) inzulin jelenlétében működik. **G006**

A hexokináz működése magas glükóz-6-foszfát tartalom mellett gátolt. **G007**

A hexokináz és a glükokináz aktivitása a glükózkoncentráció függvényében

A glükokináz specifikus a glükózra, a hexokináz viszont nem.

Egy másik enzim, a glükokináz viszont képes magas vércukorszint mellett működni.

A glükokináz aktivitását az inzulin fokozza.

Éhezéskor a májból glükóz szabadul fel, és kerül avérbe.

A kulcslépés a glükóz-6-foszfát szabad glükózzá alakítása a sejtekben. Ezt a glükóz-6-foszfát-foszfatáz enzim katalizálja. **G008**

A májsejteken kívül a bélhámsejtekben és a vese kanyarulatos csatornáinak sejtjeiben működik ez az enzim.

Mi történik, ha a vér cukorszintje emelkedik? Az inzulin két (21 és 30 aminosavas) peptidláncát a hasnyálmirigy Langerhans- szigetének β-sejtjei állítják elő **G009**

Mi történik, ha a vér cukorszintje csökken? A glukagon a hasnyálmirigy Langerhans-szigeteinek β-sejtjeiben termelődő 29 aminosavból álló polipeptid. **G010**

Ha a vér glükóz szintje tartósan magas, akkor a fehérjék glikozilálódnak, így fizikokémiai tulajdonságaik megváltoznak. Ez történik a hemoglobinnal is. **G011**

A májsejtek glükóz-6-foszfát tartalmának döntő többsége elraktározódik glikogén formában.

Az aktivált glükózt a glikogén-szintáz enzim kapcsolja hozzá a már meglévő glikogénlánchoz. Az α(1-4)-kötések mellett α(1-6)-kötések létrehozásával jön létre az elágazódó struktúra. **G012**

A glikogén szintézisét a magas glükóz-6-foszfát és ATP ellátottság mellett az inzulin is segíti. Ezzel szemben az adrenalin, glukagon, TSH (pajzsmirigy hormon) és STH (szomatotróp hormon) glikogenolízist (a glikogén lebontását) indukálja, melyben a glikogén- foszforiláz enzim játszik fontos szerepet. **G013**

Az emberi szervezet kb. 160 g glükózt igényel naponta, aminek közel háromnegyed része szükséges a központi idegrendszer számára, és kb. negyede fordítódik energiatermelésre olyan sejtekben, amelyek kizárólag glükózból képesek ATP-t előállítani (vörösvértestek, leukociták, a mitokondriumokban szegény fehér izomrostok sejtjei, stb.). **G014**

A cukorlebontás citoplazmában lejátszódó folyamata a glikolízis (glykys = édes, lysis = hasítás). A glikolízis gyakorlatilag azonos mechanizmussal játszódik le valamennyi élőlényben.

A glikolízis során egy molekula glükózból két molekula piroszőlősav lesz, amiből aerob körülmények között acetil-CoA képződik. Anaerobviszonyok esetén a végtermék tejsav lesz. **G015**

3. képernyő cím: A glikolízis első lépései

A glükóz foszforilációja után a 6 C-atomos molekulákban őrződik meg a felhasznált ATP energiája. **G016**

A 6 C-atomos fruktóz-1,6-biszfoszfát az aldoláz enzim segítségével két 3 C-atomos triózfoszfátra hasad. A triózfoszfátok a triózfoszfát-izomeráz enzim által katalizált reakcióban reverzibilisen átalakulhatnak egymásba. **G017**

4. képernyő cím: Következő lépések

A glicerinaldehid-3-foszfát foszforilációja és oxidációja a következő lépés. Az oxidoredukciós folyamatban a NAD+ koenzim a partner. A keletkezett NADH anaerob körülmények között a glikolízis végén, aerob helyzet esetén a terminális oxidációban oxidálódik vissza NAD+-dá. **G018**

5. képernyő cím: Utolsó lépések

Alkoholos erjedés esetén anaerob körülmények között a piroszőlősavból az alkohol-dehidrogenáz enzim hatására etilalkohol lesz. A tejsavas erjedés során a laktát- dehidrogenáz enzim segítségével laktát képződik. Aerob út esetén az acetil-CoA a citrátkörbe megy. **G019**

6. képernyő cím: A glikolízis energiamérlege

Anaerob körülmények között:

Glükóz + 2 P_i + 2 ADP 2 laktát + 2 ATP +2 H_2O

Aerob körülmények között:

Glükóz + 2 P_i + 2 ADP + 2 NAD^+ 2 piruvát+ 2 ATP +2 H_2O + 2 NADH

Oxigén jelenlétében a két piroszőlősav további lebontása még 36 ATP termeléséhez vezet **G020**

7. képernyő cím: Glükoneogenezis.

Az a folyamat, melynek során pl. tejsavból glükóz képződik a glükoneogenezis. **G021**

A májsejtekben lejátszódó glükoneogenezisben majdnem ugyanazok az enzimek illetve intermedierek vesznek részt, amelyek a glikolízis során is előfordulnak. A laktátképződés a vörösvértestekben illetve a harántcsíkolt izomban jelentős, melyet a vérből a májsejtek vesznek fel.

8. képernyő cím: A Cori-ciklus

A harántcsíkolt izomban fokozott munkavégzés esetén jelentős mennyiségű laktát halmozódhat fel, amit a máj glükózzá alakítva visszajuttat az izomszövetbe. **G022**

Tejsavas acidózis - Oxigénben szegény körülmények között az izomban képződött tejsav nem tud eliminálódni, mivel glükózzá történő átalakításához is oxigénre lenne szükség. Így a laktát koncentrációja a vérben 5 mM fölé emelkedhet. **G023**

9. képernyő cím: A pentóz-foszfát ciklus (a glükóz direkt oxidációja)

A glükóz-6-foszfátból ribulóz-5-foszfát (ketocukor), illetve ribóz-5-foszfát (aldocukor) keletkezik. A ribóz-5-foszfát a nukleotidok felépítésében játszik fontos szerepet. **G024**

10. képernyő cím: Az izomsejtek cukoranyagcseréje

Glükózból glükóz-6-foszfát képződik, mely folyamatot az inzulin serkenti.

Hiányzik a foszfatáz, ezért nincs szabad glükózképzés.

A glikogénképződés magas vércukorszint esetén inzulin hatására történik.

A feleslegben lévő glükóz-6-foszfát belép a glikolízisbe, ATP termelődik, mely az izomkontrakcióhoz szükséges. Ha a vér cukorkoncentrációja alacsony, alacsony az inzulin szint is. Ilyenkor az izmok zsírsavakat és tejsavat égetnek.

Éhezéskor a máj zsírbontásából származó ketontestek égetése az elsődleges.

A szívizomsejtek is hasonló úton nyerik az energia 60-70%-át.

Oxigénhiány a glükóz felhasználását serkenti. A képződött tejsav helyi acidózist eredményez (fájdalomérzet).

Mi a helyzet a vörösvértestek (vvt), az agy sejtjeinek, valamint a zsírsejtek esetén?

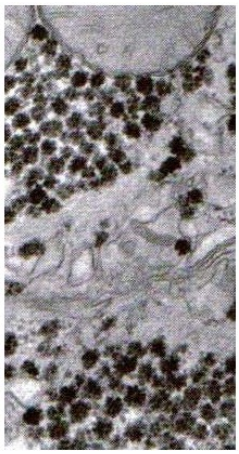
A vvt-k a glükózt anaerob úton tejsavvá alakítják, amit a vérbe leadnak (Cori-ciklus).

Az agy sejtjeinek nincs jelentős cukorraktára, és normális körülmények között anaerob glikolízist nem folytatnak. Energianyerésre majdnem kizárólag glükózt használnak.

A zsírsejtek glükózfelvételét az inzulin és a magas vércukorszint serkenti, mely lipidek szintézisére fordítódik.

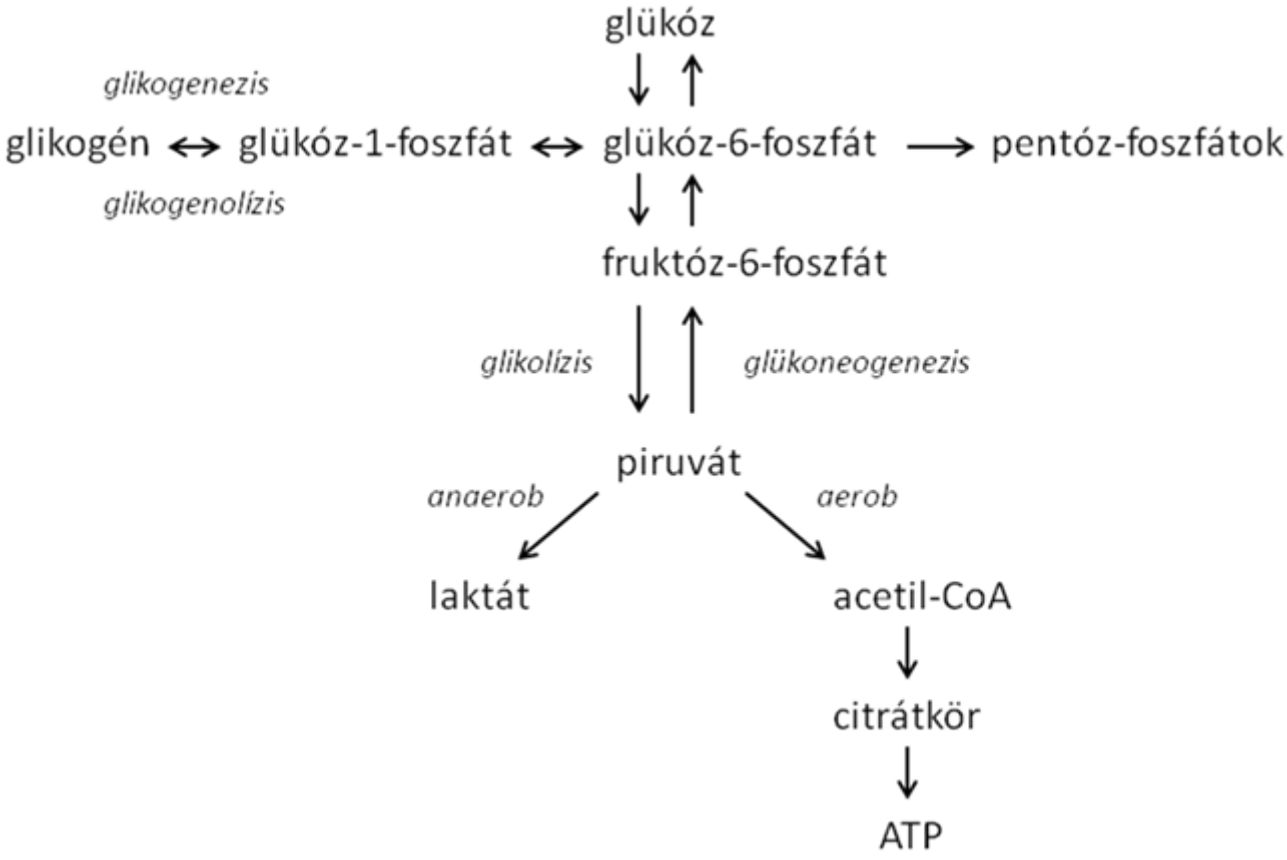
Képgyűjtemény:

- **G001**



Glikogénszemcsék májsejtekben

- **G002**



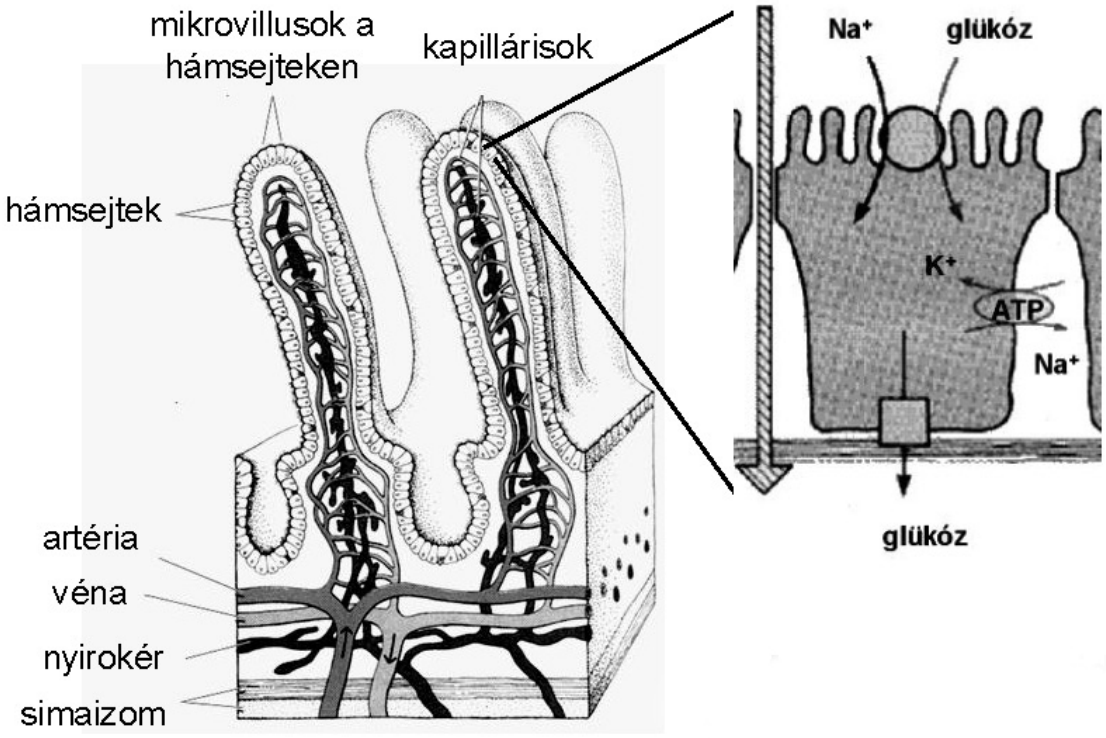
A szénhidrátok anyagcseréjének lehetséges útjai

