



OFI



Biológia

11



ÚJGENERÁCIÓS
TANKÖNYV

Biológia – Egészségtan
Tankönyv
11.

Borítón látható képek:

Felül: Méhen belüli fotó egy 20 hetes fiú magzatról. Már minden emberi vonás felismerhető rajta, jóllehet a testtömege csupán 300 gramm, az ülőmagassága nagyjából 20 cm. Háttérben a magzataburok, jobboldalt a köldökzsinór látszik. (Fotó: Neil Bromhall)

Alul: A futás a legegyszerűbb, bárki számára elérhető sport. Jótékony hatásai közé tartozik, hogy nő az állóképesség, egészségesebbé válik a vér kémiai összetétele, a betegségekkel szemben szintén ellenállóbbá válik a szervezet. Rendszeres futás hatására már 1-2 hónap alatt kimutathatóan javul a keringési rendszer működése. A futás 40–45. perce körül az agyban boldogságérzetet kiváltó endorfin szabadul fel, hatása a futást követően órákig megmaradhat. (Fotó: Igor Mojzes)

Gerincen: Felnőtt nő keringési rendszerét bemutató digitális grafika. Pirossal az artériák, kékkel a vénák jelölve. A nyirokerek és a kis vérkör erei nincsenek megjelenítve. A szív és a hozzá kapcsolódó nagy erek méretaránya megfelel a valóságnak.

Hátul: A fej izmait ábrázoló számítógépes grafika. A rágóizmok a koponyához képest mozgatják az állkapcsot. A mimikai izmok egyik vagy mindkét végükkel a bőrben végződve többek között az arckifejezéseket és a beszédet alakítják. Az ember fülét mozgató izmok csökevényesek.

Biológia Egészségtan

Tankönyv

11.

Eszterházy Károly Egyetem
Oktató- és Fejlesztő Intézet

Engedélyszám: TKV/2336–16/2018. (2018. 04. 09 – 2023. 08. 31.)

A tankönyv megfelel az 51/2012. (XII. 21.) EMMI-rendelet alábbi mellékleteiben foglalt előírásoknak:

3. számú melléklet: Kerettanterv a gimnáziumok 9–12. évfolyama számára 3.2.07.1. „A” változat
4. számú melléklet: Kerettanterv a gimnáziumok 7–12. évfolyama számára 4.2.08.1. „A” változat
5. számú melléklet: Kerettanterv a gimnáziumok 5–12. évfolyama számára 5.2.12.1. „A” változat

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértők: VÁMOSINÉ DR. HEGYI ANDREA, ZARUBAY ATTILA

Tananyagfejlesztők: DR. MOLNÁR KATALIN, MÁNDICS DEZSŐ

Alkotószerkesztő: DR. TÓTH ATTILA

Vezető szerkesztő: SUBAI GÉZA

Szerkesztő: KINCSES ILDIKÓ

Tudományos-szakmai szakértő: DR. VARRÓ PETRA, DR. SÓTI ÁKOS

Pedagógiai szakértő: SOMOGYI FARKAS PÁL

Fedél-, látvány- és tipográfiai terv: GAJDA SZILVIA

Illusztrációk: BARÓTHY ANDREA, KASZA JULIANNA, TIBOLDI ANDRÁS

Fotók: © 123RF, © Cultiris Kulturális Képgyűjtemény, Kiadói archívum, © Thinkstockphotos, © iStockphoto, © Shutterstock, <http://commons.wikimedia.org> / J. F. Lehmann / SubDural12 / Louisa Howard, Michael Binder / Rama / PhD Dre / Janice Carr / Kalumet / Th. Zimmermann THWZ / Fletcher01 / Nephron / Hellerhoff / A. James Hudspeth, M.D., PhD / Dr. David Cox / Dr. Graham Beards, <http://hu.wikipedia.org>, <http://en.wikipedia.org> / Nephron / Dr. Lyle Conrad / Charles Daghljan / Gilles San Martin / Hic et nunc / Todd / Maurajbo, <http://en.wikipedia.org>, <http://hu.wikipedia.org> / Arthur S. Goss, www.ksh.hu, www.icom-creative.com, www.astbury.leeds.ac.uk, www.microbehunter.com, <http://atheistuniverse.net>, www.impactlab.net, www.lift.net, <https://docs.google.com>, <http://assets.nydailynews.com> / Casey B. Gibson, www.sherdog.com, <http://inapcache.boston.com>, <http://upload.wikimedia.org>, www.npr.org / Chris Ware, www.ediblegeography.com, <http://41.media.tumblr.com>, <http://enhancedwiki.altervista.org>, www.radpod.org / Dr. Laughlin Dawes, <http://cz.desitin-test.spot-media.de>, <http://upload.wikimedia.org>, <http://vilagbiztonsag.hu>, <http://40.media.tumblr.com>, <http://eda.eme.ro>, <http://egykor.hu>, www.budapest-foto.hu, www.justthefacts.org, <https://embryology.med.unsw.edu.au>

A tankönyv szerkesztői ezúton is köszönetet mondanak mindazoknak a tudós és tanár szerzőknek, akik az elmúlt évtizedek során olyan módszertani kultúrát teremtettek, amely a kísérleti tankönyvek készítőinek is ösztönzést és példát adott.

Ugyancsak köszönetet mondunk azoknak az íróknak, költőknek, képzőművészeknek, akiknek alkotásai tankönyveinket gazdagítják. Az önzetlen szakmai támogatásért külön köszönettel tartozunk dr. Csopor Dezsőnek és dr. Novák Hunornak, illetve a Semmelweis Egyetem Mentálhigiéné Intézet és a Magyar Resuscitatio Társaság munkatársainak.

© Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2017

ISBN 978-963-436-145-9

Eszterházy Károly Egyetem ■ 3300 Eger, Eszterházy tér 1.

Telefon: +36 1 460 1873 ■ Fax: +36 1 460 1822 ■ Vevőszolgálat: vevoszolgalat@ofi.hu

A kiadásért felel: dr. Liptai Kálmán rektor

Raktári szám: FI-505031101/1

Műszakiiroda-vezető: Horváth Zoltán Ákos

Műszaki szerkesztő: Berkes Tamás, Marcsek Ildikó

Nyomdai előkészítés: Banó Mária, Buris László

Terjedelem: 25,75 (A/5) ív ■ Tömeg: 500 gramm

1. kiadás, 2018

Az újgenerációs tankönyv az Új Széchenyi Terv Társadalmi Megújulás Operatív Program 3.1.2-B/13-2013-0001. számú, „A Nemzeti alaptantervhez illeszkedő tankönyv, taneszköz és Nemzeti Köznevelési Portál fejlesztése” című projektje keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Nyomta és kötötte:

Felelős vezető:

A nyomdai megrendelés törzsszáma:



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalom

Előszó	6	IV. Az életműködések szabályozása	107
I. A sejtek felépítése és működése	7	Teljesítménynövelő doppingszerek	
Oxigén – az éltető elem (Olvasmány)	8	(Olvasmány)	108
1. A sejtek szeretlen anyagai	10	22. A szabályozás alapjai	110
2. A sejtek szerves anyagai	13	23. Az idegrendszer működésének alapjai	113
3. A sejtanyagcsere jellegzetességei	19	24. Az idegrendszer felosztása	118
4. A sejtes szerveződés	22	25. A gerincvelő	120
5. A sejtek anyagforgalma	27	26. Az agyvelő	123
6. A lebontó folyamatok	31	27. A vegetatív szabályozás	129
7. A fotoszintézis	34	28. A mozgatóműködések szabályozása	133
Összefoglalás	36	29. Tanulás, értelem	136
II. A növények életműködései	39	30. A látás	139
Mozognak-e a növények (Olvasmány)	40	31. A hallás és az egyensúlyozás	144
8. A növények anyagforgalma	41	32. Kémiai érzékelés	148
9. A zárwatermő növények életciklusa	43	33. Bőr- és izomérzékelés	150
Összefoglalás	46	34. A hormonális szabályozás. Az agyalapi mirigy	152
III. Az ember létfenntartó működései	47	35. A pajzsmirigy és a mellékpajzsmirigy	156
Az emberi test megismerésének kezdetei		36. A mellékvese	159
(Olvasmány)	48	37. A hasnyálmirigy hormontermelése	162
10. A vér	50	Összefoglalás	166
11. A szív és az érhálózat	53	V. Új kezdetek: szaporodás, szexualitás	169
12. Az emésztőrendszer	59	Az anyák megmentője (Olvasmány)	170
13. A szervezet tápanyagigénye	65	38. A nemiség. A hím ivarszervek	171
14. Az egészséges táplálkozás	69	39. A női ivarszervek	174
15. A légzés	73	40. A várandósság és a szülés	177
16. A kiválasztás	79	41. A szexualitás	181
17. Az immunrendszer működése	82	42. Az ember posztembrionális fejlődése	184
18. Az immunrendszer és az egészség	86	Összefoglalás	188
19. A bőr	89	Függelék	189
20. Mozcáásszervrendszerünk: a vázrendszer	95	Fogalomtár	190
21. Mozcáásszervrendszerünk: az izomrendszer	100	Újraélesztési útmutató	199
Összefoglalás	104		



Előszó

Aligha akad olyan észszerűen gondolkodó ember, aki kétségbe vonná a biológiai ismeretek fontosságát mindennapi életünkben. Már egy egyszerű bevásárlás is komoly fejtörést okozhat: vaját vegyünk, margarint vagy zsírt? Valóban egészségesebbek-e a biotermékek a hagyományos élelmiszereknél, vagy csak drágábbak, és a vásárlók a reklám áldozatai? Valóban az emberiség természetátalakító tevékenysége, környezetszennyezése okozhatja a napjainkban tapasztalható globális felmelegedést, vagy azoknak van igazuk, akik az éghajlat viszsztatérő változásaival indokolják a jelenséget? A médiában nap mint nap százával jelennek meg olyan hírek, cikkek, ismeretterjesztő filmek, amelyek többek között az egészséges életmóddal, a sport egészségre gyakorolt hatásával, az orvostudomány legújabb eredményeivel, a kihalás szélén álló fajokkal, az emberiséget és az egész élővilágot fenyegető környezeti katasztrófákkal foglalkoznak. Fontos, hogy az információk áradatában tájékozódni tudjunk, képesek legyünk megítélni egy-egy hír valóságtartalmát, és ha úgy hozza az élet, tudjunk felelős döntéseket is hozni.

Biológiai tanulmányaink során azokra az alapvető kérdésekre keressük majd a választ: mi az élet lényege, mi különbözteti meg az élőlényeket az élettelen anyagi világtól? Hogyan alakulhatott ki a mai élővilág, milyen törvényszerűségek határozzák meg az élőlények, az életközösségek fennmaradását és fejlődését? Hogyan, milyen hatásokra változik környezetünk – különös tekintettel az ember, az emberiség szerepére –, és milyen befolyást gyakorolnak ezek a változások az élővilágra? Mit jelent a testi és a lelki egészség, hogyan érhetjük el és őrizhetjük meg?

Ebben a kötetben áttekintjük a sejtek felépítését, a sejtanycsere jellemzőit. Ezt követően az emberi test felépítésével és működésével ismerkedünk.

Hogyan használd a könyvet?

A témákat nyitóoldal és egy olvasmány vezet be, ami áttekintést ad arról, hogy milyen kérdésekkel, problémákkal foglalkozunk a témához tartozó leckékben.



A leckék elején megtalálod azoknak a korábban már tanult fogalmaknak a magyarázatát, amelyek szükségesek a tananyag megértéséhez.

Alapszövet ■ A borszövet és a szállítószövet közötti tereket kitöltő növényi szövetek. Több fajta van, mint például raktározó, szilárdító, táplálékcsésző.
Farész ■ A szállítószövetek azon elemei, amelyek a gyökér felől szállítják a talajoldatokat a növény többi részébe.
Háncsrész ■ A levelek felől a szerves anyagok oldatait szállítja a növény többi részébe.

A fotók, az ábrák, a grafikonok és a táblázatok sok olyan információt tartalmaznak, amelyek segítik a problémák megoldását, az ismeretek elsajátítását.

A szövegben **félkövér** betű jelzi a fontos fogalmakat. Az egyes leckék végén megtalálod a korábban még nem tanult fogalmak felsorolását.

A leckéket rövid összegzés zárja. A hiányos mondatok szóbeli vagy füzettedben történő kiegészítésével ellenőrizheted, sikerült-e elsajátítanod az új fogalmakat, és megértened a főbb összefüggéseket.

Az ábrákhoz kapcsolódó és a leckék végén található feladatok megoldása segít a problémák megértésében, ismereteid ellenőrzésében.

A fejezeteket lezáró összefoglalások a leckéktől eltérő megközelítésben, más tematikában dolgozzák fel a témát. Ez elősegíti, hogy tudásodat sokféle összefüggésben használhasd. A könyv végén, a Fogalomtárban a tananyag legfontosabb szakkifejezéseinek magyarázatát találhatod meg.

Az olvasmányokban tudománytörténeti vonatkozásokat, érdekes kísérleteket, megfigyeléseket, híreket olvashatsz.

Olvasmány

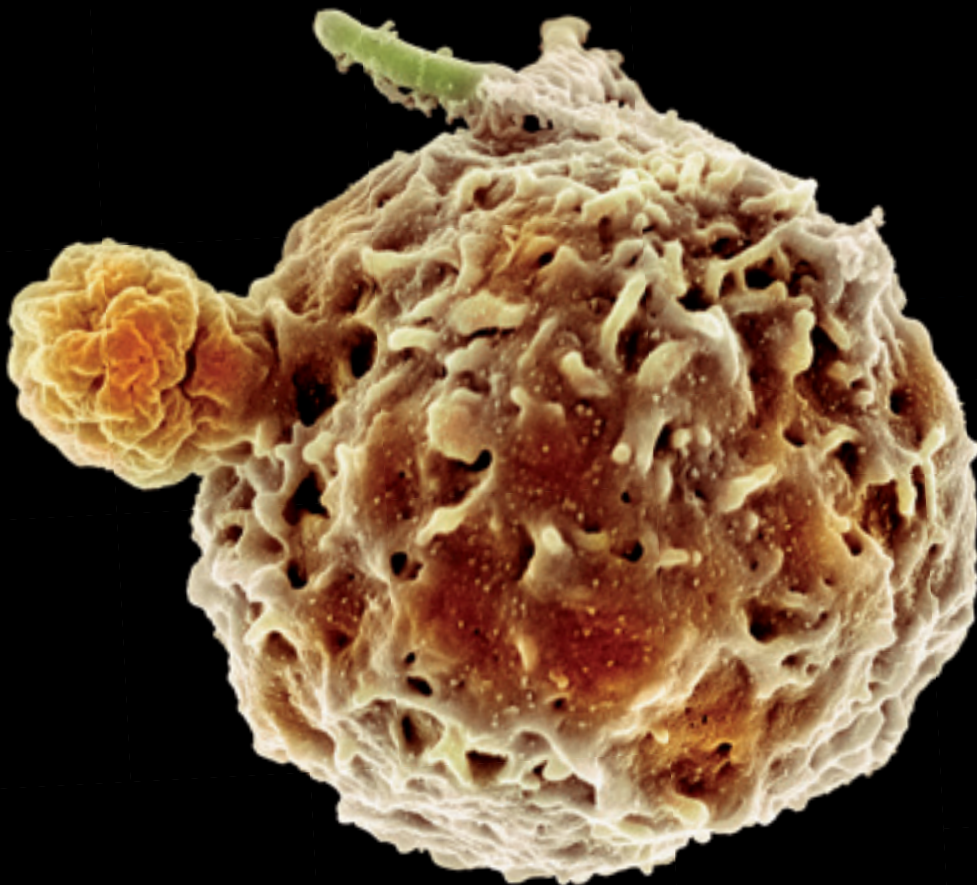
Karotinoidok

A karotinoidok színes vegyületek, molekuláikban *konjugált kettős kötések* találhatók, emiatt fény hatására könnyen gerjeszthetők. E tulajdonságuknak köszönhetően töltenek be fontos szerepet a fotoszintézisben és a látásban. A vörös és a narancssárga növényi részekben, vízben oldhatatlan kristályzárványokban raktározódnak is (pl. sárgarépa, sütőtök, sárgabarack, narancs).



A SEJTEK FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

I.



Egy fehérvérsejt (makrofág) bekebelez egy szervezetbe jutott kórokozót (*Mycobacterium tuberculosis*). A fehérvérsejt eukarióta, a baktérium nála jóval kisebb, prokarióta szervezet.

- A sejtek szerves anyagai
- A sejtek szerves anyagai
- A sejttanyagcsere jellegzetességei
- A sejt szerződés
- A sejtek anyagforgalma
- A lebontó folyamatok
- A fotoszintézis

Oxigén – az éltető elem

„Felvetni egy jó problémát, kérdezni egy jó kérdést, már a munka felét jelenti.”

Szent-Györgyi Albert



Antoine Laurent Lavoisier
(1743–1794)

Ma már szinte mindent tudunk a levegő egyik alkotójának, az oxigénnek az élő szervezetekben játszott szerepéről. De ez természetesen nem mindig volt így. Hosszú évszázadok, számos tudós kitartó munkája, megszámlálhatatlan hipotézise, kísérlete vezetett mai tudásunkig. Elődeink sokáig azt hitték, hogy a levegő egynemű anyag, nem pedig különböző gázok keveréke. Az égés vizsgálata vezetett ahhoz a felismeréshez, hogy a levegő egyik összetevője, az oxigén jelenléte az égés és a légzés egyik feltétele. Hamarosan azt is felismerték, hogy a levegő oxigénjét a növények termelik. Kiderült tehát, hogy az oxigénhez az élőlények két alapvető anyagcsere-folyamata kapcsolódik: a légzés és a fotoszintézis.

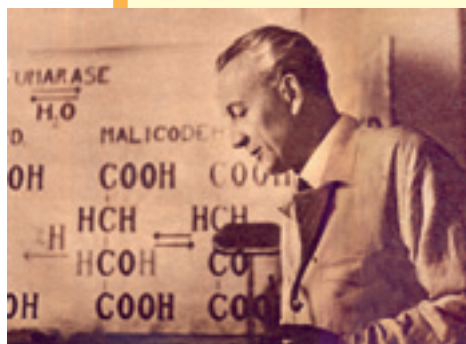
Légzés nélkül kihűl a testünk

Már az ókori tudósok is tisztában voltak azzal, hogy a légzés és a levegő között szoros kapcsolat van. Azt is sejtették, hogy a légzés és az élőlények testének hőmérséklete nem független egymástól. A francia *Antoine Laurent Lavoisier* volt az, aki elsőként tisztázta az égés mint kémiai átalakulás természetét, és megállapította, hogy az élőlények testében égés zajlik. Így beszélt erről 1775-ben a Francia Tudományos Akadémián: „A legutóbbi húsvéti ülésen felolvasott értekezésemben megmutattam, hogy a tiszta levegő egy része, megjárva a tüdőt, kötött levegőként vagy meszessavként távozik. A tiszta levegő áthaladva a tüdőn, olyan bomlást szenved el, amely analóg a szén égésekor történő bomlással. A szén égésekor tűzanyag keletkezik. A tüdőben a belégzés és a kilégzés között hasonlóképpen tűzanyag fejlődik, és nem kétséges, hogy ez az a tűzanyag, amely a vérrel szétáradva, az állati testben fenntartja annak állandó melegét.”

Az égés a sejtekben zajlik

Az idézetből kiderül, hogy Lavoisier helytelenül a tüdőt jelölte meg a testben lejátszódó égési folyamat helyszínéül. A 18. században még nem voltak tisztában azzal, hogy az élőlények testének alapvető felépítési és működési egységei a sejtek. Csak a 19. században ismerték fel ezt, és mondták ki, hogy az életjelenségek alapja a sejtek működése, és a légzéssel felvett oxigén felhasználása is a sejtekben történik a biológiai oxidáció, más szóval a sejtlegzés folyamatában. A biológiai oxidáció lényege, hogy a szerves tápanyag-molekulák szén-dioxidra és vízre bontódnak el, miközben energia szabadul fel.

És most lépünk előre egy hatalmasat az időben, egészen a 20. század közepéig. Ekkor dolgozott Szegeden a világhírű tudós, *Szent-Györgyi Albert*, aki 1937-ben vehette át az orvosi Nobel-díjat az indoklás szerint „a biológiai égési folyamatok terén tett felfedezéséért”. Szent-Györgyi így foglalta össze kutatásainak lényegét 1937-ben: „Akármint csinál egy sejt, meg kell fizetnie érte, és az élő szervezetnek ez a valutája, amiben a sejtnak fizetnie kell: az energia. Ha nem lenne szabad energia, nem lenne élet sem. Ennek az energiának végső soron az egyedüli forrása a Nap sugárzása. De ezt a sugárzást, mint olyant, nem lehet közvetlenül az élet fenntartására hasznosítani, különben éjjel az élet lehetetlen lenne. Ezért a klorofillt tartalmazó növények kloroplasztjai a sugárzó energiát apró csomagokba zsúfolják. Ha a sejtnak energiára van szüksége, nem a sugárzást használja fel, hanem kipakolja ezeket a tápanyag-molekuláknak nevezett energiacsomagokat.”



Szent-Györgyi Albert
(1893–1986)



Szent-Györgyi Albert átveszi a Nobel-díjat Gusztáv svéd királytól 1937-ben

A levegő elrontása és megjavítása

1771 augusztusában tette közzé *Joseph Priestley* angol tudós azt a felfedezését, hogy a növények „helyreállítják” a léggel elrontott levegőt. „Gondolhatjuk, hogy miután a növényi és az állati élethez közösleges levegő szükséges, a növények és az állatok hasonló módon hatnak erre a levegőre. Magam is erre számítottam, amikor először tettem egy szál mentát egy üvegbe, mely lefordított szájjal állt egy edény vízben. Ám néhány havi növekedés után azt tapasztaltam, hogy a levegő nem oltja el a gyertyát, és egyáltalán nem alkalmatlan az egér számára, amelyet az üvegbe tettem. [...] 1771. augusztus 17-én egy szál mentát helyeztem abba a levegőbe, amelyben egy viaszgyertya elaludt, és azt tapasztaltam, hogy ugyanennek a hónapnak a 27. napján egy másik gyertya tökéletesen égett benne.”

Egy évvel később, egy másik kísérletében egy egeret tett egy üvegedény alá. Az állat hamarosan elpusztult. Az edény léggel „megrontott” levegőjébe Priestley növényt helyezett, majd ebbe is beletett egy egeret. Azt tapasztalta, hogy az egér életben maradt. Ezekből a kísérletekből vonta le azt a következtetést, hogy a növények valamilyen módon helyreállítják a levegőt.



Joseph Priestley (1733–1804)

Buborékok a vízi növényeken

Priestley kísérleteinek híre eljutott *Jan Ingenhousz* holland tudóshoz is, akinek hosszú évek munkájával sikerült felderítenie a jelenség okát. Nagyon alaposan megtervezett, többször megismételt és ellenőrzött kísérleteiben megállapította, hogy a növények napfény jelenlétében olyan gázt termelnek, amelyet az állatok felhasználnak a légzésük során. Azt is felfedezte, hogy sötétben a növények az állatokhoz hasonlóan olyan gázt adnak le, amely nem táplálja az égést, nem tisztítja, ellenkezőleg, elrontja a levegőt. Megfigyeléseiről így írt egy korai feljegyzésében: „A legtöbb levél buborékokat gyűjt össze a felületén, ha napsütésben, vagy nappal, szabad levegőn vízbe merítik. [...] Ezek a buborékok nem azért keletkeznek, mert a nap melege ritkítja a levelekre tapadó levegőt, hiszen sokfajta levél víz alá merítés után azonnal létrehozza ezeket, még akkor is, ha a víz nagyon hideg volt és a levelek napfénytől átmelegítve kerültek bele. Buborékok nem képződnek napnyugta után, legalábbis nem jelentős számban, azok azonban, amelyek már létrejöttek, nem zsugorodnak össze, vagy nem tűnnek el az éj hidegétől.”



Jan Ingenhousz (1730–1799)

A fény, az égés, és a gázok kapcsolata

Mindezek alapján Jan Ingenhouszt tartják számon mint a fotoszintézis felfedezőjét. Jan Ingenhousz később, amikor megismerte *Lavoisier* elméletét az égésről, felhasználta azt saját megfigyeléseinek értelmezéséhez. Megállapította, hogy az állatok és a növények fény hiányában elégetik a széntartalmú szerves anyagokat, szén-dioxidot képeznek. Az égéshez felhasználják a levegő oxigénjét. Fény jelenlétében a növények a levegő szén-dioxidjából a szén beépítik testükbe, az oxigént pedig leadják a levegőbe. Arra csak sokkal később derült fény, hogy a fotoszintézis során képződő oxigén nem a szén-dioxidból, hanem a vízből származik. A víz hidrogénatomjai pedig a szén-dioxid redukciójához, a szénhidrátok képződéséhez használnak fel.

A következő fejezetben újabb tudományágakkal ismerkedünk: a biokémiával és a sejtbiológiával. Áttekintjük a sejtekben lejátszódó anyagcsere-folyamatokat, többek között a biológiai oxidáció és a fotoszintézis folyamatát. Megismerkedünk azokkal a sejtalkotókkal, amelyekben ezek a folyamatok zajlanak. Visszatérünk arra, miért volt nagy jelentősége Szent-Györgyi Albert kutatásainak a biológiai oxidáció mechanizmusának felderítésében.



Oxigénbuborékok egy vízi-növény felszínén

Megtudhatod

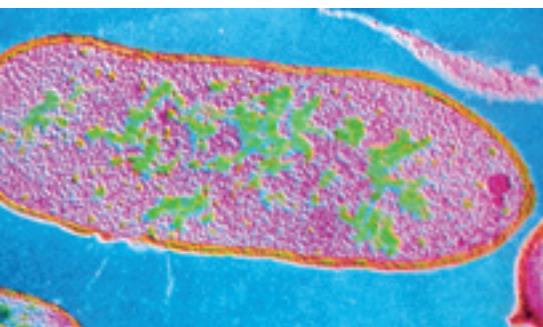
Miért nevezik a vizet az élet molekulájának?

1.

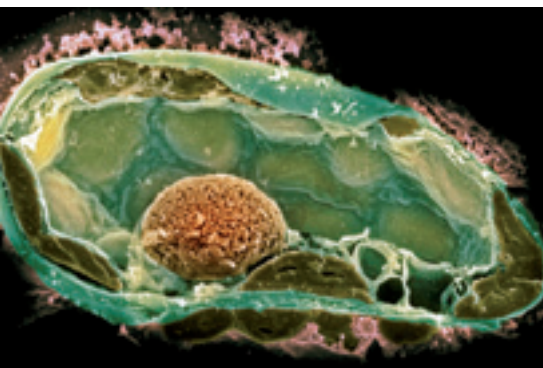
A sejtek szervesetlen anyagai



- Sejtfelépítés – rendszerezés
- Elemi összetétel
- A víz



1. Baktériumsejt. A színezett elektronmikroszkópos felvételen jól látható, hogy az örökítőanyagot (zöld) nem határolja maghártya



2. Eukarióta növényi sejt. A színezett elektronmikroszkópos felvételen megfigyelhető a sejtmag (narancs) és a sejtszervecskék (zöld szintestek)

Anyagcsere ■ Életjelenség, amely anyagfelvételből, annak átalakításából és anyagleadásból áll.

Szövet ■ Hasonló alakú és működésű sejtek csoportja a többsejtű élőlények szervezetében. A különféle szövetek között működésmegosztás valósul meg.

Hidrogénkötés ■ Másodrendű kémiai kötés, amelyet hidrogénatom létesít két másik atom között. Olyan részecskék között alakul ki, amelyek egyikében van nemkötő elektronpárral rendelkező, nagy elektronegativitású atom, másikában pedig pozitív polározottságú hidrogénatom.

Diffúzió ■ Anyagi részecskék hőmozgás következtében fellépő áramlása. A részecskék áramlása következtében a rendszerben csökken a koncentrációkülönbség, és ha a folyamatnak nincs akadálya, akkor a részecskék egyenletesen elkeverednek egymással.

Fajhő ■ egységnyi tömegű (1 kg, 1 g) anyag hőmérsékletének 1 °C-kal való növeléséhez szükséges hőmennyiség.

Ebben a fejezetben a sejtek felépítésével és működésével foglalkozunk. A **sejtek** az élő szervezeteknek azok a legkisebb felépítési és működési egységei, amelyek önállóan életjelenségeket – anyagcsere, ingerlékenység, növekedés, osztódás – mutatnak. Az élőlények életműködései kivétel nélkül a sejtek közreműködésével valósulnak meg. Ezért a sejtek szerkezetének, működésének megismerése elengedhetetlen a biológia mélyebb összefüggéseinek megértéséhez. A sejtek vizsgálatával több tudományág is foglalkozik. A sejtek szerkezetét, a sejtalkotók felépítését és működését a **sejtbiológia** (citológia) kutatja. Az anyagcsere-folyamatokkal, az élőlények anyagainak átalakulásával, a molekulák szintjén zajló eseményekkel a **biokémia**, illetve a **molekuláris biológia** foglalkozik.

Sejtfelépítés – rendszerezés

Korábban tanultuk már, hogy az élőlényeket sejteik felépítése szerint két nagy csoportra osztjuk. A **prokarióták** (sejtmagnélküliek) sejteiben nincs elkülönült sejtmag (1. ábra), míg az **eukarióta** (valódi sejtmagvas) sejtekben a mag anyagát hártja választja el a sejt plazmától (2. ábra). Prokarióta sejtek a baktériumok és a kékbaktériumok, eukarióták a növények, az állatok és a gombák.

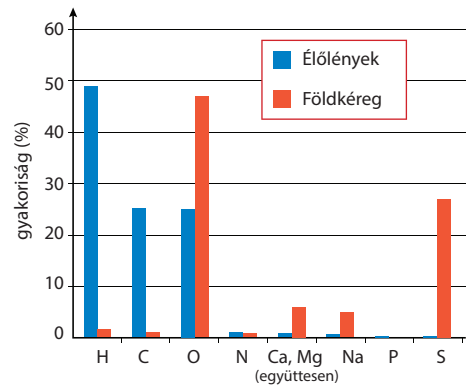
Az **egysejtűek** sejtje minden életműködés ellátására képes. A **többsejtűek** sejtjei már rendszerint eltérő felépítésűek, és közöttük működésmegosztás van. A fejlettebb eukarióta élőlényekben a hasonló alakú és működésű sejtek csoportokba, szövetekbe rendeződnek. A szövetszerű szerveződésű élőlények testében a szövetek, illetve a szövetekből felépülő szervek között valósul meg a működésmegosztás. A szövetszerű szerveződés kialakulása nagyon nagy előrelépést jelentett az élővilág evolúciójában, hiszen hatékonyabb anyagcserét, ezáltal a környezethez való sikeresebb alkalmazkodást tesz lehetővé.

A sejtek megismerését anyagi felépítésük áttekintésével kezdjük. Megismerkedünk elemi összetételükkel, legfontosabb szervetlen és szerves vegyületeikkel.

Elemi összetétel

Az élő szervezetek anyagai ugyanazokból a kémiai elemekből épülnek fel, amelyekből az élettelen anyagi világ. Jelentős különbség van azonban az alkotóelemek gyakoriságában (3. ábra). Azokat az elemeket, amelyek az élő szervezetek építőkövei, **biogén elemeknek** nevezzük. Az élő anyagban a következő elemek atomjai fordulnak elő a legnagyobb számban: hidrogén (H), szén (C), oxigén (O), nitrogén (N). Ezek adják az élő szervezetek tömegének 98-99%-át. Ez érthető, hiszen ezek az elemek az építőkövei a szerves anyagoknak, a hidrogén és az oxigén pedig a víznek is. A felsorolt elemek mellett aránylag nagy a foszfor, a kén, a kalcium, a magnézium, a vas, a nátrium, a kálium és a klór (4. ábra) gyakorisága.

A biogén elemek között vannak olyanok, amelyek nagyon csekély mennyiségben fordulnak elő a sejtekben, de jelenlétük nélkülözhetetlen a normális életműködésekhez, hiányuk az anyagcsere zavaraihoz vezet. Ezek a **nyomelemek**. Nyomelem többek között a kobalt, a cink és a jód is (5. ábra).



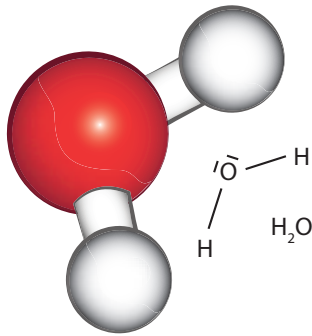
3. Egyes kémiai elemek %-os aránya az élő szervezetekben és a földkéregben. A gyakoriságot a vizsgált minta teljes atomszámának %-ában fejezték ki. Az élő szervezetekben előforduló atomok csaknem 50%-a hidrogén

Kémiai elem neve	Vegy-jele	Szerepe az élő szervezetekben
Foszfor	P	A nukleinsavak és az ATP fontos alkotóeleme; a csontok sejt közötti állományának egyik alkotórésze.
Kén	S	A fehérjék és egyes vitaminok egyik alkotóeleme.
Nátrium	Na	A sejtek közötti folyadékterek (pl. vérplazma) fontos ionja; többek között az ingerületi jelenségek kialakításában van szerepe.
Kálium	K	A sejten belüli folyadéktér fontos ionja; többek között az ingerületi jelenségek kialakításában van szerepe.
Klór	Cl	A sejtek közötti folyadékterek ionja; fontos az ingerületi jelenségek kialakításában.
Kalcium	Ca	A fogak és a csontok sejt közötti állományának alapvető alkotója; fontos szerepe van az izom-összehúzódásban és a vérárvadásban.
Magnézium	Mg	A fogak és a csontok sejt közötti állományában fordul elő; fontos az izom-összehúzódásban. A növényekben a zöld színanyag, a klorofill alkotórésze.
Vas	Fe	A hemoglobin és számos biológiai katalizátor, enzim (pl. a sejtlégzés és a fotoszintézis egyes enzimei) alkotója.

4. Egyes kémiai elemek szerepe az élő szervezetekben

Kémiai elem neve	Vegy-jele	Szerepe az élő szervezetekben
Kobalt	Co	A B-vitaminok alkotóeleme.
Cink	Zn	A nukleinsavak térszerkezetének alakításában van szerepe; egyes enzimek alkotórésze.
Jód	I	A pajzsmirigyben képződő hormon, a tiroxin alkotóeleme.
Fluor	F	A fogzománc alkotóeleme.
Króm	Cr	A szénhidrátok anyagcseréjében fontos nyomelem.
Réz	Cu	A vércépzésben és a sejtlégzésben fontos; egyes enzimek alkotórésze.
Mangán	Mn	Fontos a csontok fejlődésében; egyes enzimek alkotórésze.
Szelén	Se	A pajzsmirigy hormontermeléséhez alapvető; egyes enzimek alkotórésze.
Molibdén	Mo	Gátolja a fogszuvasodást; egyes enzimek alkotórésze.

5. Nyomelemek és szerepük az élő szervezetekben



6. A vízmolekula modellje. A vízmolekulák között hidrogénkötések alakulhatnak ki

Szövet, szervezet	Relatív víztartalom (%)
Vázizomszövet	80%
Porcszövet	70%
Csontszövet	40%
Zsírshízó	10%
Újszülött	80%
Felnőtt ember	55-60%
Idős ember	40-45%

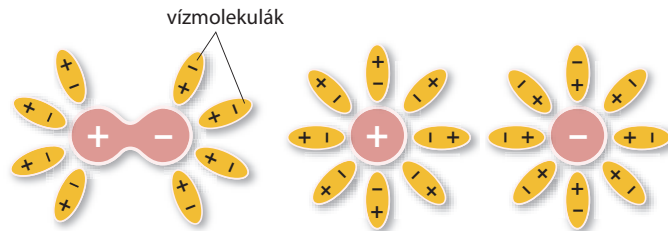
8. Az emberi test relatív víztartalma (a tömeg %-ában)

Keress rá! ■ cink-ujj fehérjék ■
cink és réz egyensúlya

Fogalmak ■ biogén elemek ■
nyomelemek

A víz

Az élő szervezetek vegyületei között legmagasabb a víz (H_2O) aránya, a sejtek tömegének átlagosan 65–75%-át adja. A sejteket felépítő anyagi rendszerekben a víz az **oldószer**. A hidrogénkötés kialakítására hajlamos poláris vízmolekulák (6. ábra) számos szerves és szervetlen vegyülettel képeznek oldatot. Ionok, illetve poláris molekulák vízben való oldódásakor a vízmolekulák elmentéses töltésű pólusukkal körülveszik az oldandó anyag részecskéit. Az oldott részecskék körül hidrátburok alakul ki (7. ábra). A vízben oldott ionok, molekulák diffúzióval mozognak, kölcsönhatásba, reakcióba lépnek egymással. A vizes közeg tehát a biokémiai átalakulások feltétele. A sejtek vízben nem oldódó anyagai ugyanakkor véglegesen vagy átmenetileg kiléphetnek az anyagcseréből, gondoljunk csak a raktározott tápanyagokra: a keményítőre és a zsírokra, vagy a növényi sejtekben kiválasztott kristályzárványokra!



7. A vízben oldott molekulák és ionok körül hidrátburok alakul ki

A víz nemcsak közege a sejtekben lejátszódó kémiai átalakulásoknak, hanem fontos **reakciópartner** is. Egyik kiindulási anyaga például a fotoszintézisnek, és terméke a sejtlégzésnek.

A víz fontos sajátossága az is, hogy nagy a fajhője, aminek köszönhetően a hőfelszabadító (exoterm) és a hőelnyelő (endoterm) átalakulások nem okoznak nagymértékű hőmérséklet-változást. A víznek tehát az élő szervezetekben is van **hőmérséklet-kiegyenlítő** szerepe.

Megtanultam?

A(z) **(1.)** az élő szervezeteknek az a legkisebb egysége, amely életjelenségeket mutat. Sejtfelepítés szerint az élőlényeket két nagy csoportba: a(z) **(2.)** és a(z) **(3.)** közé soroljuk. Testszerveződésüket tekintve az élőlények egy- és többsejtűek lehetnek. A fejlettebb többsejtű szervezetekben a meghatározott feladatok ellátására alkalmas sejtek csoportjai **(4.)** alkotnak. A(z) **(5.)** azok, amelyek atomjai részt vesznek a sejtek anyagainak felépítésében. Az élő anyagban a legmagasabb a(z) **(6.)**, **(7.)**, **(8.)** és a(z) **(9.)** atomok aránya. A sejtek vegyületei közül a legnagyobb a(z) **(10.)** mennyisége.

Kérdések, feladatok

- Csoportosítsd az élőlényeket sejtfelepítésük és testszerveződésük szerint!
- Határozd meg az alábbi fogalmakat:
 - sejt,
 - prokarióta,
 - eukarióta!
- Mit jelent a *biogén elem* kifejezés?
- A 3. ábráról leolvasható, hogy az élő szervezeteket alkotó atomok csaknem 50%-a hidrogén. Mi ennek a magyarázata?
- Foglald össze a víz szerepét az élő szervezetekben! Készíts felelettert!

Megtudhatod

A molekulák szintjén mivel magyarázható az élőlények sokfélesége?

2.

A sejtek szerves anyagai

Kolloid oldat ■ Olyan oldat, amelyben az oldott részecskék mérete 1–1000 nm közé esik.

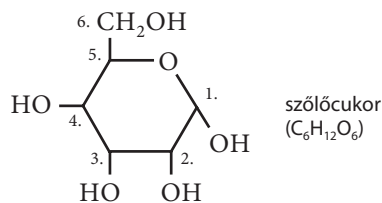
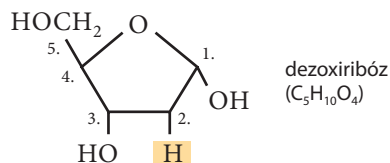
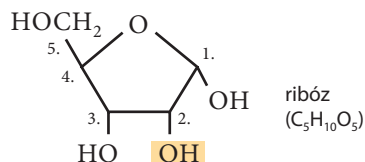
A szerves vegyületek a sejtek tömegének 20–25%-át adják. Az élő szervezetekben képződő széntartalmú anyagokat négy nagy csoportba soroljuk: a szénhidrátok, a lipidek (zsírszerű anyagok), a fehérjék és a nukleinsavak közé. Ebben a leckében áttekintjük a kémiaórákon már tanult ismereteket.

A szénhidrátok

A szénhidrátok döntő többségének felépítésében három elem, a C, a H és az O atomjai vesznek részt. Az **egyszerű szénhidrátok (monoszacharidok)** részecskéi egyetlen cukormolekulából állnak. Biológiai szempontból legjelentősebbek a hat szénatomos szőlőcukor (glükóz), valamint az öt szénatomos ribóz és dezoxiribóz (1. ábra).

Az **összetett szénhidrátok** kettő vagy több egyszerű cukormolekula összekapcsolódásával keletkeznek víz kilépése közben. A **diszacharidok**, például a répacukor (szacharóz), a malátacukor (maltóz) és a tejcukor (laktóz) két cukoregységből állnak. Az egyszerű szénhidrátok és a diszacharidok vízben jól oldódó, édes ízű vegyületek. A **poliszacharidok** több száz vagy több ezer cukormolekula összekapcsolódásával jönnek létre, vízben nem oldódnak. Egyes fajtáik raktározott tápanyagok, mások pedig a test szilárdításában fontos szerkezeti anyagok. A **keményítő** a növények raktározott tápanyaga, vízben oldhatatlan zárványokat alkot a sejtekben (2. ábra). A **glikogén** a gerinces állatok máj- és izomsejtjeiben raktározott poliszacharid. A **cellulóz** szálas, rostos szerkezetű, kémiailag nagyon ellenálló vegyület. A növények sejtfalának legfontosabb alkotórésze. A **kitin** nitrogéntartalmú poliszacharid. A cellulózhoz hasonlóan kevésbé reakcióképes. Egyes gerinctelen állatok, például az ízelt-

- A szénhidrátok
- A lipidek
- A fehérjék
- A nukleinsavak
- A szerves vegyületek jelentősége



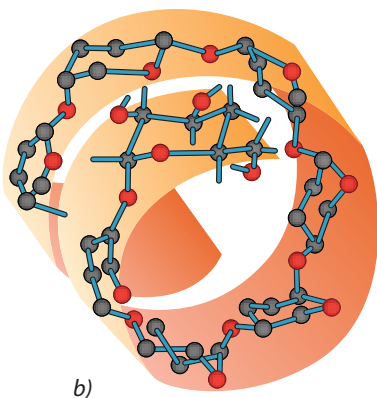
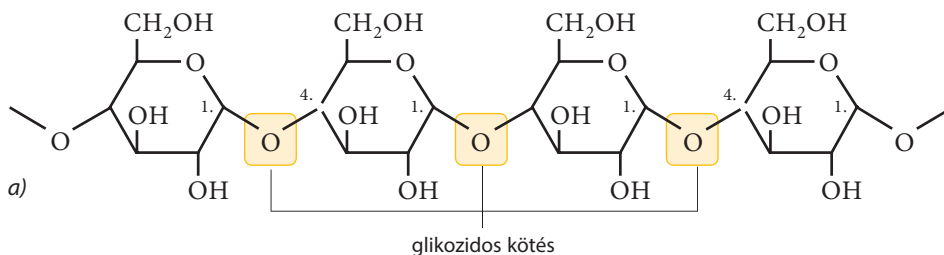
1. Néhány egyszerű szénhidrát összeg- és szerkezeti képlete

2. A keményítő szerkezete.

A keményítőmolekula több száz szőlőcukormolekula összekapcsolódásával jön létre (a).



A keményítőmolekulában a szőlőcukoregységek szabályos hélixet alkothatnak (b)



Kísérletezz!

A keményítő vizsgálata ■ 1 g keményítőt keverj 100 ml hideg vízhez. Figyeld meg, hogy a keményítő hideg vízben nem oldódik, a magára hagyott folyadékban a keményítő hamarosan leülepedik az edény aljára.

Egy másik edényben adj 1 g keményítőt 100 ml forró vízhez. Alaposan keverd meg az edény tartalmát. Figyeld meg, hogy a keményítő kismértékben feloldódik a forró vízben. Szűrd le az oldatot tölcser és szűrőpapír segítségével. A kihűlt, leszűrt oldattal töltsél meg 3/4 részéig egy kémcsövet.

Tartsd a kémcsövet a fény felé, figyeld meg opálos színét. A keményítő kolloid oldatot képez, az oldat opálos színét az adja, hogy a nagy fajlagos felületű kolloid részecskék szórják a rájuk eső fényt.

A kémcső tartalmához cseppents 2-3 csepp Lugol-oldatot (kálium-jodidos jódoldat). Figyeld meg a színváltozást!

Borszeszégő lángjánál melegítsd a kékeslila színű oldatot! Figyeld meg, mi történik!

Hűtsd le lassan az oldatot! Milyen változást tapasztalsz?

Az elvégzett kísérletekről készíts jegyzőkönyvet a füzetedbe! (Kísérletek rövid leírása, tapasztalatok és magyarázatok.)

Magyarázat: A keményítő- és a jód molekulák kölcsönhatásba lépnek egymással, kékeslila színű komplexet képeznek. Melegítés hatására megváltozik a keményítőmolekula térszerkezete, megszűnik a kölcsönhatás, emiatt az oldat elszíntelenedik. Ha az oldatot lehűtjük, a keményítő hélix szerkezete visszarendeződik, ismét kialakul a kölcsönhatás a keményítő- és a jód molekulák között.

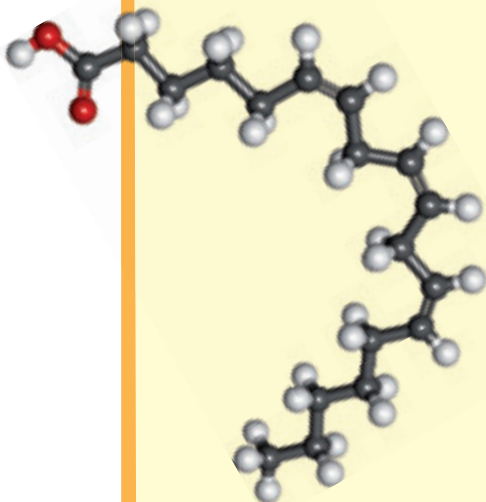


Keményítő és jód reakciója

Olvasmány

Linolénsav

■ A linolénsav a többszörösen telítetlen zsírsavak közé tartozik, molekulája 3 kettős kötést tartalmaz. Esszenciális zsírsav, ami azt jelenti, hogy az emberi szervezet sejtjei nem képesek előállítani, ezért csak a táplálékkal juthatunk hozzá. Olajos növényi magvakban (len, mák, szója, kivi, dió, tök) fordul elő a neutrális zsírok alkotórészeként. Fontos szerepe van a sejtanyagcsere-folyamatok szabályozásában, a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében.



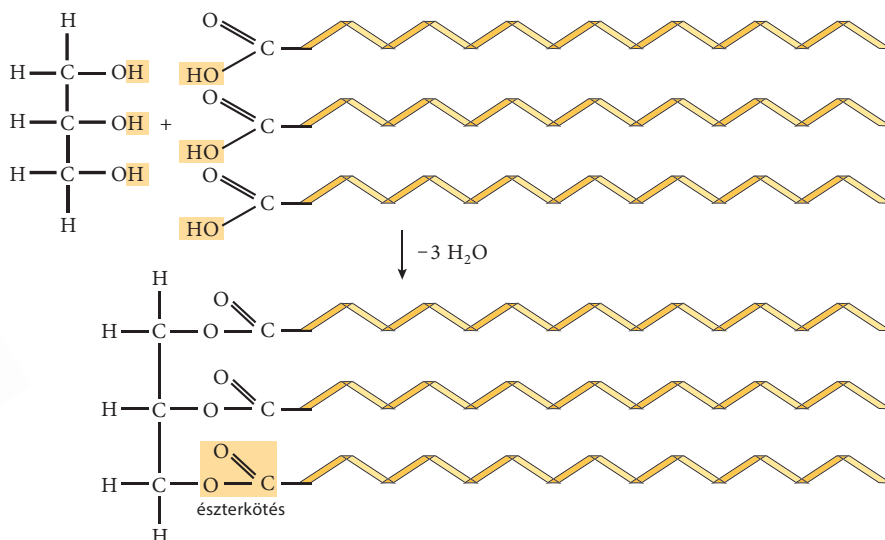
A linolénsav modellje

lábúak vázának szilárdítóanyaga, de a gombák sejtfalának is jellemző alkotója. A szénhidrátok elsősorban energiaszolgáltató tápanyagok. A cellulóz és a kitin szerkezeti anyag, molekuláik lebontására a legtöbb élőlény nem képes.

A lipidek

A **lipidek**, más szóval zsírszerű anyagok az élő szervezetek változatos szerkezetű szerves vegyületei. Közös sajátosságuk, hogy oldódnak apoláris oldószerekben, például benzinben, éterben.

A **neutrális zsírok**, köznapi nevükön zsírok vagy olajok egy háromértékű alkohol, a glicerín és nagy szénatomszámú zsírsavak (pl. palmitinsav, sztearinsav, olajsav) összekapcsolódásával képződnek (3. ábra). A zsírsavak egy része (pl. palmitinsav, sztearinsav) telített, azaz nem tartalmaz kettős kötést a szén-

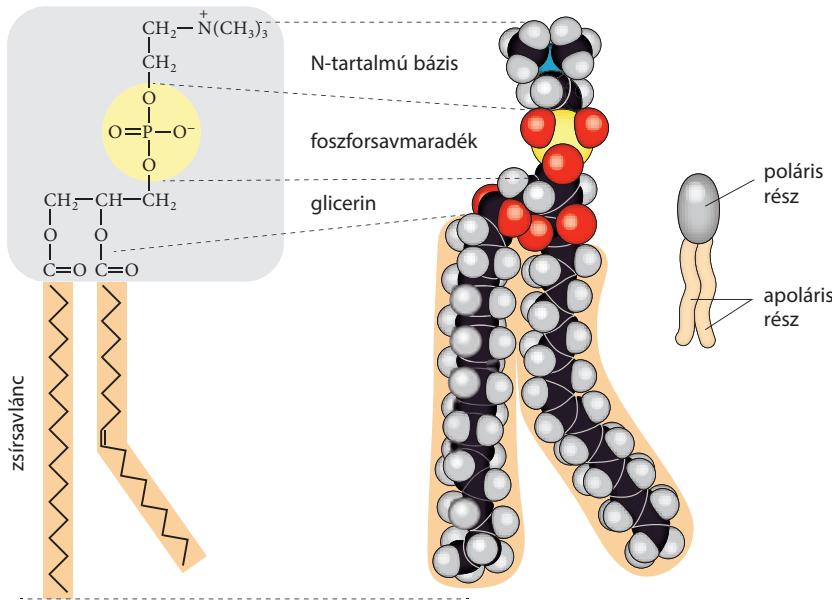


3. A neutrális zsírokban glicerín és 3 zsírsav (példánkban palmitinsav: $C_{15}H_{31}-COOH$) kapcsolódik észterkötéssel. A zsírsavak hosszú láncai apoláris jellegűek

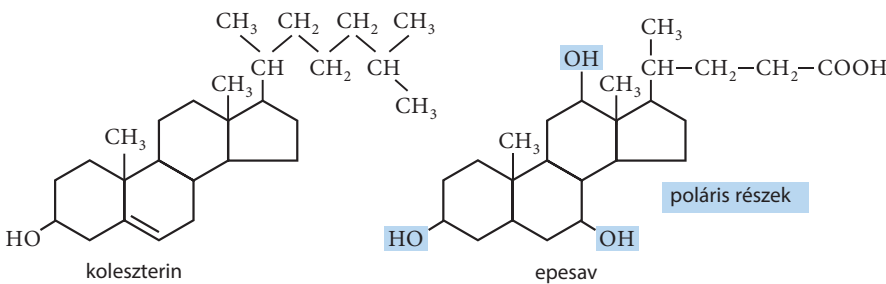
láncaiban. Más zsírsavak telítetlenek (pl. olajsav), ezek szénláncában egy vagy több kettős kötés van. A neutrális zsírok csak apoláris oldószerekben oldódnak, vízben nem. A zsírok szobahőmérsékleten szilárd, az olajok folyékony halmazállapotúak. A zsírok többnyire állati eredetűek, és sok telített zsírsavat tartalmaznak. Az olajok növényi eredetűek, és telítetlen zsírsavakban gazdagok. Raktározott tápanyagok, az állati szervezetekben a zsírszövet sejteiben halmozódnak fel nagyobb mennyiségben. Szerepük van továbbá a hőszigetelésben, a mechanikai védelemben és a zsírban oldódó vitaminok raktározásában.

A **foszfolipidek** (foszfatidok) molekuláiban a glicerinnel két zsírsavmolekula és egy foszforsav kapcsolódik. A foszforsavmaradékhoz még egy erősen poláris, nitrogéntartalmú szerves molekularészlet is csatlakozik (4. ábra). A foszfatidmolekula zsírsavakat tartalmazó része apoláris, többi része pedig poláris jellegű. A foszfolipidek tehát kettős oldódásúak, azaz apoláris és poláris oldószerekben is oldódnak. E tulajdonságuknak köszönhetően a sejtek és a sejtalkotók határolóhártyáinak, a biológiai membránoknak a kialakításában vesznek részt (5. ábra).

A **szteroidok** közös tulajdonsága, hogy molekulájukban jellegzetes gyűrűs szerkezet, szteránváz található. Attól függően, hogy a szteránvázhoz milyen oldalláncok kapcsolódnak, lehetnek apolárisak vagy kettős oldódásúak. A koleszterin például a biológiai membránok apoláris oldódású alkotórésze, míg a zsírok emésztésében fontos epesavak kettős oldódásúak (6. ábra). A szteroidok között vannak hormonok (pl. ivari hormonok) és vitaminok is (pl. D-vitamin).



4. A foszfolipidek szerkezete

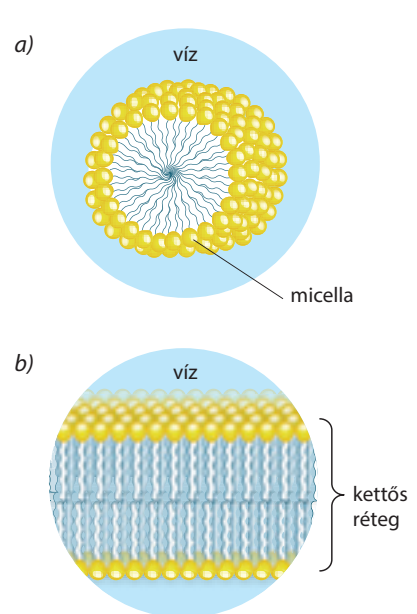


6. A koleszterin és egy epesav. ■ Figyeld meg, hogy a koleszterinmolekulában csak apoláris, míg az epesav-molekulában poláris molekularészletek is vannak!

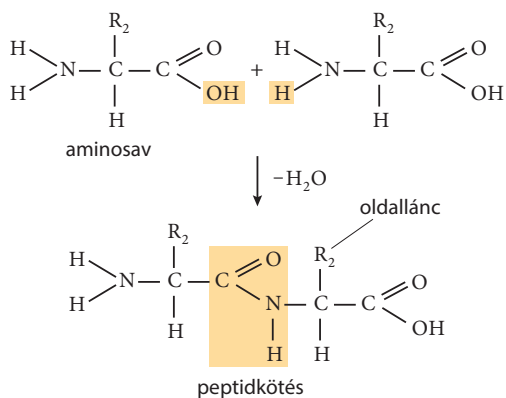
Olvasmány

Karotinoi-

dok ■ A karotinoidek színes vegyületek, molekuláikban *konjugált kettős kötések* találhatóak, emiatt fény hatására könnyen gerjesztődnek. E tulajdonságuknak köszönhetően töltönek be fontos szerepet a fotoszintézisben és a látásban. A vörös és a narancssárga növényi részekben, vízben oldhatatlan kristályzárnyokban raktározódnak is (pl. sárgarépa, sütőtök, sárgabarack, narancs).



5. A foszfolipidek oldódása. a) A foszfolipidek vizes oldatban koloid méretű részecskéket, micellákat alkotnak. Figyeld meg a micellákban a molekulák elhelyezkedését! b) Rázás hatására a foszfolipidmolekulák kettős rétegbe rendeződnek, határoló felületet hoznak létre



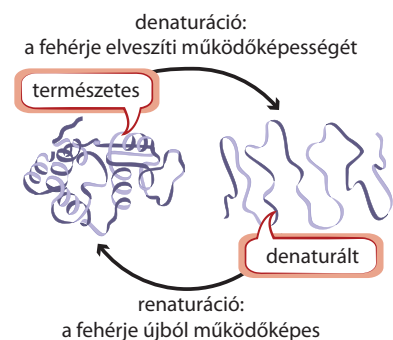
7. A peptidkötés kialakulása.

Az aminosavak közötti különbséget az oldallánc jelenti, amely lehet poláris és apoláris



8. Fibrillaris fehérje szerkezete.

A fibroin szál, rostos szerkezetű. Az elektronmikroszkópos felvételen a pók szövőszemölcsében képződő selyemszálak láthatók



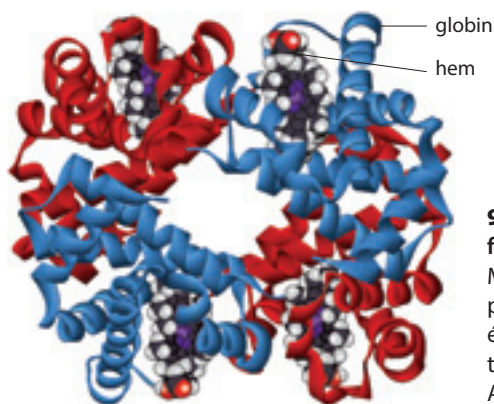
10. A fehérjék denaturációja. A denaturáció során a fehérje elveszíti működőképes konformációját. A renaturáció során visszanyeri azt

A **karotinoidok** színes vegyületek. Vannak köztük növényi színyanyagok, amelyek képesek elnyelni a fényenergiát, így nagyon fontosak a fotoszintézisben. A karotinoidok közé tartozik az A-vitamin is, ami kulcsfontosságú a látásban.

A fehérjék

A fehérjék C-, H-, O-, N- és S-tartalmú vegyületek. Felépítésükben 20-féle **aminosav** vesz részt, amelyek peptidkötéssel kapcsolódnak egymáshoz (7. ábra). A fehérjemolekulákban sok, legalább 50–60, legtöbbször 150–200 aminosav kapcsolódik össze egyetlen polipeptidlánccá. A fehérjék tehát makromolekulák. Az **egyszerű fehérjéket** csak aminosavak építik fel, míg az **összetett fehérjékben** a polipeptidlánchoz más, nem fehérjetermészetű rész is kapcsolódik (pl. a hemoglobinban egy vastartalmú molekularészlet).

Egy polipeptidlánc sajátosságait, térbeli szerkezetét az határozza meg, hogy a felépítésében részt vevő aminosavak milyen sorrendben kapcsolódnak egymáshoz. Ezért az aminosavak kapcsolódási sorrendjét a fehérjék elsődleges szerkezetének is nevezzük. Ahhoz azonban, hogy a fehérje el tudja látni feladatát, megfelelő térszerkezetet kell felvennie. A fehérjék konformációja a feltekeredésnek is nevezett folyamatban alakul ki. A fehérjék térszerkezetük alapján végső soron két nagy csoportba sorolhatók. A **fibrillaris fehérjék** szál, rostos szerkezetűek, vízben nem oldódnak. Szerkezeti anyagok, mint például a szaru anyagát adó keratin, amely a szőrök, tollak, karmok stb. alkotója (8. ábra). A **globuláris fehérjék** általában vízben jól oldódnak, gombolyagszerű molekulák (9. ábra). Méretüknél fogva kolloid oldatot képeznek. Vizes közegben a mole-



9. A hemoglobin globuláris fehérje.

4 alegységből áll. Mindegyik alegysége egy polipeptidlánccból (globin) és egy vastartalmú, nem fehérjetermészetű részből (hem) áll. A hemoglobin tehát összetett fehérje

Kísérletezz!

A fehérjék vizsgálata ■ Készíts tojásfehérjéből oldatot! 1 tojás fehérjéjét tedd mérőhengerbe, és hígítsd fel az eredeti térfogat 10-szeresére desztillált vízzel. Keverd össze alaposan az oldatot, majd szűrd le.

Figyeld meg a fehérjeoldat opálos színét! Az oldatok melyik típusára jellemző ez a sajátosság?

A leszűrt oldattal tölts meg félig öt kémcsövet. Az elsőhöz adj 20%-os étel-ecetet, a másodikhoz 20%-os NaOH-oldatot, a harmadikhoz 95%-os etil-alkoholt, a negyedikhez 1%-os réz-szulfát-oldatot, az ötödiket pedig óvatosan melegítsd borszeszégő lángjánál addig, amíg látható változást nem tapasztalsz.

A kísérletről készíts jegyzőkönyvet! (Kísérletek leírása, tapasztalatok és magyarázatok.)

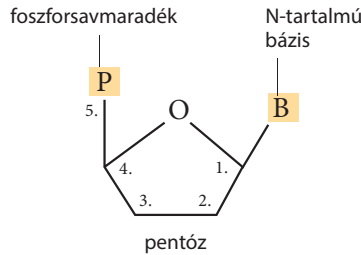
kulák felszínére az aminosavak poláris, belsejébe pedig főképp apoláris oldal-láncai kerülnek. Többségük a sejtekben lejátszódó kémiai átalakulásokat irányító katalizátor, más szóval **enzim**. Térszerkezetük környezeti hatásokra, például a hőmérséklet vagy a kémhatás változására könnyen módosul. A **denaturáció** során a fehérje elveszti működőképes térszerkezetét. Ez gyakran együtt jár azzal, hogy a fehérje **kicsapódik** az oldatából (koaguláció). Egyes hatások visszafordítható változást okoznak, míg mások visszafordíthatatlant (10. ábra).

A nukleinsavak

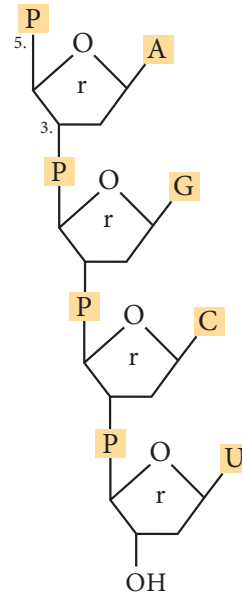
A nukleinsavak a sejtek információtároló és -közvetítő vegyületei, kémiai szerkezetüket tekintve **polinukleotidok**. Felépítőegységeik, a nukleotidok egy öt szénatomos cukorból, egy foszforsavból és egy nitrogéntartalmú szerves bázisból képződnek (11. ábra).

A **ribonukleinsavakat** (RNS) felépítő nukleotidokban az öt szénatomos cukor a ribóz, amelyhez **adenin** (A), **guanin** (G), **citozin** (C) vagy **uracil** (U) nevű szerves bázis kapcsolódhat. A ribonukleinsavak molekuláiban a nukleotid-egységek egyetlen polinukleotid-láncá kapcsolódnak össze. Az RNS-molekulák közötti különbséget a nukleotidok kapcsolódási sorrendje, más szóval a bázissorrend jelenti (12. ábra). A szabadon álló bázisok miatt az RNS-molekulák meglehetősen reakcióképesek, kémiai szerkezetük könnyen módosul.

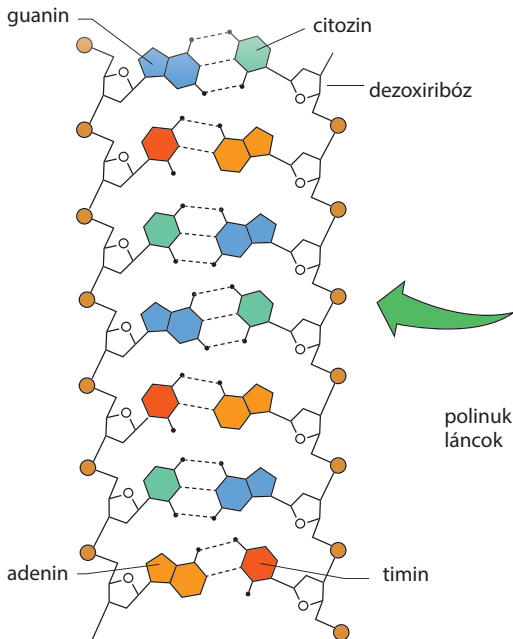
A **dezoxiribonukleinsav** (DNS) nukleotidjaiban az öt szénatomos cukor a dezoxiribóz. A szerves bázisok közül hiányzik az uracil, helyette egy hasonló méretű bázis, a **timin** (T) fordul elő. A DNS-molekulák két polinukleotid-láncból állnak, amelyek egymás körül feltekeredve jellegzetes **kettőshélix**-



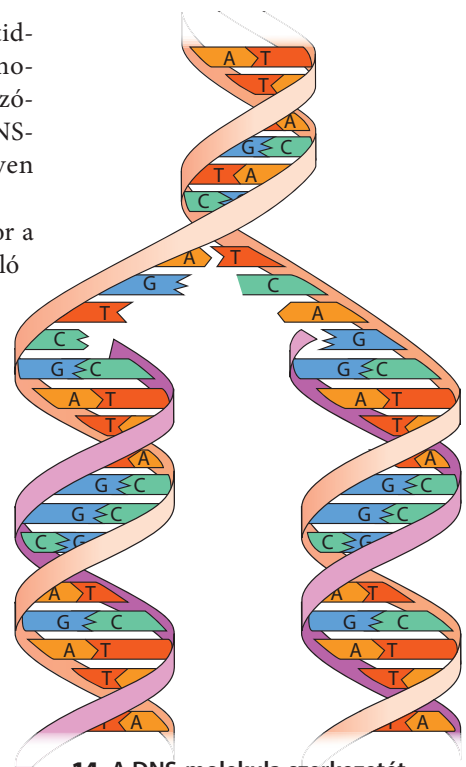
11. A nukleotidok szerkezete



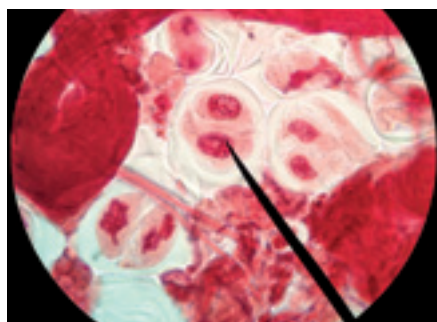
12. Az RNS polinukleotid-lánca



13. A DNS szerkezete



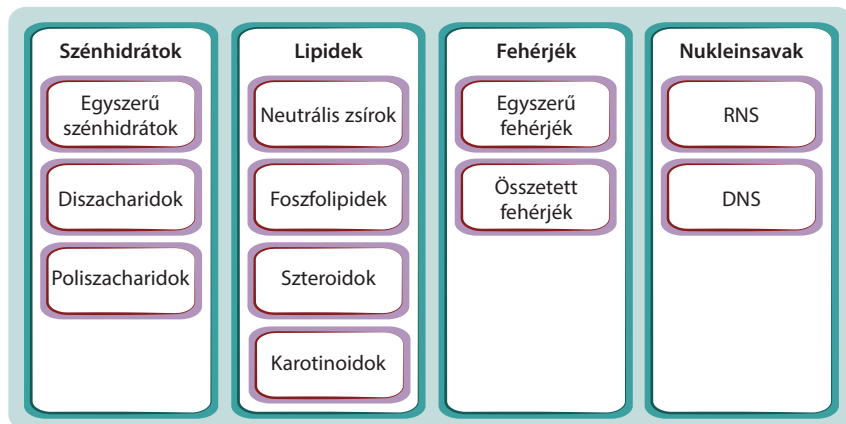
14. A DNS-molekula szerkezetét a bázissorrend határozza meg. A két polinukleotid-lánc bázispárok-kal kapcsolódik. A szabályos kettős hélixben adeninnel (A) szemben mindig timin (T), a guaninnal (G) szemben mindig citozin (C) áll. Ezért ha egy DNS-molekula egyik láncát a bázispárok-képzés szabályainak megfelelően kiegészítjük egy másik láncsal, akkor az egyik szál bázissorrendje egyértelműen meghatározza a másik szál bázissorrendjét



15. Osztódó sejtek. Az osztódás előtt megkettőződött DNS megoszlik az utódsejtek között

szerkezetet alkotnak (13–14. ábra). A kettős hélixben a két polinukleotid-lánc távolsága állandó, és a szerves bázisok a hélix belsejében rejtőznek. A két láncot a bázisok között kialakuló hidrogénkötések tartják össze. A kettőshélix-szerkezetnek köszönhetően a DNS kevéssé reakcióképes vegyület. Így kémiai összetétele a sejt élete során szinte alig változik. Ez összhangban van szerepével, vagyis azzal, hogy tárolja, megőrzi a sejtek működésére vonatkozó információkat. Ugyanakkor szerkezete magában rejtja a megkettőződés lehetőségét, és ezzel az információ átadását, átörökítését egyik sejtől a másikra a sejtosztódás során (15. ábra). A DNS információátörölés és -átadás szerepével a következő tanévben foglalkozunk részletesebben.

A szerves vegyületek jelentősége



A szénhidrátok és a lipidek elsősorban energiaszolgáltatók. Kevéssé változatos szerkezetűek, felépítésük a legtöbb élőlény sejtjeiben nagyon hasonló. A fehérjék és a nukleinsavak a sejtek anyagcsere-folyamatait irányítják (16. ábra). Molekuláik előfordulása és szerkezete fajra, egyedre, ezen belül pedig szövetre, sejttípusra is jellemző lehet, vagyis **fajlagos**, idegen szóval **specifikus**.

16. Az élő szervezetek szerves anyagainak csoportosítása

Fogalmak ■ egyszerű és összetett szénhidrátok ■ neutrális zsírok ■ foszfolipidek ■ szteroidok ■ egyszerű és összetett fehérjék ■ fibrilláris és globuláris fehérjék ■ nukleinsavak ■ RNS ■ DNS ■ kettős hélix

Megtanultam?

A sejteket alkotó szerves vegyületek közül a(z) **..(1)..** és a(z) **..(2)..** elsősorban energiaszolgáltatók és -raktározók. A(z) **..(3)..** és a(z) **..(4)..** pedig az anyagcsere-folyamatok irányításában vesznek részt. Az utóbbi molekulák felépítése fajra, sőt egyedre is jellemző lehet, vagyis ezek az anyagok **..(5)..** szerkezetűek.

Kérdések, feladatok

- Készíts felelettert a szénhidrátokról (szerkezeti felépítés, csoportosítás, fizikai és kémiai tulajdonságok, biológiai szerep)!
- A keményítő a növényi sejtekben tartalék tápanyag. Miért nem alkalmas erre a feladatra a glükóz?
- Adj magyarázatot a neutrális zsírok és a foszfolipidek eltérő oldhatóságára!
- Milyen módon oldódhatnak a foszfolipidek vízben? Készíts rajzot, és fűzz magyarázatot a molekulák elrendeződéséhez!
- Milyen módon oldódhatnak a foszfolipidek étolajban? Készíts rajzot, és fűzz magyarázatot a molekulák elrendeződéséhez!
- Készíts felelettert a fehérjékről (felépítés, csoportosítás, biológiai szerep)!
- Magas hőmérsékleten a fehérjék kicsapódnak az oldatból. Miért?
- A DNS egyik szálán a bázisok sorrendje: AATTGCAGGC. Hogyan alakul a másik szál bázissorrendje? Miért?
- Miért reakcióképesebb az RNS a DNS-nél?
- Foglald össze, hogy miért alkalmas a DNS kettőshélix-szerkezete információátörölésre és -átadásra!
- Miért veszélyes a 40 °C feletti láz?

Megtudhatod

Érdeemes enzimatartalmú mosóport használni 90 °C-os programhoz?

3.

A sejtanyagcsere jellegzetességei

Aktiválási energia ■ Az az energiatöbblet, amelynek köszönhetően a részecskék átalakulásra képesek aktív állapotba jutni.

Katalizátor ■ Olyan anyag, amely növeli a kémiai átalakulások sebességét anélkül, hogy a folyamat következtében maradandóan megváltozna. Hatása rendszerint azzal magyarázható, hogy kisebb aktiválási energiájú reakcióutat nyit meg.

Anyagcseréjük során a sejtek anyagokat vesznek fel, és adnak le. Az anyagokat átalakítják: felépítik saját anyagaikat, a szerves anyagok lebontása során pedig energiát nyernek életműködésükhez. A sejtanyagcsere-folyamatok szabályozott rendben zajló kémiai, más szóval **biokémiai átalakulások**, amelyekre érvényesek az élettelen világ alapvető törvényszerűségei, köztük az energiamegmaradás és az energiaminimumra törekvés elve.

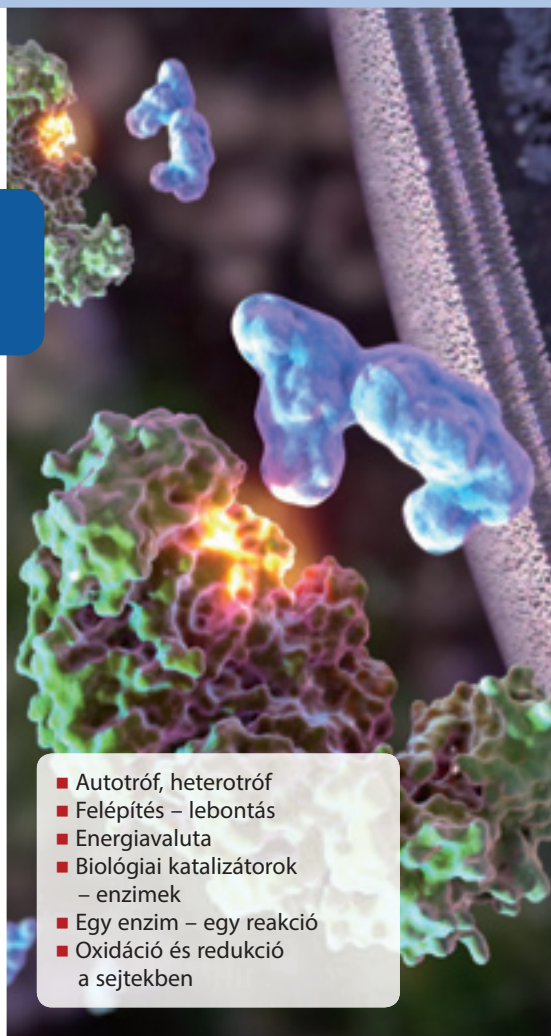
Autotróf, heterotróf

Korábbi tanulmányainkból már tudjuk, hogy anyagcseréjük alapján az élőlényeket két nagy csoportra osztjuk. Az **autotróf szervezetek** valamilyen külső energia felhasználásával, a környezetből felvett egyszerű szerves anyagokból, szén-dioxidból és vízből állítják elő a számukra szükséges nagy energiátartalmú szerves vegyületeket. Ezekből építik fel testüket, lebontásukból pedig energiát nyernek életműködésükhez. Az autotróf anyagcserének két típusát ismerjük: a **fotoszintetizáló** a napfény energiáját használják, a **kemoszintetizáló** pedig a környezetükben található szerves anyagok (pl. ammónia) oxidációjából nyernek energiát a szén-dioxid megkötéséhez és szerves anyagokká való átalakításához. A **heterotróf szervezetek** más élőlények által előállított, kész szerves anyagokat vesznek fel környezetükből, és azokat alakítják át saját anyagaikká, illetve kémiai energiává a lebontó folyamatokban.

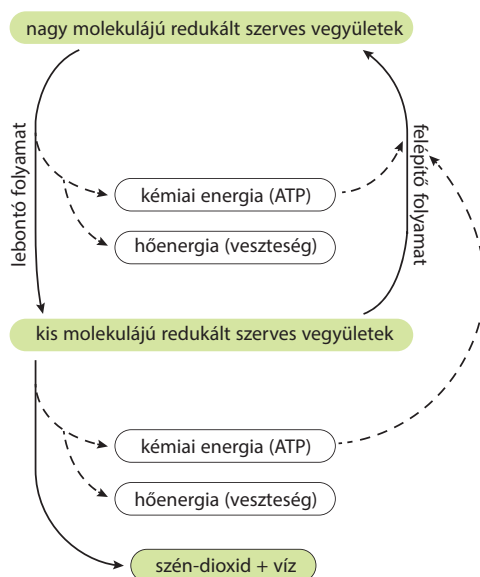
Felépítés – lebontás

A sejtekben zajló biokémiai átalakulásokat alapvetően két nagy csoportra osztjuk (1. ábra). A **felépítő folyamatokban** a kiindulási anyagokból nagyobb molekulájú, nagyobb energiátartalmú szerves vegyületek képződnek. Éppen ezért ezek az átalakulások **energiafelhasználással járnak**. Felépítő anyagcsere-folyamat például a fotoszintézis, melynek során a szén-dioxidból és vízből szőlőcukor és oxigén képződik. Felépítő folyamat a monomerek polimerré kapcsolódása is, például a glükóz → keményítő átalakulás.

A **lebontó folyamatok** során a szerves vegyületek oxidálódnak, és kisebb molekulájú anyagokká alakulnak át. A lebontó folyamatok emiatt **energiafelszabadulással járnak**. A lebontásra kerülő anyagok energiátartalmának egy része hőenergiává, másik része kémiai energiává alakul. A kémiai energia energiátartalomról a lebontó folyamatok során a lebontó folyamatok



- Autotróf, heterotróf
- Felépítés – lebontás
- Energiavaluta
- Biológiai katalizátorok – enzimek
- Egy enzim – egy reakció
- Oxidáció és redukció a sejtekben



1. A lebontó és a felépítő folyamatok energetikai kapcsolata heterotróf sejtekben

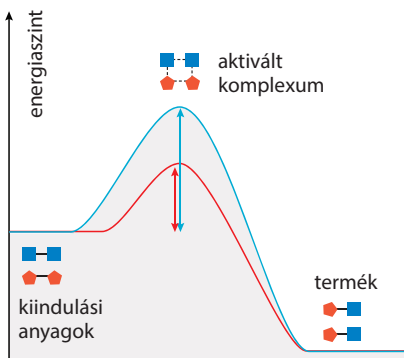
2. Az ATP szerkezete és átalakulásai.

Az ATP harmadik foszfátcsoportjának hidrolízisével ADP (adenozin-difoszfát) és foszforsav keletkezik. Az ellentétes irányú, energiaigényes folyamatban ADP-ből és foszforsavból ATP képződik. (P = foszforsavmaradék; r = ribóz; A = adenin; piros hullámvonal = nagy energiájú kötés)

Olvasmány

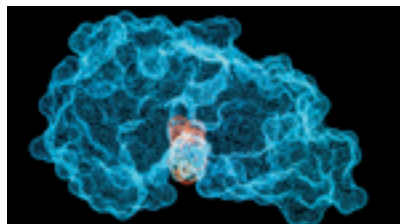
Fototróf –

kemotróf ■ Az élőlényeket aszerint is csoportosítják, hogy milyen energiaforrást hasznosítanak anyagcseréjük során. Ennek megfelelően megkülönböztetünk fényenergiát hasznosító, azaz fototróf szervezeteket, illetve kémiai energiát hasznosító, azaz kemotróf szervezeteket. Fototróf élőlények a fotoszintetizálók, míg kemotrófok a kemoszintetizálók és a heterotróf szervezetek. Ez utóbbiak ugyanis energiaszükségletüket szerves anyagok lebontásával, oxidációjával nyerik.

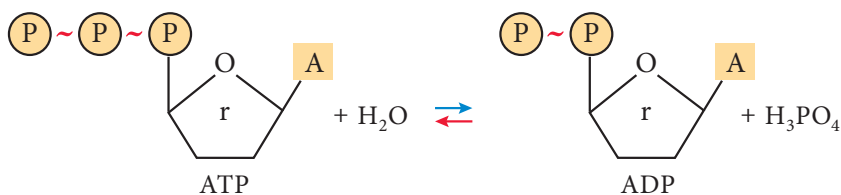


— aktiválási energia katalizátorral
— aktiválási energia katalizátor nélkül

3. Az aktiválási energia katalizátor nélkül és katalizátorral. Az enzimek csökkentik az átalakuláshoz szükséges aktiválási energiát



4. Enzim molekula számítógépes modellje. A modellen jól látható az enzim aktív centrumához kötődő kiindulási anyag



szórán felszabaduló hőenergia nem hasznosítható az életműködésekhez, például a felépítő folyamatokhoz vagy a mozgáshoz, de a kémiai kötésekben tárolt energia igen. A lebontó folyamatokban felszabaduló hőenergia ugyanakkor fontos a megfelelő testhőmérséklet kialakításában. Lebontó anyagcsere-folyamat például a szőlőcukor átalakítása szén-dioxiddá és vízzé a sejtlégzés során.

Energiavaluta

A felépítéshez szükséges, kémiai kötésekben raktározott energiát legtöbbször a lebontó folyamatok szolgáltatják. A felépítő és a lebontó folyamatok közötti energiaátvitel az esetek döntő többségében egy nagy energiatartalmú vegyület, az **adenozin-trifoszfát** (ATP) közvetítésével valósul meg. Az ATP nukleotid típusú vegyület, amelyben három foszforsavmaradék található (2. ábra). A foszforsavmaradékok közötti kötések tárolják a kémiai energiát. Ezen kötések hidrolízise jelentős mennyiségű, több mint 30 kJ/mol energia felszabadulásával jár. A lebontó folyamatok során a vegyületek energiatartalmának egy része ATP képzésére fordítódik. Az energiaigényes folyamatokhoz pedig az ATP hidrolízise szolgáltatja az energiát (1. ábra).

Biológiai katalizátorok – enzimek

Az élő szervezetek energiaigényének jelentős részét a szőlőcukor bontása fedezi. Mégis évekig eláll egy papírzacskóban anélkül, hogy lebomlana, pedig érintkezik a levegő oxigénjével. Szobahőmérsékleten a szőlőcukor-molekulák nem rendelkeznek az átalakuláshoz szükséges energiátöbblettel, nincsenek aktivált állapotban.

Az átalakulás sebességét növelhetjük a hőmérséklet emelésével vagy katalizátor alkalmazásával. Magasabb hőmérsékleten a molekulák nagyobb hányada rendelkezik az átalakuláshoz szükséges energiátöbblettel, az **aktiválási energiával**. A katalizátorok azáltal növelik az átalakulás sebességét, hogy olyan reakcióutat nyitnak meg, amelynek kisebb az aktiválási energiája (3. ábra). A biokémiai reakciókat fehérjemolekulák, **enzimek** katalizálják. Az enzimeknek köszönhetően az anyagcsere-folyamatok viszonylag nagy sebességgel játszódnak le a sejtekben uralkodó hőmérsékleten, és közreműködésükkel gyorsan átalakulnak az egyébként stabil szerves molekulák is.

Egy enzim – egy reakció

Az enzimek másik fontos sajátossága, hogy **fajlagosak**. Ez azt jelenti, hogy az egyes biokémiai átalakulásokat más-más enzimek katalizálják. Ez az egyik alapfeltétele a sejtekben lejátszódó anyagcsere-folyamatok rendezettségének. De mivel magyarázható az enzimek fajlagossága? A kiindulási anyagok kémiai átalakulást eredményező kötődése az enzimek egy jellegzetes térszerkezetű részében, az **aktív centrumban** történik (4. ábra). Az enzim aktív centrumához csak megfelelő térszerkezetű molekulák kapcsolódhatnak (5. ábra). Az aktív centrumhoz kötődő kiindulási anyagok reakcióba lépnek egymással, átalakul-

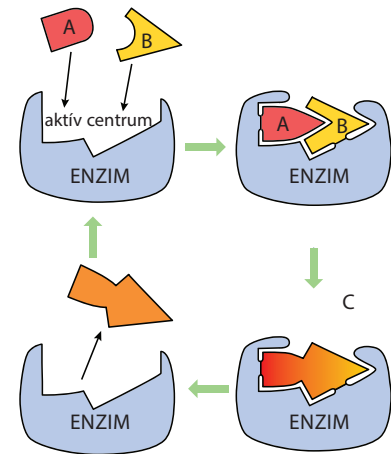
nak termékké. A reakció végén a termékek leválnak az enzimről, mert térszerkezetük már nem illeszkedik az aktív centrumához. A termékek leválása után az enzim újabb kiindulási anyagokat köthet meg, újabb átalakulást katalizálhat.

Az enzimreakciók mechanizmusa alapján érthető, miért reagálnak a sejtek olyan érzékenyen bizonyos hatásokra, például a hőmérséklet vagy a kémhatás megváltozására. Minden olyan hatás, amely módosítja az enzimfehérjék térszerkezetét, megváltoztatja az enzimek működését és ezzel a sejt anyagcseréjét. Az aktívcentrum-elméletet igazolja az a megfigyelés, hogy az enzimek működése gátolható a kiindulási anyagokhoz hasonló molekulaszerkezetű anyagokkal.

Oxidáció és redukció a sejtekben

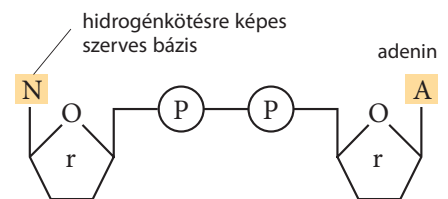
Számos enzim működéséhez ún. **koenzim** is szükséges. A koenzimek olyan molekulák, amelyek lazán kötődnek az enzimhez, és a kiindulási anyagokkal együtt kémiai változáson mennek keresztül (6. ábra). Koenzimek vesznek részt többek között a hidrogénátvitellel járó redoxireakciókban. A szerves molekulák szénatomjai hidrogénfelvétellel redukálódnak, hidrogénleadással oxidálódnak.

A NAD koenzim például számos olyan enzimhez kötődik, amelyik a lebontó folyamatokban redoxiátalakulást katalizál. A NAD egyes reakciók során hidrogént vesz át a kiindulási anyagtól. A kiindulási anyag ezzel oxidált, a NAD koenzim pedig redukált állapotba kerül (6. ábra). Más kémiai átalakulások során viszont a redukált NAD (amelyet NADH_2 -vel jelölünk) egy újabb enzim közreműködésével átadja hidrogénjét egy szerves molekulának, amely ezáltal redukálódik. Így a NAD tulajdonképpen hidrogénszállító koenzimnek tekinthető.



5. Az enzimreakciók mechanizmusa.

Az enzim aktív centrumában megkötődnek a kiindulási anyagok (A és B), és átalakulnak termékké (C). A termék eltérő térszerkezete miatt leválik az enzimről.



6. A NAD szerepe a hidrogénátvitelen.

A NAD koenzim nukleotid típusú vegyület. A reakció kiindulási anyaga 2 hidrogénatom leadásával oxidálódik. A koenzim hidrogénfelvétellel redukálódik. (r = ribóz; P = foszfátcsoport)

Megtanultam?

A sejtekben zajló **(1.)** átalakulásokat két nagy csoportra osztjuk. A(z) **(2.)** során nagy energiatartalmú szerves vegyületek **(3.)**, **(4.)** molekulájú anyagokká alakulnak át. A(z) **(2.)** energiafelszabadulással járnak. Kiindulási anyagaik energiatartalmának egy része **(5.)** alakul, más része kémiai kötésekben raktározódik. A(z) **(2.)** során legnagyobb mennyiségben képződő energiatároló vegyület a(z) **(6.)**. A(z) **(7.)** során nagyobb molekulájú szerves anyagok képződnek. Ilyen átalakulás közben az anyagok gyakran redukálódnak. Mindezek miatt a(z) **(7.)** energiaigényesek. Az átalakulás energiaigényét a(z) **(6.)** hidrolízise fedezi.

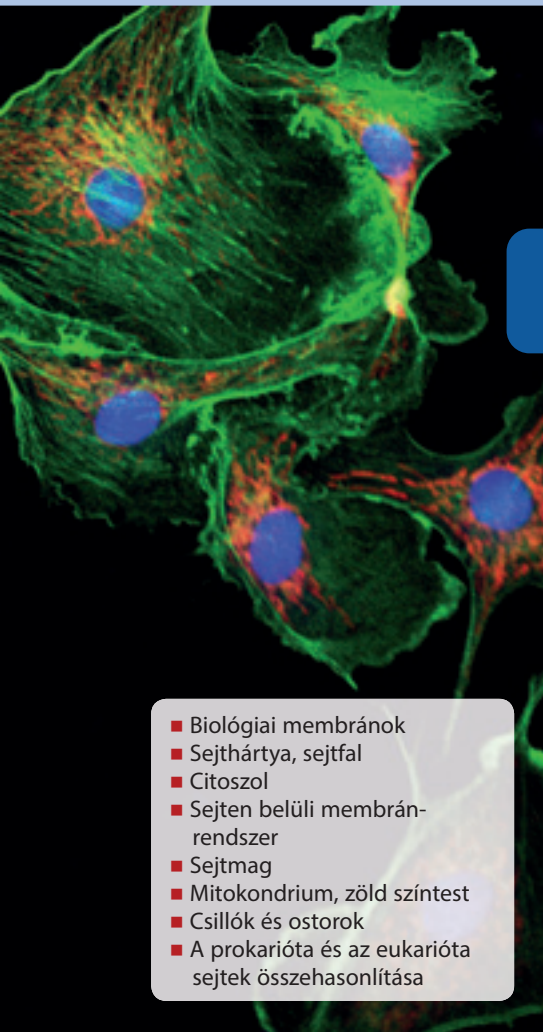
A biokémiai átalakulásokat **(8.)** irányítják, amelyek a(z) **(9.)** fehérjék közé tartoznak. A(z) **(8.)** molekulájának legfontosabb részlete, a jellegzetes térszerkezetű **(10.)**, amely csak meghatározott kiindulási anyagokat köthet meg és alakíthat át termékké. A redoxiátalakulásokat katalizáló **(8.)** működéséhez legtöbbször hidrogénfelvétellel, illetve -leadásra képes **(11.)** (pl. NAD) is szükséges.

Fogalmak ■ felépítő és lebontó folyamatok ■ ATP ■ ADP ■ enzimek ■ aktív centrum ■ koenzim ■ kemosztézis

Keress rá! ■ versengő gátlás ■ allosztérikus gátlás

Kérdések, feladatok

1. A fotoszintézis példáján jellemezd a felépítő folyamatokat!
2. A szőlőcukor lebontásának példáján jellemezd a sejtekben zajló lebontó folyamatokat!
3. Milyen energiaformákká alakul a sejtekben a szőlőcukor-molekulák energiatartalma?
4. Mely folyamatokban és hogyan alakul át az ATP a sejtekben?
5. Mit értünk az enzimek fajlagosságán?
6. Mi a szerepe a sejtekben a NAD koenzimnek?
7. Hogyan segítik az enzimek a biokémiai átalakulásokat?



- Biológiai membránok
- Sejthártya, sejtfal
- Citoszol
- Sejten belüli membránrendszer
- Sejtmag
- Mitokondrium, zöld színtest
- Csillók és ostorok
- A prokarióta és az eukarióta sejtek összehasonlítása

Megtudhatod

A mitokondriumok és a színtestek felépítésük alapján mintha maguk is sejtek lennének. Mennyiben igaz ez az állítás?

4. A sejt szerveződés

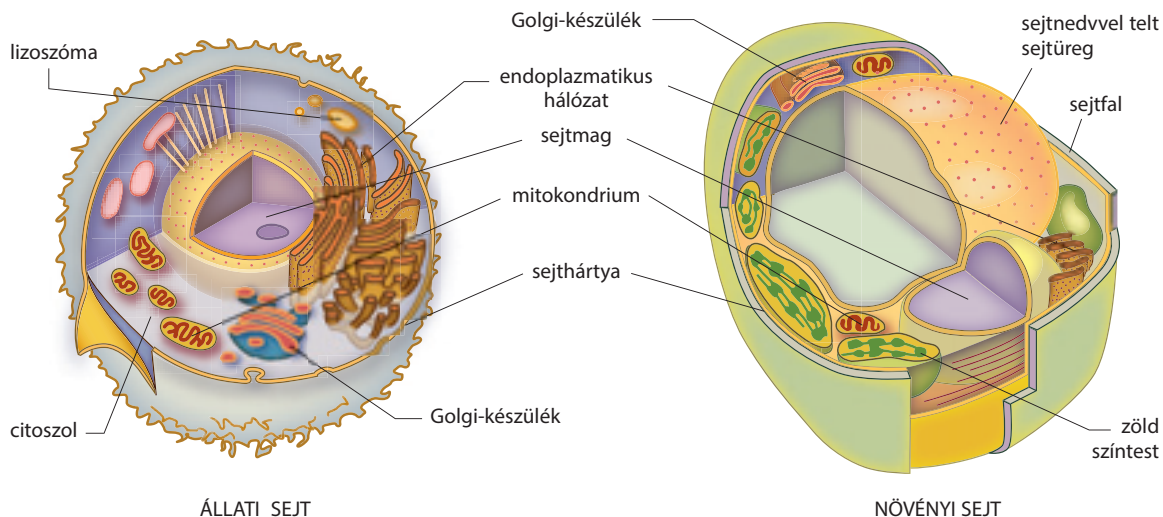
Az élőlények sejt szerveződését először a 17. században figyelték meg. Ekkor találták fel a **fénymikroszkópot**. Az ezt követő évszázadokban leírták a prokarióta és az eukarióta sejtek közötti különbségeket. Megállapították, hogy a **prokarióta** sejteket sejthártya határolja, belsejüket sejtplazma tölti ki. Az **eukarióta** állati sejtekben sejthártyát, sejtplazmát és sejtmagot különítettek el. A növényi sejtekben ezeken kívül felfedezték a sejtfalat, a színtesteket és a zárványokat. A 20. században a fénymikroszkópoknál sokkal nagyobb nagyításra képes **elektronmikroszkóp** feltalálása jelentős előrelépést hozott a kutatásokban. Kiderült, hogy az eukarióta sejtek sejtplazmája nem egységes, hanem sokféle, membránnal határolt **sejtszervecskét** tartalmaz (1. ábra).

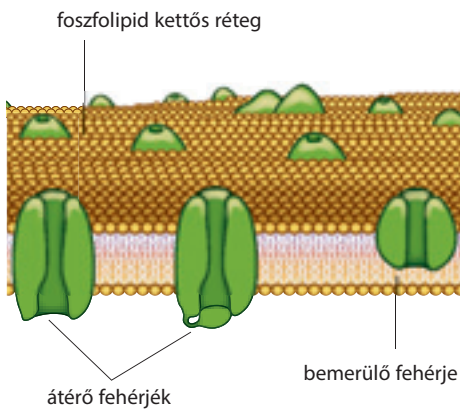
Biológiai membránok

A biológiai membránok vékony, rugalmas hártványok, alapvázukat a pro- és az eukarióta sejtekben egyaránt foszfolipidek alkotják. A foszfolipid-molekulák **kettős rétegbe** rendeződnek. Vizes közegben poláris részük a membrán két felszíne, apoláris részük pedig a membrán belseje felé néz. A membránok így módon határoló felületet képezhetnek a sejt és környezete, illetve a sejtszervecskék és a sejtplazma alapállománya között (2. lecke, 5. ábra).

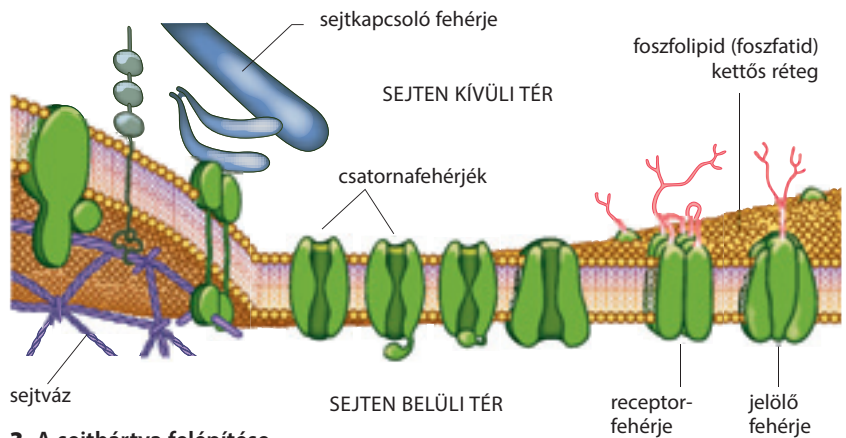
A foszfolipidek mellett a biológiai membránok különböző arányban, de mindig tartalmaznak fehérjéket is. A **membránfehérjék** a foszfolipidrétegbe ágyazódnak (2. ábra). A membránfehérjék szabályozhatják egyes anyagok átjutását a membránon, katalizálhatnak biokémiai átalakulásokat. A több lépésből álló biokémiai folyamatok egy-egy lépését katalizáló enzimek az átalakulás sorrendjének megfelelően rendeződnek, **enzimrendszereket** alkotnak. Az enzimszerekben az egyik enzim terméke a következő enzim kiindulási anyaga, és így tovább. Az enzimszerek növelik a biokémiai folyamatok sebességét.

1. Az állati és a növényi sejt elektronmikroszkópos szerkezete. A rajzok elektronmikroszkópban látható felvételek alapján készültek





2. A biológiai membránok szerkezete.
Egyes membránfehérjék belemerülnek a membránba, mások át is érik azt

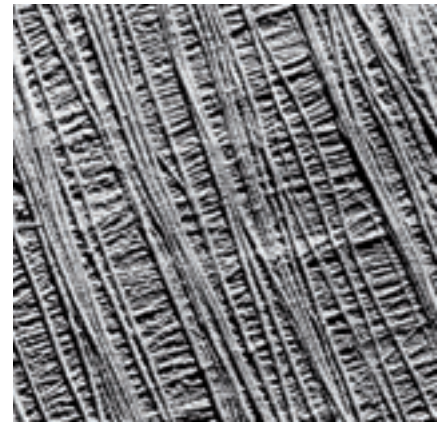


3. A sejthártya felépítése

Sejthártya, sejtfal

A **sejthártya** a sejt külső határoló membránja. Elválasztja a sejtet környezetétől, de egyben össze is köti azzal. Fehérjei között vannak olyanok, amelyek a sejt anyagfelvételét és anyagleadását szabályozzák. Sejtfelszíni jelfogó, ún. receptorfehérjei különféle, a sejtanyagcserét befolyásoló kémiai anyagokat, például hormonokat kötnek meg. Sejtfelszíni jelölő fehérjei fontosak a szöveti sejtek összekapcsolódásában, illetve a saját és idegen sejtek megkülönböztetésében. Sejtkapcsoló fehérjei összekötik egymással a szöveti sejteket (3. ábra).

A **sejtfal** a növények és a gombák sejtjeit szilárdító, legkülső réteg (4. ábra). Vizes oldatok számára szabadon átjárható, így nem jelent akadályt az oldott anyagok felvételében és leadásában. A növényekben főleg cellulóz, a gombákban pedig kitin a szilárdító összetevője.

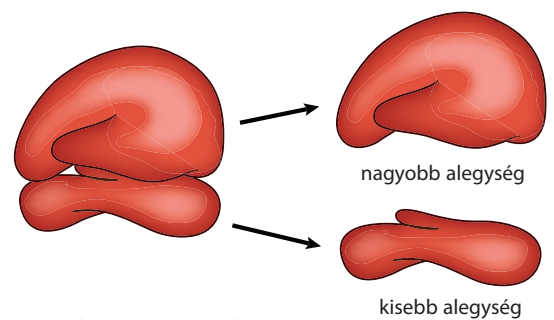


4. A növényi sejtfalat alkotó cellulózrostok elektronmikroszkópos képe

Citoszol

A **citoszol** a sejtplazma alapállománya, amely kitölti a sejtalkotók közötti teret. A vízen kívül nagy mennyiségben tartalmaz különböző fehérjéket, cukrokat, ionokat. A fehérjék egy része összekapcsolódik egymással, és az egész sejtet behálózó fonálrendszert, **sejtvázat** hoz létre. A sejtváz fehérjei irányítják a sejtben belüli mozgásokat, kialakítják a sejt jellegzetes alakját. Ezenkívül enzimrendszerek kötődnek hozzájuk, többek között a szőlőcukor lebontását katalizáló enzimek.

A citoszolban fehérje- és RNS-tartalmú sejtalkotók, **riboszómák** figyelhetők meg. Két alegységből állnak, felületükön polipeptidek szintézise zajlik (5. ábra).

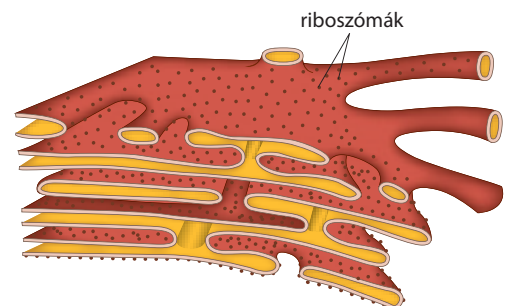


5. A riboszómák szerkezete

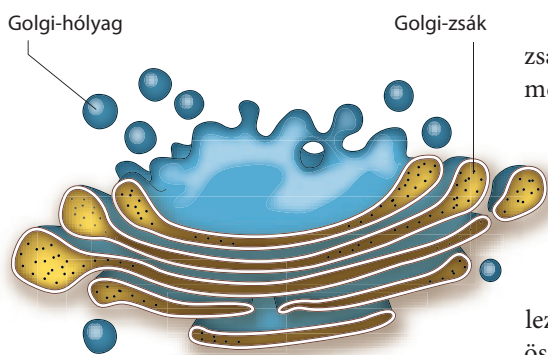
Sejten belüli membránrendszer

Az eukarióta sejtek sejtplazmájában kiterjedt membránrendszer figyelhető meg.

Az **endoplazmatikus hálózat** lapos zsákokból, csövekből áll, belsejét plazmaállomány tölti ki (6. ábra). Külső felületéhez riboszómák kapcsolódhatnak. A kötött riboszómákon képződő fehérjék bejutnak az endoplazmatikus hálózatba, átalakulnak, majd membránnal határolt hólyagokba zárva a Golgi-készülékhez vándorolnak.



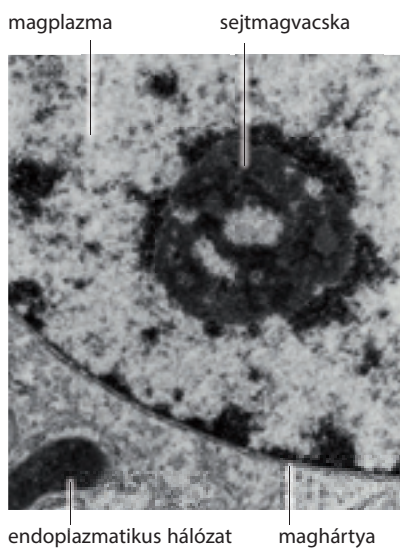
6. Az endoplazmatikus hálózat



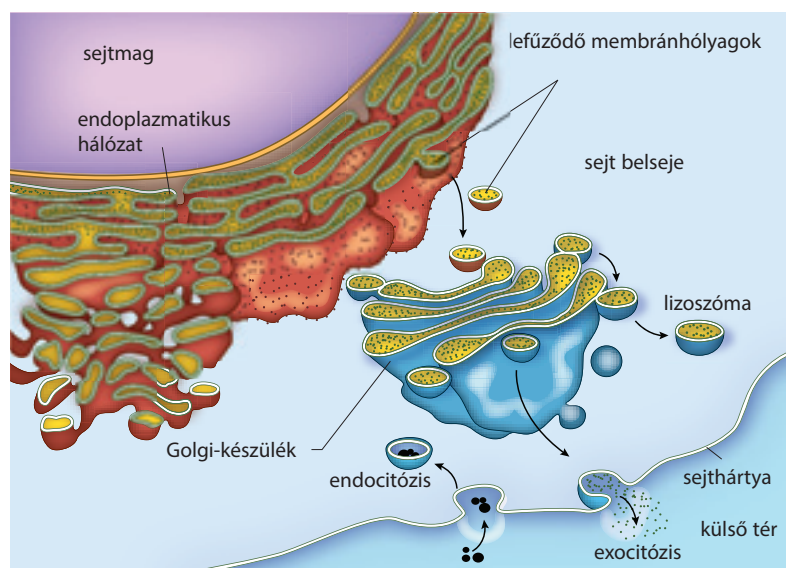
7. A Golgi-készülék

A **Golgi-készülék** általában 6-8 egymáshoz simuló, lapos membránzsakocskából áll, amelyek körül nagyon sok membránhólyagocska figyelhető meg (7. ábra). A Golgi-készülékben alakul ki az összetett fehérjék végleges szerkezete. Ez a sejtalkotó irányítja rendeltetési helyére az egyes sejtalkotók anyagait, a mirigysejtek váladékait, és fontos szerepe van membránképzésében is (8. ábra).

A **lizoszómák** membránnal határolt testecskek, amelyek makromolekulák hidrolízisére képes emésztőenzimeket tartalmaznak. Enzimeik lebontják az előregedett vagy feleslegessé vált sejtalkotókat, illetve a bekebelezéssel felvett nagy molekulájú anyagokat. A növényi sejtekben több lizoszóma összeolvadásával nagy méretű, **sejtnedvvel** telt **sejtüreg** alakulhat ki, amelyben gyakoriak a szervesetlen sókból álló **kristályzárványok**. A lizoszómák is a Golgi-készülék felszínéről fűződnek le.



9. A sejtmag elektronmikroszkópos felvételén. A kromoszómák azért nem ismerhetők fel, mert épp le vannak tekeredve

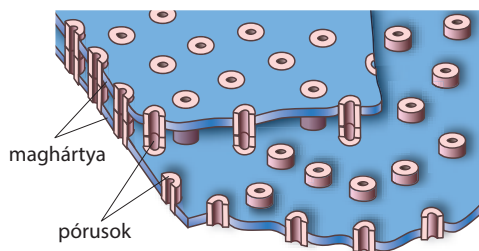


8. A membránrendszer működése. Az ábra a Golgi-készülék kapcsolatát szemlélteti az endoplazmatikus hálózattal. A rajz egy váladékot termelő mirigysejtről készült. A váladékot tartalmazó hólyag egyesül a sejthártyával, és tartalma exocitózissal ürül ki a sejtől

Sejtmag

A sejtmag rendszerint fénymikroszkóppal is megfigyelhető testecske. Kívülről maghártya határolja, belsejét a magplazma tölti ki. A magplazmában fénymikroszkóppal is látható a **sejtmagvacska** (9. ábra). A két membránból álló **sejtmaghártyát** pórusok törik át (10. ábra). A pórusokban fehérjékből álló szerkezet szabályozza a makromolekulák átjutását a sejtmag és a sejtplazma között. A pórusokon keresztül jutnak ki például a sejtmagban képződött RNS-molekulák, és lépnek be a sejtplazmából az ott kialakuló fehérjék.

A **magplazma** legfontosabb anyagai a nukleinsavak és fehérjék. Itt található a sejt DNS-tartalmának mintegy 98%-a. A fonál alakú DNS-molekulákhoz fehérjék kapcsolódnak. Az így kialakult szerkezeti egységeket nevezzük **kromoszómáknak**. A sejtmagban nemcsak egy, hanem több kromoszóma is található. A kromoszómaszám fajra jellemző, állandó érték. A sejtmagvacskát főleg RNS alkotja, ezen a területen szintetizálódik a riboszómákat felépítő RNS. A sejtmag – DNS-tartalmánál fogva – irányítja a sejt anyagcsere-folyamatait, és biztosítja, hogy a sejtosztódás során a sejtműködésre vonatkozó információk átkerüljenek az utódsejtekbe.



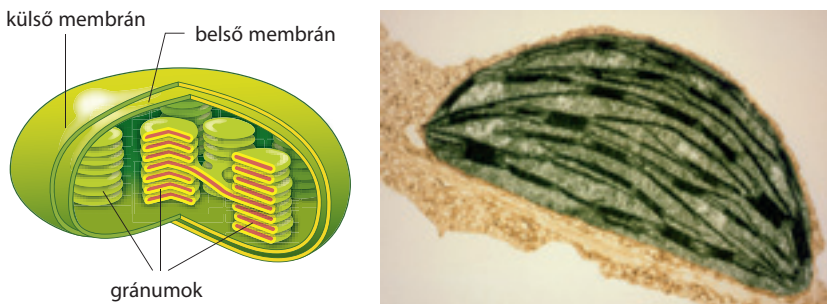
10. A maghártya szerkezete. A maghártyát kettős foszfolipid membrán alkotja

Mitokondrium, zöld színtest

A **mitokondrium** rendszerint hosszúkás alakú, két membránnal határolt sejtalkotó (11. ábra). Belső membránja nagy felületű, mert sok betűrődés található rajta. A membránok által határolt tereket plazmaállomány tölti ki. A mitokondriumok a lebontó anyagcsere központjai. Belsejükben játszódik le a sejtlegzés, és képződik a sejt ATP-szükségletének túlnyomó része. Számuk a sejt típusától függően változik. Vannak olyan sejtek, amelyekben mindössze egyetlen mitokondrium található, de az energiaigényes működést végző sejtekben (pl. izomsejtek, idegsejtek, májsejtek) számuk akár több ezer is lehet.

A **zöld színtest** (kloroplasztisz) a növényi sejtekre jellemző sejtalkotó, a fotoszintézis helye. Belső membránrendszere kiterjedt hálózatot alkot (12. ábra). A nagyobb lemezekon lapos membránszakokból felépülő oszlopok, úgynevezett **gránumok** találhatók. A gránumok membránjához kapcsolódnak a fényenergiát megkötő színanyagok (klorofillok, karotinoidok). A színtest belső plazmaállományában gyakoriak a fotoszintézis termékét raktározó **keményítőzárványok**.

A mitokondriumok és a színtestek a citoplazma többi sejtalkotójától eltérően DNS-t, RNS-t és riboszómákat is tartalmaznak. Ennek következtében önálló fehérjeszintézisre, sőt osztódásra is képesek a sejtben belül.



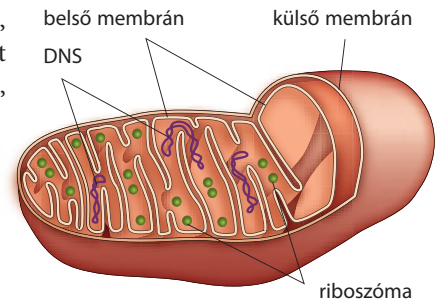
12. A zöld színtest felépítése és elektronmikroszkópos képe

Csillók és ostorok

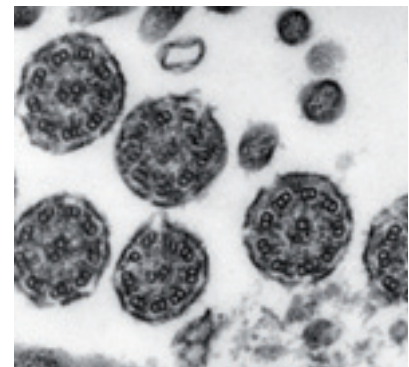
A csillók és az ostorok lényegében azonos szerkezetű sejtalkotók (13. ábra). A csillók rövidek és nagy számban borítják a sejtet, az ostorok hosszúak és kevés van belőlük. Mind a csillók, mind az ostorok felszínét sejthártya borítja, belsejükben fehérjékből álló csövecskék húzódnak. A csövecskék elcsúszhatnak egymáson, ez eredményezi a csilló vagy az ostor mozgását. Ostorral vagy csillóval mozog számos egysejtű, valamint a legtöbb magasabb rendű élőlény hímivarsejtje. Csillók borítják egyes hámsejtek felszínét is.

A prokarióta és az eukarióta sejtek összehasonlítása

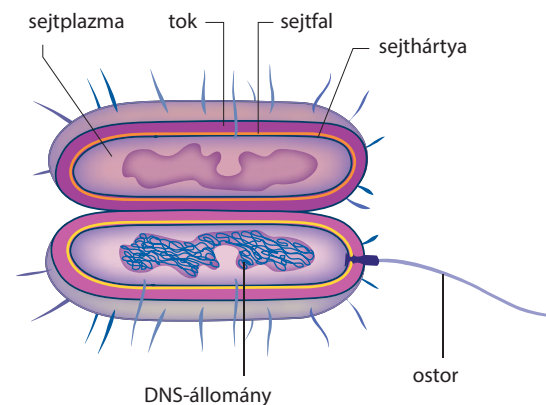
Ahogy azt korábban már tanultuk, a prokarióta sejtekben nincsenek membránnal határolt sejtalkotók, sejtplazmájuk nem tagolódik terekre, örökítőanyaguk a sejtplazmában található (14. ábra). A sejtműködésre vonatkozó információkat egy gyűrű alakú DNS-molekula tárolja. A fehérjeszintézis a riboszómák felületén történik. Egyetlen membránjuk, a sejthártya felületét betűrődések nagyobbítják. Sejthártyájuk enzimszisztemeket tartalmaz, a kékbaktériumokban itt található például a fotoszintézisben szerepet játszó fehérjék. Sejtfaluk kémiai összetétele különbözik az eukariótákétól.



11. A mitokondrium felépítése és elektronmikroszkópos képe



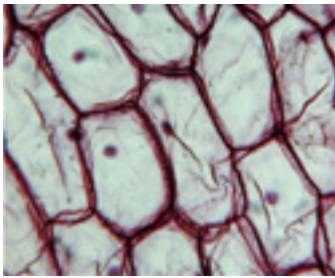
13. Csilló keresztmetszetének elektronmikroszkópos képe



14. Egy prokarióta sejt felépítése

Megfigyelés

Vöröshagyma alleléről húzd le egy kis darabon a bőrszöveti sejtek rétegét! Tedd a nyúzatot egy óraüvegre, amiben pár csepp víz van. Cseppents a nyúzatra 2-3 csepp metilénkék vagy metilzöld festéket. 1-2 perc múlva tedd át a nyúzatot egy másik óraüvegre, és egy kevés vizet ráöntve mosd le a nyúzatról a felesleges festéket! Végül tedd a megfestett nyúzatot egy tárgylemezre, cseppents rá vizet, és vizsgál meg mikroszkópban. A kép segítségével azonosítsd a sejtalkotókat! A festék erősebben kötődik a sejtmag és a sejtfal anyagaihoz, mint a sejt-plazmához.



Vöröshagyma alleléből készült festett nyúzat

Fogalmak ■ biológiai membrán ■ membránfehérjék ■ enzimrendszerek ■ citoszol ■ sejtváza ■ riboszóma ■ endoplazmatikus hálózat ■ Golgi-készülék ■ lizoszóma ■ sejtüreg ■ sejt-magvacskák ■ kromoszóma ■ mitokondrium ■ gránum

A prokarióta és az eukarióta sejtek felépítésében mutatkozó különbségeket foglalja össze a 15. ábra.

Jellemző	Prokarióta sejt	Eukarióta sejt
Sejtmag	nincs	van
A sejt átlagos átmérője	1 μm	10–100 μm
Sejtváza	nincs	van
Membránnal határolt sejtalkotók	nincsenek	vannak
Riboszómák	vannak	vannak
DNS-állomány	1 db gyűrű alakú DNS-molekula, amelyhez nem kapcsolódnak szerkezeti fehérjék.	Több, fonál alakú DNS-molekula, amelyekhez szerkezeti fehérjék kapcsolódnak.

15. A pro- és az eukarióta sejtek összehasonlítása

Keress rá! ■ folyékony mozaik membránmodell ■ mitokondriális betegségek ■ hisztonfehérjék

Megtanultam?

A sejtek határoló felületeit biológiai membránok alkotják. A membrán vázát ^(1.) rétegbe rendeződő ^(2.) molekulák adják. A membránok felépítésében ^(3.) is részt vesznek, amelyek működésük szerint lehetnek enzimek, szabályozhatják az anyagfelvételt és -leadást. A sejthártya ^(4.) a sejt működést szabályozó anyagokat kötnek meg. A növények és a gombák sejtjeit szilárd ^(5.) is védi. A sejtek alapállománya a(z) ^(6.). A ^(7.) aegységéből álló ^(8.) felszínén zajlik a fehérjeszintézis. A(z) ^(8.) a membránzsákokból álló ^(9.) felszínéhez kötődhetnek. A(z) ^(9.) a(z) ^(10.) együtt a fehérjék átalakításában és sejtben belüli szállításában vesz részt. A(z) ^(11.) feladata a bekebelezett nagy molekulájú anyagok lebontása, vagy a feleslegessé vált sejtalkotók eltávolítása. A sejtmagot kétrétegű, ^(12.) áttört maghártya határolja. A magplazmában található ^(13.) fonál alakú DNS-ből és szerkezeti fehérjékből állnak. Számuk fajra jellemző. A(z) ^(14.) a sejt energiaellátásért felelős. A(z) ^(15.) a növényi sejtekre jellemző, belsejében zajlik a fotoszintézis. A csillók és az ostorok egyes sejtek mozgásszervecskéi. A prokarióta sejtekben nincsenek membránnal határolt ^(16.). Örökítőanyaguk gyűrű alakú ^(17.).

Kérdések, feladatok

- Rajzold le a biológiai membrán szerkezetét, nevezd meg és jellemezd alkotórészeit!
- Foglald össze a sejthártya fehérjéinek működését!
- Mit jelent az enzimirrendszer kifejezés, és milyen előnyökkel jár a kialakulása?
- Hasonlítsd össze egy növényi és egy állati sejt felépítését! Miben hasonlítanak, és miben térnek el egymástól?
- Kövessd végig egy mirigysejtben a leadásra kerülő fehérjemolekula (pl. bélsavatartó ható emésztőenzim) útját a képződés helyétől a leadásáig! A számok sejtalkotókat jelölnek.

- riboszóma → 1. → membránnal határolt hólyag → 3. → 4. → sejthártya → exocitózis (leadás)
- Készíts felelettervet, amelyben összefoglalod a sejtmag jellemzőit!
 - A mitokondriumok száma nagyon eltérő lehet az egyes sejt típusokban. Miért?
 - Hasonlítsd össze a mitokondriumok és a zöld színtestek szerkezetét! Miben hasonlítanak, és miben térnek el egymástól?
 - Hasonlítsd össze a pro- és az eukarióta sejtek örökítőanyagát (elhelyezkedés, alak, szám, szerkezet)!

Megtudhatod

Miért pusztulnak el a növények, ha az előírtnál töményebb tápoldattal öntözik meg őket?

5.

A sejtek anyagforgalma

Diffúzió ■ Anyagi rendszerekben a részecskék hőmozgás következtében fellépő mozgása. Az oldatokban és a gázkeverékekben diffúzió következtében a részecskék a koncentrációkülönbség kiegyenlítődése irányába mozognak.

A sejtcseréje része az anyagok felvétele és leadása. A sejtek, illetve a sejtek belsejében található sejtalkotók határoló membránjuk közreműködésével veszik fel környezetükből a számukra szükséges anyagokat, és adják le anyagcseréjük termékeit. A membránok összekötik, de egyben el is határolják a sejtet, illetve a sejtstruktúrákat a környezetüktől.

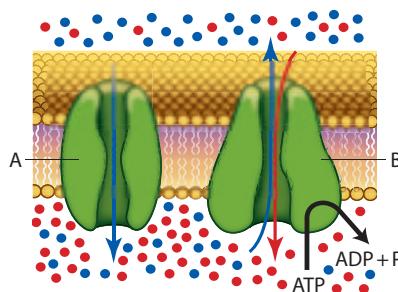
Transzportfolyamatok

A membránon keresztül lejátszódó anyagfelvételt és -leadást **transzportfolyamatnak** nevezzük. A transzportfolyamatoknak energetikai szempontból alapvetően két típusuk van. A **passzív transzport** nem igényel sejtműködésből származó energiát, mivel a folyamat során csökken a vizsgált anyagra nézve a koncentrációkülönbség a membrán két oldala között. A folyamat során a vizsgált anyag részecskéi diffúzióval áramlanak a membránon keresztül a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentrációjú hely felé. Az **aktív transzport** során ezzel szemben nő a vizsgált anyagra nézve a koncentrációkülönbség a membrán két oldala között. A folyamat energiaigényét a sejt lebontó folyamataiból származó ATP hidrolízise fedezi.

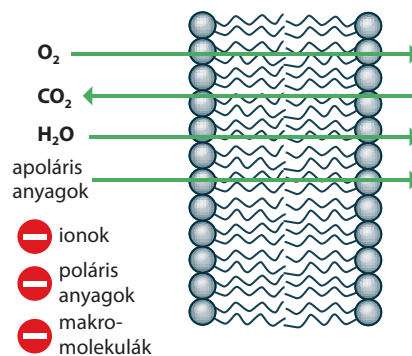
A membránok foszfolipid rétegén egyszerű diffúzióval átjutnak a kisméretű apoláris (O_2 , CO_2) és gyengén poláris molekulák (pl. etilalkohol) és a víz (1. ábra). Nem léphetnek át rajta az ionok, a nagyobb molekulájú poláris anyagok (pl. szőlőcukor) és a makromolekulák (pl. fehérjék, nukleinsavak).

A membránon szabadon átdiffundáló részecskék transzportja kizárólag passzív lehet, és irányát a koncentrációkülönbség határozza meg. A sejtek nem képesek ezeknek az anyagoknak a felvételét és leadását szabályozni. Ezzel magyarázható, miért alakul ki szén-dioxid-mérgezés, ha túlságosan magas a belélegzett levegő szén-dioxid-tartalma. A magas külső koncentráció miatt a sejtek nem tudják leadni a sejtlegzés során képződő szén-dioxidot, éppen ellenkezőleg, szén-dioxidot vesznek fel környezetükből.

