

MINISTERUL EDUCAȚIEI SI CERCETĂRII

IOANA ARINIȘ

BIOLOGIA

Tankönyv a XI. osztály számára

Szakok:

Természettudományok
Matematika-informatika
Erdészeti és faipari
Mezőgazdasági és
hegyvidéki gazdálkodás
Állategészségügyi
Koreográfia
Sport
Katonai



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Ioana ARINIȘ

BIOLOGIA

Tankönyv a XI. osztály számára

Manualul a fost aprobat prin Ordinul ministrului Educație și Cercetării nr. 4742 din 21.07.2006 în urma evaluării calitative organizate de către Consiliul Național pentru Evaluarea și Difuzarea Manualelor și este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată prin Ordin al ministrului Educației și Cercetării nr. 3252 din 13.02.2006.

Referenți: prof. gr. I, șef lucrări dr. Crin Marcean (UMF-București, catedra de Nursing)
prof. gr. I Claudia Manuela Negut (Colegiul Național „Mihai Viteazul”- București)

Redactor: **Renata Roșu**

Tehnoredactare și coperta: **Tilea Ion**

Ilustrații – coperta I: Leonardo da Vinci, *Fetus în interiorul uterului*, schiță în cerneală și cretă;
– coperta IV: Leonardo da Vinci, *Organele unei femei*, schiță în cerneală peste cărbune și cretă roșie.

© 2006 – Editura SIGMA

Toate drepturile asupra prezentei ediții aparțin Editurii SIGMA

Nici o parte a acestei lucrări nu poate fi reprodusă fără acordul scris al Editurii SIGMA

© Ábel Kiadó, 2007

A magyar változat minden joga az Ábel Kiadónak

Fordította: Kis Erika

Lektorálta: dr. Horber Veronka

Szerkesztés: Osváth Anikó

Műszaki szerkesztés: Komáromy László

Korrektúra: Székely Ildikó

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
ARINIȘ, IOANA

Biologie : tankönyv a XI. osztály számára / Ioana Ariniș ; trad.: Kis Erika. Cluj-Napoca : Editura Abel, 2007
ISBN 978-973-114-028-5

I. Kis Erika (trad.)

611(075.35)

612(075.35)

A tankönyv megrendelhető:

Ábel Kiadó

400304 Cluj-Napoca, str. Eremia Grigorescu nr. 35

tel./fax: 0264 420001

e-mail: abelkiado@yahoo.com

www.abelkiado.ro

ELŐSZÓ

E biológiatankönyv az érvényben levő nemzeti tanterv előírásainak megfelelően készült. A tankönyv követi a diákok – tanterv által meghatározott – értékeinek, az általános és sajátos képességeinek a kialakítását.

A tankönyv rugalmas és könnyed, mind a diák, mind a tanár számára. Pragmatikus irányelve megkönnyíti a diákok bevonását az emberi szervezetre jellemző biológiai jelenségek kutatásába.

A „**Gyakorlatok**” című alfejezetben megadott feladatok elvégzésével ösztönzi a diákok önálló és csoportos munkáját.

Az ábrák és diagrammok egyszerűek, érthetőek és vonzók. Az integratív vázlatok és az összefoglaló jellegű táblázatok helyettesítik a klasszikus magyarázó szöveges oldalakat, és megkönnyítik az egyes biológiai folyamatok és jelenségek dinamikájának önmagában való megértését.

A tankönyv hangsúlyt fektet a diákok higiéniai és ökológiai nevelésére. Ezt tükrözi a fejezeteket lezáró „**Alapvető egészségügyi és kórélettani szabályok**” című fejezet is.

Figyelembe véve, hogy az elsajátított ismeretek ellenőrzése a tanulási-tanítási folyamat jelentős mozzanata, az emberi szervezet életműködéseinek bemutatása után beiktattuk az „**Ellenőrzés/Önellőrzés**” című fejezetet, amely az elsajátított és feldolgozott ismeretek fokozata és bonyolultsági foka szerint tartalmaz egyszerű és társító jellegű gyakorlatokat, egyszerű és bonyolultabb kérdéseket, feladatokat és dolgozatokat.

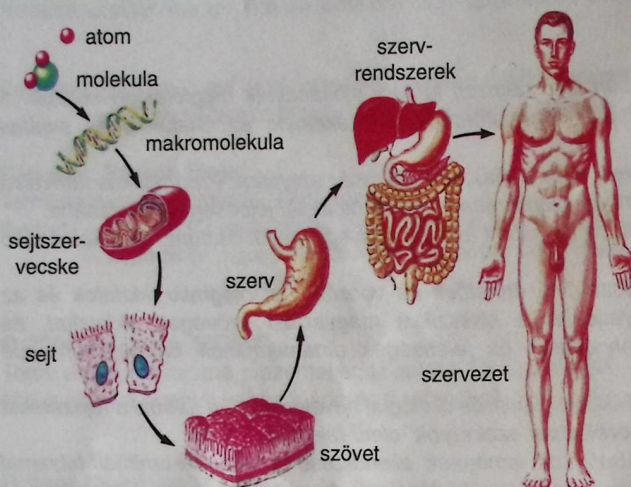
A tankönyv dőlt betűvel és *-gal meg nem jelölt szövegrésze a biológiát **heti egy órában** tanuló XI. osztályos diákok számára készült. A dőlt betűvel és *-gal kiegészített tananyag a biológiát **heti két órában** tanuló XI. osztályos diákok számára javasolt. A koreográfia, a művészeti és a zene szakos diákok a tankönyv teljes anyagát tanulmányozzák a XI. és XII. osztály folyamán.

Abban a reményben, hogy a munkánk nem volt hiábavaló, kívánjuk, hogy a tankönyv legyen egy hasznos didaktikai eszköz az osztályban folytatott mindennapi tevékenységekben, az egyetemi felvételre való felkészülésben, valamint az iskolai versenyek és olimpiászok előkészítésében.

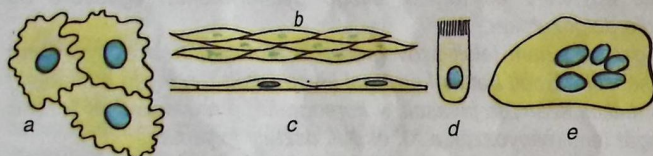
A szerző

I. AZ EMBERI TEST FELÉPÍTÉSE

I.1. AZ EMBERI TEST SZERVEZŐDÉSI SZINTJEI



1. ábra – Az emberi szervezet szerveződési szintjei



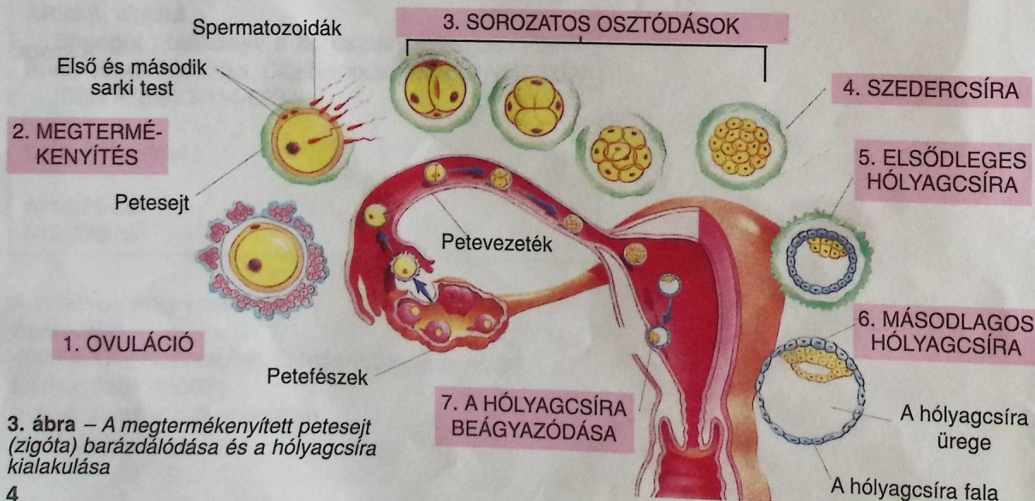
2. ábra – Az állati sejtípusok

a, b, c, d – hámsejtek, e – sok sejtmagvas (polinukleáris) sejt a csontvelőből

Az emberi szervezet bonyolult biológiai rendszer, amely a következő szerveződési szinteket foglalja magába: atomok, molekulák, sejtek, szövetek, szervek és szervrendszerek (1. ábra).

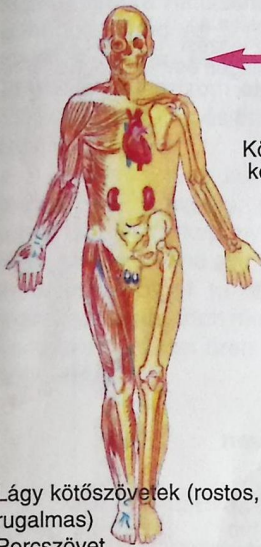
Mindezek kölcsönhatásban vannak egymással, és biztosítják a szervezet kapcsolatteremtő, anyagforgalmi és szaporodási életműködéseit. Az összes élő szervezet szerkezeti, működési és genetikai alapegysége a sejt. A szervezet összes sejtje (2. ábra) a megtermékenyített petesejtből alakul ki, ami körülbelül 30 órával a megtermékenyítés után osztódik, majd átmegy a szedercsíra (morula), hólyagcsíra (blasztula), bélcsíra (gasztrula) állapoton (3. ábra). Így képződik a csíra (embrió), ami három csíralemezt tartalmaz: az **ektodermát** (külső csíralemez), a **mezodermát** (középső csíralemez) és az **endodermát** (belső csíralemez).

A csíralemezek sejtjeinek differenciálódása eredményezi az embrió szöveteit, szerveit és szervrendszereit (4. ábra).



3. ábra – A megtermékenyített petesejt (zigóta) barázdálódása és a hólyagcsíra kialakulása

MEZODERMA



Lágy kötőszövetek (rostos, rugalmas)
Porcszövet
Csontrendszer
Izomrendszer
Kiválasztó rendszer
Szaporodási rendszer
Keringési rendszer
Belső környezet
Mellékvesekéreg
A bőr irhája és a fog dentinjé
Savós hárták (mellhártya, szívburk, hashártya)

Gerincoszlop

Bőr

Bélcsatorna

Magzating (amnion)

Magzatvíz (amnionfolyadék)

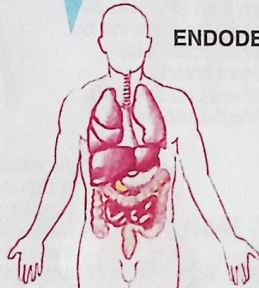
Agyvelő

Szív

Köldökzsinór a köldökerekkel

Trofoblaszt

ENDODERMA



Emésztőrendszer (tápcsatorna, járulékos mirigyek: máj, hasnyálmirigy)
Légzőrendszer
Pajzsmirigy, mellékpajzsmirigyek, csecsemőmirigy, timusz
Mandulák

EKTODERMA



Az epidermisz, valamint a szaru- és mirigyképződménye
Idegrendszer:

- velőcső
 - központi idegrendszer
 - neurohipofízis és epifízis (az agyalapi mirigy idegi része / hátsó lebeny / tobozmirigy)
 - a retina (szem ideghártyája) és a pigmentréteg
 - velőtarajok
 - gerincvelői dúcok
 - agyidegi dúcok
 - vegetatív idegdúcok
 - intramurális idegfonatok
 - mellékvese velőállomány
- Az agyalapi mirigy elülső lebenye (adenohipofízis)

4. ábra – A csíralemezek differenciálódása során kialakuló szövetek, szervek és szervrendszerek

Az emberi testet szervrendszerek alkotják, melyek együttesen a kapcsolatteremtő, anyagforgalmi és szaporodási életműködésekert biztosítják.



A csontrendszert ízületekkel összekapcsolt csontok alkotják. Legfontosabb szerepe a szervezet támasztása és védelme. A helyváltoztató rendszer passzív alkotóeleme.



Az izomrendszer magába foglalja: a váz- és simaizomzatot, valamint a szívizmot. A szervezet legfontosabb végrehajtó szervrendszere. A helyváltoztató rendszer aktív alkotóeleme.



Az idegrendszer magába foglalja az összes idegszervet, melyeket idegsejtek és gliasejtek alkotnak. Szerepe a külső és belső környezetből érkező ingerek felfogása, továbbítása és egybehangolása. E funkciók révén biztosítja a szervezet működésének szabályozását, valamint a külső környezettel való kapcsolat fenntartását.

A keringési rendszert a szív és vérek alkotják. Biztosítja a tápanyagok, a légzési gázok, a felesleges és toxikus anyagok szállítását.

A légzőrendszert a tüdők és a légutak alkotják. Biztosítja a szervezet és környezete közti gázcserét.

A kiválasztó rendszert a vesék és a húgyutak alkotják, és fontos szerepet tölt be a szervezet belső egyensúlyának (homeosztázisának) fenntartásában.

Az endokrin rendszert a belső elválasztású mirigyek alkotják. Irányítja és ellenőrzi a szervezet növekedését és fejlődését. Az idegrendszerrel való kapcsolata révén részt vesz a szervezet és környezete közti kapcsolat fenntartásában.

Az emésztőrendszert a tápcsatorna és a járulékos emésztőmirigyek alkotják. Fontos szerepe van a tápanyagok emésztésében, a megemésztett anyagok felszívódásában és a meg nem emésztett anyagok eltávolításában.

A szaporító rendszert az ivarmirigyek (gonádok) és a megtermékenyítést biztosító járulékos szervek alkotják. Az ivarsejtképzéssel és a nemi hormonok termelésével biztosítja a fajfenntartást.

A nyirokrendszer legfontosabb funkciója a szervezet védekezésének biztosítása. Ugyanakkor a keringési rendszerrel együtt részt vesz a sejtközi nedv folyamatos elvezetésében és felfrissítésében.

I.2. A SZERVEK ELHELYEZKEDÉSE (TOPOGRÁFIÁJA)

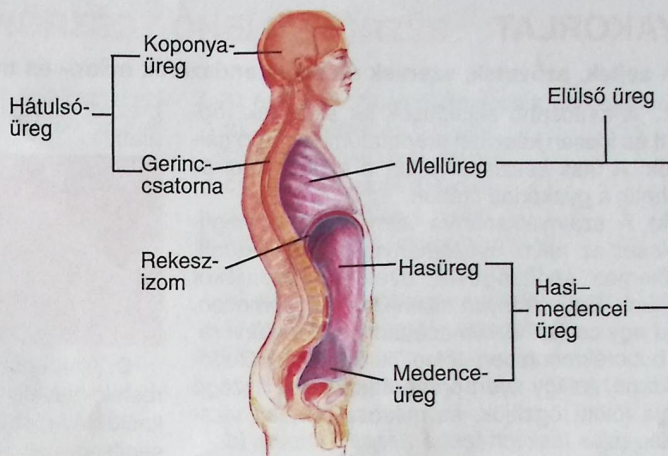
◆ AZ EMBERI TEST RÉSZEI

Az emberi test fő részei: fej, nyak, törzs és végtagok.

FEJ	NYAK	TÖRZS	VÉGTAGOK
Agykoponya	Hátulsó tájék (tarkó)	Mellkas (tartalmazza a mellüregt) Rekeszizom (elválasztja a mellüregt a hasüregtől) Has (tartalmazza a hasüregt) Medence (tartalmazza a medenceüregt)	Felső (a vállöv kapcsolja a törzshöz)
Arckoponya (arc csontjai)	Tájékok — elülső tájék — oldalsó tájék — a fejbiccentő izom tájéka		Alsó (a medenceöv kapcsolja a törzshöz)

Megkülönböztetünk két nagy üreget: a hátulsó üreget (a koponyaüreg és a gerincscsatorna alkotja) és az elülső üreget (a rekeszizom által elválasztott mellüreg és hasüreg alkotja).

A tengelyrész két nagy üreget foglal magába: a **hátulsó üreget** (a koponyaüreg és a gerincscsatorna alkotja) és az **elülső üreget** (a rekeszizom által elválasztott mellüreg és hasi-medencei üreg alkotja) (5. ábra).



5. ábra – Az emberi test üregei

◆ AZ EMBERI TEST TENGELEI ÉS SÍKJAI

Valamely testrész helyzetének és a különböző részek egymáshoz viszonyított helyzetének meghatározására térbeli **tengelyeket** (amelyek derékszögben metszik egymást) és **síkokat** használnak (minden síkot két tengely határoz meg) (6. ábra).

Az emberi test háromdimenziós, és kétoldali szimmetriával rendelkezik.



6. ábra – Az emberi testen áthaladó tengelyek és síkok

Frontális (homloki) sík *— plan frontalis*
 – függőleges helyzetű, a homlokkal párhuzamos, és áthalad a hosszanti és a harántengelyen;
 – az emberi testet egy elülső (ventrális) és egy hátulsó (dorzális) részre osztja;
 – például: az orr elülső elhelyezkedésű, míg a gerincoszlop hátulsó helyzetű.

Szagittális (nyírányú) sík *plan sagitalis*
 – merőleges a frontális síkra, átszeli a testet elülről hátrafelé, áthalad a hosszanti és a nyírányú tengelyen;
 – a test közepén halad át szimmetriasíkként;
 – például: a szemek az orrhoz viszonyítva oldalt, a fülekhez viszonyítva középen helyezkednek el.

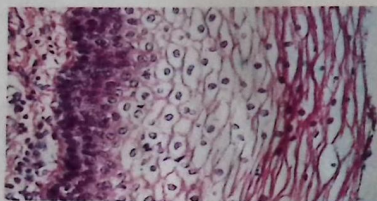
Harántirányú sík *plan transversalis*
 – a frontális és a szagittális síkokra merőleges, és áthalad a nyírányú és a harántirányú tengelyen;
 – a testet egy felső (fejvégi, kranialis) és egy alsó (farkvégi, kaudális) részre osztja;
 – például: az orr a szájhoz viszonyítva felső helyzetű, míg a térd a csípőhöz viszonyítva alsó (farkvégi) elhelyezkedésű.

GYAKORLAT

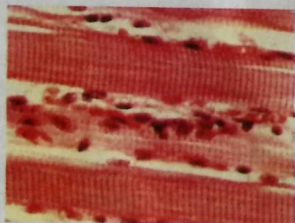
A sejtek, szövetek, szervek és szervrendszerek mikro- és makroszkopikus megfigyelése

1. A fontosabb sejtípusok és szövetek rögzített és frissen készített preparátumokon vizsgálhatók. A friss készítményeket a diákok is elkészíthetik a gyakorlati órákon.

A) A szájnyalkahártya hámsejtjeinek megfigyelése: az ajkak nyálkahártyájának felületéről, fedőlemez segítségével, óvatosan kaparékot gyűjtünk. Ezt vékonyan elkenjük a tárgylemezen, majd egy csepp kármín-acetátot cseppentünk rá, és buborékmentesen lefedjük egy tiszta fedőlemezrel. Az így nyert preparátumot egy gázégő lángja fölött rögzítjük, és mikroszkóp alatt vizsgáljuk.



B) A harántcsíkolt izomszövetet a béka izomzatán vizsgáljuk. Az izomzatot két bonctű segítségével rostokra különítjük oly módon, hogy az egyik bonctűvel az izomdarabot rögzítjük, a másikkal hosszanti irányban felrostozzuk, eltávolítva ezáltal a kötőszövetet is. Kiválasztjuk a jól elkülönített rostokat, tárgylemezre helyezzük, 1–2 csepp 1%-os metilénkékoldatot cseppentünk rá, és 5–10 percig várunk. Ezután a preparátumot fedőlemezrel lefedjük, és mikroszkóp alatt vizsgáljuk.



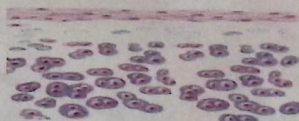
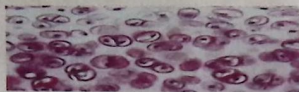
C) A simaizomzat a béka húgyhólyagfalából származó preparátumon vizsgálható. A begyújtott anyagot tárgylemezre helyezzük, és 2–3 csepp alkoholos kármínoldatban megfestjük, majd száradni hagyjuk. Ezt követően 1–2 csepp glicerint cseppentünk a preparátumra, fedőle-

mezzel lefedjük, és megvizsgáljuk mikroszkóp alatt.



D. Az idegszövet alkotásában részt vevő idegrostok (hüvellyel rendelkező tengelyfonalak) békaközponti ideg-rostokra való szétszedése (két bonctű segítségével) révén vizsgálható.

E. A porcszövet a békamellcsont porcos részén vizsgálható, a csontszövet pedig a csirke vagy a galamb mellcsontjának központi részén. Figyeljük meg a két szövet közötti hasonlóságokat és különbségeket.



A fent leírt preparátumok mikroszkóppal való megfigyelése után elevenítsük fel az állati, illetve emberi sejtek és szövetek szerkezeti és működési sajátosságait.

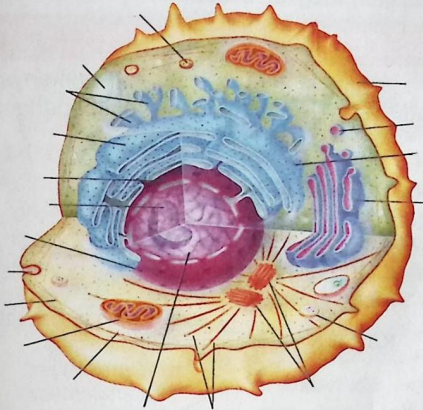
2. Az emberi szervek elhelyezkedése és belső felépítése kis emlőállaton tanulmányozható, altatás és boncolás után.

Figyeljük meg és azonosítsuk a koponyaüreg, gerincsatorna, mellüreg, hasüreg és a medence szerveit. Képzeltetben húzzuk meg a vonatkoztatási tengelyeket és síkokat. Határozzuk meg a szervek közötti topográfiai kapcsolatokat a két lábon való járás függvényében. Csoportosítsuk a szerveket a már ismert szervrendszerekbe, és határozzuk meg a szerepüket.

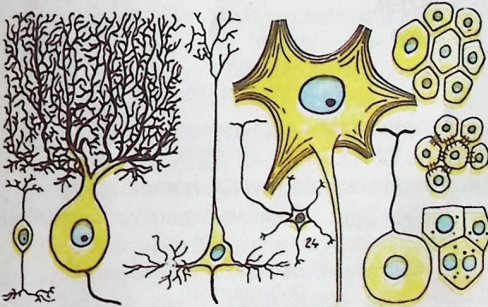
Magyarázzuk meg a következő kijelentést: „Az emberi szervezet szerkezeti és működési szempontból egységes egészként működik”.

ELLENŐRZÉS / ÖNELLENŐRZÉS

I. 1. Elevenítsd fel az állati sejt szerkezetével kapcsolatos ismereteket, és jelöld be a sejt alkotóelemeit az alábbi ábrán!



2. Azonosítsd az alábbi ábrán látható sejtípusokat!



II. A következő kérdésekre (kijelentésekre) egy válasz helyes.

1. Az alábbiak közül, melyik nem jellemző az emberi test szerveződési szintjeire?

- a) atomok szintje;
- b) molekuláris szint;
- c) elektromos szint;
- d) sejtek szintje.

2. Nem az ektodermából képződnek:

- a) az epidermisz és származékai;
- b) a mandulák;
- c) a velőcső;
- d) az adenohipofízis.

3. Az emberi test háromdimenziós, és rendelkezik:

- a) 3 tengellyel és 6 síkkal;
- b) 3 tengellyel és 3 síkkal;
- c) 6 tengellyel és 3 síkkal;
- d) 6 tengellyel és 6 síkkal.

4. Azonosítsd a helytelen társítást!

- a) csontrendszer – ektoderma;
- b) emésztőrendszer – endoderma;
- c) mellékvesekéreg – ektoderma.

5. Hibaazonosítás!

- a) a nyílírányú tengely a test vastagságát adó tengely;
- b) a haránttengely a test hosszát adja;
- c) a harántírányú sík áthalad a haránt- és a nyílírányú tengelyen.

III. Társítsd a két oszlop kijelentéseit!

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. simazomszövet | a) csigolyák közti porckorongokat alkotja |
| 2. harántcsíkolt izomszövet | b) a belső szervek falát alkotja |
| 3. rostos porcshövet | c) csontokhoz tapad |
| 4. hámszövet | d) a savós hárttyák alkotó eleme |

IV. Az emberi test kialakulása a zigóta többszöri mitotikus osztódásaival veszi kezdetét.

- a) Sorold fel a zigóta embrióvá fejlődésének stádiumait!
- b) Sorold fel az embrió csíralemezeit!
- c) Sorold fel az ektodermából kialakuló szöveteket, szerveket és szervrendszereket!

V. Írj dolgozatot „Az emberi testre vonatkozó tengelyek és síkok” címmel. A dolgozatnak tartalmaznia kell:

- a) a vonatkoztatási síkok és tengelyek használatának szükségességét;
- b) az emberi test szimmetriatípusát;
- c) a szimmetriatengelyeket;
- d) a vonatkoztatási síkokat – felsorolás, jellemzés és példák révén.

II. AZ EMBERI SZERVEZET ALAPVETŐ ÉLETMŰKÖDÉSEI

II.1. KAPCSOLATTEREMTŐ ÉLETMŰKÖDÉSEK

Az ember, akár a többi élő szervezet, a környezetével állandó információs, energetikai és anyagszere-kapcsolatban van. A környezetbe való beépülése feltételezi az idegrendszer, az érzékszervek, az endokrin rendszer és a helyváltoztatási rendszer szerves együttműködését. Mindezek együttműködése a kapcsolatteremtő életműködések (érzékelés és mozgás) megvalósításában nyilvánul meg.

A. AZ IDEGRENSZER

A szomatikus (akaratlagos) idegrendszer biztosítja a szomatikus érző-érzékelő tevékenységet és a szomatikus mozgató tevékenységet, míg a vegetatív (zsigeri) idegrendszer egybehangolja a belső szervek (zsigerek) nem tudatos működését.



A reflexív kibernetikai önszabályzó mechanizmus, segítségével őrzi meg a szervezet egységes voltát és dinamikus egyensúlyát.

• **Az ingerületvezető funkció** a fehérállományban haladó hosszú (vetületi) felszálló és leszálló pályák, valamint rövid (társító és eresztéki) pályák által valósul meg.

◆ AZ IDEGSEJTEK TULAJDONSÁGAI*. A SZINAPSZISOK*

Az idegsejt az idegrendszer szerkezeti és működési alapegysége és a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- idegimpulzus-keltés (**ingerelhetőség**);
- idegimpulzus-vezetés (**ingervezető képesség**).

Az **INGERELHETŐSÉG** az élő anyagnak az a tulajdonsága, hogy inger hatására sajátos meg nyilvánulásokkal válaszol. Kísérleti körülmények között az ember és az állatok esetében mennyiségileg mérhető. Jellemzői:

a) Ingerküszöb (reobázis) alatt azt az ingererősséget értjük, amely egy idegimpulzus kiváltásához szükséges. A küszöbérték alatti vagy **szublimináris** ingerek nem váltanak ki idegimpulzust. Ismételt küszöbérték alatti ingerek hatására a **szummáció** jelensége lép fel (az ismétlődő depolarizációs változások összegződése), amely idegimpulzust vált ki. Küszöbérték fölötti vagy **szupralimináris** ingerek ugyanazt a hatást váltják ki, mint a küszöbértékűek (ez a „**minden vagy semmi**” törvénye).

b) A hasznos idő az a minimális idő, amely alatt a küszöbértékű inger választ vált ki.

c) A kronaxia az a minimális idő, amely a kétszeres reobázis-értékű inger (elektromos áram) esetében szükséges egy idegimpulzus kiváltásához. Értéke 10–30-szor kisebb, mint a hasznos idő, és annál rövidebb, minél nagyobb az ingerelhetőség. Az érző-, a mozgatóidegek és a végrehajtó szervek kronaxiája hasonló értékű.

d) A labilitás az idegsejtnak az a tulajdonsága, hogy időegység alatt bizonyos számú ingerre képes válaszolni.

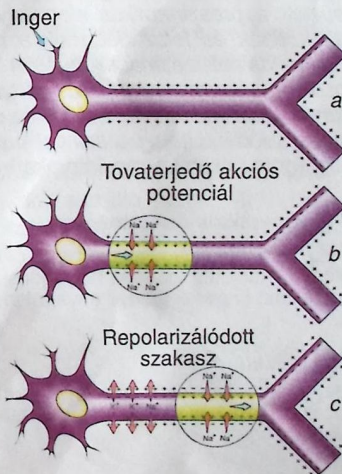
e) A refrakter állapot a neuronnak az a tulajdonsága, hogy ingerületi állapotban (és utána egy ideig) nem válaszol újabb ingerre.

f) A hirtelenség az inger hatásának gyorsaságát jelenti.

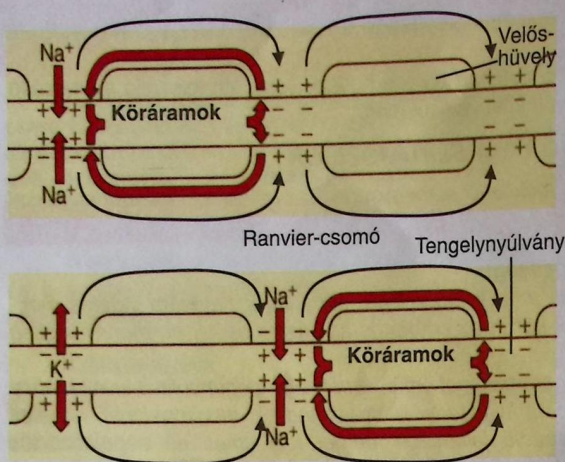
Az **INGERVEZETŐ KÉPESSÉG** az idegsejt tulajdonsága: az idegimpulzusok a tengelynyúlványon keresztül átadódnak egy másik neuronnak vagy egy végrehajtó szervnek.

Az ingerelhetőség és az ingervezető képesség fizikai-vegyi alapja az **elektromos membránpotenciál**. A Julius Bernstein alkotta ionelmélet szerint az elektromos membránpotenciál az ionoknak (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- stb.) a neuron sejthártyájának külső és belső oldalán való egyenlőtlen megoszlásának következménye. A neuron sejthártyája szelektív áteresztőképességgel (permeabilitással) rendelkezik. A koncentrációgradiens által előidézett ionmozgások eredményeképpen a sejthártya két oldala között potenciálkülönbség alakul ki.

Nyugalmi állapotban (ha egyetlen inger sem hat) a neurilemma külső felszíne pozitív, a belső pedig negatív töltésű. A két felszín közötti potenciálkülönbség 70 mV; ez a **nyugalmi membránpotenciál** (egyezményesen -70 mV). A nyugalmi membránpotenciál alatt a sejthártya áteresztí a K^+ -ionokat, és nem eresztí át a Na^+ -ionokat. Küszöbértékű inger hatására a sejthártya depolarizálódik, megnő a Na^+ -áteresztőképessége. A sejthártya kívül negatív töltésű lesz, belül pedig pozitív töltésűvé válik. A potenciálkülönbség 35 mV értékű lesz, ez az **akciós potenciál**. Ez önállóan továbbhalad (egyezményesen



2. ábra – Az idegimpulzus vezetése a neuronban
a) nyugalmi potenciál;
b) akciós potenciál;
c) az axon hátyájának repolarizációja.

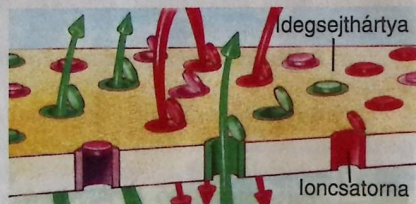


3. ábra – Szaltatórikus ingervezetés

tömegű polipeptidek vagy lipopeptidek), vagy aktívan – **ionpumpákkal** (szállítófehérjék és enzimek). Az idegimpulzus egyirányú tovahaladása egyik idegsejtről a másikra, a receptorról (ingerfelvevő) az idegsejtre, illetve az idegsejtről az effektorra (végrehajtó szerv) a **szinapszisok** révén valósul meg (5. ábra).

• A SZINAPSZISOK MŰKÖDÉSE

A depolarizációs hullám formájában terjedő idegimpulzus hatására a végbunkókban levő hólyagocskák egyesülnek a preszinaptikus ideghártyával, a hólyagocskák felszakadnak és felszabadulnak a mediátoranyagok, amelyek átdiffundálnak a szinaptikus résen (kb. 0,5 ms alatt), majd kapcsolódnak a posztzinaptikus hártában levő specifikus receptorokhoz. Ennek következtében a posztzinaptikus hártá depolarizálódik. Utólag a szinaptikus résben az ingerületátvivő anyagokat (kémiai mediátorokat) enzimek hatástalanítják. A



4. ábra – Az idegsejt hártájában levő ioncsatornák

Preszinaptikus összetevő

(az axon végbunkója)

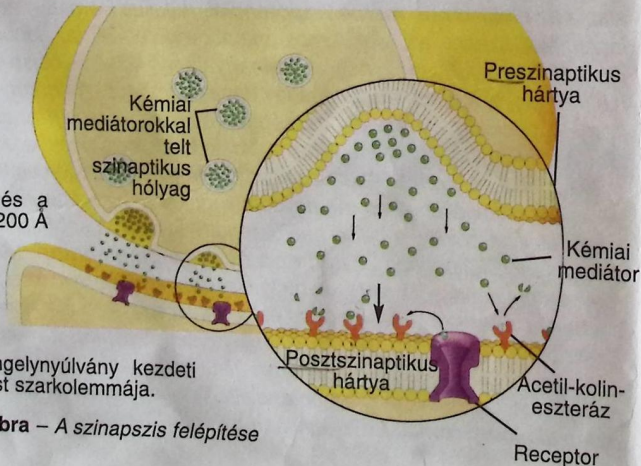
kémiai mediátorokkal telt hólyagocskákat tartalmaz (ingerületátvivő anyagokat).

Szinaptikus rés

az axon végbunkóinak plazmahártyája és a posztzinaptikus hártá közötti terület; kb. 200 Å vastagságú.

Posztzinaptikus összetevő

lehet idegsejttest, dendrit vagy egy tengelynyúlvány kezdeti szakasza, valamint a harántcsíkolt izomrost szarkolemmája.



5. ábra – A szinapszis felépítése

+35 mV-tal jelölik). A tengelynyúlványon tovaterjedő depolarizációs hullám (akciós potenciál) képezi az idegimpulzust (2. ábra).

A tengelynyúlványokban a depolarizáció lépésről lépésre, helyi (**Hermann-féle**) **köráramokkal** terjed. A velőshüvellyel borított tengelynyúlványokban az idegimpulzus szaltatórikusan (3. ábra) halad (egyik Ranvier-féle befűződésről a másikra). A velőshüvely nélküli rostokban az idegimpulzus lépésről lépésre terjed, a terjedés sebessége a velőshüvelyű rostokban 50-szer nagyobb, mint a velőshüvely nélküli rostokban. Utólag, az idegsejt hártája repolarizálódik (csökken a Na^+ -áteresztőképessége), és helyreáll a kezdeti ionegyensúly. Az ionok szállítása megvalósulhat passzív módon (4. ábra) – az **ioncsatornák** közvetítésével (kis molekula-

közvetítőanyagok egy része endocitózis (hólyagocskák) révén visszakerülhet az idegsejtbe, másik része a véráramba juthat. Az idegsejtbe visszajutott kémiai anyagokból a mitokondriumokban jelen levő ATP hatására újraképződnek a mediátorok.

A receptorok és az idegsejtek közötti szinaptikus rés nagyon keskeny, ezért itt az idegimpulzus helyi köráramok révén terjed.

A mozgató véglemezekben az acetil-kolin sajátos receptorok révén kapcsolódik a szarkolemmához, depolarizációt vált ki, és ezt követően véglemez feszültséget idéz elő. A feszültség akciós potenciál formájában a mozgató véglemezről minden irányban terjed.

Szinapszisok osztályozása

1. Működésük alapján:

a) vegyi közvetítésű

- **adrenergikus** (a kémiai mediátor az adrenalin és a noradrenalin)
- **kolinergikus** (a kémiai mediátor az acetil-kolin)

b) elektromos közvetítésű

2. Hatásuk alapján:

a) ingerlő

b) gátló

3. Szerkezetük alapján:

a) idegsejtek közötti (interneuronális):

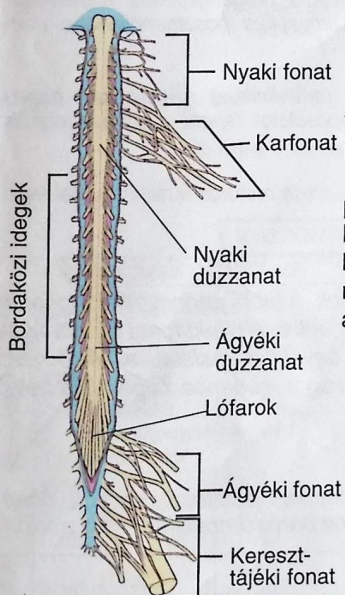
- axoszomatikus
- axodendritikus
- axoaxonális

b) idegsejt és receptor közötti

c) idegsejt és végrehajtó szerv közötti (pl. a mozgató véglemez)

♦ A GERINCVELŐ

a) Külső felépítése (6. ábra)



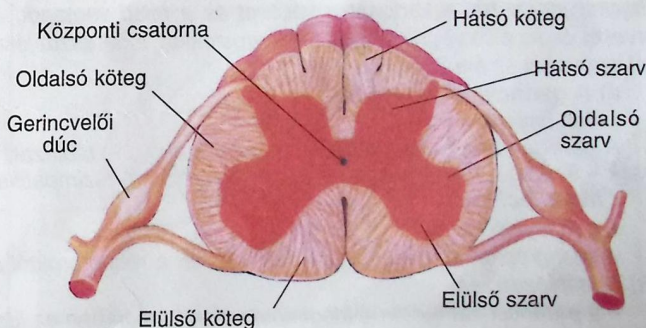
6. ábra – A gerincvelő (külső felépítése és a gerincvelői idegek elhelyezkedése)

Figyeljük meg a 6. ábrát, és elevenítsük fel a X. osztályos tananyagból a gerincvelő külső felépítésére vonatkozó ismereteket!

b) Belső szerkezete (7. ábra)

Tanulmányozzuk a gerincvelő keresztmetszetét, és elevenítsük fel a X. osztályos tananyagból a gerincvelő belső felépítésére vonatkozó ismereteket!

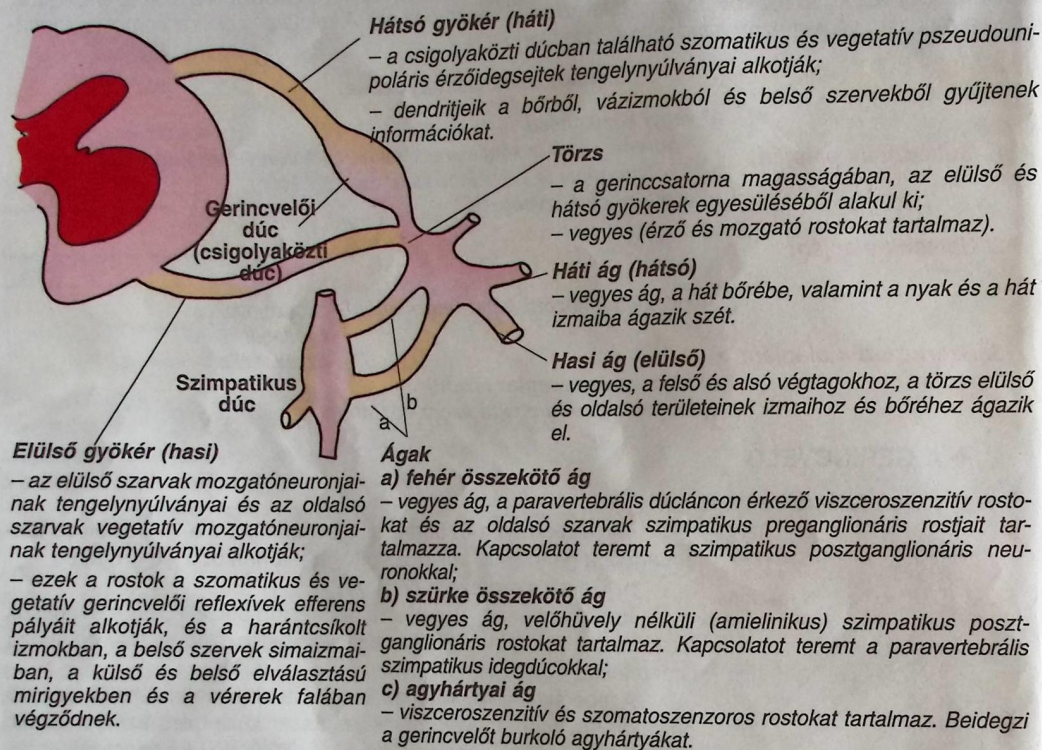
A fehérállományú kötegek képezik az idegimpulzusokat vezető pályákat (traktus), melyek az idegrendszer különböző szintjei között haladnak. A pályák lehetnek: rövidek (különböző gerincvelői szakaszokat kötnek össze); és hosszúak (felszálló érzők, amelyek a receptoroktól vezetnek az információkat, illetve leszállók, mozgatók, amelyek az impulzusokat a végrehajtó szervekhez vezetik).



7. ábra – A gerincvelő keresztmetszete

A gerincvelő a 31 pár vegyes gerincvelői ideg révén kerül kapcsolatba a receptorokkal és az effektorokkal (érző, mozgató, szomatikus és vegetatív idegrostok alkotják). A gerincvelői idegek: 8 nyaki, 12 háti, 5 ágyéki, 5 kereszt-tájéki, 1 farok-tájéki idegpár; mind a környéki idegrendszer részei.

c) A gerincvelői idegek* szimmetrikusan helyezkednek el a gerincvelő hosszában, két gyökérből, törzsből és több elágazásból állnak (8. ábra).



8. ábra – A gerincvelői ideg felépítése

A mellkasi idegeken kívül, melyek metamerikus elhelyezkedésűek, a többi gerincvelői ideg fonatot képez: nyaki, kari, agyéki, kereszt- és farok tájéki (lásd 6. ábra) fonatot. A nyaki fonat ágai a nyak és tájékát idegzi be, a karfonat a vállövet és a felső végtagot, az ágyéki a hasfalat, a külső nemi szerveket és az alsó végtagot látja el idegrostokkal, a kereszt-tájéki pedig a medence zsigereit, a belső nemi szerveket és a gát tájékát.

d) A gerincvelő működése

• Reflexműködés*

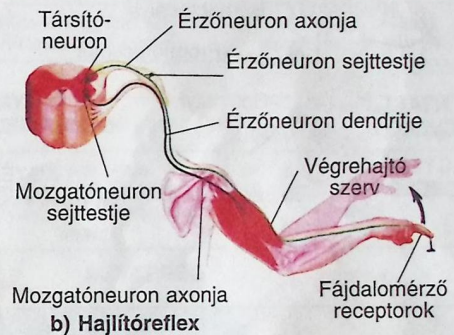
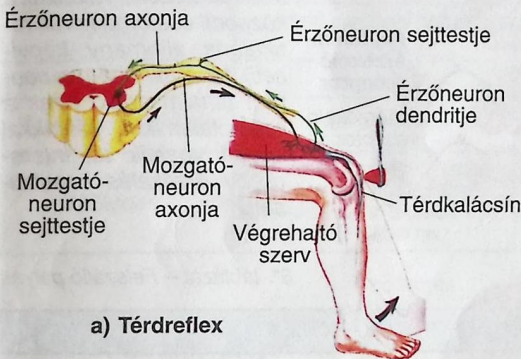
A gerincvelői reflexek kétfélek: szomatikusak (1. táblázat) (monoszinaptikusak és poliszinaptikusak – 9. a és b. ábrák) és vegetatívak (2. táblázat) (szimpatikus és paraszimpatikus – 10. ábra).

• Ingervezetés*

A gerincvelő vezeti:

- az ingereket idegimpulzusok formájában a receptoroktól az idegközpontokhoz (**felszálló pályák**) (3. táblázat), és
- a parancsokat motoros idegimpulzusok formájában az idegközpontoktól a végrehajtó szervek (**leszálló pályák**) (4. táblázat).

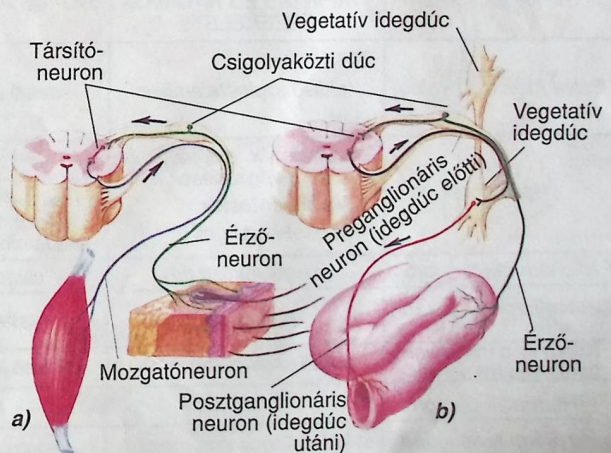
SZOMATIKUS REFLEXEK		
TÍPUSAI	MONOSZINAPTIKUS REFLEXEK (nyújtás)	POLISZINAPTIKUS REFLEXEK (hajlítás)
NEURONOK SZÁMA	2	legkevesebb 3
NEURONOK TÍPUSAI	érző és mozgató	érző, társító és mozgató
LATENCIAIDŐ	nagyon rövid	hosszú
KISUGÁRZÁSI FOK	szigorúan korlátozott – nem sugárzik ki	az inger intenzitása függvényében különböző- képpen terjed szét: a) lokalizált; b) egyoldalú; c) szimmetrikus; d) kisugárzó; e) generalizálódó
SPECIFIKUS RECEPTOROK	proprioceptorok	exteroceptorok, proprioceptorok
PÉLDÁK	térdkalácsín, Achilles-ín, kétfejű izom, háromfejű izom, talpizom, Babinski- reflex, hasi	hajlításokkal végrehajtott védekezési reflexek



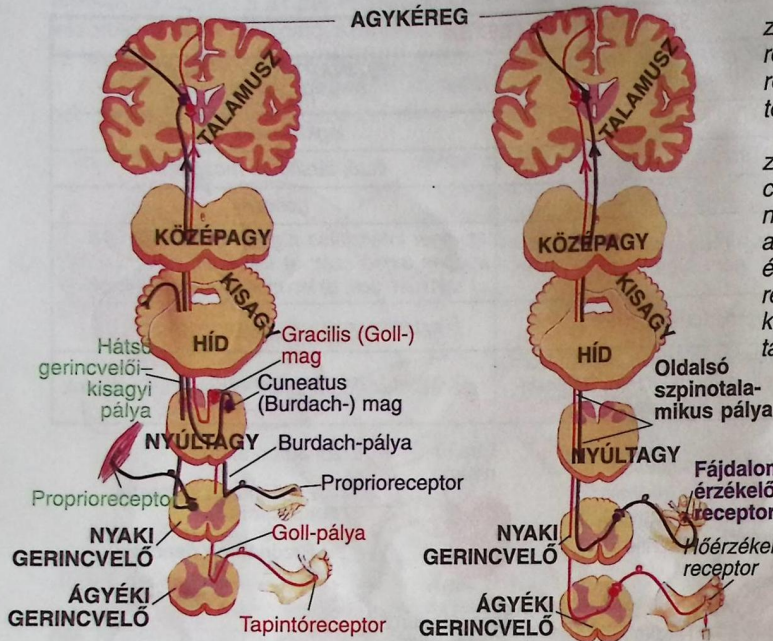
9. ábra – Monoszínaptikus (a) és poliszínaptikus (b) szomatikus reflexek

2*. Táblázat

		KÖZPONTOK
SZIMPATIKUS	Pupillatágulási	NY7-H2
	Szívgyorsító	H3-H5
	Érszűkítő	Háti-ágyéki gerincvelő
	Verejtékező	H1-A2
	Szörborzoló	H1-A2
	Gyomor-vékonybél mozgékonyasági	H6-A2
	Vizelési	A1-A2
	Széketürítési	A1-A2
PARASZIMPATIKUS	Szexuális	A1-A2
	Vizeletürítési	K2-K4
	Széketürítés	K2-K4
	Szexuális	K2-K4



10. ábra – Szomatikus (a) és vegetatív (b) reflexív összehasonlítása



1.* **Felszálló pályák** vezetnek az információkat a receptortól (extero-, propio- és interoreceptorok) az idegközpontokhoz. Ezek a pályák kétfélék:

a) **specifikusak** az érzékelés minden típusára (exteroceptív és propioceptív). Három neuronból épülnek fel, és vezetnek az ingerek finom érzékelésében és megkülönböztetésében szerepet játszó impulzusokat; agykérgi kivetítődésük jól körülhatárolt övezetben történik;

b) **nem specifikusak** (a hátsó és oldalsó szarvak közötti, valamint a központi csatorna körüli retikuláris állomány képviseli), több mint három neuront tartalmaznak. Ezek a szpinotalamikus pályákkal együtt vezetnek az interoceptív érzékelés impulzusait.

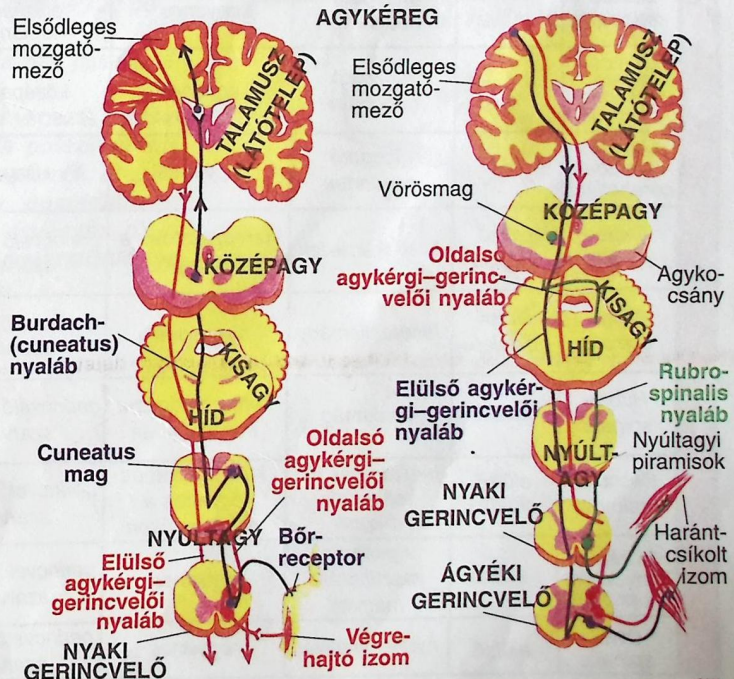
3*. táblázat – Felszálló pályák

	EXTEROCEPTÍV ÉRZÉKELÉS		
Érzékelés típusa	DURVA (PROTOPATIKUS) TAPINTÁS ÉS NYOMÁS ÉRZÉKELÉSE	HŐ- ÉS FÁJDALOMÉRZŐ	FINOM TAPINTÁS ÉS REZGÉS ÉRZÉKELÉSE
Pálya (traktus, nyaláb)	elülső szpinotalamikus	oldalsó szpinotalamikus	gerincvelői-nyúltagi Goll-féle (gracilis) és Burdach-féle (cuneatus)
Receptorok	- szőrtüszők alapjánál érzőideg-végződés - Meissner-testek - Merkel-korongok	- szabad idegvégződés - Krause-féle hideg- és Ruffini-féle melegérzékelő testecskék - fájdalomérző receptorok	- Meissner-féle testek (tapintásérzékelés) - Vater-Pacini-testek (rezgésérzékelés)
Protoneuron (1. neuron)	csigolyaközi dúc	csigolyaközi dúc	csigolyaközi dúc
Deutoneuron (2. neuron)	hátsó szarv	hátsó szarv	Goll- és Burdach-magvak a nyúltagyban
Köteg (a gerincvelőn belüli elhelyezkedés)	elülső keresztezett köteg	oldalsó keresztezett köteg	hátsó keresztezett köteg
Harmadik neuron	talamusz	talamusz	talamusz
Agykérgi kivetítődés	elsődleges érzőmező	elsődleges érzőmező	elsődleges érzőmező
Működés	a könnyű nyomás és durva tapintás információit vezeti	a hő és a fájdalom információit vezeti	vezeti a finom tapintás és rezgés információit

	PROPRIOCEPTÍV ÉRZÉKELÉS		INTEROCEPTÍV ÉRZÉKELÉS
Érzékelés típusa	<i> tudatos</i> TUDATOS PROPRIOCEPTÍV	NEM TUDATOS PROPRIOCEPTÍV	INTEROCEPTÍV
Pálya (traktus, nyaláb)	gerincvelő-nyúltagygi Goll-féle (gracilis) és Burdach-féle (cuneatus) pálya	gerincvelői-kisagyi hátsó (Flechsig-) és előlő keresztezett (Gowers-) pálya	Elölő és oldalsó szpinotalamikus pálya
Receptorok	– ideg-izom orsók – Göllgi-féle szervek – Vater-Pacini-teszték – szabad idegvégződésék	– ideg-izom orsók – Pacini-teszték – nyomásérzékelő és tapintó teszték	– interoreceptorok – belső szervek szabad idegvégződésék
Protoneuron	csigolyaközti dúc	csigolyaközti dúc	csigolyaközti dúc
Deutoneuron	Goll- és Burdach-magvak a nyúltagyban	hátsó szarvak	hátsó szarvak
Köteg	hátsó egyenes (direkt) köteg	oldalsó egyenes és keresztezett köteg	előlő és oldalsó keresztezett kötegek
Harmadik neuron	talamusz	—	talamusz
Agykérgi kivetítődés	I. testérzőmező	paleocerebellum	elsődleges és másodlagos érzőmezők
Működés	bőr, izmok, csontok, ízületek proprioreceptoraitól vezetí az információkat a tudatos mozgások koordinálásához	az izomtónus egybehangolásához szükséges információkat vezetí	a zsigeri információkat vezetí

2.* A leszálló pályák (4. táblázat) az akaratlagos (piramidális nyaláb) és a nem akaratlagos (extrapiramidális) mozgáshoz szükséges információt szállítják. A piramidális nyalábokon vezetett parancsok finom, akaratlagos mozgásokat váltanak ki. Az extrapiramidális nyalábok által vezetett parancsok ellenőrzik a tónusos testtartást, a járással kapcsolatos automatikus mozgásokat, a beszédet, az írást, egyes érzelmi állapotokat és az önkéntelen (automatikus) viselkedést.

Ezeket a pályákat 2 neuron alkotja: az első a nyúltagyban vagy az agykéregben található, a második a gerincvelő előlő szarvaiban.



AKARATLAGOS

NEM AKARATLAGOS

	PÁLYA	KÖTEG (amely tartalmazza)	EREDET (első neuron)	Kereszteződés	UTOLSÓ NEURON	MŰKÖDÉSEK
PIRAMIDÁLIS PÁLYÁK	Cortico-nuclearis		mozgató neocortex	kereszteződés az agytörzsben	agyidegek mozgató magvai	az akaratlagos mozgatóidegimpulzusokat az agytörzsi magvakhoz vezeti, ezek a fej, a szemgolyó és a nyelv izmaihoz továbbítják
	Egyenes piramidális	Elülső	mozgató neocortex	kereszteződés a gerincvelőben	gerincvelő ellentétes oldali elülső szarvai	akaratlagos mozgásokat vezet az ellenkező oldali vázizmokhoz
	Keresztezett piramidális	Oldalsó	mozgató neocortex	a nyúltagyban kereszteződik, ahol létrehozza a piramidális kereszteződést	gerincvelő ellentétes oldali elülső szarvai	akaratlagos mozgásokat vezet a nyak, a törzs és a végtagok izmaihoz
EXTRAPIRAMIDÁLIS PÁLYÁK	Cortico-striatalis	–	mozgató neocortex	egyenes	csíktolt testek	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-rubralis	–	mozgató neocortex	egyenes	középgyag vörösmagvai	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-nigralis	–	mozgató neocortex	egyenes	középgyag feketeállománya	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-tectalis	–	mozgató neocortex	egyenes	középgyag ikertestjei	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-olivalis	–	mozgató neocortex	egyenes	nyúltagy	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-reticularis	–	mozgató neocortex	egyenes	agytörzs retikuláris állománya	összehangolja a nem tudatos mozgásokat
	Cortico-striato-mesencephalicus	–	mozgató neocortex	egyenes	középgyag	összehangolja a poszturális és magatartási reflexeket
	Cortico-ponto-cerebellaris	–	mozgató neocortex	egyenes	kisagy	összehangolja a finom mozgásokat
	Tecto-spinalis	elülső oldalsó	felső ikertestek	kereszteződés a középgyagban	gerincvelő elülső szarvai	összehangolja a látási és hallási ingerek által kiváltott testtartási reflexeket
	Nigro-spinalis	elülső oldalsó	feketeállomány	egyenes	gerincvelő elülső szarvai	ellenőrzi az izomtónust
	Rubro-spinalis	oldalsó	vörösmag	kereszteződés a középgyagban	gerincvelő elülső szarvai	összehangolja az izomtónust, serkenti a hajlítóizmokat, gátolja a nyújtóizmokat
	Reticulo-spinalis	elülső oldalsó	nyúltagy és híd retikuláris magvai	keresztezett és egyenes a gerincvelőben	gerincvelő elülső szarvai	ellenőrzi az izomtónust
	Oldalsó és középső vestibulospinalis	elülső	nyúltagyi vestibuláris magvak	egyenes	gerincvelő elülső szarvai	ellenőrzi az izomtónust
	Olivospinalis	elülső	nyúltagyi olivák	egyenes	gerincvelő elülső szarvai	ellenőrzi az izomtónust

18

GYAKORLAT*

1. Mutassuk ki a poliszinaptikus gerincvelői reflexeket az alábbi módon!

– Egy béka koponyájába szúrunk egy tűt (a nyakszirti nyíláson át), és mozgassuk jobbra-balra, hogy szétválasszuk a gerincvelőt az agyvelőtől. A béka gerincvelői sok állapotába kerül (megszűnik az izomtónus).

– 5–10 perc elteltével, amikor a béka sokos állapota feloldódik, függesszük állványra az állkapcsán átszúrt kampó segítségével!

– Készítsünk áramkört indukciós tekercessel, és az áramerősség fokozatos növelésével ingereljük a béka egyik lábán a lábujjak közötti hárttyát! Az elektromos áram helyett használhatunk 2-, 5-, 10-, 15%-os HCl- vagy H_2SO_4 -oldatot.

Az alacsony intenzitású inger **lokalizált reflexet** vált ki (pl. egy ujj behajlítását). Az erősség fokozatos növelésével kiváltható:

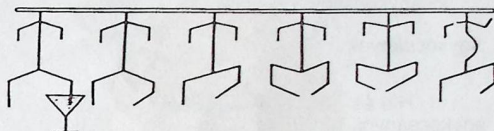
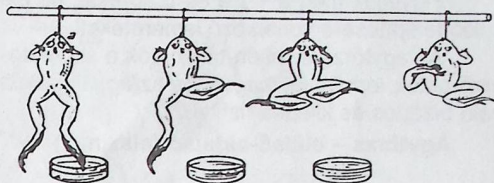
– **az egyoldali reflex** (a teljes hátsó végtag behajlítása);

– **a kétoldali szimmetrikus reflex** (mindkét hátsó végtag behajlítása);

– **a kisugárzó reflex** (minden végtag behajlítása);

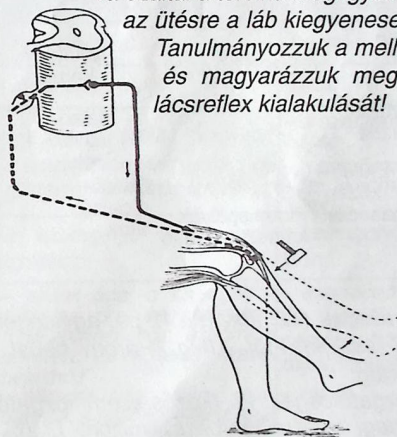
– **a generalizált reflex** (a test összes izmának behajlítása).

A kísérletet először Pflüger végezte el, és a kísérlet alapján megállapította a poliszinaptikus reflexek törvényeit, melyek a következők: **a) a lokalizálódás törvénye; b) az egyoldalúság törvénye; c) a szimmetria törvénye; d) a szétsugárzás törvénye; e) a generalizálódás törvénye.**



2. Az ember térdkalácsreflexét a következőképpen tanulmányozhatjuk: ülünk keresztbe tett lábakkal, kényelmesen, és kérjük meg egyik diáktársunkat, hogy egy kis kalapács segítségével üsse meg óvatosan a térdünk tájékát, kinyújtva ezáltal a térdínt. Megfigyelhetjük, hogy az ütésre a láb kiegyenesedik.

Tanulmányozzuk a mellékelt ábrát, és magyarázzuk meg a térdkalácsreflex kialakulását!



♦ AZ AGYTÖRZS

a) Külső felépítése

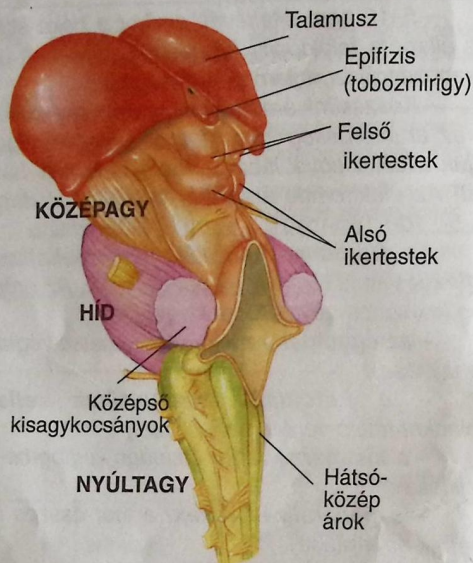
Figyeljük meg a 11. a és b ábrákat, és elevenítsük fel a X. osztályos tananyagból az agytörzs külső felépítésére vonatkozó ismereteket!

Az agytörzs szintjén találhatóak a szomato- és visceromotoros rostok valódi eredési helyei, az érzőrostok *terminális magvai* és az *agyidegek látszólagos eredési helyei* (a központi idegrendszerbe való belépés és kilépés helyei).