- **G003**

Enzim	Eredet	Szubsztrát	Termék
α-amiláz	nyálmirigyek pancreas	amilóz amilopektin glikogén	maltóz maltotrióz α-limit-dextrin
oligoszacharidáz	vékonybél	amilóz	glükóz
maltáz	vékonybél	maltóz	glükóz
szukráz	vékonybél	szukróz	glükóz fruktóz

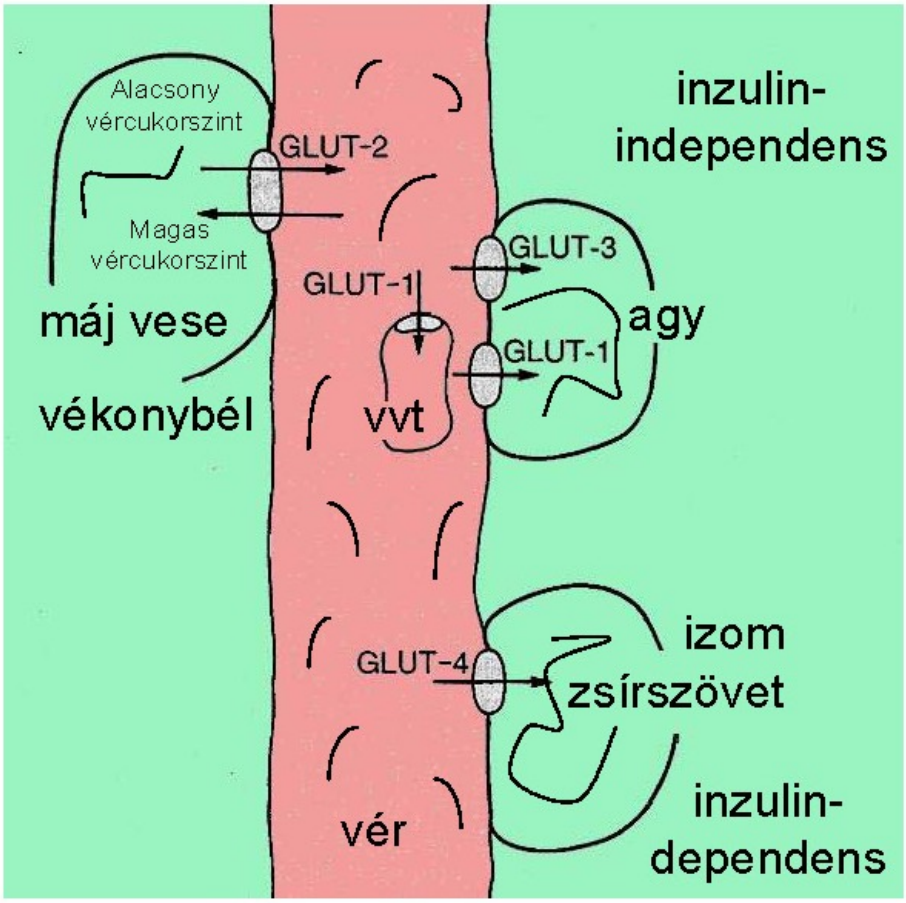
Néhány fontosabb enzim, melyek a szénhidrátok lebontásában szerepet játszanak

- **G004**

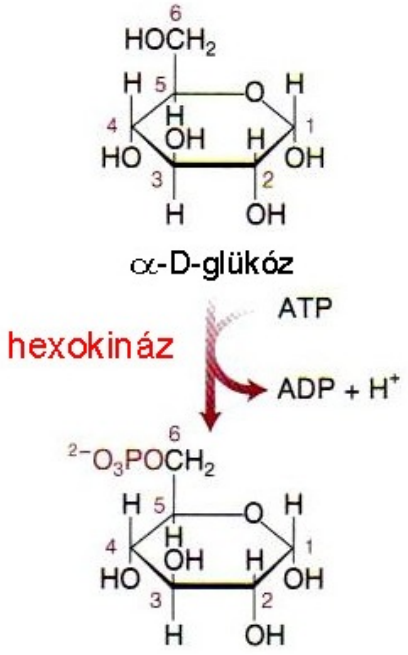


A monoszacharidok felszívódása a vékonybél hámsejtjein keresztül

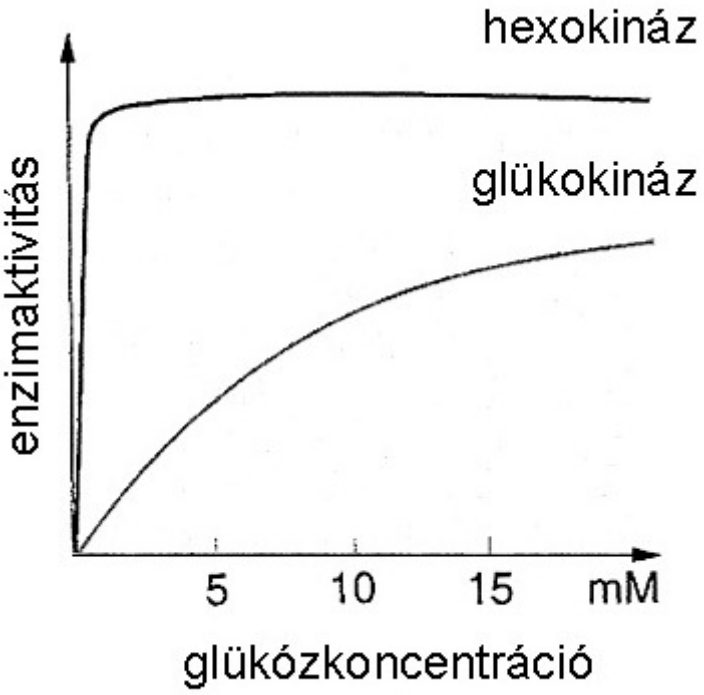
- **G005**


Alacsony vércukorszint
GLUT-2
Magas vércukorszint
inzulin-independens
GLUT-3
GLUT-1
máj vese
agy
GLUT-1
vékonybél
vvt
GLUT-4
izom
zsírszövet
vér
inzulin-dependens

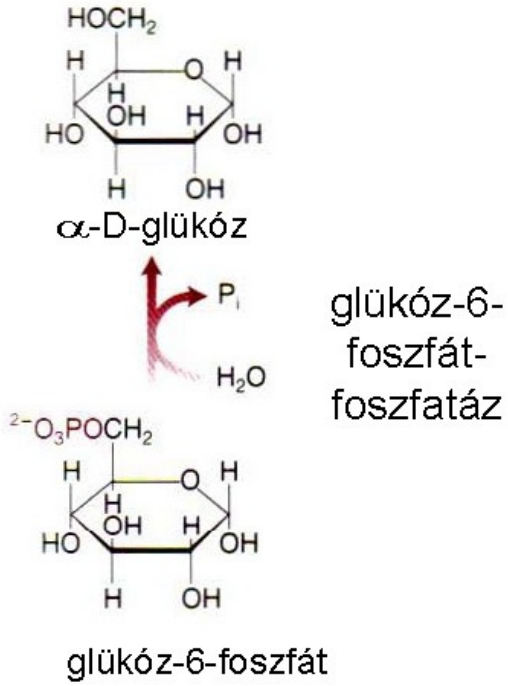
- **G006**


α-D-glükóz
ATP
hexokináz
ADP + H+
glükóz-6-foszfát

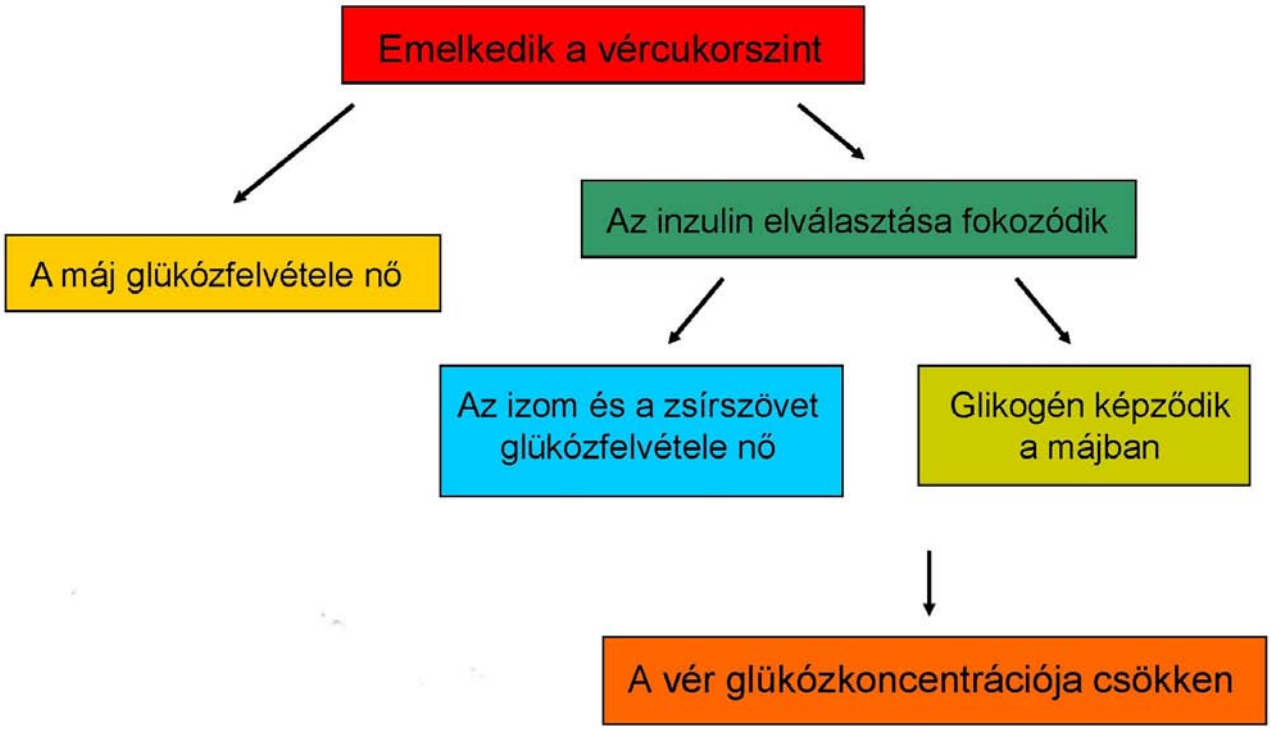
- **G007**


hexokináz
glükokináz
enzimaktivitás
5
10
15
mM
glükózkoncentráció

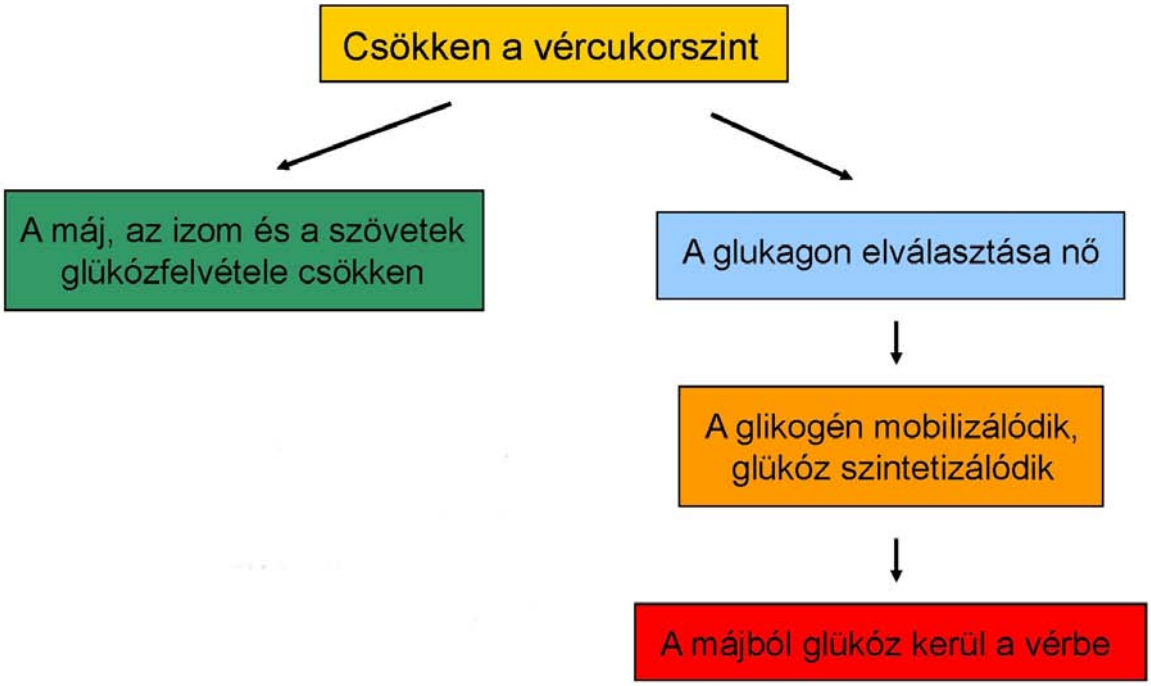
- **G008**


HOCH2
α-D-glükóz
Pi
H2O
glükóz-6-foszfát-foszfatáz
2−O3POCH2
glükóz-6-foszfát

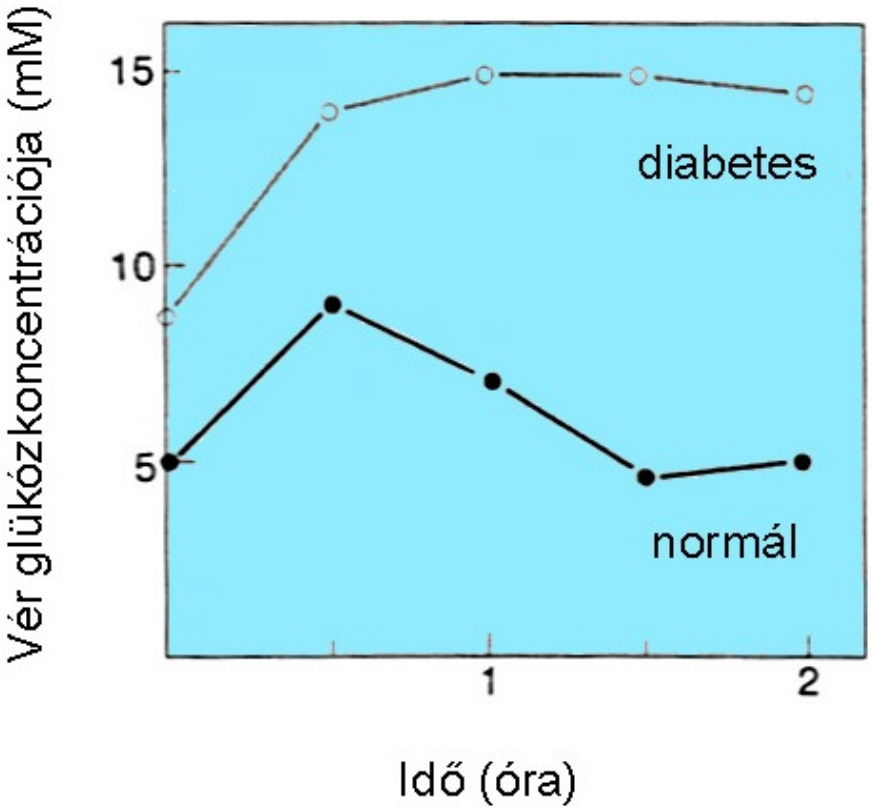
- **G009**


Emelkedik a vércukorszint
A máj glükózfelvétele nő
Az inzulin elválasztása fokozódik
Az izom és a zsírszövet glükózfelvétele nő
Glikogén képződik a májban
A vér glükózkoncentrációja csökken