Az ionok (pl. Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , H_3O^+) és az erősen poláris, vízben oldódó anyagok (szőlőcukor, aminosavak) felvétele és leadása membránfehérjék közreműködésével történik. A membránfehérjék csak meghatározott anyagokat engednek át, vagyis a közreműködésükkel történő anyagszállítás szabályozott folyamat. A koncentrációviszonyoktól függően a membránfehérjéken át zajló transzport passzív és aktív is lehet (2. ábra).

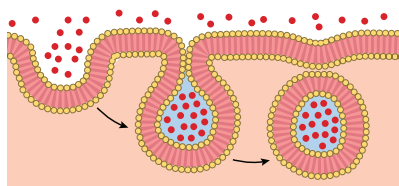


- Transzportfolyamatok
- Endo- és exocitózis
- Az ozmózis

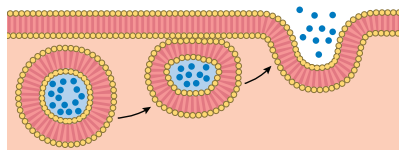


1. Transzport a foszfolipid rétegén keresztül

2. Transzportfolyamatok membránfehérjék közvetítésével. A transzportban a membránt átérő fehérjék vesznek részt. A csatornafehérjéken (A) keresztül passzív transzport történik. Az aktív transzportot olyan ún. pumpafehérjék végzik, amelyek ATP hidrolízisére képesek (B)



ENDOCITÓZIS



EXOCITÓZIS

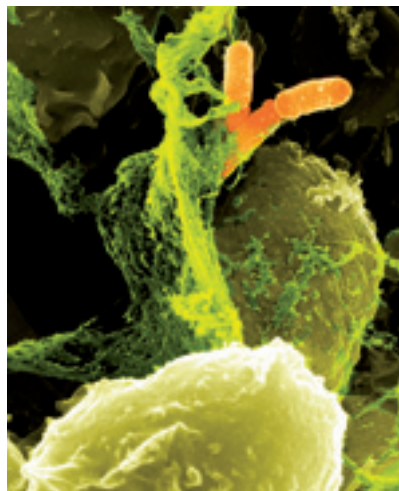
3. Az endo- és az exocitózis folyamata

Endo- és exocitózis

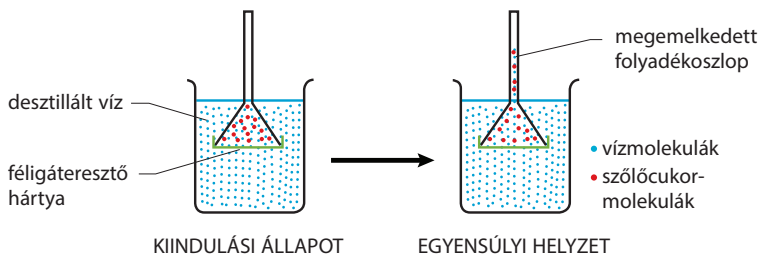
Az eukarióta sejtek sejtárányáján makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak) rendes körülmények között nem juthatnak át. Az ilyen anyagok membránnal határolt hólyagocskákban kerülhetnek a sejt belsejébe. Ez a folyamat a **bekebelezés** (endocitózis), amelynek során a sejt a környezetéből vesz fel makromolekulákat. Első lépésben a sejtárány egyes fehérjéi megkötik azokat az anyagokat, amelyek felvételre kerülhetnek. Ezután a sejtárány egy bemélyedés keletkezik, és róla a sejtárány fehérjéinek közreműködésével egy membránhólyag fűződik le. Így az anyag a sejtárány egy részletével körülfogva a sejtárányába jut. Ezután a hólyagocska lizoszómával egyesül, amelynek emésztőenzimeit lebontják a felvett makromolekulákat. A lebontás termékei a lizoszóma membránján át a sejtárány alapállományába kerülnek. Az emészthetetlen anyagok ellentétes irányú folyamattal, **exocitózissal** ürülnek ki a sejtárányból (3. ábra). Endocitózissal történik például az egyszéjtűek táplálékfelvétele, és ily módon közömbösítik egyes fehérvérséjték a szervezetbe került idegen anyagokat, kórokozókat (4. ábra).

Az ozmózis

A biológiai membránok **féligáteresztők**. Ez azt jelenti, hogy a transzportfolyamatok során bizonyos anyagokat átengednek, míg másokat nem. A sejtárány féligáteresztő sajátosságán alapul az **ozmózis** jelensége (5. ábra). Az ábrán látható kísérleti berendezésben féligáteresztő hártá választ el egymástól két folyadékteret. A membrán vízmolekulák számára átjárható, nem engedi át azonban az oldatban lévő szőlőcukor-molekulákat. A hártá két oldalán különböző koncentrációjú oldatok találhatók. Ez egyttal az oldószer koncentrációjának eltérését is jelenti: a több cukrot tartalmazó oldatban kisebb a víz koncentrációja, a kevesebb cukrot tartalmazóban pedig magasabb. A koncentrációkülönbség miatt vízmolekulák diffundálnak a hígabb oldatból a töményebb oldat felé. Az oldószer diffúziója csökkenti a két oldat közötti koncentrációkülönbséget. Az üvegcsőben emelkedik a folyadékoszlop magassága, és ezzel együtt nő a szőlőcukoroldatnak a hártára gyakorolt hidrosztatikai nyomása. Egy idő után dinamikus egyensúly alakul ki: időegység alatt ugyanannyi vízmolekula diffundál át a hártán a töményebb oldat felé, mint amennyi



4. Endocitózis. Egy fehérvérséjt (zöld) bekebelez egy baktériumot (narancs-sárga)

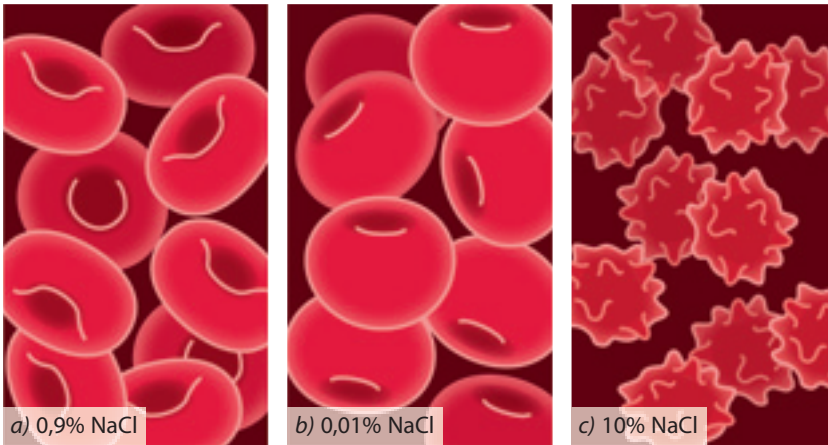


5. Az ozmózis

Kísérletezz!

Az ozmózis vizsgálata ■ A jelenséget egy tyúktojásán is vizsgálhatod. Tölts meg egy főzőpoharat híg, kb. 10%-os sósavval. Helyezz egy tyúktojást a főzőpohárba, figyelj arra, hogy a tojásnak csak az alsó része érintkezzen a sósavval. A sósav szén-dioxid-fejlődés közben oldja a meszes héjat, a tojás belső hártája (héjhártá) viszont ép marad. Emeld ki óvatosan a meszes héjától félig megfosztott tojást a sósavból, és rakd át egy csapvízzel teli edénybe. Egy nap elteltével vizsgáld meg a tojást!

Milyen változást tapasztalsz? Mivel magyarázod a jelenséget?



a) 0,9% NaCl

b) 0,01% NaCl

c) 10% NaCl

a megnövekedett nyomás miatt kitérülnek belőle. Egyensúlyban a folyadékoszlop magassága már nem változik. Ekkor az oldatnak a hátyára gyakorolt hidrosztatikai nyomása az **ozmózisnyomás**. Értéke a vizsgált oldat koncentrációjával arányos. Minél töményebb egy oldat, annál nagyobb az ozmózisnyomása. Töményebb oldat esetén magasabbra emelkedik a folyadékoszlop a mérőberendezésben, ami azt jelenti, hogy nagyobb hidrosztatikai nyomás mellett alakul ki az egyensúly.

Az ozmózis tehát nem más, mint az oldószer diffúziója féligáteresztő hátyán keresztül. Az ozmózis biológiai membránokon keresztül is fellép, és alapvető szerepe van a sejtek víztartalmának alakulásában. A sejtek környezetükből vizet vesznek fel, ha sejtplazmájuk ozmózisnyomása nagyobb, mint a környező folyadéktereké, illetve vizet adnak le, ha sejtplazmájuk ozmózisnyomása kisebb (6. ábra).

A növények vízfelvétele is az ozmózisnyomás-különbségen alapul. A gyökér sejtjeibe akkor juthat víz a talajból, ha a sejtplazma ozmózisnyomása nagyobb, mint a környező talajoldaté. Ez rendszerint így is van, mivel a gyökérsejtek aktív transzporttal K^+ -ionokat vesznek fel a talajból. Ennek következtében belsejükben nő az ozmózisnyomás, ami vízbeáramlást eredményez.

6. A vörösvértestek viselkedése különböző ozmózisnyomású oldatokban.

a) A vörösvértestek a sejtplazmájukkal megegyező ozmózisnyomású (izotóniás izozmotikus), 0,9%-os NaCl-oldatban időegység alatt ugyanannyi vizet vesznek föl, mint amennyit leadnak. Alakjuk szabályos.

b) A kisebb ozmózisnyomású (hipozmotikus), 0,01%-os NaCl-oldatban a sejtek vizet vesznek fel és megduzzadnak.

c) A nagyobb ozmózisnyomású (hiper-ozmotikus), 10%-os NaCl-oldatban a sejtek vizet veszítenek, összezsugorodnak. Alakjuk szabálytalanná válik.

Kísérletezz!

Ozmózis a burgonyában ■ Egy nagyobb burgonya belsejébe fúrj egy 2 cm széles, 5 cm hosszú lyukat, és töltsd meg konyhasóval! Helyezd a burgonyát egy szűk pohárba, a burgonya ne érje el a pohár alját! Figyeld meg, milyen változás történik 1 óra, 2 óra, majd egy nap elteltével! Magyarázd meg tapasztalataidat!



7. Az érett termések esős időben megrepedhetnek.
■ Vajon mi ennek az oka?

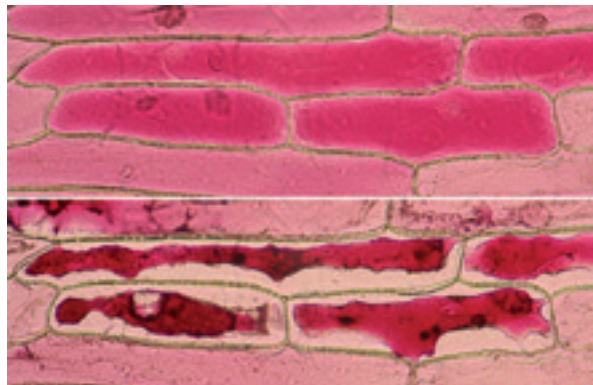
Kísérletezz!

Plazmolízis ■ Az ozmózis jelensége jól tanulmányozható olyan növényi sejteken, amelyek sejtplazmájában valamilyen festékanyag van oldott állapotban. Ilyen a lila hagyma vagy a vörös káposzta, amelyek bőrszöveti sejtjei antociánt tartalmaznak. Készíts bőrszöveti nyúzatot lila hagyma alleleveléből vagy vörös káposzta leveléből. Vizsgáld meg a készítményt mikroszkóp alatt. Ezután tedd a nyúzatot tömény sóoldatba (pl. 10% $CaCl_2$), és figyeld meg a változást! Magyarázd meg tapasztalataidat!

csapvízben

tömény sóoldatban

A plazmolízis jelensége



Olvasmány

A Ringer-oldat ■ Sydney Ringer brit orvos (1835–1910) az 1880-as években békák szíven végzett vizsgálatokat. Olyan oldatot kísérletezett ki, amiben a béka szíve a leghosszabb ideig működőképes maradt azután is, hogy kioperálták az állatból. Ringer tapasztalatai alapján később sokféle, eltérő összetételű izotóniás oldatot állítottak össze. Ma már alapvető, életmentő szerepe van az emberi szervezet testfolyadékaira optimalizált összetételű infúziós folyadéknak. Kiszáradás vagy veszélyes mértékű vérvesztés esetén, de gyógyszerek intravénás bejuttatásához is mindennapos a használata.



Infúziós készülékek egy műtőben

Fogalmak ■ passzív transzport
■ aktív transzport ■ endocitózis
■ exocitózis ■ féligáteresztő hártya ■ ozmózis ■ ozmózisnyomás

Keress rá! ■ ionofor ■ ozmotikum ■ antiporter fehérje

Megtanultam?

A membránokon keresztül történő anyagfelvételt és -leadást **..(1)..** nevezzük. A(z) **..(2)..** nem igényel a sejt lebontó folyamataiból származó energiát. A részecskék **..(3)..** folyamata révén áramlanak át a membrán foszfolipidrétegén (pl. O_2 , CO_2 , H_2O) vagy annak átérő fehérjéin (pl. ionok, szőlőcukor). A(z) **..(4)..** sejt lebontó folyamataiból származó energiát igényel, mert a szállítás során **..(5)..** a koncentrációkülönbség a membrán két oldala között. A(z) **..(4)..** csak membránfehérjéken keresztül történhet, energiaigényét legtöbbször **..(6)..** hidrolízise fedezi. Makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak) számára a membránok – a maghártya kivételével – nem átjárhatók. A makromolekulák membránnal határolt hólyagokban **..(7)..** útján juthatnak be a sejtbe. Leadásuk **..(8)..** történik.

Az ozmózis az oldószer diffúziója **..(9)..** hártyával elválasztott oldatok között. A sejtekbe a sejtártyán keresztül víz áramlik, ha plazmájuk ozmózisnyomása **..(10)..**, mint a külső közegé, és vizet veszítenek, ha plazmájuk ozmózisnyomása **..(11)..** a külső közegénél.

Kérdések, feladatok

1. Mit nevezünk transzportfolyamatnak?
2. Energetikai szempontból hogyan csoportosítjuk a transzportfolyamatokat?
3. Foglald össze, mi jellemző a foszfolipidrétegen keresztül lejátszódó transzportfolyamatokra (szállítás mechanizmusa, a transzport energiaigénye, példák a transzportban részt vevő anyagokra, a transzport szabályozása)!
4. Mi jellemző a membránfehérjék közvetítésével lejátszódó
 - a) passzív transzportra?
 - b) aktív transzportra?(Szállítás mechanizmusa, a transzport energiaigénye, példák a transzportban részt vevő anyagokra, a transzport szabályozása.)
5. Készíts rajzot az endo- és az exocitózis folyamatáról! Rajzod alapján értelmezd a két folyamatot!
6. Mit jelent az ozmózis?
7. Miért pusztul el egy tengeri egysejtű, ha édesvízbe tesszük?
8. Mi történik, ha vörösvértesteket tömény sóoldatba teszünk? Értelmezd a jelenséget!
9. Ha vörösvértesteket desztillált vízbe helyezünk, akkor egy idő múlva azt tapasztaljuk, hogy az oldat vörösre színeződik. Az elszíneződést a hemoglobinnal okozza. Mi lehet a jelenség magyarázata?
10. Az uborkasaláta készítésekor a felszeletelt uborkát először gyengén megsózzák, majd kinyomkodják belőle a vizet. Mi a szerepe a konyhasónak ebben a műveletben?
11. Egy ismerősöd nagyon szereti a növényeket, különös gondot fordít az ápolásukra. Egy alkalommal káliumtartalmú folyékony táppal öntözte meg növényeit. Azt tapasztalta, hogy növényei ellankadtak annak ellenére, hogy a cserépben a virágföld nedves volt. Mivel magyaráznád ismerősödnek, hogy mi történhetett?

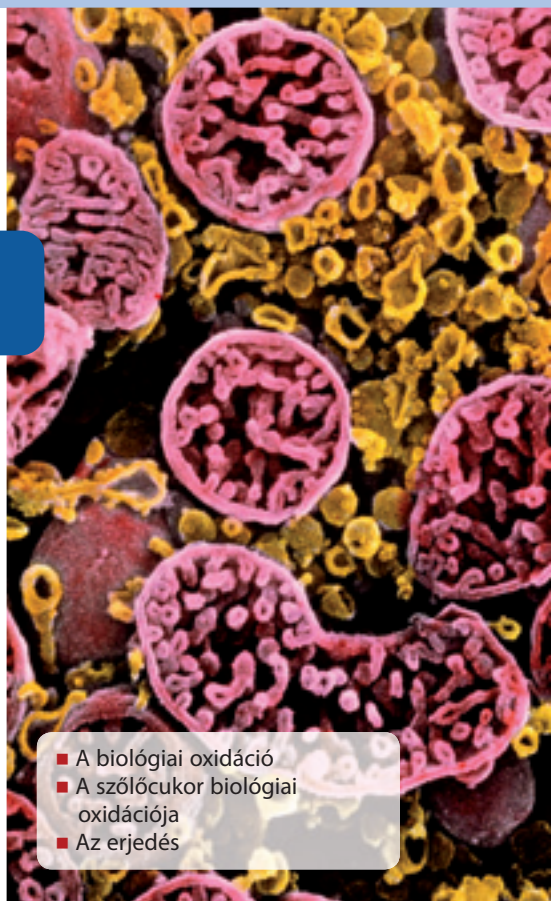
Megtudhatod

Miért volt Szent-Györgyi Albertnak igaza abban, hogy a tápanyag-molekulák hidrogéntartalma jelenti az energiaforrást?

6.

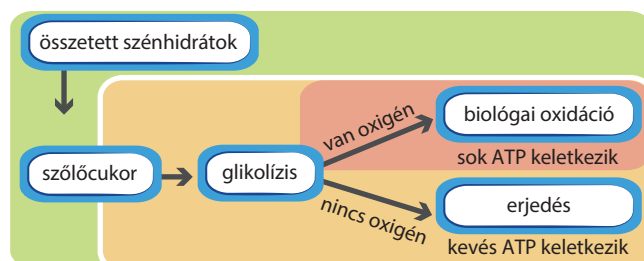
A lebontó folyamatok

Az anyagcsere során a sejt szerves anyagai meghatározott rendben, a szükségleteknek megfelelően, állandóan átalakulnak, lebomlanak és felépülnek. A felépítő folyamatokban jönnek létre a sejtek saját makromolekulái, valamint az olyan anyagok, amelyek nem a sejtekben kerülnek felhasználásra, mint például a bélcsatornában ható emésztőenzimek vagy a vérplazma fehérjéi. A lebontó folyamatok során a sejtek nagyobb méretű, magasabb energiaszintű szerves molekulákat alakítanak át kisebb méretű, alacsonyabb energiátartalmú részecskékké. A lebontás során felszabaduló energia egy része ATP képzésére fordítódik, másik része hőenergiává alakul. Az ATP kötéseiben tárolt kémiai energia az energiaigényes életműködésekhez: a felépítő folyamatokhoz, az aktív transzport-hoz, a mozgáshoz stb. használandó fel. A lebontás során számos olyan köztes termék is keletkezik, amelyek a felépítő anyagcseréhez szükségesek. A felépítés és a lebontás összhangja, egyensúlya a normális sejtműködés alapfeltétele.



A biológiai oxidáció

A szerves anyagok energianyeres céljából történő lebontása két alapvető úton mehet végbe a sejtekben. Oxigén jelenlétében, azaz **aerob feltételek** mellett az eukarióta sejtek döntő többségében, illetve számos prokariótában **sejtlégzés**, azaz **biológiai oxidáció** történik. A több lépésben zajló biokémiai átalakulás során a szerves anyagok szénatomjai szén-dioxidá oxidálódnak, miközben hidrogéntartalmuk szállítómolekulára (NAD koenzim) kerül. A hidrogénnel feltöltött szállítómolekulák (NADH₂) a **terminális oxidációnak** nevezett folyamatban egy enzimszisztéma segítségével oxidálódnak, hidrogénjük egyesül a légből származó oxigénnel (O₂), és vizet képez. A terminális oxidáció során jelentős mennyiségű ATP keletkezik. Eukarióta sejtekben a biológiai oxidáció színtere a mitokondrium. A terminális oxidáció enzimszisztéme a mitokondriumok belső membránjában található.

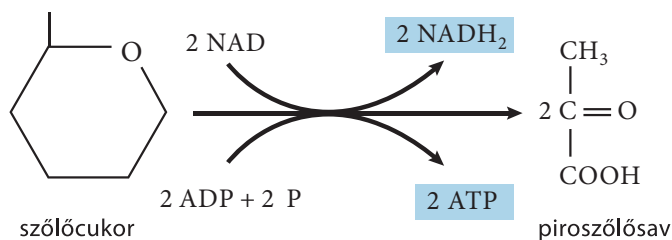


- sejten kívüli (emésztés), vagy a sejtplazmában
- sejtplazmában
- mitokondriumban

1. A szénhidrátok lebontásának vázlatos áttekintése

A szőlőcukor biológiai oxidációja

Az emberi szervezet sejtjeinek energiaigényét legnagyobb részt a szőlőcukor lebontása fedezi. A folyamat első szakasza a **glikolízis**, melynek enzimeit a sejtplazmában találhatók. Közreműködésükkel a szőlőcukor több egymást követő lépésben három szénatomos piroszőlősavra bomlik (2. ábra). Aerob feltételek mellett a piroszőlősav oxidációja a mitokondriumban folytatódik. A mitokondrium alapállományában a **citromsavciklusnak** nevezett folyamatban szén-dioxid és nagyszámú hidrogénnel feltöltött szállítómolekula képződik. A terminális oxidáció a citromsavciklussal párhuzamosan folyik a mitokondrium belső membránján. A folyamat során a glikolízisben és a citromsavciklusban képződött hidrogénnel feltöltött koenzimek (NADH₂) oxidálódnak és



2. A glikolízis folyamata

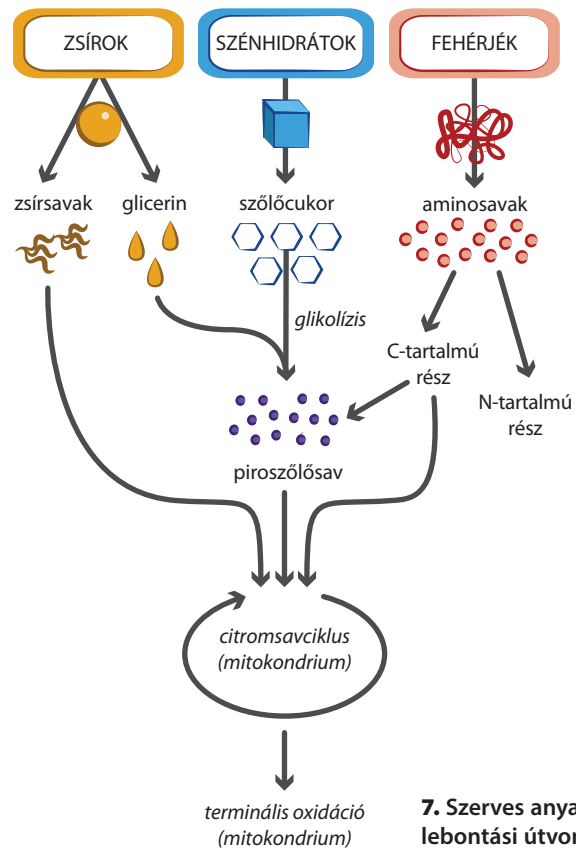
A szőlőcukor biológiai oxidációja kapcsán megismert anyagcsereutakhoz a többi szerves vegyület lebontása is kapcsolódik valamelyik ponton. A citromsavciklusban tehát nemcsak a szőlőcukorból, hanem a zsírokból és a fehérjékből származó szénatomok is oxidálódnak (7. ábra).

Keress rá! ■ Cori-kör ■ szabad gyök ■ antioxidáns ■ mustgáz

Olvasmány

Érdekes adatok, tények

- A különböző tápanyagok 1 grammjának oxidációja eltérő mennyiségű energiát szolgáltat a szervezet számára. A szénhidrátok lebontása a sejtlegzés során 17,2 kJ/g (4,1 kcal/g), a zsíroké 39 kJ/g (9,3 kcal/g) energia felszabadulásával jár.
- Az emberi szervezet energiaigényét 75%-ban a szénhidrátok lebontása fedezi. Az idegsejtek ugyanakkor szinte kizárólag a szőlőcukrot képesek hasznosítani.
- A raktározott zsírok egyes élőlényekben nemcsak energia-, hanem víztartalékot is jelentenek. Közismert például, hogy a tevék a púpjukban felhalmozott zsíroknak is köszönhetik, hogy jól bírják a szomjazást a forró sivatagi éghajlaton. A magas hidrogéntartalmú zsírok biológiai oxidációját ugyanis nagy mennyiségű víz képződése kíséri.
- Az aminosavak lebontása során az emberi szervezet májsejtjeiben a szén-dioxid és a víz mellett nitrogéntartalmú anyagcseretermék, karbamid is képződik. A májból a karbamid a vérbe kerül, a vérből a vese választja ki a vizeletbe.
- A nukleinsavak lebontása során az adeninből és a guaninból nitrogéntartalmú anyagcseretermék, húgysav keletkezik. Ez rosszul oldódik vízben, így a vese csak nehezen tudja a szervezetből kiüríteni.



7. Szerves anyagok lebontási útvonalai

Megtanultam?

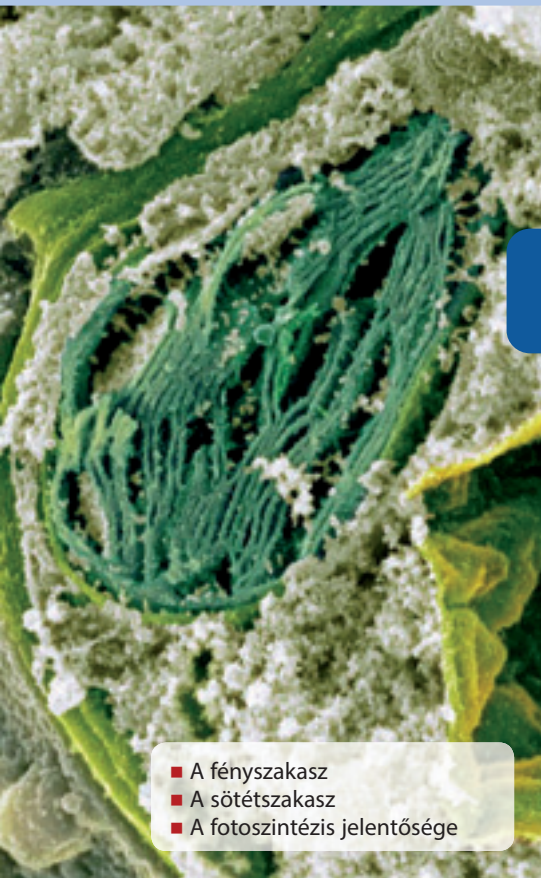
A szerves tápanyagok oxigén jelenlétében, azaz **(1.)** feltételek mellett történő lebontása a biológiai oxidáció, más szóval **(2.)**. A folyamat során a nagy energiátartalmú szerves anyagokból alacsony energiaszintű vegyületek: **(3.)** és **(4.)** képződik. A folyamat során kémiai energia, azaz **(5.)** képződik, valamint hő szabadul fel. 1 mol szőlőcukor biológiai oxidációjakor összesen 38 mol **(5.)** keletkezik.

Oxigén hiányában, azaz **(6.)** feltételek mellett egyes sejtek energiaigényét a(z) **(7.)** folyamata fedezheti. A(z) **(8.)** a vázizomrostokra, a(z) **(9.)** az élesztőgombákra jellemző. 1 mol szőlőcukorból **(7.)** során 2 mol **(5.)** képződik.

Fogalmak ■ biológiai oxidáció ■ aerob feltételek ■ terminális oxidáció ■ glikolízis ■ citromsavciklus ■ anaerob feltételek ■ tejsavas erjedés ■ alkoholos erjedés

Kérdések, feladatok

1. Röviden vázold a szőlőcukor biológiai oxidációjának folyamatát!
2. Fogalmazd meg, mi a lényege a terminális oxidációnak!
3. Melyik anyagcsere-folyamatok mennek végbe a vázizomokban átmeneti oxigénhiány esetén?
4. Mi a gazdasági jelentősége az alkoholos, illetve a tejsavas erjedésnek?
5. Magyarázd meg, miért képződik kevesebb ATP 1 mol szőlőcukor tejsavas erjedésekor, mint biológiai oxidációjakor!
6. Miért áll le rövid időn belül a sejtlegzés oxigén hiányában?
7. Miért kell a borospincékben nagyon ügyelni a levegő szén-dioxid-tartalmára?



- A fényszakasz
- A sötétszakasz
- A fotoszintézis jelentősége

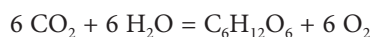
Megtudhatod

Vajon élhetnének emberek a Földön, ha nem lennének növények?

7.

A fotoszintézis

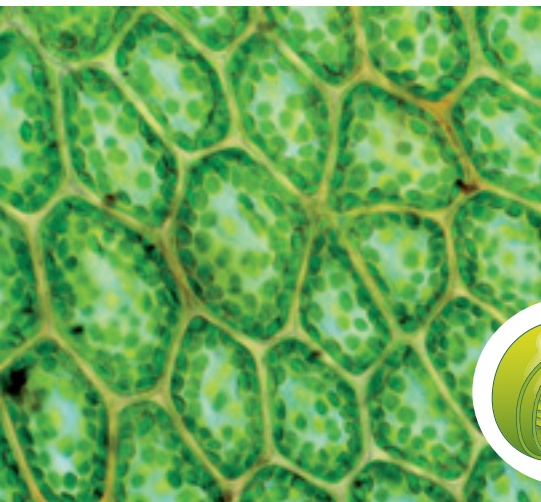
A fotoszintézis az egész élővilág szempontjából alapvető jelentőségű **felépítő folyamat**. Alacsony energiatartalmú kiindulási anyagokból (szén-dioxidból és vízből) magas energiatartalmú, hidrogénben gazdag termék, **szőlőcukor képződik**. A folyamat energiaigényét fényenergia biztosítja. A zöld növények és a kékbaktériumok sejtjeiben zajló fotoszintézis az alábbi összesített egyenlettel írható le:



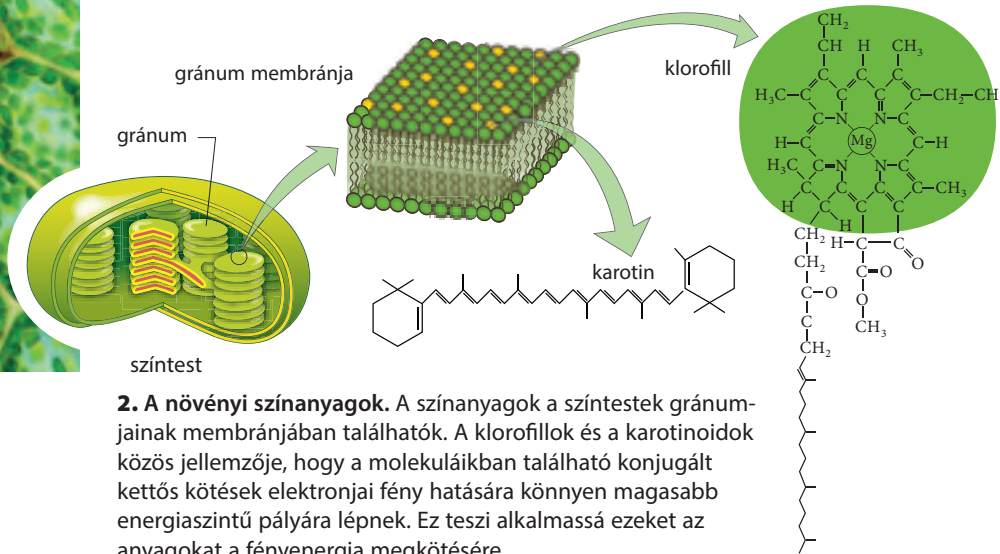
A fotoszintézis két, egymással párhuzamosan zajló, egymást feltételező szakaszra osztható: a fényszakaszra és a sötétszakaszra. Eukarióta élőlényekben a fotoszintézis a zöld színtestekben történik. A fényszakasz a gránumokban, a sötétszakasz a színtest belső plazmaállományában zajlik.

A fényszakasz

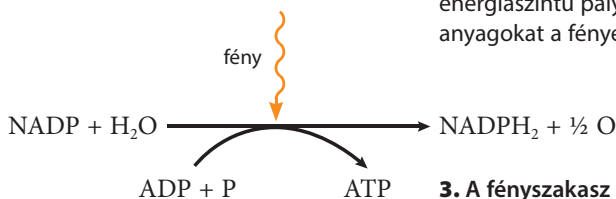
A **fényszakaszban** történik a fényenergia megkötése és kémiai energiává való átalakítása, pontosabban az ATP és a hidrogénszállító molekula (a NADH_2 -hoz hasonló redukált koenzim: NADPH_2) képződése. A fényenergia megkötése a színyanyagok, köztük a zöld színű klorofill, valamint a sárga karotin és xantofill feladata (1–2. ábra). A hidrogénszállító molekula (NADP) redukciójához szükséges hidrogén **vízbontásból** (fotolízis) származik. A folyamat „mellékterméke” oxigén (3. ábra).



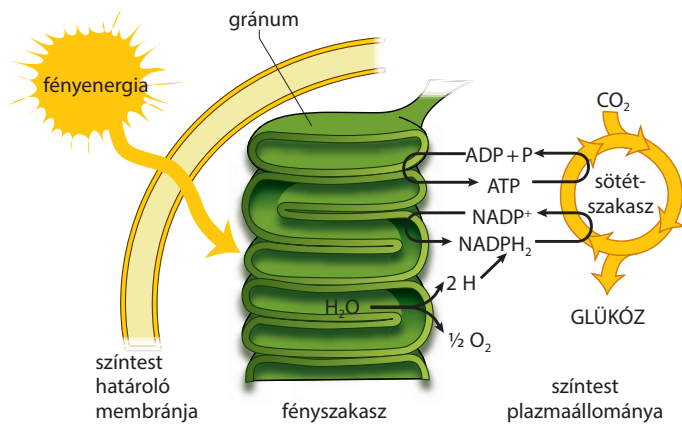
1. Táplálékkészítő alapszövet.
A fotoszintézis a színtesteket tartalmazó sejtekben történik



2. A növényi színyanyagok. A színyanyagok a színtestek gránumjainak membránjában találhatóak. A klorofilok és a karotinoidok közös jellemzője, hogy a molekuláikban található konjugált kettős kötések elektronjai fény hatására könnyen magasabb energiaszintű pályára lépnek. Ez teszi alkalmassá ezeket az anyagokat a fényenergia megkötésére



3. A fényszakasz lényege



4. A fényszakasz és a sötétszakasz kapcsolata.
A fényszakaszban termelt redukált koenzim (NADPH₂) és ATP a sötétszakaszban a szőlőcukor szintéziséhez használódik fel

A sötétszakasz

A fotoszintézis másik szakaszában, a **sötétszakaszban** hidrogénszállító molekula (NADPH₂), valamint ATP felhasználásával a szén-dioxid megkötése és redukciója zajlik. A több lépésből álló átalakulás elsődleges terméke szőlőcukor, amiből azután más vegyületek építőkövei (pl. aminosavak, zsírsavak) vagy keményítő, illetve cellulóz képződhet.

A táplálékkészítő alapszövet sejtjeinek színtestéből a szőlőcukor a szállítószövet háncsrészébe kerül, és a növény minden sejtjéhez eljut.

A fotoszintézis jelentősége

A fotoszintetizáló, autotróf élőlények (kékbaktériumok, növényi egysejtűek, ostorosmoszatok, növények) az életközösségek legfontosabb **termelő szervezetei**. A fotoszintézis során a Nap sugárzó energiájának csak töredékét (1–3%) kötik meg a fototróf szervezetek. Az általuk létrehozott szerves anyagokkal táplálkozik végső soron minden heterotróf (fogyasztó és lebontó) szervezet. A fotoszintézis alapvető jelentőségű folyamat a légkör összetételének alakításában, hiszen a leghatékonyabb energianyeréshez, a biológiai oxidációhoz szükséges oxigén is ennek a folyamatnak a terméke.

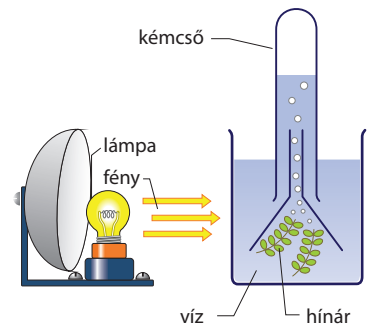
Megtanultam?

A fotoszintézis **(1.)**-szakaszában ATP és redukált koenzim (NADPH₂) képződik. A koenzim redukciójához a hidrogén **(2.)**-ből/ből származik. A folyamat „mellékterméke” az oxigén. A **(3.)**-szakaszban a(z) **(4.)** megkötése és **(5.)** történik a(z) **(1.)**-szakaszban képződött ATP és NADPH₂ felhasználásával. A folyamat elsődleges terméke **(6.)**.
A fotoszintetizáló élőlények az életközösségek legfontosabb **(7.)** szervezetei. A légköri **(8.)** is a fotoszintézis során képződik.

Kísérletezz!

A fotoszintézis vizsgálata ■ Az ábrán látható módon helyezz el egy nagyobb hínárnövényt egy főzőpohárba, boríts rá egy hosszú szárú tölcsérra, a tölcsér végére pedig húzz egy kémcsövet. Merítsd az egészet egy vízzel telt mosogatótálba, és töltsd meg az edényt egy erős fényű lámpával 30 cm távolságból. Figyeld meg a hínár levelének felszínéről távozó buborékokat! 15 perc múlva helyezd a lámpát 10 cm távolságra az edénytől. Figyeld meg a távozó buborékokat!

Van-e különbség a percnként felszálló buborékok számában? Jegyezd fel tapasztalataidat, és adj magyarázatot a jelenségre!



Fogalmak ■ gránum ■ NADP ■ fényszakasz ■ sötétszakasz ■ Calvin-ciklus

Keress rá! ■ fotorendszer ■ rubisco enzim

Kérdések, feladatok

- Miért központi jelentőségű az egész élővilág szempontjából a fotoszintézis?
- Röviden ismertesd a fotoszintézis fényszakaszának és sötétszakaszának a lényegét!
- A zöld növények éjszaka szén-dioxidot adnak le gázcserenyílásaikon keresztül, nappal viszont oxigént. Mi vel magyarázod a jelenséget?

Összefoglalás

Áttekintés

A **sejtek** az élő szervezeteknek azok a legkisebb felépítési és működési egységei, amelyek életjelenségeket – anyagcsere, ingerlékenység, növekedés, osztódás – mutatnak. Az élőlények életműködései kivétel nélkül a sejtek közreműködésével valósulnak meg. Sejtjeik felépítése alapján az élőlényeket két alapvető csoportba: a **prokarióták** és az **eukarióták** közé soroljuk.

Az **egysejtűek** sejtje minden életműködés ellátására képes. A **többsejtűek** sejtjei már rendszerint eltérő felépítésűek, és közöttük működésmegosztás van. A többsejtű eukarióta élőlények közé tartoznak a növények, az állatok és a gombák.

Az élő szervezetek anyagai ugyanazokból a kémiai elemekből épülnek fel, amelyekből az élettelen anyagi világ. Azokat az elemeket, amelyek az élő szervezetek építőkövei, **biogén elemeknek** nevezzük. Az élő szervezetek vegyületei között legmagasabb a **víz (H₂O)** aránya, a sejtek tömegének átlagosan 65-75%-át adja. Az élő anyag széntartalmú, szerves vegyületei a **szénhidrátok**, a **lipidek**, a **fehérjék** és a **nukleinsavak**.

Anyagcseréjük során a sejtek anyagokat vesznek fel és adnak le. Az anyagokat átalakítják: felépítik saját anyagaikat, a szerves anyagok lebontása során pedig energiát nyernek életműködésükhöz. A sejtekben zajló biokémiai átalakulásokat fehérjemolekulák, **enzimek** katalizálják. A **felépítő folyamatokban** a kiindulási anyagokból nagyobb molekulájú, nagyobb energiátartalmú szerves vegyületek képződnek. Ezek az átalakulások emiatt energiaigényesek. Felépítő folyamat a fotoszintézis. A **lebontó folyamatok** során a szerves vegyületek oxidálódnak, és kisebb molekulájú anyagokká alakulnak át. A lebontó folyamatok energiafelszabadulással járnak. Lebontó folyamat a biológiai oxidáció és az erjedés. A felépítő és a lebontó folyamatok közötti energiaátvitel az esetek döntő többségében egy nagy energiátartalmú vegyület, az **adenozin-trifoszfát (ATP)** közvetítésével valósul meg.

Az eukarióta sejtekben nagyszámú, membránnal határolt sejtalkotó található. A prokarióta sejtekben a sejtthártya az egyetlen határoló membrán. A **biológiai membránok** alapvázát mindkét sejt típusban a kettős rétegbe rendeződött foszfolipid-molekulák alkotják. A lipidrétegben fehérjemolekulák találhatók. A membránfehérjék részt vehetnek a sejt anyagfelvételének és -leadásának szabályozásában, különböző biokémiai átalakulások irányításában.

Az eukarióta sejteket kívülről a **sejtthártya** határolja. A növények és a gombák sejtjeit szilárd sejtfa is védi. A fehérjeszintézis a két alegységből álló **riboszómákon** történik. A riboszómák a membránszakokból álló endoplazmatikus hálózat felszínéhez kötődhetnek. Az **endoplazmatikus hálózat** a **Golgi-készülékkel** együtt a fehérjék átalakításában és sejtben belüli szállításában vesz részt. A **lizoszómák** feladata a kívülről felvett nagy molekulájú anyagok lebontása, vagy a feleslegessé vált sejtalkotók eltávolítása. A **sejtmagot** kétrétegű, pórusokkal áttört maghártya határolja. A magplazmában található **kromoszómák** DNS-ből és szerkezeti fehérjékből állnak. Számuk fajra jellemző. A **mitochondrium** a sejt energiaellátásáért felelős. A **zöld színtest** a növényi sejtekre jellemző, belsejében zajlik a fotoszintézis. A **csillók** és az **ostorok** egyes sejtek mozgásszervecskéi.

A membránokon keresztül történő anyagfelvételt és -leadást **transzportfolyamatnak** nevezzük. A **passzív transzport** nem igényel sejt működéséből származó energiát. A részecskék diffúzióval áramlanak át a membrán foszfolipidrétegén (pl. O₂, CO₂, H₂O) vagy fehérjéin (pl. ionok, szőlőcukor). Az **aktív transzport** energiaigényes, mert a szállítás során nő a koncentrációkülönbség a membrán két oldala között. Az aktív transzport csak membránfehérjéken keresztül történhet, energiaigényét legtöbbször az ATP hidrolízise fedezi. Makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak) számára a membránok – a maghártya kivételével – nem átjárhatóak. A makromolekulák membránnal határolt hólyagokban **endocitózissal** juthatnak be a sejtbe. Leadásuk **exocitózissal** történik.

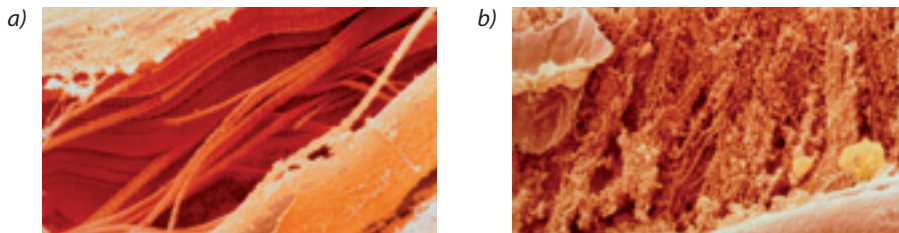
Az **ozmózis** féligáteresztő hártárával elválasztott oldatok között jön létre. A sejtekbe víz áramlik, ha plazmájuk ozmózisnyomása nagyobb, mint a külső közegé, és vizet veszítenek, ha plazmájuk ozmózisnyomása kisebb a külső közegénél.

A szerves tápanyagok oxigén jelenlétében történő lebontása a **biológiai oxidáció**, más szóval sejtlegzés. A folyamat során a nagy energiátartalmú szerves anyagokból alacsony energiaszintű vegyületek (szén-dioxid, víz) és ATP képződik, valamint hő szabadul fel. Oxigén hiányában egyes sejtekben erjedés (tejsavas, alkoholos) játszódhat le.

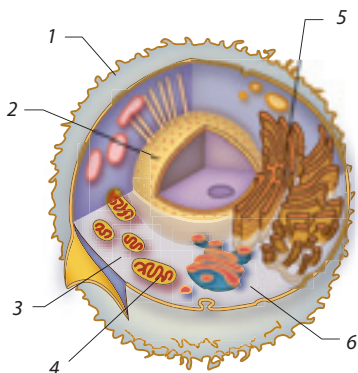
Az autotróf élőlényekre jellemző anyagcsere-folyamat, a **fotoszintézis** két szakaszra osztható. A fényszakaszban enzimek közreműködésével redukált koenzim, ATP és oxigén keletkezik. A sötétszakaszban történik a szén-dioxid megkötése és redukciója a fényszakaszban megtermelt ATP és redukált koenzim felhasználásával. Az autotróf élőlények által termelt szerves anyagokkal táplálkozik végső soron minden heterotróf élőlény.

Tudom, értem, alkalmazom, elemzem

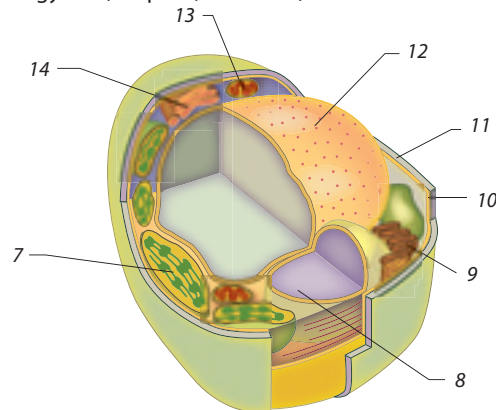
1. Foglald össze, miben hasonlít, és miben tér el alapvetően a prokarióta és az eukarióta sejtek felépítése, szerkezete egymástól!
2. Készíts gondolattérképet az élő szervezetek szerves anyagairól!
3. Hasonlítsd össze a keményítő és a cellulóz fizikai tulajdonságait, szerkezeti felépítését, a növényi sejtekben betöltött szerepét!
4. Sorold fel azokat az anyagokat, amelyek a növényi, illetve az állati sejtekben raktározódnak! Melyik az a közös jellemző ezeknek az anyagoknak a tulajdonságaiban, ami alkalmassá teszi őket erre a feladatra?
5. Ismertesd a globuláris fehérjék szerkezetét, vízben való oldhatóságát! Néhány példán keresztül mutasd be, hogyan függ össze a globuláris fehérjék konformációja és a szervezetben betöltött szerepe (pl. enzimek, sejt felszíni jelzőfehérjék, csatornafehérjék)!
6. Az alábbi elektronmikroszkópos felvételek nyers húsról (a), illetve sült húsról (b) készültek. Milyen különbséget látsz a nyers és a sült hús között? Értelmezd megfigyelésedet! Válaszodban használd a denaturáció, koaguláció kifejezést!



7. Mutasd be az ATP szerkezetét és szerepét a sejtek működésében az izomsejtek példáján!
8. Hasonlítsd össze egy jellegzetes növényi és állati sejt szerkezetét az elektronmikroszkópos felvételek alapján készült rajzok segítségével! Miben hasonlítanak, és miben különböznek egymástól? A gombák sejtjeit hogyan tudnád megkülönböztetni a növényi sejtétől?
9. Nevezd meg a jelölt sejtalkotókat! Melyik fordul elő mindkét sejtben? Megoldásodat a füzetbe írd a betűkódok felhasználásával. Egy-egy tömör mondatmal jellemezd mindegyiket (felépítés, működés)!

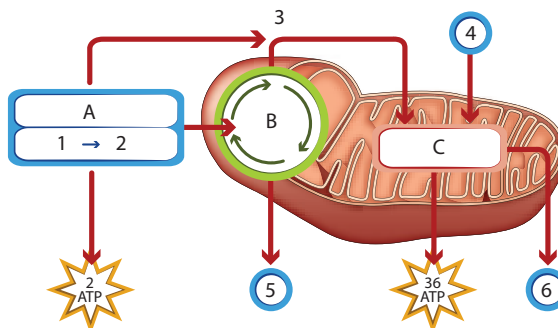


ÁLLATI SEJT

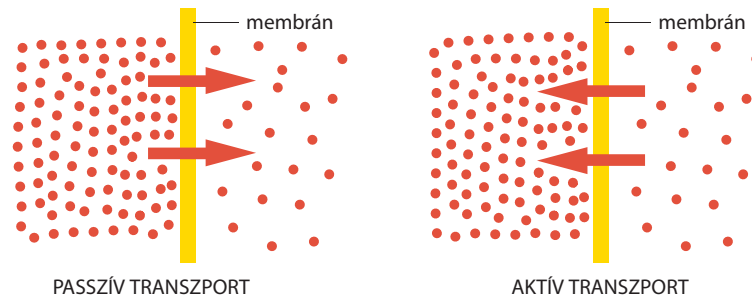


NÖVÉNYI SEJT

10. Az ábra segítségével a szőlőcukor biológiai oxidációjának példáján keresztül mutasd be a lebontó folyamatokat! Nevezd meg a lebontás főbb lépéseit és anyagain! Az ábrán a nagybetűk folyamatokat, a számok anyagokat jelölnek.



11. Hasonlítsd össze a biológiai oxidációt és az erjedést! Miért képződik kevesebb hasznosítható kémiai energia (ATP) az erjedés során?
12. Mutasd be a fotoszintézis példáján a felépítő folyamatokat! Vázold a fényszakasz és a sötétszakasz lényegét!
13. Egy vízinövény oxigéntermelését vizsgálták egy verőfényes nyári napon. A mérési eredmények arra utaltak, hogy a növény kevesebb oxigént termelt, mint amennyi a szén-dioxid-megkötés alapján várható lett volna. Mi lehet a jelenség magyarázata?
14. Az alábbi ábra segítségével jellemezd az aktív és a passzív transzportot! A biológiai membránok mely alkotórészein keresztül történhet passzív transzport?



Kitekintés, kutatási feladatok

1. Készítsetek bemutatót a glikolízis folyamatáról! Nézzetek utána, milyen lépésekből áll, mi teszi lehetővé az ATP képződését!
2. Készítsetek bemutatót a citromsavciklus és a terminális oxidáció folyamatáról!
3. Készítsetek rajzot egy eukarióta sejtről, és helyezzétek el benne a biológiai oxidáció egyes részfolyamatait, azok kapcsolódási pontjait!
4. Készítsetek prezentációt Szent-Györgyi Albert életéről, munkásságáról!
5. Szent-Györgyi Albert az alábbi gondolatokat fogalmazta meg a biológiai oxidációról egy 1937-ben megjelent írásában: „Ha a sejtnak energiára van szüksége, nem a sugárzást [értsd: fényt] használja fel, hanem kipakolja ezeket a tápanyag-molekuláknak nevezett energiacsomagokat. [...] A szénrel fűtött gőzmozdony analógiája azt sugallja, hogy ennek a reakciónak a lényege a C egyesülése (oxidációja) O_2 -nel. C alkotja az egész molekula vázát, és az oxigénnel végbe menő reakciója gazdag energiaforrást jelent, a tápanyag-molekula $H_{2n}O_n$ egysége ($n H_2O$) viszont nem képvisel energiát. Heinrich Wieland nevéhez fűződik az a felfedezés, hogy ez nem így van, és ez a modern biokémia egyik legnagyobb eredménye. [...] Ma ezt a folyamatot úgy képzeljük el, mint egy hosszú reakcióláncot, amelynek során a H elég. A biológiai oxidáció központi problémája az egyes H-atomok e részletekben történő oxidációjának a mechanizmusa. A reakciólánc egyik végén a tápanyag-molekula áll, amelynek egyéb funkciója nincs, mint az, hogy leadja H-atomjait. A másik végén áll az O_2 , amely elektronjait adja oda. Az én fő célom az volt, hogy a reakciólánc középső részének a megismeréséhez járuljak hozzá.”
Értelmezd Szent-Györgyi Albert írását a biológiai oxidációról, és válaszolj az alábbi kérdésekre!
a) Hol és hogyan adják le a tápanyag-molekulák a hidrogénjüket az eukarióta sejtekben?
b) Mely folyamatban képződik a szén-dioxid?
c) Hol és hogyan történik a H-atomok oxidációja, az élőlények számára hasznosítható energia képződése?

A NÖVÉNYEK ÉLETMŰKÖDÉSEI

II.



A virágzás fényigényes folyamat, ezért kora tavasszal, lombfakadás az erdők alját valóságos virágszőnyeg borítja.

A növények anyagforgalma ■
A zárwatermő növények életciklusa

Mozognak-e a növények?



Ha megkérdezik, mi a legszembetűnőbb különbség a növények és az állatok között, sokan azt válaszolják, hogy az állatok mozognak, a növények nem. De helyes-e ez az állítás? Nyilvánvalóan nem, hiszen a növények, ha helyváltoztató mozgást nem is, de helyzetváltoztató mozgást végeznek. Hajtásuk, a leveleik például a fény felé fordulnak, így nagyobb felületen fogják fel a napsugarakat. Egyes viragok nappal, fény hatására nyílnak, míg mások éjszaka bontják ki szirmaikat. A rovarfogó növények levelei érintésre összecukódnak, így ejtik el zsákmányukat.

Miért fordulnak a növények a fény felé? Erre a kérdésre az elsők közt kereste a választ Charles Darwin az 1800-as évek végén. Pázsitfű fiatal hajtásának növekedését vizsgálta. Megfigyelte, ha csak az egyik oldalán világítja meg a növényt, akkor az a fény felé nő. Ha letakarta sztaniolpapírral a hajtást, és egyik oldalát megvilágította, akkor a növény egyenesen nőtt. Amikor a hajtás alsó részét borította be, és a csúcsát szabadon hagyta, akkor az egyik oldalán megvilágított növény a fény felé hajlott. Darwin feltételezte, hogy a növényi mozgás a növekedéssel függ össze, és a növekedést valamilyen anyag szabályozza.

Darwin nyomán többen is foglalkoztak a problémával, köztük Paál Árpád magyar kutató is az 1900-as évek elején. Paál levágta a növényekről a hajtáscsúcsot, és kétféle módon helyezte vissza azokat a sötétben tartott növényekre. Ha eredeti helyzetében tette vissza a vágási felszínre a levágott csúcsot, akkor a növény egyenesen növekedett, és nem görbült el. Ha féloldalasan tette vissza a levágott csúcsot, akkor a növény elgörbült, és az az oldala növekedett erőteljesebben, amelyik érintkezett a levágott csúccsal. Paál ebből arra következtetett, hogy a növekedést kémiai anyag, hormon szabályozza, amely a hajtáscsúcsban képződik. A növény görbülését pedig ennek az anyagnak az egyenlőtlen eloszlása okozza. Később mások azonosították a növekedési hormont, amit auxinnak neveztek el a görög *auxein* ('növekedni') szó nyomán. Megállapították, hogy az auxin serkenti a növényi sejtek megnyúlását. Az is kiderült, hogy fényérzékeny vegyület. Ha egyik oldaláról világítjuk meg a növényt, akkor a hajtás árnyékos oldalán az auxin nem bomlik le, és a sejtek megnyúlnak. A hajtás napsütötte oldalán az auxin bomlik, így a sejtek növekedése lassúbb. Az eltérő ütemű növekedés miatt a hajtás a fény felé görbül.



A napraforgó virágai követik a nap járását

Megtudhatod

Miért jutnak el a talajoldatok a gyökértől egy 30 m magas fa csúcsáig?

8.

A növények anyagforgalma

Alapszövet ■ A bőrszövet és a szállítószövet közötti tereket kitöltő növényi szövetek. Több fajtája van, mint például raktározó, szilárdító, táplálékkészítő.

Farész ■ A szállítószövetek azon elemei, amelyek a gyökér felől szállítják a talajoldatokat a növény többi részébe.

Háncsrész ■ A levelek felől a szerves anyagok oldatait szállítja a növény többi részébe.

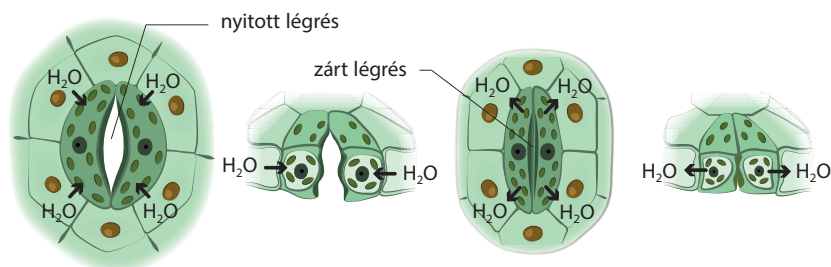
A sejtek anyagcseréjének megismerése után röviden tekintsük át a hajtásos növények anyagforgalmát: gázcseréjét, a talajoldatok felvételét és szállítását a növény testében!

A növények gázcseréje

Napfényben a táplálékkészítő alapszövet sejtjei a sejt közötti járatokat kitöltő páradús levegőből veszik fel a fotoszintézishez szükséges szén-dioxidot, és ide adják le a képződött oxigént. A sejtekben a fotoszintézissel párhuzamosan folyik a biológiai oxidáció. Megfelelő megvilágítás esetén a fényszakaszban jóval több oxigén képződik, mint amennyi a biológiai oxidációban felhasználódik. Így a sejt közötti járatokban nagyobb az oxigén és kisebb a szén-dioxid koncentrációja, mint a külvilágban. Ezért a **gázcserenyílásokon** keresztül, a koncentrációviszonyoknak megfelelően, szén-dioxid-molekulák diffundálnak be a sejt közötti járatokba, és oxigénmolekulák áramlanak ki a környező levegőbe. **Éjszaka**, fény hiányában a gázcsere az előbbivel ellentétes irányú, hiszen a növény csak a sejtlégzéshez kapcsolódó gázcserét folytat.

A gázcserenyílások működése

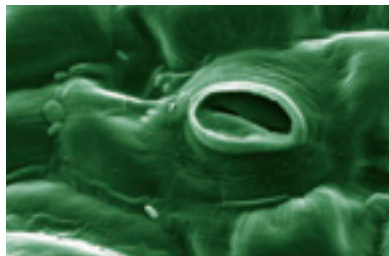
A növények gázcseréje és párologtatása a bőrszöveti sejtek között található gázcserenyílásokon keresztül valósul meg. A gázcserenyílásokban két babszem alakú **zárósejt** határolja a **légrést** (1. ábra). A zárósejtek a többi bőrszöveti sejtől eltérően zöld szintesteket tartalmaznak. A légrés a táplálékkészítő alapszövet sejt közötti járataival áll kapcsolatban.



2. A gázcserenyílások működése



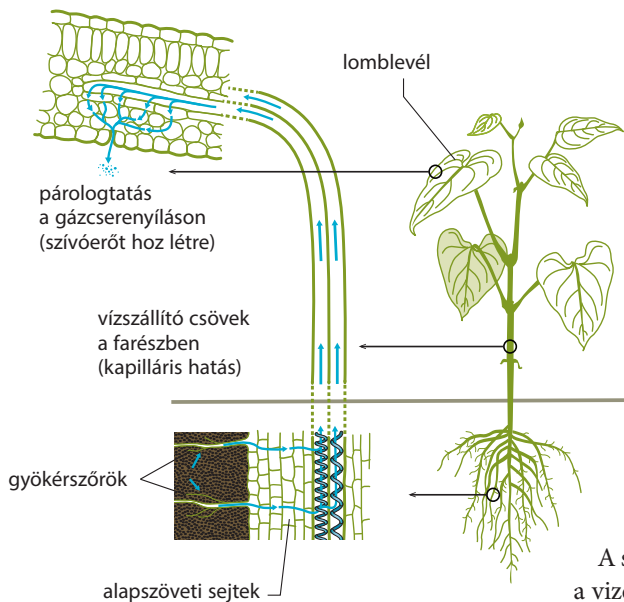
- A növények gázcseréje
- A gázcserenyílások működése
- A növények vízfelvétele



1. Gázcserenyílás elektronmikroszkópos képe



3. Növényi bőrszövet kétféle sejtje fénymikroszkópos képen



4. A növények anyagszállítása



5. A gyökérnyomás hatására a lemetezett gally akár napokig „könnyezik”

Keress rá! ■ Liebig-féle minimumtörvény

Fogalmak ■ légrés ■ zárósejt ■ gyökérnyomás ■ szívóerő

A gázcsere nyílások zárósejtjei között található légrés nyílását a zárósejtek víztartalmának növekedése előzi meg. A zárósejtek légrés felé néző sejtfalrészlete megvastagodott, ezért a sejtek víztartalmának növekedésekor a zárósejtek eltávolodnak egymástól, és a légrés kinyílik (2. ábra). Kimutatták, hogy fényben a zárósejtek aktív transzporttal káliumionokat vesznek fel, de emellett az ozmotikus koncentráció emelkedésében a zárósejtek szintestiben képződő cukroknak is szerepük van. Az ozmózisnyomás növekedését a víz passzív transzporttal történő felvétele, majd a légrés nyílása követi. A légrés záródása a zárósejtek víztartalmának csökkenése miatt következik be. Szárazság esetén a vízvesztés miatt a zárósejtek víztartalma csökken, a légrés záródik.

A növények vízfelvétele

A szárazföldi hajtásos növények gyökerük bőrszövetén keresztül veszik fel a vizet és az ásványi sókat a talajból (4. ábra). A **vízfelvétel passzív transzporttal** történik, mivel a víz számára a sejtfa és a sejtthártya szabadon átjárható. Feltétele, hogy a gyökérszőrők sejtplazmájának ozmotikus nyomása nagyobb legyen, mint a talajoldaté. A gyökér bőrszöveti sejtjei **aktív transzporttal ionokat**, elsősorban káliumot vesznek fel a környezetükből, így alakul ki a víz beáramlásához szükséges ozmózisnyomás-különbség. A vízbeáramlás következtében a bőrszöveti sejtekben fokozódik a sejtplazma sejtfalra gyakorolt nyomása, emiatt a víz átréselődik a szomszédos alapszöveti sejtekbe, majd innen tovább a szállítószövet farészébe. A farész hajszálcsövekként viselkedő vízfűző elemekben gyorsan áramlanak az oldatok a zöld növényi részek felé. Ez a jelenség a **gyökérnyomás** (5. ábra). A szállítószövetből a víz egy része bejut a fotoszintetizáló alapszöveti sejtekbe, másik része pedig elpárolog a gázcsere nyílásokon keresztül. A párologtatás nyomán fellépő **szívóerő** segíti a növények vízfelvételét és szállítását.

Megtanultam?

Gázcserejük során a növények napfényben **(1.)** vesznek fel, **(2.)** adnak le a gázcsere nyílásokon keresztül. A **(3.)** sejtek közötti légrésen át a növények párologtatnak is. Száraz időben ezek a sejtek nem tudnak **(4.)** felvenni a többi bőrszöveti sejtől, ezért a térfogatuk csökken, a köztük lévő légrés **(5.)** Napfényben a zárósejtekben nő a(z) **(6.)**, ezért a sejtek a környezetükből vizet vesznek fel. Víztartalmuk növekedése miatt a légrés kinyílik, ami lehetővé teszi a fotoszintézishez szükséges **(7.)** felvételét a levegőből.

A hajtásos növények vízfelvétele a gyökér bőrszöveti sejtjein át történik **(8.)** transzporttal. A vízfelvételt rendszerint ionok felvétele előzi meg **(9.)** transzporttal. A bőrszöveti sejtekből a víz először a(z) **(10.)** sejtekbe kerül, majd onnan a szállítószövet **(11.)**. A szállítóelemekben a hajszálcsöveség is segíti az oldatok áramlását. A gyökérnyomás mellett a levelek párologtatása nyomán fellépő **(12.)** is segíti a vízfelvételt.

Kérdések, feladatok

1. Mi jellemző a növények gázcserejére nappal, illetve éjszaka? Magyarázd meg az eltérés okát!
2. A fák lombfakadás előtt is képesek nagy mennyiségű vizet felvenni a talajból. Mivel magyarázod a jelenséget?
3. A tavakat szegélyező nádasoknak jelentős szerepük lehet a tó vízszintjének csökkenésében. Néhány mondatban fogalmazd meg, mi áll ennek háttérében! Válaszodban használd a szívóerő, párologtatás, szél kifejezést!

Megtudhatod

Hogyan lehet következtetni egy fa évgyűrűinek vizsgálatából a korábbi évek időjárására?

9.

A zárwatermő növények életciklusa

A zárwatermő növények egyedfejlődése, életciklusa a zigóta kialakulásával kezdődik. A zigótából a **magképzés** során kifejlődik a **csíra**, amely gyökérkezdeményre (gyököcske) és hajtáskezdeményre (rügyecske) tagolódik. A következő fejlődési szakasz a **csírázás**, amit a **létfenntartó szervek**, azaz a gyökér és a hajtás kialakulása követ. Végül kialakulnak a **szaporítószervek**, a virág és a termés. A zárwatermők körében gyakori a létfenntartó szervekkel történő ivartalan szaporodási mód, a **vegetatív szaporodás** is.

Csírázás

Kialakulása után a mag legtöbbször nem kezd azonnal csírázni, hanem vizet veszít, **nyugalmi állapotba** kerül. Ez alatt befejeződik a csíra érése. A termésfal vagy a maghéj gyakran **csírázásgátló anyagot** tartalmaz, ami megakadályozza, hogy a mag idő előtt, kedvezőtlen körülmények között fejlődésnek induljon.

A csírázás **környezeti feltételei** közül alapvető a **víz** jelenléte. A csírázás kezdetén a mag sok vizet vesz fel, sejtjeiben felgyorsulnak az anyagcsere-folyamatok, megszűnik a nyugalmi állapot. A vízfelvétel miatt a mag térfogata hirtelen megnő. A duzzadás következtében a maghéj felreped, ami könnyíti a sejtlégzéshez szükséges oxigén felvételét. A sejtlégzés a csírázás alatt erőteljes, hiszen a gyors növekedés és fejlődés sok energiát igényel. A csírázás során először a gyökér-, majd a hajtáskezdemény fejlődik ki. A lomblevelek megjelenése után a csíranövény már önálló fotoszintézisre képes (1. ábra).

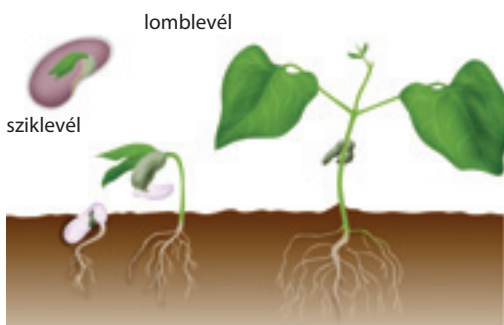
A csírázáshoz szükséges másik környezeti feltétel a megfelelő **hőmérséklet**. A csírázás hőigénye fajra jellemző. A búza például hidegben is csírázik, de a paradicsom és a paprika magasabb hőmérsékletet igényel. A fény a csírázás szempontjából legtöbbször közömbös. A talaj tápanyagtartalma sem befolyásolja a csírázást, mert a növény növekedése, fejlődése a mag raktározó alapszövetében tárolt tápanyagok felhasználásával történik.

Gyökér- és hajtásképzés

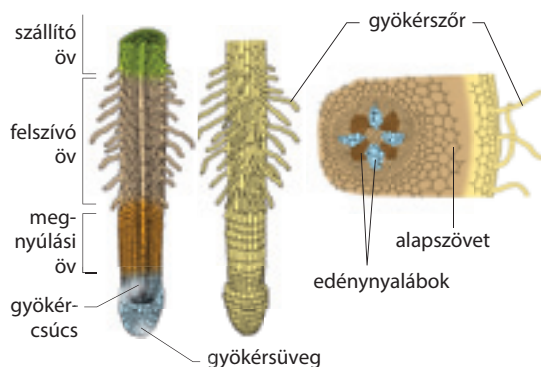
A gyökér a csíra gyököcskéjéből fejlődik. A növekedés a **gyökércsúcs** osztódószövetéből indul ki. A gyökércsúcsot a **gyökérsüveg** nyálkás sejtjei védik a sérüléstől (2. ábra). Az osztódószövet által létrehozott sejtekből differenciálódnak a gyökér jellemző szövetei. A gyökérszőrök a **felszívó övben** alakulnak ki. A felszívó öv fölött, a **szállító öv** alapszövetében edénynyalábok vannak, ezek kötik össze a gyökeret a többi szervvel.

A gyökér fejlődésével párhuzamosan a rügyecskeből megkezdődik a hajtás kialakulása. A hajtásképzésben a legfontosabb környezeti tényező a fény, a víz és a hőmérséklet. A gyökér és a hajtás megjelenése után megkezdődik a szervek elágazásainak fejlődése, a bokrosodás. Új gyökérágak fejlődnek, a szár is elágazik, és sok levelet hoz. Típusát tekintve a növény szára lehet lágy vagy fás. A fás szárúak közül a **fáknak** magas törzsük van, a **cserjék** hajtása többnyire már a talaj fölött elágazik.

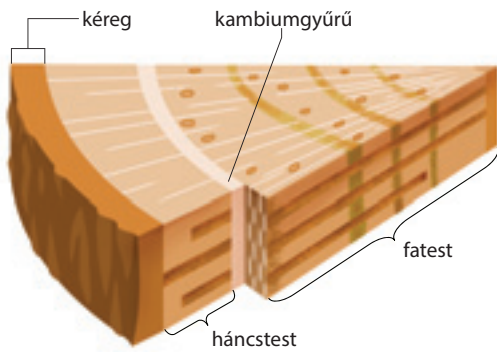
- Csírázás
- Gyökér- és hajtásképzés
- A fás szár kialakulása
- Az évgyűrűk
- Virágzás
- A zárwatermők életciklusa
- Ivartalan szaporodás
- A növényi hormonok



1. A bab csírázása, gyökér- és hajtásképzése



2. A gyökér hossz- és keresztmetszete. A gyökér hosszanti irányban jellegzetesen tagolódik. A felszívó övben a gyökér felületét gyökérszőrök növelik



3. A fatörzs keresztmetszete



4. Évgyűrűk egy fás szár keresztmetszetén. Jól látható az évgyűrűk időjárástól függő változó vastagsága



5. A pipacs hosszúnappalos növény



6. A szójabab rövidnappalos növény



7. Tavaszi erdő. Kora tavasszal tömegesen nyílik a medvehagyma az erdők gyepszintjében

A fás szár kialakulása

A fás szár **másodlagos vastagodással** alakul ki. A másodlagos vastagodásra képes fiatal növények szárában az edénnyalábok egy körben állnak, és osztódószövetet, **kambiumot** tartalmaznak. A hajtás fejlődése során az osztódószövet **kambiumgyűrűvé** zárul. Sejtjei kifelé hancs-, befelé faelemeket hoznak létre (3. ábra). A vastagodás eredményeként a fás szár belsejében kialakul a **fatest**, külső részében pedig a **hancstest**. A leszakadozó bőrszövet helyét átveszi a **héjkéreg**. A fás szárban a szállítóelemek közül csak a legfiatalabbak működnek, az idősebbek elzáródnak. A fatest elhalt szállítóelemeinek sejtfaiba gyakran tartósító cseranyagok rakódnak, amelyek védenek a lebontó szervezetektől, biztosítják a fás szár hosszú élettartamát.

Az évgyűrűk

A mérsékelt övezetben a fák kambiumgyűrűje évszakos ritmusban, szakaszosan működik. Késő ősszel és télen az osztódás szünetel. Tavasszal, amikor jó a növény vízellátása, tágabb üregű vízszállító elemek képződnek a fatestben. A nyári, szárazabb időszakban a kambium szűkebb üregű szállítóelemeket hoz létre. A fatest tavasszal képződött része (korai pászta) összességében világosabbnak tűnik, mint a nyáron kialakult rész (késői pászta). A fatestben ezért világosabb és sötétebb színű sávok, **évgűrűk** váltakoznak (4. ábra). Egy évgyűrű egy világosabb korai és egy sötétebb késői pásztából áll. A fák minden évben létrehozhatnak egy-egy évgyűrűt, így megszámlálásukkal megállapítható egy fa életkora. A kutatók azonban más információkhoz is juthatnak az évgyűrűk vizsgálatával. Az évgyűrűk vastagságából, szerkezetéből következtetni lehet annak az évnek az időjárására, amikor az évgyűrű kialakult.

Virágzás

A létfenntartó szervek kifejlődését a virágzás, majd a termésképzés követi. A virágzásban fontos környezeti tényező a fény. A mérsékelt és a hideg övezet számos faja **hosszúnappalos növény**, ami azt jelenti, hogy virágzásukhoz napi 12 óránál hosszabb megvilágítást igényelnek (5. ábra). A trópusi övezetben gyakoriak a **rövidnappalos növények**, amelyek számára a virágzást megelőző időszakban napi 12 óránál rövidebb megvilágítás szükséges. Hazánkban a rövidnappalos növények ősszel virágoznak (6. ábra). A kertészetekben gyakran mesterséges megvilágítással vagy elsötétítéssel készítik nyílásra a dísnövényeket.

A zárwatermők életciklusa

A virágos növényeket aszerint is csoportosíthatjuk, hogy a virág- és a termésképzés, milyen időszakonként és hányszor következik be a növény egyedfejlődése során.

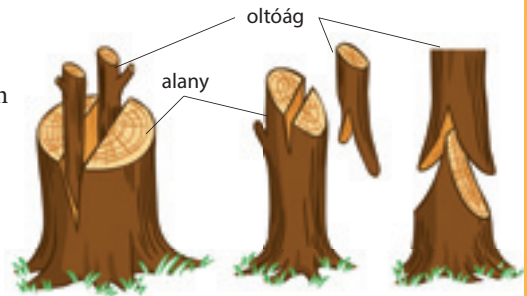
Az **egynyári**, más néven egyéves növények teljes életciklusa a csírázástól a magképzésig egy éven belül lejáró. Az egynyári növények termésképzés után elszáradnak, a következő évben magjaikból hajtanak ki újra (pl. paradicsom, paprika, borsó). A **kétnyári**, azaz kétéves növények az első évben csak létfenntartó szerveket fejlesztenek, a virág- és a termésképzés a második évben történik (pl. fejeskáposzta, vöröshagyma). Az **évelő növények** hosszú ideig élnek, minden évben virítanak és termést hoznak. A lágyszárú növények raktározó szervekkel telelnek át, és évről évre új föld feletti hajtást fejlesztenek. Lomberdeink kora tavaszi növényei között sok a hagymás-gumós évelő növény (7. ábra). Az évelő növények jellemző képviselői a fák és a cserjék.

Ivartalan szaporodás

A növények körében gyakori a létfenntartó szervekkel történő ivartalan (vegetatív) szaporodás. Ilyen többek között a hagymával, gumóval, indával, sarjakkal stb. történő szaporodás. Előnye, hogy a növény gyors és hatékony elterjedését teszi lehetővé. Hátránya, hogy az utódok egyetlen szülőtől származnak, örökítőanyaguk megegyezik.

A vegetatív szaporítást a kertészetekben is gyakran alkalmazzák.

Dugványozáskor levágott hajtásrészeket ültetnek nedves talajba, ahol azok gyökeret eresztenek. **Tőosztáskor** egy növényt gyökeres hajtásrészekre választanak szét. Elterjedt kertészeti eljárás az **oltás** és a **szemzés** is (8. ábra). A cél mindkét esetben ugyanaz: egy ellenálló, jó alkalmazkodóképességű fás szárú növényre, az ún. alanyra egy kevésbé ellenálló, de értékes termést hozó növény hajtásrészét helyezik. Oltáskor egész hajtásrészt erősítenek az alanyra, szemzéskor csak egy rügyet.



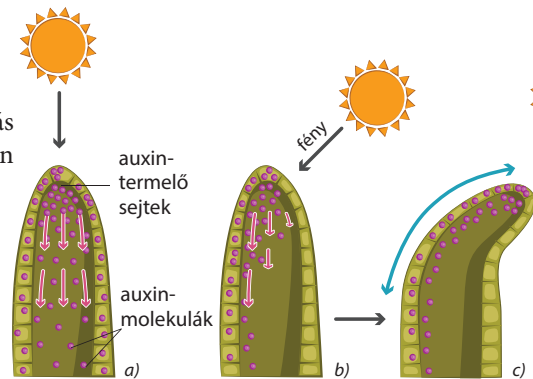
8. Oltás

Keress rá! ■ vernalizáció ■
fitokróm rendszer ■ gibberellin
■ etiolálás

A növényi hormonok

A növények egyedfejlődését, növekedését kémiai anyagok, hormonok szabályozzák. A hormonok a növényi test egyes szöveteiben képződnek, és rendszerint a szállítószövet közvetítésével jutnak el a növény más részeibe. A legismertebb növényi hormon, az **auxin** a hajtáscsúcsban termelődik, a hánccs rész szállítja a gyökér felé. Serkenti a sejtek megnyúlását, hosszanti növekedését. Fényérzékeny vegyület, fény hatására oxidálódik, elveszti hatását. Ezzel magyarázható a növények fény felé történő helyzetváltoztató mozgása (9. ábra).

A gyümölcsök érését szabályozó növényi hormon az **etilén** (etén). Gátolja a sejtek növekedését, gyorsítja a terméserést.



9. A hajtás növekedése a fény felé.

Ha a növényt csak az egyik oldalán éri fény, akkor hajtása a fény felé görbül. A szár árnyékos oldalán a fényérzékeny auxin nem oxidálódik, ezért a sejtek megnyúlása erőteljesebb, mint a megvilágított oldalon

Fogalmak ■ gyökérsüveg ■ fel szívó öv ■ szállító öv ■ kambiumgyűrű ■ fatest ■ hánccs ■ héjkéreg ■ évgyűrű ■ rövidnappalos növény ■ hosszúnappalos növény ■ auxin

Megtanultam?

A növények egyedfejlődésének szakaszai sorrendben a(z) **(1.)**, a nyugalmi állapot, a(z) **(2.)**, a(z) **(3.)** és a(z) **(4.)**. A magban található **(5.)** gyököcskére és rügyecskére tagolódnak. A gyököcskéből fejlődik ki a(z) **(6.)**, a rügyecskéből pedig a(z) **(7.)**. A(z) **(8.)** során a mag vízfelvétellel megduzzad. Ezt követően a magháj felreped, előbújik a gyököcske, majd a rügyecské. A(z) **(9.)** megjelenése után a növény élénk fotoszintézisre képes. A gyökér hosszanti irányban tagolódnak. A tápanyagok felvétele a(z) **(10.)** borított **(11.)** övben történik. A növényi szervek vastagodhatnak. A fás szárú növényekben az összefüggő **(12.)** fatestet és hánccs testet alakít ki. A virágzást a fény is szabályozza. A megvilágítás időtartama szerint a növények hosszú- és rövidnappalosak lehetnek. A növények hosszanti növekedését serkentő hormon a(z) **(13.)**. A(z) **(14.)** gátolja a sejtek növekedését és serkenti a gyümölcsérést.

Kérdések, feladatok

1. Ismertesd a csírázás folyamatát! Melyek a csírázás környezeti feltételei és miért? Készíts felelettervet!
2. Ismertesd a gyökér hosszanti tagolódását! Készíts rajzot!
3. Ismertesd a fás szár vastagodásának folyamatát! Készíts felelettervet!
4. Keress példákat rövidnappalos és hosszúnappalos dísznövényekre! Nézz utána, honnan származnak!
5. Mi az oka a növények fény felé fordulásának?
6. Az éretlenül leszedett gyümölcsöt hűtőházakban tárolják. Mielőtt piacra viszik, etilént juttatnak a hűtőház légterébe. Miért?

Összefoglalás

Áttekintés

A hajtásos növények a gyökerükön keresztül veszik fel a talajból a vizet és az ásványi sókat. Az ásványi sók felvétele aktív transzporttal történik a gyökér felszívó övének bőrszöveti sejtjeiben. A **vízfelvételt** az teszi lehetővé, hogy a bőrszöveti sejtek plazmájának nagyobb az ozmózisnyomása, mint a talajoldatoké. A bőrszöveti sejtekből a víz az alapszöveti sejtekbe, majd onnan a szállítószövet farészébe préselődik. A vízfelvételt segíti a párologtatás nyomán fellépő **szívóerő** is. A fotoszintézishez szükséges szén-dioxid a levelek gázcserenyílásain át jut be a levél sejt közötti járataiba, majd onnan a táplálékkészítő alapszövet sejtjeibe. A növények gázcseréjük során napfényben szén-dioxidot vesznek fel és oxigént adnak le. Sötétben szén-dioxid-leadás és oxigénfelvétel történik. A gázcserenyílások a növények párologtatását is szabályozzák.

A virágos növények **egyedfejlődésének szakaszai** a magképzés, a csírázás, a gyökér- és hajtásképzés, a virágzás. **Életciklusuk** szerint megkülönböztetünk egynyári, kétnyári és évelő növényeket.

A növények növekedését, fejlődését **hormonok** szabályozzák. A legfontosabb növekedést serkentő hormon az **auxin**.

Tudom, értem, alkalmazom, elemzem

1. Rajzold le egy gyökér felszívó övnél készült keresztmetszetét! Nevezd meg a szöveteket, jelöld be a víz áramlásának útját!
2. Rajzold fel egy gázcserenyílás szerkezetét! Nevezd meg a rajz részeit! Hogyan függ össze a gázcserenyílások működése a növény víztartalmával?
3. Mi a szerepe a víznek a csírázásban?
4. Hogyan történik a fejlődő, még nem zöld csíranövény táplálása?
5. Készíts felelettervet
 - a) az auxin,
 - b) az etilén (etén) növényekre gyakorolt hatásáról!

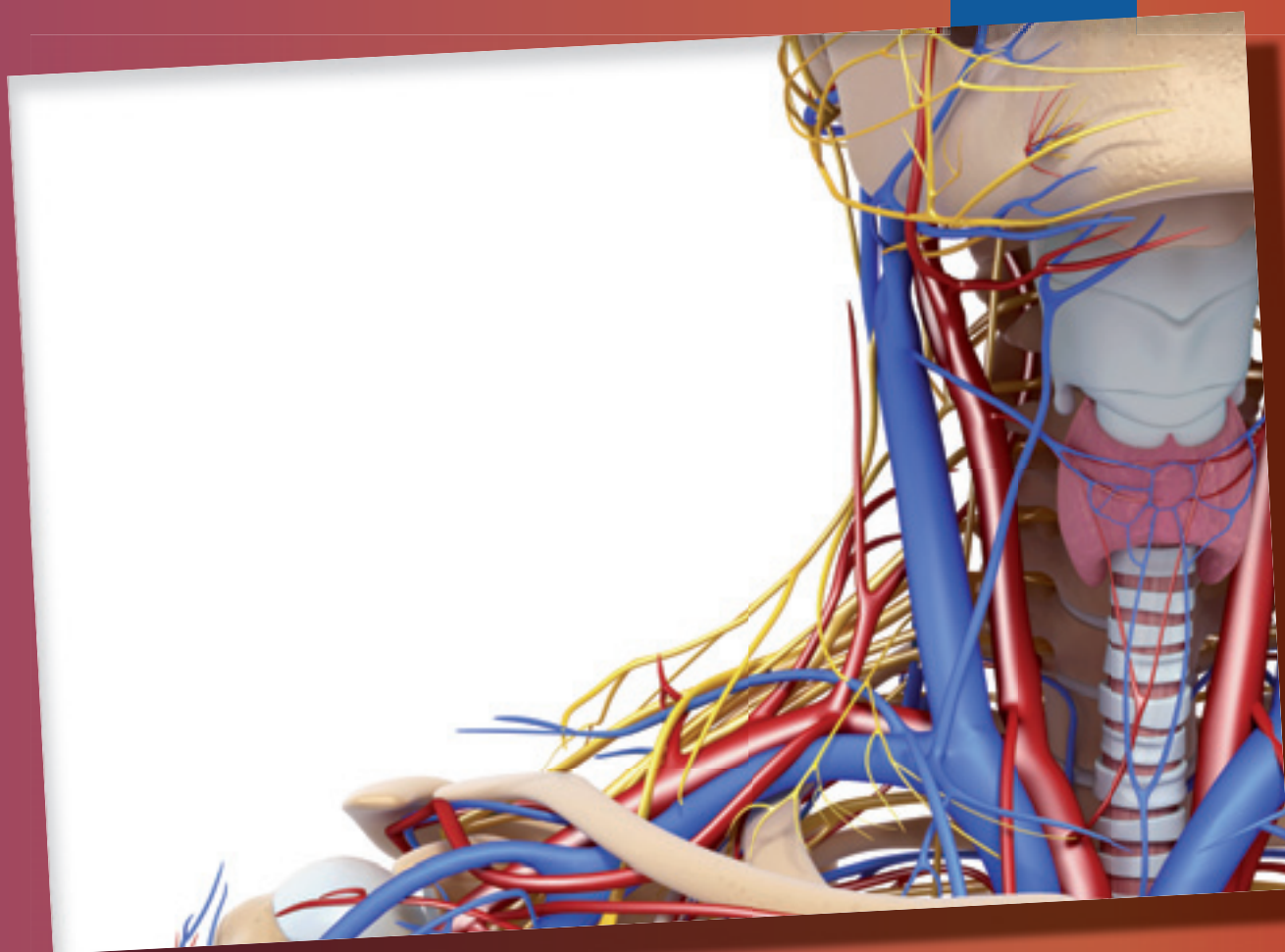
Kitekintés, kutatási feladatok

1. Milyen kapcsolat van a növények vízszállítása és a hajszálcsovéesség jelensége között?
2. Nézz utána, hogy az auxin és az etilén mellett milyen növényi hormonok vannak! Jellemezd hatásukat!
3. A karácsonyi kaktusz és a mikulásvirág kedvelt dísnövény. Honnan származnak? Mivel magyarázható, hogy nálunk télen virágoznak?
4. Közismert, hogy a mimóza levelei érintés hatására ellankadnak (lásd a mellékelt fotót). Mi áll a jelenség hátterében?



AZ EMBER LÉTFENNTARTÓ MŰKÖDÉSEI

III.



A nyaktájék anatómiája bőr és izmok nélkül.
Pirosak az artériák, kékek a vénák, sárgák az idegek.
A légzőrendszerből csak a gége és a légcső látható.

A vér ■ A szív és az érhálózat ■ Az emésztőrendszer ■ A szervezet tápanyagigénye ■ Az egészséges táplálkozás ■ A légzés ■ A kiválasztás ■ Az immunrendszer működése ■ Az immunrendszer és az egészség ■ A bőr ■ Mozgásszervrendszerünk: a vázrendszer ■ Mozgásszervrendszerünk: az izomrendszer



Spanyolország területén talált koponya. A gyógyulás elkezdődött, ami arra utal, hogy a beteg túlélte a beavatkozást



Hippokratész (i. e. 460 – i. e. 370)



Galénosz (i. sz. 130–210), akinek orvosi tanai több mint ezer évig éltek

Az emberi test megismerésének kezdetei

Az emberi test felépítését és működését már az őskori népek is igyekeztek megismerni, sőt a varázslók már számos gyógykezelési eljárást is alkalmaztak. Észak-Afrikában már az újkőkorból, mintegy hatezer éve végeztek koponyalékelést (trepanációt) gyógyítási céllal.

Orvostudomány az ókorban

Az *egyiptomi* fáraók orvosai rengeteg dolgot tudtak az ember szervezetéről és egészségéről. Időszámításunk előtt két és fél ezer évvel a törött csontokat fából készült sínekkel rögzítették, hogy a csontok megfelelően tudjanak összeforrni. A gyógyítás „szakemberei” orvosok, papok vagy varázslók voltak, akik az orvosi beavatkozásokat varázsigékkel igyekeztek hatékonyabbá tenni. Az ókori Egyiptomban már megkezdődött az orvoscépzés is, a tudást tankönyvként használt papiruszokon adták tovább. Egyes papirusztekercseken gyógyhatású receptek százait rögzítették.

Mezopotámia gyógyítói számára már valóságos kézikönyv készült. A mű bemutatta a betegségek tüneteit és a gyógyulás esélyeit is, jól követve az emberi test felépítését.

Az *antik görög orvoslás* legfontosabb elve az úgynevezett nedvkörtán volt, amely *Hippokratész* nyomán terjedt el. Ez az elmélet azon alapult, hogy négy testnedv egyensúlya határozza meg az egészséget, illetve a betegséget. A vér, a nyálka, a sárga epe és a fekete epe szimmetriája esetén egészséges az ember. Hippokratész megfigyelésekből vont le következtetéseket a betegségek kialakulására vonatkozóan. Részletesen leírta számos betegség, például a tüdőgyulladás, a gyermekágyi láz és az epilepszia tüneteit. A korabeli orvosok többségétől eltérően az epilepsziát nem a démonok ártó hatásával magyarázta, hanem az agy megbetegedésével. Nagy jelentőséget tulajdonított az egészség megőrzésében a helyes táplálkozásnak és a testmozgásnak.

Hippokratész tanait követte az antik orvoslás csúcspontját képviselő *Galénosz*, az ő anatómiai és élettani elképzelései az ókoron túl is hosszú ideig érvényesek maradtak. A test felépítésére vonatkozó ismeretei majmok és disznók boncolására alapultak. Galénosz anatómiáját a 16. századig elfogadták, akkor jelentek meg az emberi boncolások első tudományos publikációi. A szervezet működésére vonatkozó nedvkörtani tanításai pedig elfogadottak maradtak egészen addig, amíg megjelent William Harvey elmélete a vérkeringésről.

Gyógyítás a középkorban

A középkor első felében az újonnan alakuló egyetemek oktatói még nem tartották szükségesnek a boncolást, vagyis – az akkori szóhasználattal – a „hulladarabolást”. Az egyház parancsai szerint ugyanis az elhunytak teste sérthetetlen volt. Az anatómusok elsősorban Galénosz írásából tanították a leendő orvosokat.

Holttestek boncolására csak a 14. századtól kezdődően került sor, de akkor még szigorúan csak a galénoszi tanok alátámasztására. A 15. és a 16. századi anatómusok már rámutattak az antik tanítások tarthatatlanságára, ám Galénosz számos téves elképzelése még sokáig élt az orvoslás tanaiban. Lassan azonban utat tört a megfigyelésen, vizsgálaton alapuló tudásszerzés. Leonardo da Vinci, a reneszánsz kiváló polihisztor végzett ebben az irányban úttörő munkát. Nagyszerű anatómiai rajzokat készített.

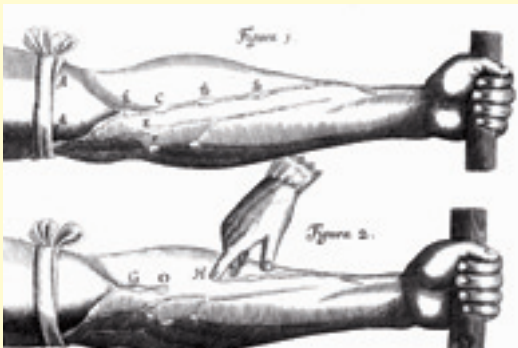
A 16. században a boncolás lassan mindennapos vizsgálati módszerré vált, a század végén pedig már valóságos nyilvános cirkuszi látványosság lett belőle. A század közepén jelent meg *Andreas Vesalius* anatómiai könyve, amelyben nagyszámú kitűnő ábra és az emberi szervezet felépítésének részletes leírása található.

A keringési rendszer felfedezése

A mozgásszervek és a legtöbb belső szerv anatómiája lassanként világossá vált, sokáig homályos maradt azonban a keringési rendszer felépítése és működése. *William Harvey* korszakalkotó tevékenysége vezetett a keringési rendszer működésének felismeréséhez. Harvey vérkeringésről szóló munkája 1628-ban jelent meg. Egyszerű, bárki által megismételhető kísérlettel leírta a kis és a nagy vérkört. Eredményei ellentmondtak az akkortájt még széles körben elfogadott galénoszi elméletnek. Galénosz és követői például úgy vélték, hogy a sötétbordó (ma már tudjuk: oxigénszegény) vér a májból ered, az élénkpiros (mai tudásunk szerint: oxigénben gazdag) vér pedig a szívből indul, s a vér ebből a két szervből jut el a test más részeibe. Harvey egyszerű számítással bizonyította, hogy a vér folyamatosan kering a zárt csőhálózatban. Rájött, hogy a szív az összehúzódásakor az artériákon keresztül löki a vért a szervezet többi részébe, a tapintható pulzus pedig a szív működésének az eredménye. Megállapította, hogy a szív válaszfalán nincsenek olyan rések, melyeken keresztül a vér átjuthatna a jobb és a bal szívfél között. Megalkotta a két vérkörös keringés modelljét, amelyet ma is helyesnek tartunk. Az artériák és a vénák közötti átmenetet, a hajszálerek létét nem tudta igazolni, mivel nem használt mikroszkópot. Harvey felfedezését követően nagyon gyors fejlődésnek indult a korszerű anatómia és az orvostudomány.

Az első magyarországi egyetemet 1367-ben Pécsen alapították, azonban az orvoslás ekkor még nem számított igazi tudománynak. Négy száz évet kellett várni, míg 1770-ben elsőként a Nagyszombati Egyetemen elindították az orvoképzést.

A következő fejezetekben az emberi szervezet felépítésével és működésével foglalkozunk részletesebben. Sejtjeink felépítésének, anyagcseréjének ismeretében áttekintjük szervrendszereink működését, feltárjuk a sejtszintű és a szervezetszintű anyagcsere (pl. táplálkozás, légzés, kiválasztás) kapcsolódási pontjait, megismerjük azokat a szabályozó folyamatokat, amelyek lehetővé teszik sejtjeink millióinak és szerveinknek az együttműködését, az életfolyamatok összehangolását. A biológiai ismereteken túl vissza-visszatérő témánk lesz egészségünk megőrzése, az életmóddal, az élhető környezettel kapcsolatos problémák felvetése.



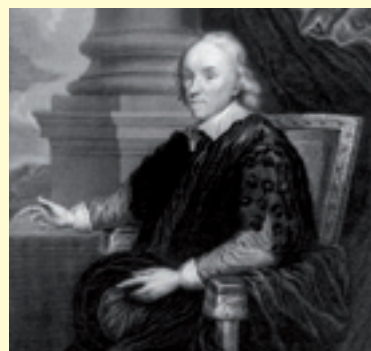
Harvey eredeti rajza a kar vénás keringésének megfigyeléséről



Leonardo da Vinci anatómiai rajza



Andreas Vesalius (1514–1564), a középkor első nagy anatómiai-könyvének szerzője. A képen a tudós az álló testhelyzetű tetem karját mutatja be – ez a beállítás a középkori bonctani ábrázolásokon gyakran látható



William Harvey (1578–1657), az ember keringési rendszerének leírója



- A szervezet folyadékterei
- A vér
- Vérárvadás
- Vérkép, vérszegénység, vérzékenység

Megtudhatod

Mi a vérszegénység? Miért okoz testi és szellemi fáradtságot?

10. A vér

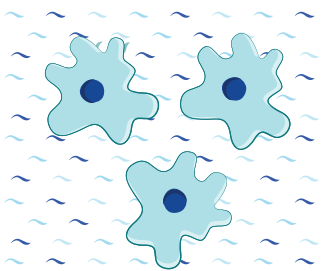
Sejt közötti állomány ■ Az állati szövetekben a sejtek közötti tereket kitöltő anyag. Folyékony vagy szilárd alapállományában kötőszöveti rostok lehetnek.

Az emberi test szöveteit, szerveit a keringési rendszer köti össze egymással, és biztosítja közöttük az anyagforgalmat. A keringési szervrendszer részei a szív, az érhálózat és az abban áramló vér.

A vér juttatja el a sejtekhez a bélcsatornában felszívódott tápanyagokat és a tüdőben felvett oxigént. A sejtektől a szén-dioxidot a tüdőbe, az anyagcsere különféle bomlástermékeit pedig a vesébe szállítja.

A vérkeringéssel jutnak célba többek között az anyagcsere-folyamatokat szabályozó hormonok, valamint a kórokozók elleni védekezésben fontos szerepet játszó ellenanyagok is.

sejtek közötti folyadékter = szövetnedv:
testtömeg 15%-a



sejten belüli folyadékter:
testtömeg 40%-a

testtömeg 5%-a

VÉRPLAZMA

A szervezet folyadékterei

Az emberi szervezetben három **folyadékteret** különböztetünk meg: a sejten belüli folyadéktereket, a sejtek közötti szövetnedvet, illetve a vérplazmát. Ezek a folyadékterek nem érintkeznek közvetlenül egymással, hiszen a **sejten belüli teret** a sejthártya választja el a környező **szövetnedvtől**, míg a szövetnedv és a **vér** között az érfal alkot határoló felületet. Az anyagforgalom a sejthártyán és a hajszálerek falán keresztül zajlik. Az egyes folyadékterek mennyisége és összetétele jellegzetesen különbözik egymástól (1-2. ábra). Az eltérő ionösszetétel és fehérjetartalom fontos az ozmotikus viszonyok kialakításában, ezzel együtt az anyagforgalom feltételeinek megteremtésében.

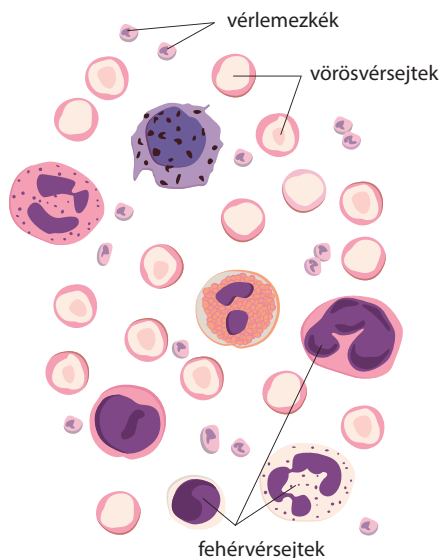
1. A szervezet folyadékterei

A vér

A vér kötőszövet, folyékony sejt közötti állománya a **vérplazma**, ami vízben oldott ionokat, glükózt, aminosavakat, fehérjéket és egyéb szerves vegyületeket tartalmaz. Fehérjetartalmának nagy részét a májban szintetizáló **albuminok** adják, amelyek szerepe a vérplazma jellemző ozmotikus koncentrációjának kialakítása és a vízben nem oldódó lipidek (zsírsavak, szteroidok stb.) szállítása. Az **immunoglobulinok** (más néven ellenanyagok) a kórokozók elleni védekezésben, az immunreakciókban vesznek részt. A májsejtekben képződő **fibrinogén** pedig a vérárvadás egyik fontos tényezője.

A vér sejtjes alkotóit alakos elemeknek nevezik. Ezek a fehérvérsejtek, a vörösvértestek és a vérlemezkék, amelyek döntő többsége a **vörös csontvelőből** származik (2. ábra).

A **fehérvérsejtek** változatos alakú és méretű, sejtmagvas alkotórészei a vérnek. Teljes értékű, osztódásra képes sejtek. A szervezet védekező rendszerének tagjai. Három típusuk van: a karéjos magvú **granulociták**, a nagy méretű **monociták** és a kisebb nyiroksejtek, más néven **limfociták**. Mindegyik más-más szerepet tölt be a kórokozók elleni védekezésben.



2. A vér sejtjes elemei

A **vörösvértestek** (vörösvérsejtek) lapos, fánk alakú sejtek. Nem tartalmaznak sejtmagot és sejtszervecskéket sem, így nem sejtnek, hanem testnek nevezik őket. Feladatuk a légzési gázok szállítása. Sejtplazmájukban nagy mennyiségű vörös színű fehérje, **hemoglobin** található. A hemoglobin hem részének vasionjához oxigénmolekula kapcsolódhat (2. lecke, 9. ábra).

A **vérlemezkék** (trombociták) sejtmag nélküli, kis méretű sejt elemek, a vérárvadásban van szerepük. Az érfal sérülése esetén ez a folyamat akadályozza meg, hogy a vér elfolyjon az érpályából.

Vérárvadás

A **vérárvadás** első lépésében a vérlemezkék kitapadnak a sérült érfalra. Ezt követően a vérlemezkék olyan anyagot adnak le a környezetükbe, amely egy soklépéses reakcióláncot indít el. A reakciólánc egyes lépéseit enzimek katalizálják, amelyek a vérplazmában találhatóak. A reakciósorozat végeredményeként a vérplazmában oldott állapotban található **fibrinogén** nevű fehérje molekulái a sérülés helyén térhálós szerkezetű **fibrin** képeznek. A vízben oldhatatlan fibrinszálak rárakódnak a sérült érfalra, lezárják a sebet (3. ábra). A fibrinhálóba fennakadnak a vér sejt elemek is. A kocsonyászerű alvadék alatt megkezdődik az érfal és a sérült szövetek regenerációja. A sebgyógyulás során az alvadék lebomlik, eltűnik.



3. A vérárvadás

Vérkép, vérszegénység, vérzékenység

A szervezet egészségi állapotáról, működéséről nélkülözhetetlen információkat nyújt a vér vizsgálata. A **vérkép** tájékoztat az alakos elemek számáról, a vörösvértestek hemoglobintartalmáról, a vérplazma összetevőinek mennyiségi viszonyairól, az esetleges eltérésekről (4. ábra).

A **vérszegénység** (anémia) olyan állapot, amikor vér hemoglobin koncentrációja valamilyen okból csökken, emiatt az oxigénszállító kapacitása is mérséklődik. Jellemző tünetei az állandó fáradtságérzet, a levertség, az aluszékonyág. Mindez annak következménye, hogy a sejtek, közülük is elsősorban az idegsejtek és a vázizmok energiaellátása nem kielégítő. A vérszegénység hátterében leggyakrabban a vörösvérsejtek alacsony száma vagy a normálnál alacsonyabb hemoglobintartalma áll. A hemoglobin hiánya rendszerint azzal

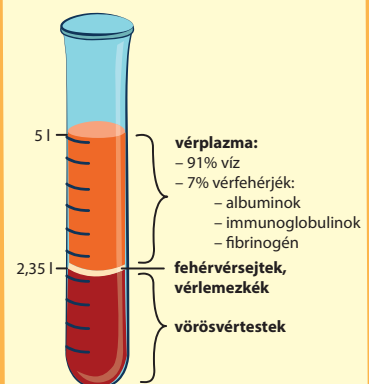
Adat	Leírás	Egészséges felnőtt ember értékhatárai	
		Férfiak	Nők
Vörösvértest-szám	A vörösvértestek (vörösvérsejtek) száma 1 mm ³ vérben. Rövidítés: vvt, vvs, RBC	4,5–5,9 millió/mm ³	4,0–5,6 millió/mm ³
Fehérvérsejt-szám	A fehérvérsejtek száma 1 mm ³ vérben. Rövidítés: fvs, WBC	4000–10 000/mm ³	
Vérlemezké-szám	A vérlemezkék (trombociták) száma 1 mm ³ vérben. Rövidítés: Thr, Plt	150 000–350 000/mm ³	
Hemoglobinszint	A hemoglobin mennyisége 1 dm ³ vérben. Rövidítés: Hgb	140–180 g/dm ³	120–160 g/dm ³
Hematokrit-érték	A vörösvértestek térfogata a teljes vértérfogat százalékában.	42–52%	37–54%

4. A vérkép néhány adata

Olvasmány

Számok, adatok a vérről

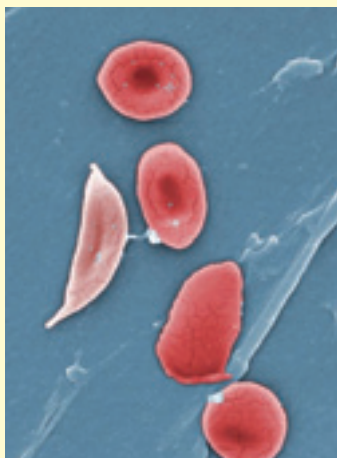
- A vér térfogata felnőtt emberekben kb. 5 liter.
- A vértérfogatnak valamivel több mint a felét, 55–60%-át a vérplazma teszi ki.
- Egészséges felnőtt emberben 3,7–5,2 mmol/dm³ között változik a vér koleszterinszintje.
- A vörösvértestek kb. 120 napig működőképesek, ezt követően lebomlanak a lépben. A vörös csontvelőben ezért folyamatosan és nagy mennyiségben képződnek a vörösvértestek.
- A fehérvérsejtek 70%-a granulocita, 25%-a limfocita és 5%-a monocita.
- A vérárvadási idő átlag 5-6 perc.



A vér összetétele. ■ Milyen anyagok alkotják a vérplazma meg nem nevezett 2%-át?

Olvasmány

Sarlósejtes vérszegénység ■ A vérszegénység egyik különleges, örökletes típusa a sarlósejtes vérszegénység. A hemoglobin fehérje alegységének aminosavsorrendjében történt változás miatt a vörösvértestek sarló alakban meggyömbülnek, és megváltozik a hemoglobin oxigénkötő képessége is. A sarlósejtes vérszegénységben szenvedő emberek várható élettartama 40-50 év.



Szabályos és sarló alakú vörösvértest mikroszkópos képe

magyarázható, hogy a táplálék nem tartalmaz elegendő vasat, vagy az nem megfelelő mértékben szívódik fel a bélcsatornából.

A **vérzékenység** a véralvadás zavara. A vérzékeny emberek vére egyáltalán nem, vagy csak nagyon lassan alvad meg. A vérzékenységnek sokféle oka lehet. Többek között a vérlemezkék alacsony száma, a májsejtek működési zavara, esetleg a véralvadási folyamat egyes reakciólépéseit katalizáló enzimek örökletes hiánya. Ez utóbbi eltérés hátterével a következő tanévben, a genetika témakörében foglalkozunk részletesebben.

Keress rá! ■ leukémia (fehérvérűség) ■ csontvelői őssejt ■ hemofília ■ vérdopping

Fogalmak ■ vörös csontvelő ■ albuminok ■ immunoglobulinok ■ granulociták ■ monociták ■ nyiroksejtek ■ véralvadás ■ fibrinogén ■ fibrin

Megtanultam?

Az ember keringési rendszerének részei: a(z) **(1.)**, a(z) **(2.)** és a(z) **(3.)**. A(z) **(1.)** kötőszövet, amelynek sejt közötti állománya a(z) **(4.)**. A(z) **(4.)** legnagyobb része **(5.)**, amelyben sokféle oldott anyag található. A(z) **(6.)** a májban képződő fehérjék, szerepük a vízben nem oldódó anyagok (pl. zsírsavak, szteroidok) megkötése és szállítása. A(z) **(7.)** a kórokozók elleni védekezésben fontos plazmafehérjék. A(z) **(1.)** sejt alkotói közül a(z) **(8.)** hemoglobint tartalmaznak, feladatuk a(z) **(9.)** szállítása. A sejtmagvas **(10.)** a kórokozók elleni védekezésben vesznek részt. A(z) **(11.)** sejtmag nélküli, kis méretű sejt elemek, a(z) **(12.)** van szerepük. A(z) **(12.)** során a vér kocsonyás állagúvá változik, ami sérülés esetén megakadályozza, hogy a vér elhagyja az érpályát. A folyamat lényege, hogy a(z) **(4.)** vízdékony fehérjeje, a(z) **(13.)** vízben oldhatatlan, térhálós szerkezetű **(14.)** alakul.

Kérdések, feladatok

1. Mely részekből áll az ember keringési rendszere?
2. Röviden foglald össze a keringési rendszer feladatait!
3. Mutasd be az emberi szervezet folyadéktereit! Mely felületek határolják el egymástól a folyadéktereket?
4. Melyik szövettípusba tartozik a vér?
5. Jellemezd a vérplazma összetételét és szerepét!
6. Táblázatban foglald össze
 - a) a vörösvértestek;
 - b) a fehérvérsejtek;
 - c) a vérlemezkék tulajdonságait (sejtfelépítés, mennyiség, szerep)!
7. Osztálytársad arra panaszkodik, hogy gyorsan elfárad, sokat alszik, nem bírja a fizikai terhelést. Vérképe a következő adatokat tartalmazza: vörösvértestek száma 4,87 millió/mm³, hemoglobintartalom 105 g/dm³. Mire utalhatnak az adatok? Mi állhat a tünetek hátterében?
8. Ha valaki hosszabb időt, több hetet tölt trópusi magashegységben (3000 m fölött), akkor megnő a vérben a vörösvértestek száma. Mivel magyarázható ez a jelenség?
9. Mi lehet a magyarázata annak, hogy a férfiak vörösvértestszáma és azok hemoglobintartalma is magasabb a nőkénel?
10. A vér magas koleszterinszintje miért jelent kockázati tényezőt?
11. Magyarázd meg, miért okoz vérzékenységet a májsejtek működési zavara!

Megtudhatod

Milyen hatása van a keringési rendszer működésére a rendszeres testmozgásnak?

11. A szív és az érhalózat

Zárt keringési rendszer ■ Az anyagszállító szervrendszereknek az a típusa, amelyben a testfolyadék, a vér folytonos, fallal határolt érhalózatban kering.

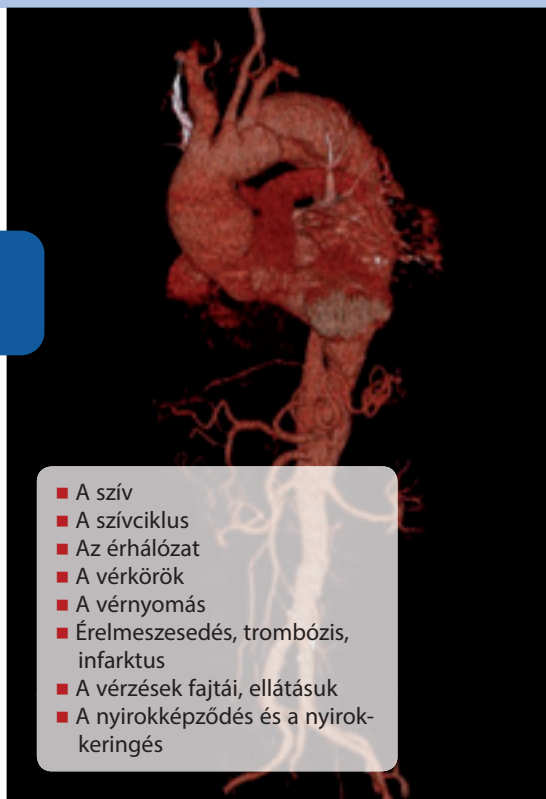
Szívizomszövet ■ A harántcsikolt izomszövetek olyan típusa, melynek izomrostjai hálózatos lefutásúak. A gerincesekre jellemző izomszövet.

Az embernek **zárt keringési rendszere** van. A szívből a szövetek felé izmos falú erek, az **artériák** (verőerek, vivőerek) továbbítják a vért. Az artériák egyre kisebb ágakra oszlanak, a legkisebb artériák vékony falú **hajszálerekben**, más néven kapillárisokban folytatódnak. A kapillárisok **vénákba** (gyűjtőerek, visszerek) szedődnek össze. A kisvénák egyre vastagabb erekbe torkollnak, és a szív felé továbbítják a vért (1. ábra).

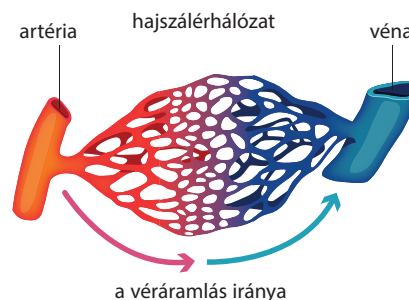
A szív

A **szív** a mellüregben, a két tüdőfél között, a test középvonalától kissé balra helyezkedik el (2. ábra). Fala háromrétegű. Kívülről a **szívburok** két vékony lemeze borítja. Ezen belül található a **szívizom**, amely gyors, ugyanakkor kiartó működésre képes. A szívfallal legbelső rétege a **szívbelhártya**.

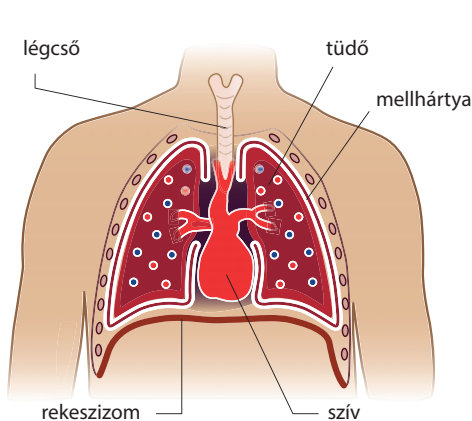
A szív üregrendszerét a hosszanti lefutású **sővény** jobb és bal szívfélre osztja. A szívfeleket a szívbelhártyából kiinduló **vitorlás (hártyás) billentyűk** pitvarra és kamrára tagolják. A vékonyabb falú, kevésbé izmos pitvarokba torkollanak a vénák: a jobb pitvarba a test felől érkező **nagy vénák**, a bal pitvarba a tüdő felől érkező **tüdővénák**. A vastagabb, izmosabb falú kamrákból indulnak ki az artériák. A jobb kamrából a **tüdőartéria** a kis vérkör felé, a bal kamrából a **főverőér**, más néven **aorta** a nagy vérkör felé pumpálja a vért. Az artériák kilépésénél találhatóak a **zsebes billentyűk**. A szív szöveteinek vérellátását a **szívkoszorúerek** biztosítják (3. ábra).



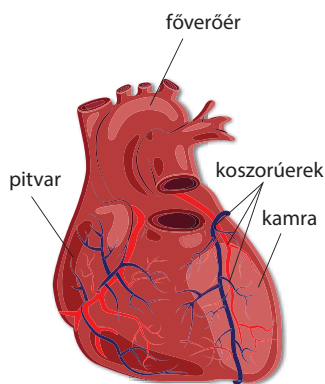
- A szív
- A szívciklus
- Az érhalózat
- A vérkörök
- A vérnyomás
- Érelmeszesedés, trombózis, infarktus
- A vérzések fajtái, ellátásuk
- A nyirokképződés és a nyirok-keringés



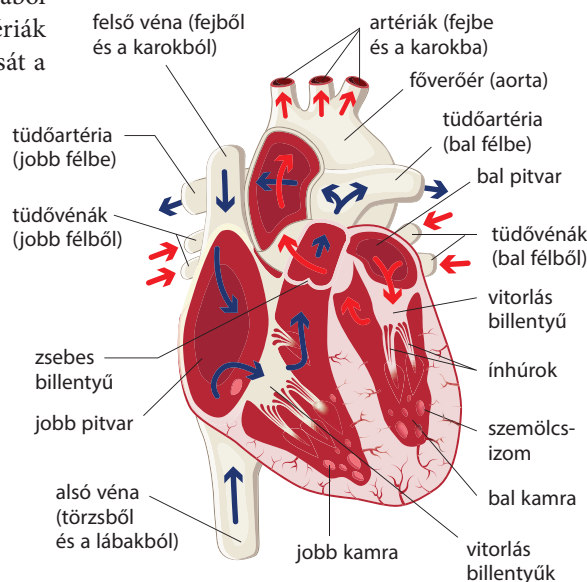
1. Az erek kapcsolata



2. A szív helyzete a mellüregben



3. A szív felépítése. A vitorlás billentyűket ínhúrok kapcsolják a szemölcsizomokhoz



Kísérletezz!

A pulzus meghatározása ■ A pulzus könnyen kitapintható azokban a nagyobb artériákban, amelyek a bőrfelszín közelében, illetve csont fölött futnak.

Tapintsd ki csuklód hüvelykujj felé eső oldalán a csuklóartériát. Lazán helyezd rá a mutatóujjadat, és határozd meg a percnkénti összehúzódások számát. A mérést ismételd meg háromszor. A mérésekből számíts átlagot!

Guggolj le és állj föl gyorsan egymás után hússzor, és utána ismét mérd meg a pulzusodat. Mivel magyarázod az eltérést a nyugalmi értéktől?

Olvasmány

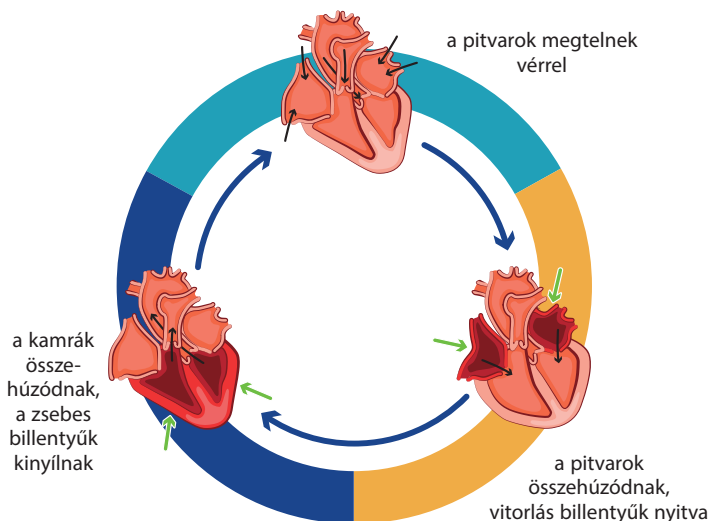
Adatok, tények a szívről

- A szív ökölnyi nagyságú, tömege mintegy 300 gramm.
- A felnőtt emberek szíve nyugalomban percnként átlagosan 65-75-ször húzódik össze (pulzusszám). A gyermekek szíve ennél gyorsabban ver.
- Nyugalmi állapotban a szív ciklus mintegy 0,8 másodperc alatt játszódik le.
- Fizikai munka, erős érzelmi hatás esetén a szív működés felgyorsul, az összehúzódások száma elérheti a 100-130/percet.
- Egy-egy összehúzódás alkalmával a szív nyugalmi állapotban 70-70 cm³ vért továbbít egyidejűleg a kis és a nagy vérkörbe (kamratérfogat).
- A rendszeres testmozgás a szív működésre is hatással van. A sportolók pulzusa rendszerint alacsonyabb, kamratérfogata magasabb az átlagértékeknél.
- A keringési perctérfogat a kamratérfogat és a pulzusszám szorzata. Azt mutatja, hogy egy perc alatt mennyi vér áramlik át az egyik vérkörön.
- Nyugalmi állapotban egy perc alatt mindkét vérkörben megfordul a keringési perctérfogatnak megfelelő vérmennyiség (kb. 5 dm³).
- Nagyobb igénybevétel esetén emelkedik az egy összehúzódással továbbított vér mennyisége, valamint az összehúzódások száma is. Ennek következtében a keringési perctérfogat a nyugalmi érték többszörösére emelkedhet.

A szív ciklus

A szív működés ismétlődő szakaszokra, **szív ciklusokra** tagolható. Egy ciklus további négy ütemre bontható (4. ábra). A billentyűk a szelepekhez hasonlóan egyirányúvá teszik a véráramlást az érhálózatban. A billentyűket az áramló vér mozgatja.

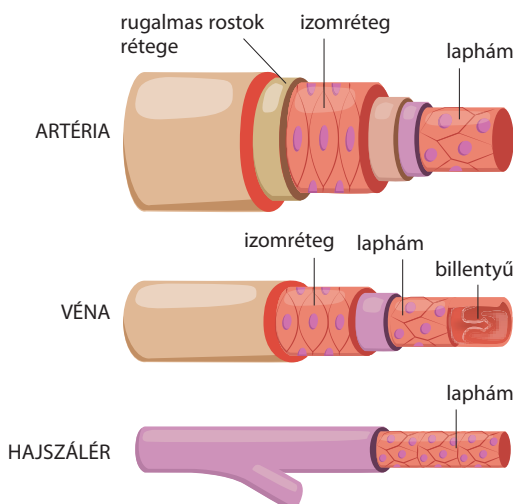
A két kamra minden egyes összehúzódásával azonos térfogatú vért továbbít a kis, illetve a nagy vérkörbe. A szívizom összehúzódásait a jobb pitvar falában található **szinuszcsozó** szabályozza.



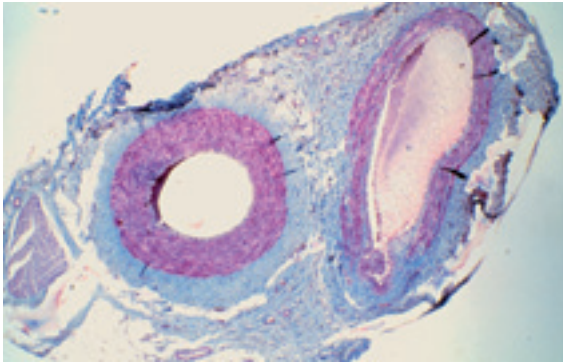
4. A szív ciklus főbb eseményei

Az érhálózat

Az **érhálózatot** artériák, hajszálerek és vénák alkotják. A három értípus falának szöveti felépítésében jellegzetes különbségek figyelhetők meg. Az artériák és a vénák üregét egyrétegű laphám béleli. A hámsejtek alatt rugalmas rostokat tartalmazó kötőszövet és simaizom található. Ha összehasonlítunk egymással két azonos átmérőjű artériát és vénát, azt látjuk, hogy az **artériák** falában több a rugalmas rost, és vastagabb az izomréteg is (5. ábra). Ennek köszönhetően az artériák rugalmasak, ellenállnak a vérnyomás feszítő hatásának. A **vénák** viszont tágulékonyak,



5. Az artériák, a vénák és a kapillárisok szöveti szerkezete



6. Artéria és véna keresztmetszetének fénymikroszkópos képe. Az artéria keresztmetszete kör alakú, a vénáé szabálytalan

kevésbé rugalmasak (6. ábra). A legtöbb vénában billentyűk vannak, amelyek megakadályozzák a vér visszafolyását. A **kapillárisok** falát egyrétegű laphám alkotja, melynek sejtjei között apró rések, pórusok találhatóak. A vastag, többrétegű érfal miatt sem az artériák, sem a vénák fala nem átjárható, az anyagforgalom a kapillárisokon keresztül zajlik.