Agytörzs – elülső-oldalsó felszín (a)



Agytörzs – hátsó-oldalsó felszín (b)



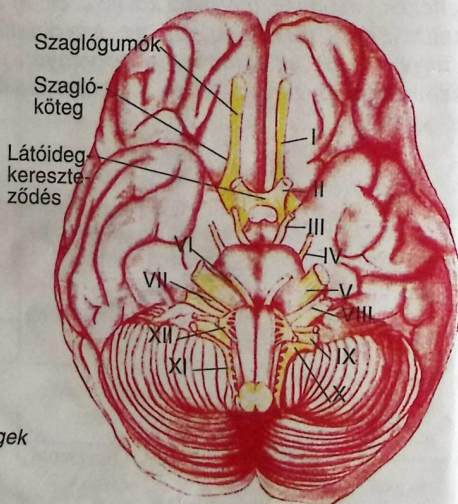
11. ábra – Az agytörzs külső felépítése

b*) Az agyidegek (12. ábra): a 12 pár agyideget római számokkal jelöljük, I-től XII-ig. Három típust különböztetünk meg:

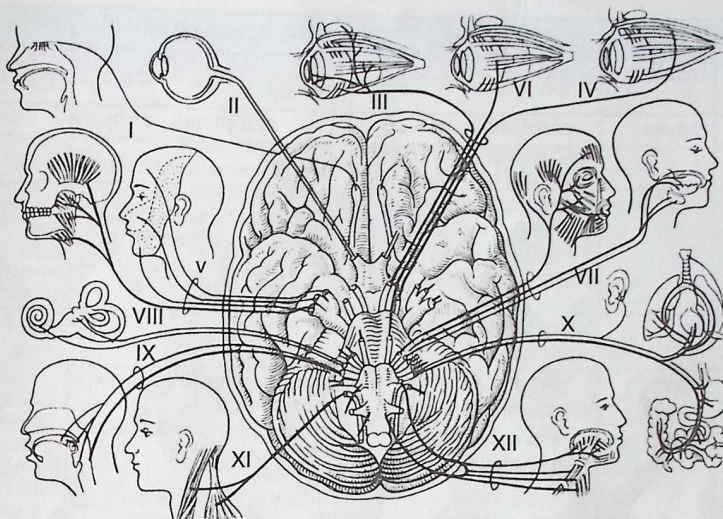
– mozgatóidegek: III. (közös szemmozgató ideg), IV. (sodorideg, a felső ferde szemizomé), VI. (szemtávolsító ideg), XI. (járulékos ideg) és XII. (nyelv alatti ideg);

– érzőidegek: I. (szaglóideg), II. (látóideg), VIII. (egyensúlyi és hallóideg);

– vegyes idegek: V. (háromosztatú ideg), VII. (arcideg), IX. (nyelv-garat ideg), X. Az agyidegek típusát, szerkezetét, szétágazását és működését az 5. táblázatban foglaltuk össze (lásd 13. ábrát is).



12. ábra – Agyidegek



13. ábra – Az agyidegek szerkezete és szétágazása

5*. táblázat – Az agyidegek típusa, felépítése, szétágazása és szerepe

Agyideg	Típusa	Felépítése	Szétágazása	Szerepe
I. Szaglóideg	érző	szagérző rostok	szaglóhám	szaglás
II. Látóideg	érző	látórostok	ideghártya (retina)	látás
III. Szemmozgatóideg	mozgató	szomatomotoros és visceromotoros rostok	– a szemmozgató izmokhoz – a szivárványhártya és a sugártestek körkörös izmaihoz	– a szemgolyók mozgása – a pupillaszűkítő reflex – az akkomodációs reflex
IV. Sodorideg	mozgató	szomatomotoros rostok	a szemgolyó felső ferde izmához	a szemgolyó mozgása
V. Háromosztatú ideg	vegyes	– szemi ága: érzőrostokat tartalmaz – állcsonti ága: érzőrostokat tartalmaz – állkapocsi ága: érző- és mozgatórostokat tartalmaz	– szemi ága: a szemgolyóhoz, az orr- és arcüregek nyálkahártyájához, a homlok bőréhez és a felső szemhéjakhoz – állcsonti ága: a lágycsont padhoz, a felső fogakhoz és a fogínyhez, az orr nyálkahártyájához és a légzőhámhoz, a felső ajakhoz, a halántéki, arccsonti tájék bőréhez és az alsó szemhéjakhoz – állkapocsi ága: az érzőrostok az állkapocson, a három pár nyálmirigyben, a nyelv elülső részében, a fülkagyló és az arc bőrében, alsó ajakban, az alsó fogakban és a fogínyben oszlanak szét; a mozgatórostok a rágóizmokban, a dobhártya és a lágycsont feszítőizmaiban végződnek	– exteroceptív (az arc és a fejé) és proprioceptív érzékelés (a rágóizmoké) – rágás

Agyideg	Típusa	Felépítése	Szétágazása	Szerepe
VI. Szemtávító ideg	mozgató	szomatomotoros rostok	a szemgolyó külső egyenes izmához	a szemgolyó mozgása
VII. Arcideg	vegyes	– ízérzékelő rostok – szomatomotoros rostok – paraszimpatikus visceromotoros rostok	– az érzőrostok a nyelv nyálkahártyájából – a szomatomotoros rostok a mimikai izmokba – a paraszimpatikus visceromotoros rostok a nyál-, a könny- és az ornyálkahártya-mirigyekbe	– ízérzékelés (a nyelv első kétharmad részén) – mimika – nyáleválasztás (álkapocs alatti és nyelv alatti mirigyek), a könny- és ornyálkahártya-mirigyek működése
VIII. Halló-egyensúlyérző ideg	érző	halló és vestibuláris érzőrostok	–	hallás- és helyzetérzékelés
IX. Nyelv-garat ideg	vegyes	– szomatoszenzitív és szomatomotoros rostok – visceroszenzitív és visceromotoros rostok	– a szomatomotoros rostok a garat izmaiba – a paraszimpatikus visceromotoros rostok a pajzsmirigybe – a szomatoszenzitív rostok a garatból és középfülből – a visceroszenzitív rostok a szív- és érrendszeri reflexogén övezetekből	– a garat emelése – nyáleválasztás (fültőmirigy) – exteroceptív érzékelés (garat, Eustach-féle kürt, középfül) – a szívritmusműködést és tüdőszellőzést gátló reflex afferens pályáját alkotja – ízérzékelés (a nyelv hátsó harmadában)
X. Bolygóideg	vegyes	– szomatoszenzitív rostok, visceroszenzitív rostok és ízérzékelő rostok – szomatomotoros és visceromotoros rostok	– a szomatoszenzitív rostok: a külső fül bőréből, a garat és a gége nyálkahártyájából – a visceroszenzitív rostok: a belső szervek interoreceptorából és a reflexogén övezetből – a szomatomotoros rostok: a garat, a gége és a lágy szájpad izomzatába – a visceromotoros rostok: a mellüregi és hasüregi szervek simaizmaiba és mirigyéibe – ízlelőrostok: az ízlelőreceptorokból	– a bőr és a nyálkahártyák általános érzékelésében – a mirigyszekrécióban – a gége és a simaizmok mozgásaiban – a szív működés és tüdőszellőzés gátló reflexének afferens pályájaként – részt vesz az interoceptív és ízérzékelés pályájának alkotásában
XI. Járulékos ideg	mozgató	szomatomotoros rostok	a gége izmaiban, a fejbiccentő izomban és a trapézizomban	a gége, a fej és a váll mozgása
XII. Nyelv alatti ideg	mozgató	szomatomotoros rostok	a nyelv izomzatában	a nyelv mozgása

c) Belső szervezete

Az agytörzs a gerincvelőhöz hasonlóan szürke- és fehérállományból épül fel. A szürkeállomány belül helyezkedik el, és a különböző pályák kereszteződése miatt magvakra darabolódott: *mozgató-, érző-, vegetatív és saját* magvakra. (Lásd a 6.1. táblázatot!) A fehérállomány kívül helyezkedik el; a következő rostok alkotják: *specifikus felszálló rostok* (gerincvelői pályák folytatása), *illetve nem specifikus rostok* (felszálló aktiváló rendszer), *nyúltagyí-középagyi érzőmagvak rostjai*, *leszálló rostok* (amelyek a központi idegrendszer felsőbb szintjeiből vagy az agytörzsből erednek), *társítórostok* (kapcsolatot teremtenek az agytörzsi magvak és a kisagykocsányok között).

d*) Az agytörzs működése reflexközponti és ingerületvezető.

• A reflexközpont szerepét a szürkeállomány egyszerű és önműködő központjai töltik be; ezen a szinten fontos szomatikus és vegetatív reflexek záródnak (lásd a 6.2. táblázatot).

6.1*. táblázat

	MOZGATÓMAGVAK	ÉRZŐMAGVAK	VEGETATÍV MAGVAK	SAJÁT MAGVAK
NYÚLT- AGY	a IX., X., XI. és XII. agyidegek eredési helyét képviselik	deutoneuronokat tartalmaznak (az általános érzékelés pályáinak második neuronja), amelyekben az V., VII., VIII., IX. és X. agyidegek érzőrostjai szinaptizálódnak	– a vegetatív reflexek központjait képviselik, valamint az agyidegek paraszimpatikus rostjainak valódi eredési helyét – a felső nyáleválasztási mag és a bolygóideg hátsó magva	– a retikuláris állományban elterjedtebb – a retikuláris állomány magvai (mozgató-, érző- és társítóneuronokból állnak), olajka magvak és a Goll-, valamint a Burdach-magvak
HÍD	az V., VI., VII. agyidegek magvai	az V. agyideg fő terminális magva és a VIII. agyideg cochleáris magvai	a felső nyáleválasztási mag és a könnyelválasztás magva	szív- és érrendszeri (cardiovascularis), valamint légzési magvak
KÖZÉP- AGY	a III. és IV. agyidegek magvai	az V. agyideg közép-agyi traktusának magva	a III. agyideg járulékos magva (Edinger–Westphal-mag)	a feketeállomány (substantia nigra), a vörösmag és a retikuláris állomány

6.2*. táblázat

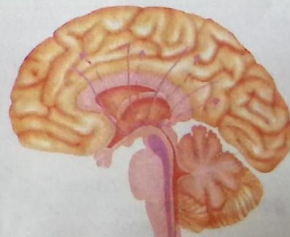
NYÚLTAGY	az emésztés motoros és elválasztási reflexei, a légzés reflexei, a szív és érrendszer alkalmazkodó (vegetatív) reflexei, a tüsszentés, a köhögés és a nyelés reflexei
HÍD	nyáleválasztási reflexek (álkapocs alatti és nyelv alatti mirigyek), a könnyezés, a légzés, a szív- és érrendszeri reflexek (vegetatív), a rágási és a pislogási reflexek
KÖZÉPAGY	– a pupilla fotomotoros (pupillaszűkítő) és akkomodációs (vegetatív) reflexe, statikus és sztatokinetikus (szomatikus) reflexek, amelyek biztosítják a normális testtartást mozgáskor és nyugalomban – az ikertestek által egybehangolt tájékozódási reflexek: látási-tájékozódási (oculocephalogyricus) reflex, ami meghatározza a szem mozgását a vizuális inger irányába, illetve a hallási-tájékozódási (acusticocephalogyricus) reflex, ami meghatározza a fej mozgását a hanginger irányába

• Az ingerületvezetés szerepét a fehérállomány tölti be:

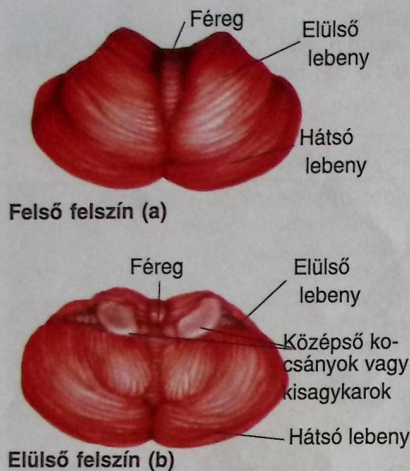
➤ A specifikus felszálló pályák a gerincvelő folytatásában vezetnek az exteroceptív, a proprioceptív és az interoceptív ingerületeket (a gerincvelő tanulmányozásakor leírt rostok által).

➤ A nem specifikus felszálló pályák hosszú rostokat tartalmaznak. Miután a talamuszban átkapcsolódnak, szétszóródnak és nem specifikusan vetítődnek az agykéregbe.

➤ A retikuláris állomány a nyúltagtól a talamuszig terjed. Ez alkotja a felszálló aktiváló rendszert (rövidítve: F.A.R.), ami felkészíti az agykérget az exteroceptív, a proprioceptív és az interoceptív specifikus



14. ábra – Felszálló aktiváló rendszer



15. ábra – A kisagy külső felépítése

felszálló pályák által továbbított ingerek felfogására (14. ábra). Az agykéreg visszahat a retikuláris állományra, ezzel fenntartja ennek ingerületi állapotát, amelynek fontos szerepe van az ébrenléti-alvási állapot mechanizmusában. Így kialakul az agykéreg – retikuláris állomány – agykéreg kör, ami által az agykéreg fenntartja saját tónusát.

➤ A leszálló pályák (piramispályák és extrapiramidális pályák) az akaratlagos és az akaratától független mozgásokat kiváltó információkat vezetik (lásd a gerincvelőnél tanultakat).

➤ A társítópályákat a saját nyalábok alkotják, ezek kapcsolatot teremtenek az agytörzs és a kisagykocsányok között.

◆ A KISAGY (CEREBELLUM)

a) Külső felépítése

Figyeljük meg a 15. a és b ábrákat, és eleveintsük fel a X. osztályos tananyagból a kisagy külső felépítésére vonatkozó ismereteket!

b) Belső szerkezete

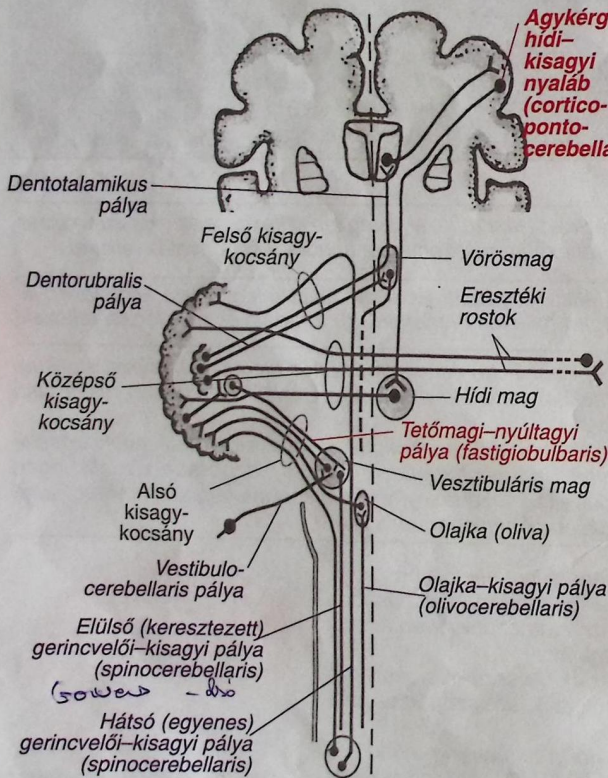
A szürkeállomány kívül a kisagykérget, belül a **kisagyi magvakat** alkotja.

A fehérállomány a **kisagy belső részében** helyezkedik el. Két rosttípus alkotja: a **vetületi** és **kisagyon belüli (intracerebrális) rostok**. A vetületiek lehetnek **afferensek** és **efferensek**. A kisagyon belüliek lehetnek **kapcsolatteremtők** (kapcsolatot teremtenek a kisagykéreg és a kisagyi magvak között) és **eresztéki rostok** (összekötik egymással a **kisagyféltekéket**) (16. ábra).*

c) A kisagy funkciói

A kisagy legfontosabb feladatai: az izomtónus fenntartása, a mozgások összehangolása és az egyensúly megtartása.

Az archicerebellumnak – a vestibuláris készülék mellett – lényeges szerepe van a statikus és dinamikus egyensúly megtartásában. Az archicerebellum kiirtása kiváltja az antigravitációs izomzat hipotóniáját, és járási zavarokat okoz. Az archicerebellum ingerlését követi a feszítőizmok tónusának és az agykéreg



16. ábra – Kisagyi pályák

által irányított mozgások csökkenése.

A paleocerebellumnak lényeges szerepe van az izomtónus szabályozásában. Ennek a lebeny-
nek a kiirtása fokozott csont-ín reflexeket és járási zavarokat vált ki.

A neocerebellum részt vesz az agykéreg által kiváltott finom mozgások koordinálásában
(összehangolásában). Kiirtása az izomtónus jelentős csökkenését, járászavarokat, a finom és pontos
mozgásképesség elvesztését eredményezi.

A kisagy sérülése vagy kiirtása nem halálos, de súlyos helyváltoztatási és egyensúlyzavarokat
okoz: *astasia* (a beteg széles alátámasztási felület nélkül képtelen lábon állni), *aszténia* (gyors
izomfáradás), *atónia* (csökkent izomtónus). Ezek a zavarok idővel csökkenhetnek, mivel a kisagy
fontosabb funkcióit az agykéreg veszi át.

♦ KÖZTIAGY (DIENCEPHALON)

Az agyféltekék alatt, az agytörzs folytatásában található, és a
következő 5 idegi struktúra alkotja: **talamusz, metatalamusz, szubtalamusz, epitalamusz és hipotalamusz** (7. táblázat).

a) Külső felépítése. Két felszíne van:

– az alapi felszín, mely kívül található, és más képződmények
mellett a látóideg kereszteződését, a látóidegeket és a hipofízist
tartalmazza;

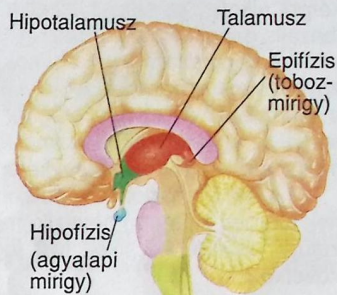
– a hátsó felszín agyféltekék által borított; más képződmé-
nyek mellett tartalmazza az epifízist és a talamust (17. ábra).

b) Belső szerkezete

A fehérállomány afferens, efferens és magvak közötti (internukleáris) pályákat alkot. Az afferens
pályák a bolygóideg hátsó magvából, a köztiagyból, a látópályától, szaglóképletektől, talamuszból, az
extrapiramidális rendszertől és az agykéregből érkeznek. Az efferens pályák a középgagy, talamusz,
hipofízis, agytörzs, látóhuzal és agykéreg felé haladnak.

c) A köztiagy funkciói (szerepe)

Két fontos funkciója van: kapcsolóállomásként működik az érző- és az érzékelő pályák mentén
és összehangolja a vegetatív életműködéseket. Tevékenységét teljes mértékben az agykéreg irá-
nyítja.



17. ábra – A köztiagy alkotórészei

7. táblázat – A köztiagy működése

	Működés
TALAMUSZ	– a specifikus érzékelés összes felszálló pályái számára a harmadik kapcsolóállomást képviseli – kéregalatti kapcsolatokat létesít – az agykéreg társítómezőjével létesít kapcsolatot
METATALAMUSZ	kapcsolóállomást képvisel a látópályák (külső vagy oldalsó térdes testek, corpus geniculatum laterale) és a hallópályák (belső vagy középső térdes testek, corpus geniculatum mediale) számára
SZUBTALAMUSZ	az extrapiramidális rendszerhez tartozik, és az agykérgi mezőkben keltett motoros tevékenységek stabilizálásában van szerepe
EPITALAMUSZ	– egybehangolja az emésztés motoros és elválasztó reflexeit (a habenuláris magvak révén) – egybehangolja a szomatikus szaglóreflexeket (a habenuláris magvak révén) – hatással van a hipotalamusz-hipofízis rendszerre
HIPOTALAMUSZ	– egybehangolja és ellenőrzi a vegetatív funkciókat – fenntartja a homeosztázist – szabályozza a táplálék- és vízfelvételt, valamint a testhőmérsékletet – szabályozza az ébrenléti-alvási bioritmust – szabályozza az érzelmi és szexuális viselkedést

az agyféltekék

◆ AZ AGYFÉLTEKÉK

(TELENCEPHALON VAGY NAGYAGY)

A központi idegrendszer legterjedelmesebb részét képviselik.

a) Külső felépítése (18. ábra)

Figyeljük meg a 18. ábrát és elevenítsük fel a X. osztályos tananyagból az előagy külső felépítésére vonatkozó ismereteket!

b) Belső szerkezete és funkciói

A szürkeállomány az agyféltekék felszínén *agykéreg* alkot, a thalamusz fölött és alatt a *törzsdúcokat* (bazális ganglionokat) képezi (19. ábra).

A törzsdúcokhoz *afferens rostok* érkeznek az *agytörzs extrapiramidális képleteitől*, a *hipotalamusztól*, a *talamusztól* és az *agykéregtől*. A törzsdúcok *efferens rostjai* az *agytörzs extrapiramidális képletei*, a *hipotalamusz*, a *talamusz* és az *agykéreg felé haladnak*.*

A farkalt magot és a putamént együtt csíktestnek (*corpus striatum*) nevezik, mivel szövettani szerkezetük hasonló. A csíktest legfontosabb funkciói a következők:

- részt vesz az extrapiramidális pályák alkotásában;

- gátolja a harántcsíktest izmok tónusát;

- hozzájárul az agykéreg által vezérelt automatikus és sztereotip mozgások kialakulásához és a mozgások egészének szabályozásához (felerősíti vagy gátolja a motoros idegközpontok tevékenységét úgy, hogy az általuk kiváltott mozgások megfeleljenek a folyamatos szükségleteknek);

- az agykéreg által vezérelt aktív mozgásokra mérsékelő hatással vannak.

Az **agykéreg** a szervezet környezetbe való beépülésének legfelső ellenőrző és egybehangoló szakaszát képviseli.

Tartalmazza a thalamusz körül félkörben elhelyezkedő limbikus rendszert.

A **limbikus rendszer** (20. ábra) kapcsolatban van egyes thalamikus magvakkal, a hipotalamuszsal, a középagggyal és a szaglász analizátorával.

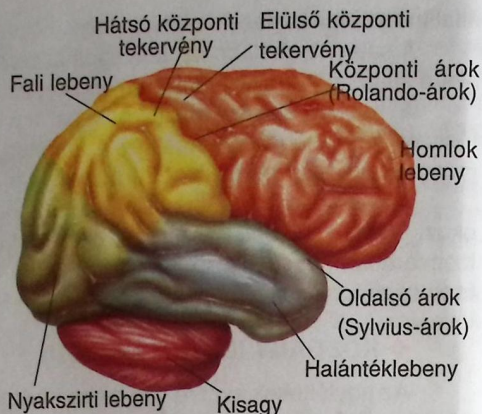
A limbikus rendszer legfontosabb funkciói:

- a szaglóz afferenciák elsődleges kivetítődési és integrálódási övezete;

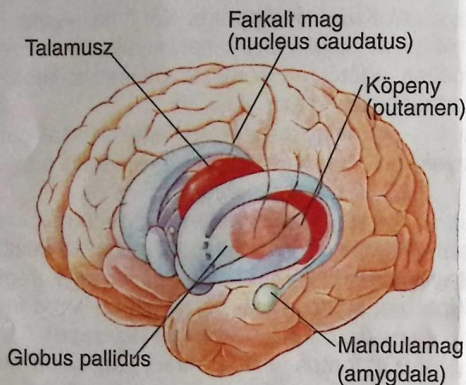
- a **hipotalamuszsal** együtt ellenőrzi és szabályozza a vegetatív és endokrin működéseket, ezzel hozzájárul a belső környezet homeosztázisának fenntartásához;

- részt vesz az érzelmi és ösztönös táplálkozási és szexuális viselkedések egybehangolásában;

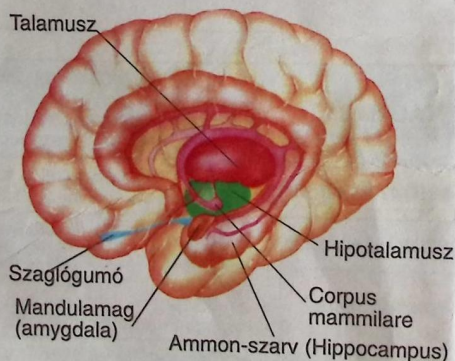
- részt vesz a jutalmazás-büntetés folyamatában, ami a viselkedéshez és a táplálkozáshoz kapcsolódó szomatikus mozgások ellenőrzésében nyilvánul meg. E működés alapján jönnek létre a belső



18. ábra – Agyféltekék – oldalnézet



19. ábra – Törzsdúcok



20. ábra – Limbikus rendszer

motivációk (okok összessége, amelyek elvezetnek egy viselkedési formához), ezek segítik elő a tanulás fizikai és szellemi készségeinek kialakulását.

A X. osztályos tananyagban tanuljuk, hogy működési szempontból a neocortex mezőkre (érző, érzékelő, mozgató és vegetatív) és övezetekre (receptor, effektor, vegetatív és asszociációs) osztható (21. ábra).

1. A receptor neocortex a specifikus érzékelések kérgi kivetítődési területe, érző- (testérző) és érzékelő-mezőket (látó, szagló, ízlelő, halló, egyensúlyérzékelő) tartalmaz.

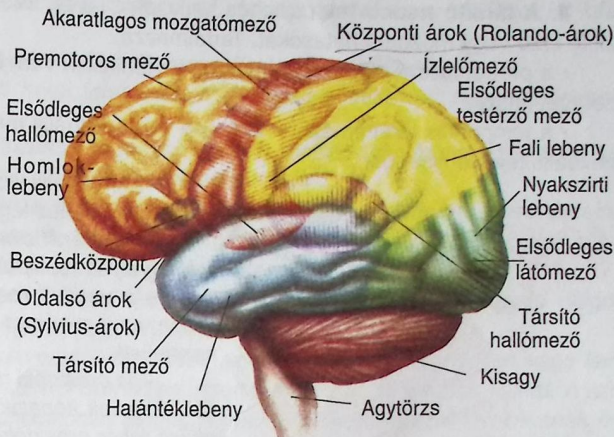
Az érzékelés kérgi vetülete az elsődleges testérzőmezőben aránytalan méretű emberkéhez hasonló – érző *homunculus*. A test különböző tájai nem felületük nagyságának, hanem receptoraik sűrűségének arányában vannak képviselve. Következésképpen a legkiterjedtebb kérgi vetülettel az ajkak, a nyelv és a kéz rendelkezik.

2. A motoros neocortex azokat az agykérgi mezőket foglalja magában, amelyek mozgatóimpulzusokat küldenek az agyidegek és a gerincvelői idegek mozgatómágvaihoz, valamint a különböző agykéreg alatti központokhoz.

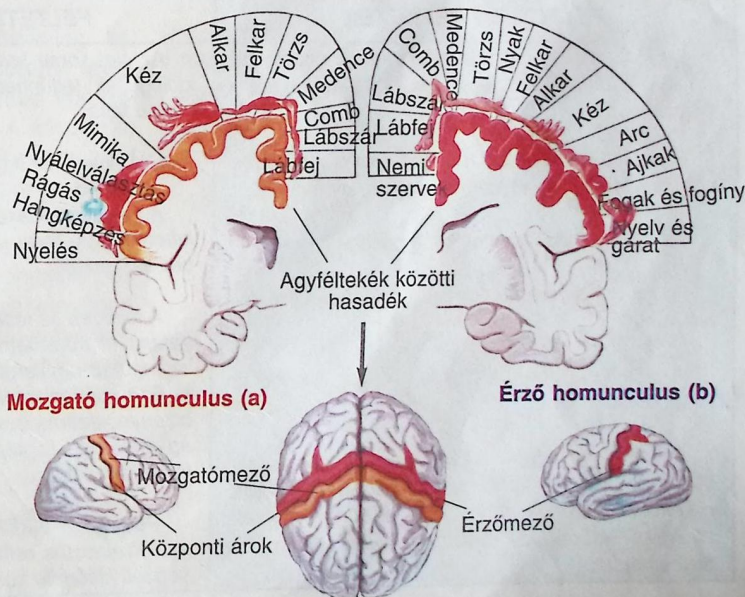
Kérgi képviselte – a *mozgató homunculus* (22. a ábra) – a fő mozgatómezőben van, és hasonló az érző homunculushoz. A test különböző tájaihoz képest a kéznek nagyobb a kérgi vetülete (mert részt vesz sok durva és finom mozgás kialakításában).

A vetületi pályák keresztesződése által az érző- és mozgatómezők a test ellenkező oldalán levő területek egybehangolásáért felelősek.

3. A vegetatív neocortex a prefrontális mezőt alkotó motoros mezőket tartalmazza. A vegetatív neocortex agykérgi képviselte hasonló a szomatomotoroshoz.



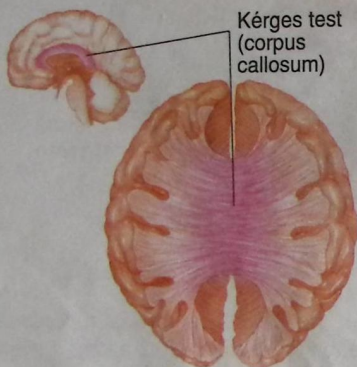
21. ábra – Érző, mozgató és társító kérgi mezők



22. ábra – Agykérgi lokalizációk
a – moztató homunculus
b – érző homunculus

4. A társító neocortex pszichés funkciókat lát el. Ezeknek az övezeteknek az ingerlése nem vált ki érző vagy mozgató hatásokat. Tartalmazza:

- a prefrontális társítómezőt – vegetatív funkciója van, de a személyiség meghatározásában is szerepet játszik;
- a temporális társítómezőt – szerepe van a vizuális memóriában, az érzelmi reakciókban és a szexuális tevékenységben;



23. ábra – Eresztéki rostok

- a parietalis-occipitalis társítómezőt – biztosítja a szomatikus érzékelés legfelső integrálódását.

A **fehérállomány*** belül található, és háromféle velőhüvelyes rosttípus alkotja:

- a vetületi rostok érzékelők és mozgatók, ezek kötik össze az agykéregt a központi idegrendszer alacsonyabb szintjeivel;
- az eresztéki rostok, amelyek összekötik a két agyféltekét. A rostok képezik a kérges testet, az agyboltozatot és az elülső fehér eresztéket;
- a társítórostok teremtenek kapcsolatot egy félteke különböző területei között.

Az agyféltekék szerepének tanulmányozására használt, ma is alkalmazott módszerek: anatómiai, szövettani, kísérlet-sebészeti (sérülés, eltávolítás), elektrofiziológiai és a feltételes reflex tanulmányozási módszere.

FELTÉTLEN REFLEXEK	FELTÉTELES REFLEXEK
Öröklődnek az utódokra; a faj minden egyedénél megnyilvánulnak, és az egyed egész életében fennmaradnak. Reflexíveik a központi idegrendszer alacsonyabb szintjein záródnak (köztiagy, agytörzs, gerincvelő). Az egyéni tapasztalatoktól függetlenek. A faj fennmaradásának elengedhetetlen feltételei. * A feltétlen inger hatását ugyanolyan állandó és stabil reakció követi. Példák: nyálérválasztási, légzési, tüsszentési, köhögési reflexek, fájdalominger által kiváltott hajlító reflexek, ösztönök (bonyolult feltétlen reflexek, amelyek különböző alkalmazkodási formákat biztosítanak).	Az élet során tanúlással szerzett reflexek, ezért időlegesek (eltűnhetnek). Az egyedre jellemzőek, nem a fajra. Reflexíveik az agykéreg szintjén záródnak. A feltétlen reflexek alapján jönnek létre; hiányuk lehetetlenné teszi a szervezet környezetbe való beilleszkedését. A feltétlen és feltételes inger egyidejű és ismételt hatásával alakíthatók ki, ennek eredményeképpen az ingerelt agykérgi mezők között kapcsolat alakul ki. Ez a kapcsolat lehetővé teszi azt, hogy az ingerek bizonyos számú egybeesése után a feltételes inger egymagában is képes legyen kiváltani a feltétlen inger reflexét. Például az auditív nyálérválasztás vagy a vizuális nyálérválasztás reflexe (Pavlov mutatta ki kutyával végzett kísérlete során).

A kérgi reflexek lehetnek *feltétlen* (veleszületett) és *feltételes* (tanulás által szerzett) reflexek.*

Az agykéreg működése két lényeges idegi folyamattal, az ingerléssel és a gátlással jut kifejezésre.

Az ingerlés váltja ki, tartja fenn és erősíti állandóan az effektorok működését.

A gátlás az ingerléssel ellentétes kérgi folyamat, amely lassítja, késlelteti vagy időlegesen megszünteti az effektorok működését.

Az ingerlés és a gátlás állandó változásban van, és egymást kölcsönösen feltételezik. A két folyamatnak ez a folytonos dinamikája jelenti az agykéreg dinamikáját.

A jelző funkció az agykéregnek azt a képességét jelenti, hogy képes felfogni a szervezetre közvetlenül nem ható, közömbös ingereket, amelyek nyomán a szervezetet érhetik biológiailag kedvező vagy kedvezőtlen hatások. Pavlov szerint két jelzőrendszer van.

1. Az első jelzőrendszer az embernél és az állatoknál egyaránt jelen van; a környező világot külső ingerekkel jelzi, amelyek az agykéreghez az analizátorok által jutnak el.

2. A második jelzőrendszer a nyelvezet, amely csak az emberre jellemző (kiejtett vagy leírt szó). A szó helyettesíthet az első jelrendszerből bármilyen ingert, és így a jelek „jelévé” válhat. A szó az elvonatkoztatás, általánosítás és a gondolkodás alapja. A második jelzőrendszer létezésének és működésének eredménye a tudat, az objektív valóság magasabb rendű visszatükröződése. A második jelzőrendszer a környezettel való kapcsolatát az első jelzőrendszer révén valósítja meg.

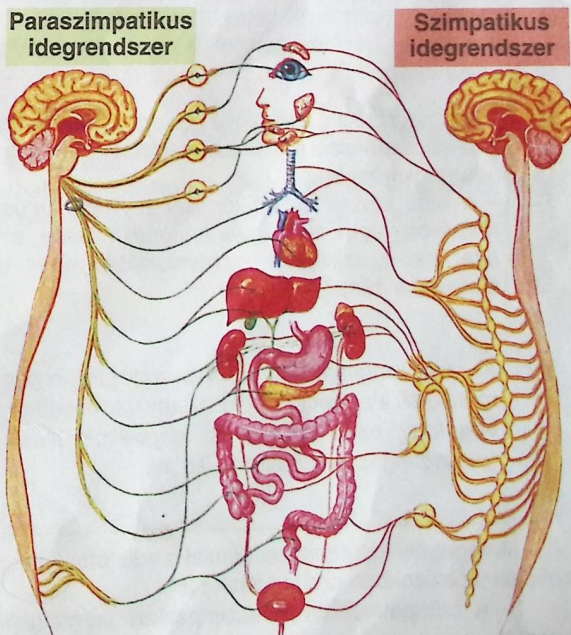
Az agykéreg biztosítja a szervezet környezetbe való beilleszkedését és a környezethez való alkalmazkodását.*

◆ A VEGETATÍV IDEGRENDSZER

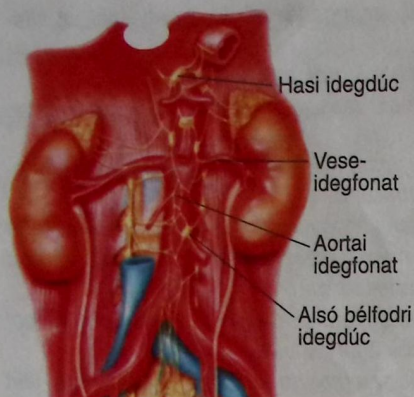
A vegetatív idegrendszer a tudatunktól független zsigeri tevékenységek egybehangolását valósítja meg.

Szerkezeti és működési szempontból két részből áll: **szimpatikus vegetatív idegrendszer**, illetve **paraszimpatikus vegetatív idegrendszer** (24. ábra). A két alkotó mindenike egy központi részből és egy periférikus részből épül fel. A központi részt a gerincvelőben és az agytörzsben az idegközpontokat alkotó vegetatív neuronok képviselik. A gerincvelő háti szelvényeiben és agyféli tájékának első két szelvényében szimpatikus, keresztájtájéki szelvényeiben pedig paraszimpatikus idegközpontok találhatók. Az agytörzs csak paraszimpatikus idegközpontokat tartalmaz. A periférikus részt a központi idegrendszeren kívüli neuronok alkotják, melyek idegdúcokat, idegrostokat és vegetatív fonatokat képeznek.

A vegetatív idegrendszer a zsigerek szintjén szimpatikus és paraszimpatikus idegfonatokat képez, amelyekről posztganglionáris rostok haladnak a zsigerek felé (25. ábra).



24. ábra – A vegetatív idegrendszer alkotóelemei



25. ábra – Vegetatív idegfonatok

Az idegfonatokat az alkotó rostok természete szerint osztályozzák:

a) prevertebrálisak: hasi idegfonat, felső és alsó bélfodri fonatok;

b) previszcerálisak: garat-, gége-, pajzsmirigy-, nyelőcső-, szív-, tüdő-, gyomor-, máj-, hasnyálmirigy-, lép-, felső és alsó medencei fonatok;

c) intramurálisak: Meissner- és Auerbach-féle fonatok (a bélcsatorna falában), a vérerek falában található fonatok.

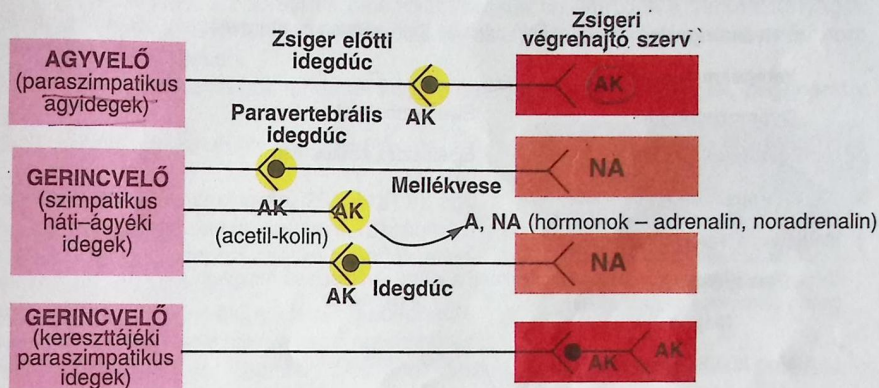
A vegetatív idegrendszer, akárcsak a szomatikus, reflexmechanizmusok alapján működik.

	PARASZIMPATIKUS REFLEXÍV*	SZIMPATIKUS REFLEXÍV*
RECEPTOROK	interoreceptoroknak nevezzük, és az ingerek természete szerint lehetnek: baro-, kemo-, ozmo- és fájdalomreceptorok	
AFFERENS PÁLYA	– a koponyai paraszimpatikus központok afferens pályáit az agyidegek viszceroszenzitív neuronjainak dendritjei és axonjai alkotják – a keresztstáji paraszimpatikus központok afferens pályáit a gerincvelő keresztstáji szakaszának oldalsó szarvaiban levő viszceroszenzitív neuronok dendritjei és axonjai képezik	a gerincvelői idegdúcok viszcero-szenzitív neuronjainak dendritjei és axonjai alkotják
IDEGKÖZPONTOK	– az agytörzsben, valamint a gerincvelő ágyéki tájékának oldalsó szarvaiban található vegetatív paraszimpatikus neuronok képviselik – a fenti központok működését a hipotalamusz elülső részének vegetatív magvai hangolják össze, az utóbbiakat pedig az agykéreg homloklebenyének vegetatív központjai irányítják	– a gerincvelő oldalsó szarvainak vegetatív szimpatikus neuronjai képviselik – ezek működését a hipotalamusz hátsó részének vegetatív magvai hangolják egybe, ezeket pedig az agykéreg homlok- és hippocampus (limbikus rendszer) tekervényei ellenőrzi
EFFERENS PÁLYA	az idegközpontok neuronjainak axonjai (preganglionáris rostok) és a zsiger közelében vagy azok falában található vegetatív paraszimpatikus idegdúcok rövid axonjai (posztganglionáris rostok) alkotják	a gerincvelő vegetatív szimpatikus központjainak neuronjai, a paravertebrális és a zsigeri dúcok neuronjainak tengelynyúlványai, amelyek preganglionáris és posztganglionáris rostokat képeznek (tehát a pályák két neuronból állnak)

A vegetatív idegrendszer kémiai mediátorai a preganglionáris és posztganglionáris neuronok közötti szinapszisokban szabadulnak fel:

– a szimpatikus és paraszimpatikus preganglionáris rostok acetil-kolint termelnek (kolinergikusak);

- a szimpatikus posztganglionáris rostok adrenalint (epinefrin – E) és noradrenalint (norepinefrin – NE) termelnek, tehát adrenergikusak. Kivételt képeznek a harántcsíkolt izomban és a bőr verejtékmirigyeiben végződők, ezek kolinergikusak;
- a paraszimpatikus posztganglionáris rostok kolinergikusak;
- a szimpatikus és paraszimpatikus preganglionáris neuronok kolinergikusak;
- a paraszimpatikus posztganglionáris neuronok kolinergikusak, míg a szimpatikus neuronok nagy többsége adrenergikus.



• A vegetatív idegrendszer ingerlésének hatásai

A szimpatikus idegrendszer a szokatlan és veszélyes helyzetekben lép közbe: a szervezetet kényszeríti állapotba helyezi. A paraszimpatikus idegrendszer hatásai diszkrétebbek, az élet megszokott feltételei között hatnak. A két vegetatív idegrendszer ingerlésének hatásait megfigyelhetjük a 8. táblázatban.

A szimpatikus vegetatív idegrendszer a mellékvese velőállományával együtt mozgósítja és megerősíti a szervezet védekezőképességét a környezet agresszív tényezőivel szemben. A szimpatikus ingerlés növeli a katabolikus reakciók intenzitását.

A paraszimpatikus vegetatív idegrendszer hatása ellentétes a szimpatikussal. A paraszimpatikus ingerlés hatásai lokalizáltak, újjáépítő szerepük van, ezeket anabolikus reakciók követik.

8. táblázat – A vegetatív idegrendszer ingerlésének hatásai

EFFEKTOROK(végrehajtó szervek)	A PARASZIMPATIKUS INGERLÉS HATÁSAI	A SZIMPATIKUS INGERLÉS HATÁSAI
A szívrághártya sugárirányú izmai	–	Midriázis (pupillatágulást előidéző összehúzó)
A szívrághártya körkörös izmai	Miosis (pupillaszűkülés)	–
Sugarizmok	A közeli látáshoz való alkalmazkodás (összehúzó)	–
Könnymirigyek és kötőhártya	Kiválasztás és értágítás	Érszűkülés
Nyálmirigyek	Értágulás. Vízben gazdag nyáltermelés	Érszűkülés. Viszkózus nyáltermelés (mucinban gazdag)
Verejtékmirigyek	–	Elválasztás serkentése
Gyomormirigyek	Elválasztás serkentése	–
Bélmirigyek	Elválasztás serkentése	–
Pajzsmirigy	–	Elválasztás serkentése
Mellékvese velőállománya	–	Serkenti az adrenalin és a noradrenalin termelését
Hasnyálmirigy	Serkenti a külső elválasztású mirigyek működését	–
Máj	–	Serkenti a glikoneogenezist (a szőlő-cukor lebontását)
Májon kívüli epeutak	Csökkentett epefolyás	Serkentett epefolyás (összehúzó)
Lép	–	A lép tokjának összehúzó
Légutak	Hörgők izomzatának összehúzó	Érszűkület
Szív	Serkenti a nyáltermelő mirigyek elválasztását Szívösszehúzó frekvenciájának csökkenése Refrakter szakasz időtartamának csökkenése Szívkoszorúér-összehúzó Egyes területeken értágulás	Hörgők izomzatának ernyedése Szívösszehúzó frekvenciájának és az összehúzó erejének növekedése. Szívkoszorúér-tágulás
A bőr erei	–	Érszűkület
Az izmok vérerei	–	Érszűkület (de létezik értágulás is)
Az agy vérerei	–	Enyhe érszűkület
Gyomor	Tónus- és mozgásfokozódás	Tónus- és mozgáscsökkenés
Bél	Záróizmok elernyedése	Záróizmok összehúzó
Húgyhólyag	Tónus- és mozgásfokozódás	Tónus- és mozgáscsökkenés
Húgycső	Záróizmok elernyedése	Záróizmok összehúzó
Méh	Húgyhólyag izmainak összehúzó	Húgyhólyag izmainak ernyedése
Erekciós szövet	A belső záróizom elernyedése	Belső záróizom összehúzó
Öndóhólyag	–	Tónus- és mozgásfokozódás
Zsírraktárak	Erekció	Összehúzó vagy elernyedés
Szőrborzoló izmok	Értágulás	Érszűkület
Anyagcsere	Összehúzó, eredménye az ondó kiürítése	Ernyedés, eredménye az ondó visszatartása
	–	Zsírsavak kiürítése a vérbe
	–	Összehúzó
	–	100%-ig növekedhet

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

Tudjuk azt, hogy az idegrendszer szerepe a környezethez való alkalmazkodás, valamint a szervezetet alkotó alrendszerek élettani egységének biztosítása, ezért nagy figyelmet kell fordítanunk az idegszervek egészségének megőrzésére. Ennek érdekében el kell kerülnünk azokat a tényezőket, amelyek károsíthatják az idegrendszert. Ilyenek: a mechanikai (balesetek, zúzódások), fizikai (sugárzások), kémiai (alkohol, nikotin, koffein, kábítószeres stb.) és biológiai káros tényezők.

A szellemi kimerültség elkerülése érdekében fontos, hogy a szellemi és fizikai erőfeszítések egymást kiegyensúlyozottan váltsák, az alvási és pihenőidőt tartsuk be, kerüljük a serkentőanyagok használatát, a lelki konfliktusokat és traumákat, kiránduljunk és sportoljunk rendszeresen, és nem utolsósorban, étkezzünk egészségesen.

Az idegrendszert károsító betegségek lehetnek fertőző betegségek, érbetegségek, degeneratív és pszichés betegségek.

A legismertebb fertőző betegségek az agyvelő- és az agyhártyagyulladás.

➤ **Az agyvelőgyulladás** (encephalitis, 26. ábra) az agy gyulladása. Okozhatják vírusok (influenza, kanyaró, rózsahimlő, bárányhimlő, gyermekbénulás, mumpsz), de kiválthatják allergiás állapotok, mérgezések, oltások is.

A leggyakoribb a **járványos agyvelőgyulladás** (encephalitis lethargica). Tünetei: magas láz, aluszékonyság, amelyekhez később a szemizmok bénulása járul (ez kancsalsághoz vezet). Ugyancsak gyakori a **vitustánc** (chorea), amelyet szívbetegség (szívbelhártya-gyulladás) és rendezetlen izommozgások társulása jellemez.

➤ **Az agyhártyagyulladás** az agyvelőt és gerincvelőt borító hártyák (védő szerepük van) gyulladása (27. ábra). A leggyakoribb kórokozók: a meningococcus – Neisseria meningitidis (járványos megbetegedéseket okoz), a Koch-bacillus és a West-Nile-vírus (melynek terjesztője a közönséges szúnyog).

Tünetek: láz, fejfájás, hányinger, izomfájás és izomgörcsök, fényérzékenység, tarkómerevség, has irányába behajlított alsó végtag, a bőr fokozott érzékenysége.

➤ Az érbetegségek közül a legveszélyesebbek az **agyvérzések**. Az agyvérzések az érfal sérülése következtében alakulnak ki. A vérzéseket előidéző tényezők a következők: magas vérnyomás, az agy érereinek elzáródása, gyulladása, agydaganatok, koponyasérülések. A vérzés hirtelen, erős fejfájással jelentkezik, amit eszméletvesztés és kómába esés kísér. Más megnyilvánulási formái: merev arckifejezés, mély és horkolós légzetvétel, állandó vizelet- és székletvisszatartási képtelenség (inkontinencia), a szemnek és fejnek a vérzés irányába történő elfordítása (azt is mondják a betegről, hogy „figyeli a sérülését”).

➤ **A kóma** különböző betegségek komplikációja. Jellemzője, hogy a beteg elveszti eszméletét és mozgásképességet. A kómát kiváltó okok: agyvérzések, általános fertőzések (szepszisek), nem kezelt cukorbetegség, epilepszia, magas vérnyomás, májelégtelenség, gyógyszeres mérgezések és húgyvérűség (urémia).

➤ **Az epilepsziás roham** több idegrendszeri betegség tünetegyüttesében fordul elő. Ezek a betegségek lehetnek fertőzőes, degeneratív és pszichés eredetűek.



26. ábra – Letargikus agyvelőgyulladásban szenvedő beteg



27. ábra – Agyhártyagyulladásos beteg

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Tanulmányozd a kiegészítő könyvészetet, valamint a tanár által megadott internetforrásokat, és írd dolgozatod „A gerincvelő reflexműködése” címmel. Tartsd szem előtt az alábbi vázlatot:

a) reflex folyamat; b) reflexív; c) gerincvelői szomatikus reflexek (mono- és poliszinaptikus); d) reflextörvények; e) gerincvelői vegetatív reflexek.

II.* 12 pár agyideget ismerünk.

a) Sorold fel azokat az agyidegeket, amelyek valódi eredése a hídban van!

b) Melyek a szemgolyó izmaít mozgató agyidegek, és hogyan fejtik ki hatásukat?

c) Sorold fel a bolygóideg funkcióit!

III.* A következő kijelentések közül egy helyes. Azonosítsd!

1. A durva tapintás, a hő- és fájdalomérzékelés pályáján a második idegsejt megtalálható:

a) a látótelepben; b) a kisagyban; c) az agytörzsben; d) a gerincvelő hátsó szarvában.

2. Az okulokefalreflex idegközpontja megtalálható:

a) a nyúltagyban; b) a hídban;
c) a középagyban;
d) a háti-ágyéki gerincvelői szelvényekben.

3. A törzsdúci magvakhoz nem érkeznek afferens pályák:

a) a hipotalamusztól; b) a vörösmagtól; c) a látóteleptől; d) az epitalamusztól.

IV*. Azonosítsd az idegimpulzus továbbításának helyes sorrendjét!

A) A vegetatív szimpatikus reflexív esetében:

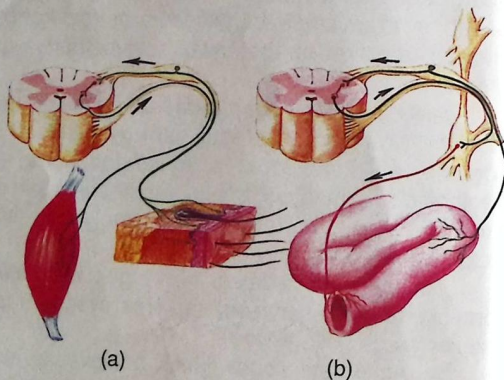
a) afferens pálya; b) oldalsó gerincvelői szarv;

c) interoreceptor; d) csigolyaközi dúc; e) a gerincvelői ideg elülső gyökere; f) fehér összekötő; g) a gerincvelői idegtörzs; h) posztganglionáris idegrost; i) paravertebrális dúc; j) miokardium.

B) A vegetatív paraszimpatikus reflexív esetében:

a) agyidegi dúc; b) efferens preganglionáris idegrostok; c) acetil-kolin felszabadítása; d) véreerek falában levő kemoreceptorok; e) posztganglionáris idegrostok; f) zsigerek előtti idegdúc vagy intramuláris dúcok; g) a bolygóideg hátsó magva; h) pitvari szinuszcsozó; i) efferens idegrostok.

V.* Figyeld meg az ábrát, és hasonlítsd össze a szomatikus reflexívet (a) a vegetatív reflexívvel (b)! Azonosítsd az alkotóelemeket, és tüntesd fel egy táblázatban a hasonlóságokat, illetve a különbségeket!



VI. Találj ki és végezz el egy olyan egyszerű kísérletet, amellyel bizonyítható a szemgolyó izmaín a szimpatikus és paraszimpatikus ingerlés hatása (a midriázis, illetve a miosis).

B. AZ ANALIZÁTOROK

A szervezet és környezete közötti kapcsolat az analizátorok segítségével valósul meg. Ezek információs csatornák, amelyek feldolgozzák, vezetik, specifikusan és tudatosan összegzik a külső és belső ingereket. Ezek alapján az idegrendszer parancsokat küld a végrehajtó szervekhez (effektorokhoz).

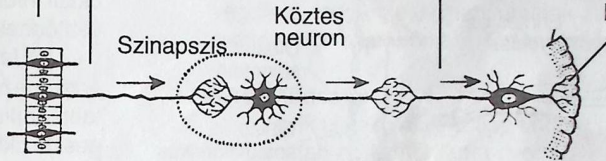
Morfofunkcionális ismérvek alapján minden analizátor három szakaszból áll: *periferikus* (receptor), *közvetítő* (ingervezető) és *központi* (érzékelő) szakaszból (1. ábra).

Az emberi szervezet analizátorai a tapintás, hőérzékelés, fájdalomérzés, szaglás, ízlelés, látás, hallás, egyensúlyérzékelés és a mozgásérzékelés analizátorai. Ezek érzékszervei a bőr, orr, nyelv, szem, fül.

A periferikus szakasz az energia valamilyen formájának felfogására szakosodott. A receptorok az érzékszervekben találhatók. A receptor ingerléssel receptorpotenciál képződik, ez kiváltja az akciós potenciált, amely továbbterjed.

Az ingervezető szakaszt a gerincvelőn belüli és a gerincvelőn kívüli (érző-érzékelő) idegpályák alkotják.

A központi szakaszt a különböző agykéregi mezők képviselik.

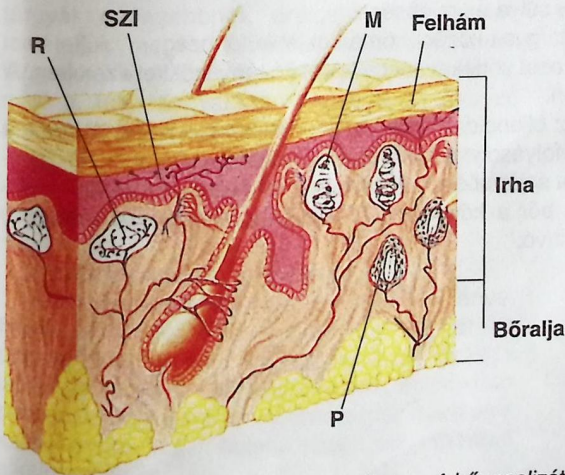


1. ábra – Az analizátorok szakaszai

♦ A BŐR ANALIZÁTORÁNAK ÉLETTANA

A bőr analizátora testérző analizátor, mely a bőrben levő receptoroktól kapott információkat dolgozza fel.

I. A periferikus szakaszt (érzékszerv) a bőrben levő tapintási, hő-, fájdalomérző, nyomás- és rezgésérző receptorok képviselik (2. ábra).



A szabad idegvégződés (SZI) felfogják a tapintási, hő-, fájdalom-, nyomási és rezgési ingereket.

A Meissner-féle testeket (M) finom érintések ingerlik.

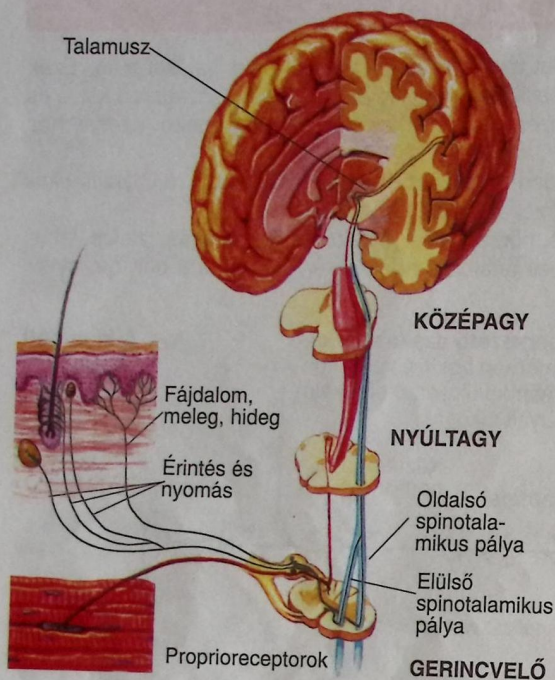
A Ruffini-féle testek (R) érzékelik a meleget, a bőr megnyúlásait és deformálódásait.

A Pacini-féle testek (P) ingere gyenge, gyors és kis intenzitású nyomás.

A Krause-féle testek felfogják a hidegérzés ingereit.

A Merkel-féle korongokat az erőteljes érintések ingerlik, részlegesen és lassan alkalmazkodnak.

2. ábra – A bőr analizátorának receptorai



3. ábra – A bőr analizátorának ingervezető szakasza

II. Az ingervezető szakaszt a tapintás, a hő- és fájdalomérzés pályái alkotják (erről részletesebben tanultunk a **Gerincvelő** tárgyalásakor – 3. táblázat). A háromosztatú ideg érzőrostjai szállítják az exteroceptív ingerületeket az arctól, a homloktól és a szájuüregtől.

III. A központi szakaszt az agykéregben az általános érzékelés vetületi területe alkotja. (Ezt az **Agyféltekék** című fejezetben részletesen tárgyaltuk) (22. b ábra).

A test bal oldalától érkező exteroceptív információk a jobb oldali központi barázda mögötti tekervénybe, a jobb oldali információk a bal oldali tekervénybe vetítődnek.

A fali lebonyolult társító jellegű test-érző mezők találhatók, melyek bonyolultabb tapintási és mozgásérzékelési (kinesztézikus) érzetek kialakításában, valamint az exteroceptív érzetek társításában (például: egy ízületben kialakuló tapintási és mozgási érzet) vesznek részt.

A bőr különböző területei változó mennyiségben tartalmaznak receptorokat. A receptorok sűrűsége alapján meghatározható a bőr érzékenysége (a bőr felületén, körző segítségével meghatározhatjuk azt a legkisebb távolságot, amelynél még külön érzékelhető a körző két hegye, lásd a **Gyakorlatokat**).

A durva tapintás érzékelésének köszönhetően felismerhető a megérintett tárgy. A finom tapintás révén azonosítható az illető tárgy alakja, mérete, súlya és minősége.

A hő érzékelése révén meghatározható a tárgyak közötti hőmérséklet-különbség.

A fájdalomérzékelés lehetővé teszi a szervezet védekezését a károsító tényezőkkel szemben. A fájdalomérzet segít a betegségek felismerésében.

Az érzőmezők kiirtását követően kiesik az ellenoldali testrész finomtapintás érzete. A sérülés kevésbé befolyásolja a hőérzékelést, és nem befolyásolja a fájdalomérzékelést.

A társítómezők kiirtása lehetetlenné teszi a saját ellenoldali testrész felismerését.

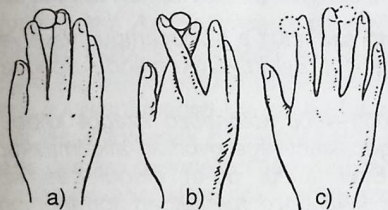
Bonyolult szerkezetének köszönhetően a bőr a következő funkciókkal rendelkezik: érzékelő, védő, kiválasztó, hőszabályzó, raktározó és felszívó.

GYAKORLAT

1. A bőr érzékenységének meghatározása

A) Párosával dolgozunk. Egy diák becsukja a szemét, egy másik diák pedig megérinti a térsa bőrét egy körzővel. Ezután változtatja a körző két szára közötti távolságot, és rendre megérinti az arcát, a kezét, a tarkóját, az ujjbegyeit. Minden érintésnél a megérintett megmondja, hány érintési pontot érzett.

B) Arisztotelész kísérlete: helyezünk egy kis golyót a mutató és a középső ujjunk közé. Ezt követően helyezük a golyót a keresztezett ujjaink közé. Hány golyót érzünk mindegyik alkalommal? Magyarázzuk meg a tapintási illúzió kialakulását!



2. A hő és fájdalomérzékelés meghatározása

A) Használjunk egy fémből, illetve egy fából készült tárgyat, melyeknek azonos a hőmérséklete. Fogjuk meg őket egyszerre. Ha a hőmérsékletük magasabb, mint a testünké, a fémtárgyat melegebbnek érezzük, mint a fát. Ismételjük meg a kísérletet a hűtőből kivett tárgyakkal is. A fémtárgyat hidegebbnek érezzük, mint a fát. Magyarázzuk meg a különböző érzetek kialakulását!

B) Ha a fémtárgyat a mélyhűtőben tartottuk, akkor érintéskor a bőrhöz „tapad”. Először azt érezzük, hogy ég, majd, hogy fáj.

3. Ujjlenyomatok azonosítása

A bőr kiemelkedéseinek (az ujjak és tenyér felületén látható felhámredők) tanulmányozása alapvető megfigyelési módszer az orvosi gyakorlatban (bűnügyi orvosi gyakorlatban, kriminalisztikában, biológiai eredet meghatározásában) és a szocio-antropológiai kutatásoknál. Két módszert alkalmaznak:

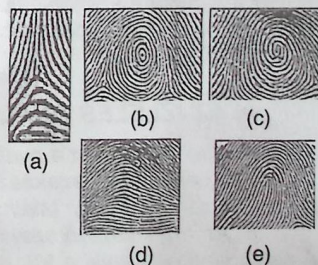
- közvetlen módszert, mely során nagyítóval megfigyelhetők a felhámredők;
- közvetett módszert, mely révén papíron rögzíthetők a tenyér felhámredői.

I. Módszer:

- egy üveglemezen (5 mm vastag, 50 cm² felületű) gumitekerics segítségével nyomdafestéket kenünk el finom és egyenletes rétegben;
- a festékebe belemártjuk az önkéntesek tenyerét úgy, hogy egyenletesen megfestődjön;
- a festést követően a tenyeret egy fehér lapra nyomjuk;
- ezután nagyító segítségével megfigyeljük a lenyomatokat (specializált laboratóriumokban elvégzik a tenyér- és ujjlenyomatok minőségi és mennyiségi szempontból történő megfigyelését is).

II. Módszer:

- egyik ujjunkat egy csepp tintába mártjuk;
- ezután egy fehér lapra nyomjuk;
- a kísérletet egyszerre több diák végzi;
- a fehér lapokon hagyott „nyomok” az ujjlenyomatok;
- a tintát egy darab gyurmával helyettesíthetjük;
- ujjunkat a gyurmába nyomjuk, és így könnyen lenyomatot kaphatunk;
- több diák ujjlenyomatának összehasonlításával megállapíthatjuk, hogy ezek egyénenként különböznek (lásd az alábbi ábrát).



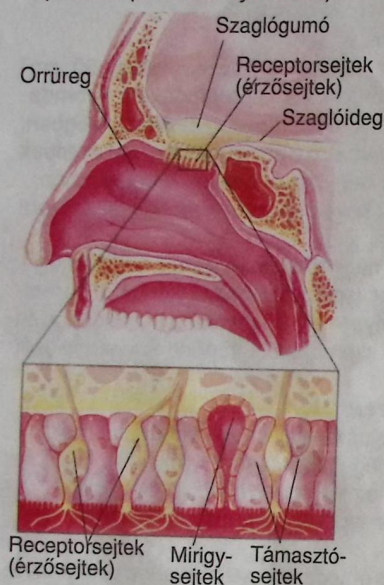
Ujjlenyomat-típusok:

- (a) háromágú; (b) függőlegesen koncentrikus;
(c) függőlegesen spirális;
(d) ívszerű; (e) horogszerű

♦ A SZAGLÁS ANALIZÁTORÁNAK ÉLETTANA *

A specifikus ingert a szaglóhám nyálkahártyája által termelt nyákban oldott illatanyagok képezik.

I. A periférikus (receptor) szakaszt (4. ábra) a szaglóhám szaglósejtjei (bipoláris neuronok) képviselik (2–3 cm²-nyi terület).



4. ábra – A szaglás analizátorának receptor szakasza

az illatanyag koncentrációjától, ezek nedvességétől, valamint a szervezet életkorától és életteni állapotától.