- **G010**

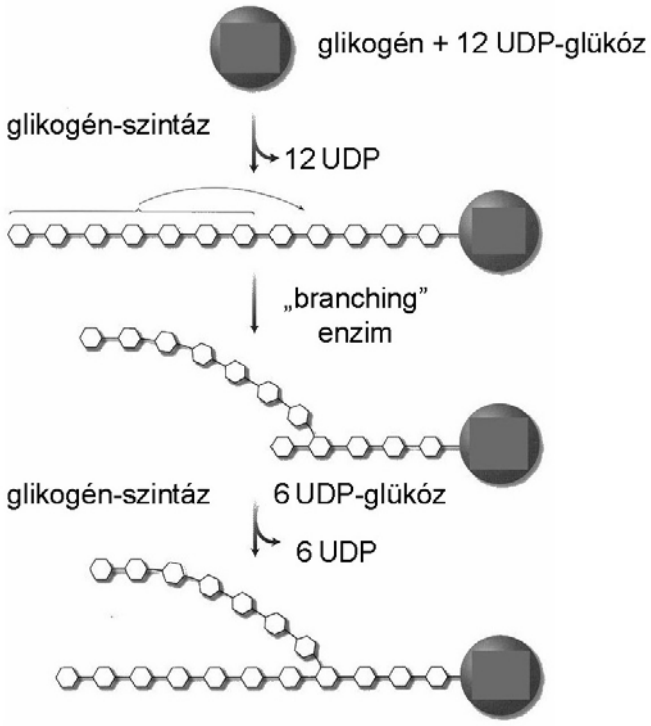

Csökken a vércukorszint
A máj, az izom és a szövetek glükózfelvétele csökken
A glukagon elválasztása nő
A glikogén mobilizálódik, glükóz szintetizálódik
A májból glükóz kerül a vérbe

- **G011**



Glükóztolerancia-teszt - a vér glükóz szintjének a változása 100 g glükóz éhgyomorra történő elfogyasztása után

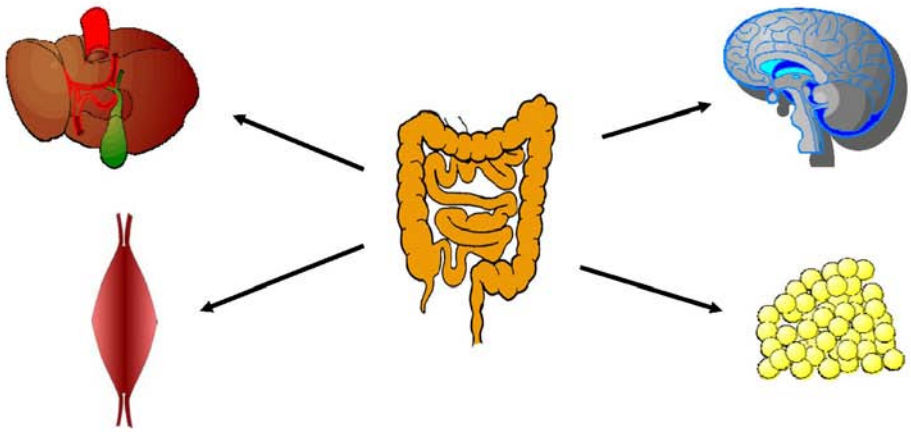
- **G012**



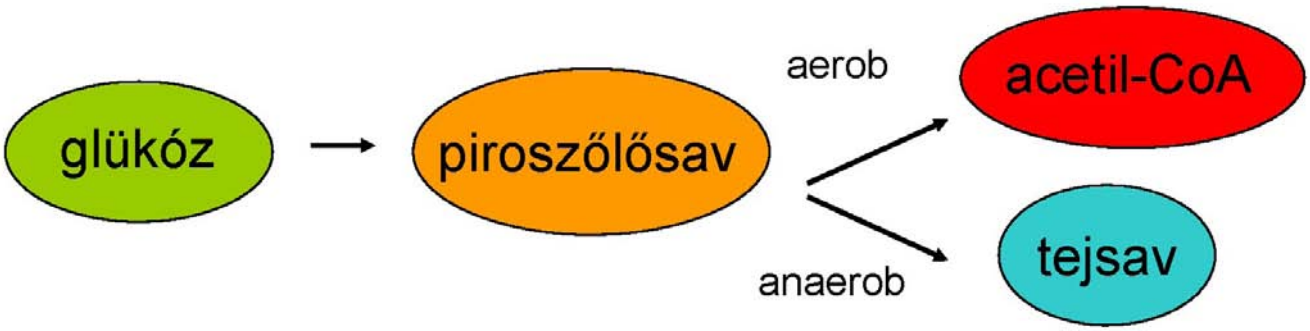
- **G013**

Glikogénszemcsék izomrostban (elektronmikroszkópos felvétel)

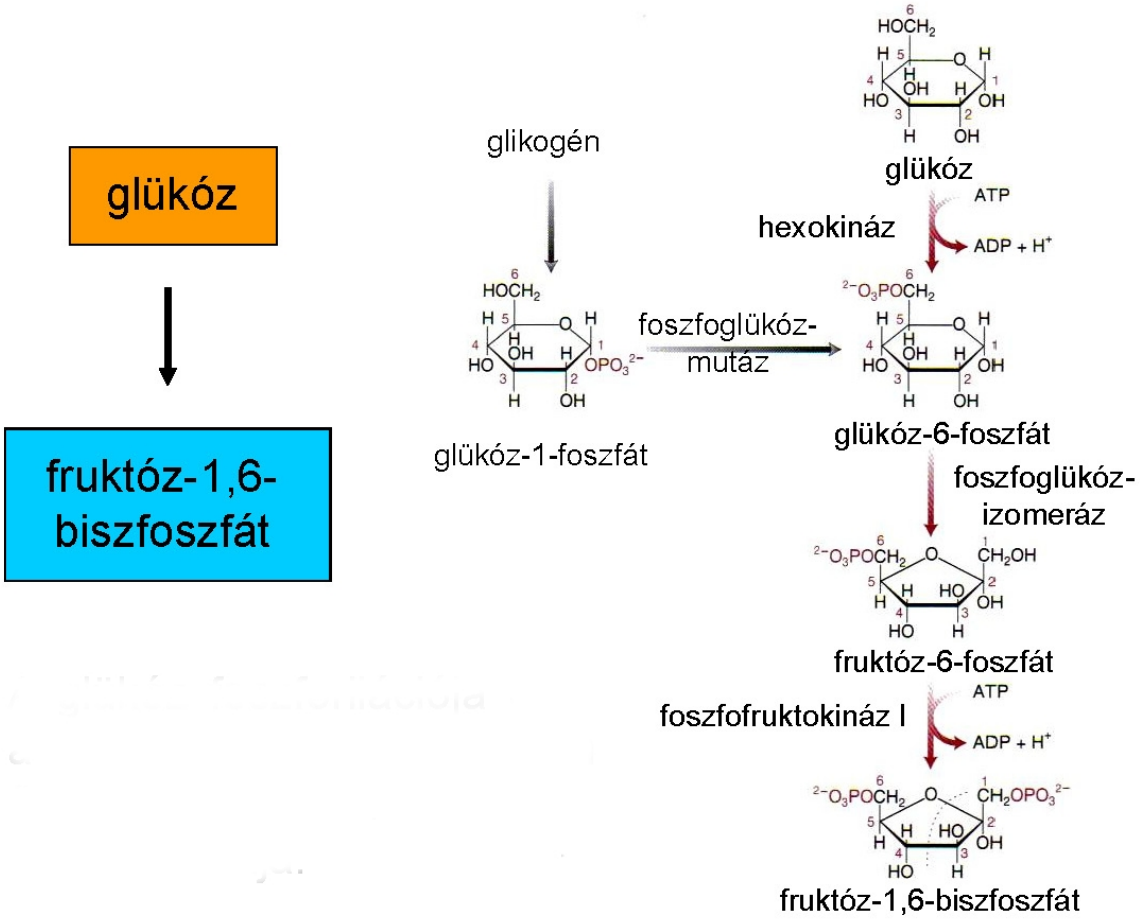
- **G014**



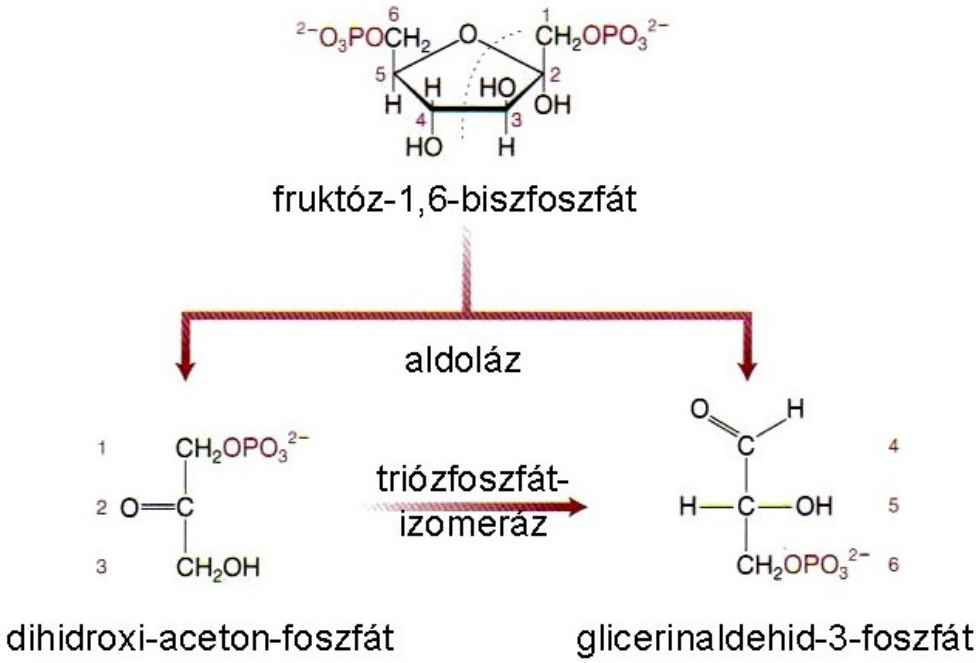
- **G015**


glükóz
piroszőlősav
aerob
acetil-CoA
anaerob
tejsav

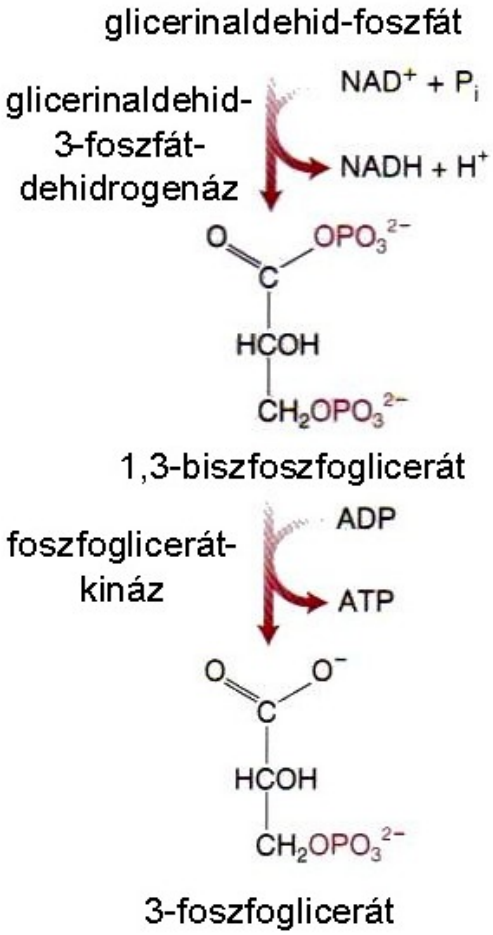
- **G016**


glükóz
fruktóz-1,6-biszfoszfát
glikogén
glükóz-1-foszfát
foszfoglükóz-mutáz
glükóz
hexokináz
ATP
ADP + H+
glükóz-6-foszfát
foszfoglükóz-izomeráz
fruktóz-6-foszfát
foszfofruktokináz I
ATP
ADP + H+
fruktóz-1,6-biszfoszfát