A vérkörök

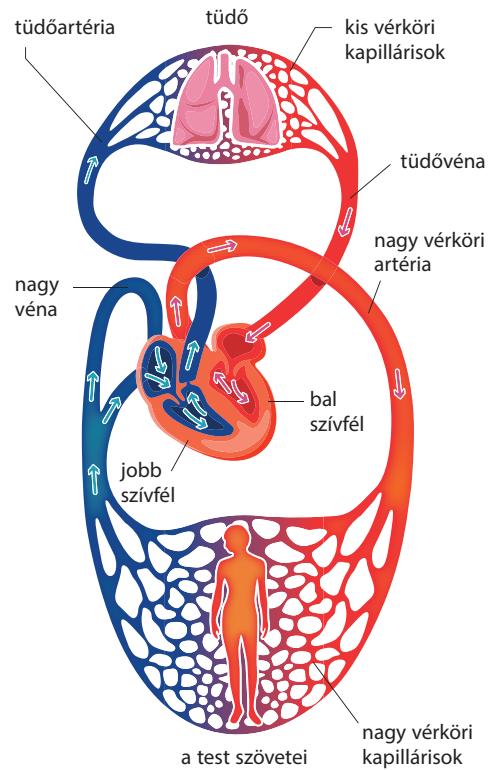
Az érhalózat két vérkört alkot. A **kis vérkör** a jobb kamrából kiinduló tüdőartériával kezdődik (7. ábra). A tüdőartéria oxigénben szegény, szén-dioxidban dús vért szállít. A tüdőben egyre kisebb artériákra ágazik szét, majd a **kis vérköri kapillárisokban** folytatódik. A tüdő lég-hólyagocskáinak hajszálereiben megtörténik a szén-dioxid leadása a vérből, és az oxigén felvétele a vérbe. Az oxigéndús vért vénák gyűjtik össze, végül a tüdővéna a szív bal pitvarába torkollik. A bal pitvarból a vér a bal kamrába, majd onnan a **nagy vérkör** kezdetét jelentő aortába jut. A nagy vérkör artériái szétágazóva az egész testet behálózzák, és minden szervben, szövetben hajszálerekben folytatódnak. A **nagy vérköri kapillárisokon** keresztül élénk anyagforgalom zajlik, többek között itt történik az oxigén leadása a vérből és a szén-dioxid felvétele a vérbe. A nagy vérköri kapillárisok vénákba szedődnek össze, amelyek a szén-dioxidban dús vért a jobb pitvarba juttatják.

A vérnyomás

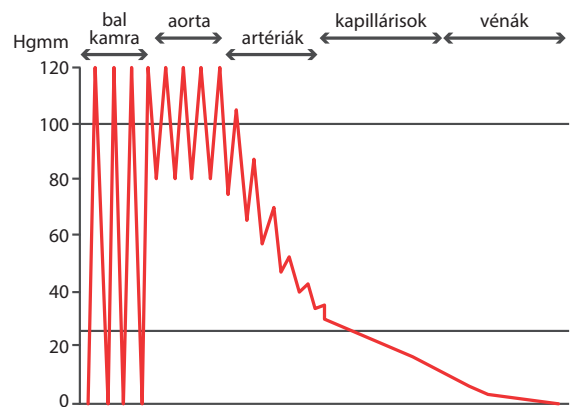
A szív tartja áramlásban a vért a keringési rendszerben. Összehúzódásaival nyomáskülönbséget alakít ki a kis és a nagy vérkör érhalózatában. A **vérnyomás** a vérnek az érfalra gyakorolt hidrosztatikai nyomása. Az érhalózatban a vér – a természeti törvényeknek megfelelően – a nagyobb nyomású hely felől áramlik a kisebb nyomású hely felé.

Mindkét vérkörben a kamrából kiinduló erekben a legnagyobb a vérnyomás, és a kapillárisok felé gyorsan csökken. A vénákban a pitvar felé haladva tovább csökken a vérnyomás, de már kisebb mértékben (8–9. ábra).

Mozdulatlanul álló emberben a vér súlya miatt előfordulhat, hogy a láb alsó részének vénáiban nagyobb a vérnyomás, mint a szívhez közeli nagyvénákban. Ez gátolja a vér pitvar felé történő áramlását. Ilyen esetben a lábak vénái kitágulnak, nagyobb mennyiségű vért fogadnak be. Zsebes billentyűk záródnak, és megakadályozzák a vér visszafelé áramlását. Az álló foglalkozású emberekben emiatt alakul ki gyakran **visszértágulat**.



7. A kis és a nagy vérkör vázlatja. A nyilak a vér áramlási irányát mutatják a kis, illetve a nagy vérkörben

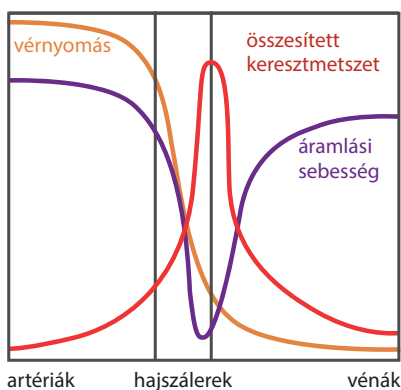


8. A vérnyomás változása a szívben és a nagy vérkörben nyugalmi állapotban.

A szív szakaszos működése miatt a bal kamrában a nyomás 0–120 Hgmm (16 kPa) között változik. Az aorta rugalmassága egyenlítő a szív szakaszos működését, benne a nyomás 80–120 Hgmm (10–16 kPa). Az artériás rendszeren nyomáshullám halad végig

9. A keringési rendszer jellemzői a nagy vérkörben.

A vér áramlási sebessége a kapillárisokban a legkisebb, mert itt a legnagyobb az erek összesített keresztmetszete



A vénákban a vér áramlását a vázizmok mozgásával lehet elősegíteni. Ugyanis a működő izmok összenyomják a bennük futó vénákat, elősegítik a vér továbbpréselődését a szív felé.

A nagy vérkörü keringés fenntartásához jóval nagyobb nyomáskülönbség szükséges, mint a kis vérköréhez.

Magasvérnyomás-betegségről (hipertónia) akkor beszélünk, ha a vérnyomás felső értéke nyugalmi állapotban tartósan 140 Hgmm felett van. Kiváltó oka sokféle lehet, gyakran nem is deríthető fel egyértelműen. A hipertóniát mindenképpen kezelni kell, különben más betegségeket idézhet elő. A hipertónia hátterében leggyakrabban a mozgásszegény életmód és az ezzel összefüggő elhízás áll. De nagy szerepe lehet a dohányzásnak és az alkoholfogyasztásnak is. A fiúknál kamaszkorban a hormonális változások miatt viszonylag gyakori a hipertónia.

Kísérletezz!

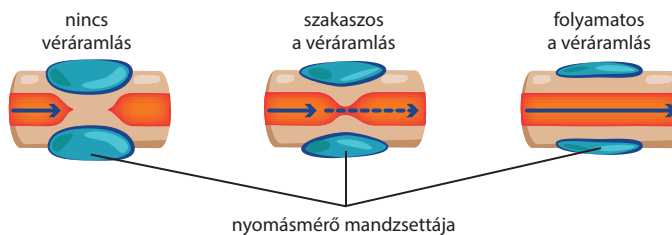
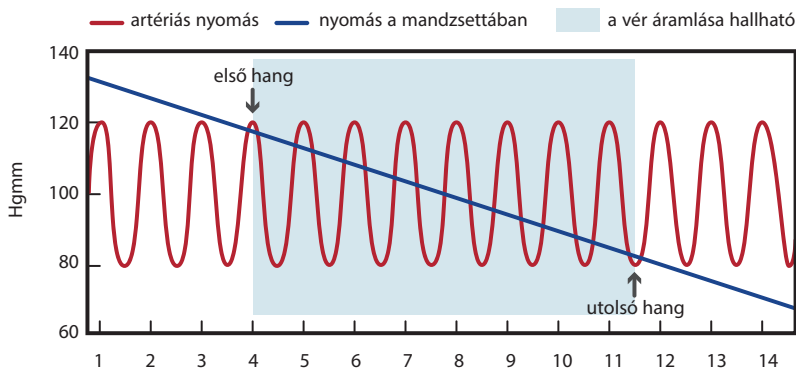
A vérnyomás mérése ■ A vérnyomás mérésekor a nagy vérkör artériás rendszerében kialakuló legmagasabb és legalacsonyabb nyomást határozzuk meg. A felső érték a nagy artériákban mérhető nyomás a bal kamra összehúzódásakor. Az alsó érték a bal kamra két összehúzódása közötti érték. A vérnyomás méréséhez lehetőleg higanyos vérnyomásmérőt és fonendoszkópot használj. Az automata vérnyomásmérőkben a fonendoszkópot beépített mikrofon helyettesíti.

A vérnyomásmérő mandzsettáját erőszítsd fel társad bal felkarjának középső harmadába (a szívvel egy magasságban). A fonendoszkópot helyezd kinyújtott bal karjának könyökhajlatába, hogy halljad a pulzust. Fontos, hogy a mérés során legyen csend, a vizsgált személy se beszéljen!

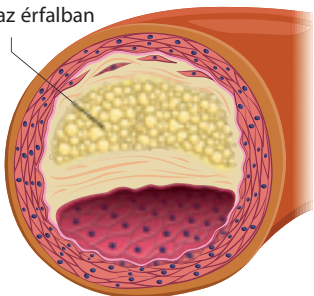
A pumpa segítségével fújd fel a mandzsettát, a benne uralkodó nyomás jóval haladja meg a várható felső értéket. Ekkor az artériát a mandzsettanyomás elzárja, a pulzus nem hallható.

Lassan engedd ki a levegőt a mandzsettából. Jegyezd meg azt a nyomásértéket, amikor a fonendoszkópban meghallod az első hangot (felső érték), majd azt, amikor a hang megszűnik (alsó érték).

Ezután kérd meg társadat, hogy guggoljon le és álljon fel gyorsan hússzor egymás után. Mérd meg ezt követően a vérnyomását! Hogyan változik a vérnyomás értéke? Mivel magyarázod a változást?



lerakódás az érfalban



10. Érszűkület egy artériában

Érelmeszesedés, trombózis, infarktus

Az artériák falába különböző anyagok (koleszterin és más zsírszerű anyagok, Ca^{2+} -ionok) rakódhatnak, amelyek csökkentik az érfal rugalmasságát, **érelmeszesedést** okoznak (10. ábra). Az elváltozás az ér szűkülete, és kevésbé rugalmas volta miatt egyrészt magas vérnyomás kialakulásához vezet. Másrészt az érfalon kialakuló egyenetlen felületen letapadhatnak a véralvadási faktorok, és beindíthatják a véralvadási folyamatát. Az ér belső felszínén vérrög (trombus) alakulhat ki, ami helyben maradván érelzáródást, **trombózist** okoz. Ha tovább sodorja a vér, akkor kisebb érbe jutva akár teljesen el is zárhatja azt. A következmény súlyossága attól függ, hogy mely szerv mely érében alakult ki elzáródás

vagy súlyos szűkület. A szív koszorúereiben bekövetkező trombózis a szívizomszövet elhalását okozza. Ez az állapot a **szívinfarktus**. Az izomzat más részének pusztulása esetén a szív még működőképes marad, de ha az izomzat nagyobb részlete hal el a koszorúér elzáródása miatt, akkor a szív működés leáll. Ha a vérrög agyi eret zár el, akkor **agyi érkatasztrófa** (stroke) alakulhat ki, nagyon súlyos idegrendszeri károsodásokkal. Fontos, hogy mind trombózis, mind infarktus, illetve stroke gyanúja esetén a beteg haladéktalanul orvosi ellátásban részesüljön!

Érelmeszesedést okozhat a helytelen táplálkozás, a dohányzás, a mozgásszegény életmód. A trombózis kialakulásának valószínűségét növelik a visszértágulatok és egyes hormonhatású szerek (pl. fogamzásgátló tabletták).

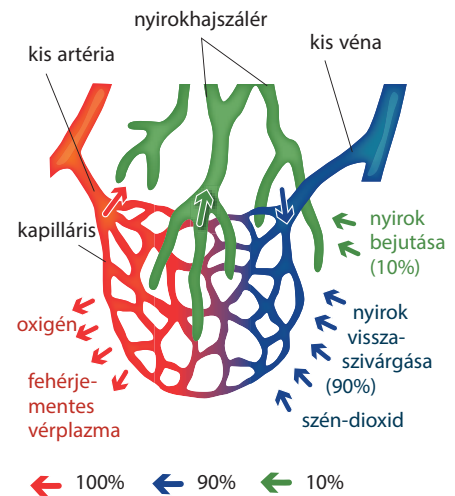
A vérzések fajtái, ellátásuk

A külső és belső testfelszínnek sérülése gyakran vérzéssel jár együtt. A vérzés intenzitása a megsérült erek méretétől és fajtájától függ. Leggyakrabban a hajszálerek sérülnek, ilyenkor a vérzés gyöngyöző, élénkpiros, csekély mennyiségű. Ellátása során a sebet tisztára kell mosni, fertőtleníteni, majd steril gézlappal, ragtapasszal fedni.

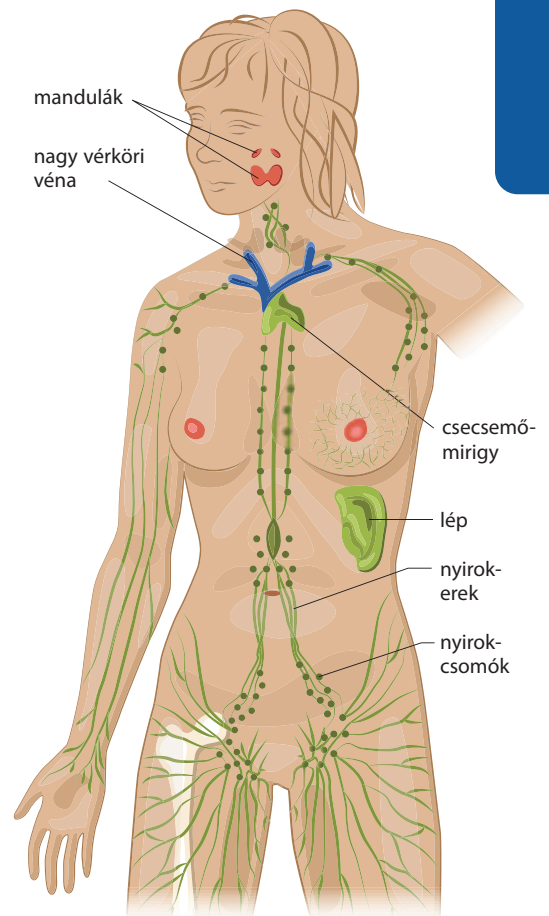
Nagyobb vénák sérülése esetén a vérzés bőséges, színe sötétebb. Artériás vérzéskor a vér színe élénk piros és nagy nyomással lüktetve távozik. Rövid időn belül jelentős vérvesztés alakulhat ki. Mindkét esetben a sérült testrészt a szív fölé kell emelni, ez már önmagában csökkenti a vérzés erősségét. A sebbe gézből formált gombócot kell helyezni, és azt erősen rányomni, rákötöni a sebre, hogy a vérzés csillapodjon. Az érintett végtag körkörös leszorítása a sérülés felett helytelen gyakorlat, a vérzést akár fokozhatja is! Súlyos vérzés esetén azonnal hívni kell a mentőket.

A nyirokképződés és a nyirokkeringés

A sejten belüli, a sejten kívüli folyadékterek és a vérplazma között folyamatos az anyagkicserélődés. A szövetnedv és a vérplazma közötti anyagforgalom a nagy vérköri kapillárisokon keresztül zajlik. A nagy vérköri hajszálerek artériákhoz közelebbi szakaszán a vérnyomás még olyan magas, hogy a vérplazma kis molekulájú alkotóit a kapilláris falán át kipréseli a szövetnedvbe (11. ábra). A hajszálerek fala a nagyobb méretű fehérjemolekulákat nem engedi át. A szövetnedv felé kiszűrődő folyadék összetételét tekintve fehérjementes vérplazma, ebből képződik a **nyirok**. A vérplazma ozmotikus nyomása a magasabb fehérjetartalomnak köszönhetően meghaladja a szövetnedv ozmotikus nyomását. A szövetnedvbe kerülnek a környező sejtek által leadott anyagok, valamint az elpusztult sejtek maradványai is. A hajszálér másik, vénában folytatódó végén a vérnyomás már kicsi, így a szövetnedv anyagai visszaszívógnak a kapilláris falán át a magasabb ozmózisnyomású vérplazmába. A kapillárisokból kiszűrődött folyadék mintegy 90%-a jut csak vissza a vérplazmába. A szövetnedv főlöslegét a vérkeringéshez csatlakozó **nyirokkeringés** juttatja vissza a vérbe (12. ábra). A visszaszívárgó szövetnedv először a vakon kezdődő **nyirokkapillárisokba** kerül, amelyek nagyobb **nyirokerekké** egyesülnek. Ezek **nyirokcsomókba** torkollnak, bennük a nyirok tágas üregrendszeren szűrődik át. A nyirokcsomókból kivezető nyirokerekek a **nyirokvezetéken** át végül a vénás rendszerbe juttatják vissza a nyirokot. A folyadék áramlását a nyirokerekekben is a nyomáskülönbség tartja fenn. A környező izmok működése összenyomja a nyirokereket, így a bennük levő nyirok továbbpréselődik. A nyirok egyirányú áramlását



11. A nyirokképződés folyamata



12. A nyirokkeringés. A lép a legnagyobb méretű nyirokszerv. Vért raktároz, amit szükség szerint a keringésbe juttat. Emellett részt vesz az előregedett vörösvértestek lebontásában



13. Ödémás láb. A lábfejben a szövetnedv felhalmozódása miatt duzzanat alakult ki

Keress rá! ■ Korotkov-hangok ■ szívkoszorúér-áthidalás (bypass) ■ Angina pectoris

a nyirokerekben levő billentyűk biztosítják. Bizonyos esetekben (pl. a vérplazma alacsony fehérjeter tartalma, vagy magas vérnyomás esetén) a nyirok egy része nem jut vissza a vérkeringésbe, hanem felhalmozódik a szövetek között, és **vizenyőt** (ödémát) okoz (13. ábra).

Fogalmak ■ szívburok ■ vitorlás és zsebes billentyűk ■ szív ciklus ■ vérnyomás ■ pulzus ■ érlelmeszesedés ■ trombózis ■ infarktus ■ nyirok ■ nyirok-képződés ■ nyirokkeringés ■ nyirokerek ■ nyirokcsomók

Megtanultam?

A szív a keringési rendszer központja. Belső üregrendszere két pitvarra és két kamrára tagolódik. A pitvarokba torkollanak a(z) **..(1)..**, a kamrákból indulnak ki a(z) **..(2)..**. A szív saját vérellátását a(z) **..(3)..** biztosítják. A szív falának nagy részét alkotó **..(4)..** gyors összehúzódásra képes és nem fáradékony. Összehúzódásának ritmusát a(z) **..(5)..** pitvar falában található **..(6)..** szabályozza. A szív ciklus során először a pitvarok, majd a kamrák húzódnak össze. A jobb és a bal kamra egy összehúzódásával **..(7)..** térfogatú vért továbbít a kis, illetve a nagy vérkörbe. A vér egyirányú áramlását a keringési rendszerben a(z) **..(8)..** biztosítják.

Az érhalózatot artériák, vénák és hajszálerek alkotják. A(z) **..(9)..** fala rugalmas, a(z) **..(10)..** fala pedig tágulékony. A(z) **..(11)..** fala féligáteresztő sajátosságú, egyrétű laphámból áll. Az érhalózat két vérkört alkot. A **..(12)..** a szív és a tüdő, a **..(13)..** a szív és a test szövetei között teremt kapcsolatot. Az artériáktól a vénák felé haladva mindkét vérkörben folyamatosan **..(14)..** a vérnyomás. A nagy vérkörben sokkal **..(15)..** nyomáskülönbség tartja fenn a véráramlást, mint a kis vérkörben. A szív összehúzódásai az artériás rendszerben **..(16)..** érzékelhetők. A **..(17)..** hajszálerek falán jelentős mértékű anyagkicserélődés történik a vérplazma és a szövetnedv között. A hajszálerekből kiszűrődő nyirok egy részét a(z) **..(18)..** szállítja vissza a vérkeringésbe.

Kérdések, feladatok

1. Készíts felelettervet a szív felépítésének bemutatására!
2. Készíts ábrát, amellyel szemlélteted a szív és az érhalózat kapcsolatát! Rajzodat lásd el feliratokkal!
3. Hasonlítsd össze az artériák, a vénák és a hajszálerek felépítését. Mutasd be, milyen kapcsolat van az erek felépítése és működése között!
4. Hol található a keringési rendszerben billentyűk, és mi a szerepük?
5. Mérjétek meg az osztályban mindenkinek a vérnyomását és a pulzusát! Határozzátok meg a fiúk és a lányok esetében az átlagértékeket! Értelmezzétek az adatokat (esetleges különbségeket a fiúk és a lányok között, az aktívan sportolókat és a nem sportolókat között). Az adatokat ábrázoljátok oszlopdiagramon!
6. Károly 21 éves élsportoló. Pulzusa 65/perc, kamratérfogata 85 cm³. András enyhén túlsúlyos, 23 éves fiatal-

ember, keveset mozog. Pulzusa 78/perc, kamratérfogata 70 cm³. Határozd meg a két férfi keringési perctérfogatát! Értelmezd a szív működésre vonatkozó adatok különbségét az életmódbeli különbségek segítségével!

7. Miért alakul ki gyakran visszértágulat az álló foglalkozású emberekben? Hogyan lehet ellene védekezni?
8. Műtétek, illetve csonttörések után gyakran adnak a betegeknek véralvadást gátló készítményeket. Miért?
9. Gyűjtsétek össze a szívinfarktusra utaló gyakori tüneteket!
10. Ismertesd a nyirokképződés folyamatát a nagy vérköri kapillárisokban!
11. Mutasd be a nyirokkeringés és a vérkeringés kapcsolatát!

Megtudhatod

Miért jellemző tünete a vérékenység a máj működési zavarának?

12. Az emésztőrendszer

Külső elválasztású mirigyek ■ Azok a mirigyek, amelyek váladékukat a külső vagy a belső testfelszínre (pl. bélcsatorna üregébe) juttatják. Többnyire kivezetőcsövük van.

Sejten kívüli emésztés ■ A táplálék fizikai és kémiai feldolgozása a bélcsatorna üregében emésztőnedvek hatására.

Emésztőnedv ■ Külső elválasztású mirigyek váladéka, amely a bélcsatorna üregében segíti a táplálék makromolekuláinak feldolgozását, hidrolízisét.

Felszívódás ■ A tápanyagok bejutása a bélcsatorna üregéből a bél hámsejtjein keresztül a keringési rendszerbe.

Emulzió ■ Folyékony közegben egy másik, nem oldódó folyadék apró cseppecskéi vannak szétosztatva.

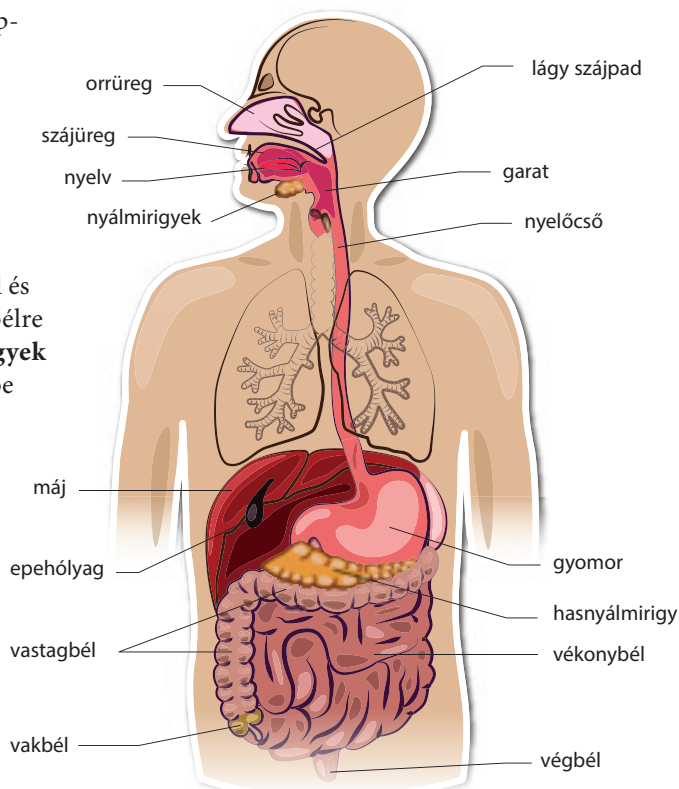
Szervezetünk, sejtjeink felépítéséhez, működéséhez, energiaigényének fedezéséhez sokféle szerves és szervetlen anyag, **tápanyag** szükséges. Szerves tápanyagaink a szénhidrátok, a fehérjék, a zsírok és a vitaminok. Szervetlen tápanyagaink a víz és az ásványi anyagok.

A tápanyagok felvétele és feldolgozása az **emésztő szervrendszer** feladata (1. ábra).

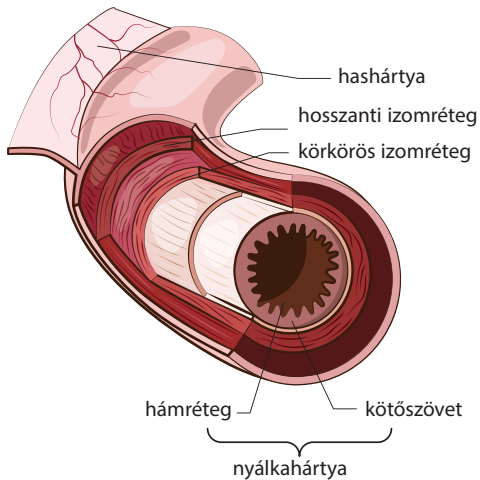
Az **emésztés** során a táplálékban található makromolekulák az **emésztőnedvek** enzimeinek közreműködésével monomerekké bomlanak. A monomerek és a szervetlen tápanyagok a **felszívódás** során jutnak be a keringési rendszerbe, majd a vér útján a szövetekhez és a sejtekhez.

Az emésztőrendszer a bélcsatornából és az ahhoz kapcsolódó emésztőmirigyekből áll. A **bélcsatorna** elő-, közép- és utóbélre tagolódik. Az **előbél** részei a szájüreg, a garat, a nyelőcső és a gyomor. A **középbél** (vékonybél) szakaszai a patkóbél, az éhbél és a csípőbél. Az **utóbél** vakbélre, vastagbélre és végbélre tagolódik. Az **emésztőmirigyek** közül a **nyálmirigyek** a szájüregbe, a **máj** és a **hasnyálmirigy** a középbélbe ürítik váladékukat. Az előbél feladata a táplálék felvétele, aprítása és kémiai lebontásának, emésztésének megkezdése. A középbél az emésztés és a tápanyagok felszívódásának fő helye. Az utóbél az ásványi anyagok és a víz felszívása mellett az emészthetetlen salakanyagokból kialakítja a székletet, ami a végbélnyíláson keresztül távozik.

1. Az ember emésztő szervrendszere

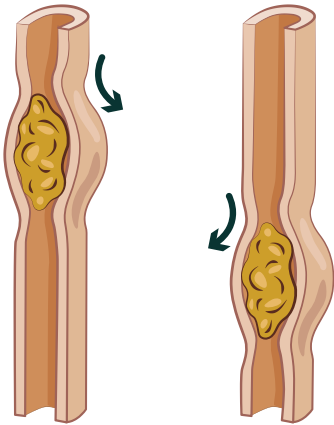


- A bélcsatorna felépítése
- A szájüreg
- A fogazat
- Fogszuvasodás, fogkő, fogszabályozás
- A nyelés
- A gyomor
- Középbél (vékonybél)
- Utóbél (vastagbél)
- A máj

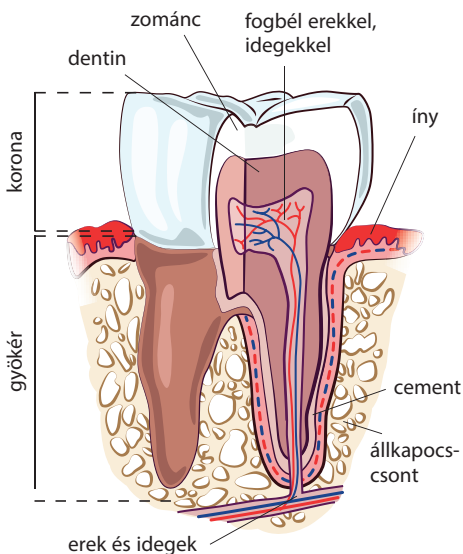


2. A bélcsatorna szöveti felépítése.

A nyálkahártya hámrétegét a bélcsatorna csaknem teljes hosszában egyrétegű hengerhám alkotja



3. A bélperisztaltika. A béltartalom előtti szakaszon a bélfal izomzata összehúzódik, továbbítja a béltartalmat



4. A fog felépítése. A rajzon egy őrlőfog felépítése látható

A bélcsatorna felépítése

A bélcsatorna üregrendszerét hámrétegből és kötőszövetből álló **nyálkahártya** béleli (2. ábra). A nyelvcsőtől kezdve a bélcsatorna hámrétegét nagyrészt hengerhámsejtek alkotják. A nyálkahártya alatt található körkörös és hosszanti lefutású **simaizomrétegek** összehangolt működése eredményezi a bélcsatorna jellegzetes perisztaltikus mozgását (3. ábra). A **perisztaltikus hullámot** a béltartalom feszítő hatása váltja ki. A körkörös és hosszanti izmok hullámszerűen tovahaladó összehúzódásai révén kialakuló ideiglenes szűkületek a nyelvcső felől egy irányban tovahaladva, a végbél felé továbbítják a béltartalmat. A gyomorban haránt lefutású izomrétegek is találhatóak, melyeknek köszönhetően a gyomor erőteljes keverő mozgásokat is végez.

A szájüreg

A tápcsatorna első szakasza a **szájüreg**, itt találhatóak a fogak és a nyelv, ide nyílik a három pár nagy nyálmirigy kivezetőcsöve. A szájüreget felülről a **szájpadlás** határolja, melynek elülső része a csontos **kemény szájpad**, hátulsó része az izmos **lágyszájpad** (1. ábra).

A **nyelv** a szájüreg alsó részén található izmos szerv, melynek fontos szerepe van a rágásban, a szilárd táplálék könnyen lenyelhető falattá formálásában, a nyelésben és a hangképzésben. Mindezek mellett fontos érzékszerv is: az ízéző sejtek mellett hő- és mechanikai ingerekre érzékeny sejteket is tartalmaz.

A **nyálmirigyek** váladéka a szájüregben ható emésztőnedv, a **nyál**. Hatóanyaga az **amiláz** enzim, amely megkezdja a keményítő hidrolízisét, lebontását. Semleges vagy enyhén lúgos kémhatású. Az emésztőenzimen kívül **nyálkaanyagot** is tartalmaz, amely összeragasztja, síkossá teszi a falatot. A nyál nedvesen tartja a szájüreg nyálkahártyáját, megvédi a kiszáradástól. Folyadékvesztéskor a nyáleválasztás csökken, ami a szomjúságérzet egyik oka. A nyál fertőtlenítő hatású fehérjét is tartalmaz.

A fogazat

A **fogak** az állkapocs és a felső állcsont bemélyedésében, a fogmederben gyökérral rögzülnek, inyből kiálló részük a korona (4. ábra). Legnagyobb részüket különleges csontszövet, **dentin** alkotja. A dentin sejteit ellátó erek és idegek a fog belsejében levő **fogbél** kötőszövetében találhatóak. A savakkal szemben kevésbé ellenálló dentint a koronán **fogzománc**, a gyökéren pedig **cement** borítja. A zománc ellenálló, kemény réteg, de nem tartalmaz sejteket, ezért nem képes regenerációra.

A fogak elsősorban a táplálék aprítására szolgálnak. A rágás eredményeként a szilárd táplálék nagyobb felületen érintkezhet az emésztőnedvekkel, így a tápanyagok emésztése hatékonyabb.

Az ember élete során kétféle **fogazat** váltja egymást (5. ábra). A **tejfogazat** 20 fogból áll. A felső és az alsó fogsorban a jobb, illetve a bal oldalon egyaránt 2-2 metszőfog, 1-1 szemfog és 2-2 őrlőfog található. A teljes, **maradó fogazat** 32 fog alkotja. Mindkét fogsorban elől, jobb és bal oldalon is 2-2 éles peremű, véső alakú metszőfog végzi a harapást, kétoldalt 5-5 gumós felszínű őrlőfog (záfog) pedig a rágást. A metsző- és a záfogak között mindenütt 1-1 hegyes, kúpos szemfog helyezkedik el. A **fogváltás** hatéves kor után kezdődik. A tejfogak fokozatosan kihullnak, helyükön maradó fogak fejlődnek. A maradó fogazat kialakulása a 18. életév környékén a leghátsó nagyőrlők, a bölcsességfogak megjelenésével zárul.

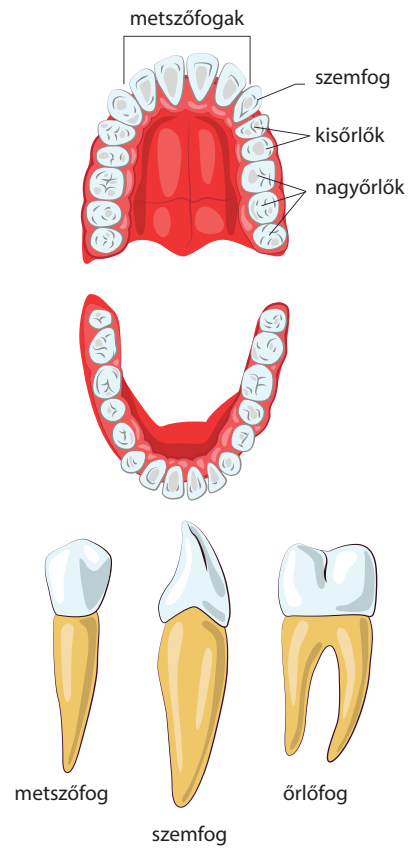
Fogszuvasodás, fogkő, fogszabályozás

A **fogszuvasodás** a zománcréteg sérülésével kezdődik, ezt követően a felszínre került dentinállomány gyors pusztulásnak indul. Amikor az egyre növekvő lyuk eléri a fogbelet, bekövetkezik a fog szöveteinek elhalása, hiszen vérellátás hiányában megszűnik a dentin sejteinek táplálása. De mi okozza a zománc sérülését és a dentinállomány gyors pusztulását? A szájüregben található baktériumok a táplálék anyagaiból a fogak felszínén vékony hárttyát, **lepedéket** hoznak létre. A lepedékben gyorsan elszaporodnak és anyagcseréjük során különböző savakat termelnek, amelyek károsítják a zománc anyagát. A lepedék rendszeres eltávolításával, vagyis fogmosással, illetve megfelelő táplálkozással a károsodás megakadályozható. A növényi rostokban gazdag, erőteljes rágást igénylő, illetve a cukrokban szegény ételek fogyasztása segíthet a fogszuvasodás megelőzésében. Nagyon fontos a napi kétszeri, étkezés utáni alapos fogmosás. Az esti, lefekvés előtti fogmosást különösen nem szabad elhanyagolni.

A fogszuvasodás eleinte nem észlelhető, de a fogorvosi vizsgálat kimutatja. A fog további romlása a kezdődő lyuk betömésével megállítható, ezért fontos a fogorvos rendszeres, legalább évenkénti felkeresése.

A **fogkő** a fogfelszínen lerakódó lepedékből kialakuló, többé-kevésbé szilárd bevonat a fogakon. Rendszeres fogmosással ennek a kialakulása is megelőzhető. A fogkővet szükség esetén a fogorvos fájdalommentesen eltávolítja.

A **fogszabályozás** során az egymásra torlódott, ferdén, szabálytalan vonalban előbújt maradó fogakat rendezik szabályos sorba. A rendellenes növekedést többnyire az okozza, hogy a fejlődő maradó fogak túl nagyok, nem férnek el az állkapocsban. A fogszabályozás nem csak esztétikai kérdés, hiszen a szabálytalanul álló fogak nehezítik a rágást, továbbá lehetetlenné teszik a fogak sikeres megtisztítását az ételmaradékoktól és a foglepedéktől.



5. Az ember maradó fogzata és fogtípusai

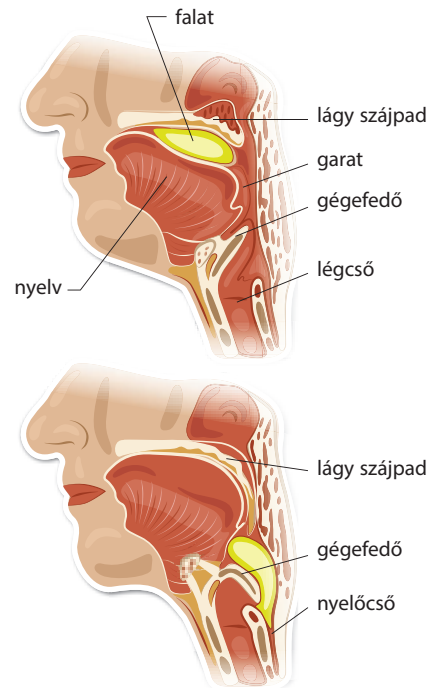
A nyelés

A megrágott falat a szájüreg hátsó, szűkült részén, a torkon át jut a bélcsatorna következő részébe, a garatba. A **garat** a tápcsatorna és a légutak közös szakasza. Ide torkollik az orrüreg és a szájüreg, innen nyílik a gége és a nyelőcső, vagyis a garatban kereszteződik a levegő és a táplálék útja. Ahhoz, hogy a táplálék a nyelőcsőbe jusson, nyeléskor zárulnia kell az orrüreg és a gége felé vezető útnak (6. ábra). Az orrüreg felé vezető utat a felemelkedő lágy szájpad, a légcső felé vezető utat a lefelé mozduló porcos gégefedő zárja le. A falatot a garatizmok a nyelőcsőbe nyomják, ami perisztaltikus mozgással továbbítja a gyomor felé.

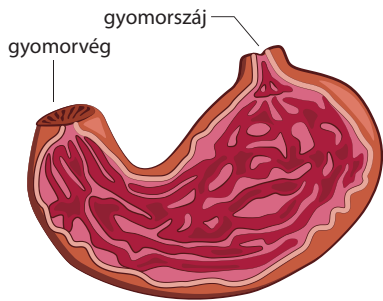
Ha valaki nyelés közben beszél vagy nevet, akkor előfordul, hogy táplálék – legtöbbször folyadék – kerül a gégebe vagy az orrüregbe. Ez erős köhögésre, tüszentésre ingerel, amely általában sikeresen távolítja el az idegen anyagot a légutakból, és kivédi az esetleges fulladást.

A gyomor

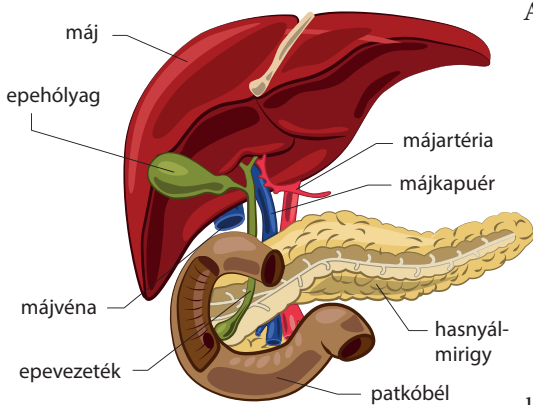
A **gyomor** a tápcsatorna legtágasabb szakasza, a rekeszizom alatt, a hasüregben helyezkedik el, két végén záróizmokkal. Belső felszíne redőzött, izmos fala tágulékony (7. ábra). Fő feladata a szakaszosan fölvetett táplálék tárolása, pépesítése és az elfolyósodott gyomortartalom továbbítása a középbélbe. Emellett szerepe van a fehérjék emésztésében is. Nyálkahártyájában többféle mirigysejt található. A mirigysejtek egyik típusa **sósavat**, a másik **emésztőenzimet**, a harmadik pedig **nyálkát** termel. A sósav és az emésztőenzim oldata alkotja az



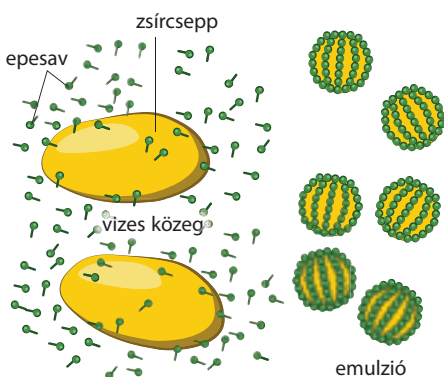
6. A nyelés folyamata. Az orrüreg felé a lágy szájpad, a légcső felé a gégefedő zárja a falat útját



7. A gyomor felépítése. A nyelőcső csatlakozásánál található a gyomorszáj. A gyomorvég a patkóbéllel áll kapcsolatban



8. A patkóbél, a máj és a hasnyálmirigy



9. Az epe szerepe a zsírok emésztésében

Kísérletezz!

Az epe vizsgálata ■ Két kémcsőbe tölts 3-3 ujjnyi vizet, majd tölts hozzá annyi étolajat, hogy vékony, egybefüggő réteg alakuljon ki a víz felszínén! Az egyikhez adj pár csepp mosogatószert! Gumidugóval zárd le mindkettőt, és alaposan rázd össze! Ezután 2-3 percre tedd félre a kémcsöveket! Mit tapasztalsz? Mivel magyarázod az eltérést?

erősen savas kémhatású (pH = 1-2) **gyomornedvet**. A savas kémhatás egyrészt elpusztítja a táplálékkal felvett mikroorganizmusokat, másrészt aktiválja az emésztőenzimet, a **pepsint**. A pepsin a fehérjék bontását végzi. A sűrű nyálka bevonja a gyomor belső felszínét, és megóvja a hámsejteket a gyomornedv emésztő hatásától. Ha nem termelődik elegendő mennyiségű nyálka, vagy valamilyen más oknál fogva a védőréteg elvékonyodik, akkor bevérzések, fekélyek alakulhatnak ki a gyomor nyálkahártyáján, ami súlyosabb esetben gyomorvérzést is eredményezhet.

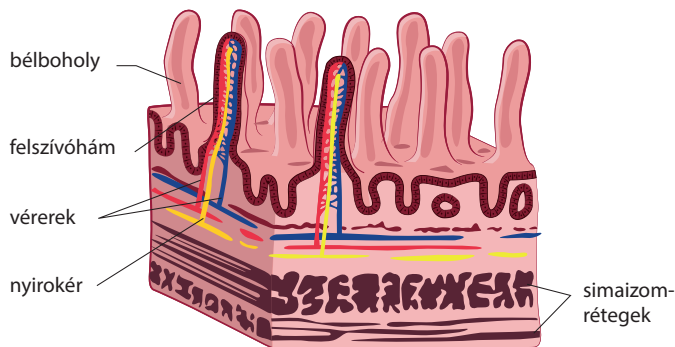
Középbél

A **középbél** első szakaszába, a patkóbélbe ömlik két nagy emésztőmirigy, a máj és a hasnyálmirigy váladéka (8. ábra). Mindkét emésztőnedv lúgos kémhatású. A **hasnyál** emésztőenzimeit valamennyi tápanyag hidrolízisében részt vesznek. Az **amiláz** a keményítőt bontja, a **tripszin** a fehérjék, míg a **lipázok** a zsírok emésztésében játszanak szerepet. A **nukleázok** a nukleinsavak hidrolízisét katalizálják.

A májban termelődő **epe** a zsírok feldolgozásában fontos emésztőnedv, az **epehólyagban** tárolódik. Emésztőenzimet nem tartalmaz, hatóanyagai a kettős oldódású **epesavak**. Az epesavak megkötődnek a bélbolygókban található apoláris zsírcseppek felszínén. A nagyobb zsírcseppek a keverő mozgás hatására kisebb cseppekre oszlanak, emulziót hoznak létre. Az epesavak stabilizálják az emulziót, megakadályozzák a nagyobb zsírcseppek képződését. Így lehetővé válik, hogy a zsírbontó enzimek, a lipázok nagy felületen fejtsék ki hatásukat (9. ábra). Az epe jellegzetes barnászöldes színét az **epfestékek** adják, amelyek a hemoglobin lebomlási termékei.

A tápanyagok emésztése a középbél falát alkotó hámsejtek felszínén fejeződik be. Az emésztőnedvek hatását, jellemzőit a 11. ábra foglalja össze.

Az emésztés mellett a vékonybél feladata a szerves tápanyagok **felszívása**. A nagyarányú felszívást a vékonybél hatalmas felülete biztosítja. A középbél redőzött nyálkahártyáját ugyanis a bél ürege felé mikroszkopikus méretű, kesztyűujyszerű nyúlványok, **bélbolyhok** borítják (10. ábra). A felszínt tovább növeli, hogy a bélbolyhok hámsejtjeinek sejthártyáján mikrobolyhok sorakoznak. A felszívóhámon keresztül a víz passzív, az aminosavak és a monoszacharidok, valamint az ionok aktív transzporttal jutnak a hajszálerekbe. A zsírok túlnyomó része a nyirokkapillárisokba szívódik fel. A tápcsatorna falából kilépő vénák a kapillárisokból összeszedődött vért közvetlenül a máj felé továbbítják. A felszívódott zsírok a nyirokkeringés útján, a májat megkerülve jutnak a vérbe.



10. A vékonybél szerkezete, a bélbolyhok felépítése. A bélbolyhok kötőszövetében hajszálerek, nyirokkapillárisok és simaizomelemek találhatóak. Az izmok összehúzódása segíti a felszívódott tápanyagok továbbítását

Emésztőnedv	Termelődés helye	Mennyisége (liter/nap)	Kémhatása (pH)	Enzim-tartalma	Hatása
Nyál	nyálmirigyek	1–1,5	közel semleges (6,5–7)	amiláz	keményítő, glikogén hidrolízisének kezdete
Gyomornedv	gyomor mirigysejtjei	1–1,5	erősen savas (1–2)	pepszin	fehérjék peptidkötéseinek hidrolízise
Hasnyál	hasnyálmirigy külső elválasztású sejtjei	1	enyhén lúgos (7–8)	amiláz	keményítő, glikogén hidrolízise
				erepszin	peptidkötések hidrolízise
				lipáz	zsírok észterkötéseinek hidrolízise
				nukleáz	nukleinsavak hidrolízise
Epe	májsejtek	1–1,2	enyhén lúgos (7–8)	nincs	zsírok emulzióban tartása

11. Az emésztőnedvek jellemzői

Utóbél

A vékonybélből az emészthetetlen anyagok, a víz és az ásványi anyagok az **utóbél** rövid, kezdeti szakaszába, a **vakbélbe**, majd onnan a vastagbélbe kerülnek. A vakbélhez kis nyirokszerv, a **féregnyúlvány** kapcsolódik (12. ábra).

A **vastagbél** nyálkahártyája redőzött, de nem található rajta bélbolyhok. Legfontosabb működése víz és ionok felszívása, amelynek eredményeként a béltartalom besűrűsödik. A vastagbélben nagyon sok bélbaktérium található. Életfolyamataikhoz a béltartalom növényi rostjait és a megmaradt egyéb szerves anyagokat használják fel. Anyagcseréjük során B-vitaminokat és K-vitamint termelnek, amelyek felszívódnak a keringési rendszerbe. A bélbaktériumok tehát szimbiózisban élnek az emberi szervezettel.

A tág üregű vastagbélben lassan halad a béltartalom. A perisztaltika fokozásában a **növényi rostoknak** fontos szerepük van.

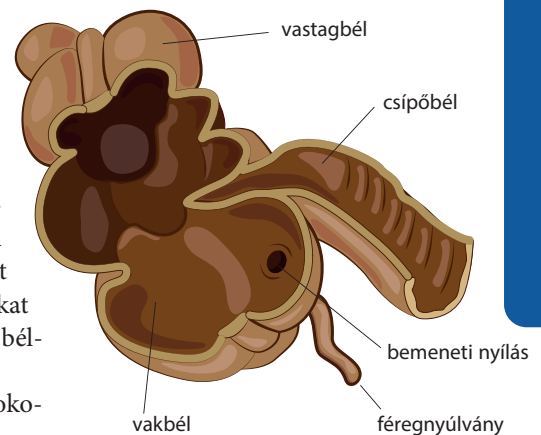
Az emészthetetlen anyagokból, a béltartalom maradékából és a baktériumok tömegéből végül kialakul a **széklet**. A székletürítés a **végbél** feladata. A végbél nyílását gyűrű alakú **záróizom** veszi körül, melynek működése kisgyermekkorban válik akarattalagossá.

A máj

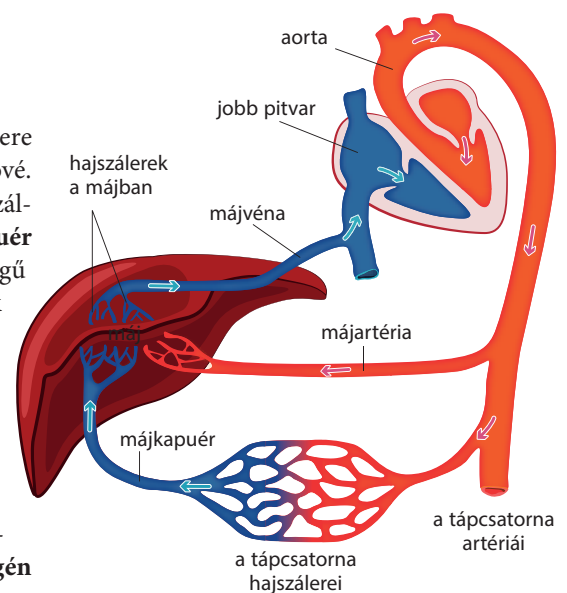
A **máj** a szervezet legnagyobb mirigyes szerve, a szervezetszintű anyagcsere központja. Sokrétű feladatainak ellátását különleges keringése teszi lehetővé. Vérellátását két ér biztosítja. Az egyik az aorta felől érkező, oxigéndús vért szállító májartéria, a másik a tápcsatorna kapillárisaiból összeszedődő **májkapuér** (13. ábra). A két ér gazdagon elágazik a májsejtek között, és közös, tág üregű kapillárisálózatban folytatódik. A hajszálerek ezután vénákba szedődnek össze, amelyek a szív felé vezető **májvénába** torkollanak. A májkapuérrendszer biztosítja, hogy a tápcsatornában felszívódott anyagok elsőként a májba kerüljenek. De mi ennek a jelentősége?

A máj fontos **méregtelenítő szerv**. A táplálékkal felvett méreganyagokat – például az etilalkoholt és a nehézfém sókat – a májsejtek hatástalanítják, így azok nem vagy csak kisebb mértékben jutnak el a többi szervbe.

A máj szabályozza a **vércukorszintet**. A tápcsatornában nagy mennyiségben felszívódott glükózból a májsejtekben raktározott szénhidrát, **glikogén** képződik. Ezért az emésztést követő felszívódás után a májvénában alacsonyabb a szőlőcukor koncentrációja, mint a májkapuérben. Így kisebb mértékű



12. A vastagbél és a vakbél



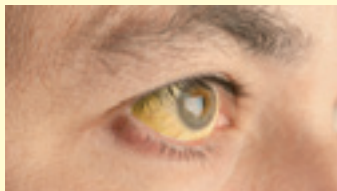
13. A máj keringése

Olvasmány

A sárgaság

■ A sárgaság a bőr, a nyálkahártyák és a szem ínhártyájának elszíneződése, amelyet a hemoglobin lebontási terméke, az epefesték (bilirubin) okoz. A sárgaság számos, legtöbbször a máj működési zavarával járó súlyos betegség tünete.

A sárgaság utalhat vírusos májgyulladásra (hepatitis A, B, C, D), a májsejtek károsására (pl. alkoholizmus). Okozhatja az epevezeték elzáródása.



a vércukorszint ingadozása. Ha a vércukorszint csökken, akkor a májsejtekben tárolt glikogén ismét szőlőcukorrá bomlik, és a vérbe, onnan pedig a működő szövetekbe, például a vázizmokba, idegsejtekbe jut.

A májsejteknek az emésztésből származó aminosavak feldolgozásában is fontos szerepük van. Élénk fehérjeszintézist folytatnak, bennük képződik a vérplazma fehérjéinek jelentős része (pl. az albuminok és a fibrinogén). A máj a lebontásra kerülő aminosavak nitrogéntartalmából **karbamidot**, a nukleotidokból **húgysavat** állít elő. A nitrogéntartalmú bomlástermékek a vér útján a vesébe kerülnek, majd onnan a vizeletbe.

A máj részt vesz a vázizmokban képződő tejsav átalakításában is. Az intenzíven működő izmokban képződő tejsav a vérkeringéssel a májba kerül, ahol rendszerint glükózzá, majd glikogénné alakul.

Keress rá! ■ epekő ■ reflux ■ féregnyúlvány-gyulladás (vakbélgyulladás)

Fogalmak ■ nyálkahártya ■ perisztaltika ■ szájpadlás ■ dentin ■ fogzománc ■ cement ■ tejfogazat ■ maradó fogazat ■ fogszuvasodás ■ fogkő ■ fogszabályozás ■ emésztőenzimek (amiláz, pepszin, tripszin, lipáz, nukleáz) ■ gyomornedv ■ májkapuér ■ epe-savak ■ bélbolyhok

Megtanultam?

Az emésztőrendszer feladata a táplálék felvétele és feldolgozása. Az emésztés folyamatában a nagy molekulájú tápanyagok ^(1.) hatására kisebb egységekre bomlanak. A(z) ^(2.) során a tápanyagok a bélfalon át a keringési rendszerbe jutnak. Az ember tápcsatornája elő-, közép- és utóbélre tagolódik. Az előbél szakaszai sorrendben a szájüreg, a(z) ^(3.), a(z) ^(4.) és a(z) ^(5.). A szájüregben a(z) ^(6.) által felaprított táplálék ^(7.) keveredik. A lenyelt táplálékot a(z) ^(4.) ^(8.) mozgással továbbítja a(z) ^(5.) -ba/be. Itt az erősen ^(9.) kémhatású ^(10.) emésztőenzimének, a(z) ^(11.) hatására megkezdődik a fehérjék lebontása. A pépessé vált béltartalom a(z) ^(12.) első szakaszába, a(z) ^(13.) kerül. Ide nyílik két nagy emésztőmirigy kivetelőcsöve is. A(z) ^(14.) emésztőnedve az epe, a(z) ^(15.) emésztőnedve a(z) ^(16.), amely fehérje-, zsír- és szénhidrátbontó enzimeket egyaránt tartalmaz. Az epe a(z) ^(17.) emésztésében játszik szerepet. A megemésztett tápanyagok felszívása nagy felületen történik. A(z) ^(12.) redőzött nyálkahártyáját ^(18.) hámmal borított ^(19.) nagyobbítják. Az utóbél a víz és az ásványi anyagok felszívásának fő területe. Szakaszai a(z) ^(20.), a(z) ^(21.) és a(z) ^(22.). A béltartalomból kialakuló ^(23.) a ^(24.) keresztül távozik a szervezetből. A bél hajszálereibe felszívódott tápanyagok a(z) ^(25.) át először a májba kerülnek. A máj a szervezetszintű ^(26.) központja. A májsejtek többek között ^(27.) raktároznak, méregtelenítenek, részt vesznek a vérplazma fehérjéinek szintézisében.

Kérdések, feladatok

1. Mutasd be a szájüreg szerepét a táplálkozásban! Készíts felelettervet!
2. Készíts vázlatos rajzot egy fogról, nevezd meg a részeit!
3. Miért kell alaposan megrágni az ételt, mielőtt lenyeljük?
4. Mi a különbség a fogzománc és a dentin felépítése között?
5. Sokan azt tartják, hogy a fogmosást helyettesítheti egy alma elfogyasztása. Neked mi erről a véleményed a tanulmány alapján?
6. Készíts folyamatábrát, amelyen végigköveted egy reggelire elfogyasztott szendvics (sonka, vaj, zsemle, uborka) tápanyagainak útját a szervezetben a bélszatórnától egészen a szöveti sejtekig! Hogyan, milyen hatásokra alakulnak át, mi a további sorsuk az egyes tápanyagoknak?
7. Képzeld el, hogy egy sportverseny, vagy egy komoly szellemi teljesítményt igénylő, többórás feladat előtt állsz. Mit választanál teljesítményed fokozása érdekében: egy nagy tábla csokoládét, vagy szőlőcukor-tablettát? Indokold a választod!
8. Hosszú időn át antibiotikumot kell szedned. Hogyan befolyásolhatja ez vitaminokkal való ellátottságodat? Miért?
9. Foglald össze, miért tekintjük a májat a szervezetszintű anyagcsere központjának! Készíts gondolattérképet!

Megtudhatod

Miért ehetnek lényegesen többet a férfiak a hozzájuk hasonló természetű nőknél anélkül, hogy elhíznának?

13.

A szervezet tápanyagigénye

A tápanyagok egyrészt építőkövei a testünket felépítő anyagoknak, másrészt energiaszolgáltató vegyületek. Egészségünk fenntartása szempontjából nagyon fontos, hogy a táplálkozás során megfelelő mennyiségű és minőségű **tápanyagok**: szénhidrátok, fehérjék, zsírok, víz, ásványi sók és vitaminok jussanak szervezetünkbe. A táplálkozás alapvetően meghatározza életminőségünket, kiemelt jelentősége van egészségünk megőrzésében, ezért fontos, hogy táplálkozási szokásainkat életkorunknak, nemünknek, életvitelünknek megfelelően, tudatosan alakítsuk.

Szerves tápanyagok

Mennyiségi szempontból a **szénhidrátok** a legfontosabb energiaszolgáltató vegyületek (3. ábra). A szervezet energiaigényének mintegy 75%-át a szénhidrátok lebontása biztosítja. Az idegsejtek és vázizomrostok például szinte kizárólag szőlőcukrot használnak energiaforrásként. Sok szénhidrátot tartalmazó táplálékaink a kenyér, a burgonya, a rizs, a tésztafélék, a különböző édességek (csokoládé, lekvár, méz stb.).

A **fehérjék** emésztése során képződő aminosavak nagy része a sejtek saját fehérjéinek felépítésében vesz részt, csak kisebb részük bomlik le. Az aminosavak elsősorban építőkövek, nem energiaszolgáltatók. Ezt az is jelzi, hogy sejtjeinkben szükség esetén a zsírok és a szénhidrátok átalakulnak, aminosavak képződnek belőlük. A fehérjéket felépítő húsféle aminosav között vannak olyanok, amelyeket sejtjeink nem tudnak anyagcseréjük során előállítani más vegyületekből. Ezek az úgynevezett **esszenciális aminosavak**, amelyeket mindenképpen fel kell venni a táplálékkal. A gyerekek táplálékának különösen sok fehérjét kell tartalmaznia a megfelelő növekedés, fejlődés érdekében. Sok fehérje van a húsfélékben, a tojásban, a tejben és a tejtermékekben (vaj, sajt, túró, tejföl), a növények közül pedig a szójában, a babban és a borsóban, egyes gabonafélékben.

A **zsírok** energiaszolgáltató és -raktározó vegyületek. Energiatartalmuk magasabb, mint a szénhidrátoké. (1 gramm glükóz elégetésekor 4 kcal, 1 gramm zsír elégetésekor 9 kcal hő szabadul fel. Az ember energiaforgalmával kapcsolatban hagyományosan nem kJ-ban, hanem kilokalóriában – kcal-ban – adják meg az adatokat.) A feleslegben felvett tápanyagok a zsírszövetben alakulnak át és raktározódnak. A zsírok lebontásából származó zsírsavak között is vannak olyanok, amelyek esszenciálisak.

2. A tejtermékek és a tojás fehérjékben gazdagok



- Szerves tápanyagok
- Vitaminok
- Szervetlen tápanyagok
- Alapanyagcsere, energiaigény



1. A méz természetes édesítőszer

3. Szervestápanyag-szükséglet a fizikai aktivitás függvényében. Átlagos testméretű felnőttre vonatkozó értékek

	Ülőmunka	Könnyű fizikai munka	Nehéz fizikai munka
Szénhidrát/nap	350 g	400 g	480 g
Zsír/nap	80 g	85 g	90 g
Fehérje/nap	70 g	80 g	90 g



4. A friss gyümölcsök és frissen facsart levük sok C-vitamint tartalmaz

Vitaminok

A **vitaminok** változatos szerkezetű szerves vegyületek, amelyek nélkülözhetetlenek a sejtek egészséges működéséhez, megfelelő anyagcseréjéhez. Közös jellemzőjük, hogy a táplálékkal csak nagyon kis mennyiségben kell felvenni őket. A **vízben oldódó** vitaminok (B-vitaminok, C-vitamin) nem raktározódnak a szervezetben, ezért napról napra pótolni kell őket (4. ábra). A **zsírban oldódó** vitaminok (A-, D-, E- és K-vitamin) feleslege elraktározódik a zsírszövetben, és szükség esetén felhasználódik. Az egyes vitaminok tartós hiánya jellegzetes tünetekkel járó **hiánybetegséget** okoz (5. ábra). A túlzott vitaminfelvétel a zsírban oldódó vitaminok esetében szintén okozhat kóros elváltozásokat (hipervitaminózis).

Jelölés	Hatás	Hiánybetegség	Előfordulás
A	A látófehérje alkotórésze. Szaruképzés.	Szürkületi látászavarok, fokozott szaruképzés.	Sárgarépa, tojás, máj, halak.
D	Hormonhatású anyag, melynek előanyaga származik a táplálékból. Fokozza a kalcium és a foszfor felszívódását a bélcsatornából és beépülésüket a csontokba.	A vérplazma Ca- és P-szintjének csökkenése. Súlyos esetben angolkór.	Máj, zsíros tejtermékek, tojás.
E	Megakadályozza a telítetlen zsírsavak és az A-vitamin oxidációját.	Ivarsejtképzési zavarok.	Zöldségek, búzacsíra, tojás, tej, húsfélék.
K	A véralvadásban szerepet játszó enzimek szintéziséhez szükséges.	Véralvadási zavarok.	Máj, tojás. Bélbaktériumok termelik, hiánya ritka.
B ₁	A sejtanyagcserében közreműködő enzimek alkotórészei (koenzimek).	Idegrendszeri és keringési zavarok.	Marhahús, gabonaszemek héja, gomba. Kis mennyiségben szinte minden táplálékban megtalálható.
B ₂		Bőr- és szaruhártya-gyulladás, vérszegénység.	Hús, tej, tojás, máj.
B ₆		Idegrendszeri zavarok, bőr- és nyelvgyulladás.	Gabonafélék héja, zöldségek, gyümölcsök.
B ₉ (folsav)		Vérképzési rendellenességek (vérszegénység, véralvadási zavarok). Magzati fejlődés rendellenessége.	Növényi táplálék, élesztő, máj, vese.
B ₁₂		Vészes vérszegénység.	Máj, hús, tej, tojás. Bélbaktériumok is termelik.
C (aszorbinsav)	Több redoxireakcióban hidrogént ad le.	Tavaszi fáradtság, fertőzésekkel szembeni csökkent ellenállás. Ínysovadás, súlyos esetben a fogak elvesztése.	Nyers zöldségek, gyümölcsök.

5. A vitaminok és jellemzőik

Szervetlen tápanyagok

A víz szervezetünk legjelentősebb alkotórésze, a felnőttek testtömegének 60%-a. Naponta kb. 3 liter víz távozik szervezetünkől a vizelettel, a verejtékkel, a kilélegzett levegővel. Nagyobb mértékű a vízvesztés nagy melegben, megerőltető fizikai munka vagy testmozgás hatására (6. ábra). A leadott víz mennyiségét folyamatosan pótolni kell evéssel és ivással. Víz nélkül az ember nagyon rövid ideig, legfeljebb 3-5 napig maradhat életben.

Szervezetünk anyagai nem csak szénből, hidrogénből, oxigénből és nitrogénből állnak, felépítésükben számos más elem is részt vesz. Ezek az elemek ásványi anyagok formájában jutnak a szervezetünkbe. Táplálékaink közül a zöldségfélék és a gyümölcsök különösen sok ásványi anyagot tartalmaznak (7. ábra).

Olvasmány

A szervezet víztartalma ■ Az emberi test tömegének legnagyobb része víz. Egy 70 kg tömegű felnőtt testében mintegy 42 liter víz van. A különböző szervek, szövetek víztartalma eltérő. Az izomszövetek például jóval több vizet tartalmaznak a zsírszövetnél. A nők testében több zsírszövet, és emiatt kevesebb víz van, mint a férfiakéban.

A csecsemők testének víztartalma jóval magasabb, eléri a 70-75%-ot. A csecsemők éppen ezért sokkal érzékenyebben reagálnak a vízvesztésre. Azok a betegségek, amelyek jelentős vízvesztéssel járnak (pl. hányás, hasmenés) komoly veszélyt jelentenek számukra.



6. Fizikai megterheléskor, nagy melegben figyelni kell a folyadék-pótlásra. Az izzadással vízen kívül más anyagokat is veszít a szervezet, amit üdítőkkel nem, azonban izotóniás italokkal lehet pótolni

Alapanyagcsere, energiaigény

Az **alapanyagcsere** azt az energiamennyiséget jelenti, melyet a szervezet teljes fizikai és szellemi nyugalomban, kellemes hőmérsékletű szobában (25 °C) ruhátlanul mérve felhasznál. Az alapanyagcsere az alapvető életműködések (lég-

Ásványi anyag	Szerepe a szervezetben	Forrása
Kálium	Az izom-, ideg- és szív működésben vesz részt. A sejten belüli folyadéktérben található nagyobb mennyiségben. Fontos a sejtek ingerületi folyamataiban.	Friss zöldségek, gyümölcsök, tej, hús.
Kalcium	A csontok és a fogak szilárd állományának alkotórésze. Szerepel a sejtek ingerületi folyamataiban és az izomműködésben is.	Tej és tejtermékek, zöldség, gyümölcs, halak.
Magnézium	A csontok és a fogak szilárdító összetevője, fontos szerepe van az izomműködésben is.	Tej, halak, zöldség, gyümölcs.
Nátrium	A sejtek ingerületi folyamataiban vesz részt. A vérplazma egyik alapvető összetevője, fontos szerepe van az ozmotikus nyomás kialakításában, a vízforgalom szabályozásában.	Konyhasó, kenyér, sajtok.
Vas	A vörösvértestek oxigénszállító festékanyagának, a hemoglobinnak a felépítésében vesz részt. A terminális oxidáció enzimeinek alkotórésze.	Húsok, halak, zöldség, gyümölcs.
Fluor	A fogak (fogzománc) és a csontok szilárdító összetevőjének egyik alkotóeleme.	Halak, tea, ásványvizek.
Foszfor	A fogak és a csontok szilárdító összetevője. Részt vesz a nukleotidok és az ATP felépítésében.	Tej, tejtermékek, hús, tojás, zöldség.
Jód	A pajzsmirigy hormonjának alkotórésze.	Tengeri halak, ásványvizek, jódzott konyhasó.
Klór	A nátriumhoz hasonlóan a vérplazma egyik alapvető összetevője, fontos szerepe van a vízforgalom szabályozásában.	Konyhasó, sajtok.
Kén	Fehérjék és vitaminok alkotórésze.	Hús, tojás, zöldségek.

7. A legfontosabb ásványi anyagok és jellemzőik

Olvasmány

Növényi rostok

A növényi rostok alkotórészei a cellulóz, a lignin és a különféle pektinszármazékok. A növényi eredetű táplálékokban található nagy mennyiségben, hiszen a növények sejtfalának anyagai. Az emberi szervezet számára emészthetetlen anyagok, tehát nem nyerhető belőlük energia, mégis fontosak az emésztési folyamatokhoz, mivel rostos szerkezetük és térfogatnövelő hatásuk révén serkentik a bélsatorna perisztaltikus mozgásait, és növelik a hasznos felületet, amelyen az emésztőenzimek kifejthetik hatásukat. Nagy felületükön megkötik a béltartalom káros anyagainak is. A káros anyagok megkötésével és a bélperisztaltika fokozásával fontos szerepük van az emésztőrendszer daganatos betegségeinek megelőzésében. A gyorsabb bélmozgások következtében az esetlegesen rákkeltő salakanyagok rövidebb ideig tartózkodnak a bélben.

A növényi rostok elősegítik a jólakottság érzésének kialakulását, ezért előnyösek fogyókúra esetén.

Az ajánlott bevitel 30 gramm naponta.

Keress rá! ■ E440 adalékanyag ■ folsav

zés, keringés, kiválasztás stb.) fenntartását biztosítja. Nagysága függ a testtölemtől, a nemtől, az életkortól, a külső hőmérséklettől. A nők alapanyagcseréje alacsonyabb, mint a férfiaké.

A szervezet teljes **energiaigényét** az alapanyagcserén túl a szellemi és a fizikai aktivitás határozza meg. A munkavégzés jelentősen növelheti az energiaigényt az alapanyagcseréhez képest (8. ábra).

A gyermekek és a serdülők energiaigénye magasabb, mint a felnőtteké, hiszen a növekedés és a fejlődés energiaigényes folyamat, ráadásul ezekben az életkorokban a mozgásigény is nagyobb. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy egy 25 kg testtömegű, 125 cm magas gyermek teljes energiaigénye meghaladja egy felnőttét, hanem azt, hogy a testméretre vonatkoztatott energiaigénye nagyobb. Egészséges táplálkozás esetén **energiaegyensúly** áll fenn, ami azt jelenti, hogy a táplálékkal felvett és az életműködésekhez felhasznált energiamennyiség egyenlő.

Életkor (év)	Férfiak		Nők	
	Ülőmunka	Nehéz fizikai munka	Ülőmunka	Nehéz fizikai munka
19–30	2700	3650	2150	2500
31–60	2600	3500	2100	2450
60 év fölött	2200	3000	2100	2450

8. Átlagos testsúly és magasságú férfiak és nők energiaigénye (kcal/nap)

Fogalmak ■ étel ■ esszenciális aminosav ■ vitaminok ■ hiánybetegségek ■ alapanyagcseré ■ energiaegyensúly

Megtanultam?

A megfelelő táplálkozás alapvető fontosságú az egészség megőrzése, az életminőség szempontjából. A szerves tápanyagok közül mennyiségi szempontból a(z) **(1.)** a legfontosabbak. A vázizmok és a(z) **(2.)** szinte kizárólagos energiaforrása a glükóz. A(z) **(1.)** főlegének bevitelére esetén a szervezetben képződő **(3.)** és **(4.)** a szervezetben raktározódnak. A(z) **(5.)** lebontásából származó **(6.)** elsősorban építőkövek. A(z) **(7.)** létfontosságú anyagok, kis mennyiségben szükségesek a szervezet normális anyagcseréjéhez. A szervezet energiaigényét számos tényező befolyásolja: testsúly, életkor, nem, külső hőmérséklet, fizikai aktivitás. Energiaegyensúlyban a(z) **(8.)** és a(z) **(9.)** kiegyenlíti egymást.

Kérdések, feladatok

1. Foglald össze táblázatban a szerves tápanyagok legfontosabb jellemzőit (szerep, energiatartalom, forrás)!
2. Magyarázd meg, miért különbözik az energiaigénye a) a serdülőknek, a felnőtteknek és az időseknek? b) a sportolóknak és az ülőmunkát végzőknek?
3. Állítsatok össze tablót vagy kiselőadást a vitaminokról!
4. Nézz utána: miért okozhat érzelmesedést, ha valaki rendszeresen telített zsírokban gazdag ételeket fogyaszt!

Megtudhatod

Előfordulhat-e, hogy éheznek valaki, annak ellenére, hogy az általa elfogyasztott ételek megfelelnek az energiaszükségletének?

14.

Az egészséges táplálkozás

Egészség – táplálkozás

A tápanyagokhoz többnyire konyhatechnikai eljárásokkal készített étel elfogyasztásával jutunk. Ételeinket fűszerezéssel tesszük ízletesebbé, sütéssel, főzéssel, párolással könnyebben emészthetővé. Fontos, hogy a konyhában felhasznált élelmiszerek mindig frissek és tiszták legyenek. A főzés és a sütés nemcsak könnyebben emészthetővé teszi az elfogyasztott ételt, hanem elpusztítja a mikroorganizmusokat (baktériumokat, gombákat) is, segít elkerülni az ételmérgezés, gyomorrontás kialakulását.

A világ fejlett országaihoz hasonlóan Magyarországon is komoly gondot jelent a lakosság egészségi állapota. Hazánk egészségügyi mutatói számos tekintetben a legrosszabbak Európában. A szív- és érrendszeri betegségek (51,1%) és a rákos daganatok (25,2%) az összes halálozás több mint 75%-ért felelősek, vagyis a halálozási okok háromnegyed része olyan betegségekre vezethető vissza, amelyek szorosan összefüggnek a táplálkozással és az életmóddal. A táplálkozástudományi szakemberek becslése szerint a keringési rendszer betegségeiből eredő halálozások mintegy 30%-kal csökkenthetők az egészséges táplálkozással. Ezt az állítást igazolja azoknak az egészségügyi programoknak a sikere, amelyek arra ösztönzik az embereket, hogy csökkentsék étrendjükben a telített zsírok arányát és mérsékeljék a sóbevitelt. Finnországban egy több évtizede tartó kampány eredményeként a leginkább veszélyeztetett 35–64 éves férfiak körében 64%-kal csökkent a szív- és érrendszeri betegségek okozta halálozás. Magyarországon a helytelen táplálkozási szokások – a zsíros, fűszeres ételek előnyben részesítése –, a túlzott alkoholfogyasztás, az elhízás, a mozgásszegény életmód, az alultápláltság egyaránt komoly kockázati tényezőket jelentenek.

Az étrend

Mire kell figyelni az **étrend** kialakításánál? Az elfogyasztott ételeknek tartalmazniuk kell a szükséges tápanyagokat a napi szükségleteknek megfelelő mennyiségben és minőségben. Naponta 5-ször ajánlott étkezni, ebből 3 főétkezés (reggeli, ebéd, vacsora) és 2 kiegészítő étkezés (tízórai, uzsonna) legyen. Az ötszöri étkezés biztosítja a sejtek egyenletes tápanyag- és energiaellátását. A 3 főétkezés közül a vacsora szerepebb legyen.

A megfelelő élelmiszerek összeválogatásának segítségével a táplálkozástudományi szakemberek egy szemléletes

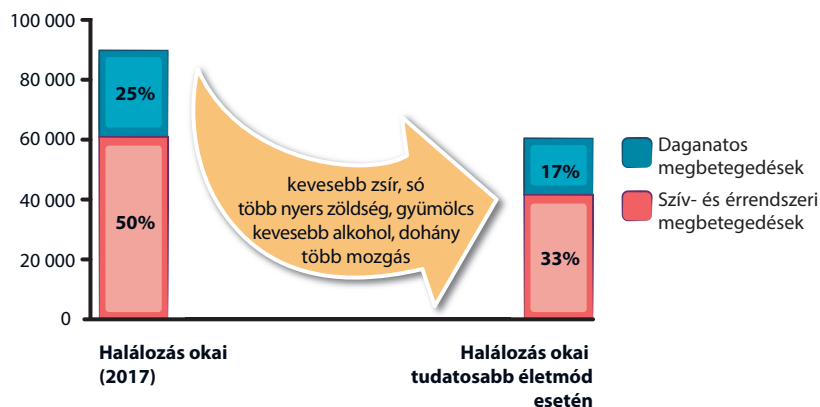


- Egészség – táplálkozás
- Az étrend
- Túltápláltság, alultápláltság
- A fogyókúra
- Tájékozódj!
- A vegetarianizmus

Olvasmány

Szomorú

statisztika ■ Az OECD-országokban rendszeresen felméri a lakosság egészségi állapotát. A 2012-ben végzett felmérésen az derült ki, hogy csaknem mind egyik országban nőtt az elhízottak száma. Míg 2002-ben minden nyolcadik ember volt elhízott, addig 2012-ben már minden hatodik. A listavezető 2012-ben Magyarország volt, mivel a lakosság 28,5%-a tartozott az elhízottak közé.



1. Évről évre sokan halnak meg Magyarországon a nem megfelelő életmódra visszavezethető okok miatt. ■ Mennyivel csökkentené az egészségtudatos életmód a szív- és érrendszeri, illetve a daganatos betegségekre visszavezethető halálozást? Hány ember várható élettartama lehetne hosszabb?

Olvasmány

Táplálék-

allergiák ■ Egyes emberekben bizonyos élelmiszerek fogyasztása túlérzékenységi, azaz allergiás reakciót vált ki, például hasmenést, hányást okoz. Az allergiás reakciót az elfogyasztott élelmiszer valamelyik összetevője váltja ki.

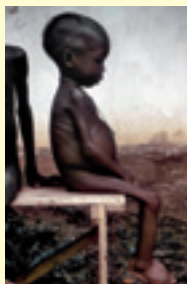
Az emberek 1-2%-a szenved *lisztérzékenységekben*. A lisztérzékenyek a gabonafélékből (búza, rozs, árpa, zab) készült termékekben található fehérjére, a gluténra érzékenyek. A rendellenesség örökletes. Az allergiás reakció csak a kiváltó élelmiszerek teljes elhagyásával küszöbölhető ki. A lisztérzékenyek a felsorolt gabonafélék helyett kukoricából, rizsből készült élelmiszereket fogyaszthatnak.

Gyakori a *tejcukor-érzékenység* is, amit a tejben és a tejtermékekben található tejcukor, a laktóz fogyasztása okoz. A tejcukorra érzékeny emberek szervezetéből hiányzik a tejcukorbontó enzim, a laktáz. Az érzékenységi reakció ez esetben is laktózmentes élelmiszerek fogyasztásával kerülhető el.

Olvasmány

Alultápláltság

ság ■ A fehérjehiányos táplálkozás egyik jellegzetes tünete a szövetek közötti folyadék felhalmozódása, az ödéma. A fehérjékben szegény táplálék miatt a normálnál alacsonyabb a vérplazma fehérjetartalma, így ozmózisnyomása is. A kapillárisokból kiszűrődött folyadék ezért kisebb mértékben szívárog vissza az erekbe. A bőr alatt és a hasüregben is nagy mennyiségű folyadék halmozódik fel.



2. Táplálékpiramis. A %-os értékek az egyes élelmiszercsoportok ajánlott arányára utalnak. A korábbi táplálékpiramishoz képest a szakemberek a közelmúltban annyit változtattak, hogy a piramis alapjáról a fehér kenyereket, a nem teljes kiőrlésű lisztből készült tésztákat, a rizst, a burgonyát feltették a felső szintre. Ezt azzal indokolták, hogy könnyen emészthető keményítőtartalmuk miatt hirtelen vércukorszint-növekedést okoznak, ezért nem egészséges túl sokat fogyasztani belőlük

ábrát, **táplálékpiramist** állítottak össze (2. ábra). A piramis alapját a rendszeres testmozgás és súlykontroll adja, erre épülnek az élelmiszercsoportok. Az élelmiszerek között nincsenek jók vagy rosszak, lényegében minden megengedett, csak az arányokra kell ügyelni. A táplálékpiramis ösztönöz a változatos és mértékletes étkezésre. A piramis alján levő élelmiszercsoportokból többet, a csúcán levőkből kevesebbet ajánlott fogyasztani. A több telített zsírt és koleszterint tartalmazó, magasabb energiatartalmú sertés- és marhahús fogyasztása például kevésbé ajánlott, mint a baromfihúsoké.

A sok zöldséget, gyümölcsöt, teljes kiőrlésű gabonából készült élelmiszereket, telítetlen zsírokban gazdag olajokat, magas fehérje- és alacsony zsír-, illetve koleszterintartalmú halakat, baromfihúsokat tartalmazó ételek segítenek megőrizni a keringési és az emésztőrendszer egészségét.

Túltápláltság, alultápláltság

Abban az esetben, ha a táplálékkal bevitt energia mennyisége rendszeresen meghaladja a szervezet energiaigényét, **túltápláltság** alakul ki. A következmény a **túlsúly** vagy az **elhízás**. A testsúlyfelesleg miatt a mozgás nehezkesebbé válik, a nagyobb terhelés következményeként a vázrendszerben, különösen az ízületekben kóros elváltozások alakulhatnak ki. Az elhízás hajlamosít a keringési rendszer betegségeire: az érelmeszesedésre, a magas vérnyomásra, valamint a cukorbetegségre, a máj- és vesebetegségekre. Mindezeket túl a testsúlyfelesleg gyakran lelki problémákat is okoz.

Alultápláltság esetén a felvett táplálék nem fedezi a szervezet szükségleteit. **Mennyiségi éhezéstről** akkor beszélünk, ha az elfogyasztott tápanyag energia-tartalma tartósan nem fedezi az energiaigényt. Ilyen esetekben a szervezet a tartalékait kezdi felhasználni, vagyis az illető fogyásnak indul. **Minőségi éhezés** esetén a táplálékkal felvett energia elegendő, de a tápanyag-összetétel nem megfelelő. Gyakori, hogy a kielégítő zsír- és szénhidrátfelvétel mellett alacsony a táplálék fehérjetartalma. Minőségi éhezést jelent az is, ha valaki a szükségesnél kevesebbet fogyaszt valamely ásványi anyagból, vitaminból, vagy az állati eredetű élelmiszerek elutasítása miatt nem jut elegendő mennyiségben esszenciális aminosavakhoz.

A fogyókúra

A túlsúlyos, elhízott emberek fogyókúrával igyekeznek megszabadulni súlyfeleslegüktől. Az eddigiek alapján világos, hogy a fogyókúra ideje alatt egyrészt kevesebb táplálékot kell felvenni a szervezet energiaszükségleténél. Ehhez elsősorban a táplálék zsír- és szénhidrát-tartalmát kell mérsékelni. Ugyanakkor a táplálék mennyiségének csökkentése mellett elengedhetetlen a fizikai munkavégzés növelése, a rendszeres testmozgás, a sport! Fontos, hogy a fogyókúra ideje alatt is elegendő ásványi anyag és vitamin jusson a szervezetbe, ne alakuljon ki minőségi éhezés.

Nem szabad olyan fogyókúrába kezdeni, ami túlságosan gyors testsúlycsökkenést eredményez. Az ilyen fogyókúráknak rendszerint az az eredményük, hogy a leadott kilók nagyon gyorsan visszakerülnek, legtöbbször több is annál, mint amitől sikerült megszabadulni. Csak a lassú, egyenletes súlyvesztéssel járó fogyókúra eredményes hosszú távon.

A sikeres fogyókúra titka az is, hogy ki kell küszöbölni a rossz közérzetet okozó, kínzó éhségérzetet. Éhségérzetet vált ki többek között a vércukorszint hirtelen csökkenése és az üres, korgó gyomor. A teljes kiőrlésű gabonából készült élelmiszerek, a gyümölcsök és a zöldségek fogyasztása azért előnyös, mert szénhidrát-tartalmuk lassan emésztődik, így a glükóz felszívódása a bélsatornában időben elhúzódik, nem következik be hirtelen vércukorszint-ingadozás. Ráadásul magas rosttartalmuk nem emésztődik meg, ennek köszönhetően sokáig telítettség érzetet keltenek, és nem alakul ki székrekedés sem.

Tájékozódj!

A csomagolt élelmiszerek tápanyag- és energiatartalmáról, egy szóval **tápértékéről** tájékoztatni kell a vásárlókat. A csomagoláson levő táblázatban szinte minden információ megtalálható, ami segít megtervezni a napi étrendet (3. ábra). Az **irányadó napi beviteli érték** (INBÉ) %-ában megadott adatok átlagos testsúlyú, ülőmunkát végző felnőtt nőre vonatkoznak. A férfiakra, a gyerekekre, a serdülőkre, az idősekre, a várandós és szoptató anyákra, a sportolókra stb. vonatkozó értékek ezektől eltérnek. Az INBÉ értékek alapján mindenki meg tudja becsülni saját szükségleteit.

Olvasmány

BMI ■ A tápláltság jellemzésére elterjedten használják a testtömegindexet (BMI, Body Mass Index).

$$\text{Értéke: } \frac{\text{testtömeg (kg)}}{\text{testmagasság}^2 (\text{m}^2)}$$

Testtömeg-index (kg/m ²)	Testsúlyosztályozás
< 16	súlyos soványság
16 – 16,99	mérsékelt soványság
17 – 18,49	enyhe soványság
18,5 – 24,99	normális testsúly
25 – 29,99	túlsúlyos
30 – 34,99	I. fokú elhízás
35 – 39,99	II. fokú elhízás
> 40	III. fokú (súlyos) elhízás

A BMI és a tápláltság kapcsolata

Jellemző	100 g termékben	250 g termékben	Az irányadó napi beviteli érték %-ában (250 g)*
Energiatartalom	74 kcal	185 kcal	9%
Zsír (összes)	0,1 g	0,3 g	< 1%
Telített zsír	0,06 g	0,2 g	1%
Szénhidrát (cukor)	14,7 g	36,8 g	14%
Fehérje	3,2 g	8,0 g	16%
Só	0,1 g	0,25 g	4%

* egy átlagos felnőtt számára

3. Élelmiszercímke adatai egy 250 g-os joghurt dobozáról

Olvasmány

Az étkezés körülményei is ugyanolyan fontosak! ■ Az elhízás és a gyorséttermek kapcsolatát már számos szakember tanulmányozta. A kutatások eredményei szerint a magasabb iskolai végzettség nagyobb egészségtudatossággal jár. Minél magasabb az egészségtudatosság, az adott személy annál kevésbé étkezik gyorséttermekben. A földrajzi közelség is számít: ha a gyorsétterem közel van, akkor az ezt kedvelők körében kétszeresére nő az elhízás kockázata. Emiatt több országban igyekeznek a gyorséttermek számát korlátozni, illetve elérni azt, hogy adott területen ne legyenek egymáshoz túl közel. A gyorséttermi ételek általános problémája a magas energiatartalom. Ennek oka, hogy a szendvicsekhez a péksütemény fehér lisztből készül, és gyakran édeskés ízű, ami arra utal, hogy hozzáadott cukrot is tartalmaz. A rántott és sült húskészítmények, a sajtok, a majonézes öntetek sok zsírt és konyhasót tartalmaznak. Az előírások szigorítása miatt a gyorséttermek kínálatában változások történtek, megjelentek az alacsonyabb kalóriatartalmú pékáruk és saláták.

A Columbiai Egyetem többéves életmódkutatása az alábbi eredményeket hozta:

- Minél gyakrabban étkezik együtt a család, annál valószínűbb, hogy a gyerekek jól teljesítenek az iskolában, megesszik a gyümölcsöt, zöldséget, gazdagabb lesz a szókincsük, illetve kevésbé valószínű, hogy dohányozni, inni vagy drogozni fognak, kevésbé lesznek depressziósak, asztmásak, táplálkozási nehézségekkel küzdők.
- Minél ritkábban eszik együtt a család, annál valószínűbb, hogy közben megy a tévé, egészségtelenebb a táplálék, felszínebb az együttlét, illetve a családtagok saját bevallása szerint kevésbé kielégítő az élmény.

Keress rá! ■ zsírmáj ■ HAPPY-hét ■ vegánizmus ■ lakto-vegetáriánus

A vegetarianizmus

A **vegetáriánusok** nem fogyasztanak leölt állatokból származó termékeket (húst, felvágottat, zsírt stb.). A tejtermékek és a tojás fogyasztása többnyire megengedett, így ezek biztosíthatják a szervezet fehérjeigényét. A megfelelő mennyiségű és minőségű fehérje fogyasztására mindenképpen ügyelni kell, mert a kizárólag növényi eredetű táplálék esszenciális aminosavakban szegény. A vegetarianizmusnak az a formája, amelyik minden állati eredetű élelmiszer fogyasztását elutasítja, minőségi éhezéshez vezethet.

Fogalmak ■ táplálékpiramis ■ túltápláltság ■ alultápláltság ■ mennyiségi és minőségi éhezés ■ vegetarianizmus

Megtanultam?

Túltápláltság, elhízás akkor alakulhat ki, ha a(z) **..(1)..** értéke hosszú időn át meghaladja a(z) **..(2)..** értékét. A mennyiségi éhezés azt jelenti, hogy a felvett táplálék **..(3)..** alacsonyabb a szükségesnél. A minőségi éhezés egyes tápanyagok tartós hiányát jelenti. A helyes étrend kialakításához jól használható eszköz a(z) **..(4)..**. A fogyókúra akkor vezet eredményre, ha a(z) **..(5)..** kisebb a szervezet **..(6)..**. Az étrend változatos legyen, és ne maradjon el a rendszeres testmozgás sem.

Kérdések, feladatok

1. Kimutatták, hogy a mediterrán országok lakossága körében sokkal alacsonyabb a szív- és érrendszeri megbetegedésben szenvedők száma. Azt is kimutatták, hogy ez a táplálkozási szokásokkal magyarázható. Nézz utána, miért!
2. Andrea és Márta azonos életkorúak (21 év), egy irodában munkatársak. Együtt reggeliznek és ebédelnek. Egyik nap a feladathoz tartozó táblázatban szereplő élelmiszereket fogyasztották. Rendszerint hasonló

ételeket fogyasztanak, vacsorájuk szerény energiatar-talmú.

- a) Melyikük éhez meg hamarabb étkezés után? Miért?
- b) A táplálékpiramis alapján mit tudsz mondani Andrea, illetve Márta étrendjéről?
- c) Egyikük túlsúlyos. Ki lehet az? Indokold a választ!
- d) Másikuk rendszeresen jár futni esténként. Milyen lehet a testsúlya, megfelelő vagy alultáplált? Indokold a választ!

Andrea			Márta		
Reggeli					
Briós	95 g	346 kcal	Zsemle (teljes kiőrlésű)	150 g	358 kcal
Kakaó	200 g	146 kcal	Tej (1,5% zsírtartalom)	200 g	90 kcal
Baracklevár	50 g	80 kcal	Tojás (1 db)	40 g	68 kcal
Összesen	345 g	572 kcal	Paradicsom	50 g	10 kcal
			Uborka	50 g	10 kcal
			Sonka (sovány)	30 g	40 kcal
			Összesen	520 g	576 kcal
Ebéd					
Rántott hús	200 g	568 kcal	Natúr, sült csirkemell	200 g	260 kcal
Hasábburgonya	200 g	732 kcal	Saláta (paradicsom, uborka, zöld saláta, hagyma, öntet)	600 g	150 kcal
Csokifagylalt	100 g	176 kcal	Gyümölcsfagylalt	100 g	130 kcal
Összesen	500 g	1476 kcal	Összesen	900 g	540 kcal

Megtudhatod

A tüdőtágulás következtében hogyan csökken a légző-felszín?

15.

A légzés

A légző szervrendszer feladata a sejtlegzéshez szükséges oxigén felvétele és a sejtlegzés során keletkezett szén-dioxid eltávolítása. A légzési gázokat – az oxigént és a szén-dioxidot – a vér szállítja a szervezetben. A vér a hajszálerek falán keresztül a szövetnedvvel áll kapcsolatban. A sejtek sejthártyájukon keresztül a szövetnedvből veszik fel folyamatosan az oxigént, és ugyancsak a szövetnedvből adják le a biológiai oxidáció során folyamatosan képződő szén-dioxidot.

Légcsere, gázcsere

A sejtek közvetlen környezetével, a szövetnedvvel a nagyvérköri kapillárisok állnak kapcsolatban. A **belső légzés** során a hajszálerek falán keresztül a vérből oxigén jut a szövetnedvbe, illetve szén-dioxid a szövetnedvből a vérbe. Az oxigénben szegény, szén-dioxidban dús vér a nagyvérköri vénákba, majd a szíven keresztül a tüdőbe áramlik. A **külső légzés** során a tüdő-légzőcsőcskák levegőjéből a kisvérköri kapillárisok vérébe oxigén áramlik, a felesleges szén-dioxid pedig a légzőcsőcskákba jut. A légzőcsőcskák levegőjének felfrissülését a **légcser**e biztosítja, melynek két részfolyamata a belégzés és a kilégzés. A be- és kilégzés nyomáskülönbségen alapuló levegőáramlás a tüdő és a külvilág között. A külső és a belső légzés pedig gázcsere, melynek során a szén-dioxid, illetve az oxigén diffúzióval áramlik a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentrációjú hely felé. A diffúzió irányát a koncentrációkülönbség határozza meg.

A légző szervrendszer

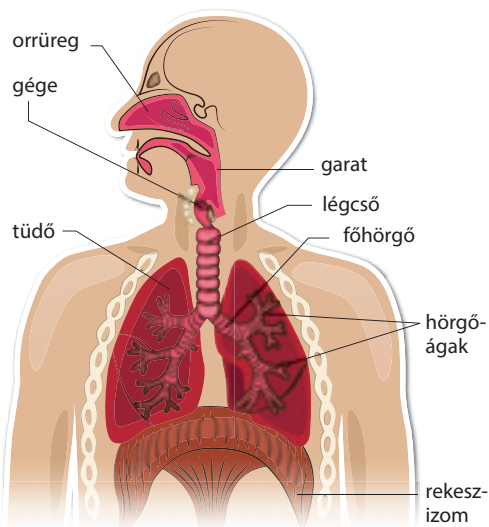
Az ember légző szervrendszerében felső és alsó légutakat különböztetünk meg. A felső légutakhoz tartozik az orrüreg és a garat. Az alsó légutak részei a gége, a légcső és a tüdő, benne a gazdagon elágazó hörgőrendszerrel és a szőlőfürt-szerűen elhelyezkedő légzőcsőcskával (1. ábra). Az orrüreg, valamint a légcső és a hörgőrendszer nyálkahártyájában csillós hámszövet és nagyszámú nyálkatermelő mirigy található. A mirigyek váladéka egyrészt védi a légutakat a kiszáradástól, másrészt a nyálkában megtapadnak a levegővel beszívott por-szemek, szilárd szennyeződések. Ezeket a hámsejtek csillói a garat felé sodorják, ezzel tisztítják a légutakat (2. ábra).

A felső légutak

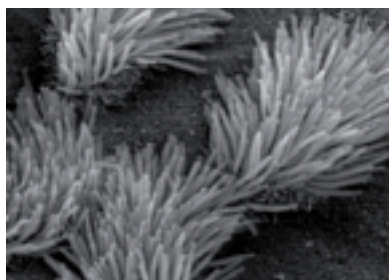
Az **orrüreg** szűri a belélegzett levegőt, szőrszálain fennakadnak a nagyobb méretű szilárd szennyeződések. Nyálkahártyája vízgőzzel telíti a beáramló levegőt, valamint dús érhalózata révén felmelegíti azt a testéhez közeli hőmérsékletre. Mindezek mellett az orrüreg fontos érzékszerv is, hiszen felső harmadában található a **szaglóhám**. Az orrüregből a levegő a **garatba** jut. A felső légutak területén számos nyirokszerv, mandula található, amelyek a kórokozók ellen védik a szervezetet.



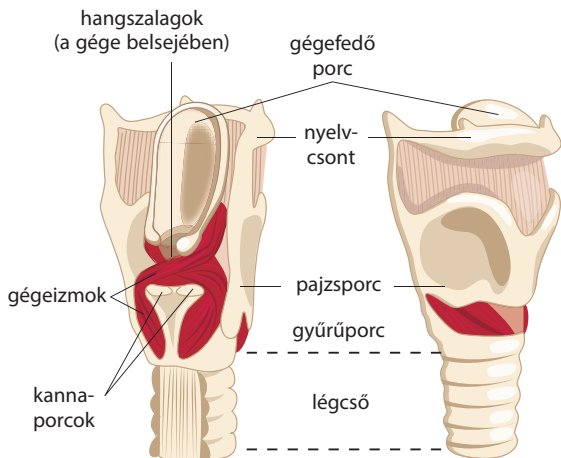
- Légcsere, gázcsere
- A légző szervrendszer
- A felső légutak
- Az alsó légutak
- Gázcsere a tüdőben
- A légcser
- A légzésfunkciók vizsgálata
- A hangadás
- A légutak betegségei
- A dohányzás



1. A légzési szervrendszer felépítése



2. A légutak csillós hámmal borított felszíne



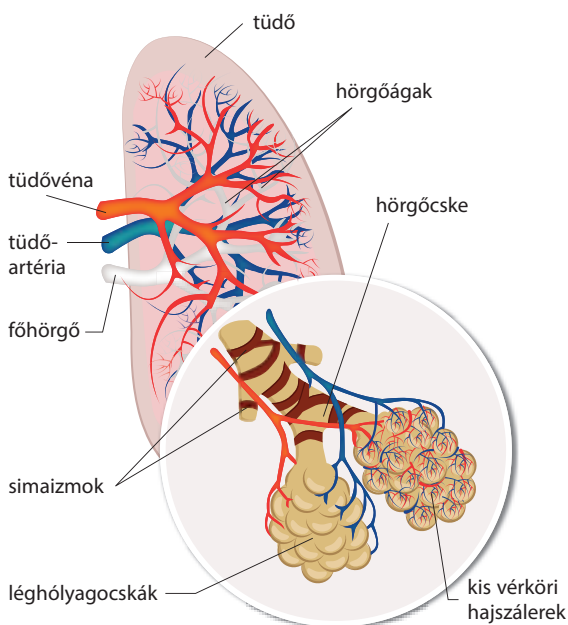
3. A gége felépítése

Az alsó légutak

A gége vázát **porcok** alkotják (3. ábra), bemenetét nyeléskor a **gégefedő** zárja le, így a falat nem juthat a légcsőbe. A **légcső** falát C alakú porcok merevítik, aminek köszönhetően ez a szerv rugalmas, hajlékony, nem nyomódik össze. A légcső lefelé két **főhörgőre** ágazik, ezek vezetnek a két tüdőfélbe. A **tüdőben** a főhörgők gazdagon elágaznak hörgőkre, majd egészen vékony hörgőcskékre, amelyek a léghólyagocskák fürtjeiben végződnek (4. ábra). A **léghólyagocskák** falát vékony egyrétegű laphám béleli, amelyet kívülről gazdagon behálóznak a kis vérkör hajszálerei. A léghólyagocskák területén történik a külső légzés, azaz a gázcsere a léghólyagok levegőtartalma és a hajszálerekben áramló vér között.

Gázcsere a tüdőben

A kis vérköri kapillárisokban áramló vérben a szén-dioxid koncentrációja magasabb, az oxigén koncentrációja viszont alacsonyabb, mint a léghólyagocskák levegőjében. A légzési gázok **diffúzióval** áramlanak a léghólyagok és a hajszálerek falán keresztül: a szén-dioxid a vérből a levegőbe, az oxigén pedig a levegőből a vérbe kerül (5. ábra). A diffúzió során csökken a légzési gázok koncentrációjának különbsége a léghólyagocskák levegője és a kis vérköri kapillárisokban áramló vér között.



4. A tüdő szerkezete

	Oxigén (kPa)*	Szén-dioxid (kPa)
Belélegzett levegő	21	0,03
Szén-dioxidban dús vér	5,3	6
Oxigénben dús vér	12,6	5,3
Kilélegzett levegő	16	4,1

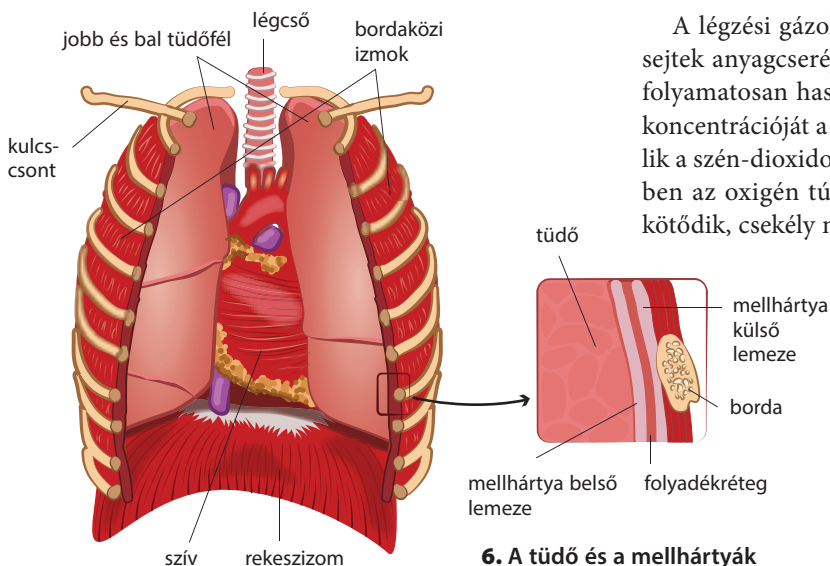
* A táblázatban a gázok koncentrációjával egyenesen arányos parciális nyomásértékek szerepelnek. A parciális (részleges) nyomás az a nyomás, amelyet a gáz-elegy egyik összetevője fejtene ki, ha egymagában töltené ki a rendelkezésére álló teret. A táblázatban szereplő adatokat nem kell megtanulni.

5. A légzési gázok mennyiségi viszonyai a vérben és a levegőben

A légzési gázok diffúzióját biztosító koncentrációkülönbséget a sejtek anyagcsereje alakítja ki. A **sejtlégzés** során a sejtek ugyanis folyamatosan használják fel az oxigént, és ezzel csökkentik annak koncentrációját a szövetnedvben. Ugyanakkor folyamatosan termelik a szén-dioxidot, növelik koncentrációját a szövetnedvben. A vérben az oxigén túlnyomórészt a vörösvértestek hemoglobinjához kötődik, csekély mennyisége található a vérplazmában. Ezzel szemben a szén-dioxid nagyobbik hányada a vérplazmában HCO_3^- , CO_3^{2-} -ionok formájában szállítódik.

A légcseré

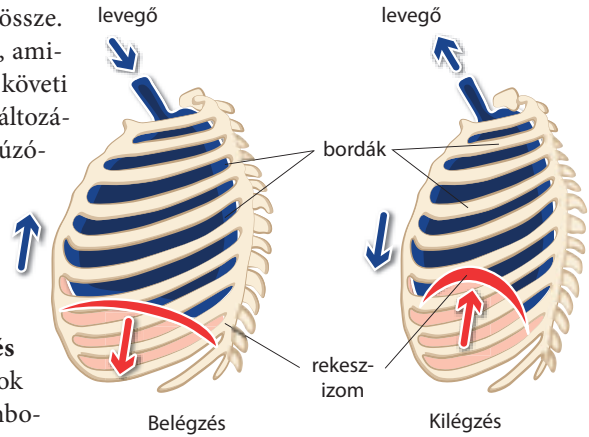
A tüdő a mellkas és alulról a **rekeszizom** által határolt **mellüregben** helyezkedik el (6. ábra). A két tüdőfél felszínét kétrétegű **mellhártya** borítja. A mellhártyák külső lemeze a mellkas



6. A tüdő és a mellhártyák

falával és a rekeszizmokkal, belső lemeze a tüdő falával nőtt össze. A mellhártya két lemeze között vékony folyadékréteg található, aminek köszönhetően a tüdő a mellkas falához feszül, és passzívan követi a mellüreg térfogatának változásait. A mellüreg térfogatának változását a **légzőizmok**: a **bordaközi izmok** és a **rekeszizom** összehúzódása és elernyedése eredményezi.

Belégzéskor a külső bordaközi izmok összehúzódnak, felemelik a bordákat, a mellkas tágul. Ezzel egy időben a rekeszizom összehúzódik, ellaposodik, lefelé húzza a tüdőt (7. ábra). A tüdő kitér, csökken benne a légnyomás, a külvilágból beáramlik a levegő a légutakba. A nyugodt **kilégzés** passzív folyamat, nem igényel aktív izommozgást. A légzőizmok elernyednek, emiatt a bordák lesüllyednek, a rekeszizom bedomborodik a mellüregbe. A mellüreg térfogata csökken, a tüdőben nő a nyomás, így levegőtartalmának egy része kiáramlik a külvilágba.



7. A belégzés és a kilégzés folyamata

Olvasmány

Számok, adatok a légző szervrendszerrel

- A jobb tüdő három, a bal két lebenyből áll, mert a szív bal oldalon foglal nagyobb helyet (6. ábra).
- A hörgők, hörgőcskék összesített hosszúsága a felnőttek tüdejében mintegy 2,4 km.
- A léghólyagocskák száma felnőtt emberekben mintegy 300 millió.
- A léghólyagocskák összfelülete a felnőttek tüdejében 70-100 m².
- A léghólyagocskákhoz futó kapillárisok összesített hossza akár 7000 km is lehet.

A légzésfunkciók vizsgálata

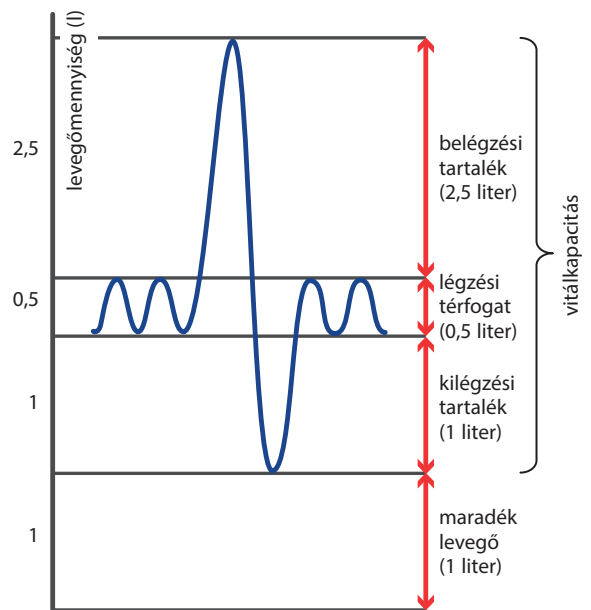
A légzésfunkciók vizsgálatok a légzőszervek teljesítőképességét határozzák meg. Nyugalomban percenként átlagosan 14-16-szor veszünk levegőt, és egy lélegzetvétellel átlagosan 0,5 liter levegő cserélődik ki a tüdő és a külvilág között. A légzési perctérfogat értéke nyugodt légzés során tehát mintegy 7-8 liter.

Erőltetett belégzéskor a légzőizmok maximális összehúzódása a nyugodt légzéshez képest még átlagosan további 2,5 liter levegő felvételét teszi lehetővé. Ez a belégzési tartalék. Erőltetett kilégzés során a belső bordaközi izmok összehúzódása még inkább lefelé mozdítja a bordákat, ezáltal a mellkas gyorsabban és erőteljesebben szűkül. A megnövekedett nyomás miatt a nyugodt légzéshez képest átlagosan 1 literrel nagyobb térfogatú levegő áramlik ki a tüdőből. Ez a kilégzési tartalék. A légzőszervek maximális teljesítőképességét az erőltetett belégzést követően az erőltetett kilégzéssel kifújott levegő térfogata, a **vitálkapacitás** jellemzi (8-9. ábra). Átlagos értéke fiatal emberekben 4 liter körüli érték. A vitálkapacitás a testmagassággal arányos, így nőknél általában kisebb, mint férfiaknál. A rendszeres testmozgás, a sportolás mindkét nemből jelentősen növelheti a vitálkapacitást. A sportolók edzettségi állapotát a vitálkapacitás meghatározásával is jellemzik.

Az erőltetett kilégzés során úgy érezzük, hogy teljesen kiürült a levegő a tüdőnkéből, de ez nem igaz. A tüdőben mindig marad 1-1,5 liter levegő (maradék levegő). Ez nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a léghólyagocskák mindig működőképesek maradjanak.



8. A vitálkapacitás mérésére szolgáló eszköz a spirométer



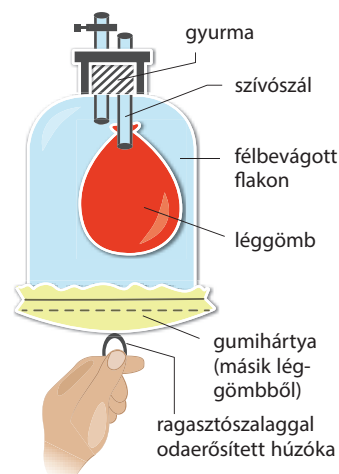
9. A vitálkapacitás

Kísérletezz!

A légcserre megfigyelése tüdőmodellen ■ A mellhártyák szerepét a légzésben egy nagyon egyszerű kísérlettel megértheted. Egy sima felszínű üveglapot nedvesíts be vízzel, és csúsztass rá egy másik, ugyancsak sima üveglapot! Figyeld meg, hogy az üveglapokat könnyedén el tudod csúsztatni egymáson, de szétválasztásuk már sokkal nehezebb!

A légcserre szemléltetésére készíts tüdőmodellt! Egy kisebb műanyag palack alját vágd le, és erősíts rá szorosan egy gumihártyát (vékony gumikesztyű, léggömb egyaránt alkalmas erre a célra). A gumihártyára ragassz vékony madzagot. Egy műanyag-toll szárának vagy egy vastagabb szívószálnak az egyik végére cérnával erősíts egy kis léggömböt. Csúsztasd a léggömböt a palack belsejébe, és gyurmával rögzítsd a tollat, illetve a szívószálat a palack szájába! Ügyelj arra, hogy felül a gyurma, alul a gumihártya légmentesen zárja le a palackot! Figyeld meg, mi történik, ha meghúzod, majd elengeded a gumihártyán a madzagot! Próbáld magyarázatot adni a jelenségre!

A légcserre folyamatát szemléltető modell



Olvasmány

Az újraélesztés tanulása ■ Előfordulhat, hogy olyan élethelyzetbe kerülsz, amikor életmentő beavatkozásként mesterséges lélegeztetést kell alkalmaznod.

Az egész világról származó sok százezer eset statisztikai adata támasztja alá azt, hogy az orvosi eszközök hiányában végzett újraélesztés legsikeresebb módszere a mellkaskompresszió. A tankönyv utolsó oldalán részletes útmutatót találsz arra vonatkozóan, hogyan kell eljárnod, ha ilyen jellegű segítségre szorul valaki.

Az újraélesztést tanfolyamon is elsajátíthatod. A műfogások elsajátítását olyan eszközön tanítják, amely visszajelzést ad arról, hogy megfelelőek-e a mozdulataid.



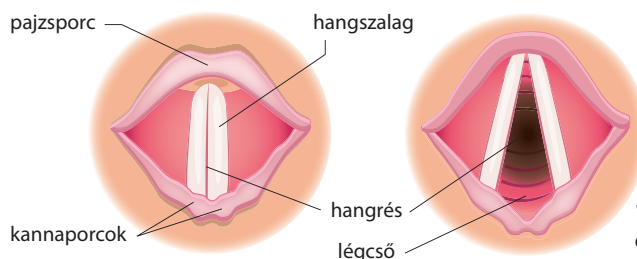
A hangadás

A hangadás szerve a gége. Itt található a **hangszalagok**, ezek határolják a **hangrést**. Nyugodt légzéskor a hangrés nyitott, a levegő akadálytalanul áramlik a légutak és a külvilág között (10. ábra). A hangadás a kilégzéshez kapcsolódik. A gége apró izmai elmozdítják a kannaporcokat, a hangszalagok megfeszülnek, a hangrés bezárul. A kiáramló levegő feltorlódik a hangrés mögött, és nyomása révén kissé szétfeszíti a hangrést, megrezegteti a hangszalagokat. A hangszalagok rezgése átterjed a levegőre, kialakul a hang.

A **hangmagasság** a hangszalagok hosszúságával és vastagságával, a hangerősség pedig a kiáramló levegő mennyiségével arányos. A hang magasságát alapvetően a hangszalagok hossza, így a gége mérete határozza meg. A kisebb gégéjű, rövidebb hangszalagú nők és a gyerekek hangja magasabb, mint a férfiaké. Bizonyos határok között szabályozni tudjuk, mekkora magasságú hangot adjunk ki. A gégeizmok segítségével ugyanis változtatható a hangszalagok feszessége, a hangrés alakja és tágassága. A **hangerősség** attól függ, mekkora erővel préseljük ki a levegőt a gégen.

A **hangképzésben** a gége mellett fontos szerepe van az ajkaknak, a száj- és orrüregnek, a fogaknak, valamint a nyelvnek is. A magánhangzók kiejtésénél például nem szakítjuk meg a gégeből kiáramló levegő mozgását. A mássalhangzók képzésekor viszont a szájüreg alakjának, a nyelv helyzetének változtatásával a levegőáram megszakad. A hangképzésben szerepet játszó sok-sok izom összehangolt működtetése az idegrendszer feladata.

Serdülőkorban a fiúk és a lányok hangja is változik, mutál. A **mutálás** a fiúk esetében erőteljesebb, mert gégéjük mérete hirtelen és nagymértékben változik. Ennek következtében hullámszik a hangjuk, váratlanul, akaratuktól függetlenül változik a hangmagasságuk. A jelenség magyarázata, hogy a hirtelen növekedéssel nem képes lépést tartani a tanulási folyamatot vezérlő idegrendszer.



10. A hangszalagok és a hangrés

Olvasmány

A beszéd és az ének ■ A hangmagasságot a rezgésszámmal jellemzik, amelynek mértékegysége a Hertz (Hz). A mélyebb hangok kisebb, a magasabbak nagyobb rezgésszámúak. A beszédhangok összetett hangok, amelyeknek többféle rezgésszámú összetevőjük van. A beszédhangok legalacsonyabb, alap rezgésszáma férfiakban 120, nőkben 250 Hz. Az emberi fül érzékenysége a beszédhangok tartományában a legnagyobb. Az énekhangok változatossága részben annak köszönhető, hogy a hangmagasságot bizonyos határok között változtatni tudjuk.

Az énekhangok terjedelme

Hangtípus	Frekvencia-tartomány (Hz)
Basszus (c-f ¹)	64–345
Bariton (c-d ¹)	96–435
Tenor (c-c ²)	129–517
Alt (g-h ²)	193–976
Mezzoszoprán (h-c ³)	244–1034
Szoprán (c ¹ -d ³)	258–1161
Koloratúrszoprán	258–1381

A légutak betegségei

Hideg, száraz levegő belégzésekor megnő az orrüreg nyálkahártyáján átáramló vér mennyisége, és fokozódik a nyálkatermelő mirigyek működése. Ilyen körülmények között a **náthát** okozó vírusok könnyebben bejuthatnak a szervezetbe. A fertőzés következménye orrfolyással, torokfájással járó, általában enyhe lefolyású betegség. A náthát okozó vírusok mindentűt jelen vannak környezetünkben, és ha nem az időjárásnak megfelelően öltözünk, vagy túlságosan hideg ételt, italt fogyasztunk, a meggyengült nyálkahártyán keresztül könnyen megfertőződhetünk. A köznap életben sokszor összekeverik a náthát az influenzával. Az **influenza** is vírusfertőzés következménye, de nemcsak a felső légutak betegsége, hanem fejfájás, izomfájdalom és magas láz is kíséri.

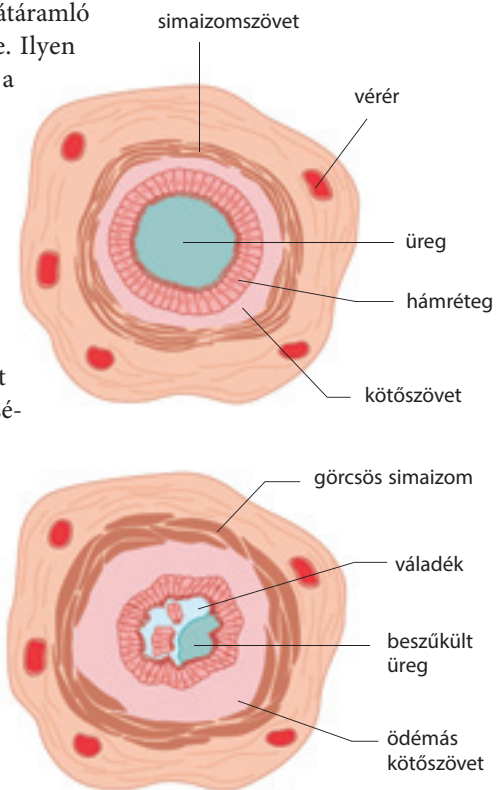
A **szénanátha** allergiás eredetű betegség. Kiválthatja a belélegzett levegőben található virágpor, állati szőr vagy toll stb. A szem viszketésével, erős orrfolyással és könnyezéssel jár.

A hörgőrendszer jellemzően allergiás megbetegedése az **asztma** (11. ábra). Az asztmás roham nehézlégzéssel jár, melyet a hörgőcskék simaizomatának görcsös összehúzódása és a fokozott nyálkatermelés vált ki. Asztmát okozhat a lakásban lévő por, állati szőr vagy toll, különböző növények virágpóra, idegrendszeri hatások stb. Az asztma kezelésében a gyógyszerek mellett alapvető szerepe van a kiváltó tényezők felderítésének és lehetőség szerinti kiküszöbölésének.

A **tüdőgyulladást** különböző baktériumok, vírusok, gombák okozhatják. Attól függően, hogy milyen kórokozók idézik elő, a tünetek is sokfélék. Gyakran jár magas lázzal, száraz, fájdalmas köhögéssel.

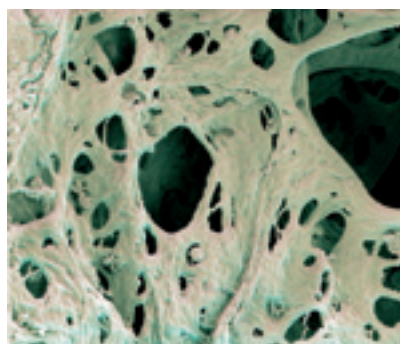
A tüdőgyulladás súlyos betegség, mindenképpen orvosi kezelést igényel.

A **tuberkulózist** (tüdőbaj, tbc) baktériumfertőzés okozza. A régebben gyógyíthatatlan, halálos betegség kórokozója főleg cseppfertőzéssel terjed. Gyulladásos góccokat alakít ki a tüdőben, a megtámadott szövet hamarosan elhal. A megbetegedés kockázata az alultáplált, rossz szociális helyzetben élő emberek között nagyobb. Hazánkban a múlt század közepétől az életkörülmények javulásával, a kötelező védőoltás (BCG) bevezetésével a betegség előfordulása jelentős mértékben csökkent. Sajnos az utóbbi években a felnőtt lakosság körében ismét több ezer új megbetegedést mutatnak ki évente. A kórokozó terjedését segíti, hogy a fertőzött emberek sokáig tünetmentesek, sőt előfordul, hogy még a betegség előrehaladott állapotában is azok. A környezetükben élő embereket ugyanakkor megfertőzhetik. Többek között ezért is van különös jelentősége a tüdőszűrésnek, ami a tbc és más betegségek korai felismerését szolgálja.



11. A hörgőcskék keresztmetszete egészséges emberben (fent) és asztmás betegben (lent). A hörgőcskék simaizmai az asztmás betegekben megvastagodnak, a hám alatti kötőszövetben pedig folyadék halmozódik fel (ödéma). Ez okozza a hörgőcskék szűkülését

Keress rá! ■ egészségértés ■
 ciliáris dyskinesia (PCD) ■
 obstruktív légzészavar (COPD) ■
 hiperventilláció



12. Tüdőtágulás. Az elektronmikroszkópos felvételen jól láthatók a léghólyagocskák összeolvadásával kialakult nagyobb üregek

Fogalmak ■ légcsere ■ külső légzés ■ belső légzés ■ felső és alsó légutak ■ szaglóhám ■ gége ■ hangszalagok ■ mellhártyák ■ rekeszizom ■ bordaközi izmok

A dohányzás

A **dohányzás**, különösen a cigarettázás jelenleg az egyik legártalmasabb szenvedély. A szervezetbe került mérgeanyagok a fiatal, még fejlődésben lévő szervezetre fokozott veszélyt jelentenek. A beszívott füst nagymértékben csökkenti a gázcsere hatékonyságát a tüdőben, mivel szén-dioxid-koncentrációja magasabb, oxigéntartalma alacsonyabb a normálisnál. Ráadásul az égés során szén-monoxid is képződik, ami sokkal erősebben kötődik a hemoglobinhoz, mint az oxigén, és ezzel akadályozza annak oxigénszállítását. A dohányos ember szervezetébe emellett még sokféle káros anyag, köztük rákkeltő hatású, **kátrányos** égéstermékek is jutnak.