Amikor egyes szaganyagok egy percnél tovább hatnak, fellép az adaptáció folyamata. Ennek eredményeként a szaglósejtek újabb szaganyagok érzékelésére lesznek képesek.

Élettanilag a szaglóanalizátor három lényeges feladatot lát el: a) a káros anyagok szervezetbe jutásának megakadályozása; b) élelmiszerek minőségének megállapítása; c) emésztőnedvek termelésének beindítása.

♦ AZ ÍZLELÉS ANALIZÁTORÁNAK ÉLETTANA *

A specifikus ingert a nyelvben oldott anyagok képviselik.

I. A periférikus szakaszt (5. ábra) a nyelv, a gégefedő, a száypad, a garat, az ajkak és a mandulák nyálkahártyájában található ízlelőbimbók képviselik.

II. Az ingervezető szakaszt a VII., IX. és X. agyideg érzőrostjaiból alkotott érzőpálya képviseli. A pálya első neuronjai a VII., IX. és X. agyideg mentén található idegdúcokban levő protoneuronok; dendritjeik szinapszist képeznek az ízlelősejtekkel, axonjaik pedig szinapszist képeznek az agytörzsben levő ízérző maggal. Ezekből erednek azok a rostok, amelyek a belső hurokpályával együtt, kereszteződés után, eljutnak a talamuszba a harmadik neuronhoz.

III. A központi szakasz az agykéregben, a hátsó központi tekervény alsó részében található. Az ember négy alapízt különböztet meg: keserűt a nyelv hátsó felszínén, savanyút a nyelv szélén, édeset a nyelv csúcsán (hegyén) és sósat a nyelv háti felszínének elülső részén.

II. A közvetítő (ingervezető) szakasz: a bipoláris neuronok a receptorok és egyben a szaglópálya első neuronjai (protoneuronok). Dendritjeik rövidek, vastagok és szaglógömböcskéknek nevezett hólyagocskáiban végződnek, amelyek csúcsán 10–20 szaglószőröske található. Ezek megnövelik a szaganyagokkal kapcsolatba kerülő felületet. A szaglóhám bipoláris neuronjainak tengelynyúlványai képezik a szaglóidegeket, amelyek áthatolnak a rostacsont szítalemazán, és szinapszist képeznek a szaglógumóban a szaglópálya deutoneuronjával (második neuron). A deutoneuronok tengelynyúlványai alkotják a szaglóhuzalokat, amelyek a központi szakaszig jutnak.

III. A központi szakaszt a hippocampus tekervénybeli szaglómező, valamint a Sylvius-árok mandulamagva képviselik.

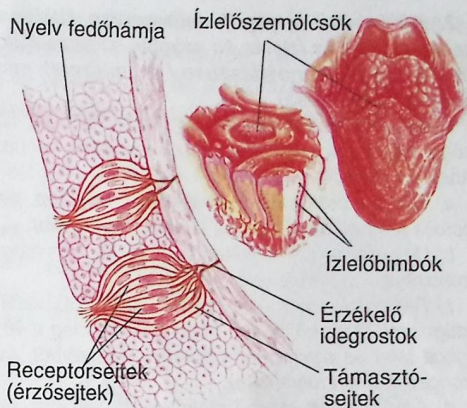
Az ember 2000–4000 különböző szagot képes megkülönböztetni, szagérzékenysége gyorsan alkalmazkodik, de gyengén fejlett. Ezek közül 50-et elsődleges szagnak tekintenek, melyek különböző mértékben történő ingerlése eredményezi a változatos szagérzetek kialakulását. A legismertebbek szagok a következők: éteres, aromás, balzsamos, fokhagyma, undorító és bűzös. A szagérzet ingerküszöbét az a legkisebb mennyiségű szaganyag képviseli, mely képes egy szagérzetet kiváltani. A szagérzetek erőssége függ:

A szájpad élénkebben érzékeli a keserű és a savas ízeket, gyengébben az édeset és a sósat. A garat és a gégefedő az összes alapízt képes érzékelni. A keserű ízt nem egy vegyi anyag határozza meg, hanem az összes nitrogén- és alkaloidtartalmú vegyület.

Az édes ízt, akárcsak a keserűt, több vegyi anyag hatása határozza meg, mint: cukrok, glikolok, alkoholok, aldehidek, ketonok, észterek stb. A felsorolt vegyi anyagok kémiai szerkezetét módosítva az édes íz keserűre cserélhető. A savanyú ízt savak adják. Minél erősebb egy sav, annál erősebb a savanyú ízérzet. A sós ízt ionizált sók adják, de a sós érzet kialakulásáért más ízfélék is felelősek.

Az ízérzékelés nagy alkalmazkodóképességű, ezért az ízérzet hamar eltűnik, még akkor is, ha az inger tovább tart. Az ízlelőreceptorok érzékenysége anyagonként változik. Mindegyik anyag számára létezik egy ingerküszöb, amit az inger kiváltásához szükséges legkisebb vegyianyag-koncentráció képvisel. Az ingerküszöb az édes anyagok esetében nagyobb, a keserűekében kisebb. Az ízérzés erőssége függ az anyag koncentrációjától, a receptorok számától és a folyadék hőmérsékletétől (az optimális hőmérséklet 24 °C körüli). Az ízlelés érzékenysége gyenge gyermekkorban, maximális felnőttkorban, és csökken idősebb korban.

Az ízlelés analizátorának élettani szerepe a nyáleválasztás és az emésztőfolyadékok termelődésének beindítása. Hasonlóan a szaglóanalizátorhoz, szabályozza a táplálékfelvételt és megakadályozza, hogy a szervezetbe a tápcsatormán keresztül kórokozók vagy romlott anyagok kerüljenek.



5. ábra – Ízlelőreceptorok

GYAKORLAT*

1. Az ízlelés térképe (Az ízlelőreceptorok eloszlása a nyelv felületén)

Rendelkezésünkre áll négy Berzelius-pohár, készítsük el ezekben a következő oldatokat:

a) sósat – oldjunk fel 10 ml vízben 1 kiskanál konyhasót;

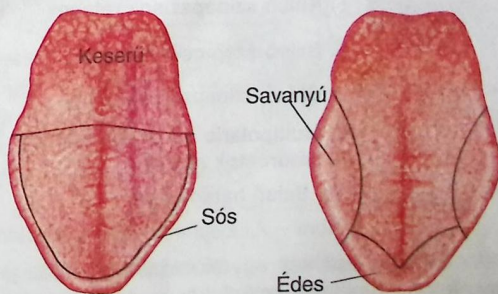
b) édeset – oldjunk fel 10 ml vízben 1 kiskanál cukrot;

c) keserűt – oldjunk fel 10 ml vízben 1 kiskanál nescafét;

d) savanyút – oldjunk fel 10 ml vízben 1 kiskanál citromsót.

Egy csipesz segítségével vattadarabokat mártogatunk az oldatokba, és megérintjük velük egy vállalkozó diák nyelvét több pontban. Öblítsük ki a száját mindegyik ízpróba után. A kísérletben résztvevőnek be kell számolnia arról, hogy a különböző ízeket a nyelv melyik részén érzékeltette jobban. Ezt

követően a diákok bejelölik a rajzon a nyelvnek azokat a területeit, amelyeken érezték a különböző ízeket. Így módon elkészül az ízlelés térképe, amint az alábbi ábrán is látható.



2. Különböző anyagok felismerése ízlelés és szaglás útján (Az ízlelés és szaglás szerepe különböző anyagok azonosításában / élelmiszerek minőségének kimutatása)

Különböző élelmiszereket (tej, tojás, joghurt, liszt, szörp, olaj), borsot, alkoholt, mosószer, parfümöt használunk.

a) Egy bekötött szemű diákot felkérünk arra, hogy kóstolja meg és azonosítsa a felsorolt anyagokat.

b) Ugyanazt a diákot felkérjük, hogy kóstolja meg és azonosítsa a lisztes tejet és joghurtot.

c) Felkérünk egy másik bekötött szemű és vattával eldugaszolt orrlyukú diákot, hogy kóstolja meg a vízzel hígított tejet és egy pohár vízben oldott szörpöt, majd azonosítsa a két folyadékot.

d) Egy bekötött szemű diákot felkérünk arra, hogy szagolja meg és azonosítsa a különböző anyagokat: bors, alkohol, mosószer.

e) Felkérünk egy diákot, hogy lélegezzon be hosszabb ideig erősen parfümös levegőt. Valamennyi idő elteltével már nem fogja érezni az illatot. Megtörténik az adaptáció. Miután a parfümöt egészségügyi

szesszel helyettesítjük, a diák érezni fogja az új szagot.

3. Az ízlelés és szaglás küszöbingere

a) Mindegyik anyagnak van egy ízlelési ingerküszöbe. A savas anyagok (pl. HCl) ízlelési ingerküszöbe 0,0009 M (9/1000), a sósaké (pl. NaCl) 0,01 M (1/10), az édeseké (pl. szacharóznak) 0,01 M (1/10) és a keserűké (kinin) 0,000008 M (8/100 000) oldat.

A diszkriminatív érzékelés gyenge, ezért ahhoz, hogy különböző erősségű ízanyagot tudjunk azonosítani az szükséges, hogy legalább 30%-ban változzon az illető anyag töménysége.

b) A szaglási ingerküszöb meghatározása olfaktometriával történik: egy személy orrába, aki visszatartja lélegzetét, szagos anyagokkal telített levegőt vezetnek azonos intenzitással. A szaglási ingerküszöb az a legkisebb mennyiségű belélegzett levegő, amely szaglási ingerületet vált ki. Akárcsak a diszkriminatív érzékelés a szagérzékelés is nagyon gyenge. Ahhoz, hogy érzékelni tudjunk egy szagot, szükséges, hogy a szaganyag koncentrációja legalább 30%-ban változzon.

♦ A LÁTÁS ANALIZÁTORÁNAK ÉLETTANA

Specifikus ingere a 390–760 nm hullámhosszú fénysugarak.

A látás analizátora a szem. A szem alkotórészei a szemgolyó és ennek járulékos szervei, amelyek védő és mozgató szereppel rendelkeznek.

1. A periferikus szakasz a szemgolyó belső burkában, a retinában található (6. ábra).

A fényérzékeny sejtek (7. a és b ábra), a csapok és a pálcikák, a retina második rétegét alkotják, és különböző fényérzékeny anyagokat tartalmaznak.



1. Pigmentsejtek rétege

2. Fotoreceptorsejtek rétege

3. Külső határhártya

4. Külső szemcsés réteg

5. Külső szinapszisok rétege

6. Belső szemcsés réteg

7. Belső szinapszisok rétege

8. Multipoláris neuronok rétege

9. Látórostok rétege

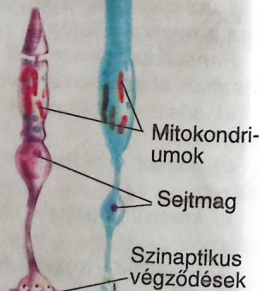
10. Belső határhártya

6. ábra – Az ideghártya szövettani felépítése



Csapsejt

Pálcikasejt



7. ábra – Fényérzékeny sejtek:
a) csapok; b) pálcikák

Minden csapsejt egy bipoláris sejttel, az pedig egy multipoláris sejttel képez szinapszist, és több bipoláris sejt szinaptizál. Több pálcikasejt egy bipoláris sejttel képez szinapszist, és több bipoláris sejt egyetlen multipoláris sejttel szinaptizál.

II. Az ingervezető szakasz (látópálya) háromneuronos szerkezetű (8. ábra). Az első két érzőidegsejt: a bipoláris (protoneuron) és a multipoláris sejt (deutoneuron). Az első két gelynyúlványai (axon) alkotják a látóideget, a látóideg-keresztveződést és a látóhuzalt. A deutoneuron ten-gelyonja oldalágakat bocsajt a középagy felső ikertestjeibe (a középagy felső ikertestjei a fotomotorikus reflexek központjai). (8. ábra).

A látóidegek a retina azonos oldalán levő orr felőli és halántéki részéből továbbítanak infor-mációkat. A látóideg-keresztveződésben a retina orr felőli (nazális) részéből érkező rostok keresztveződnek. Ennek eredményeként mindkét látóhuzal az azonos oldali retina temporális feléből és az ellentétes oldali retina nazális feléből közvetít információkat. A metatalamusz külső térdes testjei képezik a látópálya harmadik neuronját.

III. A központi szakasz a nyakszirti lebonyben, a sarkantyúhasadék két oldalán található. Ennek sérülése vakságot okoz.

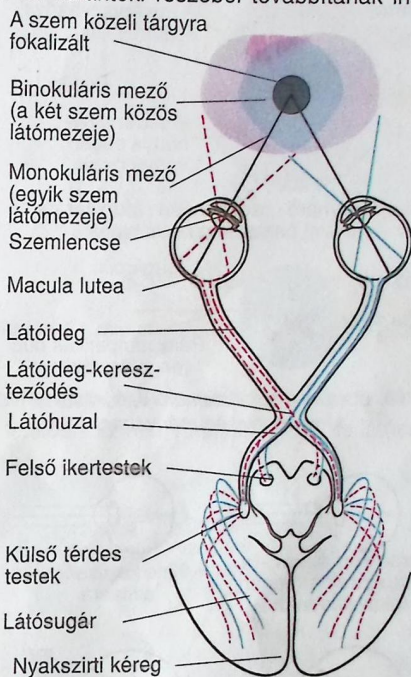
A látás lehetővé teszi, hogy felismerjük a minket körülvevő tárgyakat, megállapíthassuk alakjukat, színü-
ket, nagyságukat, fényességüket, mozgásukat és távol-ságukat. A halló-egyensúlyérző és a mozgásérzékelő analízátorral együtt hozzájárul az egyensúly megtartá-sához és a térbeli tájékozódáshoz. Mivel az információk sokaságát érzékeli, kiváltja az agykéreg tónusának nö-
vekedését.

• **A kép retinán való keletkezése** (9. ábra) a fényképezőgépek sötétkamrájában történő képkeletke-zéshez hasonló. Ebben a folyamatban működik együtt a rekesznyílás-funkciójú szivárványhártya és az optikai készülék, amely fénytörő közegekből (szaruhártya, szemlencse, csarnokvíz és üvegtest) épül fel, és dioptriarendszerként is viselkedik (az alábbi módon).

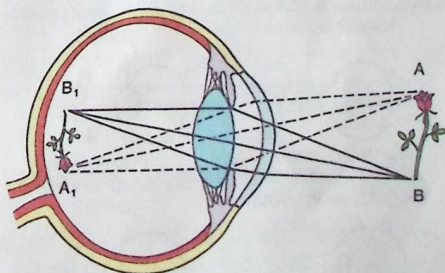
A szivárványhártya a pupilla átmérőjének megvál-toztatásával szabályozza a retinára eső fény mennyisé-
get. Ez a sugaras és körkörös izmok összehúzódása vagy elernyedése által valósul meg (10. ábra).

A szembe jutó fénysugarak hármas fénytörést szenvednek: az elsőt a levegő és a szaruhártya határán, a másodikat a szemlencse előlő felszínén, a harmadi-kát a szemlencse hátsó felszínén (a szemlencse kétsze-resen domború lencseként viselkedik). Ennek eredmé-
nyeként a sárgafolton keletkező kép kicsinyített és fordított (lásd a 9. ábrát).

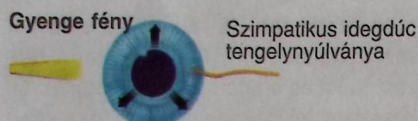
A normális (*emmetrop*) szemben a fókusztávolság (a szemlencse és a retina fókuszpontja közötti távolság) 17 mm, de a szemtengely 24 mm. Létezik tehát egy tökéletes összhang az átlátszó közegek fénytörő képessége és a szemtengely hossza között, ami biztosítja, hogy a 6 m-nél távolabbi



8. ábra – Látópályák



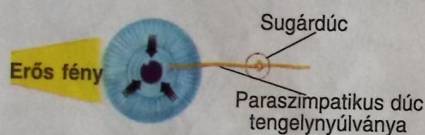
9. ábra – A kép keletkezése a retinán



A pupillaátmérő növekedése (pupillatágító reflex – midriázis) szimpatikus ingerlés hatására



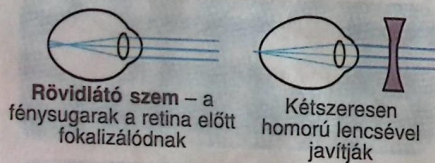
A pupillaátmérő csökkenése (pupillaszűkítő reflex – miosis) paraszimpatikus hatására



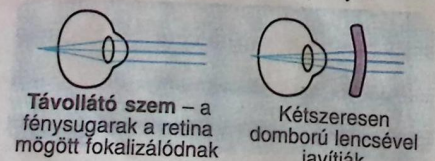
10. ábra – A pupillaátmérő változásai a fény mennyiség arányában



Nincs szükség javításra



Kétszeresen homorú lencsével javítják



Kétszeresen domború lencsével javítják



Henger alakú lencsével javítják

11. ábra – Emmetrop és ametrop szem

tárgyak élesen látszódnak alkalmazkodás nélkül is. Emlékezzünk vissza a X. osztályos tananyagra, milyen fénytörési hibák jelentkeznek, ha a szemtengely hossza nincs összhangban a szem fénytörő képességével (lásd a 11. ábrát is)!

A 6 m-nél kisebb távolságra levő tárgyak éles látásához alkalmazkodásra van szükség. Ez a következőképpen megy végbe:

- változik a szemlencse görbülete;
- összehúzódnak a szemgolyó külső izmai, ezzel beállítódik a szemtengely.

Az alkalmazkodásban két kiindulási pont van: a *távolpont* (*punctum remotum*), ez a maximális távolság (6 m), amelynél a tárgy még tisztán látszik alkalmazkodás nélkül; és a *közelpont* (*punctum proximum*), ez a szemhez közeli távolság, amelynél az alkalmazkodás már nem történik meg. A szem és a *közelpont* közötti távolság a korral nő (7 cm-ről 80 cm-re), mert a szemlencse rugalmassága csökken.

• A látás fotokémiai alapja

A látható színkép fénysugarai a dioptriai rendszeren át behatolnak a szembe, áthaladnak a retinán, így eljutnak a multipoláris sejtektől a fényérzékeny pálcika- és csapsejtekig. Itt kiváltják a jellegzetes fényérzékeny pigmentek lebontását (a rodopszint a pálcikákban, a jodopszint a csapokban) (12. ábra).

A fényérzékeny anyagok lebontásával a fényérzékeny sejtek hátyájában akciós potenciál alakul ki, és ennek eredményeként idegimpulzus képződik. Az idegimpulzus az agykéregben a megfelelő fényérzékeny sejt típus ingerlésének arányában alakítja ki a megfelelő színérzetet. A pigmentek lebontásához és újraképződéséhez szükséges energiát a fényérzékeny sejtekben nagy számban előforduló mitokondriumok biztosítják.

A látás mindkét típusában – a monokromatikus és a színlátás esetében – ugyanaz a pigment, az A-vitaminból képződő *retinén* vesz részt.

A retinán a pálcika- és csapsejtekben különböző típusú fehérjékkel lép kapcsolatba. A különböző fehérjetípusok, valamint a retinénhez való kapcsolódási módjuk eredményezi a pigmentek válaszait a különböző fényerősségekre és színekre.

Amikor a fotonok egy pálcika- vagy csapsejt felszínéhez érnek, kiváltják a retinén és a társult fehérje (szkotopszin a pálcikákban, fotopszin a csapokban) kémiai kötéseinek felszakadását. Ennek eredményeként változik a fényérzékeny sejtek membránjának áteresztőképessége az ionok számára, és kiváltódik az akciós potenciál. Így a csap- és pálcikasejtektől idegimpulzusok indulnak a következő idegi rétegekhez és végül az agyhoz, ahol kialakul a megfelelő színérzet.

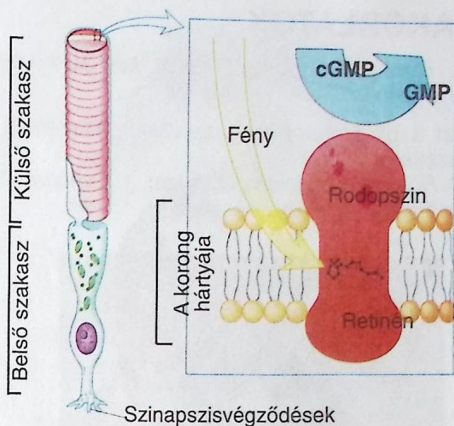
A rodopszin (retinabíbor) felelős a szórt fényben a szkotopikus látásért: ekkor nem tudjuk megkülönböztetni a tárgyak körvonalait, részleteit és színeit. A rodopszin érzékenyvé teszi a pálcikákat a kék fényre, ez a magyarázata, hogy szürkületben és sötétben a fehér fény kéknek látszik. A rodopszin sötétben újraképződik egy enzim és az A-vitamin hatására. Az A-vitamin hiánya a táplálékból *hemeralopiát* (farkasvakságot vagy a kevés fényhez való hiányos alkalmazkodást) vált ki. A jodopszin felelős a színes, nappali, fotopikus látásért: ekkor tudjuk megkülönböztetni a körvonalakat és részleteket.

A három csapsejttípusnak három pigmenttípus felel meg: egyik a kékre érzékeny (445 nm), a másik a zöldre (350 nm), a harmadik a vörösre (570 nm) (13. ábra).

A szem képes a fényerősség függvényében szabályozni receptorainak érzékenységét. Ezt a jelenséget *fényhez és sötétséghez való alkalmazkodásnak* nevezzük. A *sötétséghez való alkalmazkodás* lassan (például az első 5 percben csak 60%-os arányban) történik. Az erős fényt követően a sötétséghez való tökéletes alkalmazkodás időtartama 30–45 perc. Sötétség után az erős fényhez való alkalmazkodás 5–6 perc alatt történik.

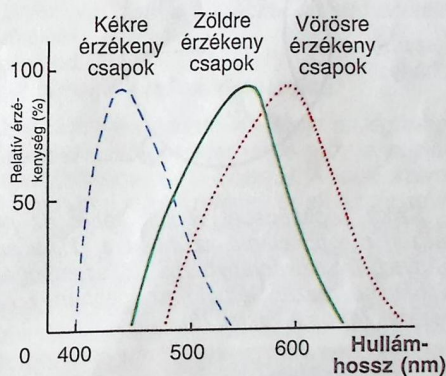
Azok a tárgyak, amelyek a látható fény minden sugarát visszaverik, a szemben a fehér fény érzetét keltik. Azok, amelyek elnyelik az összes látható sugárzást, feketének látszanak. A fehér olyan fényki-sugárzási folyamatokat vált ki, amelyek optikai illúziókhoz vezetnek.

A színérzékelés rendellenességei: *daltonizmus* (színtévesztés, „színavakság”), genetikai hiba, ami a kiegészítő színek megkülönböztetésének hiányában nyilvánul meg (például: vörös és zöld); *akromatopszia* (a színek érzékelésének teljes hiánya).



*GMP = Guanozin-monofoszfát

12. ábra – A rodopszin lebomlása és újraképződése



13. ábra – A csapsejtekben levő pigmentek

GYAKORLATOK

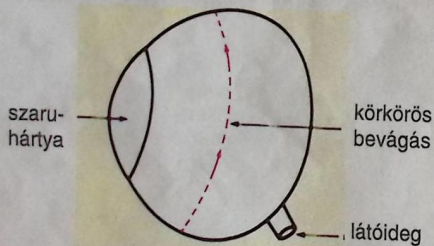
1. Szemgolyó boncolása. A kép keletkezése a retinán*

Ezt a gyakorlatot egy szarvasmarhaszememen végezzük.

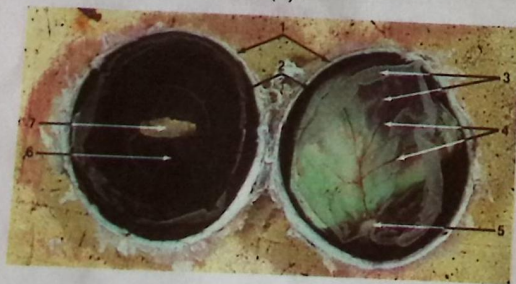
a) Rögzítsük a szemgolyó izmait gombostűk segítségével, az alábbi ábrához hasonlóan.



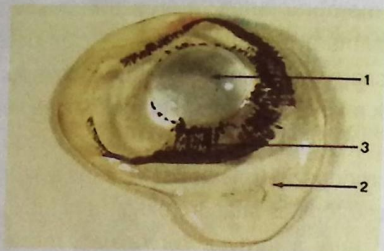
b) Ezt követően boncoljuk fel a szemgolyót a következő vázlat alapján.



Szike segítségével vágjuk ketté: az elülső részen megfigyelhető az ínhártya (1), a szaruhártya (2), a szivárványhártya, (6) szembogár (7); a hátsó részen látható az ideghártya (3), a vérerek (4) és a vakfolt (5).



Válasszuk le az elülső részről a szemlencsét és az üvegcsarnok meglevő részét az alábbi ábrának megfelelően, és nevezzük meg a számozott alkotóelemeket!



A szemlencsét helyezzük egy szöveg fölé. Mit veszünk észre? Fogalmazzuk meg a következtetéseinket!

c) Egy másik szarvasmarha-szemgolyót boncoljuk függőlegesen!

Megfigyelhető: a szaruhártya (1), a csarnokvíz (2), a szemlencse (3), az üvegtest (4), a vakfolt (5), a látóideg (6), az ínhártya (7), az érhártya (8), a retina (9) és a szembogár (10).

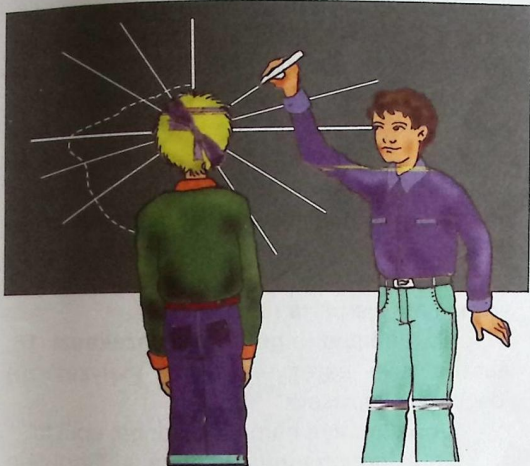


d) A kép retinán való keletkezését megfigyelhetjük, ha eltávolítjuk az ínhártyát a sárgafolt mellett 1 cm²-es felületen. A szembogár elé helyezzünk egy égő gyertyát, és figyeljük meg a keletkező képet. A képen az égő gyertya fordított állású. Fogalmazzuk meg a következtetéseinket!

2. A látótér meghatározása

A látótér a térnek az a része, amelyet egy szemmel látunk, ha egy pontot figyelünk. Egy rögzített ponthoz viszonyítva a látótér nagyobb a szemgolyó halántéki (90°) és alsó részén (70°), és kisebb az orr felőli (60°) és felső részén (40°).

A látótér meghatározása érdekében a következőképpen járunk el: egy diák rajzolja fel a táblára a szélrózsák kereszteződését úgy, hogy a táblától kb. 25 cm-re álló társa szemével egy vonalban legyen. Ez figyelje a kereszteződési pontot az egyik szemével (a másikat takarja el), miközben a társa egy fehér mutatópalcát húzson végig a vonalakon a kereszteződési pont irányába. A megfigyelő jelezze, amikor a mutatópalcát meglátja (a ábra).



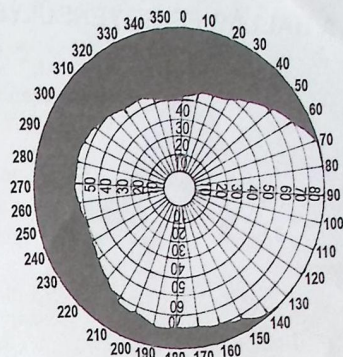
a) A látómező meghatározása

Kössük össze a pontokat, és figyeljük meg a látóteret (b ábra). A kísérletet meg lehet ismételni színes mutatópalcákkal is.

Ezt követően határozzuk meg hasonló módon a másik szem látóterét, ugyanazt a vonatkoztatási pontot használva.

Azt tapasztaljuk, hogy van egy közös rész, amelyben a két szem látótere egymásra tevődik. Ez a rész képezi a binokuláris látóteret. Mindkét szem halántéki részén van egy terület, amelyet csak az azonos oldali szemmel láthatunk. Ezt a rész monokuláris látótérnek nevezzük.

A binokuláris látás teszi lehetővé a térlátást (sztereoszkóp látást).



b) A bal monokuláris látómező

3. A pupillareflex kimutatása*

A szivárványhártya belső izmai reflexes úton szabályozzák a szembe jutó fény mennyiségét. Ez a folyamat könnyen bemutatható a következő kísérlettel: egy diák szemét 2–3 percre kössük be egy fekete kendővel. Ültessük erős fényforrás elé, majd vegyük le a kötést a szeméről. Kérjük, hogy nézzen a fényforrás felé. Megfigyelhetjük a pupillaátmérőjének változásait.

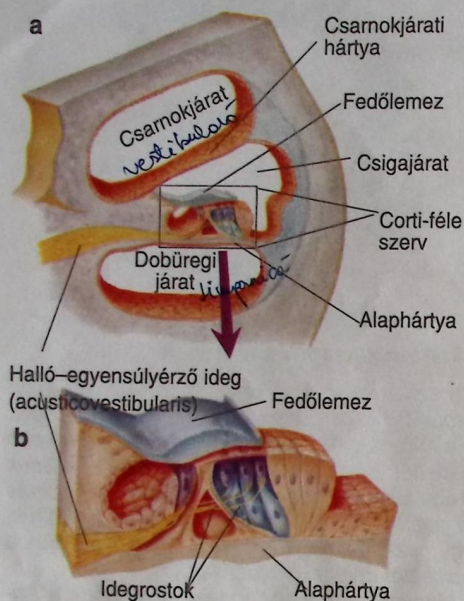
Magyarázzuk meg, hogyan működnek a szivárványhártya izmai a 10. ábrán látható esetekben!

4. A pislogási reflex kimutatása*

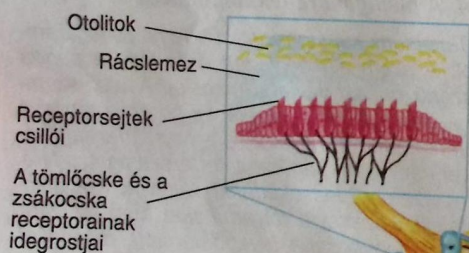
Társítsunk két ingerforrást – fényt és légáramlatot. A szem elé helyezett erős fény a pupilla összehúzódását váltja ki (miosis). A felső szemhéj a szemüreg felső szélének bőréhez tapadva marad. Ezután ventilátor vagy hajszárító segítségével irányítsunk légáramlatot a szemgolyó felé. Ez a szemhéj lecsukódását váltja ki. Ha megismételjük ezeket a folyamatokat még legalább 10-szer (fény sugar + levegőáramlat), megfigyelhetjük, hogy egy idő után a fény sugar is kiváltja a pislogási reflexet.

Gyakorlatilag ez a folyamat egy védekezési reflex.

♦ A HALLÁS ÉS EGYENSÚLYÉRZÉS ANALIZÁTORÁNAK ÉLETTANA



14. ábra – A hallás receptorai
a) A Corgi-féle szerv elhelyezkedése
b) A Corgi-féle szerv felépítése



15. ábra – A vestibuláris receptorok

A hallás és egyensúlyérzés analizátorának érzékszerve a fül.

I. Periférikus szakasz

a) A hallóreceptorok (akusztikus receptorok, 14. a és b ábra) a hártás csigában (csigajárat) elhelyezkedő **Corgi-féle szerv alaphártyán** található. Tanulmányozzátok a 14. a és b ábrákat, és emlékezzetek vissza a X. osztályos tananyagban elsajátított ismereteitkre a Corgi-féle szerv elhelyezkedésével és szerkezetével kapcsolatban!

b) Az egyensúlyérző (vesztibuláris) receptorok a hártás labirintusban vannak:

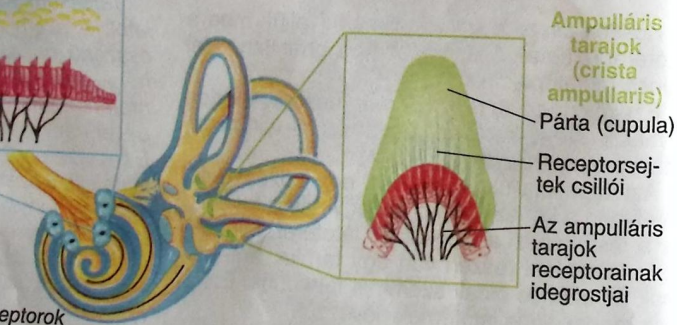
– a **zsákocskában és tömlőcskében** az **otolitikus apparátus (érzőfolt)** található,

– az **ampulláris tarajokban** (a három félkörös ívjárat tövében) csillós receptorsejtek és támasztósejtek vannak, amelyeket kocsonyás anyag borít – a **párta (cupula)**.

II. A köztes (ingervezető) szakaszt (16. ábra) a halló- és egyensúlyérző (helyzetérző) idegpályák képviselik.

A hallópálya három neuronból épül fel:

– a **protoneuron** a spirális Corgi-féle dúcbán található. Axonjai a hallóideget alkotják.



– a **deutoneuron** a híd magvaiban van. Axonja oldalágakat bocsájt a középgyag alsó ikertestjeibe, ahol az auditív tájékozódási reflexei záródnak;

– a **harmadik neuron** a metatalamusz belső térdes testében található.

Az egyensúlyérző (vesztibuláris) pálya három neuronból épül fel:

– a **protoneuron** a Scarpa-féle dúcbán helyezkedik el. Dendritjei körülfontják a receptorsejtek alapjait, axonjaik pedig az egyensúlyérző (vesztibuláris) ideget alkotják;

- *deutoneuronja* a nyúltagi vesztibuláris magvakban van. A deutoneuron tengelynyúlványa (axonja) oldalágakat bocsájt az archicerebellumhoz, gerincvelőhöz és a III., IV., és VI. agyidegek magvaihoz;
- a harmadik neuron a thalamuszban van.

III. Központi szakasz

Az **elsődleges hallómező** a halántéklebenyben, a Sylvius-árok mélyén található. A társító hallómezők a fali lebenyben vannak.

• A hallás mechanizmusa (17. ábra)

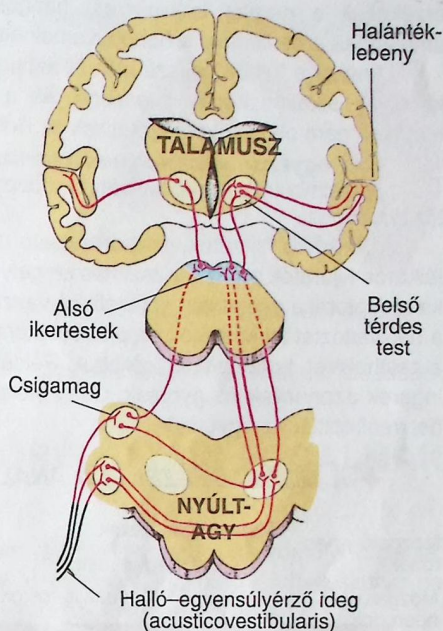
Az emberi fül a 16–20 000 Hz (rezgés/s) rezgésszámú és a 0–120 dB (decibel) erősségű hangokat fogja fel.

A hangokat a hanghullámok rezgésszáma (frekvenciája) által meghatározott *hangmagasság*, a hanghullámok amplitúdójából eredő *hangerő* és a *hangszín* jellemzi. A hallási érzet formájában felfogott hangok összességét *hallózávnak* nevezzük. Ez fokozatosan csökken az életkor előrehaladásával (csökken 40 év után).

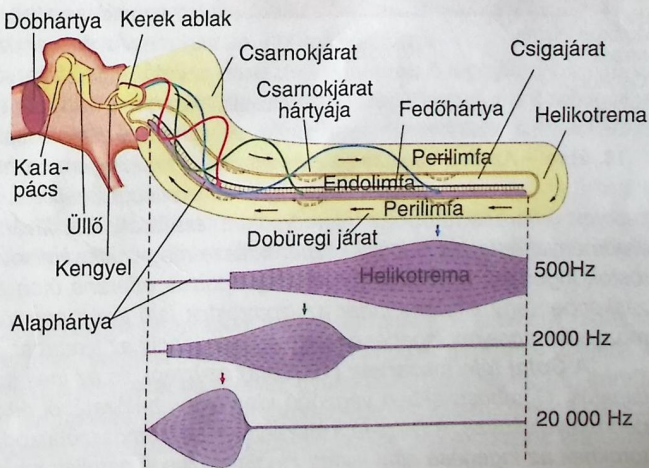
A külső fül a hanghullámokat a fülkagylóval fogja fel és a külső hallójáraton át a *dobhártyához* közvetíti. A dobhártya rezgéseit a középfül hallócsontocskáinak láncolata közvetíti a belső fül felé. A kalapács izmainak összehúzódása csökkenti a dobhártya rezgéseit túl erős hangok esetén, a kengyel izmainak összehúzódása pedig a ovális ablak hátyájának rezgéseit erősíti gyenge hangok esetén is. Így valósul meg a középfülben a hangerősség szabályozása.

A kengyel a *ovális ablakra* támaszkodik, ez vékony hátya, amely elválasztja a középfület a csigajáratról. Így a hanghullámok áthaladnak a *dobüregi járat* perilimfáján, majd a *helikotremán* (csiga csúcsa) át átadódhatnak a *csarnokjárat* perilimfájának. A perilimfa rezgésesei kiváltják az endolimfa rezgéseit, ami a hallósejteket tartó alaphártya elmozdulását eredményezi. Következésképpen a hallósejtek fedőhártyával szembeni helyzete megváltozik, a sejtek apikális pólusán elhelyezkedő csillók meghajolnak, ami a hallósejtek alaphártyájának egész hosszában akciós potenciált gerjeszt.

Így a hangingerek ideg ingerületékké alakulnak, és a hallópályán át az agykéreg halántéki övezetébe jutnak, ahol hallási érzetté alakulnak. A hátyás csiga alapjánál



16. ábra – A halló-egyensúlyérző ideg



17. ábra – A hallás mechanizmusa

érzékeljük a magas frekvenciájú hangokat, a csúcán az alacsony frekvenciájúakat. Miután áthaladnak a perilimfán, a hanghullámok eltompulnak, és eljutnak a *kerek ablakhoz*.

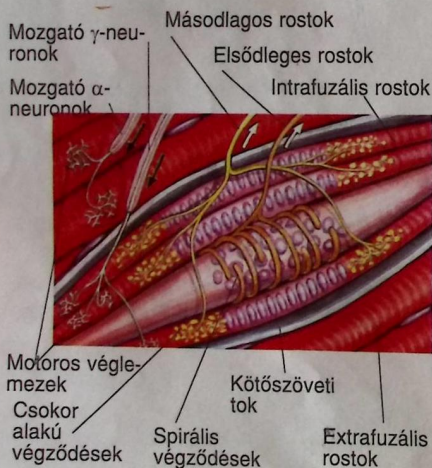
Amikor a fülhöz hosszú időn át azonos frekvenciájú és amplitúdójú hangok érkezik, bekövetkezik az alkalmazkodás jelensége, és a hallásérzékenység fokozatosan csökken. A dobhártya sérülése nem okoz süketiséget, csak az illető fül hallásának csökkenését.

• Az egyensúlyérzékelés mechanizmusa

A vesztibuláris (egyensúlyérző) receptorok specifikus ingerét a fej és a test helyzetének megváltozása képezi.

A félkörös ívjáratok vízszintes csatornái a függőleges tengely körüli testhelyzetről, a függőleges félkörös ívjáratok pedig a vízszintes tengely körüli testhelyzetről informálnak. A tömlőcske és zsákocskareceptorai a gyorsulást érzékelik. A vesztibuláris receptorok ingerlése nem vált ki érzeteket, hanem a helyváltoztatási készülék proprioreceptorain át érkező ingerek által *sztatokinetikus reflexeket* képez a testhelyzet tudatosítása céljából. Például az egyensúly elvesztésekor az egyensúlyhelyreállító ingerek azonnaliak és gyorsak. Csak utólag tudatosul bennünk, hogy közel voltunk az eséshez, és helyreállítottuk az egyensúlyunkat.

♦ A MOZGÁSÉRZÉKELŐ ANALIZÁTOR ÉLETTANA (KINESZTEZIKUS)*



18. ábra – Az ideg-izom orsó szerkezete

I. A **periférikus szakaszt** képviselik az izmokban, inakban, ízületekben, csontthártyában és ínszalagokban jelenlevő proprioreceptorok. Ezek a következők:

- Vater–Pacini-testek;
- ideg-izom orsók;
- Golgi-féle ínszervek;
- szabad idegvégződések.

Az **ideg-izom orsók (intrafuzális rostok)** (18. ábra) érző-mozgató proprioreceptorok; a harántcsíkolt izomrostok között (extrafuzális rostok) és az izomrostokkal párhuzamosan helyezkednek el. Középső részük megnyúlása által kerülnek ingerületi állapotba.

Az összehúzódásra képes végrészekhez a gerincvelő elülső szarvából mozgató gamma-neuronok tengelynyúlványai érkezik, amelyek az intrafuzális rostokkal motoros véglemez típusú szinapszist alkotnak.

A gamma motoros neuronok az agytörzstől és a retikuláris állománytól kapnak impulzusokat. Az impul-

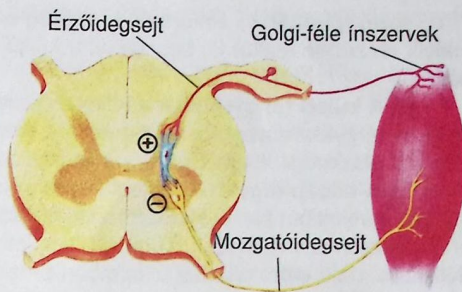
zusokat efferens úton az izomorsóhoz szállítják, és kiváltják annak összehúzódását. Ennek eredményeként az izomorsó központi része megnyúlik, ami kiváltja a spirálrostok és a csokor alakú rostok ingerületi állapotát. Így az idegimpulzus afferens úton a gerincvelő felé szállítódik. Következésképpen egy efferens inger az izomrostok felé kivált egy tónusos összehúzódási állapotot. Az α -mozgató idegsejtek ingerlése révén összehúzódik az izomrost.

A **Golgi-féle ínszervek** (19. ábra) az izmok és az inak kapcsolódásánál, az ínrostok között találhatók. Gömböcskében végződő idegrostok hálózatából állnak (a csigolyaközi dúc neuronjainak toroknak az ingerlése által keltett idegimpulzusok gátolják az izomösszehúzódásokat, egészen azok megszűnéséig. Nem alkalmazkodnak.

II. Az ingervezető szakaszt a gerincvelői idegek érzőrostjai, a Goll-féle, a Burdach-féle és az elülső, valamint hátsó gerincvelői-kisagyi pályák képviselik (ezeket részletesen leírtuk a **Gerincvelő** fejezetben).

III. A központi szakasz a homlok- és fali lebeny érző-mozgató zónájában van.

A látási, a bőr- és a vestibuláris analizátorokkal együtt a mozgásérzékelés analizátora szabályozza az egyensúly fenntartását és a finom mozgások koordinálását célzó reflexműködéseket, és állandóan informálja a központi idegrendszert a test térbeli helyzetéről és az izomösszehúzódások fokáról. A szomatikus mozgató funkciót szabályozó feedback folyamat láncszemét képviseli.



19. ábra – A Golgi-féle ínszervek helyzete

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

1. A LÁTÁS ANALIZÁTORA

A látás analizátorának működőképessége érdekében be kell tartanunk a személyi higiénia, valamint az olvasás higiéniai szabályait; egészséges és jó minőségű táplálékot fogyasztunk; ne használjunk szemüveget orvosi előírás nélkül; használjunk minőségi napszemüveget.

A szemet érintő betegségek közül megemlítiük:

➤ **a kötőhártya-gyulladást** (conjunctivitis), melyet a szem congestiója (vértolulása) kísér (20. ábra). Fertőző jellegű, kialakulását serkenti a füst, a por, a szembe hatoló idegen testek, mérgező gázok. Tünetei: sajgás, égés és „homok a szemben” érzete, viszketegség és szúrás érzete. A tüneteket a kötőhártya szekréciós folyamatai kísérik (a szekréció lehet: nyákos, gennyes–nyákos, rostos jellegű a kórokozótól függően). A klinikai megnyilvánulások szerint a kötőhártya-gyulladás lehet: hurutos, gennyes, álhártyás, csomós, kiütéses;



20. ábra – Hurutos kötőhártya-gyulladás

➤ **a szürke hályogot** (katarakta), mely a szemlencse elhomályosodásában nyilvánul meg, melyet a látás gyengülése vagy teljes elvesztése kísérhet. A leggyakoribb oka az öregedés. Mindig mindkét szemnél jelentkezik, de nem egyidejűleg. Megjelenhetik a szemlencse sérülését követően is. Előfordul veleszületett katarakta is, ekkor már az újszülött szemlencséje homályos. A szürke hályog kialakulhat a cukorbetegség szövődményeként is;

➤ **a zöld hályogot** (glaukóma), melyet a csarnokvíz elégtelen elvezetése okozza, és fokozott belső nyomás eredményeként alakul ki. Ennek következtében nő a szemgolyón belül a vérnyomás, csökken a látóidegrostok vérellátása, mely kezeletlenül a rostok pusztulásához és vaksághoz vezet.

2. A HALLÁS ANALIZÁTORA

A hallás analizátorának működőképessége érdekében be kell tartanunk a személyi higiénia alapvető szabályait: naponta történő tisztítás, sérülést okozó éles vagy tompa tárgyakat ne dugjunk a külső hallójáratba, ne hagyjuk kezeletlenül a szomszédos szervek gyulladásait (arcüregek, orr, garat), helyesen fújuk ki az orrunkat, kerüljük az erőteljes zajokat, az alkohol, nikotin, kábítószeres fogyasztását, bizonyos gyógyszerek (sztreptomycin, citosztatikumok) túladagolását, táplálkozunk helyesen és egészségesen.

A leggyakrabban előforduló betegség az **otitis** (fülgulladás). Annak függvényében, hogy a fül melyik részében alakul ki, beszélünk a külső fül, a belső fül gyulladásáról, valamint középfülgulladásról.

a) A külső fül gyulladása (otitis externa) a külső hallójárat gyulladása. Okozhatják a fülbe jutott piszkos tárgyak, anyagok, idegen testek, vagy gombákkal, baktériumokkal fertőződött piszkos víz. Tünetei: viszketés, lüktető fülfájás, nyomás és melegség érzet, gennyes fülfolyás.

b) A középfülgulladás (otitis media) a szomszédos szervek (orr, nyak, garat) betegségeinek szövődményeiként alakul ki. Előfordulását gyerekeknél a polip jelenléte is serkenti, de idegen tárgyak, orrdaganatok is kiválthatják. Tünetei a kezdeti stádiumban: bedugult fül érzete, nagyothallás, lüktetés, fájdalom, majd előrehaladott állapotban erős fájdmakkal, lázzal, süketiséggel, szédüléssel, sápadtsággal, verejtékezéssel jár. A nem kezelt középfülgulladás a belső fül gyulladását eredményezheti.

c) A belső fül gyulladása (labyrinthitis, otitis interna) tünetei: süketiség, fülzúgás, hányás, szédülés, sápadtság, egyensúlyzavar, a szemgolyók akaratlan mozgásai.

3. A BŐR ANALIZÁTORA

A bőr betegségeinek megelőzése érdekében be kell tartanunk a haj, a fejbőr, a körmök és a bőr tisztán tartásának szabályait: rendszeresen mossuk és ápoljuk mind az egészséges, mind a sérült bőrt. Használjunk kényelmes (természetes anyagokból készült) ruhát és cipőt, kerüljük a tartós napozást és a nagy hőmérsékleti ingadozásokat. Ne használjuk másokkal közösen a személyes tisztálkodási eszközeinket, tárgyainkat, valamint a fehérneműinket. Kövessük figyelemmel a rákosodásra hajlamos testfelületeket, és kerüljük ezek sérülését. Steril kozmetikai eszközöket használjunk (és ne használjuk mások után).

A bőr és származékainak leggyakoribb megbetegedései a következők: gyulladások, bőrgombák, vírusbetegségek.

➤ **Piodermatitisek** – a bőr és származékainak akut gyulladása, melyet a bőrön jelen levő mikroorganizmusok (streptococcus, staphylococcus) okoznak és amelyek gennyezést váltanak ki. A legismertebb formái:

a) az ótvar (impetigo) (21. ábra) – jellemzői: vízenyős hólyagok, amelyek kezdetben átlátszó folyadékkal teltek, majd később zavarossá válnak. Ezek megszáradnak vagy felszakadnak és utána pörkösödnek, majd heg nélkül begyógyulnak. Streptococcusok okozzák.

b) az ecthyma fekélyes gyulladás, mely nagyobb és mélyebb, mint az ótvar, és gyógyulás után hegek maradnak utána (22. ábra). Okai ugyanazok, mint az ótvárnak.

c) a zabola, melyet baktériumok okozzák. Jellemzője a szájszögben megjelenő hasadás. Itt a bőr kékes színezetű és enyhén levedzik. Fájdalmas elváltozás, néha pörk borítja.

d) streptococcus okozta intertrigo (kipállás) – főleg csecsemőknél fordul elő, a nagyobb hajlatokban jelenik meg, a combon, a hónaljban és a nyaki részen. A bőr égőpiros és enyhén levedzik. Ezekon a helyeken sárga pörkök alakulnak ki.

e) a folliculitis a szőrtüszők gyulladása, mely furunkulussá alakulhat. Jellemzője a kis és sárgás-zöldes gennyes hólyagok jelenléte. Megjelenhetnek a hajmentes bőrfelületen is.

f) az akné (pattanás, mitesszer) a szőrtüszőnek és a faggyúmirigynek a gennyes gyulladása. Megfigyelhető az arcon, a vállon, a felső végtagokon és a háton. Leggyakoribb formája a fiatalokori akné, mely a serdülőkorra jellemző.



21. ábra – Ótvar



22. ábra – Ecthyma

g) hidrosadenitis a verejtékmirigyek gyulladása (általában a hónaljban). Mélyen fekvő gennyes hólyagok formájában alakul ki, és nagyon nehezen gyógyul.

➤ **A bőr gombás megbetegedéseit** olyan élősködő gombák okozzák, melyek jelen vannak a bőrön, a hajszálon és a nyálkahártyák felületén. A leggyakoribbak a következők:

a) a tarlósmör (a *trichophyton* gombafaj okozza) piros és szabálytalan, szétszórt vagy csoportban elhelyezkedő foltok alakjában jelentkezik. A foltokat száraz vagy zsíros pikkelyek borítják, szélükön pedig fehéres és rövid szőrök figyelhetők meg, melyekben az élősködők foglalnak helyet. Megjelenhet a szőrtelen bőr felületén is. Azokban a közösségekben, amelyekben nem tartják be az egészségügyi előírásokat, akár járványt is okozhat.

b) az epidermophytia (az *Epidermophyton* gomba okozza) piros és szabálytalan foltok alakjában jelentkezik. A foltok szélén apró gennyes hólyagok találhatók.

c) a pityriasis (a *Malassezia furfur* okozza) kávészínű vagy fehér foltok alakjában jelenik meg a törzs tájékán, főleg azoknál a személyeknél, akik gyakran verejtékeznek (23. ábra).

d) a candidiasis, melyet a *Candida albicans* okoz. Ez a gomba normál körülmények között szaprofita jellegű, de patogénné alakulhat. Megjelenhet a bőrön is, de gyakoribb a nyálkahártyákon (szájüreg, nemi szervek). Tünetei: erős viszketettség, fehér lepedékes váladékozás (ami nem más, mint a gomba spórái).

➤ **A vírusbetegségeket** vírusok okozzák. A legismertebb vírusbetegségek egyike a herpesz.

A herpesz (herpes) kétféle lehet: az arcon és szájüregben megjelenő **ajakherpesz**, melyet a *Herpes simplex-1* (HSV-1) vírus okoz, valamint a nemi szervek környékén kialakult **genitális herpesz**, melyet a *Herpes simplex-2* (HSV-2) vírus okoz. Átlátszó folyadékot tartalmazó hólyagok formájában jelentkezik, mely később zavarossá válik. A hólyagok barnás-szürkés pörkökké alakulnak, melyek heg nélkül begyógyulnak. A betegséggel párhuzamosan meggduzzadnak a regionális nyirokcsomók is.



23. ábra – Pityriasis

4. A SZAGLÁS ANALIZÁTORA

Az orr működőképességének megőrzése érdekében kerülnünk kell a megbetegedését, be kell tartanunk az alapvető higiéniai szabályokat, és óvakodnunk kell az orra ható káros tényezőktől: *mechanikai* (ütések), *fizikai* (hőmérséklet-ingadozások), *vegyszeri* (savak, lúg, kőolaj, benzin, mosószerek, stb.) és *biológiai* (vírusok, baktériumok, gombák) tényezőktől.

Az orr leggyakoribb betegségei közül említjük az **orrnyálkahártya-gyulladást** (rhinitis) (heveny, idült hurutos, idült hipertrofizált, idült atrófiás és allergiás).

a) A heveny rhinitis őszelel és tavasszal jelentkezik. Kiválthatja vírus-, baktériumfertőzés vagy allergiás reakció. A fáradtság, az alultápláltság, a szellőztetetlen helyiségben való tartózkodás, valamint a hideg elősegítheti a betegséget. Tünetei: dugult orr, az orr és a torok száradása és viszketése, gyakori, vízenyős orrváladékos tüszentés, könnyezés, dugult fülek érzete, fejfájás, levertség, lázas állapot, étvágytalanság, álmatlanság.

b) Az idült hurutos rhinitis tünetei: bedugult orr, az orron történő légzés nehézkes, főleg vízszintes helyzetben, nyákos vagy gennyes-nyákos orrváladékozás, a szaglás csökkenése, fejfájás, fáradtság, a hallás csökkenése, a mandulák, a garat és a hörgők gyulladása.

c) A hipertrofizált idült rhinitis tünetei: az orrnyálkahártyájának a degenerációja, mely megvastagodik és eldugaszolja az orrüregeket. Idővel csökken a szaglás és a hallás.

d) Az atrófiás idült rhinitis jellemzői: az orrnyálkahártya elvékonyodik, az orrüregben száraz és kellemetlen szagú kerges pörkök jelennek meg.

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Végezd el a következő egyszerű kísérleteket! Magyarázd meg őket!

1. Ossz fel egy lemezt több részre, és mind-egyikbe készíts bevágást, amelyen áthaladjon a fény. Forgasd a lemezt eleinte lassan, azután gyorsan. Figyeld meg mindkét esetben, mi történik a bevágáson áthaladó fénysávval?

2. Fertőtlenítsd egy gumicső mindkét végét, majd helyezd egyik végét a jobb, másikat a bal (külső) füledbe, hogy semlegesítsd a fülkagylók szerepét. Csukd be a szemed, és próbáld meg-állapítani, milyen irányból halad a csengő hangját, miközben változtatják a csengő helyét. Mit észlelsz?

3. Egyenes tartással és csukott szemmel járj egy helyben néhány percig. Ezután ugyancsak csukott szemmel lépj 5-6 m-t előre és ugyanannyit hátra, 4-szer egymás után. Normális körülmények között az első esetben nem változik a testhelyzet. A második esetben a 45°-os eltérések normálisak. Milyen körülmények között jelennek meg oldalsó és köröző kitérések?

4. Helyezz parafalemezre egy békát! Forgasd meg gyengén a lemezt! Hogyan reagál a béka? Mi történik a békával, ha a hátára fordítod? Mit gondolsz, mi történne a békával, ha a hártýás labirintusai szét lennének roncsolva?

II. Társítsd helyesen a következő fogalmakat!

- | | |
|-------------------------|-------------|
| a) Merkel-féle korongok | A) érintés |
| b) Ruffini-féle testek | B) hő |
| c) Meissner-féle testek | C) fájdalom |
| d) Krause-féle testek | |
| e) Pacini-féle testek | |

III. Azok a személyek, akik zajos körülmények között dolgoznak, egy idő után elvesztik hallás-érzékenységüket. A felsorolt okok közül melyik a helyes? Magyarázd meg!

- a) a dobhártya átszakadása
- b) az otolitok rendellenes működése

- c) a Corti-féle szerv rendellenes működése
- d) a fülkagyló rendellenessége
- e) a hallócsontocskák rendellenessége

IV. A bőr egy terjedelmes receptormező.

a) Mi történik azzal a személlyel, aki elvesztette a bőrfelülete működőképességének 50%-át?

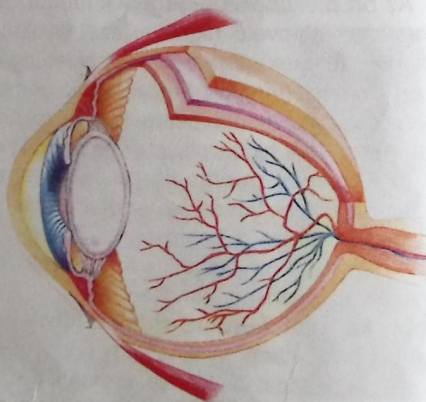
b) Milyen életkörülmények között kell élnie ennek a személynek?

c) Magyarázzatok meg, miért fájdalmasabb a felületi égés, mint a mélyebb?

d) Melyik esetben szívódik fel hamarabb a gyógyszer, ha a bőr alá, vagy ha a bőrbe fecskendezik?

V. Készíts dolgozatot „A látás fotokémiai alapjai” címmel, és vedd figyelembe a következő vázlatot:

- a) optikai készülék: alkotóelemek és funkciók;
- b) fényérzékeny pigmentek: megnevezés, szerkezet, lokalizáció;
- c) fényérzékeny pigmentek lebomlása és újraképződése;
- d) a fényhez és sötétséghez való alkalmazkodás;
- e) színes látás rendellenességei.



C. AZ ENDOKRIN (BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ) MIRIGYEK

Az endokrin rendszer és az idegrendszer a szervezet koordinációs és ellenőrző központjai, együttesen biztosítják a szervezet működési egységét. Állandó jellegű kölcsönhatásuk biztosítja a szervezet alkalmazkodását és a környezetbe való beilleszkedését.

Az endokrin rendszert a belső elválasztású (endokrin) mirigyek összessége alkotja, amelyek váladékukat – a hormonokat (vegyi hírvivők)– közvetlenül a vérbe vagy a nyirokba ürítik. Így a vér vagy a nyirok útján jutnak a célsejtekhez vagy a szervekhez, ahol specifikus receptorokhoz kapcsolódnak. A hormonok közvetítésével történik a szervezet növekedésének és fejlődésének, a szövetek differenciálódásának, az anyagcserének és a magatartásformáknak a szabályozása, valamint a belső környezet paramétereinek állandó szinten tartása (homeosztázis). Az idegrendszer által szabályozott endokrin rendszer humorális úton szabályozza a belső szervek működését. A belső szervek működésének szabályozása kettős: idegi (egyenes és gyors, serkentő vagy gátló hatással) és humorális (lassúbb és hosszabb hatással). A hormonok nem fajspecifikusak, éppen ezért az állatok mirigyeiből kivont hormonok alkalmazhatók az embernél is.

Vegyi szerkezetük alapján a hormonokat a következőképpen osztályozhatjuk:

1. **katekolaminok:** adrenalin (epinefrin) és noradrenalin (norepinefrin);
2. **polipeptidek és glikoproteidek:** antidiuretikus hormon, inzulin és tireotrop hormon;
3. **szteroidok:** kortizon és tesztoszteron.

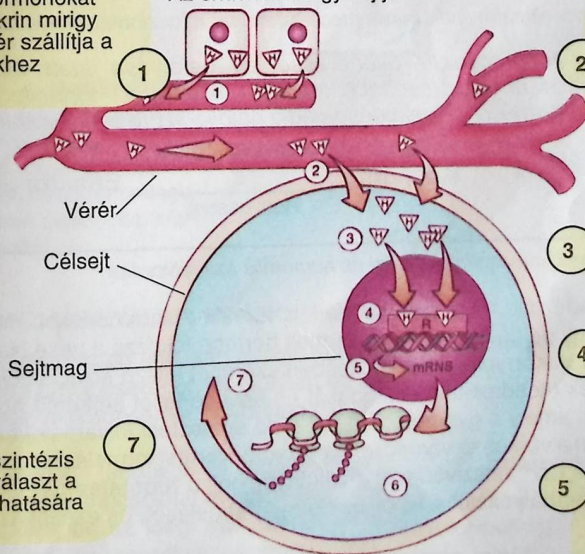
A hormonok nagyon kis mennyiségben hatnak. A sejtek szintjén a hormonok hatásának két mechanizmusa ismeretes (1. a és b ábra):

a) a enzimszintézis beindítása által, amely a sejtmagban levő DNS-re gyakorolt hatás eredménye (így hatnak például a szteroidok);

b) valamely foszforiláz enzim (az adenilát-cikláz) aktiválása által, mely módosítja a meglévő enzimek (pl. polipeptidek, glikoproteidek) tevékenységét.