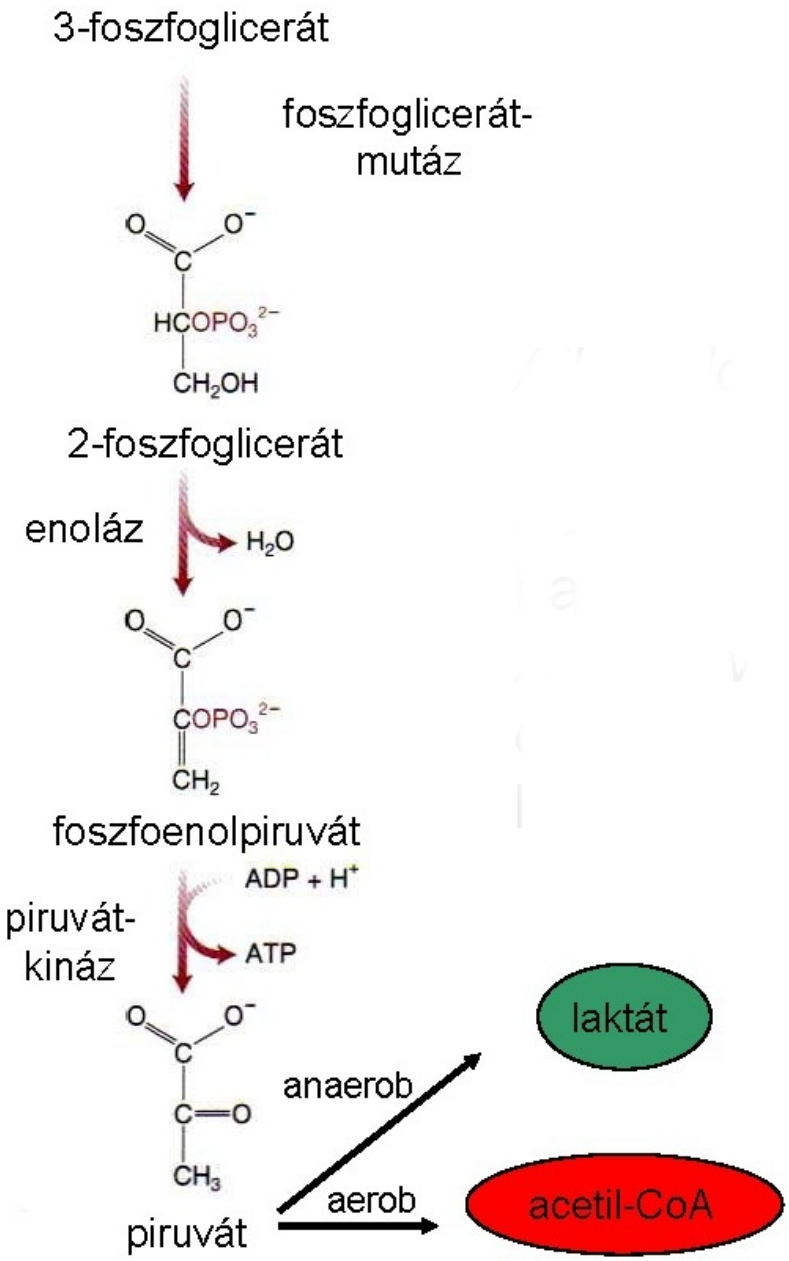
- **G017**


fruktóz-1,6-biszfoszfát
aldoláz
triózfoszfát-izomeráz
dihidroxi-aceton-foszfát
glicerinaldehid-3-foszfát

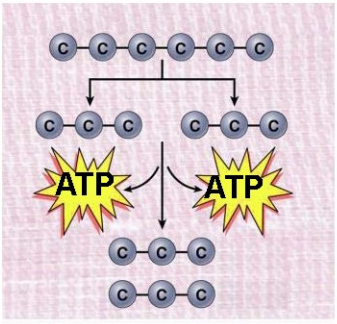
- **G018**


glicerinaldehid-foszfát
glicerinaldehid-3-foszfát-dehidrogenáz
NAD+ + Pi
NADH + H+
1,3-biszfoszfoglicerát
foszfoglicerát-kináz
ADP
ATP
3-foszfoglicerát

- **G019**

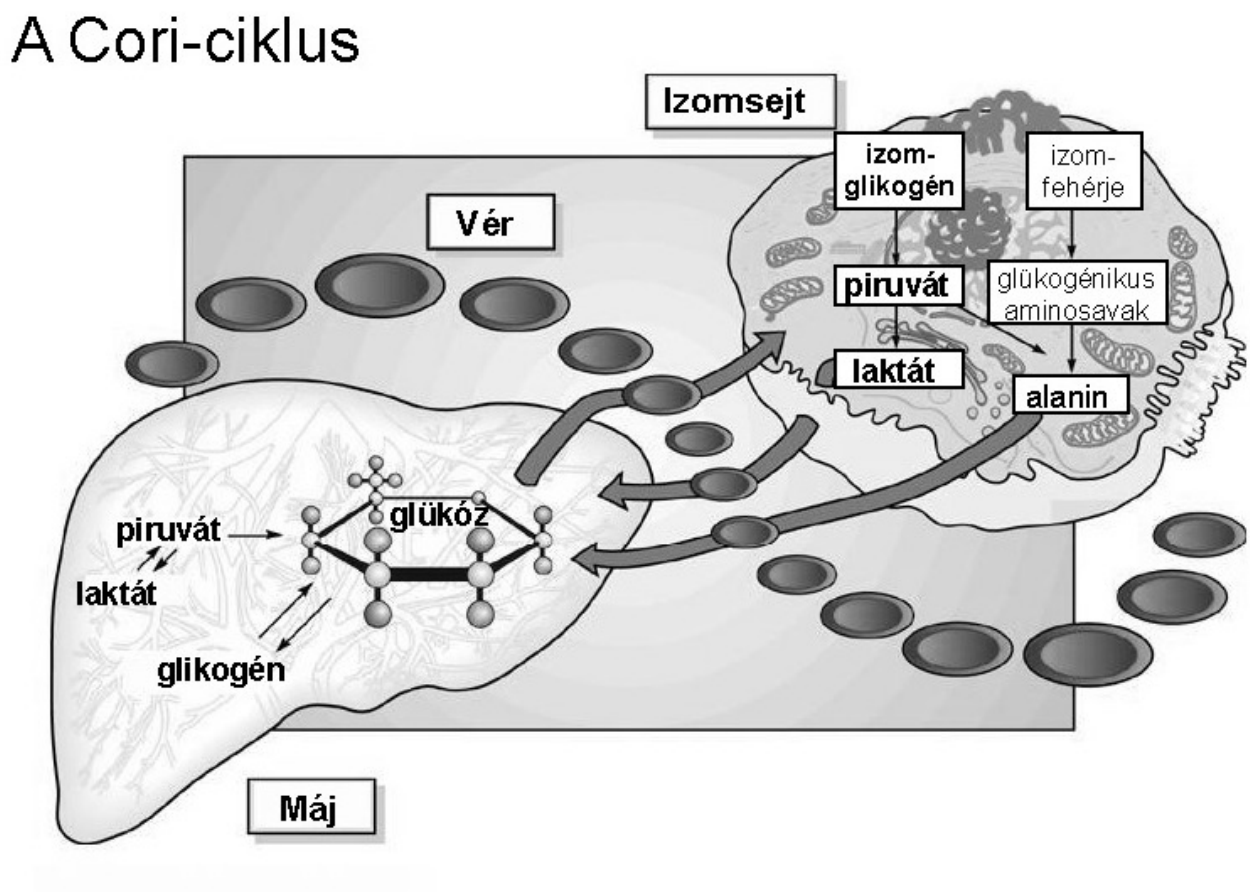

3-foszfoglicerát
foszfoglicerát-mutáz
2-foszfoglicerát
enoláz
H_2O
foszfoenolpiruvát
ADP + H^+
piruvát-kináz
ATP
laktát
anaerob
aerob
acetil-CoA
piruvát

- **G020**

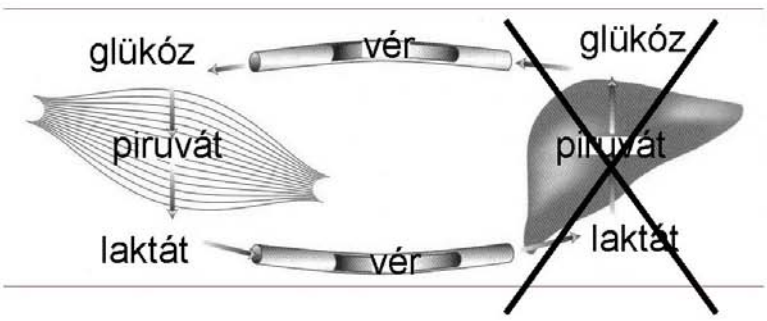

ATP
ATP

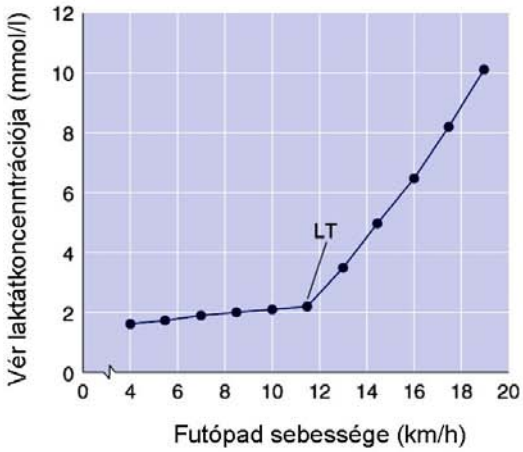
- **G021**

- **G022**

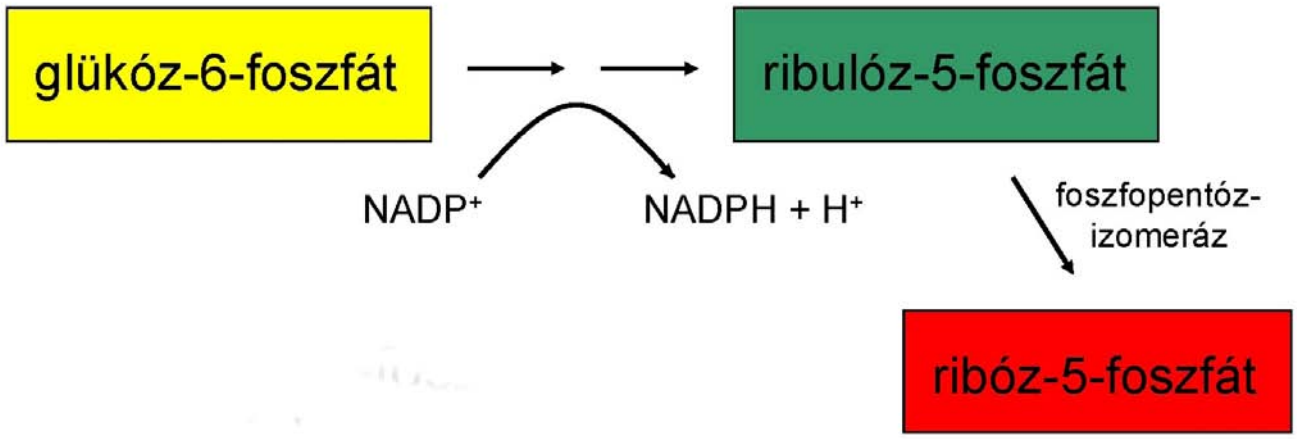


- **G023**





- **G024**


glükóz-6-foszfát
ribulóz-5-foszfát
NADP+
NADPH + H+
foszfopentóz-
izomeráz
ribóz-5-foszfát

Modul cím:	MEDICINÁLIS ALAPISMERETEK – AZ ÉLŐ SZERVEZETEK KÉMIAI ÉPÍTŐKÖVEI – AZ AMINOSAVAK ÉS FEHÉRJÉK

1. kulcsszó cím: Aminosavak

Egy átlagos emberben 10-12 kg fehérje van, mely elsősorban a vázizomban található.

Szerkezetét tekintve a fehérjék a szénhidrátokra és a lipidekre emlékeztetnek, mert szénből, oxigénből és hidrogénből épülnek fel, azonban nitrogént is tartalmaznak (kb. a molekula 16%-a), továbbá kén, foszfor, kobalt és fém is előfordulhat benne.

A fehérjék építőkövei az aminosavak. Az aminosavak mindegyike tartalmaz: **G001**

A karboxilcsoport (- COOH) savas, az aminocsoport ($-NH_2$) bázikus, közöttük protoncsere (H^+-ion) jön létre. Így vizes oldatban ikerionos jelleget mutatnak az aminosavak.**G002**

Az aminosavak optikailag aktívak, a *glicin* (H_2N-CH_2-COOH) kivételével tartalmaznak aszimmetrikus C-atomot. A természetes aminosavak L-konfigurációjúak. A fehérjealkotó 20 aminosav szerkezete az R-csoportban különbözik. Az egyes aminosavakat az -R oldallánc természete alapján csoportosítjuk. **G003**

Az oldallánc szerinti csoportosításnál az R-csoport polaritása, a vízzel való kölcsönhatása alapvető szempont.