A dohányfüst anyagai folyamatosan ingerlik a nyálkahártyát, ezért a rendszeresen dohányzó emberek légútjai állandó gyulladásban vannak. A gyulladás jele a fokozott nyálkatermeléssel és állandó, kínzó köhögéssel járó **hörghurut**. Erős dohányosokban a köhögés és a füstben lévő mérgeanyagok miatt a léghólyagocskák fala átszakadhat, egybeolvadhat, aminek következményeként a légzőfelszín nagysága csökken. Ezt az állapotot nevezzük **tüdőtágulásnak**, ami már erősen korlátozza a dohányos ember normális életvitelét (12. ábra). A beteg a lecsökkent légzőfelszín miatt nem jut elegendő oxigénhez, és nem képes alkalmazkodni a fizikai terhelésekhez. Súlyosabb esetben mesterséges oxigénpótlásra, lélegeztetőkészülékre szorul. A dohányzásnak vezető szerepe van a **tüdőrák** kialakulásában is.

Megtanultam?

A felső légutak szakaszai a(z) **(1.)** és a(z) **(2.)**. A(z) **(1.)** fellemeget, párával telíti és tisztítja a beszívott levegőt. Érzékszerv, területén található a(z) **(3.)**. Az alsó légutak első szakasza a(z) **(4.)**. A hangadás szerve, porcos **(5.)** nyelvszövet elzárja a(z) **(6.)** nyílását. A(z) **(4.)** folytatása a légcső, a tüdő hörgőrendszere és a léghólyagocskák. A kis vérköri kapillárisokkal sűrűn behálózott léghólyagocskák adják a tüdő légzőfelszínét. A tüdő a mellüregben található, felszínét a(z) **(7.)** lemezei borítják.

A(z) **(8.)** során a levegő áramlik a tüdő és a külvilág között. Két szakasza a be- és a kilégzés. A mellüreg térfogatváltozásait a(z) **(9.)** és a bordaközi izmok biztosítják. A(z) **(10.)** a vér és a tüdő, a(z) **(11.)** a vér és a(z) **(12.)** között lejátszódó gázcsere. A légzési gázok (szén-dioxid, oxigén) **(13.)** áramlanak a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentrációjú hely felé. A(z) **(10.)** során a vér oxigént vesz fel és szén-dioxidot ad le, a(z) **(11.)** során fordítva: oxigént ad le és szén-dioxidot vesz fel. Az oxigén túlnyomórészt **(14.)** kötődve szállítódik, a szén-dioxid pedig a(z) **(15.)** HCO_3^- , CO_3^{2-} -ionok formájában.

Kérdések, feladatok

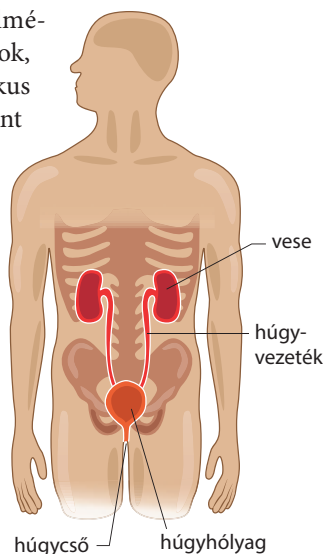
1. Mi a légzés biológiai funkciója?
2. Ismertesd a légcsere, a külső légzés és a belső légzés lényegét!
3. Foglald össze a felső légutak szerepét a légzésben!
4. Kövesd végig egy oxigénmolekula útját a tüdő-léghólyagocskáktól kiindulva a célállomásig – egy izomsejtig! Készíts folyamatábrát!
5. Miért kell az osztálytermet szünetekben szellőztetni?
6. Hogyan és minek a következtében változik a levegő nyomása a belégzés és a kilégzés során?
7. Miért követi a tüdő a mellkas mozgásait a légcsere során?
8. Hány liter levegőt cserél egy tanítási óra alatt a békésen üldögélő diák? Mennyi oxigént vesz fel ez idő alatt?
9. Készíts felelettervet, amelyben ismerteted a hangadás és a hangképzés folyamatát!
10. Készítsetek bemutatót a dohányzás egészségkárosító hatásairól!
11. Gyakran okoz halálos balesetet a borospincékben erjedő must. Miért?

Megtudhatod

A kiválasztó szervek egészsége szempontjából miért fontos a bőséges folyadékfelvétel?

16. A kiválasztás

Az emberi szervezetben a változó külső körülmények ellenére is csaknem állandó a testfolyadékok, vagyis a vér és a szövetnedv térfogata, ozmotikus koncentrációja, pH-ja és ionösszetétele, valamint a szervezet belső testhőmérséklete. Ez feltétele a sejtek, szövetek megfelelő működésének. Sejtjeink közvetlen, ún. **belső környezetét** a sejtek közötti folyadéktér, a szövetnedv jelenti. A belső környezet szabályozott, többé-kevésbé állandó állapota a **homeosztázis**. A homeosztázis több szervrendszer összehangolt működésének eredménye. A testfolyadékok térfogatának és összetételének szabályozásában kulcsszerepe van a **kiválasztó szervrendszernek**: vizes oldat, vizet formájában eltávolítja a testfolyadékokból a szervezet számára káros vagy fölösleges anyagokat. A vizet a **vesében** képződik, és a **húgyutakon** – húgyvezeték, húgyhólyag, húgycső – át távozik (1. ábra).



1. A kiválasztó szervrendszer felépítése

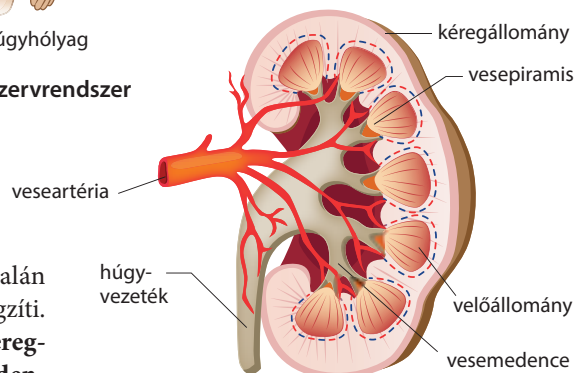


- A vese szerkezete
- A szűrletképzés
- Visszaszívás és kiválasztás
- A vizelet
- Húgyutak
- A kiválasztó szervek betegségei

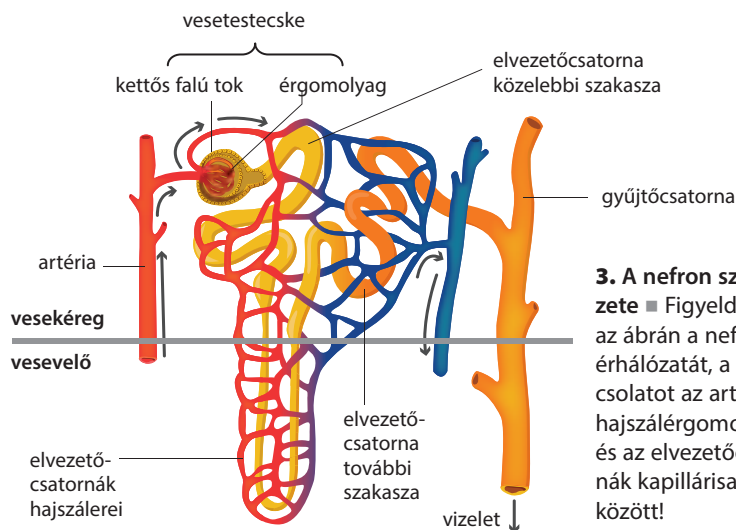
A vese szerkezete

A vese páros szerv, a gerincoszlop ágyéki szakaszának két oldalán helyezkedik el. A hasüreg hátsó falához erős kötőszövetes tok rögzíti. Belső szerkezete kéreg- és velőállományra különül (2. ábra). A **kéregállomány** a vese külső részét alkotja, a **velőállomány** a **vesemedencével** érintkezik. A vesemedencéből indul ki a húgyvezeték.

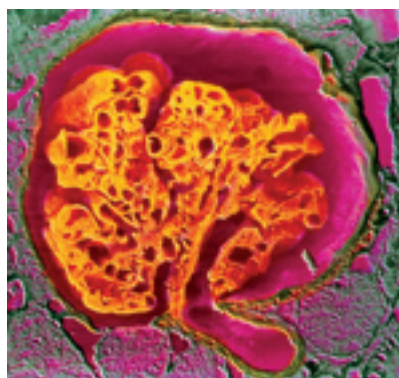
A vese szerkezeti és működési egységei a **nefronok**. A nefron kezdeti része a **vesetestecske**, amely egy hajszálérgomolyagból és az azt körülvevő kettős falú tokból áll (3-4. ábra). A vesetestecske a kanyargós lefutású **elvezetőcsatornáknak** folytatódik, ami a **gyűjtőcsatornába** torkollik. A nefronok érhálózata különleges. A vesetestecskében úgynevezett **artériás hajszálérgomolyag** található, ami úgy jön létre, hogy a veseartéria gazdagon elágazik, végül minden egyes vesetestecskébe egy-egy kis artéria vezet. A kettős falú tokban a kis artéria kapillárisokra oszlik, amelyek ismét kis artériába szedődnek össze (belső kis



2. A vese szerkezete



3. A nefron szerkezete ■ Figyeld meg az ábrán a nefronok érhálózatát, a kapcsolatot az artériás hajszálérgomolyag és az elvezetőcsatornák kapillárisai között!



4. Egy vesetestecske elektronmikroszkópos képe. A színezett elektronmikroszkópos felvételen a hajszálérgomolyag narancssárga, a kettős falú tok lila

artéria – kapillárisálózat – kilépő kis artéria). A kilépő kis artéria újra hajszálerekre ágazik, a kapillárisok körülfontják az elvezetőcsatornákat. A kapillárisokból a vért vénák gyűjtik össze, amelyek végül a veséből kilépő vesevénában egyesülnek.

A nefronok három alapvető feladata: 1. szűrletképzés; 2. visszaszívás; 3. kiválasztás. A gyűjtőcsatornában alakul ki a szervezetből távozó **vizelet** végleges összetétele.

A szűrletképzés

A szűrletképzés során **fehérjementes vérplazma** áramlik a vesetestecskéből az elvezetőcsatornába. A szűrés folyamatosan zajlik a hajszálereket és a kettős falú tok belsejét bélelő vékony, egyrétegű laphámon keresztül. A szűrletképzést az teszi lehetővé, hogy a vesetestecskéből kilépő rugalmas falú kisartéria kisebb átmérőjű, mint a belépő artéria. A nyomásfokozódás következtében a kapillárisok falán át jelentős mennyiségű (napi 180 liter!) vérplazma szűrődik át a tok üregébe. A szűrés molekulaméret alapján történik. A vesetestecskében átszűrődő folyadék, a **szűrlet** vizet, vízben oldott kis molekulájú szerves anyagokat (pl. szőlőcukor, aminosavak, karbamid, húgysav), szerves ionokat tartalmaz, fehérjéket nem. A fehérjétől eltekintve összetétele lényegében megegyezik a vérplazmáéval.

Visszaszívás és kiválasztás

A **visszaszívás** során a szervezet számára szükséges anyagok kerülnek vissza az elvezetőcsatornákat behálózó kapillárisokba. Az elvezetőcsatornákat bélelő hámsejteken keresztül aktív transzporttal jutnak vissza a vérplazmába a szőlőcukor, az aminosavak, a vitaminok. Ugyancsak aktív transzporttal folyik a Na^+ - és a Cl^- -ionok visszaszívása is. Az elvezetőcsatornák hajszálereiben emiatt nő a vérplazma ozmózisnyomása, így a szűrletből nagy mennyiségű víz jut vissza passzív transzporttal a vérbe. Az elvezetőcsatornák kezdeti szakaszán általában visszaszívódik a szűrletből a glükóz teljes mennyisége, a víz és a Na^+ -ionok mintegy háromnegyed része. Az elvezetőcsatornák távolabbi szakaszain és a gyűjtőcsatornában a visszaszívást és a **kiválasztást** a szervezet szükségleteinek megfelelően hormonok szabályozzák. A Na^+ -ionok visszaszívásával párhuzamosan például K^+ - és H_3O^+ -ionok kerülnek kiválasztásra a vese-csatornába. A vesének így módon fontos szerepe van a vér kémhatásának szabályozásában is.

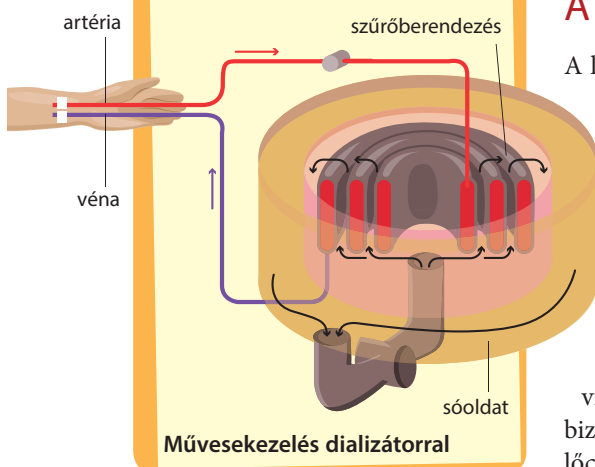
A vizelet

A leadott **vizelet** ionokat, vizet, nitrogéntartalmú bomlástermékeket (karbamidot, húgysavakat) tartalmaz, kémhatása gyengén savas. Átlagos mennyisége 1,5 liter/nap, de összetétele és térfogata – a szervezet állapotától függően – igen tág határok között változhat. Ha sokat iszunk, a felesleges víztől a szervezet híg vizelet formájában szabadul meg. Ha keveset iszunk vagy sós ételeket fogyasztunk, a vizelet kevesebb, de tömtebb lesz.

A vizelet összetételének vizsgálata fontos információt ad a szervezet egészségi állapotáról. A magas vércukorszinttel küszködő cukorbetegnek vizeletében például glükóz mutatható ki. A szőlőcukor szűrletből való visszaszívásának ugyanis felső határa van. Ha a vércukorszint meghalad egy bizonyos értéket, akkor a vese nem képes teljes mértékben visszaszívni a szőlőcukrot a vérbe.

Olvasmány

Művesekezelés ■ Ha valakinek betegség miatt mindkét veséje részben vagy teljesen működésképtelenné válik, akkor a testfolyadékokban káros anyagcsere-termékek (pl. karbamid, húgysav) halmozódnak fel és mérgezik a sejteket. Ilyen esetekben a vese működését **művesekezeléssel** pótolják. A beteg vérének keresztülvezetik egy szűrőberendezésen (dializátor), az úgynevezett művesén, majd a megszárt (dializált) vért visszajuttatják a keringési rendszerébe. Ha ezt a folyamatot néhány órán keresztül folytatják, a vérből kilépnek a káros anyagcsere-termékek. A kezelést súlyos esetben akár hetente két-három alkalommal is el kell végezni.



Húgyutak

A vesében a szűrlet és a vizelet képződése folyamatos. A vizelet a gyűjtőcsatornákon keresztül a vesemedencébe kerül, ahonnan a **húgyvezetékek** perisztaltikus mozgása hajtja a húgyhólyagba. A **húgyhólyag** izmos, tágulékony falú szerv, ami tárolja a vizeletet. A felgyűlt folyadék feszíti a húgyhólyag falát, ez a vizeletürítés ingere. Vizeléskor a húgyhólyag simaizomzata összehúzódik, záróizma elernyed, és a vizelet a **húgycsővön** át a külvilágba jut.

A kiválasztó szervek betegségei

Ha a húgyutak környéke lehűl, vagyis „felfázunk”, meggyengül a nyálkahártya védekezőképessége a kórokozókkal szemben, és gyulladós betegség, **hólyaghurut** alakul ki. A nők gyakrabban felfáznak, mint a férfiak, mert húgycsőjük rövidebb, így a kórokozók könnyebben eljutnak húgyhólyagjukba. A megbetegedést megfelelő öltözködéssel kerülhetjük el, valamint azzal, hogy nem ülünk le hideg helyre. A felfázást nem szabad elhanyagolni, mert a gyulladás feljebb hatolhat, ami vesemedence-gyulladásra vezethet. A húgyutak gyulladásának gyakori tünete, hogy a vizelet fehérjéket és vérszöveteket tartalmaz, illetve a vizelet fájdalmas, a vizelet csíp, éget.

A vizeletképzés és -ürítés rendkívül fontos, mivel a szervezet számos fölösleges és káros anyagtól, például a nitrogéntartalmú bomlástermékektől csak ilyen módon tud megszabadulni. A kiválasztandó anyagok egy része (pl. a húgysav) gyengén oldódik vízben, ezért ügyelni kell arra, hogy mindig elegendő mennyiségű folyadékot fogyasszunk, hogy ezek az anyagok oldott állapotban távozhasanak.

A vizeletből esetenként kisebb-nagyobb méretű szilárd kristályok, **vesekövek** válhatnak ki a vesemedencében (5. ábra). A kövek néha maguktól ürülnek, de előfordul, hogy elakadnak a húgyutakban, görcsös, kínzó fájdalmat okoznak. A vesekőképződés legjobb ellenszere a bőséges folyadékfogyasztás.

Olvasmány

Számok, adatok a kiválasztó szervrendszerrel

- Egy-egy vesénkben kb. 1 millió nefron található.
- A vesetestecskékben percenként a vérplazma mintegy 20%-a szűrődik át a vesecsatornába.
- A vesetestecskékben képződő szűrlet mintegy 99%-a szívódik vissza az elvezető és a gyűjtőcsatornába.



5. A vesekövek különböző méretűek és alakúak lehetnek

Megtanultam?

A kiválasztó szervek feladata a káros és felesleges anyagok **(1.)** a szervezetből. A kiválasztó szervrendszer részei a vesék, a húgyvezetékek, a húgyhólyag és a húgycső. A(z) **(2.)** működési egységei a(z) **(3.)** amelyek a(z) **(4.)**, és elvezetőcsatornákból állnak, utóbbiak a gyűjtőcsatornába torkollanak. A(z) **(3.)** feladata a szűrletképzés. A szűrlet **(5.)** vérplazma. A szűrlet az elvezetőcsatornában és az azokat összeszedő gyűjtőcsatornában visszaszívás és további anyagok **(6.)** révén fokozatosan vizeletté alakul. A vizelet összetétele és térfogata a szervezet szükségleteinek megfelelően változik.

Keress rá! ■ glomeruláris filtrációs ráta (GFR) ■ podocyta ■ veseszemölcs

Fogalmak ■ homeosztázis ■ vese ■ nefron ■ húgyvezeték ■ húgyhólyag ■ húgycső ■ szűrlet ■ művesekezelés

Kérdések, feladatok

1. Mit értünk homeosztázis alatt? Sorold fel a tényezőit!
2. Mondj példákat arra, hogyan vesz részt a homeosztázis kialakításában és fenntartásában a) a bélcsatorna, b) a máj, c) a légzőszerv!
3. Ismertesd a kiválasztó szervek felépítését! Készíts feltevést!
4. Rajzolj le egy nefront, nevezd meg a részeit, és tüntesd fel az ábrán az egyes részek működését is!
5. A szűrletképzés szempontjából mi a jelentősége a vesetestecske érhálózatának?
6. Hasonlítsd össze a vérplazma, a szűrlet és a vizelet összetételét!



Megtudhatod

Ha valaki átesett már a bárányhimlőn, rendszerint nem betegszik meg újra. Miért?

17. Az immunrendszer működése

A homeosztázis fontos része a szervezet számára idegen anyagok ellen való védekezés képessége, az **immunitás**. Szervezetünk védekezik a belső környezet állandóságát veszélyeztető testidegen anyagokkal, köztük baktériumokkal, vírusokkal, daganatképző sejtekkel, más szervezetről származó szöveti sejtekkel, fehérjékkel stb. szemben. Az immunrendszer által felismerhető testidegen anyagokat összefoglalóan **antigéneknek** nevezzük. A szervezetbe jutó antigének védekezési folyamatot, **immunreakciót** indítanak el. Az antigének ellen a szervezet védekező rendszere, más szóval **immunrendszere** lép fel. Az antigének elleni védekezésben számos szervünk, szövetünk vesz részt.

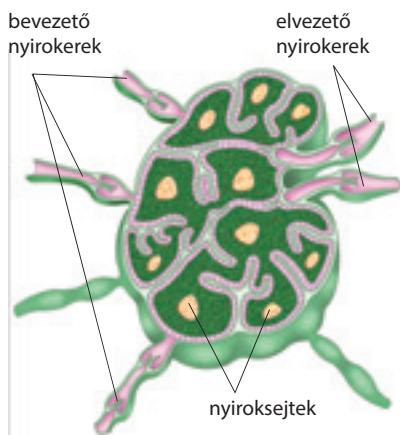
- Az első védelmi vonal
- Fehérvérsejtek, nyirokrendszer
- Második védelmi vonal és nem specifikus immunválasz
- Specifikus immunválasz
- Sejtes immunválasz
- Antitestes immunválasz
- Az immunrendszer emlékezőete

Az első védelmi vonal

A mikroorganizmusok ellen az első védelmi vonalat a bőr, valamint a bélszatórnát, a légutakat, a húgy- és ivarutakat bélelő nyálkahártyák jelentik. A testfelszínt borító, a külvilággal közvetlen kapcsolatban álló üreges szerveket bélelő határoló felületek szorosan illeszkedő hámsejtjei gátolják az idegen anyagok bejutását a szervezetbe. Mirigyek olyan váladékokat termelnek, amelyek elpusztítják, közömbösítik a felületükön megtapadó mikroorganizmusok jelentős részét.

Fehérvérsejtek, nyirokrendszer

A **fehérvérsejtek** a vörös csontvelő sejtjeiből származnak, de eltérő fejlődési utakon különböző típusaik jönnek létre: a **nyiroksejtek** (más néven limfociták) és a **falósejtek** (granulociták és monociták). Közös jellemzőjük, hogy átjuthatnak a hajszálerek falán, ezért a sejtek közötti térben csaknem mindenütt, az egész szervezetben jelen vannak. A szövetnedvből bekerülhetnek a nyirok-kapillárisokba, majd onnan a nyirokerekbe. Ezek nyirokcsomókba torkollnak, amelyek tágas üregrendszere a nyirokot megszűri (1-2. ábra). A bennük termelődő nyiroksejtek pedig a nyirokba kerülnek. A nyirok áramlása közben több nyirokcsomón szűrődik át, majd a vérkeringésbe ömlik. A fehérvérsejtek így „örjáratozva” a szervezet bármely részén képesek észlelni az antigének megjelenését, és fellépni ellenük.

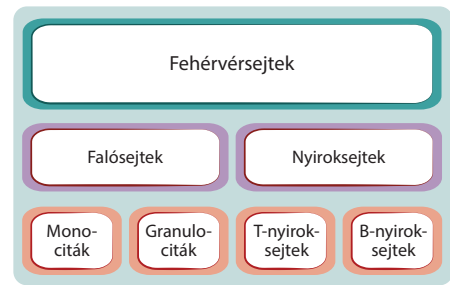
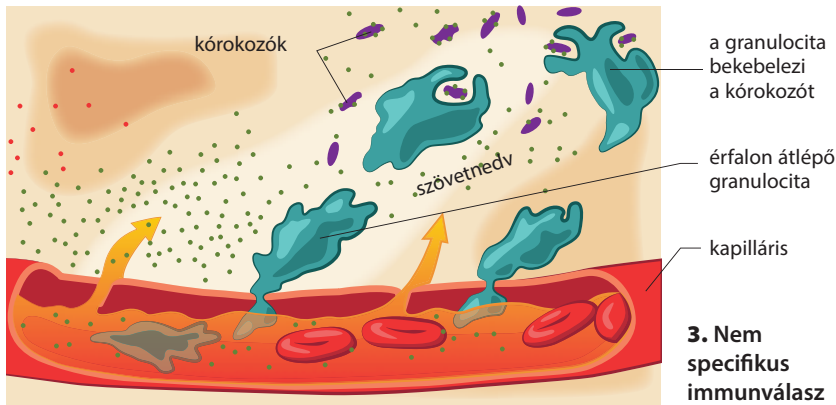


1. A nyirokcsomó felépítése. A nyirokcsomóba számos nyirokér vezet be, de csak egy, esetleg két nyirokér vezet ki. A nyirokcsomóban nagyszámú falósejt és nyiroksejt található. Itt történik az antigének felismerése és az immunrendszer aktiválása. A nyirokcsomóban a nyirok egyirányú áramlását billentyűk biztosítják

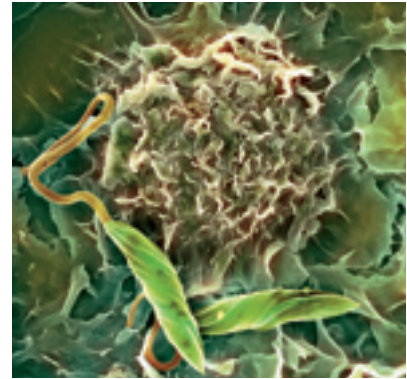
Második védelmi vonal és nem specifikus immunválasz

A második védelmi vonalat az antigének ellen a nyálkahártyák kötőszövetében található fehérvérsejtek jelentik. Ha valahol megsérül a bőrünk vagy valamely belső szervünk hámrétege, a seben keresztül gyakran mikroorganizmusok, például baktériumok jutnak szervezetünkbe, és gyorsan szaporodni kezdenek. A baktériumokból felszabaduló anyagcseretermékek, a sérült szöveti sejtek anyagai felhalmozódnak a seb körüli kötőszövetben. Hatásukra megnő a kör-

nyező hajsálerek áteresztőképessége, és a vérből granulociták és monociták, valamint nagyobb mennyiségű folyadék lép ki az érintett területre (3. ábra). Bőrünk sérülésekor a seb körül bőrpír, pirosas duzzanat, **gyulladás** alakul ki. A kötőszövetben a granulociták és a monociták átalakulnak állásba falósejteké. A falósejtek **bekebelezik**, majd lizoszómáik segítségével lebontják a baktériumokat és a sérült szöveti sejteket (4. ábra). A kórokozók elpusztításában elsősorban a granulociták vesznek részt. Előfordul, hogy a sérült szövetek törmelékeiből, az elpusztult fehérvérsejtekből és a baktériumok maradványaiból sárgás színű **genny** alakul ki a seb környékén. A fentiekben ismertetett védekező mechanizmus lényegében minden kórokozó esetében hasonlóan játszódik le, vagyis nem függ az antigén fajtájától, ezért gyakran **nem specifikus immunválasznak** nevezik.



2. A fehérvérsejtek csoportosítása



4. Baktériumok bekebelezése falósejt által utólag színezett elektronmikroszkópos felvételen

Specifikus immunválasz

Az immunreakciók egy másik csoportja meghatározott antigén ellen irányul, azaz fajlagos, más szóval specifikus. A specifikus immunválasz rendkívül sokféle, különböző szerkezetű antigén ellen biztosít nagyon hatékony fellépést. Ezekben a védekező reakciókban a nyiroksejteké, a limfocitáké a vezető szerep. A nyiroksejteknek két alapvető típusát különböztetjük meg: a T-nyiroksejteket és a B-nyiroksejteket. A **T-nyiroksejtek** (T-limfociták, röviden T-sejtek) a szív közelében található csecsemőmirigyben érnek, a **B-nyiroksejtek** (B-limfociták, röviden B-sejtek) pedig a nyirokcsomókban.

A nyiroksejtek azokat az anyagokat ismerik fel idegenként, antigénként, amelyekkel az embrionális fejlődés során nem találkoztak a szervezetben. A specifikus immunválasz folyamata lényegében három szakaszra osztható: az **antigén felismerésére**, az **immunrendszer aktiválására** és az **antigén közömbösítésére**. Minden nyiroksejt, amelyik már részt vett specifikus immunválaszban, csak egyféle antigén felismerésére képes, elkötelezett nyiroksejt. Ám az immunválaszok során képződő nagyon sokféle nyiroksejt lehetővé teszi, hogy a szervezetbe jutó változatos antigének ellen specifikus immunválasz indulhasson be. A specifikus immunválasz során az antigén közömbösítése két alapvető úton történhet.

Sejtes immunválasz

A sejtes immunválaszban a T-nyiroksejtek vesznek részt. A T-sejteknek működésük szerint több csoportjuk van. A **segítő T-sejtek** feladata az antigén felismerése és a többi nyiroksejt aktiválása. A vérben és a szövetnedvben keringve őrjáratoznak a szervezetben, és a sejtfelszínen található **jelölőfehérjék** alapján

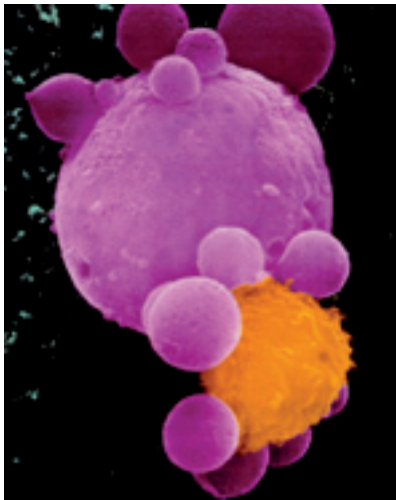
Olvasmány

Az antigén felismerése és „bemutatása”

■ A specifikus immunválasz időigényes szakasza az antigén felismerése és az immunrendszer aktiválása. A folyamat akár több napig is eltarthat. Első lépésben a nyirokcsomókba jutott antigént falósejtek (makrofágok) bekebelezik. A lizoszómákban történt emésztést követően sejtfelszínükre kikerülnek az antigén egyes részei, legtöbbször kisebb fehérjeláncok. Ezeket azonosítják antigénként a T-nyiroksejtek, és indítják el az immunválaszt. A színezett elektronmikroszkópos felvételen egy falósejt (zöld) „mutatja be” egy antigén részletét (narancssárga).



„Antigénbemutatás”

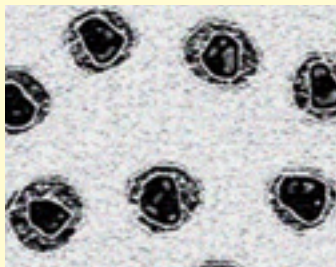


5. Öló T-sejt (narancssárga) rákos sejtet (lila) pusztít el. A kóros osztódású sejtek sejtfelszíne megváltozik, ezért a T-sejtek immunválaszt indítanak ellenük

Olvasmány

Szerzett immunhiányos betegség

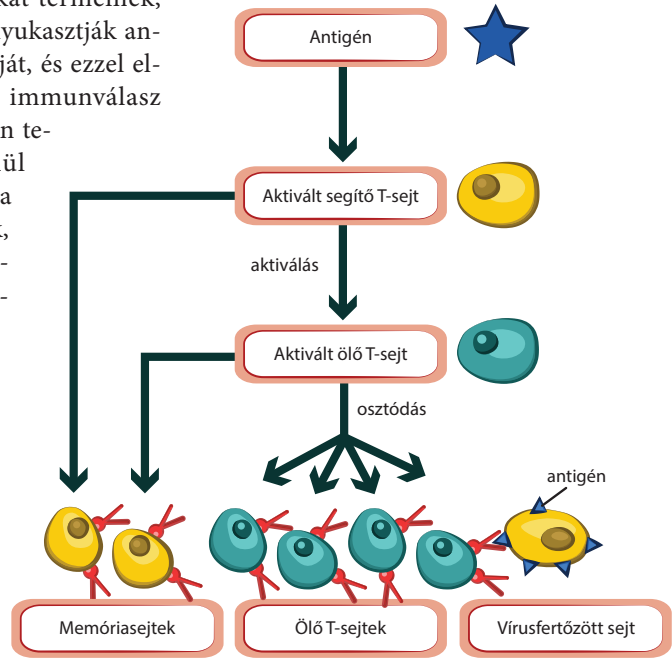
A sejtés és az antitestes immunválaszban a segítő T-sejtek vezető szerepet játszanak, hiszen aktiválják és osztódásra készítetik az immunválaszban részt vevő nyiroksejteket. Hiányukban egyik immunválasz sem alakul ki, és a szervezet védtelenné válik az idegen anyagokkal szemben. Korunk egyik legsúlyosabb járványos betegsége, az AIDS (szerzett immunhiányos betegség) vírusfertőzés következménye. A vírus a segítő T-sejteket támadja meg és pusztítja el. A HIV (humán immunhiány vírus) nagyon érzékeny kórokozó, csak a vérben és egyes testváladékokban (ondó-, hüvelyváladék) őrizi meg fertőzőképességét. Ennek megfelelően szexuális úton és helytelenül végrehajtott vértömlesztéssel terjed.



Az AIDS vírusa, a HIV

folyamatosan ellenőrzik a sejteket. Ha vírussal fertőzött sejtekre, rendellenesen osztódó rákos sejtekre vagy más szervezetből származó, például átültetett szöveti sejtekre bukkanak, aktiválják és osztódásra készítetik az **ölő T-sejteket** (5-6. ábra). Az aktivált öló T-sejtek felismerik az antigént hordozó sejtet, és olyan anyagokat termelnek, amelyekkel kilyukasztják annak sejthártyáját, és ezzel elpusztítják. Az immunválasz végrehajtásában tehát közvetlenül részt vesznek a T-nyiroksejtek, erre utal az immunválasz elnevezése.

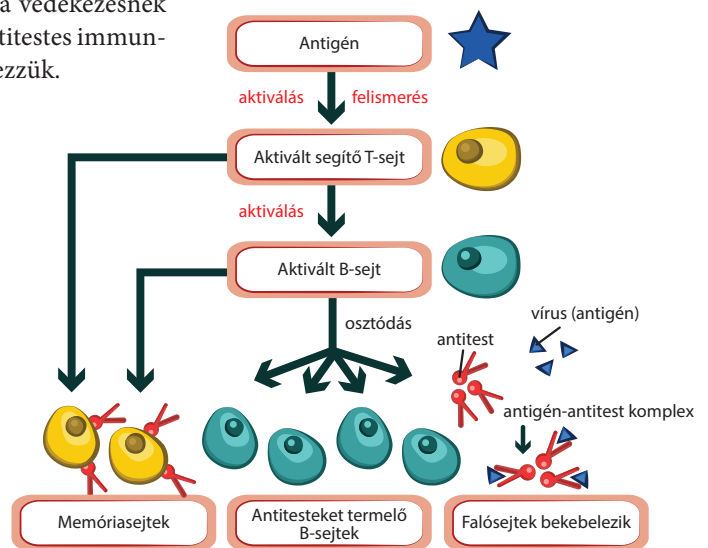
6. Sejtés immunválasz



Antitestes immunválasz

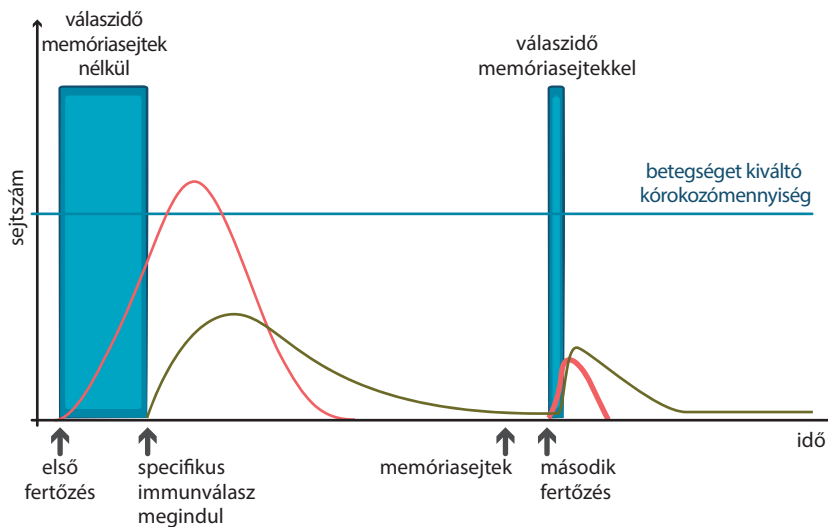
Ha a segítő T-sejtek valamilyen baktériumra vagy antigénként viselkedő makromolekulára bukkanak a szervezetben, akkor **B-nyiroksejteket** aktiválnak (7. ábra). Az aktiválódott B-nyiroksejtek gyorsan osztódnak, majd meghatározott térszerkezetű, az adott antigénnel kapcsolódni képes fehérjemolekulákat, **ellenanyagokat** kezdenek termelni. Az ellenanyagokat, más szóval **antitesteket** exocitózissal leadják a szövetnedvbe és a vérplazmába. Az antitest oldhatatlan komplexet képez az immunválaszt beindító antigénnel, így közbömbösíti azt. Az oldhatatlan antigén-antitest komplexeket a falósejtek távolítják el. Mivel a kórokozók elpusztításában közvetlenül az ellenanyagok vesznek részt, a védekezésnek ezt a fajtáját antitestes immunválasznak nevezzük.

7. Antitestes immunválasz

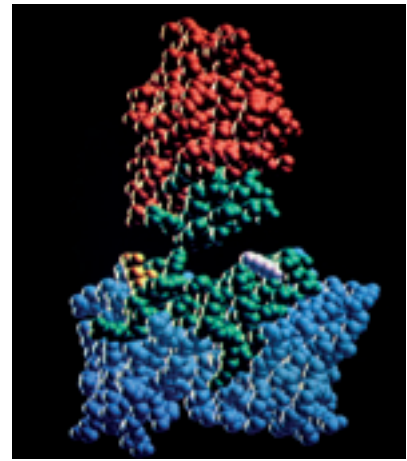


Az immunrendszer emlékezete

A specifikus immunválasz során az adott antigénre elkötelezett T- és B-nyiroksejtek osztódásával olyan sejtek is keletkeznek, amelyek hosszú évekre fennmaradnak, megőrzik az antigén szerkezetére vonatkozó információkat (8. ábra). Az ilyen sejteket **memóriasejteknek** nevezzük. A memóriasejteknek köszönhető az **immunmemória**, vagyis a jelenség, hogy a szervezet gyors és hatékony védekezésre képes azokkal az antigénnel szemben, amelyekkel már korábban találkozott (9. ábra).



9. A memóriasejteknek köszönhetően a fertőzéseink többségét észre sem vesszük



8. Antigén-antitest komplex számítógépes modellje. Az ábrán az antigén vörös, az ellenanyag antigén kötőhelye zöld színű

Fogalmak ■ antigén ■ immunválasz ■ falósejtek ■ T-nyiroksejt ■ B-nyiroksejt ■ memóriasejtek

Megtanultam?

A szervezet védekezik az épségét veszélyeztető idegen anyagok, más szóval **(1.)** ellen. A szervezet első védelmi vonalát a(z) **(2.)** és a zsigeri szervek üregeit bélelő **(3.)** alkotják. A második védelmi vonalat a fehérvérsejtek nem specifikus védekezése jelenti. A(z) **(4.)** bekebelezik a szervezetbe került kórokozókat, és megemésztik azokat. A(z) **(5.)** immunválasz meghatározott antigének ellen irányul. A folyamatban a T- és B-nyiroksejtek játsszák a központi szerepet. A(z) **(6.)** T-sejtek felismerik az antigént, és aktiválják a(z) **(7.)**, illetve a B-nyiroksejteket. A(z) **(8.)** immunválaszt az aktiválódott **(7.)** alakítják ki. Olyan anyagokat termelnek, amelyek kilyukasztják az antigént hordozó sejt sejtmembránját, és ezzel elpusztítják. Az aktiválódott B-sejtek a(z) **(9.)** immunválaszt hozzák létre. Ellenanyagot termelnek, amelyet leadnak a vérbe vagy a szövetnedvbe. A kicsapódott **(10.)** komplexet a(z) **(4.)** bekebelezik be. Az immunválaszban részt vett nyiroksejtekből **(11.)** jönnek létre, ennek eredményeként egy következő fertőzés alkalmával az immunválasz gyorsabban lejátsszódik.

Kérdések, feladatok

- Határozd meg a következő fogalmakat: antigén, antitest, immunválasz!
- Röviden foglald össze, miben különbözik egymástól:
 - a specifikus és a nem specifikus immunválasz,
 - a specifikus immunválasz két típusa!
 Válaszodhoz használd a 2–4. ábrát!
- Mi a nyirokcsomók szerepe?
- Mi a memóriasejtek jelentősége?
- Mi a magyarázata annak, hogy a HIV-fertőzés következtében immunhiányos állapot alakulhat ki?



Megtudhatod

Miért baj, ha az immunrendszer túlságosan aktív?

18. Az immunrendszer és az egészség

Védőoltások

Az immunrendszer működésének ismeretében a kórokozókkal szembeni védettség mesterségesen, megelőző oltással is kialakítható. **Passzív immunizáláskor** a szervezetben nem indul be immunválasz, hanem az orvos kész ellenanyagot (immunoglobulint) ad be, amelynek a hatása azonnal megjelenik. Ilyen oltás akkor kerül sor, amikor az antigén már bejutott a szervezetbe, és az immunrendszer várhatóan nem képes azt elég gyorsan legyőzni. Gyakori baleset, hogy egy szennyezett tárgy mély sérülést okoz, ilyenkor valószínűleg a mindenütt előforduló tetanuszt (merevgörcsöt) okozó baktérium is bekerül a sebbe. A fertőzés következménye életveszélyes állapot lehet a légzőizmok görcsös összehúzódása miatt. Ilyen sérülés esetén az orvos tetanusz elleni antitestet tartalmazó injekciót ad a sérültnek. Az antitest 10-14 napig hatásos.

Az **aktív immunizáláskor** legyengített vagy elölt, de antigén sajátosságait megtartó kórokozót juttatnak a szervezetbe. Ennek hatására megindul a specifikus immunválasz, elkötelezett nyiroksejtek, köztük memóriasejtek képződnek a szervezetben, és néhány hét alatt létrejön az évekre szóló védettség.

Az immunitás, amely a szervezet védekezőképességét jelenti valamely antigénnel szemben, tehát **természetes** és **mesterséges** úton is kialakulhat (1. ábra).

- Védőoltások
- Fertőzés, higiénia, járvány
- A vércsoportok
- Rh-összeférhetetlenség
- Allergia

Olvasmány

Himlő elleni

oltás ■ Európában a 18. században évről évre fél millió ember halt meg vírusfertőzés okozta fekete himlőben. Edward Jenner (1749–1823) angol orvos 1796-ban felfigyelt arra, hogy falujában azok a fejjőők, akik átettek a tehénhimlőnek nevezett enyhe lefolyású betegségen, nem betegsznek meg fekete himlőben. Feltételezte, hogy a tehénhimlő valamilyen módon védettséget okoz. Egy fiatal fiút beoltott tehénhimlős betegből vett váladékkal, majd pár nap elteltével az oltást megismételte, de már fekete himlős beteg sebhelyéből nyert váladékkal. A fiú nem betegedett meg fekete himlőben. Európában ez volt az első, tudatosan alkalmazott védőoltás. A védőoltásoknak köszönhetően a betegséget 1980-ban megszüntnek nyilvánították.

IMMUNITÁS			
Természetes		Mesterséges	
Aktív	Passzív	Aktív	Passzív
A szervezetbe emberi beavatkozás nélkül (fertőződés során) jutó antigén hatására alakul ki.	A szervezetbe természetes úton – de immunválasz nélkül – jutnak antitestek. Például a magzatba az anya véréből a méhlepényen át, illetve szoptatáskor az anyatejvel.	A szervezetbe oltással bejuttatott legyengített vagy elölt antigén hatására alakul ki.	A szervezetbe oltással juttatnak be antitestet, immunválasz nem alakul ki.

1. Az immunitás fajtái kialakulás szerint

Fertőzés, higiénia, járvány

A kórokozók a **fertőzés** (infekció) során bejutnak a szervezetbe és ott elszaporodnak. Ha a fertőző betegségben megbetegedettek száma egy adott területen és időpontban meghalad egy adott esetszámot, **járvány** alakul ki. A járványok megelőzésében fontos szerepe van a higiéniai szabályok betartásának. A kórokozók elpusztításának egyik módja a **fertőtlenítés**, amikor valamilyen fizikai (pl. sugárzás, magas hőmérséklet) vagy kémiai (pl. klórozás) eljárással előlik a környezetbe jutott mikroorganizmusokat.

A vércsoportok

A vércsoportokat a vérátömlesztések következtében egyre gyakran jelentkező súlyos károsodások kapcsán fedezték fel. A **vérátömlesztés** (transzfúzió) során egy másik ember vért juttatják a betegség vagy sérülés következtében sok vért veszített ember szervezetébe. A vérátömlesztés lényegében idegen szöveti sejtek bevitelét jelenti (szövetátültetés), ami során számolni kell az immunrendszer védekező reakciójával. A vérrel legnagyobb mennyiségben vörösvértesteket juttatnak egy másik szervezetbe. A vörösvértestek membránja sokféle antigéntermesztető anyagot tartalmaz. Ezek az anyagok az ún. **vércsoportantigének**, amelyek közül a legfontosabbak az AB0, illetve az Rh vércsoportrendszerbe tartozók.

Az **Rh vércsoportrendszerben** az emberek 85%-ának vörösvértestjei membránjukban „Rh” jelzésű összetett fehérjét tartalmaznak, ezeket az egyéneket **Rh-pozitív** (Rh⁺) vércsoportúaknak nevezik. Akinek a vörösvértestmembránjában nincs ilyen fehérje, az **Rh-negatív** (Rh⁻) vércsoportú. Hibás vérátömlesztés esetén Rh-negatív emberbe Rh-pozitív vért juttatva immunreakció indul meg, az átömlesztett vér sejtjeihez az immunreakció során képződött antitestek kapcsolódnak, emiatt a vörösvértestek összecsapódnak, vérrögöket képeznek, ami a keringési rendszer összeomlásához vezet.

Az **AB0 vércsoportrendszer** kialakításában is a vörösvértestek sejtmembránjának anyagai vesznek részt. Akinek a vörösvértest-membránja „A” jelű vércsoportanyagot tartalmaz, az **A-vércsoportú**, akinél ugyanott „B” vércsoportanyag fordul elő, az **B-vércsoportú**. Az **AB-vércsoportúak** vörösvértesteiben mindkét anyag kimutatható. A **0-vércsoportúakban** a vörösvértestek membránjához nem kötődik egyik ebbe a típusba tartozó vércsoportanyag sem. Az AB0-vércsoportrendszer sajátossága, hogy mindenkinek a vérplazmájában megtalálhatók a saját szervezetéből hiányzó vércsoportanyag elleni antitestek (2. ábra).




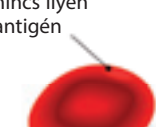
Vérátömlesztés során az emberek vércsoportját mind az AB0, mind pedig az Rh vércsoportrendszerre nézve megvizsgálják, és ennek ismeretében végzik el a vérátömlesztést.

Rh-összeférhetlenség

A vörösvértestek eltérő antigénsajátságai miatt egyes esetekben összeférhetlenség alakulhat ki az anya és magzata között. A leggyakoribb az **Rh-összeférhetlenség**, ami akkor jön létre, ha az anya Rh-negatív, a magzat pedig Rh-pozitív vércsoportú. Az anya első terhessége idején nem lépnek fel komplikációk, de a szülés alatt az anyai és a magzati vér kismértékben keveredik egymással, ezért az anyai szervezetben immunreakció játszódik le a magzat Rh-pozitív vörösvérteste ellen. Az anya szervezetében az immunreakció következtében memóriasejtek és ellenanyagok jönnek létre. A problémák a következő terhesség idején jelentkeznek, mivel az antitestek a méhlepényen keresztül átjutnak a magzatba, és tönkreteszik annak vörösvértesteit. Az összeférhetlenség kialakulása passzív immunizálással megelőzhető. A szülést követő néhány órán belül az anya Rh-antitestet kap, ami megelőzi az immunreakció kialakulását.

Allergia

Az **allergia** azt jelenti, hogy egy közömbös, ártalmatlan antigén megjelenésekor heves immunválasz alakul ki. Az allergiás reakciót kiváltó antigéneket **allergéneknek** nevezzük. Az immunrendszer túlérzékenysége miatt az allergén ellen kóros, betegséghez vezető immunválasz alakul ki. Nagyon sokféle anyag válhat ki allergiát, például virágpor, ételek, állatok szőre, tolla, házi por, egyes gyógy-

AB0 vércsoportrendszer	
A-vércsoport	B-vércsoport
<p>A antigén</p>  <p>vérplazma antiteste (anti-B)</p>	<p>B antigén</p>  <p>vérplazma antiteste (anti-A)</p>
AB-vércsoport	0-vércsoport
<p>A és B antigének</p>  <p>vérplazma ilyen típusú antiteste hiányzik</p>	<p>nincs ilyen antigén</p>  <p>anti-A és anti-B</p>

2. Az AB0 vércsoportrendszer áttekinthető táblázata. ■ Milyen kombinációk nem okoznak vérrögképződést?

Olvasmány

Kötelező olvasmányok

Magyarországon világszerte is kiemelkedően jól szervezett megelőző oltásrendszer működik. A könnyen terjedő és egyúttal életveszélyes kórokozók ellen ingyenes, de kötelező oltást adnak minden gyermeknek. Elsőként már a születés utáni napokban oltanak a tuberkulózis (más néven TBC) baktériuma ellen. Ezt az oltást a kórokozó nevének rövidítésével BCG-oltásnak nevezik. A későbbiek során a diftéria, a szamárköhögés, a tetanusz (merevgörcs), valamint az agyhártyagyulladás baktériuma, továbbá a gyermekkénulást, a mumpszot, a kanyarót és a fertőző májgyulladás egyik típusát okozó vírusok elleni védőoltások kerülnek sorra. Azokkal a betegségekkel szemben, amelyek ritkábban okoznak halálos kimenetelű fertőzést, a szakemberek mérlegelése alapján ingyenes, de nem kötelező, vagy fizetés ellenében igénybe vehető oltásokat tesz elérhetővé az egészségügyi ellátórendszer.

Olvasmány

Autoimmun betegségek ■ Autoimmun betegségek akkor alakulnak ki, ha az immunválasz a szervezet valamely saját anyaga ellen lép fel. A tünetek attól függenek, hogy a betegség mely szervet érinti. Az is előfordul, hogy az autoimmun reakció több szervre vagy szervrendszerre terjed ki.

szerek, valamint a méh- és darázscsípés méreganyagai. A tünetek attól függenek, hogy mi a kiváltó anyag, és melyik szervben található az immunrendszer sejtjeivel. Legelterjedtebb a **szénanátha**, amely többnyire viráporra, leggyakrabban a parlagfű viráporára alakul ki. Egyes allergiás betegségekben a bőrön kiütések jelennek meg (gyógyszer-, ételallergia), máskor a belső szervek, például a gége nyálkahártyája vagy a bőr erősen megduzzadhat (méhcsípés, gyógyszerérzékenység). A környezetszennyezés jelentős mértékben hozzájárul az allergiás betegségek terjedéséhez. Az asztma és a szénanátha például sokkal gyakoribb a szennyezett levegőjű nagyvárosokban élő emberek körében, ami arra utal, hogy a szennyezett levegő elősegíti ezeknek a betegségeknek a kialakulását.

Olvasmány

Louis Pasteur ■ Az immunitás felfedezése Louis Pasteur (1822–1895) nevéhez fűződik, aki a 19. században annyi világhíres természettudományos felfedezést tett, ami több kutatónak külön-külön is dicsőséget, hírnevet szerzett volna. Felfedezte, hogy a must erjedése nem élettelen kémiai folyamat, hanem mikroorganizmusok okozzák. Felfedezte a ma már pasztörizálásnak nevezett eljárást. Pasteur állapította meg, hogy melyik baktérium okozza a szülő nők akkoriban rettegett, gyakran halállal végződő betegségét, a gyermekágyi lázat. Megoldotta a háziállatok tömeges pusztulását okozó lépfene megelőzését védőoltással. És végül Pasteur legnagyobb érdemének napjainkig a vesztétség elleni védőoltás előállítását és bevezetését tartják. A vesztétség vírusát a beteg vad- és háziállatok harapása terjeszti. Az oltáson kívül más gyógyszere nincs, nélküle biztosan végzetes kimenetelű a kór. Ezért azokat az embereket, akiket megharap egy feltehetően veszélyes állat, a lehető legrövidebb időn belül beoltják.

Olvasmány

A szövet- és szervátültetés ■ A szövet- és szervátültetés szorosan kapcsolódik az immunrendszer működéséhez. A szövetátültetésre gyakori példa a vérértömlesztés és a csontvelő-átültetés. Nem ritka a szervezeten belüli átültetés, például amikor az égett bőrfelszínt a test más részéről vett bőrrel pótolják a belső szövetek védelme és a jobb hegképződés érdekében. Ez esetben immunológiai probléma nem merül fel, hiszen az átültetett sejtek között nincsenek idegen sejtek, molekulák. Ennél nehezebben oldható meg az idegen szervezetből történő átültetés. Ilyenkor alapvető, hogy a donor (az „adó” szervezet, amelyből az átültetendő szerv származik) sejtjeinek azonosító anyagai minél nagyobb mértékben hasonlítsanak a befogadó (recipiens) szervezetében találhatóakhoz. Páros szervek, például vese esetében felmerül, hogy egy immunológiailag hasonló közeli rokon (egypetéjű ikerpár, szülő, gyermek) az egyik egészséges szervét felajánlja átültetésre. Ezenkívül balesetben elhunyt emberek egészséges, ép szerveit használhatják fel. A szervekre várakozók közül kiválasztják azt a beteget, aki számára az átültethető szerv immunológiai szempontból leginkább megfelel. Teljes immunazonosság csak egypetéjű ikreknél fordul elő, minden más esetben a befogadó szervezet immunrendszere fellép az új szerv ellen. Minél gyengébb az immunválasz, annál valószínűbb, hogy az immunrendszer gyógyszeres legyengítésével a beültetett szerv kilökődését meg lehet akadályozni. A gyógyszeres kezelés általában több évig, gyakran az egész élet során tart.

Fogalmak ■ aktív és passzív immunizálás ■ vércsoportok ■ ABO vércsoportrendszer ■ Rh vércsoportrendszer ■ allergia

Megtanultam?

A kórokozók elleni védekezésben fontos szerepük van a(z) **(1.)**... **(2.)**... immunizáláskor a szervezetbe kész ellenanyagot adnak, hogy megelőzzék a betegség kialakulását. A(z) **(3.)**... immunizálás során legyengített antigént juttatnak a szervezetbe. A(z) **(3.)**... immunizálás **(4.)**...-sejtek kialakulásával jár, ezért tartós védettséget nyújt.

Az immunrendszer működését figyelembe kell venni a szövet- és szervátültetéseknél is. A sikeres vérértömlesztés feltétele a vércsoportok (ABO és Rh) ismerete.

Kérdések, feladatok

1. A 2. ábra alapján készíts rajzot az Rh-negatív és az Rh-pozitív vér jellemzőiről!
2. Miben különbözik egymástól egy AB, egy B és egy 0 vércsoportú ember vére?
3. Néhányan úgy gondolják, az oltások túlságosan nagy kockázatot jelentenek, ezért ellenzik a kötelező védőoltásokat. Rendeztetek vitát a kérdésről!
4. Nézz utána, hogyan végzik az allergiatesztet!

Megtudhatod

Lehetséges-e, hogy a bőrön megjelenő elváltozások nem is a bőr betegségeit jelzik?

19.

A bőr

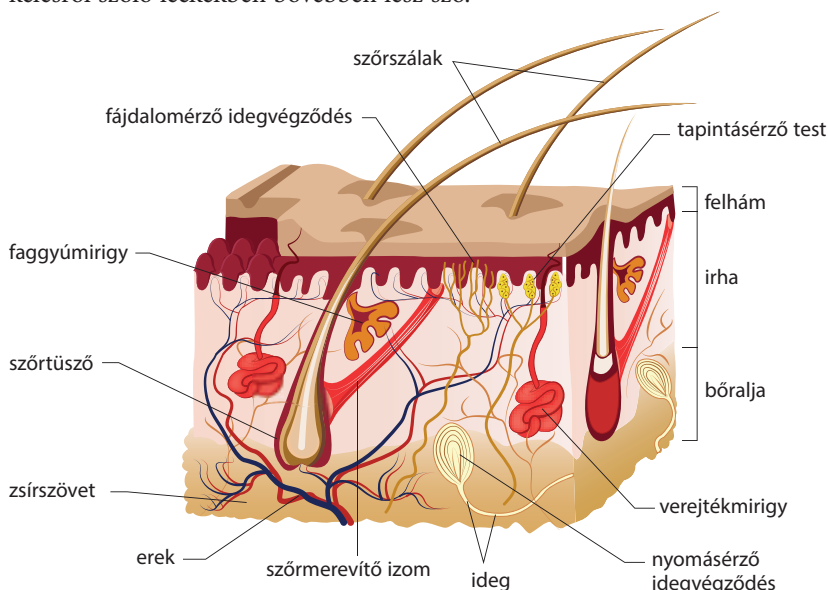
Bőrünk nem pusztán testünk védőburka, hanem sokféle, változatos működést végző szerv. Közvetlenül érintkezik a környezettel, ezért szükséges, hogy védelmet és ugyanakkor összeköttetést biztosítson.

A bőr felépítése és funkciói

A bőr védi szervezetünket a károsító külső hatásokkal szemben, emellett részt vesz az anyagcsere-folyamatokban, felfogja a külvilágból érkező ingereket. Óv a mechanikai hatásoktól, a hidegtől, a melegtől, a káros sugárzásoktól, a kórokozóktól és a kiszáradástól. Zsírokat raktároz, és részt vesz egyes anyagcsere-termékek kiválasztásában is. Mindezekén túl alapvető szerepe van a hőszabályozásban. Színe, teltsége, tapintása egészségi állapotunk fontos jelzője.

A gerinces állatokéhoz hasonlóan az emberi bőrt is három réteg alkotja: a **felhám**, az **irha** és a **bőralja** (1. ábra).

A bőr fontos érzékszerv is. Az irhában és a bőraljában tapintást, nyomást, hőmérséklet-változást érzékelő idegvégződések találhatók, melyekről az érzékelésről szóló leckékben bővebben lesz szó.



1. A bőr felépítése

A hámréteg

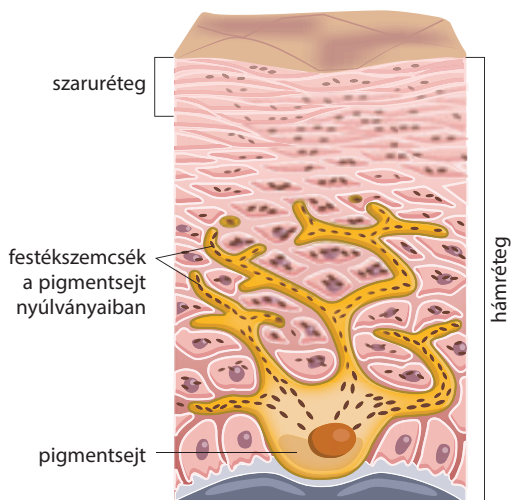
A felhámot többrétegű elszarusodó laphám alkotja. A hámréteg alsó sejtjei osztódnak, és az idősebb sejteteket fokozatosan a felszín felé tolják. A felszín közelében a sejtek ellapulnak, szaruanyag halmozódik fel bennük, végül vékony szarupikkellyé alakulnak, és elpusztulnak. Az elhalt sejtjeiből kialakuló



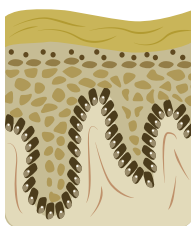
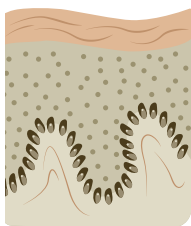
- A bőr felépítése és funkciói
- A hámréteg
- Az irharéteg
- A bőralja
- A bőr szaruképződményei: a köröm és a szőr
- A napozás
- Bőrgombásodás
- Mitesszer, pattanás, szemölcs
- A bőr élővilága és higiénája
- A bőr sérülései
- Égési sérülések
- Hívatlan látogatók
- Más szervek betegségeire utaló tünetek a bőrön



2. Az afrikai elefánt bőre 25-30 mm vastag, míg az emberé csak 2-3 mm



3. A pigmentsejt működése napsütés hatására



4. A bőr felépítése

Keress rá! ■ rosacea ■ faember ■
félelem szaga ■ melanoma ■
pikkelysömör

szaruréteg véd a kémiai és mechanikai hatásoktól, gátolja a párologtatást és a kórokozók bejutását a szervezetbe (2. ábra). Az igénybevételtől függően a szaruréteg gyorsabban vagy lassabban, de állandóan kopik, észrevétlenül hámlik, és folyamatosan pótlódik az alsóbb rétegekből. Ha a hámréteg pustulása felgyorsul, akkor az is előfordul, hogy a szaruréteg nagyobb darabokban távozik: ez a hámlás. Ilyen hámlás tapasztalható például egyes allergiás betegségekben, illetve az intenzív napozás miatt bekövetkező „leégés” után.

A bőr színe a felhámiban elhelyezkedő **pigmentsejteknek** köszönhető. Sötét festékanyaga, a melanin elnyeli a Nap ultraibolya sugárzását, így ezzel szemben védi szervezetünket. A napozás hatására a festékanyag termelése fokozódik, és a pigmentsejtek kiterjednek a bőrben, a festékanyagot a hámsejtek is átveszik, amely ezáltal sötétebbé válik (3. ábra). Az ultraibolya sugárzás nagy energiájú, túlzott mennyisége károsítja a sejteket, mert megváltoztatja a DNS-molekulák szerkezetét.

Az emberiség fejlődése során az élőhely környezeti viszonyaihoz való alkalmazkodás következtében különböző bőrszínű népcsoportok alakultak ki (4. ábra). A trópusi övezetben intenzív a napsugárzás, ezért az itt élő afrikai és ausztrál őslakók sötét bőrűek. Az európaiak világos bőre ugyancsak a környezethez való alkalmazkodást tükrözi. A mérsékelt övezetben az UV-sugárzás nem túl erős, és a sötét bőrszín meggátolná az UV-sugarak bejutását a bőrbe, és ezzel a D-vitamin szintézisét. Valójában azonban egy-egy népcsoport tagjai sem teljesen azonos bőrszínűek, hanem e tekintetben is jellegzetes változatosság figyelhető meg.

Az irharéteg

Az irha fő tömegét erekkel dúsan átszőtt **laza rostos kötőszövet** alkotja (1. ábra). A szabálytalan lefutású kötőszöveti rostok nagyban hozzájárulnak a bőr rugalmasságához. Az irha és a felhám között élénk anyagforgalom zajlik, hiszen a kötőszövet biztosítja a hámsejtek tápanyagellátását. A felhám hullámos alsó felszíne nagy felületen érintkezik az irhával, és erősen tapad hozzá. Az irha érhalózata részt vesz a **hőszabályzásban** is. Melegben vagy sportolás közben az erek kitágulnak, több vér áramlik át rajtuk, ennek látható jeleként a bőr kipirul. Az áramló meleg vér több hőt ad le a környezetbe, ami hűti a szervezetet. Hidegben a bőr erei szűkülnek, ami mérsékli a hővesztést. A hőleadás mértéke tehát függ a bőr ereinek tágasságától, a rajtuk átáramló vér mennyiségétől.

A hőleadás párologtatással is megvalósulhat. Az irhában és a bőralfában nagyon sok **verejtékmirigy** található, amelyeknek vékony kivezetőcsövei a hám felületére nyílnak. A verejték nagy része víz, amelyben különböző ionok és szerves anyagok is vannak. Amikor elpárolog a bőr felszínéről, hőt von el, ezzel hűti a szervezetet. A magas hőmérséklet, az erős fizikai megterhelés vagy az izgalom serkenti a verejtékmirigyek működését. A serdülőkorra is jellemző a fokozott verejtékezés.

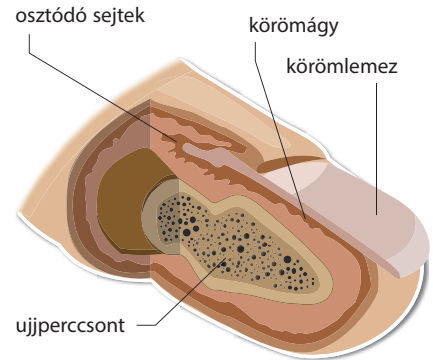
A bőralja

A bőralja kötőszöve az alatta levő izomhoz vagy csontozathoz kapcsolja a bőrt. Helyenként jelentékeny mennyiségű **zsírszövetet** tartalmaz (1. ábra). A zsírszövet egyrészt energiát és zsírban oldódó vitaminokat raktároz, másrészt fontos szerepe van a hőszigetelésben és a mélyebben húzódnak a szövetek, szervek mechanikai védelmében. Elhelyezkedése, mennyisége, felhalmozódásának üteme függ a nemtől, az öröklött hajlamtól és az életmódtól. A túlzott táplálékfelvétel a zsírréteg vastagodásához, tehát hízáshoz vezet.

A bőr szaruképződményei: a köröm és a szőr

A köröm és a szőr a felhám szaruképződményei. Az ujjak végén a bőr irhába nyúló hámrétege hozza létre a körmöket (5. ábra). A szőrszálak a **szórtüszőkben** képződnek (1. ábra). A szórtüszők hámsejtjei mélyen behatolnak az irhába, esetenként a bőraljába is. A szórtüszők a bőr felületéhez viszonyítva ferdén állnak, ezért a szőrszálak a bőrhöz simulnak. A szórtüszőket a hám alsó felszínével **szőrmerevítő izom** köti össze, amely hidegben összehúzódik, a szőrszálat felmereszti, vagyis libabőrök leszünk (6–7. ábra). A szórtüsző köré gyakran hurokszerű idegvégződés csatlakozik, aminek a tapintásban van szerepe.

A szórtüszőkbe kerül a **faggyúmirigyek** zsíros váladéka. A faggyú a szőrszál mentén a bőr felszínére kerül, bevonja és átítatja a szaruréteget. Az így kialakult zsíros réteg hatékonyabban védi a szervezetet a kiszáradástól és a kórokozóktól.



5. A köröm kialakulása

A napozás

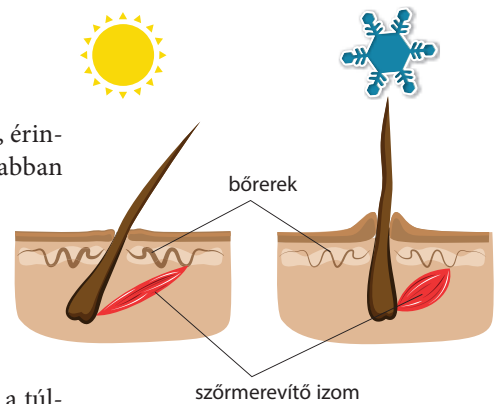
Az erős napsugárzásnak kitett bőr égési sérüléseket szenved, kipirosodik, érintése fájdalmas lesz. A rendszeresen túlnapoztatott bőr kiszárad, gyorsabban öregszik, ráncosodik. A túlzott napozás a hámsejtek örökítőanyagának megváltozása miatt idővel **rosszindulatú daganatok** kialakulásához vezethet. Különösen veszélyeztetettek a világos bőrű egyének és az anyajegyek, ugyanis a bőr daganatainak jelentős része anyajegyekből alakul ki. Veszélyt jelezhet, ha megváltozik az anyajegy színe, felülete vagy alakja, vagy ha terjedni kezd a bőrfelületen. Amennyiben ezt tapasztaljuk, azonnal forduljunk orvoshoz! A legfontosabb a bőr védelme a túlzott napsugárzástól. A fő szabályokat néhány pontban összefoglalhatjuk:

- 10 és 15 óra között ne napozzunk!
- Használjunk a leégéstől védő öltözetet!
- Erős napsütésben viseljünk napszemüveget, mivel a szemben is kialakulhat a bőr daganatához hasonló betegség!
- Akinek nagyon fehér a bőre, illetve akinek sok anyajegye van, használjon magasabb faktorszámú naptejet! A naptej különösen fontos a gyermekek számára, mert a gyermekkorban történő leégés jelentősen megnöveli a bőrrák felnőttkori kialakulásának kockázatát!
- Ne feledjük, hogy a szoláriumban is ultraibolya sugárzás éri a bőrt, ami hasonló veszéllyel járhat, mint a napozás (8. ábra)!
- Az anyajegyeket a napsugárzáson kívül a sérülés, irritáció is veszélyezteti. Kerülni kell, hogy az anyajegyeket a közvetlen napsütés vagy mechanikai sérülés érje (pl. durva textil)!
- Vizsgáljuk meg rendszeresen anyajegyeink állapotát!

Mindez ne riasszon el senkit a szabadban való sportolástól, szórakozástól! A nem túlságosan erős napsütés tisztítja, fertőtleníti a bőrt, hatására fokozódik a D-vitamin szintézise. A napfény életkedvünket, vitalitásunkat is kedvezően befolyásolja.

Bőrgombásodás

A szorosan illeszkedő hámsejtek és a vastag szaruréteg általában hatékony védelmet biztosítanak a kórokozókkal szemben. Vannak azonban olyan mikroszkopikus gombák, amelyek éppen a hám szarúanyagát hasznosítják. Megtelepednek a nedves bőrfelületen, és **bőrgombásodást** okoznak. Leggyakrabban



6. A libabőr kialakulása



7. Libabőr



8. A túlzásba vitt szoláriumozás káros lehet



9. A láb körmeinek gombás fertőzése

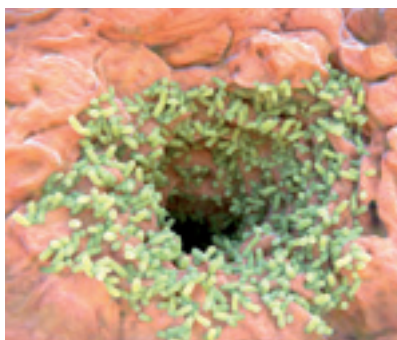


10. A szaunázás intenzív verejtékezéssel jár, a bőr véreit is edzi, és kedvező hatással lehet az egészségre

Olvasmány

Zsíreloszlás

■ A nők testének zsírtartalma általában magasabb a férfiakénál. Jellegzetes különbségek vannak a két nem között a bőr alatti zsírpárnák eloszlásában is. A zsírszövet felhalmozódásának jellegzetes helyei nőkben a mellek, a csípőtájék és a combok felülete. A férfiaknál leginkább hastájékon alakulnak ki zsírpárnák.



11. Egy verejtékmirigy kivezetőnyílása és a bőrflóra baktériumai

Olvasmány

Hőszabályozás ■ A verejték 99%-a víz. Többek között Na^+ - és K^+ -ionokat, tejsavat, karbamidot is tartalmaz. Kémhatása enyhén savas, ami bizonyos mértékű védelmet nyújt a kórokozókkal szemben. A verejtékmirigyek állandóan működnek, de a verejtéktermelés sebessége nagyon tág határok között változhat. A verejtékezéssel leadott víz mennyisége több liter is lehet naponta.

A szőrmevítő izmok működése az emlősállatokban a hőszigetelést szolgálja. A sűrű szőrzet hidegben fölborzolódik, több levegő reked meg a szőrszálak közt, ezért jobban véd a hideg ellen. A gyér szőrzet miatt az emberben ennek a működésnek már nincs jelentősége, ám mint öröklött reflex fönmaradt. A hideghez való alkalmazkodáson kívül érzelmi állapotunkról is tudósít.

a lábujjak közötti bőrön vagy a körmökön figyelhető meg a gombafertőzés (9. ábra). Hatásukra a bőr berepedezik, viszket, a köröm elszíneződik, deformálódik. A bőrgombásodás kórokozóit nagyon nehéz kiirtani, ezért okosabb a fertőzést megelőzni. Ügyeljünk arra, hogy fürdés után a testhajlatokat szárazra töröljük! Ne járjunk mezítláb az uszodában vagy a sok ember által látogatott fürdőhelyiségekben! Mindig csak a saját lábbelinket használjuk!

Mitesszer, pattanás, szemölcs

Ha a faggyúmirigyek túl sok váladékot termelnek, a faggyú könnyen eltömi a szőrtüszőket, és kis dugókat, **mitesszereket** képez benne. Serdülőkorban a bőr faggyútermelése fokozódik. A mitesszerek kialakulása ellen a legjobb védekezés a bőr alapos tisztítása, napoztatása és a bőr zsírosodását fokozó, egyébként is káros hatások kerülése. Ezek közé tartozik a dohányzás, az alkohol és a túlságosan fűszerezett ételek.

Pattanások akkor alakulnak ki, ha a szőrtüszőbe gennyesedést okozó baktériumok jutnak és ott elszaporodnak. A pattanások megelőzésének legjobb módja a bőr rendszeres tisztítása. Az erősen pattanásos bőrrel forduljunk orvoshoz.

A **szemölcsök** vírusfertőzés hatására létrejövő bőrkinövések. Eltávolításukra többféle eljárás is létezik, amelyek kiválasztását és alkalmazását feltétlenül orvosra kell bízni.

A bőr élővilága és higiéniája

A bőr hámrétegében rendkívül sok élőlény fordul elő. Természetes alkotói bőrünknek a különböző mikroorganizmusok, amelyek összességét **bőrflóranak** nevezzük. Bőrünknek van egy állandó életközössége, amelyet tartós mikroflórának nevezünk. Ennek tagjai a szőrtüszőkben, a faggyú- és verejtékmirigyek kivezetőcsöveiben, valamint a szaruréteg külső hámsejtjei között élnek (11. ábra). A mikroflóra összetétele egy-egy személyre nézve állandó, de egyénenként eltérő. Ezek az élőlények jobbára nem okoznak betegséget, sőt segítenek távol tartani a kórokozókat.

Az átmeneti flóra a bőr felszínén és felső rétegeiben helyezkedik el. Ezek a mikroorganizmusok változóak, napról napra újonnan kerülnek a bőrünkre. Leginkább az így szerzett és továbbadott mikroorganizmusok okozhatnak betegségeket. Az átmeneti flóra nagy része már egy alapos szappanos kézmosással eltávolítható.

A rendszeres tisztálkodás egyrészt azért fontos, hogy a bőrön jelen levő baktériumok számát veszélytelen szintre csökkentsük, másrészt a nem kellően tisztán tartott kezünk bőréről étkezések révén könnyen a tápcsatornába kerülhetnek kórokozó szervezetek.

A bőr sérülései

A bőrsérülések környezetét fertőtlenítsük, mivel a sérülésen keresztül a szövetekbe kerülő mikroorganizmusok sokféle betegséget okozhatnak. A kisebb, hajszáleres sérüléseket a fertőtlenítés után elegendő egy fedőkötéssel ellátni: használhatjuk az üzletekben kapható kész sebtapaszt, vagy a gyógyszertárakban vásárolható néhány gézlappal lefedve ragasszuk le a sebet. Horzsolás vagy ehhez hasonló kis sérülés esetén a fedőkötés csak arra szolgál, hogy a seb szennyeződését és a további sérüléseket megakadályozza. A bőr kötőszöveti és hámrétegében található sejtek osztódása lehetővé teszi, hogy a sérülések néhány nap alatt regenerálódjanak, és végül a hámszövet záródásával a gyógyulás teljesen befejeződik.

Égési sérülések

Gyakori háztartási baleset az **égés**. A legenyhébb elsőfokú égés bőrpírral, a másodfokú hólyagosodással jár. A legsúlyosabb, harmadfokú égési sérülés a mélyebb rétegeket is érinti, a bőrfelület elhal, fehéredik vagy szenesedik. A sérült felületet semmi esetre se kenjük be olajjal, krémmel vagy más házi szerrel! Azonnal kezdjük meg a sérülés **hűtését!** 15–30 percig engedjük rá testhőmérsékletnél kissé hűvösebb vizet, esetleg tegyünk rá hideg vizes borogatást, amíg a fájdalom megszűnik (12. ábra). A másodfokú és nagyobb bőrfelületet érintő égéssel mielőbb orvoshoz kell fordulni!

Hívatlan látogatók

Az ember bőrének állati élősködői a **tetvek**, a **bolhák**, a **kullancsok** és a **rüh-atka** (13. ábra). A tetvek és a bolhák vérszívó rovarok, kellemetlen, kízó viszketést okoznak. A ruhatetű a ruházatban, a fejtetű elsősorban a hajban, a lapostetű pedig a hónalj- és a szeméremszőrzetben telepszik meg. A tisztaság és a rend sajnos nem mindig jelent védelmet ellenük. Rendkívül szaporák, és könnyen átjutnak egyik emberről a másikra. Fertőzés esetén orvoshoz kell fordulni, kiváló és gyors hatású tetűirtó szerek állnak rendelkezésre. A bolhák elsősorban a háziállatokról ugranak át az emberre, ezért gondoskodnunk kell állataink rendszeres bolhamentesítéséről.

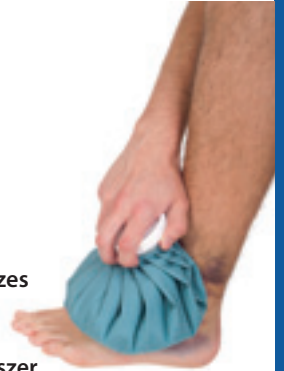
A rüh-atka mikroszkopikus méretű állat, amely a bőr szarurétegében kis járatokat fúr magának. Leggyakrabban az ujjakon, a bokán és a nemi szervek környékén telepedik meg. A fertőzés rühességben szenvedő emberrel való érintkezés következménye. Az első tünetek (erős viszketés, enyhe bőrelváltozás) a fertőzés után kb. egy hónappal jelentkeznek.

A kullancsok csípésükkel súlyos betegségek kórokozóit terjesztik, köztük az agyvelőgyulladást és a Lyme-kórt. A **Lyme-kór** bakteriális eredetű betegség. Felismerését megkönnyíti, hogy a betegek kb. kétharmadában a csípés helye körül jellegzetes, gyűrű alakú bőrpír jelentkezik (14. ábra).

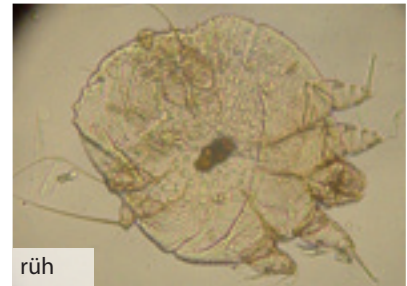
Más szervek betegségeire utaló tünetek a bőrön

A bőr elváltozásai gyakran más szervek megbetegedését tükrözik. Megváltozhat például a bőr színe. A sárgás elszíneződés oka többnyire az, hogy a máj betegsége miatt epefesték kerül a vérbe, amely a bőrben észlelhetővé válik. A bőr saját színe is sötétedhet vagy világosodhat, például egyes hormonzavarok esetén.

12. A hideg vizes vagy jeges borogatás is alkalmas módszer az égési sérülés kezelésére



fejtetű



rüh



bolha

13. A bőrön élősködő ízeltlábúak



14. Lyme-kórra utaló elváltozás a bőrön

Olvasmány

A testszag ■ A bőr mirigyeinek egy része illatanyagokat is termel. Az állatvilágban ezek szerepe a kémiai kommunikációban kiemelkedő, ám az ember esetében sem elhanyagolható. A kellemetlen testszag a bőrflóra anyagcseréjének következménye. Az izzadásgátló dezodorok azáltal csökkentik a testszagot is, hogy a verejtékpórusok eltömésével a baktériumoknak kevesebb tápanyag jut. A kellemetlen testszag a tisztálkodás mellett helyes táplálkozással szintén csökkenthető, illetve sportolás során a verejtékmirigyek átöblítődnek.

A kutyák egyedi szagukról ismerik fel legbiztosabban a gazdájukat



15. Csalánkiütés a bőrön

Fogalmak ■ felhám ■ irha ■ bőrlája ■ pigmentsejtek ■ pigment (melanin) ■ bőrszín ■ szőrtüsző ■ bőrgombásodás ■ verejtékmirigy ■ faggyúmirigy ■ érzőideg-végződés ■ mitesszer ■ pattanás ■ bőrflóra ■ napozás ■ szolárium ■ tetű ■ bolha ■ rüh-atka ■ égési sérülés

A bőr nagy kiterjedésű ödémás duzzanata alakulhat ki súlyos éhezéskor, veseelégtelenségben és keringési zavarokban. A foltszerű, kis kiterjedésű duzzanat helyi gyulladást, helyi túlérzékenységet jelezhet.

A csalánkiütés apró, 1-2 cm-es piros folt, amely viszkethet (15. ábra). Legtöbbször valamilyen allergiára utal, akár étel, akár például egy gyógyszer hatására alakulhat ki.

Kiterjedt, makacs viszketés fordulhat elő például cukorbeteg emberekben, továbbá máj- és veseelégtelenségben szenvedőkben.

Az sem ritkaság, hogy a verejtékmirigyek működése szenved zavart. Fokozott verejtékezést okozhat a láz, vagy például a pajzsmirigy-túlműködés. Ezzel ellentétesen, megszűnik a verejtékezés a fokozott vízvesztéssel járó betegségekben, A-vitamin hiányában és a pajzsmirigy csökkent működésekor.

Előfordulhat az is, hogy sérülés nélkül, spontán módon sebek, fekélyek alakulnak ki a bőrön, például a keringési zavarok miatt vagy a cukorbetegség kísérő tüneteként.

Hajhullást fertőző betegségek, testi leromlás, hormonzavarok és vashiány is okozhat.

Megtanultam?

A bőr három rétege kívülről befelé haladva a(z) **(1.)**, a(z) **(2.)** és a(z) **(3.)**. A(z) **(1.)**-t többretegű **(4.)** laphámiszövet alkotja, amely véd a **(5.)**-től/től, a kórokozóktól és a mechanikai hatásoktól. Ennek a rétegnek a(z) **(6.)**-sejtjei adják a bőr színét. A(z) **(2.)** erekkel átszőtt kötőszövetes réteg. Lényeges funkciója, hogy táplálja a(z) **(1.)** sejtjeit. A(z) **(2.)** másik fontos szerepe, hogy a benne levő érhálózat, valamint a(z) **(7.)**-mirigyek révén részt vesz a hőszabályozásban. A **(7.)**-mirigyek váladéka ugyanis párologással hőt von el a szervezetből, ezért a túlmelegedést gátolja. A(z) **(3.)**-ban/ben helyenként felhalmozódó zsírszövet van. Ez számos fontos szerepet tölt be: tápanyagraktár, **(8.)**, továbbá mechanikai védelmet is nyújt. A bőr függelékei a(z) **(9.)** és a **(10.)**. A(z) **(9.)**-hoz/hez **(11.)**-mirigyek csatlakoznak. A bőr mindezekén kívül fontos érzékszerv is, mivel nagy számban található benne **(12.)**.

A bőrt érő napsütés szükséges ahhoz, hogy **(13.)**. Fontos hátránya lehet viszont a túlzott napsugárzásnak, hogy a sejtekben **(14.)**-t idézhet elő, ami később **(15.)** kialakulásához vezethet. Ezt főleg úgy lehet megelőzni, ha a déli órákban nem napozunk, és amikor napon tartózkodunk, akkor bőrünket **(16.)**.

Kérdések, feladatok

1. Sorold fel a bőr legfontosabb működéseit!
2. Jellemezd a bőr hámrétegét!
3. Mi a bőr szarurétegének jelentősége?
4. Mi a szerepe a pigmentsejteknek?
5. Ismertesd a szőrtüsző elhelyezkedését, felépítését és szerepét!
6. Miért fontos a faggyúmirigyek működése?
7. A bőr mely részei, és milyen módon vesznek részt a hőszabályozásban?
8. Milyen tényezők befolyásolják a zsírszövet kialakulását és elhelyezkedését a testen?
9. Mi a legfontosabb teendő égési sérülés esetén?

Megtudhatod

Csontjaink hányféle módon kapcsolódhatnak egymáshoz?

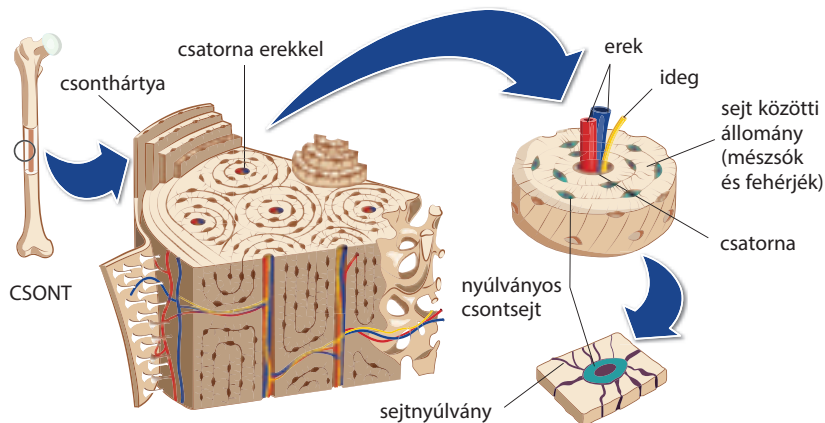
20. Mozgásszervrendszerünk: a vázrendszer

Az emberi szervezet mozgási szervrendszerét a csontváz és a vázizomzat alkotja: a csontokat a hozzájuk tapadó vázizmok mozgatják. Ez azt jelenti, hogy csontvázunk a mozgási szervrendszer passzív, az izomzat pedig az aktív részét képezi. A csontváz ezenkívül tartja a testet, védi a belső szerveket, elsődleges szerepe van a kalcium- és foszfátraktározásban, illetve a vérképzés is csontokban zajlik.

Csontszövet és porcszövet

A csontok nagy szilárdságú, egyben rugalmas szervek. Fő tömegüket csontszövet alkotja. Rugalmasságukat a sejt közötti állományban található fehérjefonalaknak, a **kötőszöveti rostoknak** köszönhetik. Szilárdságuk és keménységük pedig a **szervetlen sóknak** tulajdonítható (1. ábra). A sejt közötti állomány szervetlen anyagainak nagy része kalcium-foszfát, emellett kalcium- és magnézium-karbonát is található benne. A csontszövet sejtekben gazdag és nagy számban tartalmaz ereket is, ezért sérülései a véreket nem tartalmazó porcokkal és inakkal szemben gyorsan regenerálódnak.

A vázrendszer alkotásában porcszövet is részt vesz. A porcszövetben erek nincsenek (2. ábra). A sejt közötti állomány szilárd szervetlen anyagokat nem tartalmaz, viszont a kötőszöveti rostok miatt rugalmas, más szerves anyagok pedig bizonyos szilárdságot is biztosítanak.



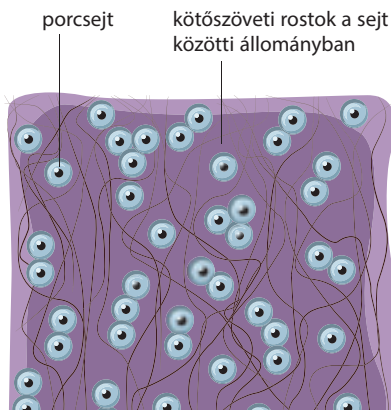
1. A csontszövet szerkezete

A csontok felépítése

A csontok mérete és alakja nagyon változatos, attól függően, hogy hol helyezkednek el és mi a feladatuk. Szerkezetük a lehető legkisebb tömeg mellett a lehető legnagyobb teherbírást teszi lehetővé (3. ábra). Alak szerint **csöves**, **lapos** és **szabálytalan** csontokat különböztetünk meg. A végtagok hosszú csontjai csöves csontok, a mellcsont és az agykoponya csontjai laposak, a gerincoszlopot alkotó csigolyák pedig szabálytalan alakúak.



- Csontszövet és porcszövet
- A csontok felépítése
- A csontok kapcsolódása
- Az ízületek károsodása
- A fej és a törzs csontváza
- A végtagok csontváza
- A csontrendszer betegségei és elváltozásai

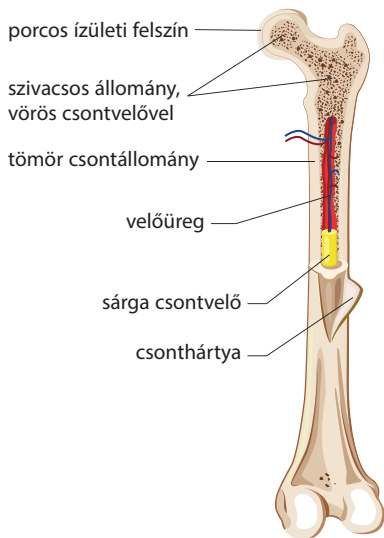


2. A porcszövet szerkezete

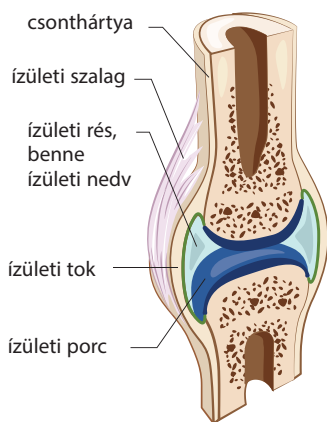


3. Landoláskor a testsúly többszörösét kell elviselnie a vázrendszernek.

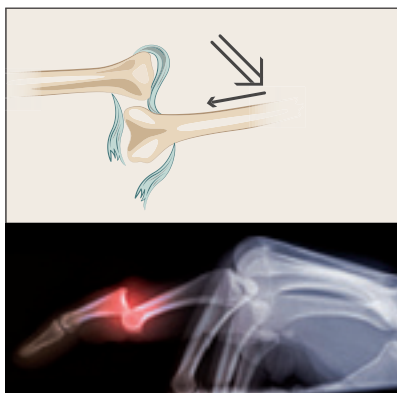
- Mi minden járul hozzá, hogy kibírja?



4. A csöves csont szerkezete



6. Az ízület szerkezete



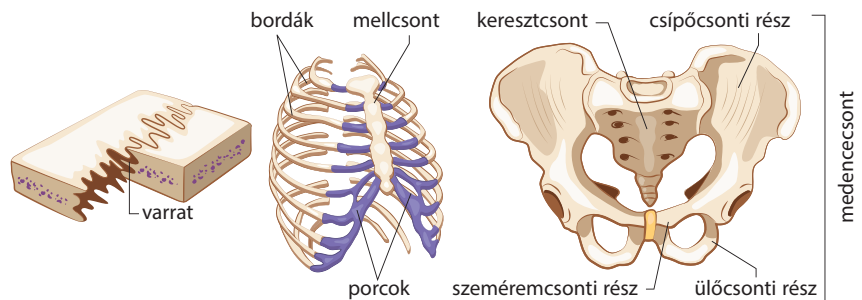
7. Ficam. A jobb kéz harmadik ujjában az ujjpercek közötti ízület kifcamodott

A csontokat kívülről **csonthártya** borítja (1. ábra). Kötőszövetes állományában erek és idegek találhatóak. Az erek belépnek a csontba, sűrű érhálózatot alkotnak, ez teszi lehetővé a csontsejtek élénk anyagcseréjét. A csonthártya nélkülözhetetlen szerepet játszik a csontok növekedésében és az esetleges sérülések utáni regenerációban is.

A csonthártya alatt a nagy teherbírást **tömör csontállomány** található, a csont belsejében pedig a lemezekből és gerendákból álló **szivacsos állomány**, amelynek üregeit **vörös csontvelő** tölti ki, ez kulcsfontosságú a vérképzésben. A szivacsos állomány szerkezete a terhelésnek megfelelően fejlődik ki, és szükség esetén átépül. A lapos és a szabálytalan csontokban csak tömör és szivacsos csontállomány van. A csöves csontok végdarabjai hasonló szerkezetűek, középső részükön viszont velőüreg található, amelynek belsejét sárga csontvelő tölti ki (4. ábra).

A csontok kapcsolódása

A csontváz csontjai sokféleképpen kapcsolódnak egymással (5. ábra).



5. A varratos, a porcós és a csontos összeköttetések

Az agykoponya csontjait **varratok** kötik össze. A hullámos széllel egymásba illeszkedő csontszéleket kötőszövet rögzíti. Ez a mozdulatlan kapcsolódás védi az agyvelőt, és lehetővé teszi a koponya növekedését. A csigolyák között, a bordák és a mellcsont között **porcos összeköttetés** teremt kapcsolatot. A porcos összeköttetés rugalmas, megenged némi mozgást, a **csontos összeköttetés**, az **összenövés** azonban nem. A medencecsont például 3 csont összenövéséből, a keresztcsont pedig 5 csigolya összenövéséből alakult ki.

Az **ízület** a csontok mozgékony összeköttetése (6. ábra). Az ízesülő csontvégeket kötőszövetből álló erős **ízületi szalagok** tartják össze. A csontvégeket sima felszínű **porc** fedi. Az ízületet az **ízületi tok** borítja be, melynek belső sejtrétege termeli az **ízületi nedvet**. Az ízületi nedv kitölti az ízületi üreget, kenőanyagként csökkenti az elmozduló porcok közötti súrlódást.

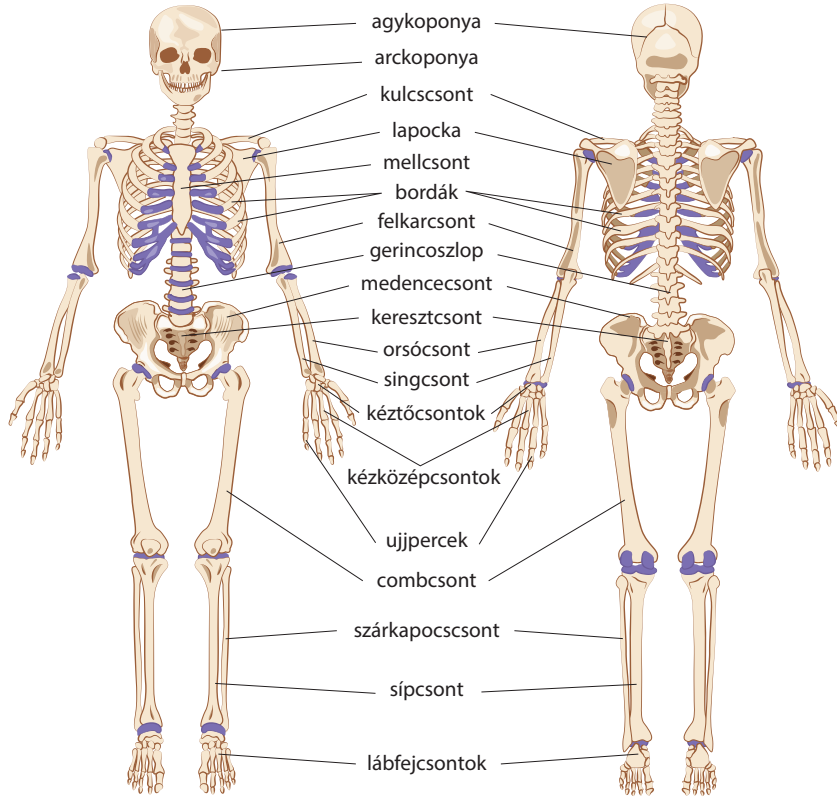
Az ízületek károsodása

Egy-egy rosszul sikerült lépés, mozdulat nagyon megterhelheti az ízületeket. Enyhébb esetben rándulás, komolyabb erőhatásra pedig ficam következhet be (7. ábra). **Ránduláskor** az ízesülő csontvégek kimozdulnak a helyükről, de az izmok hirtelen összehúzódnak és visszarántják a csontokat eredeti helyükre. Az ízületi tok vagy szalag azonban közben megnyúlhat, ami mozgás közben fájdalmat okoz. A borogatás és az ízület pihentetése általában elegendő a gyógyuláshoz. A **ficam** esetén a csontok nem kerülnek vissza eredeti helyükre, a szalagok akár el is szakadnak, a megfeszülő izmok pedig rendellenes helyzetben rögzítik őket. A kifcamodott csont visszahelyezése orvosi feladat.

A **csípőficam** veleszületett elváltozás. A csípőízület mélyedése túl sekély, és emiatt a combcsont feje kicsúszik helyéről, a beteg biceg. Az elváltozás újszülöttkorban felismerhető és gyógyítható.

A fej és a törzs csontváza

A **csontváz** a gerinces állatok vázához hasonlóan **fejvázra**, más szóval **koponyára**, **törzsvázra** és **végtagvázra** tagolható (8. ábra).



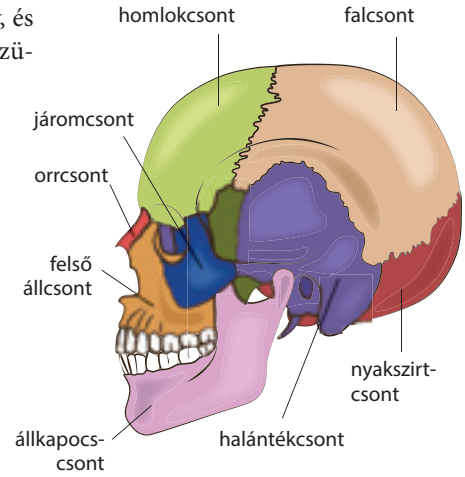
8. A csontváz szerkezete hasi és háti irányból

A **koponya** a fej csontos váza, két fő tájéka az agykoponya és az arckoponya (9. ábra). Az agykoponya védi az agyvelőt. Alsó, nyakszirti része a nyakcsigolyához ízesül. A koponya nyakszirti nyílásán, az **öreglyukon** keresztül kapcsolódik egymáshoz az agy- és a gerincvelő. Az arckoponya csontjai közül az állkapocs ízülettel, mozgathatóan kapcsolódik az agykoponyához.

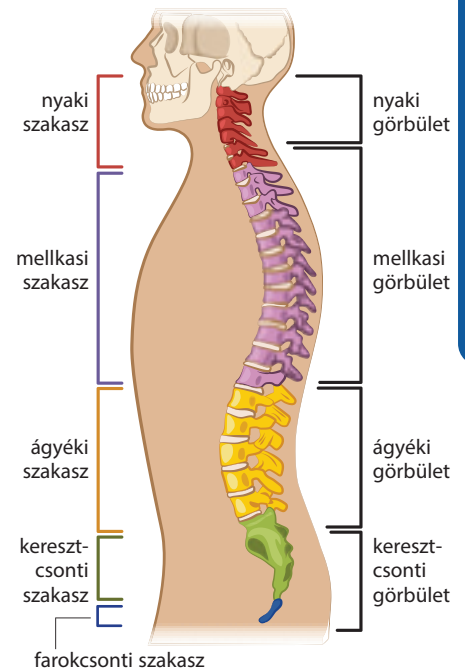
A **törzsváz** részei a **gerincoszlop**, a **bordák** és a **mellcsont**. A vázrendszer tengelyét a csigolyákból álló **gerincoszlop** alkotja (10. ábra). A csigolyatestek között között **porckorongok** vannak, amelyek egyrészt összekötik a csigolyákat, másrészt lehetővé teszik kismértékű elmozdulásukat. A gerincoszlop azért olyan hajlékony, mert sok csigolyából áll, és a csigolyák apró mozgásai összeadódnak. A gerincoszlop enyhe kettős S alakú görbülete az egyedfejlődés során alakul ki. Két lábon járás közben ez biztosítja a fej rugalmas alátámasztását.

A csigolyatest és a csigolyaív a **csigolyalyukat** zárják közre (11. ábra). A csigolyalyukak összessége alakítja ki a gerincsatornát, amelyben a gerincvelő húzódik.

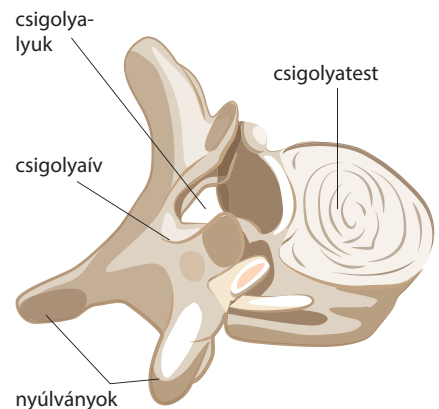
A gerincoszlop mellkasi (háti) csigolyáihoz 12 pár borda csatlakozik ízülettel. A bordák elől a mellcsontokhoz kapcsolódnak, így zárt **mellkas** alakul ki.



9. A koponya csontjai



10. A gerincoszlop tájékai és görbületei. A tájékok és a görbületek nem egészen esnek egybe



11. Egy csigolya felépítése

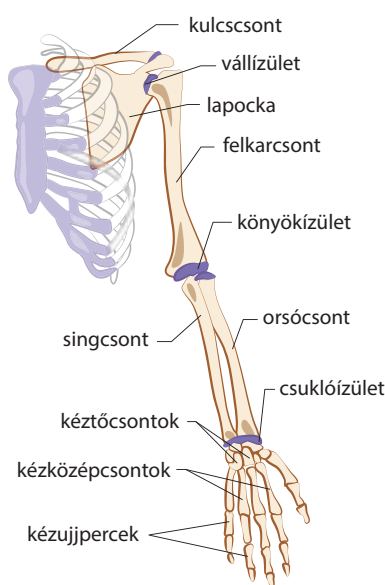


12. A kendőben hordozott babáknak ideálisan fejlődik a csípője

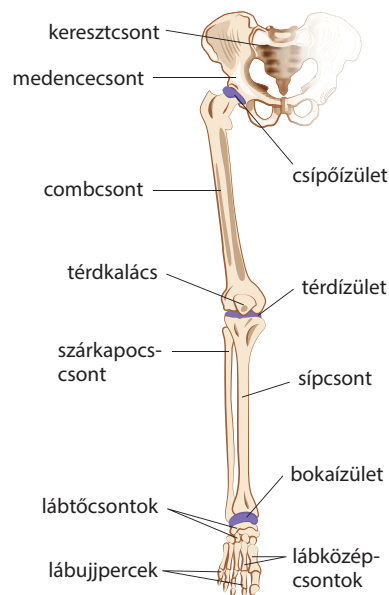
A végtagok csontváza

A végtagok váza **függesztőövön** keresztül kapcsolódik a törzsvázhoz (8. ábra). A felső végtag függesztőöve a **vállöv**, amely a **lapockából** és a **kulcscsontból** áll (13. ábra). A **vállízületet** a vállöv csontjai és a felkarcsont alkotják. Az alkar két csontja a **singcsont** és az **orsócsont**. Az alkarcsontok a **könyökízületben** a felkarcsonthoz, a **csuklóízületben** pedig a kéztőcsontokhoz ízesülnek. A kéz csontjai a **kéztő-** és a **kézközépcsontok**, valamint az **ujjpercek**.

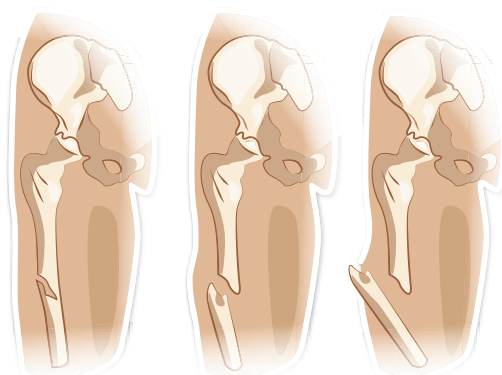
Az alsó végtag függesztőöve a **medenceöv**, amely a keresztcsontból és a két **medencecsontból** áll (14. ábra). A **combcson**t a **csípőízületben** csatlakozik a medencecsontokhoz. A combcsont és a sípcsont között található a **térdízület**. A lábszár csontjai a **sípcsont** és a **szárkapocscsont**, amelyek a bokaízületben ízesülnek a lábtőcsontokkal. A lábfejet a **láb**tő- és a **láb**középcsontok, valamint a **lábujjpercek** képezik.



13. A vállöv és a kéz csontváza



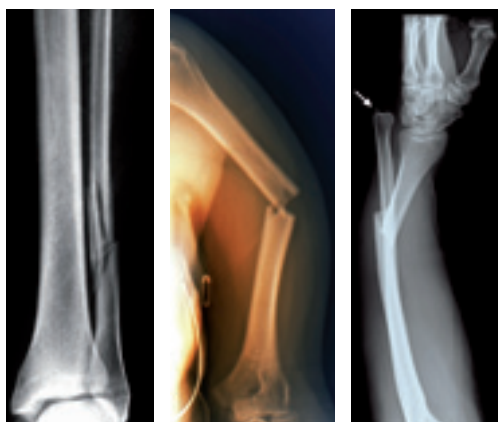
14. A medenceöv és a láb csontváza



csontpedés

zárt törés

nyílt törés



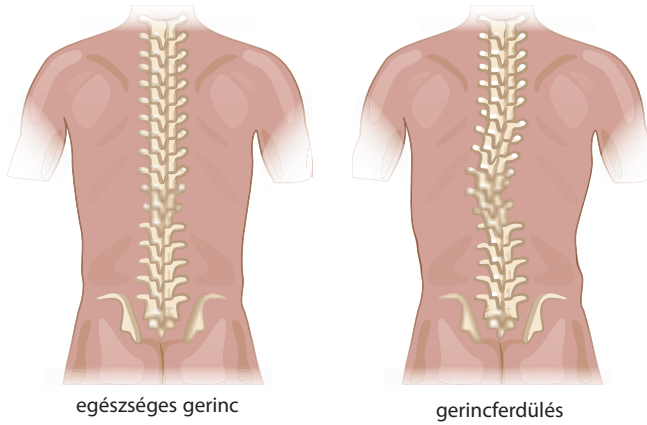
15. A csonttörések típusai

A csontrendszer betegségei és elváltozásai

Csontjaink rugalmasak, de hirtelen, nagy erőhatásra **csontpedés** vagy **-törés** következhet be (15. ábra). Zárt törés esetén a bőr ép marad, nyílt törés esetén a bőr is átszakad. A törések ellátása mindenképpen orvosi feladat, ne próbálkozzunk a sérült részek helyreigazításával!

Serdülőkorban az izomzat fejlődése gyakran nem tart lépést a csontozat gyors növekedésével, és a gyenge hátizmok nehezen tudják egyenesen tartani a törzset. Ez a hanyagtartás, amelynek kialakulását elősegíti a mozgásszegény életmód és az egyirányú, helytelen fizikai terhelés. Súlyosabb esetben **gerincferdülés** alakulhat ki (16. ábra). Ilyenkor a gerincoszlop oldalirányban deformálódik. A testtartási hibák szakorvos által előírt kezelésekkkel, rendszeres gyógytornával, úszással jól kezelhetők.

A talp boltozata elosztja a test súlyát a talpon, rugalmas alátámasztást biztosít járás közben, és megakadályozza a talp ereinek, idegeinek összenyomódását. Ha a lábboltozat megsüllyed, **lúdtalp** alakul ki (17. ábra). A test súlyelosztása megváltozik, a láb fáradékonyabbá válik, a mozgás fájdalommal járhat. Bokasüllyedéshez vezethet, ha a talp kis izmait nem tornáztatjuk, sokat állunk



16. Gerincferdülés

vagy járunk kemény, sima felületen, illetve ha olyan cipőt viselünk, amely nem tartja megfelelően a lábunkat.

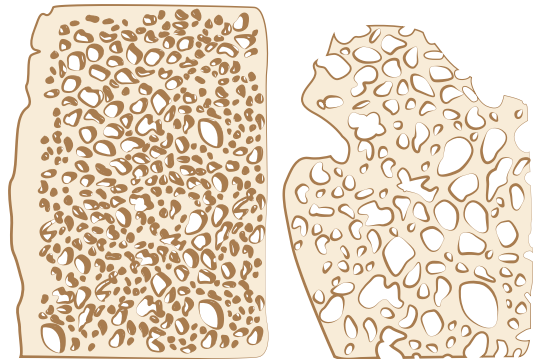
Az életkor előrehaladtával a csontok ásványianyag-tartalma és kötőszövetrost-tartalma is csökken, súlyosabb esetben **csontritkulás** alakul ki (18. ábra). A csontok törékenyebbé válnak, állandó fájdalomérzet alakul ki. A betegség általában idősebb korban jelentkezik, 50 év feletti nőknél a leggyakoribb. Gyógyszeres kezeléssel és megfelelő gyógytornával, úszással a csontritkulás kifejlődése lelassítható. A rendszeres testmozgás és a kalciumionok megfelelő felvétele segíti a csontok szerves és szeretlen anyagainak felhalmozását, és csökkenti a csontváz öregedésének folyamatát.



egészséges lábboltozat

süllyedt lábboltozat

17. Egészséges és lúdtalpas láb



egészséges csontállomány

csontritkulás

18. Csontritkulás. A csontok anyaga úgy csökken, hogy a maradék csontállomány szerkezete és eloszlása a testben arányos marad. Gyakori szövődménye a csonttörés

Megtanultam?

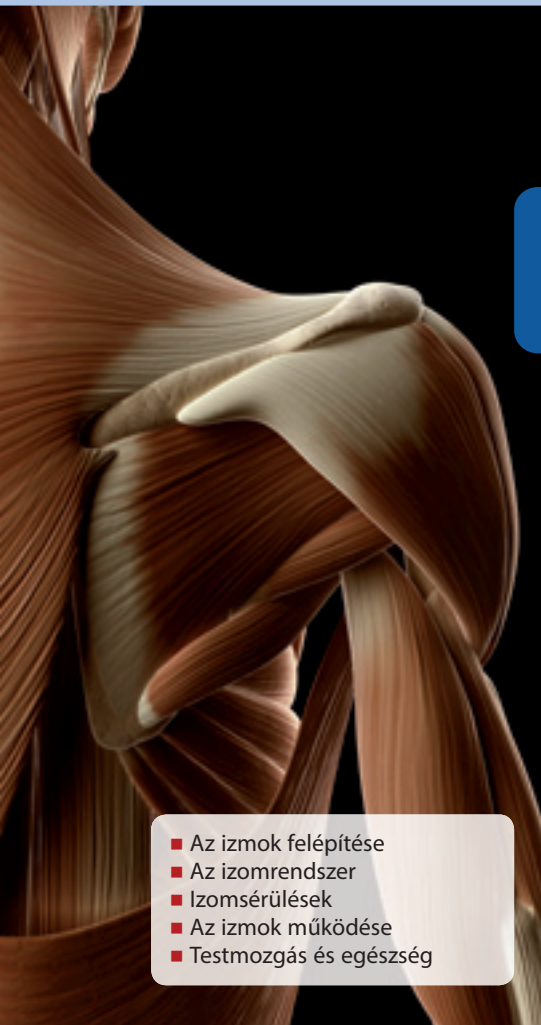
A csontvázat alkotó csontok **(1.)**, **(2.)** vagy szabálytalan alakúak. A felépítésükben részt vevő csontszövet tömör és **(3.)** állományt alkot. A(z) **(3.)** állomány hézagait **(4.)** tölti ki, a(z) **(1.)** csontok velőüregében pedig **(5.)** található. A csontokat kívülről erekkel és idegekkel átszőtt **(6.)** borítja. A csontok mozdulatlan összeköttetése **(7.)** (például a koponyában) és csontos összenövés lehet (például: **(8.)**). A csontok **(9.)** kapcsolódása kismértékű, rugalmas elmozdulást tesz lehetővé. A(z) **(10.)** mozgékony kapcsolat két vagy több csont között. A csontváz nagy egységei a **(11.)**, a **(12.)**, valamint a **(13.)** és ezek függesztővei.

Keress rá! ■ kutacs ■ porc-
korongsérv ■ lumbágó ■ reuma

Fogalmak ■ csonthártya ■
tömör és szivacsos állomány ■
sárga csontvelő ■ varrat ■ por-
cos összeköttetés

Kérdések, feladatok

- Készíts egyszerű rajzot, és annak segítségével mutasd be a csöves csontok felépítését!
- Milyen mozdulatlan összeköttetéseket ismersz a csontok között? Mondj példát, hol fordulnak elő!
- Magyarázd el az ízület felépítése és működése közötti összefüggést!
- Készíts felelettertvet a törzsváz felépítéséről!
- Melyek a koponya tájékai? Saját magadon vagy társadon mutasd meg a legfontosabb agy- és arckoponyacsontok helyét!
- Ismertesd a végtagok függesztőveinek és a végtagok vázának felépítését! Saját kezeden és lábadon mutass rá a csontokra!
- Melyek a csontritkulás legfontosabb veszélyeztető tényezői és lehetséges következményei?
- Nézz utána: a csontváz csontjai milyen eltéréseket mutatnak nőkben és férfiakban?
- Nézz utána: egy csontvázleletből mely jellemzők alapján lehet megbecsülni, hogy az egyén milyen életkorban hunyt el?



Megtudhatod

Szükséges-e edzés előtt bemelegíteni, utána pedig időt szánni a levezetésre?

21.

Mozgásszervrendszerünk: az izomrendszer

A mozgás szervrendszerének aktív része az izomzat. A csontokhoz inakkal kapcsolódnak a harántcsíkolt izomszövetből álló vázizmok, amelyek összehúzódva és elernyedve a csontokat egymáshoz képest közelítik, illetve távolítják.

Az izmok felépítése

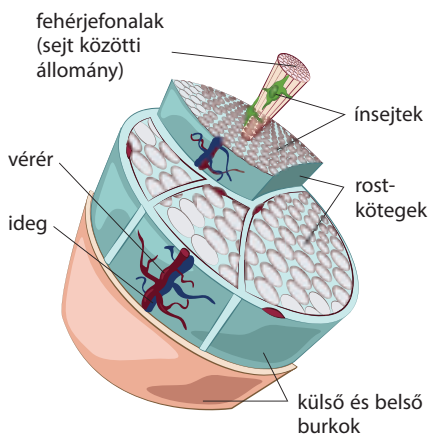
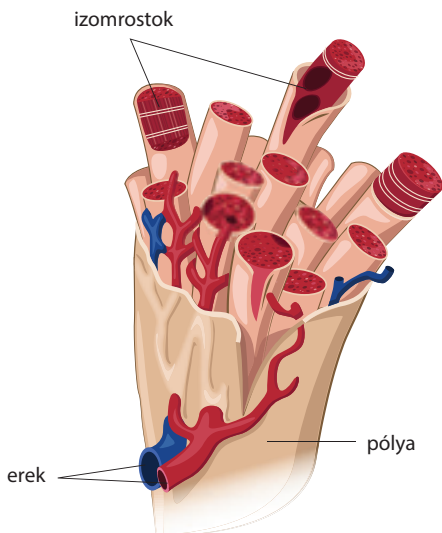
A harántcsíkolt izomszövet alapegysége az **izomrost**. Az izomrostokat kötőszövet fogja össze **izomnyalábokká**, majd azokat izmokká. Az izmokat az **izompólya** burkolja be, amelynek kötőszövetében a szervet ellátó erek és idegek haladnak (1. ábra).

Az izmok elvékonyodó végét **inak** rögzítik a csontokhoz. Az inak nagy szakítószilárdságú, de kevésbé rugalmas **tömöttrostos kötőszövetből** állnak. A szövet sejt közötti állományában sok párhuzamos lefutású kötőszöveti rost húzódik (2. ábra). A kézfejen, a tenyéren, a lábfejen és a talpon az inak hosszan húzódnak a csontok felületén, és nagy súrlódásnak vannak kitéve. Ezeket a helyeken az inakat **ínhüvelyek** védik (3. ábra).

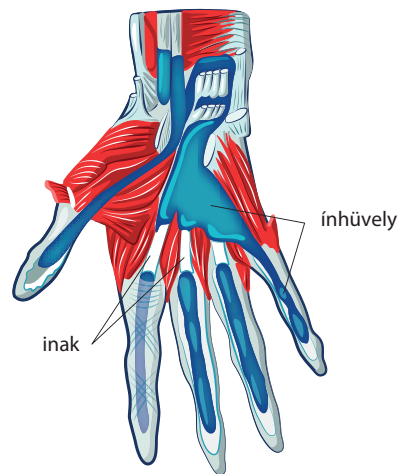
Az ínhüvelygyulladás akkor jön létre, ha kezünket vagy lábunkat túlságosan megerőltetjük. Kezeléséhez általában elegendő, ha a kezet vagy a lábat kötéssel rögzítjük és nyugalomban tartjuk.

- Az izmok felépítése
- Az izomrendszer
- Izomsérülések
- Az izmok működése
- Testmozgás és egészség

1. Vázizom felépítése



2. Az inak szerkezete

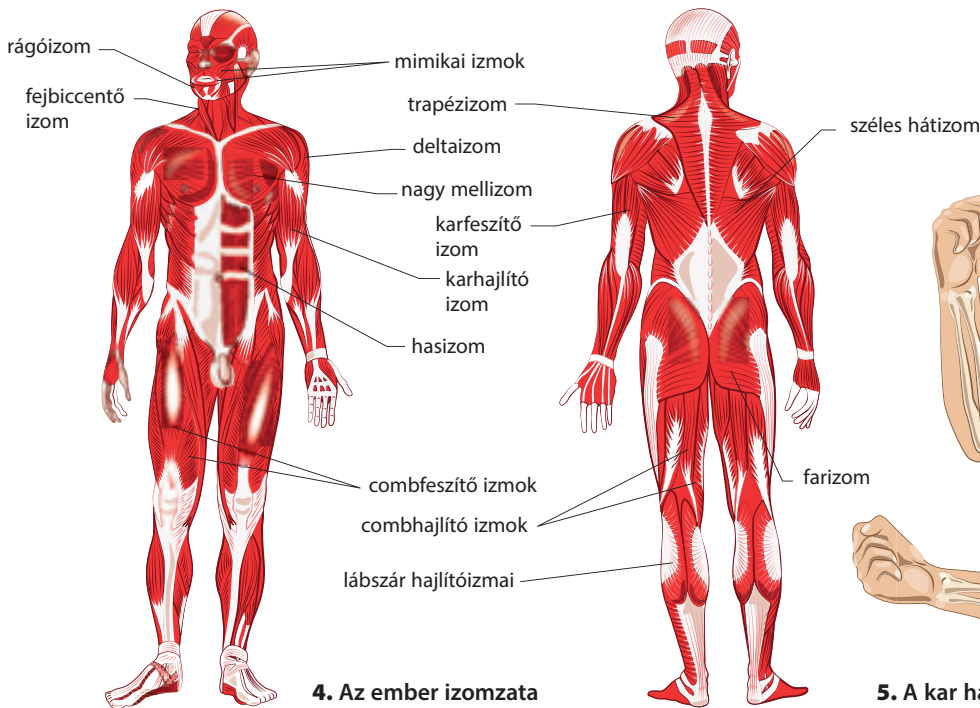


3. Az ínhüvelyek

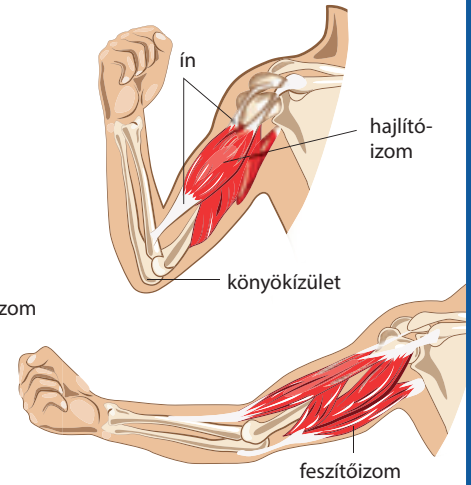
Az izomrendszer

Az izomrendszer a csontváz felépítését követi: **fej-, törzs- és végtagizmokra** tagolódik (4. ábra).

A **fej izmai** közé tartoznak a **mimikai izmok**, amelyek az arcjátékot alakítják ki. Nagy részük csonton ered és bőrben végződik. Az állkapcsot mozgató rágóizmok nagy erő kifejtésre képesek. A szájnylás körül gyűrű alakú záróizom található. A tankönyv hátsó borítóján találsz ezekről képet.



4. Az ember izomzata



5. A kar hajlító- és feszítőizmai

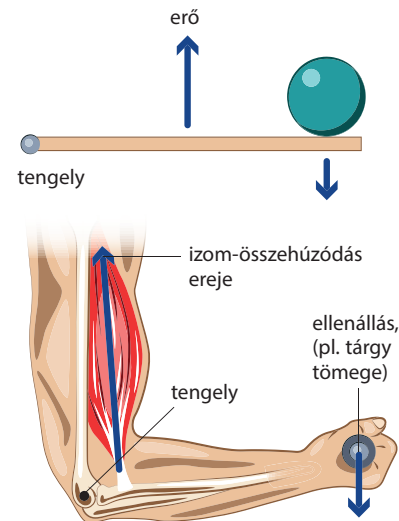
A **törzs izmai** közé a nyak, a mellkas, a has és a hát izmai tartoznak. A nagy mellizmok a kar mozgását végzik, a bordaközi izmok a légzésben vesznek részt. A hasizmok széles, lapos izmok. A törzset előre és oldalra hajlítják, valamint csavarják. Fontos szerepük van a hasfal kialakításában. A hasfal izomzatának erős összehúzódása összenyomja a zsigereket. Ez a hasprés, amely a széketürítésben is fontos szerepet játszik.

A hátizmok közül egyesek a felső végtagot mozgatják, másoknak a testtartás kialakításában van szerepük. A törzs függőleges helyzetben tartását, hátrafeszítését és a fej hátrahajtását végzik.

A **végtagok izmai** a kart, illetve a lábat mozgatják. A felkaron elől helyezkednek el az alkart hajlító, hátul a feszítő izmok (5. ábra). Az alkarizmok az ujjakat és a kézfejet mozgatják. A láb izmai rendkívül erősek. A térdhajlító izmok a comb hátsó felszínén, a feszítők elől helyezkednek el. A lábcsárizmok a lábfej és az ujjak hajlítását, feszítését végzik.

A végtagizmok vizsgálata révén jól megérthetjük, hogy izmaink működése a fizikából ismert emelőelven alapul (6. ábra).