A szteroidhormonokat (H) az endokrin mirigy termeli, és a vér szállítja a célsejtekhez

Az endokrin mirigy sejtjei



A szteroidok olyan kis, zsírsban oldódó (liposzolúbilis) molekulák, amelyek könnyen átjutnak a sejthártyán

A szteroidok áthaladnak a citoplazmán, és eljutnak a sejtmaghoz

A sejtmagban a hormon egy receptorhoz (R) kapcsolódik. A hormon-receptor együttes a DNS egyik társult fehérjemolekulájához kötődik

A fehérje bizonyos géneket aktivál; megtörténik az mRNS-re való átírás

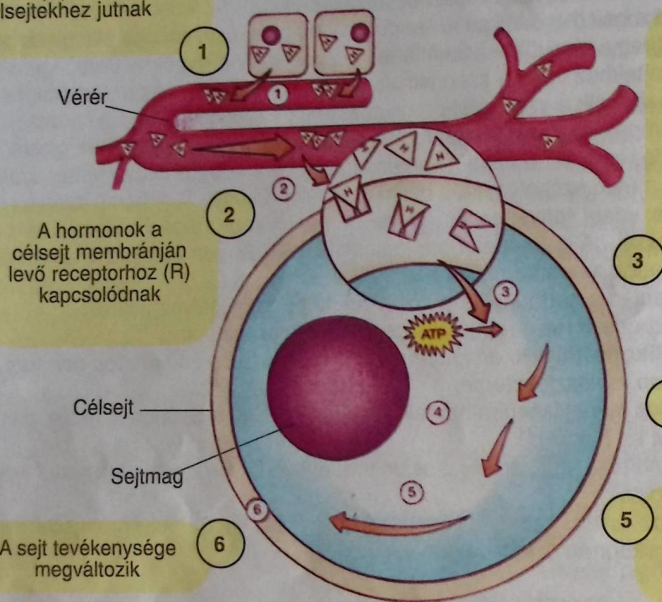
A fehérjeszintézis képezi a választ a hormonok hatására

Specifikus fehérjék szintézise

1. a ábra – A hormonok hatásának egyik mechanizmusa: enzimszintézis beindítása

Az endokrin mirigy által termelt fehérjetermészetű hormonok (H) a vér útján a célsejtekhez jutnak

Az endokrin mirigy sejtjei



A hormon-receptor együttes aktiválja a sejthártya belső felszínén levő adenilcikláz. Az adenil-cikláz katalizálja az ATP lebontását ciklusos adenoszin-monofoszfáttá (cAMP), amely másodlagos hírvívó anyag

A hormonok a célsejt membránján levő receptorhoz (R) kapcsolódnak

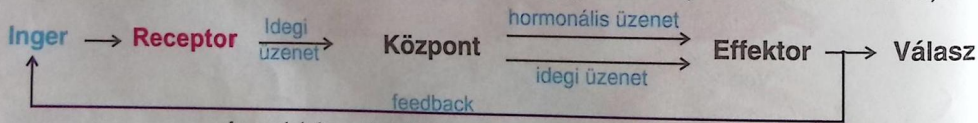
A cAMP a proteinkináz működését indítja be

A proteinkináz a specifikus fehérjék foszforilezését aktiválja

A sejt tevékenysége megváltozik

1. b ábra – A hormonok hatásának másik mechanizmusa: a foszforiláz aktiválása

A hormontermelés az idegrendszer ellenőrzése és befolyása alatt áll. A hormonok koncentrációjának szabályozása negatív feedback mechanizmus révén történik: a koncentráció csökkenése serkenti a hormontermelést, növekedése pedig gátolja azt (lásd az alábbi vázlatot).*



Az endokrin szekréció idegi és humorális szabályozása*

Az utóbbi években felfedezték, hogy más szervek is termelnek hormonokat, ezért az endokrin rendszer fogalma bővíthető. Így például a **szív** által termelt hormon fokozza a vese Na^+ -kiválasztását, vizelet útján való kiürülését; a **vékonybél** az emésztésben szerepet játszó **kolecisztokinint** és **szekretint** termeli; a **máj** a porcsejtek (kondrociták) osztódását és növekedését serkenti **hormont** választja ki; a **gyomor** **gasztrint** termel, amely a gyomorban lejátszódó emésztési folyamatokban vesz részt; a **vesék** által termelt **eritropoetin** a véréképző vöröscsontvelő, vörösvértest termelését szabályozza; a **bőr** által termelt hormon serkenti a Ca^{2+} felszívódását a vékonybélből; a **hipotalamusz** által termelt **ideg-hormonok** (neurohormonok) szabályozzák a hipofízis hormontermelését, és ezáltal az összes endokrin mirigy működését.

Az endokrin mirigyek embriológiai eredete különböző: a **külső csíralemezből** (ektodermából) származik a hipofízis, az epifízis, a mellékvese velőállománya; a **belső csíralemezből** (endodermából) származik a pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigy, a hasnyálmirigy endokrin része, és a **középső csíralemezből** (mezodermából) származik a mellékvese kéregállománya és a nemi mirigyek.

HIPOFÍZIS (AGYALAPI MIRIGY)

Az agyvelő alapi részén helyezkedik el, az éksont töröknyereg nevű bemélyedésében és a dura mater által alkotott üregben. Babszem alakú és nagyságú, tömege kb. 0,5 g. Három lebenyből áll: előlső (adenohipofízis), hátsó (neurohipofízis) és köztülebeny.

EPIFÍZIS (TOBOZMIRIGY)

A köztiagy hátsó részén található, alsó és oldalsó részét az alsó ikertestek határolják. Ezekkel és egy maggal együtt, amelyben a szomatikus szaglőreflexek záródnak, az epitalamuszt alkotja.

PAJZSMIRIGY

A nyak előlső részén található egy rostos tokban. A gége és a légcső két oldalán elhelyezkedő lebenyeket hídnak (isthmus) nevezett rész köti össze. A legnagyobb endokrin mirigy, tömege kb. 25 g.

MELLÉKPAJZSMIRIGYEK

A pajzsmirigylebenyek hátsó felén, a rostos tok belsejében található 2 pár mirigy. Tömegük kb. 130 mg.

TÍMUSZ (CSECSEMŐMIRIGY)

A mellcsont mögött található nyirokszerv, amelynek belső elválasztású működése van. Két különböző alakú és nagyságú lebenyből áll.

HASNYÁLMIRIGY (PANCREAS)

A patkóbél görbületében helyezkedik el, két részből áll: exokrin rész (98–99%), melyet acinusokba (fürtökbe) tömörült külső elválasztású mirigysejtek alkotnak; a másik az endokrin rész, amelyet a Langerhans-szigetek képviselnek (1–2%).

MELLÉKVESÉK

A vesék felső pólusán elhelyezkedő, sisak alakú szervek, tömegük 8–10 g.

PETEFÉSZEK

Páros szerv, mely a kismedencében, a méh két oldalán található. A petefészkek tüszői által képviselt exokrin részből és a tüszők belső hámrétege, valamint a sárgatest sejtei által képviselt endokrin részből áll.

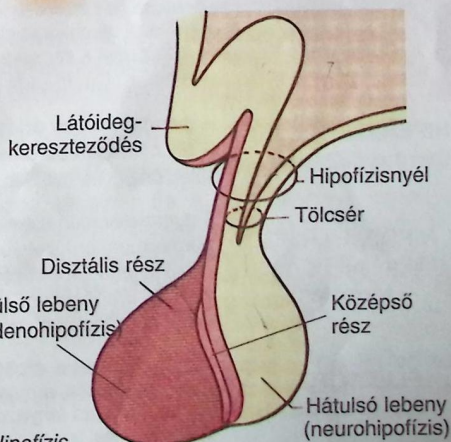
HERÉK

A lágyéktájékon, a herezacskókban található páros szerv. A kanyarulatot herecsatornák az exokrin részt, az interszticiális Leydig-féle sejtek pedig az endokrin részt alkotják.

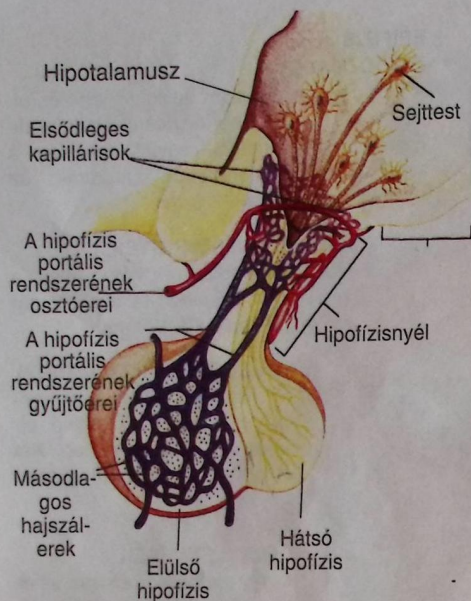
♦ A HIPOFÍZIS (AGYALAPI MIRIGY) (2. ábra)

Az egyik legfontosabb endokrin mirigy. Fontos szerepet tölt be az anyagcsere-folyamatokban és az endokrin rendszer működésének egybehangolásában.

A hipotalamusszal (endokrin és vegetatív agy) való morfofunkcionális kapcsolatai révén a hipofízis jelentős szerepet tölt be az idegi működések és a humorális ellenőrző és koordinációs működések egybehangolásában.



2. ábra – Hipofízis



3. ábra – Hipofízeális kapuérrendszer

Az adenohipofízist ellátó vér egy kis része ellentétes irányban kering, trophormonokat szállít a hipotalamuszhoz, ezek a hormonok negatív feedback útján szabályozzák a középső hipotalamusz-magvak által termelt ideghormonok mennyiségét.

1. Az STH (szomatotrop hormon – növekedési hormon)

IRÁNYÍTOTT FOLYAMATOK

- a lágy szövetek, valamint a csontok hosszának és vastagságának növekedése
- köztes anyagcsere

A HORMON HATÁSA

- serkenti a sejtek szintjén a fehérjék bioszintézisét
- serkenti a ketontestek termelődését (ketogenezist)
- növeli a vércukorszintet
- mozgósítja a zsírsavakat a zsírraktárakból
- a Na, K, Ca, P és N kiürülését csökkenti

HIPERSZEKRÉCIO (hormontúlermelés)

- gyermekkorban óriásnövéshöz (gigantizmushoz) vezet (2 m fölötti magassághoz)
- felnőttkorban akromegáliát okoz (ez a végrészek, az ujjak, az orr, az ajkak vagy a fülek és egyes belső szervek, pl. a szív, máj, vese túlzott fejlődésében nyilvánul meg)

HIPOSZEKRÉCIO (elégtelen hormon-termelés)

- gyermekkorban törpénövést (hipofízis nanizmust) okoz, amely apró testméretben, de normális pszichikai és értelmi képesség kialakulásában nyilvánul meg
- felnőttkorban hipofízis senyvedést okoz, amely a szervek sorvadásában, a haj, fogak, körmök kihullásában, a nemi szervek visszafejlődésében, sterilitásban nyilvánul meg, végül pedig halált okoz

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

- termelődését a hipotalamusz két ideghormon útján ellenőrzi: az egyik (a szomatostatint) gátolja, a másik (a szomatoliberint) serkenti a működését
- más serkentő tényezők: a vércukorszint csökkenése (hipoglikémia), éhezés, stressz-állapot, alvás

A) AZ ADENOHIPOFÍZIS

Az egész mirigy 75%-át képezi. A mirigyállományát (parenchimát) alkotó sejtek hormonokat termelnek: 1. **szomatotrop (STH)**, 2. **tireotrop (TSH)**, 3. **kortikotrop (ACTH)**, 4. **gonadotrop (FSH – tüszőérlelő hormon, LH – luteinizáló hormon)**, 5. **prolaktin**.

A trophormonok (TSH, ACTH, FSH és LH) és a nem trophormonok révén az adenohipofízisnek szerepe van a pajzsmirigy, a mellékvesék és a nemi mirigyek működésének humorális (vér útján történő) szabályozásában, amely feedback mechanizmusokkal történik. Az adenohipofízis működését a hipotalamusz ellenőrzi és hangolja össze (középső magvak) olyan ideghormonok (neurohormonok) révén, melyek a hipotalamo-hipofízeális kapuérrendszeren (portális rendszeren) jutnak az adenohipofízisbe (3. ábra).

A belső fejosztóérből (karotiszból) származó hipofízis-osztóerek a hipotalamusz alapi részén elsődleges hajszálteres fonatot alkotnak: az innen származó gyűjtőeres hajszálerek az ideghormonokat az adenohipofízisbe juttatják, ahol ismét sinusoid hajszálerekre bomlanak, amelyek hormontermelő sejteket vesznek körül.

2. A trop-hormonok

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

ELLENŐRZÉS/SZABÁLYOZÁS

TSH
(tireotrop hormon)

serkenti a pajzsmirigy hormontermelését

az idegi szabályozás a hipotalamusz tireotropint felszabadító hormona (TRH) útján, a humorális szabályozás pedig negatív visszacsatolás (feedback) által valósul meg, melynek során a pajzsmirigyhormon szintjének növekedése hatás gyakorol az adenohipofízisre.

ACTH

serkenti a mellékvesekéreg hormontermelését

az idegi szabályozás a hipotalamuszbeli központok által termelt ideghormon, a kortikotropint felszabadító hormon (CRH) útján történik, a humorális szabályozás pedig negatív visszacsatolás (feedback) által, melynek során a mellékvesekéreg-hormon szintjének növekedése hatást gyakorol az adenohipofízisre.

FSH
(tüszőérlelő hormon)
LH (luteinizáló hormon)

serkenti a nemi mirigyek működését

a hormontermelődést idegi mechanizmusok ellenőrzik a felszabadító hormonok (GnRH) által, valamint humorális mechanizmusok, negatív visszacsatolás által, amelyet a nemi hormonok szintnövekedésének az adenohipofízisre gyakorolt hatása vált ki.

3. A prolaktin (luteotrop hormon)

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

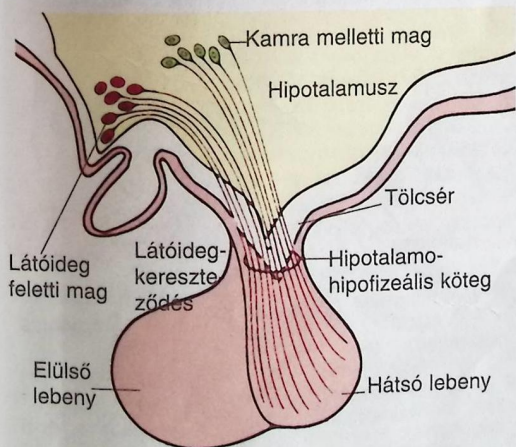
- a nőknél serkenti az emlőmirigyek fejlődését, és fenntartja a tejelválasztást
- a férfiaknál ismeretlen a hatása

A HORMON HATÁSA

a szoptatás ideje alatt gátolja az FSH-nak a petefészek tüszőire gyakorolt hatását (ez a hatás a petefészek tüszőinek érési folyamatát serkentő hatás)

ELLENŐRZÉS/SZABÁLYOZÁS

- képződését a hipotalamusz két ideghormon útján ellenőrzi: az egyik serkenti, a másik gátolja a termelődését
- más, serkentő hatású tényezők: fizikai erőlködés, stressz, alvás, terhesség



4. ábra – Hipotalamo-hipofizeális köteg

B) AZ AGYALAPI MIRIGY KÖZTILEBENYE

A mirigy állományának csupán 2%-át képezi, hámlémez formájú, és felnőttkorban olyan szorosan simul a hátsó lebenyhez, hogy elkülönítése igen nehéz.

A melanotrop hormont (MSH) termeli, amely serkenti a bőr és a haj színét meghatározó melanin termelődését. Feltételezik, hogy szerepe van a rodopszinképződés folyamatában.

C) NEUROHIPOFÍZIS

A mirigy tömegének 15–20%-át képezi, a hátsó hipofízislebeny és a hipotalamo-hipofizeális köteg (idegi köteg) alkotja (4. ábra). A köztiagy III. agykamrájából származik, és a hipofízisnyél útján kapcsolódik a hipotalamuszhoz. A mirigyparenchima idegsejteket, amielinikus rostokat és szekréciós szemcséket tartalmaz.

A hipotalamusz elülső magvai által kiválasztott két hormon, az antidiuretikus (ADH) és az oxitocin, a hipotalamo-hipofizeális köteg útján a hipofízis hátsó lebenyébe jut, innen pedig a vérbe választódik ki.

1. Az ADH (antidiuretikus hormon vagy vazopresszin)

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

a szervezet víztartalmának megőrzése

A HORMON HATÁSA

- növeli a disztális (másodlagos) és a gyűjtő-vesecsatomácskák áteresztőképességét (permeabilitását)
- serkenti a víz visszaszívódását
- növeli a volaemiát (a vér mennyiségét)

HIPERSZEKRÉ- CÍO (hormon- tútermelés)

- a vizelet mennyisége csökken, töménysége nő
- nő az osztóeres vérnyomás
- serkenti a bél perisztaltikáját

HIPO- SZEKRÉCÍO (elégtelen hor- montermelés)

diabetes insipidus idéz elő, amelynek tünetei: *polyuria* (nagy mennyiségű, napi 10–30 liter vizelet ürítése), *polydipsia* (oldhatatlan szomjúság) és súlyos ásványianyag-hiány

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

- a hipotalamusz ADH-szekrécióját a baro- és ozmoreceptoroktól származó impulzusok szabályozzák negatív visszacsatolás (feedback) révén
- az ADH-kiválasztás a szövetnedv mennyiségi változásaitól is függ

2. Oxitocin

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

- a tej kiürülése a tejmirigyekből
- a méh simaizomzatának összehúzódása a szülés ideje alatt

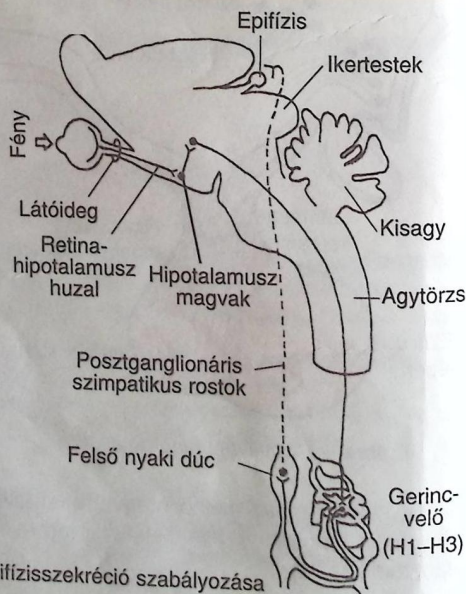
A HORMON HATÁSA

a tejszomák falában levő (myoepithelialis) izomsejtek összehúzódása

◆ AZ EPIFÍZIS* (TOBOZMIRIGY)

Gliasejteket és vegetatív szimpatikus rostokat tartalmaz. A gliasejtek **melatonin**nak nevezett hormont termelnek, amelynek szerepe van a szervezet növekedésében, fejlődésében, az ásványi anyagok, fehérjék, cukrok anyagcseréjében, ez a hormon akadályozza meg a korai nemi érést. A vegetatív szimpatikus rostok a felső nyaki dűcből erednek, és kapcsolatban vannak a hipotalamikus idegi központokkal, amelyek működését a látóhuzaltól érkező rostok befolyásolják (5. ábra). Éppen ezért a nappali-éjszakai (cirkadián) ritmus az epifízis működésének változásait idézi elő.

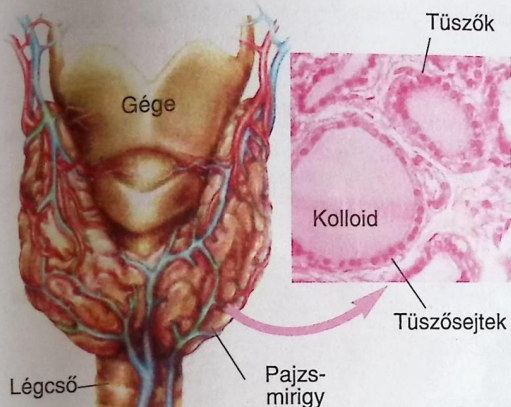
A látás analizátorától érkező oldaleágazások alapján az epifízis más endokrin mirigyek (pajzsmirigy, mellékpajzsmirigyek, hasnyálmirigy endokrin része, tímusz) működését is képes befolyásolni a hipotalamusz segítségével, vagy attól függetlenül.



5. ábra – Az epifízisszekréció szabályozása

Az epifízis elválasztó tevékenysége a saját vegetatív szimpatikus beidegződésétől függ. Ennek hiányában az elválasztó tevékenység megszűnik.

A melatonin szekréciója függ a cirkadián ritmusától: az erős fény csökkenti a szintézist, míg a sötétség serkenti. A melatonin gátolja a gonadotrop hormonok (FSH, LH) felszabadulását serkentő hormontermelődést, a nemi hormonok felszabadulását, ellenőrzi a termékeny időszak alatt a nemi mirigyek működését és a szülést. Az epifízis hiánya korai nemi érést idéz elő.



6. ábra – A pajzsmirigy elhelyezkedése és szerkezete

♦ A PAJZSMIRIGY

Kötőszövetes állományból (sztrómából) áll, melyben mirigyhámot tartalmazó **tüszők** találhatók. A tüszők hámsejtjei **kolloidot** (nyúlós folyadékot) termelnek, amelyben hormonok raktározódnak (6. ábra). A pajzsmirigykolloid **tireoglobulint** tartalmaz, amelynek fő alkotóeleme a **tirozin** nevű aminosav.

A pajzsmirigy **tiroxint**, **trijód-tironint** és **kalcitonint** termel. Ezeknek a hormonoknak azonos szöveti hatásuk van ugyan, de a trijód-tironin gyorsabban hat és aktívabb, mint a tiroxin. A pajzsmirigy kis mennyiségben a kalcium anyagcseréjében szerepet játszó kalcitonint is termeli.

1. A tiroxin és trijód-tironin

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

- a szervezet növekedése és fejlődése; az agyvelő gyermeki fejlődése
- az energetikai anyagcsere; a cukor, a zsír és a fehérjék anyagcseréje

A HORMON HATÁSA

- befolyásolja a neuronok differenciálódását, a mielinshüvely (velőshüvely) kialakulását, a szinapszisok képződését, valamint a nemi mirigyek kialakulását a méhen belüli élet idején
- serkenti az aktív metabolizmussal rendelkező szövetek energetikai anyagcseréjét
- fokozza a szőlőcukor vékonybélből való felszívódását, a periférius szövetekben való lebomlását, valamint a glikogén lebomlását a májban (glikogenolízist)
- növeli a nitrogénkiválasztást azáltal, hogy az izom- és vérplazmafehérjék lebomlását fokozza
- serkenti azokat a májban lezajló folyamatokat, amelyek kivonják a koleszterint a keringésből (lipolízis), és csökkentik a zsírraktárakat
- ingerlékenységet, nyugtalanságot vált ki

HIPERSZEKRÉCIÓ

- a **Basedow-Graves-féle kór** megjelenését idézi elő, amelyre a szem kidülledése (exophthalmia), valamint a pajzsmirigy megnagyobbodása (exoftalmuszos golyva) jellemző, ilyenkor fogyás, idegesség, kézreszkedés, meleg és nedves bőr, alacsony anyagcsere-növekedés lép fel

HIPOSZEKRÉCIÓ (elégtelen hormontermelés)

- gyermekkorban a **törpenövés** mellett **kreténizmust** okoz, amely hiányos fogazat, száraz és vastag bőr megjelenését okozza
- felnőttkorban **mixodémát** (a szövetek mukoproteinnel, vízzel, elektrolitokkal való átitatódását) okoz, amely testsúlygyarapodással, hajhullással, vérszegénységgel, a bőr száradásával és megvastagodásával, valamint az alacsony anyagcsere csökkenésével jár
- **endemikus golyva** (az ivóvíz és a táplálék jódhiánya okozza)

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

- szokványos életkörülmények között a pajzsmirigy működését az **adenohipofízis** ellenőrzi a vér tiroxinkoncentrációjának függvényében (negatív feedback mechanizmus alapján)
- a vér tiroxinkoncentrációja azáltal, hogy idegi úton a hipotalamuszból
- szokatlan helyzetekben (hideg, stressz), amikor nő a pajzsmirigyhormon-szükséglet, a negatív feedback útján nő a tiroxinszekréció azáltal, hogy idegi úton a hipotalamuszból TRH szabadul fel; a vér útján az adenohipofízisbe jutó TRH fokozza a TSH-szekréciót, TRH szabadul fel; a vér útján az adenohipofízisbe jutó TRH fokozza a TSH-szekréciót, a következőképpen fokozódik a tiroxinszekréció

2. A kalcitonin

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

a foszfát-kalcium egyensúly fenntartása

A HORMON HATÁSA

- a csontokban gátolja az oszteoklasztok (csontfalósejtek) képződését és az oszteolízist (a csontszövet rombolását)
- a fiatal szervezetekben serkenti az oszteogenezist
- csökkenti a vér kalciumtartalmát
- a vesék szintjén gátolja a foszfátok visszaszívódását, ezáltal csökkenti a vér foszfáttartalmát, és növeli a kalcium (Ca^{2+}) vizelet útján (kalciuria) való kiürítését
- a vékonybélben serkenti a Ca^{2+} felszívódását, és csökkenti a székllettel való kiürítését

♦ A MELLÉKPÁJZSMIRIGYEK* (7. ábra)

A mellékpajzsmirigyek vérerekkel és idegekkel gazdagon behálózott kötőszövetes állományból és parenchimából épülnek fel; a parenchimában egymáshoz kapcsolódó sejtkötegek figyelhetők meg.

A **parathormont (PTH)** termelik, amelynek a kalcitoninnal együtt fontos szerepe van a foszfát-kalcium egyensúly fenntartásában, biztosítja a kalciumnak a csontokba való lerakódását, és ezáltal a csontváz normális fejlődését.

A HORMON HATÁSA

- serkenti a kalcium felszívódását a vékonybélben
- csökkenti a Ca^{2+} és Na^{+} vizelettel való kiürülését
- serkenti a foszfátok és a kálium (K^{+}) vizelettel való kiürülését
- a csontok szintjén mozgósítja a kalcium-foszfát-sókat
- e hatások eredményeképpen nő a vér kalcium- és nátriumtartalma, és csökken a foszfátkoncentrációja

HIPERSZEK-RÉCÍÓ (hormon-tútermelés)

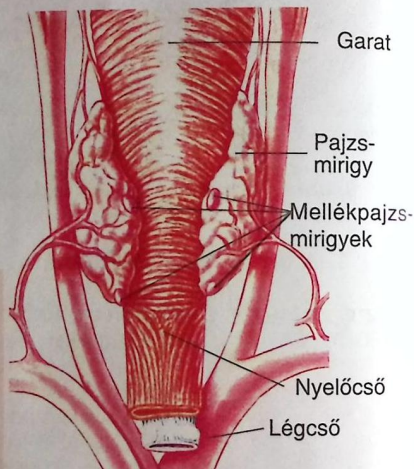
a **Recklinghausen-féle kórt** okozza, amely a csontok kalciumvesztés miatti deformálódásával és törésével jár, ezt foszfor- és kalciumlerakódások követik a lágy szövetekben, illetve vesekövek alakulhatnak ki

HIPO-SZEKRÉCÍÓ (elégtelen hormon-termelés)

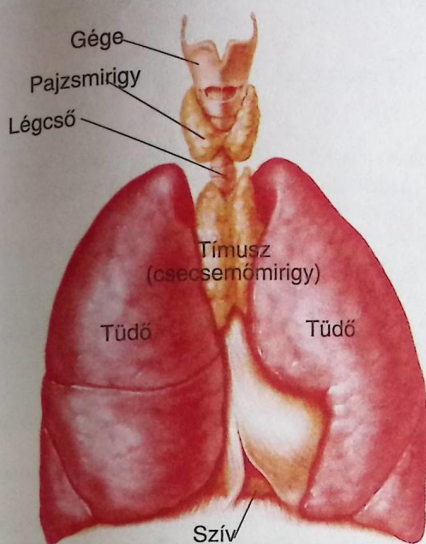
- a gyermekek fogzatának késői megjelenését és szellemi visszamaradást okoz
- felnőttkorban **tetaniát*** (ideg-izom ingerlékenység fokozódásának eredményeképpen a vázizmok és simaizmok görcsös összehúzódása lép fel), izomgyengeséget, erős kalciumlerakodást vált ki

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

- a PTH-szekréció szabályozása idegi és humorális mechanizmusok révén valósul meg, a vér Ca^{2+} -szintje alapján; e szabályozásban a foszfátoknak másodlagos szerep jut
- a vér Ca^{2+} -szintjének csökkenése serkenti a PTH-szekréciót (hiperkalcémia jelenik meg), a Ca^{2+} -szintjének növekedése pedig gátolja a PTH-szekréciót (hipokalcémiát idéző elő)



7. ábra – A mellékpajzsmirigyek elhelyezkedése



8. ábra – A csecsemőmirigy elhelyezkedése

♦ A TÍMUSZ (CSECSEMŐMIRIGY)* (8. ábra)

Felületét rostos kötőszöveti tok borítja, amelyből sővények nyomulnak a mirigy állományába. A sővények lebenyeket határolnak. A lebenyek tüszőkből állnak.

A tímusz (thymus) tüszőinek felépítésében két rész figyelhető meg: kéregállomány és velőállomány. A kéregállományt a timocitáknak nevezett sejtek alkotják, amelyek a vöröscsontvelő vérképző anyasejtjeiből származnak. A timociták a csecsemőmirigyből a periférikus limfoid szervekbe vándorolnak. A velőállomány lapított, hagymalemezekhez hasonló módon elhelyezkedő, Hassal-féle testeket tartalmaz.

A tímusz alapvető funkciókat lát el:

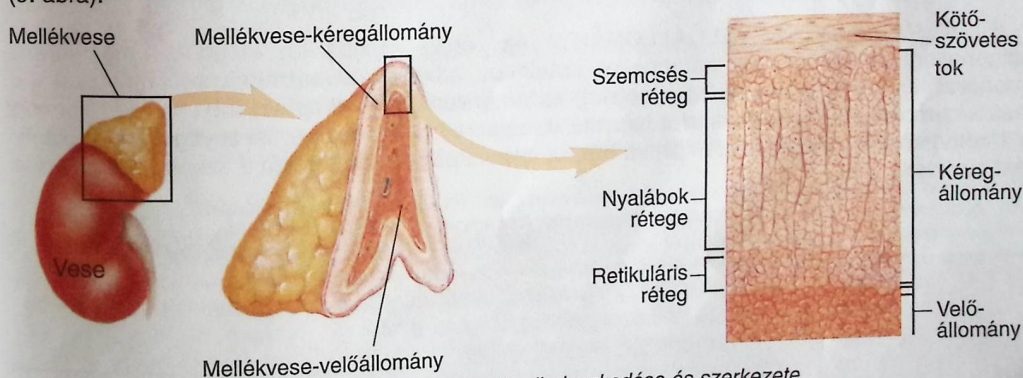
1) limfopoetikus szerep – a T-limfociták képződése által részt vesz az immunitásban;

2) endokrin szerv a hormonszekréció (**timosin, timulin, timopoetin**) által, amelynek szerepe van a kalcium anyagcseréjében, a csontváz növekedésének ellenőrzésében, a nemi szervek fejlődésében.

A tímusz által termelt hormonok hatása a nemi hormonokéval ellentétes, ezzel magyarázható a tímusz serdülőkor utáni sorvadása.

♦ A MELLÉKVESÉK

Eredet, szerkezet és működés szempontjából két különböző részből állnak: a kívül elhelyezkedő **kéregállományból** (zona corticalis), amely a középső csíralevelelől (mezodermából) származik, valamint a **velőállományból** (zona medullaris), amely a külső csíralevelelől (ektodermából) származik (9. ábra).



9. ábra – A mellékvesék elhelyezkedése és szerkezete

A) A MELLÉKVESE KÉREGÁLLOMÁNYA koleszterinből származó kortikoszteroid-hormonokat termel:

- **mineralokortikoidok:** aldoszteron, dezoxikortikoszteron;
- **glükokortikoidok:** kortizol, kortikoszteron, kortizon, prednizon;
- **nemi hormonok:** androgének, ösztrogének, progeszteron.

A HORMON HATÁSA

a) **Aldoszteron:** a víz és az elektrolitok anyagcseréjében vesz részt, fenntartja a $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ egyensúlyt; hatása gyors, életet mentő.

b) **Glükokortikoidok** – hatást gyakorolnak:

– az anyagcserére: növelik a nitrogén kiürítését, a vércukorszintet, a vörsvérsejt-számot (lipémiát), és serkentik a fehérjék lebomlását (katabolizmust);

– a vérre: növelik az alakos elemek számát;

– az emésztésre: csökkentik a zsírok felszívódását, serkentik a HCl- és pepszinogénszekréciót;

– a vesére: növelik a disztális (másodlagos) vesecsatornácskák vízáteresztő-képességét (permeabilitását), fokozzák a főleges víz kiürítését, növelik a glomeruláris szűrést;

– a központi idegrendszerre: növelik a szag- és ízek érzékenységet, módosítják az EEG-t, az ingerlékenységet, gátolják a figyelem összpontosítását.

c) **Nemi hormonok:** kis mennyiségben képződnek, és hatásuk hasonló a nemi mirigyek által termelt hormonok hatásához; a nemi mirigyekkel együtt a serdülőkorban a másodlagos nemi jelek megjelenését és fejlődését befolyásolják; a fehérjék anabolizmusát (felépülését) serkentik.

a nagyobb mennyiségben termelt hormon a típusától függően különféle zavarokat okoz:

HIPERSZEK- RÉCIÓ (hormon- tútermelés)

a) a **Conn-szindrómát*** az aldoszteron túltermelése okozza; ez a keringésben levő vérmennyiség növekedésében, magas osztóeres vérnyomás megjelenésében és ödémában nyilvánul meg*.

b) a **Cushing-kór** a főlös mennyiségben termelődő glükokortikoid hormonok következménye; testsúlygyarapodást, magas osztóeres vérnyomást, valamint hiperglikémiát idéz elő.

c) az **adrenogenitális szindrómát*** a főlös mennyiségben termelődő nemi hormonok okozzák; ezek hatására a nőknél „férfias” vonások jelennek meg, a gyermekek növekedése leáll, és korai pubertást okoz.*

HIPOSZEK- RÉCIÓ (elégtelen hormon- termelés)

esetén **Addison-kór*** lép fel, amely a bőr barnára színeződésében (melanodermia), erőtlenségben, gyengeségben (aszténia), az izomműködés hatékonyságának csökkenésében, a gyomor-bél rendszer, valamint a szív és érrendszer működésének zavarában, testsúlycsökkenésben, valamint csökkent immunműködésben nyilvánul meg.

ELLENŐR- ZÉS/SZABÁ- LYOZÁS

feedback típusú neurohumoralis mechanizmus útján történik; az aldoszteronszekréció-szabályozás különleges eset, mivel a hipotalamo-hipofízis rendszer mellett szabályozásban szerepe van a vérmennyiség ingadozásának, a vér és a szövetnedv K^+ -koncentrációjának is.

B) A MELLÉKVESE VELOÁLLOMÁNYA egy óriási szimpatikus idegdúc, amely olyan posztganglionáris szimpatikus neuronokat tartalmaz, amelyek elvesztették nyúlványaikat és hormonokat termelnek: **adrenalin** (epinefrint) és **noradrenalin** (norepinefrint). Mindkét hormon hatása a szimpatikus idegrendszeréhez hasonló, de az adrenalin az energetikai anyagcserét serkenti, míg a noradrenalinak a vérerekre kifejtett hatása fokozottabb. A két hormon a szervezetre többféle hatást gyakorol.

A HORMON HATÁSA	ADRENALIN		NORADRENALIN
	az ideg- rendszer szintjén:	– a felszálló-aktiváló retikuláris rendszer ingerlésével az agykéreg állapotára hat – szorongást, félelmet vált ki	hasonló, de gyengébb hatás
	a szív és érrendszer szintjén:	– fokozza a szívösszehúzódások erejét, gyakoriságát és az ingerületvezetés sebességét – tágtítja a koszorúereket, a tüdőereket és a vázizmok ereit – enyhén tágtítja a gyomor és bélcsatorna ereit	– hasonló, de gyengébb hatás – vérerek enyhe szűkítése

A HORMON HATÁSA	A zsigerizmok szintjén	– az emésztőcsatorna, hörgők, húgyhólyag izomzatának ernyedését váltja ki – az emésztőcsatorna záróizmainak, a lép szűrőborzoló izmainak, a pupilla tágítóizmainak az összehúzódását idézi elő	– azonos, de gyengébb hatás – azonos, de enyhébb hatás
	Az anyagcserére gyakorolt hatás	– glikogenolízis a májban és az izmokban; hiperglikémia – a szabad zsírsavak mozgósítása a zsírraktárból, zsíranyagcsere-fokozódás	– azonos, de enyhébb hatás

◆ A HASNYÁLMIRIGY ENDOKRIN RÉSZÉ

10. ábra – A hasnyálmirigy
endokrin részének
elhelyezkedése és szerkezete

A hasnyálmirigy azonkívül, hogy alapvető szerepet tölt be az emésztési folyamatban, belső elválasztású mirigy is. A szerkezetében jelen levő Langerhans-szigetek (10. ábra) három típusú sejtet tartalmaznak: *alfa*-sejteket (a), amelyek **glukagont**, *beta*-sejteket (b), amelyek **inzulint** és *delta*-sejteket (d), amelyek **szomatostatint** termelnek.

1. Az inzulin

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK	a szénhidrát, a zsír és a fehérje anyagcseréjének szabályozása
A HORMON HATÁSA	– a máj szintjén hipoglikémiás hatása van (csökkenti a vércukorszintet), és serkenti a fehérjék, zsírok szintézisét – az izmokban elősegíti a glükóz (glukóz) átalakulását glikogénné (glikogenogenezis), valamint hosszán tartó izommunka esetén a glükóz aerob oxidációját – a zsírszövet szintjén fokozza a glükóz behatolását a zsírsejtekbe
HIPER-SZEKRÉCIO	hipoglikémiát (vércukorszint-csökkenést) vált ki, amely elsősorban a központi idegrendszert érinti (mivel tevékenységéhez sok glükóz szükséges); az elváltozások egészen a tudatesztésig fokozódhatnak
HIPOSEKREJCIO	cukorbetegséget (diabetes mellitis) idéz elő, amelynek jellemzői a hiperglikémia (a vér szőlőcukor-szintjének növekedése), glykosuria (cukorvizezés), polyuria (a normálisnál nagyobb mennyiségű vizelet ürítése), polyphagia (polifágia, fokozott étvágy), polydipsia (olthatatlan szomjúság), testsúlycsökkenés, ketontestek halmozódása az idegrendszerben, amelyet diabéteszes (cukorbeteg) kóma követ
ELLENŐRZÉS/SZABÁLYOZÁS	– az inzulinszekréció szabályozása kétféle mechanizmus alapján történik: a) humorális szabályozás (elsődleges mechanizmus), ez feedback útján valósul meg: a vér szőlőcukor-szintjének növekedése fokozza az inzulintermelődést, az inzulin pedig serkenti a szőlőcukor-szintjének csökkenését) b) idegi szabályozás (másodlagos mechanizmus): a vércukorszint ingadozását (növekedést, csökkenést) az érrendszerben levő receptorok érzékelik; az ingerületek a hipotalamusz glükózszint-szabályozó központjába jutnak, ahonnan parancs indul a paraszimpatikus központokba, amelyek serkentik az inzulinszekréciót – az inzulintermelődést más hormonok is befolyásolják: az adrenalin és a noradrenalin gátolja, a szekretin, a kolekisztokinin, a gasztrin és a glukagon serkenti

2. A glukagon

BEFOLYÁSOLT FOLYAMATOK

a szénhidrátok, a zsírok és a fehérjék anyagcseréjének szabályozása

A HORMON HATÁSA

- vércukorszint-növekedést okoz a májban, fokozza a ketontestek képződését, és gátolja a fehérjeszintézist
- a zsírszövetben lipolitikus hatást fejt ki (a zsírsejtekben levő lipázt aktiválja)

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

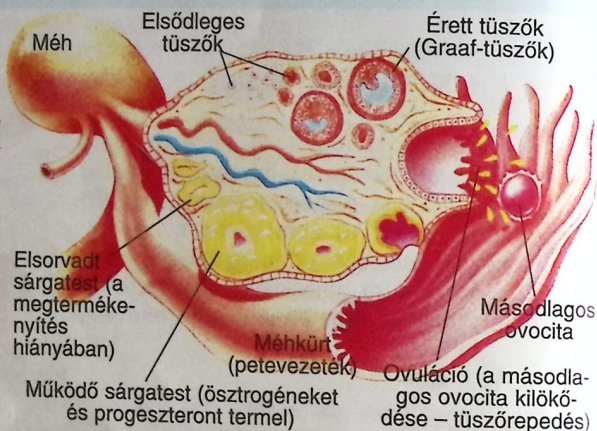
a glukagonszekréció szabályozása kétféle mechanizmus útján történik:

- a) **humorális feedback** által, ezt a vér szőlőcukor-koncentrációja váltja ki
- b) **idegi mechanizmus** útján, ennek központja a hipotalamusz, amely hatást gyakorol a vegetatív idegközpontokra: a szimpatikus idegrendszer serkenti a glukagontermelődést, a paraszimpatikus pedig gátolja

♦ A PETEFÉSZEK ENOKRIN RÉSZE

(11. ábra)

A petefészek hormontermelését a **tüszők** belső felében levő hámsejtek és a **sárgatest** sejtjei biztosítják. A petefészek-ciklus első szakaszában a tüszők **ösztrogéneket** (ösztroon, ösztrodiol, ösztroliol) termelnek, melyeket **follikulinhormonoknak** is nevezünk. A petefészek-ciklus második felében, az ovuláció után, a sárgatest (nagy mennyiségben) **progeszteront** és (kis mennyiségben) **inhibint** termel. Az ösztrogén hatása szoros összefüggésben van a hipofízis, a központi idegrendszer, a női nemi szervek és az emlőmirigyek működésével.



11. ábra – A petefészek endokrin részének elhelyezkedése és szerkezete

A HORMON HATÁSA

Ösztrogének

- csökkentik az FSH-termelést
- befolyásolják a nemi működéseket szabályozó hipotalamikus központokat
- előidézik a serdülő lányok emlőmirigyének fejlődését, a mellbimbó pigmentálódását, valamint a másodlagos nemi jelek megjelenését
- a nőknél a méhnyálkahártyának és mirigyének burjánzását idézik elő, serkentik a méhsztróma és az erek fejlődését, a méhkürtök izomzatának és hámrétegének burjánzását
- hatást gyakorolnak az anyagcserére: csökkentik a vércukorszintet, előidézik a víz és a nátrium szervezetben való visszatartását, valamint a kalciumnak a csontokban való lerakódását

Progeszteron (sárgatesthormon)

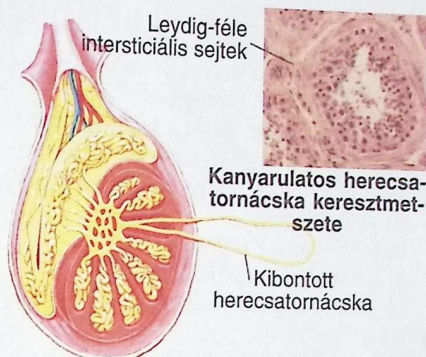
- előkészíti a méhet a megtermékenyített petesejt beágyazódására és a terhesség fenntartására
- Inhibin**
- gátolja az FSH- és LH-szekréciót

ELLENŐRZÉS/ SZABÁLYOZÁS

A petefészekhormonok szekrécióját az adenohipofízis, a hipotalamusz és a limbikus rendszer ellenőrzi. Az FSH elindítja és befolyásolja a tüszők érését, az LH hatására képződik a sárgatest. Az FSH- és LH-szekréciót a hipotalamusz ellenőrzi feedback mechanizmus alapján (lásd az **Adenohipofízis** fejezetet). Körülbelül 28 naponként az FSH és LH hatására az érett tüsző megreped a petefészekciklus 14. napján. A megtermékenyítésre alkalmas petesejt kilökődését tüszőrepedésnek vagy ovulációnak (sárgatesthormont) termel nagy mennyiségben. Körülbelül két hét múlva a sárgatest sorvadni kezd, a petefészekciklus kezdődik.

♦ A HERE ENDOKRIN RÉSZE (12. ábra)

A here hormontermelését a *Leydig-féle intersticiális sejtek* biztosítják, amelyek a kanyarulatcsatornácskákat elválasztó kötőszövetben helyezkednek el, és **tesztoszteront** termelnek. A tesztoszteron mellett **ösztrogénhormonokat** is termelnek, ahogy a petefészek endokrin sejtjei is termelnek kis mennyiségben tesztoszteront.



12. ábra – A here endokrin részének szerkezete

A HORMON HATÁSA

- a tesztoszteron hatására fejlődnek ki a férfi nemi szervek
- befolyásolja az elsődleges és másodlagos nemi jellegek megjelenését
- az STH mellett anabolikus hatást gyakorol, főleg a fehérjék anyagcsere-folyamataira, serkenti az izmok fejlődését, az összeinképződést, és befolyásolja a kalcium csontokba való lerakódását is

HIPO-SZEKRÉCIÓ (elégtelen hormontermelés)

eunuchoidizmusban nyilvánul meg; serdülőkor előtt késői, nem teljes pubertást okoz, serdülőkor után a másodlagos nemi jellegek visszafejlődéséhez vezet

ELLEN-ŐRZÉS/ SZABÁ-LYOZÁS

a tesztoszteronszekréciót az adenohipofízis LH és ICSH (a here intersticiális luteinstimuláló) hormonjai ellenőrzik, melyek serkentik a hormonszekréciót; feedback mechanizmussal a tesztoszteron gátolja az LH-szekréciót, ez a mechanizmus pedig a hipotalamusz ellenőrzése alatt áll (lásd az **Adenohipofízis** fejezetben)

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg a helyes válaszokat!

1. A hipofízis idegrendszerrel való kapcsolatai:

- a) anatómiai kapcsolat a hipofízisnyél útján;
- b) anatómiai kapcsolat a vérerek útján;
- c) anatómiai kapcsolat az idegrostok útján;
- d) embriológiai.

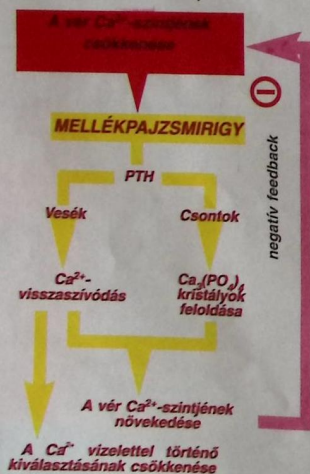
2. A TSH és az ACTH:

- a) serkenti a vese működését;
- b) szekréciójukat más hormonok szintje befolyásolja;
- c) befolyásolják a vércukorszintet;
- d) részt vesznek a fehérje-anyagcserében, ezáltal serkentik a fehérjebontó (proteolitikus) enzimeket.

II. Elemezzétek a következő kijelentéseket:

1. Az inzulin hiperszekréciója az idegingerület vezetésének zavaraihoz vezet, mivel az idegrendszernek nincs glikogéntartaléka.

2. A parathormon növeli a vizelet töménységét és savasságát, akárcsak az aldosteron, mivel a másodlagos kanyarulat csatornácskáira gyakorolt hatásuk azonos (lásd a parathormon szabályozásának alábbi vázlatát):



III. Válaszolj a következő kérdésekre!

1. Melyek a hormonok által szabályozott anyagcsere-folyamatok?

2. Miben különbözik a cukorbetegség (diabétesz) a *diabetes insipidus* betegségtől?

3. Melyek a neuroglíát tartalmazó mirigyek?

4. Melyek az endokrin mirigyek működését ellenőrző hipotalamuszhormonok?

5. Melyek azok az endokrin mirigyek, amelyek hormontermelését az idegrendszer nem befolyásolja?

IV. Az endokrin rendszer tanulmányozása során elsajátított ismeretek alapján készítsétek el az endokrin szekréció általános idegi és humorális szabályozásának vázlatát!

V. Írj dolgozatot „Az idegrendszer és az endokrin rendszer közötti kapcsolatok” címmel. Tartsd szem előtt a következő pontokat:

- 1. az idegrendszer általános jellemzése;
- 2. a hormonrendszer általános jellemzése;
- 3. a hipotalamusz és a hipofízis anatómiai és embriológiai kapcsolatai.

VI. 1. A hormonok részt vesznek a szervezet növekedésében, fejlődésében, a szövetek differenciálódásában, az anyagcserében, befolyásolják a viselkedést, és egyensúlyban tartják a szervezet homeosztázisát.

a) Milyen mellékhatása lehet a hosszadalmas kortizonos kezelésnek egy olyan személynél, aki súlyos gyulladásos betegségben szenved?

b) Milyen hormonokat kell adagolni egy olyan személynek, akinek eltávolították az agyalapi mirigyét?

c) Ha egy személy szervezete nagyobb mennyiségű vért tartalmaz, megnő az aldoszteronszekréciója. Milyen hatása lesz ennek a fokozott aldoszteronszekréciónak a Na^+ - és K^+ -ionok háztartására?

2. Egy beteg azt panaszolja a másíknak, hogy ő 15–20 l vizeletet ürít naponta. A másik el van keseredve, mert cukorbeteg, magas a vérnyomása, és 30 kg-ot hízott.

a) Milyen betegségben szenved a két személy, és melyek a betegségeik okai?

b) Sorolj fel más tüneteket is, amelyek jellemzőek a fenti betegségekre!

c) Kezelhetők-e a fenti betegségek?

D. A MOZGÁS

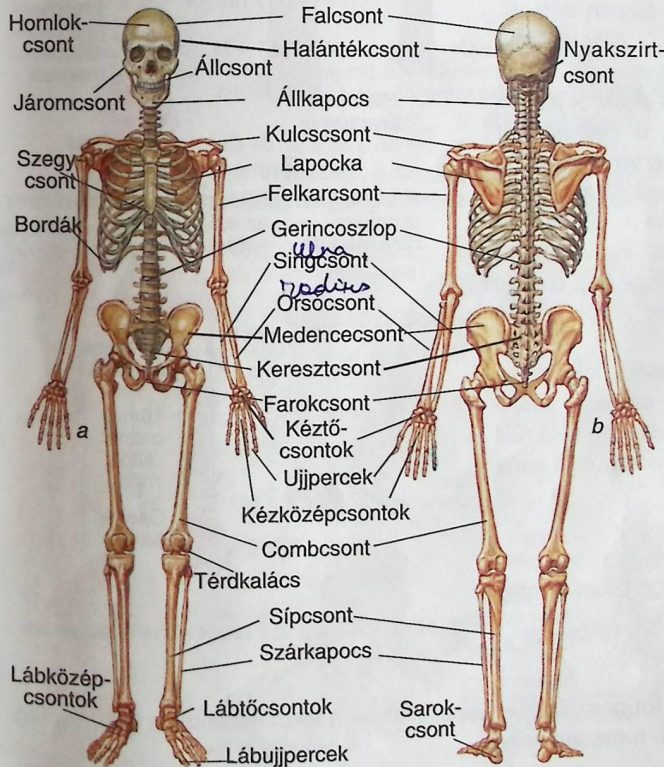
A helyváltoztató rendszer az idegrendszerrel, érzékszervekkel és az endokrin rendszerrel közösen biztosítja a szervezet környezetbe való beilleszkedését. Fő funkciója a mozgás. Ahelyváltoztató rendszer egy passzív részből, a **csontrendszerből** és egy aktív részből, az **izomrendszerből** áll. A **csontrendszer** funkciói a következők: támasztás, a szervek védelme, a mozgás, vérképzés és az ásványi anyagok raktározása. Az **izomrendszer** a szervezet legfontosabb végrehajtó szervrendszere. A két rendszer együtt dolgozik, működésük során az emelőelv érvényesül.

◆ A CSONTRENDSZER

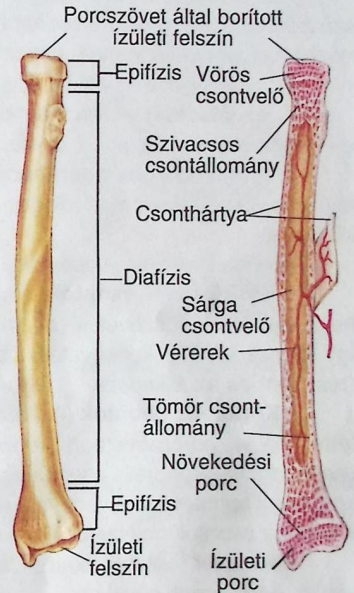
Az ízületekkel összekapcsolt csontok összessége alkotja (1. a és b ábra). Már tanultunk arról, hogy a csontok kemény, szilárd, ellenálló és bizonyos mértékben rugalmas szervek, amelyeket saját ideg- és vérhálózattal rendelkező tömör és szivacsos csontszövet alkot.

A szervezetben a csontok többfélék lehetnek:

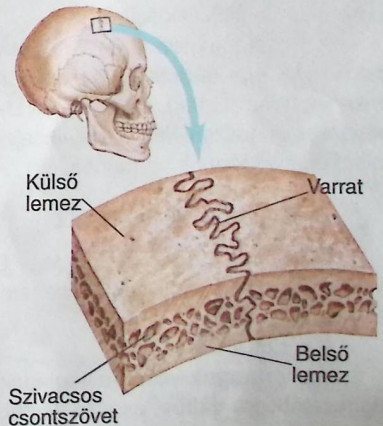
- a) hosszúcsontok – combcsont, sípcsont, orsócsont és singcsont (2. ábra);
- b) laposcsontok – lapocka, szegycsont, falcsont és medencecsont (3. ábra);



1. ábra – Az emberi test váza: a) hasi nézet, b) háti nézet



2. ábra – A hosszúcsont szerkezete



3. ábra – A laposcsont szerkezete

- c) rövidcsontok – csigolyák, kéztőcsontok és kézközépcsontok;
- d) pneumatikus csontok – az orrűreg körüllek;
- e) az ínszalag csontjai – térdkalács.

A méhen belüli fejlődés alatt a csontváz rostos kötőszöveti hátyából (a koponya váza) és hialinporcból (csigolyák, végtagok, bordák) áll. Az embrionális fejlődés 3–4. hetében kezdődnek az első csontosodási folyamatok (a kulcscsonttal), a csontosodás folytatódik a méhen belüli fejlődés egész ideje alatt.

Születéstől 25 éves korig a csontváz nő és fejlődik (hossznövekedés, vastagodás). A csontszövetképződést, a csontosodást és a csontok működésnek megfelelő átalakulását együtt *oszteogenezisnek* (csontfejlődésnek) nevezzük.

Az oszteogenezis két szakaszban megy végbe:

1. az **elsődleges csontosodási szakaszban** az építő folyamatok vannak túlsúlyban, ennek eredményeként elsődleges, durva, nem funkcionális csont képződik;

2. a **másodlagos csontosodási szakaszban** az építési és a rombolási folyamatok egyidejűleg mennek végbe, ekkor másodlagos, működőképes csont képződik.

Eredetük alapján a csontok kétfélék:

- **Kötőszöveti csontok**, ezek akkor képződnek, ha a fejlődés kötőszövetes (*dezmális*) alapon történik. Így jönnek létre a koponyatető csontjai, a kulcscsont (részben) és az állkapocs.

- **Kondrális csontok** (4. ábra), ezek akkor jönnek létre, ha a porcszövetben képződik a csontszövet (*enkondrális*). Kondrális csontfejlődéssel jönnek létre a koponyaalap csontjai, a végtagok és a csigolyák, és így történik a csontok hosszanti növekedése is.

A kialakult csontok hosszabbodnak és vastagodnak is. A hosszanti növekedést az epifízisek és a diafízis közötti növekedési porcgyűrűk biztosítják. A vastagodás a csonthátya által valósul meg.

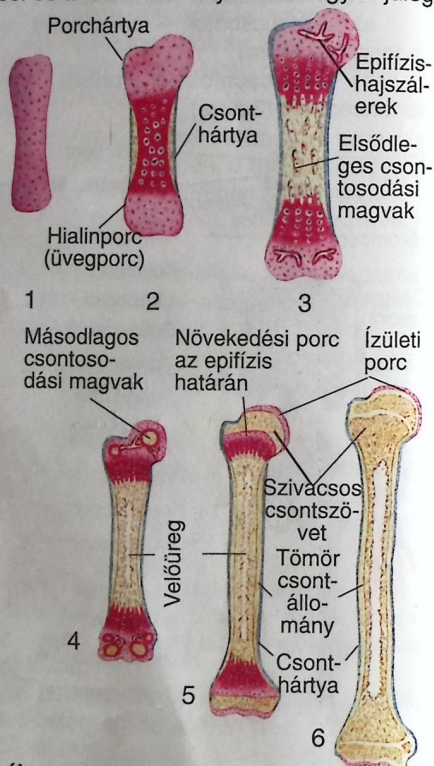
Az oszteogenezist és a növekedés folyamatát befolyásolják a kalcium beépülésében szerepet játszó enzimek (foszfatázok), az A-, C- és D-vitamin, valamint a hipofízis, a pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigy és a nemi mirigyek által termelt hormonok.

• AZ EMBERI CSONTVÁZ

Az emberi csontvázat mintegy 208 csont alkotja.

A test fő részei szerint megkülönböztetjük:

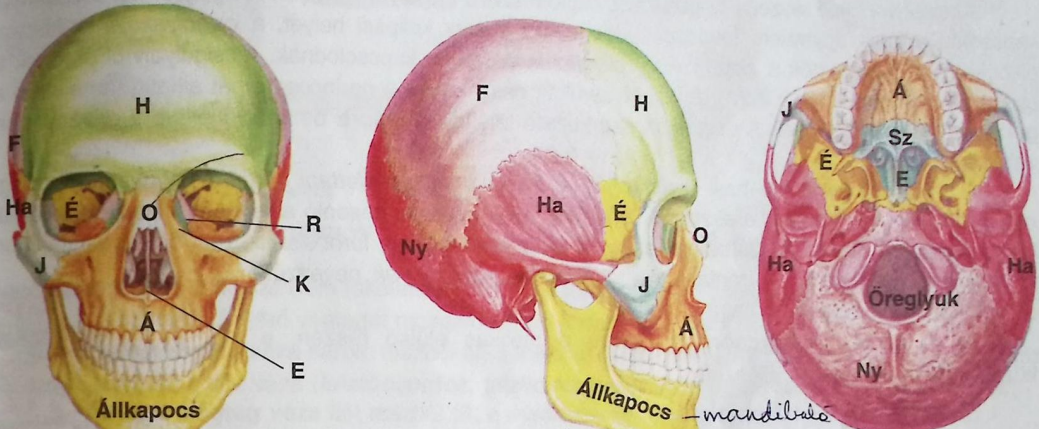
- a **fej vázát**;
- a **törzs vázát**;
- a **végtagok vázát** (a végtagok **függesztőívvel** kapcsolódnak a törzs vázához: a felső végtag függesztőíve a **vállöv**, az alsó végtagé a **medenceöv**).



4. ábra – A kondrális csontfejlődés szakaszai

a) A fej váza (5. ábra)

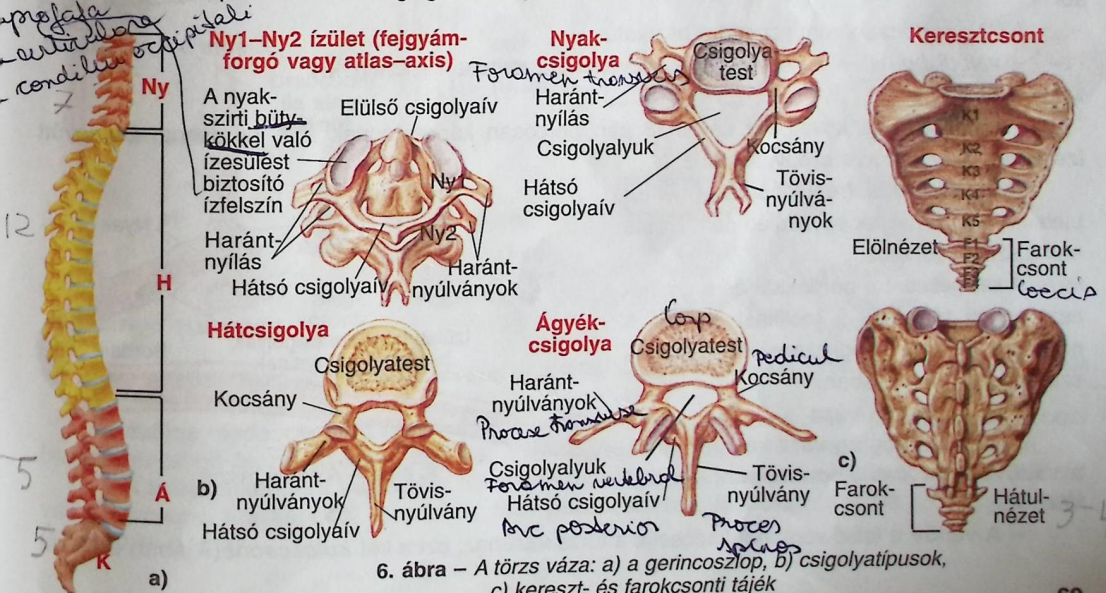
A fej váza 22 csontból áll, ezek feloszthatók a 8 csontból álló **agykoponyára** (homlokcsont, falcsontok, halántékcsontok, nyakszirtcsont, rostacsont, ékcson) és a 14 csontból álló **arckoponyára**, amelyből: kettő páratlan (ekecsont, állkapocscsont), hat pedig páros (állcsont, szájpadcson, orrcsont, könnycsont, járomcsont és alsó orrkagylócsont).



R – Rostacsont; H – Homlokcsont; K – Könnycsont; Á – Állcsont; O – Orrcsont; F – Falcsontok; Sz – Szájpadcson; É – Ékcson; Ha – Halántékcsontok; E – Ekecsont; J – Járomcsont; Ny – Nyakszirtcsont

b) A törzs váza (6. a, b és c ábrák)

A törzs vázát a **gerincoszlop**, a **szegycsont**, a **bordák** és a **medence** alkotja. (A medence szerkezeti és működési szempontból az alsó végtagokhoz kapcsolódik, ezért a végtagokat ezzel együtt tanulmányozzuk).



6. ábra – A törzs váza: a) a gerincoszlop, b) csigolyatípusok, c) kereszt- és farkcsonti tájék

➤ A **gerincoszlop** hármass szerepet tölt be: a test tengelyvázát képezi, védi a gerincvelőt, és részt vesz a fej és a törzs mozgásában.

A gerincoszlop 33–34 csigolyából áll, amelyeket csigolyaközi porckorongok kapcsolnak egymáshoz: 7 nyaktájéki, 12 háti, 5 ágyéki, 5 kereszt-tájéki és 4–6 farokcsigolya alkotja.

A csigolya elülső részét a *csigolyatest*, hátsó részét a *csigolyaív* alkotja. A csigolyaív két *kocsánnyal* kapcsolódik, ezek egymásra tevődve a gerincvelői idegek kilépési helyét, a *csigolyaközi nyílásokat* alkotják. A csigolyatestek a *csigolyaközi porckorongok* révén kapcsolódnak. A csigolyaívról erednek a csigolyák nyúlványai (6. b ábra). A csigolyalyukak összessége a gerinccsatornát alkotja, amelyben a gerincvelő helyezkedik el. A csigolyák szerkezete tájékonként és a betöltött funkció függvényében változik.

A gerincoszlopon hát–hasi (nyíliányú) és frontális síkban *élet-tani görbületek* figyelhetők meg: *nyaki, háti, ágyéki*, illetve *kereszt-tájéki görbület*, ezek szerepe hasonló a lengéscsillapító rugójának funkciójához. A nyíliányú görbületeket nyaki és ágyéki tájékon *lordosis*-nak, háti és kereszt-tájékon *kyphosis*-nak nevezzük. A frontális sík görbületeit *scoliosis*-nak nevezzük (domborúsága jobbra vagy balra irányul).

➤ A széles **szegycsont** (7. ábra) a mellkas elülső részén, a középvonalban található. Részei:

- *markolat*;
- *test*;
- *porcos kardnyúlvány*.

A szegycsont felső részéhez ízesülnek a kulcscsontok, oldalsó részéhez pedig a bordák.

➤ A 12 pár **borda** csontos ívből és porcos részből álló laposcsont. Minden bordát egy feji, egy nyaki rész, test és két ízületi felszín alkot (8. ábra).

A 12 pár borda három csoportra osztható:

– *valódi bordák* – az első 7 pár; közvetlenül, porcosan ízesülnek a szegycsont-hoz;

– *ál-bordák* – a következő három 3 pár; porcosan kapcsolódnak a 7. bordához, és együtt ízesülnek közvetetten a szegycsont-hoz;

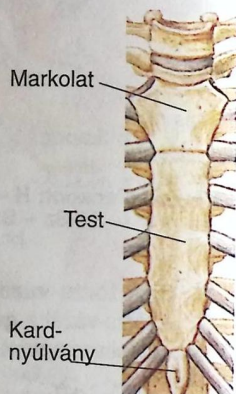
– *lengőbordák* (repülőbordák) – az utolsó két pár, melyek egyáltalán nem ízesülnek a szegycsont-hoz.