1. képernyő cím: Apoláros (hidrofób), nem aromás oldalláncal rendelkező aminosavak

- Glicin (Gly) **G004**
- Alanin (Ala) **G005**
- Valin (Val) **G006**
- Leucin (Leu) **G007**
- Izoleucin (Ile) **G008**
- Prolin (Pro) **G009**

2. képernyő cím: Aromás aminosavak

- Fenilalanin (Phe) **G010**
- Tirozin (Tyr) **G011**
- Triptofán (Trp) **G012**

3. képernyő cím: Poláros (hidrofil), töltéssel nem rendelkező oldalláncot tartalmazó aminosavak

- Szerin (Ser) **G013**
- Treonin (Thr) **G014**
- Cisztein (Cys) **G015**
- Metionin (Met) **G016**
- Aszparagin (Asz) **G017**
- Glutamin (Gln) **G018**

4. képernyő cím: Savas karakterű oldalláncot tartalmazó aminosavak

- Aszparaginsav (aszpartát, Asp) **G019**
- Glutaminsav (glutamát, Glu) **G020**

5. képernyő cím: Bázisos karakterű oldalláncot tartalmazó aminosavak

- Lizin (Lys) **G021**
- Arginin (Arg) **G022**
- Hisztidin (His) **G023**

2. kulcsszó cím: A FEHÉRJÉK

- Elsődleges szerkezete **G024**
- Másodlagos szerkezete **G025**
- Harmadlagos szerkezete **G026**
- Negyedleges szerkezete **G027**

1. képernyő cím: A fehérjék elsődleges szerkezete

Az egyes aminosavak ún. peptidkötéssel kapcsolódnak egymáshoz. **G028**

2. képernyő cím: A fehérjék másodlagos szerkezete

A fehérjemolekula gerincét alkotó peptidláncban az α helyzetű C atom körüli forgással különböző térbeli struktúrák alakulhatnak ki. **G029**

3. képernyő cím: Az α-hélix konformáció

A polipeptidlánc egy csavarmenet vonulatát követi. A kialakuló helikális szerkezetet

hidrogénkötések stabilizálják. G030

4. képernyő cím: A β-lemez szerkezet

A polipeptidláncok egymás mellett helyezkednek el, a hidrogénhidak a -CO és -NH csoportok között jönnek létre. G031

5. képernyő cím: A fehérjék harmadlagos szerkezete

Azokat a fehérjéket, melyek polipeptidláncai végig vagy csak α-hélix, vagy csak β-lemez szerkezetet mutatnak, nevezzük fibrilláris fehérjéknek. Ilyenek például: a keratin rostok a hajban, a miozin filamentumok, a tropomiozin G032

A fehérjék nagy részében a polipeptidlánc háromdimenziós gömbszerű formát alakít ki - globuláris fehérjék (többsége enzim). A térszerkezet kialakításában a H-kötések mellett ionos kötések, illetve diszulfidhidak (-S-S-) is részt vesznek. G033

6. képernyő cím: A fehérjék negyedleges szerkezete

A fehérjék egy része több polipeptidláncból - melyek lehetnek azonosak vagy különböző szerkezetűek - álló komplexet alkot. Így épül fel például a vér hemoglobinja 4 alegységből.
A biológiai funkció ellátásához fontos a szerkezet épsége. Fehérjeoldat melegítésekor a fehérje szerkezetében változások következnek be, a térszerkezetet rögzítő kémiai kötések felbomlanak, a polipeptidlánc legombolyodik. Ezt a folyamatot nevezzük a fehérjék denaturációjának G034

7. képernyő cím: A fehérjék csoportosítása

Csoportosításuk történhet oldékonyságuk, alakjuk, összetételük, stb. alapján.

Kémiai összetételük alapján beszélünk egyszerű és összetett fehérjékről.

Az egyszerű fehérjék (proteinek) csak aminosavakból épülnek fel. Ilyen pl. a tojásban előforduló albumin.
Az összetett fehérjék (proteidek) az aminosavak mellett lipideket, szénhidrátokat, fémionokat, stb. is tartalmazhatnak.

8. képernyő cím: A fehérjék szintézise

Lényege az aminosavak peptidkötésből álló láncba fűzése a genetikai információ alapján.
Az aminosavak egy részét képtelen előállítani a szervezet, a környezetből veszi fel. Ezeket esszenciális aminosavaknak nevezzük (például az Arg, Met, Thr, Lys, Leu, Ile, Phe, Val, Trp).

A fehérjeszintézis folyamata több lépésre bontható:

- az aminosavak aktiválása
- a polipeptidlánc elkezdése (iniciáció)
- a polipeptidlánc hosszabbítása (elongáció)
- a polipeptidlánc befejezése

9. képernyő cím: A fehérjeszintézis folyamata

Riboszóma - összetett fehérjéket és rRNS-t (riboszómális RNS) tartalmazó molekula, melynek felületén találkozik az mRNS és a tRNS.
mRNS (hírvivő, messenger RNS) - feladata az örökítőanyagban (DNS) tárolt genetikai információk kijuttatása a sejtmagból a citoplazmába.
tRNS (szállító, transzfer RNS) - az aminosavakat szállítja a fehérjeszintézis helyére. **G035**

10. képernyő cím: A fehérjék funkciói:

- Hormonok - testi folyamatok specifikus szabályzói
- Szállítás – molekulák, ionok mozgását szabályozzák
- Szerkezet - izom, bőr stb.
- Tárolás – tápanyagok tárolása
- Védelem – antitestek

A sejtekben lejátszódó biokémiai reakciók során az átalakuló anyagoknak aktivált állapotba kell kerülniük. **G036**

11. képernyő cím: Az enzimhatás lényege

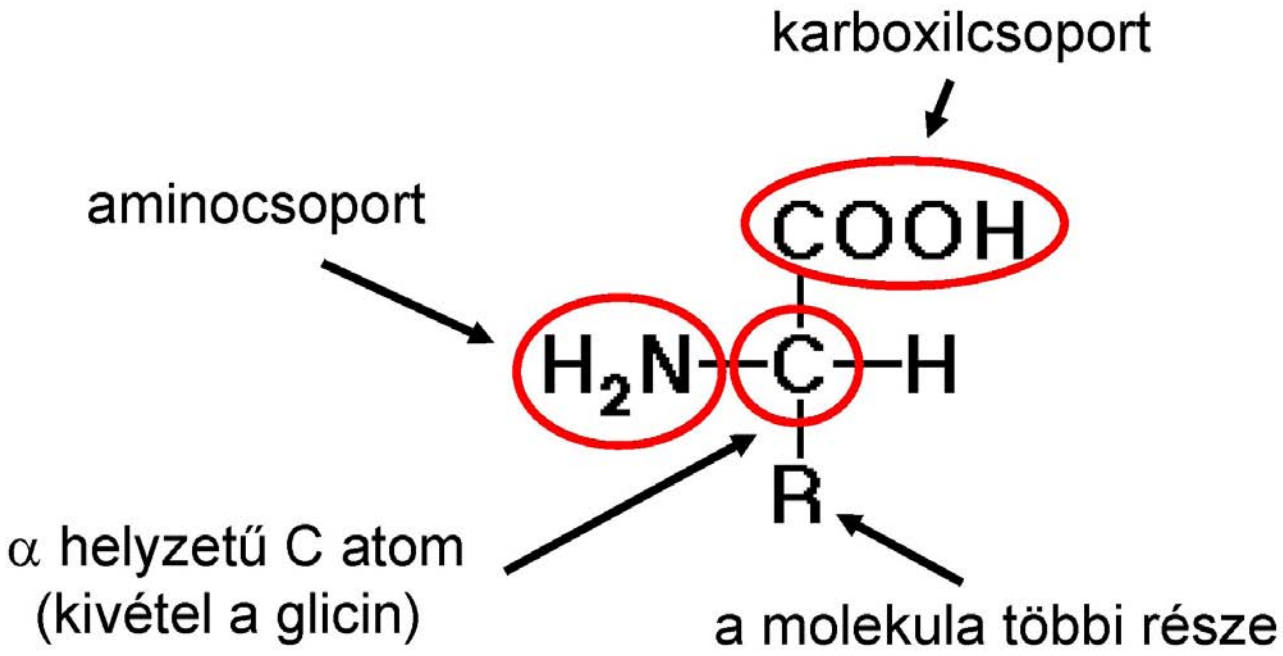
Az enzim (E) az aktív centrumban megköti az átalakítandó anyagokat (szubsztrát, S1 és S2). Kialakul az enzim-szubsztrát (ES) komplex. Az enzim átalakítja az anyagokat termékké (T). A termék leválik az enzimről **G037** **G038**
A szubsztrát hatására az enzimnek, illetve az aktív centrumnak a szerkezete módosul. **G039**
Egy polipeptidlánc, mely enzimként reakciókat katalizál.
Az enzimek egy része csak fehérje, mások ún. kofaktorokat is tartalmaznak.
A kofaktorok nem fehérje jellegű molekulák, ionok, melyek az enzimről leválaszthatók.
Ha a kofaktor kis molekulájú szerves vegyület, akkor koenzimről beszélünk. Egy részük vitamin-, illetve nukleotidszármazék (pl. a KoA és a NAD). **G040**

Az enzim által katalizált reakció sebessége és szubsztrátkoncentrációja közötti összefüggés.
Vmax: max. sebesség KM: Michaelis-Menten-állandó. **G041**

Az enzimek optimális működését a pH, a hőmérséklet, gátló anyagok (rovarölő szerek, harci gázok), stb. erősen befolyásolják. **G042**

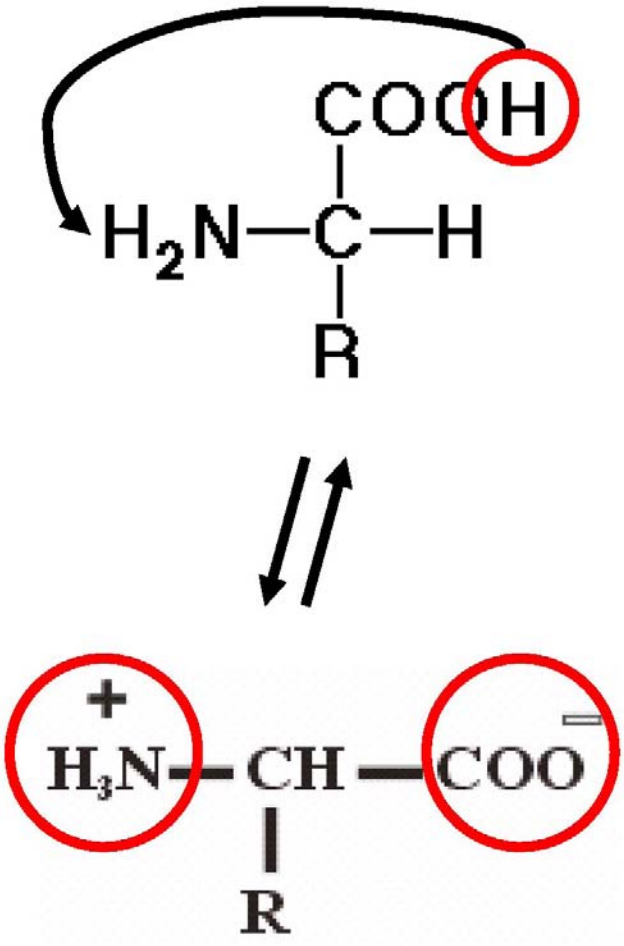
Képgyűjtemény:

- **G001**



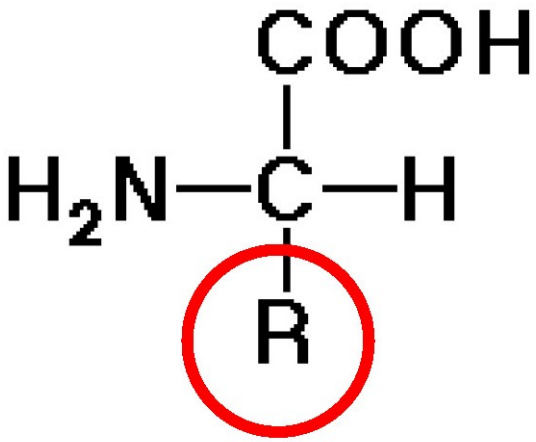
Az aminosavak általános szerkezete

- **G002**



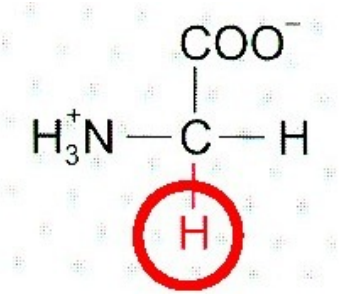
Ikerion

- **G003**



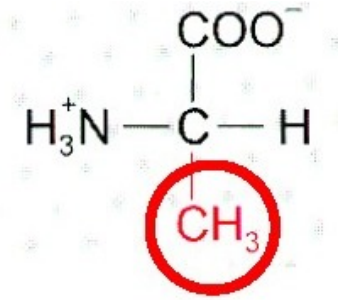
- **G004**

Glicin (Gly) R = H-

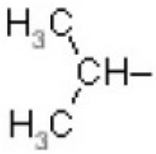


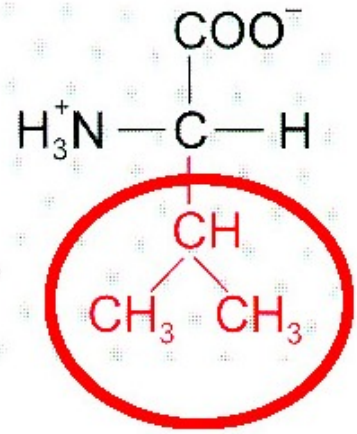
- **G005**

Alanin (Ala) R = CH_3-



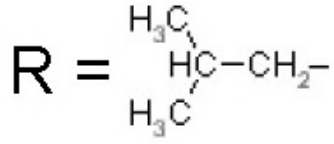
- **G006**

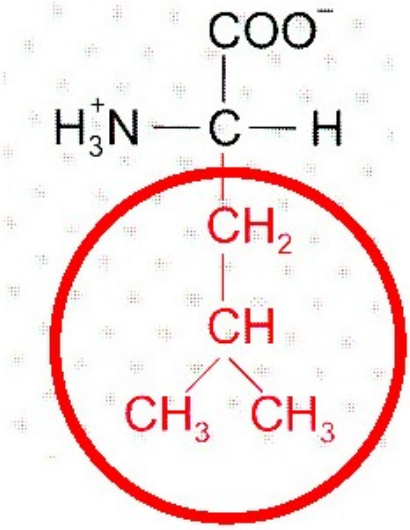
Valin (Val) R = 



- **G007**

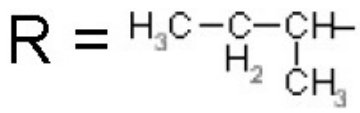
Leucin (Leu)