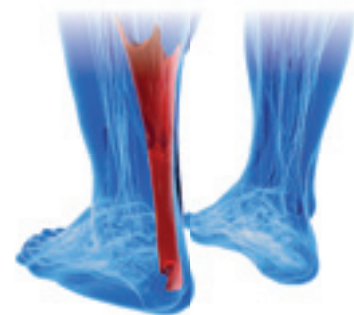
Egy izom csak egy irányban mozgatja a csontokat. Az izmok általában csoportosan működnek, a mozgás során nem csak egy különálló izom húzódik össze és ernyed el. Az együttműködő izmok, mint például a combhajlító izmok, hasonló irányba mozdítják el a csontokat. Mivel az izmok csak összehúzódásra képesek, az ellentétes irányú mozgáshoz izompárokra van szükség. Ellentétes működésű izompár például a karfeszítő, illetve a karhajlító izom (5. ábra).



6. Az emelőelv érvényesülése a karhajlító izom működésekor

Izomsérülések

Ha az izom túlzott megterhelésnek van kitéve, tartós, görcsös összehúzódás következhet be. Ez az izomhúzódás, amely fájdalmasabb, mint egy egyszerű izomláz. A meghúzódott izom merev és gyulladt is lehet. A sérült részt kímélni kell, célszerű pihentetni, fászlizni. A duzzanatot érdemes lehet hideg vízzel borogatni, amely segít lehúzni a duzzanatot. A pihenés azonban pár napnál tovább ne tartson, ugyanis a mozgáshiány miatt nem megfelelően épül újjá a sérült izom szerkezete.



7. Az Achilles-ín az ember legvastagabb, legerősebb ína ■ Honnan ered a neve?

Olvasmány

Versenysport ■ A rendszeres testmozgás mindenki számára fontos – de mi a helyzet a versenysporttal? Sportágtól függ, hogy a rendszeres edzés miféle következménnyel járhat. Lehetőséges, hogy az izomzat fejlesztése egyoldalúvá válik. A kerékpársportokban például elsősorban a lábizomzat fejlesztése kívánatos, a többi vázizom tömegének növekedése bizonyos szint fölött a kerékpározás szempontjából többletterhelést okoz. Természetesen más sportágakat is említhetünk. Ennél is komolyabb megfontolást igényel, hogy az intenzív edzőmunka izomsérüléseket okozhat, és akár az ízületeket is károsíthatja. Ebben az egyéni sajátosságok is messzemenően szerepet játszhatnak, hiszen egyénenként meglehetősen eltérő, hogy a mozgásszervrendszer milyen mértékben terhelhető a károsodás, sérülés veszélyének minimalizálása mellett.



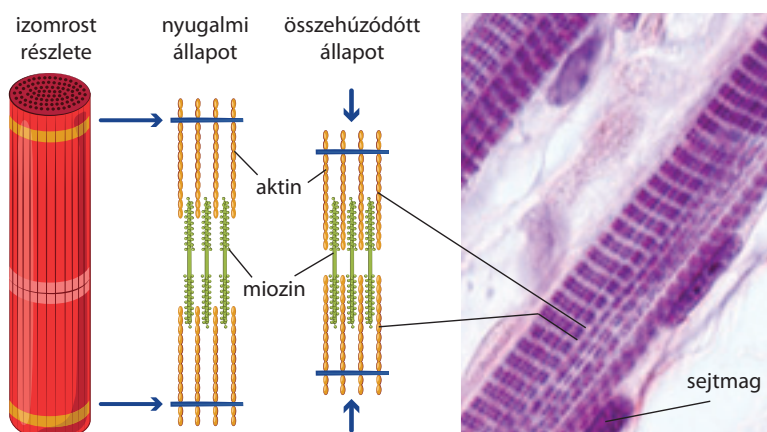
Az aszimmetrikus sportok versenyzőinek különösen oda kell figyelni a kiegészítő edzésekre

Az izom vagy a hozzá tartozó ín részben vagy teljesen el is szakadhat. Ilyen esetben a sérült végtag rendkívül fájdalmas, duzzadt, és a sérült nem is tudja mozgatni. A fájdalom és a duzzanat miatt a beteg általában azonnal orvoshoz kerül.

A sérült végtagot minden esetben nyugalomba kell helyezni és szorosan fászlizni. A mozgást ilyenkor is általában egy héten belül el kell kezdeni, mert ez segíti az izomzat regenerálódását. Ha a sérülés súlyosabb, akkor mielőbbi sebészi megoldásra lehet szükség. Ezt követően a megfelelő időben elkezdett gyógytornára kerül sor.

Az izmok működése

Az izomműködés során az izmok összehúzódnak és elernyednek. Az összehúzódás ingerét az idegsejtek közvetítik. Ha az izmot egyetlen inger éri, **rángás** következik be, amikor az izom hirtelen összehúzódik, majd elernyed. A szervezetben ez a mozgás ritka, mert az izmokat az idegrendszeren keresztül általábaningersorozat éri. Az egymást követő ingerek olyan sűrűn érkeznek, hogy az izom nem tud elernyedni, **tartós izom-összehúzódás** alakul ki. A tartós izom-összehúzódás a vázizmok normális működési állapota.



8. A izomrost egy részlete nyugalmi és összehúzódtott állapotban. A harántcsíkt mintázaton a sötét sávoknál van átfedésben a kétféle fehérjefonál

Olvasmány

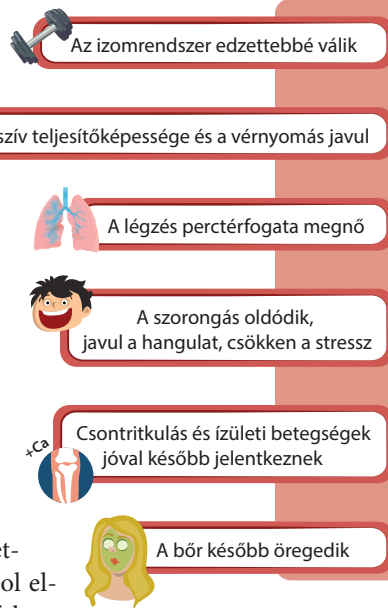
Kifáradás és izomláz ■ A vázizomzat testtömegünk kb. 40%-át teszi ki – persze ezen a téren elég nagy a változatosság, az elhízott emberekben nyilván jóval kisebb lehet az izomtömeg aránya.

A testmozgással kapcsolatban gyakran fölvetődő kérdés, hogy mit jelent az izom kifáradása. Fáradáskor az izmok nem képesek megtartani az adott erőki-fejtést, vagyis az erejük hanyatlik. A fáradás oka lehet, hogy az izomrostok összehúzódásáért felelős ingerületátvivő anyagok mennyisége megcsappan (lásd később, az idegrendszer megismerésénél). Ezenkívül az izomrostok ATP-készletének csökkenése is hozzájárulhat a fáradtság kialakulásához. Fontos tényező lehet, hogy az izmok intenzív összehúzódása összenyomja az izmokat ellátó ereket, így az oxigén- és tápanyag-utánpótlás csökken. De mindezeket túl a fáradást sok más tényező is befolyásolja, például az edzettségi szint, az étkezés, a nem, az életkor, sőt az sem mindegy, hogy milyenek a külső körülmények: hőmérséklet, páratartalom, öltözék stb.

Az izomláz az erősen igénybe vett izmoknál jelentkező izomfájdalom, amely a megterhelést követően órákkal később jelentkezik, és napokig tarthat. Újabb elmélet szerint az izomlázat nem a vázizomokban felhalmozódó tejsav okozza, hanem az izmokban kialakuló mikroszkopikus szakadások, amelyek helyén gyulladás alakul ki.

Az izom-összehúzódást az izomrostban található, szabályos lefutású fehérjefonalak hozzák létre. A vékonyabb **aktin**- és vastagabb **miozinfonalak** egymás között ellenkező irányban elcsúsznak, aminek következtében az izomrost megrövidül (8. ábra). Elernyedéskor az izomfonalak visszatérnek eredeti helyzetükbe.

Az izomműködés energiaigényes folyamat, jelentős mennyiségű ATP felhasználásával jár. Az izomrostok energiaigényét megfelelő oxigénellátás esetén a biológiai oxidáció fedezi. A lebontott szerves anyagokat és az oxigént a vérkeringés szállítja az izmokhoz. Az izmok glikogént is raktároznak, amelyet glükózzá alakítva a munkavégzés során felhasználnak. Intenzíven működő izmokban, amikor a keringési rendszer már nem biztosít elegendő oxigént a lebontáshoz, tejsavas erjedés következik be. A tejsav később a vérkeringéssel a májba kerül, ahol eloxidálódik, vagy glükózzá képződik belőle. A könnyű mozgás fokozza az izom vérkeringését, ami segít eltávolítani a tejsavat az izomból.



9. A testmozgás szervezetszintű pozitív hatásai

Testmozgás és egészség

Az egészséges izomzat kialakításához és fenntartásához rendszeres mozgás szükséges. Edzés hatására nő az izmok tömege és ereje, sűrűbbé válik az érhalózatuk, gazdaságosabb lesz az energiafelhasználásuk. A sportolás azonban a mozgásszervrendszeren messze túlmutat (9. ábra). Ideális a heti 3-4 alkalommal 30-60 percen keresztül végzett, a teljesítőképesség kb. 70%-át elérő fizikai aktivitás.

Az edzésbe mindig bele kell tervezni a bemelegítést és a levezetést is. A bemelegítés csökkenti az izmok és inak sérülésének veszélyét, lazítja a merev izmokat. Ilyenkor megnyílnak az izmok hajszálerei, ami lehetővé teszi az edzés intenzív munkáját. Az edzés utáni levezetéskor fokozatosan csökkentjük a mozgást. Ekkor az izmok keringése visszanyeri nyugalmi állapotát, a megterhelt izmok regenerálódhatnak.

Keress rá! ■ izomsorvasadás ■ elektromiográfia ■ kreatin

Fogalmak ■ izomnyaláb ■ izompólya ■ ín ■ ínhüvely ■ mimikai izmok ■ együttműködő és ellentétesen működő izmok ■ rágás ■ tartós izom-összehúzódás

Megtanultam?

A vázizmot felépítő **(1.)** izomszövet működési egységei a(z) **(2.)**, amelyek szabályosan elrendeződő fehérjefonalakat tartalmaznak. Az összehúzódást a fehérjefonalak **(3.)** hozza létre. Az izomműködés energiaigényét a lebontó folyamatok közé tartozó **(4.)** vagy **(5.)** fedezi. Az izomműködés legegyszerűbb esete a rágás, de a jellemző típus a(z) **(6.)**. Az izomrostok az izmokban izomnyalábokat alkotnak. Az izmok tömötrostos kötőszövetből álló **(7.)** segítségével kapcsolódnak a csontokhoz. Az izomrendszerben fej-, törzs- és **(8.)** -izmokat különböztetünk meg. Az izomzatban vannak együttműködő és **(9.)** izmok. A végtagok mozgásában legjelentősebb szerepet a hajlító- és a **(10.)** izmok játsszák.

Kérdések, feladatok

1. Ismertesd a vázizom felépítését!
2. Csoportosítsd az emberi test izmait!
3. Mi a rágás és a tartós izom-összehúzódás lényege?
4. Gyűjts példákat arra, hogy az egyes sportok hogyan befolyásolják a test fizikai fejlődését! Mely sportágak vannak jó hatással a légzési és a keringési rendszer tel-

5. Ismertesd a vázizom felépítését!
6. Csoportosítsd az emberi test izmait!
7. Mi a rágás és a tartós izom-összehúzódás lényege?
8. Gyűjts példákat arra, hogy az egyes sportok hogyan befolyásolják a test fizikai fejlődését! Mely sportágak vannak jó hatással a légzési és a keringési rendszer tel-
9. Ismertesd a vázizom felépítését!
10. Csoportosítsd az emberi test izmait!
11. Mi a rágás és a tartós izom-összehúzódás lényege?
12. Gyűjts példákat arra, hogy az egyes sportok hogyan befolyásolják a test fizikai fejlődését! Mely sportágak vannak jó hatással a légzési és a keringési rendszer tel-
13. Ismertesd a vázizom felépítését!
14. Csoportosítsd az emberi test izmait!
15. Mi a rágás és a tartós izom-összehúzódás lényege?
16. Gyűjts példákat arra, hogy az egyes sportok hogyan befolyásolják a test fizikai fejlődését! Mely sportágak vannak jó hatással a légzési és a keringési rendszer tel-

Összefoglalás

Áttekintés

A létfenntartó szervek működése a sejtek belső környezetét jelentő szövetnedv állandóságának, a **homeosztázisnak** (ionösszetétel, ozmózisnyomás, kémhatás, hőmérséklet; légzési gázok, tápanyagok és bomlástermékek mennyisége; az antigének kiküszöbölése stb.) a fenntartására irányul. A szövetnedvvel a hajszálerek falán keresztül a vér tartja a kapcsolatot. A keringési rendszer teremti meg az összeköttetést a szervezet szervei, szövetei és a külvilág között.

Az ember **keringési rendszerének** részei: a szív, az érhálózat és a vér. A vér kötőszövet, sejt közötti állománya a vérplazma. Alakos elemei közül a vörösvértestek hemoglobintartalmúak, feladatuk az oxigén szállítása. A fehérvérsejtek a kórokozók elleni védekezésben vesznek részt. A vérlemezkéknek a véralvadásban van szerepük. A vér sejtjes elemei a vörös csontvelőben képződnek.

A szív a keringési rendszer központja, saját vérellátását a koszorúerek biztosítják. Falának nagy részét szívizomszövet alkotja. Működését a jobb pitvar falában található szinuszcsomó szabályozza. Az érhálózatot artériák, vénák és hajszálerek alkotják. Az artériák fala rugalmas, a vénáké tágulékony. A hajszálerek fala vékony, félígáteresztő sajátosságú, egyrétegű laphámból áll. Az érhálózat két vérkört alkot. A kis vérkör a szív és a tüdő, a nagy vérkör a szív és a test szövetei között teremt kapcsolatot. A nagy vérkörben sokkal nagyobb nyomáskülönbség tartja fenn a véráramlást, mint a kis vérkörben. Az artériáktól a vénák felé haladva mindkét vérkörben folyamatosan csökken a vérnyomás. A vér egyirányú áramlását a keringési rendszerben a billentyűk biztosítják. A nagy vérköri hajszálerek falán jelentős mértékű anyagkicserélődés történik a vérplazma és a szövetnedv között. A folyamat nyirokképződéshez vezet. A nyirokkal jutnak el a sejtekhez a tápanyagok, a sejtműködést szabályozó anyagok, illetve szállítódhatnak el a sejtanyagcsere termékei. A nyirok feleslegét a nyirokkeringés szállítja vissza a vérkeringésbe. A nagy vérköri kapillárisok területén a szövetnedvbe oxigén, a vérbe széndioxid kerül (belső légzés, gázcsere). A kis vérköri kapillárisokban keringő vér oxigént vesz fel a tüdő léghólyagocskáiból és szén-dioxidot ad le (külső légzés, gázcsere).

A **légző szervrendszer** felső és alsó légutakra tagolódik. A felső légutak szakaszai az orrüreg és a garat. Az orrüreg felmelegíti, párával telíti és tisztítja a beszívott levegőt. Területén található a szaglóhám. Az alsó légutakhoz tartozik a gége, a légcső, a tüdő hörgőrendszere és a léghólyagocskák. A gége a hangadás szerve, porcos. A tüdő a mellüregben található, felszínét a mellhártyák lemezei borítják. A légcsere során a levegő áramlik a tüdő és a külvilág között. Két szakasza a be- és a kilégzés. A mellüreg térfogatváltozásait a rekeszizom és a bordaközi izmok biztosítják.

Az **emésztőrendszer** feladata a táplálék felvétele és feldolgozása. Az emésztés folyamatában a nagy molekulájú tápanyagok emésztőnedvek hatására kisebb egységekre bomlanak. A felszívódás során a tápanyagok a bélfalon át a keringési rendszerbe jutnak. Az ember tápcsatornája elő-, közép- és utóbélre tagolódik. Az előbél szakaszai a szájüreg, a garat, a nyelőcső és a gyomor. A szájüregben a fogak által felaprított táplálék nyállal keveredik. A nyálban lévő amiláz hatására megkezdődik a keményítő lebontása. A lenyelt táplálékot a nyelőcső perisztaltikus mozgással továbbítja a gyomorba. A gyomorban a béltartalom összekeveredik az erősen savas gyomornedvvel, és a pepszin hatására megkezdődik a fehérjék hidrolízise. A gyomor szakaszosan továbbítja a pépessé vált béltartalmat a középbélbe (vékonybél). A vékonybél a szerves tápanyagok emésztésének és felszívásának helye. Első szakaszába, a patkóbélbe torkollik a máj és a hasnyálmirigy kivetetőcsöve. A középbélben ható emésztőnedvek közül a hasnyálban fehérje-, zsír- és szénhidrát-bontó enzimek egyaránt találhatóak. Az epe a zsírok emésztésében játszik szerepet. A megemésztett tápanyagok felszívása nagy felületen történik. A vékonybél belső felszínét felszívóhámmal borított bélbolyhok nagyobbítják. A vékonybélből az emészthetetlen salakanyagok az utóbélbe jutnak. Az utóbél szakaszai a vakbél, a vastagbél és a végbél. A remesbél a víz és az ásványi sók felszívásának területe. A salakanyagokból kialakuló széklet a végbélen keresztül távozik a szervezetből.

A táplálkozás során annyi tápanyagot – szénhidrátot, zsírt, fehérjét, vizet, ásványi anyagot, vitamint – kell felvenni, amennyi az életműködésekhez szükséges. A vitaminok kis mennyiségben kellene a szervezet normális anyagcseréjéhez. Az A-, a D-, az E és a K-vitamin zsírban, a C- és a B-vitaminok vízben oldódnak.

A **máj** a szervezet legnagyobb mirigyese szerve és a szervezetszintű anyagcsere központja. Sejtjeiben képződik a zsírok emésztésében fontos emésztőnedv, az epe. A májsejtek szintetizálják a vérplazma fehérjéinek egy részét (pl. albuminok, fibrinogén), és fontos szerepük van a nitrogéntartalmú szerves vegyületek átalakításában is. Az aminosavak nitrogéntartalmú részéből a májsejtekben képződik a karbamid, a nukleinsavak bázisaiból pedig a húgysav. A máj részt vesz a táplálékkal felvett és a bélből felszívódott mérgező anyagok hatástalanításában és a vércukorszint szabályozásában. Ha magas a vércukorszint, a májsejtek felveszik a vérből a glükózt, és glikogén formájában elraktározzák. Alacsony vércukorszint esetén a glikogénből glükózt állítanak elő, amit leadnak a vérbe.

A **kiválasztó szervek** feladata a káros és felesleges anyagok eltávolítása a szervezetből. A vese választja ki többek között a vérből a májban képződött nitrogéntartalmú anyagcsere-termékek feleslegét. A kiválasztó szervrendszer részei a vesék, a húgyvezetékek, a húgyhólyag és a húgycső. A vese felépítési és működési egységei a vesetestecskéből és vese-

csatornákból álló nefronok. A vesetestecskékben fehérjementes vérplazma szűródik ki a vérből. A szűrlet a vesecsatornákban és az azokat összeszedő gyűjtőcsatornáknak visszaszívás és további anyagok kiválasztása révén fokozatosan vízzellett alakul. A vizelet összetétele és térfogata a szervezet szükségleteinek megfelelő. A vizelet a húgyvezetéken át a húgyhólyagba, onnan a húgycsőbe, majd a külvilágba kerül.

A szervezet védekezik az épségét veszélyeztető idegen anyagok, más szóval **antigének** ellen. A szervezet első védelmi vonalát a bőr és a zsigeri szervek üregeit bélelő nyálkahártyák alkotják. A bejutó antigéneket az **immunrendszer** küszöböli ki. A második védelmi vonalat a fehérvérsejtek nem specifikus védekezése jelenti. A falósejtek bekebelezik és megemésztik a szervezetbe került kórokozókat. A harmadik védelmi vonal, a specifikus immunválasz meghatározott antigének ellen irányul. A folyamatban a T- és a B-nyiroksejtek játsszák a központi szerepet. A segítő T-sejtek felismerik az antigént, és aktiválják az öltő T-sejteket, illetve a B-sejteket. A sejtes immunválaszt az aktiválódott öltő T-sejtek alakítják ki. Olyan anyagokat termelnek, amelyek kilyukasztják az antigént hordozó sejt sejtthártyáját, és ezzel elpusztítják. Az aktiválódott B-sejtek az antitestes immunválaszt hozzák létre. Ellenanyagot termelnek, amelyet leadnak a vérbe vagy a szövetnedvbe. A kicsapódott antigén-antitest komplexet a falósejtek kebelezik be. Az immunválaszban közreműködött nyiroksejtekből memóriasejtek jönnek létre, aminek eredményeként egy következő fertőzés alkalmával az immunválasz gyorsabban zajlik. Az immunmemórián alapulnak az aktív immunizálásra használt védőoltások.

A **vércsoportoknak** vérátömlesztéskor van jelentőségük. Az Rh vércsoportrendszerben az emberek Rh-pozitív és Rh-negatív vércsoportúak lehetnek. Az Rh-pozitív emberek vörösvértestein Rh-antigén található, míg az Rh-negatív embereknek nincs ilyen természetű antigénjük. Az ABO vércsoportrendszer kialakításában az A és a B antigének vesznek részt. Ebben a rendszerben az emberek vércsoportja négyféle lehet: A, B, AB és O. A 0 vércsoportúak vörösvértestein nincs sem A, sem pedig B antigén, míg az AB vércsoportúak mindkét antigénnel rendelkeznek.

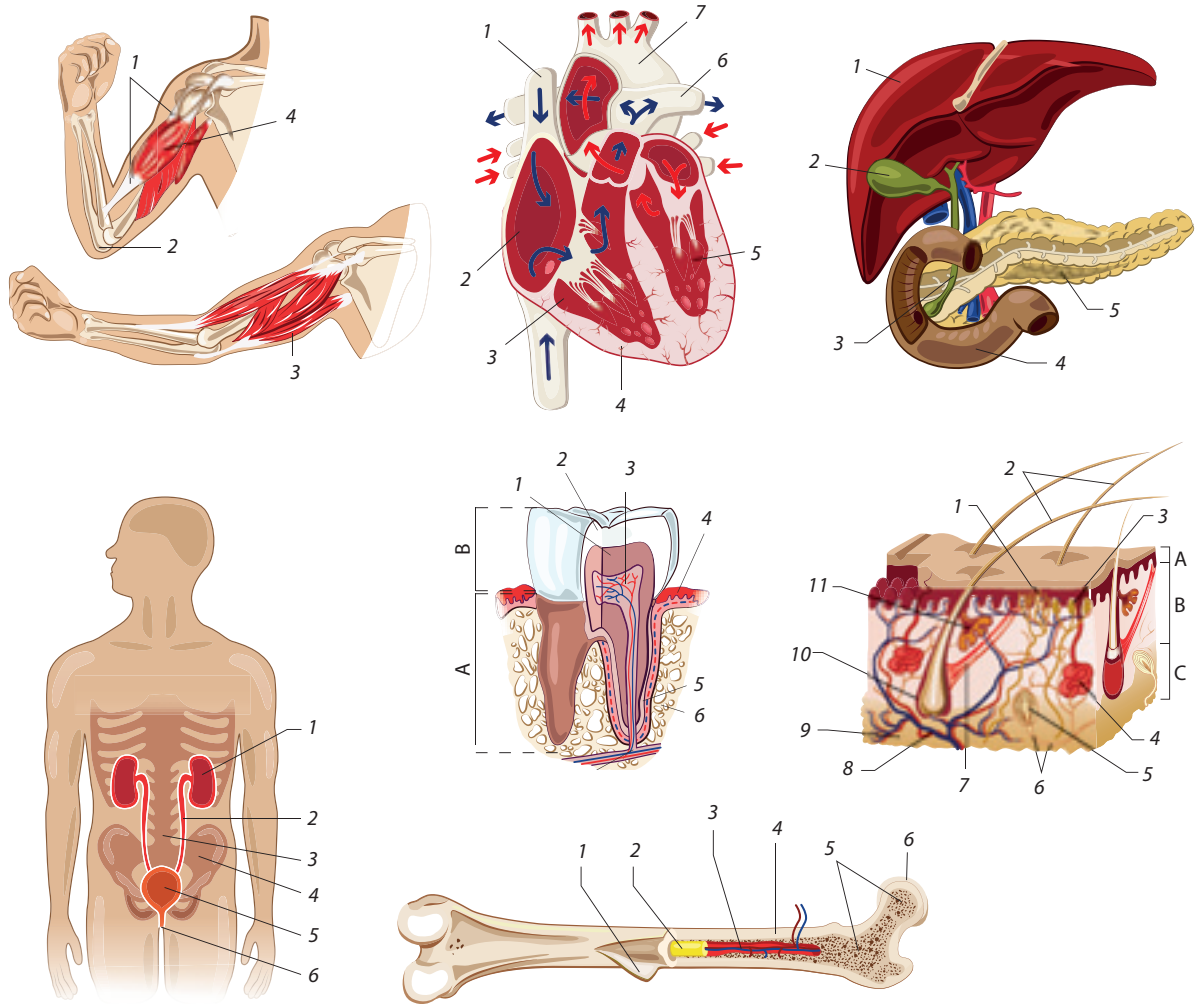
A **bőr** három rétege a felhám, az irha és a bőralja. A felhámot többrétegű elszarusodó laphám alkotja, amely véd a kiszáradástól, a kórokozóktól és a mechanikai hatásoktól. Pigmentsejtjei adják a bőr színét. Az irha erekkel átszőtt kötőszövetes réteg. Táplálja a hámsejteket, érhálózata és a benne található verejtékmirigyek révén részt vesz a hőszabályozásban. A bőralja helyenként sok zsírszövetet tartalmaz. Fontos tápanyagraktár, hőszigetelő, mechanikai védelmet nyújt. A bőr függelékei a szőrszálak és a körmök. A szőrszálakhoz faggyúmirigyek csatlakoznak. A bőr fontos érzékszerv is.

A **mozgási szervrendszer** passzív része a csontváz, aktív része a vázizomzat. A csontvázat alkotó csontok csöves, lapos vagy szabálytalan alakúak. A felépítésükben részt vevő csontszövet tömör és szivacsos állományt alkot. A szivacsos állomány hézagait vörös csontvelő, a csöves csontok velőüregét sárga csontvelő tölti ki. A csontokat kívülről erekkel és idegekkel átszőtt csonthártya borítja. A csontok mozgékony kapcsolódása az ízület. A csontváz nagy egységei a koponya, a törzsváz, a végtagok váza és függesztőöveik. A vázizomokat felépítő harántcsíkolt izomszövet működési egységei az izomrostok, amelyek szabályosan elrendeződő fehérjefonalakat tartalmaznak. Az összehúzódást a fehérjefonalak egymáson való elcsúszása hozza létre. Az izomműködés energiaigényét biológiai oxidáció vagy tejsavas erjedés fedezi. Az izmok inakkal kapcsolódnak a csontokhoz. Az izomrendszerben fej-, törzs- és végtagizmokat különböztetünk meg. Az izomzatban vannak együttműködő és ellentétes működésű izmok.

Tudom, értem, alkalmazom, elemzem

1. Határozd meg a következő fogalmakat: nyirokképződés, emésztés, felszívódás, külső légzés, kiválasztás, immunitás!
2. Milyen értípusok alkotják a keringési rendszert? Hasonlítsd össze felépítésüket és működésüket!
3. A véralvadás folyamatának ismeretében magyarázd meg, hogy miért okozhat trombózist az érelmeszesedés!
4. Kövesd végig azoknak a szén-dioxid-molekuláknak az útját, amelyek egy intenzíven működő vázizomban keletkeztek a sejtlegzés során! Nevezd meg az egyes állomásokat egészen a tüdő léghólyagocskáig!
5. Foglald össze röviden az előbél, a középbél és az utóbél működését!
6. Mutasd be a szerkezet és a működés kapcsolatát a középbél példáján!
7. Ismertesd a mellkas felépítését: vázrendszer, izmok, belső szervek elhelyezkedése!
8. Ismertesd a kilégzés folyamatát nyugodt légzés, erőltetett légzés és beszéd esetén!
9. Készíts rajzot egy nefronról, és mutasd be működését!
10. Hasonlítsd össze a vázizomszövet, a máj és a vesetestecskék kapillárisálózatának felépítését és működését!
11. Röviden foglald össze, miben különbözik egymástól
 - a) a specifikus és a nem specifikus immunválasz;
 - b) a specifikus immunválasz két típusa!

12. Ellenőrizd anatómiai ismereteidet! Nevezd meg az ábrákon a számokkal jelölt részeket!

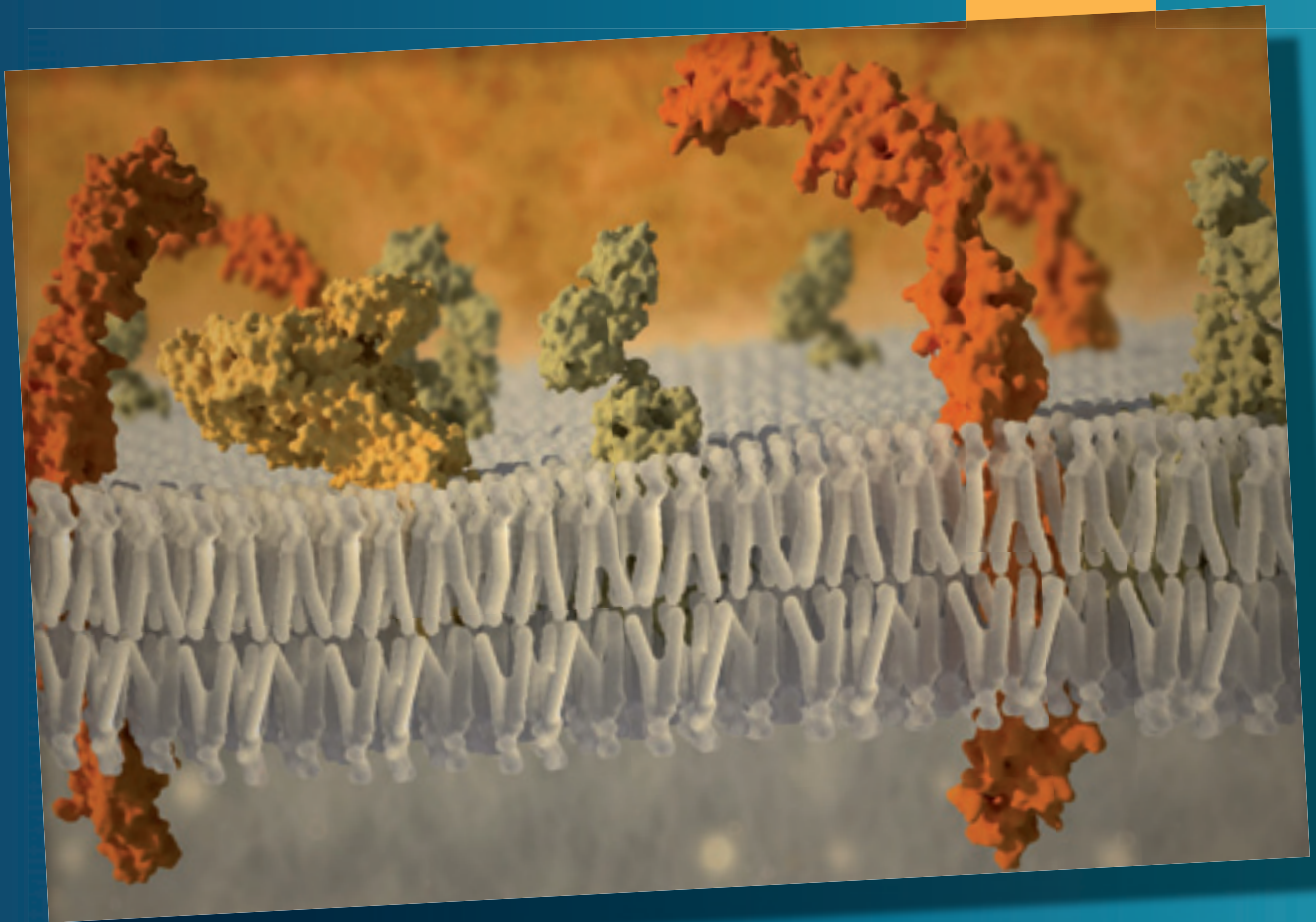


Kitekintés, kutatási feladatok

- Alkossatok kiscsoportokat, és mutassátok be, hogy elsősegélynyújtáskor hogyan kell ellátni a sérültet, ha
 - vénás vérzése van,
 - kificamodott a válla,
 - enyhe égési sérülése van,
 - elvesztette eszméjét és légzése akadályozott!
- Mutassátok be egy ábrán a sejtek, a szövetnedv, a vér és a létfenntartó szervek kapcsolatát! Miként vesznek részt az egyes szervek a homeosztázis kialakításában?
- Végezzetek kutatómunkát a vörös csontvelő működésével, a vér sejtjes alkotóinak képződésével kapcsolatban! Készítsetek rajzokkal illusztrált folyamatábrát, eredményeitekről számoljatok be társaitoknak!
- Mutassátok be, milyen hatással van a rendszeres, a túlzott megerőltetést kerülő testedzés a keringés, a légzés, a mozgási szervrendszer felépítésére és működésére!

AZ ÉLETMŰKÖDÉSEK SZABÁLYOZÁSA

IV.



A sejthártya fehérjéinek változatos funkciói vannak, sok közülük a szabályozásban tölt be életfontosságú feladatot. Egyesek jelzéseként szolgálnak a többi sejt számára, más fehérjéknek a jelzések, például hormonok észlelése a feladata.

A szabályozás alapjai ■ Az idegrendszer működésének alapjai ■ Az idegrendszer felosztása ■ A gerincvelő ■ Az agyvelő ■ A vegetatív szabályozás ■ A mozgatóműködések szabályozása ■ Tanulás, értelem ■ A látás ■ A hallás és az egyensúlyozás ■ Kémiai érzékelés ■ Bőr- és izomérzékelés ■ A hormonális szabályozás. Az agyalapi mirigy ■ A pajzsmirigy és a mellékpajzsmirigy ■ A mellékvese ■ A hasnyálmirigy hormontermelése



Az izomtömeg szélsőséges mértékű növekedése anabolikus szteroidok rendszeres használatával érhető el



Az izomnövelő szteroidhormonok mellékhatásaként a testszövet nőknél is megerősödik

Teljesítménynövelő doppingszerek

A sportban – mint az élet más területein – is a siker a felkészülés fő hajtóereje. A győzelem megbecsülést, dicsőséget, gyakran anyagi jólétet hoz. Ezek elérése érdekében a doppingolás szinte egyidős az emberiséggel. Az ókori görög atléták a felkészülés időszakában a fehérjefogyasztást növelték, például borjúhúst ettek bőségesen az izomnövekedés fokozása érdekében, a verseny idején pedig különféle növényi kivonatokat és gombákat fogyasztottak serkentőszerként.

A doppingszerektől általában azt várják, hogy növekedjen a fizikai erő, csökkenjen a fáradtság, lerövidüljön a regenerációs időszak, és a versenyzéshez szükséges kedvező pszichés állapot alakuljon ki.

A tudományos doppingolás kezdetei

A 19. században a sportolók alkoholt, koffeint, ópiumot és sztrichnint használtak teljesítményfokozásra. A 20. században a kémiai tudomány, a gyógyszerészet fejlődése nagy ugrást hozott. Megjelentek azok az anyagok, amelyek a központi idegrendszerre, a vérkeringésre, illetve a hormonális rendszerre gyakorolt hatásuk révén befolyásolják az izomműködést, a fizikai teljesítményt.

Dopping a verseny során

A 20. század első felében főleg a központi idegrendszer izgatószerai (pl. az amfetamin) és a bódulatot okozó kábítószer (ópiumszármazékok, pl. morfin) kerültek előtérbe. A modern kori olimpiák első, doppingoláshoz kötődő, megdöbbentést hozó eseménye az volt, amikor a római olimpián egy kerékpáros néhány kilométerrel a cél előtt összeesett és meghalt. Halálát a verseny előtt bevett nagy adag amfetamin okozta. Az amfetamin ugyanis csökkenti a fáradtságérzést és kellemes közérzetet idéz elő – mindkét hatás fokozza verseny közben a teljesítményt. Cserébe viszont álmatlanság, szapora szív működés jelentkezik, nagyobb adagoknál pedig szívritmuszavar is megjelenhet. Módosult tudatállapotában a versenyző a szervezete vészjelzéseit észre sem veszi. Többszöri használat esetén hozzászokás, függés alakul ki.

Dopping a felkészülés során

A doppingszerek másik nagy csoportját képezik a hormonok, illetve ezek módosított változatai. A doppingszerek egy része az izomtömeg erőteljes növelése útján fokozza a fizikai teljesítményt. Az 1950-es években terjedt el – elsősorban a nehéztorna sportágaiban – a hímivari jellegű szteroidhormon-származékok használata. Ilyen hormonok termelődnek a férfiak ivarmirigyében, a herében, valamint mindkét nemből a mellékvesekéregben. Ezek a hormonok jelentősen serkentik az izomfehérjék szintézisét. A rendszeres edzés izomnövelő hatását az ilyen, úgynevezett anabolikus szteroidok többszörösére emelik, ha az egyén megfelelő mennyiségű fehérjét fogyaszt a táplálékával. Eredményként az edzett izmok gyorsan gyarapodnak, és ezzel együtt az izmok ereje, teljesítőképessége is fokozódik. Ennek az áhított hatásnak azonban ára van. A szteroidok súlyosan károsíthatják a májsejteket, akár májszugar is kialakulhat. A nagy izomtömeg ellátása érdekében megnövekszik a vér mennyisége, a szív pedig állandóan erőteljesebb összehúzódásra kényszerül, megnagyobbodik, és magas vérnyomás alakulhat ki. Az anyagcsere megváltozása érzelmesedéshez vezethet, ami növeli a szívinfarktus és az

agyvérzés kockázatát. Mindemellett a férfias jellegek szembeszökő mértékben fokozódhatnak: az arc- és a testszőrzet megerősödik, a gége növekedése miatt a hang mélyül. Ezek a változások női sportolóknak is megjelennek. Mivel a hímvári hormonok magas koncentrációja férfiakban csökkenti a herét szabályozó agyalapimirigy-hormon termelődését, ezért visszaszorul a here működése. Az ivarmirigy sorvadhat, a szexuális aktivitás is mérséklődik vagy megszűnik.

Az anabolikus szteroidok viszonylag könnyen kimutathatók, ezért került előtérbe később az agyalapi mirigy által termelt növekedési hormon használata, hiszen ez a peptid fokozza a csontok és a vázizmok növekedését és emellett a zsírok lebontását is elősegíti. A serdülőkorai növekedés befejeződése után azonban, amikor a testmagasság véglegessé válik, a végtagsontok hossza már nem változik. A növekedési hormon többlete a testcsúcsok növekedését idézi elő, ami elsősorban az orr és az áll, továbbá a kéz- és a lábfej megnyúlásában mutatkozik meg. A testarányok szokatlan változása miatt ízületi fájdalmak alakulhatnak ki, és mindemellett az arcvonások is torzulnak. Arról sem szabad megfeledkezni, hogy a növekedési hormon a vércukorszintet emeli, ami akár cukorbetegség kialakulásához is vezethet.

Az anabolikus szteroidok és a növekedési hormon hatása hónapok, évek során alakul ki, hiszen a vázizmok növekedése nem gyors folyamat. A versenysportolók olykor olyan hatóanyagokat is használnak doppingszerként, amelyek gyorsan és nagymértékben fokozzák az izomműködés hatékonyságát. Egyes hatóanyagok az adrenalinhoz hasonló működést fejtenek ki, vagyis élénkítik a szív működését és a vázizmok vérrellátását. Mivel a keringési rendszert serkentik, használatuk végletesen megterhelheti azt, amely akár végzetes következményekkel is járhat.

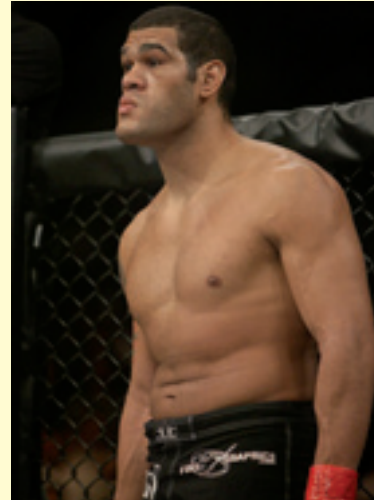
Az ezredforduló doppinglágere

A doppingolásra használatos hormonhatású anyagokkal kapcsolatban meg kell említeni a vesében termelődő hormont, az eritropoetint is. A köznyelvben ezt az anyagot az EPO rövidítéssel szokták említeni. Az eritropoetin a vörösvértest-termelést fokozza. Könnyen belátható, hogy a felszaporodó vörösvértestek több oxigént szállíthatnak az izmoknak, ami megnöveli az izomműködés hatékonyságát, az izomerőt. Az EPO legnagyobb veszélye, hogy a vörösvértest-többlet miatt a vér besűrűsödik, ami kórosan fokozza a véralvadási hajlamot, a trombóziskészséget. További probléma, hogy az ismeretlen eredetű EPO-készítményekben lévő szennyezőanyagok mérgezést okozhatnak.

Etikai aggályok

A sport eredendően az egészség megőrzését, a versenysport pedig ezen túl az egyéni teljesítmények összemérését tűzi ki célul. A doppingolás azonban mindentől idegen: egészségtelen és sportszerűtlen.

A doppingszerek gyártói, a szponzorok, a csapat tulajdonosai, az edzők a doppingolással a saját sikereik érdekében tulajdonképpen gátlástalanul feláldozzák a versenyző egészségét, miközben a tisztességes résztvevőket ezáltal megfosztják az őket illető sikertől. Ezért a doppingszerek használatát a világon mindenütt tiltják, használóikat pedig szigorúan büntetik.



A növekedési hormon túladagolása vagy túltermelődése hatására a testcsúcsok növekedése fokozódik, az arcvonások torzulnak

A hétszeres Tour de France-győztes Lance Armstrongot doppingvétség miatt minden bajnoki címétől megfosztották





- A szabályozás típusai
- Szabályozás és vezérlés
- A hatás kialakulása

22.

A szabályozás alapjai

Megtudhatod

Hogyan lehetséges, hogy az egyes hormonok nem minden sejtre fejtenek ki hatást?

Belső elválasztású mirigy ■ Olyan mirigy, amelynek váladéka, a hormon, nem a test külső vagy belső felületére, hanem a testfolyadékba, a vérbe kerül.
Hormonok ■ A szervezet egyes sejtjei (pl. belső elválasztású mirigyek) által termelt anyagok, amelyek a testfolyadék, a vér útján terjedve más sejtek működését befolyásolják.
Idegszövet ■ Az idegsejtek nyúlványai behálózzák a testet, eljutnak minden szervhez. Ez a hálózat kapcsolatot teremt a szövetek, szervek sejtjei között, és gyorsan futó elektromos jelek, ingerületek révén összehangoltan szabályozza azok működését.

Az életjelenségeket egymással, a szervezet szükségleteivel és a környezettel össze kell hangolni, ez a szabályozó működések feladata. Az életműködések szabályozása meghatározó mértékben hozzájárul a belső környezet állandóságához, a **homeosztázishoz**. Az állati szervezetek többségéhez hasonlóan, az emberben is többféle módja van a szabályozásnak (1. ábra).

A szabályozás típusai

A **feromonok** általában nem járulnak hozzá az élőlények közvetlen életben maradásához, de a hosszú távú sikerességben fontos szerep hárul erre a rendszerre például a territórium kijelölésekor, az államalkotó rovarok együttműködéskor, vagy épp a szaporodási partner felkutatásakor. Idén azonban csak a hormon- és az idegrendszerrel tanulunk részletesebben.

A belső elválasztású mirigyek váladékai, a **hormonok** a testfolyadékba kerülnek, és ennek közvetítésével jutnak el a szervezet sejtjeihez, szabályozzák azok működését. A hormonok hatása ezen az úton viszonylag **lassan alakul ki, de általában tartós**.

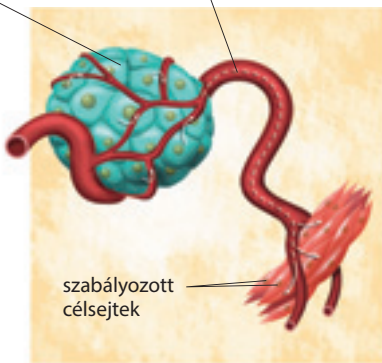
Az **idegrendszer** szabályozó hatása az idegsejtek nagy sebességgel terjedő elektromos jelei révén **gyorsan kialakul, de többnyire csak rövid ideig tart**. Mindebből következik, hogy hormonális rendszerünk a szervezet működésének hosszan tartó alapjelenségeit állítja be, az idegrendszer pedig a gyorsabb folyamatokat szabályozza. A kétféle szabályozórendszer egymással szoros kapcsolatban áll, együttműködik, együttesüket közös néven **neuroendokrin rendszernek** nevezik (neuro = idegi, endokrin = belső elválasztású).

Szabályozás és vezérlés

A szabályozás biológiai jelentése, hogy a szövetek, szervek működéséről folyamatosan **visszajelzések** érkeznek a szabályozást végző szervekhez, és az információk feldolgozása alapján szükség esetén **módosul** a szövet, szerv működése (2. ábra). A szabályozás többféle alapelv szerint történhet, amelyekre nagyon jó példát jelentenek a hormonok, illetve az általuk szabályozott életfolyamatok. A vérplazma glükózkonzentrációjának, vagyis a vércukorszintnek a növekedése

hormonmolekulák útja a vérben akár 1,5 méter

hormontermelő sejtek



szabályozott célsejtek

Hormonális szabályozás

gyors elterjedés az idegsejt nyúlványán



szabályozó molekulák hatótávolsága 30 nm

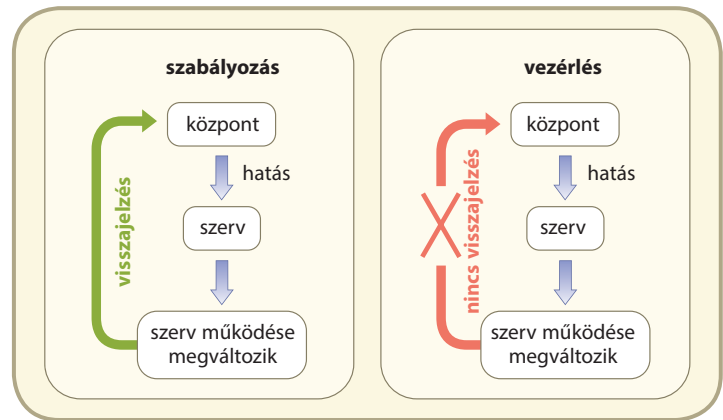
szabályozott sejt

Idegi szabályozás

1. Az életjelenségek összehangolásának két fő típusa a szervezetben

például az inzulin nevű hormon termelődéséhez vezet. Inzulin hatására a vércukorszint csökken, emiatt pedig az inzulintermelés is mérséklődik. Ez a **negatív visszacsatolás**. A szabályozás eredményeként a vérplazmában a szőlőcukor koncentrációja viszonylag szűk határok közt ingadozik. A hormonok nagyon erőteljes hatást gyakorolhatnak az életműködésekre, így a szabályozó folyamatok azt célozzák meg, hogy mindig csak annyi hormon termelődjön, amennyire aktuálisan szükség van. **Pozitív visszacsatolás** eredményeként a kiváltott hatás tovább fokozza a központ serkentő hatását egy meghatározott szintig.

A **vezérlés** a szabályozással szemben egyirányú folyamat: a központ hat a szervek működésére, de visszajelzés nélkül. Az élő szervezetek működését általában szabályozási folyamatok befolyásolják, a központi vezérlés ritka. A dop-pingszerek egy része amiatt életveszélyes, mert gátolja a visszajelzést, így a szabályozásból vezérlés lesz.



2. A szabályozás és a vezérlés folyamata

A hatás kialakulása

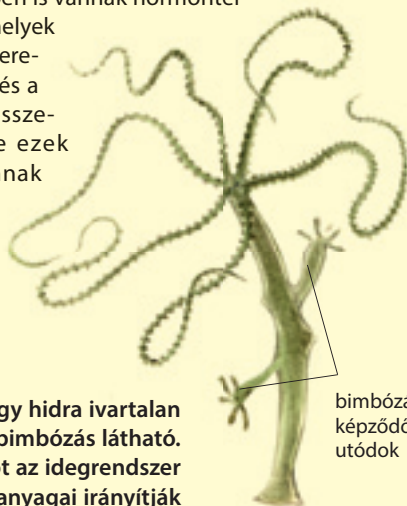
A célsejtekben precíz mechanizmus gondoskodik az üzenetet hordozó molekula hatásának kialakulásáról, ami alapvetően háromféle útvonalon történhet.

Hatás a sejt felszínen. Az idegsejtekből a gyorsan futó elektro-mos jelek hatására a szabályozott sejtek közelében jelmolekulák

Olvasmány

Az idegsejt is termelhet hormonokat ■

A csalánozók voltak az első élőlénycsoport, ahol megjelent az idegi szabályozás. Ezekben az állatokban azonban egy rovaréval, vagy gerincesével összehasonlítva még nagyon kezdetleges az idegrendszer. Nincsenek igazán központjai, az egész testet csaknem egységes hálóként szövi át. Sőt, a csalánozóknál még nem vált szét a hormonális és az idegi szabályzás sem: a növekedést, a sérülések regenerációját és a differenciálódást, vagyis a különböző testtájak kialakítását az idegsejtek hormonhatású váladéka irányítja. Az emberben is vannak hormontermelő idegsejtek, amelyek működése fontos szerepet játszik az ideg- és a hormonrendszer összehangolásában, de ezek mellett bőven vannak belső elválasztású mirigyek is.

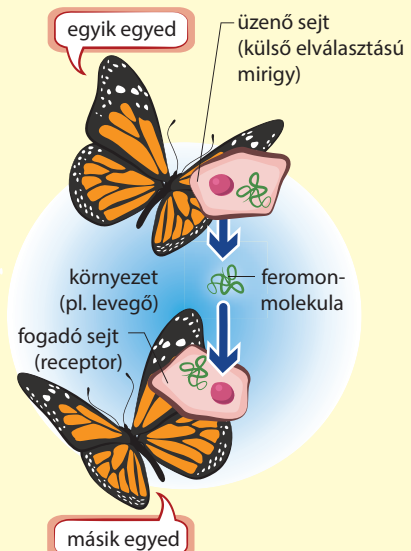


A képen egy hidra ivartalan szaporodása, a bimbózás látható. A folyamatot az idegrendszer hormonhatású anyagai irányítják

Olvasmány

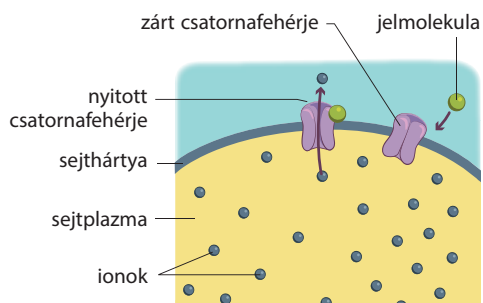
Feromonok szerepe ■

A feromonok általában nem járulnak hozzá az élőlények közvetlen életben maradásához, de a hosszú távú sikerességben fontos szerep háruul erre a rendszerre például a territórium kijelölésekor, az államalkotó rovarok együttműködések, vagy épp a szaporodási partner felkutatásakor. Idén azonban csak a hormon- és az idegrendszerrel tanu-lunk részletesebben.



Maximális távolság: több kilométer

Egyedek közötti kommunikáció feromonok útján



3. Az egyik sejt jelzőmolekulája az ionok mozgása miatt elektromos változást okoz a másik sejtben

szabadulnak fel, amelyek módosítják a célsejt működését. A célsejt hártájában található csatornafehérjéket nyitja vagy zárja a hozzájuk kapcsolódó molekula, ezáltal megváltozik a sejtben az ionok koncentrációja, illetve aránya, ami elektromos töltésváltozást okoz. Ez történik az idegsejtek ingerületátadásakor (3. ábra). A változás a másodperc törtrésze alatt lezajlik, ami lehetővé teszi a válasz azonnali kialakulását.

Hatás a sejtplazmában. A sejthez érkező molekula a sejthártya egy receptorfehérjéjéhez kapcsolódva a citoplazma enzimeinek a működését változtatja meg. Ezáltal például egy anyag termelése vagy lebontása megindulhat, illetve abbamaradhat. Így fejtik ki a hatásukat a peptidhormonok. Ez a változás lassabb, néhány perc mindenképpen kell a hatás kialakulásához.

Hatás a sejtmagban. Az apoláris hormonmolekula a sejthártyán keresztül bejut a sejtplazmába, ahol egy fehérjereceptorhoz kapcsolódik, s így a sejtmag-hártya pórusán beléphet a sejtmagba. Ott a génműködést szabályozza, ezáltal az új fehérjék képződésében részt vevő mRNS szintézisét indíthatja el. Az új fehérje enzim vagy akár a sejtmembránba beépülő transzportfehérje is lehet, ettől függően új sejtműködés jelenik meg, például beindul egy anyagcsere-folyamat, vagy a sejt elkezd egy iont fölvenni a környezetéből. Ez a mechanizmus tipikusan a szteroidhormonokra jellemző. A hormon megjelenése után beinduló folyamatok időigénye miatt a hatás órák vagy napok alatt alakul ki, de tartós, esetenként akár életre szóló változást is előidézhet a szervezetben.

Keress rá! ■ szignáltranszdukció

Fogalmak ■ szabályozás ■ vezérlés ■ negatív visszacsatolás ■ neuroendokrin rendszer ■ receptorfehérje ■ célsejt ■ átvivőanyag ■ peptidhormon ■ szteroidhormon

Megtanultam?

A sejtek közötti **(1.)** teszi lehetővé azok összehangolt működését, ami a belső környezet állandóságának, a **(2.)** alapvető feltétele. A jelek általában a környezetbe bocsátott **(3.)**, melyek a(z) **(4.)** jutva változást okoznak a célsejt anyagcseréjében. A(z) **(5.)** lassabb, de **(6.)** hatások kiváltására alkalmas, a(z) **(7.)** működésének következtében gyors, ugyanakkor **(8.)** hatások alakulnak ki a szervezetben.

Kérdések, feladatok

1. Mi a különbség a pozitív és a negatív visszacsatolás között?
2. Hozz biológiától független hétköznapi példát önszabályzó rendszerekre! Mi a példában a központ? Milyen módon jut el a központba a visszajelzés?
3. Hasonlítsd össze a peptid típusú hormonok és a szteroid típusú hormonok hatásmechanizmusát!
4. A CIPA egy örökletes betegség. Az ilyen betegeknek nincs fájdalomérzékelésük, és emiatt általában kisgyermekkorban meghalnak. Vajon miért végzetes?

Megtudhatod

Hogyan lehetséges, hogy amikor étel kerül a szánkba, fokozódik a nyáltermelés?

23. Az idegrendszer működésének alapjai

Ioncsatornák ■ A sejtártya olyan fehérjei, amelyek egy pórust formálnak. Bizonyos hatásokra a pórus átjárhatóvá válik, és így lehetővé teszi meghatározott ion(ok) átjutását a membránon. Az ion a koncentrációkülönbség kiegyenlítődése irányába áramlik.

Ionpumpák ■ A sejtártya fehérjei, amelyek bizonyos hatásokra meghatározott ionokat juttatnak át a membránon a koncentrációkülönbség növelése irányába. Az ionpumpák működéséhez ATP szükséges.

Excitózis ■ A sejtben levő egyes molekulák apró membránhólyagok belsejébe kerülnek, ezek a membránhólyagok a sejtártya belső felületéhez kapcsolódnak, majd tartalmuk a sejten kívüli térbe kerül.

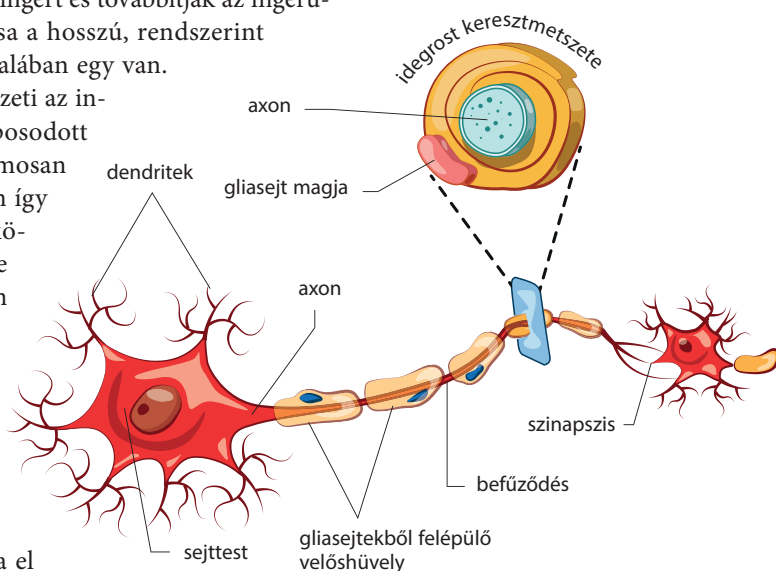
Az ingerlékenység fontos életjelenség, az emberi szervezetnek is alapvető saját-sága. Bizonyos hatásokra, az ingerekre sejteink, szervezetünk meghatározott módon válaszol. Ha a sejteket inger éri, ingerületi állapotba kerülnek, vagyis megváltozik az anyagcseréjük. Az **ingerek** nyomán létrejött **ingerület** továbbítására és feldolgozására specializálódott az **idegsejtekből** és a **gliasejtekből** álló idegszövet. Az idegsejtek ingerületvezetésén azt értjük, hogy sejtártyájukon elektromos feszültségváltozás fut végig. Tekintsük át és egészítsük ki az idegszövet felépítéséről korábban tanultakat!

Az idegszövet felépítése

Az **idegsejtek**, más néven **neuronok**, nyúlványos sejtek (1. ábra). Központi, sejtmagot tartalmazó részük a **sejttest**. Rövidebb, de gazdagon elágazó nyúlványaik a **dendritek**. Általában ezek veszik föl az ingert és továbbítják az ingerületet a sejttest felé. A nyúlványok másik típusa a hosszú, rendszerint kevésbé elágazó **axon**, amelyből sejtenként általában egy van.

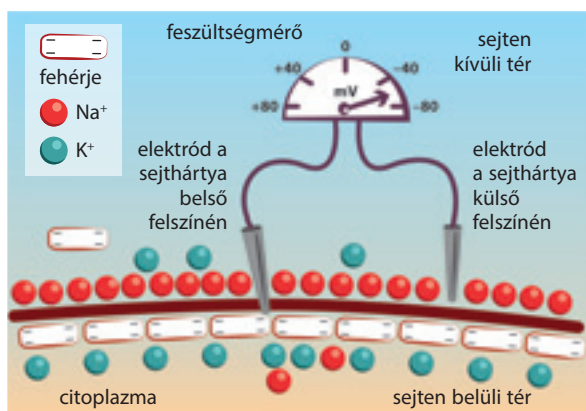
Az axon a sejttest felől az axonvégződés felé vezeti az ingerületet. Az axonok felszínén gliasejtek ellaposodott nyúlványai többszörösen feltekeredve elektromosan szigetelő réteget hozhatnak létre. Az axonokon így kialakuló burkolat a **velőshüvely**, aminek köszönhetően az ingerületvezetés sebessége sokszorosára növekedik. A velőshüvelyes axon neve **idegrost**.

Az idegsejt axonja rendszerint elágazó **végfácskában** folytatódik. A végfácskák bunkószerűen megvastagodott részei egy másik idegsejttel, izomsejttel vagy mirigysejttel létesítenek kapcsolatot, más szóval **szinapszist** (1. ábra). A szinapszisban a két sejt membránját keskeny szinaptikus rés választja el egymástól.

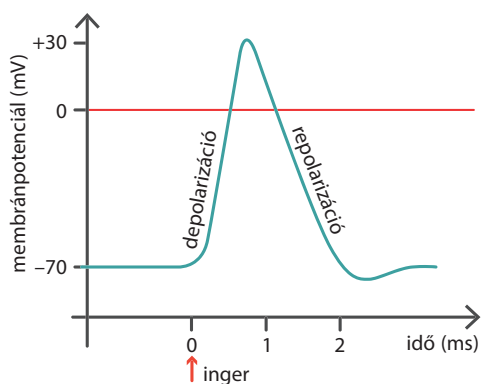


1. Az idegszövet sejtjei

- Az idegszövet felépítése
- Az idegsejt nyugalmi állapota
- Az idegsejt ingerülete
- Az ingerület terjedése a sejten
- Az ingerület terjedése a sejtek között
- Az idegsejtek típusai és az idegsejthálózatok
- Az idegi szabályozás egysége: a reflex
- Gyógyszerek, drogok, kábítószerek



2. A nyugalmi potenciál



3. Az akcióspotenciál-hullám lefutása

Olvasmány

Óriás axon

■ Az idegsejtek működésének vizsgálata a közönséges kalmár nevű fejlábú óriási méretű idegsejtjén kezdődött. Ebben a gyors mozgású tengeri ragadozóban egyes izmok működését szabályozzák azok az idegsejtek, amelyek csupasz axonja akár 10 cm hosszú is lehet, átmérője pedig elérheti az 1 mm-t is. Mikroelektrodok segítségével meghatározták az axon nyugalmi potenciálját, mérték az ingerületvezetés sebességét. Megállapították, hogy minél nagyobb az axon átmérője, annál gyorsabban vezeteti az ingerületet. A kutatások nagy előrelépést jelentettek az elemi idegi jelenségek felderítésében.

Az idegsejt nyugalmi állapota

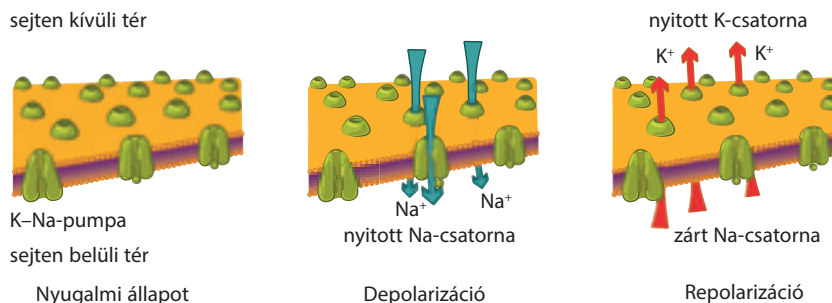
Az idegsejtek hátrájában működő K–Na-pumpa (4. lecke 3. ábra) egy ATP felhasználásával 3 Na⁺-iont ad le a sejten kívüli térbe, miközben 2 K⁺-iont juttat a sejten belüli térbe. A sejthártyában ioncsatornák is találhatóak. A K⁺-csatornák nyugalmi állapotban kismértékben átjárhatóak, s rajtuk keresztül a koncentrációkülönbség miatt K⁺-ionok „szivárognak” ki a sejten kívüli térbe. Ugyanakkor a citoplazma nagy mennyiségben tartalmaz negatív töltésű fehérjéket. Mindezek miatt az idegsejtek belsejében összességében negatív töltéstöbblet alakul ki, amelyet ki is mutathatunk. Ha egy nyugalmi állapotban lévő idegsejt axonjának eredésénél, a sejthártya két oldalán egy-egy kicsiny elektródot (úgynevezett mikroelektrodot) helyeznek el, ezek segítségével a membrán két oldala között potenciálkülönbség, vagyis feszültség mutatható ki, amelyet **nyugalmi potenciálnak** nevezünk (2. ábra). Egy átlagos idegsejt esetében ennek értéke általában –70 mV. (A nyugalmi potenciál előjele azért negatív, mert a megállapítás szerint a sejthártya belső oldalának töltésviszonyait hasonlítjuk a külsőhöz.)

Az idegsejt ingerülete

Ha a nyugalmi állapotban lévő idegsejtet inger éri, jellegzetes elektromos változás, **akcióspotenciál-hullám** alakul ki (3. ábra). A folyamat kezdetén az inger hatására a sejthártya **Na-csatornáit** rövid időre megnyílnak, melynek következtében nagy számban Na⁺-ionok áramlanak a sejtbe (4. ábra). Emiatt a sejtmembrán két oldala közti potenciálkülönbség megszűnik, sőt rövid időre a két felszín töltése megfordul. Ez a folyamat a **depolarizáció**. Amikor a sejt eléri a csúcspotenciált (kb. +30 mV), a Na-csatornák bezáródnak, a **K-csatornák** viszont kinyílnak. A koncentrációviszonyoknak megfelelően K⁺-ionok áramlanak ki a sejtől. Így a sejthártya belső oldalán ismét a negatív töltések kerülnek többségbe. Ez a folyamat a **repolarizáció**. Az akcióspotenciál-hullám lezajlása után a K-csatornák is záródnak, a K–Na-pumpa helyreállítja az eredeti ioneloszlást, vagyis a nyugalmi potenciált. Akcióspotenciál-hullám csak akkor alakul ki, ha az inger erőssége meghalad egy minimális értéket, az **ingerküszöböt**.

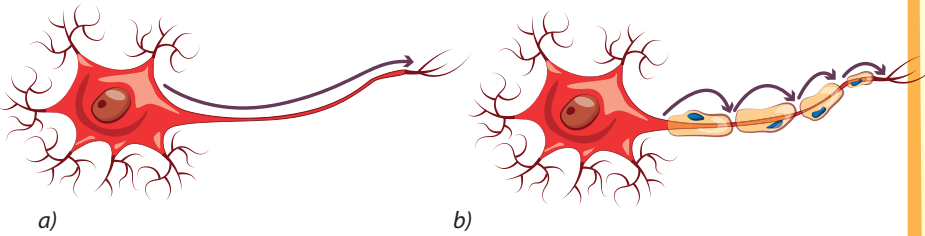
Az ingerület terjedése a sejtben

Az idegsejtek csatornafehérjei **megfelelő feszültség hatására nyílnak**, illetve záródnak. Így történhet, hogy – a sorba állított dominókhöz hasonlóan – a csatornák nyitására hatására a közelükben lévők szintén kinyílnak, míg végig nem ér az akcióspotenciál-hullám a sejtben.



4. Ionok áramlása a membránon keresztül az akcióspotenciál-hullám során

A velőshüvellyel borított axonokon sokkal gyorsabban terjed az ingerület, mivel az akcióspotenciál-hullám csak a befűződési pontokban alakul ki, a velőshüvellyel borított területeken nem. Az ingerület az idegrostokon tehát befűződésről befűződésre, **ugrásszerűen terjed** (5. ábra). A csúcspotenciál értéke nem függ az inger erősségétől. Az inger intenzitása az idegsejtről elvezetett akcióspotenciál-hullámok sűrűségében, tehát frekvenciájában mutatkozik meg, vagyis minél nagyobb az inger intenzitása, annál nagyobb frekvenciával követik egymást az akcióspotenciál-hullámok.



5. Ingerület terjedése a csupas axonon (a) és az idegroston (b)

Olvasmány

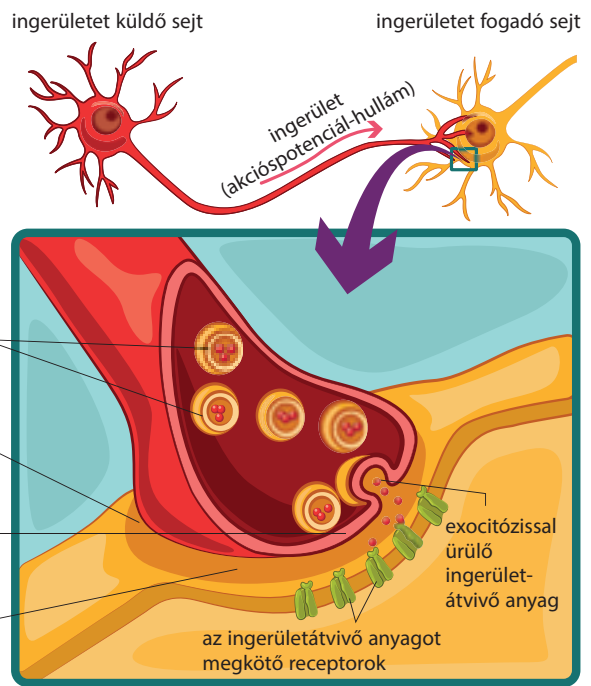
A velőshüvely jelentősége

Az ingerület terjedési sebessége a velőshüvely nélküli, csupas axonok hosszában csak néhány m/s, míg a gerincesek vastag velőshüvelyes axonjain elérheti a 120 m/s-t is. Az akcióspotenciál-hullám lefutása jellemző az adott sejtre.

Születéskor a gliasejtek feltekeredése még nem teljes, a velőshüvely csak később épül fel véglegessé. Sok idegrendszeri funkció az ingerületvezetés lassúsága miatt sem tud kialakulni bizonyos életkor előtt. Az újszülött hőszabályozása például még nem teljes, és a járás képessége is csak jóval később alakulhat ki.

Az ingerület terjedése a sejtek között

Az akcióspotenciál-hullám a sejttest felől végighalad az axonon. Amikor az ingerület eléri az axonvégződést, átadódik a következő sejtre. Az ingerület átadásának helye a **szinapszis** (6. ábra). Az idegsejt végbunkójában **szinaptikus hólyagok** vannak, amelyek **ingerületátvivő anyagokat** tartalmaznak. Az axon ingerületének hatására az ingerületátvivő anyag exocitózissal a szinaptikus részbe ürül, majd hozzákötődik a fogadó sejt membránjában levő fehérjemolekulához. A **serkentő szinapszisokban** az ingerületátvivő anyag hatására a membrán depolarizálódik, így akcióspotenciál-hullám alakulhat ki. Ennek következtében az ingerület továbbterjed a következő sejtre. Serkentő szinapszisokat az idegsejtek másik idegsejttel vagy eltérő sejtípusokkal is létesíthetnek. A **gátló szinapszisok** ingerületátvivő anyaga fokozza a következő sejt sejtthártyájának polarizáltságát, vagyis **hiperpolarizációt** idéz elő. A fogadó sejt ekkor csak erősebb ingerrel hozható ingerületbe, például ha egyszerre több idegsejt is ingerli. Gátló szinapszis csak idegsejtek között fordul elő.



6. A szinapszis felépítése

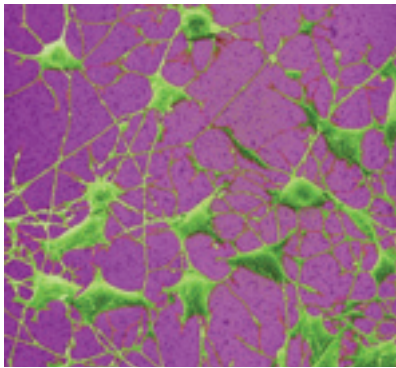
Az idegsejtek típusai és az idegsejthálózatok

Szerepük szerint a neuronoknak három fő típusát különböztethetjük meg (7. ábra).

Az **érzőidegsejtek** révén a központi idegrendszerbe érkező ingerületet általában **interneuronok** továbbítják a **végrehajtó idegsejt(ek)** felé.

7. Az idegsejtek három fő típusa

Idegsejtek típusa	feladata	működésének következménye
Érző (érzőneuron)	érzékszervek beidegzése	a külső vagy belső környezet változásairól tudomást szerez a központ
Köztes (interneuron)	idegsejtek összekapcsolása	a beérkező ingerületek megfelelő kapcsolása során kialakul a válasz
Végrehajtó (mozgatóneuron)	izom vagy mirigy beidegzése	izom-összehúzódás vagy váladéktermelés



8. Neuronhálózat mikroszkópos képe

Az érző- és az interneuronok axonja is sokszorosán elágazódhat, így bonyolult **neuronhálózatok** jönnek létre (8. ábra). Ezek lehetővé teszik az ingerület sokirányú szétterjedését és feldolgozását a központi idegrendszerben. Az egyes neuronhálózatok tagjai csak részben állandóak, mivel az egyes hálózatok folyamatosan alakulnak, például azzal, hogy újabb és újabb dolgokat tanulunk meg.

Az idegi szabályozás egysége: a reflex

A **reflex** az idegrendszer alapvető működése: valamilyen inger hatására az idegsejtek közreműködésével meghatározott válaszreakció alakul ki. A reflex létrejöttében szerepet játszó idegrendszeri kapcsolat a **reflexív**, amely érző-, köztes és mozgatóidegsejtekből áll. Utolsó tagja a végrehajtó szerv, aminek működése a hozzá érkező ingerület hatására megváltozik, például az izom összehúzódik, a mirigy váladéktermelése fokozódik (9. ábra).

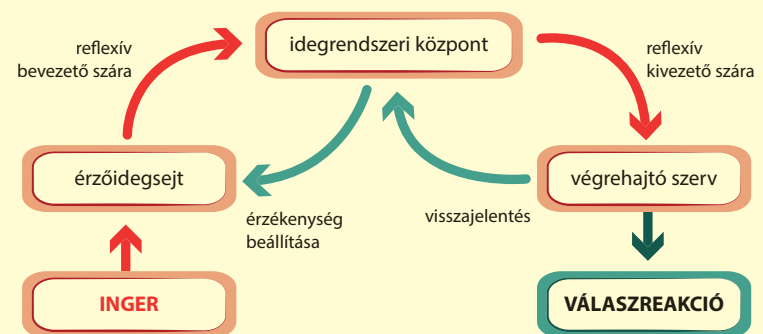
Amikor például szánkba kerül az étel, a belőle kioldódó anyagok nyelvünk ízlelőbimbóiban ingerületet keltenek. Az ingerület az érzőneuronok axonja segítségével az agyvelőbe jut, ahol számos köztes idegsejt közvetítésével a nyáltermelést szabályozó idegsejtcsoportba érkezik. Ezek ingerülete aztán eljut a nyálmirigyekhez és a nyáltermelés fokozódik.

Olvasmány

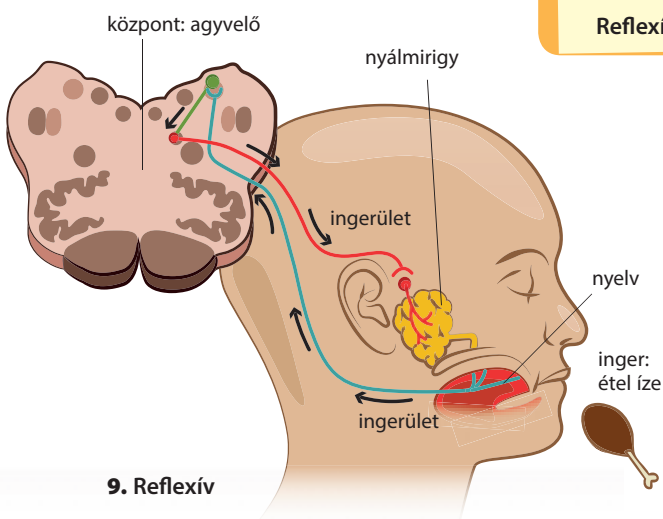
Szinapszisok, ingerületátvivő anyagok ■ A szinaptikus hólyagocskákban azonos mennyiségű ingerületátvivő anyag van. A serkentő szinapszisok leggyakoribb ingerületátvivő anyaga a glutaminsav. Fontos, de kevesebb serkentő szinapszisban fordul elő átvivőanyagként az acetil-kolin. A gátló szinapszisokban legtöbbször γ -aminovajsav van. Egyes idegsejtekben az ingerületátvivő anyag a noradrenalin, amely bizonyos sejteken serkentő, míg másokon gátló hatású. A legtöbb ingerületátvivő anyagnak ugyanis többféle receptora is van, amelyek közül egyesek serkentést, míg mások gátlást közvetíthetnek.

Olvasmány

Reflex, reflexkör ■ Az egyszerű reflex lezajlásáról visszajelentés érkezik a reflex központjába, s ettől függően változhat a reflex lezajlása. A reflex eredményét befolyásolja az ingerfelvétel érzékenysége is. A központi idegrendszer tehát – a mindenkori külső és belső környezetnek megfelelően – az ingerfelvétel érzékenységét is beállítja. A visszajelentő neuronokkal kiegészülő idegrendszeri alapegység a **reflexkör**.



Reflexív és reflexkör kapcsolata



9. Reflexív

Gyógyszerek, drogok, kábítószer

A szinapszisok működése során az ingerületátvivő anyag enzimek segítségével gyorsan lebomlik vagy visszaveszi az axonvégződés, ezért nem tartós a hatása. Ezeket a folyamatokat sokféle anyag befolyásolhatja. Egyes hatóanyagok molekulája például **hasonlít valamely átvivőanyag molekulájához**, de a szinapsziból csak sokkal hosszabb idő után távozik el. Az ilyen anyagok hosszú ideig ingerlik az adott átvivőanyaggal működő szinapszisokat. A dohányzás során a szer-

vezetbe kerülő nikotin egyes hatásai például azért alakulnak ki, mert egyes szinapszisokban az acetil-kolinhoz hasonlóan ingerli a fogadó idegsejteket.

Vannak olyan hatóanyagok is, amelyek a szinapszisban hozzákötődnek a fogadó idegsejt membránjában lévő receptorhoz, de azon nem fejtenek ki hatást, csak elfoglalják az ingerületátvivő anyag helyét. Ezek az anyagok **gátolják a szinapszis működését**. Egyes gyógyszerek például ilyen hatóanyagokat tartalmaznak.

Számos olyan anyagot ismerünk, amelyek egyes ingerületátvivő anyagok lebontását, illetve **visszavételét gátolják**. Ennek következtében az átvivőanyag folyamatosan jelen van a szinapszisban és ingerli a fogadó idegsejtet. Utóbbi tehát egyfolytában ingerületi állapotban lesz, az akcióspotenciál-hullámok tartósan egyre ismétlődnek. Számos serkentő hatású drog (ecstasy, speed, koin) így fejt ki a hatását.

Az idegrendszer működését befolyásoló szerek jelentős része tiltott, ezeknek már a birtoklása is büntetést von maga után. Tévedés azonban azt hinni, hogy csak a törvények által tiltott drogok károsak: az alkoholfüggőség nagyon nagy problémát okoz az európai országokban, így Magyarországon is, ahol a szakemberek becslése szerint akár nyolcszáz ezer alkoholproblémával küzdő ember élhet. Hasonló módon a dohányzással kapcsolatos népegészségügyi problémák is nagyon jelentősek. A központi idegrendszeri betegségek kezelésére szolgáló, orvosok által felírt gyógyszerek egy része szintén a drog kategóriájába tartozik. Bizonyos nyugtató, altató, szorongást csökkentő gyógyszerekkel kapcsolatos visszaélés, azoknak az előírtat meghaladó dózisban, vagy alkohollal együtt történő fogyasztása gyógyszerfüggőséghez vezethet.

Olvasnivaló ■ Karizs Tamás – Zacher Gábor: A Zacher – Mindennapi mérgeink

Keress rá! ■ dizájner drogok – C-lista ■ sclerosis multiplex

Fogalmak ■ dendrit ■ sejttest ■ axon ■ gliasejt ■ velőshüvely ■ idegrost ■ nyugalmi potenciál ■ akcióspotenciál-hullám ■ depolarizáció ■ csúcspotenciál ■ repolarizáció ■ hiperpolarizáció ■ K-csatorna ■ Na-csatorna ■ K–Na-pumpa ■ szinapszis ■ szinaptikus rés ■ ingerületátvivő anyag ■ serkentő szinapszis ■ gátló szinapszis ■ érzőidegsejt (érzőneuron) ■ köztes idegsejt (interneuron) ■ végrehajtó idegsejt (mozgatóneuron) ■ neuron-hálózat ■ reflexív

Megtanultam?

Az idegszövet sejtjei elektromos jelek továbbítására és feldolgozására specializálódtak. Az idegsejtek részei a sejttest, az elágazó nyúlványok, a(z) **(1.)** és a kevésbé elágazó **(2.)**. A(z) **(2.)** körül **(3.)** alakhatnak velőshüvelyt. A velőshüvellyel borított **(2.)** az idegrost. Nyugalmi állapotban az idegsejt sejtthártyájának két oldala között potenciálkülönbség mérhető, ez a(z) **(4.)** (értéke kb. -70 mV). Inger hatására jellegzetes elektromos változás, **(5.)** alakul ki a sejtthártyán, melynek során a membrán depolarizálódik, kialakul a csúcspotenciál (értéke kb. $+30$ mV), majd a repolarizációt követően helyreáll a(z) **(4.)**. Az idegsejtek **(6.)** útján létesítenek kapcsolatot más sejtekkel. A(z) **(6.)**-ban/ben az ingerület terjedését az axonvégződésből kijutó **(7.)** anyagok biztosítják. A(z) **(7.)** anyagok serkentő szinapszisokban a fogadó sejt membránjának depolarizációját, a gátló szinapszisokban pedig annak **(8.)** idézik elő.

Az idegsejtek működésük szerint lehetnek érző-, köztes és **(9.)** neuronok. Az idegrendszer alapvető működése a reflex. A reflexív működésekor az érzőneuronok inger hatására ingerületbe kerülnek, amely ingerület az axonjukon át interneuronokhoz továbbítódik, majd ezek nyúlványai révén a(z) **(9.)** idegsejtekhez jut. Az ingerület hatására a végrehajtó szerv **(10.)** vagy **(11.)** működése megindul, illetve fokozódik.

Kérdések, feladatok

1. Ismertesd az idegsejtek felépítését!
2. Mely folyamatok során alakul ki mérhető potenciálkülönbség a nyugalomban levő idegsejt sejtthártyájának két oldala között?
3. Rajzold fel az akcióspotenciál-hullám görbéjét, nevezd meg a görbe egyes szakaszait!
4. Rajzolj fel egy olyan szinapszist, amely két idegsejt között alakult ki! Az ingerületátvivő anyag felszabadulása milyen hatásokat válthat ki a fogadó sejten?
5. Készíts felelettervet a szinapszisok felépítéséről, működéséről, típusairól!
6. Hogyan csoportosítjuk az idegsejteket szerepük alapján?
7. Röviden foglald össze a reflexív működését az ingerléstől a válaszreakcióig!
8. Mondj példát reflexműködésre az emberi szervezetben!



- Az idegrendszer felépítése
- Az idegrendszer funkciói

Megtudhatod

Mit jelent, hogy gondolkodáskor a szürkeállományunkat használjuk?

24. Az idegrendszer felosztása

Az idegrendszer feladata az ingerek felvétele és az információ feldolgozása révén a szervezet működésének szabályozása.

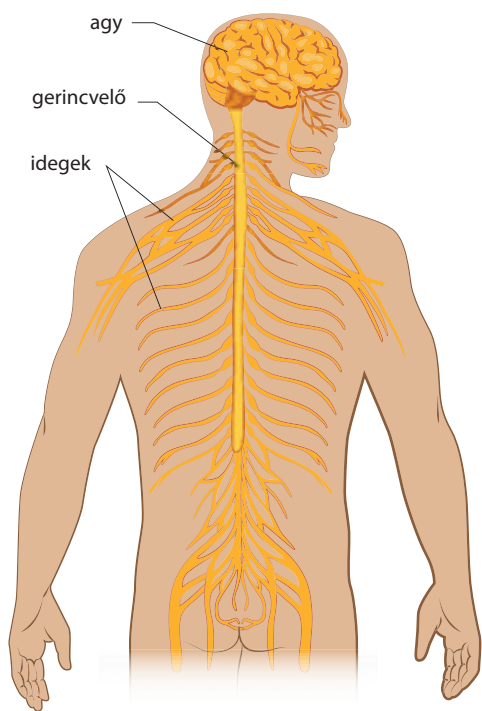
Az idegrendszer felépítése

Az ember idegrendszere – a többi gerinces állathoz hasonlóan – **központi és környéki idegrendszerre** tagolódik (1. ábra).

A központi idegrendszer részei az **agyvelő** és a **gerincvelő**. Ezek meglehetősen sérülékenyek, ezért védett helyen találhatók: az agyvelő az agykoponya üregében, a gerincvelő pedig a csigolyák által alkotott gerinccsatornában foglal helyet. A központi idegrendszeren belül a velőshüvellyel borított axonok tömege és a sejtestek csoportosulásai színük alapján jól megkülönböztethetők. A gliasejtekből kialakult velőshüvely ugyanis világosabb, ezért az idegrostok tömegei a **fehérállományt**, a főként sejtesteket tartalmazó részek pedig a **szürkeállományt** alkotják. A fehérállományban hasonló irányban futó axonok kötegeit **pályáknak** nevezzük.

Az agy felületén elhelyezkedő, szürkeállományból álló réteg a **kéreg**. Az agyvelőnek nemcsak a felszínén, hanem a belsejében is megfigyelhetők szürkeállományú részek. Ezek az agykéreg alatt, a fehérállományba beágyazódó idegsejtcsoportok a **magok**.

A környéki idegrendszerben levő neuronok sejtestei **dúcokban** csoportosulnak. Egyes idegsejtek axonjai kinyúlnak a központi idegrendszerből, illetve a dúcokból, együttesen kötegeket alkotnak. Ezek az idegrostkötegek, az **idegek** hálózák be az egész szervezetet (2. ábra).



1. Az ember idegrendszere

Központi idegrendszer	szürkeállomány	fehérállomány
	kéreg és magvak	pályák
	<p>sejttest + dendritek</p>	<p>axon</p>
Környéki idegrendszer	dúc	ideg

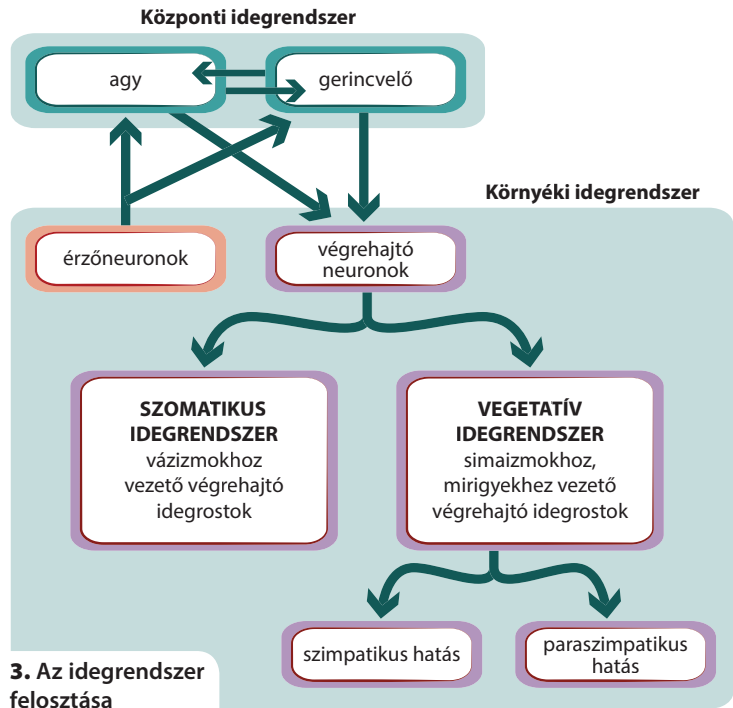
2. A neuronok elhelyezkedése az idegrendszerben

Az idegrendszer funkciói

Az idegrendszert nemcsak szerkezete, hanem működése alapján is feloszthatjuk. A **reflexműködések** során külső vagy belső hatásokra, ingerekre meghatározott válaszreakció alakul ki. A végrehajtó szervek közül a vázizmok működését a **szomatikus idegrendszer** szabályozza, a belső szervek, zsigerek működését pedig a **vegetatív idegrendszer**. A mozgásainkra ható szomatikus idegrendszer működése jórészt tudatos, míg a tápcsatorna, a légző- és a keringési stb. szerveket szabályozó vegetatív idegrendszer működése túlnyomórészt nem tudatosul (3. ábra). Ennek biológiai jelentőségét elég könnyen beláthatjuk: zsigeri működéseink részleteinek folyamatos észlelése fölöslegesen vonná el a figyelmet mindennapi tevékenységeinktől.

Az **érzőműködések** során a külső környezetből származó ingerek felvétele és feldolgozása történik, gyakran válaszreakció kialakulása nélkül. Gondoljunk csak az érzékszerveink működésére! Idegrendszerünk érzőműködései során észleljük környezetünk különféle hatásait: látványokat, hangokat, szagokat stb. A külvilágból ránk zúduló számtalan érzékszervi inger között azonban válogatunk: csak azok az ingerek tudatosulnak, amelyekre a **figyelem** irányul (4. ábra).

Az **akaratlagos mozgásszabályozás**, például a járás, a vázizmok működésének tudatos irányítását jelenti. Az érzékelés és az akaratlagos mozgásszabályozás az agykéreg működésével kapcsolatos. A **magasabb rendű idegi működések**, például a gondolkodás ugyancsak agykérgi tevékenység.



3. Az idegrendszer felosztása

verejtékezés: vegetatív idegrendszer szabályozza, akaratlan

ivás: szomatikus idegrendszer irányítja, akaratlagos



4. Az életműködések töredéke tudatosul, és azok közül sem mindegyik akaratlagos

Megtanultam?

A központi idegrendszerben az idegsejtek sejtteste a(z) **(1.)** -állományt alkotják, a velőshüvelyes axonok, vagyis a(z) **(2.)** pedig a(z) **(3.)** -állományban található. Az agyban **(1.)** -állomány alkotja az agykéregget és a(z) **(4.)** -t. A központi idegrendszerben az idegrostok kötegei, a(z) **(5.)** hozzák létre a(z) **(3.)** -állományt. A környéki idegrendszerben az idegsejtek sejtteste **(7.)** -ban/ben tömörülnek, a velőshüvelyes axonok kötegei pedig a(z) **(8.)**. A reflexműködések közül a szomatikus idegrendszer azokat irányítja, amelyekben **(9.)** a végrehajtó szerv. A(z) **(10.)** idegrendszer a belső szervek működését szabályozza. Az érzőműködések, az akaratlagos mozgásszabályozás és a magasabb rendű idegi tevékenységek központja a(z) **(11.)**.

Fogalmak ■ szürkeállomány ■ agykéreg ■ mag ■ fehérállomány ■ pálya ■ dúc ■ ideg ■ szomatikus idegrendszer ■ vegetatív idegrendszer

Kérdések, feladatok

- Határozd meg röviden a következő fogalmakat: központi idegrendszer, környéki idegrendszer, fehérállomány, szürkeállomány!
- Fogalmazd meg, mi a különbség a mag és a dúc, illetve a pálya és az ideg között!
- Mondj egy példát vegetatív reflexre!
- Mondj két-két példát érzőműködésre és akaratlagos mozgásszabályozásra!
- Magyarázd el: a figyelem ingerszelekcióval jár.

Megtudhatod

Miért ejted el a forró csészét, még ha az igen értékes is?

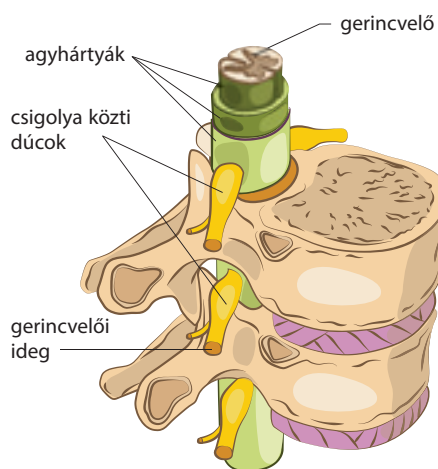
25. A gerincvelő



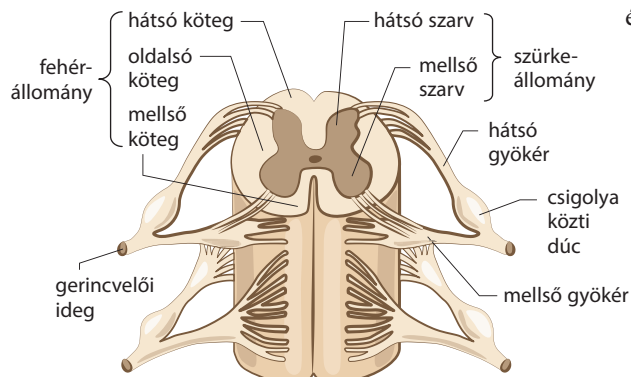
- A gerincvelő felépítése
- A gerincvelő szomatikus reflexei
- A gerincvelő vegetatív reflexei

A gerincvelő felépítése

A gerincvelő a csigolyák által alkotott gerincscatornában helyezkedik el (1. ábra). Fölfelé közvetlen folytatása a nyúltagy, lefelé pedig nem ér végig a gerincoszlopban, hanem a deréktájékon, az ágyéki csigolyák magasságában végződik. Belső szerkezetére jellemző, hogy a fehérállományon belül helyezkedik el a neuronok sejttesteit tartalmazó szürkeállomány. A szürkeállomány keresztmetszete lepkéhez hasonló alakú (2. ábra). Hasi irányban található a szürkeállomány **mellső szarvai**, háti irányban pedig a **hátsó szarvak**. A térben ezt úgy képzelhetjük el, hogy a szürkeállomány négy oszlopot alkot, amelyek középen összefüggnek. A szürkeállomány szarvai a pályákat tartalmazó fehérállományt mellső, hátsó és oldalsó **kötegekre** tagolják. A hátsó kötegben elsősorban a gerincvelőből az agy felé tartó **felszálló pályák**, a mellső kötegben pedig ellenkező irányú **leszálló pályák** futnak. Az oldalsó kötegekben felszálló és leszálló pályák is találhatóak. A szürkeállomány hátsó oszlopaiban jórészt köztes idegsejtek, a mellső oszlopokban pedig végrehajtó neuronok sejttesteinek vannak. A gerincvelőtől két oldalra, a csigolyák közötti résekben dűcök sorakoznak, bennük érzőneuronok sejtteste található. Ezek az érzőneuronok kétnyúlványúak. Egyik nyúlványuk az ingerfelvétel helyétől a dűcökben található sejttest felé szállítja az ingerületet, másik nyúlványuk pedig tovább, a gerincvelő felé. A **csigolya közti dűcből** a gerincvelőbe futó idegrostok a **hátsó gyökeret** alkotják. A gerincvelő mellső szarvában levő végrehajtó idegsejtek kilépő rostjai pedig a **mellső gyökeret** hozzák létre. A mellső és hátsó gyökerek közös kötegeket alkotnak, ezek a **gerincvelői idegek**, amelyek jobb- és baloldalt párosával a csigolyák között lépnek ki a gerincoszlopból.



1. A gerincvelő elhelyezkedése

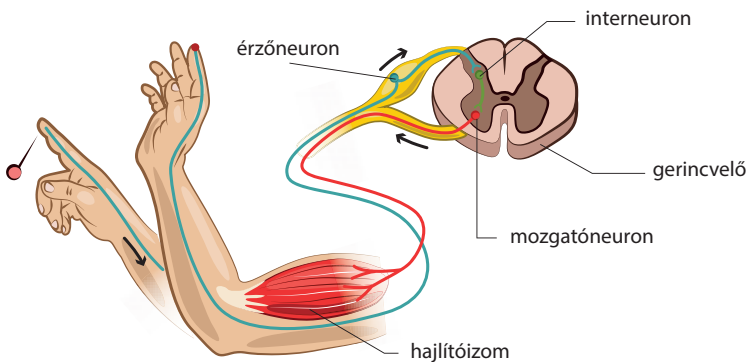


2. A gerincvelő felépítése

A gerincvelő szomatikus reflexei

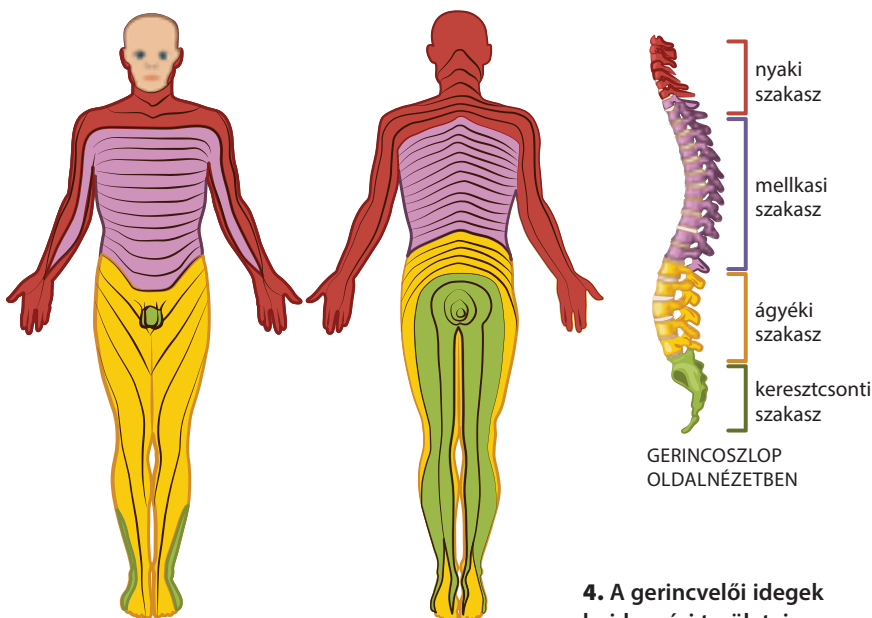
A gerincvelő számos szomatikus és vegetatív reflex központja. A csigolya közti dűcökben található érzőneuronok által szállított ingerület a gerincvelő hátsó gyökerén keresztül a szürkeállomány hátsó szarvába jut. A **szomatikus reflexekben** az érzőneuronok ingerülete általában interneuronra adódik tovább, majd ennek axonja a mellső szarvban levő mozgatóneuronhoz kapcsolódik. Ez a végrehajtó idegsejt, amelynek idegrostja a mellső szarvon kilépve a gerincvelői ideghez csatlakozik, és a megfelelő vázizomhoz fut, ennek összehúzóását idézi elő. A következő ismert példa

illusztrálja a gerincvelői szomatikus reflexívet (3. ábra). Ha kezünket megszúrja egy hegyes tű, ez ingerli bőrünk fájdalomérző idegvégződését, ami tulajdonképpen egy érzőneuron nyúlványa. Az ingerület, az akcióspotenciál-hullám végigfut az idegroston, bejut a gerincvelőbe és egy interneuron közvetítésével mozgatóneuronra adódik tovább. Ennek axonja az ingerelt kéz hajlítózímához fut. Ingerület hatására az izom összehúzódik, karunk behajlik, így elkapjuk kezünket. A **gerincvelői védekezőreflex** itt ér véget. Mindezeket túl az érzőneuron axonja a gerincvelő fehérállományában elágazódik, és a hátsó kötegben a felszálló idegrost ingerülete az agykéregbe is eljut. Itt alakul ki az érzet, vagyis tudatosul bennünk, hogy „szúrós tárgyhoz értünk”.



3. A gerincvelői védekezőreflex vázlatja

A törzs és a végtagok izmainak működését előidéző szomatikus mozgatóidegsejtek a gerincvelőben találhatóak (5. ábra), még hozzá helyük szabályszerűen követi a beidegzett izom elhelyezkedését. A kéz izmainak mozgatóneuronjai például a gerincvelő nyaki szakaszában találhatóak, a láb mozgatóidegsejtjei pedig a gerincvelő ágyéki és keresztcsonti szakaszában vannak. Ehhez hasonló elrendeződésük a csigolya közti dúcokban helyet foglaló érzőneuronok is (4. ábra). Így könnyen megérthető, hogy például a gerincvelő alsó szakaszának súlyos sérülése a láb érzékelési zavarát és bénulását okozhatja. A belső szervek működését szabályozó vegetatív idegsejtek elrendeződése nem követ hasonló szabályokat.

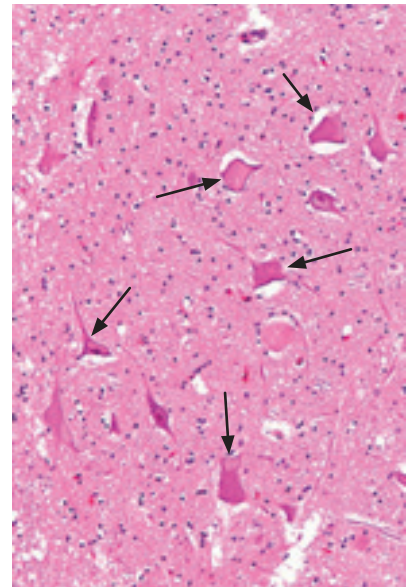


4. A gerincvelői idegek beidegzési területei

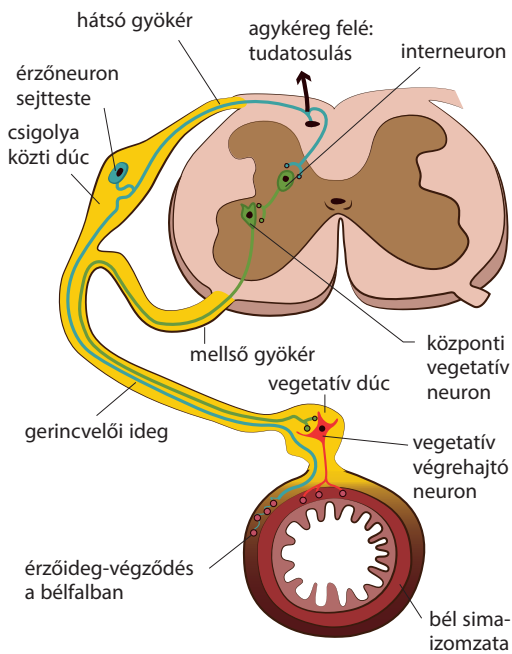
Olvasmány

Serkentés és gátlás ■ A fájdalom ingerrel kiváltott gerincvelői védekezőreflex a kéz hajlítózímának összehúzódását eredményezi. Ezzel egyidejűleg szükségesszerű, hogy az ellentétes hatású feszítőizmok elernyedjenek. Ennek szabályozása úgy történik, hogy a reflexívben részt vevő érzőneuron egyik ága szinapszist létesít egy gátló köztes idegsejttel. A gátló neuron a feszítőizom mozgatóidegsejtjével szinapszist képez, és a belőle felszabaduló ingerületátvivő anyag átmenetileg ingerelhetetlenné teszi a mozgatóidegsejtet.

Ehhez hasonló reflexműködés szabályozza a lábunk izmait is. Amikor például egy szögbe lépünk, amely megszúrja a lábunk bőrét, akkor a hajlítózímok összehúzódása következtében a combunk, térdünk behajlik, így a lábunkat fölkapjuk. Ugyanekkor a másik lábunkban viszont a feszítőizmok húzódnak össze, így ez a láb megtartja a testsúlyt.



5. Mozgatóidegsejtek a gerincvelő mellső szarvában, fénymikroszkópos felvételen. A nyilak a mozgatóneuronok sejttestjeit jelölik



6. Gerincvelői vegetatív reflexív

Keress rá! ■ gerincsérv ■ epidurális érzéstelenítés

Fogalmak ■ agyhártyák ■ agy-gerincvelői folyadék ■ mellső és hátsó szarv ■ felszálló és leszálló pálya ■ mellső és hátsó gyökér ■ gerincvelői ideg ■ védekezőreflex ■ vegetatív reflex ■ központi vegetatív sejt ■ vegetatív dúc

A gerincvelő vegetatív reflexei

A gerincvelőben számos **vegetatív reflex** központja is megtalálható. Többek között szerepe van a bélsatorna mozgásainak szabályozásában (6. ábra). A bétartalom nyomja a bél falában levő érzőideg-végződéseket, így azokban ingerület keletkezik. Az ingerület az érzőidegroston keresztül eljut a gerincvelő szürkeállományába, ahol áttevődik egy ún. **központi vegetatív sejtre**. Ennek idegrostja a mellső gyökéren át hagyja el a gerincvelőt, és a bélsatorna falában levő **vegetatív dúchoz** fut. A vegetatív dúcban található a végrehajtó neuron, amelynek ingerülete összehúzódnáa készíti a bélfal simaizomzatát.

A vegetatív és a szomatikus gerincvelői reflexek felépítése lényegesen eltér. Feltűnő, hogy a szomatikus reflexben a mozgatóneuron a gerincvelő mellső szarvában található, míg a vegetatív reflex végrehajtó idegsejtje a környéki idegrendszerben, egy vegetatív dúcban foglal helyet.

Megtanultam?

A központi idegrendszert **(1.)** és a köztük levő agy-gerincvelői folyadék védi. A gerincvelőbe ingerületet szállító **(2.)** sejtteste a(z) **(3.)**-ban/ben található. A(z) **(2.)** külső nyúlványai a gerincvelői idegben a(z) **(3.)**-ba/be szállítják az ingerületet, a belső nyúlványok pedig a(z) **(4.)** gyökéren keresztül a szürkeállományba, ezen belül a(z) **(5.)** felé továbbítják az ingerületet. A szomatikus reflexívek esetén a(z) **(5.)**-ban/ben levő interneuronok a(z) **(6.)**-ban/ben levő idegsejtek felé vezetnek az ingerületet. Ezek a sejtek végrehajtó neuronok, amelyek axonjai a gerincvelő **(7.)** gyökéren, majd a gerincvelői idegben haladnak tovább. Az axonok a végrehajtó szervhez, vagyis **(8.)** futnak, amelyek az ingerület hatására összehúzódnak. A vegetatív szabályozás reflexíve esetén a gerincvelőben központi vegetatív neuron található, amelynek nyúlványa a gerincvelői idegen át egy **(9.)**-ba/be fut. Itt található a(z) **(10.)**, amelynek axonja a megfelelő zsigeri szervhez vezet az ingerületet, és ennek működését szabályozza.

A gerincvelő **(4.)** kötegeiben a(z) **(11.)** felé felszálló, és onnan leszálló pályák létesítenek kapcsolatot a gerincvelő és a(z) **(11.)** között.

Kérdések, feladatok

- Készíts egyszerű rajzot a gerincvelő felépítéséről, és a vázlatot lásd el feliratokkal, amelyek valamennyi tanult részletet megneveznek!
- Hol található a gerincvelői érző-, köztes és mozgatóneuronok?
- Ujjunkkal véletlenül hozzáérünk a meleg vasalóhoz. Ismertesd az ingerület útját addig, amíg kezünket elkapjuk a forró tárgytól! A gerincvelőnek melyik szakaszában található a mozgatóidegsejt?
- Érzi-e a fájdalmat az az ember, akiben baleset folytán megsérül
 - a megfelelő gerincvelői ideg hátsó gyökere?
 - a megfelelő gerincvelői ideg mellső gyökere?
 Válaszaidat indokold!
- Működik-e a kéz védekezőreflexe abban az emberben, akiben baleset folytán megsérül
 - a kézhez futó gerincvelői ideg hátsó gyökere?
 - a kézhez futó gerincvelői ideg mellső gyökere?
 Válaszaidat indokold!
- Miben különbözik a gerincvelői szomatikus és vegetatív reflexív felépítése?
- A nyári kánikulában mezítláb véletlenül egy eldobott üvegcserepbe lépünk. Egyszerű, sematikus vázlatra rajzolj annak a reflexnek a reflexívét, amely ekkor működésbe lép! A rajzon jelöld meg az egyes idegsejtek típusát (érező, köztes, mozgató), valamint a serkentő és gátló szinapszisokat is!

Megtudhatod

Miért nő a vércukorszint, amikor megijedünk?

26. Az agyvelő

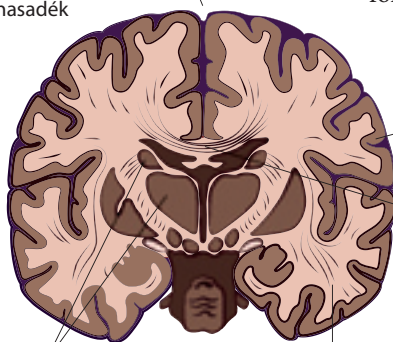
A gerincvelőhöz hasonlóan az agyvelőre is jellemző, hogy benne sejttesteket tartalmazó szürkeállomány és a velőshüvelyes idegrostokat tartalmazó fehérállomány található. Az agyvelő legtöbb részében a kettő jól elkülönül. A szürke- és a fehérállomány elrendeződése azonban lényegesen eltér a gerincvelőétől.

Az agyvelő tagolódása

Az agyvelőben a neuronok sejttesteit tartalmazó szürkeállomány alapvetően kétféle módon szerveződik. Az emberi agy legnagyobb részének a felszínét pár milliméter vastagon borító szürke réteg az **agykéreg**. Az ez alatt elhelyezkedő, a pályákat tartalmazó fehérállományba ágyazódó szürkeállományrészek pedig a **magok** (1. ábra). Az agyvelő fehérállományát alkotó pályák a központi idegrendszer különböző részei között létesítenek összeköttetést.

A gerincvelő folytatásába eső agyrészek közös neve **agytörzs**, amelyet a **nyúltvelő**, a **híd** és a **középagy** alkot (2. ábra). A híd háti oldalánál, a koponya tarkótáji részén található a **kisagy**. A középagyat fölfelé a **köziagy** követi, ennek folytatása pedig az agy legnagyobb részét alkotó, erősen barázdált felületű **nagyagy**.

két féltéke közti
hasadék



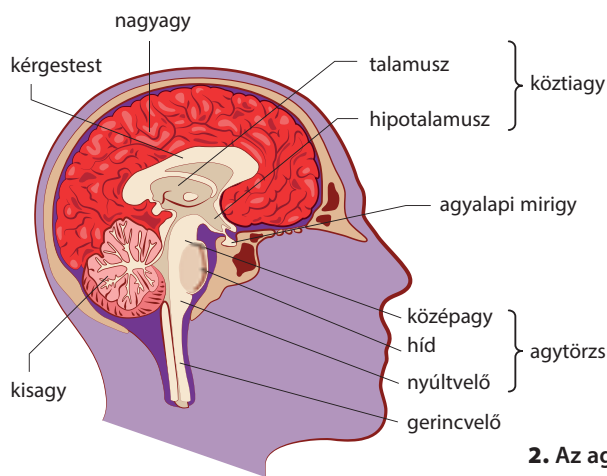
agykéreg
kérgestest

magok
fehérállomány
(pályák)

keresztmetszet



1. Az agy keresztmetszetén jól megfigyelhető a szürke- és a fehérállomány elkülönülése



hosszmetszet

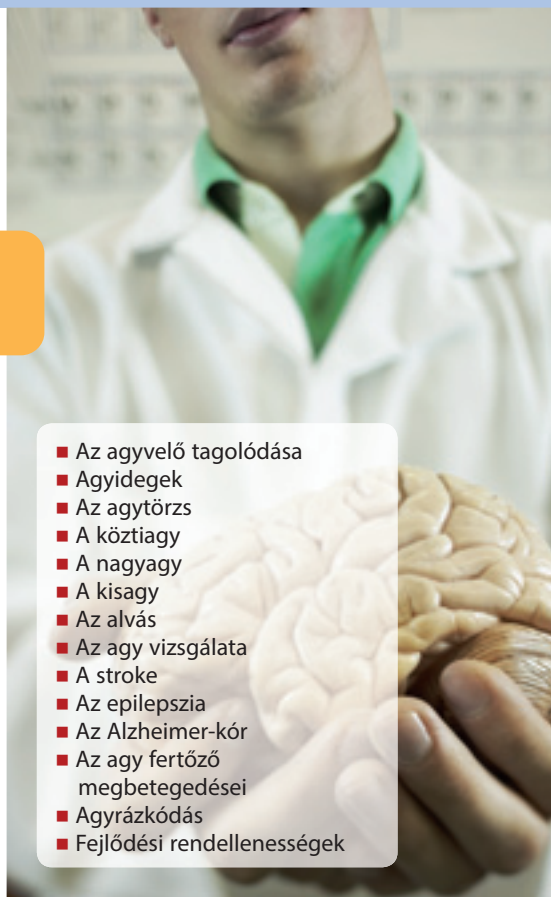


2. Az agy hosszmetsete

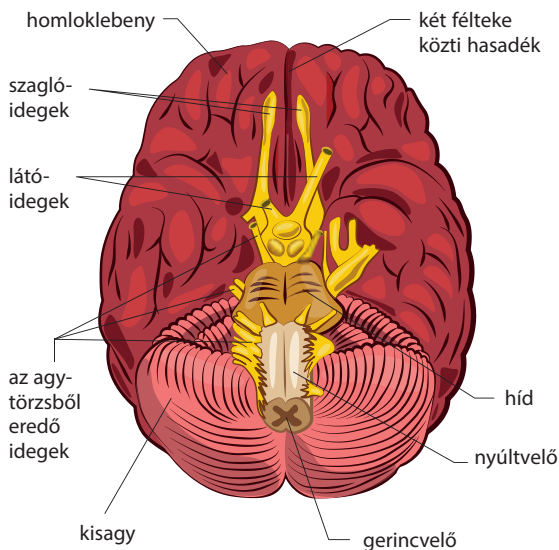
Olvasmány

Számok, adatok az idegrendszerről

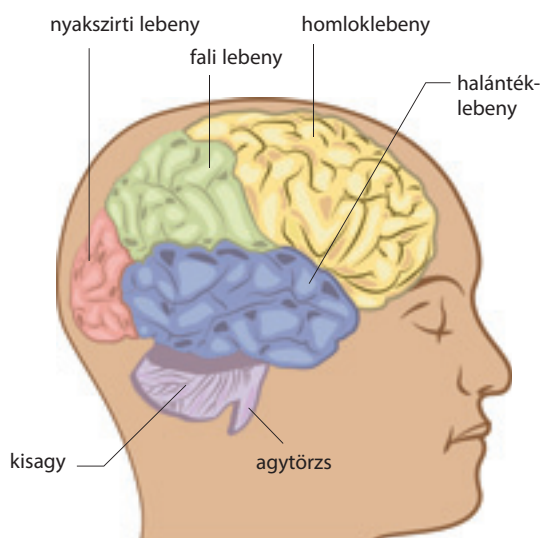
- A gerincesek idegrendszerének fejlettségét az agy- és a testtömeg arányának összevetésével becsülhetjük meg.
- A férfiak agyának tömege átlagosan 1375 g, a nőké 1245 g. Az agytömeg/testtömeg aránya a férfiakban és a nőkben megegyezik.
- Az agykéreg mindössze néhány mm vastag, ám itt található az ember idegsejtjeinek több mint 90%-a.
- Bár az agyféltekék ránézésre egyformának tűnnek, mégis eltérő a működésük. A matematikai gondolkodás, a beszéd, az írás központjai az emberek 98%-ában a bal féltékében található. A művészetekkel (zene, festészet stb.) kapcsolatos készségek, az érzelmek a jobb féltékéhez kötődnek.



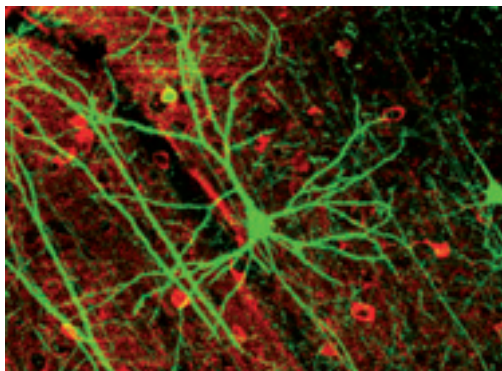
- Az agyvelő tagolódása
- Agyidegek
- Az agytörzs
- A köziagy
- A nagyagy
- A kisagy
- Az alvás
- Az agy vizsgálata
- A stroke
- Az epilepszia
- Az Alzheimer-kór
- Az agy fertőző megbetegedései
- Agyrázkódás
- Fejlődési rendellenességek



3. Az agy alapi részén erednek az agyidegek



4. Az agyvelő oldalnézetén láthatók a nagyagy lebenyei



5. Agykérgi neuronok mikroszkópos felvételen

Agyidegek

Az agyvelőbe befutó és a belőle távozó ingerületek két fő úton haladnak. Egyrészt a gerincvelő felszálló és leszálló pályarendszerein, másrészt az agy saját idegein keresztül. Az **agyidegek** – a gerincvelői idegekhez hasonlóan – szimmetrikusan, párosával lépnek ki a központi idegrendszerből, illetve lépnek be oda (3. ábra). Összesen 12 pár agyidegünk van.

Az agytörzs

Az **agytrzs** felépítésében a szürke- és a fehérállomány nem különül el olyan élesen, mint a nagyagyban és a kisagyban (2. ábra). Az agytörzsi idegsejtek többsége látszólag szabálytalanul elrendeződő csoportokat alkot, amelyet **agytrzsi hálózatos állománynak** nevezünk. A hálózatos állomány neuronjai a gerincvelő fel- és leszálló pályáival, valamint a kisagy és a nagyagy pályáival egyaránt kapcsolatban állnak. Többek között szerepük van az **agykéreg aktív, ébrenléti állapotának** fenntartásában, az izmok működésének szabályozásában. Emellett az agytörzs számos életfontosságú **vegetatív reflexműködés** központját tartalmazza (szívműködés, vérnyomás, légzés, nyelés stb.). A 12 pár agyideg közül 10 pár az agytörzs területéről ered.

A köztiagy

A **köztia**gynak két nagyobb része van: a **talamusz** és az alatta helyet foglaló **hipotalamusz** (2. ábra). A talamusz az érzékszervekből eredő felszállópályák fontos átkapcsoló- és feldolgozóállomása. A hipotalamusz a **vegetatív működések** szabályozásának legfontosabb agyi központja, nyél útján kapcsolódik hozzá az agyalapi mirigy. Látni fogjuk, hogy a hipotalamusz és az agyalapi mirigy együttműködik az életműködések hormonális szabályozásában. Mindezekon kívül a hipotalamuszban helyet foglaló egyik apró mag alkotja a **biológiai órát**, amely a ritmikus életműködések legfőbb szabályozóközpontja.

A nagyagy

A **nagyagy** alkotja az agyvelő legnagyobb részét. Két **féltékéjének** felületét a bemélyedő barázdák és a kiemelkedő tekervények nagymértékben megnövelik. A nagy felületű agykéregben óriási számú idegsejt található. A nagyagy fehérállományába számos mag ágyazódik.

A féltékék a homloktól a tarkó felé haladva meghatározott barázdák mentén lebenyekre oszthatók: **homloklebény, fali lebeny, halánték-lebény, nyakszirti lebeny** (4. ábra). Becslések szerint az emberi nagyagykéreg kb. 20 milliárd idegsejtet tartalmaz, amelyek egymással és más neuronokkal igen bonyolult kapcsolatrendszereket alakítanak ki (5. ábra). Minden tudatos, értelmi működés az agykéreghez kötődik. Csak akkor tudatosulhat például az érzékszervekkel felfogott inger, ha a létrejött ingerület eljut az agykéregbe. Minden akaratlagos működést eredményező ingerület az agykéregből indul ki. A két agyféltékét összekötő hatalmas pályaköteg a **kérgestest**, amely a féltékék között létesít kapcsolatot (1–2. ábra).

A kisagy

A **kisagy** a koponyában a tarkótájékon található, a nagyagy nyakszirti lebenye alatt (2–4. ábra). Felszínét barázdált szürkeállomány, a kisagykéreg borítja. Meghatározó szerepet játszik a **mozgások összerendezésében**, koordinálásában. A szervezetbe jutó alkohol az elsők között a kisagy működését károsítja, ezzel magyarázható, hogy az italos emberek mozgása bizonytalanná válik.

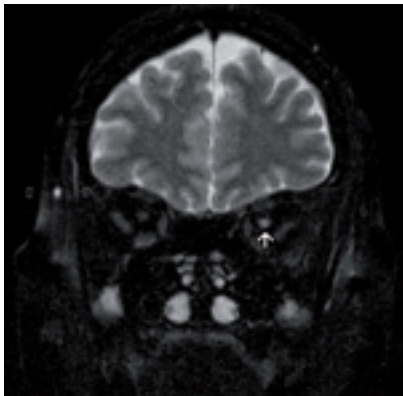
Az alvás

Az alvás rendszeres ismétlődése az idegrendszer ritmikus működésének egyik jellemző megnyilvánulása. Az alvási-ébredési ciklusban az **agykéreg aktivitása váltakozik**. Alvás közben a külvilági ingerek felvétele korlátozott. Az alvási-ébredési ciklus az **agytörzs és a köztiagy** szabályozása alatt áll. Az agytörzsi hálózatos állomány egyes sejtcsoportjaihoz az összes érzékszerv felől érkezik ingerület. Ezek a magvak a belőlük induló pályák útján aktiváló hatást közvetítenek az agykéregbe. Ezek a pályák lényeges szerepet játszanak az agykérgi ébredési állapot, az éberség, illetve a figyelem fenntartásában. Mindezek ismeretében érthető, hogy ha alvás közben erőteljes külső inger (erős hanginger vagy fájdalom) éri az embert, akkor az agytörzsi hálózatos állomány aktiváló pályarendszere működésbe lép, így ébredés következik be. Ha viszont egy éber embert tartósan enyhe, monoton ingerek érnek (pl. egy unalmas előadáson vagy egy jármű egyhangú zajában), akkor az aktiváló pályarendszerek ingerületleadása csökken, ami mérsékli az agykérgi éberséget, így az illető elálmosodhat vagy akár el is alhat. Úgy is mondhatjuk, hogy általában a változatos környezeti ingerek fontos szerepet játszanak az éberség, a figyelem fenntartásában.