A szegycsont a bordákkal és a gerincoszlop háti tájékával a mellkast alkotja. A mellkas védi a mellüregi szerveket, és fontos szerepe van a légzésben.

c) A végtagok váza

➤ A **felső végtag váza** két részből áll: a vállövből és a tulajdonképpeni végtagvázból.

– A **vállöv** a felső végtagot kapcsolja a törzs vázához, ezt a két **kulcscsont** (9. ábra) és a két



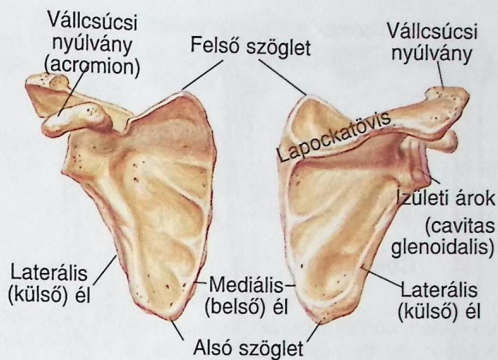
7. ábra – A szegycsont



8. ábra – A borda részei



9. ábra – A kulcscsont



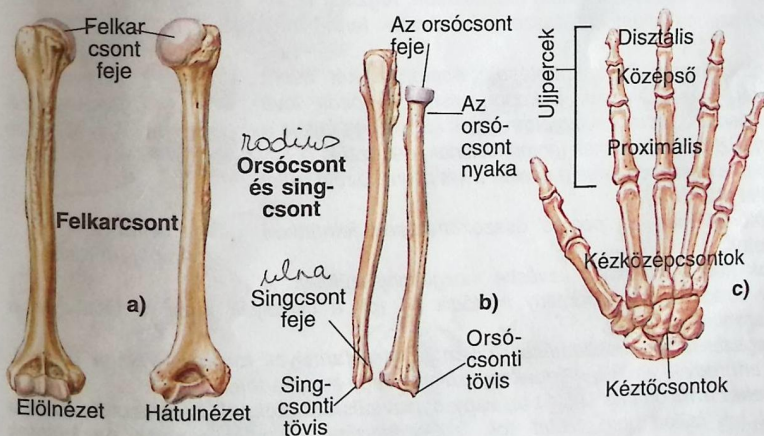
10. ábra – A lapocka

lapocka (10. ábra) alkotja. Nem tökéletes öv, mivel a törzs vázához csak egy pontban kapcsolódik a szegycsont szintjén. A felső végtagot mozgató izmok a vállövre tapadnak.

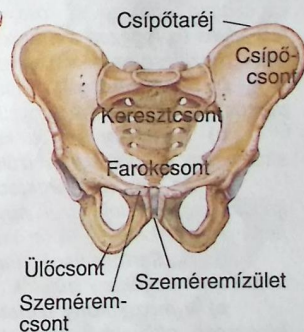
– **A felső végtag váza** három részből áll: a felkar váza (**felkarcsont**), az alkar váza (**orsócsont** és **singcsont**) és a kéz váza (**kéztőcsontok**, **kézközépcsontok** és **ujjpercek**) (11. a, b és c ábra).

➤ **Az alsó végtag váza** két részből áll: a medenceövből és a tulajdonképpeni végtagváz.

– **A medenceöv** (12. ábra) az alsó végtagot a törzshöz kapcsolja. A medenceöv a két **medencecsontból** áll, amelyek elöl a **szeméremízülettel** kapcsolódnak egymáshoz, hátul pedig a **keresztcsont**hoz ízesülnek, és a **medencét** alkotják. Alkalmazkodott a súly fenntartásához, védi a belső szerveket, szerepet játszik a helyváltoztatásban.



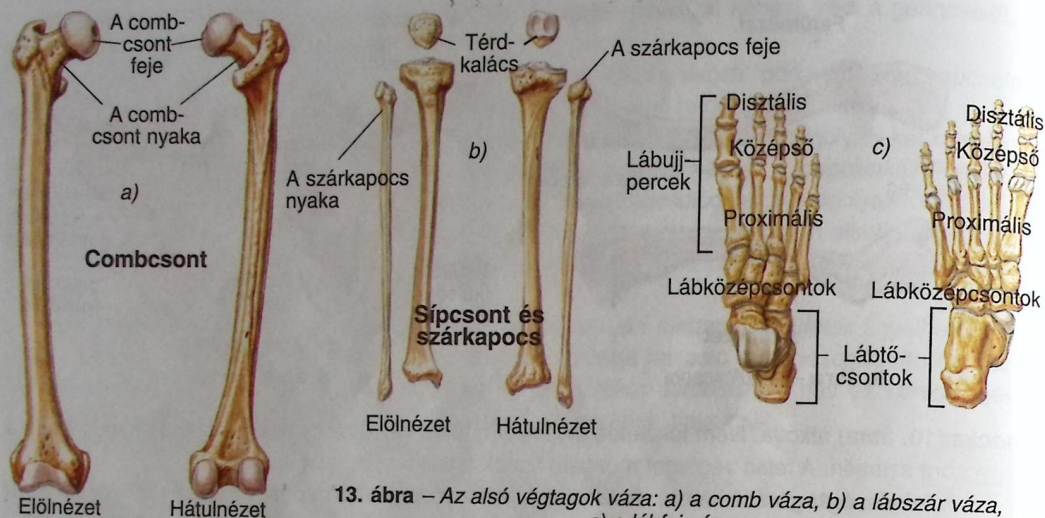
11. ábra – A felső végtag váza: a) a felkar váza, b) az alkar váza, c) a kéz váza



12. ábra – A medence váza

A széles medencecsont három csont, az **ilium** (csípőcsont), az **ischium** (ülőcsont) és a **pubis** (szeméremcsont) összeforrásából jött létre. A keresztcsonttal kapcsolódva a medencét alkotják.

– **A tulajdonképpeni végtagváz** három részből épül fel: a comb váza (**combcsont**), a lábszár váza (**sípcsont**, **szárkapocs**) és a lábfej váza (**lábítócsontok**, **lábközépcsontok** és **lábujjpercek**) (13. a, b és c ábra).



13. ábra – Az alsó végtagok váza: a) a comb váza, b) a lábszár váza, c) a lábfejszék váza

• AZ ÍZÜLETEK*

Azoknak az elemeknek az összességét, amelyek két vagy több csontvéget egyesítenek, ízületeknek nevezzük. Mozgékonyságuk alapján három csoportba soroljuk őket: **synarthrosisok**, **amphiarthrosisok** (14. ábra) és **diarthrosisok**.

1. A **synarthrosisok** (folytonos összeköttetések) mozdulatlan, rögzített ízületek, ízületi rések nélkül. A szomszédos csontokat összekötő szövetek természete szerint lehetnek:

a) **Syndesmosisok** (kötőszövetes összeköttetések) esetén a két csont kapcsolata kötőszöveti rostokkal létesül. Ilyenek a koponyacsontok között levő (pikkelyes és fogazott) varratok (lásd a 3. ábrát). A synarthrosisok különleges fajtája a fogak rögzülése az állkapocsban. Ezt beékelődésnek (gomphosisnak) nevezzük.

b) **Synchondrosisok** (porcos összeköttetések) esetén a két csont közötti ízület porcos, például a szeméremizület (12. ábra).

c) **Synostosisok** a kötőszövetes és porcos összeköttetések felnőttkori elcsontosodásából létrejött ízületek.

2. Az **amphiarthrosisok** (fészes ízületek): kevésbé mozgékony ízületek. A kapcsolódó csontok közé egy rostos porcképződmény iktatódik be (pl. a csigolyák közé, a lábközépcsontok közé és az összenővések közé).

3. A **diarthrosisok** (megszakított összeköttetések) olyan ízületek, amelyek mozgékonyasága változó. Lehetnek mozgékony ízületek (arthrodialák) és félig mozgékony ízületek vagy amphiarthrosisok.

a) A **mozgékony ízületeket arthrodialis** (15. ábra) vagy **synovialis ízületeknek** is nevezzük. Ezek a következő elemekből épülnek fel: ízületi porc, ízületi tok, ízületi felszínek, synovialis nedv. Az ízületek hangban áll egymással. A synovialis ízület csontjai a következő mozgásokat végezhetik (17. ábra): melyek mozgását a synovialis ízületek biztosítják, emelőrendszerekhez hasonlíthatók, mert azonos elven – az ízület képviseli, az emelő (E) – az összehúzó izomerő adja és a teher (T), amelyet a csontok képviselnek. A mozgékony ízületeket (arthrodialákat) több szempont szerint osztályozhatjuk: az ízület felépítésében részt vevő trochlearis (csiga), trochoid, kondilián-, nyereg-, tojás- és gömbizület) (16. ábra).

Csigolyaközi porckorong

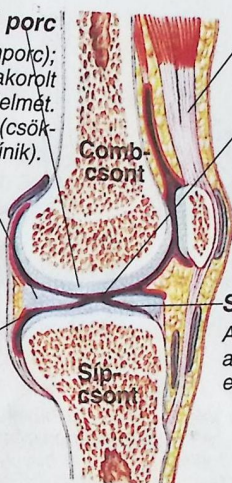


14. ábra – Amphiarthrosis

Ízületi porc
Szöveti szerkezete szerint üvegporc (hialinporc); feladata, hogy enyhítse a testsúly által gyakorolt nyomást, és biztosítsa az ízületi felületek védelmét. Sérülése az ízület megmerevedéséhez vezet (csökken a mozgóképesség vagy teljesen megszűnik).

Ízületi tok
Szalag formájában összeköti az ízületi végeket. Rostos kötőszövetet tartalmaz, és belsejét vérerekkel, idegekkel gazdagon behálózott savós hártya, a synovialis hártya béleli.

Ízületi felszín
Gömb alakú (a felkarcsont és a combcsont feje), homorú (konkáv – a lapocka ízületi árka) vagy orsóhoz hasonló (a felkarcsont distális része).



Ízületi szalagok

Az ízületet megerősítő rostos képződmények.

Ízületi rés

A csontvégek és az ízületi tok között levő virtuális rés, amely az ízületi felszínek közötti kapcsolatot tartja fenn.

Synovialis nedv

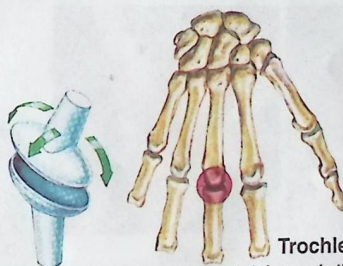
A kenőanyag szerepét tölti be (csökkenti a súrlódást és elősegíti a csontok elcsúszását).

15. ábra – Synovialis ízület



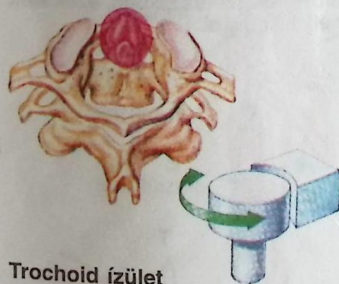
Lapos ízület

Két lapos ízfelszínt tartalmazó ízület, csak csúszómozgásokat engedélyez.



Trochlearis (csiga) ízület

Az egyik csont ízfelcsúnya csiga alakú, a másik két oldalsó tarajjal rendelkezik. Hajlítást, feszítést és csekély oldalirányú mozgást tesz lehetővé.



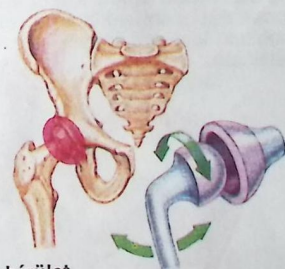
Trochoid ízület

Az ízületi felszín csontos henger, amely a csontos-rostos gyűrűben foroghat.



Nyeregízület

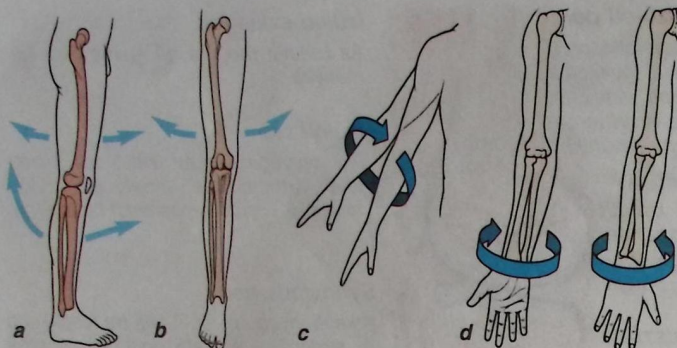
Konkáv-konvex felületek kombinációja egyidejűleg teszi lehetővé: a hajlítást-feszítést; a közelítést-távolítást és a körözést (cirkumdukciót).



Gömbízület

Az egyik csontvég gömbsüveg alakú üreget képez, amely félgömb alakú csontvéget vesz körül, így lehetővé válik a hajlító-feszítő, a közelítő-távolító, a köröző (cirkumdukciós), valamint a forgató (rotációs) mozgás.

16. ábra – Mozcékony ízületttípusok



**a) Flexió–extenzió
(hajlítás–feszítés)**

Két, egymáshoz közel álló testrész közelítése és távolítása hátrántirányú tengely körül.

**b) Abdukció–addukció
(távolítás–közelítés)**

A hosszanti tengely körül történik. Az abdukció a hosszanti tengelytől való eltávolítást, az addukció pedig a tengelyhez való közelítést jelenti.

c) Cirkumdukció (körözés)

Komplex mozgás, amely magában foglalja a hajlítást, a feszítést, közelítést, távolítást és forgatást.

d) Pronáció–szupináció

A pronáció a kéz forgómozgását jelenti, amikor a hüvelykujj középsíkban forog, a tenyér lefelé vagy hátrafelé néz. A láb esetében a talp oldalra néz, a lábfej pedig felemelkedik.

A szupináció a kéz forgómozgását jelenti, amikor a hüvelykujj középsíkban forog, a tenyér pedig felfelé vagy előre néz. A láb esetében a talp befelé néz, a lábfej belső része felemelkedik.



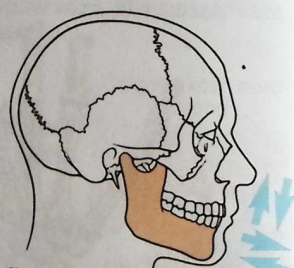
e

Rotáció (forgatás)

Lehet belső vagy külső



Inverzió – evertzió



g) Előrenyújtás – visszahúzás

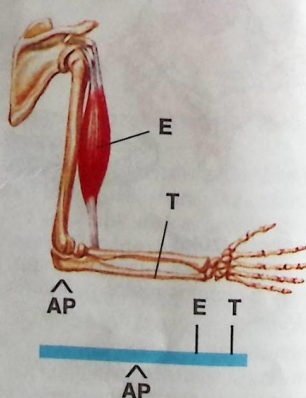
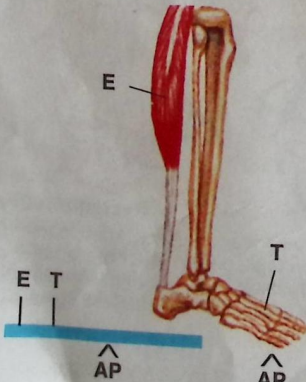
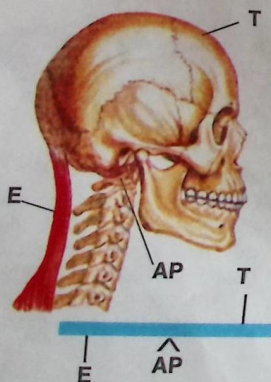
Emelés – süllyesztés

17. ábra – Synovialis ízületek mozgásformái

Az elsőrendű emelőben az alátámasztási pont a két ellentétes pontban levő erő és teher között található.

A másodrendű emelőben a teher és az erő azonos síkban található, az alátámasztási pont pedig ezzel ellentétes síkban, mögöttük található.

A harmadrendű emelőben az alátámasztási pont a teherrel és erővel ellentétes síkban, ezek előtt helyezkedik el.



18. ábra – Emelőtípusok: a) elsőrendű emelő, b) másodrendű emelő, c) harmadrendű emelő

♦ AZ IZOMRENDSZER

Az izomrendszert a szervezetben levő váz- és zsigerizmok összessége alkotja.

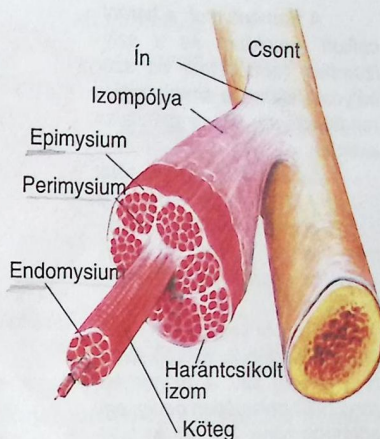
A vázizmokat (szomatikus izmokat) harántcsíkolt izomszövet alkotja, ezek a csontvázat borítják, és a csontokkal, valamint az ízületekkel együtt biztosítják a különböző testrészek mozgását.

A zsigerizmokat simaizomszövet építi fel; a belső szervek mozgékonyágát teszik lehetővé.

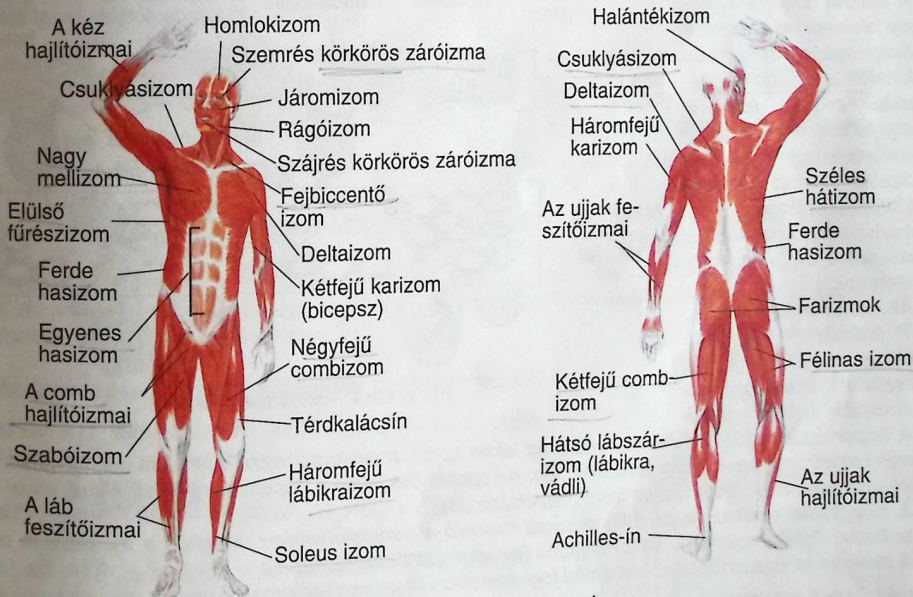
A vázizom a test és a különböző testrészek helyzetének fenntartását, mozgását és a helyváltoztatást biztosítja. Figyeljük meg a 19. ábrát, és elevenítsük fel a harántcsíkolt izom külső és belső szerkezetét.

Az izmok gazdag vérhálózattal és kettős (szomatikus és vegetatív) beidegződéssel rendelkező szervek.

• **A fő vázizomcsoportok** (20. ábra) a következők: a fej, a nyak, a törzs és a végtagok izomzata.



19. ábra – A harántcsíkolt izom felépítése



20. ábra – Az izomrendszer

• A harántcsíkolt izomrost szerkezete és élettana*

Tanultuk már, hogy a harántcsíkolt izomrostok miofibrillumokból épülnek fel, amelyek miozint (vastagabb szálcáskák) és aktint (vékonyabb szálcáskák) (21. a, b ábra) tartalmazznak. Egy miofibrillumot körülbelül 1500 miozofilamentum és 3000 aktinfilamentum alkot. Mindegyik miozin körül hat aktin, az aktinok körül pedig három miozin található.

A filamentumok a harántcsíktolt izmokban és a szívizomban rendezettek és szabályos alakúak, a simaizomban rendezetlenek és szabálytalan alakúak.

Az izomrostokban a sötét (S) és világos (V) korongok egymással váltakoznak, és azonos szinten helyezkednek el, ezzel magyarázható a harántcsíkosság.

A sötét korong (SK) központjában egy világosabb sáv, a H (Hensen) sáv, a világos korong (VK) belsejében pedig, egy sötétebb zóna, a Z hártya található. Két Z hártya között található a szarkomer, mely az izomrost szerkezeti és működési alapegysége.

A miozin fibrilláris fehérje, amelynek ionokkal szembeni reakcióképessége nagy és erős, katalitikus tulajdonságokkal rendelkezik, így az ATP makroerg kötéseinek a felbomlását serkenti.

Szabályozza az izomösszehúzódáshoz szükséges energiamennyiséget. Enzimatisz tulajdonságait a Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok serkenti.

Az aktin fibrilláris fehérje, az ATP hidrolízisét katalizáló enzimatisz tulajdonságokkal rendelkezik. Az aktinszálat aktin, tropomiozin és troponin alkotja. A tropomiozin spirálisan felcsavarodik az aktin körül, megakadályozza a miozin és az aktin közötti vonzóerők hatását a nyugalomban levő izomban. A troponin összeköti a tropomiozint és az aktint, mivel a Ca^{2+} szembeni affinitása nagy, beindítja az izomösszehúzódást.

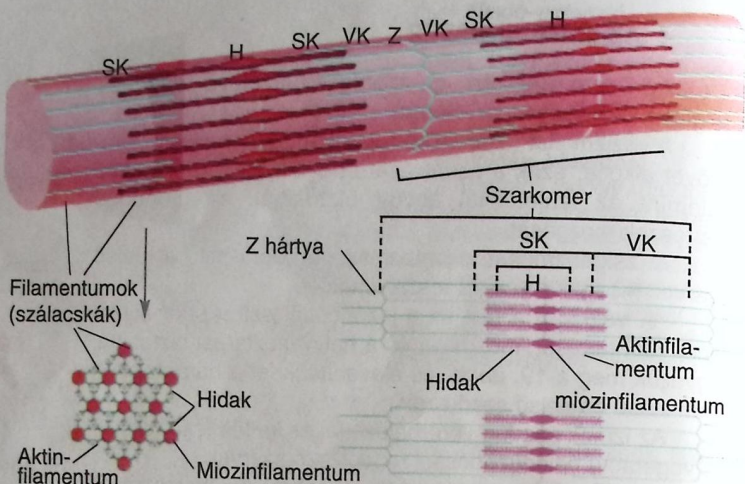
A miooglobin szerkezete és tulajdonságai hasonló a hemoglobinéhoz. Megköti a molekuláris oxigént, könnyen bomló (labilis) oximiooglobin formájában (az izom oxigéntartaléka).

A miogén az összehúzódás biokémiai folyamataiban részt vevő enzimszoprt.

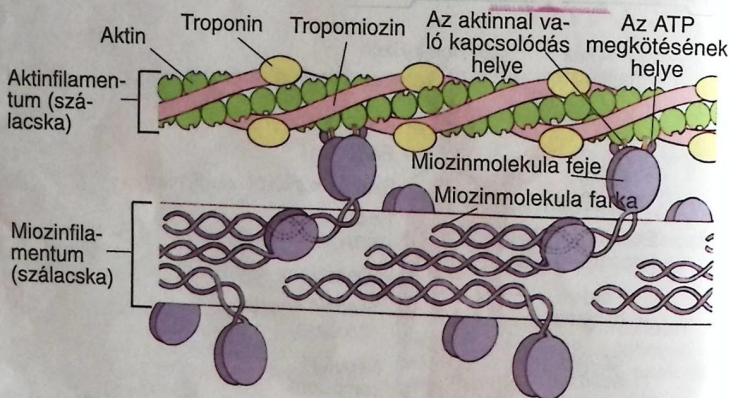
• Az izom tulajdonságai:

1. Az ingerlékenység az izomnak az a tulajdonsága, hogy az ingerekre sajátos reakciókkal válaszol. Az izom esetében az ingert az ideg ingerület (idegimpulzus) képezi, a sajátos válaszforma pedig az izomösszehúzódás. Az idegimpulzusoknak a mozgatóideg-végződésekről az izomrostokra történő átadása a mozgató vagy neuromuscularis végglemez (22. ábra) útján történik.

Ezen a helyen, az izomrost szarkolemmáján, bemélyedések figyelhetők meg, amelyekbe egyetlen mozgatóidegsejt axonvégződésének végbunkói hatolnak be. A szinapszis végbunkóiban acetil-kolinnal telt hólyagok találhatók.

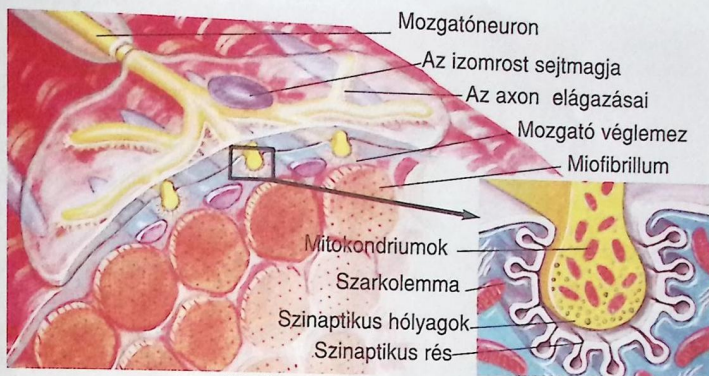


21. a ábra – A miofibrillum alkotórészei

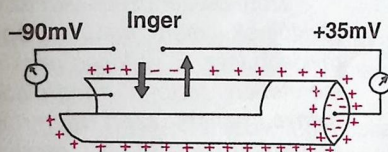


21. b ábra – Miofilamentumok

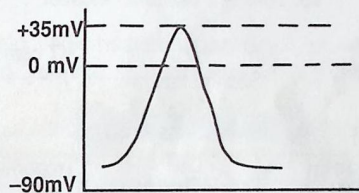
Az idegimpulzus átadása a mozgató véglemezben a szinapszishoz hasonlóan történik. A nyugalmi membránpotenciál ezen a helyen -90 mV . Amikor az idegimpulzus a mozgatóneuron végéhez ér, acetil-kolin szabadul fel kis mennyiségben, mely az izomrost membránjára kerül, és helyi (lokális) potenciálváltozást idéz elő. Amikor a depolarizáció eléri egy kritikus szintet, akciós potenciált vált ki (értéke $+35\text{ mV}$), amely az izomrostok hátyája mentén minden irányban terjed, és egyidejűleg ingerli a mozgatóegység összes izomrostját. A mozgató véglemez szintjén az idegingerület terjedési sebessége 4 m/s . Ez oszcilloszkóppal rögzíthető (23. ábra).



22. ábra – Mozgató véglemez



a. Sejthártya-potenciál rögzítése oszcilloszkóp segítségével



b. A potenciál grafikus ábrázolása

23. ábra – A harántcsíkolt izomrost nyugalmi és akciós potenciáljának rögzítése

Az ingerlékenység paraméterei: a **reobázis**, a **hasznos idő** és a **kronaxia**. Minél nagyobb a reobázis és a kronaxia, annál ingerlékenyebb az izomrost. A harántcsíkolt izmokban a kronaxia $0,1\text{--}0,5\text{ ms}$. A kronaxia nagyobb a vörös izomrostokban, mint a fehérekben, és kisebb a hajlítókban, mint a feszítőkben.

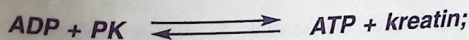
2. Az **összehúzódnó képesség**: az izom alakjának megváltoztatásával, főként összehúzódással válaszol a természetes és mesterséges ingerekre.

Az izom-összehúzódnás biokémiai mechanizmusai:

a) az ATP hidrolízisekor ADP képződik, és energia ($12\,000\text{ cal/mol}$) szabadul fel:

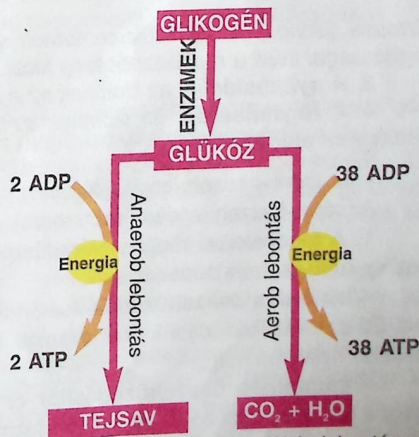


b) az ATP újraképződése az ADP és PK (foszfo-kreatin vagy kreatin-foszfát) rovására történik:

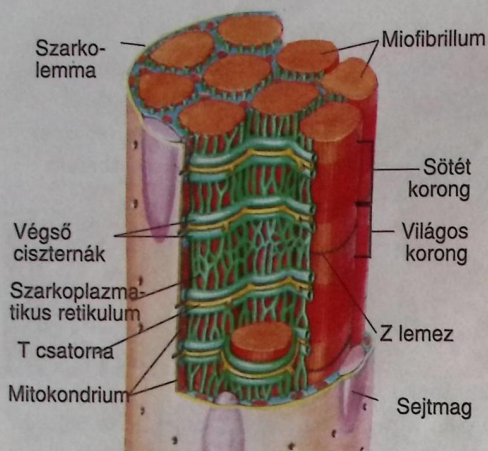


c) a glikogén és glükóz lebomlásakor ATP képződik, és energia szabadul fel (24. ábra);

d) a glikogén újraképződése.



24. ábra – A glikogén és glükóz lebontása



25. ábra – T csatornarendszer

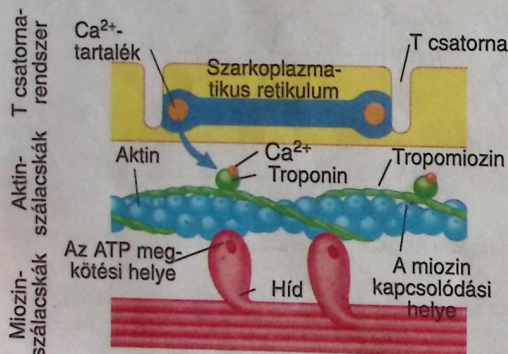


Fig. 26 – Az aktomiozin képződése

Az izomrostok összehúzódását az ideg-ingerület váltja ki. A mozgató véglemezt szintén az ideg-ingerület hatására a szarkoplazmás hálózat Ca^{2+} -ionjai felszabadulnak. A mozgató véglemezt szintén keletkezett akciós potenciál a haránt-irányban elhelyezkedő (25. ábra) T csatornarendszerben halad a szarkolemmától az izomrost belsejébe, ahol áttér a szarkoplazmás retikulum hátyájára, és kiváltja ennek a depolarizálódását. A depolarizáció eredményeképpen a szarkoplazmás retikulum ciszternáiból Ca^{2+} -ionok szabadulnak fel. A ciszternákból felszabadult Ca^{2+} -ionok az összehúzódásra képes fehérjék közelébe érnek, itt előidézik a miozinnak az aktinhoz való kapcsolódását és az aktomiozin képződését (26. ábra).

Izom-összehúzódkor az izomrostok meg-
rövidülnek, mert minden egyes szarkomer
rövidebb lesz. E változás nem a miofilamentum
méretében történő megrövidülés követke-
ménye, hanem azért megy végbe, mert az
aktinszálak becsúsznak a miozinszálak közé.

Az ideg-ingerület megszűnésével a sar-
koplazmatikus retikulum kezdi gyorsan fel-
halmozni a Ca^{2+} -t, az aktin és a miozin közötti
kötés felbomlik, az izom elernyed.

Az ingerlés és összehúzódkor folyamatá-
ban nagyon fontos szerepe van a Ca^{2+} -ionok
szállítását biztosító aktív mechanizmusoknak, a
szarkoplazmatikus retikulum falában levő kal-
ciumpumpáknak.

A simaizom összehúzódkorának mecha-
nizmusa azonos, de a miofilamentumok speciális elhelyezkedése, valamint a kontraktilis fehérjék
sajátosságai miatt a reakciósebesség kicsi, az összehúzódkor és elernyedés időtartama pedig nagy.

3. A nyújthatóság: az izomnak az a tulajdonsága, hogy erő hatására megnyúlik.

4. A rugalmasság: az izomnak az a tulajdonsága, hogy amikor az erő hatása megszűnik,
visszanyeri eredeti alakját.

• Az izom-összehúzódkor típusai

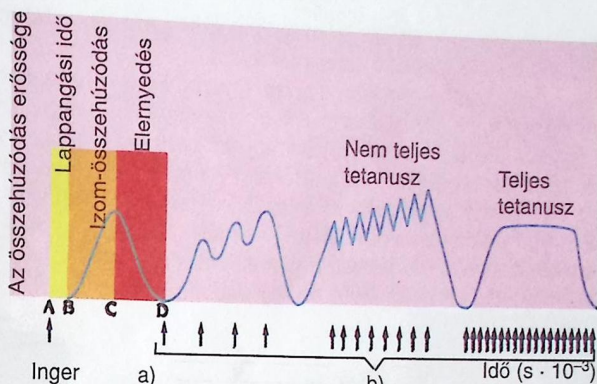
Az izom-összehúzódkor mechanikai, elektromos és termikus jelenségekben nyilvánul meg.

1. A mechanikai megnyilvánulásokat az izom tónusának és alakjának a változásai képezik.

– izotóniás összehúzódkor esetén az izom megrövidül, de passzív feszülése változatlan ma-
rad. Ez az összehúzódkor forma jellemző a végtagok izmainak többségére, és különféle mozgásfor-
mákban nyilvánul meg;

– izometriás összehúzódkor az izom hossza nem változik, csupán feszülése növekszik
meg; a testtartást biztosító (poszturális) izmokra jellemző.

Fiziológias izom-összehúzódáskor a kétféle tevékenység társul és egymást követi. Az egyetlen inger kiváltotta egyszerű izom-összehúzódást **izomrángásnak** (27. a ábra) nevezzük. Izomrángások nagyon ritkán fordulnak elő (ilyenek például a hidegrázásokor fellépő izom-összehúzódások, izomrángások sorozata). A normális összehúzódás egymást követő, ismételt, gyors és hosszabb ideig ható impulzusok eredménye, amelyet **tetanuszos összehúzódásnak** (27. b ábra) nevezünk. Kétféle lehet: ha az alkalmazott inger frekvenciája kisebb, nem teljes vagy inkomplekt tetanuszról, ha az alkalmazott inger frekvenciája nagy, teljes tetanuszról beszélünk.



27. ábra – Izomrángás és tetanuszos összehúzódás

2. Az elektromos megnyilvánulások a mozgató véglemez szinapszisának szintjén végbe menő depolarizációs és repolarizációs folyamatokat jelentik. A bioelektrikus jelenségeket az **elektromiográf** segítségével rögzítik.

3. A termikus megnyilvánulások. Izom-összehúzódáskor nagy mennyiségű hő szabadul fel (termogenezis). Fizikai tevékenység esetén, hideg környezetben, az izmok tónusának a növelésével fokozódik a hőtermelés. Ha ez nem biztosítja a test állandó hőmérsékletét, a harántcsíkolt izomzat ismételt összehúzódik, didergés lép fel, ami fokozottabb hőtermelést eredményez.

Az izom-összehúzódás jellegzetességei:

- az **izomtónus** a nyugalomban levő izom állandó, enyhén feszített állapota. Az izomtónus az egymást követő impulzusok eredménye, fenntartása idegi reflexek útján történik;
- az **izomerő** függ az izom-összehúzódás idején fejlesztett feszültségtől és az izom morfofunkcionális tulajdonságaitól;
- az **izomfáradás** az izomerő és a mozgások pontosságának csökkenésében, valamint az izomlázban nyilvánul meg, melyet a tejsav felhalmozódása okoz. Ugyanakkor csökken az ATP, a PK és a glükóz mennyisége, és az ATP lebomlása az izmokban fokozottabb, mint az újrakepződése.

GYAKORLAT*

A harántcsíkolt izom tulajdonságainak kimutatása*

1. Az izmok összehúzódó képessége

Távolítsuk el a kültakarót egy béka hátsó végtagjáról! Ingereljük a lábikraizmot! Mit figyelhetünk meg? Ingereljük a lábszár első részén elhelyezkedő szárkapocscsizmot! Mit tapasztalunk? Mire következtetünk?

Az egyik lábikraizom kis részéről távolítsuk el a szarkolemmát, majd ingereljük egy csepp HCl-val mindkét lábikraizmot! Mit észlelünk? Mire következtetünk? Mit figyelhetünk meg, ha a sósavat elektromos árammal helyettesítjük?

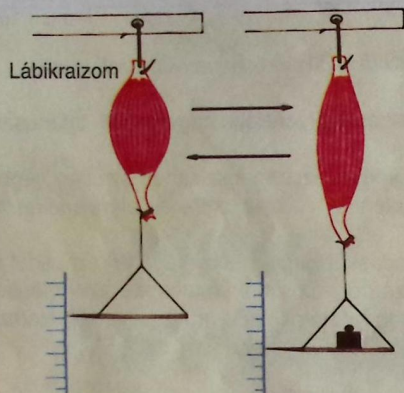
2. A harántcsíkolt izom rugalmasságának és nyújthatóságának kimutatása (28. ábra)

Különítsük el a béka lábikraizmát. Az Achilles-ín elkülönítése után húzzuk meg az izmot. Megfigyelhetjük, hogy megnyúlik. Ha elengedjük az izmot, visszanyeri eredeti hosszát.

Ezt követően akasszuk fel az izmot egy fém tartólemezre. Kössük meg cémával két helyen az Achilles-ínt, és a disztális (távolabbi) kötéshez csatlakoztassunk mérlegtányért, amelyre különböző súlyokat helyezünk. Az izmot függesszük állványra a sípcsont–combcsont ízületétől fogva. Helyezzünk egy hosszú tűt a két kötés közé. A tű mutatóként működik: a mellé helyezett vonalzó

segítségével mérhető az izom megnyúlása (milliméterben) a különböző súlyok hatására.

Helyezzünk rendre a mérlegtányérba 50 g-os súlyokat, és készítsünk grafikont: az ordinátán jegyezzük fel az izom megnyúlását (mm-ben), az abszcisszán pedig a súlyok értékét. Értelmezzük az eredményt! Jegyezzük fel a rövidülés mértékét a súlyok eltávolítása után! Megfigyelhetjük, hogy amikor nagyobb mértékben csökkentjük az izomra ható húzóerőt, az izom erőteljesebben meg rövidül.



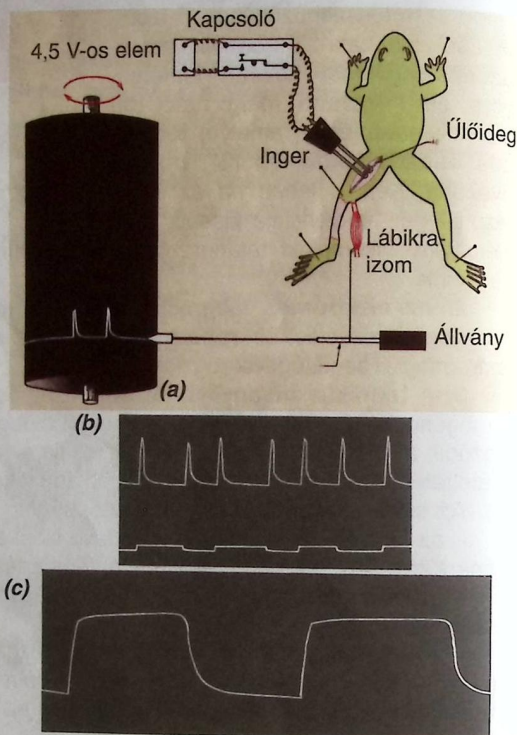
28. ábra – A nyújthatóság kimutatására szolgáló berendezés

3. Az izom ingerlékenysége és összehúzódó képessége (29. a, b és c ábra)

A kísérlet előtt 2–3 nappal gyújtjuk be az izmot és hideg helyen tároljuk (2–3 °C). Magyarázzuk meg, miért szükséges ez az eljárás! Ingereljük először az ideget, majd az izmot. Megfigyelhetjük, hogy válasz csak a közvetlen ingerlés alkalmával nyerhető.

Ingereljük a lábikraizmot alacsony frekvenciájú ingerekkel! Az izomrángások száma megegyezik az ingerlések számával. Ezután növeljük a frekvenciát! Megfigyelhetjük, hogy az elernyedés megszakad, és az izom újból összehúzódik. Az összehúzódást részleges elernyedések követnek. Ez a nem teljes tetanuszos összehúzódás.

Növeljük az ingerlések frekvenciáját oly módon, hogy az ingerlések az izom összehúzódásakor fejtsék ki hatásukat. Megfigyelhetjük, hogy az elernyedés szakasza kiesik, és az izom teljesen összehúzódott állapotban marad az ingerlés alatt is, ez a teljes tetanuszos összehúzódás.



29. ábra – Az izom ingerlékenységének és összehúzódó képességének kimutatása
a – regisztrációs eszköz
b – izomrángás
c – teljes tetanuszos összehúzódás

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

Az egészséges és fejlett helyváltoztató készülék kialakulásáért, a helyes testtartás és kiegyensúlyozott mozgás érdekében be kell tartanunk a mozgásszerveinkre vonatkozó alapvető higiéniai szabályokat. Ezek a következők: a táplálékunk tartalmazzon megfelelő mennyiségű kalciumot, kerüljük a túlsúlyt, javítsuk ki a helytelen testtartási szokásokat, kerüljük a hosszadalmas állást, a hirtelen mozdulatokat, a nagy súlyok emelését, mindig számoljuk fel a szervezet fertőző gócait, az alsó végtagok veleszületett rendellenességeit idejében kezeltesük, valamint kerüljük a károsító mechanikai, fizikai és biológiai tényezőket. A helyváltoztató rendszerben károsodhat a csontrendszer és az izomrendszer.

A) A CSONTRENDSZER KÁROSODÁSAI

➤ A gerincoszlop **vázdeformitásait** a helytelen testtartás, fertőzések vagy a csigolyaközi korongok hiánya, illetve ferdülése okozhatják. Ezek lehetnek:

- a) kyphosis – púposság, a gerincoszlop háti görbületének fokozódása;
- b) scoliosis (szkoliózis, gerincferdülés) – a gerincoszlop oldalsó görbületének fokozódása (30. ábra);
- c) lordosis – a gerincoszlop ágyéki homorulatának fokozódása.



30. ábra – Szkoliózis

Mindegyik testtartási hiba gyógytornával javítható.

➤ **Rándulás**kor az ízületi szalagok elcsavarodnak, meghajlanak vagy megnyúlnak anélkül, hogy a csontvégek kimozdulnának az ízületből. A rándulás nagyon fájdalmas, és az érintett ízület megdagad. A mozgás korlátozottá vagy éppen lehetetlenné válik.

➤ **A ficamot** hirtelen erő kifejtés, ütés vagy csavarás okozhatja. Ficamodáskor az ínszalagok erőteljesen elcsavarodnak és a csontok kimozdulnak az ízületből. Ennek következtében az érintett ízület megdagad, fájdalmassá válik, és a végtag eltorzul. Egészségügyi személyzet hiányában ne próbáljuk meg helyreigazítani a csontokat.



31. ábra – Töréstípusok:

- a) Nem teljes törés; b) Repedés;
- c) Teljes törés; d) Haránttörés;
- e) Ferde törés; f) Spirális törés

➤ **Törések** (31. ábra)

A csontok erőteljes behatásra eltörhetnek.

A törések gyógyulásának szakaszai a következők (32. ábra):

1. hematoma képződése a vérerek sérülését követően;
2. szivacsos csontszövet és vérerek képződése a törés helyén;
3. a rostos porcot csontos hegszövet váltja fel;
4. a csontfalósejtek oldják a csontszövetet, melynek eredményeképpen a csontos képlet hasonlít az eredeti szerkezetéhez.

➤ **A gerincsérv** esetében a csigolyaközi korongok benyomulnak a gerincsatornába és nyomást gyakorolnak a gerincvelőre.



32. ábra – A csonttörés gyógyulásának szakaszai



33. ábra – A kéz degeneratív reumája

➤ **A reumás betegségek*** a helyváltoztató készülék többé-kevésbé fájdalmas betegségei.

Jelenleg e betegség három csoportra osztható:

a) **gyulladásos reuma** – jellegzetessége a helyi gyulladás (pír, fájdalom, duzzadás) és általános gyulladás (láz, leukociták számának növekedése, magas vörösvérsejt-süllyedés – VSH). Típusai: heveny szokizületi reuma (szív-izületi), fertőző reuma, reumás polyarthritis (idült reuma), spondylitis ankylopoetica (Bechterew-kór).

b) a degeneratív reumára jellemző (arthrosis) az ízületi alkotóelemek degenerálódása: az ízületi porcok módosulása, a csontok és a szinoviák (hártyás képletek) túlbujránzása (33. ábra). 40 éves kor után jelenik meg és okai lehetnek: metabolikus, endokrin, örökletes eredetűek, valamint idegrendszeri és keringési rendellenességek. Típusai: gonarthrosis (térdízület betegsége), coxarthrosis (csípő ízületnél), spondylosis (gerincoszlop nyaki tájékán).

c) a lágy részek reumája (reumatikus fájdalmak) megtámadja az izmokat, ínшалagokat, ízületi tömlőket, tokokat és az izombőnyéket, a környéki idegeket. Ezek közül megemlítjük: az izomgyulladást, a lapocka-karcsonti periarthritist (megtámadja az ízületi szalagokat és tömlőket az érintett ízületben), a lumbágót, karizom gyulladását, ínшалaggyulladást, ínшалagok körüli tömlők gyulladását.

B) AZ IZOMRENDSZER RENDELLENESSÉGEI

➤ **Az izomerő csökkenése:** az izomerőt, az izom szerkezeti és működési sajátosságai és az ingerek erőssége befolyásolják. Az izomerő függ az izomzatot alkotó rostok számától és annál nagyobb minél nagyobb terhet képes elmozdítani az izom. A hosszú izmok ereje sokkal nagyobb, mint a rövideké. A hosszan tartó munka csökkenti az összehúzódások erejét, mert bekövetkezik az izomfáradás.

➤ **Az izomfáradás** során időlegesen csökken az izomzat működőképessége, mivel a rostok között tejsav halmozódik fel. Ennek következtében csökken az ATP, a szőlőcukor és a foszfokreatin mennyisége. Az ATP bomlása az izmokban sokkal fokozottabb, mint az újraképzése. Az izomfáradást kiváltó okok lehetnek: a hosszadalmas, megfeszített izommunka, pszichés megterhelés, zajos vagy vegyileg szennyezett munkakörülmények.

Az izomfáradás során csökken az izomerő és az ingerlékenység, valamint fokozódik az elernyedési szakasz, mely fájdalmas izom-összehúzódáshoz vezethet.

Hosszadalmas és erőteljes fizikai erőfeszítésekkel megnyúlhatnak vagy elszakadhatnak az izomrostok. Ez a folyamat azonnali és erőteljes fájdalommal, valamint vérömlenyek megjelenésével jár.

➤ **Az izomdisztrófia*** (dystrophia musculorum progressiva) nemhez kötött genetikai betegség, amely a hordozó anyától öröklődik a férfi utódokra. A legismertebb a Duchenne-féle disztrófia, mely 1/5000 arányban jelentkezik. E betegség során az izom fokozatosan sorvad és erőteljesen gyengül. A sorvadott izomszövet zsírszövettel helyettesítődik. Az érintett beteg teljes mértékben elveszti járóképességét. A legtöbb beteg 20 éves kora előtt meghal.

ELLENŐRZÉS/ ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg a helyes válaszokat!

1.* Az izom-összehúzódáskor:

- a) a sötét korong hossza nem változik;
- b) a sötét korong megrövidül;
- c) a Z lemez megnyúlik;
- d) a H sáv változatlan marad.

A fentebb felsoroltak közül melyek azok a folyamatok, amelyek nem mennek végbe az izom összehúzódásakor?

- A) csak az a; B) az a és b C) a b és c;
- D) az a és c; E) a b, c és d.

2. Milyen sorrendben használja fel szervezete az alábbi anyagokat energiaelőállítás céljából?

- a) glükóz (szőlőcukor); b) kreatin-foszfát;
- c) glikogén; d) ATP.

II. Társítsd a következő fogalmakat:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| A) 1. kötőszövetes összeköttetés | a) koponyavarratok |
| 2. porcos összeköttetés | b) a térd ízülete |
| 3. feszes ízületek | c) csigolyák közti ízületek |
| 4. synovialis ízületek | d) medencecsont ízülete (symphysis) |
| B) 1. miozin | a) enzimek keveréke |
| 2. aktin | b) a helyi oxigéntartalékot képezi |
| 3. mioglobin | c) az ATP bontását katalizálja |
| 4. miogén | |

III. 1. A harántcsíkolt izmok részt vesznek a testtartásban, a testrészek helyzetének fenntartásában, lehetővé teszik ezek mozgását, illetve elmozdulását.

- a) Sorold fel az alsó végtag izmait!
- b*) Magyarázd meg a miofibrillum szerkezetét!
- c) Melyek az izomrendszer rendellenességei?

2. A csontrendszer a helyváltoztató készülék passzív alkotóeleme.

- a) Sorold fel és jellemezd a szervezet csont típusait!
- b) Sorold fel és jellemezd a csontképződés szakaszait!
- c) Sorold fel a koponya csontjait!

3. Erőteljes fizikai munka után bekövetkezik az izomláz. Miért? Hogyan kezelhető?

4. Mi a magyarázata annak, hogy az izommunka megszűnése után egy ideig még hő termelődik?

5. Keresd más típusú emelőket is a szervezetben.

IV. Számítsd ki:

a) Tudva azt, hogy az izmok 75%-ban vizet tartalmaznak, mennyi víz található egy 80 kg-os ember izomzatában?

b) Mekkora egy személy mellkasának súlya, tudva azt, hogy vázizomzatának tömege 40 kg, és hogy a vázizmok a testsúly 40%-át képezik?

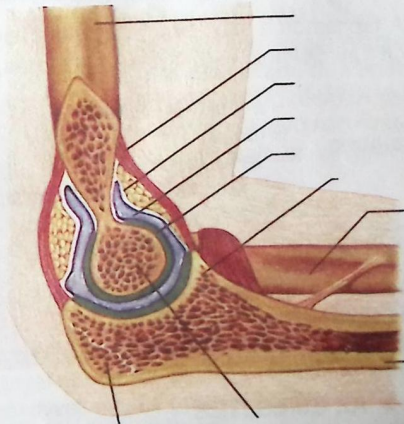
c) 20 mól szőlőcukor égéséből mennyi kilokalória képződik? (Atomtömegek: C=12, H=1, O=16.)

V.* Írj dolgozatot „Az izmok összehúzódó képessége” címmel. Vedd figyelembe a következő vázlatot:

- a) összehúzódó képesség meghatározása;
- b) az izom-összehúzódás biokémiai folyamatai;
- c) az izom-összehúzódás mechanikai megnyilvánulása;
- d) az izom-összehúzódás elektromos megnyilvánulása;
- e) hőtermelés izom-összehúzódás során;
- f) az izom-összehúzódás rendellenességei;

VI.* Azonosítsd az alábbi ízületet és az alkotóelemeit!

VII.* Képzeld el egy egyszerű kísérletet, melynek során bemutatható a nyugalmi és az akciós potenciál képződése egy ideg-izom készítményen.



II.2. ANYAGFORGALMI ÉLETMŰKÖDÉSEK

Az emberi szervezet és környezete közötti anyagcserét az anyagforgalmi életműködések: az emésztés, a keringés, a légzés és a kiválasztás biztosítják.



1. ábra – A bonyolult szervesanyagok átalakulása egyszerű tápanyagokká az emésztés során

Emésztéskor a bonyolult, specifikus szerves anyagok (szénhidrátok, zsírok, fehérjék) mechanikai, fizikai, biokémiai átalakulások során nem specifikus, egyszerű tápanyagokká (monoszacharidokká, zsírsavakká, glicerinné, aminosavakká) alakulnak.

A mechanikai és fizikai folyamatok megkönnyítik az enzimek hatását. Minden szerves szubsztrátumra egy specifikus enzimszoport hat.

Az egyszerű tápanyagok a vérbe vagy nyirokba szívódnak fel, ezek után a szövetekbe és a sejtekbe szállítódnak, ahol az anyagcsere különféle reakcióiban vesznek részt. A víz, az ásványi anyagok és a vitaminok előzetes átalakulás nélkül kerülnek a vérbe.

A. AZ EMÉSZTÉS ÉS A FELSZÍVÓDÁS

A tápcsatorna szakaszai jellegzetes felépítésük révén tökéletesen alkalmazkodtak az általuk betöltött funkciókhoz: elválasztás–kiválasztás, felszívódás, mozgékonyág.

Szájüreg	– a táplálék felvétele – rágás – vegyi emésztés – a falat továbbítása a garatba	Vékonybél, máj, hasnyálmirigy	– mechanikai emésztés és a táplálék továbbítása – vegyi emésztés – a tápanyagok felszívódása
Garat és nyelőcső	– nyelés és a falat gyomorba juttatása		
Gyomor	– mechanikai emésztés és továbbítás – vegyi emésztés – alkohol, víz, kloridok felszívódása	Vastagbél	– vegyi emésztés – víz, elektrolitok, vitaminok felszívódása – a bétartalom továbbítása és kiürítése

♦ AZ EMÉSZTÉS

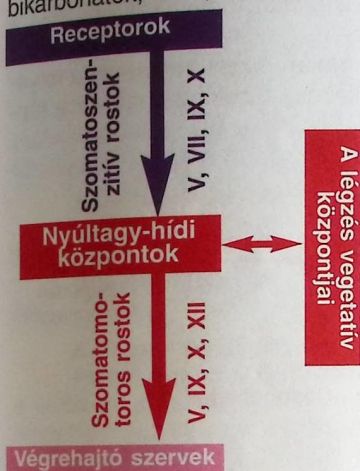
Az emésztés a szájüregben kezdődik és a vastagbélben fejeződik be.

a) Emésztés a szájüregben

A szájüregben fizikai emésztés (rágás, amelynek során a táplálék felszeletelődik, összerúszolódik, puhul és belőle falat képződik), valamint vegyi emésztés (nyál hatására) történik.

A rágás hozzájárul a nyálmirigyek működésének beindításához, serkenti az ízlelő- és szaglóreceptorokat, amelyek más emésztőmirigyek elválasztó működését indítják el. A rágás (a felnőttéknél) akaratlagos reflexműködés, amely fokozatosan automatizálódik, és a nyúltagy-i-hídi, valamint a kérgi központok irányítása alatt áll.

A nyálát 99,5% víz és 0,5% szárazanyag (kloridok, foszfátok, karbonátok, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , bikarbonátok, fluor, fehérjék, karbamid, húgysav, lizozim, ptialin, alkohol, kreatinin) alkotja. A nyál legfontosabb szerepe, hogy a **ptialin** (nyál-amiláz) és a **maltáz** által részt vesz az emésztésben, lebontja a keményítőt dextrinre, illetve monoszacharidokra.



2. ábra – A nyelés reflexíve

A nyelésnek három mozzanatát különböztetjük meg:

1. **Szájüregi mozzanat**, mely részben akaratlagos; ez biztosítja a falat szájüregből garatba való jutását.

2. **Garati mozzanat**, akaratunktól független; és lehetővé teszi a falatnak a garatból nyelőcsőbe való jutását.

3. **Nyelőcsői mozzanat**, nem akaratlagos perisztaltikus mozgásokkal a falat a nyelőcsővön keresztül a gyomorba továbbítódik.

A nyelés akaratlagos folyamat a garatívekig (szájpadívekig), innen akaratától független (nyelési reflex) (2. ábra).

b) Emésztés a gyomorban

A gyomorban lezajló mechanikai és vegyi átalakulások összessége, amely során a falat **gyomorkimusszá** alakul. Ezt a folyamatot a gyomor két funkciója teszi lehetővé: az **elválasztási** és a **motorikus (gyomormozgások)**.

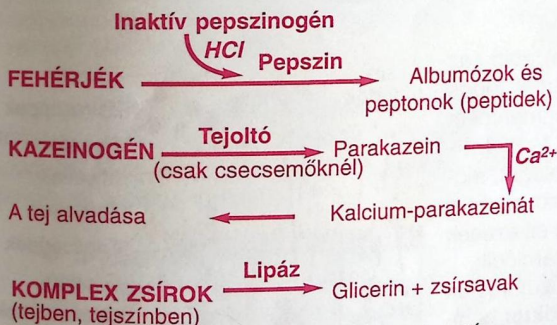
• Az elválasztó funkció lényege a **gyomornedv** termelése. Ennek 99%-a víz és 1%-a szárazanyag: szervetlen anyag (HCl, kloridok, foszfátok) és szerves anyag (enzimek, nyák).

A legfontosabb vegyfolyamatok a **pepszin**, a **tejoltó** (enzim) és a **lipáz** hatására mennek végbe (3*. ábra). A gyomor-nyák (**mucin**) védi a gyomor nyálkahártyáját, főleg a pepszin és a sósav hatásától.

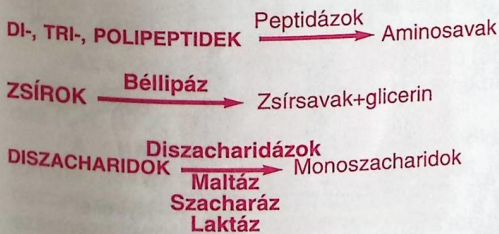
• A gyomor mozgásait a falában levő simaizomzat biztosítja. Két típusú mozgást végez: **perisztaltikus** (összehúzódnási és elernyedési hullámokból álló), valamint **tónikus** mozgást (a gyomor befogadóképességéhez és a táplálék összetételéhez való adaptáció). A mozgások eredményeképpen a táplálék összekeveredik a gyomornedvvel, majd a gyomortartalom kiürül.

c) Emésztés a bélben

A táplálék a vékonybélben fizikai és vegyi átalakulásoknak van kitéve. Az átalakulások összessége a **bélkimussz** képződését eredményezi. Ez hasnyál, epe és bélnedv hatására megy végbe (4*. ábra).



3*. ábra – A gyomornedv enzimjeinek hatása



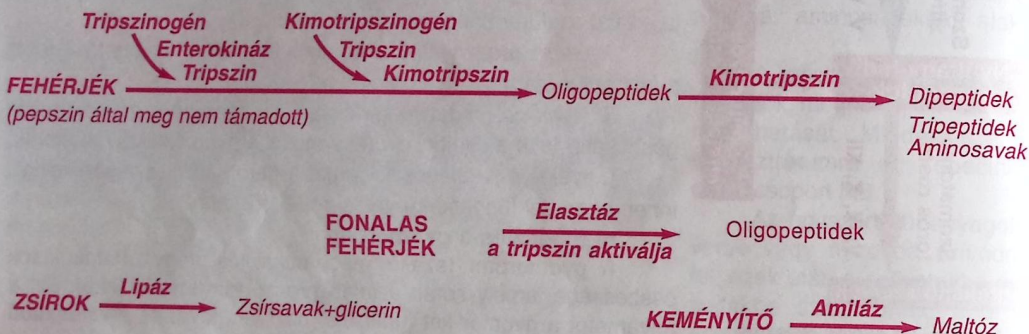
4*. ábra – A bélnedv enzimjeinek hatása

A gyomorhoz hasonlóan a vékonybél is kettős funkciót tölt be: **elválasztó funkciót** és a **bélmozgások biztosítását** (motorikus funkciót).

- **Elválasztó tevékenysége** a **bélnedv termelését** jelenti. A bélnedv átlátszó, lúgos kémhatású (pH-jú), bikarbonátokat, nyákot és gazdag enzimkészletet tartalmaz. A vékonybél emésztési folyamataiban fontos enzimek: a **peptidázok**, a **lipázok** és a **szacharidázok**. Ezek az enzimek a belsejtek csúcsi részén levő mikrobolyhok hátyájához kapcsolódnak, és nem ürülnek a bélüregbe.

A bélnedv mellett a vékonybélben lejátszódó emésztési folyamatokban fontos szerepe van a **hasnyálynak** és az **epének**.

A **hasnyál** a hasnyálmirigy-acinusok által termelt szintelen, szagtalan, lúgos vegyhatású folyadék, amelynek gazdag enzimkészlete van (proteázok, lipázok és amilázok). Ezek az enzimek a tápanyagok minden típusára hatnak (5. ábra).



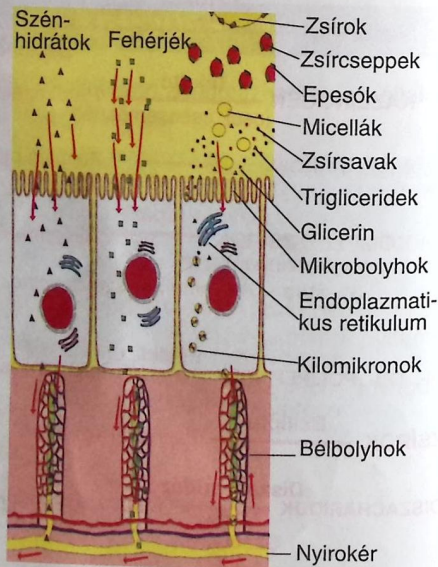
5*. ábra – A hasnyál enzimjeinek hatása

Az **epe** a májsejtek szekréciós terméke, zöld (az epehólyagban) vagy sárga színű (**májepe**) folyadék, lúgos kémhatású, 98% vizet, **bilirubin** és **biliverdin** pigmenteket (festékanyagot), **epesókat**, **koleszterint**, valamint **lecitint** tartalmaz. Az epesók csökkentik a felületi feszültséget, elősegítik a zsírok emulgeálását, aktiválják a lipázokat, és a zsírokkal vízben oldódó micellákat alkotnak. Az étkezések közötti szünetekben az epe az epehólyagban tárolódik.

- A **vékonybél mozgásait** a falát alkotó izomrostok biztosítják. A mozgások háromfélék: **perisztaltikus**, **szakaszos** (gyűrűs összehúzódások, amelyek a vékonybél szakaszt kisebb szakaszokra osztják) és **penduláris** mozgások (a bélkacsok ritmikus mozgásai, amelyek során hosszabbodnak és rövidülnek). E mozgások hatására a táplálék az emésztőnedvekkel keveredik, és a bétartalom a vastagbél felé halad.

♦ FELSZÍVÓDÁS A BÉLBEN

A felszívódás komplex folyamat, amelynek során az emésztésből származó egyszerű anyagok áthaladnak a bél nyálkahártyáján, és a vérbe vagy a nyirokba kerülnek (6. ábra).



6. ábra – A felszívódás mechanizmusa

Ezeknek az egyszerű anyagoknak a felszívódása **kétféle mechanizmus** révén megy végbe:
a) **passzív** (energiafelhasználás nélkül) felszívódás diffúzióval és ozmózissal, a koncentrációgradiens irányába (a bélüregben levő nagy koncentrációtól a vér vagy a nyirok kisebb töménysége irányába);
b) **aktív** mechanizmus (az ATP által biztosított *energia felhasználásával*), amely specifikus szállítók segítségével történik.