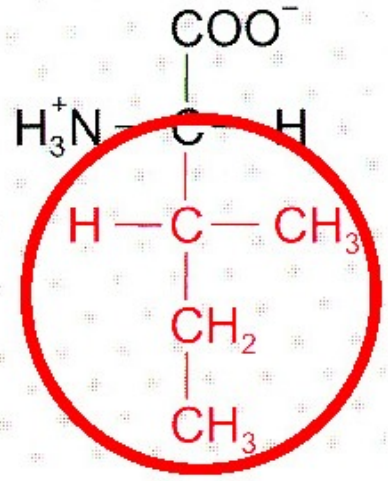




- **G008**

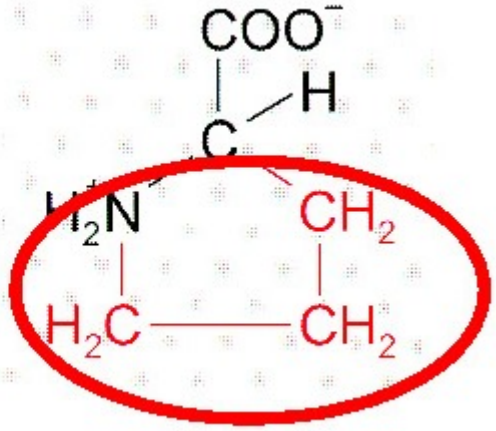
Izoleucin (Ile)



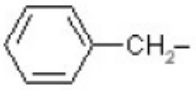


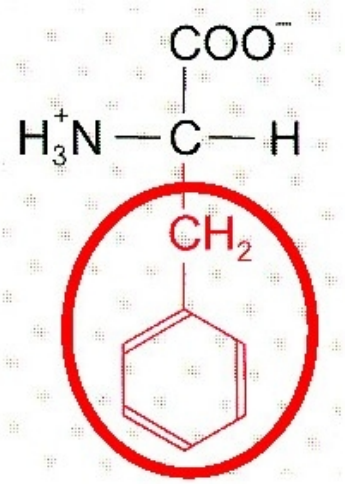
- **G009**

Prolin (Pro)

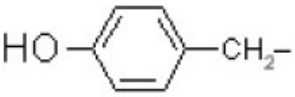


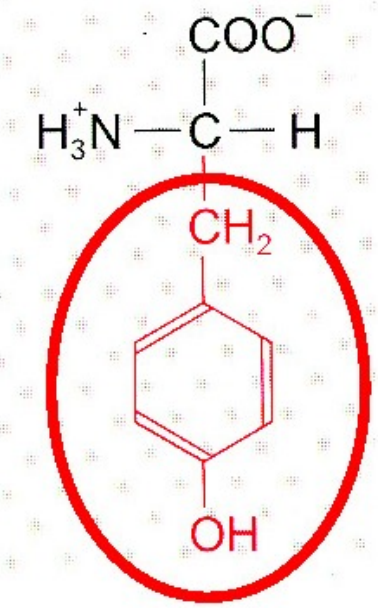
- **G010**

Fenilalanin (Phe) R = 



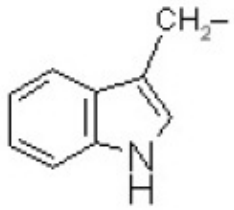
- **G011**

Tirozin (Tyr) R = 



- **G012**

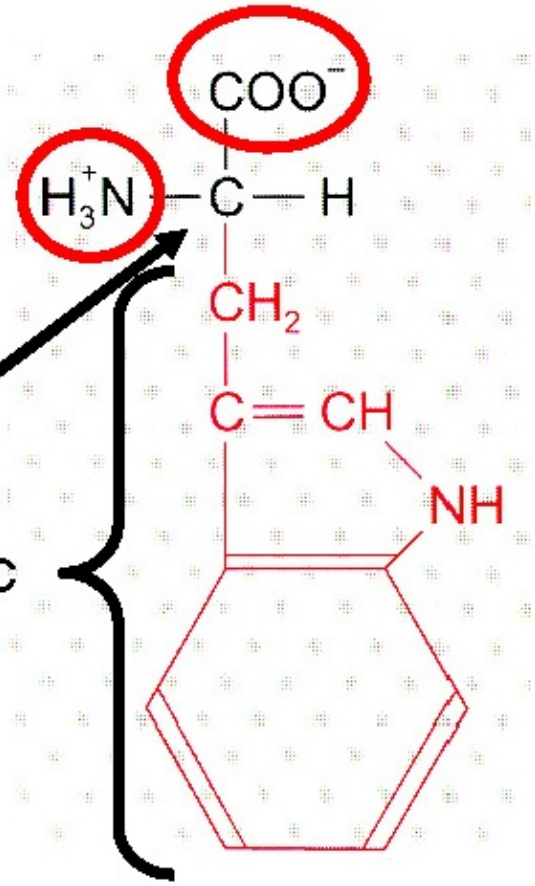
Triptofán (Trp) R =



ikerionos jelleg

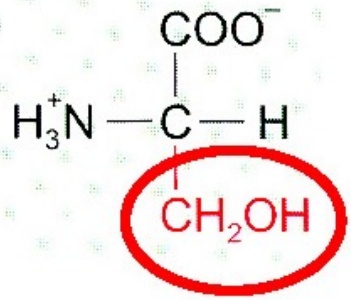
α helyzetű C atom

aromás oldallánc

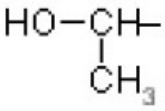


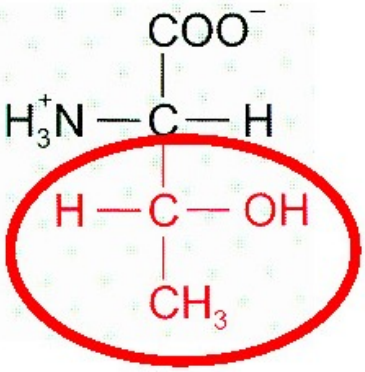
- **G013**

Szerin (Ser) R = HO-CH_2-



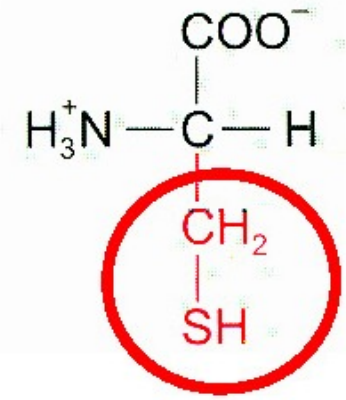
- **G014**

Treonin (Thr) R = 



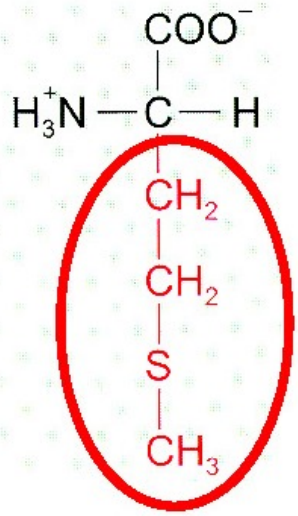
- **G015**

Cisztein (Cys) R = $HS\text{-}CH_2\text{-}$



- **G016**

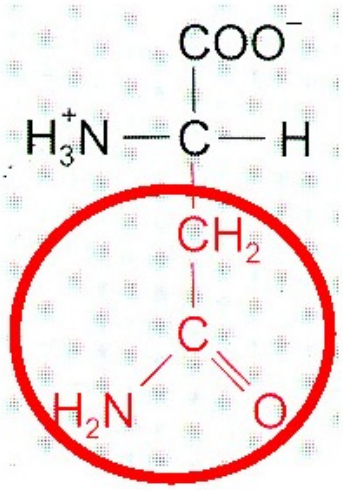
Metionin (Met) R = $CH_3\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}$



- **G017**

Aszparagin (Asn)

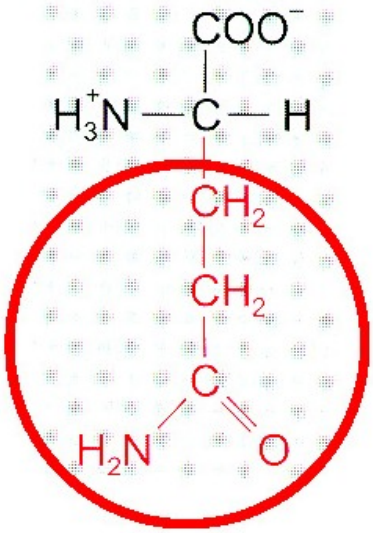
$R = H_2NOC\text{-}CH2\text{-}$



- **G018**

Glutamin (Gln)

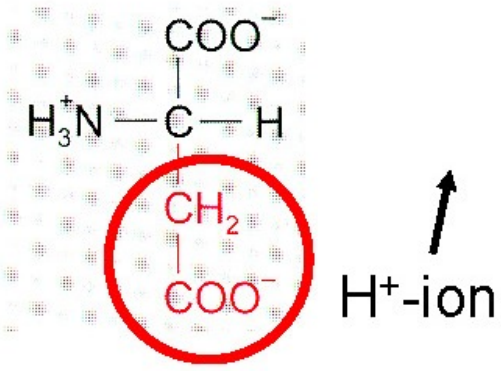
$R = H_2NOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}$



- **G019**

Aszparaginsav (aszpartát, Asp)

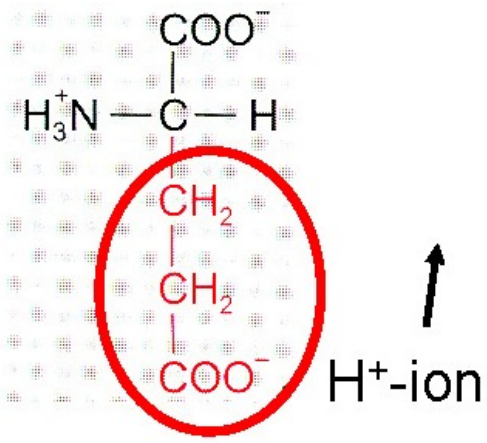
$R = HOOC\text{-}CH_2\text{-}$



- **G020**

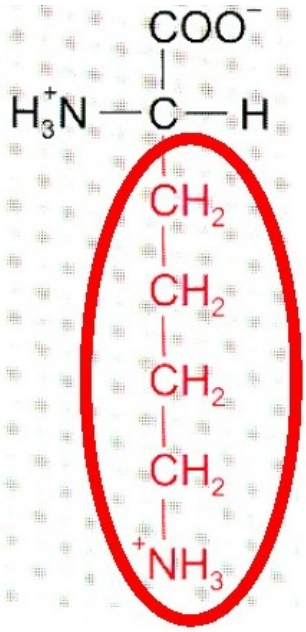
Glutaminsav (glutamát, Glu)