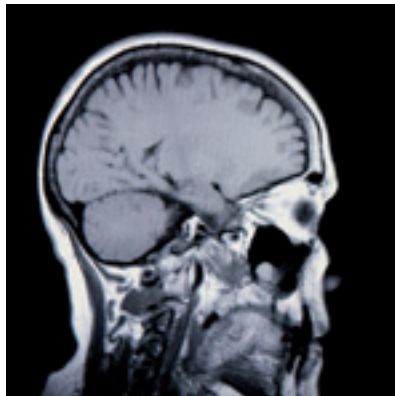
Az agy vizsgálata

Régebbi korokban az agy egyes részeinek szerepére csak a különböző agysérülésekből lehetett következtetni. Megfigyelték, hogy bizonyos agyterületek sérülése a mozgás vagy a beszéd zavaraihoz, vagy éppen emlékezetkieséshez vezetett. Az orvosok vizsgálati eszköztára az utóbbi évtizedekben jelentősen gazdagodott. A legtöbb ilyen eljárás nemcsak a koponya, illetve az agy vizsgálatára szolgál, hanem segítségükkel más szervek, testrészek elváltozásai is eredményesen tanulmányozhatók.

A **CT-vizsgálat** (számítógépes tomográf) röntgensugár használatával rétegfelvételt készít, amely az orvos számára fontos információkat ad a test belső állapotáról (6. ábra). Az **MRI** a „mágneses rezonanciás képalkotás”



6. CT-felvételek a fej keresztmetszetéről



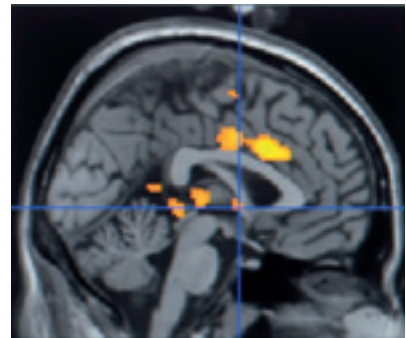
7. MRI-felvétel a fej hosszmetzetéről

Olvasmány

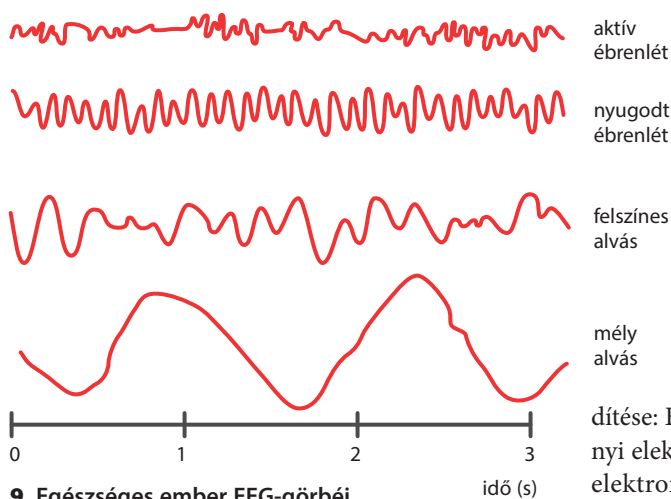
Az alvás időpocsékolás? ■ Az alvást szabályozó biológiai óra kapcsolatban van a szem ideghártyájával, így a fény mennyisége befolyásolja azt, hogy nappali életmódunknak megfelelően nap közben ébren vagyunk, míg éjjel alszunk. Az alvást szabályozó agyi pályarendszerek működésének megváltozásakor, illetve bizonyos pszichés tényezők (pl. stressz, szorongás) hatására alvászavar alakulhat ki.

Az alvás pontos funkciója ma sem ismert. Az biztosnak tűnik, hogy nagyon fontos agyi folyamatok játszódhatnak le alvás közben, hiszen tartós megvonása igen súlyos problémákat okoz. Az alvás folyamata különböző eljárásokkal vizsgálható, innen tudjuk, hogy átlagosan 90–120 perces szakaszokra tagolódik. Minden szakaszban felszínes és mély alvási periódusok követik egymást. Az álmok a kevésbé mély alvás időszakában jelennek meg, ez azonban nem azt jelenti, hogy ez kevésbé fontos. Kísérleti bizonyítékok támasztják alá, hogy az álomalvás létszükséglet.

A megfelelő mennyiségű és minőségű alvás előfeltétele a testi-lelki egészségnek. Már kisgyermekkorától kezdve lényeges az alvás fontosságára való tudatos odafigyelés, a megfelelő napi-rend kialakítása és a zavartalan alvás körülményeinek biztosítása. Ezek révén csökkenthető az alvászavarok kialakulásának esélye.



8. A funkcionális MRI-felvételen jól látható, hogy az agy mely részei működnek épp aktívabban



9. Egészséges ember EEG-görbéi



10. Az EEG-vizsgálathoz elektródokat helyeznek el a fejen

HA AZ ALÁBBI TÜNETEKET ÉSZLELED,
AZ IDŐ A LEGFONTOSABB!

Arc

Kérd meg a beteget:
MOSOLYOGJON!

Karok

Kérd meg a beteget:
EMELJE FEL MINDKÉT KARJÁT!

Beszéd

Kérd meg a beteget:
**BESZÉLJEN, MONDJON EGY
EGYSZERŰ MONDATOT**

(összefüggően:
pl. Szép napunk van.)!



Azonnal hívd a mentőket (112)
és mondd el a tüneteket, ha
az illetőnek a három kérdés
teljesítésének bármelyikével
nehézsége van!

11. Teendők stroke-gyanú esetén

angol kifejezésének rövidítése. Az MRI egy erős mágnes és rádióhullámok segítségével készít részletes képet a test belső részeiről. Ez a vizsgálat a lágy szövetek (pl. az agy) területén részletesebb képet ad, mint a röntgensugár (7. ábra). Az úgynevezett **funkcionális MRI** már valóban elsősorban az agyvelő vizsgálatára szolgál. Az eljárással azt mutatják ki, hogy az agy egyes területein milyen az anyagcsere intenzitása. Ennek alapján tehát megállapítható, hogy az agy mely területei különösen aktívak (8. ábra).

Régóta használt vizsgálati módszer az **elektroencefalográfia**, amellyel kizárólag az agy vizsgálható (rövidítése: EEG). Ezzel a módszerrel az agykéregben keletkező parányi elektromos változásokat mérik. Az EEG nagyszámú idegsejt elektromos aktivitásának összegződéséből jön létre. Az EEG módszerének előnye, hogy azonnal mutatja az agyműködés megváltozását, így segítségével hatékonyan tanulmányozhatók például az alvás-ébrenlét ciklus szakaszai (9–10. ábra), illetve más agyi állapotok.

A stroke

A **stroke** napjaink leggyakoribb olyan életveszélyes betegsége, amely az idegrendszert károsítja. Magyarul agyi érkatasztrófnak szokták nevezni. Ilyenkor az agyállomány egy részének csökken vagy megszűnik a vérellátása, és ezáltal az oxigénellátása. Leggyakrabban az eret elzáró **vérrög vagy érszűkület** rejlik a háttérben. Az is előfordul, hogy egy agyi artéria megreped és belőle a vér kifolyik – ez az **agyvérzés**. Az agyvérzés azért is veszélyes, mert a koponya nem tágul, ezért a kiszivárgó vér összenyomja az agyszöveteket, amelyek a nyomásnövekedés miatt károsodnak.

A stroke tünetei változatosak, jórészt attól függenek, hogy az agy melyik részét érinti a károsodás. Vannak azonban általános, gyakori tünetek: féloldali látászavar, zsidbadás, bénulás, mozgászavar (pl. a beteg nem tud aprólékos finom kézmozgásokat végezni), az arc egyik oldala petyhüdtté válik, forgó szédülés, hányinger, zavarodottság jelentkezik, a beteg értelmetlen szavakat és mondatokat mondhat. Súlyos esetben eszméletvesztés is bekövetkezhet. Ha ilyen tünetek jelentkeznek, akkor a beteghez azonnal mentőt kell hívni, amely őt stroke-centrumba, vagy legalább ideggyógyászati osztályra szállítja. **A stroke kezelésében döntő jelentőségű az idő:** minél hamarabb kerül kórházba a beteg, annál kisebb károsodásokkal járhat a betegség (11. ábra). A stroke kialakulását számos veszélyeztető tényező segítheti elő, amelyek egy része az életmód helyes megválasztásával elkerülhető. A stroke kockázatát növeli például a magasvérnyomás-betegség, a szívbetegség, a cukorbetegség, az érelmeszesedés, a cigarettázás, a túlzott alkoholfogyasztás, a mozgásszegény életmód, a drogok használata, a stressz.

Az epilepszia

Az epilepszia a stroke után az agy második leggyakoribb megbetegedése. Az esetek jelentős részében ismeretlen okból alakul ki. Epilepsiában bizonyos idegsejtek nagyon aktívvá válnak, és ez az aktivitás szétterjed az agykéregben. Ennek hatására úgynevezett **rohamok** jelennek meg, amelyek során kóros EEG-hullámokat lehet mérni. Legismertebbek és legfélelmetesebbek a nagyrohamok. A beteg ekkor elveszti eszméletét, elesik, az egész test izomzata ritmikus görcsbe rándul, majd elernyed. A roham alatt történetekre a beteg nem emlékszik. Ha ilyen rohamot látunk, akkor védjük meg a beteget a sérülésektől,

fektessük oldalára, mielőtt a roham csillapodik. Maradjunk a beteg mellett, próbáljuk megnyugtatni. A rohamot nem lehet megszüntetni, ne is próbáljuk! Ha már elkezdődött, minden külső beavatkozás sérüléseket okozhat. Egy átmeneti zavart periódus után a betegek hamarosan visszanyerik eszméletüket.

Az epilepsziás betegek egy részében ritmikus fényingerek rohamok megjelenését válthatják ki, így nekik tartózkodniuk kell a villódzó videójátékoktól, illetve tévéadásoktól.

Az epilepsziának a nagyroham mellett enyhébb fajtái is léteznek, ilyen például a néhány másodpercig tartó tudatzavar, melynek során a szemháj- és esetleg más izmok rángása jelentkezik. Sok esetben olyan gyors, hogy a külső szemlélő nem is veszi észre. Sokszor nem is rosszulétnak tartják, hanem tévesen koncentrációs vagy tanulási zavarra, álmodozásra gyanakodnak.

Az Alzheimer-kór

Az Alzheimer-kór jellemzően az idősebb korosztály betegsége, 60 éves kor fölött az életkor előrehaladtával növekszik a gyakorisága. A beteg eleinte új adatokat, információkat nehezen tud megjegyezni, amit elsősorban saját maga vesz észre. Később a környezetének is feltűnik a **feledékenység**. A betegség lassan súlyosbodik, idővel már a régebbi emlékek is kiesnek. Megnehezül és egyre felszínesebbé válik a gondolkodás. A beteg személyisége is megváltozhat: törekvései lassan eltűnhetnek, esetleg nyugtalan vagy lehangolt, közönyös lesz. Végül az önálló életvitelre képtelenné válik, mivel térbeli tájékozódóképessége elvész, már környezetét, hozzátartozóit sem tudja azonosítani. Az Alzheimer-kór oka az agy idegsejtjeinek göccsben jelentkező pusztulása, ami egy kóros fehérjefelhalmozódással függ össze (13. ábra). A betegség tünetei korszerű gyógyszerekkel csökkenthetők, és a kór előrehaladása aktív gondolkodással, tanulással lassítható.

Az agy fertőző megbetegedései

Az agy számos megbetegedése kórokozók által történő fertőzés következménye. Közismert például a kullancsok által terjesztett vírus, amely **agyhártya- és agyvelőgyulladást** okoz. A fertőzés után influenzaszerű tünetek jelennek meg, majd akár bénulás is kialakulhat. Védőoltás beadásával a betegség megelőzhető.

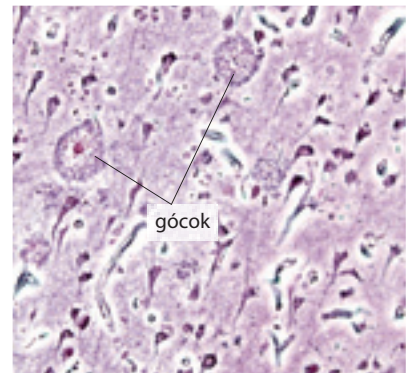
A **fertőző agyhártyagyulladás** esetenként az agyburkok gennyes megbetegedését okozhatja, gyakran váratlanul alakul ki. Nagyrészt csecsemőket, gyerekeket, fiatalokat ér el a kór, mivel az ő immunrendszerük még eltér a felnőttekétől. A kórokozó baktériumok a nyál útján terjednek, de fertőzőképességük szerencsére nem nagy. Csak szoros együttléttel, például nyálcserevel vagy gyakori, ismételt érintkezés (zsúfolt együttlakás, együttalvás) során következik be a fertőzés. A betegség kezelése antibiotikummal történik, de megelőzésre hatékony védőoltások állnak rendelkezésre.

Agyrázkódás

Az idegrendszer károsodásának oka gyakran valamilyen sérülés, baleset. A fejre érő ütések **agyrázkódást** okoznak, ha az agy szövetei fizikailag maradandóan nem károsodnak. Ilyen esetben az idegsejtek működése csak átmenetileg szenved zavart. Eszméletvesztés következhet be, amely után a tudat lassan tisztul, és gyakran hányinger, szédülés, fejfájás jelentkezik. Enyhe tünetek esetén a sérültet 1-2 napra ágyba kell fektetni, de eszméletvesztés és hányás esetén gyorsan orvoshoz kell fordulni, mivel ezek együtt már súlyosabb sérülés, például agyvérzés tünetei lehetnek.



12. A középkorban az epilepsziát természetfeletti betegségnek tartották, és koponyalékeléssel kívánták elősegíteni a betegséget okozó ártó szellemek távozását



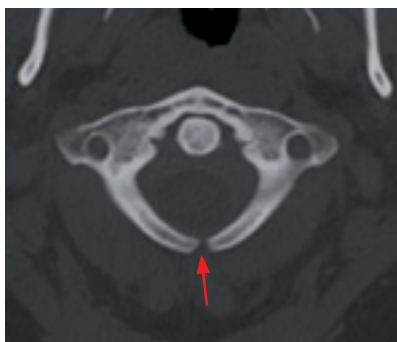
13. Alzheimer-kóros beteg agyából készült metszeten a kóros fehérjék felhalmozódásából kialakuló göccs figyelhető meg

Olvasmány

Prionok ■ A prionok nem is élőlények, hanem az idegszövetben előforduló fehérjemolekulák kóros változatai. Eredeti működésüket nem látják el, viszont más fehérjemolekulákat magukhoz hasonlóvá alakítanak, így belőlük egyre több halmozódik fel. Egyes prionok különböző fajok között is terjedhetnek. A Creutzfeldt-Jakob-kór a gondolkodási képességek romlásával jár, és néhány éven belül halállal végződik.



14. Down-szindrómás fiú



15. Röntgenfelvétel nyitott nyakcsigolyáról. A csigolyáiv nem forrt össze (nyíl jelzi)

Keress rá! ■ migrén, REM-fázis

Olvasnivaló ■ Norman Doidge: A változó agy

Fejlődési rendellenességek

Végül említsük meg, hogy az idegrendszeri működés zavarát fejlődési rendellenesség is okozhatja, illetve genetikai oka is lehet. Közismert például a **Down-szindróma**, amely egy kromoszómaszám-rendellenesség következtében alakul ki, és az agykéreg fejlődési hibája miatt szellemi visszamaradottsággal jár (14. ábra).

Nem ritka rendellenesség, amikor egy vagy több csigolya nem fejlődik ki teljesen, és ezért a gerincvelő egy része védtelenül marad. Ez az úgynevezett **nyitott gerinc** (15. ábra). Ha csak egy-két csigolyaív nem záródik teljesen, az általában nem okoz problémát. Abban az esetben azonban, amikor több csigolya jelentős hiánnyal fejlődik ki, a gerincvelő is sérülhet, ami a mozgás vagy a zsigeri működések szabályozásának súlyos zavarához vezethet. Szerencsére az utóbbi évtizedekben egyre ritkábban fordulnak elő ilyen fejlődési rendellenességek, mivel ismertté vált, hogy a terhesség alatt, főleg az elején **folsav** (B₉-vitamin) adagolásával nagymértékben csökkenthető ennek a betegségnek az esélye a magzatban.

A gondolkodási és memóriazavarokkal járó betegségek megítélésénél is feltétlenül figyelembe kell venni, hogy a beteg, fogyatékos emberek állapota nem saját szándékukon múlik, emberi mivoltukat, értéküket nem érinti. Nem sajnálni kell az ilyen helyzetbe került embertársainkat, hanem lehetővé tenni számukra, hogy ugyanolyan életet élhessenek, mint bárki más.

Fogalmak ■ agytörzs ■ agytörzsi hálózatos állomány ■ nyúltagy ■ híd ■ középagy ■ köztiagy ■ talamusz ■ hipotalamusz ■ kisagy ■ nagyagy ■ félteke ■ homloklebény ■ fali lebény ■ halántéklebény ■ nyakszirti lebény ■ kérgestest ■ agyideg ■ CT ■ MRI ■ EEG ■ stroke ■ epilepszia ■ agyvérzés ■ agrázkódás ■ Alzheimer-kór ■ Down-szindróma

Megtanultam?

A nyúltagy, a(z) **..(1)..** és a(z) **..(2)..** alkotja az agytörzset. Az agytörzs idegsejtjei hálózatos állományt alkotnak, amely életfontosságú **..(3)..** reflexek központjait tartalmazza. A köztiagy részei a(z) **..(4)..** és a **..(5)..** Utóbbi a(z) **..(3)..** működések szabályozóközpontja, és a hormonális szabályozásban is részt vesz. A nagyagy két féltekéjének barázdált felületét **..(6)..** borítja, amelyhez a tudatos és értelmi működések kötődnek. A féltekék meghatározott barázdák mentén **..(7)..** tagolhatók. A kisagy a mozgások **..(8)..**-ban/ben játszik szerepet. Az agyvelőt a gerincvelővel fel- és leszálló **..(9)..** kapcsolják össze, az érzékszervekkel és a létfenntartó szervekkel pedig a(z) **..(10)..** révén létesít kapcsolatot.

Kérdések, feladatok

1. A gerincvelőtől fölfelé haladva sorold fel az agyvelő részeit!
2. Melyek az agytörzs részei, és milyen szabályozó működéseket végeznek?
3. Nevezd meg a köztiagy részeit és ezek szerepét!
4. Sorold fel a nagyagy lebenyeit!
5. Röviden, egy mondatban fogalmazd meg az agykéreg általános jelentőségét, és sorold fel legalább öt konkrét, különböző funkcióját!
6. Mi a jelentősége annak, hogy a nagyagy felületét többszöröseire növelik a barázdák és a tekervények?
7. Mi biztosítja, hogy a két agyféltekéből kölcsönösen átjutnak a másikba az információk?
8. Mi a kisagy funkciója?
9. Nézz utána, milyen változások következnek be az Alzheimer-kór kialakulásakor az agyban! Keress ismert embereket, akik ebben a betegségben szenvedtek!

Megtudhatod

Légzéskor a levegőt nem lehet akármennyig visszatartani. Miért?

27.

A vegetatív szabályozás

A vegetatív idegrendszer a **zsigeri működéseket szabályozza**, például a vérkeringést, a tápcsatorna működéseit és a légzőszerveket. Ezek a működések általában nem tudatosulnak, és a legtöbb esetben akaratlagosan nem befolyásolhatók.

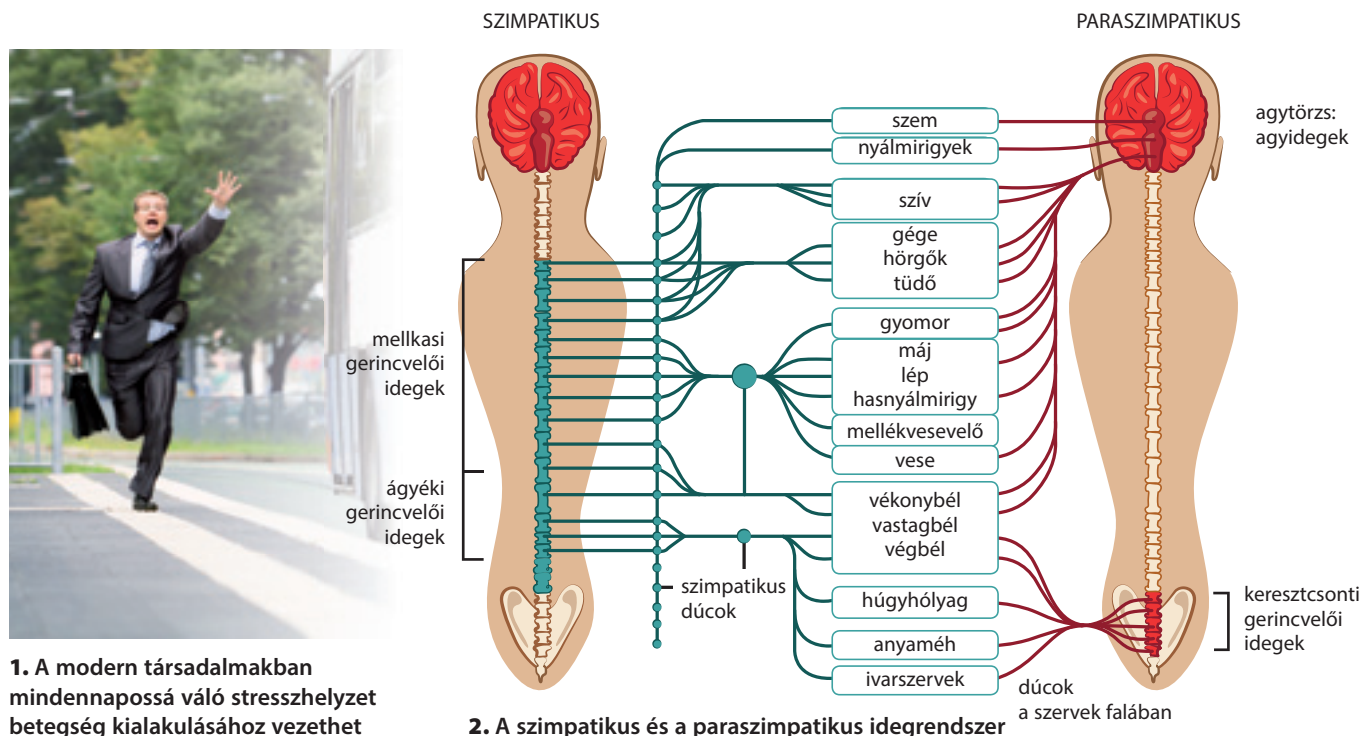
A vegetatív idegrendszer

A szomatikus és a vegetatív idegrendszer felépítése jellegzetes különbségeket mutat. Fontos eltérés, hogy a vegetatív reflexek végrehajtó neuronjai nem a központi idegrendszerben, hanem a környéki idegrendszer dúcaiban találhatók. A központi idegrendszerből kilépő, vegetatív szabályozást végző idegrostok a vegetatív dúcokba futnak, és ott szinapszist alkotnak a végrehajtó neuronnal. A végrehajtó neuron simaizomhoz vagy mirigyhez továbbítja az ingerületet. Ennek hatására a simaizom összehúzódik, illetve a mirigy váladéktermelése fokozódik.

A központi idegrendszerben a vegetatív szabályozást végző neuroncsoportok igen sok helyen megtalálhatók, így többek között a gerincvelőben, az agytörzsben és a hipotalamuszban is. A környéki idegrendszerhez tartozó, vegetatív működéseket szabályozó idegsejtek két fő úton fejtik ki hatásukat a zsigeri működésekre. Ennek alapján különböztetjük meg a **szimpatikus** és a **paraszimpatikus** idegrendszert (2. ábra).



- A vegetatív idegrendszer
- A szimpatikus idegrendszer
- A paraszimpatikus idegrendszer
- A hipotalamusz szerepe
- Az agytörzs szerepe a vegetatív szabályozásban



Szimpatikus hatás	Jelenségek	Paraszimpatikus hatás
nő	vázizmok vérellátása	csökken
nő	légzés intenzitása	csökken
nő	szívműködés intenzitása	csökken
nő	vérnyomás, véráramlás	csökken
nő	agy vérellátása	csökken
csökken	zsigeri szervek vérellátása	nő
csökken	bélmozgás intenzitása	nő
csökken	emésztőmirigyek váladéktermelése	nő

3. A vegetatív idegrendszer hatásai

Olvasmány

Stresszbetegségek ■ A „jó stressz” a kihívást jelentő, megoldható feladatokat és a fizikai aktivitást jelenti. Ezeknek a hatása testi és szellemi téren is pozitív. A „rossz stressz” ellenben az állandósult és feladatlan feszültségeket jelenti. A folyamatos szimpatikus hatás miatt az emésztőszervek vérellátása elégtelen, működése, regenerációja lassul, aminek gyakori következménye a gyomorfekély. A szívet serkentő hatások pedig magas vérnyomást okoznak, annak minden további káros hatásával. A stresszes élet a pihenés hatékonyságát is csökkenti, ami végül tovább fokozza a feszültséget.

Jó befektetés, ha az ember le tud mondani egyes remélt sikereiről a hosszú távú jólléte érdekében. Ezzel együtt nem zárható ki teljesen a „rossz stressz”, mindenkinek vannak hullámvölgyek az életében. Ilyen időszakokban különösen fontos, hogy rendszeres sportolással, vagy más „jó stresszes” tevékenységgel segítsük a szimpatikus hatás lecsengését.

A szimpatikus idegrendszer

A szimpatikus idegrendszerben a vegetatív működéseket szabályozó idegsejtek axonjai a **mellkasi és ágyéki gerincvelői idegekben** lépnek ki, majd több irányban, gazdagon elágaznak. A környéki idegrendszer egyes vegetatív dúciban az axonágak átkapcsolódnak a dúcban lévő idegsejtekre. Az ingerület így a szervezetben sok irányban szétterjed, szóródik, ezért a szimpatikus idegrendszer **általános hatású**, egyszerre több szerv működését befolyásolja. Hatása az egész szervezetet igénybe vevő események és tevékenységek alkalmával kerül előtérbe, például fizikai megterhelés, komolyabb munkavégzés esetén. **Vészreakciónak** is nevezik a szimpatikus idegrendszer egészének aktiválódását, mert olyan helyzetekben következik be (pl. erős fájdalom, izgalom, intenzív izommunka), amelyek alkalmazkodás nélkül a szervezet épségét, normális működését veszélyeztetnék (1. ábra).

A szimpatikus idegrendszer hatására a védekezés lehetőségét biztosító szervek, így az intenzíven működő vázizmok vérellátása növekszik a zsigeri szervek rovására. A vér megfelelő oxigénkoncentrációjának fenntartása érdekében a légzés fokozódik. A szívműködés gyorsul, a vérnyomás nő, ami a véráramlás fokozza, végső soron a sejtek oxigén- és tápanyagellátását biztosítja. A bélcsatorna mozgása és az emésztőnedvek termelése viszont csökken, ezért ezeknek az életműködéseknek az energia- és oxigénigénye kisebbé válik (3. ábra).

A paraszimpatikus idegrendszer

A paraszimpatikus idegrendszer rostjai a központi idegrendszerből egyes **agy-idegekben** (pl. a X. agyidegben, a bolygóidegben) és a **keresztcsonti gerincvelői idegekben** lépnek ki. E rostok azonban nem ágaznak el, hanem egyenesen valamely szerv felé futnak, és annak közelében vagy a szerv falában levő vegetatív dúcban kapcsolódnak át végrehajtó neuronra. A paraszimpatikus idegrendszer ingerülete ezért nem általános hatású, hanem **körülírtan egy-egy szervre hat**, többnyire a szimpatikus hatással ellentétes módon (3. ábra). Paraszimpatikus hatásra a zsigeri szervek, köztük a bélcsatorna, az emésztőmirigyek és a vese vérellátása nő, működésük fokozódik. A szívműködés és a légzés nyugalmi ritmusát is paraszimpatikus hatás állítja be.

A hipotalamusz szerepe

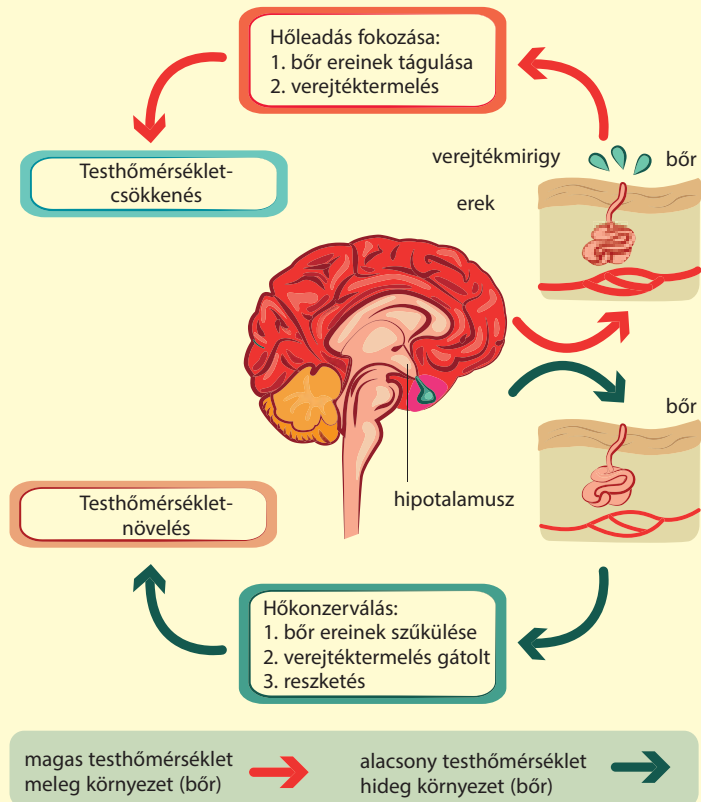
A hipotalamusz a legmagasabb szintű zsigeri szabályozó, azonban az agyban lévő számos kapcsolata miatt nehéz a tudatostól elkülöníteni. Működésének határai elmosódhatnak, a következmények egy része tudatosan is befolyásolható (4. ábra).

Inger	Hatás	Következmény
bélrendszer üres vércukorszint csökken	éhségérzet	táplálék felvétele (éhség)
a vér töményedik a vér térfogata csökken	szomjúságérzet	víz felvétele (szomjúság), vizeletképzés csökkentése
a testhőmérséklet a kívánatosnál alacsonyabb	hidegérzet	bőr véreirei szűkülnek, verejtékmirigyek gátlódnak, libabőr, vacogás

4. A hipotalamusz szerepe a homeosztázis fenntartásában. Ellentétes ingereknek természetesen a hatása és a következménye is fordított

Olvasmány**A hipotalamusz szerepe a**

testhőmérséklet szabályozásában ■ A hipotalamusz a testhőmérséklet szabályozásának központja. Egészséges emberben a test belső hőmérséklete átlagosan 37,5 °C. A bőr ennél hidegebb: hónaljban általában 36–36,5 °C mérhető. A hipotalamusz hőszabályozó neuroncsoportjai a környezet és a test belső hőmérsékletének alakulásától függően szabályozzák a hőleadó és hőtermelő folyamatokat. Meleg környezetben, illetve a test hőmérsékletének növekedését érzékelve a „hűtőközpontból” kifutó ingerület hatására fokozódnak a hőleadó folyamatok: a bőr erei tágulnak, a rajtuk átáramló meleg vér a környezet felé hőt ad át. A verejtéktermelés növekedése pedig a párolgás hőelvonó hatása miatt hűti a szervezetet. Hidegben és a test hőmérsékletének csökkenésekor a hűtőközpont működése csökken és aktiválódik a „fűtőközpont”. Ennek hatására a verejtéktermelés megszűnik, a bőrerek pedig szűkülnek. Ha a hőmérséklet még alacsonyabb lesz, akkor akaratlan izommozgások indulnak be: a szőrmerevítő simaizmocskák összehúzódása miatt „libabőr” jelentkezik, majd vacogás, reszketés kezdődik. Az izommozgás hő felszabadulásával jár, ez pótolja a szervezet hővesztését.

A testhőmérséklet szabályozása**Olvasmány****Láz és lázcsillapítás**

■ A láz, ami sokféle betegség velejárója, a hipotalamusz hőszabályozó működésének átállítódása miatt következik be. Ha fertőzés vagy más ok következtében a fehérvérsejtek aktiválódnak, olyan anyagokat termelnek, amelyek a hipotalamuszban levő hőszabályozó neuroncsoportok érzékenységét befolyásolják. Ilyenkor a hipotalamusz magasabb testhőmérsékletet igyekszik beállítani, és amíg a szervezet ezt el nem éri, addig a fűtőközpont uralja a hőszabályozás folyamatait. Ezzel magyarázható, hogy a láz kialakulásakor a beteg fázik, hideg rázza, hiszen így termelődik hő a testhőmérséklet emeléséhez. Amikor a láz már nem emelkedik, akkor a hidegrázás és a hidegérzet megszűnik. A normálisnál kissé magasabb testhőmérsékleten az immunrendszer működése fokozottabb, ami elősegítheti a kórokozók legyőzését. Ezért a hónaljban mért 38 °C körüli hőmérsékletig általában nem szükséges lázcsillapítást alkalmazni. Az extrém magas, 39 °C feletti láz már károsíthatja a szöveteket. Lázcsillapítást a közérzet javítása miatt is szoktak alkalmazni, azonban ennek a betegség elhúzódása lehet a következménye.

A lázcsillapító gyógyszerek lázas állapotban elősegítik azt, hogy a hipotalamusz hőszabályozó központjainak működése újból a normális testhőmérsékletet állítsa be, fokozódnak a hőleadás folyamatai.

Olvasmány**Védekezőreflexek: tüszentés, köhögés, hányás**

■ Ezeknek a védekezőreflexeknek a központja a nyúltagyban található. Ha a gége vagy a légcső belső felszínéhez hozzáér valami, akkor az ott elhelyezkedő, tapintásra érzékeny idegvégződésekben ingerület képződik, ami a nyúltvelő megfelelő neuroncsoportjához jut. Az innen származó ingerület *köhögést* idéz elő. Az orrüreg felületének mechanikai és kémiai ingerlése hasonló lefutású reflexív útján *tüszentést* okoz.

A *hányásnak* az a funkciója, hogy a bélcsatornába került fölösleges vagy káros hatású anyagoktól megszabaduljon a szervezet. A hányás reflexének ingerei lehetnek a bélben elszaporodó baktériumok méreganyagai, a hasüreg más zsigereit érő káros hatások, kellemetlen szagok vagy akár szédülés is.

Megtudhatod

Mi történik az idegrendszerünkben, amikor megtanulunk táncolni?

28.

A mozgatóműködések szabályozása

A vázizmok működését a **szomatikus idegrendszer** szabályozza. A harántcsíktolt izomszövet gyors összehúzódásra képes, ezért működésük finom összehangolása különösen fontos. A vázizmok összehúzódásáért az izommal szinapszist alkotó **mozgatóneuronok** a felelősek. Izom-összehúzódás akkor következik be, amikor a mozgatóidegsejt axonján haladó ingerület a szinapszisban átadódik az izomra.

A mozgatóneuronok elhelyezkedése

A fej izmait beidegző mozgatóneuronok sejtteste az agytörzsben van, a törzs és a végtagizmokra ható mozgatóidegsejteké pedig a gerincvelő szürkeállományának mellső szarvában. A mozgatóneuronok sejttestének elhelyezkedése az izom helyétől függ: például a kéz izmait beidegző sejtek a gerincvelő nyaki, a láb izmait beidegző sejtek pedig a gerincvelő ágyéki tájékában foglalnak helyet (25. lecke, 4. ábra).

Nem szándékos mozgások

A nem szándékos mozgások szabályozásának egyik példája a fájdalmas inger hatására, tehát sérülés veszélye esetén megnyilvánuló **védekezőreflex**, amelyet a gerincvelő megismerésekor tekintettünk át.

A vázizomzat működése biztosítja a testtartást is, ami szintén nem tudatos tevékenység. Azok az izmok, amelyek a gravitáció hatása ellenére lehetővé teszik a testhelyzet fennmaradását, állandóan többé-kevésbé összehúzódtott állapotban vannak. Ez a jelenség az **izomtónus**, amely folyamatos reflexműködés eredménye. Példaként vizsgáljuk meg a térd egyenesen tartását álló testhelyzetben (1. ábra)! Ha a test súlya miatt a térdízület bármily csekély mértékben behajlik, akkor emiatt a sípcsonton tapadó **térfeszítő izom** megnyúlik. A megnyúlás ingerületet kelt az **izom érzőideg-végződésében**. Az ingerület az érzőneuron útján a gerincvelői mozgatóidegsejthez, majd a térfeszítő izomhoz jut, amely összehúzódik, és így visszaáll az eredeti izomhosszúság. A reflex tehát fenntartja a testhelyzetet. Valamennyi izmot, amely a gravitáció ellen hat, ehhez hasonló reflex működteti. A „nyugalmi izomhosszúságot” viszont akaratlagosan szabályozni tudjuk, ezért például hajlított térdrel is állhatunk.

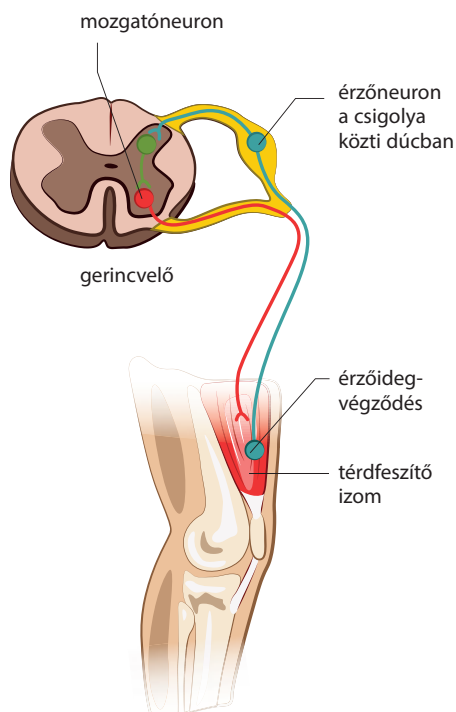
Kísérletezz!

A térdreflex vizsgálata ■ Próbáld ki a térdreflex működését! Ül le kényelmesen egy székre, és egyik lábadat lazán vedd keresztbe a másikon. Egyik kezed ujjait zárd össze, és tenyered élével mérd ütést a felső láb térdkalács alatti inára. Figyeld meg a reflexválaszt!

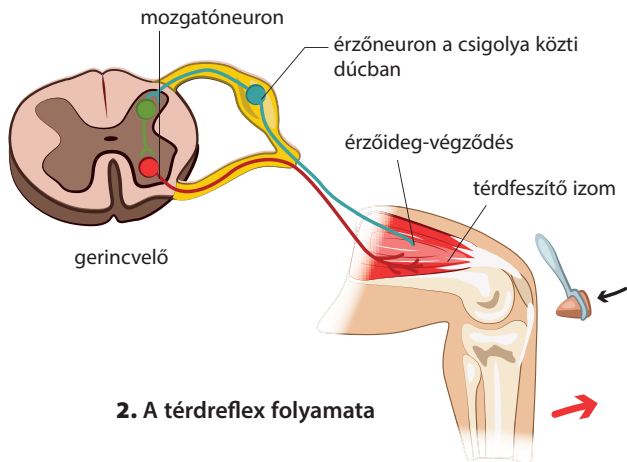
Fogalmazd meg a tapasztalt reflexválasz lényegét! Idézd fel a reflexív felépítését, az ingerület képződését és útját! Mi ennek e reflexnek az élettani funkciója?



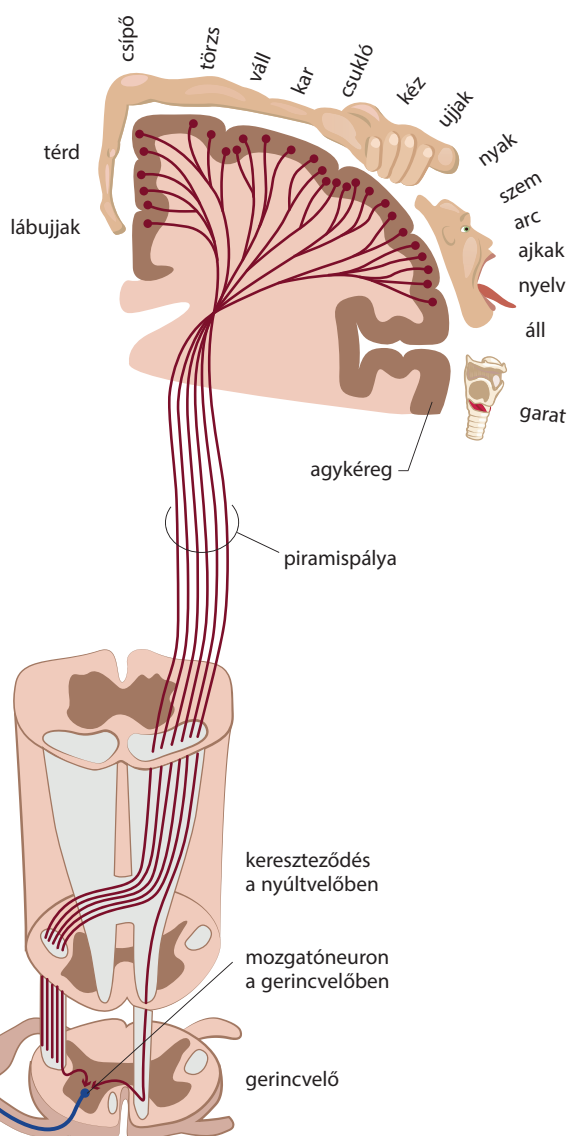
- A mozgatóneuronok elhelyezkedése
- Nem szándékos mozgások
- Szándékos mozgások
- A piramispálya
- A piramispályán kívüli mozgatórendszerek



1. Izomtónus kialakulása a térfeszítő izomban



2. A térdreflex folyamata



3. Az agykérgi mozgatómező és a piramispálya.

A rajz felső részén az agyfélteke keresztmetszeti vázlatán látható, hogy a különböző testtájak izomzatának mozgatásáért felelő idegsejtek milyen arányban vannak jelen és hogyan helyezkednek el a mozgatómezőben

Egyes betegségek kivizsgálásakor az orvos kipróbálja a **térdreflexet**. Ennek jó működése az idegrendszer állapotáról, épségéről tájékoztat. Amikor a lábszár lazán csüng, a térdkalács alatt a térdfeszítő izom tapadását biztosító ínra mért ütés lefelé megrántja az izmot. Ép reflexműködés esetén az izom gyorsan összerándul, és a láb előrelendül (2. ábra).

Szándékos mozgások

A tudatosan befolyásolható mozgások szabályozásánál az ingerület az **agykéregből** indul, főként a homloklebény hátsó részéből. Az ingerület leszálló pályákon keresztül éri el a vázizmokat beidegző agytörzsi és gerincvelői mozgatóneuronokat. A mozgás pontosságának biztosításában, az izmok működésének összehangolásában és a mozgások eredményének ellenőrzésében fontos szerepet játszik a kisagy is.

Az alkoholra különösen érzékeny a kisagy, ezért az ittas egyén mozgásán hamar jelentkeznek tünetek. Hosszan tartó, rendszeres alkoholfogyasztás hatására az idegsejtpusztulás miatt a mozgáskoordinációs problémák állandósulnak.

A piramispálya

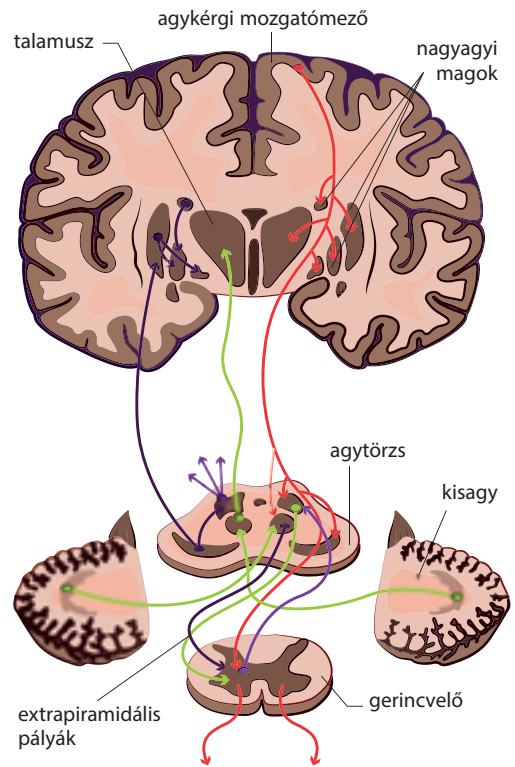
A **piramispálya** az **odafigyelést igénylő**, nem begyakorolt mozgásokat szabályozza. Az agykérgi mozgatómezőben minden izomnak jól elkülöníthető neuroncsoport felel meg (3. ábra). A piramispálya rostjai az agykéregből kiindulva átkereszteződnek a másik oldalra, majd hosszabb-rövidebb lefutás után szinapszist alkotnak a megfelelő izom agytörzsi vagy gerincvelői mozgatóidegsejtjével. Az átkezesztződés azt jelenti, hogy a bal félteke a jobb oldali, a jobb félteke pedig a bal oldali izmokat működteti. A mozgás minden mozdulatát az agykéreg közvetlenül szabályozza.

A piramispályán kívüli mozgatórendszerek

A nagyagy magvai az agykérgi mozgatómezővel, a talamuszsal, valamint az agytörzsi magvakkal együtt bonyolult neuronhálózatokat alkotnak (4. ábra). Ebből a neuronhálózatból az ingerületek az úgynevezett **extrapiramidális pályákon** keresztül érik el a gerincvelő mozgatóneuronjait.

Az extrapiramidális pályák alapvető szerepe abban áll, hogy a nagyobb izomtömegeket érintő, már begyakorolt, **automatikus mozgásokat** szabályozzák. Ilyen mozgások például a járás, a tánc, a mimika. Ezek beindítása akaratlagos, de kivitelezése már túlnyomórészt automatikus. Amíg egy mozgássor az egyén számára új (pl. az autózás vagy kisgyermekkorban a járás), addig minden mozdulatra ügyelve az agykéreg a piramispálya útján közvetlenül szabályozza a mozgást. A begyakorlás során a szabályozás fokozatosan egyes nagyagyi magvakra, részben az extrapiramidális pályarendszerre tevődik át. Ennek jelentősége az, hogy a **már megtanult mozgások** végrehajtása közben a figyelem, az agykérgi összpontosítás más tevékenységre fordítható.

A nagygygi és az agytörzsi magvak egyik megbetegedése a **Parkinson-kór**, amely idősebb korban jelentkezhet. A Parkinson-kórban szenvedő embereknél nyugalmi helyzetben a kezek, az ajkak, az áll erős **remegése** észlelhető. Az akaratlagos mozgások egyre lassúbbá válnak, a hajlító- és feszítőizmok egyidejű feszülése pedig **merevséget** okoz. Mindezek oka a magvakban egy bizonyos ingerületátvivő anyag hiánya, illetve az ezzel működő idegsejtek pusztulása. A betegségben az érzelmekkel kapcsolatos mozgások is eltűnnek, az érzelmi élet elszürkül. A kór sajnos nem gyógyítható, de korszerű gyógyszerekkel az előrehaladása lassítható, és a tünetei is mérsékelhetők.

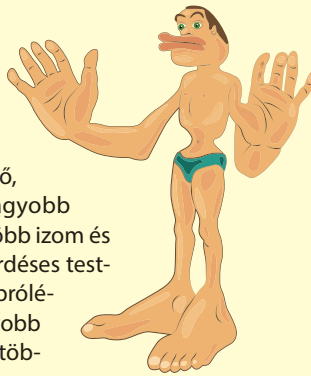


4. Az extrapiramidális pályarendszer

Olvasmány

Az agykérgi

mozgatómező ■ Az ábra azt mutatja be, hogy az egyes testtájak egymáshoz képest az agykérgi mozgatómezőben mekkora képvisellettel rendelkeznek. Jól megfigyelhető, hogy a mozgatómezőben annál nagyobb egy-egy testrészt képvisel, minél több izom és minél finomabb mozgást végez a kérdéses testtájban. Az arc és a kézfej rendkívül aprólékosan szabályozott mozgásaiért nagyobb számú agykérgi idegsejt felel, mint a többi testrészt együttesen. A piramis-pálya rostjainak többsége a nyúltvelőben kereszteződik át.



A testtájak képvisellete az agykérgi mozgatómezőben

Fogalmak ■ piramis-pálya ■ extrapiramidális pályák ■ Parkinson-kór

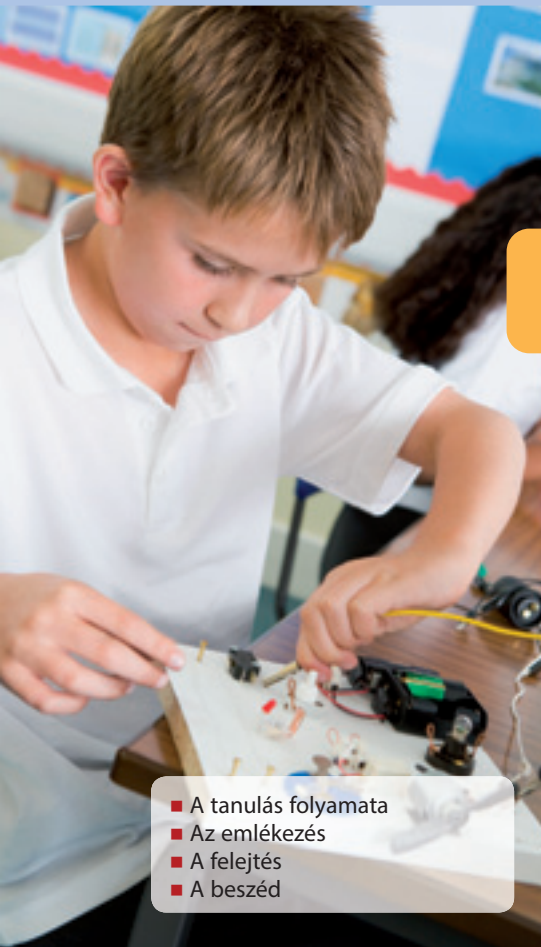
Keress rá! ■ neuroplaszticitás ■ arbor vitae ■ Wernicke–Korsakoff-szindróma ■ Huntington-kór

Megtanultam?

A vázizmok működését a(z) **..(1)..** idegrendszer szabályozza. A nem szándékos izomműködések közé tartoznak a bőrt érő fájdalmas ingerek által kiváltott **..(2)..** reflexek és a(z) **..(3)..** biztosító izom-összehúzódások, mint például a térdreflex. Az akaratlagos mozgások szabályozása, mint minden tudatos működés, a(z) **..(4)..** szerepével függ össze. A **..(5)..** az összpontosítást, figyelmet igénylő mozgásokat szabályozza. Rostjai a(z) **..(4)..** neuronjaiból erednek, és általában közvetlenül az izmok mozgatóneuronjainak működésére hatnak. Így az izmok összehúzódása akaratlagosan finoman befolyásolható. A mozgások begyakorlása után a szabályozás a(z) **..(6)..** tevődik át. Az érzékszervi ingerek és a mozgások összehangolása a(z) **..(7)..** segítségével valósul meg. Az egyes izomcsoportok képvisellete a(z) **..(8)..** oldali nagygygféltekékben szabályos elrendezésben található.

Kérdések, feladatok

1. A központi idegrendszerben hol található az egyes testtájak izmait beidegző mozgatóneuronok?
2. Az egyes testtájak izmainak működésére ható neuroncsoportok az agykérgi mozgatómezőben szabályos elrendezésben vannak. Mutasd be ezt az elrendeződést!
3. Ismertesd röviden a piramis-pálya lefutását!
4. Miben különbözik az extrapiramidális pályák lefutása a piramis-pályáétól?
5. Mi a különbség a mozgás idegi szabályozásában, ha valaki életében először próbál keringőt táncolni, vagy ha már régóta rendszeresen gyakorolja azt?
6. Milyen előnnyel jár az ember számára, hogy a mozgás irányításában több agyi rendszer is részt vesz?



Megtudhatod

Milyen tényezők befolyásolják a tanulás eredményességét?

29. Tanulás, értelem

Feltételes reflex ■ Az állat vagy az ember megtanulja, hogy a környezetéből érkező egyes ingerek előre jeleznek valamilyen eseményt. A feltételes reflex rögzülése során az agy különböző funkciójú területei között új kapcsolatok alakulnak ki.

Az állatokhoz hasonlóan az ember viselkedésében is fontos szerepet játszanak az öröklött magatartási elemek. Magatartásunk azonban túlnyomórészt tanuláson alapul.

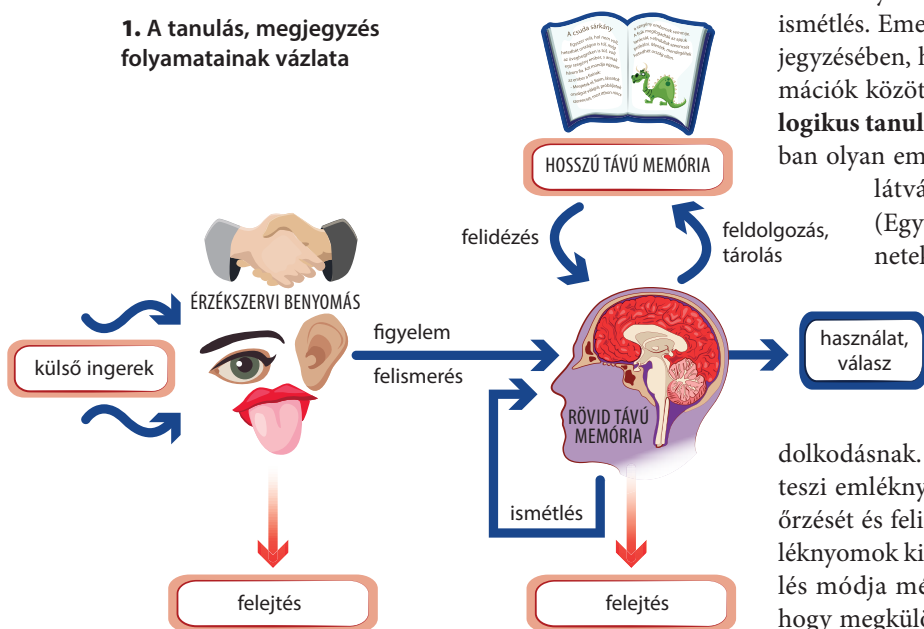
A tanulás folyamata

A tanulás során új idegi kapcsolatok, kapcsolatrendszerek alakulnak ki az agyvelőben, erre a feltételes reflex kialakulása során láttunk példát.

Az információk feldolgozását, tehát a tanulást számos tényező befolyásolja (1. ábra). Ezek közül első a **felismerés**: nyilvánvalóan sokkal könnyebb megjegyezni olyan információt, amely felismerhető. További fontos tényező a **figyelem**, amely az embert érő rengeteg inger közül csak némelyekre irányul. A figyelmet befolyásolja az ingerek erőssége, újszerűsége, váratlansága, és az is, hogy az illető számára mennyire fontos. A beérkező ingerek közül annak információtartalma rögzül könnyebben, amely – a fentiek alapján – a figyelmet fölkelti. Ez a magyarázata annak, hogy egy monoton előadáson, amelynek témáját a hallgató nem tartja fontosnak, a légy zümmögése (mint újszerű inger) emlékezetesebb lehet, mint az előadó beszéde. A rövid és a hosszú távú memóriát befolyásoló tényezők közül az egyik legismertebb az ismétlés. Emellett az is alapvető szerepű az ismeret megjegyzésében, ha sikerül az új és a korábban rögzült információk között **értelmes kapcsolatokat** kialakítani. Ez a **logikus tanulás**. Könnyebben megmaradnak a memóriában olyan emlékek is, amelyek más ingerekhez, például látványhoz, illathoz, hanghoz kapcsolódnak. (Egyes illatok ismételt megérezése pl. egész történeteket idézhet fel az emlékezetben.)

- A tanulás folyamata
- Az emlékezés
- A felejtés
- A beszéd

1. A tanulás, megjegyzés folyamatainak vázlata



Az emlékezés

Az emlékezés, más néven a memória az alapja a beszédnek, a tanulásnak, a gondolkodásnak. A **memória** az a képesség, amely lehetővé teszi emlényomok kialakulását, azok rögzülését, megőrzését és felidézését. Noha egyre többet tudunk az emlényomok kialakulásáról az idegsejtek szintjén, a rögzülés módja még csak kevéssé ismert. Biztosnak látszik, hogy megkülönböztethető a rövid távú és a hosszú távú

memória. A legfeljebb néhány másodpercig vagy percig tartó **rövid távú memóriára** jó példa, amikor egy ismeretlen telefonszámot a kikeresése után emlékezetből hívunk. A környezetünkől folyamatosan érkező új információk kiszorítják a rövid távú emléknymokat, ezért a hívott számot többnyire elfelejtjük. A **hosszú távú memória** tartósan tárolja az emléknymokat. A hosszú távú memóriából visszafelé, a rövid távú memóriába is jutnak információk, amikor például valamely probléma megoldásához a frissen szerzett adatokat és a régebben megtanultakat egyszerre kell használni (1. ábra).

A felejtés

A tényszerű ismeretek emléknymainak egy része az idő múlásával eltűnik vagy felidézése gátlódik, ez a jelenség a **felejtés** (1. ábra). A felejtés elsősorban azokat a korábban megjegyzett információkat érinti, amelyeket nem használunk, tehát nem fontosak. A felejtés – bár gyakran nem örülünk neki – élettanilag fontos, hiszen lehetővé teszi az új információk rögzülését. Emellett viszont érdemes tudni azt is, hogy a legtöbb ember memóriájának kapacitása annyira bőséges, hogy a szándékos tanulás lehetőségét alig korlátozza. A készség típusú tudáselemek (pl. úszás, kerékpározás) kevésbé hajlamosak a felejtődésre.

A felejtés két alapvető módon is megvalósulhat. Ha a tanulás során kialakult idegi kapcsolatok megszűnnek, természetes, hogy az ingerület nem haladhat tovább. Ez a **passzív felejtés**. Sok esetben azonban a kapcsolatok megmaradnak, ám működésük **aktív felejtés** révén gátlás alá kerül. Ilyenkor valójában megtanuljuk nem használni az gyakor kialakult idegi kapcsolatokat.

A beszéd

Agyunk sok milliárd idegsejtjéből felépülő neuronhálózatok sajátos, csak az emberre jellemző teljesítményeket tesznek lehetővé. A beszéd képessége, a nyelv az emberi faj sikerének, kiemelkedésének legfontosabb tényezője, hiszen lehetővé teszi az egyre növekvő mennyiségű ismeretanyag továbbadását az egymást követő nemzedékeknek. Napjaink iskolásai – jó esetben – több ismerettel bírnak a világról, mint a 18. század legtapasztaltabb emberei. A beszédhez, ennek az információközvetítő jelrendszernek a használatához igen fejlett, bonyolult idegrendszeri működés szükséges. Ezt az idegrendszeri háttérrel lényegében az emberi **nagyagykéreg** biztosítja.

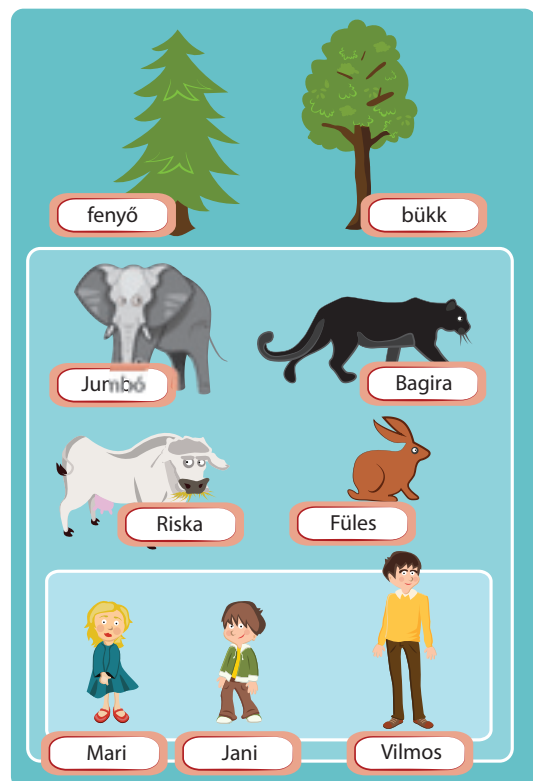
A nyelv használatával az emberek saját gondolataikat kódolják, tehát magukban szavakba öntik. A **kód** ismeretében a többi ember az átvett nyelvi jeleket visszafordítja, saját gondolataivá alakítja. Nyilvánvaló, hogy ez az információközvetítő rendszer akkor működik jól, ha a jel küldője a lehető legpontosabban fejezi ki gondolatait, és a fogadó ugyanazt érti rajta. Bár ez teljesen magától értetődőnek tűnik, mégis mindennapos esemény a **félreértés**. Gyakori kommunikációs zavar például, amikor valaki pontatlan információk birtokában – vagy éppen információ hiányában – pusztán feltételezéseire alapozva, indulatos megnyilatkozásra ragadtatja magát. A másik fél erre hasonló indulattal válaszol. Ilyenkor a tények háttérbe szorulnak (ki sem derül, mi az igazság), és az érzelmek csatáznak.

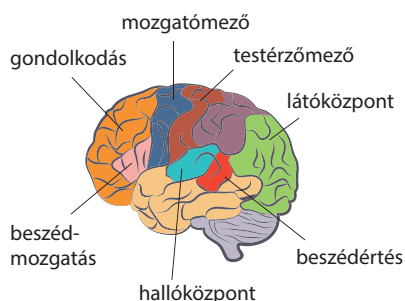
Olvasmány

A memória helye

A rövid és a hosszú távú memória az agy eltérő területeihez kötődik, amit jól bizonyít, hogy különböző agyterületek sérülése vezethet az egyik memóriatár károsodásához úgy, hogy a másik épen marad. A rövid távú memóriatár súlyos sérülését jelzi például, ha egy beteg két-három szót sem tud elismételni, de a korábban tanultakat hibátlanul felidézi. Ez jellemző olyan betegeknél, akiknél a halántéklebény meghatározott területe (a lebény csúcsában, a kéreg alatt található hippokampusz) sérült meg. Az elképzelések szerint a hosszú távú memórianyomok az agykéregben tárolódnak. Erre utal, hogy egyes agykérgi területek sérülésekor a régi emléknymok nem idézhetőek fel, viszont új ismeretek megtanulhatóak, a rövid távú memória nem károsodik.

2. Az absztrakció eredményeként elvont fogalmakat használunk. ■ Nevez meg az ábrán látható konkrét dolgokból elvonatkoztatással alkotott öt absztrakt fogalmat (pl. élőlény)!





3. Az agykéreg központjai az emberek nagy többségénél rendkívül hasonlóan helyezkednek el

A beszéd teszi lehetővé az elvont gondolkodás képességét. Az **elvonatkoztatás**, más szóval az **absztrakció** lényege a konkrét tárgyak és jelenségek közös jellemzőinek kiemelése és külön fogalommá általánosítása (pl. intelligens). Ez a jelenség az agy különleges modellalkotásán alapul (2. ábra). Az absztrakció legnyilvánvalóbb példája a matematikai fogalmak, például a számok használata. A környező világban tárgyak és események léteznek, a számok fogalmát az emberi elme alkotta meg.

A beszéd értése és a beszéd képessége két külön központban található (3. ábra). A beszédhez szorosan kapcsolódik, de részben tőle független is a gondolkodás. A beszéd tanulására kisgyermekkorban alkalmas leginkább az agy. Ha ez a nyitott időszak elmúlik, később már nehéz fejleszteni a beszédet. Emiatt rendkívül fontos a kisgyermekkorban a halláskárosodás felismerése, illetve emiatt tanul meg nehezen új idegen nyelvet egy felnőtt.

Olvasmány

Az „elvesztett” tudás visszaszerzése ■ Az aktív felejtés megszüntethető lehet. Az idegi kapcsolatok gátlásának feloldásával számos esetben sikerült már olyan emlékeket is elérhetővé tenni a memóriában, amelyekről soha nem is volt tudatos élménye az embernek. Ez arra utal, hogy sokkal több információt őriz meg az agy, mint amennyiről tudunk, ám a megjegyzett tudáselemek jelentős részének előhívása blokkolva van.

Olvasmány

Az intelligencia ■ Az értelmi képességek, gondolkodási tulajdonságok jellemzésére gyakran használják ezt a kifejezést. Legelterjedtebben azt értik alatta, hogy az egyén milyen mértékben képes információ-szerzésre és a megszerzett információk alkalmazására. Az intelligencia mérésére rendkívül sokféle tesztet kidolgoztak már; a mérés eredményeként kapott szám az intelligenciahányados, rövidítve IQ. Az átlagos intelligenciájú emberek IQ-ja 100 körüli érték. A 120-nál magasabb IQ már igen magas intelligenciát jelöl, az embereknek csak 9%-ára jellemző. A 70-nél kisebb IQ esetén pedig értelmi fogyatékoságról beszélünk.

Olvasnivaló ■ Steven Pinker: A nyelvi ösztön

Keress rá! ■ Zeigarnik-hatás ■ mentális nyelv

Fogalmak ■ rövid távú és hosszú távú memória ■ felejtés ■ elvonatkoztatás

Megtanultam?

Az emberi fajra jellemző **..(1)..** lehetővé teszi a közvetlen tapasztalás nélküli ismeretátadást, de nagyon fejlett agykérgi működés szükséges hozzá. Ezenkívül a(z) **..(2)..** teszi lehetővé az elvonatkoztatást, más néven **..(3)..**-t is, amikor különböző jelenségek közös jellemzőjét külön fogalommá általánosítjuk. A tanulás alapja a(z) **..(4)..**, amelynek két fő típusa a(z) **..(5)..** és a(z) **..(6)..** távú **..(7)..**

Kérdések, feladatok

1. Mi a memória, és milyen típusait különböztetjük meg?
2. Sorold fel az információrögzítést befolyásoló tényezőket, és mutasd be ezek szerepét!
3. Mi a felejtés biológiai szerepe?
4. Az 1. ábra alapján magyarázd meg, hogy egy unalmas előadáson miért nehezebb tanulni, mint az érdeklődést fenntartó foglalkozáson!
5. Magyarázd el a kapcsolatot a következő három jelenség között: figyelem, asszociáció, logikus tanulás!
6. Miért játszott lényeges szerepet a beszéd az emberi faj fejlődésében?
7. Magyarázd el, mit jelent az absztrakció!
8. Miért beszél akcentussal az, aki felnőttként tanult meg egy nyelvet?

Megtudhatod

Az esti félhomályban miért szürke árnyalatban látjuk a világot?

30.

A látás

Az érzékelés a környezet bizonyos hatásainak, változásainak regisztrálását jelenti. Az érzékelés folyamata során ezek az ingerek ingerületet keltenek az erre specializálódott sejtekben, a receptorsejtekben. Az érzékszervek a receptorsejtek mellett sok más segédberendezést is tartalmaznak. Az ember érzékszervei a szem, a fül, az orr, a nyelv és a bőr. Elsőként a látószervvel, vagyis a szemmel ismerkedünk meg.

Az érzékelés általános jellemzői

Az ingerek felvételére szolgáló speciális sejtek, a **receptorsejtek** inger hatására ingerületet hoznak létre. Azt az ingert, amire egy receptor a legérzékenyebb, **adekvát ingernek** nevezzük. A szemünkben levő receptorsejteknek például a fény az adekvát ingerük. Az adekvát inger alapján megkülönböztetünk fény-, hő-, mechanikai és kémiai receptorokat. A receptorsejtek legtöbbször **érezkiszervben** csoportosulnak, amelyben különböző segédberendezések teszik hatékonyabbá az ingerfelvételt. A receptorsejtekben csak azok az ingerek keltenek ingerületet, amelyek erőssége eléri, vagy meghaladja az **ingerküszöböt**.

A receptorsejtekben keletkezett ingerület érzőidegeken és pályákon, általában a talamuszon keresztül kerül az agykéregbe. Ott először **érzéket** alakul ki, ami a környezet egyes tulajdonságait tartalmazza, például színek, hangok meg tapasztalását. Az agy az érzéketek feldolgozása révén azonosítja és a meglévő ismeretek rendszerén belül összefüggésekbe hozza az érzéketeket, például a színek, foltok mintázatából felismer egy arcot, vagy a hangsorozatból a beszéd értelmét, tartalmát azonosítja. Ez a folyamat az **észlelés**. Észlelésünket befolyásolják az előzetes ismereteink, pillanatnyi hangulatunk, szükségleteink stb.

A szemgolyó

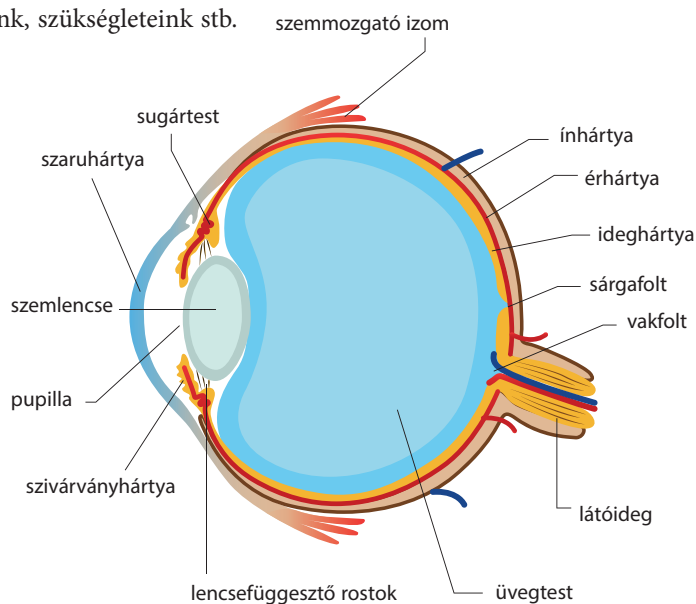
A látás érzékszerve a szem, amely a koponyacsontok védelmében a szemgödörben helyezkedik el. A szemet tarthatjuk a legfontosabb érzékszervünknek, mivel a birtokunkba jutó információk túlnyomó többségét (akár 90%-át) látásunk révén szerezzük.

A szemgolyó fala háromrétegű (1. ábra). A legkülső réteg az erős, kötőszövetes **ínhártya**, ennek külső felületén tapadnak a **szemmozgató izmok**. A szemmozgató izmok működtetésével a két szemgolyó mozgását idegrendszerünk rendkívül finoman összehangolja: két szemünk mindig egyazon pontra irányul. Ez egyúttal lehetővé teszi a tárgyak távolságának becslését is. Minél nagyobb szöget zár be egymással két szemünk tengelye, annál közelebb van a tárgy (2. ábra).

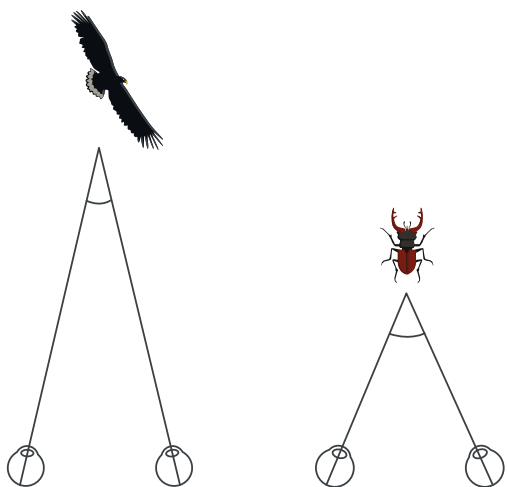
Az inéhártya elülső folytatása az átlátszó, domború **szaruhártya**. A szem képalkotásában fontos szerepet



- Az érzékelés általános jellemzői
- A szemgolyó
- Az ideghártya
- Közelre és távolra nézés
- Lencsehibák és korrigálásuk
- A szem segédberendezései



1. A szemgolyó felépítése



2. A két szemgolyó tengelye távolra és közelre nézőkor

játszik, hogy a szaruhártya nagy fénytörésű, domború gyűjtőlencseként a fénysugarakat erősen megtöri.

A szemgolyó középső rétege a szövetek vérellátását szolgáló **érhártya**. A szaruhártya szélénél az érhártya gyűrűszerű megvastagodása hozza létre a **sugártestet**. Belőle ered a szem színét adó **szivárványhártya**, amelynek középső, kerek nyílása a **pupilla**. A pupillán keresztül jut a fény a szemgolyó belsejébe. A szivárványhártyában aprócska simaizmok találhatók, amelyek összehúzódnak a pupilla szűkül, elernyedéskor pedig tágul. Ez szabályozza a szembe jutó fény mennyiségét. Sötétben a pupilla kitágul, erős fényben pedig kicsinyre szűkül.

A szemgolyó legbelső rétege az **ideghártya**, más néven **retina**. Ez tartalmazza a fényingert felvevő receptorsejteket. A szemgolyó belsejét kitöltő átlátszó, kocsonyás anyag az **üvegtest**. A pupillán bejutó fénysugár útjába illeszkedik a **szemlencse**, amelyet a lencsefüggesztő rostok körben a sugártesthez rögzítenek.

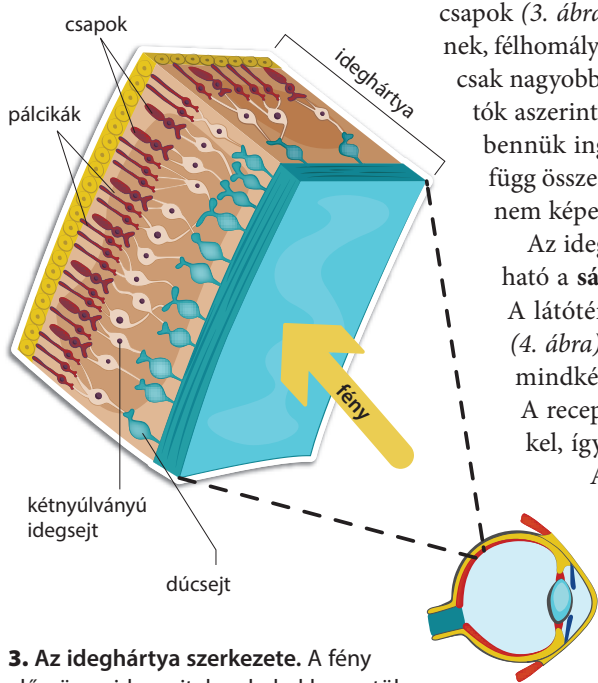
Az ideghártya

Az ideghártyában kétféle fényérzékeny receptorsejt található, a pálcikák és a csapok (3. ábra). A **pálcikák** már igen kis fényerősségre is ingerületbe kerülnek, félhomályban ezek segítségével látunk. A **csapok** ingerküszöbe magasabb, csak nagyobb fényintenzitásra érzékenyek. A csapok három típusba sorolhatók aszerint, hogy milyen hullámhosszúságú, vagyis milyen színű fényt kelt bennük ingerületet. A színlátás tehát a csapok eltérő ingerlékenységével függ össze. Fontos különbség még a receptorsejtek között, hogy a pálcikák nem képesek éleslátást biztosítani, ezt a csapok teszik lehetővé.

Az ideghártyán, a szemgolyó pupillával szemközi belső oldalán található a **sárgafolt**, az éleslátás helye, amelyben kizárólag csapok vannak. A látótérnek csak azt a részét látjuk élesen, amelynek képe ide vetül (4. ábra). A szemmozgató izmok a két szemgolyót úgy állítják be, hogy mindkét szemünkben a látni kívánt tárgy képe vetüljön a sárgafoltra. A receptorsejtek még a retinában szinapszist alkotnak más idegsejtekkel, így az ingerület további neuronok axonján át távozik a szemből.

A szemgolyóból kilépő idegrostkötegek alkotják a **látóideget**.

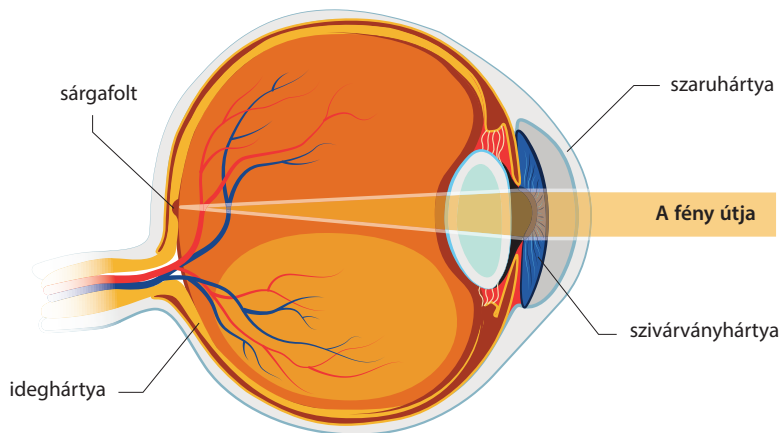
A látóidegnek a szemgolyóból való kilépési helyén, a **vakfoltban** nincsenek receptorsejtek. A látóidegek rostjai a talamuszban más idegsejteknek adják tovább az ingerületet. Ezek axonjai a látópályában haladnak a **nagyagy nyakszirti lebenyébe**, amelynek kérgében keletkezik a látásérzékelés. A látott kép értelmezése (pl. olvasáskor a látott szöveg megértése) az agykéreg más területein történik.



3. Az ideghártya szerkezete. A fény először az idegsejteken halad keresztül, amelyek áttetszőek, ezért szinte nem is rontják a kép élességét

4. A fénysugár útja a szemgolyóban.

■ Azonosítsd az ábrán a következő részleteket: ínhártya, érhártya, sugártest, vakfolt!



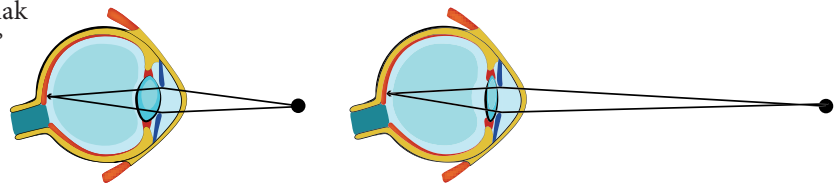
Közelre és távolra nézés

A szaruhártya és a szemlencse mint **gyűjtőlencsék** fordított állású, valós és kicsinyített képet vetítenek az ideghártyára, ahol a képnek megfelelő mintázatban a receptorsejtek ingerületet keltenek. Az egészséges szemlencse anyaga rendkívül rugalmas. Amikor közelre nézünk, a gyűrű alakú sugártest izomzata összehúzódik, a lencsefüggesztő rostok ellazulnak, és lehetővé teszik, hogy a szemlencse saját rugalmassága folytán domborúbbá váljon (5. ábra). A **domborúbb lencse** erősebben törí a fényt, és a közelebbi tárgyakról érkező fénysugarakat gyűjti össze az ideghártyán, ezért ezeket látjuk élesen (6. ábra). A sugártest izmainak elernyedésekor a lencse kifeszül, domborúsága csökken, **laposabbá válik**, ezért a távolabbi tárgyakat látjuk élesen.

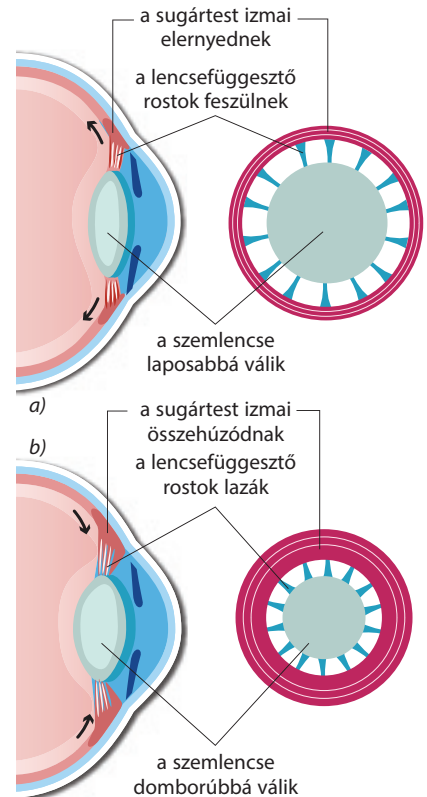
Lencsehibák és korigálásuk

Sokféle elváltozás teheti szükségessé a szemüveg használatát. Ha a szembe jutó fénysugarak a szaruhártyán és a szemlencsén megtörve már a retina előtt metszik egymást, akkor az ideghártyára nem éles kép vetül. Ez esetben az ember közelre jól lát (pl. olvasáskor), de távolra életlenül. Ez a látáshiba az ún. rövidlátás vagy más néven **közellátás**. Oka lehet az, hogy a szem optikai berendezései a szükségesnél jobban megtörik a fénysugarakat. A rövidlátás könnyen korigálható, ha a szem elé **homorú lencsét** helyeznek (szemüveget vagy kontaktlencsét), ami kissé szórja a fényt. Ezek az ún. mínuszos lencsék.

Gyakran okoz látáshibát az is, ha a szem optikai berendezései a szükségesnél kisebb mértékben törik meg a beérkező fénysugarakat. Ennek következtében az éles kép az ideghártya mögött keletkezne, tehát a retinára vetülő fénysugarak még életlen képet alkotnak. Ekkor a közeli tárgyakat nem lehet élesen látni, ezért ezt a látáshibát távollátásnak nevezik. Az 50 éves kor körül „menetrendszerűen” kialakuló **távollátásnak** az az oka, hogy a **szemlencse rugalmassága** csökken, ezért közelre nézésnél nem domborodik a szükséges mértékben. Ilyen esetben **domború lencsével** lehet a látáshibát korigálni, ezek az ún. pluszos lencsék.



6. A fény útja és a lencse alakja közelre, illetve távolra nézéskor



5. A sugártest és a szemlencse szerepe a távolra (a), illetve közelre (b) fókuszálásban

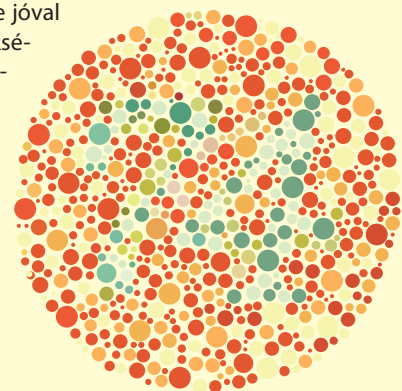
Olvasmány

Színérzékelés és színtévesztés ■ A csapok és a pálcikák fényérzékelő részében kiterjedt membránrendszer található, amely a sejt típusra jellemző összetételű, fényérzékeny látófehérjét tartalmaz. A látófehérje fény hatására kémiai átalakuláson megy keresztül, ez kelti az ingerületet a receptorsejtben.

A pálcikákban már egyetlen foton is ingerületet kelthet, a csapok ingerküszöbe jóval magasabb, 5-7 foton. A pálcikák látófehérjéjének képződéséhez A-vitamin szükséges. A-vitamin hiánya esetén a pálcikák működése zavart szenved, vagyis sötétedéskor romlik a látás. Ezt a betegséget *farkasvakságnak* nevezik. A csapok három típusa különböző hullámhosszú fénysugarakra a legérzékenyebb:

A csap típusa	A maximális érzékenység hullámhossza
kékre érzékeny	420 nm
zöldre érzékeny	530 nm
vörösre érzékeny	560 nm

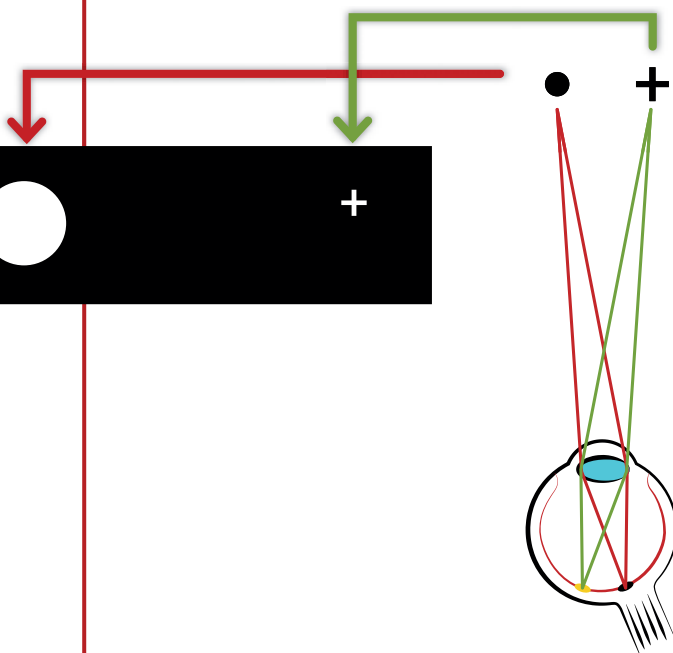
A **színtévesztők** szemében a csapok egyik típusa hiányzik, vagy nem megfelelően működik. Akinek a szemében kétféle (vagy mindhárom) csap működése hibás, az színeket nem tud megkülönböztetni. Ezt az állapotot *színvakságnak* nevezik.



Színtévesztés kimutatására szolgáló ábra

Kísérletezz!

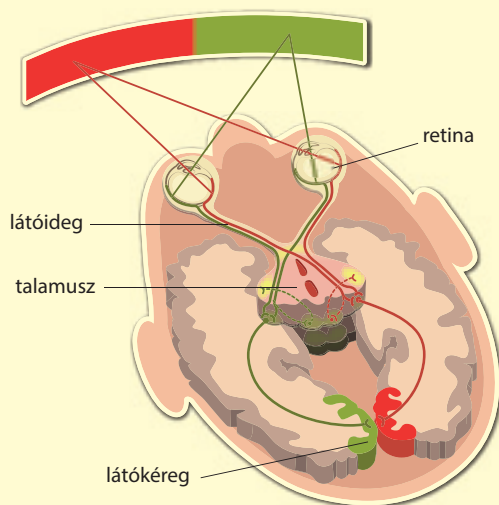
A vakfolt kimutatása ■ Helyezd magad elé ezt az ábrát a szemedtől kb. 30 cm távolságra. A jobb szemedet takard le, és bal szemmel rögzítsd a tekinteted kb. 30 cm távolról a + jelre. A tekintet rögzítése mellett közelíts lassan az ábrához! Közeledés közben a fehér folt képe akkor tűnik el, amikor a + jel képe a sárgafoltra esik, mivel a kör képe ekkor vetül a vakfoltra.



A vakfolt kimutatása

Olvasmány

A látópálya ■ Az ideghártyából származó ingerület a látóidegen keresztül hagyja el a szemgolyót. A két látóideg egymáshoz közeledve összeér. Találkozásuk helyén az idegrostok egy része átkereszteződik a másik testfél irányába. A két szem belső, orr felőli részében eredő rostok kereszteződnek át, a külső, halánték felőli retinafélfől kilépő rostok pedig azonos oldalon folytatják útjukat. Ennek következtében a látótér jobb oldali részének képe a bal oldali agyfélben kerül feldolgozásra és fordítva, vagyis mindkét agyfél részt vesz az ellenkező oldalról érkező látási információ feldolgozásában is.



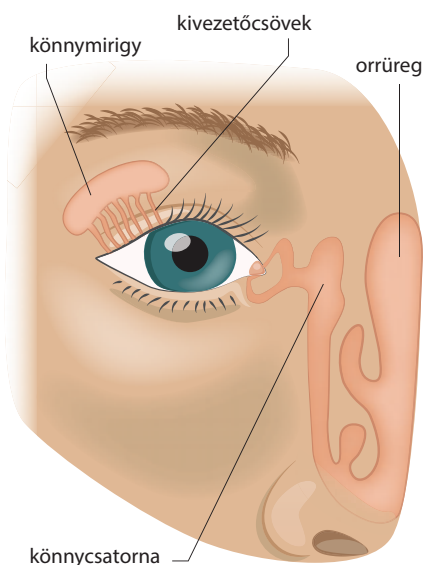
A látóideg és a látópálya rostjainak lefutása

A szem segédberendezései

A szem segédberendezései közé tartoznak a szemmozgató izmok, a **könnymirigyek** és a szemhéjak. A folyamatosan termelődő **könnny** nedvesen tartja a szemgolyó felületét, megakadályozza kiszáradását, ezáltal biztosítja az optikai sajátságok, a törőképesség fenntartását. Ezenkívül a könny elpusztítja az idekerülő baktériumokat. A könnyet a **szemhéjak** terítik szét a szaruhártya és az ínhártya felszínén. A folyamatosan képződő könny feleslegét a belső szemzugban eredő vékony könnycsatorna az orrüregbe vezet (7. ábra). Ezzel magyarázható, hogy erős könnyezéskor, például sírás alkalmával gyakran kell orrot fújni.

A szemhéjak vékony bőrredők, peremükön sorakoznak a szempillák, amelyek a szemgolyót óvják a szilárd szennyeződésektől. Ha valami a szemgolyót érinti, akkor a szemhéj reflexesen, gyorsan záródik, védelmet biztosítva a sérüléstől. A túlságosan erős fény károsító hatása ellen is a szemhéj becsukódása védi az ideghártyát.

Az egész szemgolyó a koponya mélyedésében, az úgynevezett szemgödörben helyezkedik el. A szemgödör csontjainak felszínén erednek a **szemmozgató izmok**, amelyek rendkívül érzékenyen összehangolt működése lehetővé teszi szemünk kifinomult mozgását.



7. A könny elvezetése

Olvasmány

Szembetegségek ■ Szürkehályog akkor alakul ki, ha a szemlencse, vagy ennek egy része homályossá válik. A lencse átlátszósága fokozatosan csökken, a látás pedig egyre romlik. A betegség általában műtéttel gyógyítható, amikor a szemlencsét eltávolítják, és helyére műanyagból készült lencsét ültetnek be. Ezzel a beteg teljesen visszanyeri a látását.

A zöldhályog betegséget az okozza, hogy a szemgolyó belsejében megnövekszik a nyomás. Ilyenkor eleinte a szem megfájdulhat és fejfájás is jelentkezhet. Ugyanakkor a látás is romlik, és a fények körül színes udvart lát a beteg. Mivel az ínhártya nem tágul, ezért a belülről fokozódó nyomás az ideghártyát deformálja, a benne található sejtek és a látóideg rostjai idővel károsodnak. A kezeletlen zöldhályog előbb-utóbb vakvághoz vezet. Minél korábban elkezd az orvos a kezelést, annál sikeresebb.

A szemhéj belső felszínét és az ínhártya elülső felületét a kötőhártya borítja. Ez a réteg védi a szemet a szilárd szemcséktől és a fertőzésektől. Károsító hatású anyagok és mikroorganizmusok, valamint allergia hatására azonban kötőhártyagyulladás alakulhat ki. Ez legkönnyebben onnan ismerhető fel, hogy a szem viszket és bevörösödik. A kötőhártya-gyulladás leggyakoribb oka az allergia, amelyet többnyire por, penész, állatszőr vagy virágpór okoz. Mindezek miatt rendkívül fontos, hogy szemünkhöz csak frissen mosott, nagyon tiszta kézzel vagy tiszta zsebkendővel közelítsünk!



Az előrehaladott szürkehályog szabad szemmel is felismerhető

Fogalmak ■ receptorsejt ■ adekvát inger ■ ingerküszöb ■ érzékszerv ■ ínhártya ■ szaruhártya ■ érhártya ■ szivárványhártya ■ pupilla ■ ideghártya ■ szemlencse ■ pálcika ■ csap ■ sárgafolt ■ látóideg

Megtanultam?

A különböző érzékszervek receptorsejtjei más-más ingerfajtára, a(z) ^(1.)... ingerre a legérzékenyebbek. A szemgolyó fala háromrétegű, kívülről befelé haladva: ^(2.)... ^(3.)... ^(4.)... építi fel. A szemgolyó belsejét ^(5.)... tölti ki. A(z) ^(2.)... elülső része a fénytörő, átlátszó ^(6.)... alatta a(z) ^(3.)... folytatásába eső ^(7.)... található, amelynek nyílásán, a(z) ^(8.)...-n jut be a fény a szemgolyóba. A ^(8.)... mögött levő ^(9.)... domborúsága a sugártest izomzata segítségével változtatható. Domborúbb ^(9.)...-val/vel közelebbre látunk élesen. A ^(9.)... által megtört fény a(z) ^(4.)...-ra/re vetül, az éleslátás helye a(z) ^(10.)... A(z) ^(4.)...-ban/ben kétféle receptorsejt van. A receptorsejtek egyik típusa, a(z) ^(11.)... kis fényerősségben, félhomályban működik, a másik, a(z) ^(12.)... feladata pedig a színérzékelés és az éleslátás. A látásérzet a nagygy ^(13.)... lebenyében alakul ki.

Kísérletezz!

A pupillareflex ■ A vizsgálatot párban végezzétek!

A pár egyik tagja úgy álljon, hogy a napfény vagy kellően erős lámpafény essen a szemébe! Meg kell figyelni a két pupilla tágasságát.

Változatlan fényviszonyok mellett a vizsgált diák takarja le az egyik szemét! Milyen változás figyelhető meg a szabadon maradt szeme pupilláján?

Ezután, szabaddá téve a letakart szemet, ismét meg kell figyelni mindkét szem pupilláját.

Ha lehet, fotóval dokumentáljátok a reflexműködést kísérő állapotokat!

Keress rá! ■ dioptria ■ szemhéjzáró reflex ■ szinesztézia ■ periméter ■ fotikus tüszentési reflex

Kérdések, feladatok

1. Mit jelent az „adekvát inger” kifejezés?
2. Rajzold fel vázlatosan a szemgolyó felépítését, és nevezd meg a részeit!
3. Mi a szemmozgató izmok szerepe?
4. Magyarázd el a fény útját a szemgolyóban!
5. Készíts felelettervet a közelre, illetve a távolra nézést kísérő alkalmazkodási folyamatokról!
6. Mi a különbség a vakfolt és a sárgafolt között?
7. Ismertesd a csapok és a pálcikák működése közötti eltéréseket!
8. Milyen úton halad az ingerület a receptorsejtektől az érzet kialakulásáig?
9. Melyek a szem segédberendezései, és mi a szerepük?

Megtudhatod

Lehetséges, hogy a fülünk segítségével egyensúlyozunk?

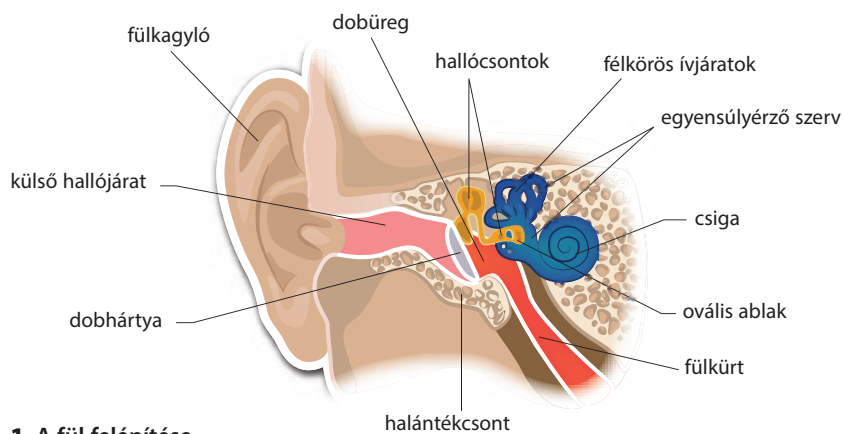
31. A hallás és az egyensúlyozás

Fülünk páros szerv, a hallás és az egyensúlyozás érzékszerve. Három részre tagolódik, a **külső fül** és a **középfül** kizárólag a hallásban játszik szerepet, a **belső fülben** pedig a hallás mellett az egyensúly érzékelésében részt vevő berendezések is megtalálhatók.

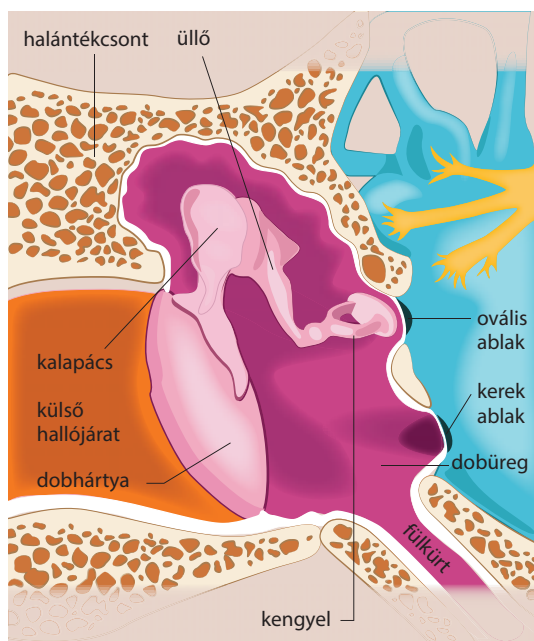
A külső fül és a középfül

A hallás a hangnak, vagyis a levegő rezgéseinek érzékelése. A fül mindhárom része részt vesz a hangérzékelésben (1. ábra).

- A külső fül és a középfül
- A belső fül szerepe a hallásban
- A hallószerv egészsége
- Az egyensúly-érzékelés egyik oldala: a fej helyzetének érzékelése
- Az egyensúly-érzékelés másik oldala: a fej forgásának érzékelése



1. A fül felépítése



A **külső fül** a porcos **fülkagylóból** és a **külső hallójáratból** áll. Ezek a levegő rezgéseit a középfül felé terelik.

A **középfül** a **dobhártyával** kezdődik. Ez a vékony, rugalmas lemez választja el a külső hallójáratot a dobüregtől. A levegővel telt dobüreget vékony járat, a **fülkürt** köti össze a garattal. A fülkürtön keresztül egyenlítődhet ki a nyomás a dobhártya két oldala között.

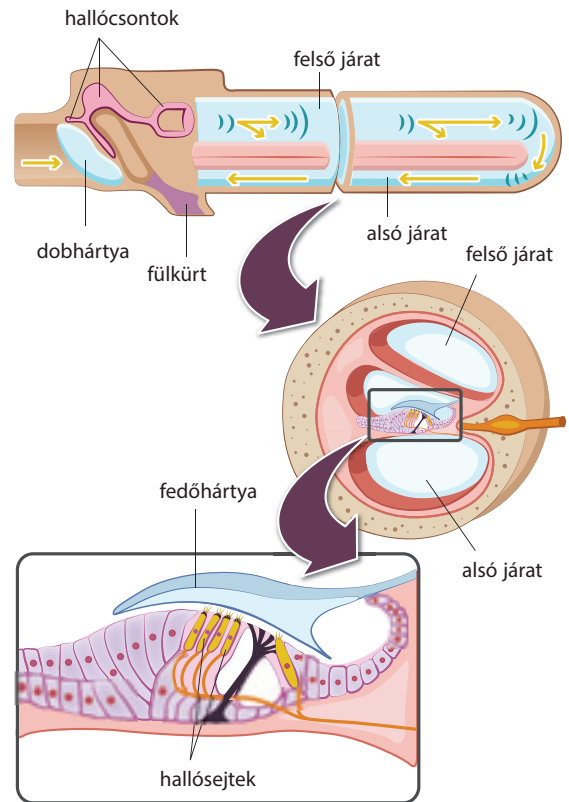
A dobüregben három, ízülettel összekapcsolódó **hallócsontcska** található, sorrendben: a dobhártyához rögzülő **kalapács**, majd az **üllő** és végül a **kengyel** (2. ábra). A kengyel talpa a belső fülbe vezető nyílást, az **ovális ablakot** fedi be. A külső fülön bejutó hanghullámok megrezegtetik a dobhártyát, majd a rezgések végighaladnak a hallócsontocskákon, és közben föl is erősödnek. A kengyel rezgése végül a belső fület kitöltő folyadékot hozza mozgásba.

2. A középfül hallócsontocskái

A belső fül szerepe a hallásban

A belső fül a halántékcsonst csontos üregrendszeréből és az abban található hártvás falú labirintuszervből áll, amit folyadék tölt ki. A hallás receptorsejtjei a hártvás labirintus csigaházszerűen föltekeredő részében, a **csigában** található (3. ábra). Az érzékszőrökkel rendelkező receptorsejtek a csiga alaphártyáján ülnek. Az érzékszőrök fölé vékony fedőhártya nyúlik. A kengyel rezgése a csiga folyadékát mozgásba hozza. Ennek hatására kileng az alaphártya, és ezért a **receptorsejtek érzékszőrei** a fedőhártyának ütköznek. Ennek a mechanikai ingernek a hatására alakul ki az ingerület a receptorsejtekben.

A különböző magasságú (eltérő frekvenciájú) hangok a csiga más-más helyein keltenek ingerületet, ez teszi lehetővé a hangok magasságának megkülönböztetését. A csiga alapját a magas, a csiga csúcsát pedig a mély hangok ingerlik. Az ingerület az agyidegek közé tartozó **halló-egyensúlyozó agyideg**, majd a **hallópálya** idegrostjain a talamuszba jut, onnan pedig tovább a **halántéklebenyben** található hallóközpontba. Az agykéregben keletkezik a hallásérzet. A hallásérzet azonban nem azonos a hangok megértésével. A további ingerületfeldolgozási folyamatok során agyunk értelmezi a hallott hangokat, például megállapítjuk, hogy ki és mit mondott.



Olvasmány

Bedugult fül ■ Amikor liffel (vagy akár repülővel) fölfelé haladunk, a külső légnyomás egyre kisebbé válik. A dobüregben változatlanul maradó, magasabb nyomás ennek megfelelően kifelé feszíti a dobhártyát. A feszülés miatt a hangrezgések egyre nehezebben hozzák rezgésbe a dobhártyát. Ezt a jelenséget úgy szoktuk kifejezni, hogy „bedugult a fülünk”. Ha ilyenkor nyelünk egyet, akkor megnyílik a fülkürt garat felőli nyílása, és ezáltal kiegyenlítődik a nyomás a dobhártya két oldala között. Hasonló jelenség játszódik le, ha lefelé haladunk, csak ekkor a külső nyomás növekedése miatt a dobhártya egyre jobban bedomborodik a középfül felé, és ez okozza a feszülését.

3. A hallószerv felépítése a belső fülben. Az ábrán a föltekeredő csigavezeték kiegyenesítve látható, hogy felépítése és működése érthetőbb legyen

A hallószerv egészsége

A hangerősséget általában **decibel** (dB) mértékegységben szokták megadni. A suttagás hangereje kb. 15-20 dB, a társalgó beszéd 40-60 dB, a forgalmas utca zaj 70-80 dB körüli. A 90 decibeles hang tartós hatása már károsítja a hallószervet. A munka-egészségügyi előírások szerint ilyen hangerőn zajvédelem nélkül legfeljebb 4 órát tölthet a dolgozó, 100 decibeles zajban pedig csak 1 órát. A könnyűzenei koncerteken 100-110 decibeles hangerő mérhető. A fülhallgatón zenét hallgatók fülét érő zene hangereje átlagosan 95 dB. Ha ez a hangerő rendszeresen éri a fület, sajnos gyors hallásromlás lehet a következménye. A **halláskárosodás** kialakulásakor először általában a magas hangok érzékelésének képessége tűnik el. Ha a zajártalom tartós, akkor a hallásvesztés már a mély hangokat is érinti (4. ábra).

A garat gyulladását okozó baktériumok vagy vírusok a fülkürtön keresztül bejuthatnak a középfülbe és ott elszaporodhatnak. Ilyenkor **középfülgyulladás** alakul ki. Ha a gyulladás következtében a fülkürt tartósan elzáródik, akkor a

Olvasmány

A hallás fizikája ■ Békésy György fizikus a hallás mechanikai-fizikai folyamatainak leírásáért, a hallásemelést megfogalmazásáért 1961-ben Nobel-díjat kapott. Kísérleteit, kutatásait kezdetben Magyarországon, később Svédországban, majd az Egyesült Államokban végezte.



Békésy György (1899–1972)



4. A zenehallgatás nagy hangerővel, fülhallgatóval hallásromláshoz vezet

középfület kitöltő levegő felszívódik, és a helyét folyadék tölti ki. Ezt pulzáló fájdalom és időleges halláscsökkenés kíséri. A középfülgyulladását orvosnak kell kezelnie.

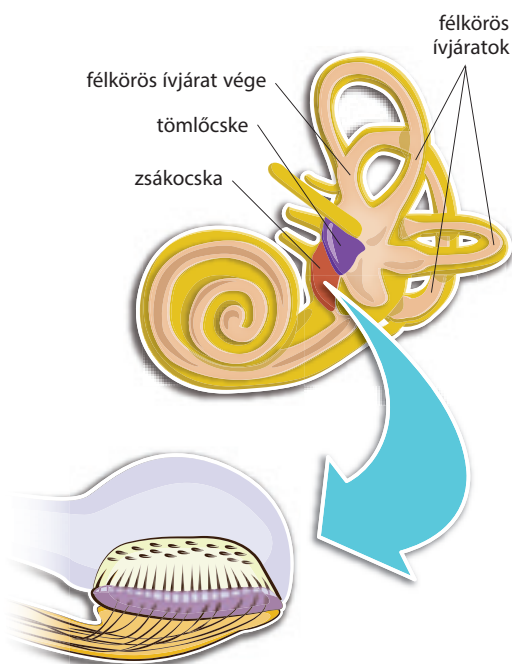
Olvasmány

A fülzsír ■ A külső hallójáratban folyamatosan képződik egy kevés fülzsír. Az ide kerülő szennyeződések ebbe beletapadnak, majd a fülzsír a hallójárat hámfelületén kifelé haladva lassan kiszárad, és a szennyeződéssel együtt észrevétlenül kipereg a fülből. Ez a legtöbb embernél kielégítő öntisztulást biztosít, ezért a külső hallójáratot általában nem szükséges külön eszközzel tisztítani, sőt, a vattás pálcikák használata esetén az öntisztulás károsodik, a hallójárat hámszöveve pedig megsérülhet.

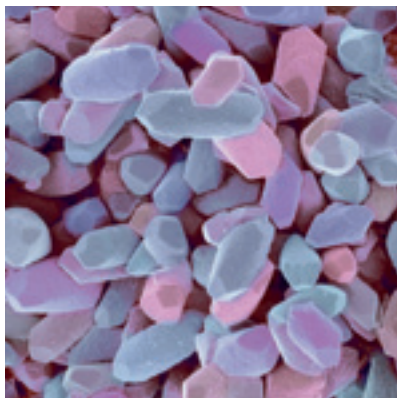
Az egyensúly-érzékelés egyik oldala: a fej helyzetének érzékelése

Az egyensúly-érzékelés a test helyzetének és mozgásának érzékelését jelenti. A **testhelyzet érzékelése** több szerv összehangolt működésén alapul. Lényeges, hogy milyen helyzetben látjuk a környezetünket, és azt is folyamatosan regisztrálja agyunk, hogy mely izmaink, milyen mértékű összehúzódását szükséges fenntartani ahhoz, hogy a testhelyzet ne változzon meg. Mindemellett speciális érzékszervünk is van az egyensúly érzékelésére a belső fülben (5. ábra).

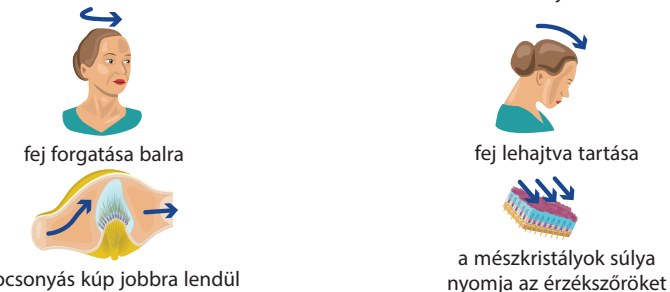
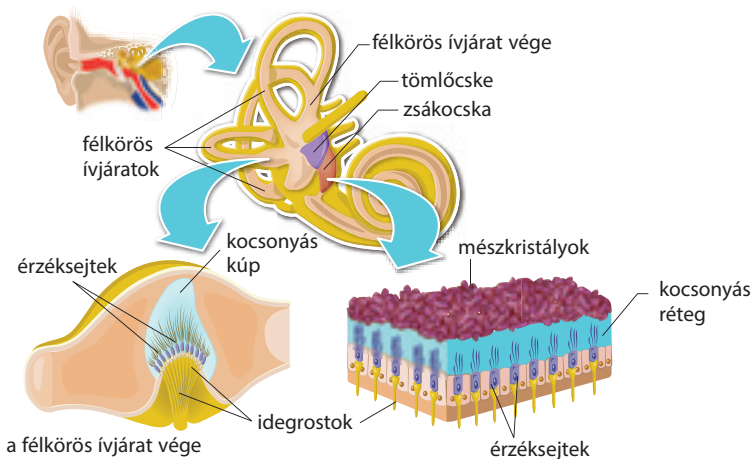
A hártás fallal határolt, folyadékkal telt labirintuszserv egyik része, a **tömlőcske** és a **zsákocskó** fejünk térbeli helyzetéről szolgáltat információt. Érzékszőrökkel rendelkező receptorsejtjeik fölött kocsonyás rétegbe ágyazódva apró mészkristályok helyezkednek el (6. ábra). Ezek a kristályok tömegüknél fogva nyomják az alattuk levő érzékszőröket. Ha a fej térbeli helyzete megváltozik, a szemcsék más irányban, más sejteket ingerelnek (7. ábra).



5. A fej helyzetének érzékelése



6. Mészkristályok a tömlőcskében



7. Az egyensúly-érzékelés két típusa

Az egyensúly-érzékelés másik oldala: a fej forgásának érzékelése

Fejünk elfordulását, forgó mozgását a három **félkörös ívjárat** segítségével érzékeljük. A félkörös ívjáratok egymásra merőlegesen, **a tér három síkjában**, félkör alakban görbülő csövek, belsejüket folyadék tölti ki. Az ívjárat végénél kocsonyás kúp található, ebbe ágyazódnak bele a receptorsejtek érzékszőrői. Ha a fej elmozdul, az elfordulás síkjába eső ívjáratban a folyadék tehetetlensége miatt ellenkező irányba áramlik. Az áramló folyadék sodrása deformálja a kocsonyás kúpot, ez pedig meggömbösi az érzékszőröket. Ez kelti az ingerületet (7–9. ábra).

Az egyensúlyozás érzékszervének receptoraiból az ingerület a halló-egyensúlyozó agyideg rostjain halad a talamusz felé, ahonnan átkapcsolás után az agykéreg több részéhez is eljut, így a halántéklebenyhez és a fali lebenyben található érzőmezőhöz is. Az ingerület eljut a mozgásszabályozás központjaiba is. Így izmaink működtetésével azonnal válaszolhatunk az ingerre.

A halló- és az egyensúlyozó szerv szorosan összefügg egymással, amit az is jelez, hogy az erős hanghatások szédülést okozhatnak.

Fogalmak ■ külső fül ■ középfül ■ belső fül ■ külső hallójárat ■ dobhártya ■ hallócsontocskák ■ fülkürt ■ érzékszőr ■ hallóideg ■ hallópálya ■ tömlőcske ■ zsákocsksa ■ félkörös ívjáratok

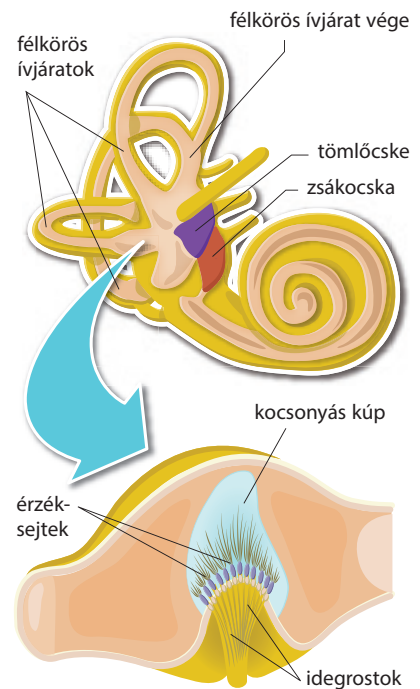
Megtanultam?

A hallószerv részei a(z) **(1.)**, a(z) **(2.)** és a(z) **(3.)**. A hallójáraton érkező hang a **(4.)**-t megrezgeti, majd a hangrezgések a(z) **(2.)**-ban/ben levő három **(5.)** útján a belső fülbe, a csigát kitöltő folyadékba továbbítódik. A folyadék lengésbe hozza a(z) **(6.)**-t, amelynek felületén receptorsejtek ülnek, amelyek felületét **(7.)** borítják. A(z) **(7.)** nekinyomódnak az alaphártya fölé hajló **(8.)**-hártyának, és ez ingerületet hoz létre. A csiga alapjánál a(z) **(9.)**, csúcsánál a(z) **(10.)** hangok keltenek ingerületet. Az ingerület a hallóidegen az agyba jut. A hangérzet a(z) **(11.)**-lebenyben alakul ki.

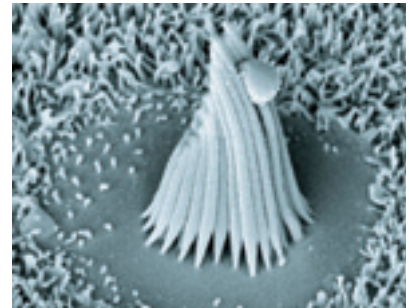
A test helyzetének és mozgásállapotának érzékelésében sok szerv vesz részt. A belső fülben levő labirintuszszerv a fej térbeli helyzetét, gyorsuló és lassuló mozgását, forgását érzékeli. A(z) **(12.)** és a(z) **(13.)** mészkristályai súlyuknál fogva nyomják a receptorsejteken levő **(7.)**-t, ami a test helyzetének regisztrálását teszi lehetővé. A három **(14.)** a tér három (egymásra merőleges) síkjában helyezkedik el. A fej elfordulásakor a(z) **(14.)**-ban/ben áramló folyadék az érzékszőröket elgömbösi, ami ingerületet kelt. Az egyensúlyérzés központja a fali lebenyben található.

Kérdések, feladatok

- Röviden ismertesd a fül tagolódását!
- A tüzéréknek azt tanították, hogy az ágyú elsütésekor nyissák ki a szájukat. Mit gondolsz, miért?
- Hol található a hallócsontocskák, és mi a szerepük?
- Készíts felelettertvet: rajzolj egyszerű vázlatot a belső fülben levő csiga szerkezetéről, s ismertesd működését!
- Mi a jelentősége annak, hogy a hallás receptorsejtjei érzékszőröket viselnek?
- Hol található az agykérgi hallóközpont, és milyen úton jut ide az ingerület?
- Milyen hatások és szervek teszik lehetővé a testhelyzet és a test mozgásainak érzékelését?
- Milyen felépítésű és hogyan működik a tömlőcske és a zsákocsksa?
- Készíts vázlatot egy félkörös ívjárat szerkezetéről, és a rajz alapján magyarázd el a működését!



8. A fej forgásának érzékelése



9. Érzékszőrök elektronmikroszkópos felvételen

Keress rá! ■ Carhart-csipke ■ timpanometria



- A szaglás
- Az ízérzékelés

Megtudhatod

Hogyan lehetséges, hogy amikor bedugul az orrunk, akkor az ízeket is alig érezzük?

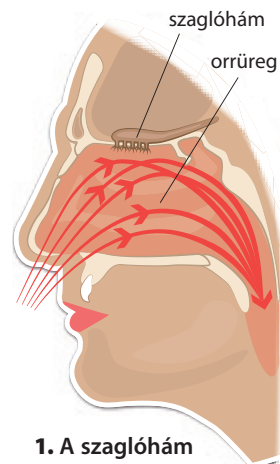
32.

Kémiai érzékelés

A légnemű anyagok összetételét szaglással, a folyadékok, oldatok összetételét pedig az ízléssel érzékeljük. Szaglószervünk az orrüregben található, ízérzékelő szervünk pedig a nyelv.

A szaglás

A szaglás receptorsejtjei az orrüreg felső részén, a **szaglóhám**ban található (1. ábra). Az ornyálkahártyát borító folyadékrétegben oldódó anyagok ingerlik a receptorsejteket. Az ingerület a **szaglólóidegen** keresztül, a talamuszt megkerülve, közvetlenül a **halántéklebény** kérgi részébe, a szaglóközpontba jut, ott keletkezik a szagérzet. A szaglóközpont az érzelmeket szabályozó agyrészekkel szoros kapcsolatban áll, ez az oka a szagokat kísérő erőteljes érzelmi reakcióknak és annak, hogy a szagok számos emlékképet idézhetnek fel. A szaglópálya az egyetlen érzékszervi pálya, amely a talamusz elkerülésével jut az agykéregbe.

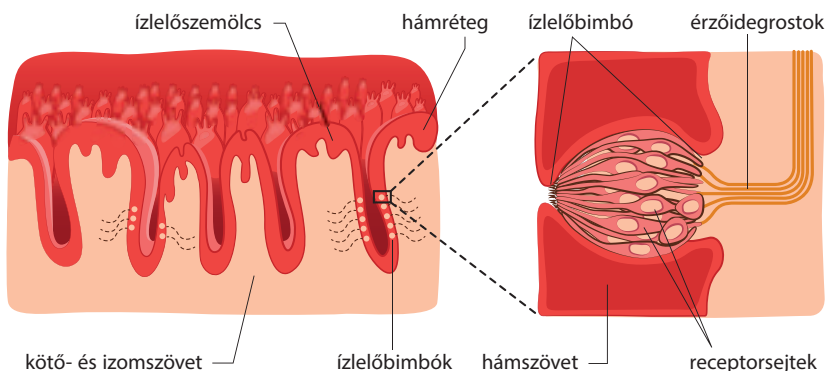


1. A szaglóhám elhelyezkedése

Az ízérzékelés

Az **ízérzékelés** receptorainak túlnyomó része a nyelv felszínén található. A nyelv nyálkahártyájának kiemelkedései, a szemölcsök egy része mikroszkopikus méretű **ízlelőbimbókat** tartalmaz (2. ábra). Az ízlelőbimbókban receptorsejtek vannak, amelyek négyféle **alapíz** érzékelésére alkalmasak. Az édes, a sós, a savanyú és a keserű ízek különböző arányú keveréke hozza létre az összes íz kombinációt. Az ízlelőbimbókból az ingerület agyidegek rostjain a talamuszba, majd átkapcsolás után a **fali lebenybe**, az elsődleges érzőmezőbe jut. Itt alakul ki az ízérzet.

2. Ízlelőbimbók a nyelv felületén nagyításban



3. Egyes aminosavak és nukleotidok íze az ún. **umami**, amit az ötödik alapíznek tekintenek. A keleti konyhák sok umami ízű alapanyagot használnak

Az íz- és a szagérzékelés szorosan összefügg egymással. Azt, hogy az illatok észlelése mennyire járul hozzá az ízlésmény kialakulásához, akkor vehetjük észre leginkább, amikor náthások vagyunk, és ezért az orrváladék nehezíti a szagérzékelést. Ilyenkor az ételek-italok ízét is kevésbé érezzük.

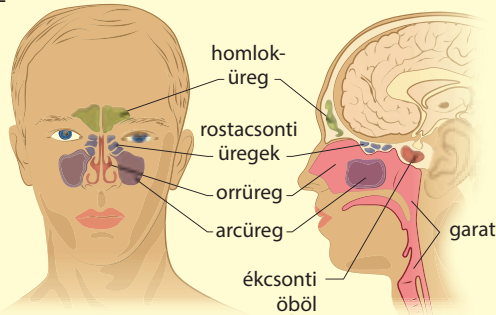
Olvasmány

Gyenge szaglás ■ Az ember szaglóhámjának felülete meglehetősen kicsi, mintegy 10-15 millió szaglősejt található benne. Ezek működése révén az ember kb. tízezerféle szag megkülönböztetésére képes. A szaglás receptorsejtjei gyorsan „kifáradnak”: ha az ingerhatás nem változik, ingerületadásuk csökken. Ezzel magyarázható, hogy az állandó intenzitású szagokat könnyen megszokjuk, egy idő után nem érezzük.

A gyerekek általában sokkal jobban érzik az ízeket és a szagokat, mint az idős emberek, mivel az életkor előrehaladtával az emberek íz- és szagérzékelése a receptorsejtek pusztulása miatt meggyengül.

Olvasmány

Orrmelléküregek ■ Az arc egyes csontjaiban az orrüregbe nyíló kamrák, orrmelléküregek találhatóak. Ezek az üregek a koponya tömegét csökkentik, és hozzájárulnak a hangképzéshez is. Ha az orrmelléküregek nyílása elzáródik, akkor fájdalmas gyulladás következhet be, akár egyszerű nátha következtében.



Az orrmelléküregek elhelyezkedése

Fogalmak ■ szaglóhám ■ szaglőideg ■ ízlelőbimbó ■ alapíz

Megtanultam?

Az orrüregben levő szaglőreceptorokat a nyálkarétegben oldódó, (1.) hal-mazállapotú anyagok ingerlik. Az innen induló ingerület a(z) (2.) elkerülésével jut a(z) (3.) lebeny szaglóközpontjába. Az ízérzékelés receptorai a nyelv felszíni (4.)-ban/ben vannak, és négy alapíz ((5.) (6.) (7.) (8.)) érzékelésére képesek. Az ízérzékelés központja a nagyagy (9.) lebenyében van.

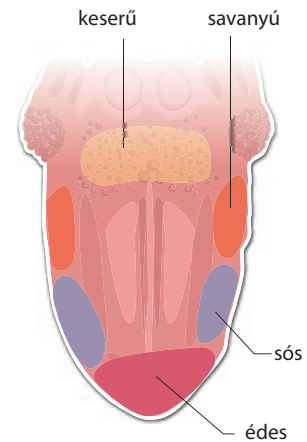
Kísérletezz!