A cukrok felszívódása

a) **passzív mechanizmus** – egyes pentózok esetében;

b) **aktív mechanizmus** – a hexózok esetében.

Például a glükóz a belsejtek alapjánál szívódik fel a Na^+ felszívódását is biztosító, közös szállítóhoz kötődve. A sejtek ellentétes pólusán a glükóz leválik, behatol a hajszálerekbe, és végül a májkapugyűjtőér útján a májba jut, ezt követően a szállító újakezdi működését.

A fehérjék felszívódása

a) **passzív mechanizmussal**: a bél ürege felőli póluson a fehérje az alkotó aminosavak formájában abszorbálódik, majd ezek diffúzióval a vérbe jutnak;

b) **pinocitózissal**: az újszülöttek esetében a kolosztrumban (előtej) levő antitestek szívódnak fel.

A zsírok felszívódása

Passzív mechanizmussal a zsírsavak és a glicerín szívódnak fel. A glicerín könnyen szívódik a vérbe és a nyirokba, mivel vízben oldódó vegyület. A zsírsavak felszívódása csak úgy lehetséges, hogy ha előzőleg az epesókhoz kötődnek, és vízben oldódó micellákat alkotnak. A zsírsavak kétfélék:

- rövid láncú (10–12 szénatomnál kevesebbet tartalmazó) zsírsavak, közvetlenül a májkapugyűjtőér vérebe mennek át, és szabad állapotban szállítódnak;
- hosszú láncú (12 szénatomnál többet tartalmazó) zsírsavak, glicerinnel kombinálódva újra triglicerideket hoznak létre, amelyek a nyirokkeringésbe jutnak, és részt vesznek a kilomikronok alkotásában (a kilomikronok trigliceridekből, foszfolipidekből, koleszterinből és egy fehérjetermészetű részből tevődnek össze).

A víz, az ásványi sók, a vízben oldódó vitaminok (B-vitamincsoport, C-vitamin, biotin, folsav, pantoténsav), az aminosavak, a glükóz, a glicerín és a rövid láncú zsírsavak a vérbe kerülnek, és a májkapugyűjtőér útján a májba jutnak. A zsírban oldódó vitaminok (A, D, E, K) és a kilomikronok a nyirok útján végül a vérbe kerülnek.

♦ A VASTAGBÉL ÉLETTANA

Akárcsak a tápcsatorna többi szakasza, a vastagbél is háromféle működést végez: **elválasztást, felszívódást és béltartalom-ürítő mozgásokat.**

• A vastagbél **elválasztó funkciója** a nyák termelésében nyilvánul meg; a nyák könnyíti a széklet előrehaladását és kiürülését. Mivel a nyák nem tartalmaz enzimeket, a vastagbélben nem történik emésztés. A meg nem emésztett táplálék kis része erjesztő és rothasztó folyamatban bomlik le a bélüregben levő baktériumok (mikroorganizmusok) termelte enzimek hatására.

Az erjesztés a vakbélben, a felszálló remesében és a harántremese egyenes részében történik. A meg nem emésztett cukrok szerves savakra bomlanak (ecetsav, tejsav, vajsav), és gázok keletkeznek (CH_4 , CO_2 , H_2).

A rothasztás a harántremese bal oldali részében, a leszálló remesében és szigmapélben történik, ennek során a fel nem szívódott fehérjék lebomlanak, így aminosavak (amelyek utólag dezaminálódnak vagy dekarboxileződnek) és gázok (H_2S , merkaptánok) keletkeznek. A rothasztásból származó termékek mérgezők. A portális rendszer útján a májba került anyagok méregtelenítődnek és a vizelettel kiürülnek.

• A vastagbél **felszívó funkciója** víz, elektrolitok, vitaminok, kis mennyiségű glükóz és aminosavak felszívódásából áll. A felszívódás eredményeképpen bélsár keletkezik, ami vizet, foszfátokat, Ca-, Mg- és Fe-sókat, meg nem emésztett tápanyagmaradékokat, fehérvérsejteket, levált hámsejteket és baktériumokat tartalmaz. A bélmozgások eredményeképpen a bélsár a végbélbe jut, ahonnan a végbélnyíláson át a székelés folyamatában kiküszöbölődik.

• A vastagbél a vékonybélhez hasonlóan **háromféle mozgást** végez: perisztaltikus, szakaszos és tónikus mozgást.

A székelés komplex reflexfolyamat: *akaratunktól független* vegetatív reflex, a születésüinktől fogva egészen 14–15 hónapos korunkig; illetve *akaratlagos vegetatív-szomatikus* reflex, az életünk végéig. A gerincvelő (K2–K4) idegközpontjai hangolják össze, és az agykéreg ellenőrzése alatt áll.

GYAKORLAT

1. A nyálenzim hatása a keményítőre (7. a, b, c és d ábra).

Szükséges eszközök és anyagok: kémcsövek, állványok, Lugoldat (vizes kálium-jodidos jódoldat), nyers és főzött keményítőoldat, nyáloldat, Fehling-reagens.

Három kémcsőbe tegyünk:

K_A – vizet;

K_B – nyers keményítőtejet;

K_C – főzött keményítőoldatot.

A keményítő lebontásának bizonyítására (in vitro) készítsünk elő négy kémcsövet és tegyünk bele:

K_1 – főzött keményítőoldatot;

K_2 – keményítőoldatot és nyálát;

K_3 – keményítőtejet és nyálát;

K_4 – nyálát.

Mind a négy kémcsőbe öntsünk Lugol-oldatot (7. c ábra). Miért változik meg mindegyik kémcső tartalmának a színe?

A kettes és négyes kémcsőbe öntsünk Fehling-reagenst (7. d ábra). A kettes kémcsőben téglás-vörös színű csapadék figyelhető meg, a négyes kémcsőben az oldat kékeszölddé változik. Hogyan magyarázod az átalakulásokat, és mi a keletkezett anyagok neve?

Melyek azok az enzimek, amelyek a keményítőt maltózzá, majd szőlőcukorrá bontják?



a



b



c



d

7. a, b, c, d ábra

2. Az epe szerepe a zsírok „emésztésében”

Szükséges eszközök és anyagok: kémcsövek, víz, olaj, epe, szűrőpapír.

A K_1 kémcsőbe vizet és olajat öntünk, a K_2 kémcsőbe pedig vizet, olajat és epét. Ezután ráz-zuk össze erőiesen mindkét kémcsövet.

a) Melyik kémcsőben állandósul a zsírok csepkekre bontása?

b) Milyen fizikai-kémiai tulajdonságokon alap-szik a zsírok csepkekre bontása epe hatására?

3. Az élelmiszerek vegyi összetétele*.

Erre a célra használjunk egy darab száraz húst. A húsdarabot helyezzük egy tiszta kémcsőbe. Tegyük a kémcső szájához egy darab lakmusz-papírcsíkot és 1–2 cm-nyire ólom-acetátba mártott itatóspapírt úgy, hogy ne érintkezzenek. Melegítsük enyhén a kémcsövet!

A következő jelenségeket figyelhetjük meg:

- a kémcső falára vízgőz csapódik;
- a lakmuszpapír megkékül;
- az itatós megfeketedik;
- jellegzetes szag keletkezik.

Mivel magyarázhatók a leírt jelenségek?

Folytassuk a melegítést erősebb lángnál. Megfigyelhetjük, hogy a szerves anyag elszene-sedik, miközben fullasztó szagot áraszt. A kémcsőben csak hamu marad. Mit jelent ez? Hagyjuk hűlni a hamut, majd öntsünk rá vizet. Miután feloldódott, mártsunk az oldatba lakmuszpapírt. Milyen színű lesz, és miért?

Milyen következtetéseket vonhatunk le a kísérletben használt hús vegyi összetételével kapcsolatban?

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

Az emésztőkészülék egészséges működése érdekében fontos, hogy betartsunk néhány alapvető higiéniai szabályt és a károsító mechanikai, fizikai, vegyi és biológiai tényezőket kerüljük el.

A higiéniai szabályok közül megemlítjük a következőket: tároljuk hűtőszekrényben a romlandó élelmiszereket; fogyasztás előtt alaposan mossuk meg a zöldségeket, gyümölcsöket; ne rágógumizzunk; étkezések után mossunk fogat; étkezések előtt mossunk rendesen kezét; cseréljünk fogkefét 2–3 hónaponként; kerüljük a foghúzást; fogasszunk kevés cukrot és édességet; evés közben ne olvassunk, ne telefonáljunk, ne nézzük a tévét, ne mérgelődjünk; az élelmiszerek tárolása, elkészítése és fogyasztása megfelelő higiéniai körülmények között történjék.

Az emésztőkészülék betegségei közül megemlítjük a fogszuvasodást, szájgyulladást, vékony- és vastagbélgyulladást, bélelzáródást, hasmenést, székrekedést, májcirrózist, epekőképződést, hasnyálmirigy-gyulladást.

➤ **A fogszuvasodás** a megfelelő fogápolás hiányában alakul ki. A fogak felületén mikroorganizmusok (*Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*) telepednek meg, melyek behatolnak a dentinbe, ahol savat termelnek. A sav roncsolja a zománcot, ennek következtében meglágyul és megbarnul, és megjelennek a lyukak a fog felületén (8. ábra).

A fogszuvasodás kezdetben alig észlelhető, majd később, néhány perctől órákig tartó nyilalló, lüktető fájdalommal jelentkezik. Az érintett fog érzékeny lesz a hőmérséklet-ingadozásokra, a keményebb és édesebb élelmiszerekre.

Fogszuvasodást okozhat egyes tápanyagok hiánya, a túl édes élelmiszerek, a nyáltermelés csökkenése, a nem megfelelő fogápolás, valamint genetikai tényezők is.

➤ **A szájgyulladás** (stomatitis) a szájüreg nyálkahártyájának gyulladása. Előidézhetik mérgező anyagok, mikroorganizmusok vagy sérülést okozó mechanikai és fizikai tényezők (9. ábra).

Megjelenését viszketés, fájdalom jelzi a száj nyálkahártyájának jól körülhatárolt részén, ezt követi a nyáltermelés fokozódása és az állkapocs alatti nyirokcsomók gyulladása. Jellemző rá a szájüreg jellegzetes szaga, láz, fejfájás, álmatlanság, étvágycsökkenés, zabola kialakulása (a száj-zugban). A szájüreg nyálkahártyája és a fogíny vörössé és váladékosná, más esetekben fekélyessé, nekrotizissá, üszkössé válhat.

➤ **A torokgyulladás** (pharyngitis) a garat nyálkahártyájának gyulladása, melyet mikroorganizmusok okoznak.

A vírusok okozta torokgyulladásra jellemző a láz, égő és száraz torok, fájdalmas nyelés, köhögés, rekedtség, állandó fáradtságérzet. A baktériumos torokgyulladás (streptococcus okozza) jellemzői a gennyes mandulák, az állcsonti és nyaki nyirokcsomók fájdalmas gyulladása. Megfelelő kezelés hiányában a torokgyulladás szövődményes lehet, vesegyulladás, szívbelhártya-gyulladás (endocarditis) vagy sokízületi reumás gyulladás alakulhat ki.

➤ **Vékony- és vastagbél-gyulladás** (enterocolitis) a vékonybél nyálkahártyájának gyulladása (enteritis), valamint a vastagbél (colitis). A leggyakoribb okai az élelmiszer- vagy egyéb fertőzések. A betegség lázzal és a köldök körüli erőteljes alhasi fájdalommal kezdődik. A betegség egyébb tünetei: hascsikarás, hasmenés (10–30 székletürítés naponta), fokozott verejtékezés, állandó szomjúságérzet, száraz bőr, kiszáradás. A betegség lehet heveny és idült.

➤ **Bélelzáródáskor** (bélcsavarodás) időlegesen vagy teljesen leáll a székletürítés és a szélképződés. Kiváltó okai: a bélférgek, a bélben előforduló kövek, hegek vagy daganatok, a vékonybél csomósodása vagy csavarodása, a hashártya gyulladása, fertőző betegségek, különböző mérgezések stb.



8. ábra – Fog-szuvasodás



9. ábra – Stomatitis

• A vastagbél **felszívó funkciója** víz, elektrolitok, vitaminok, kis mennyiségű glükóz és aminosavak felszívódásából áll. A felszívódás eredményeképpen bélsár keletkezik, ami vizet, foszfátokat, Ca-, Mg- és Fe-sókat, meg nem emésztett tápanyagmaradékokat, fehérvérsejteket, levált hámsejteket és baktériumokat tartalmaz. A bélmozgások eredményeképpen a bélsár a végbélbe jut, ahonnan a végbélnyíláson át a székelés folyamatában kiküszöbölődik.

• A vastagbél a vékonybélhez hasonlóan **háromféle mozgást** végez: perisztaltikus, szakaszos és tónikus mozgást.

A székelés komplex reflexfolyamat: *akaratunktól független* vegetatív reflex, a születésünktől fogva egészen 14–15 hónapos korunkig; illetve *akaratlagos vegetatív-szomatikus* reflex, az életünk végéig. A gerincvelő (K2–K4) idegközpontjai hangolják össze, és az agykéreg ellenőrzése alatt áll.

GYAKORLAT

1. A nyálenzim hatása a keményítőre (7. a, b, c és d ábra).

Szükséges eszközök és anyagok: kémcsövek, állványok, Lugol-oldat (vizes kálium-jodidos jódoldat), nyers és főzött keményítő-oldat, nyáloldat, Fehling-reagens.

Három kémcsőbe tegyünk:

K_A – vizet;

K_B – nyers keményítőtejet;

K_C – főzött keményítőoldatot.

A keményítő lebontásának bizonyítására (in vitro) készítsünk elő négy kémcsövet és tegyünk bele:

K_1 – főzött keményítőoldatot;

K_2 – keményítőoldatot és nyálát;

K_3 – keményítőtejet és nyálát;

K_4 – nyálát.

Mind a négy kémcsőbe öntsünk Lugol-oldatot (7. c ábra). Miért változik meg mindegyik kémcső tartalmának a színe?

A kettes és négyes kémcsőbe öntsünk Fehling-reagenst (7. d ábra). A kettes kémcsőben téglás-vörös színű csapadék figyelhető meg, a négyes kémcsőben az oldat kékeszölddé változik. Hogyan magyarázod az átalakulásokat, és mi a keletkezett anyagok neve?

Melyek azok az enzimek, amelyek a keményítőt maltózzá, majd szőlőcukorra bontják?



a



b



c



d

7. a, b, c, d ábra

2. Az epe szerepe a zsírok „emésztésében”

Szükséges eszközök és anyagok: kémcsövek, víz, olaj, epe, szűrőpapír.

A K_1 kémcsőbe vizet és olajat öntünk, a K_2 kémcsőbe pedig vizet, olajat és epét. Ezután rázunk össze erősen mindkét kémcsövet.

a) Melyik kémcsőben állandósul a zsírok csepkekre bontása?

b) Milyen fizikai-kémiai tulajdonságokon alapul a zsírok csepkekre bontása epe hatására?

3. Az élelmiszerek vegyi összetétele*.

Erre a célra használjunk egy darab száraz húst. A húsdarabot helyezzük egy tiszta kémcsőbe. Tegyük a kémcső szájához egy darab lakmusz-papírcsíkot és 1–2 cm-nyire ólom-acetátba mártott itatóspapírt úgy, hogy ne érintkezzenek. Melegítsük enyhén a kémcsövet!

A következő jelenségeket figyelhetjük meg:

- a kémcső falára vízgőz csapódik;
- a lakmuszpapír megkékül;
- az itatóspapír megfeketedik;
- jellegzetes szag keletkezik.

Mivel magyarázhatók a leírt jelenségek?

Folytassuk a melegítést erősebb lángnál. Megfigyelhetjük, hogy a szerves anyag elszene-sedik, miközben fullasztó szagot áraszt. A kémcsőben csak hamu marad. Mit jelent ez? Hagyjuk hűlni a hamut, majd öntsünk rá vizet. Miután feloldódott, mártsunk az oldatba lakmuszpapírt. Milyen színű lesz, és miért?

Milyen következtetéseket vonhatunk le a kísérletben használt hús vegyi összetételével kapcsolatban?

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

Az emésztőkészülék egészséges működése érdekében fontos, hogy betartsunk néhány alapvető higiéniai szabályt és a károsító mechanikai, fizikai, vegyi és biológiai tényezőket kerüljük el.

A higiéniai szabályok közül megemlíthjük a következőket: tároljuk hűtőszekrényben a romlandó élelmiszereket; fogyasztás előtt alaposan mossuk meg a zöldségeket, gyümölcsöket; ne rágógumizzunk; étkezések után mossunk fogat; étkezések előtt mossunk rendesen kezét; cseréljünk fogkefét 2–3 hónaponként; kerüljük a foghúzást; fogyasszunk kevés cukrot és édességet; evés közben ne olvassunk, ne telefonáljunk, ne nézzük a tévét, ne mérgeződjünk; az élelmiszerek tárolása, elkészítése és fogyasztása megfelelő higiéniai körülmények között történjék.

Az emésztőkészülék betegségei közül megemlíthjük a fogszuvasodást, szájgyulladást, vékony- és vastagbélgyulladást, bélelzáródást, hasmenést, székrekedést, májcirrózist, epekőképződést, hasnyálmirigy-gyulladást.

➤ **A fogszuvasodás** a megfelelő fogápolás hiányában alakul ki. A fogak felületén mikroorganizmusok (*Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*) telepednek meg, melyek behatolnak a dentinbe, ahol savat termelnek. A sav roncsolja a zománcot, ennek következtében meglágyul és megbarnul, és megjelennek a lyukak a fog felületén (8. ábra).

A fogszuvasodás kezdetben alig észlelhető, majd később, néhány perctől óráig tartó nyilalló, lüktető fájdalommal jelentkezik. Az érintett fog érzékeny lesz a hőmérséklet-ingadozásokra, a keményebb és édesebb élelmiszerekre.

Fogszuvasodást okozhat egyes tápanyagok hiánya, a túl édes élelmiszerek, a nyáltermelés csökkenése, a nem megfelelő fogápolás, valamint genetikai tényezők is.

➤ **A szájgyulladás** (stomatitis) a szájüreg nyálkahártyájának gyulladása. Előidézhetik mérgező anyagok, mikroorganizmusok vagy sérülést okozó mechanikai és fizikai tényezők (9. ábra).

Megjelenését viszketés, fájdalom jelzi a száj nyálkahártyájának jól körülhatárolt részén, ezt követi a nyáltermelés fokozódása és az állkapocs alatti nyirokcsomók gyulladása. Jellemző rá a szájüreg jellegzetes szaga, láz, fejfájás, álmatlanság, étvágycsökkenés, zabola kialakulása (a szájzugban). A szájüreg nyálkahártyája és a fogíny vörössé és váladékosná, más esetekben fekélyessé, nekrotizossá, üszkössé válhat.

➤ **A torokgyulladás** (pharyngitis) a garat nyálkahártyájának gyulladása, melyet mikroorganizmusok okoznak.

A vírusok okozta torokgyulladásra jellemző a láz, égő és száraz torok, fájdalmas nyelés, köhögés, rekedtség, állandó fáradtságérzet. A baktériumos torokgyulladás (streptococcus okozza) jellemzői a gennyes mandulák, az állcsonti és nyaki nyirokcsomók fájdalmas gyulladása. Megfelelő kezelés hiányában a torokgyulladás szövődményes lehet, vesegyulladás, szívbelhártya-gyulladás (endocarditis) vagy sokízületi reumás gyulladás alakulhat ki.

➤ **Vékony- és vastagbél-gyulladás** (enterocolitis) a vékonybél nyálkahártyájának gyulladása (enteritis), valamint a vastagbél (colitis). A leggyakoribb okai az élelmiszer- vagy egyéb fertőzések. A betegség lázzal és a köldök körüli erőteljes alhasi fájdalommal kezdődik. A betegség egyéb tünetei: hascsikarás, hasmenés (10–30 székletürítés naponta), fokozott verejtékezés, állandó szomjúságérzet, száraz bőr, kiszáradás. A betegség lehet heveny és idült.

➤ **Bélelzáródáskor** (bélcsavarodás) időlegesen vagy teljesen leáll a székletürítés és a szélképződés. Kiváltó okai: a bélférgek, a bélben előforduló kövek, hegek vagy daganatok, a vékonybél csomósodása vagy csavarodása, a hashártya gyulladása, fertőző betegségek, különböző mérgezések stb.



8. ábra – Fog-szuvasodás



9. ábra – Stomatitis

Jellemzői: erőteljes hasi fájdalom, hányás, rögtön a székrekedést követően, felfúvódott has, a belek fokozott mozgása. A betegség megjelenését követő 3–7. nap után bekövetkezik a halál, a mérgező anyagok felhalmozódása következtében.

➤ **A hasmenés** okai lehetnek fertőző betegségek (kolera, dizentéria, élelmiszerfertőzés), daganatok vagy endokrin betegségek.

➤ **Székrekedés** esetében a székletürítés több mint 48 órán át szünetel. Különböző eredetű okai lehetnek: ülőéletmód, túlsúly, fertőzések, gyomor-, bél- vagy endokrin betegségek, növényi rostokban szegény élelmiszerek fogyasztása.

➤ **A májcirrózis** (10. ábra) során a májsejtek sérülnek, azután elhalnak, és helyüket kötőszövet tölti ki. A betegség súlyos, lefolyása fokozatosan krónikussá válik.



10. ábra – Májcirrózisban szenvedő beteg



11. ábra – Epekövet tartalmazó epehólyag

Megjelenhet járványos sárgaság, tuberkulózis, szifilisz, malária után, de kialakulhat rendszeres és nagy mennyiségben elfogyasztott alkohol hatására is. A betegség lefolyása lassú, kezdetben bélbántalmak jelentkeznek, majd sárgaság és hasi vizenyő. A betegek jellemző a has megnövekedése, valamint a test többi részének lefogyása.

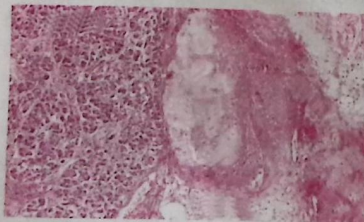
➤ **Az epekőképződés** során kövek alakulnak ki az epehólyagban vagy a májon kívüli epevezetékben (11. ábra).

Kezdetben még nem jelentkeznek a betegségre jellemző tünetek, csupán fejfájás, étvágytalanság, puffadás. Később a kövek elmozdulása, a helytelen táplálkozás, sok idegesség, fizikai megerőltetés kiválthatja az epehólyag falának sérülését. Ezek a sérülések erőteljes, jobb oldalon jelentkező hasi fájdalmat váltanak ki, amely a hát és a jobb váll irányába sugárzik. A fájdalmas krízis néhány órától néhány napig is eltarthat. Egyes esetekben a kövek elzárhatják az epehólyag-vezetékét, és az epe a vérbe ömlik, ami sárgaságot okoz. Máskor az epe felhalmozódása fertőzéseket okozhat az epehólyagban. Ez gennyes vagy üszkösödő epehólyag-gyulladást okoz, amely kilyukaszthatja a hólyag falát. Előfordulhat, hogy a kövek következtében csavarodik az epehólyag, vagy sipolyok képződnek a hólyag és a

vékonybél között.

➤ **A hasnyálmirigy-gyulladás** (pancreatitis) (12. ábra) a mirigy elhalásához vezethet. Általában túlsúlyos embereknél, sokat evőknél, epebántalmakban szenvedőknél, alkoholistáknál jelentkezik. A gyomorszáj környékén, hirtelen jelentkező, erőteljes fájdalommal, puffadással, hányással kezdődik.

Bélelzáródást vagy helyi gennyképződést okozhat. Egyes esetekben halált okozhat, máskor lassúbb lefolyású, és hasnyálmirigy-vérömleny kialakulásához vezet.



12. ábra – A hasnyálmirigy szövete pancreatitis esetén

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. A következő kijelentések közül egy helyes.

1. Passzívan szívódik vissza:

- a) a szőlőcukor;
- b) a ribóz;
- c) a fruktóz;
- d) a mannóz.

2. A nyál tulajdonságai:

- a) nem tartalmaz enzimet;
- b) a pH-ja gyengén bázikus;
- c) lizoszómákat tartalmaz, melyek a baktériumokat semlegesítik;
- d) nem tartalmaz vizet.

3. A nyers keményítőre hat:

- a) a maltóz;
- b) a nyál-amiláz;
- c) a laktóz;
- d) a pancreas-amiláz.

II. Társítsd a két oszlop fogalmait:

A

1. szájüreg

a) mechanikai felaprózás és továbbítás

2. garat és nyelőcső

b) rágás

3. gyomor

c) székletképződés

4. vastagbél

d) nyelés

e) vegyi emésztés

B

1. emésztés a szájüregben

a) a hasnyál, az epe és a bélnedv hatására történik

2. emésztés a gyomorban

b) egy fizikai és egy vegyi szakaszból áll

3*. emésztés a vékonybélben

c) pepszin, lágferment és lipáz hatására történik

III. 1. A nyelési reflexívét figyelembe véve töltsd ki a következő vázlatot, amely a nyáleválasztási reflexívét ábrázolja:



2.* Foglald össze vázlatosan a gyomornedv, a bélnedv és a hasnyál hatásait!

3. Foglald össze vázlatosan a felszívódás mechanizmusát!

4.* Képzeld el és végezz olyan egyszerű kísérleteket, amelyek segítségével bizonyítható:

a) a gyomornedv hatása a fehérjékre és szénhidrátokra;

b) a hőmérséklet befolyása az enzimek működésére;

c) a hasnyál hatása a keményítőre és a zsírokra.

IV. Írj dolgozatot „A zsírok emésztése” címmel, és vedd figyelembe a következő vázlatot:

a) az emésztés meghatározása;

b) sorold fel a tápcsatorna azon részeit, amelyek részt vesznek a fehérjék emésztésében;

c) határozd meg a zsírok emésztésében részt vevő enzimeket és azok hatásmechanizmusát;

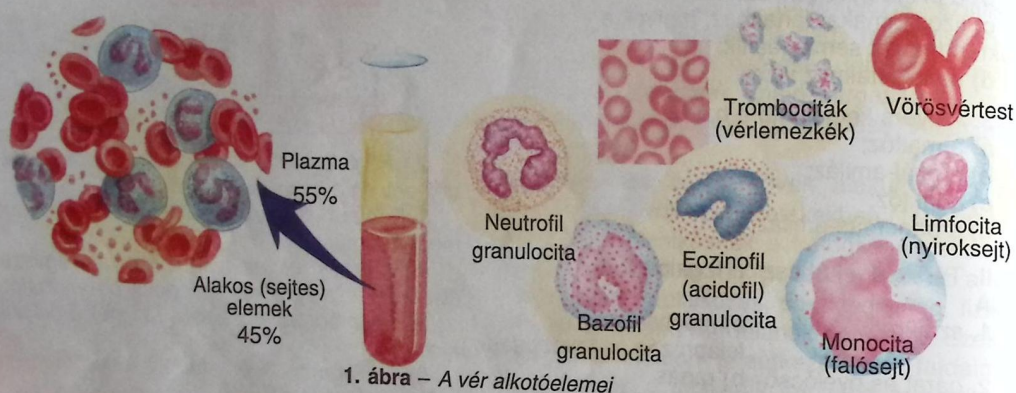
d) a zsírok felszívódása.

B. A KERINGÉS

A testben levő sejten kívüli folyadék alkotja a belső környezetet. Az embernél a belső környezet alkotórészei a következők: vér, nyirok és sejtközötti folyadék.

♦ A VÉR

A vér állandó keringésben levő folyadék. A vér sajátos kötőszövet, amelyben a sejteket az alakos elemek (vörösvértestek, fehérvérsejtek, vérlemezkék) képezik, az alapállomány pedig a vérplazma (1. ábra). A vér a testtömeg mintegy 6–8%-át teszi ki.



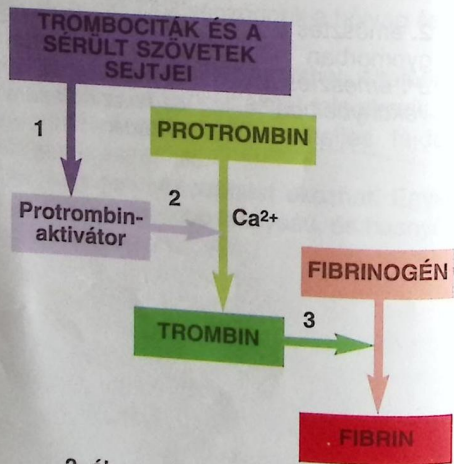
• A vérzés megszűnése (hemosztázis) és a véralvadás*

Sérülés után a sérült ér erőteljesen összeszűkül, és a vér a kitágult oldalelágazásokon folyik. Ezt a folyamatot nevezzük hemosztázisnak. Történhet:

- időlegesen, amikor a sebészeli érnél a trombociták összezsapódnak és dugót képeznek;
- véglegesen, amikor a vérlemezkék által képzett dugó belsejében és felületén rostos véralvadék (trombusz) képződik.

Véralvadás során a plazmában oldott állapotban levő fibrinogén átalakul oldhatatlan fibrinné. A folyamat szakaszai a következők:

1. Véralvadásakor közel 13 (plazmában levő és trombocitákhoz kötött) faktor (tényező) Ca^{2+} -ionok jelenlétében aktiválja egymást, ezáltal egy proteolitikus, fehérjeoldó enzim, a tromboplasztin képződik.
2. Ca^{2+} jelenlétében a tromboplasztin hatására a plazmában levő protrombin (glükoprotein) aktív trombinná (proteolitikus enzimé) alakul.
3. Aktív trombin jelenlétében a plazmában oldott fibrinogén oldhatatlan fibrinné alakul. Ez képezi a véralvadék fonalhálózatát, amelybe az alakos elemek lerakódnak, és együttesen létrehozzák a véralvadékot. Utólag a retraktozim enzim hatására a véralvadék visszahúzódik. A fibrines véralvadék a plazmin enzim hatására lebomlik, ez a fibrin részekre szakadását jelenti; a folyamat neve: fibrinolízis.



2. ábra – A véralvadás szakaszai

• A vércsoportok

A vörösvértestek felületén agglutinogéneknek nevezett A- és B-antigének találhatók. Ezeknek megfelelően a vérplazmában α - és β -agglutininek (antitestek) vannak. Az antigének és az antitestek jelenlétének következménye a négy vércsoport létezése: **0 (I)**, **A (II)**, **B (III)** és **AB (IV)**.

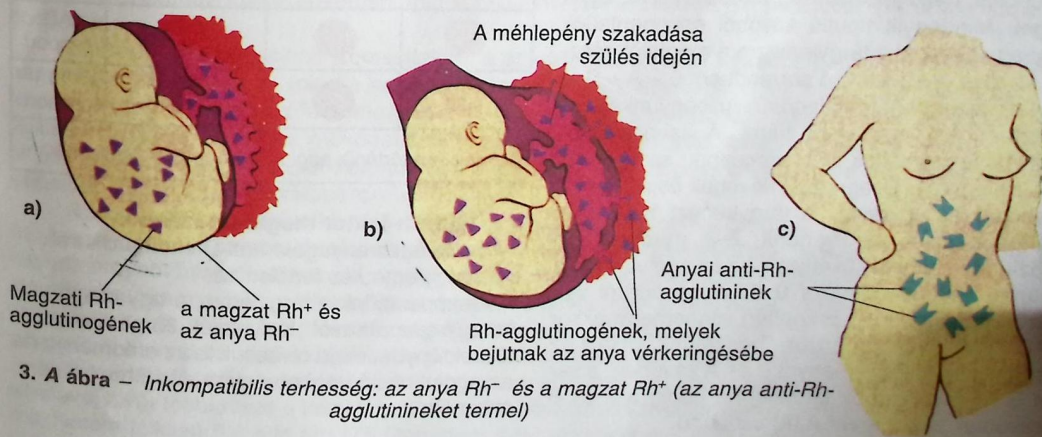
1. táblázat – A vércsoportok					
Fenotípus	Genotípus	Antigének	Antitestek	Adhat:	Kaphat:
0 (I)	II	–	α és β	minden csoportnak	0 (I)
A (II)	L ^A L ^A ; L ^A I	A	β	A (II), AB (IV)	A (II), 0 (I)
B (III)	L ^B L ^B ; L ^B I	B	α	B (III), AB (IV)	B (III), 0 (I)
AB (IV)	L ^A L ^B	A, B	–	AB (IV)	minden csoporttól

A vércsoportok ismerete fontos a vérátömlesztéskor és az apaság megállapításánál.

• Az Rh-faktor

A vörösvértestek felületén egy másik antigéncsoport, az *Rh-rendszer* is létezik. Először a *Rhesus Macacus* majom vérében mutatta ki Landsteiner és Wiener 1939-ben. Ezt az antigéncsoportot 5 faktor alkotja: C, c, D, E és e, amelyek közül a D-faktort nevezzük Rh-nak. Azok az emberek, akik vérében megtalálható a D-faktor (85%), *Rh-pozitívak*, és lehetnek homozigóták (DD) vagy heterozigóták (Dd). Azok az emberek pedig, akiknél hiányoznak ezek az antigének, Rh-negatívak. Az Rh-negatív csoportba tartozó személyek mind dd-homozigóták. Az emberek többsége Rh-pozitív, mivel az Rh-negatív tulajdonságért felelős gén recesszív.

Az Rh-faktor jelenléte meghatározó vérátömlesztés (transzfúzió) esetén, valamint olyan terhes Rh-negatív anyáknál, akiknek magzata Rh-pozitív. Normális körülmények között a terhesség ideje alatt a méhlepény (placenta) elkülöníti az anya Rh-negatív immunrendszerét a magzat Rh-antigénjétől. Szüléskor azonban az anya immunrendszere ki van téve az antigén hatásának, és antitestképzéssel válaszolhat a magzati antigénnel szemben. Ezek az antitestek a placentán átjutnak, és a magzat vörösvértestjeinek a hemolízisét okozzák. Következésképpen az újszülöttnél anémia (vérszegénység) jelentkezik – az *újszülött hemolitikus betegsége* –, amely szükségessé teszi az Rh-pozitív vér Rh-negatívra való cserélését.



B. A KERINGÉS

A testben levő sejten kívüli folyadék alkotja a belső környezetet. Az embernél a belső környezet alkotórészei a következők: vér, nyirok és sejtközötti folyadék.

♦ A VÉR

A vér állandó keringésben levő folyadék. A vér sajátos kötőszövet, amelyben a sejteket az alakos elemek (vörösvértestek, fehérvérsejtek, vérlemezkék) képezik, az alapállomány pedig a vérplazma (1. ábra). A vér a testtömeg mintegy 6–8%-át teszi ki.



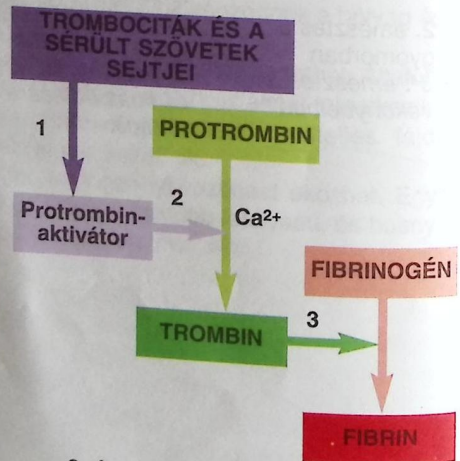
• A vérzés megszűnése (hemosztázis) és a véralvadás*

Sérülés után a sérült ér erőteljesen összeszűkül, és a vér a kitágult oldalelágazásokon folyik. Ezt a folyamatot nevezzük hemosztázisnak. Történhet:

- időlegesen, amikor a sebészeli érnél a trombociták összezsapódnak és dugót képeznek;
- véglegesen, amikor a vérlemezkék által képzett dugó belsejében és felületén rostos véralvadék (trombusz) képződik.

Véralvadás során a plazmában oldott állapotban levő fibrinogén átalakul oldhatatlan fibrinné. A folyamat szakaszai a következők:

1. Véralvadásakor közel 13 (plazmában levő és trombocitákhoz kötött) faktor (tényező) Ca^{2+} -ionok jelenlétében aktiválja egymást, ezáltal egy proteolitikus, fehérje-oldó enzim, a tromboplasztin képződik.
2. Ca^{2+} jelenlétében a tromboplasztin hatására a plazmában levő protrombin (glükoprotein) aktív trombinná (proteolitikus enzimé) alakul.
3. Aktív trombin jelenlétében a plazmában oldott fibrinogén oldhatatlan fibrinné alakul. Ez képezi a véralvadék fonálhálózatát, amelybe az alakos elemek lerakódnak, és együttesen létrehozzák a véralvadékot. Utólag a retraktozim enzim hatására a véralvadék visszahúzódik. A fibrines véralvadék a plazmin enzim hatására lebomlik, ez a fibrin részekre szakadását jelenti; a folyamat neve: fibrinolízis.



2. ábra – A véralvadás szakaszai

• A vércsoportok

A vörösvértestek felületén agglutinogéneknek nevezett A- és B-antigének találhatók. Ezeknek megfelelően a vérplazmában α - és β -agglutininek (antitestek) vannak. Az antigének és az antitestek jelenlétének következménye a négy vércsoport létezése: **0 (I), A (II), B (III) és AB (IV)**.

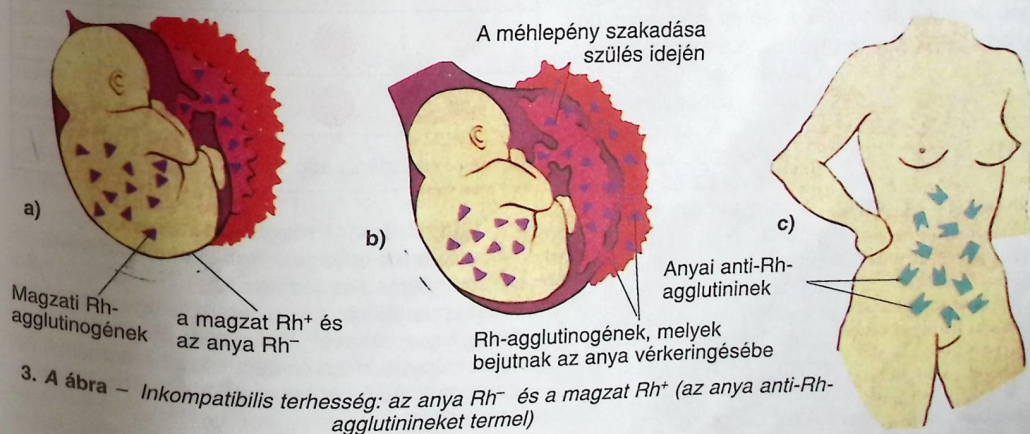
Fenotípus	Genotípus	Antigének	Antitestek	1. táblázat – A vércsoportok	
				Adhat:	Kaphat:
0 (I)	II	–	α és β	minden csoportnak	0 (I)
A (II)	L ^A L ^A ; L ^A I	A	β	A (II), AB (IV)	A (II), 0 (I)
B (III)	L ^B L ^B ; L ^B I	B	α	B (III), AB (IV)	B (III), 0 (I)
AB (IV)	L ^A L ^B	A, B	–	AB (IV)	minden csoporttól

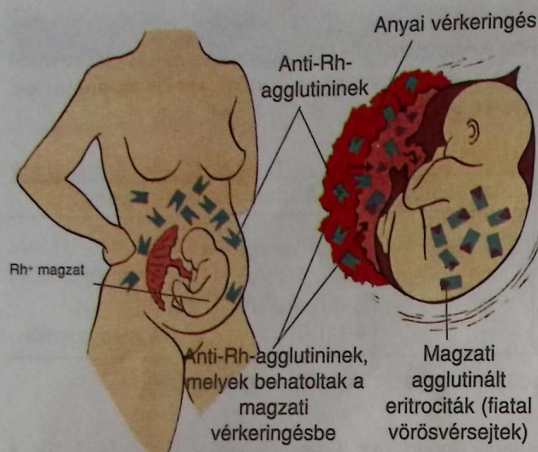
A vércsoportok ismerete fontos a vérátömlesztéskor és az apaság megállapításánál.

• Az Rh-faktor

A vörösvértestek felületén egy másik antigéncsoport, az *Rh-rendszer* is létezik. Először a *Rhesus Macacus* majom vérében mutatta ki Landsteiner és Wiener 1939-ben. Ezt az antigéncsoportot 5 faktor alkotja: C, c, D, E és e, amelyek közül a D-faktort nevezzük Rh-nak. Azok az emberek, akik vérében megtalálható a D-faktor (85%), *Rh-pozitívak*, és lehetnek homozigóták (DD) vagy heterozigóták (Dd). Azok az emberek pedig, akiknél hiányoznak ezek az antigének, *Rh-negatívak*. Az Rh-negatív csoportba tartozó személyek mind dd-homozigóták. Az emberek többsége Rh-pozitív, mivel az Rh-negatív tulajdonságért felelős gén recesszív.

Az Rh-faktor jelenléte meghatározó vérátömlesztés (transzfúzió) esetén, valamint olyan terhes Rh-negatív anyáknál, akiknek magzata Rh-pozitív. Normális körülmények között a terhesség ideje alatt a méhlepény (placenta) elkülöníti az anya Rh-negatív immunrendszerét a magzat Rh-antigén-jétől. Szüléskor azonban az anya immunrendszere ki van téve az antigén hatásának, és antitestképzéssel válaszolhat a magzati antigénnel szemben. Ezek az antitestek a placentán átjutnak, és a magzat vörösvértestjeinek a hemolízisét okozzák. Következésképpen az újszülöttnél anémia (vérszegénység) jelentkezik – az *újszülött hemolitikus betegsége* –, amely szükségessé teszi az Rh-pozitív vér Rh-negatívra való cserélését.





3. B ábra – Inkompatibilis terhesség – anti-Rh-agglutininnel rendelkező anya és Rh⁺ magzat (a magzat hemolitikus vérszegénységgel születik – magzati eritroblasztózis)

GYAKORLAT

1. A vércsoportok meghatározása az AB0-antigéncsoportban

Három típusú savót használunk:

- O: α - és β -agglutinin tartalmaz;
- A: β -agglutinin tartalmaz;
- B: α -agglutinin tartalmaz.

Zsírtalanítsunk egy tárgylemezt éterrel és alkohollal, majd jelöljük meg zsírkérővel az egyik végét. Mindegyik típusú savóból cseppentsünk egy-egy cseppet a tárgylemezre a megjelölt résztől kezdve, a következő sorrendben: O – A – B.

Ezt követően fertőtlenítsük ujjbegyünket, és szúrjuk meg egy steril tűvel. A savócseppek mellé cseppentsünk vért (vércsepp : savó arány 1 : 20 legyen). Üvegrúddal keverjük össze a vércseppet és a savót. A tárgylemezt helyezzük fehér papírra, és várjunk 2–3 percig (lásd vázlatot). Ha nem következik be az agglutináció a három cseppben, akkor O (I) vércsoportról van szó. Ha mindhárom cseppben végbemegy, akkor AB (IV) vércsoportról beszélünk. Ha az agglutináció végbemegy a O és A savóban, a vér a B (III) csoporthoz tartozik, ha pedig a O és B savóban, akkor a vér A (II) csoportú.

A vér sokoldalú szerepet tölt be, melynek során megvalósítja a sejttanyagcseréhez szükséges anyagok szállítását, valamint biztosítja a belső környezet fizikai és kémiai tulajdonságainak viszonylagos állandóságát (homeosztázisát). Ezek a szerepek a következők:

- tápláló – a tápanyagokat a vékonybélből a sejtekhez szállítja;
- légzési – a légzési gázokat szállítja;
- kiválasztó – a katabolizmus termékeit a kiválasztó szervekhez szállítja;
- hőszabályzó – biztosítja a test állandó hőmérsékletét;
- fenntartja az ion- és a sav-bázis egyensúlyt, valamint az ozmotikus nyomást;
- védekező – az ellenanyagokkal és a szemzésés granulociták fagocitáló képességével védik a szervezetet a fertőzések ellen;
- a véralvadásban van szerepe.

SAVÓ			Következtetések
Anti-A-agglutinin	Anti-B-agglutinin	Anti-A- és anti-B-agglutinin	
●	●	●	A csoport
●	●	●	B csoport
●	●	●	AB csoport
●	●	●	O csoport
● Nem történik agglutináció			● Agglutináció

2. Az Rh-faktor meghatározása

Szükséges anyagok: anti-D standard savó, vér, tárgylemez és fedőlemez.

Cseppentsünk a tárgylemezre egy csepp vért és egy csepp savót. Helyezzük 30 percre száritószekrénybe, majd olvassuk le az eredményt: ha az agglutináció végbemegy, a vér Rh⁺, ha nem, akkor Rh⁻.

♦ A SZÍV MŰKÖDÉSE

A keringési rendszer részei:

– a szív és vérrendszer (cardiovascularis), amelyet a szív (pumpáló erő) és a vérerek (osztóerek – a vért elosztó csatornarendszer; gyűjtőerek – vértárolók; hajszálerek – ezen a szinten valósul meg a gázok és anyagok cseréje) alkotnak;

– nyirokrendszer, amely nyirokerekből, nyirokcsomókból és nyirokszervekből (lép, csecsemőmirigy és mandulák) áll.

A szív elektromos működése az akciós potenciál gerjesztésében nyilvánul meg. Szívizomsejteken végzett kísérletekkel és a szívbeteg klinikai megfigyelése révén kiderült, hogy a szívben sok helyen keletkezhet akciós potenciál, olyan területeken, amelyeknek **ingerületkeltő (pacemaker)** szerepük van.

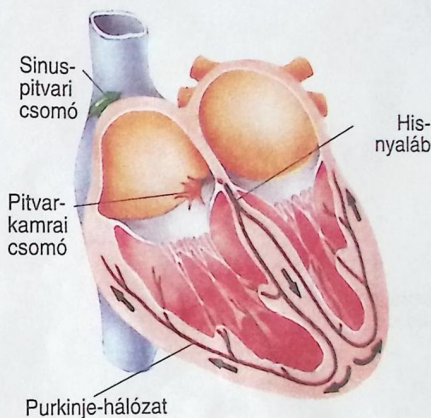
Ezt a működést a nodális szövet biztosítja (4. ábra), amelyet módosult szívizomsejtek alkotnak. Ez a szövet önálló vezérközpont, amely biztosítja a szív automatikus működését.

Egészséges szívben a legfontosabb ingerületkeltő a **sinus-pitvari csomó**. Az itt keletkezett akciós potenciál a szívizomsejteken áterjed mindkét pitvarra, de mivel a szív rostos váza elválasztja a pitvarokat a kamráktól, az impulzusok nem terjedhetnek át közvetlenül a pitvarokról a kamrákra, csak a nodális szövet közvetítésével. A pitvar-kamrai csomó sejtjei szintén gerjesztenek akciós potenciált, de frekvenciájuk kisebb, mint a sinus-pitvari csomóban keletkezőké.

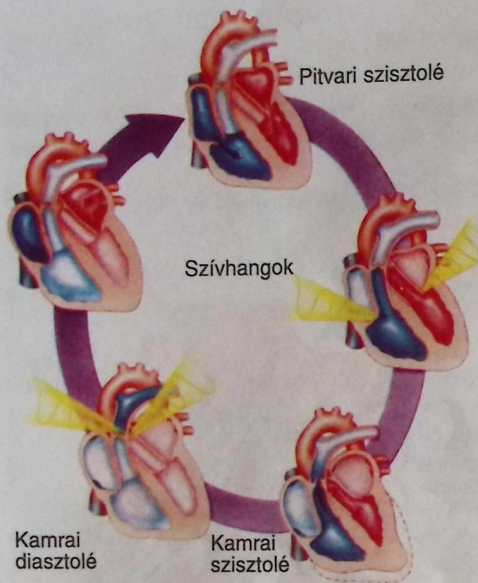
A sinus-pitvari csomó által keltett akciós potenciál sebessége 0,02–0,1 m/s. Az akciós potenciál sebessége változó: a szívizomsejteken 0,3–1 m/s, a Purkinje-hálózatban 4 m/s. A nagy sebességnek köszönhetően a szív szinte ugyanabban a pillanatban teljesen depolarizálódik. Ennek következtében a pitvarok összehúzódását követően, már 0,1–0,2 másodperc múlva megkezdődik a kamrák összehúzódása is.

Eltérően a harántcsíkolt izomsejtektől, a szívizomsejtek nem maradnak összehúzódott állapotban, mert mind a pitvarok, mind a kamrák miokardiuma úgy viselkedik, mintha egyetlen sejtből épülne fel. A szív nem válaszol az ingerekre, csak akkor, ha egy összehúzódási időszak után elernyed. Így valósul meg a szív ütemes működése. A sinus-pitvari csomó által keltett ingerületek száma 70–80 akciós potenciál/perc, a pitvar-kamrai csomóban ez 40 akciós potenciál/perc, és a Purkinje-hálózat sejtjeiben 25 akciós potenciál/perc.

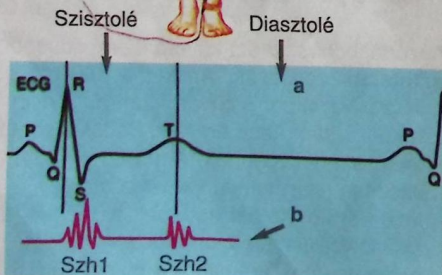
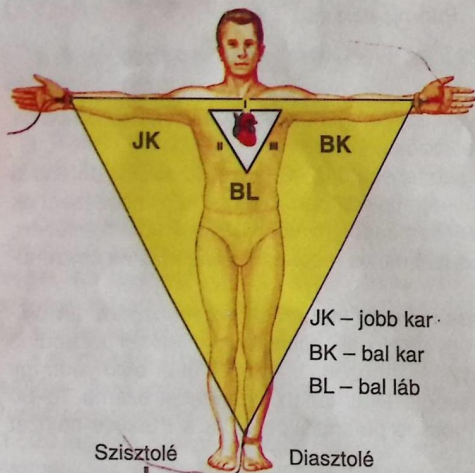
A **szívütem** vagy **szívciklus** (5. ábra) egy összehúzódásból és az azt követő elernyedésből áll. Az összehúzódást **szisztolénak**, az elernyedést **diasztolénak** nevezzük. Amikor a pitvarok és a kamrák ernyed állapotban vannak, gyűjtőeres vér áramlik a kamrákba áramlik. Becslés szerint a ezért a pitvar-kamrai billentyűk kinyílnak, és a vér a pitvarokból a kamrákba áramlik. Maradék (20%) vér a kamrák 80%-ban telnek meg vérrel, még mielőtt a pitvarok összehúzódna (szisztolája) valószínűleg teszi a pitvarokból kamrákba történő ürülését a pitvarok összehúzódása (szisztolája) kiürülését teszi lehetővé, a vér többi része a kamrákban marad. A következő szívciklusban a kamrák ismét megtelnek. A szívütem (ciklus) 0,8 s-ig tart (75 ütem/perc szívfrekvencia esetén), amelyből a diasztolé 0,5 s, a szisztolé pedig 0,3 s időtartamú.



4. ábra – Nodális szövet



5. ábra – Szívütem



6. ábra – Az elektrokardiogram (a) és a fonogram (b)

Diasztolé idején a vér nyomása az osztóeres rendszerben 80 Hgmm körüli. Amikor megkezdődik a kamrák összehúzódása, a pitvar-kamrai billentyűk záródnak. Ahogy az összehúzódás folytatódik a kamrák belsejében, a nyomás nő. Amikor a nyomás értéke meghaladja az aortában lévő vér nyomását, kinyílnak a félhold alakú billentyűk, és a vér a kamrából az aortába ürül. E pillanatban a kamrákban és aortában a vér nyomása eléri a 120 Hgmm-t. A kamrák kiürülnek, a bennük levő nyomás csökken, és a félhold alakú billentyűk záródnak. Az aortában a vérnyomás ismét 80 Hgmm lesz, eközben a bal kamrában 0 Hgmm-re csökken. Amikor a kamrákban a nyomás a pitvarokban levő nyomás értéke alá csökken, kinyílnak a pitvar-kamrai billentyűk, és a vér a pitvarokból a kamrákba jut.

Hasonló jelenségek játszódnak le a jobb pitvarban és a jobb kamrában is a tüdőkeringés során, de a kamrában a szisztolé idején a legnagyobb nyomás nem haladja meg a 25 Hgmm-t.

A pitvari szisztolé 0,1 s-ig tart és hatásfoka gyenge. A pitvari diasztolé 0,7 s. A pitvari szisztolét a kamrai szisztolé követi és 0,3 s-ig tart. A kamrai diasztolé időtartama 0,5 s. A kamrai szisztolé végétől egy újabb pitvari szisztoléig a szív általános diasztolében van 0,4 s-ig. A szív ciklus alatt a következő értékek mérhetők:

- a szisztolés hozam (egy szisztolé alkalmával az osztóerekbe pumpált vér térfogata, körülbelül 75 ml);

- a szívhozam (a testbe továbbított vér térfogata 1 perc alatt) = szisztolés hozam x szívritmus = 75 ml x 75 = 5,5 l/perc;

- a szív mechanikai munkája = szisztolés hozam x osztóeres vérnyomás középértéke, 75 ml x 100 Hgmm.

A szívhangok a szív mechanikai tevékenységének következményeként keletkeznek.

Az Szh1 szívhang szisztolés hang, amely mélyebb, és 0,1 s-ig tart. A hangot a kamrai szisztolékor bezáródó pitvar-kamrai billentyűi keltik.

Az Szh2 szívhang diasztolés hang, rövid és éles. Ezt az aorta és a tüdőosztóerek félhold alakú billentyűinek bezáródása kelti.

A szív elektromos működésének grafikus ábrázolása az **elektrokardiogram (EKG)** (6. a ábra). Testünk jól vezeti az elektromosságot, mert a szövetnedvek sok iont tartalmaznak. A potenciálkü-

lönbségek miatt az ionok elmozdulnak, és elektromos áramot gerjesztenek. A szívizom keltette potenciálkülönbség eljut a test felszínére, és ez mérhető a testre helyezett elektródákkal.

Az elektromos diagramot az *elektrokardiográf* nevű készülékkel rögzítik. Ez két elektródából áll, amely méri a bal és a jobb kar közötti (I), a jobb kar és a bal láb közötti (II), valamint a bal kar és a bal láb közötti (III) potenciálkülönbséget.

Minden szívütem három, jól elkülöníthető hullámot eredményez, ezeket P, Q, R, S és T betűvel jelölik. A P hullám ábrázolja a depolarizáció pitvarmiocardiában való terjedését, a QRS hullám a terjedést a kamramiocardiában, a T hullám pedig a kamrák repolarizációját mutatja. A pitvarok repolarizációja egyidejű a QRS hullám keletkezésével, de a kamrák depolarizációjának amplitúdója elfedi a pitvarok repolarizációját (lásd az 1. gyakorlatot).

A szívhangok ingadozásainak grafikus ábrázolása a **fonogram** (6. b. ábra).

GYAKORLAT

1. Az elektrokardiogram értelmezése (EKG)*

Az EKG pozitív (+) és negatív (–) hullámok sorozata, amelyeket konvencionálisan a következőképpen jelölnek: P, Q, R, S és T (7. ábra).

A P, R, T hullámok pozitívak, a Q és S pedig negatív. A P hullám a pitvar aktiválását mutatja. Utána egy izoelektronikus szakasz következik, a PQ, amely a pitvar-kamrai impulzus továbbításának időtartamát jelképezi. Normális élettani körülmények között a P és PQ hullámok közötti szakasz időtartama 0,12–0,20 s. Bizonyos esetekben a P hullámot egy negatív T_a hullám követi, amely a pitvar repolarizációs szakaszának felel meg, és az ingervezetés kiesésekor válik láthatóvá.

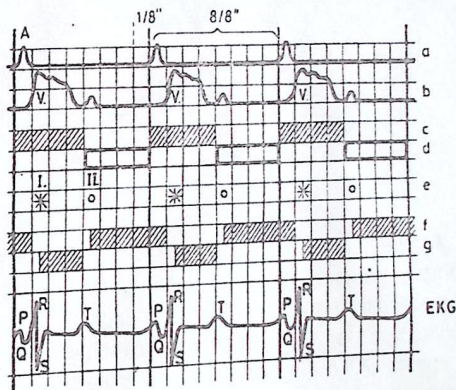
A PQ szakaszt a Q hullám követi, ami a kamrák közötti sövény aktiválásának felel meg.

A Q hullám után erőteljes R hullám következik, ami a kamrák működését tükrözi. Az S hullám a kamrák működésének végét jelzi.

A Q, R és S hullámok a kamrák működésének komplex rendszerét képezik, aminek időtartama 0,04–0,10 s.

Az ST összekötő szakaszt a T hullám követi (0,15–0,25 s), amely a kamra repolarizációs szakaszának felel meg. Két szakaszban megy végbe: egy lassúbb, felszálló és egy gyorsabb, leszálló. Ez utóbbi módosulhat a repolarizációs szakasz rendellenességeinek függvényében.

Előfordul, hogy a T hullámot az U hullám követi



7. ábra – A szív ciklus szakaszai és eseményei: a – a pitvar összehúzódása (P); b – a kamra összehúzódása (V); c – a szív összehúzódása; d – diasztolában levő szív; e – szívhangok (I – szisztolés, II – diasztolés); f – a pitvar-kamrai billentyűk záródása; g – a félhold alakú billentyűk nyitódása

(0,16–0,25 s), ami egy plusz repolarizációs szakaszt jelképez. Ez a hullám idősebb személyeknél fordul elő sűrűbben.

2. A vérnyomás mérése (kézi vagy elektronikus) vérnyomásmérővel történik. A kézi mérőt egy pneumatikus mandzsetta alkotja, amelybe egy pneumatikus pumpálható egy körte alakú gumipumpa levegő pumpálható egy körte alakú gumipumpa pával. A felkar és alkar hajlatába helyezzük a sztetoszkópot, ami révén hallható az osztatási hangok. A vérnyomást manométerrel osszenyomódása. A vérnyomást manométerrel olvassuk le (8. ábra).

Levegőt pumpálunk a pneumatikus részbe addig, amíg nem halljuk az osztóeres pulzust. Ekkor a mandzsettában levő levegő nyomása nagyobb, mint az osztóeres vére. A manométer mutatója is ezt tükrözi. Ezt követően hagyjuk a levegőt kiáramlani, és figyelemmel követjük a manométert. Amikor a mandzsettában levő levegő nyomása csökken, a manométer jelzője finoman rezeg egy értéknél, ami a nagy osztóeres/szisztolés vérnyomást jelzi (értéke 120–140 Hgmm).



8. ábra – Az osztóeres vérnyomás mérése

A levegő kiáramlását követően az osztóeres pulzus hangját egy fokozatosan gyengülő zaj helyettesíti, ami végül teljesen eltűnik. Ekkor olvasható le a kis osztóeres/diasztolés vérnyomás (70–80 Hgmm), az osztóér utolsó lüktetése. A zaj a vér tovahaladását jelzi az összenyomott osztóérben.

3. A pulzus kimutatása és mérése Az osztóeres pulzus

Minden kamrai szisztolés alkalmával a szív vért pumpál az erekbe, amely összeütközik az ott

levő vértömeggel. Ennek eredményeképpen az aorta fala kitágul, és így egy hullám keletkezik. A táglási hullám 10-szer gyorsabban terjed, mint a vér. Ezt nevezzük pulzusnak. Értéke 60–80/perc.

a) Könnyen megfigyelhetjük a pulzust, ha a következőképpen járunk el: üljünk keresztbe tett lábbal és nézzük, hogyan emelkedik és süllyed ritmikusan a lábfej.

b) A pulzust két módszerrel mérhetjük:

➤ *tapintással* – egy osztóeret kemény felülethez (csonthoz) szorítunk, és megszámoljuk az ér egy perc alatti lüktetéseinek számát (9. ábra). A pulzust a következő osztóereken tapinthatjuk: orsócsonti, karcsonti, kéztőcsonti, a felületi halántéki osztóeren és a közös fejosztóeren.

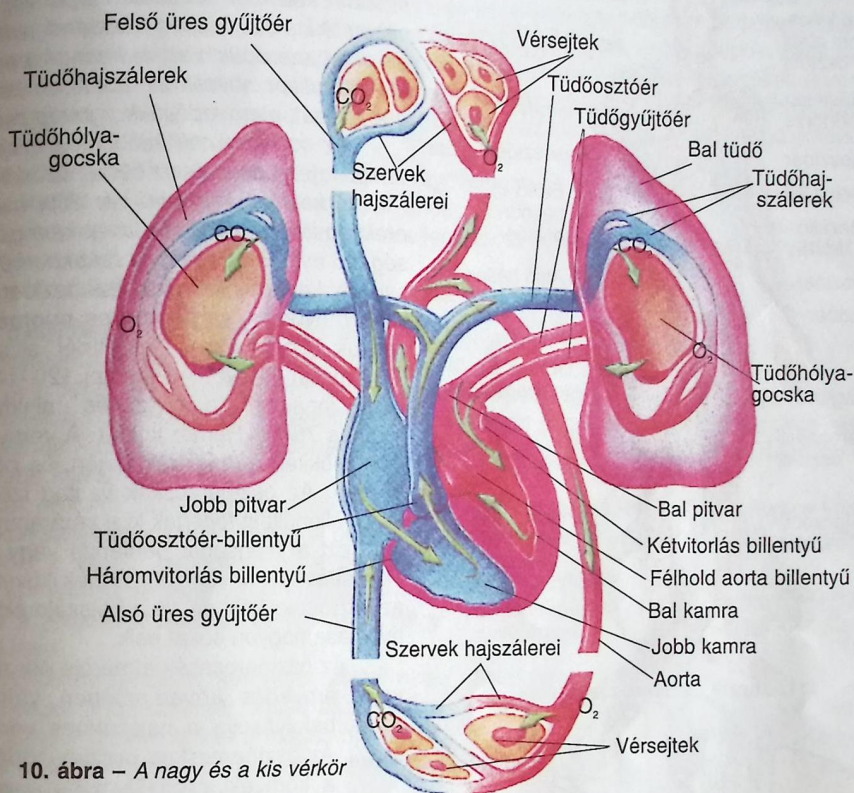


9. ábra – A pulzus mérése tapintásos módszerrel

➤ *mérőeszközzel (szfigmóméterrel)*, – amely a tovahaladó pulzushullámokat (szfigmogram) rögzíti, és hasonlít az elektrokardiográfhoz.

A leggyakrabban az aorta, a fej- és a combosztóér pulzusát rögzítik.

♦ A NAGY ÉS A KIS VÉRKÖR (10. ábra)



10. ábra – A nagy és a kis vérkör

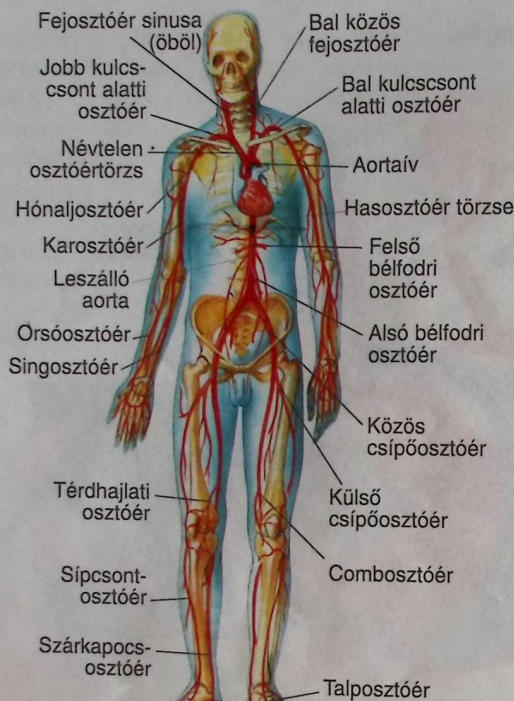
A VÉREREK olyan hálózatot alkotnak, amelyben a vér a szívtől a test szervei felé halad (osztóerek), és innen vissza a szívhez (gyűjtőerek).