R = $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}$

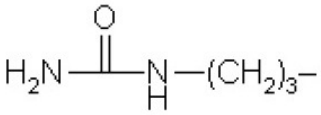


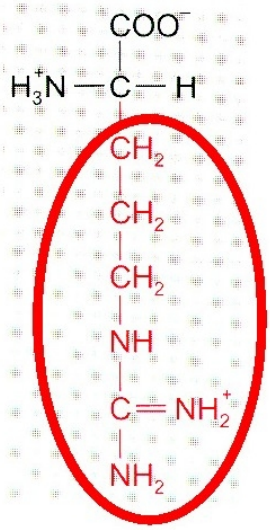
- **G021**

Lizin (Lys) R = $H_2N\text{-}(CH_2)_4\text{-}$



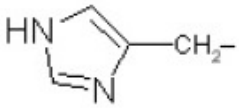
- **G022**

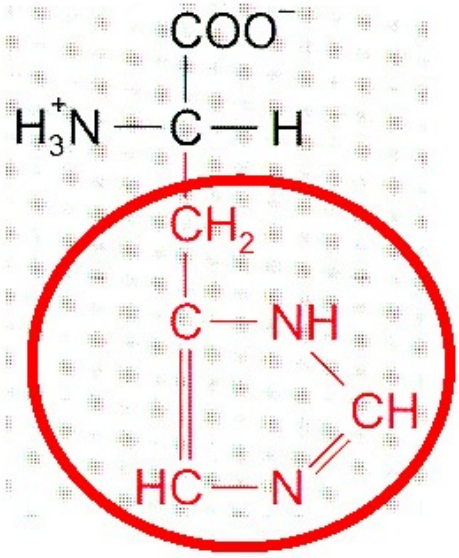
Arginin (Arg) R = 



- **G023**

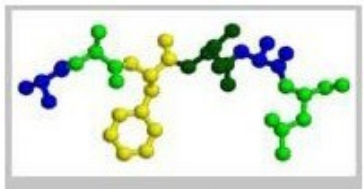
Hisztidin (His) R =





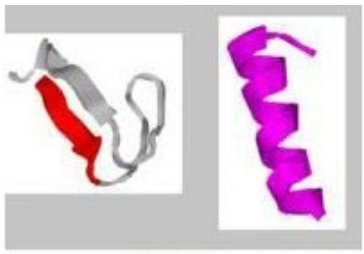
- **G024**

elsődleges szerkezete



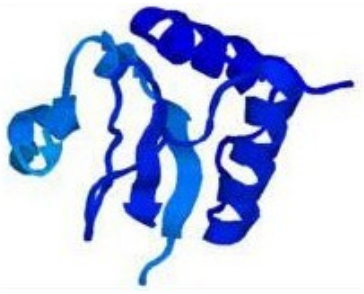
- **G025**

másodlagos szerkezete



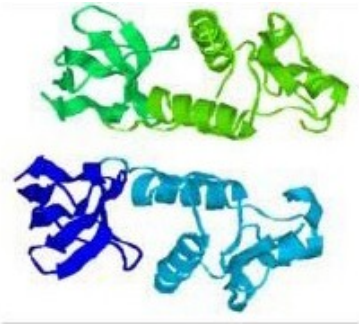
- **G026**

harmadlagos szerkezete

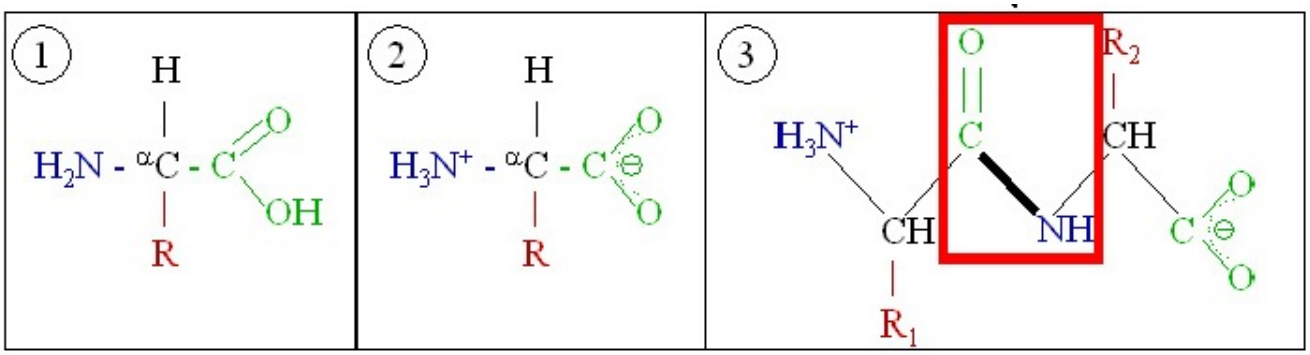


- **G027**

negyedleges szerkezete

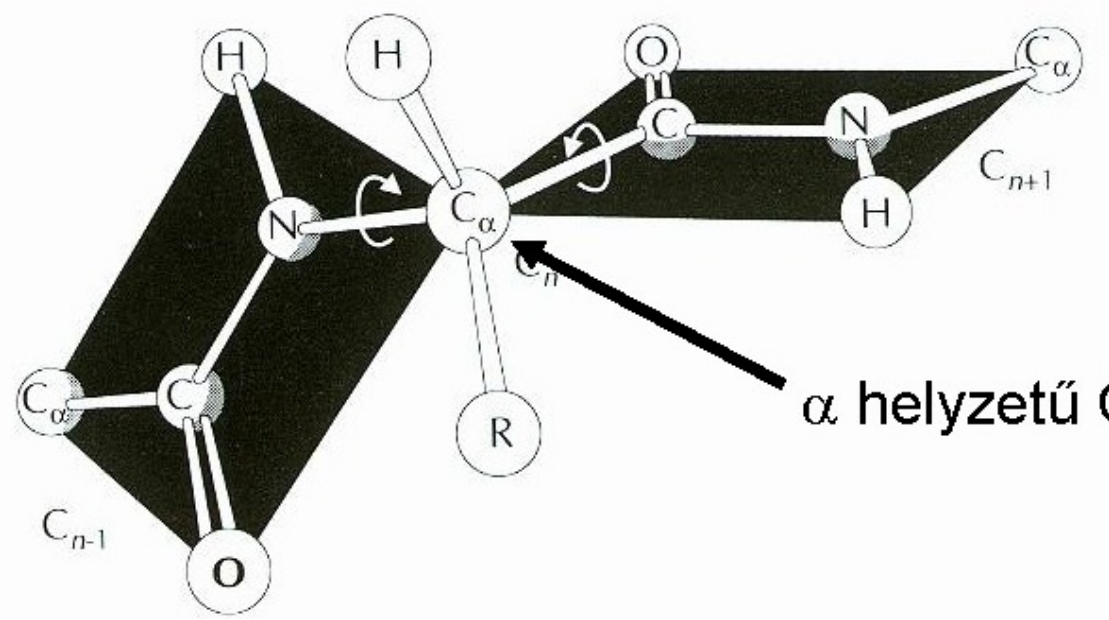


- **G028**

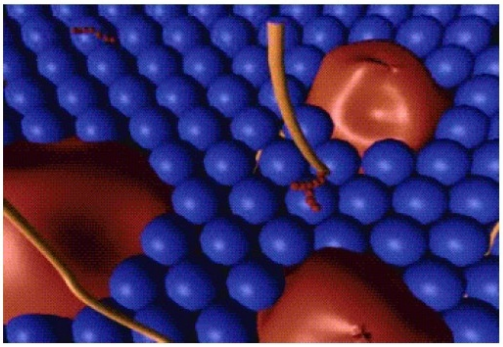


1. Aminosav általános képlete
2. Ikerionos állapot
3. Két aminosavból peptidkötéssel létrejött *dipeptid*

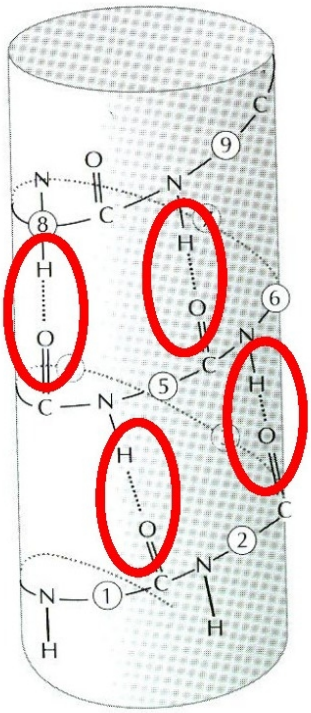
- **G029**

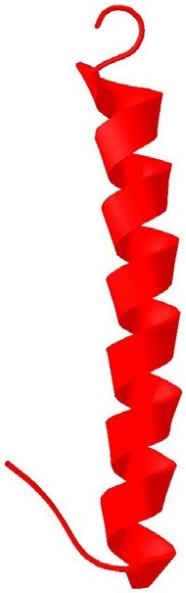


- **G030**

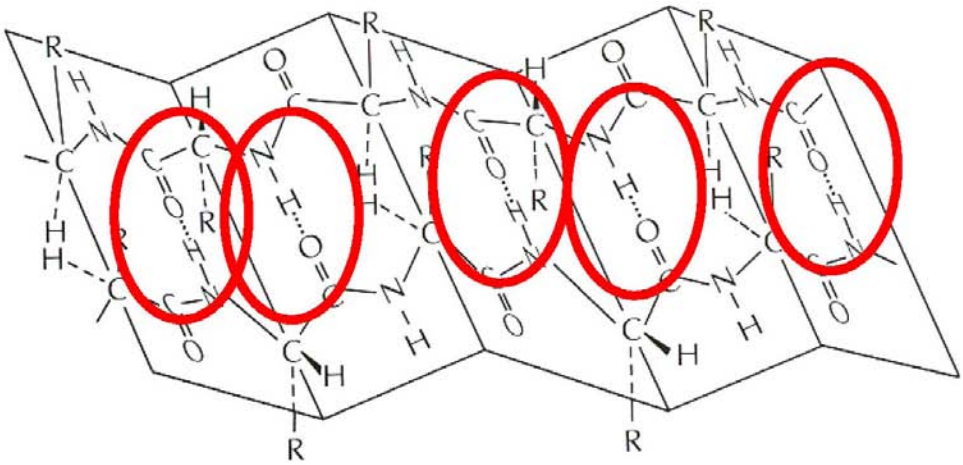


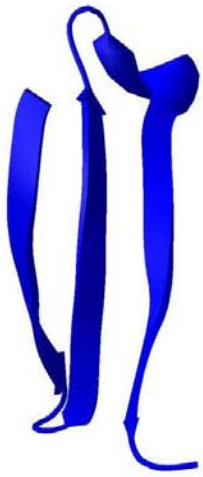
Hidrogénkötések





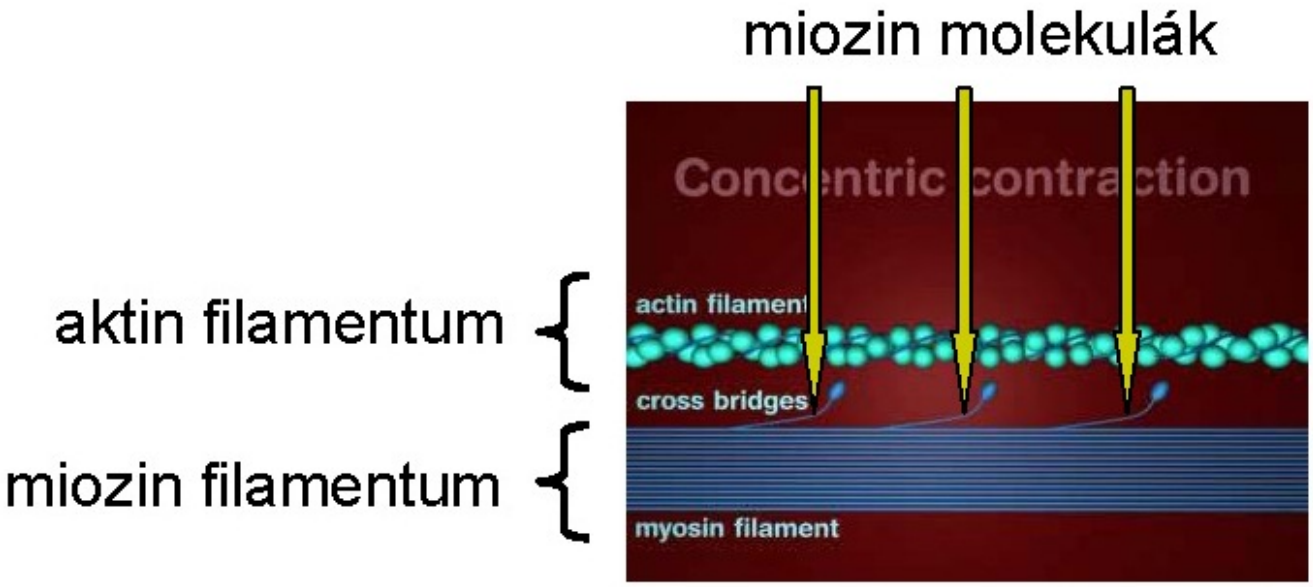