Az íztérkép ■ A kutatók között nincs teljes egyetértés abban, hogy a nyelv felszínén vannak-e különböző alapízekre érzékeny területek. Az alábbi kísérlet segítségével próbáljátok igazolni, vagy cáfolni a feltételezést!

Négy vattapamacsos fültisztítót márts különböző ízű folyadékokba:

- cukros vagy édesítőszeres víz;
- hígított ecet;
- sós víz;
- tonik!

Mindegyiket érintsd nyelved különböző részeihez, ezeket azonosítsd az ábrán látható zónákkal!



Keress rá! ■ anosmia ■ parfümőr ■ illatpiramis

Kérdések, feladatok

1. Mi a különbség a szaglás és az ízérzékelés funkciója között?
2. Hol találhatóak a szaglás receptorsejtjei?
3. Milyen úton és hová jut a szaglőreceptorokban kialakult ingerület?
4. Mi a leglényegesebb különbség a szaglópálya és a többi érzékszervi pálya lefutása között?
5. Mi az alapja annak, hogy a szagok érzelmi reakciókat válthatnak ki?
6. Mit jelent az alapíz kifejezés? Melyek az alapízek?



- A bőr- és izomérzékelés szerepe
- Testérzékelés, testhelyzet, testtartás

Megtudhatod

A könyök vagy az ujjbegy bőrével lehet érzékenyebben kitapintani az asztal egyenetlenségeit?

33.

Bőr- és izomérzékelés

A bőr és az izmok érzékelőműködéseit összefoglalóan **testérzékelésnek** nevezük. Bőrünk tapintást, nyomást, hideget, meleget érzékelő receptorokat egyaránt tartalmaz.

A bőr- és izomérzékelés szerepe

A bőrreceptorok többsége az **irhában** található, kötőszövetes tokkal körülvelt **idegvégződés**. A nyomást érzékelő receptorok a bőr mélyebb rétegeiben helyezkednek el, és kötőszövetes burkuk is vastagabb, mint a tapintást érzékelő receptoroké. A hámrétegben és az irhában kötőszövetes burok nélküli, csupasz, gazdagon elágazó idegvégződések, ún. **fájdalomérző receptorok** is találhatóak. Ezek a túlságosan erős, károsító hatású ingerekre érzékenyek, és ingerületük az agykéregben fájdalomérzetet kelt. A kétféle **hőmérséklet-érzékelő receptor** a bőr lehűlésére, illetve felmelegedésére, vagyis a bőr hőmérsékletének megváltozására érzékeny.

A vázizmokban levő receptorok nagy része az izom összehúzódásának mértékét regisztrálja. Ez a funkciója például a testtartási reflexekkel kapcsolatban megismert érzőideg-végződésnek, amely az izom hosszát érzékeli.

Kísérletezz!

Kétpontküszöb ■ **1.** Egy társaddal párban megmérhetitek, hogy a bőr tapintásérzékelése mennyire „pontos”. A tapintás annál pontosabb, minél sűrűbben található a bőrben a tapintásra érzékeny receptorok. Az ingerléshez a legegyszerűbb esetben akár két ceruza hegyét is használhatjuk. Ha a két hegyet egymástól távol egyidejűleg társunk bőréhez érintjük, akkor ő két érintést érez. Ha a bőrt érintő két ceruzahegyet egyre közelítjük egymáshoz, bizonyos távolságnál már csak egyetlen érintés érezhető. Az a legkisebb távolság, amelynek egyidejű érintését már külön érezzük, a **kétpontküszöb**. A kétpontküszöb értéke testtájanként nagyon eltérő. Társaddal mérjétek meg egymáson az egyik ujjbegyen, a kézháton és az alkaron a kétpontküszöb értékét! A méréskor természetesen az érintett egyénnek be kell csuknia szemét, hogy ne láthassa a távolságot. **2.** Három pohár közül az elsőbe tegyél jeges, a középsőbe langyos (kb. 20 °C), a harmadikba pedig meleg (kb. 40 °C) vizet! Bal kezed mutatóujját mártsd a jeges, jobb kezed mutatóujját a meleg vízbe, és tartsd benne kb. fél percig! Ezután egyszerre mindkét mutatóujjadat mártsd a langyos vízzel telt pohárba! Milyennek érzed bal, illetve jobb kezeddél a víz hőmérsékletét? Mivel magyarázod a jelenséget?

Olvasmány

A fájdalom

véd ■ Vannak olyan emberek, akiknek bőrből hiányoznak az idegvégződések, ezért nem érzékelik környezetük fizikai és hőhatásait. Védekezőreflexek és fájdalomérzet híján könnyen megsérülhetnek, hiszen nem figyelmezteti őket a veszélyre a fájdalom. Egyes feltételezések szerint ilyen rendellenességben szenvedhetett Gaius Mucius római hős, aki Porsenna etruszk király ellen merényletet kísérelt meg. Amikor elfogták, az ott égő áldozati tűzbe tartotta jobb kezét. A történetírók szerint arcán semmiféle fájdalom sem tükröződött, miközben keze elégett. Hősiességét látva Porsenna szabadon engedte Mucius, aki ezután kapta a Scaevola (balkezes) nevet.

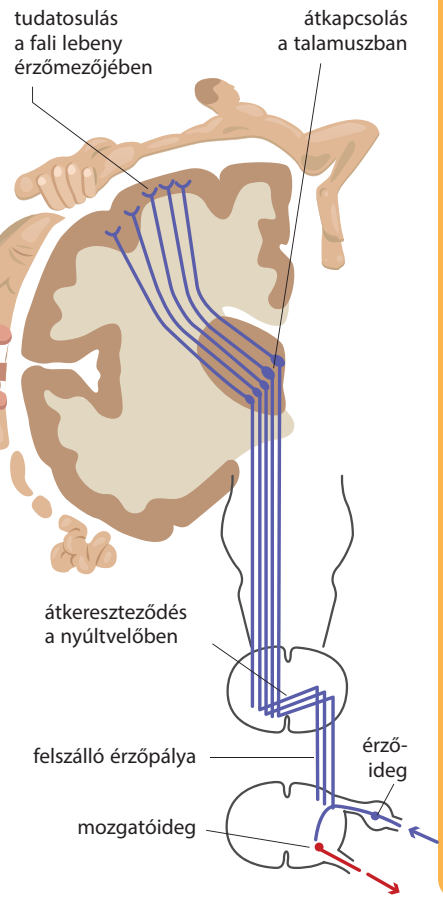
Testérzékelés, testhelyzet, testtartás

A **tapintást** és a **nyomást** érzékelő bőrreceptorokból, valamint a **vázizmok érzőideg-végződéseiből** származó ingerület az érzőneuronok idegrostján, a gerincvelői idegeken át a csigolya közti dúcba, majd onnan a hátsó gyökéren a gerincvelőbe jut. Az elágazó axonok egyik ága gerincvelői reflexet alkotva

beléphet a szürkeállomány hátsó szarvába. Emlékezzünk csak vissza a gerincvelői védekezőreflexre! Az érzőneuron másik ága a fehérállomány hátsó kötegében halad fölfelé. Az ingerület útja **átkereszteződik** a test ellenkező oldalára, ahol a **talamuszban** zajló szinaptikus átkapcsolódás után a nagyagy **fali lebe nyének** agykérgi régiójába, az érzőmezőbe jut, ott alakul ki az érzet. A jobb oldalon levő receptorokból származó ingerület a bal oldali agyféltekében kerül feldolgozásra, és fordítva (1. ábra). Mindez összhangban van a mozgatóműködések szabályozásával, hiszen az agykérgi eredetű mozgatópályák is átkereszteződnek, mielőtt elérnék a mozgatóneuronokat.

A fali lebeny elülső részén, az érzőmezőben az egyes testrészek képviselete szabályos elrendeződést mutat (1. ábra). A nagy receptorsűrűségű testtájak (pl. kezujjak, ajkak) az agykéregben is sokkal nagyobb kiterjedésű képviselettel bírnak, mint a kevésbé érzékeny részek (pl. a hát).

A tapintást és a nyomást érzékelő receptoroknak, valamint a vázizmokban található receptoroknak fontos szerepük van a testtartás szabályozásában és a testhelyzet érzékelésében. A receptorok működése révén általában becsukott szemmel is pontos képünk van testhelyzetünkről. Állás és járás közben például a talpbőr receptoraiból, ülve vagy fekve a csípőtájék, a comb, illetve a hát receptoraiból származó ingerületek nyújtanak információt.



1. Az egyes testrészek bőr- és izomreceptoraiból felszálló érzőpályák képviselete az agykéregben

Fogalmak ■ testérzékelés ■ fájdalomérző receptorok ■ hőmérséklet-érzékelő receptorok

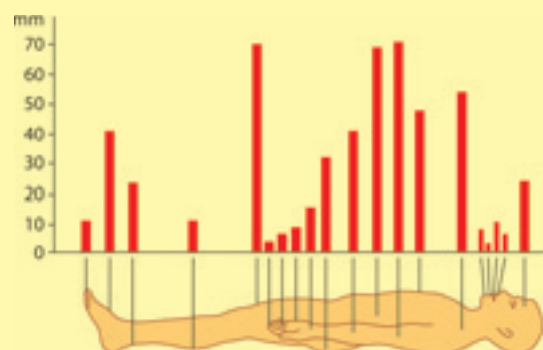
Megtanultam?

A bőr **(1.)**-rétegében levő, tapintásra, **(2.)**-ra/re és hőmérséklet-változásra érzékeny idegvégződéseknek kötőszövetes burkuk van. A(z) **(3.)**-érző idegvégződések csupaszak, a hámrétegbe is behatolnak. A tapintási és **(2.)**-ingereket felvevő receptorok ingerülete az érzőneuron axonján jut a gerincvelőbe, majd fölfelé haladva, a talamuszon keresztül az ingerület az ingerelt testféllel ellentétes oldali agyfélteke **(4.)** lebenyébe kerül. Itt alakul ki a(z) **(5.)**. Az agykéregben az egyes testtájak képviselete jellegzetes, szabályos elrendeződést mutat. A bőrt érő **(2.)**-ingerek, valamint az izmok összehúzódásának érzékelése fontos szerepet játszik a test **(6.)**-nak/nek, **(7.)**-nak/nek észlelésében is.

Kérdések, feladatok

1. Emlékezz vissza: sorold fel a bőr rétegeit!
2. Mi a különbség a fájdalomérző receptorok és a többi bőrreceptor elhelyezkedése és szerkezete között?
3. Mi a fájdalomérző receptorok ingere?
4. Milyen hatás ingerli a hőérzékelő receptorokat?
5. Röviden ismertesd a tapintást érzékelő receptorokban keletkező ingerület útját az érzet kialakulásáig!
6. Milyen szerepet játszanak a testtartás érzékelésében a bőr nyomásérzékeny receptorai és az izomhosszúságot érzékelő receptorok?
7. Olvasd el a leckében a Kísérletezz! című bekezdést! A következő ábra segítségével állapítsd meg, hogy melyik testtáj bőre a legpontosabb, legérzékenyebb, és melyik a legpontatlanabb a tapintás érzékelésében! Állapítsd

meg, mekkora a kétpontküszöb átlagos értéke a mellkason és a bokán! Értelmezd ezeket a számértékeket!



Megtudhatod

Mi lehet az oka annak, hogy az elfogyasztott folyadék mennyiségétől függ a képződő vizelet mennyisége?

34.

A hormonális szabályozás. Az agyalapi mirigy

- A hormonális szabályozás lényege
- Az agyalapi mirigy
- Az elülső lebeny serkentő-hormonjai
- A növekedési hormon
- A hátsó lebeny hormontároló szerv
- A vízvisszaszívást serkentő hormon
- Az oxitocin

Célsejt ■ Egy adott hormon receptorával rendelkező sejt. A hormonok csak meghatározott sejtekre fejtik ki a hatásukat, de egy sejt több hormonnak is célsejtje lehet.

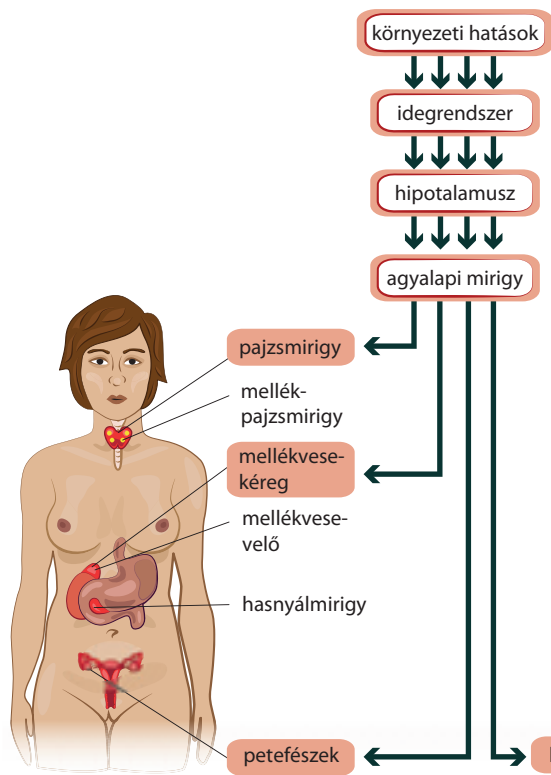
Negatív visszacsatolás ■ A szabályozás egyik típusa. A szabályozó hatás következtében kialakuló válasz visszahat a szabályozóközpontra, és gyengíti az onnan érkező hatást. Így kis ingadozással állandó állapotban marad a szabályozott rendszer.

A **belső elválasztású mirigyek** által termelt hormonok a vérbe kerülnek és a keringési rendszer útján jutnak el a többi sejthez, befolyásolják azok működését. Legfontosabb belső elválasztású mirigyek az agyalapi mirigy, a pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigy, a mellékvese, az ivarmirigyek és a hasnyálmirigy sejtcsoportjai (1. ábra).

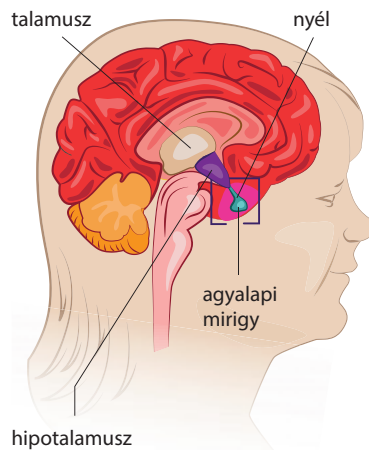
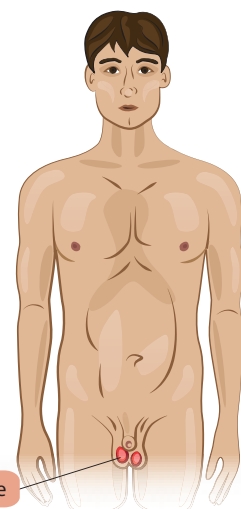
Az **agyalapi mirigy** vagy **hipofízis** (2. ábra) a hormonrendszer központja: számos olyan hormont termel, amely a többi belső elválasztású mirigy működését szabályozza.

A hormonális szabályozás lényege

Minden hormon a szervezet meghatározott sejteire fejt ki a hatását, ezeket a sejteket a hormon **célsejtjeinek** nevezzük. Egyes hormonok testünk szinte valamennyi sejtjére hatnak, mások viszont csak néhány sejt típus működését befolyásolják. Hogyan lehetséges ez?



1. A belső elválasztású mirigyek egy része az agyalapi mirigy szabályozása alatt áll



2. Az agyalapi mirigy elhelyezkedése

A hormonokat kémiai szerkezetük szerint alapvetően három csoportba soroljuk: vannak köztük peptidok, egyszerű aminosav-származékok és szteroidok. A sejtek sejthártyájában, illetve citoplazmájában vannak olyan fehérjék, amelyek képesek megkötni meghatározott térszerkezetű hormonokat. Ezeket a fehérjéket **hormonreceptoroknak** nevezzük. Egy-egy sejtre csakis azok a hormonok hatnak, amelyek receptorát tartalmazza a sejt (3. ábra).

A **poláris és a nagy molekulájú hormonok** a membrán külső felszínén levő receptorokhoz kötődnek, nem jutnak be a sejtbe. Ilyenek a peptidok és egyes aminosav-származékok. A kapcsolódás hatására a receptormolekula térbeli szerkezete megváltozik, aminek következtében a célsejtek citoplazmájában módosulnak az anyagcsere-folyamatok (4. ábra).

Az **apoláris oldékonyságú hormonok** a sejthártya foszfolipid-retegén könnyen átjutnak. Ilyenek például a szteránvázas hormonok. A citoplazmában levő hormonreceptorhoz kapcsolódnak és a sejtmagba jutva szabályozzák a DNS működését, ezáltal alapvetően megváltoztathatják a sejtek anyagcsere-folyamatait (5. ábra). Ez a folyamat időigényesebb, ezért a szteroidhormonok hatása általában lassabban alakul ki.

A hormonális rendszer a sejtanycsere szabályozásán keresztül hat a szervezet anyagcseréjére, és így fontos szerepe van a belső környezet állandóságának fenntartásában, a külvilág változásaihoz való alkalmazkodásban. Ezen túl hormonrendszerünk a szaporodást, a növekedést, az egyedfejlődést is szabályozza.

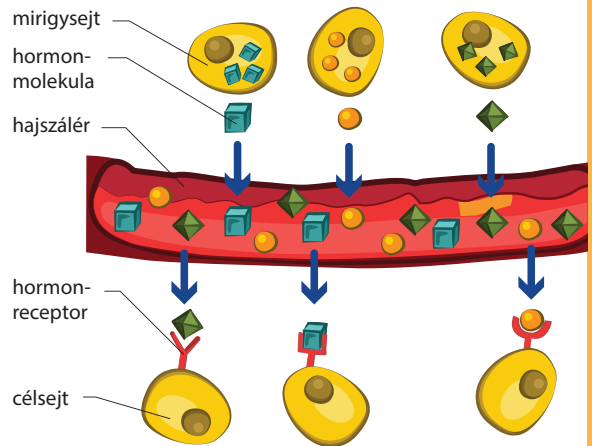
Az agyalapi mirigy

Az agyalapi mirigy vagy más néven hipofízis hormonjai peptidok. A szerv két fő részre tagolódik: az **elülső** és a **hátsó lebenyre**. Az agyalapi mirigy egy nyél köti össze az agy hipotalamusz nevű részével, amelynek irányítása alatt áll (2. ábra). A nyélben futnak a hipotalamusz egyes hormontermelő idegsejtjeinek nyúlványai. A nyél körül található az agyalapi mirigyet ellátó erek.

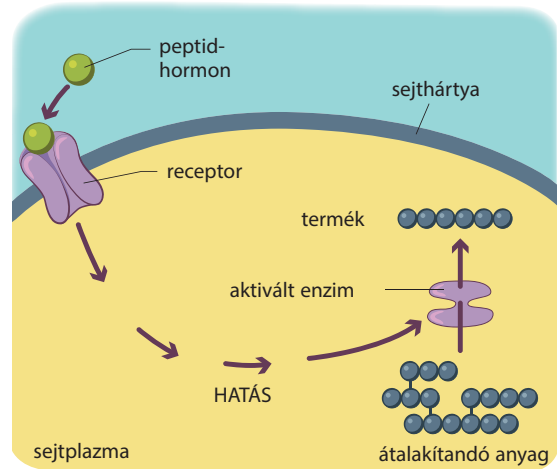
Az elülső lebeny serkentőhormonjai

Az elülső lebeny mirigysejtjeiben összesen hatféle hormon termelődik, melyek a növekedési hormon kivételével a többi belső elválasztású mirigy működését befolyásolják. A **pajzsmirigyserkentő hormon** a pajzsmirigy hormontermelését fokozza, a **mellékvesekéreg-serkentő hormon** pedig a mellékvese kéregállományában levő mirigysejtekre hat (1. ábra).

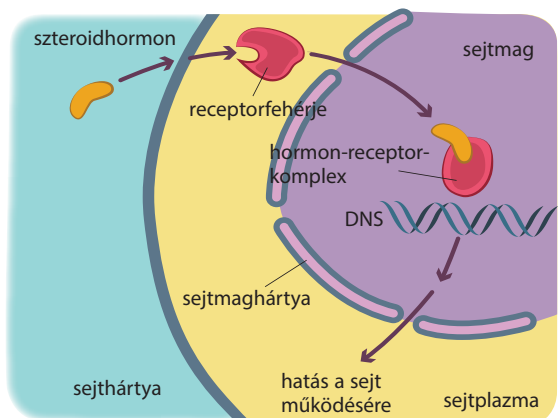
Az agyalapi mirigy elülső lebenye három olyan hormont termel, amelyek az ivari működésekre hatnak. Ezek a hormonok a férfiakban és a nőkben azonos kémiai szerkezetűek, de hatásuk a nemtől függ, az ivarszervek különbözősége miatt. Elnevezésük a női szervezetre gyakorolt hatásukat tükrözi. A nemi érés után a férfiakban lényegében egyenletes ütemben képződnek, a nőkben viszont nagyjából négyhetes ritmus szerint, ciklusosan változik a termelődésük. A **tüszőserkentő hormon** mindkét nemnél az ivarsejtek képződését serkenti. A **sárgatestserkentő hormon** a petefészkek, illetve a here hormontermelését szabályozza.



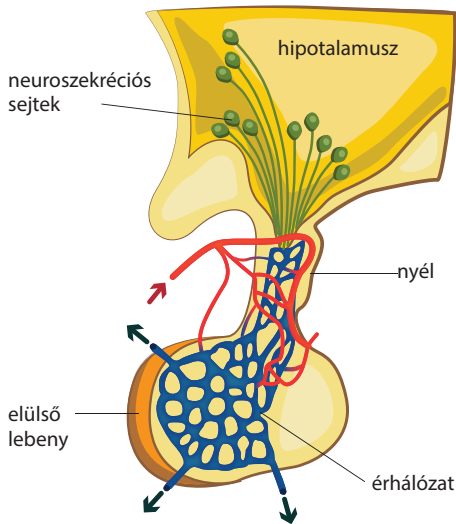
3. A hormonok hatásának kialakulása



4. A peptidhormonok hatásainak kialakulása



5. A szteroidhormonok hatásának kialakulása



6. A hipotalamusz és az agyalapi mirigy elülső lebenyének kapcsolata.
A nyílak a véráramlás irányát mutatják



7. A török Sultan Kösen 246,5 cm, a nepáli Chandra Dangi 54,6 cm magas volt. Chandra esetében nem sikerült igazolni a hipofízis betegségét

A **tejelválasztást serkentő hormon** nőkben a szoptatás időszakában serkenti az emlőmirigyekben az anyatej termelését. Férfiakban csak kevéssé ismert a hatása, de szerepe lehet a férfi szexuális vágy és aktivitás fenntartásában.

Az agyalapi mirigy elülső lebenyének hormontermelését a hipotalamusz egyes idegsejtjeinek hormonjai befolyásolják. Azokat az idegsejteket, amelyek hormont termelnek, **neuroszekrációs sejteknek** nevezzük. A hipotalamuszban képződő hormonok a hipofízis nyelében levő érálózatba kerülnek, majd innen közvetlenül az agyalapi mirigy elülső lebenyébe jutnak, ahol kifejtik hatásukat. Az elülső lebeny egyes hormonjainak külön serkentő, illetve gátló, a hipotalamuszból származó hormonjai vannak (6. ábra).

A növekedési hormon

A **növekedési hormon** a szervezet legtöbb sejt- és szövettípusára hat, sejtjeink túlnyomó többsége rendelkezik a hormon receptorával. Elnevezése onnan származik, hogy gyermek- és serdülőkorban serkenti a **csontok megnyúlását**, így gyorsítja a növekedést. Ugyanakkor a vázizomszövet sejtjeiben fokozza a fehérjesszintézist, és ezzel elősegíti az **izomzat gyarodását** is. Mindezek mellett biztosítja a zsigeri szervek arányos növekedését is. Az egész szervezet anyagcseréjét befolyásolja azáltal, hogy fokozza a zsírok lebontását és mérsékli a szőlőcukor felhasználását. Ifjúkorban a csontok növekedése befejeződik, ezt követően a testmagasság már nem változik lényegesen. A szervezet zsír- és szénhidrát-anyagcseréjét a növekedési hormon felnőttkorban is befolyásolja.

Ha fiatal korban kevés növekedési hormon termelődik, akkor arányos **törpenövés** alakul ki. Ez azt jelenti, hogy az egészséges felnőttekre jellemző testarányok kialakulnak, de a testmagasság szokatlanul alacsony, nem éri el a 140 cm-t sem. A hormon fiatalkori túltermelése viszont arányos **óriásnövéshöz** vezet, a testmagasság meghaladja a 2 métert (7. ábra).

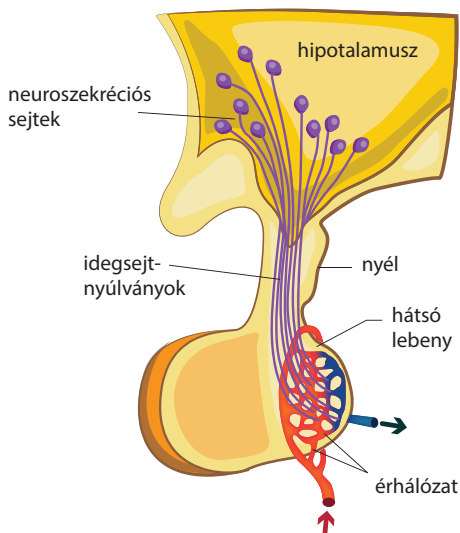
A hátsó lebeny hormontároló szerv

Az agyalapi mirigy **hátsó lebenye** két hormont tárol, a vazopresszint és az oxitocint. Ezek a peptidhormonok a hipotalamusz egyes neuroszekrációs sejtjeiben képződnek, és e sejtek nyúlványain jutnak a hátsó lebenybe. A nyúlványokban a hormonok raktározódnak, és csak bizonyos ingerekre szabadulnak fel (8. ábra).

A vízvisszaszívást serkentő hormon

A hátsó lebenyben tárolt hormonok egyike a vazopresszin, amely a vese víz-visszaszívását serkenti. A vese nefronjainak elvezetőcsatornáiból és a gyűjtőcsatornákból **fokozza a víz visszaszívását** a vérbe. Hatására tehát kevesebb víz jut a vesemedencébe, vagyis csökken a vizelet mennyisége. A vízvisszaszívást serkentő hormon a vizeletben oldott anyagok mennyiségét közvetlenül nem befolyásolja, hatására a vizelet kevesebb és töményebb lesz.

A vazopresszin akkor kerül nagyobb mennyiségben a vérbe a hátsó lebenyből, ha magas a testfolyadékok ozmotikus koncentrációja. Amikor valaki például sok vizet veszít izzadással, akkor vérplazmája töményebbé válik, ennek hatására fokozódik a vazopresszin elválasztása. A hormon növeli a vízvisszaszívást, ami pedig elősegíti a szervezet víztartalmának megőrzését. Ha viszont valaki túlságosan sokat iszik, akkor a felszívódó víz hígítja a testfolyadékot. A csökkenő ozmotikus koncentráció miatt kevesebb vazopresszin jut a vérbe. Ennek következtében a vesében csökken a víz visszaszívása és több víz távozik a vizelettel. Így a fölösleges víztől megszabadul a szervezet.



8. A hipotalamusz és az agyalapi mirigy hátsó lebenyének kapcsolata

Az ADH hiánya ritka betegség. Ilyenkor a nefronok elvezetőcsatornáinak végén és a gyűjtőcsatornáknál csökken a víz visszaszívása, ezért az ide jutó víz túlnyomó része a vizeletbe kerül. A vizelet mennyisége meghaladhatja a napi 20 litert is. A nagymértékű vízvesztés miatt a beteg szomjazik és rengeteget iszik.

Az oxitocin

A hátsó lebenyben tárolódó másik hormon, az **oxitocin** egyes **simaizmok összehúzódását** idézi elő. Elsősorban a terhes nők méhfalának izomzatára hat: a szülés során szerepet játszik az **anyaméh összehúzódásában**. A szoptatás idején az **emlőmirigyek** falában levő izomelemek összehúzódását serkenti, így biztosítja az anyatej kiürülését.

Az oxitocinnak pszichés, illetve viselkedési hatásai is vannak, amelyek mindkét nemből érvényesülnek. A viselkedést felszabadultabbá, az egyént társas kapcsolataira nyitottabbá teszi. Fokozza az érzelmi kötődést, akár a gyermekről, akár a felnőtt partnerről van szó. Fontos szerepet játszik a gondoskodó szülői viselkedés kialakulásában (9. ábra).

Fogalmak ■ agyalapi mirigy (hipofízis) ■ hipotalamusz ■ neuroszekréciós sejt ■ pajzsmirigyserkentő hormon ■ mellékvesekéreg-serkentő hormon ■ tüszőserkentő hormon ■ sárgatestserkentő hormon ■ tejelválasztást serkentő hormon ■ növekedési hormon ■ antidiuretikus hormon ■ oxitocin

Megtanultam?

Az agyalapi mirigy két része az elülső és a hátsó lebeny. Az elülső lebenyben termelődő **..(1)..** és mellékvesekéreg-serkentő hormon más belső elválasztású mirigyek működését **..(2)..** A tüszőserkentő és a(z) **..(3)..** hormon nőkben a petefészkek, férfiakban pedig a(z) **..(4)..** működésére hat. A(z) **..(5)..** hormon a szoptató anyában a tej termelődését serkenti. A növekedési hormon a(z) **..(6)..** és a(z) **..(7)..** növekedését fokozza, valamint a(z) **..(8)..** és a zsírok anyagcseréjének szabályozásán keresztül a szervezet energiaforgalmára is hat. A hátsó lebeny a(z) **..(9)..** -ban/ben képződő két hormont **..(10)..** Az ADH a vesében a szűrletből történő **..(11)..** serkenti. Az oxitocin szüléskor a méhizomzat **..(12)..** idézi elő, szoptatáskor pedig az anyatej **..(13)..** segíti.

Kérdések, feladatok

- Milyen kémiai összetételűek az agyalapi mirigy hormonjai?
- Hol termelődnek az elülső és a hátsó lebeny hormonjai?
- Készíts táblázatot, amely az agyalapi mirigy elülső lebenyének hormonjait mutatja be! Táblázatot tartalmazza a hormonok nevét, célsejtjeinek helyét (szervek) és hatását!
- A hátsó lebenynek melyik hormonja hat az ivari működésekre? Röviden foglald össze a hatásait!
- Nevezd meg a hátsó lebeny másik hormonját! Fő hatása melyik szervben nyilvánul meg?
- Szomjazó emberben hogyan változik a hormonfelszabadulás az agyalapi mirigy hátsó lebenyéből? Miért? Milyen következménnyel jár a vérbe kerülő hormon?



9. Az oxitocin hormon simaizmokra gyakorolt hatása mellett szerepet játszik az emberi kötődések kialakításában is

Keress rá! ■ endokrin diszruptor



Megtudhatod

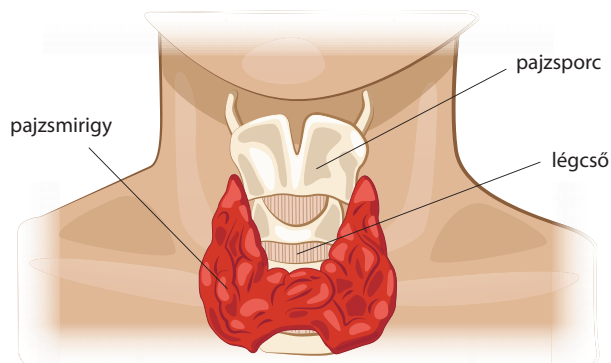
Hogyan lehetséges, ha valaki meleg éghajlatra költözik, akkor csökken a „belső fűtése”, vagyis szervezetének hőtermelése?

35.

A pajzsmirigy és a mellékpajzsmirigy

A pajzsmirigy a gége mellett, nagyjából szimmetrikusan elhelyezkedő szerv (1. ábra). Kétféle mirigysejt vesz részt a felépítésében: az egyik **tiroxint**, a másik **kalcitonint** termel. A pajzsmirigy állományába ágyazódó négy különálló sejtcsoport alkotja a mellékpajzsmirigyét, amely **parathormont** termel.

- A pajzsmirigy tiroxin hormonja
- A tiroxintermelés zavarai
- A pajzsmirigy kalcitonin hormonja
- A mellékpajzsmirigy parathormonja

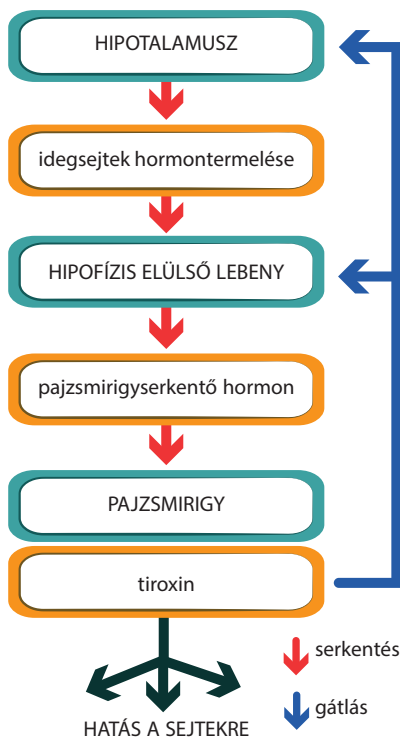


1. A pajzsmirigy elhelyezkedése

A pajzsmirigy tiroxin hormonja

A **tiroxin** jódtartalmú vegyület, a szervezet csaknem minden sejtjére kifejti hatását. Apoláris jellegű aminosav-származék, a sejtmagba jutva szabályozza a sejtek anyagcseréjét. Elsősorban a sejtek energiafelszabadító, **ATP-termelő folyamatait serkenti**, ami a sejtek megfelelő energiaellátásához szükséges. Ennek mérhető következménye, hogy hatására fokozódik a szervezet oxigénfogyasztása és hőtermelése. A tiroxin alapvető szerepet játszik az egészséges egyedfejlődésben is: nélkülözhetetlen az egészséges növekedéshez és az idegrendszer normális fejlődéséhez.

A tiroxin termelését a hipotalamusz–agyalapi mirigy rendszer szabályozza (2. ábra). A hipotalamusz egyes neuroszekréciós sejtjeiben olyan hormon képződik, amely fokozza az agyalapi mirigy pajzsmirigyserkentő hormonjának szintézisét. Ennek hatására megnő a pajzsmirigy hormontermelése. A tiroxin magas koncentrációja a vérben viszont gátolja a hipotalamusz serkentőhormonjának és az agyalapi mirigy pajzsmirigyserkentő hormonjának termelését, ennek következményeként csökken a pajzsmirigyben a tiroxintermelés is. Ez a szabályozási mód jó példa a **negatív visszacsatolásra**. A hipotalamuszba azonban a szervezet más részeiből idegi ingerületek is érkeznek. A hipotalamusz idegsejtjei a befutó információk feldolgozása alapján szabályozzák a neuroszekréciós sejtek hormontermelését. Ezáltal a pajzsmirigy hormontermelése a mindenkori környezethez is alkalmazkodik. Az **agyvelő és az agyalapi mirigy együttműködése** kítűnően mutatja a hormonális és az idegi szabályozás, tehát a neuroendokrin rendszer összehangoltságát.



2. A tiroxin termelésének szabályozása szép példa a negatív visszacsatolásra

Olvasmány

Tiroxin és hőszabályozás ■ A tiroxin mellett termelődő másik, hasonló hatású hormon a trijód-tironin. Összetételükben az a különbség, hogy a tiroxin molekulánként négy, a trijód-tironin pedig három jódatomot tartalmaz. Valójában a hatások kialakulásában a tiroxinnál fontosabb szerepet játszik a trijód-tironin, de későbbi felfedezése miatt ritkábban szokták említeni.

A pajzsmirigynek szerepe van az éghajlati környezethez való alkalmazkodásban. Amikor például valaki tartósan hidegben (pl. sarkvidéki területen) tartózkodik, akkor hipotalamuszában fokozódik az agyalapi mirigyre ható serkentőhormon szintézise. A pajzsmirigyserkentő hormon fokozott termelése következtében a tiroxin mennyisége is nagyobb lesz. Ez pedig a lebontó folyamatok gyorsulása miatt a hőtermelés növekedésével jár, ami lehetővé teszi a hideghez való alkalmazkodást.

A tiroxintermelés zavarai

A tiroxin hiányát okozhatja, hogy nem képződik elegendő pajzsmirigyserkentő hormon, vagy pedig a tiroxin képződéséhez szükséges jód nem jut elegendő mennyiségben a szervezetbe a táplálék és az ivóvíz útján. Ha a pajzsmirigy csecsemő- és gyermekkorban nem működik kielégítően, akkor súlyos szellemi károsodással járó, **aránytalan törpenövés** alakul ki, az úgynevezett kretinizmus. A beteg gyermekek arcán mimika nem jelenik meg, nyelvük megnagyobbodik (4. ábra). A tiroxin felnőttkori hiánya esetén a **lebontó anyagcsere** lelassul, csökken a szervezet oxigénfogyasztása. A táplálékkal felvett szerves anyagok egy része lebontás helyett raktározásra kerül, ezért a testsúly nő. Az energiafelszabadító folyamatok lassulása miatt a mozgékonyság, az aktivitás is mérséklődik, a gondolkodás lelassul. Napjainkban a fejlett országokban a jódhány ritkán fordul elő, mert a konyhasó jódozzák (3. ábra).

A tiroxin túltermelése jellegzetes tünetekkel jár. A **lebontó anyagcsere felgyorsul**, ezért megfelelő táplálkozás mellett is csökken a testsúly és emelkedik a testhőmérséklet. Jellemző, hogy a szemgolyó mögötti szövetek felszaporodása miatt a szem kiülled.

A pajzsmirigy megnagyobbodását **strúmának** vagy **golyvának** nevezik. Ilyenkor a gége alatti tájékon a nyak duzzadt, vastag. A pajzsmirigy hiányos vagy túlműködése egyaránt járhat strúma kialakulásával (5. ábra).

A pajzsmirigy kalcitonin hormonja

A pajzsmirigy egyes mirigysejtjeiben **kalcitonin** nevű peptidhormon termelődik, amely a szervezet kalciumforgalmát szabályozza. A kalcitonin **csökkenti a vérplazma kalciumkoncentrációját**, mivel gátolja a Ca^{2+} -ionok vérbe jutását a csontokból, ugyanakkor a csont sejtjei folyamatosan vesznek fel kalciumot a vérből (6. ábra). A kalcitonin képződését a vér magas kalciumkoncentrációja serkenti.



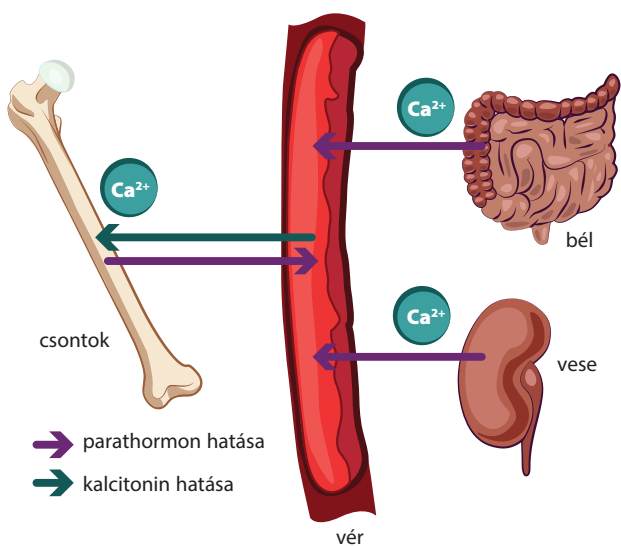
3. Az üzletekben kapható jódozott konyhasóban kilogrammonként legfeljebb 25 mg jód lehet, kálium-jodid formájában



4. A tiroxinhiány hatása csecsemőnél, és a betegség felnőttkori következménye. A jobb oldali kép előterében felnőtt nők láthatók



5. A strúma a pajzsmirigy megnagyobbodása



6. A vér kalciumkoncentrációjának szabályozása

A mellékpajzsmirigy parathormonja

A mellékpajzsmirigy általában két pár elkülönülő sejtcsoportot alkot a pajzsmirigy felszínébe ágyazódva. Hormonja, a **parathormon** kémiai összetételét tekintve peptid. A parathormon (a kalcitoninnal ellentétben) **emeli a vérplazma kalciumkoncentrációját**, mivel fokozza a csontokból a Ca^{2+} -ionok vérbe jutását és a vesében a szűrletből történő Ca^{2+} -visszaszívást (6. ábra). A mellékpajzsmirigy nem áll közvetlenül az agyalapi mirigy szabályozása alatt, hormontermelését a vér alacsony kalciumkoncentrációja serkenti.

A kalciumionok alapvető szerepet játszanak az ideg- és izomsejtek ingerületi folyamatainak létrejöttében. Túláságosan alacsony koncentrációjuk esetén a vázizmokban tartós izomgörcsök jönnek létre.

Nagyon fontos azt is tudnunk, hogy a szervezet kalcium-egyensúlyának fenntartásában nagy szerepe van a **D-vitaminnak** is. A D-vitamin serkenti a kalciumionok bélből történő felszívását, ami különösen gyermekkorban, a csontok növekedése idején fontos.

Olvasmány

A mellékpajzsmirigy felfedezése ■ Strúmaműtétet követően a lábadozó betegek egy részénél pár nap elteltével érthetetlen okokból olyan súlyos izomgörcsök jelentkeztek, amelyek végül a légzőizmok görcse miatt fulladást okoztak. Ennek nyomán jöttek rá az orvosok, hogy van még valami a pajzsmirigy szövetében, amit a műtét során nem szabad eltávolítani. Parathormon hiányában ugyanis a vér kalciumkoncentrációja lecsökken. A vázizmok ingerületi folyamata során az idegsejtekhez hasonlóan nátriumionok áramlanak át a sejt közötti térből a vázizomrostok membránján keresztül. Ezt az átáramlást a sejten kívüli térben elhelyezkedő kalciumionok gátolják. Ha tehát túláságosan lecsökken a kalciumkoncentráció, akkor az izmok ingerülete könnyebben kialakul, és hosszabb ideig is maradnak összehúzott állapotban.

Fogalmak ■ tiroxin ■ kalcitonin
■ parathormon ■ golyva

Keress rá! ■ kalcium-oxalát vesekő ■ jódpofilaxis

Megtanultam?

A pajzsmirigyben képződő **(1.)** nevű hormon molekulái sajátos módon **(2.)** atomokat tartalmaznak. Ez a hormon általános hatású, a sejtek lebontó folyamatait **(3.)** és ezáltal fokozza az energiafelszabadítást. A gyermekek **(4.)** és az idegrendszer fejlődéséhez is szükséges. Termelődését a(z) **(5.)** mirigy és a(z) **(6.)** hormonja befolyásolja: a pajzsmirigyhormon hat ezek hormontermelésére, az ilyen szabályozó mechanizmus neve **(7.)**. A pajzsmirigy másik hormonja, a(z) **(8.)** csökkenti a vér **(9.)**-koncentrációját. A mellékpajzsmirigyben termelődő **(10.)** növeli a vérplazma **(9.)**-koncentrációját. A vér megfelelő **(9.)**-szintje többek között a normális izomműködéshez fontos.

Kérdések, feladatok

- Mi a tiroxin sejtszintű és szervezetszintű hatása?
- Ha egy ember szervezetébe hosszú időn át nem jut jódot:
 - milyen irányban változik a pajzsmirigyének hormontermelése?
 - milyen irányban változik az agyalapi mirigyében a pajzsmirigyserkentő hormon termelődése?
- A pajzsmirigy hormontermelésének szabályozása jól példázza a negatív visszacsatolás elvét. A 2. ábra segítségével értelmezd a folyamatot! Miért találó az elnevezése a szabályozási elvnek? Értelmezd!
- Mivel magyarázható, hogy a tiroxin hatása csak lassan alakul ki?
- A kalcitonin hogyan befolyásolja a csontok anyagcseréjét és a vérplazma összetételét?
- A mellékpajzsmirigy hormonja mely szervek működésére hat? Milyen irányban befolyásolja a vérplazma összetételét?
- Miért életfontosságú a mellékpajzsmirigy hormonja?
- A kalciumforgalmat a parathormon és a kalcitonin mellett egy vitamin is szabályozza. Melyik ez a vitamin, és mi a hatása?

Megtudhatod

Miért nő a vércukorszint, amikor megijedünk?

36.

A mellékvese

A mellékvese páros szerv, amely süvegszerűen borítja a vesék csúcsát. Két része különíthető el, a **belső velő- és a külső kéregállomány** (1. ábra). A két rész működése egymástól független.

A mellékvesekéreg szteroidhormonokat termel, amelyek hatásuk szerint három csoportba oszthatók.

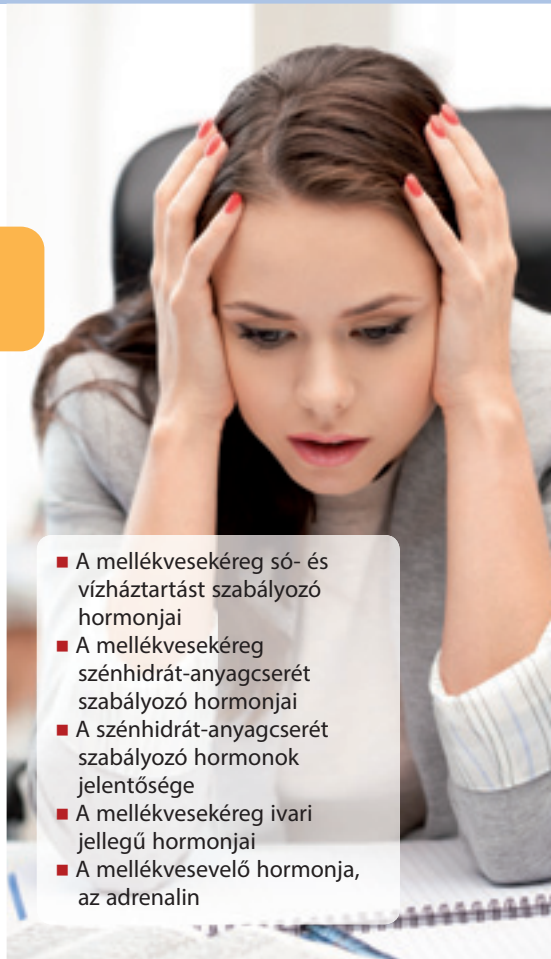
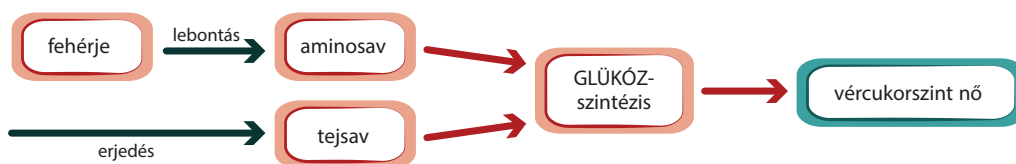
A mellékvesekéreg só- és vízháztartást szabályozó hormonjai

A **só- és vízháztartást szabályozó hormonok** a vese elvezető- és gyűjtőcsatornáiban fokozzák a Na^+ -ionok visszaszívását, valamint a K^+ - és a H_3O^+ -ionok ürítését. Ezen hormonok közül a legfontosabb az **aldoszteron**. A hormonok hatására tehát a nátriumionok ürítése csökken, ugyanakkor a vizelet savasabb lesz és növekszik a káliumkoncentrációja. A **Na^+ -ionok visszaszívását** a vérbe az ozmotikus koncentráció növekedése miatt követi a vízmolekulák diffúziója, tehát a mellékvesekéreg hormonjai közvetve a víz visszaszívását is fokozzák. Ezeknek a hormonoknak a termelődését a vérplazma alacsony Na^+ - és magas K^+ -koncentrációja serkenti.

A mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonjai

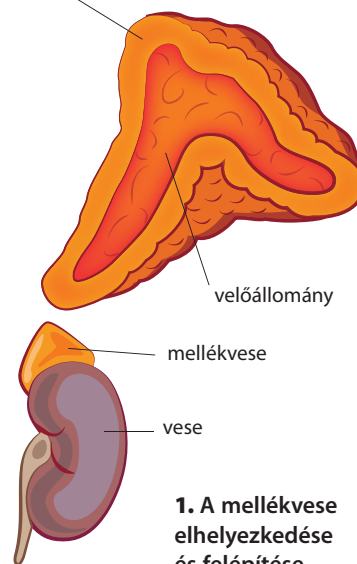
A **szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok** a szervezetben általános hatásúak. Fokozzák a fehérjék lebontását és serkenti az így keletkező aminosavak, valamint az erjedésből származó tejsav glükózzá alakulását. Emellett fontos hatásuk, hogy gátolják az izom- és a zsírszövetben a glükóz felhasználását. Mindezek miatt **növelik a vércukorszintet** (2. ábra). Hatásukat elsősorban a vázizom, a máj és a zsírszövet sejteire fejtik ki. A mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonjainak termelését az agyalapi mirigy mellékvesekéreg-serkentő hormonja, illetve a hipotalamusz egyik neuroszekréción hormonja szabályozza, amelyek szintjét a mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonjai negatív visszacsatolással befolyásolják.

2. A mellékvesekéreg hormonjainak hatása a szénhidrát-anyagcserére. A piros nyilak jelölik azt a folyamatot, amelyekre a hormon hatással van



- A mellékvesekéreg só- és vízháztartást szabályozó hormonjai
- A mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonjai
- A szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok jelentősége
- A mellékvesekéreg ivari jellegű hormonjai
- A mellékvesevelő hormonja, az adrenalin

kéregállomány



1. A mellékvese elhelyezkedése és felépítése

Olvasmány

A mellékvesekéreg-hormon többlete

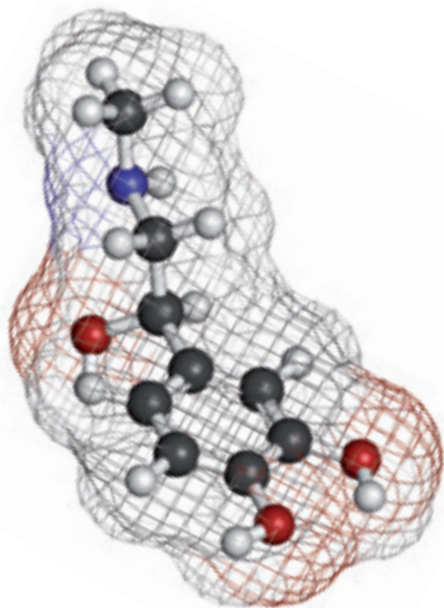
Ha a mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét befolyásoló hormont túltermelődik (vagy esetleg orvosi kezelés során túladagolják), akkor jellemzően megváltozik a beteg anyagcseréje, és ennek következtében a külső megjelenése is.

Jellegzetes zsírfelhalmozódás alakul ki: a zsírszövet a hasra, a mellkasra rakódik le. Ezenkívül az arcon is felgyülemlik, amitől a betegek úgynevezett „holdvilágarca” alakul ki.

Ezek a hormonok serkentik a glükóz szintézisét, ezért a beteg vércukorszintje magas. Ez pedig – a következő leckeiben megismerendő folyamatok útján – cukorbetegség kialakulásához vezethet.

További mellékhatásként, az immunrendszer működésének gátlása miatt, a betegek fogékonyabbá válnak a fertőzésekre.

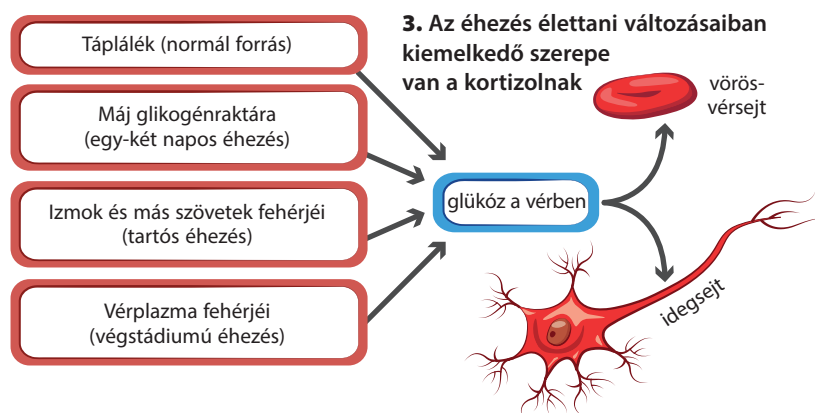
Ezt a nem túl gyakori betegséget legtöbbször az agyalapi mirigyben a mellékvesekéreg-serkentő hormont termelő sejtek kóros felszaporodása okozza.



4. Az adrenalin molekulájának számítógépes modellje

A szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok jelentősége

A szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok közül legfontosabb a **kortizol**. Ezen hormonok hatása elsősorban éhezéskor vagy más, a szervezetet súlyosan veszélyeztető **stresszhelyzetben** jelentkezik, amikor döntő szerepet játszanak a megfelelő vércukorszint fenntartásában. Az idegsejtek és a vörösvértestek ugyanis kizárólag glükózt hasznosítanak energiaforrásként. Amikor valaki nem fogyaszt elegendő szénhidrátot, akkor anyagcseréje jellemzően átalakul. Egy-két napig a máj glikogénraktárának mozgósításával biztosítható a vércukorszint, ennek fogytával azonban a fehérjék aminosavaiból képződik glükóz. Ha a táplálék fehérjét sem tartalmaz, akkor a szervezet saját fehérjeinek lebontására kerül sor (3. ábra). Lényeges tehát, hogy a fogyókúrázó ember fehérjét fogyasszon.



3. Az éhezés élettani változásaiban kiemelkedő szerepe van a kortizolnak

A szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok további fontos hatása, hogy **csökkenti a gyulladós folyamatokat** és lassítják az immunreakciókat. Számos gyulladáscsökkentő gyógyszer tartalmaz ilyen hatóanyagokat. Ezek szigorú orvosi ellenőrzés mellett alkalmazhatók olyan esetekben, amikor a gyulladás tüneteinek enyhítése szükséges. Ez a kezelés a betegség okát nem szünteti meg. A gyógyszerként a szervezetbe jutó hormon is részt vesz a negatív visszacsatolásban, tehát csökkenti az agyalapi mirigy mellékvesekéreg-serkentő hormonjának képződését. Ezáltal lecsökken a mellékvesekéreg saját hormontermelése. Mindezekon túl a szteroidkészítmények komoly zavarokat okozhatnak az anyagcsere-folyamatokban és a veseműködésben is.

A mellékvesekéreg ivari jellegű hormonjai

A mellékvesekéreg **hímivari jellegű szteroidhormonokat** is termel, méghozzá a serdülőkortól kezdve a férfiakban és a nőkben azonos mennyiségben. Ezeknek a hormonoknak a szerepe a felnőttkori testalkat kialakítása, a test és az izomzat növekedésének fokozása. Az izomzat fejlődésére kifejtett hatásuk miatt **anabolikus szteroidoknak** is nevezik ezeket a hormonokat. (A felépítő anyagcsere-folyamatokat idegen szóval anabolikus anyagcserének nevezik, erre utal a vegyületek elnevezése.) Az izomnövekedést serkentő tiltott doppingszerek egyik csoportja az anabolikus szteroidok közül kerül ki. (Lásd: fejezetkezdő olvasmány.)

A mellékvesevelő hormona, az adrenalin

A mellékvese belsejében a velőállomány viszonylag kis méretű. Legismertebb hormona, az **adrenalin** egyszerű aminosav-származék (4. ábra). A szervezetet megterhelő stresszhelyzetekhez történő gyors alkalmazkodást biztosítja azáltal,

hogy hozzájárul a vegetatív idegrendszernek már megismert szimpatikus hatás kialakításához. Feladata ugyanis az, hogy **vészhelyzetben megteremti a vázizmok működésének feltételeit** a meneküléshez vagy a támadáshoz. Általános hatása, gyakorlatilag minden szövet működését befolyásolja. Serkenti a májban tárolt glikogén hidrolízisét, a zsírszövetben pedig a zsírok bontását, ezáltal növeli a vércukorszintet és a vér zsírsav-koncentrációját. Mindez javítja az izmok energiaellátását. A vázizmok glikogéntartalmának bontását is fokozza, az innen származó szőlőcukrot az izomrostok azonnal felhasználhatják. Az adrenalin a vérkeringést is befolyásolja: növeli a szív frekvenciáját és összehúzódságának erejét. Hatására a bőr és az emésztőszervek kis artériái összehúzódnak, a vázizomzat erei pedig tágulnak, ezáltal a keringő vér nagy része elsősorban az izmok ellátását biztosítja.

A mellékvesevelő működését az idegrendszer szabályozza, a hormontermelést a gerincvelőből eredő szimpatikus idegrostok serkentik. Az idegrendszer és a hormonális rendszer tehát együttműködik a készenléti állapot kialakításában és fenntartásában.

Olvasmány

Az adrenalin ■ Adrenalin hatására a szervezet készenléti állapotba kerül, ezt „Fuss vagy harcolj” állapotként szokták emlegetni. Ilyenkor a konkrét szituációtól függetlenül, a szervezet felkészül egy lehetséges vészreakcióra, a menekülés vagy a támadás végrehajtására. Ezt az állapotot első leírójáról Cannon-féle vészreakciónak hívjuk.

Az adrenalin a gyógyászatban is használják. Szívroham, hirtelen szívmegeállás esetén a szívfalba fecskendezve gyakran életmentő hatású: újra beindulhat a szív működés. Asztmás rohamnál a szélsőségesen beszűkült hörgők adrenalin hatására gyorsan kitágulnak, így a beteg légzése ismét könnyebbé válik. Az egész szervezetre kiterjedő allergiás sokk esetén a keringési rendszer összeomlása az életet veszélyeztetheti. Ilyenkor életmentő lehet az adrenalin, mivel beadásakor a keringési rendszer működése normalizálódik.

Megtanultam?

A mellékvese páros szerv, külső **.(1.)** és belső **.(2.)**-állományra különül. A(z) **.(1.)**-állomány hormonjai kémiai szerkezetük alapján **.(3.)**, hatásuk szerint több csoportba sorolhatók. A só- és vízháztartást szabályozó hormonok a vesében a(z) **.(4.)** visszaszívását serkentik, és ezzel együtt fokozzák a(z) **.(5.)**-visszaszívást is. A szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonok a(z) **.(6.)** és a tejsav szőlőcukorra alakulását serkentik, és ezáltal növelik a(z) **.(7.)**-szintet. Fokozzák a(z) **.(8.)**-ban/ben és a(z) **.(9.)**-ban/ben a glikogén raktározását. A mellékvesevelő **.(10.)** hormonja aminosav-származék. Stresszhelyzetekben a(z) **.(11.)** fokozott működéséhez szükséges tápanyag- és oxigénellátást biztosítja a vérkeringés serkentése, valamint a(z) **.(7.)**-szint emelése révén.

Kérdések, feladatok

1. Mely szervekre és milyen hatást gyakorolnak a mellékvese só- és vízháztartást szabályozó hormonjai? Magyarázd meg, hogy ezek a hormonok miért életfontosságúak!
2. Milyen irányban változik a mellékvesekéreg hormontermelése, ha egy ember sóban szegény diétát folytat?
3. Mi a szerepe a mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserét szabályozó hormonjainak?
4. Milyen körülmények között fokozódik a mellékvesevelő működése, és milyen hatásokat fejt ki a hormonja?



5. Az adrenalin által kiváltott izgalmi állapot függőséget is okozhat.

A hozzászokás miatt egyre veszélyesebb szituációkkal lehet elérni a kívánt élményt, ami végül nem egy sportoló életét követelte már

Fogalmak ■ mellékvesekéreg és -velő ■ aldosteron ■ kortizol ■ adrenalin

Keress rá! ■ virilizáció ■ Addison-kór

Olvasnivaló ■ Conrad Anker – David Roberts: Mallory nyomában



- A hasnyálmirigy inzulin hormonja
- Az inzulin hatásának hiánya cukorbetegséget okoz

Megtudhatod

Miért nőtt sokszorosára a cukorbetegség gyakorisága az utóbbi évszázadban?

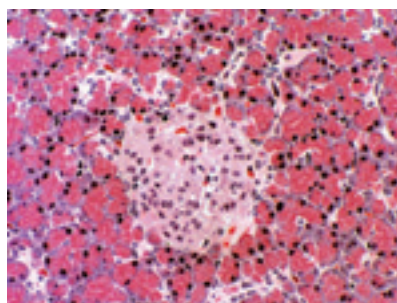
37.

A hasnyálmirigy hormontermelése

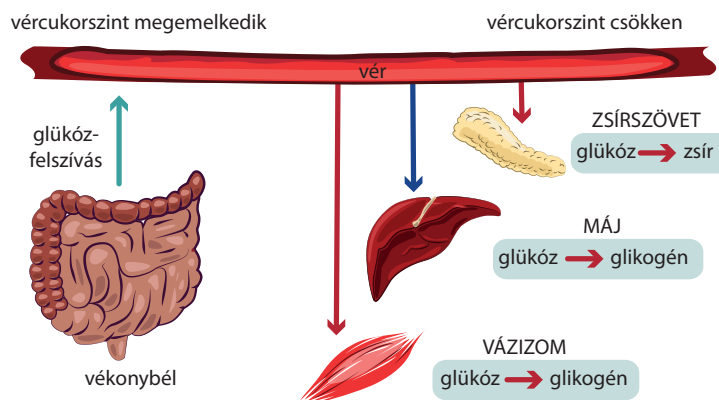
A hasnyálmirigy kettős elválasztású mirigy. A hasnyálat termelő külső elválasztású sejtek között apró, belső elválasztású sejtcsoportok találhatók, amelyeket **Langerhans-szigeteknek** nevezünk (1. ábra).

A hasnyálmirigy inzulin hormonja

Az **inzulin** a sejtek anyagcseréjét befolyásoló, általános hatású peptidhormon. Ez az egyetlen hormon, amely a **vércukorszintet csökkenti**. Hatására a sejtek glükózfelvétele és -felhasználása is nő. A vérből fölvett szőlőcukor a májban és a vázizmokban glikogénné, a zsírsejtekben zsírrá alakul. Egyidejűleg a zsírok bontása is csökken. Az inzulin elválasztása az agyalapi mirigy működésétől független, a hormon elválasztását a vér magas glükózkoncentrációja serkenti (2. ábra).



1. A hasnyálmirigy szerkezete mikroszkópos képen. A belső elválasztású sejtcsoportokat Langerhans-szigeteknek nevezzük



2. Az inzulin hatásai. A hormon hatását a piros nyilak jelölik

Az inzulin hatásának hiánya cukorbetegséget okoz

Korunk egyre tömegesebbé váló betegsége a **cukorbetegség**. Ha a szervezetben az inzulin hatása nem alakul ki, akkor a sejtek cukorfelvétele csökken, ezért a betegekben a vérplazma glükózkoncentrációja, vagyis a **vércukorszint magas**. Ez az adat a vér vizsgálatával gyorsan megállapítható (3. ábra). A nyugalomban levő, éhes ember vércukorszintje 3,5–6 millimol/liter. Akkor beszélünk cukorbetegségről, ha a mérés eredménye ezt az értéket jelentősen meghaladja, mivel a szövetek sejtjei nem veszik fel a glükózt. A sejtek így zsírok és fehérjék lebontásából fedezik energiaszükségletüket. A zsírok felgyorsuló oxidációja azonban anyagcserezavarhoz vezet, emiatt a vérben káros, savas anyagcseretermékek halmozódnak fel. A magas vércukorszint következtében a nefronok csatorna-rendszere nem képes a szűrletből a glükóz teljes mennyiségét visszaszívni, ezért



3. A vércukorszint rendszeres mérése életet menthet

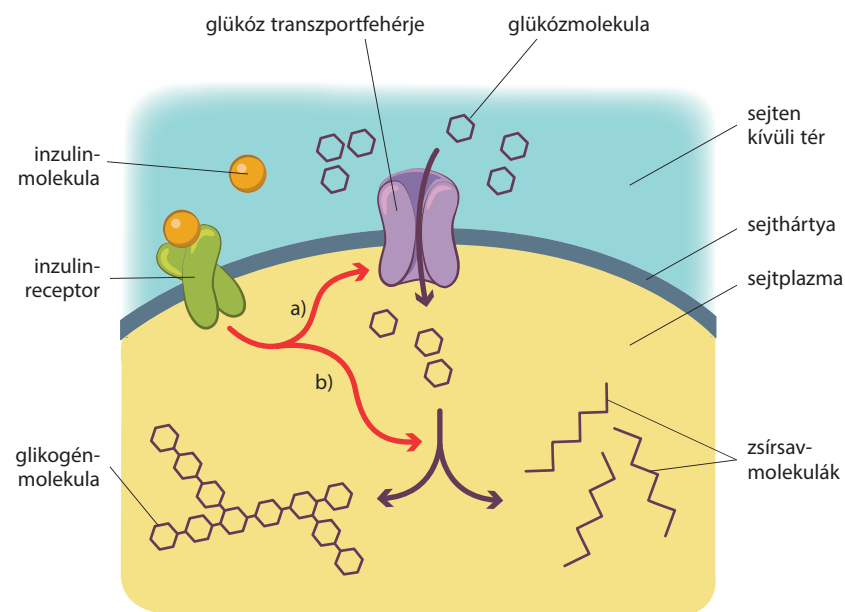
Olvasmány

Számok, adatok a cukorbetegségről

- A világon regisztrált cukorbetegek száma 1985-ben 30 millió volt, 2014-ben 300 millió.
- Jelenleg a világon évente 4 millió ember hal meg a cukorbetegsége visszavezethető okok miatt.
- Az Egyesült Államokban már több mint százmilliárd dollárt költenek évente a cukorbetegség kezelésére. Ez a szám húsz év alatt várhatóan meg fog duplázódni.
- Magyarországon a 19–70 év közötti korosztályban 8 százalék felett van a cukorbetegség előfordulási aránya. A felnőtt lakosság 15 százalékának van valamilyen cukoranyagcsere-zavara.

a betegek vizeletében is megjelenik a szőlőcukor (cukorvizezés). A nagy szőlőcukor-koncentráció következtében a szűrletből a víz sem szívódik vissza megfelelő mértékben, ezáltal jelentősen megnövekszik a vizelet mennyisége. A vízvesztés miatt a **beteg szomjazik, sokat iszik**. Gyakran ez a tünet hívja fel a figyelmet a cukorbetegség lehetőségére.

A cukorbetegség a 20. század elejéig ritkán fordult elő, majd egyre gyakoribbá vált (4. ábra). Napjainkban az úgynevezett fejlett országok lakóinak 4–8%-a cukorbeteg! Mi lehet ennek az oka? A kutatások szerint a nagy cukortartalmú ételekből és italokból, illetve a finomított lisztet tartalmazó élelmiszerek gyorsan megemésztődő keményítőtartalmából képződő szőlőcukor rövid idő alatt felszívódik, és hirtelen jelentősen megemeli a vércukorszintet. A gyakran magasra szökő vércukorszint mindannyiszor serkenti a hasnyálmirigyben az inzulin termelését. Az erre öröklötten hajlamos egyéneknél a **sejtek „kifáradnak”, és az inzulinra egyre kevésbé reagálnak** (5. ábra). A cukorbetegnek többségében így alakulhat ki a kór. Fontos **hajlamosító tényező az elhízás és a dohányzás** is. Mindezek arra hívják fel a figyelmet, hogy a megfelelő táplálkozás, a rendszeres mozgás, továbbá a dohányzás kerülése alapvetően hozzájárulhat a cukorbetegség megelőzéséhez is.



→ inzulinnak a sejtfelszíni receptorain keresztül kiváltott sokszoros hatása

a) több transzportfehérje kerül a sejthátyába

b) a sejten belüli szőlőcukor glikogénné, illetve zsírsavakká alakulása gyorsul

Olvasmány

A hasnyálmirigy másik hormona: a glukagon

■ A Langerhans-szigetek nemcsak inzulint termelnek, hanem egy másik peptidhormont, a glukagont is. Az alacsony vércukorszint hatására képződő glukagon is a szervezet szénhidrátanyagcseréjének szabályozásában vesz részt. Hatása részben ellentétes az inzulinnal. Elsősorban a májban tárolt glikogén hidrolízisét idézi elő, ezáltal növeli a vércukorszintet, akárcsak az adrenalin.

Könnyen megérthetjük ennek jelentőségét. Amikor az étkezések közötti időszakban a sejtek glükózfelvétele miatt lecsökken a vércukorszint, akkor válik fontosá a glukagon hatása: mozgósítja a máj glikogénraktárát, így biztosítja az idegszövet és a vörösvértestek ellátását, hiszen ezek a sejtek csakis glükózt használnak energiaforrásként.

4. Inzulin előállítása 1946-ban.

Az inzulint eleinte a molekulák nagy fokú hasonlósága miatt sertés vagy szarvasmarha hasnyálmirigyéből vonták ki. Az 1980-as évektől kezdődően az emberi inzulint kódoló DNS-t ültették be baktériumokba, azóta ezzel a módszerrel állítanak elő olcsóbb és tisztább hatóanyagot



5. Szerzett cukorbetegség esetén a sejtek felszínén megfogyatkoznak az inzulinreceptorok, amit az inzulintermelő sejtek kimerülése követhet

Olvasmány

A cukorbetegség felfedezésének története

A cukorbetegség az elsőként leírt betegségek egyike: az időszámításunk előtt 1500 körül készült papirusztekercsen már szerepel. Az ókori tudósok leírták, hogy a betegségre nagy fokú vizeletkiválasztás és szomjúság jellemző, a vizelet pedig feltűnően édes.

Az ókorban a cukorbetegség életkilátásai meglehetősen rosszak voltak. A leírások szerint, „a cukorbetegség élete rövid és fájdalmas”. A kezelésre elsősorban a lovaglást ajánlották, de ezt sem tekintették túl hatékonynak – a kórt mindenképpen halálosnak tartották.

A betegség kezelésében csak a 18. század végén következett be némi változás, akkortájt már voltak orvosok, akik diétát ajánlottak: a betegeknek állati eredetű ételeket, elsősorban zsíros húsokat kellett fogyasztaniuk. Ugyanakkor azonban sokan éppen édességben gazdag étrendet javasoltak. Mindez jól mutatja, hogy a kezelésben a találgatásra, próbálkozásra hagyatkoztak.

A 19. században egy francia orvosnak feltűnt, hogy a franciaporosz háború élelmiszerben szűkös éveit idején kevesebb lett a cukorbeteg Párizsban. Ebből kiindulva koplalást írt elő a betegek gyógykezelésére. Ez a kezelésmód az 1920-as évekig fennmaradt. Közben azonban – az orvosi kutatások eredményeként – a betegség feltételezett okai között a hasnyálmirigy is gyanúba keveredett, sőt a hasnyálmirigy eltávolításával kísérleti állatokban mesterséges cukorbetegséget is előidéztek. A hasnyálmirigyből előállított kivonat beadásával pedig az állat vércukorszintjét csökkentették.

Az első inzulininjekciót 1922 januárjában egy kamaszfiú kapta, aki betegsége miatt súlyos kómában feküdt és az orvosok szerint már csak órái voltak hátra – az injekció után azonban magához tért! Az inzulin felfedezői 1923-ban megkapták az orvosi Nobel-díjat.



Frederick Banting, John James McLeod és Charles Best – az inzulin felfedezői



Középkori orvosok segédlete a vizeletminták értékeléséhez. A szín, a szag és az íz egyformán fontos jellemzőnek számított

Olvasmány

Szöveti hormonok

Hormonokat nemcsak belső elválasztású mirigyek és neuroszekréciós sejtek termelnek, hanem egyéb funkciókat ellátó szöveti sejtípusok is. Ezeket a hormonhatású anyagokat összefoglaló néven szöveti hormonoknak nevezik.

A gyomor és a vékonybél fala számos hormont termel. A gyomorba kerülő tápanyagok hatására a szerv egyes sejtjei például olyan hormonokat kezdenek termelni, amelyek a gyomornedv elválasztását fokozzák. A középbel elején bizonyos sejtek az emésztődő tápanyagok megjelenésekor újabb hormonokat juttatnak a vérbe. Ezeknek a hatására egyrészt fokozódik a hasnyál képződése, másrészt összehúzóódik az epehólyag, ezért epe kerül a középbelbe.

Szöveti hormonnak tekinthető a fejezet bevezetőjében már említett eritropoetin (EPO) is, amelyet legnagyobb mennyiségben a vese egyes sejtjei termelnek, amikor csökken a sejtek oxigénellátottsága.

A D-vitaminnal kapcsolatban szintén szöveti hormonnál kell beszélnünk. A bőrben ultraibolya sugárzás hatására egy szteránvázis vegyület átalakul, és a képződő anyag a keringésbe kerül. A molekula előbb a májban, majd a vesében további kémiai átalakulásban vesz részt. A vese sejtjeiben képződik az aktív hatóanyag, amely ismét a vérbe jutva a bélszöveti sejteire fejt ki a hatását: fokozza a Ca^{2+} -ionok felszívását. A hatóanyagot ezért indokoltan szokták D-hormonként is említeni.

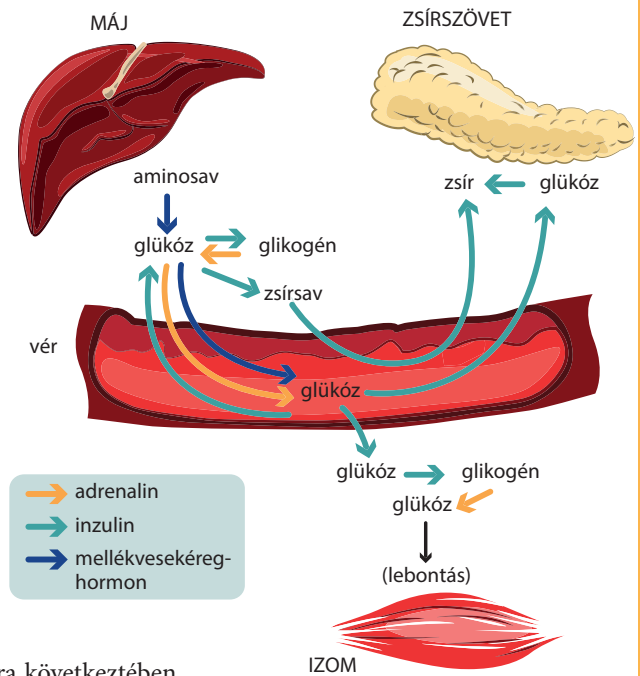
A kutatások az említetteken kívül napjainkra már több tucatnyi szöveti hormont kimutattak.

A cukorbetegség másik, sokkal ritkábban előforduló típusát az **inzulintermelő sejtek elpusztulása** okozza, általában egy vírusfertőzés következtében. A betegségnek ez a típusa jellemzően gyermekkorban alakul ki, és az inzulin egész életen át tartó hiányát okozza.

A cukorbetegség kezelése sokrétű. Ha a Langerhans-szigetek működőképesek, akkor sejtjeik inzulintermelése gyógyszerekkel serkenthető. Ha azonban a hormon egyáltalán nem termelődik, akkor napi rendszerességgel inzulininjekciók adására van szükség, akár egész életen át. Az inzulin ugyanis szájon keresztül nem hat, mivel a gyomorban megemésztődik, nem kerül bele a vérbe. A cukorbetegség kezelésének legfontosabb szempontja a **szénhidrátban szegény diéta**. Az inzulinadagolás is csak az előírt diéta szigorú betartásával vezet eredményre.

Ha a cukorbeteg ember az előírásokat nem tartja be pontosan, akkor egyre súlyosbodó szövődeményekre számíthat. Az erek károsodása miatt a vese, a szem és az idegek megbetegedése alakulhat ki. A láb idegeinek károsodása miatt a beteg fájdalomérzékelése zavart szenved, zsigbad, esetleg a sérüléseket sem veszi észre. A végtag keringési zavara következtében pedig a bőr és a mélyebb szövetek is sérülékennyé válnak a lábán. A sebek gyógyulása lelassul, a szövetek elhalhatnak. A cukorbetegség gyógykezelésében – mint a legtöbb más kór esetén is – kulcsfontosságú a kezelés minél korábbi megkezdése.

Mint látható, a sejtek anyagcseréjét és a vércukorszintet egyidejűleg számos hormon szabályozza (6. ábra). Mindezen tényezők együttes hatása alakítja folyamatosan a szervezet anyagcseréjét, szénhidrátforgalmát.



6. Hormonok hatása a szénhidrát-anyagcserére

Fogalmak ■ Langerhans-szigetek ■ inzulin ■ cukorbetegség

Keress rá! ■ gesztációs diabetesz

Megtanultam?

A(z) **(1.)** belső elválasztású sejtcsoportjaiban termelődő peptidhormon a(z) **(2.)**. Az egyetlen hormon, amely a(z) **(3.)**-szintet csökkenti, mivel fokozza a sejtek **(4.)**-felvételét és felhasználását. A máj- és a(z) **(5.)**-sejtekben **(6.)** képződik, a **(7.)**-szövet sejtjeiben pedig **(7.)** alakul ki a **(4.)**-ból/ből. Ha a(z) **(2.)** hormon termelése nem kielégítő, vagy nem hat a sejtekre, akkor **(8.)** alakul ki. Ennek kezelésében elsőrendű szerepet játszik a(z) **(9.)**-ban/ben szegény diéta.

Olvasnivaló ■ Dr. Winkler Gábor – Dr. Baranyi Éva: Cukorbetegek kézikönyve ■ Thea Cooper – Arthur Ainsberg: Áttörés (az inzulin felfedezésének kalandos története)

Kérdések, feladatok

1. Mutasd be az inzulin hatását a szervezet anyagcseréjére!
2. Mely tényező befolyásolja az inzulin termelődését? Mi ennek a jelentősége?
3. Röviden foglald össze, hogy táplálékot tartalmazó bőséges ebéd elfogyasztását követően hogyan változik a

- hasnyálmirigy belső elválasztású sejtcsoportjainak működése és a szervezet anyagcseréje!
4. Milyen táplálkozási és életmódbeli tanácsokkal látnád el barátodat, ha a cukorbetegség megelőzésének lehetőségeiről faggat téged?

Összefoglalás

Áttekintés

A szabályozás szervei a szervezetnek a környezethez való alkalmazkodását teszik lehetővé, illetve ennek érdekében a sejtek működésének összehangolását végzik. Az emberi szervezetet óriási számú sejt építi fel, ezek mindegyike a többivel összehangban működik, így biztosítható a szervezet tartós fennmaradása. Fontos, hogy a sejtek belső környezete nagyjából állandó maradjon – jelentős részben erre irányulnak a szabályozó működések.

Az idegrendszer szerepe az öfenntartásban

Az idegi szabályozás **hatása gyorsan kialakul, de nem tartós**. Az idegrendszer működésének alapja az, hogy az idegsejtek axonján inger hatására gyorsan haladó elektromos jel, akcióspotenciál-hullám fut végig. Ez az ingerület az axonvégzódással szinapszist létesítő következő neuronon is tovahaladó akcióspotenciál-hullámot hozhat létre, majd tovaterjedhet számos további neuronhoz is. Így az ingerület a neuronok hálózatán szétterjedve végül valamely végrehajtó sejthez jut, amelynek megváltozik a működése. Az is fontos eleme a szabályozásnak, hogy egyes idegsejtek más neuronok ingerületének létrejöttét megátolják, így az idegrendszerből kifutó jelek finoman szabályozhatók.

Az ingereket, vagyis a külső környezetből és a szervezet belsejéből érkező fizikai és kémiai hatásokat az érzőneuronok és az érzékszervekben helyet foglaló receptorsejtek detektálják. Érzékszerveink egy bizonyos típusú ingerre érzékenyek. Az ingerek hatására kialakuló ingerület részint a nagyagykéregbe jut, és így tudatosul az ingerhatás, részint pedig az idegrendszer választ dolgoz ki az ingerre.

A test külső mozgásjelenségeit, vagyis a vázizmok működését a **szomatikus idegrendszer** szabályozza. A testhelyzetnek a gravitációval szemben történő fenntartását biztosító izmok folyamatos összehúzóódása, az izomtónus állandó idegrendszeri aktivitás következménye. Az izomtónus kialakulásának ingere az, hogy a gravitáció következtében kialakuló súlyerő éppen az izomtónussal szemben nyújtana az izmokat.

Az ember számára alapvető fontosságú jelenség, hogy az agykéreg működése lehetővé teszi a szándék kialakulását. A szándékos mozgások szabályozása ennek megfelelően az agykéregből indul (28. lecke, 3. ábra). Az ismeretlen, újszerű mozgások irányítását az agykéreg idegsejtjeiből eredő idegrostok közvetlenül szabályozzák (piramispálya), ezek ingerülete átkereszteződés után a test ellenkező oldalára jut, a vázizmok beidegzését ellátó mozgatóneuronokra, majd ezek révén az izmokhoz adódik tovább. A begyakorolt mozgásoknak csak az elindítása tudatos, a további szabályozás már az agyvelő kéreg alatti magvaiban levő idegsejtek közreműködésével történik (agymagvak, extrapiramidális pályák).

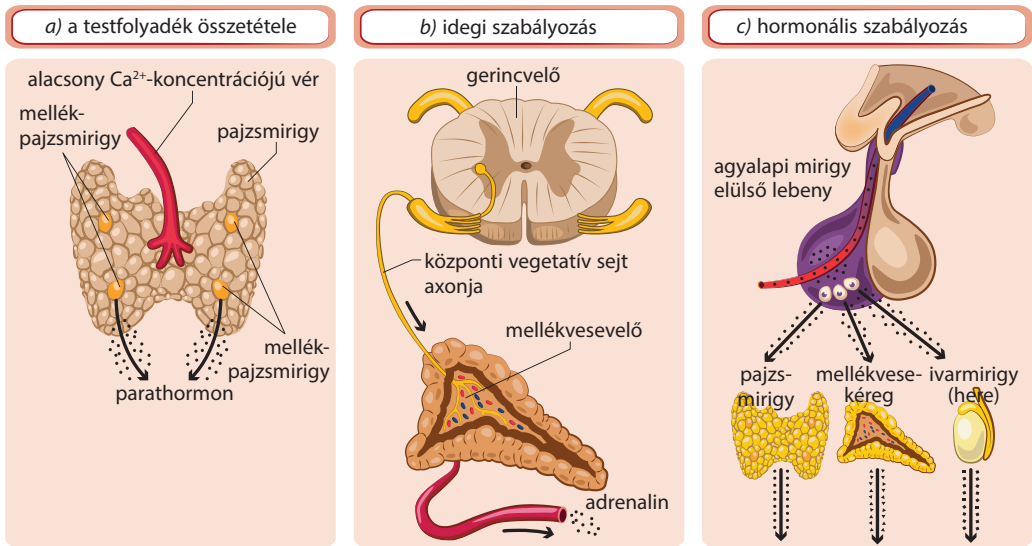
A belső szervek, zsigerek működését a **vegetatív idegrendszer** szabályozza, túlnyomórészt nem tudatosan (27. lecke, 2. ábra). A szervezetet megterhelő hatásokra a **szimpatikus idegrendszer** aktiválódik, s ez általános hatású, az egész szervezetet befolyásolja. A lebontó anyagcsere-folyamatok fokozódnak, a menekülés vagy éppen a támadás megvalósításához szükséges változások következnek be: a vázizmok hatékony működését biztosító állapot alakul ki. Ehhez hozzájárul az adrenalin is, amely a szimpatikus idegrendszer hatására fokozódó mennyiségben termelődik a mellékvesevelőben. Ugyanekkor csökken a belső szervek működése és a bőr vérellátása. Aktivitást nem igénylő, nyugodt környezetben viszont a **paraszimpatikus idegrendszer** hatása érvényesül, vagyis a zsigeri működések fokozódnak, a felépítő anyagcsere-folyamatok kerülnek előtérbe.

A hormonok szerepe az öfenntartásban

A hormonális szabályozás lényege, hogy egyes sejtek által termelt anyagok, a hormonok a vér útján szétterjednek és a szervezet más, akár igen távoli sejtjeinek működését befolyásolják. A hormonok hatása **viszonylag lassan**, néhány perc vagy óra alatt jelenik meg, viszont **általában tartósan** fennmarad.

Számos hormon termelődését a külső környezetből érkező hatások révén az idegrendszer irányítja. Ennek legnyilvánvalóbb példája, amikor a szervezet épségét veszélyeztető helyzetben **az idegrendszer közvetlenül hat** a mellékvesevelő adrenalintermelésére. Az adrenalin hatása biztosítja a menekülés vagy a támadás végrehajtásában részt vevő vázizomszövet megfelelő szőlőcukor- és oxigénellátását.

Más esetekben **az idegrendszer közvetve hat** az anyagcserét befolyásoló hormonra. Így történik a pajzsmirigy működésének szabályozása. A tiroxin termelése a külső környezet állandósága esetén – a negatív visszacsatolás eredményeként – lényegében állandó, így biztosítható a sejtek lebontó folyamatainak szinten tartása, és ezáltal a szövetek folyamatos energiaellátása. A környezet tartós lehűlése esetén azonban a hipotalamusz hormonja fokozza az agyalapi mirigy pajzsmirigyserkentő hormonjának termelődését, s ezáltal a pajzsmirigy tiroxintermelését fokozza. Ennek pedig az a hatása, hogy a sejtek lebontó folyamatai gyorsulnak, megnövekszik a hőtermelés, ami ellensúlyozhatja a hideg környezet testhőmérsékletet csökkentő hatását.



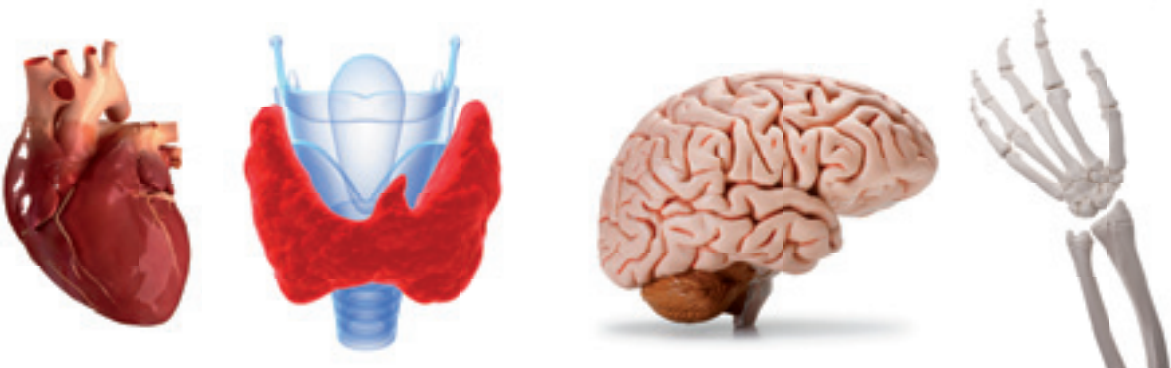
A hormontermelést szabályozó tényezők összefoglalása

Megint más hormonok termelődését közvetlenül **a szervezet belső környezete befolyásolja**. Legismertebb példa erre az inzulin. A táplálkozást követően felszívódó szőlőcukor megemeli a vér glükózkoncentrációját. Ennek hatására fokozódik a hasnyálmirigy Langerhans-szigeteiben az inzulin termelődése, ez a hormon pedig fokozza a sejtek szőlőcukor-felvételét és -átalakítását. A vérben oldott szőlőcukor magas koncentrációja veszélyeztetné a sejtek ozmotikus egyensúlyát, ám inzulin hatására a májban és a vázizmokban glükózból glikogén, a zsírsejtekben pedig zsír képződik. Ezáltal az oldott glükóz koncentrációja csökken a vérben. Később pedig, a táplálkozás időpontjától távolodva, más hormonok hatására lehetővé válik a májban tárolt glikogén mozgósításával a sejtek glükózigényének kielégítése.

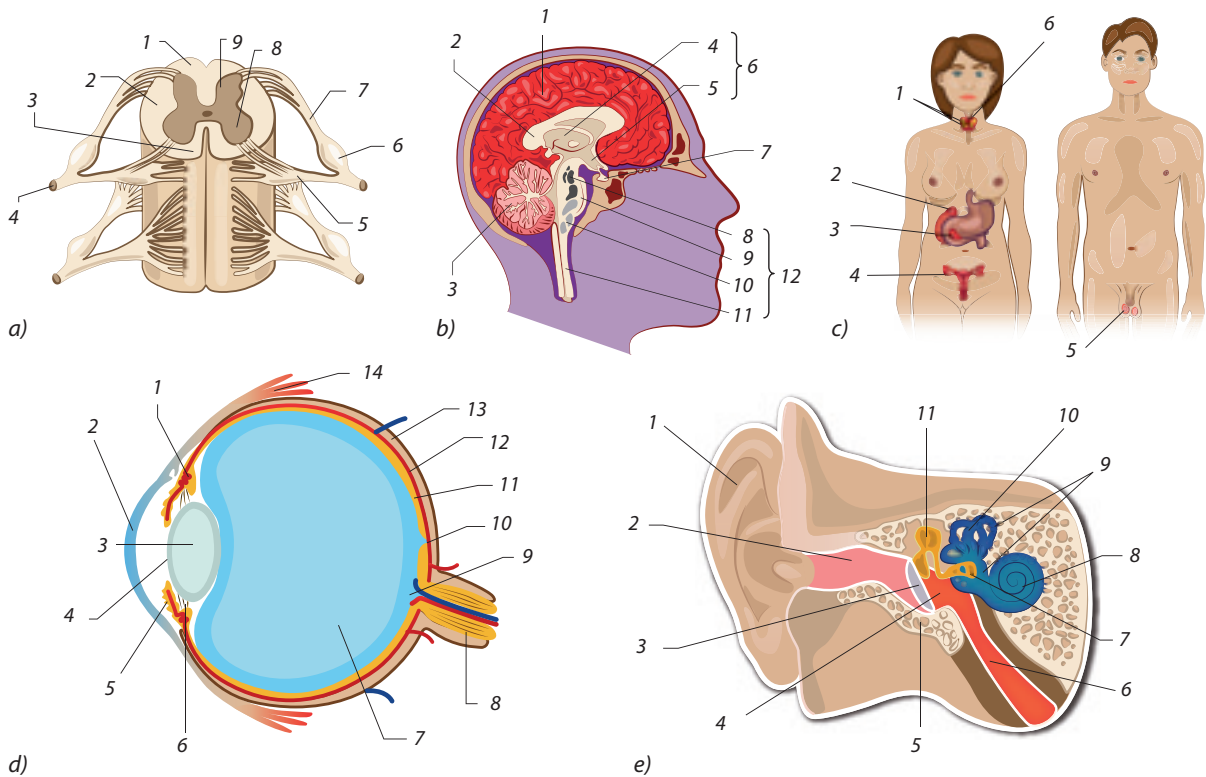
Ugyancsak a belső környezet, a vér összetétele befolyásolja a mellékpajzsmirigy parathormon-termelését, s ezáltal biztosítható az állandó kalciumion-koncentráció.

Tudom, értem, alkalmazom, elemzem

- Határozd meg a következő fogalmakat: hormon, inger, ingerület, receptor, célsejt, szinapszis, szürkeállomány, pálya!
- Gyűjtsd össze azokat a hormonokat, amelyek
 - szabályozzák a vércukorszintet;
 - hatással vannak a növekedésre és a fejlődésre;
 - befolyásolják a szervezet vízháztartását;
 - segítik a szervezet alkalmazkodását a megerőltető hatásokhoz!
 Röviden foglald össze, milyen módon fejtik ki ezek a hormonok hatásukat!
- Sorolj fel olyan hormonokat, amelyek fontos hatást gyakorolnak az alábbi szervekre, és részletezd, milyen folyamatokat szabályoznak!



- Hasonlítsd össze az idegi és a hormonális szabályozást! Miért mondhatjuk, hogy kölcsönösen kiegészítik egymás működését?
- Hasonlítsd össze egy szomatikus és egy vegetatív gerincvelői reflex kialakulását!
- Nevezd meg az agytörzs részeit! Foglald össze az egyes területek szerepét az életműködések szabályozásában!
- Készíts térképet a nagyagyról! Az ábrán tüntesd fel az egyes területek szerepét az érző, a mozgató és a vegetatív működések szabályozásában!
- Foglald össze, milyen okai lehetnek az idős emberekben a látás és a hallás romlásának!
- Ellenőrizd anatómiai ismereteidet! Nevezd meg a számokkal jelölt részeket!



Kitekintés, kutatási feladatok

- Dönts el, melyik mechanizmus jellemző az alábbi hormonok termelődésének szabályozására! Fogalmazd meg, mi a szerepe ezeknek a szabályozó hatásoknak!
 - kalcitonin
 - a mellékvesekéreg só- és vízháztartást szabályozó hormonjai
 - vazopresszin
- A témában tájékozatlan emberek számára párban vagy kiscsoportban készítenek szemléletes ismeretterjesztő cikket és tablót az inzulin jelentőségének bemutatására! Munkátok térjen ki arra, hogy miért okoz egészségkárosodást az inzulin hatásának hiánya, és arra is, hogyan lehet megelőzni, illetve kezelni ezt az állapotot! Hogyan állítják elő a hiányzó hormon pótlására szolgáló hatóanyagot?
- Végezzetek kutatást, s párban vagy kiscsoportban készítenek kb. hat-tíz oldalas tanulmányt az alábbi témakörök valamelyikéből! A terjedelemben a címdoldal és a források felsorolása („Irodalomjegyzék”) nem tartozik bele. Az ábrák terjedelme ne haladja meg az összes terjedelem felét!
 - Az idegrendszer ritmusos működései
 - Az agyféltekék aszimmetrikus működése
 - Az emberi tanulásra vonatkozó elméletek
 - Érzékszőröket tartalmazó receptorsejtek szerepe, jelentősége az állatvilágban és az emberben
 - Fényérzékelés, látás az állatvilágban

ÚJ KEZDETEK: SZAPORODÁS, SZEXUALITÁS

V.

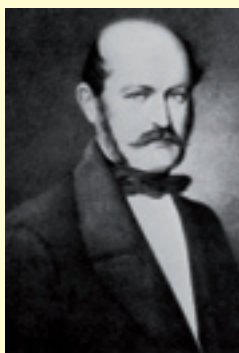


Új családtag érkezett.

Fotó: Timothy Stone

**A nemiség. A hím ivarszervek ■ A női ivarszervek ■
A várandósság és a szülés ■ A szexualitás
■ Az ember posztembrionális fejlődése**

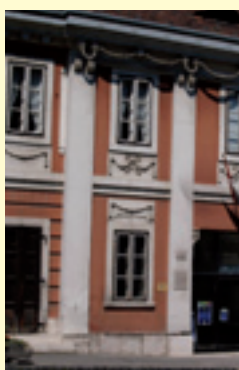
Az anyák megmentője



Semmelweis Ignác
(1818–1865)



Semmelweis szobra
a budapesti Szent
Rókus Kórház előtt



A Semmelweis Orvos-
történelmi Múzeum
Budapesten

A 19. század húszas éveitől kezdődően Bécsben a fiatal, frissen szülő nők körében rohamosan terjedni kezdett egy életveszélyes kór. A szülés után egy-két napon belül az anyák közérzete romlott, belázasodtak, alhasi fájdalom jelentkezett, rossz szagú folyás és vérzés indult meg a szülőcsatornán keresztül. Gyakran a belső szervek egyre súlyosbodó megbetegedésére utaló jelek is kialakultak, s a kór általában az anya halálával végződött. Mivel a tünetek jellegzetes módon szinte kizárólag a szülést követően alakultak ki, ezért a betegséget *gyermekágyi láznak* nevezték el.

Semmelweis színrelépése

Ekkortájt, 1846-ban érkezett a bécsi közkórházba sebész- és szülésmesterként a fiatal, 28 éves magyar orvos, Semmelweis Ignác. Semmelweis a pesti és a bécsi orvosegyetemre járt, ahol tanárai segítségével szinte naponta végzett boncolásokat. A kórházi munkába állását követő évben meghalt egy kedves kollégája. A hír megrázta Semmelweiset, s utánajárt a kolléga halála körülményeinek. Kiderült, hogy az orvos egy holttest boncolása közben megvágta a kezét, és az ezt követően kialakult, vérmérgezésnek nevezett kór végzett vele. Ebben az időben úgy tartották, hogy a vérmérgezés azért alakul ki, mert a tetemekben keletkező „bomlott szerves anyag”, az úgynevezett „hullaméreg” a bőr sérülésein keresztül bejut az ember szervezetébe. Semmelweis rádöbbsent, hogy a gyermekágyi láz valójában nem más, mint a *vérmérgezés* egyik formája. A felismerés után lázas tempóval kezdte keresni a védekezés módját. A mai embernek kézenfekvő lenne a boncolás közben a gumikesztyű használata, de ezt csak a 20. században találták fel.

Csak a kéz tisztításának megfelelő módszere jöhetett számításba, amellyel a „hullaméreg” eltávolítható. Kiderült, hogy a szokásos kézmosás nem elegendő. Kipróbálta a klóros vizet, amely hatásosnak bizonyult, ám nagyon drága volt. Hamarosan rájött, hogy az olcsó klórmentes oldattal, körömkéfe segítségével végzett kézmosás megfelelő védekezést nyújthat a kóros anyag átvitele ellen. Ezt követően, 1847-ben elrendelte az orvosoknak a szülőszobába belépéskor a klórmentes oldattal való kötelező mosakodást. Semmelweis osztályán a következő hónapokban a gyermekágyi lázban elhalálozott anyák számaránya korábbi 18%-ról 1%-ra csökkent. Mindemellett egészen megritkult az újszülöttek vérmérgezéses elhalálozása. Rövidesen előírta az egyes betegek vizsgálata közötti klórmentes kézmosást is.

Szélmalomharc

Ezek a kötelezettségek mellett, hogy kellemetlenséggel jártak, az orvosok megbélyegezve is érezték magukat miattuk, ezért népszerűtlenek voltak. A statisztikai bizonyítékokat pedig egyszerűen komolytalannak tartották, a megbetegedés és a halálozás arányainak változását a véletlen művének tekintették.

1849-ben Semmelweis hazatért Magyarországra és a Szent Rókus Kórház szülészeti osztályát vezette. Néhány évvel később a Pesti Tudományegyetemen szülész-nőgyógyász professzori kinevezést kapott.

Életében nem részesült igazi elismerésben. Csak halála után, a 19. század vége felé bizonyította be *Louis Pasteur*, hogy a gyermekágyi lázat baktériumfertőzés okozza. A 20. század elejétől kezdődően az utókor már többféle módon adózik Semmelweis nagyságának. Az eredetileg németül írt könyvét lefordították magyarra. Utcát neveztek el róla, szobrot avartak egykori munkahelye, a Szent Rókus Kórház előtt. Budapesti szülőházában létrehozták az Orvostörténelmi Múzeumot, amely az ő nevét viseli, ahogyan a Budapesti Orvostudományi Egyetem is. Semmelweis dokumentumai felkerültek az UNESCO (az ENSZ Nevelésügyi, Tudományos és Kulturális Szervezete) *A világ emlékezete* program kitüntetettjeinek listájára.

Megtudhatod

Milyen hatással van a férfi termékenységre, ha a herék felmelegednek?

38.

A nemiség. A hím ivarszervek

Szaporodás ■ Az élőlények egyik életjelensége, melynek során önmagukhoz hasonló utódokat hoznak létre.

Ivaros szaporodás ■ Általában különböző egyedekben kialakuló ivarsejtek révén valósul meg. A megtermékenyítés során a hímivarsejt egyesül a női ivarsejttel (= petesejttel), s az így keletkező zigóta osztódásával létrejövő új sejtek differenciálódása során alakul ki az utódegyed.

Ivari kétalakúság ■ Egy faj egyedei szemmel láthatóan különböznek egymástól nemük alapján.

Az ember csak ivaros szaporodik. Fajunkra váltivarúság jellemző, hiszen kétféle ivarú egyedek alkotják népességeinket. Az ivari kétalakúságot is természetesnek tekintjük, mivel a férfiak és a nők külső testfelépítése tipikus eltéréseket mutat.

Elsődleges nemi jellegek

A férfiak és a nők közötti legfontosabb különbséget az ivari kromoszómák által meghatározott elsődleges nemi jellegek, vagyis az **ivarszervek** jelentik. Az ivarszervek közé tartoznak az **ivarmirigyek** és az ivarsejtek elvezetését, a fejlődő embrió befogadását és táplálását biztosító **járulékos ivarszervek**. A nők ivarmirigye a **petefészek**, a férfiaké pedig a **here**. Embriionális korban azonos módon kezdődik az ivarszervek fejlődése, azonban a fiúembrió heréjében termelődő tesztoszteron más irányba tereli a többi ivarszerv differenciálódását (1. ábra).

Másodlagos nemi jellegek

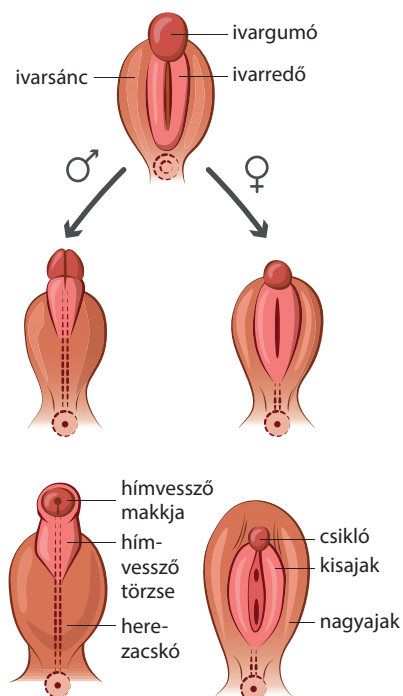
Az ivarmirigyek ivarsejteket és szteránvázas hormonokat termelnek. Az eltérő hormonális viszonyok hatására születés utáni években alakulnak ki a másodlagos nemi jellegek. Ezek a testméretekben és -arányokban, a testösszetételben (eltérő víztartalom, vázizom- és zsírszövet aránya stb.), a hangmagasságban, a szőrzetben stb. mutatkozó eltérések. Ezek közé tartozik például, hogy a férfiak átlagos testmagassága nagyobb, mint a nőké, válluk szélesebb a csípőjükénél – nőknél ez a testarány éppen fordított (2. ábra). A **testi jellegeken** kívül a két nem **pszichés jellemzőkben** is különbözik egymástól. Ezen különbségek biológiai alapjai egyrészt öröklött tényezők hatásai lehetnek, másrészt a környezet mintaadó, nevelő hatása is szerepet játszik a kialakulásukban.

A hím ivarszervek felépítése és működése

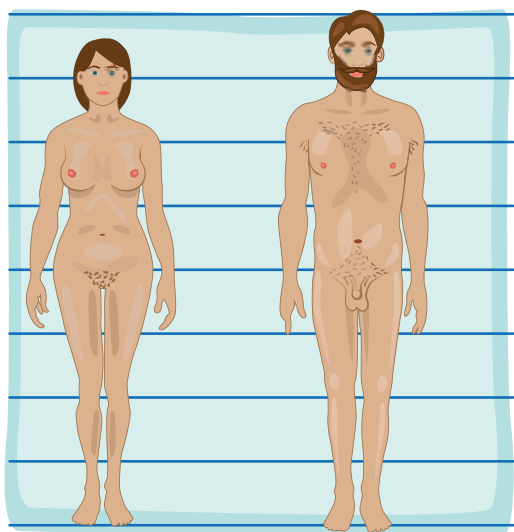
A hím ivarmirigy, a **here** páros szerv (3. ábra). A hasüregen kívül, a herezacskóban található, mivel normális működéséhez a testhőmérsékletnél néhány °C-kal alacsonyabb hőmérséklet szükséges. A herék belsejében nagyszámú



- Elsődleges nemi jellegek
- Másodlagos nemi jellegek
- A hím ivarszervek felépítése és működése
- A férfi ivari működések hormonális szabályozása



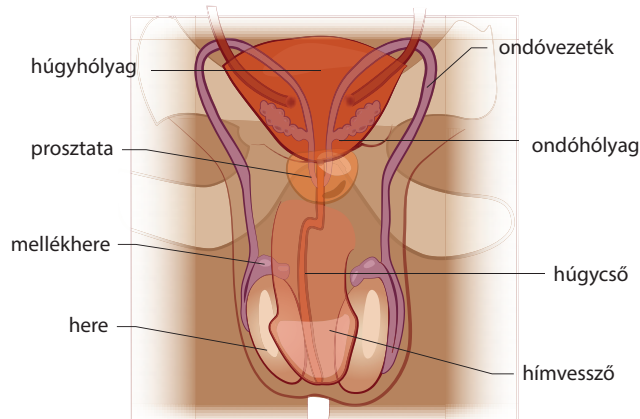
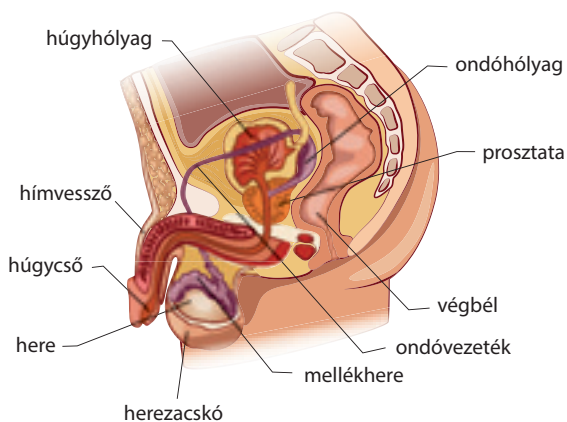
1. A külső ivarszervek részei megfigyelhetők egymáshoz



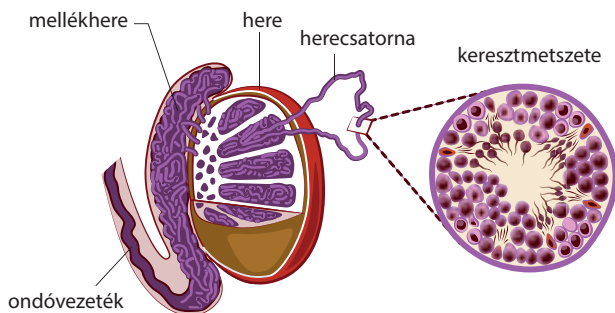
2. Másodlagos nemi jellegek. ■ Sorold fel, mely másodlagos nemi jellegek olvashatók le, és melyek nem láthatók az ábrán!

herecsatornácska található (4. ábra). Ezek falában képződnek a hímivarsejtek, a **spermiumok** (5. és 7. ábra). A spermiumok a herekből a szintén páros **mellékherékbe** kerülnek, ott tárolódnak és érnek. A mellékherékből ered a két **ondóvezeték**. Magömléskor ezek falának perisztaltikus összehúzódása továbbítja a spermiumokat a húgycső felé. Az ondóvezetékbe ömlik a páros **ondóhólyagok** váladéka, amelynek fruktóztartalma a spermiumok mozgásához biztosít energiaforrást. A **prosztata** (dűlmirigy) páratlan szerv, az ondóvezeték húgycsőbe torkollásánál, a húgyhólyag alatt található. Váladéka lúgos kémhatású, ami a hímivarsejtek életképességének és mozgékonyságának fontos feltétele. Az ondóhólyagok és a prosztata váladéka a spermiumokkal együtt alkotja az **ondót** (sperma).

A **hímivessző** (penis) a férfiak párzószerve (6. ábra). A benne levő két **barlangos test** kiterjedt üregrendszer tartalmaz. A hímivessző csúcsát a rendkívül érzékeny bőrrel borított makk alkotja. Szexuális ingerek hatására a barlangos test megtelik vérrrel, megduzzad. Ez a folyamat a **merevedés** (erekció). A makk bőrének mechanikai ingerlése **magömlést** (ejakuláció) idéz elő: ondó távozik a húgycsőnyíláson. Közösüléskor a férfi hímivesszőjét a hüvelybe vezet, így magömléskor az ondó a hüvely mélyére kerül. A mag-



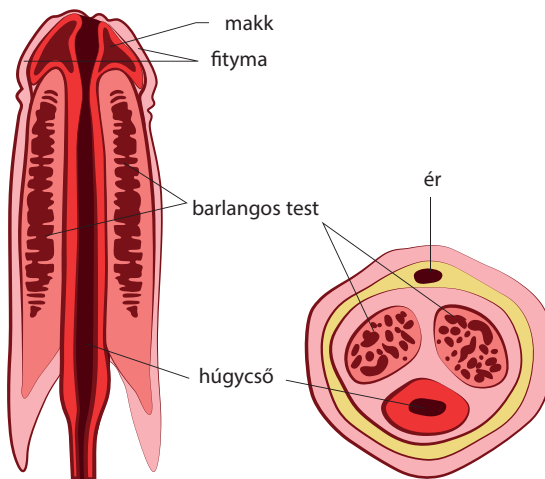
3. A hím ivarszervek oldalnézetből és szemből



4. A here szerkezete, a herecsatornácska keresztmetszete



5. A hímivarsejt szerkezete



6. A hímivessző felépítése keresztmetszetben és hosszmetsetben

ömlés lezajlása gerincvelői reflex eredménye, de az agykérgi szabályozás miatt tudatosan is befolyásolható, késleltethető. A magömlést kísérő szubjektív érzés az **orgazmus**.

A férfi ivari működések hormonális szabályozása

A spermiumok termelését az agyalapi mirigy tüszőserkentő hormonja fokozza, a sárgatestserkentő hormon pedig a here hormontermelését szabályozza. A hipofízishormonok koncentrációja a vérplazmában az ivarérés után többé-kevésbé állandó, ezért a férfiak ivari működései folyamatosak. A herében a csatornácák közötti sejtek a **tesztoszteron** nevű szteroid-hormont termelik. Ennek hatására megindul és folyamatosan fennmarad a spermiumok képzése a herecsatornácákban. A tesztoszteron növekvő termelődése játszik szerepet abban, hogy serdülőkorban kialakulnak a másodlagos nemi jellegek, például a férfias izomzat.

Olvasmány

A hím ivarszervek néhány betegsége ■ Az ötven év fölötti férfiaknál gyakran alakul ki a *prostatata jóindulatú megnagyobbodása*. A folyamat általában igen lassú. A növekvő prosztata fokozatosan összenyomja, beszűkíti a rajta keresztülhaladó húgycsövet (3. ábra). Így aztán lassan egyre nehezedik a vizeletürítés, elzáródhat a vizelet útja. Ilyen tünetek megjelenésekor urológus szakorvost kell fölkeresni.

A herék a fiúmagzat fejlődésekor a petefészkekhez hasonlóan a hasüregben alakulnak ki, és csak a születés előtti hetekben szállnak le a herezacskóba. Nem ritka – különösen koraszülöttek esetén –, hogy születéskor a herék még a hasüregben maradtak. Ez az állapot a *rejtettheréjűség*. A legtöbb ilyen esetben a herék még az első életév során maguktól a helyükre, a herezacskóba kerülnek. Ha ez nem következik be, akkor egyszerű sebészi beavatkozással kell a problémát megoldani még öt éves kor előtt. A hasüregben maradt, sorvadt here sejtszövetjei hajlamosak a rosszindulatú daganat-képzésre.

Megtanultam?

Az elsődleges nemi jellegeket a(z) **(1.)** jelentik. Az ivarmirigyek **(2.)**-t és **(3.)**-t termelnek. Az ivari hormonok hatására alakulnak ki a(z) **(4.)** nemi jellegek. A(z) **(5.)**-ban/ben képződő hímivarsejtek a(z) **(6.)** kerülnek. Magömléskor a(z) **(7.)** továbbítja az ondót a húgycsőbe. Az ondó a spermiumok mellett a(z) **(8.)** és a(z) **(9.)** váladékát is tartalmazza. A férfiak párzószerve a(z) **(10.)**. A benne található **(11.)** szexuális ingerek vagy gondolatok hatására vérrel telítődnek, ennek hatására következik be a merevedés, más néven **(12.)**. A **(13.)**-ban/ben termelődő ivari hormon a **(14.)**.

Kérdések, feladatok

1. Melyek a nők, illetve a férfiak elsődleges és másodlagos nemi jellegei?
2. Melyek a here fő funkciói?
3. Megfelelő sorrendben írd le egy spermium útját a képződésétől kezdve, amíg elhagyja a férfi szervezetét!
4. Mely mirigyek vesznek részt az ondó képzésében?
5. Mely hormonok és hogyan szabályozzák a here ivarsejt- és hormontermelését?
6. Melyek a tesztoszteron legfontosabb hatásai?



7. Hímivarsejtek pásztázó elektronmikroszkópos felvételen

Olvasnivaló ■ Philip Zimbaro – Nikita D. Coulombe: Nincs kapcsolat

Olvasmány

Adatok, tények

- A hímivarsejtek viszonylag kicsik: hosszúságuk ostorral együtt is alig feleakkora, mint a petesejt átmérője.
- Egy-egy hímivarsejt érése hetekig tart. A képződő spermiumok száma naponta több százmillió. Ilyen hatalmas számú sejt azért szükséges, mert a megtermékenyítés vezető úton a hímivarsejtek nagy része elpusztul.
- Egy magömléskor 2-3 cm³ ondó távozik. Ha az ondóban a spermiumok száma cm³-enként 20 milliónál kevesebb, akkor a megtermékenyítés természetes úton már nagyon valószínűtlen.
- A spermiumok ostoros mozgásának sebessége kedvező körülmények között percenként néhány milliméter lehet.

Fogalmak ■ ivarszerv ■ ivarmirigy ■ járulékos ivarszerv ■ elsődleges és másodlagos nemi jellegek ■ here ■ mellékhere ■ ondóvezeték ■ ondóhólyag ■ prosztata ■ ondó ■ hímivarsejt ■ barlangos test ■ merevedés ■ magömlés ■ orgazmus ■ tesztoszteron



- A petefészek
- A méh
- A hüvely és a külső nemi szervek
- A női ivari ciklus hormonális szabályozása

Megtudhatod

Hány petesejt érik meg egy nő élete során?

39.

A női ivarszervek

A női ivarmirigy a páros **petefészek**. Az általa termelt petesejtet az ivarutak vezetik tovább. Az ellenkező irányból az ivarutakon át közelítik meg a petesejtet a szeretkezéskor a hüvelybe került hímivarsejtek. Megtermékenyítés akkor következhet be, ha a petefészek közelében találkoznak egymással a petevezetékben.

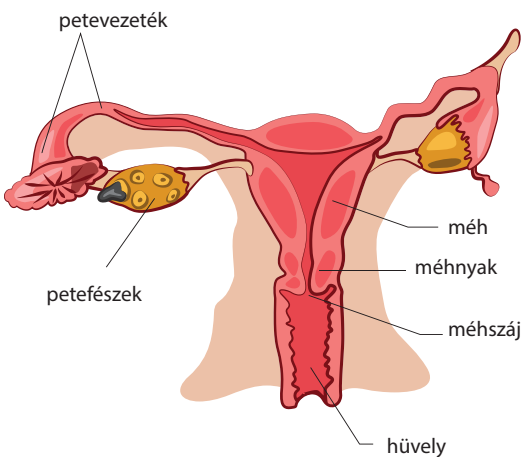
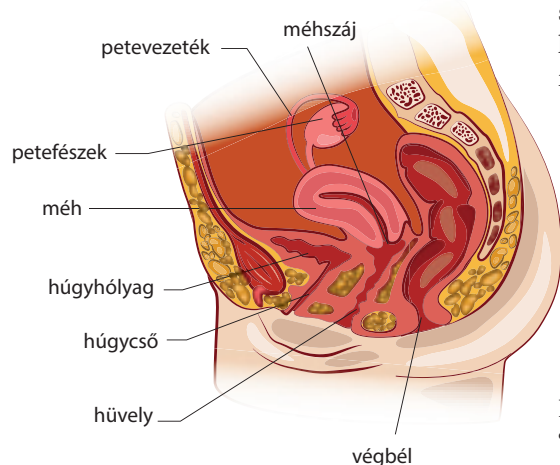
A petefészek

A petefészekben embrionális korban alakulnak ki az őpetesejtek (1. ábra). Ez azt jelenti, hogy a leánymagzat szervezetében megkezdődik a petesejtek képződése, de korai szakaszában leáll a folyamat. Születéskor több százezer **tüsző** található a petefészekben. A tüszők az éretlen petesejtből és az ezt körülvevő speciális hámszövetből állnak. A serdülőkortól kb. 50 éves korig hormonális hatásra átlagosan 28 naponként megindul egy-egy tüsző érése. A nők ivari működései tehát ciklusosak (2. ábra). A tüsző érésekor a petesejtkezdeményben folytatódik az érett ivarsejt kialakulásához vezető osztódás, és körülötte a tüszőhám megvastagszik. Az érett tüszőben folyadék halmozódik fel. A ciklus közepén a folyadék feszítő hatására megreped a tüsző, ez a folyamat a tüszőrepedés, az **ovuláció**. A petesejt a **petevezetékbe** sodródik. A petevezeték fala perisztaltikus mozgásával és csillós hámbélésével továbbítja a petesejtet a méh felé. Az ovuláció után a tüsző maradványából a petefészekben kialakul a sejtcsoport a **sárgatest**. Az ivarsejtek összeolvadása, a megtermékenyítés általában a petevezetékben történik.

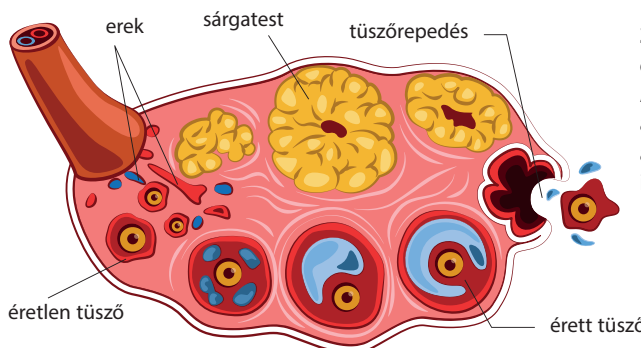
Jó tudni, hogy a nők testhőmérséklete jellegzetesen változik a ciklus során. Hőmérővel is mérhető, hogy tüszőrepedéskor a testhőmérséklet néhány tized °C-kal megemelkedik a szokásos értékhez képest. (Lényeges, hogy a mérés mindig ugyanazon napszakban, lehetőleg reggel történjen, mivel a testhőmérséklet napszakos ritmus szerint is változik.)

A méh

A **méhnek** igen vastag simaizomzata van, üregét nyálkahártya béleli (1. ábra). A méh felső részébe torkollik a két petevezeték, alsó, elvékonyodó szakasza a **méhnyak**, amely a **méhszáj** nyílásán keresztül a hüvellyel áll összeköttetésben.



1. A női ivarszervek hossz metszetben és szemből. Mindkét ábrán látható a méh és a hüvely ürege



2. A petefészek ciklusos működése. Az ábra a petefészek állapotát mutatja a ciklus különböző időpontjaiban

A méhnyak csatornáját sűrű nyálka tölti ki, amely megakadályozza, hogy a külvilág felől mikroorganizmusok jussanak be a méh üregébe.

A méhnyálkahártya szerkezete is ciklusosan változik. A tüsző érése idején a méh nyálkahártyája fokozatosan vastagszik, vérellátása egyre növekszik. Ha az ovuláció után nem történik megtermékenyítés, és nem ágyazódik be embrió a megvastagodott nyálkahártyába, akkor a ciklus második felében a nyálkahártya felső rétege elhal, majd leválik és vérzés kíséretében a méhszájon és a hüvelyen keresztül távozik. Ez a **menstruáció**. A vérzést követően ismét megindul a méhnyálkahártya regenerációja, a petefészekben zajló újabb tüszőéréssel párhuzamosan (3. ábra). A menstruációs vérzés megjelenésének napját tekintik a ciklus kezdetének. Lényegében ezzel egyidejűleg kezdődik meg a tüsző érése valamelyik petefészekben. A két petefészek ciklusonként általában váltakozva érlel tüszőt.

A hüvely és a külső nemi szervek

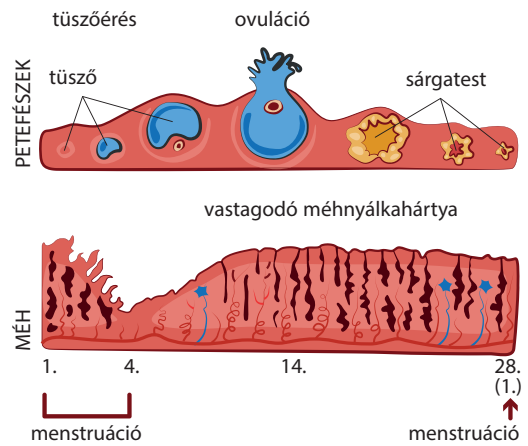
A nők páرزószerve az izmos, rugalmas falú **hüvely**. A hüvely mélyén található a **méhszáj**, amely a méhnyak vékony csatornáján keresztül a méh ürege felé létesít kapcsolatot (1. ábra). A hüvely külső nyílása a húgycsőnyílás közelében található. E testnyílásokat két pár bőrredő, a **szeméremajkak** védik. A belső, kis szeméremajkak találkozásánál helyezkedik el a **csikló**, amelynek bőre érzőideg-végződésekben rendkívül gazdag szerv, ennek mechanikai ingerlése **orgazmus** kialakulásához vezethet.