A tüdővérkört (kis vérkört) azok a vérerek alkotják, amelyek a jobb kamrából CO₂-os vért szállítanak a tüdőkhöz, ahol megtörténik a gázcsere, és innen az O₂-es vért a bal pitvarba viszik. Ezek a vérerek: tüdőosztóértörzs, CO₂-os vért szállító tüdőosztóerek, tüdőhajszálerek és 4 tüdőgyűjtőér, amelyek O₂-es vért szállítanak a szívhez.

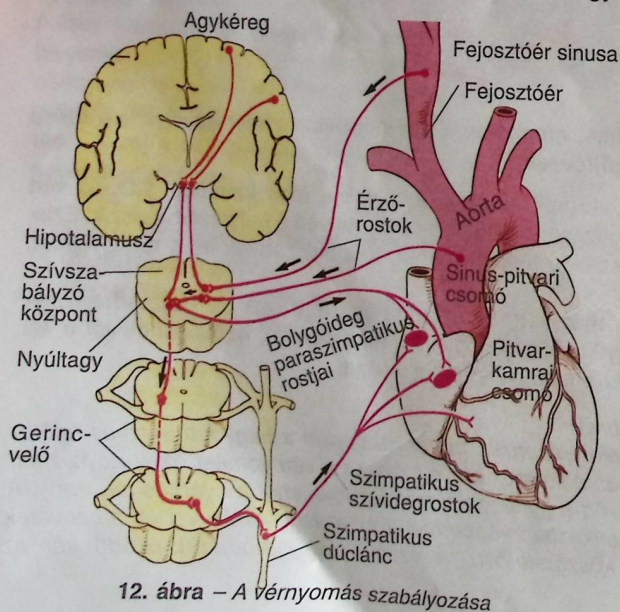
A szisztémás vérkörhöz (nagy vérkörhöz) tartozik az aorta és elágazásai, az összes hajszálér (a tüdőben levőket kivéve) és az összes gyűjtőér (a tüdőgyűjtőereket kivéve). Az oxigénes vér a bal kamrából indul a testbe, innen a CO₂-os vér a jobb pitvarba jut vissza.

• Az osztóeres vérkeringés* (11. ábra)

A vér keringése az osztóerekben a hidrodinamika törvényei szerint a nagyobb nyomás felől a kisebb nyomás irányába történik. A szív pumpáló működése fokozza a vérnyomást az aorta kezdeti szakaszában. Ez a nyomás löki tovább a vért a gyűjtőeres szakasz felé, ahol a nyomás alacsony. A vér áthalad a hajszálerek sűrű hálózatán, miközben végbe megy az anyagcsere a vér és a szövetek között. Az osztóerek rugalmasságának köszönhetően, a szívből szaggatottan kilökődő vér az érrendszerben folyamatosan kering.



11. ábra – Osztóeres rendszer



12. ábra – A vérnyomás szabályozása

A nagy osztóerek rugalmas falúak, és passzív szerepet töltenek be a vér keringésében. A kis és közepes osztóerek izmos falúak és aktív szerepük van a keringésben: összehúzódásukkor növelik az aortában keringő vér ellenállását, elernyedésükkor pedig csökkentik.

Az osztóereknek két fontos tulajdonságuk van: a rugalmasság és az összehúzódóképesség.

A keringésben levő vér 20%-a az osztóerekben kering. Az aortában a keringési sebesség 0,5 m/s és az osztóerecskékben 0,5 mm/s.

A keringő vér által az osztóerek falára kifejtett nyomást az **osztóeres nyomásnak** nevezzük. Egészséges felnőttél a szisztolés (maximális) vérnyomás értékei 120–140 Hgmm között ingadozik, a diasztolés (minimális) vérnyomás 70–80 Hgmm között. A vérnyomás értéke csökken a diasztolés idején, és nő a szisztolében. Az osztóerecskének vastag izomrétegük révén ellenállást fejtenek ki a vérárammal szemben (ezt a jelenséget perifériás vagy **környéki ellenállásnak** nevezzük). Ennek következtében az osztóerecskékben és a hajszálerekben a vérnyomása nagyon sokat esik.

Az osztóerecskének átmérője összehúzódás vagy ernyedés következtében változik, így befolyásolja a hajszálerek vérkeringését. Az osztóerecskének összehúzódása növeli a környéki ellenállást, és a vérnyomás növekedését idézi elő. Ugyanilyen hatást vált ki a különböző okok miatt bekövetkezett szívütem növekedése is.

A vérnyomást befolyásoló legfontosabb tényezők a következők: az osztóerek falának rugalmassága, szívritmus, vérhozam, környéki ellenállás.

Bármelyik a felsorolt tényezők közül növelheti a vérnyomást.

A vérnyomás szabályozása (12. ábra) idegi és humorális mechanizmusok által valósul meg. A humorális szabályozást a renin-angiotenzin rendszer (a vesék által termelt hormonok) és az acetil-kolin valósítja meg.

A szimpatikus ingerlés vérnyomásnövekedést idéz elő két mechanizmus által:

- az osztoerecskék összehúzódásának serkentése, és a szív működés gyorsítása;
- a veseerek összehúzódásának serkentése, és következésképpen a vizeletképzés lelassulása.

A vérnyomás normális szinten tartásában a **baroreceptoroknak** van szerepük. Ezek az aortaív falában és a fejosztóérsinusban helyezkednek el, és a vérnyomás változásait érzékelik. A vérnyomás növekedése ezeken a területeken előidézi a vérerek falának feszülését és a receptorok idegvégződéseinek ingerlését. A nyomás csökkenése ugyanezekben az idegrostokban az akciós potenciál frekvenciájának csökkenéséhez vezet.

Az érzőidegrostok a baroreceptoroktól a bolygóidegen és a nyelv–garat idegen át kapcsolatba kerülnek a **nyúltagy vegetatív központjaival**, ahol:

– az **érmozgást szabályozó központok** ellenőrzik az érösszehúzódást és elernyedést, tehát a környéki ellenállást;

– a **szív szabályozó központok** szabályozzák a szívütemet.

• A gyűjtőeres vérkeringés* (13. ábra)

A gyűjtőeres vérkeringést befolyásoló tényezők:

– a gyűjtőerek szerkezeti (amiről tanultunk már) tulajdonságai és működési sajátosságai.

A működési tényezőként megemlíthetjük a gyűjtőeres hajszálérhálózat és az üres gyűjtőerek közötti nyomáskülönbséget. A gyűjtőerekben is akárcsak az osztoerekben a vér a nagyobb nyomás felől a kisebb felé kering.

Annak ellenére, hogy a kamrák szívóhatása nem olyan nagy, elegendő ahhoz, hogy a vért a nagy gyűjtőerekbe szívja és a szív felé lökje. A gyűjtőeres hajszálerekben a vér nyomása 10–15 Hgmm. Ez a nyomás löki a vért a gyűjtőerekbe. A gyűjtőeres részen a vér keringési sebessége fokozatosan nő (0,5 mm/s a gyűjtőerecskében és 10 cm/s a nagy gyűjtőerekben).

A gyűjtőeres rendszer két vége közötti nyomáskülönbséget a hajszálerek tónusa és löktetése biztosítja. Ezáltal biztosítva van a magas nyomás a gyűjtőeres hajszálerekben. Ez a nyomás nagyobb, mint a szívbe ömlő gyűjtőerekben.

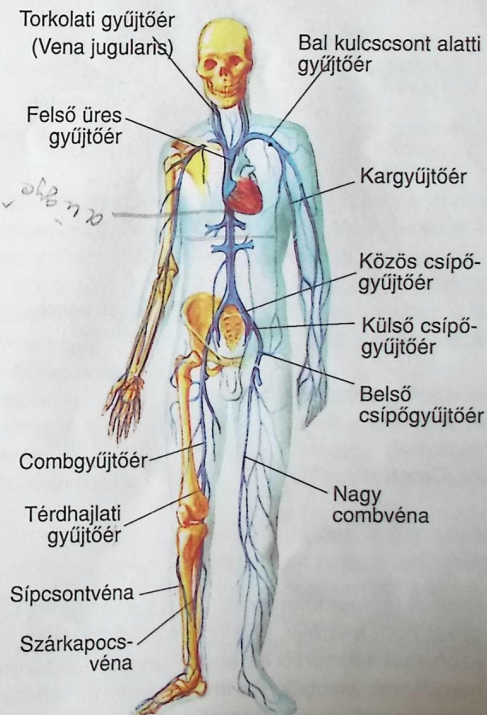
Más tényezők, amelyek biztosítják a vér keringését:

– a gyűjtőereknek vékony izomrétegük van, amely lehetővé teszi, hogy megfelelően kitáguljanak a vértérfogat növekedésekor;

– a szív alatt elhelyezkedő gyűjtőerek belső falán **billentyűk** találhatók, amelyek lehetővé teszik, hogy a vér csak egy irányban haladjon bennük;

– a gyűjtőerekben az átlagos vérnyomás 2 Hgmm;

– a kis nyomás miatt a gyűjtőerek nem alkalmasak arra, hogy a vért a szív felé nyomják, de mivel a vázizmok között haladnak, ezek összehúzódásai összepréselik az erek falát. A légzés szintén hozzájárul ahhoz, hogy a hasi gyűjtőerekből a mellkasiakba lökődjön a vér: belégzéskor a rekeszizom összehúzódik (süllyed), nő a hasüregben a nyomás, összenyomódnak a gyűjtőerek, és csökken a mellüregi nyomás.



13. ábra – Gyűjtőeres rendszer

• A hajszáleres vérkeringés*

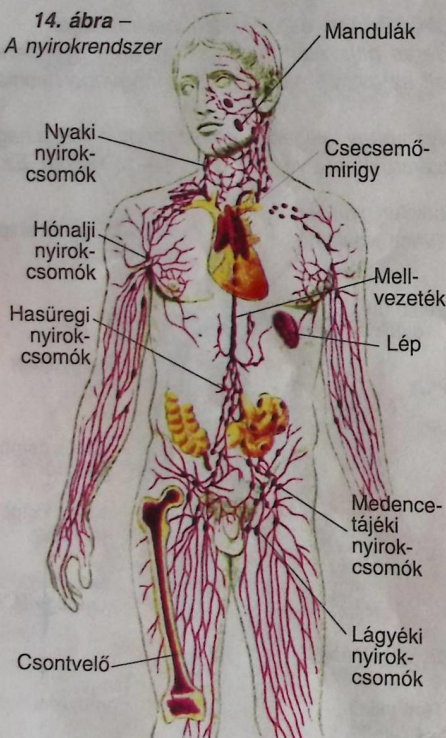
A hajszáleres kapcsolatot teremtenek az osztóerek és gyűjtőerek között. Megkülönböztetünk osztoeres és gyűjtőeres hajszálereseket.

A hajszáleres a keringésben levő vérnek kb. 5 %-át tartalmazzák, mégis működési szempontból a keringés legfontosabb szakaszát képviselik, mivel a hajszáleres biztosítják a különböző anyagok és légzési gázok cseréjét a vér és a szövetek között. Ezt a hajszáleres szerkezeti sajátosságai teszik lehetővé. Mivel a hajszáleres nagyfokú átteresztőképességgel (permeabilitással) rendelkeznek az anyagok és gázok cseréje diffúzióval, ozmózással, szűréssel, pinocitózással valósul meg.

Minden percben a plazma térfogatával egyenlő mennyiségű folyadék áramlik ki a hajszáleresből a szövetnedvbe. Az osztoeres hajszáleresekben a vérnyomás 20–40 Hgmm, a gyűjtőeres hajszáleresekben 10–15 Hgmm. A hajszáleresekben folyamatos a vér keringése, és nem lüktetésszerű. A szövetek hajszáleresei nem működnek egyszerre. A szervezet szükségletétől és az anyagcsere-folyamatok intenzitásától függ, hogy több vagy kevesebb hajszáler működik. Ez a működés a hajszáleres előtti osztoerecskék idegi és humorális szabályozásától függ.

A humorális szabályozást a vér vegyi összetétele, egyes hormonok, ionok és a sejttanycseréből származó anyagok befolyásolják. Az idegi szabályozást szimpatikus és paraszimpatikus vegetatív idegrostok biztosítják.

14. ábra –
A nyirokrendszer



• A nyirokkeringés* (14. ábra)

A nyirokkeringés a nagy vérkör mellékágát képezi, amelyen át a szövetnedv egy része visszatér a gyűjtőerekbe. A nyirok zárt érrendszerben kering, a szövetekben zárt hajszáleresekkel kezdődik és egyre nagyobb nyirokerekben folytatódik, majd a két fő nyirokvezeték: a közös mellvezeték és a jobb nyirokértörzset hozza létre. Mindkettő a kulcscsont alatti gyűjtőérbe torkollik.

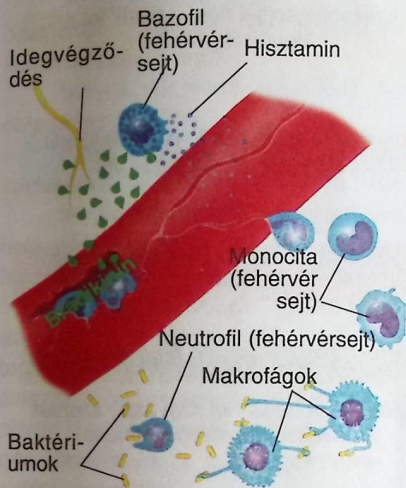
A nyirokkeringés nagyon lassú, és a környéki részen a nyomás nulla. A nyirokkeringést belső (a nagy nyirokerek ritmikus összehúzódása) és külső tényezők (a szövetnedv nyomása) befolyásolják. Helyváltoztatáskor a végtagok mozgása serkenti a nyirok keringését a szív felé. A nyirokerekben levő billentyűk megakadályozzák a nyirok visszaáramlását a szövetek felé. A mellkas szívóhatása belégzéskor serkenti a nyirokkeringést.

♦ A SZERVEZET IMMUNITÁSA

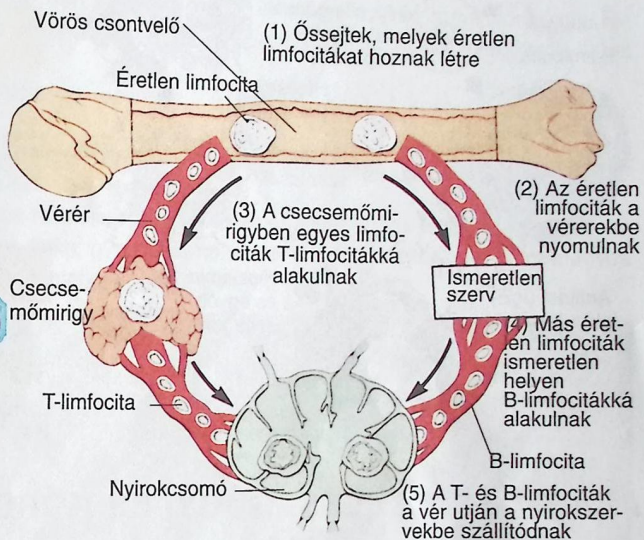
A szervezet sajátjaként ismeri fel az alkotóelemeit (immuntolerancia). Ez a tolerancia az embrionális fejlődés során alakul ki. A testidegen anyagokat nem tolerálja, igyekszik kiküszöbölni az immunrendszer aktiválása révén. Az immunrendszer a szervezet ellenőrző és egybehangoló rendszerei közé tartozik. Limfoid szervek, sejtek és oldékony mediátorok alkotják. Az immunrendszer sejtalkotói a vér útján eljutnak a szövetekbe, ahol egy ideig letelepednek, majd visszatérnek a vérkeringésbe a nyirokhajszáleresek révén.

Egyes immunfolyamatok általánosak, és a nem specifikus immunitáshoz sorolhatók. Ezek a következők: a fajok természetes ellenállása, a mechanikai akadályok (pl. a bőr), az enzimatiskus folyamatok, az interferon, a gyulladások és a fagocitózis.

Más folyamatok nagyon specifikusak (15. ábra), és a védekezés a fajlagos tényezői által valósul meg. A specifikus immunitás tényezői: a T- és B-limfociták (16. ábra), valamint a makrofágok.



15. ábra – Gyulladásos folyamatok
Amikor a vérer megsérül, a bazofil granulociták (fehérvérsejtek) hisztamint és bradikint bocsátanak ki, amelyeknek értágító hatásuk van. A bradikinin serkenti a fájdalomérző receptorokat is. A neutrofilek és a monociták a sérült részhez (sebhez) vándorolnak, és kilépnek a hajszálérfalon át. A neutrofilek elkezdik a baktériumok fagocitálását. A monociták makrofágokká (fagocitózishoz alkalmazkodott sejtekké) alakulnak, és serkentik más vérsejtek működését.



16. ábra – A T- és B-limfociták eredete

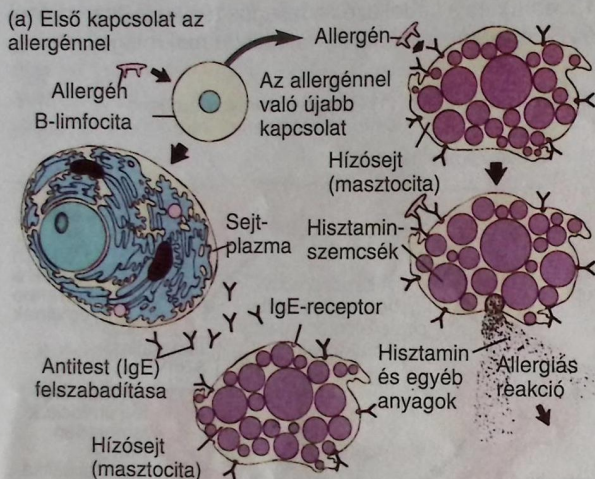
Az immunrendszer működése kettős: sejt és humorális. Így az immunválasz is kétféle lehet: sejt, melyben a T-limfociták vesznek részt (védik a szervezetet vírusokkal, baktériumokkal, gombákkal, élősködőkkel, daganatos sejtekkel és idegen szövetekkel szemben), és humorális, melyben a B-limfociták szerepelnek (védik a szervezetet vírusos és baktériumos fertőzésekkel szemben).

Ugyancsak az immunválasz kialakításában vesznek részt: a memóriasejtek (antitesteket termelnek a szervezetbe hatolt antigének hatására), segítő sejtek vagy „helperek” (serkentik az antitest termelő sejtek osztódását) és ölő sejtek vagy „Killerek” (elpusztítják a kórokozók által megtámadott sejteket).

A specifikus immunitás lehet: **veleszületett** (az elsődleges immunitás hatására a szervezet védetté válik egy bizonyos antigénnel szemben, és amikor újból kapcsolatba kerül vele, a betegség nem alakul ki) és **szerzett** (pl. oltással). A szerzett immunitás lehet **aktív** (csökkentett fertőzőképességű kórokozókkal való oltás során alakul ki) és **passzív** (antitestek bejuttatása a szervezetbe).

A szervezet védekezőképessége csökken a korral. Idősebb személyeknél sokkal gyakrabban fordul elő rákos daganat, influenza, tüdőgyulladás és tuberkulózis.

Az immunrendszer felelős az allergiás reakciókért (17. ábra), és a beültetett szövetek, szervek kilökődéséért is (18. ábra).



17. ábra – Az allergiás reakció mechanizmusa

A donor szervét átültetik a receptor szervezetbe

A receptor sejtjei nem ismerik fel a beültetett sejtet

A receptor szervezet T- és B-limfocitái reagálnak a donor sejtjeivel

A donor sejtjeivel szemben ellenanyagok képződnek

A donor szerv kilökődik

18. ábra – A beültetett szövetek, szervek kilökődésének mechanizmusa

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

A keringési készülék egészséges működése érdekében számos alapvető higiéniai szabályt kell betartanunk. Ezek a következők: változatos fizikai tevékenységek végzése; a fizikai és szellemi tevékenységek közötti ésszerű arány betartása; egészséges táplálkozás; a munkaidő és a pihenés helyes váltakozása; rendezett életmód, mechanikai (kemény, éles tárgyak, szoros ruhák és cipők), fizikai (nagyobb hőmérséklet-ingadozások), vegyi (alkohol, nikotin, drogok, gyógyszer-többség) és biológiai (baktériumok, vírusok, élősködők) tényezők elkerülése. A keringési rendszer betegségei a szív- és érrendszeri betegségek.

A vér betegségei közül megemlíthjük: a vérszegénységet, a fehérvérűséget és a vérezéseket.

➤ **A vérszegénységre** jellemző, hogy csökken a vörösvértestek száma, megváltozik a sejtek alakja és vegyi összetétele. A következő vérszegénységtípusok léteznek:

a) **vézés utáni vérszegénység**;

b) **vashiányos vérszegénység** – jellemzője, hogy csökken a hemoglobintartalom a vashiány miatt;

c) **vészes vérszegénység** (anaemia perniciosa) esetén a gyomor nyálkahártyájából hiányzik a vérszegénységet megakadályozó faktor, és ennek következtében a vörösvértestek nem tudnak megélni;

d) **hemolitikus vérszegénység** – oka a vörösvértestek számának erőteljes csökkenése, vegyi tényezők hatása (benzol, ólom, foszfor, szulfamidok, kinin, mikroorganizmusok és élősködők mérgei). Az újszülött hemolitikus vérszegénysége akkor jelentkezik, amikor az anyai vér Rh-faktora (negatív) inkompatibilis az újszülöttével (pozitív).

e) **vörösvértestek hibás képződése által kiváltott vérszegénység**, mely lehet hipoplasztikus és aplasztikus (csontvelő-vérszegénység). Ilyenkor a vöröscsontvelőben nem képződnek vörösvértestek. Leukémiás betegeknél fordul elő.

➤ **A fehérvérűség (leukémia)** a fehérvérsejtek betegsége. Típusai:

- a) **krónikus mieloid leukémia** – jellemzője a magas fehérvérsejtszám ($50\,000\text{--}200\,000/\text{mm}^3$); befolyásolja a vörösvértestek és a trombociták számát is;
- b) **krónikus limfoid leukémia** – a nyirokszervek szintjén jelentkezik;
- c) **heveny leukémia** a legsúlyosabb, 2–3 héten halálhoz vezethet.

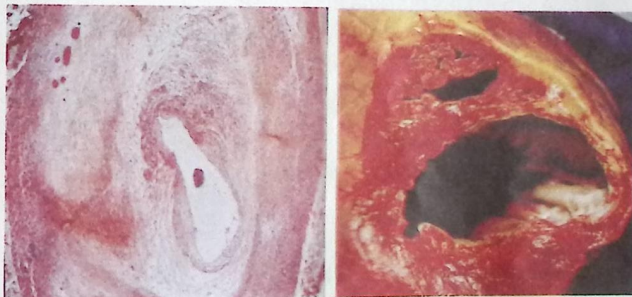
➤ **A vérzések** során a szervezet vért veszít. A sérült ér típusa szerint megkülönböztetünk: *osztóeres, gyűjtőeres és hajszáleres vérzéseket*. Annak függvényében, hogy hol jelentkezik, lehet *külső és belső vérzés*.

Súlyos vérzésről beszélünk, amikor egy személy 1,5–2 l vért veszít. A keringő vér 50%-ának elvesztése halálos.

A szív- és érrendszeri betegségek közül megemlíthjük a **szívrítmuszavart** (aritmia) és a **szívbetegségeket**.

➤ **Az aritmiát** az idegimpulzusok rendellenes képződése és továbbítása váltja ki. Jellemző rá, hogy megváltozik a normális szívrítmus (ritka, gyors, normális, de nem folyamatos). Az aritmia egyes fajtái nem érzékelhetőek, míg mások kellemetlenségeket okozhatnak.

A leggyakrabban jelentkező aritmiák a következők: sinus-tachicardia, sinus-bradycardia, extraszisztolé, paroxysmalis tachicardia, pitvari lebegés (flutter), pitvari remegés (fibrilláció), a szív ingerületvezetési zavarai.



19. ábra – Koszorúérszűkület

➤ **A szívbetegségek** a koszorúerek elmeszesedésének (arterioszklerózis) következményeként alakulnak ki (19. ábra). Az elmeszesedés eredményeként a koszorúerek (sztenózis vagy szűkület) elzáródnak, és lassul a miokardium vérellátása (iszchaemia). A következő betegségek léteznek:

- a) **koszorúérgörcs** (angina pectoris), melyet szív tájéki fájdalmak kísérnek, amikor a miokardium megerőltetésnek van kitéve, és nem kap elegendő oxigént;
- b) **intermedier szindróma**, amelyet a szívinfarktust előz meg, a fájdalmak nyugalmi helyzetben is jelentkeznek, és a nitroglicerinnel sem szünteti őket;
- c) **szívinfarktus**, amely a koszorúerek végleges elzáródásának következménye, és az illető ér által ellátott terület elhalásához vezet. Hirtelen, tartós szív tájéki fájdalommal jelentkezik, amelyet halálfélelem, hideg verejtékezés és heves szívdobogás kísér.

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg az alábbi feladatoknál az egyetlen helyes választ!

1. Nem tartozik a szív nodális szövetéhez:

- a) a His-nyaláb és a Purkinje-hálózat;
- b) a sinus-pitvari csomó;
- c) a pitvar-kamrai csomó;
- d) a pitvarok közötti sövény;

2. A szívhozam:

- a) fokozódik alvás közben;
- b) csökken munkavégzés során;
- c) a percenkénti szisztolés hozam és a szívritmus szorzatával egyenlő;

d) lázas állapotokban csökken.

3. A fonogram:

- a) a szív működés grafikus ábrázolása;
- b) a szív mechanikai munkája által kiváltott szívhangok ingadozásainak grafikus ábrázolása;
- c) a pulzus rögzítése elektrokardiogram segítségével;

d) a tüdőszellőzés növekedése az osztóeres nyomás csökkenésével párhuzamosan.

II. Társítsd a két oszlop kijelentéseit!

- | | |
|--------------------------|----------|
| A) 1. pitvari szisztolés | a) 0,5 s |
| 2. kamrai szisztolés | b) 0,1 s |
| 3. pitvari diasztolés | c) 0,4 s |
| 4. kamrai diasztolés | d) 0,7 s |
| 5. általános diasztolés | e) 0,3 s |

- B) 1. szisztolés hozam
- 2. szívhozam
- 3. szisztolés zörej
- 4. diasztolés zörej

a) a félhold alakú billentyűk záródása okozza;

b) a bal kamrai szisztoléskor kipumpált vér térfogata;

c) a pitvar-kamrai billentyűk záródása okozza;

d) fizikai munka esetén fokozódik.

III. 1. Számítsd ki egy felnőtt ember szívhozamát tudva azt, hogy a szívritmusa 80 szívverés percenként!

2. Számítsd ki a bal kamra által 10 perc alatt pumpált vér térfogatát, tudva azt, hogy a szív ciklus időtartama 0,8 s, és a szisztolés hozam 70 ml vér!

3. Végezz el egy egyszerű kísérletet, amelynek segítségével bebizonyítható a szív-automácia.

4. Milyen arány áll fenn az osztóeres vérnyomás, a szív összehúzódási ereje, a szisztolés hozam, a vér sűrűsége és az erek rugalmas fala között? Próbáld meg matematikai szempontból kifejezni ezt az arányt!

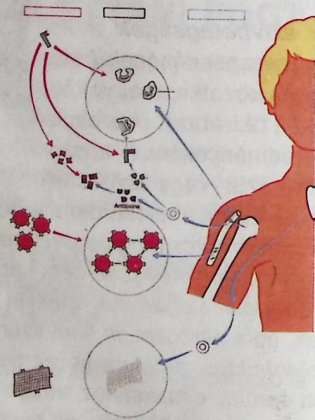
IV. A keringési rendszert a szív és a vérerek alkotják.

a) Nevezd meg és lokalizáld az ingerkeltő és vezető rendszer alkotóelemeit, valamint határozd meg azok szerepét.

b) Ábrázold grafikusan, és magyarázd egy egészséges személy elektrokardiogramját!

c) Ábrázold vázlatosan a nagy és a kis vértört.

V. Magyarázd az alábbi vázlat segítségével az immunrendszer szerepét a szervezet védekezésében!



VI. Írj dolgozatot „A szervezet immunitása” címmel. Vedd figyelembe a következő vázlatot:

- a) az immunitás meghatározása;
- b) az immunrendszer szerkezete;
- c) az immunitás típusai;
- d) az immunválasz mechanizmusa és típusai.

Amint már tanultuk, a légzés a szervezet és a környezet közötti gázcsere, és három folyamatot foglal magában:

1. a tüdőszellőzést (belégzés és kilégzés); **2. a gázcserét**, amely a tüdő és a szövetek szintjén valósul meg, a tüdőben a levegő és a vér között, szöveti szinten a vér és a szövetek között; **3. a sejtlégzést** (oxigén felhasználása a sejtekben), amely során energia szabadul fel.

A tüdőszellőzés, valamint a levegő és a vér közötti gázcsere a **külső légzést** alkotja. A vér és a sejtek közötti gázcsere, valamint az oxigén sejten belüli felhasználása a **belső légzés** része. A levegő vezetéséhez alkalmazkodott üregek és szerkezetek a **légutakat** alkotják, azok a szerkezetek pedig, amelyek a légzési gázok cseréjét végzik, a légzőrendszer **légzőrészét** képviselik.

♦ A TÜDŐSZELLŐZÉS (VENTILÁCIÓ)

A tüdőszellőzés a belégzés és a kilégzés ütemes váltakozásának folyamata (1. ábra).

A belégzés aktív folyamat, ennek során nő a mellkas térfogata: növekszik a hát-hasi, a haránt-irányú és a hosszanti átmérője. Ennek következtében csökken a tüdőben a nyomás, és a levegő beáramlik a tüdőbe.

A kilégzés passzív folyamat, amelyben a mellkas visszanyeri az eredeti méreteit. Ezáltal a tü-

dőkben növekedik a nyomás, és a levegő kilöködik a tüdőkből.

A tüdőventilláció idején a tüdőbe beáramló és a tüdőből kiáramló levegő térfogata változó. Ezek a levegőmennyiségek határozzák meg a tüdő működőképességét. A **tüdőkapacitást** több tüdőtérfogat-érték összege képviseli:

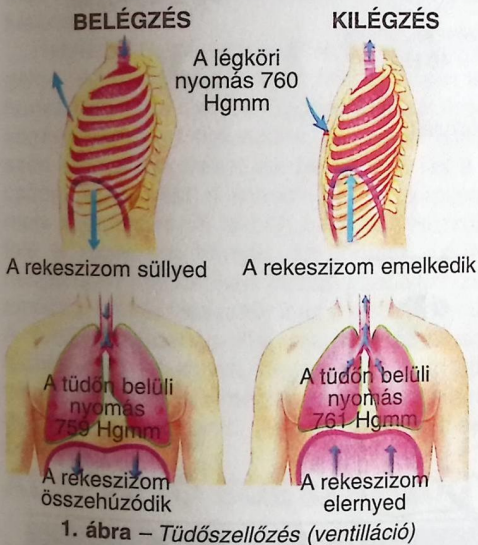
- **légzési térfogat** (respirációs levegő) (LT), értéke 500 cm^3 levegő, amely normális belégzéskor hatol be a tüdőbe, illetve ugyanannyi távozik kilégzéskor;

- **belégzési tartalék levegő** vagy **kiegészítő térfogat** (KT) kb. 1500 cm^3 , amely erőltetett belégzéssel még bejuttatható a tüdőbe;

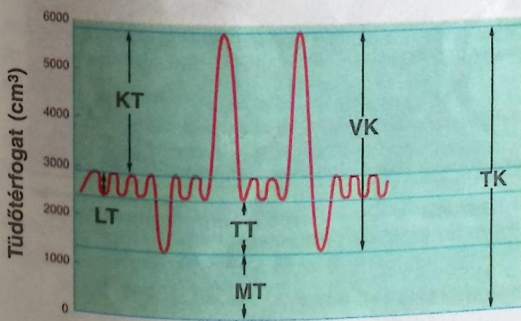
- **kilégzési tartalék levegő** vagy **tartaléktérfogat** (TK) kb. $1000\text{--}1500 \text{ cm}^3$, amely normális belégzés után, erőltetett kilégzéssel préselhető ki a tüdőkből;

- **reziduális vagy maradéktérfogat** (MT) – kb. 1500 cm^3 levegő, amely az erőltetett kilégzés után is a tüdőben marad. A tüdők nem maradnak teljesen levegő nélkül, mert enyhén kitágult állapotban vannak.

Vitálkapacitás (VK) az LT, KT és TT összege. Ha az LT értékét szorozzuk a percnkénti légvételek számával, megkapjuk a percnkénti teljes tüdőtérfogatot (TK). Nyugalmi helyzetben ez kb. 6 liter/perc . Erőfelfejtéskor az LT értéke és a percnkénti légzésszám nő, így a percnkénti teljes térfogat $100\text{--}200 \text{ l/perc}$ is lehet. Nőknél úgy a tüdőkapacitás, mint a légzési térfogatok $20\text{--}25\%$ -kal alacsonyabbak, mint a férfiaknál. A légzési térfogatok, a reziduálison kívül, spirométerrel mérhetők. A spirometriai vizsgálatok lehetővé teszik a tüdőbetegségek diagnosztizálását. A légzőmozgások grafikus ábrázolása a **spirogram** (2. ábra).



1. ábra – Tüdőszellőzés (ventilláció)



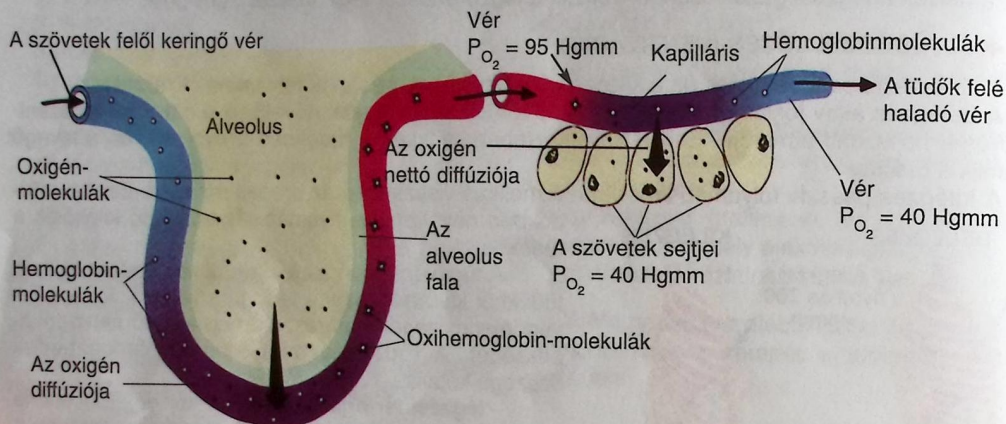
2. ábra – Spirogram

♦ A LÉGZÉSI GÁZOK CSERÉJE

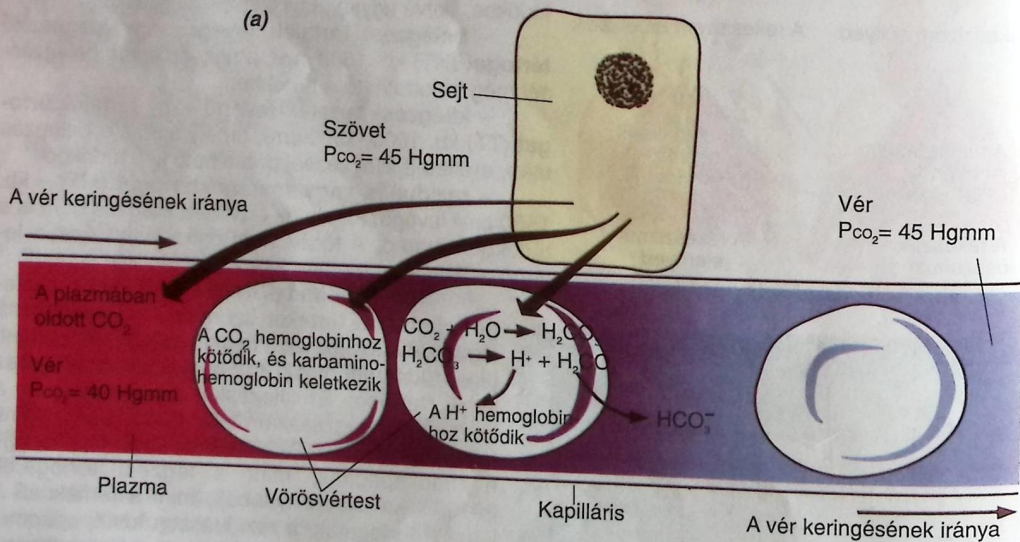
A belélegzett levegőben, az alveoláris levegőben és a hajszálerekben jelen levő O_2 és CO_2 parciális (részleges) nyomáskülönbségén alapszik. Három szakaszban valósul meg:

1. **A tüdőszakasz:** az O_2 az alveolusokból a vérbe jut, a CO_2 pedig a vérből az alveoláris levegőbe kerül a két közeg közötti parciális nyomáskülönbség következtében.

2. **A vérszakasz** (3. a, b ábra) az O_2 és CO_2 vér általi szállítását jelenti. Az O_2 1%-a a plazmában oldott állapotban szállítódik, a többi pedig könnyen bomló (labilis) **oxihemoglobin** formájában (HbO_2).



(a)



(b)

3. ábra – A légzési gázok szállítása
a – az O_2 szállítása; b – a CO_2 szállítása

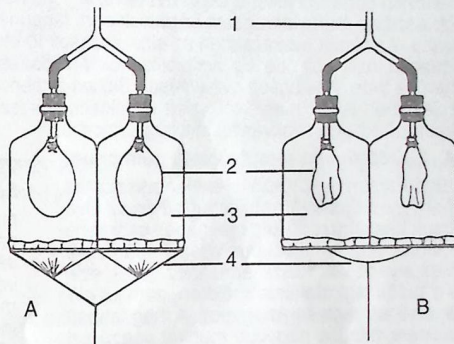
A hemoglobin két vegyértékű vasat tartalmaz, ezért az O_2 könnyen megkötí. Nyugalmi helyzetben az artériás vér az oxigén 97,5 %-át oxihemoglobin formájában szállítja. Az oldott oxigén élettani szempontból a legfontosabb, mert biztosítja a sejtekkel való közvetlen gázcserét. A CO_2 szállítása a vérben **nohemoglobin és bikarbonátok**). Mind a plazmában, mind a vörösvértestekben a CO_2 hidratálódik, H_2CO_3 -at alkot, amely gyorsan disszociálódik, és HCO_3^- -ot szabadít fel. A HCO_3^- a vörösvértestekben K^+ -hoz, a plazmában pedig Na^+ -hoz kapcsolódik, így bikarbonátok keletkeznek (a CO_2 kb. 80%-a).

3. Szöveti szakasz: ebben valósul meg a vér és a szövetek közötti gázcsere. Ez diffúziós folyamat, a parciális nyomásgradiens alapján történik. A sejtekben az O_2 sejtlégzési folyamatokban vesz részt, a szerves anyagok oxidációja során CO_2 , H_2O és energia szabadul fel. A CO_2 szövetekben megkötése, akárcsak a tüdőben történő megkötése, különböző formában történik, és függ a CO_2 parciális nyomásától, valamint a Hb oxigéntelítettségi fokától.

GYAKORLAT

A légzés mechanizmusa – A tüdő rugalmasságának meghatározása – Donders-féle kísérlet

Helyezzük egy emlős állat tüdejét üveghengerbe. Az üveghenger alján hermetikusan lezárt hártya található, melyre függesztőkészülék segítségével súlyokat helyezünk. A henger felső részén két csövet vezetünk be: az egyiket a légcsőbe, a másikat a manométerhez kapcsoljuk, mely a tüdő körüli térben található. Húzzuk lefelé a rugalmas hártát. Mi történik az üveghengerben? Hasonlítsuk össze azzal a helyzettel, amikor a hártya visszakerül az eredeti állapotába. A tüdőrugalmasság kimutatása érdekében, a tüdőtágulást követően, dugaszoljuk el a tüdőbe vezetett hengert, és mérjük meg manométerrel a nyomást. Ez egyenlő lesz a tüdőrugalmasság erejével.



Donders-féle készülék

1 – légcső; 2 – tüdő; 3 – mellüreg;
4 – rekeszizom; A – belégzés; B – kilégzés

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

A légzőkészülék egészséges működése érdekében be kell tartanunk a belélegzett levegő minőségére vonatkozó elemi higiéniai szabályokat (18–20 °C-os hőmérséklete, megfelelő páratartalom és tisztasága legyen). A levegőt orrunkon át lélegezzük be, és nem a szájunkon át. Rendszeresen tornázzunk, és vegyünk légzőgyakorlatokat. Kerüljük a mechanikai, fizikai, kémiai és biológiai károsító tényezőket.

> **A hűlés** a legelterjedtebb légzőszervi megbetegedés. Különböző vírustörzsek okozhatják, így egy bizonyos vírustörzs okozta fertőzés után a szervezet csak az illető vírustörzssel szemben válik védetté. A hűlés az ornyálkahártyája akut (heveny) duzzadásával, lázzal és fejfájással jár.

> **Az influenza** fertőző megbetegedés, jelentkezhet elszigetelten, de komoly járványokat is okozhat. Különböző formákban nyilvánulhat meg, kezdve az egyszerű náthától az orr-, garat-, gége-, légcső-, hörghuruthoz és akár tüdőgyulladáshoz is vezethet.

> **A sinusitis:** az orrmelléküregek gyulladásos megbetegedése.

> **Az amygdalitis (tonsillitis):** a mandulák gyulladása.

> **A laryngitis:** a gége gyulladása.

1. Tüdőgyulladás (pneumonia)

során egyik tüdőfélben vagy mindkettőben bekövetkezik a tüdőhólyagocskák gyulladása. A tüdőlebenyek működésképtelenné válnak, gennyes váladékkal telnek meg.

2. A tüdőfibrózis

a tüdő kötőszövetének megbetegedése, amelyet mikroszkopikus méretű szilíciumpor, homok, szén vagy azbesztrészecskék belégzése okoz. A részecskék behatolnak a tüdőkbé, megbetegítik a kötőszövetet, ezáltal csökken a légzőkapacitás, és rákos elváltozások is keletkezhetnek. A szigetelőanyagként használt azbeszter a tüdőrák egyik kiváltójának tekintik.

3. A tüdőtuberkulózis (gümőkór)

kórokozója egy baktérium, a Koch-bacillus, amely elpusztítja az alveolusokat, és helyüket merev kötőszövet foglalja el. A baktériumok által megtámadott tüdőszövet a fertőzési góc körül tokot fejleszt. Ezt nevezik gümőnek; jobb esetben az így elszigetelt bacilusok nem terjednek tovább. Az elmúlt évszázadban az elhalálozások fő oka a tuberkulózis volt, de az antibiotikumok felfedezése lehetővé tette a betegség gyógyítását. Sajnos a tébécé napjainkban ismét megjelent, mert a baktériumtörzsek alkalmazkodtak a szokványos antibiotikumokhoz.

4. A tüdőtágulat (emphysema pulmonum)

a tüdő rugalmas kötőszövetének a pusztulása, amelyhez a tüdők túlzott kitágulása és az alveolusok összehúzódó képességének csökkenése társul. A tágult tüdőkből visszamaradt levegő az alveolusok felszakadásához vezet, ezáltal a tüdők légzőfelülete csökken, nem jut elég oxigén a szívhez és az agyhoz. A megnehezült gázcseré miatt a nagyobb munkát végző szív nem képes kielégíteni a szervezet oxigénszükségletét, és megbetegszik. Az agyi oxigénhiány ingerlékenységet és depressziós állapotot idéz elő.

5. A tüdőrákot

elsősorban a dohányzás váltja ki. A betegség jellemzője, hogy a hörgőcskéket bélelő nyálkahártya megvastagszik, sejteit elvesztik csillóikat, így már nem képesek megakadályozni az idegen testek behatolását a tüdőbe. A hámsejtek még más elváltozásokon is átmennek: ellenőrzés nélküli (kaotikus) osztódásuk miatt elzárják a hörgőcskéket és a szomszédos szövetekbe is behatolnak (metasztázis).

6. Hörghurut (bronchitis)

a hörgők gyulladásos állapotát jelenti.

• A légzési ütem módosulása egészséges és kóros állapotban*

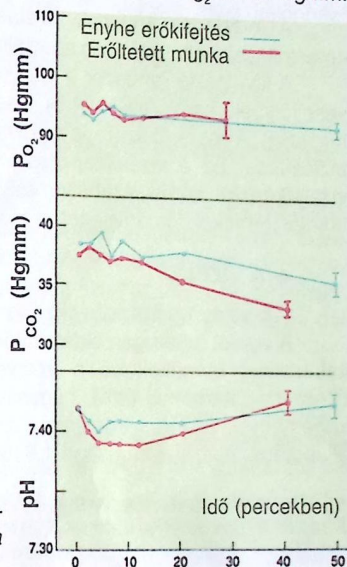
A légzőmozgások szabályozása idegi és humorális úton történik. A vér CO_2 - és O_2 -koncentrációjának változásai, valamint a vér pH-ja hatást gyakorolnak a légzőközpontok automatizmusára.

➤ Fizikai munkavégzéskor (4. ábra) a tüdőszellőzés erősödik, mivel az izmok több oxigént fogyasztanak és több szén-dioxidot termelnek. Ennek ellenére az osztóeres vér P_{O_2} , a P_{CO_2} és pH-ja azonos marad mind a könnyű, mind az erőteljes munkavégzés idején.

A fizikai erőfeszítéshez való alkalmazkodás kezdetén az izmokban anaerob légzés zajlik, mert a légző- és keringési rendszerek még nem tudtak alkalmazkodni a megnövekedett oxigénigényhez. Az alkalmazkodás mértékének függvényében az izmokhoz megfelelő mennyiségű oxigén jut. Kezdetben a fizikai gyakorlatokat végző személy nehézségekkel küzd, de ezek fokozatosan eltűnnek, mielőtt az izmok megkapják az erőkifejtéshez szükséges oxigént. Tartós erőkifejtéskor az izmok elhasználják a szervezetbe jutott oxigén 50–60%-át. Bizonyos mennyiségű oxigénfogyasztás után az izmokban anaerob légzés játszódik le. Ezt az oxigénszintet **anaerobiózis-küszöbnek** nevezzük. Az anaerobiózis-küszöb túllépése a vérben tejsav felhalmozódásához vezet, amelyhez izomláz társul.

➤ Tengerszinten a vérben a P_{O_2} 100 Hgmm, a tengerszint feletti magasság növekedésével, pl. 2500 m-en a P_{O_2} 74 Hgmm, míg a vér HbO_2 telítettsége 97%-ról 94%-ra csökken. Tehát a vér O_2 -tartalma a magassággal csökken. Már 1500 m magasságtól nő a tüdőszellőzés, és csökken a P_{CO_2} az osztóerekben (a folyamat neve: **hiperventilláció**).

Az alveolusok több levegőhöz jutnak, és nő a vér oxigéntartalma. A hiperventilláció nem növekedhet, így módon a perui Andok magasságában az ott élő népesség vérében a P_{O_2} kb. 45 Hgmm. A szöveti oxigénéltelenség következtében a vesék eritropoetint (hormont) termelnek, amely serkenti a csontvelő vörösvértest és Hb termelését. Az Andokban élőknel a Hb töménysége elérheti a 19,8 g/100 ml vér értéket, a tengerszinten élő emberek esetében ennek értéke Hb 15 g/100 ml vér. Annak ellenére, hogy nagy magasságban a vér oxihemoglobin telítettsége kisebb, az oxigéntöménysége nagyobb: 22,4 ml O_2 /100 ml vér, míg a tengerszíni érték: 20 ml O_2 /100 ml vér. 1500 m fölött jelentkezhetnek a hegyi betegség tünetei: fejfájás, szédülés, étvágytalanság, nyugtalan alvás. Az osztóerekben a P_{O_2} csökkenése serkenti az értágulást a lágy agyhártyában, amely az agyi vérellátás és a vérnyomás növekedését okozza. Ez a folyamat váltakozik a hiperventilláció okozta agyi érösszehúzóddással. 3000 m magasság fölött tüdőödéma léphet fel, amely károsítja a légzést, köhögést és lázt idéz elő. 3500 m magasság fölött agyödéma jelenhet meg, amelyre a zavart állapot és hallucináció jellemző.



4. ábra – Enyhe és erőltetett erőfelfejtés hatása az osztóeres vér O_2 - és CO_2 -koncentrációjára, valamint pH-jára

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. A következő állítások közül csak egy helyes:

1. Az alveoláris levegő oxigénjének parciális nyomása:

- a) 100 Hgmm; b) 120 Hgmm;
c) 80 Hgmm; d) 40 Hgmm.

2. A vitálkapacitás értékének meghatározásakor nem számít:

- a) a légzési térfogat; b) a reziduális térfogat;
c) a belégzési tartalék térfogat; d) a kilégzési tartalék térfogat.

3. A tüdőhematózis:

a) a CO_2 és Hb kombinációja; b) a légzési gázok szállítása; c) a vér oxigénnel való telítődése a hajszálerek szintjén; d) az HbO kialakulása.

II. Társítsd a két oszlop fogalmait:

- | | |
|--------------|-------------------------------|
| A) 1. VK | a) VK+ MT |
| 2. TK | b) LT x lélegzetvételek száma |
| 3. TK / perc | c) LT + KT + TT |

- B) 1. tüdőszakasz
2. szöveti szakasz
3. vérszakasz

- a) vér és szövet közötti gázcseré
b) az O_2 és CO_2 szállítása a vér útján

c) diffúzió révén, a parciális nyomásgradiens irányába megy végbe

d) az O_2 az alveoláris levegőből a vérbe továbbítódik

e) a CO_2 a vérből az alveoláris levegőbe továbbítódik

III. 1. Ha a percnkénti légvételek száma 16, a VK = 4500 ml levegő, a TT = 1500 ml, a KT = 2500 ml. Számítsuk ki a percnkénti légzési hozamot!

2. Egy sportoló esetében TK = 6000 ml, a TT a TK 25%-a. Mennyi a maximális légzési hozam, ha a percnkénti lélegzetvételek száma 18?

IV. A légzési gázok cseréje három szakaszban megy végbe: tüdő-, vér- és szöveti szakaszban.

a) Sorold fel azokat a tényezőket, melyek serkentik a gázcserét a tüdőszakaszban!

b) Magyarázzuk meg a gázcseré szöveti szakaszát!

c) Melyik az élettani szempontból legfontosabb O_2 -szállítási folyamat?

V. Írj dolgozat „A légzőkészülék betegségei” címmel. Vedd figyelembe a következő vázlatot:

a) kedvező feltételek;

b) betegségek felsorolása;

c) a tüdőátágulat (emphysema) és a tüdőrák jellemzése.

D. A KIVÁLASZTÁS

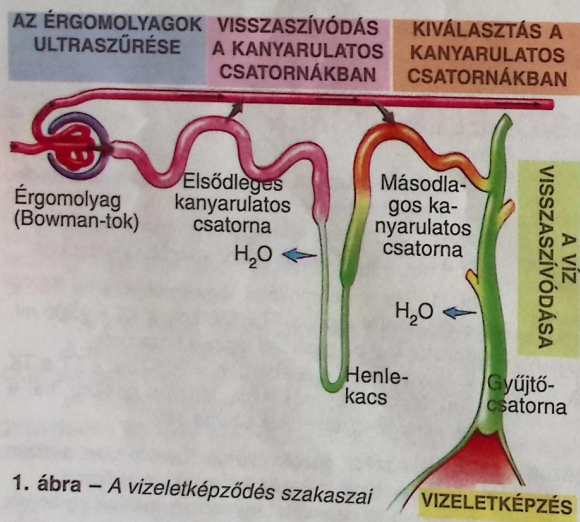
A felesleges anyagok kiválasztása nem specializált (bőr, bőr származékai, verejtékmirigy, emésztőkészülék, tüdők) és specializált (kiválasztó rendszeri) szervek révén történik.

A kiválasztó rendszer a két veséből és a húgyutakból épül fel. A húgyutak vesén belüliek (kis vesekelyhek, nagy vesekelyhek, vesemedence) és a vesén kívüliek (húgyvezetékek, húgyhólyag és húgycső). A vesék fő szerepe az extracelluláris folyadékok (plazma és szövetnedv) homeosztázisának biztosítása. Ez a vizeletképzéssel valósul meg. A vizelet fehérjementes plazmaszűrlet. A vesék vizeletképzés során szabályozzák a vérplazma térfogatát (ezzel a vérnyomást), a vérben a bomlástermékek töménységét, a különböző ionok töménységét és a vér pH-ját.

♦ A VIZELET

• A vizelet alkotóelemei

A vizelet heterogén oldat, különböző anyagokat tartalmaz. Ezek: a vérplazmából származó sók, katabolikus termékek és a szervezetbe véletlenül bejutott anyagok, víz (95%), Na^+ (0,35%), Cl^- (0,6%), karbamid (2%), húgysav (0,005%) és egyéb katabolikus termékek (0,115%). Normális körülmények között citromsárga színű. A színe függ a tápláléktól és a szervezet egészségi állapotától. A vizelet sűrűsége 1,015 g és 1,025 g %. A pH-ja enyhén savas (5–7,4).



1. ábra – A vizeletképződés szakaszai

erek pórusain. A Bowman-tok belső rétege az érgomolyag hajszálereivel szűrőberendezésként működik.

Amikor a vér behatol az érgomolyag hajszálereibe, és a víz a benne oldott anyagokkal együtt a vérplazmából, a hidrosztatikus nyomás következtében, a Bowman-tokba jut. A tok üregébe jutott tartalom fehérjét (fehérjementes plazma).

A két vesében a percenkénti szűrlet mennyisége a glomeruláris szűrési együtthatót (GSzE) képezi. Ennek értéke 120 ml/perc vagy 180 l/hap körüli. Ez azt is jelenti, hogy az emberi test összvérmennyisége (5 liter) minden 40. percben átszűrődik a veséken. Az átszűrűt folyadékból a víz nagy részének vissza kell kerülnie a vérbe, különben a szervezet dehidratálódik (kiszárad).

• Vizeletképződés

A vizelet a nefronban képződik, a következő szakaszokban (1. ábra):

1. Az érgomolyagok ultraszűrése
azoknak a folyamatoknak az összessége, amelyek során a veséken áthaladó vérplazma összes alkotói (a nagy molekulású fehérjéket kivéve) az érgomolyag hajszálereiből a Bowman-tokba és a kanyarulat csatornába jutnak.

A harántcsíkolt izmok hajszálereitől eltérően, az érgomolyag hajszálerein (fenesztrált kapillárisok) pórusokat találunk (200–500 Å átmérőjűek), amelyek 100–400-szorosára növelik a vérplazmával, a vízzel és az oldott anyagokkal szembeni áteresztőképességet. A nagyméretű fehérjemolekulák és a vér alakos elemei nem képesek áthaladni a hajszál-

2. Visszaszívódás a kanyarulatos csatornában: az elsődleges vizelethől a víz és más anyagok visszaszívódnak a vérbe, és így módon létrejön a másodlagos vagy végleges vizelet (napi 1,5 liter). A visszaszívódás az elsődleges kanyarulatos csatornák mentén valósul meg különböző mechanizmusok révén:

- **aktív szállítással**, a nyomáskülönbség (koncentrációkülönbség) ellenében szívódnak vissza a Na^+ , a K^+ , a HCO_3^- -ionok, bizonyos vitaminok (B_{12} , C), a szőlőcukor, bizonyos aminosavak, a húgysav és szerves foszfátok. Ugyanilyen módon szívódnak vissza, de szelektíven, a tápelemek;
- **passzív szállítással**, azaz a koncentrációkülönbség irányába szívódnak vissza a vérbe a Cl^- , a karbamid (urea) és a víz.

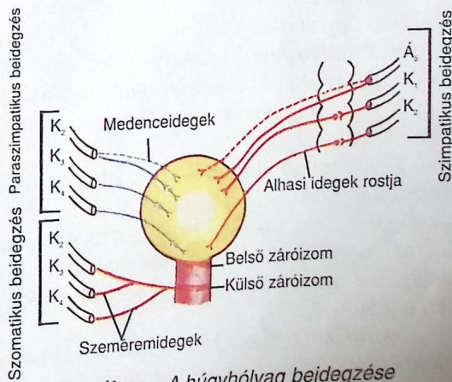
3. A vesecsatócskák kiválasztása az elsődleges és a másodlagos kanyarulatos csatornában valósul meg, és – a glomeruláris szűrési mechanizmusoktól eltérő módon – egyes anyagok a vérből a csatócskák üregébe szállítódnak. Így módon kiszűrődik ki a szervezetből a H^+ , az ammónia, a penicillin, kis mennyiségben a húgysav és a kreatinin, tehát azok az anyagok, amelyek a szervezetben mérgezők lehetnek vagy fölöslegesek. A tubuláris kiválasztás aktív és passzív módon megy végbe.

♦ A VIZELETÜRÍTÉS

A vizeletürítés reflexműködés, amelynek során a vizelet kiürül a húgyhólyagból. A csecsemők és a kisgyermek vizelési reflexét a húgyhólyag bizonyos fokú kitágulása váltja ki. A vizelés akaratlan ellenőrzése 2–3 éves korban jelenik meg, az agykéreg gátló működésének fejlődése és bizonyos gerincvelői területek tökéletesedésének eredményeként. Felnőttek esetében a napi vizeletmennyiség 1500 ml, a húgyhólyag befogadóképessége pedig 700–800 ml. A húgyhólyagban összegyűlt 200–300 ml vizelet már elégséges ahhoz, hogy a hólyag kitáguljon, és kiváltja a vizelési reflexet (amely vizelési inger formájában jelentkezik).

A húgyhólyagra jellemző a **plaszticitás** vagy képlékenység. Ez abban nyilvánul meg, hogy a telítődés nyomán anélkül nő a hólyag térfogata, hogy számottevően módosulna a hólyaggal feszülése és belsejében a nyomás. A feltöltődés idején a hólyagban a belső nyomás kezdetben enyhén nő, majd azonos szinten marad, mindaddig, amíg a telítődés eléri a 300–400 ml vizelethatárt. Ekkor a nyomás hirtelen megnő, és kiváltja a parancsoló vizelési ingert.

A vizelési reflexet a húgyhólyag tágulása váltja ki a falában levő sajátos nyomásérző receptorok segítségével. Az ingerület a gerincvelő ágyéki tájékának szimpatikus idegközpontjaiba továbbítódik. Ezek az efferens ingerületek a posztganglionáris rostokon és az alhasi idegrostokon továbbítódnak a húgyhólyaghoz, gátolják az összehúzódásokat, lazítják a hólyag izmait, és növelik a belső záróizom tónusát. A hólyaggal tágulása egyidejűleg olyan ingerületeket is kelt, amelyek a szeméremideg (szomatikus ideg) útján a gerincvelőbe, és onnan nem specifikus afferens pályán át az agykéregben levő idegközpontokig jutnak, és kiváltják a vizelés szükségletének érzetét. Az agykéreg efferenciákat küld a gerincvelői központokba, ezzel gátolja a hólyagizmok tónusát, ugyanakkor növeli a külső záróizom tónusát. Ha a körülmények megengedik, bekövetkezik a vizelés. A húgyhólyag tágulása a medenceideg afferens rostjait át serkenti a gerincvelő keresztágyéki paraszimpatikus központjait is, és kiváltja a húgyhólyagizmok összehúzódását és a belső záróizom ellazulását. A külső záróizom akaratlan elernyedésével egyidejűleg, megkezdődik a vizelet kiürítése a húgyhólyagból. A vizelés gerincvelői reflexét az agykérgi központok ellenőrzik (2. ábra).



2. ábra – A húgyhólyag beidegzése

GYAKORLAT

Mutassuk ki a vizelet normál összetevőit (kloridok, szerves nitrátszármazékok) és kóros összetevőit (szőlőcukor, albumin)!

Szükséges anyagok és eszközök: frissen begyűjtött vizelet, kémcsövek, reagensek (salétromsav, ezüst-nitrát, Javel-víz vagy káliumhipoklorit-oldat, lúg, Fehling-reagens), gázégő, indikátorpapír.

A munka menete:

– Töltsünk vizeletet az 1-es kémcsőbe, és adjunk hozzá néhány csepp salétromsavat! Mit tapasztalunk? Adagoljunk még néhány csepp ezüst-nitrátot! Mi a keletkezett fehér csapadék?

– A 2-es kémcsőbe töltsünk vizeletet, és adjunk hozzá néhány csepp Javel-vizet! Mit figyelhetünk meg? Mire utal a gázbuborékok keletkezése?

– A 3-as kémcsőbe töltött



vizelethez adagoljunk néhány csepp lúgot! A reakciót melegítéssel gyorsíthatjuk. Vezessünk be a kémcsőbe egy indikátorpapír-csíkot! Milyen színt mutat az indikátorpapír? Miért? Milyen anyag szabadult fel a vegy folyamat során?

– A 4-es kémcsőbe a vizelethez adagoljunk néhány csepp Fehling-reagenst! Melegítsük! Ha téglavörös csapadék képződik, akkor a vizelet szőlőcukrot tartalmaz, amely a cukorbetegség egyik ismertetője.

– Az 5-ös kémcsőbe tett vizeletet melegítsük, majd adagoljunk hozzá néhány csepp salétromsavat! Ha agglutinogén csapadék (agglutináció során csapódik ki) keletkezik, akkor a vizelet albumint tartalmaz. Az albumin jelenléte a vizeletben a vesék működési rendellenességére utal, mert az albumin nem általános összetevője a vizeletnek. Ha a csapadék feloldódik, az oldódás ásványi sók jelenlétére utal.



ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

Tudva azt, hogy a kiválasztó rendszer nagyon fontos szerepet tölt be a szervezet anyagcseréjében, biztosítani kell egészséges működését. Tartsuk be a következő higiéniai szabályokat: táplálkozzunk egészségesen, tornázzunk rendszeresen, teremtsünk rendezett életkörülményeket, kerüljük a károsító fizikai (hőmérséklet-ingadozások), vegyi (mérgező anyagok, alkohol, drogok, túlzott ásványianyag-bevitel) és biológiai (patogén mikroorganizmusok) tényezőket.

A kiválasztó rendszer betegségei közül megemlíthetjük: a húgyhólyaggyulladást, a vesegyulladást, és a veseelégtelenséget.

➤ **A hólyaggyulladás** a húgyhólyag fertőzőes gyulladása, amelyet mikroorganizmusok idéznek elő. Lehet akut és krónikus. Általában húlése megbetegedések szövődménye. Jellemző tünetei: alhasi fájdalmak, gyakori vizelési inger, fájdalmas vizelés, kis mennyiségű vizelet ürítése, néha vizelet-ürítési képtelenség.