- **G031**



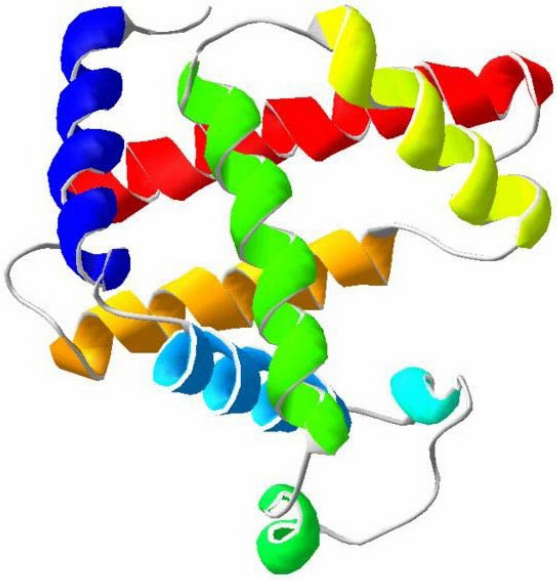


○ = kialakuló hidrogénkötések

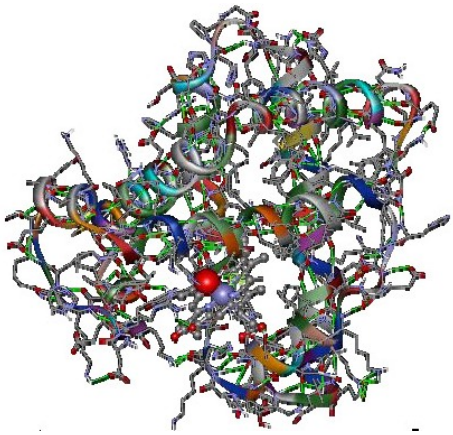
- **G032**



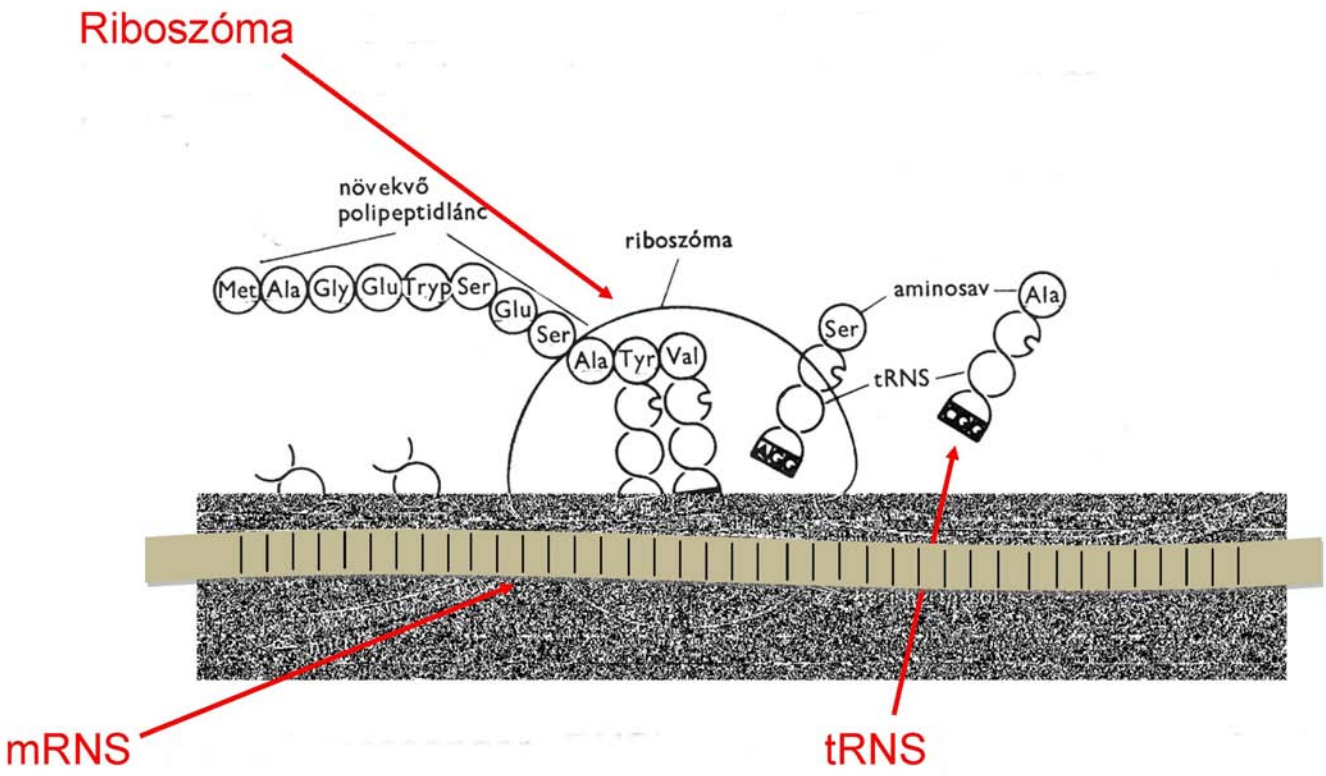
- **G033**



- **G034**



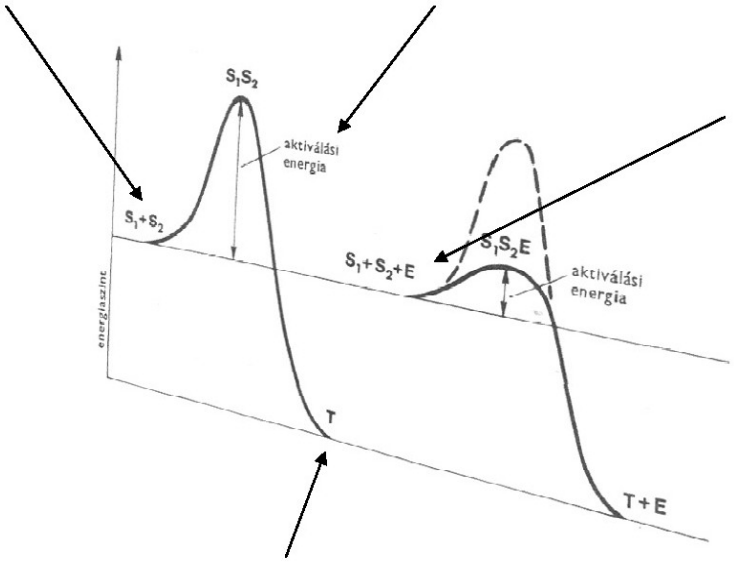
- **G035**



- **G036**

S_1 és S_2 a reakcióba lépő anyagok.

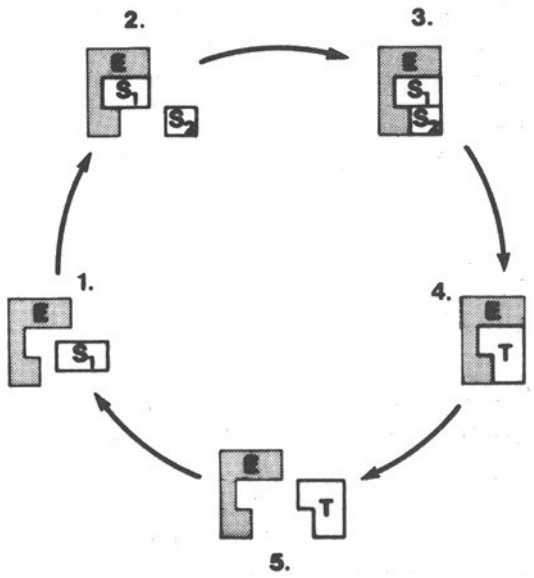
A kiindulási és az aktivált állapot energiaszintje közötti különbség az aktiválási energia.



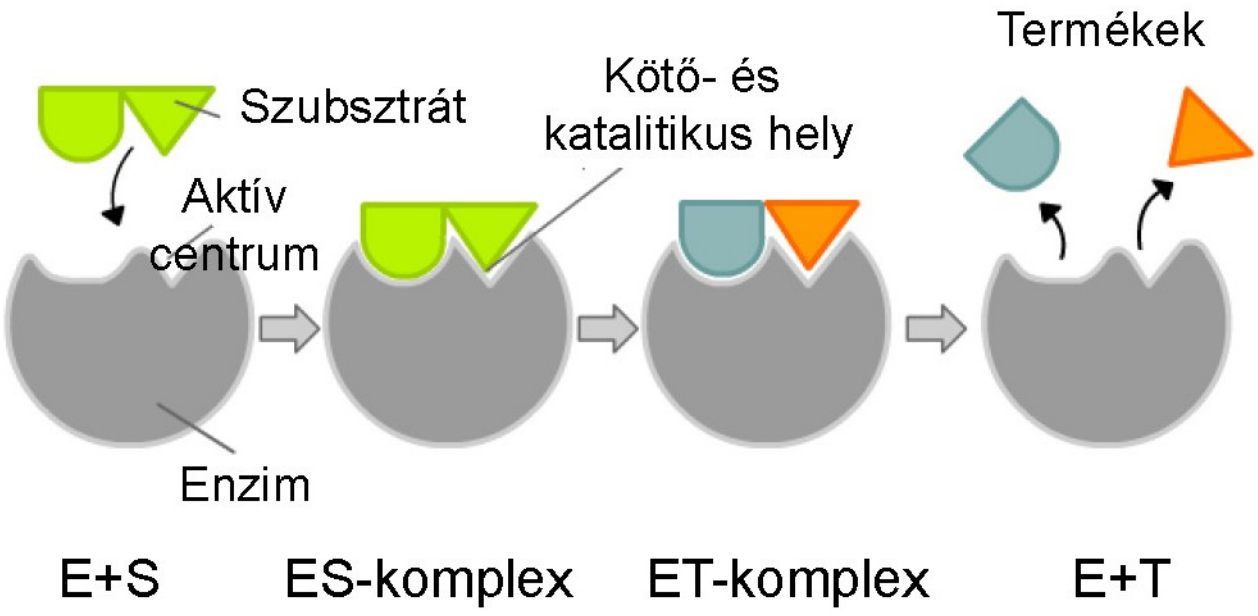
E a katalizáló enzim

T a reakció végterméke

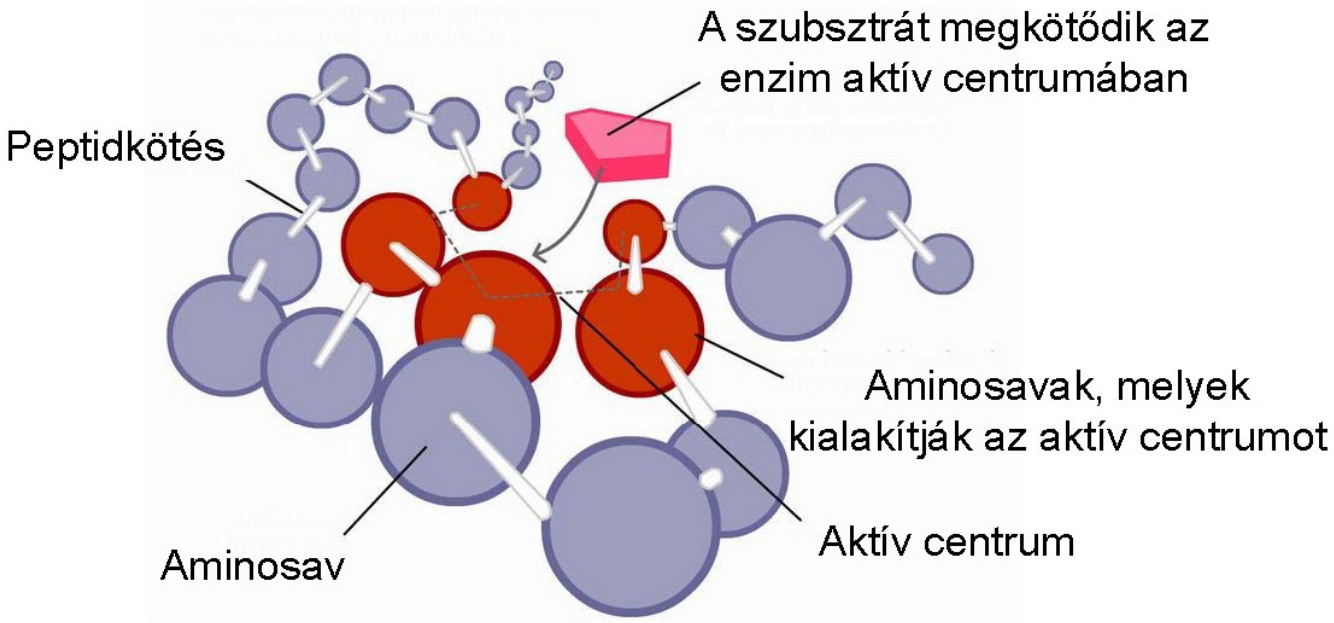
- **G037**


2.
3.
1.
4.
5.
E
S
T

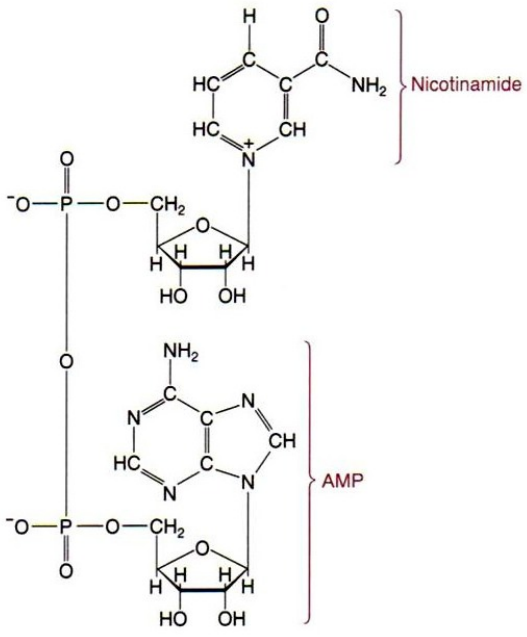
- **G038**


Szubsztrát
Aktív centrum
Kötő- és katalitikus hely
Termékek
Enzim
E+S
ES-komplex
ET-komplex
E+T

- **G039**

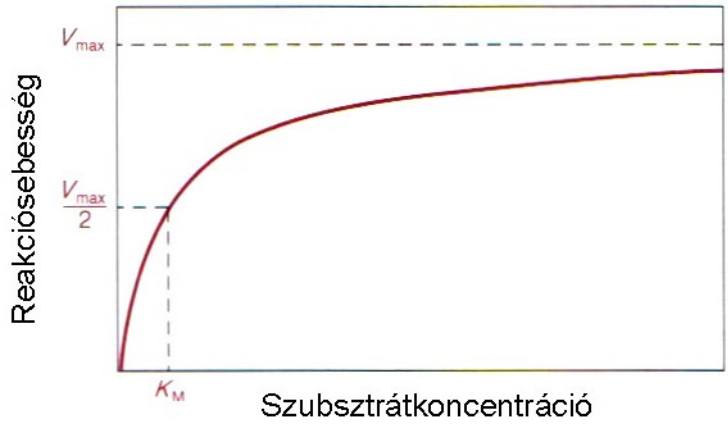


- **G040**

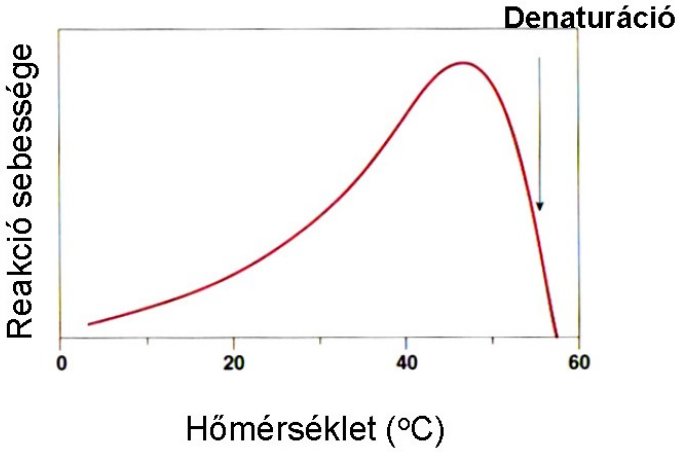


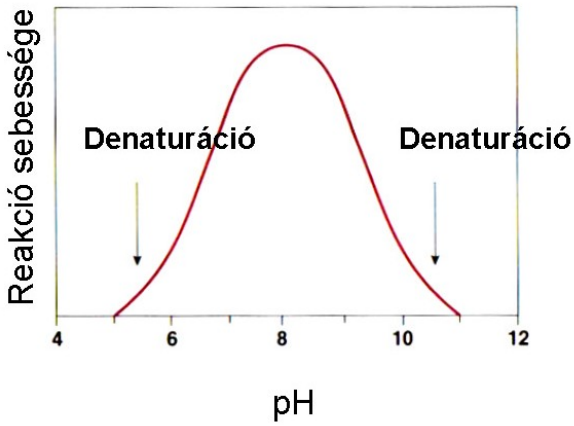
A NAD (nikotinsavamid-adenin-dinukleotid) szerkezete

- **G041**


V_{max}
$\frac{V_{max}}{2}$
Reakciósebesség
K_M
Szubsztrátkoncentráció

- **G042**


Denaturáció
Reakció sebessége
0
20
40
60
Hőmérséklet (°C)


Reakció sebessége
Denaturáció
Denaturáció
4
6
8
10
12
pH