A hüvely nyálkahártyája mirigyeket tartalmaz, amelyek váladéka nedvesen tartja a szerv belső felületét. A hüvelyben élő baktériumok **savas kémhatást** alakítanak ki, ami megakadályozza a kórokozó mikroorganizmusok megtelepedését. Ez a savas kémhatás azonban közönségeskor a hüvelybe kerülő spermiumok jelentős részének a pusztulását is okozza.

A női ivari ciklus hormonális szabályozása

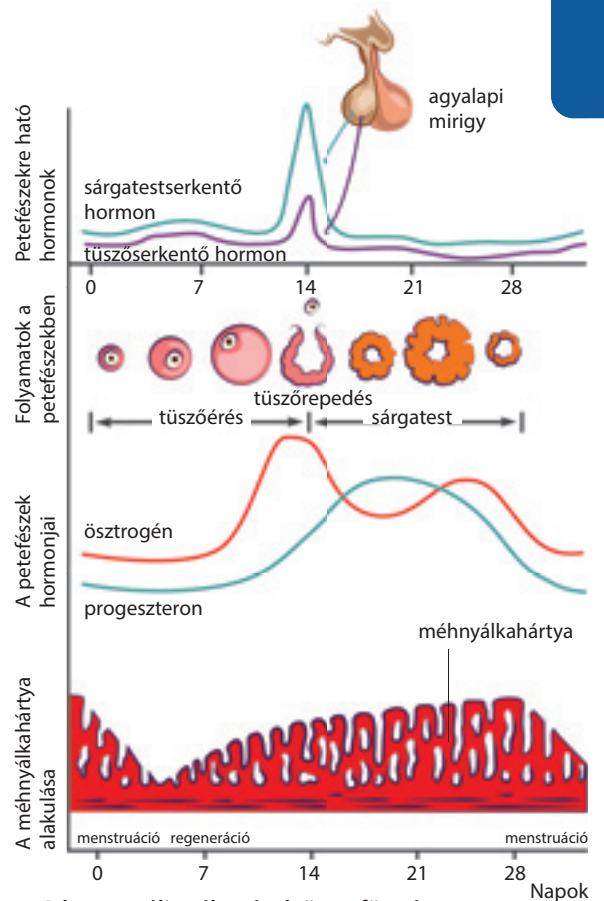
Nőkben a **hipotalamusz** egyes hormontermelő idegsejtjei a serdülőkortól kezdve átlagosan 28 napos ritmusban működnek, és az általuk termelt hormon révén befolyásolják a hipofízis, azon keresztül pedig a petefészek működését (3–4. ábra). A ciklusok hossza nagy eltéréseket mutat, és egyénenként is változhat az idővel. A nők igen kis hányadára jellemző az állandó, 28 napos ciklus.

A ciklus elején az **agyalapi mirigyben** növekvő mennyiségben termelődő **tüszőserkentő hormon** hatására megindul a tüszőérés. Az érő tüsző hámsejtjei **ösztrogén** hormonokat termelnek, amelyek szteránvázas vegyületek. Az ösztrogének fokozatosan növekvő mennyiségben képződnek, hatásukra a méh nyálkahártyája regenerálódni kezd a menstruáció után. Amikor a ciklus közepe táján az ösztrogénkoncentráció eléri egy bizonyos értéket, hatására a hipofízisben hirtelen nagymértékben megemelkedik a sárgatestserkentő hormon termelése. A **sárgatestserkentő hormon** magas szintje idézi elő a **tüszőrepedést** és a sárgatest kialakulását, majd serkenti a sárgatest hormontermelését is. A tüsző maradványából kialakuló sárgatest az ösztrogének mellett **progeszteront** is termel. Az ösztrogén folyamatos képződése miatt ebben az időszakban **negatív**



3. A petefészek és a méh összehangolt működése

Olvasnivaló ■ Elisabeth Raith-Paula: Élő adás a testemből



4. A hormonális változások összefüggése a petefészekben és a méhnyálkahártyában lejátszódó átalakulásokkal

Olvasmány

A női ivarszervek néhány megbetegedése ■ Előfordul, hogy a méh belső szövetrétege a szervezetben másutt is megjelenik, ezt a jelenséget endometriózisnak nevezik. Termékeny korban lévő nők esetében ezek a sejtek is reagálnak a hormonális hatásokra, így olyan helyeken is megindulhat a vérzés, szövetleválás, ahol egyébként nem kellene, emiatt sokkal fájdalmasabb a menstruációs időszak. A betegséget szakorvos tudja azonosítani. Tünetei változó mértékűek, de gyakran jár együtt meddőséggel. Hormonális kezeléssel a tünetek enyhíthetők, akár gyermekvállalás is lehetségessé válik, súlyos esetben műtetre is szükség lehet.

Az ivarszervi megbetegedésekkel kapcsolatban különösen fontos a rendszeres szűrővizsgálat, mert az orvos már a tünetek megjelenése előtt azonosíthat egyes betegségeket, amelyeknek a kezelése így sokkal hatásosabb és teljesebb lehet!

Olvasmány

Másodízigen ■

A petesejtkezdemények a három hónaposnál fiatalabb leánymagzatban alakulnak ki. Ha ebben az időszakban a fejlődő magzat petesejtjeinek DNS-e károsodik, például radioaktív sugárzás következtében, akkor ennek következményei majd csak az ő gyermekeiben válnak észlelhetővé. Mindezek ismeretében megérthetjük, hogy a terhesség elején a magzatot érő károsító hatások egy része csak a kismama unokáiban nyilvánul meg.

viSSzacSatoLás érvényesül, így a tüszőserkentő hormon szintje alacsony, a ciklus alatt ezért újabb tüsző nem érik meg. A progeszteron teszi alkalmassá a méhnyálkahártyát az embrió beágyazódására. Ezenfelül gátolja a méhizomzat összehúzódását. Így a terhesség kialakulásában és fennmaradásában is alapvető szerepe van. A progeszteron további hatása, hogy visszacsatolással gátolja a sárgatestserkentő hormon termelődését a hipofízisben. Ha megtermékenyítés nem következik be, akkor a sárgatest elsorvad, ösztrogén és progeszteron hiányában létrejön a menstruáció.

A női ivarszervek ciklusos működése általában az ötvenedik életév tájékán befejeződik. Megváltozik az agyalapi mirigy és a petefészek hormontermelése, megszűnik a tüszőérés, és a menstruáció sem jelentkezik. Ez az állapot a **menopauza**, amely a hormonális változások ideje alatt gyakran kellemetlen fizikai tünetekkel (hőhullámok, végtagszibbadás stb.) és lelki megterheléssel jár.

Keress rá! ■ vaginizmus ■ szűzhártya

Fogalmak ■ tüsző ■ ovuláció ■ sárgatest ■ menstruáció ■ hüvely ■ ösztrogén ■ progeszteron ■ menopauza

Megtanultam?

A női ivari működésekre átlagosan **..(1)..** napos ciklus jellemző. A petefészkekben ciklusonként egy-egy **..(2)..** érik meg. Az érett **..(2)..**-ból/ből a ciklus közepén a(z) **..(3)..** során a petesejt a(z) **..(4)..**-ba/be kerül. A felrepedt **..(2)..** maradványából a petefészkekben **..(5)..** alakul ki. A(z) **..(2)..** érésével egyidejűleg a méhnyálkahártya megvastagszik, alkalmassá válik a(z) **..(6)..** befogadására. Megtermékenyítés és az embrió beágyazódásának hiányában a ciklus végén bekövetkezik a(z) **..(7)..**, vagyis a méhnyálkahártya vérzés kíséretében leválik. Az agyalapi mirigy **..(8)..** és **..(9)..** hormonja, illetve a petefészek **..(10)..** és **..(11)..** hormonjai egymásra és a méh nyálkahártyájára hatnak, kölcsönhatásukból adódik a női nemi működés ciklusossága.

Kérdések, feladatok

1. Röviden mutasd be egy női ivari ciklus során a petefészkekben lezajló folyamatokat!
2. Mi a menstruáció, és mely folyamatok vezetnek a menstruáció megjelenéséhez?
3. Hol, mikor és miből alakul ki a sárgatest? Mi a működésének lényege?
4. Az alábbi táblázatban szereplő hormonok egy ember ivarszerveire hatnak. Írd le a táblázatban kisbetűkkel jelölt fogalmakat! A táblázat ismétlődő betűjelzései ugyanazon fogalmat jelölik.

A hormon felszabadulásának helye	A hormon neve	Melyik ivarszervre hat a hormon?	A hormon hatása az ivarszerv működésére
agyalapi mirigy elülső lebenye	a)	b)	ovulációt idéző elő
	c)	b)	—
agyalapi mirigy hátsó lebenye	d)	e)	f)

Megtudhatod

Milyen születésszabályozási eljárások vannak?

40. A várandósság és a szülés

Szeretkezéskor a hüvely hátsó részébe kerülnek a spermiumok. A hímivarsejtek aktív ostoros mozgásuk révén haladnak a méhszájon, majd a méh üregén keresztül, amíg eljutnak a petevezeték nyílásáig. A petevezetékben a petevezeték csillóinak és perisztaltikájának sodrásával szemben tovább mozognak felfelé. Mivel a hüvely a fertőzések elkerülése érdekében savas kémhatású, útjuk során a spermiumoknak is elpusztul a legnagyobb része, de egy csekély hányaduk megközelíti a petesejtet.

Megtermékenyítés, beágyazódás

A **megtermékenyítés** tehát a petevezetékben történik az ovuláció után 1-2 napon belül. A petesejtet néhány száz hímivarsejt veszi körül. A sejthártyát övező vastag burkon az áthatolást a hímivarsejt feji részéből felszabaduló enzimek teszik lehetővé. Amikor az elsőként áthatoló hímivarsejt kapcsolatba kerül a sejthártyával, lezárul az út a többi hímivarsejt előtt. A megtermékenyítés végén a petesejt és a spermium sejtmagja összeolvad, kialakul a zigóta.

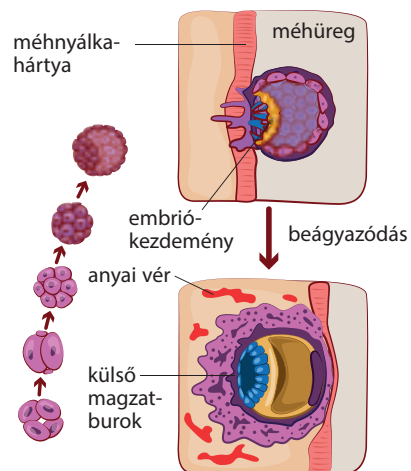
A petevezetékben a méh felé haladó **zigóta** osztódni, fejlődni kezd. Az **embrió** néhány nap alatt eljut a méhbe, és megtermékenyítés után kb. hat nappal beágyazódik annak nyálkahártyájába (1. ábra).

Embrionális és magzati fejlődés

A fejlődés során az embrió körül két magzatburok alakul ki. A **külső magzatburok** egy része a méhnyálkahártyával összenő, és közösen létrehozzák a méhfalon tapadó **méhlepényt** (2. ábra). Ebbe az embrió irányából a kialakuló köldökzsinórban futó erek nőnek bele, a méhfal irányából pedig az anyai erek hatolnak be. A magzati és az anyai vér nem keveredik, de közöttük anyagátadás zajlik: az embrió vérébe oxigén és tápanyagok jutnak az anyai keringésből, ezzel ellentétes irányban pedig a magzatban képződő szén-dioxid és bomlástermékek átadása folyik. A méhlepény többféle hormont is termel. A **belső magzatburok** termeli a magzatvíz nagy részét, amely védi az embriót, továbbá mozgási lehetőséget biztosít számára. A megtermékenyítést követő harmadik hónaptól a fejlődő egyed már **magzatnak** nevezzük. Ennek a magyarázata, hogy a harmadik hónap végére már kialakul minden belső szerv, és a következő hónapokban jellemzően inkább csak növekedés, gyarapodás történik.

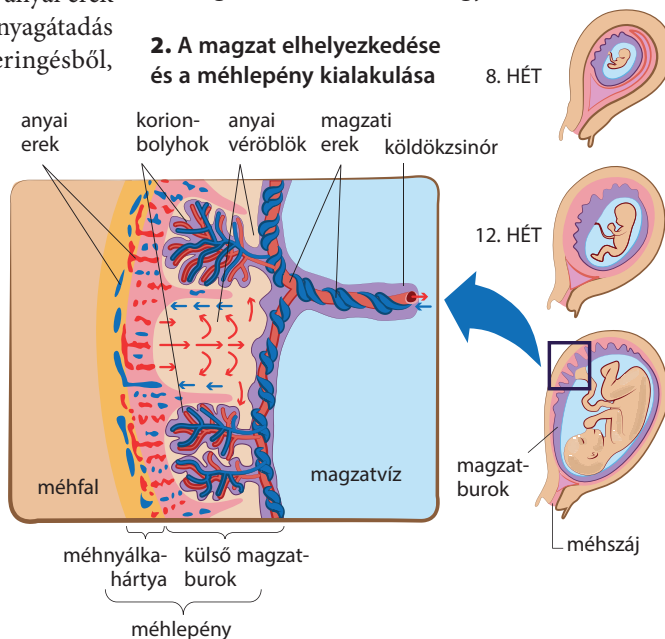
A méhlepényben az anyai vér az artériákból tág üregű véröblökbe kerül. Ezekbe a véröblökbe magzati kapillárisok hálózatát tartalmazó nyúlványok, ún. bolyhok nyúlnak bele. Így az **anyai vér** nagy felületen veszi körül a **magzati ereket**, ami hatékony anyagcserélődést tesz lehetővé. A bolyhok és a kapillárisok hámszövete féligáteresztő hártaként működik, a legtöbb makromolekula számára átjárhatatlan. Ez azért fontos, mert az anya és

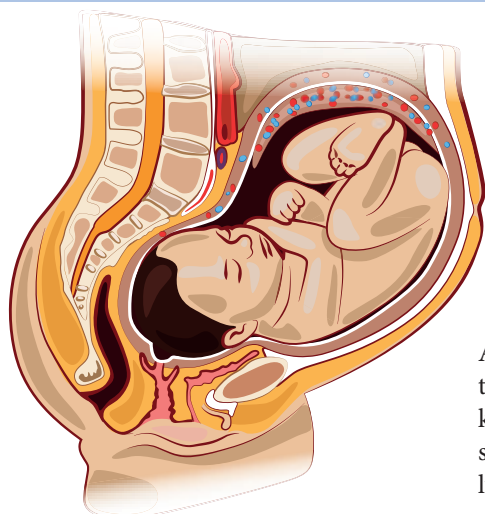
- Megtermékenyítés, beágyazódás
- Embriionális és magzati fejlődés
- A szülés
- A terhesség hormonális szabályozása
- A meddség és kezelése
- A várandós nő életmódja
- Terhes- és csecsemőgondozás



1. A zigóta osztódása és a beágyazódás

2. A magzat elhelyezkedése és a méhlepény kialakulása



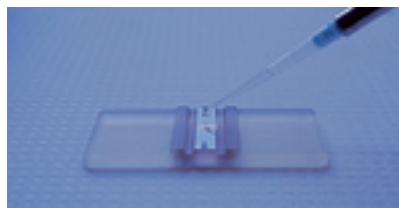


3. A magzat helyzete születés előtt

Olvasmány

Szülési nehézségek ■ Ha a szülés természetes úton veszélyezteti az utódot vagy az édesanyát, akkor a szülésorvos császármetszést alkalmazhat. A műtét során az orvos a nő hasfalának, majd a méh falának megnyitása után kiemeli a gyermeket a méh üregéből.

Szüléskor, illetve azután a méhben és a szülőcsatornában keletkezett sebek elfertőződhetnek. Ezért lényeges, hogy ez idő alatt ne kerüljenek kórokozók az ivartakba. A szülést követő néhány héten, az ún. gyermekágy idején szigorúan be kell tartani a tisztasági előírásokat. A szülés után fellépő fertőzések következtében még a 19. században is nagyon sok édesanya halt meg. Hosszú ideig nem ismerték a szülő nőket sújtó „gyermekágyi láz” okát. Semmelweis Ignác magyar orvos volt az első, aki felfedezte, hogy a bajt a rossz tisztasági körülmények okozzák. Fejezetünk bevezető lekéjében olvashattál róla.



4. Termékenységvizsgálat. A férfi termékenységvizsgálata során mikroszkópos vizsgálatokkal ellenőrzik a spermiumok számát és mozgékonyágát

az utód szervezete immunológiai szempontból egymás számára idegen. Fontos azonban, hogy az anyai vérből a fehérjék közül antitestek jutnak át a magzatba, így biztosítva, hogy a születés után az újszülött ne legyen védtelen a környezetben található kórokozókkal szemben. A véröblökből az anyai vére a vénák felé áramlik tovább.

A szülés

A terhesség átlagosan 280 napig tart. Az érett magzat tömege 3000–3500 g, testhossza átlagosan 50 cm. A terhesség utolsó heteiben a magzat úgy helyezkedik el a méhben, hogy feje a méhnyak felé irányul (3. ábra). Közvetlenül a szülés előtt a méhszáj kinyílik, a magzatburkok felrepednek, a magzatvíz elfolyik. A méhfal izomzatának ritmusosan ismétlődő, erőteljes összehúzódásai okozzák a **szülési fájásokat**, és megkezdik a magzat kitolását a szülőcsatornán. A megszületett csecsemő felsír, az első légvétel kitágítja a tüdejét. A köldökzsínort a szülést vezető orvos elvágja. A gyermek megszületése után a méhlepény leválik a méhfalról, és az utolsó méhösszehúzódások eredményeként az is világra jön.

A terhesség hormonális szabályozása

A terhesség alatt átmenetileg szünetel a hipofízis és az ivarszervek ciklusos működése, így elmarad a menstruáció. A beágyazódás után a **külső magzatburok** egy olyan hormont termel, amely hatásában hasonlít a sárgatestserkentő hormonhoz, ezért a sárgatest nem sorvad el. A terhesség korai megállapítása azon alapul, hogy a külső magzatburok által termelt hormon csekély hányada a nő vérből a vesében kiszűrődik, és a vizeletbe is bekerül. A terhességi tesztek – érzékeny immunológiai módszerrel – ezt a hormont mutatják ki a vizeletből.

A kialakuló méhlepény kb. két hónap elteltével maga is képessé válik **progeszteron** és **ösztrogén** termelésére, ezt követően a sárgatest működése főlegessé válik, és lassan el is sorvad. A progeszteron fokozza a méhnyálkahártya vérellátását és gátolja a méh izomzatának összehúzódását, ez lehetővé teszi a terhesség fennmaradását. Az ösztrogének továbbra is gátolják a tüszőérést a petefészekben. A terhesség végén az addig zárt méhnyak és méhszáj tágulni kezd, majd az érett magzatban képződő hormonok hatására fokozódik az anya hipotalamuszában az **oxitocin** termelése. Ez a méh simaizomzatának összehúzódását idézi elő, ami elindítja a szülés második, kitolási szakaszát. A magzat legtöbbször fejjel előre halad végig a szülőcsatornán. A szülés után a méh simaizomzata ritmikusan összehúzódik, ez nagyon fontos a szüléssel járó vérzés elállításában. Az oxitocin hormon lényeges szerepet játszik ezekben az összehúzódásokban.

A szülést követően fokozódik a tejelválasztást serkentő hormon képződése, megindul az emlőmirigyekben a tejtermelés. A csecsemő szopásakor az emlő mechanikai ingerlése oxitocintermelést vált ki, ami a tej ürüléséhez szükséges.

A meddőség és kezelése

Meddő az a pár, akiknél egy éven keresztül rendszeres, védekezésmentes nemi élet során nem alakul ki terhesség. A meddőség okai nagyjából 40%-ban férfira, 40%-ban nőre, és 20%-ban mindkét félre vezethetők vissza.

A párkapcsolat és a családalapítás az egész személyiségre alapvető hatással van, a problémák hátterében még egyes szervi elváltozások esetén is gyakran pszichés okok állnak, ezért a meddőség kezelésében ezt a területet sem szabad

figyelmén kívül hagyni, az orvosi terápiával párhuzamosan javasolt pszichoterápiás segítséget is igénybe venni.

A férfiak esetében a meddőség gyakori oka **merevedési zavar**, illetve túl **alacsony spermiumszám**, esetleg az ivarsejtek **alacsony mozgásképessége** (4. ábra).

Nők esetében leggyakrabban a **peteérés zavarai**, az **ivarutak elzáródása**, illetve a megtermékenyült zigóta **beágyazódásának akadályai** húzódik a meddőség hátterében.

Orvosi segítség növekvő mértékű beavatkozás szerint:

- Mesterséges ondóbevitel – az orvos a hímivarsejteket közvetlenül a méh üregébe juttatja egy vékony cső formájú katéter segítségével.
- Hormonhatású gyógyszerek – a meddőség hátterében álló hormonális probléma felkutatása alapján a megfelelő szerekkel javítják a hormonháztartás egyensúlyát.
- Műtét – szervi eltérések esetén a szűkület, daganat, ciszta eltávolítása.
- Mesterséges megtermékenyítés – az ivarsejteket laboratóriumi körülmények között egyesítik, és a fejlődésnek indult embriókat ültetik be az anya méhébe. Népszerű nevén ez a „lombikprogram”.

A várandós nő életmódja

A terhesség jele lehet a menstruáció elmaradása, a pozitív terhességi teszt. Ha valaki tudomást szerez a terhességéről, mindenképpen fel kell hagynia az alkoholfogyasztással, dohányzással. A passzív dohányzás is káros! A gyógyszereszedést feltétlenül meg kell beszélnie orvosával. Mind az alkohol, mind a drogok átjutnak a méhlepényen és nagy hatással vannak a magzatra, károsíthatják a fejlődő idegrendszert. A kábítószerfüggő anyák újszülöttje is kábítószerfüggő, akiknél a szülés után erőteljes elvonási tünetek jelentkeznek. A terhes nők általában **könnyebben fáradnak** és hajlamosabbak lehetnek a kedvetlenségre, ezt tanácsos figyelembe venni. Az első hónapokban hányinger is jelentkezhet. A terhesség közepe táján a testtömeg növekszik a magzat gyarapodása, illetve a magzatvíz mennyiségének növekedése miatt. A méh méretének változása miatt a hasüregi nyomás fokozódik, ami nehezíti a vér visszaáramlását a szív felé. Ennek következtében a vénákban nő a vérnyomás, ami – főleg a lábokban – **viizenyő és visszértágulatok** kialakulásához vezethet. Ennek megelőzésére az álldogálást kerülni kell. Szükségessé válhat a gumiharisnya viselése is, ami akadályozza a vénák túlzott kitéágulását. A táplálkozással kapcsolatban tévedés azt gondolni, hogy a kismamának „kettő helyett kell ennie”, arra azonban fontos ügyelni, hogy a magzat vérképzéséhez az anya tápláléka elegendő mennyiségben tartalmazzon vasat, a csontozat növekedéséhez pedig kalciumot. Ezek hiányában az anya vérszegénnyé válik, és fogai romlásnak indulnak.

Terhes- és csecsemőgondozás

Ha a szülőpár elhatározta, hogy gyermeket vállal, a terhesség kialakulása előtt mérlegelhetik, hogy családjukban nem fordul-e elő olyan betegség, amely jelentős eséllyel öröklődhet. Minden nőgyógyászati szakrendelésen tudnak felvilágosítást adni a **genetikai tanácsadásról**, ahol a szakszerű vizsgálatok után az öröklődő betegségek pontosabb ismeretében segítenek a gyermekvállalás előtti bizonytalanságok eloszlításában és a döntésben (5. ábra).

Olvasmány

Klónozás ■ A klónozás azonos genetikai állományú sejtek vagy szervezetek létrehozását jelenti. Kevesen vitatják a kóros sejtek helyettesítésére használható, egészséges sejtek tenyésztésének (klónozásának) létjogosultságát. Vitákat elsősorban a teljes emberi egyedek klónozásának lehetősége, illetve a kísérletekhez használt emberi sejtek beszerzésének módja vált ki. Az eddigi tapasztalatok szerint a sikeres klónozás eredményeként született emlősállatoknál nagy a halálos vagy komoly betegség kialakulásának esélye, és az „egészségesek” életideje jóval rövidebb, mint a fajra jellemző átlag. Mindez egyelőre kizárja az emberek klónozásának lehetőségét. Gyakran hallani azt a vélekedést, illetve várákozást, hogy a klónt alkotó egyedek teljesen azonosak lennének. A természetes módon kialakult klónok, az egypetéjű ikerpárok összehasonlítása azonban világosan mutatja, hogy ez nem így van.



Egypetéjű ikrek



5. Genetikai tanácsadás



6. Szoptatás esetén nem kell tartani a csecsemő elhízásától, míg tápszeres táplálás esetén ez probléma lehet

Keress rá! ■ méhen kívüli terhesség
■ termékenységi turizmus ■
béranyaság

Olvasnivaló ■ Kenéz Kíra:
Várandósok könyve

Magyarországon szervezett **terhesgondozási rendszer** működik. Ha a nőgyógyászati vizsgálat megállapítja a várandósságot, az anya egészségének megőrzése és az egészséges gyermek születése érdekében meghatározott szűrővizsgálatokra kerül sor. Az anya állapotát ezen túlmenően is rendszeresen megvizsgálják, tanácsokkal látják el, és ha szükséges, gyógykezelik, hogy jó egészségi állapotban jusson el a szülésig, és a magzata megfelelően fejlődjön.

A **szoptatás** az anya és gyermeke számára érzelmileg és biológiailag is fontos. Az anyatej ideális táplálék az újszülött és a csecsemő számára, összetétele és mennyisége is a gyermek élettani szükségleteinek megfelelően változik (6. ábra). A szoptatás számos előnye közül kiemelendő, hogy az anyatej jelentős mennyiségben tartalmaz antitesteket, amelyek a csecsemő bélcsatornájából felszívódva biztosítják a kórokozók elleni védelmét. Ez a passzív immunizálás igen fontos, mivel a gyermek immunrendszere csak fokozatosan fejlődik ki a születés után.

Lényeges, hogy a szoptató nő táplálkozása kielégítő, ásványi tápanyagokban és vitaminokban bőséges legyen, mivel a tejmirigyek az anya vérből választják el a tejbe kerülő anyagokat. Számos gyógyszer és élvezeti szer hatóanyaga is belekerül a tejbe, ezért ilyenkor csak az orvos által előírt gyógyszer szedhető, és az alkoholfogyasztásról, dohányzásról is le kell mondan. A kávé csak mértékkel fogyasztható, mert a koffein is belekerül az anyatejbe.

Fogalmak ■ külső magzatburok ■ belső magzatburok ■ méhlepény ■
embrió ■ magzat ■ szülési fájás ■ meddőség ■ mesterséges ondóbevitel
■ lombikprogram ■ genetikai tanácsadás ■ terhesgondozás

Megtanultam?

A(z) **(1.)** -ban/ben történő **(2.)** során a petesejt és a hímivarsejt összeolvad egymással, így kialakul és fejlődésnek indul a(z) **(3.)**. Az embrió néhány nap alatt eljut a(z) **(4.)** -ba/be, ahol beágyazódik. A fejlődő embriót körülvevő **(5.)** és a méhnyálkahártya hamarosan létrehozza a(z) **(6.)** -t, amely a köldökzsinóron keresztül biztosítja a magzat anyagcseréjét. A(z) **(7.)** a magzatvizet termeli. A terhesség elején a(z) **(5.)** a sárgatestserkentő hormonhoz hasonló hatású hormont termel, ezért a(z) **(8.)** nem sorvad el. A benne képződő **(9.)** hormon negatív visszacsatolással gátolja a tüszőérést, a **(10.)** hormon pedig biztosítja a méhnyálkahártya megfelelő vérellátását. A terhesség második hónapjától a(z) **(6.)** termeli a(z) **(9.)** és **(10.)** hormont, a(z) **(8.)** elsorvad. A terhesség általában **(11.)** napig tart. A szülést az érett magzatban képződő hormonok indítják el, hatásukra fokozódik a hipotalamuszban a(z) **(12.)** hormon termelése. A szülés után megindul a tejelválasztás.

Kérdések, feladatok

- Hol történik a megtermékenyítés?
- Hogyan történik a fejlődő embrió táplálása a méhlepény kialakulásáig?
- Hogyan alakul ki a méhlepény, és mi a szerepe?
- Röviden vázold, hogyan változik az anyai szervezet ivari működésekre ható hormonjainak termelése a terhesség alatt!
- Mely hatásokra indul el a szülés?
- Gyűjtsd össze, hogy milyen életmódbeli tanácsokat érdemes egy nőnek betartania, ha gyermekvállalást tervez, aztán pedig a várandósság idején!
- Nézz utána, milyen szűrővizsgálatokat végeznek a várandósság megállapítása után! Mi ezen vizsgálatok célja, szerepe?
- Gyűjts további információkat, amelyekkel a szoptatás mellett érvelhetsz!

Megtudhatod

Milyen születésszabályozási eljárások vannak?

41. A szexualitás

A szexualitás korántsem csupán biológiai jelenség. Egész személyiségünkre, testi-lelki-szociális egészségünkre befolyással van.

A szexualitás egyéni és társadalmi szempontjai

A **nemi identitás** (a saját nemi hovatartozás tudata), a saját testhez való viszony és a szexualitással kapcsolatos beállítódások egyaránt a **lélektani fejlődés** eredményeképp alakulnak ki. Ebben a folyamatban nagy szerepe van a gyermekkori családi környezetnek, a szülőkkel való kapcsolatnak. Ezek az érzések és beállítódások felnőttkorban is változhatnak. A szexuális életben meg tapasztalt pozitív vagy negatív élmények visszahatnak a szexualitáshoz való viszony egészére. Az esetleges lelki, érzelmi sebzettségek, amelyeket a testével vagy a szexualitásával kapcsolatban hordoz magában az ember, gyógyíthatók, megfelelő szaksegítséggel.

A szexualitás rendkívül intim része az ember életének, mégsem tisztán magánügy, hiszen a partner és az esetlegesen megfogadó személy életére is befolyása van. Emellett az egészségügyi vonatkozások is túlmutatnak az egyén határain. A társadalmak emiatt fogalmaznak meg erkölcsi és jogszabályokat a nemi élettel kapcsolatban. A környezetünkben általánosan elfogadott humanista erkölcs fontosnak tartja a szexuális partnerek egyenrangúságát, az egymás iránti felelősséget és az egyén önrendelkezését a szexuális életében. Ezekből is következik például a nemi erőszak vagy a szexuális molesztálás erkölcsi és jogi tilalma.

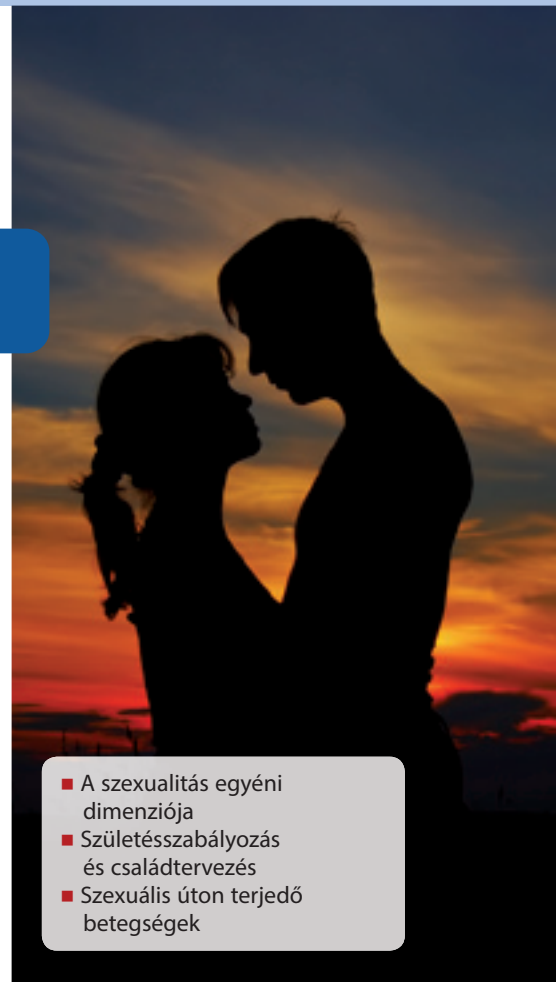
Az ember szexualitása csak kis részben öröklött, ösztönös tevékenység. A szexualitással kapcsolatos magatartásformák legtöbbször tanulható, például a kommunikáció, a partnerre hangolódás képessége.

Születésszabályozás és családtervezés

A modern társadalmakban széles körben elterjedt igény a gyermekvállalás időpontjának, illetve a vállalt gyermekek számának szabályozása, a családtervezés. Ha a partnerek nem kívánnak gyermeket vállalni, akkor megfelelő módon gondoskodniuk kell a fogamzásgátlásról. A nem kívánt terhesség elkerülésére, illetve a terhesség kívánt időpontban való bekövetkezésének elérésére sokféle lehetőséget ismerünk, azonban még egymással kombinálva sem jelentenek 100%-os biztonságot.

A legerjedtebb születésszabályozási módszereket tekintjük át az alábbiakban, de ezeken kívül jó néhány további is ismeretes még.

A **naptármódszer** azon alapul, hogy az ovuláció várható időpontjában, vagyis a menstruációs ciklus közepe táján a partnerek elkerülik a közösülést. 28 napos ciklus esetén kb. a 10–17. nap jelenti a „tiltott időszakot”. A napok számolásán kívül a nő ébredési testhőmérsékletének mérése is segítheti a módszer pontosítását. Ezzel együtt sem megbízható azonban a módszer. Egyrészt a tüszőrepedés időpontja nem mindig szabályos, másrészt pedig rendkívüli,



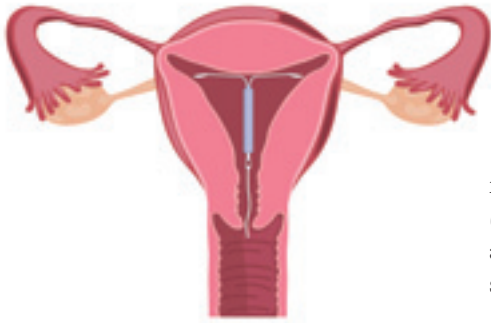
- A szexualitás egyéni dimenziója
- Születésszabályozás és családtervezés
- Szexuális úton terjedő betegségek



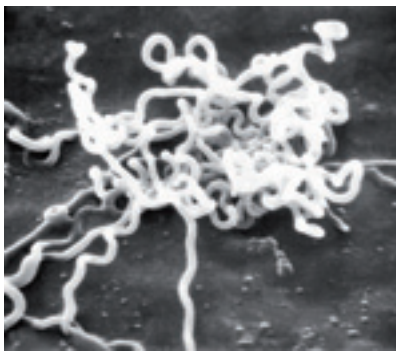
1. Gumi óvszerek



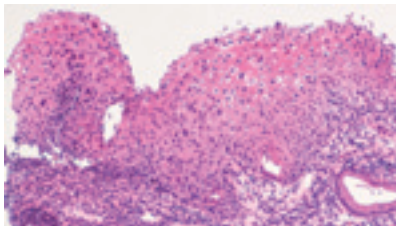
2. Fogamzásgátló tabletták



3. A méhen belüli eszköz, a „spirál”



4. A szifilisz okozó baktérium elektronmikroszkópos képe



5. Méhnyakból vett minta mikroszkópos képén HPV-vírus okozta szövetelhalás látszik



6. Trichomonas vaginalis elektronmikroszkópos képe

gyors tüsszérése a ciklus más időszakában is bekövetkezhet, akár a nő orgasmusának hatására.

A **megszakított közösülés** megbízhatósága rendkívül csekély. A módszer lényege abban áll, hogy a férfi partner még a magömlés előtt „visszavonul” a nő hüvelyéből. A magömlést jóval megelőzően azonban jelentős számú spermiumot tartalmazó nedv távozik a húgycsőnyíláson.

A **gumi óvszer** (kondom) szorosan a hímvesszőre illeszthető, vékony gumiból készült eszköz, ami megakadályozza, hogy az ondó a hüvelybe kerüljön (1. ábra). Gátolja a legtöbb nemi úton terjedő fertőző betegség kórokozójának átjutását is. A gumi óvszer előnyei közé tartozik, hogy nem avatkozik be a szervezet működésébe.

A **hormonális fogamzásgátlás** legismertebb módja az, amikor a nők napi rendszerességgel ösztrogén- és progeszterontartalmú tablettát szednek (2. ábra). Ezek gátolják az agyalapi mirigyben a tüsszöserkentő és a sárgatestserkentő hormon termelését, így szünetel a női ciklus, nem következik be tüsszérés és -repedés. Fontos tudni, hogy nem minden nő használhatja a hormonális fogamzásgátlás módszerét. Erről – megfelelő vizsgálatok alapján – csak orvos dönthet. A tabletták igen jó fogamzásgátló hatékonyságát két tényező ronthatja: a feledékenység (a nő elmulasztja beszedni) és a felszívódás zavara. Az utóbbi akkor fordul elő, ha hányás vagy hasmenés miatt a felszívódás előtt távozik a bélcsatornából a tablettá hatóanyaga.

A **méhen belüli fogamzásgátló eszközök** műanyagból és fémből készülnek, amelyeket az orvos a méh üregébe helyez (3. ábra). A köznyelv gyakran „spirálnak” nevezi ezeket az eszközöket, pedig alakjuk nagyon sokféle lehet. A spirál a beágyazódást megakadályozza.

Az **esemény utáni tabletták** nagy hormontartalmuk révén az esetleges megtermékenyítést követően a beágyazódást meggátolják. A rendszeres szedésre használt fogamzásgátló tabletták hatóanyagtartalmának többszörösét tartalmazzák, emiatt számos kellemetlen, fájdalmas mellékhatást okozhatnak. Emellett komoly mértékű beavatkozást jelentenek a nő hormonháztartásába, ezért gyakran nem használhatók.

A **terhesség megszakítása** során az embriót a nyálkahártyával együtt eltávolítják az anyaméhéből. Ez a beavatkozás a terhesség megelőzésénél lényegesen kockázatosabb, a lelki megpróbáltatás mellett akár súlyos testi következményekkel is járhat. A koraszülések és az ezeket követő újszülöttkori megbetegedések gyakorisága többszörösen nagyobb a korábban terhességmegszakításon átesett nők körében. A beavatkozás következménye lehet a petevezeték elzáródása is. Ha ez csak az egyik oldalon következik be, akkor a megtermékenyülés valószínűsége csökken, ha viszont mindkét oldalon, akkor meddőség alakul ki.

Szexuális úton terjedő betegségek

Közösülés során sokféle fertőzés átadódhat, közülük azok szerepelnek az alábbiakban, amelyek elég gyakoriak és súlyosak. A nemi betegségek egy része jól gyógyítható, de fontos, hogy a pár mindkét tagja részt vegyen a kezelésben akkor is, ha csak egyikükön jelentkeznek a tünetek!

- A **szifilisz**, más néven **vérbaj** régóta ismert betegség. Első jelei a fertőzés helyén kialakuló sebek és a környező nyirokcsomók megduzzadása. A szükséges gyógykezelés elmaradása esetén a kórokozó baktériumok más szerveket is megbetegítenek (4. ábra).
- A **gonorrhoeát** (trippert) is baktériumfertőzés okozza. Jellemző tünete, hogy égő-viszkető érzés jelentkezik és gennyes váladék távozik az ivarnyíláson.

- A **klamídia** gyakran előforduló szexuális úton terjedő betegség. Problémát jelent, hogy a fertőzés az esetek több mint felénél nem okoz tünetet, sokszor csak a szűrésen, vagy más panaszok (pl. meddőség) miatt derül ki.

A bakteriális fertőzések megfelelő antibiotikumos kúrával jól kezelhetők.

- **HPV** (humán papilloma vírus) sokféle változatban van jelen a világban (5. ábra). Ritkán okoz közvetlenül észlelhető tüneteket, azonban a méhnyakrák kialakulásának legtöbb esetben HPV-fertőzés áll a háttérben. Könnyen előfordulhat emiatt, hogy évtizedek óta monogám kapcsolatot ápoló házaspár nő tagja valamelyikük fiatalkori könnyelműsége miatt betegszik meg méhnyakrákban! A leggyakoribb fajták ellen létezik megelőző oltás.
- A **mikroszkopikus gombák** által okozott betegségek elég gyakoriak, általában viszketést, hámlást okoznak.
- A **Trichomonas** nevű egysejtű élősködő fertőzése meglehetősen elterjedt (6. ábra). Nőkben híg folyás mellett a szeméremtájék felmaródását idézi elő. Férfiakban a tünetek enyhék, esetleg észre sem veszik őket. Fontos tudni, hogy a tünetmentes, de fertőzött férfiak is terjesztik a betegséget. Sőt, a kórokozó akár víz vagy nedves tárgyak révén is átadódhat.
- Az **AIDS** betegséget okozó HIV (humán immunhiányvírus) elsősorban a vér és az ivarutak váladékai, ondó útján terjed. A vírus akár évekig lappang, ebben az időszakban szűrővizsgálaton derülhet rá fény (7. ábra). A betegségről bővebben volt szó az immunitással foglalkozó leckében. (A HIV-hez hasonlóan terjed a fertőző májgyulladás egyik típusának, a hepatitis-B-nek a vírusa is, ám ez ellen hatékony védőoltást kap Magyarországon minden serdülő.)

A szexuális úton terjedő betegségek általában megelőzhetők gumióvszer használatával, illetve stabil, monogám partnerkapcsolat kialakításával.



7. A piros szalag az AIDS-ellenes küzdelem jelképe

Olvasnivaló ■ Gary Chapman: Maradjunk együtt!

Keress rá! ■ minőségi idő ■ tcst ■ std ■ hüvelygyűrű ■ fogamzásgátló tapasz és implantátum

Fogalmak ■ nemi identitás ■ lelki sebzettség ■ naptármódszer ■ óvszer ■ fogamzásgátló tabletták ■ spirál ■ esemény utáni tabletták ■ terhességmegszakítás ■ szifilisz ■ gonorrhoea ■ klamídia ■ AIDS ■ HPV

Megtanultam?

A nem kívánt terhesség elkerülésére szolgálnak a **(1.)** eljárások. A **(2.)** megakadályozza, hogy a(z) **(3.)** a hüvelybe kerüljön. Emellett fontos további előnye az is, hogy **(4.)**. A(z) **(5.)** azon alapul, hogy a pár az együttlétek időpontját a női ciklushoz igazítja. Ebben az esetben a ciklusnak az előző menstruáció **(6.)** napjától számítva a **(7.)** napjain kell kerülni a közösülést. A legelterjedtebb fogamzásgátló tabletták **(8.)** és **(9.)** hormont tartalmaznak, ezáltal **(10.)** a tüszőérést és a(z) **(11.)** -t. Legnagyobb hátrányuk a feledékenység lehet, ha **(12.)**.

A nemi úton terjedő betegségek közül a(z) **(13.)** a(z) **(14.)** gyakran évekig **(15.)**. A megfertőződés kockázatának csökkentésében legfontosabb lehetőség a **(16.)** és a(z) **(17.)**.

Kérdések, feladatok

1. Mely tényezők játszanak lényeges szerepet az ember szexualitásának alakulásában?
2. Nevez meg néhány szempontot, amelyek alátámasztják, hogy a szexualitásnak társadalmi aspektusai is vannak!
3. Mi a különbség a fogamzásgátlás és a szüneteltetés között?
4. Mutasd be a hormonális fogamzásgátló tabletták hatásmechanizmusát!
5. Sorold fel a megismert szüneteltetési módszereket, mutasd be előnyeiket és hátrányaikat!
6. Melyek a leggyakoribb szexuális úton terjedő betegségek? Közülük melyek kórokozója baktérium, melyeké vírus és melyeké egyik sem? Melyik terjedhet más fertőző úton is?



Megtudhatod

Mit jelen a sokat emlegetett akceleráció?

42.

Az ember posztembrionális fejlődése

A születéssel befejeződik az ember méhen belüli, embrionális és magzati fejlődése, és kezdetét veszi a méhen kívüli, posztembrionális fejlődés, amely a felnőttkor eléréséig, majd később a halálig tart. A születés utáni élet több szakaszra osztható, amelyek sajátos biológiai és pszichés tulajdonságokkal jellemezhetők.

Újszülöttkor

Az újszülöttkor a méhen kívüli élet első szakasza, amely 4–6 hetes korig tart. Az újszülöttnak alkalmazkodnia kell a rendkívüli mértékben megváltozott külső körülményekhez (1. ábra). Anyagcseréje, szívverése élénk, légzése még nem teljesen szabályos. Hőszabályozása fejletlen, ezért melegen kell tartani. Sokat alszik, szinte csak a szoptatás idején ébred fel. Születési súlyához képest valamelyest csökken a testsúlya.

- Újszülöttkor
- Csecsemőkor
- Kisgyermekkor
- Kölyökkor
- Serdülőkor
- Ifjúkor és felnőttkor
- Öregkor
- A halál

Csecsemőkor

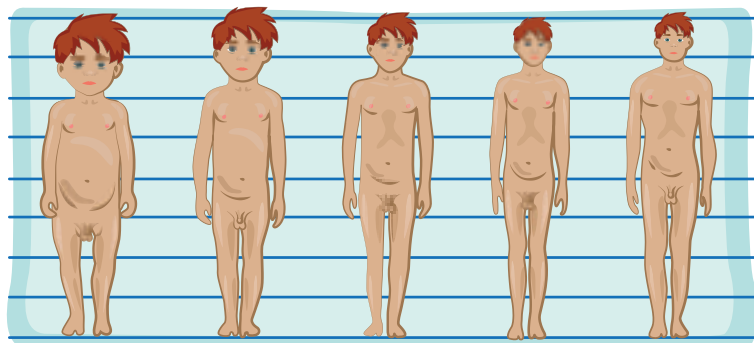
A csecsemőkor az első életév végéig tart, és ebben az időszakban a legnagyobb a növekedés és a fejlődés üteme. A csecsemő megtanulja a legfontosabb hely- és helyzetváltoztató mozgásokat, így a forgást, a felülést, a mászást és a járást (2. ábra). Megjelennek az első tejfogai, felismeri családtagjait, kezdi megérteni a beszédet, és maga is elkezd gagyogni. Az anyatejről áttér a pépes, majd a szilárd táplálékra, alvásigénye a hónapok előrehaladtával fokozatosan csökken, de még így is eléri a napi 18–20 órát.



1. Újszülött



2. Csecsemő



3. A test arányainak változása a növekvő életkorral

Kisgyermekkor

A kisgyermekkor a hetedik életév végéig tart. A növekedés üteme lassul, a testarányok jellegzetesen megváltoznak, mivel a fej növekedése elmarad a törzshöz és a végtagokhoz viszonyítva (3. ábra). Az anyagcsere mértéke, a légzés- és pulzusszám valamelyest csökken, de még mindig meghaladja a felnőttét. 1,5–2 éves korra általában megjelenik az összes **tejfog**, és a korszak végén megindul a **fogváltás** is. Elsőként többnyire a felső metszőfogak cserélődnek maradó fogakra. Az alvásigény napi 12 órára csökken. Vezető tevékenységforma a játék, ami kiválóan alkalmas a környezet megis-

merésére, különböző szerepek gyakorlására. Az értelmi képességekben és az önfegyelemben nagyon nagy változások történnek. Megfelelő környezetben rohamosan nő a kisgyermek szókinccse, fejlődik emlékezete és gondolkodási készsége. Mindezt az is jelzi, hogy ebben az időszakban érik meg arra, hogy iskolába kerüljön, és megtanuljon írni, olvasni, számolni.

Kölyökkor

A kölyökkor a serdülés koráig tart, tehát lányoknál korábban fejeződik be, mint a fiúknál. A korszak közepétől ismét gyorsul a növekedés üteme, és ezzel együtt a fejlődő szervezet energiaigénye. A testtömegre vonatkoztatott **energiaszükséglet** 30%-kal meghaladja a felnőttekét, tehát nagyon fontos a megfelelő mennyiségű és minőségű, főként fehérjékben és szénhidrátokban gazdag táplálék felvétele. A kölyökkort felfokozott mozgásigény jellemzi. Az alvással töltött órák száma átlagosan 10 órára csökken. Jelentősen fejlődik a logikai gondolkodás. Fontos lehet a bátorító környezet (4. ábra).

Serdülőkor

A serdülőkor (pubertás) hozza az ember életében a legviharosabb változásokat. A lányoknál 11–14, a fiúknál 13–15 éves korban kezdődik (5–6. ábra). A hormonális szabályozás átalakulásának köszönhetően bekövetkezik a nemi érés, megkezdődik a másodlagos nemi jelek kifejlődése, a férfias, illetve a nőies testalkat kialakulása. Nemcsak a test változik szembetűnően, hanem a személyiség is. Gyökeresen megváltozik a gondolkodás, kialakul az igény az ok-okozati összefüggések feltárására. Fontos lépés a felnőtté válás felé, hogy nő a serdülők igénye a szabadságra és az önállóságra, erősödik az öntudatuk. Sokkal kritikusabban szemlélik környezetüket, kevésbé fogadják el szülei és a felnőtt társadalom véleményét. Érzelmi életük gyakran kiegyensúlyozatlan, hangulatuk, kedélyállapotuk gyorsan változik. Szorosan kötődnek társaikhoz, és erős az igényük a velük való azonosulásra. Hajlamosak a szélsőséges magatartásra, a felnőttekkel való szembefordulásra. Éppen ezért ez a kor sok veszélyt is rejt magában, hiszen nem véletlen, hogy sokan a serdülőkorban szoknak rá a dohányzásra, próbálják ki a kábítószert.

Az utóbbi évszázadban feltűnt jelenség az **akceleráció**, a testi fejlődés és növekedés felgyorsulása (7. ábra). Az akceleráció következtében az egymást követő nemzedékek egyre fiatalabb életkorban érik el végleges fejlettségüket és testméretüket. Már az újszülöttek mérete is nagyobb, mint a korábbi generációké. A tejfogak hamarabb jelennek meg, és a fogváltás korábban történik. A nemi érés is fiatalabb életkorban kezdődik, mint a szülőknél (8. ábra). Ráadásul a végleges testmagasság is nemzedékről nemzedékre egyre nagyobb (9. ábra). Mindez valószínűleg a javuló életszínvonallal, a jobb, fehérjében gazdagabb táplálkozással függ össze, aminek következtében az életkörülmények egyre kevésbé korlátozzák a genetikai adottságokból adódó fejlődési lehetőségeket. A mérések arra utalnak, hogy az utóbbi években az akceleráció lassul és a testméret sem növekszik tovább.



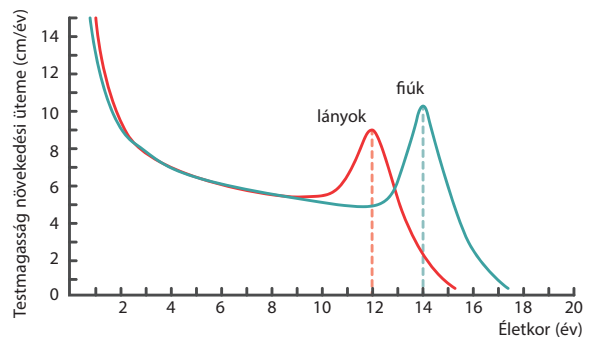
4. Ugye, ügyes vagyok?



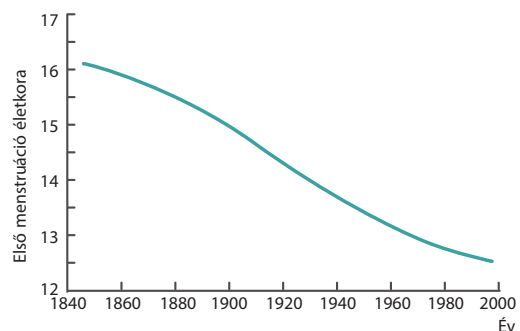
5. Tíz év körüli lány



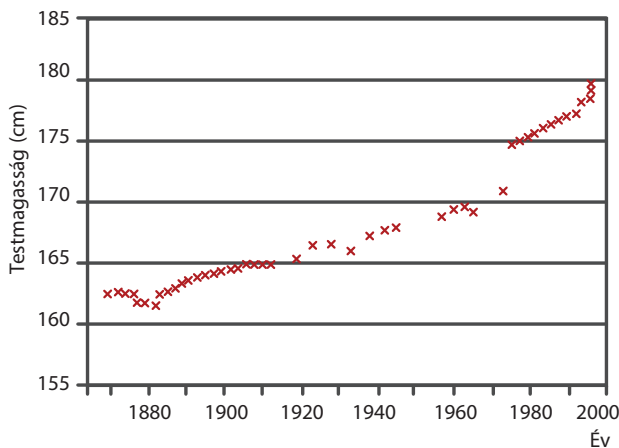
6. Kamaszfiú



7. A testmagasság növekedésének sebessége az ifjúkorig



8. Az első menstruáció életkorának alakulása



9. Fiala felnőtt férfiak testmagasságának változása Magyarországon



10. A felnőtt korúak teljesítőképessége a legnagyobb



11. Idős korban nagyon fontos a tevékeny, társas kapcsolatokban gazdag élet

Ifjúkor és felnőttkor

Az ifjúkor a serdülőkora végétől a 20–25. életévig tart. Ekkor alakulnak ki a felnőttekre jellemző végleges testméretek, befejeződik a növekedés. Kialakul a felnőtt személyiség, amikor az ember nemcsak testileg, hanem lelkileg is alkalmassá válik a családalapításra, gyermeknevelésre.

A felnőttkor a 60–65. életévig tart. Ebben az időszakban éri el az ember legnagyobb teljesítőképességét, mind fizikai, mind pedig szellemi téren (10. ábra). A felnőttkor végén bekövetkező hormonális átalakulás mindkét nemben testi és lelki változásokat is okoz. A fizikai gyengülés elkerülhetetlen, de a rendszeres testmozgással jelentősen lassítható, a szellemi hanyatlás azonban nem törvényszerű: az aktív szellemi tevékenység és az aktív életmód segít megtartani a gondolkodás frissességét.

Öregkor

Az öregkorra általános testi hanyatlás jellemző. A bőr ráncosodik, a csontok törékenyebbé válnak, az izmok tömege és ezzel együtt a testi erő csökken. A haj megöszül, romlik a látás és a hallás, gyengül az ellenálló képesség a kórokozókkal szemben. A szellemi frissesség megőrzésében sokat segít, ha az idős ember aktív életet él, olvas, tanul, rendszeresen mozog, társaságba jár (11. ábra).

Az öregedéssel kapcsolatos biológiai változások legfontosabbika a szervezet vízvesztése. A bőr vízmegkötő képessége és rugalmassága csökken, ennek következménye a ráncok megjelenése. A szív is veszít súlyából, és ha érlelmeszesedés szűkíti a koszorúereket, akkor teljesítménye csökken. Ez pedig kedvezőtlenül befolyásolja más szervek, különösen a legbősegebb vérellátású szervek működését: a májat, a vesét és a mozgásszerveket. Emiatt a káros anyagok lebontása és kiválasztása is lassul. A porcok kopása és elmeszesedése a mozgást nehezíti, a bordaporcok elmeszesedése miatt pedig a mellkas rugalmassága csökken, ami a légzést befolyásolja kedvezőtlenül. A hanyatlás lassítható a tudatos, egészséges táplálkozással, az észszerű testedzéssel. Az érzékszervi problémák közül legzavaróbb a látás és a hallás gyengülése. A szemlencse rugalmasságának csökkenése miatt a 40–50. életév között szükségessé válik az olvasószemüveg. Az életkor előrehaladtával az emlékezet gyengülését sokáig kompenzálja a tapasztalat és a megfontoltság. A memóriaromlás rendszeres tanulással, gondolkodtató feladatok, problémák megoldásával jelentősen lassítható.

A halál

Az emberi élet elkerülhetetlen velejárója a halál. A szív megállása, vagyis a **klinikai halál** következtében megszűnik a szövetek vérellátása, az oxigén hiányában pedig a sejtek pusztulni kezdenek. Oxigén nélkül elsőként az idegsejtek károsodnak, ilyen körülmények közt mindössze néhány percig maradnak életképesek. Ha a vérkeringés nem indul meg, akkor ezt követően az idegrendszer megfordíthatatlanul károsodik, és ezzel bekövetkezik a **biológiai halál**. Előfordul, hogy valamilyen szerencsétlenség – például bal eset vagy ún. hirtelen szívhalál – miatt az egyébként működőkép-

szervezetben a szív pumpafunkciója leáll. Ilyen esetekben szó szerint élet-halál kérdése, hogy a szívet sikerüljön ebben a pár percben újraindítani, vagy legalábbis külső szívmasszázzsal (a mellkas rendszeres, szakszerű összenyomásával) és mesterséges lélegeztetéssel a vér keringését és oxigéntartalmát fenntartani addig, míg a szív működés helyreáll.

Keress rá! ■ szívkor ■ borostyánszülő ■ transzgenerációs trauma

Fogalmak ■ újszülöttkor ■ csecsemőkor ■ kisgyermekkor ■ kölyökkor ■ serdülőkor ■ ifjúkor ■ felnőttkor ■ öregkor ■ klinikai halál ■ biológiai halál ■ akceleráció

Olvasnivaló ■ Pál Ferenc:
A szorongástól az önbecsülésig

Olvasmány

Eutanázia ■ Külön etikai kérdéskört képvisel a gyógyíthatatlan, halálos betegségben szenvedő emberek esete. A technikai berendezések és a gyógyszerek segítségével hosszú ideig fenntarthatók az életfunkciók akkor is, amikor a beteg ember már alig vagy egyáltalán nem képes aktív tevékenységet folytatni, az igényei szerinti életet élni. Közismert és széles körben vitatott probléma az eutanázia kérdése. A magyar törvények szerint a cselekvőképes beteget megilleti az életet fenntartó ellátás visszautasításának joga, kivéve, ha annak elmaradása mások életét vagy testi épségét veszélyeztetné. Ez a passzív eutanázia. A beteg az életmentő, életfenntartó beavatkozás visszautasítása esetén is jogosult szenvedéseinek, fájdalmainak enyhítésére. Előfordul az aktív eutanázia iránti igény is: a haldokló beteg vagy hozzátartozója a nem csillapítható fájdalmak megszüntetése érdekében az orvostól a szenvedéssel teli élet megrövidítését kéri. Noha egyes államokban az aktív eutanázia is engedélyezett, a saját vagy más életéről való döntés joga súlyos erkölcsi kérdésként vetődik fel, amelyre megnyugtató válasz aligha várható.

Megtanultam?

Az újszülöttkor az élet első **(1.)** napja, a(z) **(2.)** leeséséig tart. A csecsemőkor a(z) **(3.)** életév végéig tart. Ekkor igen gyors a(z) **(4.)** sebessége. A csecsemőkort követő **(4.)**-korban feltűnő változás következik be a fogazatban: lezajlik a(z) **(6.)**. Ebben a néhány évben a(z) **(7.)** révén a gyermek megismeri környezetét, begyakorol sok fontos szerepet. Értelmi képességei és önfegyelme is sokat **(8.)**. Ennek az életkori szakasznak a végén a gyermek alkalmassá válik a(z) **(9.)** és a(z) **(10.)** megtanulására. A kölyökkorban a gyorsuló növekedés miatt fokozódik az energia- és mozgásigény. A következő életkori szakasz, a(z) **(11.)** viharos változásokkal jár. A nemi érést kíséri a(z) **(12.)** nemi jellegek kialakulása. Az ilyen életkorúak az önállósodás egyik jeleként a családi és társadalmi környezetükkel szemben gyakran **(13.)** gondolatokat fogalmaznak meg. A testi jellegek kifejlődésének gyorsulásában mutatkozó jelenség a(z) **(14.)**, amely azt jelenti, hogy **(16.)**. A(z) **(17.)** és főleg a(z) **(18.)** során éri el az ember a legjelentősebb teljesítőképességét. Az 50. életév körül és utána hanyatlás kezdődik. Ennek egyik első jele lehet az, hogy a szemlencse **(19.)**-nak csökkenése miatt az olvasás nehezebbé válik. A mozgásszervek öregedése következtében a mozgás nehezebb lesz, az agykéreg teljesítményének romlása pedig az emlékezet zavaraival járhat. Az élet végén a klinikai halál a(z) **(19.)**-t jelenti, a biológiai halál pedig akkor következik be, amikor **(20.)**.

Kérdések, feladatok

1. Nézz utána, mi a jelentősége annak, hogy az újszülöttek testtömegét rendszeresen mérni szokták! Milyen gyakorisággal és miért?
2. Mi a magyarázata annak, hogy az újszülötteket feltűnően melegen öltöztetik és takarják?
3. Foglald össze a serdülőkor legfontosabb testi, pszichés és mentális változásait!
4. Mi az akceleráció, és mi lehet az oka?
5. Mi a különbség a klinikai és a biológiai halál között?

Összefoglalás

Áttekintés

A férfi ivari működések során a páros **herében folyamatosan termelődő** hímivarsejtek, a spermiumok érés után a mellékherében tárolódnak. Magómléskor az ondóvezetéken keresztül jutnak a húgycsőbe, s közben a spermiumokhoz hozzáadódik az ondóhólyagok és a prosztatata váladéka is. Az így létrejött ondó a húgycsőnyíláson át hagyja el a hímvesszőt.

A női ivari működések ciklusosak. Átlagosan 28 naponta a páros petefészek egyik tüszője – a benne levő petesejt-kezdeménnyel együtt – érésnek indul. Az érett tüsző megrepedésekor a petesejt a petevezetékbe kerül. Ennek csillós hámszöveve és perisztaltikája továbbítja a petesejtet a méh felé. Közben a méh nyálkahártyája megvastagszik, ezáltal alkalmassá válik az esetleg fejlődésnek induló embrió befogadására. Érése közben a tüsző ösztrogén hormont termel, a megrepedt tüszőből kialakuló sárgatestben pedig az ösztrogén mellett progeszteron is képződik. Megtermékenyítés hiányában a sárgatest elsorvad, a méhnyálkahártya pedig vérzés kíséretében leválik, ez utóbbi folyamat a menstruáció.

Ha a közösüléskor a hüvelybe kerülő spermiumok ostoruk mozgásával bejutnak a méh üregén keresztül a petevezetékbe, ott megtörténhet a megtermékenyítés. A zigóta osztódni kezd, sejtjei differenciálódnak, s néhány nap múlva a fejlődő csíra beágyazódhat a méh nyálkahártyájába. A körülötte kialakuló magzatburok olyan hormont termel, amely biztosítja a sárgatest fennmaradását, ennek progeszteron hormonja lehetővé teszi a méhnyálkahártya további fejlődését és működését. A sárgatest hormonjai emellett még a további tüszőérést is gátolják, így a várandós nőben új terhesség nem alakulhat ki. A magzatburok és a méhnyálkahártya létrehozza a méhlepényt. Ezen keresztül az anya és a fejlődő magzat vére között élénk anyagforgalom zajlik, ez biztosítja az utód ellátását. A terhesség kilenc hónapja után az érett magzat megszületik. A szülés során az oxitocin hormon hatására a méh izomzata ritmusos összehúzódásokat végez, ennek következtében az újszülött kitolódik a méh üregéből. Röviddel ez után a méhfalról levált méhlepény is világra jön.

A születéssel kezdetét veszi a posztembrionális fejlődés. Életkora változásával az ember testi, lelki és gondolkodási jellemzői jellegzetesen alakulnak.

Tudom, értem, alkalmazom, elemzem

1. Egészséges emberben milyen feltételek között marad fenn tartósan a sárgatest, és mely élettani körülmények biztosítják a fennmaradását?
2. Készíts táblázatot, amely a petefészekben képződő hormonokat mutatja be! A táblázat tartalmazza a hormonok pontos termelődési helyét és idejét, a termelődést befolyásoló hatásokat, továbbá a hormon hatásait és biológiai jelentőségét!
3. Készíts felelettervet a méhlepény kialakulásáról és szerepéről!

Kitekintés, kutatási feladatok

1. Párban vagy kiscsoportban írjatok naplót a méhen belüli fejlődésről! A téma felkutatása után egyes szám első személyű fogalmazásban készítsetek mintegy 2000 szót tartalmazó dokumentumot, fényképekkel illusztrálva! A folyamatok, események bemutatása a megtermékenyítés után kezdődjön és a születéssel érjen véget.
2. Párban vagy kiscsoportban készítsetek ismeretterjesztő cikket és prezentációt a szexuális úton terjedő betegségekről! A dokumentumok történeti visszatekintést is tartalmazzanak: az emberi történelem során mely események játszottak szerepet e kórok terjedésében?
3. Párban vagy kiscsoportban készítsetek szakszerű ismeretterjesztő cikket és prezentációt a születésszabályozás módszereiről! A dokumentum rövid történeti áttekintéssel kezdődjön, és a napjainkban ismeretes módszerek mechanizmusát, előnyeit, esetleges hátrányait mutassa be! Előretekintve a jövőbeli lehetőségeket is megemlíthetitek. Hívjátok fel a figyelmet arra, hogy a születésszabályozás és a fogamzásgátlás mást jelent!

FÜGGELÉK



„A tévedés annál veszedelmesebb,
minél több igazságot tartalmaz.”
Henri-Frédéric Amiel

Fogalomtár

A fogalomtárba a tankönyv legfontosabb szakkifejezéseinek magyarázata került. Ennek a lexikonnak a használatához a tananyag tudása nem szükséges, így tanulás közben is használható, ha megakadtál egy ismeretlen szónál, ha bizonytalan vagy egy kifejezés jelentésében.

Adekvát inger ■ Az az ingerfajta, amelyre a vizsgált receptorok legkisebb az ingerküszöbe. [30. lecke]

Adrenalin ■ A mellékvese velőállományában termelődő aminosav-származék. Általános hatású hormon, a szervezet szinte minden sejtjére hat. Az idegrendszerrel együttműködve kialakítja a szervezet készenléti állapotát. Serkenti a májban a glikogén, a zsírszövetben a zsírok bontását. Emeli a vércukorszintet. Fokozza a szív, a tüdő és a működő izmok vérellátását. Termelődését közvetlenül az idegrendszer szabályozza. [36. lecke]

Agyhártyák ■ A központi idegrendszer burkai. Több rétegben veszik körül az agyat és a gerincvelőt, a rétegeknek szerepük van az agy védelmében, táplálásában. [25. lecke]

Agyidegek ■ A környéki idegrendszer részei. Azok az axonkötegek, amelyek az agyat kötik össze a szervezet más részeivel. A 12 pár agyideg közül 10 pár az agytörzs területéről ered. [26. lecke]

Agytörzs ■ Az agynak a gerincvelővel közvetlen kapcsolatban álló része. Számos életfontosságú reflex központja; szabályozza például az keringést és a légzést is. Részei a nyúltvelő, a híd és a középagy. [26. lecke]

Akceleráció ■ A fiatalabb generáció korábbra tolódó nemi érése. Hátterében feltehetően elsősorban a javuló életkörülmények állnak. Újabban a nyugati társadalmakban az akceleráció lassulni látszik. [42. lecke]

Akcióspotenciál-hullám ■ Ingerlékeny sejtek (ideg- és izomsejtek) membránjának két oldala között mérhető elektromos feszültségváltozás, amely ingerlés hatására következik be. A jelenség hátterében ionoknak a sejtthártyán keresztül történő gyors áramlása áll. Ha az inger átlépi az ingerküszöböt, akkor az akcióspotenciál-hullám kialakulása az inger erősségétől függetlenül mindig ugyanúgy történik. [23. lecke]

Aktin ■ Sejtvázat alkotó fehérje. Az izomsejtek (rostok) plazmájában tömegesen jelen lévő aktinfilamentumokhoz kötődnek a miozinszálak. Ezek egymás közé csúsztatása okozza az izomösszehúzódást. [21. lecke]

Aktív centrum ■ Az enzimeknek az a része, amely a kiindulási anyag(ok) részecskéit megköti. [3. lecke]

Aktív transzport ■ Biológiai membránokon (sejthártya, sejtalkotók membránja) keresztül történő anyagáramlás, amely

hez sejtműködésből származó energia szükséges. A transzportot membránfehérjék végzik. A szállítás során nő a koncentrációkülönbség a vizsgált anyagra nézve a membrán két oldala között. A folyamat energiaigényét rendszerint ATP hidrolízise fedezi. [2. lecke]

Aktiválási energia ■ A kémiai reakciók feltétele, hogy a kiindulási anyagokból (A és B) egy átmeneti, magasabb energiaszintű aktivált komplexum képződjön (AB), amely átalakulhat alacsonyabb energiaszintű termékekké (C és D). Az aktiválási energia az az energiamennyiség, amely 1 mol aktivált komplexum kialakulásához szükséges. [3. lecke]

Albuminok ■ A vérplazma fehérjéinek egy csoportja, de másutt, például az anyatejben is nagy mennyiségben fordulnak elő. A véralbuminokat a máj állítja elő, fontos szerepük van a vérplazma ozmózisnyomásának fenntartásában, emellett bizonyos anyagok szállítása is albuminokhoz kötött, illetve aminosav-tartalékként is funkcionálnak. [10. lecke]

Aldehidcsoport ■ Szerves vegyületek funkciócsoportja, amelyben a szénatomhoz egy oxocsoport (= O) és egy hidrogénatom kapcsolódik kovalens kötéssel. [2. lecke]

Allergén ■ Olyan anyag, ami a szervezetbe jutva az immunrendszert indokolatlanul intenzív reakcióra készíti. [18. lecke]

Amiláz ■ A bélsatornában ható emésztőenzim, amely a keményítőt és a glikogént hidrolizálja kisebb egységekre: oligoszacharidokra, illetve maltózra. A nyálban (nyálamiláz) és a hasnyálmiban (hasnyálamiláz) egyaránt megtalálható. Semleges vagy lúgos közegben aktív. [12. lecke]

Antigének ■ Testidegen anyagok, amelyekkel szemben a szervezet védekezőrendszere, az immunrendszer fellép. Lehetnek baktériumok, vírusok, kórosan osztódó, rákos sejtek vagy más szervezetből származó fehérjék, sejtek, szövetek stb. A makrofágok és a nyiroksejtek a sejtfelszínen található azonosító molekulák alapján különböztetik meg egymástól a saját és az idegen sejteket. [17. lecke]

Apoláris ■ Az a molekula vagy molekularészlet, amelyben nem alakul ki töltéseltolódás. Vízrel emiatt nem lép számottevő kölcsönhatásba. [2. lecke]

Autoimmun betegség ■ Abban az esetben alakul ki, ha az immunrendszer a szervezet saját sejtjeit idegennek ismeri fel, és pusztítani kezdi azokat. [18. lecke]

Autotróf ■ Az az élőlény, amely külső energia (fény vagy kémiai) felhasználásával egyszerű szerves anyagokból (széndioxid, víz, ásványi sók) előállítja az életműködéséhez szükséges szerves tápanyagokat. Az autotróf szervezetek között vannak fényt hasznosító, fotoszintetizáló és kémiai energiát hasznosító, kemoszintetizáló szervezetek. [3. lecke]

Auxin ■ A növények növekedését szabályzó hormon. A hajtás-csúcs sejtjei termelik, jelenlétében a sejtek megnyúlnak. Fényre elbomlik, ezért a fényvel ellentétes oldalon alakul ki nagyobb koncentrációja, hatására pedig a hajtás a fény felé hajlik. [9. lecke]

Axon ■ Az idegsejtek hosszú nyúlványa. Az ingerületet a sejttest felől vezeti más sejtek felé. Szinapszist alakíthat ki másik idegsejttel, izomsejttel (izomrosttal) vagy mirigysejttel. [23. lecke]

Barlangos test ■ A hímvesző belsejében lévő szivacsos szerkezetű vértér. Ha az elvezetőerek beszűkülnek, vérrel telítődik, és a hímvesző merevvé válik. [38. lecke]

Billentyűk ■ A keringési rendszer falának nyúlványai, amelyek a folyadékáramlást egyirányúsítják. A legnagyobb terhelésnek a szív pitvarai és kamrai közti vitorlás billentyűk vannak kitéve. A test többi billentyűje zsebes típusú. [11. lecke]

Biogén elemek ■ Azok az elemek, amelyek atomjai az élő szervezetek anyagait felépítik. [1. lecke]

BMI (Body Mass Index, testtömegindex) ■ A soványság, illetve elhízottság mérésére kifejlesztett és általánosan elterjedt módszer, de az egészségügyi következtetések levonásához csak korlátozott mértékben használható. Számítása: testtömeg (kg) osztva a testmagasság (m) négyzetével. Normál érték: 18,5–25 között. [14. lecke]

Bolygóideg ■ A X. agyideg, amely érző-, mozgató- és vegetatív rostokat tartalmaz. A leghosszabb lefutású agyideg. Vegetatív, paraszimpatikus rostjai beidegzik a nyak, a mellüreg és a hasüreg zsigeri szerveit. [27. lecke]

Bordaközi izmok, külső ■ Az egymás alatt elhelyezkedő bordák között húzódó rövid izmok. Összehúzódva felemelik a bordákat, ezáltal növelik a mellüreg térfogatát. Ha elernyednek, a mellkas lesüllyed, a mellüreg térfogata csökken. [15. lecke]

B-sejt ■ A nyiroksejtek (limfociták) egyik fajtája, amely a nyirokcsomókban, nyirokcsomókban differenciálódik. Az antitest immunválaszban vesz részt. [17. lecke]

Citokrómok ■ Vastartalmú összetett fehérjék, amelyekben a vas a hemoglobinhoz hasonlóan a hem nevű molekularészletben található. A hem központi vasionja redoxiátalakulásokban vehet részt, elektronfelvétellel redukálódhat, illetve elektronleadással oxidálódhat ($\text{Fe}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$). A citokrómok a terminális oxidáció és a fotoszintézis fényszakasza enzimrendszerének tagjai. [6. lecke]

Citoszol ■ A sejt plazma alapállománya, ebbe ágyazódnak az eukarióta sejtek membránnal határolt sejtalkotói. Ez tartalmazza többek között a sejt váz fehérjéit, a fehérjeszintézis, a glükolízis stb. enzimeit. [4. lecke]

Csigolya közti dúc ■ A csigolya közti dúcot érzőneuronok sejttestei alkotják. A két nyúlványú idegsejtek egyik axonja az ingerfelvétel helyétől a csigolya közti dúcba, másik axonja

pedig a gerincvelő hátsó gyökerébe vezeti az ingerületet. A 31 pár csigolya közti dúc a környéki idegrendszer része. [25. lecke]

Csontritkulás ■ Ha a csont folyamatos átépülése során a felépülés mértéke elmarad a bontásától, a csont szerkezete meggyengül, törésre hajlamosabbá válik. Leginkább azok a nők veszélyeztetettek, akik túl vannak a változókoron. Kialakulásában fiataloktól fogva fontos szerepe van az életmódnak. [20. lecke]

Csontvelő ■ A csontok üregében lévő kötőszövet. A vörös csontvelő a szivacsos állományban található, feladata a vér alakos elemeinek képzése. A sárga csontvelő zsírszövetből áll, és a csöves csontok velőüregét tölti ki. [10., 20. lecke]

Delokalizált kötés ■ Olyan kovalens kötés, amelyben a kötő elektronpár nem két, hanem több atomhoz tartozik. [2. lecke]

Dendrit ■ Az idegsejtek rövid nyúlványa. Feladata az ingerületek felvétele, és továbbítása a sejttest irányába. [23. lecke]

Diffúzió ■ Egy anyagi rendszerben a részecskék hőmozgás következtében fellépő mozgása. Az oldatokban és a gázkezegekben az esetlegesen fennálló koncentráció- és/vagy hőmérséklet-különbség diffúzióval egyenlítődik ki. [5., 15. lecke]

Diszperziós kölcsönhatások ■ Apoláris jellegű molekulák vagy molekularészletek között kialakuló, gyenge másodlagos kötések. [1. lecke]

Dobhártya ■ A külső és a középfület elválasztó vékony, rugalmas lemez, amely hang hatására kileng. Rezgéseit a hallócsontok vezetnek tovább a belső fülbe. Középső, kúpszerűen bedomborodó részéhez kapcsolódik az első hallócsontocska, a kalapács. [31. lecke]

Dobüreg ■ A középfül levegővel telt ürege, amelyet a fülkürt köt össze a garattal. Csontos falához rögzülnek a hallócsontok. [31. lecke]

Dúcok ■ A környéki idegrendszerben az idegsejtek sejttestjeinek csoportosulásai. [24., 27. lecke]

Egyensúlyozó és hallóideg ■ A VIII. agyideg, amely tisztán érzőrostokat tartalmaz. A két nyúlványú idegsejtek egyik axonja a belső fül érzékhámsejtjeivel áll kapcsolatban, másik axonja az agykéreg felé vezeti a receptorok ingerületét. Az idegsejtek sejttestei az agytörzs területén magot alkotnak. [31. lecke]

Életjelenségek ■ Az élőlényekre jellemző alapvető tulajdonságok: az anyagcsere, a szaporodás, az ingerlékenység, a mozgás, a növekedés és a fejlődés. [4. lecke]

Elsődleges szerkezet ■ Az aminosavak kapcsolódási sorrendje a polipeptidláncban. [2. lecke]

Embólia ■ A képződés helyéről elsodródó vérrög az egyre vékonyabb erekre ágazó artériákban egy ponton megakad, és a trombózishoz hasonló betegséget okoz. [11. lecke]

Embrionális fejlődés ■ Az egyedfejlődésnek az a szakasza, amely a megtermékenyítéstől a megszületésig tart. [40. lecke]

Endocitózis (bekebelezés) ■ Az a folyamat, amikor egy eukarióta sejt a külvilág egy kis részét körülveszi a sejtthártyájával, majd az lefűződve a sejten belülré kerül. A kialakuló membránhólyagban ezután kémiai átalakulások történnek, jellemzően emésztési folyamatok [5. lecke]

Enzimek ■ Az élő szervezetekben lejátszódó biokémiai átalakulásokat nagy hatékonysággal katalizáló fehérjék. [2., 3. lecke]

Érhártya ■ A szemgolyót határoló 3 réteg közül a középső. A benne futó erek táplálják a szemgolyó szöveteit. [30. lecke]

Erjedés (fermentáció) ■ Oxigén hiányában zajló ATP-termelő lebontó folyamat. Prokarióták körében számos típusa ismert, eukarióták esetében az alkoholos és a tejsavas útvonal jellemző, amely során a glikolízisben keletkező piroszőlősav tejsavvá, vagy etanolá és szén-dioxiddá alakul. [6. lecke]

Esszenciális aminosav ■ Azok az aminosavak, amelyek előállítására nem képesek az adott élőlény sejtjei, és emiatt csak a táplálékkal tud hozzájutni. [13. lecke]

Észterek ■ Hidroxivegyületekből (alkoholok) és szerves vagy szervetlen savakból vízkilépés közben képződő vegyületek. [2. lecke]

Eukarióta ■ Az a sejt, amelynek valódi sejtmagja van. Az örökítőanyagot (DNS) tartalmazó magplazmát hártya választja el a sejtplazmától. A sejtmagon kívül az eukarióta sejtek sejtplazmájában számos, membránnal határolt sejtalkotót figyelhet meg. [4. lecke]

Exocitózis ■ Anyagleadási folyamat, amelynek során a sejten található membránnal határolt hólyagok egyesülnek a sejtthártyával, és tartalmukat kiürítik a sejten kívüli térbe. [5. lecke]

Fajhő ■ Az a fizikai mennyiség, amely megmutatja, hogy mennyi energiát kell közölni 1 kg tömegű anyaggal ahhoz, hogy hőmérséklete 1 °C-kal emelkedjen. [1. lecke]

Fehérállomány ■ A központi idegrendszer fehéres színű területei, amelyben főként az idegsejtek axonjai csoportosulnak. Az agyvelőben belül, a gerincvelőben kívül helyezkedik el. Meghatározott lefutású axonkötegei pályákat alkotnak. [24–26. lecke]

Féligáteresztő hártya ■ A féligáteresztő, szakkifejezéssel szemipermeábilis hártyák egyes anyagok számára szabadon átjárhatók, míg mások számára nem. [5., 10. lecke]

Félkörös ívjáratok ■ A belső fül csontos üregrendszerében található hártós falú képződmények, amelyeknek az egyensúly érzékelésében van szerepük. [31. lecke]

Fényszakasz ■ A fotoszintézis folyamatának első szakasza. Fény hatására a klorofillmolekulák gerjesztődnek, energiájuk a víz bontására fordítódik, ennek következtében oxigén, ATP

és hidrogén keletkezik, melyet a NADP⁺ koenzim NADPH₂-vé alakulva vesz fel. [7. lecke]

Féregnyúlvány ■ Vakbélhez kapcsolódó nyirokszerv. Gyulladás gyakran életveszélyes, ezért ilyen esetben eltávolítják. A műtetet hétköznapi szóhasználatban (orvosi értelemben tehát hibásan) vakbélműtetnek nevezik. [12. lecke]

Fibrin ■ A vérplazma globuláris térszerkezetű fibrinogénjéből képződő oldhatatlan, fonalas fehérje, ami véralvadáskor segíti a sérült érfal elzárását. [10. lecke]

Folsav (B₉-vitamin) ■ Vízben oldódó, sejtanyagcserében nélkülözhetetlen vitamin. Hiányában vérszegénység és idegrendszeri panaszok jelentkeznek. Különösen fontos szerepe van a magzati fejlődésben, ezért várandós édesanyáknak javasolt mesterséges bevitel is. [13. lecke]

Funkciós csoport ■ A szerves vegyületeknek az a molekularészlete, amely döntően meghatározza a részecske tulajdonságait. [2. lecke]

Fülkagyló ■ A külső fül része. Rugalmas porcokkal merevített, tölcészerű hajlatai és görbületei a külső hallójárat felé terelik a hanghullámokat. Szerepe van a hangforrás irányának megállapításában is. [31. lecke]

Fülkürt ■ A középfül levegővel telt ürege, a dobüreg és a garat között húzódó cső. Garat felőli bemenete nyeléskor kinyílik, és így kiegyenlíthető a dobhártya két oldala között esetlegesen fennálló nyomáskülönbség. [31. lecke]

Gázcsere ■ A levegő és a szervezet között zajló folyamat. Ember esetében a tüdő légzőhámján keresztül történő oxigénfelvétel és szén-dioxid-leadás. Növényeknél a levél sejtjeinek gázcsereje napszaktól függően változó irányú lehet. [8., 15. lecke]

Gén ■ A sejtek örökítőanyagának, a DNS-nek az a szakasza, amely meghatározza egy fehérje aminosavsorrendjét, ezen keresztül pedig az élőlény valamely tulajdonságát. [2. lecke]

Gerincvelői ideg ■ A gerincvelői idegekben a hátsó és a mellső gyökér axonkötegei egyesülnek. Ennek megfelelően érző-, mozgató- és vegetatív rostokat egyaránt tartalmazhatnak. A 31 pár gerincvelői ideg a környéki idegrendszer része. [24., 25. lecke]

Gliasejt ■ Az idegszövet ingerületet nem továbbító sejtjei. Kisebbségben, mint az idegsejtek, számuk többszöröse azokénak. Feladatuk az idegsejtek védelme, anyagcseréjük támogatása és az axonok szigetelésén keresztül az ingerületvezetés gyorsítása. [23. lecke]

Glikogén ■ Keményítőhöz hasonló összetett szénhidrát, azonban molekulája jóval nagyobb és erősen elágazó láncú. Az állatok (és az ember) jellemző tartalék energiaforrása. [2. lecke]

Glikolízis ■ A szőlőcukor lebontásának sejtplazmában zajló kezdő folyamata. Glikolízis során 1 db 6 szénatomos szőlőcukor 2 db 3 szénatomot tartalmazó piroszőlősavvá alakul.

A folyamat egyrészt ATP-termeléssel jár, másrészt a mitokondriumban zajló terminális oxidáció számára szolgálat kiindulási anyagot (NADH₂). [6. lecke]

Granulociták ■ Lebenezett, karéjos sejtmagvú fehérvérsejtek. Állábaik segítségével aktív helyváltoztatásra képesek. Egyik típusuk a falósejtek közé tartozik. Ezek endocitózissal felveszik a szervezetbe került idegen anyagokat (antigének), és lizoszómáikban megemésztik, hatástalanítják azokat. [17. lecke]

Gránium ■ A szintestekben található lapos membránhólyagokból felépülő hengerek. A hátyában levő pigment- és fehérjemolekulák segítségével zajlik a fotoszintézis fényszakasz. [4. lecke]

Gyökérynóvás ■ A növények gyökerének sejtjeiben az ozmózis révén kialakuló hidrosztatikus nyomástöbblet, amely a szállítónyaláb farészén keresztül fölfelé préseli a talajból fölvevett oldatot. [8. lecke]

Harmadlagos szerkezet ■ A fehérjék polipeptidláncának térbeli elrendeződése, amelyet az aminosavak oldalláncai között kialakuló kölcsönhatások rögzítenek. [2. lecke]

Hátsó gyökér ■ A hátsó gyökeret a csigolya közti dúcból a gerincvelő hátsó szarva felé futó érzőidegrostok alkotják. [25. lecke]

Hátsó szarv ■ A gerincvelő szürkeállományának hátsó része. Ide futnak be a hátsó gyökér érzőneuronjai, és itt kapcsolnak át köztes neuronokra. [25., 33. lecke]

Hidrátburok ■ Vízben oldott részecskéket a vízmolekulák a megfelelő töltésű részeikkel odafordulva több rétegben körülveszik. [1. lecke]

Hidrogénkötés ■ A legerősebb másodrendű kötés, amelyet egy hidrogénatom létesít két másik atom között. Olyan molekulák vagy molekularészletek között alakulhat ki, amelyek pozitív polározottságú hidrogénatomot és nagy elektronegativitású, nemkötő elektrópárral rendelkező atomot tartalmaznak (pl. a vízmolekulák hidrogén- és oxigénatomja). [1. lecke]

Hidrolízis ■ Olyan kémiai átalakulás, amelyben víz hatására felbomlik a kémiai kötés, és a képződő kétféle termék egyikéhez a vízmolekula hidroxilcsoportja, másikához pedig a hidrogénatomja kapcsolódik. Hidrolízis például a fehérjék lebomlása aminosavakra, a keményítőé pedig szőlőcukorra. [3. lecke]

Hormonok ■ A szervezet egyes sejtjei által termelt anyagok, amelyek a testfolyadék útján terjedve más sejtek működését szabályozzák. [22., 34–37. lecke]

HPV (humán papillomavírus) ■ Egyes nemi úton terjedő DNS-vírusok csoportja. Közös tulajdonságuk, hogy sokáig lapanganak, okozhatnak szemölcsöket (innen ered a nevük papilloma = szemölcs) és rákos daganatokat is. A méhnyakrákos megbetegedések hátterében nagy arányban HPV-fertőzés áll. Ma már több típusa ellen is létezik védőoltás. [41. lecke]

Idegek ■ A környéki idegrendszerben futó idegrostok kötegei. Az agyidegek az agyat, a gerincvelői idegek pedig a gerincvelőt kötik össze a szervezet más részeivel. [23., 24. lecke]

Immunitás ■ A szervezetbe jutó antigénekkal szembeni védekezés. Természetes módon és mesterségesen is előidézhető. Mindkét esetben aktív és passzív módon is történhet. [18. lecke]

INBÉ (irányadó napi beviteli érték) ■ Az élelmiszerek csomagolásán feltüntetett adat azt jelzi, az adott élelmiszer megadott mennyiségében található tápanyagok, illetve az energiatartalom egy átlagos emberi szervezet igényeinek mekkora hányadát fedezik. [14. lecke]

Ingerküszöb ■ Az a legkisebb inger mennyiség, amely egy receptorban ingerületet alakít ki. [23., 30. lecke]

Ínhártya ■ A szemgolyó legkülső kötőszövetes rétege, amely elől a szaruhártyában folytatódik. [30. lecke]

Inzulin ■ A hasnyálmirigy belső elválasztású sejtjeiben termelő peptidhormon. Magas vércukorszint serkenti a termelődését, hatására egyes szövetek cukorfelvétele intenzívebbé válik, ezáltal csökken a vércukorszint. A szükségesnél kisebb mértékű termelődése esetén vagy a szöveti sejtek inzulinreceptorainak hiányában cukorbetegség alakul ki. [37. lecke]

Karboxilcsoport ■ A szerves savak funkciós csoportja, amelyben a szénatomhoz egy hidroxilcsoport (–OH) és egy oxocsoport (=O) kapcsolódik. Vízrel szemben savként viselkedik, vagyis proton (H⁺) leadására képes. [2. lecke]

K-csatorna ■ Az idegsejtek sejthártyájában található membránfehérje, amelyen K⁺-ionok haladhatnak keresztül diffúzióval. A transzport során csökken a membrán két oldala között a koncentrációkülönbség. [23. lecke]

Kemoszintézis ■ Az az autotróf anyagcsere-folyamat, amely során szerves anyagok oxidálásával jut energiához az élőlény a szervesanyag-szintézishez. [3. lecke]

Kerek ablak ■ Rugalmas hártával borított nyílás, amelyben a csiga alsó járata végződik. Feladata a folyadékáramlás következtében fellépő nyomáskülönbségek kiegyenlítése. [31. lecke]

Kérgestest ■ A nagyagy két féltékéjét összekötő rostköteg. [26. lecke]

Ketocsoport ■ Szerves vegyületek funkciós csoportja, amelyben a láncközi szénatomhoz egy oxocsoport (=O) kapcsolódik. [2., 3., 6. lecke]

Kétpontküszöb ■ A bőr felszínét érő két érintés között az a minimális távolság, ami ahhoz szükséges, hogy a személy két önálló ingernek érezze azokat. A test különböző részein eltérő értékek mérhetőek. [33. lecke]

Koenzim (kofaktor) ■ Enzimműködéshez szükséges szállító-molekula, nem fehérje természetű anyag, amely részt vesz a

reakcióban, de nem válik a termék részévé. Számos típusa közül érdemes kiemelni a NAD (illetve NADH₂) és NADP (illetve NADPH₂) molekulát, amelyek a redoxireakciókban vesznek részt. [3. lecke]

Kolloid oldat ■ A vizes oldatoknak az a típusa, amelyben az oldott részecskék mérete 1–500 nanométer (nm) között van. A kolloid méretű részecskéknek nagy a fajlagos felületük (egységnyi tömegre jutó felület), ezért felszínükön könnyen kötnek meg, adszorbeálnak különböző anyagokat. Kolloid oldatot alkotnak a sejtekben a poláris makromolekulák, például az fehérjék és a nukleinsavak. [2., 3. lecke]

Kutacs ■ Az agykapony csontjait születéskor még nem kötik össze a varratok. A közöttük lévő lágyabb kötőszövetes terület a kutacs, ezek közül az első kutacs a legnagyobb, ez utolsóként záródik kb. a második életév végére. [20. lecke]

Külső elválasztású ■ Az a mirigy, amelynek váladéka közvetlenül vagy kivezetőcsövön keresztül valamilyen belső szerv üregébe vagy a testfelszínre ürül. [12., 19. lecke]

Külső hallójárat ■ A külső fül része, a fülkagyló tölcser alakú, mintegy 2,5 cm hosszú folytatása. Mirigysejtjei termelik a fülzsírt, apró szőrei pedig távol tartják a szennyeződéseket. [31. lecke]

Langerhans-szigetek ■ A hasnyálmirigy belső elválasztású sejtjeinek csoportjai. A Langerhans-szigetek sejtjei termelik az inzulint. [37. lecke]

Látóideg ■ A II. pár agyideg, amelynek érzőrostjai a szem ideghártyájából vezetnek az ingerületet az agykéreg látóközpontja felé. Nem valódi agyideg, mivel az idegsejtek sejtteste nem az agyban, hanem az ideghártyában (dúcsejtek) található. [26., 30. lecke]

Lebenyek ■ A nagyagyat felépítő egységek, amelyek agykéregből és a kérgi terület alatt húzódó fehérállományból épülnek fel. Megkülönböztetünk homlok-, halánték-, nyakszirt- és fali lebenyt. [26. lecke]

Légrés ■ Állandó vízállapotú növények bőrszövetén, két zárósejt között található, szabályozható méretű nyílás. Működése a növény optimális gázcseréjét teszi lehetővé úgy, hogy a párolgatás megfelelő határok között maradjon. [7. lecke]

Lencsefüggesztő rostok ■ Kötőszövetes rostok, amelyek körkörösén kapcsolják a szemlencsét a gyűrű alakú sugártesthez. [30. lecke]

Lipáz ■ A hasnyálmirigyben található zsírbontó enzim. A neutrális zsírok molekuláiban levő észterkötéseket hidrolizálja. Rendszerint csak a két szélső zsírsavmolekulát hasítja le a glicerinnel. Lúgos közegben aktív. [12. lecke]

Lipidek ■ Az élő szervezetekben képződő, változatos összetételű és szerkezetű szerves vegyületek, amelyek közös sajátossága, hogy jól oldódnak apoláris oldószerekben. [2., 4. lecke]

Májkapuvéna ■ A bélcsatorna és a lép vénáit összegyűjtő ér, amely az oxigéndús vért szállító májartériával együtt a májkapunál lép be a májba. A két érből elágazó kisebb erek közös hajszállóhálózatot hoznak létre. A bélcsatornából felszívódott anyagok így először a májsejtekkel kerülnek érintkezésbe. A májsejtek felveszik és hatástalaníthatják a mérgező anyagok egy részét (pl. etilalkohol, nehézfémek), szabályozzák a vércukorszintet. [12. lecke]

Makrofágok ■ A vérben keringő monocitákból kialakuló, nagy méretű állásos sejtek. Felismerik a szervezetbe került antigéneket, és bekebelezik azokat. A liszozómákban történő lebontást követően exocitózissal leadják környezetükbe az emészthetetlen anyagokat. Ennek során sejthártyájukra kikerülnek antigének is. Vagyis a makrofágok a saját azonosító jegyek mellett „be mutatják” az antigént a segítő T-sejteknek. [17. lecke]

Másodlagos szerkezet ■ Az a szerkezet, amelyet a polipeptidlánc peptidkötései között kialakuló hidrogénkötések rögzítenek. A csigavonalban feltekeredő α -hélix szerkezetet a nagyobb oldalláncokat, míg a redőzött β -lemezt kisebb oldalláncokat tartalmazó molekuláris részek alakítják ki. [2. lecke]

Meddőség ■ Az a személy tekinthető meddőnek, aki biológiailag nem tud hozzájárulni a fogamzáshoz. Nők esetén szintén meddőségnek tekinthető, ha a fogamzás ugyan megtörténik, de nem tudja kihordani a magzatot. [40. lecke]

Melanin ■ Sejtekben termelődő sötét pigmentanyag. Ez adja többek között a bőr és a szőrzet sötét színét. UV hatására a hámsejtek között lévő melanociták melanintermelése fokozódik, amit a külső szemlélő a bőr barnulásaként érzékel. [19. lecke]

Mellékvesekéreg ivari hormonjai ■ A mellékvesekéreg mindkét nemből férfi és női nemi hormonokat is termel, de az androgéneket (férfijellegű hormonok, anabolikus szteroidok) jóval nagyobb mennyiségben. Az androgének fokozzák a vázizmok és a csontok növekedését, elősegítik a férfias testalkat kialakulását. Hatásukat az ivarmirigyek hormonjaival együtt fejtik ki. [36. lecke]

Mellékvesekéreg só- és vízháztartásra ható hormonja (aldoszteron) ■ A mellékvesekéreg szteroidhormonja, amely a vese elvezetőcsatornáiban serkenti a nátriumionok visszacsívását a vérbe. Ezt a folyamatot ozmózis útján a víz visszacsívása kíséri. A hormon termelődését a vérplazma alacsony Na⁺-koncentrációja serkenti. [36. lecke]

Mellékvesekéreg szénhidrát-anyagcserére ható hormonjai ■ Szteránvázas hormonok, amelyek fokozzák a fehérjék lebontását, serkentik az aminosavak, valamint az erjedésből származó tejsav glükózzá alakulását. Gátolják az izom- és a zsírszövet glükózfelhasználását. Mindezek következtében növelik a vércukorszintet. Termelődésüket az agyalapi mirigy szabályozza negatív visszacsatolással. [36. lecke]

Mellső gyökér ■ A mellső gyökeret a gerincvelőből kilépő idegrostok kötegei hozzák létre. Az idegrostok a vázizmokat beidegző mozgatóneuronok vagy a vegetatív dúcba futó vegetatív központi sejtek részei. [25. lecke]

Mellső szarv ■ A gerincvelő szürkeállományának elülső része. Itt található a törzs és a végtagok vázizmainak beidegző mozgatóneuronok sejtteste. [25. lecke]

Memóriasejtek ■ A specifikus immunválasz során egy meghatározott antigénnel szemben „elkötelezett” nyiroksejtek. Hosszú életidejű sejtek, amelyeknek köszönhetően az antigénnel való újabb találkozást követően sokkal gyorsabb az antigén felismerése és az immunrendszer aktiválása. A kórokozó így nem tud elszaporodni a szervezetben, nem alakít ki betegséget. [17. lecke]

Mikroelemek ■ A mikroelemek mennyisége a sejtekben rendkívül kicsi (0,01%). Különböző enzimek, hormonok alkotórészei. Nélkülözhetetlenek a sejtek egészséges működéséhez. A mikroelemek közé tartozik például a cink (Zn), a mangán (Mn), a jód (I). [1., 14. lecke]

Mimikai izmok ■ Az arc apró vázizmai, amelyek a bőrhez rögzülnek, legfeljebb egyik végükkel csatlakoznak a koponya valamelyik csontjához. [21. lecke]

Minőségi éhezés ■ Ha a táplálék energiatartalma elegendő, de tápanyag-összetétele egyoldalú, minőségi éhezés alakul ki. Jellemzően vitamin- és nyomelemhiány jön létre, de hiányosá válhat a szervezet esszenciális aminosav- és zsírsavellátottsága is. [14. lecke]

Miozin ■ Fonallá szerveződő izomfehérje, amely ATP felhasználásával képes az aktinfilamentumokon elmozdulni, ezáltal a sejt (vagy izomrost) megrövidülését előidézni. [21. lecke]

Monociták ■ A monociták nagy méretű fehérvérsejtek, sejt-magjuk vese alakú. Az érpályát elhagyva endocitózissal képesek falósejttekké, makrofágokká alakulni át. Bekebelezik a szervezetbe került idegen anyagokat (antigéneket), és lizoszómáikban lebontják azokat. Emellett az antigének felismerésében, azonosításában is fontos szerepük van. [17. lecke]

Na-csatorna ■ Az idegsejtek sejtmembránjában található membránfehérje, amelyen Na⁺-ionok haladhatnak keresztül diffúzióval. A transzport során csökken a membrán két oldala között a koncentrációkülönbség. Alapvető szerepük van a sejtek ingerületi jelenségeiben. [23. lecke]

Nefron ■ A vese működési egysége, amely vesetestecskéből és elvezető kanyarulat csatornából áll. Utóbbiak a gyűjtőcsatornába torkollnak. Egy vesében több millió található ezekből. A vesetestecskében képződik a szűrlet, ennek összetétele a kanyarulat csatornában és a gyűjtőcsatornában megváltozik. [16. lecke]

Negyedleges szerkezet ■ Az a szerkezet, amely két vagy több polipeptidlánc összekapcsolódásával alakul ki. A hemoglobinszerű molekula például 4 alegységből áll. [2. lecke]

Nukleázok ■ A nukleázok a nukleinsavak molekuláit hidrolizálják kisebb egységekre, nukleotidokra. Az RN-ázok az RNS-t, a DN-ázok a DNS-t bontják. [12. lecke]

Nyálkahártya ■ A belső szervek üregeit bélelő hámréteg és az alatta húzódó kötőszövet. [12., 15. lecke]

Nyirokcsomó ■ Nyirokcsűrő szerv, amelybe a test adott területét behálózó nyirokerek torkollanak. A nyirok a kilépő éren távozik belőle. A nyirokcsomóba kerülő folyadékot az immunrendszer folyamatosan ellenőrzi, a kilépő éren ennek megfelelően antigéneket, fehérvérsejteket tartalmazó nyirok távozik. [11. lecke]

Nyiroksejtek ■ A nyiroksejtek, szakkifejezéssel limfociták a szervezetbe kerülő idegen anyagokkal (antigének) szemben védik a szervezetet. A B-sejtek ellenanyagokat (immunglobulinok, antitestek) termelnek. A segítő T-sejtek az antigének felismerésében, az immunrendszer aktiválásában vesznek részt. Az ölü T-sejtek olyan anyagokat termelnek, amelyek elpusztítják az antigént hordozó sejteket. [17. lecke]

Ovális ablak ■ A belső fül határán található nyílás, amelybe a kengyel talpa illeszkedik. Ennek rezgései hozzák mozgásba a csiga járatait kitöltő folyadékot. [31. lecke]

Ovuláció (tűszőrepedés) ■ A női nemi ciklusnak az az eseménye, amikor az érett petesejt kiszabadul a tűszőből, és megtermékenyíthetővé válik. Nagyjából a ciklus közepén következik be. [39. lecke]

Oxidáció ■ Az oxidációs szám növekedésével, elektronleadással járó folyamat. [3., 6. lecke]

Oxitocin ■ A hipotalamusz egyes neuroszekréciós sejtjeiben képződő peptidhormon. Legfontosabb hatása, hogy a szülés során serkenti a méhizomzat összehúzódásait. A szoptatás időszakában az emlőmirigyek simaizomzatára hat, segíti a tejürülését. Emellett fontos szerepe van az anyai magatartás kialakulásában. [35., 40. lecke]

Ozmózis ■ Oldószer diffúziója féligáteresztő hártán keresztül. Élő rendszerekben ozmózis során víz jut át valamely membránon keresztül a koncentráció kiegyenlítődése irányában a higabb oldatból a töményebb oldatba. [5. lecke]

Ölő T-sejt ■ A nyiroksejtek (limfociták) egyik fajtája, amely a csecsemőmirigyben differenciálódik. A sejt immunválaszban vesz részt. A vírusfertőzött sejteket, a rákos sejteket, illetve az idegen szerv, szövet sejtjeit (pl. átültetett szervek) pusztítja el. [17. lecke]

Összetett fehérje ■ Olyan fehérje, amelynek molekulájában a polipeptidlánchoz nem fehérjetermészetű alkotórész is kapcsolódik. Összetett fehérje például a hemoglobin, amelyben vastartalmú rész, hem is található. [2., 10. lecke]

Ösztrogén ■ A petefészek tűszőhámsejtjeiben és a sárgatestben képződő szteránvázas hormon. A nemi érés során alapvető szerepe van a nőies testalkat (másodlagos nemi jellegek) kialakításában. Felölttkorban az ivari működések mellett szabályozza a sejtanycserét is. Hatására a menstruációs ciklus elején a méhnyálkahártya hámsejtjei osztódnak. [39., 41. lecke]

Paraszimpatikus hatás ■ A vegetatív idegrendszer által kiváltott hatás, ami a test regenerációját szolgálja. Paraszimpatikus túlsúly esetén például a zsigeri szervek vérellátása bővebbé válik, a bélmozgás és az emésztőnedvek termelése intenzívebb lesz. [27. lecke]

Passzív transzport ■ Biológiai membránokon (sejthártya, sejtalkotók membránja) keresztül történő anyagáramlás, amely nem igényel sejtműködésből származó energiát, mivel a szállítás során csökken a koncentrációkülönbség a vizsgált anyagra nézve a membrán két oldala között. A transzport a membrán foszfatidrétegén vagy membránfehérjéken keresztül történik. [5., 8., 16. lecke]

Pepszin ■ A gyomor fehérjebontó emésztőenzime. A gyomor mirigyeiben termelődő pepszinogénből jön létre, savas kémhatású környezetben. Hatása emiatt a vékonybélben már nem érvényesül. [12. lecke]

Poláris ■ Azok a molekulák vagy molekularészletek, amelyekben egyenlőtlen a töltésselölés (dipólusmolekulák). A poláris részecskék vízzel kölcsönhatásba lépnek. [1., 5. lecke]

Progeszteron ■ A petefészekben, pontosabban a sárgatestben képződő szteránvázas hormon. Hatására a méhnyálkahártya vérellátása fokozódik, felszíne vastagodik, alkalmassá válik a fejlődő embrió befogadására. A terhesség alatt is biztosítja a méhfal megfelelő vérellátását, megakadályozza a méhizomzat összehúzódását, és ezzel a vetélést. [39., 40. lecke]

Prokarióta ■ Az a sejt, amelynek nincs valódi, a sejtplazmától maghártával elkülönült sejtmagja. Sejtplazmájában nincsenek membránnal elhatárolt sejtalkotók sem. Prokarióta sejtek a baktériumok és a kékbaktériumok. [4. lecke]

Prostata (dülmirigy) ■ Férfi nemi mirigy, váladéka az ivarsejtekkel és az ondóhólyagok váladékával együtt alkotja az ondót. A húgycső keresztülhalad rajta, megnagyobbodása beszűkítheti azt, vizeelési nehézségeket idézve elő. [38. lecke]

Pulzus ■ A szív működés miatt az artériákon egy perc alatt mérhető lökületésszám. Értékei (pl. szaporaság, ritmus szabálytalanságai) a keringési rendszer, sőt akár az egész szervezet egészségével kapcsolatban fontos tájékoztató adatot jelentenek. Átlagos nyugalmi értéke 72/perc. [11. lecke]

Pupilla ■ A szivárványhártya nyílása, rajta keresztül jutnak a fénysugarak a szembe. Erős fényben átmérője csökken, így kevesebb fény jut az ideghártyára. [30. lecke]

Receptormolekula ■ A sejt membránjában vagy citoplazmájában található fehérje, amely valamely jelzőmolekula (pl. hormon vagy ingerületátvivő) megkötése után módosítja a sejt anyagcseréjét. [22. lecke]

Receptorsejtek ■ A külső vagy belső környezet ingereit fel fogó és elektromos jellé, más szóval ingerületté alakító képződmények. [22., 30. lecke]

Redukció ■ Az oxidációs szám csökkenésével, elektronfelvétellel járó folyamat. [2., 6. lecke]

Rekeszizom ■ A mellüreg és a hasüreg elválasztó kupola alakú izomlemez. Összehúzódva laposabbá válik, ezzel növeli a mellüreg térfogatát (belégzés). Elernyedve bedomborodik a mellüregbe (kilégzés). [15. lecke]

Retina (ideghártya) ■ A szem legbelső, fényérzékeny sejtekből és idegsejtekből álló rétege. Az éleslátás helye a sárgafolt. [30. lecke]

Riboszóma ■ Két alegységből álló sejtalkotó, amelyet fehérje és RNS épít fel. Prokarióta és eukarióta sejtekre egyaránt jellemző. Felületén történik a fehérjék (polipeptidek) szintézise a sejtben. [4. lecke]

Sárgafolt ■ Az éleslátás helye az ideghártyán, ahol kizárólag csapok találhatóak. A látótérnek azt a részét látjuk élesen, amelyről a fénysugarak a sárgafoltra vetülnek. [30. lecke]

Sárgatest ■ Az ovulációt követően a petefészek tüszőjét alkotó háms sejtekből alakul ki. Progeszteron nevű hormon termelésével előkészíti a méh nyálkahártyáját a beágyazódásra, emellett ösztrogént is termel. [39. lecke]

Segítő T-sejt ■ A nyiroksejtek (limfociták) egyik fajtája, amely a csecsemőmirigyben differenciálódik. Az antigén felismerésében és a specifikus immunrendszer aktiválásában nélkülözhetetlen. [17. lecke]

Sejtmagvacska ■ Az eukarióta sejtek sejtmagjában megfigyelhető erősen festődő terület. Nagy mennyiségű RNS-t és fehérjét tartalmaz. Itt történik a riboszómális RNS szintézise, és itt alakulnak ki a riboszómák alegységei. [4. lecke]

Sötétszakasz ■ A fotoszintézis fényszakaszában keletkező ATP és NADPH₂ felhasználásával a légkörből származó széndioxid szénatomjai a színtest plazmaállományában zajló körfolyamat során glükózmolekulákba épülnek. [7. lecke]

Stroke (agyérkatasztrófa) ■ Az agy egy területének vérellátása vérrög vagy agyvérzés, esetleg más okok miatt elégtelenné válik. Az érintett agyrész funkciója csökken vagy megszűnik. A betegnek azonnal orvosi segítségre van szüksége, a gyógyulás esélye elsősorban a beavatkozás gyorsaságától függ. [26. lecke]

Strúma (golyva) ■ Pajzsmirigy-megnagyobbodás, aminek hátterében többféle ok is meghúzódhat, de gyakori, hogy jódiányos táplálkozás okozza. Ez esetben az agyalapi mirigy hiába termeli a pajzsmirigyserkentő hormont, a tiroxinhoz a pajzsmirigynek jódra volna szüksége. Az állandósuló serkentés következtében szövetburjánzás alakul ki. [35. lecke]

Sugártest ■ Az érhártya elülső, gyűrűszerű megvastagodása. Izmos részéhez kapcsolódnak a lencsefüggesztő rostok. [30. lecke]

Szaglóideg ■ Az I. pár agyideg, amelynek érzőrostjai a szaglóhámából vezetnek az ingerületet az agykéregbe. Nem valódi agyideg, mivel az idegsejtek sejtteste nem az agyban, hanem a szaglóhámában található. [32. lecke]

Szemmozgató izom ■ A szemgolyóhoz kívülről kapcsolódó 3 pár harántcsíkolt izom, amelyek a szemgolyót mozgatják, hogy a látott tárgy képe a sárgafoltra vetüljön. [30. lecke]

Szimpatikus hatás ■ A vegetatív idegrendszernek az a funkciója, amivel a szervezetet a megterhelésre, a küzdelemre készíti fel. Eredményeként a vázizmok és az idegrendszer vér-ellátása bővebbé válik, a légzés és a keringés perctérfogata nő. [27. lecke]

Szinapszis ■ Ingerület átadására alkalmas sejtkapcsolat. Leggyakrabban egy idegsejt axonja és egy másik idegsejt dendritje között alakul ki. A gátló szinapszisok létesítésével az idegsejtek az ingerület terjedését hiperpolarizáció kialakításával képesek akadályozni a másik idegsejten. [23. lecke]

Szinuszcsozó ■ A szív jobb pitvarának falában található, módosult izomsejtekből álló ingerületkeltő központ. Működését elsősorban a bolygóideg szabályozza. Elégtelen működése esetén mesterséges ritmuskeltő eszközt, pacemakert ültetnek a beteg testébe. [11. lecke]

Szivárványhártya ■ A sugártest elülső folytatása, melynek közepén található a pupilla. Festéksejtjei határozzák meg a szem színét. Gyűrű alakú izmai szűkítik a pupillát. [30. lecke]

Szomatikus reflexek ■ Azok a reflexek, amelyekben a végrehajtó szerv vázizom. Az izom-összehúzódást közvetlenül kiváltó idegsejtek sejtteste a gerincvelő elülső szarvában vagy az agytörzsben található. [25. lecke]

Szövet ■ Az eukarióta élőlények olyan sejtcsoportjai, amelyek bizonyos feladatok ellátásához egymással együttműködnek. A különböző szövetek meghatározott, egymástól eltérő feladatokat látnak el a szervezetben. [4. lecke]

Szürkeállomány ■ A központi idegrendszer szürkés színű területei. Fő tömegét az idegsejtek sejtteste adják. A nagyagy és a kisagy felszínén agykérget, az agy belsejében magokat alkot. A gerincvelőben szarvakra tagolódnak. [24–26. lecke]

Talamusz ■ A köztiagy egyik része. Az érzékszervekből érkező és az agykéregből induló mozgatóingerületek fontos átkapcsolóhelye, szerepe van a zsigeri működések szabályozásában is. [26. lecke]

Telítetlen szénláncú ■ Az a szerves vegyület, amelynek egy vagy több szénatomja között többszörös kovalens kötés – két vagy három kötő elektronpár – található. [2., 14. lecke]

Telített szénláncú ■ Az a szerves vegyület, amelyben a szénatomok között csak egyszeres kovalens kötés – egy kötő elektronpár – található. [2. lecke]

Terminális oxidáció ■ Mitokondriumban zajló oxigénigényes folyamat. A mitokondrium alapállományában zajló citromsavciklus során keletkező NADH₂ hidrogénjei a terminális oxidáció során vízzé oxidálódnak, a felszabaduló energia segítségével ATP keletkezik. [6. lecke]

Testoszteron ■ A here kötőszöveti sejtjeiben képződő szteránvázas hormon. Fokozza a herében a hímivarsejtek képződését. Fontos szerepe van a férfias testalkat (másodlagos nemi jelleg) és a pszichés-magartatási jellemzők kialakításában. Az ivari működések mellett a sejtanyagcserét is szabályozza. [38. lecke]

Tripszin ■ A hasnyálmában található fehérjebontó enzim. Aminosavak közötti peptidkötéseket hidrolizál. Hatására a fehérjemolekulák kisebb egységekre, oligopeptidekre bomlanak. Lúgos közegben aktív. [12. lecke]

Trombózis ■ Az erek belsejében képződő vérrög (trombus) elzár vagy vésszesen leszűkíti egy véreret. [11. lecke]

Turgornyomás ■ A sejtplazmának a sejtfalra gyakorolt hidrosztatikai nyomása. [8. lecke]

Vakfolt ■ A látóideg kilépési helye az ideghártyán, ahol nincsenek receptorsejtek. [30. lecke]

Valódi oldat ■ A vizes oldatoknak az a típusa, amelyben az oldott részecskék mérete nem haladja meg az 1 nanométert (nm). Ilyen például a nátrium-klorid, az aminosavak és az egyszerű szénhidrátok (glükóz, fruktóz stb.) oldata. [1. lecke]

Vazopresszin ■ A hipotalamusz egyes neuroszekréciós sejtjeiben képződő peptidhormon, amely fokozza a vese gyűjtőcsatornáiban a vízvisszaszívást, ezzel csökkenti a vizelettel ürített víz mennyiségét. Termelődését a vér ozmotikus koncentrációjának növekedése fokozza. [33., 34. lecke]

Vegetatív reflexek ■ Azok a reflexek, amelyekben a végrehajtó szerv sima- vagy szívizom, illetve mirigy. Kialakulásuk az akarattól jórészt független. A végrehajtó sejtek működését közvetlenül kiváltó vegetatív mozgatóneuronok sejtteste a környéki idegrendszerben, vegetatív dúcban található. [24., 25. lecke]

Vércukorszint ■ A glükóz koncentrációja (mmol/dm³) a vérplazmában. [10., 37. lecke]

Vitálkapacitás ■ Az a levegőtérfogat, amit a vizsgált személy erőltetett belégzést követő erőltetett kilégzéssel ki tud fújni a tüdejéből. Értéke átlagosan 3,5 dm³. A nők vitálkapacitása ennél valamivel alacsonyabb, az intenzív testmozgást végző emberek pedig magasabb. [15. lecke]



1. Győződj meg arról, hogy biztonságos-e a helyszín!



2. Vizsgáld a beteg eszméletét: hangosan szólítsd, rázd meg! Reagál?



3. Kiáltás segítségért, kérd meg az érkezőt, hogy hívjon mentőt!



4. Ha a beteg nem reagált, hajtsd hátra a fejét, emeld ki az állát!

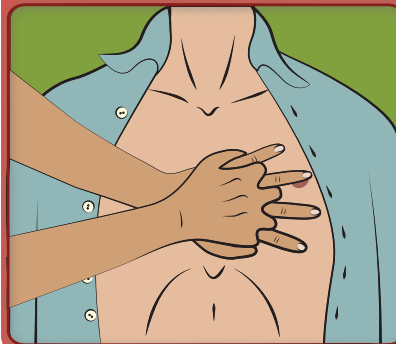


5. Vizsgáld meg, életben van-e: figyeld a légzését! 10 másodpercig NÉZD, hogy emelkedik-e a mellkasa, HALLGASD, ÉREZD, hogy szuszog-e!



6. Ha nem lélegzik, AZONNAL KEZDJ MELLKASKOMPRESSZIÓT!

Helyezd az összekulcsolt kezeid a mellkas közepére, és egyenes ütemben 100–120/min frekvenciával, 5–6 cm mélyen nyomd össze a mellkast. Minden egyes kompresszió végén engedd fel teljesen a kezeid!



7. Folytasd folyamatosan, minél rövidebb megszakításokkal a kompressziókat a mentő megérkezéséig! Ha van segítséged, 2 percenként cseréljete!



8. Ha korábban gyakoroltál elsősegélyt, 30 kompresszió után végezz 2 befújást (szájból szájba lélegeztetés), ahogy tanultad!



9. Ha van a közelben életmentő készülék (defibrillátor), miközben te újraélesztesz, mielőbb hozasd a helyszínre, nyisd ki, és tedd, amit a készülék mond! Ne félj, nem tudsz bajt okozni!



NE FELEDD! A KEZED ÉLETET MENTHET!

Szeretnél jobban felkészülni? Böngészd a reanimatio.hu weboldalt! Kövesd nyomon az Újraélesztés Világnapjának eseményeit! Többet szeretnél tenni? Töltsd le a **Szív City** alkalmazást a telefonodra!

Jó tanácsok

a tankönyvekből történő tanuláshoz

Legalább egyszer
próbáld ki,
megéri!



Mindig a célnak megfelelő módon olvas!

Az olvasásnak többféle hasznos módja van. Hogy melyik éppen a leghasznosabb, az mindig az aktuális feladatotól függ.

- **Figyelmes olvasás:** a tartalom teljes elsajátítása vagy egy szépirodalmi szövegben való elmélyedés a cél.
- **Normális olvasás:** új információk szerzése, egyes kérdések megválaszolása, bizonyos összefüggések, problémák megértése és megoldása a cél.
- **Gyorsolvasás:** a korábban olvasottak felidézése, a legfontosabb fogalmak, gondolatok, összefüggések átismétlése a cél.
- **Áttekintő olvasás:** a szöveg vagy a lecke tartalmának előzetes áttekintése a cél.
- **Kereső olvasás:** egyes adatok, nevek, fogalmi meghatározások gyors megkeresése a cél.

- Olvasd el figyelmesen a tartalomjegyzéket! Milyen logikai rendezőelvet fedezel fel benne?
- Keresd a tankönyvben minél több segítséget ahhoz, hogy egy-egy témakör vagy lecke tartalmát gyorsan átlásd! (Például névmutató, kislexikon, kronológia.)
- Nézd át figyelmesen a tankönyv leckeit, hogy megértsd belső szerkezetüket!
- Keresd meg az egyes lecekben azokat a tartalmi részleteket és formai elemeket, amelyek segítséget adnak a fontos gondolatok, fogalmak és összefüggések megtalálásához, a lecke tartalmának rendszeréhez és átismétléséhez!



Használd ki a tankönyv által kínált segítségeket!



Ne add fel, ha valami nehezen érthető!

- Azonosítsd azokat a részeket a leckében, amelyeknek a megértése nehézséget okoz a számodra!
- Ellenőrizd, hogy van-e olyan szó, amelynek a jelentése nem világos a számodra! Ha van ilyen, keresd meg a szó jelentésének magyarázatát a tankönyvben vagy egy lexikonban!
- Fogalmazd meg kérdések formájában is, mi az, amit nem értesz!
- Olvasd el újra a leckét, nézd meg figyelmesen az ábrákat úgy, hogy a problémát okozó kérdésekre keresd a választ!
- Keresd egy másik könyvet (pl. lexikon, enciklopédia), vagy az interneten kulcsszavas kereséssel próbáld találni egy olyan témájú oldalt, amiről tanulsz!
- Ha így sem sikerül, kérj bátran segítséget egy társadtól, a testvéredtől vagy a tanárodtól!

- Alakítsd át az alcímeket kérdésekké!
- Ha valami érdekes és hasznos gondolat jut az eszedbe, rögtön írd le!
- A lecke elolvasása után vedd számba, mi volt az, amit már korábban is tudtál!
- Válaszd ki, mi volt a legérdekesebb újdonság! Fogalmazd meg, miért tartod ezt érdekesnek!
- Gondold végig, mi volt az, amit korábban másképpen tudtál vagy gondoltál!
- Fogalmazd meg olyan kérdéseket, amelyek a lecke olvasása közben jutottak az eszedbe, de amelyekre a lecke írója nem tért ki! Ezeket a kérdéseket is érdemes emlékeztetőként leírni!



Gondolkodj arról, amit tanulsz!



Ha valamit szeretnél pontosan megjegyezni, foglalkoz vele külön is!

- Olvasás közben készíts magadnak jegyzetet!
- A legfontosabb részletekről és összefüggésekről készíts magadnak saját vázlatot!
- Készíts kérdéskártyákat azokról az információkról és kérdésekről, amiket a legfontosabbnak tartasz megjegyezni a leckéből! Ezek segítségével teszteld a tudásod, és memorizáld az ismereteket!
- Próbáld emlékeztetőből egy összefüggésvázlatot készíteni, és annak segítségével elmagyarázni valakinek azt, amiről tanultál!

- Mik voltak a legérdekesebb dolgok?
- Mi az, amit kedvem lenne ebből másnak is megmutatni, elmondani és elmagyarázni?
- Mikor és hogyan tudnám a tanultakat hasznosítani?
- Milyen korábbi ismeretek és tapasztalatok jutottak az eszembe közben?
- Mennyire vannak összhangban azzal, amit eddig tudtam?
- Mik voltak azok az új ismeretek, amelyekkel már korábban is találkoztam?
- Mit lenne jó még megtudni vagy megtanulni e témával kapcsolatban?



Ha egy lecke vagy egy témakör végére érsz, értékelj!