➤ **A vesegyulladás** a nefronok gyulladással megbetegedése, ezért még **akut glomerulonefritisznek** is nevezik. Főleg streptococcusok okozzák. Kiváltó tényezői lehetnek: nyirkos környezet, húlése, vesetájéki ütések. Jellemző tünetei: fejfájás, szédülés, hányinger és vesetájéki fájdalmak. Ödémák alakulhatnak ki a szemhéjakon és a boka tájékán, a vizelet pirossá válik, látászavarok, fülzúgás és szív tájéki fájdalmak léphetnek fel. Az érintett személy vérében a nitrogén töménysége eléri a 0,50 g / ‰ .

➤ Amikor a vesék nem tudják biztosítani a hidroelektrolitikus egyensúlyt, valamint az anyagcsere-termékek kiürítését, **veseelégtelenség** alakul ki.

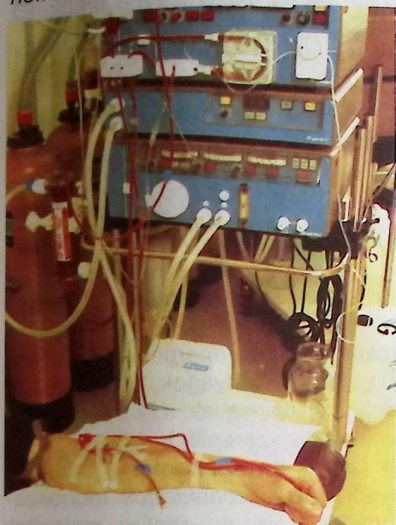
Ilyenkor nagy mennyiségű mérgeanyag halmozódik fel a szervezetben, mivel csökken a nefronok száma. Szövődményeként szív- és érrendszeri, emésztési, idegi, táplálkozási zavarokat, csonttritkulást okozhat.

Megkülönböztetünk akut és krónikus veseelégtelenséget.

➤ Az **akut veseelégtelenség** során a vese működés-képtelenné válik. Oka lehet: sokk, vérzések vagy a vesék sérülése.

➤ A **krónikus veseelégtelenség** során a veseszövet teljesen elpusztul. Ilyenkor életmentő a dialízis vagy a veseátültetés.

Az átültetett vese vagy a dializátor (3. ábra) méregteleníti a vért. Az orsócsonti osztóérből begyűjtött vér egy féligáteresztő hátyát tartalmazó szerkezetbe továbbítódik egy cső segítségével. Itt megtörténik a vér és az izotonikus folyadék szétválasztása. Az izotonikus folyadék olyan molekulákat tartalmaz, amelyre szüksége van a szervezetnek (pl. szőlőcukor). A dialízisnek nevezett folyamat révén az anyagcsere végtermékei a vérből a hátyán átdiffundálnak, míg a szükséges anyagok a vérben maradnak. A dialízist követően a vér – egy gyűjtőeren keresztül – visszakérül a szervezetbe.



3. ábra – Hemodializátor

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg az egyetlen helyes választ!

1. Azonosítsuk a glomeruláris ultraszűrlet azon alkotóelemét, amely először visszaszívódik, majd szekrécióval a vesecsövecskékbe továbbítódik.

- a) K^+ -ion; c) Na^+ -ionok;
- b) glükóz; d) Cl^- -ionok.

2. A vizelettel a következő anyagok távoznak:

- a) K^+ -ion; c) kreatin;
- b) NH_3 ; d) H^+ -ion.

II. A vizelet három szakaszban képződik.

a) Sorold fel és határozd meg a három szakaszt.

b) Magyarázd meg mechanizmusukat.

c) Magyarázd meg, miért tekinthető a glomeruláris ultraszűrlet fehérjementes plazmának.

III. 1. Mennyi víz képződik glomeruláris ultraszűréssel egy ébren levő személynél 12 óra alatt?

2. Egy felnőtt személy szívhozama nyugalomban 5,5 l vér/perc. Mennyi vér folyik át 24 óra alatt a két vesén, ha a nyugalmi szívhozam 20–25 %-a halad át a veséken?

3. Milyen betegségben szenved az a személy, akinek a vizeletében vizsgálat során glükózt és albumint mutattak ki?

IV. Hasonlítsuk össze az alábbi táblázat értékeit, és jellemezzük a vesék működését!

Alap alkotóelemek	Plazma ‰	Vizelet ‰
fehérjék	80	0
glükóz	1	0
ásványi sók	6	10
karbamid	0,3	20
húgysav	0,02	0,5
ammónia	0	0,5

E. AZ ANYAGCSERE

Anyagcsere alatt a szervezet és környezete közötti állandó anyag- és energiacserét értjük. Ez három szakaszban megy végbe: emésztési, sejt- és kiválasztó szakaszban.

a) **Az emésztési szakaszban** (a tápcsatornában) a bonyolult összetételű élelmiszerek egyszerű, felszívódásra alkalmas molekulákra bomlanak.

b) **A sejtszakasz** során a sejtekben végbemegy a köztes (szénhidrát, fehérje és zsír) anyagcsere. A sejtek szintjén anabolikus (sejtalkotók vagy tartalék tápanyagok képződnek) és katabolikus reakciók (bomlási folyamatok, melyek során hasznosíthatatlan anyagok képződnek) mennek végbe.

c) **A kiválasztó szakasz** során kiürülnek a hasznosíthatatlan anyagok: a víz, a CO_2 , a nitrátok stb.

♦ A KÖZTES ANYAGCSERE

Átalakítási folyamatok összessége, amelyek során a külső és belső eredetű összetevők végtermékekké alakulnak, amelyek tovább már nem bonthatók.



1. ábra – A szénhidrátok köztes anyagcsereje

A cukrok és zsírok elsősorban energetikai szerepet töltenek be, a fehérjék pedig építőanyagok, és mindezek részt vesznek az enzimek, a nukleinsavak, a hormonok stb. felépítésében, tehát funkcionális szerepük is van.

• A szénhidrátok köztes anyagcsereje* (1. ábra)

A vékonybélben felszívódó szénhidrátok monosacharidok formájában a májba jutnak, ahol a májsejtek metabolizálják őket. A szőlőcukor köztes anyagcsereje a következő folyamatokból áll: szöveti oxidáció, glikogenezis, glükoneogenezis, glikogenolízis, lipogenezis.

a) **Szöveti oxidáció**, melynek két, egymást követő szakasza az anaerob és az aerob glikolízis.

– Anaerob glikolízis: anaerob (levegőtől elzárt, oxigén nélküli) körülmények között megy végbe, végterméke a piroszőlősav (oxigénhiányos – hipoxiás – körülmények között tejsavvá alakul). A szőlőcukor anaerob bontásából származó energia csak 2 ATP-makroerg kötéshez elegendő.

– Aerob glikolízis: aerob körülmények között játszódik, és acetil-koenzim-A kialakulásához vezet, amely a Krebs-ciklusban CO_2 -ra és H_2O -re bomlik, miközben energia szabadul fel. A felszabadult energia 38 ATP-molekula képzését biztosítja (38 makroerg kötés).

1g szőlőcukor oxidációja során 4,1 kcal keletkezik.

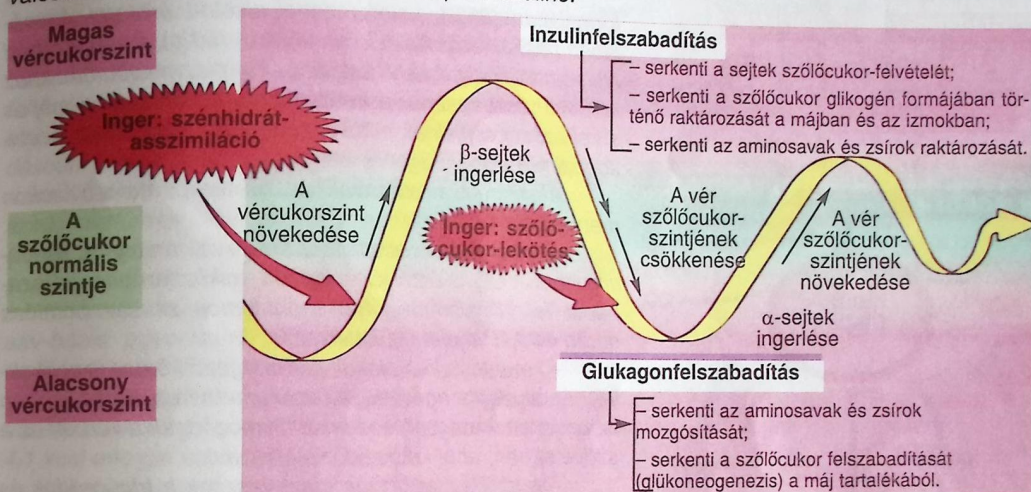
b) **A glikogenezis** (glikogénképződés szőlőcukorból) a májban végbemelő, energiafelhasználással járó folyamat, amelyet sajátos enzimek segítenek.

c) **Glükoneogenezis**: szőlőcukorképzés a köztes anyagcsere nem cukorszerű anyagaiból (ketosav típusú anyagok, tejsav, piroszőlősav, glicerín) sajátos enzimek hatására. Éhezéskor egyedül a glükoneogenezis biztosítja a szervezet szőlőcukor-szükségletét.

d) **Glikogenolízis** (a sejtek glikogénjének lebontása és sajátos enzimekkel szőlőcukorrá való alakítása) a májsejtekben, valamint más sejtekben lejátszódó folyamat.

e) **Lipogenezis** során a szervezet, a főleg szőlőcukor-mennyiséget zsírokká (zsírsavakká, glicerinné, trigliceridekké, koleszterinné) alakítja. Ez képezi az elhízás fő okát.

A szénhidrátok köztes anyagcseréjének szabályozása (2. ábra) idegi és humorális úton valósul meg. Ebben a legfontosabb szerep az inzuliné.



2. ábra – A szénhidrátok köztes anyagcseréjének szabályozása

A vér normális szőlőcukorszintje 90–120 mg/100 ml vér (glikémia). A vércukorszint állandóságát a májban és izmokban lejátszódó mozgósítási és raktározási folyamatok egyensúlya biztosítja, ebben a szervezet szőlőcukor-fogyasztásának és a bélben való felszívódásának (vagy bizonyos körülmények között a kiküszöbölésének) van szerepe. Lényegében két ellentétes folyamat játszódik: a vércukorszint-emelő (hiperglikemizáló) és a vércukorszint-csökkentő (hipoglikemizáló) folyamat.

Vércukorszint-emelő tényezők: a pajzsmirigyhormonok, a glükokortikoidok, az ACTH, a glukagon és az adrenalin. A vércukorszint-csökkentő tényezők közül a legfontosabb szerep az inzulinnak jut.

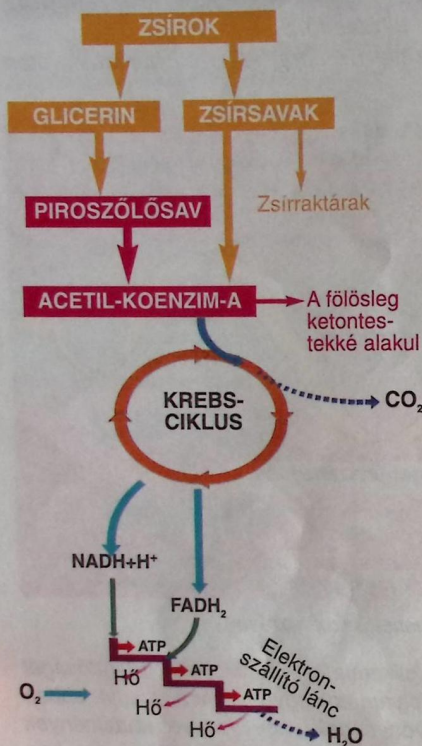
• A zsírok köztes anyagcseréje* (3. ábra)

A zsírok jelenlétét a vérben lipémiának nevezzük, ennek értéke 400–800 mg/100 ml vér. A zsírok közül a szervezet számára a legfontosabbak a trigliceridek vagy semleges zsírok (50–150 mg/100 ml vér), a koleszterin (150–250 mg/100 ml vér), a foszfolipidek vagy foszfatidok (160–260 mg/100 ml vér) és a zsírsavak (100–180 mg/100 ml vér).

Felszívódás után a zsírok eljutnak a zsírszövetbe, a májba és a sejtekbe, ahol energiaszabadító, építő (plasztikus) és tartalékanyag szerepük van.

a) **A trigliceridek** szabad zsírsavakra, monoglicerinre és digliceridekre bomlanak, utólag a vékonybélben újraképződnek. A trigliceridek több mint 80%-a bejut a nyirok-, majd az általános keringésbe, a maradék 20% a kapuérrendszeren keresztül a májba kerül. A vérplazmában a trigliceridek lipoproteinek formájában keringenek. Az általános keringésbe jutott trigliceridek a szövetekben két formában raktározódnak: tartalékzsírokként (amelyek utólag egyes fajlagos enzimek hatására zsírsavakra és glicerinre bomlanak), illetve protoplazmatikus (szerkezeti) zsírokként.

b) **A glicerin** több átalakulási szakaszokon megy át: α-glicerín-foszfát, dihidroxi-aceton-foszfát, glicerín-aldehid-foszfát, amely a maga során háromféle anyagcsere-folyamatban vesz részt:
– piroszőlőssavvá, majd acetyl-koenzim-A-vá alakulva a Krebs-ciklusban CO_2 -ra és H_2O -ra bomlik;



3.* ábra – A zsírok köztes anyagcseréje

meg. Szakaszai kevésbé ismertek.

Két fontos szerepet töltenek be: sejtépítő anyagok (részt vesznek a mitokondriális és a sejthártya felépítésében, biztosítják ezek szelektív permeabilitását) és energetikai anyagok.

e) A **koleszterin** lehet endogén (belső) és exogén (külső) eredetű, és az anyagcsere-folyamatokban átalakulhat:

- epesavakká (a mitokondriumokban lejátszódó enzimatiszus folyamatok révén);
- szteroidhormonokká (több lépésben, amelyekben részt vesz az ACTH, az aszkorbinsav és enzimek);
- D_3 -vitaminná (napfény hatására a bőrben).

A koleszterin zsírsvavakból keletkezik, és ezekkel észtereket alkothat.

A **zsírok köztes anyagcseréjének szabályozása** idegi (hipotalamuszi központok) és endokrin úton valósul meg (a humorális szabályozást az adenohipofízis, a pajzsmirigy, az endokrin hasnyálmirigy, a nemi mirigyek, az epifízis és a mellékvesék biztosítják).

• A **fehérjék köztes anyagcseréje** * (4. ábra)

A szervezet számára a fehérjék a legfontosabb anyagok. Szerepük szerint megkülönböztetünk:

1. **szerkezeti fehérjéket**: minden sejt és szövet jellegzetes szerkezetű fehérjével rendelkezik;

2. **plasztikus vagy növekedési fehérjéket**, amelyek a növekedésben, a fejlődésben és az elhasznált sejt javításában játszanak szerepet;

– visszaalakulhat glicerinné, amelyből újraképződnek a trigliceridek és a foszfolipidek;

– glükóz-1,6-difoszfáttá alakul.

c) A **zsírsvavak** a plazmában előfordulnak trigliceridek formájában (25%), koleszterinnel alkotott észterek formájában (20%), foszfolipidek formájában (50%), illetve szabad állapotban (5%), mely formában a plazmaalbuminokhoz kötődve részt vesznek a keringésben. A zsírsvavak a máj és a zsírszövet sejtjeinek mitokondriumában képződnek acetilkoenzim-A-ból.

A sejtben a zsírsvavak a következő átalakulásokon mennek át:

– lebomlanak acetilkoenzim-A-vá, amely a Krebs-ciklusban CO_2 -ra és H_2O -ra bomlik, miközben energia szabadul fel (1 gramm-mól 6 szénatomos zsírsvav bomlása során 44 ATP-molekula keletkezik);

– ketontestekké alakulnak (mérgező köztes termékek), amelyek az egészséges szervezetben a Krebs-körben lebomlanak, betegség esetén felhalmozódnak a vérben és a szövetekben, ahol ketoacidózist okoznak;

– a szabad zsírsvavak részt vesznek a trigliceridek és foszfolipidek képzésében, és szerepük van a koleszterin észterezésében.

d) A **foszfolipidek** a sejtben képződnek a megemésztett és felszívódott táplálékból, a folyamat energiaszükséglettel jár. Bár foszfolipidek minden szervben képződnek, egyedül a máj az a szerv, amely miután előállította a foszfolipideket, a vérkeringésbe juttatja őket. A foszfolipidek katabolizmusa csak a szövetekben és a szervekben valósul

3. funkcionális fehérjéket, melyek lehetnek enzimfehérjék; hormonfehérjék (kivételt képeznek a koleszterinből előállított hormonok); szállítófehérjék (a hemoglobin a légzési gázok szállítója, az albumin a vérben levő szállító, más fehérjék a sejthártyán át szállítanak anyagokat); mikrobák elleni védekezést biztosító fehérjék (ellenanyagok); a véralvadás fehérjéi (az alvadás vérplazmaanyagai, a protrombin, a fibrinogén, a plazmin); az izom-összehúzásban fontos feladatot betöltő fehérjék (aktin és miozin); fényérzékelő fehérjék (rodopszin és jodopszin); osztóeres vérnyomást szabályozó fehérjék (renin, angiotenzin); a vérképzést ellenőrzők (eritropoetin, kortizol); idegimpulzus továbbítók (kémiai mediátorok); a víz-elektrolit egyensúlyt szabályozók; sav-bázis egyensúlyt biztosítók; a memória és tanulás fehérjéi (idegfehérjék);

4. energiát szolgáltató fehérjék – elégtelen táplálkozáskor egy gramm fehérje lebontása során 4,1 kcal energia szabadul fel.

A tápcsatornában a fehérjék aminosavakra bomlanak, amelyek a bélbolyhokon át szívódnak fel a vérbe, és a májkapuérrendszeren át a májba jutnak. Az aminosavak nagy része (80%-a) a máj-anyagcsere-folyamatok során átalakul, kisebb hányada (20%-a) a nagy vérkörön át a sejtekhez és szövetekhez szállítódik.

Az aminosavak köztes anyagcseréje a következő szakaszokban valósul meg:

a) Transzaminálással új aminosavak képződnek a transzamináz enzim hatására. Ezen az úton azonban nem képződnek esszenciális aminosavak, ezek csak a táplálék útján kerülhetnek be a szervezetbe.

b) A dezaminálás során az aminosavak aminogyököt ($-NH_2$) veszítenek, ketosavakká és ammóniává alakulnak (oxidatív dezaminálás), vagy zsírsavakat és ammóniát alkotnak (reduktív dezaminálás).

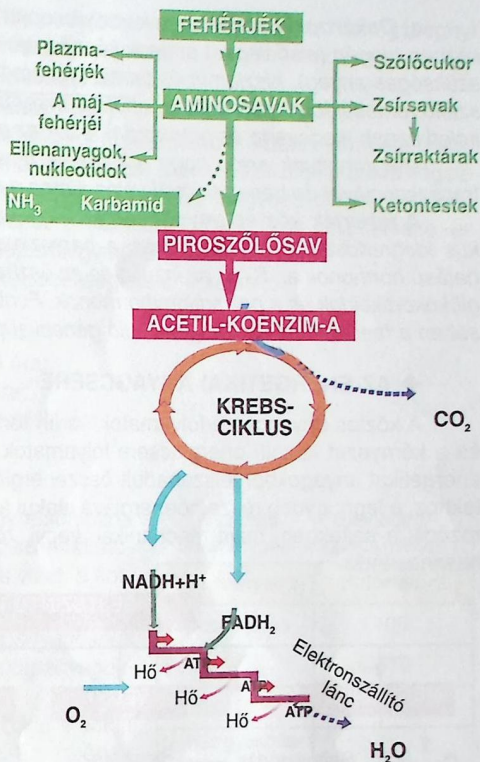
A ketosavak további átalakulásokon mennek át:

- lebomlanak acetil-koenzim-A-vá, és belépnek a Krebs-ciklusba;
- a májban a glikoneogenezis során átalakulnak szénhidrátokká;
- ketontestekké alakulnak (a májban);
- transzaminálással más aminosavakká alakulnak át.

Az ammónia mérgező anyag, amely gyorsan semlegesítődik az alábbi utakon:

- ammóniumsók formájában kiküszöbölődik;
- karbamid formájában a vizelettel ürül ki (a máj urogenetikus szerepe);
- a májban és az idegrendszer szintjén glutaminná alakul (glutaminsavval egyesülve).

Az ammónia nitrogénjének egy része részt vesz a kreatin (a fehérjemetabolizmus terméke) és a kreatinin (ebben a formában küszöbölődik ki a vizeleten át a főleg kreatin a szervezetből) szintézisében.



4*. ábra – A fehérjék köztes anyagcseréje

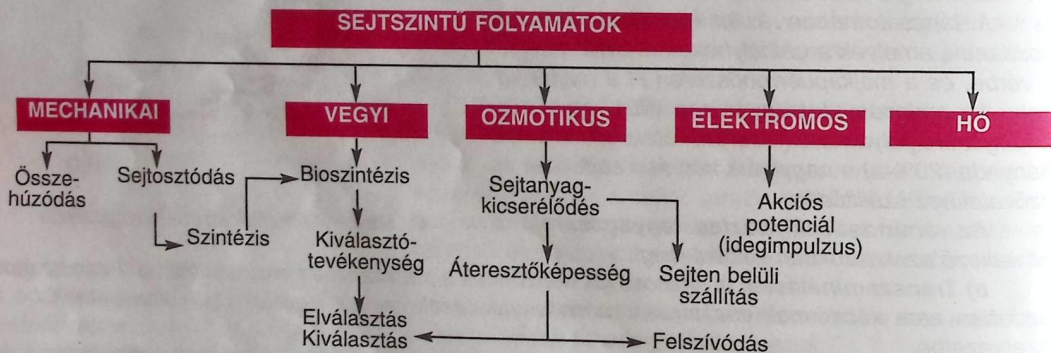
c) Dekarboxilezés, azaz a karboxilcsoport ($-\text{COOH}$) eliminációja az aminosav-molekulából, mi-
közben biogén (elsődleges) aminok képződnek: szerotonin (magasabb rendű idegtevékenységekhez
szükséges anyag), hisztamin és tiamin (vazomotorikus szerepük van). Ez a folyamat a vastagbél le-
szálló remesében valósul meg, ahol az anaerob és rothadást okozó baktériumflóra hatására aminok
keletkeznek (kaderin és putreszcin), ezek az aminok a széklettel küszöbölődnek ki a szervezetből.

Már tanultunk arról, hogy a fehérjék bioszintézise a sejtmag genetikai információja alapján
transzkripcióval és translációval valósul meg a riboszómákban.

A fehérjék köztes anyagcseréjét idegi-humorális mechanizmusok **szabályozzák**. A szimpatikus
idegrendszer a katabolizmust, a paraszimpatikus pedig az anabolizmust serkenti. Anabolikus
hatású hormonok az STH, az inzulin és az ösztrogének+androgének. Katabolikus hatást fejtenek ki a
glükokortikoidok és a pajzsmirigyhormonok. Fontos szerepet játszanak a fehérjeszintézis szabályozá-
sában a feedback révén megvalósuló genetikai mechanizmusok is.

♦ AZ ENERGETIKAI ANYAGCSERE

A köztes anyagcsere-folyamatok során történő összes energiaátalakulás, valamint a szervezet
és a környezet közötti energiacsere-folyamatok összessége az energetikai anyagcserét alkotja. Az
energetikai anyagokból felszabadult összenergiának csak 20–30%-a használandó el az életfolyama-
tokhoz, a legnagyobb része hőenergiává alakul át. Az energia egy másik része ATP-formájában raktá-
rozódik a sejtekben, majd mechanikai, vegyi, ozmotikus, elektromos energia, illetve hő formájában
hasznosítódik.



A szervezetben a lebontásos folyamatok során felszabaduló energia egyenlő a kaloriméterben
elégő energetikai anyagokból származó energiával (1 g zsírból – 9,3 kcal; 1 g fehérjéből – 5,3 kcal;
1g cukorból – 4,1 kcal energia szabadul fel).

Az energetikai anyagcsere erősségi fokát kalóriában fejezik ki (**kalória** = az a hőmennyiség,
amely szükséges ahhoz, hogy 1 gramm víz hőmérséklete 1 $^{\circ}\text{C}$ -kal emelkedjen). A szervezet által
termelt hőenergia értékét közvetlen és közvetett kalorimetriás módszerrel mérik. A közvetlen mérés
abban áll, hogy kaloriméterrel meghatározzák a termelt hőmennyiséget. A közvetett kalóriamérés
esetében megméri a szervezet időegység alatti O_2 fogyasztását és CO_2 leadását, azaz
meghatározzák a **légzési hányadost** (LH). Ha a légzési hányados 0,7-tel egyenlő, akkor zsírok
oxidálódtak; ha 0,8-cal, akkor fehérjék; ha pedig a hányados értéke 1, akkor cukrok bomlottak le.

Közvetett kalorimetriás módszerrel (spirométer segítségével) meghatározható az **alapanyag-
csere** (AA), vagyis az a legkisebb energiafogyasztás (állandó hőmérsékleten fizikai, vegyi, táplál-
kozási nyugalomban mért érték), amely a szervezet életműködéseinek fenntartásához szükséges egy
bizonyos idő alatt.

Az óránkénti alapanyagcserét a testfelszín m²-ben kifejezett nagyságára (tehát az egységnyi testfelszínre) vonatkoztatva a következő képlet szerint számíthatjuk ki:

$$AA = \frac{\text{Összkalóriaérték}}{\text{Testfelszín (m}^2\text{)}}$$

Az alapanyagcsere értékeit befolyásoló tényezők: életkor (fokozottabb a fiataloknál), nem (fokozottabb a férfiaknál), aktivitás (fokozottabb a sportolóknál és azoknál, akik nehéz fizikai munkát végeznek), a táplálékfelvétel (alacsonyabb a vegetáriánusoknál), hőmérséklet (nagyobb a hideg égővön élőknél, mint a trópusokon élőknél), egészségi állapot (fokozottabb a hipofízis, mellékvese és pajzsmirigy túlműködésekor, alacsonyabb elégtelen pajzsmirigyműködéskor).

A különböző foglalkozású emberek átlagos energiaszükséglete a következő:

- a) nyugalomban – 2500 kcal/24 óra;
- b) könnyű fizikai munka esetén – 3000 kcal/24 óra;
- c) közepes fizikai munka esetén – 3500 kcal/24 óra;
- d) nehéz fizikai munka esetén – 4000 kcal/24 óra;
- e) nagyon nehéz fizikai munka esetén – 5000 kcal/24 óra.

♦ A TÁPANYAGOK

Az ember napi energiaszükségletét a kiegyensúlyozott táplálkozás biztosítja. A tápláléknak tartalmaznia kell: szénhidrátokat, zsírokat, fehérjéket, ásványi sókat, vitaminokat és vizet, a korak és az elvégzett munkának megfelelően (1. táblázat).

A szénhidrátokat, zsírokat és fehérjéket *makrotápanyagoknak* nevezzük, az ásványi anyagokat és vitaminokat *mikrotápanyagoknak*.

Egy normális testsúlyú és közepes erősségű fizikai munkát végző egyén kalória szükséglete 30 kcal/kg testsúly. Ez az érték változik: a nem, a kor, az elvégzett fizikai munka, a környezet hőmérséklete és az egyén egészségi állapotának függvényébe. A napi elfogyasztott tápláléknak biztosítania kell az alapanyagcseréhez szükséges energiamennyiséget (2/3), a tápanyagok anyagcseréjéhez szükséges energiamennyiséget (0–10%) és a fizikai tevékenységek energiaszükségeit (az alapanyagcsere többszöröse).

A napi kalóriaszükségletet 50–55%-ban cukrok, 30%-ban zsírok (a napi zsíradag 1/3 része telített zsírsav, 1/3 része egyszerű telítetlen zsírsav, 1/3 része összetett telítetlen zsírsav, pl. koleszterin) és 10–15%-ban fehérjék fedezik. A 100%-ig fennmaradt kalóriaszükségletet a mikrotápanyagok pótolják.

1. táblázat – A különböző tevékenységek kalóriaigénye

Tevékenység	Kalória/óra
Lépcsőn járás	1 100
Futás	570
Úszás	500
Nehéz gyakorlatok	450
Sétálás	200
Pihenés	100

• Egészséges felnőtt szervezet napi mikrotápanyag szükséglete

- Makro- és mikroelemek: kalcium 800–1200 mg; foszfor 800–1200 mg; magnézium 270–400 mg; férfiaknál (F), 280–300 mg nőknél (N); vas 10–12 mg (F), 10–15 mg (N); cink 15 mg (F), 12 mg (N); jód 150 µg; szelén kb. 50 µg; réz 1,5–3 mg; mangán 2–5 mg; króm 50–100 µg; molibdén 75–250 µg.
- Zsírban oldódó vitaminok: A-vitamin 1000 µg (F) és 800 µg (N); D-vitamin 5–10 µg; E-vitamin 10 mg (F) és 8 mg (N); K-vitamin 45–80 µg (F) és 45–65 µg (N).
- Vízben oldódó vitaminok: C-vitamin 50–60 mg; tiamin (B₁-vitamin) 1–1,5 mg; niacin (B₃-vitamin) 15–20 mg (F) és 13–15 mg (N); B₆-vitamin 1,4–2 mg (F) és 1,4–1,6 mg (N); B₁₂-vitamin 2 µg; biotin 50–100 µg; pantoténsav 4–7 mg.

• A napi vízszükséglet

Nyugalomban levő felnőtt szervezet 1 kcal-nyi energiafogyasztáshoz 1 ml vizet használ. Az elvégzett munka intenzitásától függően 1,5 ml-re nőhet ez a vízszükséglet. A dehidratáció elkerülése érdekében a vízbevitelnek fedeznie kell a napi vízvesztéséget (50–100 ml széklettel távozik, 500–1000 ml verejtékkel és légzés útján távozik, 1000 ml vagy több vizelet révén távozik). Az időseknek, terheseknek, szoptatók kismamáknak kb. 1000 ml-rel nagyobb a vízszükségletük naponta.

• Az ételmisszeradag és az étrend

Alapelvek:

- A napi szükségleteknek megfelelő mennyiségű tápanyagbevitel.
- A kalóriaszükséglet meghatározása az alapanyagcsere és a napi tevékenység függvényében.
- Az Egészségügyi Világszervezet által meghatározott táplálkozási célkitűzések betartása az étrend összeállításánál (ez a szervezet meghatározta azt minimális tápanyagszükségletet, amely szükséges az alultápláltság elkerülése érdekében, valamint azt a maximális tápanyagszükségletet, amely még nem káros és nem vált ki krónikus betegségeket). A napi energiamennyiségből (E/nap) 15–30% zsír, 0–10% telített zsírsav, 3–7% összetett telítetlen zsírsav, 0–300 mg táplálékból származó koleszterin; 55–75% szénhidrát, 51–75%-a komplex szénhidrátok, 27–40 g/nap rostos táplálék, 0–10%-a finomított édesség; 10–15%-a fehérje; 0–6 g/nap só.

Az étrendet minőségi és mennyiségi szempontokat figyelembe véve állítjuk össze (táplálkozási piramis) (5. ábra).

5. ábra – Táplálkozási piramis és a napi ételmisszer-fogyasztás



Kenyér, gabona, rizs, tésztafélék, kukoricakása: 6–11 adag / nap.

• 1 adag = 1 szelet kenyér, 1/2 csésze gabona, rizs vagy főtt tésztafélék, 1 keksz.

Zöldség, répafélék, burgonya: 3–5 adag / nap.

• 1 adag = 1/2 csésze friss vagy főtt zöldség, 1 csésze főtt zöldséglevél, 1/2 csésze főzelékféle, 3/4 csésze paradicsomlé, 1 közepes burgonya.

Gyümölcs: 2–4 adag / nap.

• 1 adag = 1 közepes gyümölcs (alma, banán, narancs), 1/2 grapefruit, 3/4 csésze gyümölcslé, 1/2 csésze cseresznye, 1 közepes dinnyeszelet, 1 közepes szőlőfürt.

Hús, hal, szemes bab, tojás és olajos gyümölcsök: 2–3 adag / nap.

• 1 adag = 100 g főtt hús, 1 tojás, 1/2 csésze főtt, száraz zöldség.

Tej, joghurt, túró: 2–3 adag / nap.

• 1 adag = 1 csésze tej vagy joghurt, 1/2 csésze tehéntúró, 50 g telemea.

Zsír, olaj és édesség: ritkán és kevés fogyasztható.

• 1 adag = 1 kiskanál olaj, margarin, vaj, cukor.

Kcal	1600	2000	2800
Kenyér, gabona, rizs, tésztaféle (adag)	6 adag	9 adag	11 adag
Zöldség, főzelékfélék, burgonya (adag)	3 adag	4 adag	5 adag
Gyümölcs (adag)	2 adag	3 adag	5 adag
Tej, joghurt, túró (adag)	2–3 adag	2–3 adag	2–3 adag
Hús, hal, szemes bab, tojás, olajos gyümölcsök (adag)	2 adag	3,5 adag	3 adag
Zsírok (adag)	53 adag	73 adag	93 adag
Cukrok (adag)	6 adag	12 adag	18 adag

• 1600 kcal – ülő életmódot folytató hölgyek, idős emberek;

• 2000 kcal – gyermekek, fiatal lányok, aktív hölgyek, ülő életmódot folytató férfiak;

• 2800 kcal – fiatal fiúk, aktív férfiak.

Az egészséges táplálkozás érdekében ajánlatos, hogy az étrend 3 főfogásból és 2–3 uzsonnából álljon. Ne maradjon el a reggeli! Étkezések között ne nassoljunk! Éjszaka ne étkezzünk! Lassan együnk, és az ennivalót rájuk meg jól! Ne fogyasszunk vizet étkezés közben! Étkezés közben a hangulat legyen kellemes és nyugodt.

♦ A VITAMINOK*

A táplálék-fejadagban a biokatalizátor szerepet betöltő vitaminok kötelező módon jelen kell hogy legyenek. Nem töltönek be építőanyag vagy energetikai szerepet, de katalizáló funkciójuk révén elengedhetetlenül fontosak az élettani folyamatok megvalósításában. Fizikai-kémiai tulajdonságaik alapján a vitaminok lehetnek vízben oldódók (a B-vitamin-csoport, a C-, a PP- és a P-vitaminok), illetve zsírban oldódók (A-, D-, E-, K-vitamin).

VITAMIN NEVE	FORRÁSAI	FOLYAMATOK, AMELYEKBE KÖZREJÁTSZIK	AVITAMINOZIS (VITAMINHÁNY)
A	sárgarépa, paprika, borsó, őszibarack, tejtermékek, tojás	– a szervezet növekedése – a hámszövetek és idegszövet működése – látás	– xerofthalmia – éjszakai látás zavarai (hemeralopia)
B ₁	sörélesztő	– a cukrok köztes anyagcseréje – az idegsejtek működése	– beriberi – polyneuritis – szívrendellenességek
B ₂ , B ₆	tejtermékek, aminosav anyagcseréje, bélfőra	– szövetlégzés – növekedés és látás – vérképzés	– májműködés-zavarok – ideg-izom működési zavarok
B ₁₂	máj	– vérszegénység gyógyítása – RNS, aminosavak, fehérjék képzésének serkentése	– vérszegénység – növekedési és fejlődési zavarok
C	paprika, kökény, citrusfélék, kaporlevél, petrezselyem, máj, vese, agyvelő	– oxidoredukciós és enzimátikus folyamatok	– skorbut – légzési zavarok
D	sörélesztő, tej, halolaj; az állati szervezetekben képződnek UV-sugárzás hatására	– kalcium- és foszfát-anyagcseréje – a csontszövet megszilárdulása (Ca-mal való telítettség)	– angolkór – görcsös izomösszehúzóds – betegségekkel szembeni érzékenység
E	csírázó magvak, zeller, alma, vadrózsabogyó, olaj, hús, tojás, máj	– sejtszítódás – fertőzésekkel szembeni ellenállóképesség	– meddőség – idegsérülések
F	csak növényi sejtekben	– a zsírok és a koleszterin anyagcseréje – a kültakaró képződése	– menstruációs ciklus zavarai – migrén – ekcéma
K	bélfőra, káposzta, spenót, kukoricaolaj, napraforgóolaj	– protrombinképződés – véralvadás	– vérzések
PP	gombák, búza, sárgarépa, citrusfélék, máj, hal	– légzési koenzim – cukrok, zsírok, fehérjék köztes anyagcseréje, energetikai anyagcsere – környéki keringés (hajszáleres)	– pellagra (dementia, hasmenés, bőrelváltozások)

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg az egyetlen helyes választ!

1. Fehérjeanabolizáló hatású:

- a) az STH;
- b) a tiroxin;
- c) az inzulin;
- d) a kortizol.

2. A májban képződnek:

- a) a ketontestek;
- b) a keratin;
- c) a glutamin;
- d) a szerotonin.

3. A glikogenezis:

- a) a májsejtekben megy végbe;
- b) az inzulin serkenti;
- c) az izmokban megy végbe;
- d) a glukagon serkenti.

II. Társítsd a két oszlopban levő fogalmakat!

A) 1. inzulin

a) serkenti a fehérjeszintézist

2. glükokortikoidok

b) serkenti a zsírok katabolizmusát

3. STH

c) serkenti a fehérjék katabolizmusát

4. tiroxin

d) serkenti a zsírok szintézisét

5. katekolaminok

B) 1. ketosavak

a) az epesók alkotórészei

2. koleszterin

b) ketontestek szintéziséhez szükséges

3. zsírsav

c) a szőlőcukor szintéziséhez szükséges

4. tejsav

d) piroszőlősvéből képződik oxigén hiányában

III. 1. Számítsd ki, hány kilokalóriára van szükség egy ATP-kötés szintéziséhez 1 mól glükóz oxidációjakor, tudva azt, hogy 1 g glükóz oxidációjakor 4,1 kcal szabadul fel!

2. Egy diák napi étel-miszeradagja 400 g szénhidrátot, 75 g fehérjét és 60 g zsírt tartalmaz. Számítsd ki az étel-miszeradag kalóriaértékét, tudva azt, hogy: 1g szőlőcukor 4,1 kcal, 1g zsír 9,3 kcal és 1g fehérje 4,1 kcal értékű!

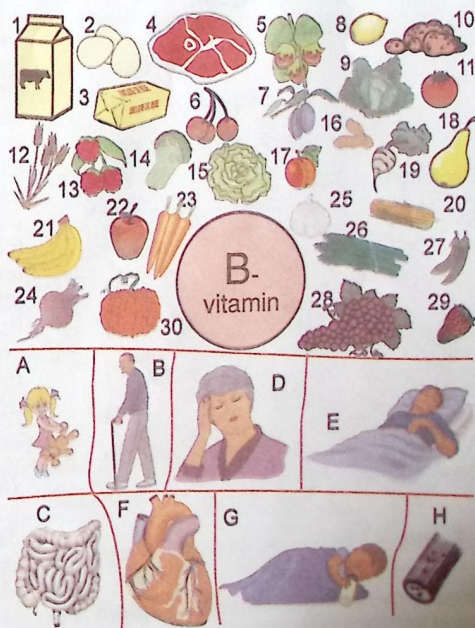
IV. Éhezéskor a szervezet szénhidrátszükségletét glukoneogenezis révén biztosítja:

- a) határozd meg a glukoneogenezis fogalmát;
- b) sorold fel azokat a köztes anyagcsere-termékeket, amelyek nem cukortartalmú szerves anyagokból képződnek;
- c) sorold fel azokat a hormonokat, amelyek gátolják ezt a folyamatot.

V. Írj dolgozatot az „Energetikai anyagcsere” címmel. Vedd figyelembe a következő vázlatot:

- a) meghatározás;
- b) sorold fel a módszereket, amelyek révén meghatározható az energetikai anyagcsere;
- c) légzési hányados.

VI*. Az alábbi képen számokkal jelöltük a B-vitamincsaládot tartalmazó élelmiszereket (1-től 29-ig), betűkkel pedig (A-tól H-ig) a vitaminhiány okozta rendellenességeket. Nevezd meg az élelmiszereket, és sorold fel más élelmiszereket is, amelyek tartalmazzák a B-vitamincsaládot. Sorold fel más vitaminhiány okozta rendellenességet is!



II.3. SZAPORODÁSI ÉLETMŰKÖDÉS

A szaporodás az élőlények alapvető sajátossága. Az ivaros szaporodás két, különböző nemű egyed részvételével valósul meg, és kötelezően magában foglalja a megtermékenyítést, amely a női jellegű ivarsejt (petesejt) és a hímjellegű (spermium) ivarsejt egybeolvadásából áll. Az embernél a megtermékenyített petesejt beágyazódik a méh nyálkahártyájába, ahol embrióvá fejlődik, magzattá alakul, és végül a szülés során kilökődik.

A. A SZAPORÍTÓRENDSZER

♦ A NŐI SZAPORÍTÓRENDSZER (1. ábra)

• A **petefészek** (2. ábra) termeli a női jellegű csírasejteket vagy petesejteket. Felületét fedőhám borítja. Felépítésében két rész különül el:

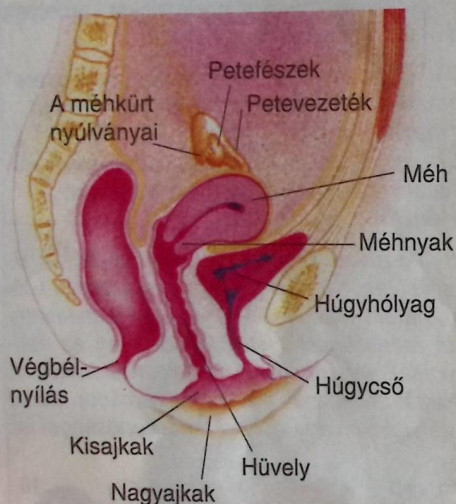
– a **velőállomány**, mely központi elhelyezkedésű; véreerekkel, nyirokerekekkel és idegekkel átszőtt lazarusztos kötőszövet alkotja;

– a **kéregállomány**, mely kívül helyezkedik el, és különböző fejlődési állapotú (elsődleges, telt, üreges és érett) tüszőkből áll. Születéskor mindkét petefészekben 400 000 elsődleges tüsző található. A tüszők legnagyobb része elpusztul, a termékeny szakaszban csupán 300–400 tüsző ér meg és termel petesejtet. A petefészekciklus magában foglalja a tüszők fejlődésének minden szakaszát. A ciklus során az elsődleges tüszők másodlagosakká alakulnak, majd Graaf-féle (üreges) tüszökké. A tüszőüreg addig növekszik, amíg a tüsző hártája kitüremkedik a petefészekből, felszakad, és szabaddá teszi a petesejtet (másodlagos ovocytát vagy oocytát állapotban). Ezt a folyamatot **ovulációnak** vagy **tüszőrepedésnek** nevezzük. A tüsző átalakul sárgatestté, amely progeszteront és ösztrogéneket termel. Ha a petesejt nem termékenyül meg, a sárgatest kb. 10 nap alatt visszafejődik. Ha a petesejt megtermékenyül, a sárgatest fennmarad, és a terhesség első harmadában élénk endokrin tevékenységet folytat. A tüszőrepedés során kilökődött petesejtet felfogják a **méhkürt nyúlványai** (izmos-hártyás képletek, amelyek szintjén végbemegy a megtermékenyítés) és a **méh** felé vezetik. A méh a húgyhólyag és végbél között elhelyezkedő üreges páratlan szerv. Alsó részéhez – a méhnyakhoz – rögzül a hüvely, amely egy izmos kötőszöveti képlet, a női párzószer.

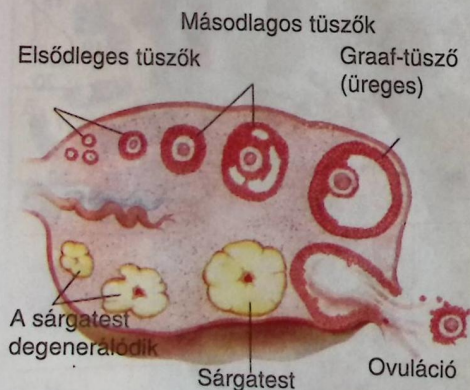
A petefészek által betöltött funkciók:

1. **Ovogenezis*** (3. ábra) vagy női csírasejt-(petesejt-)képzés.

Az ovogóniumok vagy őspetesejtek (diploid őscsírasejtek) mitotikusan osztódnak, és **elsődleges diploid ovocitákat** hoznak létre. A tüszőérés idején játszódik le a meiózis számfelező szakasza, ennek eredményeként **másodlagos haploid ovociták** képződnek, amelyek kilökődnek a méhkürtbe egy osztódási fordulójában tovább osztódik, létrejön a preovocytá (haploid) és a második sarki test.



1. ábra – Női szaporítórendszer



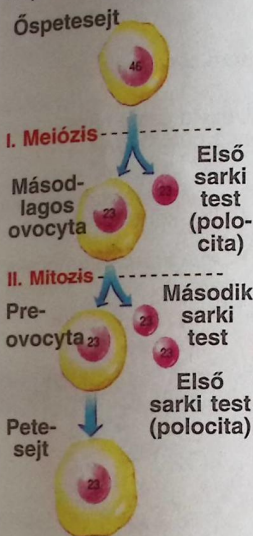
2. ábra – A petefészek és tüszők szerkezete

eredményeként **másodlagos haploid ovociták** képződnek, amelyek kilökődnek a méhkürtbe egy osztódási fordulójában tovább osztódik, létrejön a preovocytá (haploid) és a második sarki test.

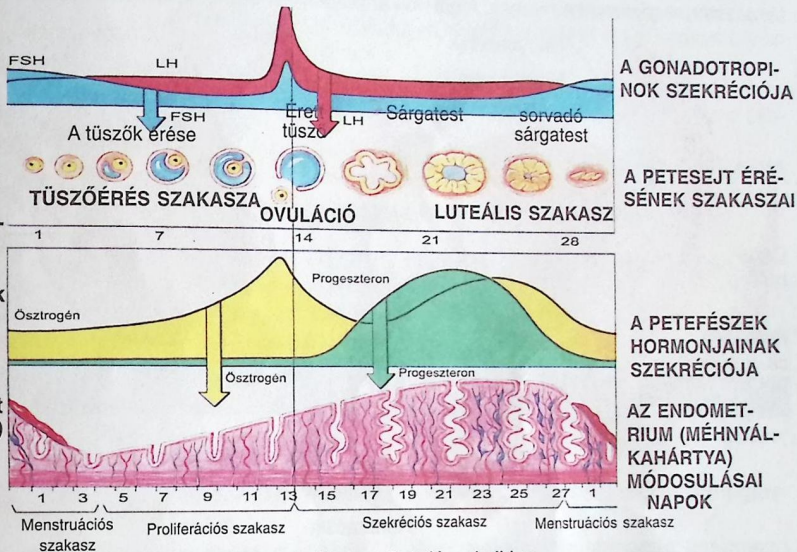
hasalószerű bimbó női nemi szerv (garbó) képződése közt
 1. **számláló** sejtosztódással (meiózis) képződik
 2. **mindet** a fejlődéséhez az agyalapi hormonok
 A preovocita megtermékenyítésre alkalmas **petesejt**é válik.

2. A **petefészekhormonok (ösztrogének és progeszteron)** a tüszők, a sárgatest és a méhlepény (a terhesség idején) működésének eredménye. Kis mennyiségben a mellékvese kéregállománya és a herék is termelnek ösztrogéneket és progeszteront.

A petefészekhormonok hatására a méh nyálkahártyája ciklikus változásokat szenved (28 naponként). Ez a menstruációs ciklus.



3. ábra – Ovogenezis



4. ábra – Petefészekciklus

A petefészekciklus (4. ábra) a következő szakaszokat foglalja magába:

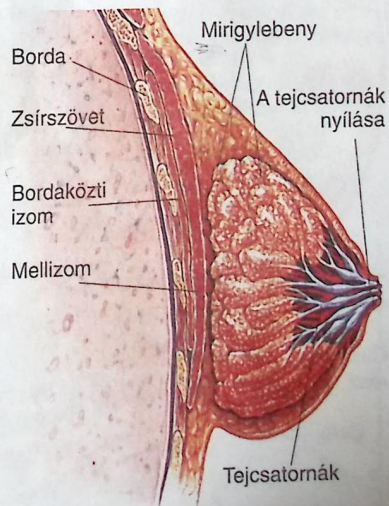
- menstruációs szakasz (az első és az ötödik nap között), amelyben a petefészekhormonok alacsony szintje kiváltja a méh felszíni nyálkahártyájának a szétesését, és az itt levő hajszálerek felszakadását; a méh nyálkahártyájának elpusztult felszíni rétege a meg nem termékenyült petesejttel együtt, vérzés kíséretében, a hüvelyen keresztül kiürül;

- proliferációs (újraképződési) szakasz (a 6. és a 13. nap között), amelyben az ösztrogének hatására a méh nyálkahártyája (endometrium) megvastagszik, mirigyeket és vérereket fejleszt (sarjadzás);

- ovuláció – tüszőrepedés, mely a 14. napon következik be;

- szekréciós szakasz (a 15. naptól a 28. napig), melyben a progeszteron hatására a méhnyálkahártya kétszeresére vastagodik, és az embrió befogadásához sűrű váladékot termel; ha a megtermékenyítés nem következett be, a sárgatest szétesik, csökken a hormonszint, és bekövetkezik a menstruáció.

- **Az emlőmirigyek** a női nemi készülék járulékos mirigyei, csöves-bogyós mirigyek, egyenként 12–24 lebenyből állnak, amelyeknek kivezetőcsövei, a tejcsatornák, a mellbimbón nyílnak.

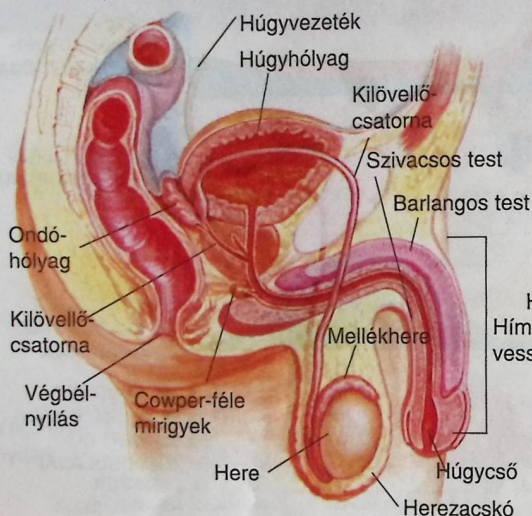


5. ábra – Emlőmirigyek

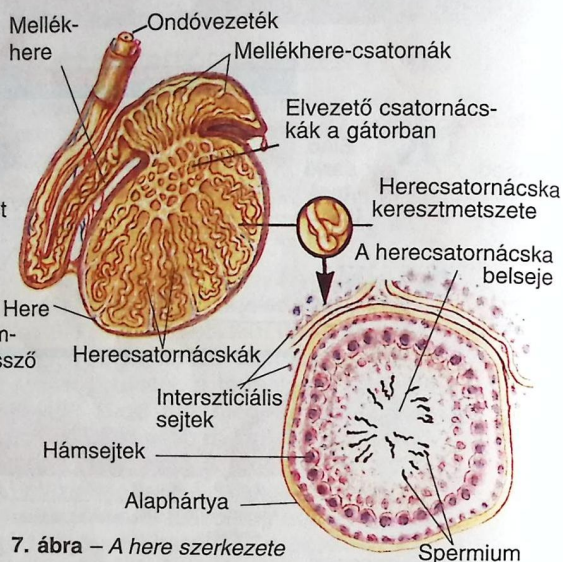
♦ A FÉRFI SZAPORÍTÓRENDSZER (6. ábra)

A hím szaporítórendszert a herék, a kivetetőcsatornák, a járulékos mirigyek és a párószerv (hímvesző) alkotják.

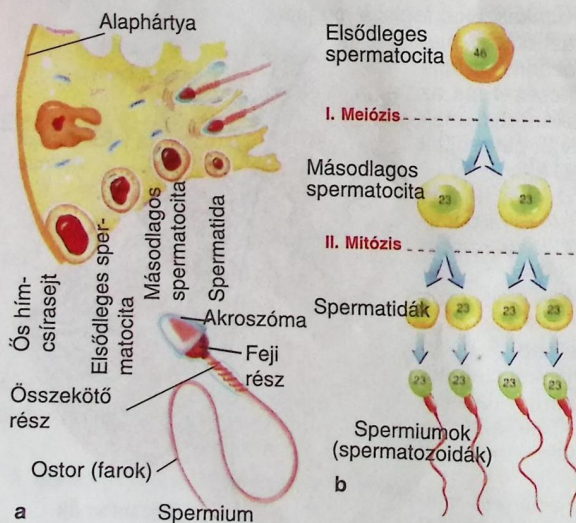
• A **herét** (7. ábra) kötőszövetes fehér tok, a **tunica albuginea** borítja, amelyből a here belsejébe kötőszöveti sővények hatolnak be, és a herét 200–300 lebenykére tagolják. A tok a here felső felén rostos megvastagodást hoz létre, amelyet **gátonak** neveznek. A gáton áthaladnak a vérerek, a kiválasztócsatornák és az idegek.



6. ábra – A hím szaporítórendszer



7. ábra – A here szerkezete



8. a, b. ábra – Spermatogenezis

A herelebenykében 1–4 kanyarulatos herecsatornácska található, amelyekben hím-csírsejtek (spermiumok) képződnek. A kanyarulatok közötti intersticiális kötőszövetben véredények, idegek és hím nemi hormonokat termelő **Leydig-féle sejtek** találhatók.

A kanyarulatos herecsatornácska több rétegben elhelyezkedő hím csírsejteket termelő sejtekből és a közöttük elhelyezkedő támasztósejtekből épül fel. Egy herelebenyke csatornácskái egy közös vagy **egyes gyűjtőcsatornába** egyesülnek. Az egyes csatornák szabálytalan csatornahálózatban folytatódnak, majd 10–12 elvezető csatornába összehúzódva, a mellékhere felé irányulnak (ahol az érett spermiumok tárolódnak); a mellékhere csatornahálózata az **ondóvezetékben** folytatódik, amely egyesül az **ondóhólyag kiválasztó csatornával**, és a **kilövellőcsatornát** képezi, amely áthalad a **dűlmirigyen** (prosztata) és a **húgycsőbe** torkollik. Az ondóhólyag által termelt folyadék a spermiumok táplálására szolgál.

A here funkciói:

1. Spermatogenezis* (8. a és b ábra): a hím ivarsejtek vagy spermiumok termelése.

A here kanyarulatot csatornákáinak alaplemezen hím csírasejtképző őssejtek vagy **spermatogóni-umok** találhatók, teljes diploid kromoszómakészlettel. Az őssejtek mitotikus (szám- tartó) osztódással diploid **elsődleges spermatocitákat** hoznak létre. Miután érette válnak, az elsődleges spermatociták meiotikus (szám- felező) sejtosztódás révén haploid **másodlagos spermatocitákká** alakulnak. Ez utóbbiak mitotikusan osztódva **spermatidákat** hoznak létre, amelyek kromoszómaszáma továbbra is haploid (fele a teljes kromoszómakészlet- nek). A spermatidák **spermiumokká** (hím ivarsejteké) alakulnak.

A spermium fejből, összekötő részből és farkból (ostorból) áll. Előlső részén egy hegyes testecske, az akroszóma található, amely enzimetartalmánál fogva lehetővé teszi, hogy a megtermékenyítés során a hím- csírasejt behatoljon a petesejtbe.

A spermium összekötő része glikogént tartalmaz, ami biztosítja a spermium mozgásához szükséges energiát. Az ostor lehetővé teszi a spermium mozgását.

2. Hím nemi hormonok termelése: az interszticiális Leydig-sejtek tesztoszteront termelnek.

Járulékos mirigyek:

a) az ondóhólyag a spermatozoidák (spermiumok) szállítását és táplálását biztosító folyadékot termeli;

b) a dűlmirigy csöves-bogyós mirigy, tejszerű folyadékot termel, mely az ondó alkotóeleme.

A hímvesszőt a két barlangos test és a húgycsövet körülvevő szivacsos test alkotja.

A Cowper-féle mirigyek a húgycsőbe nyílnak, és váladékuk az ondót alkotja.

B. A MEGTERMÉKENYÍTÉS, A TERHESSÉG ÉS A SZÜLÉS

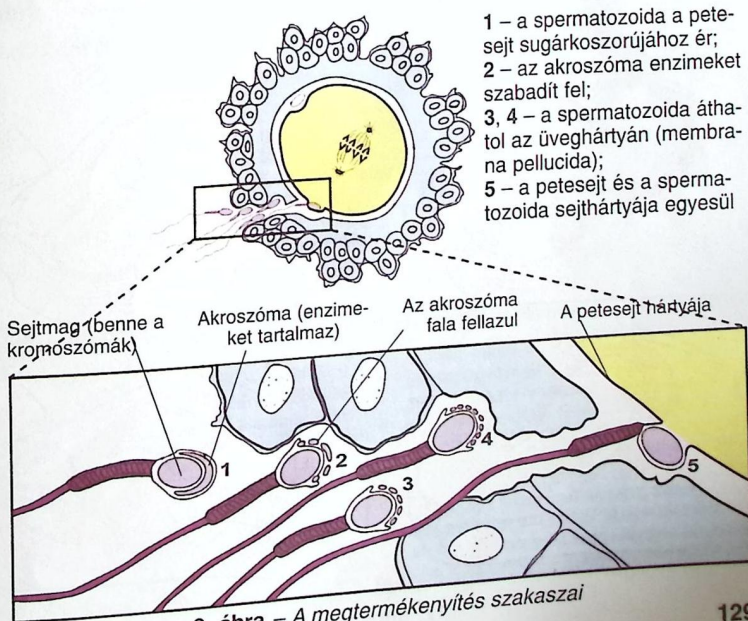
◆ A MEGTERMÉKENYÍTÉS (FEKUNDÁCIÓ)

A fajfennmaradást a szaporodás életjelensége biztosítja. A két ivarsejt egyesülésekor, a **megter- mékenyítést** követően, új élet veszi kezdetét.

A megtermékenyítés a szexuális aktussal kezdődik. A több millió spermatozoidát tartalmazó ondó a hüvelybe kerül. A spermatozoidák pozitív kemotaxis révén áthaladnak a méhen, és a méhkürt- be kerülnek, ahol találko- znak a petesejttel. A több millió spermatozoida közül csak egy hatol be a pete- sejtbe, és ez biztosítja a megtermékenyítést (9. áb- ra). A két ivarsejt sejtmagja egyesül (tulajdonképpen megtermékenyítés, amfi- mixis). A két sejtmag egye- sülését követően helyreáll a fajra jellemző kromoszó- maszám (46), és meghatá- rozódik a születendő gyer- mek neme.

A megtermékenyí- tést követően a megtermé- kenyített pete a méhbe to- vábbítódik, ahol megtörté- nik a nidáció (beágyazó- dás a méhbe).

A megtermékenyí- tést követően a megtermé- kenyített pete a méhbe to- vábbítódik, ahol megtörté- nik a nidáció (beágyazó- dás a méhbe).



9. ábra – A megtermékenyítés szakaszai

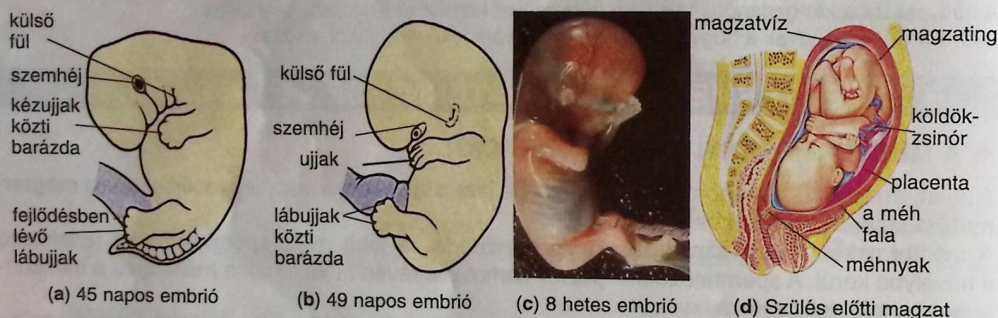
♦ A TERHESSÉG ÉS A SZÜLÉS

A megtermékenyítést követően a **zigóta** (megtermékenyített petesejt) osztódni kezd, és megkezdődik útját a méh ürege felé, amely körülbelül három napig tart. Még három napig barázdálódik, majd a fekdációt követő tizedik napon megtörténik a pete beágyazódása (10. ábra) az endometriumba (miközben hólyagcsírává – blasztocisztává – alakul). A beágyazódást (nidációt) követően embrióról beszélünk. Az embrió fejlődése során funkcionális kapcsolatot létesít az anya szervezetével a magzatburkok révén: a magzating (amnion), a húgytömlő (allantois), a köldökzsinór, a méhlepény (placenta).

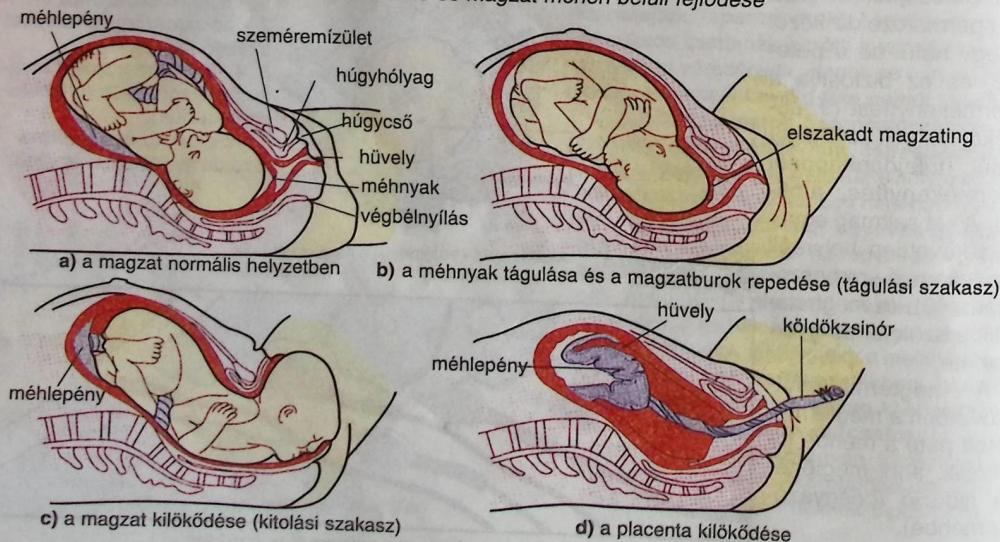
A harmadik embrionális hónap után **magzatról** beszélünk. A méhen belüli fejlődés ideje 9 hónap. Ezt az időszakot nevezzük **terhességnek**. A magzat bonyolult átalakulásokon megy át a terhesség során, miközben változik a mérete, súlya és a szervek, szervrendszerek fejlettségi foka (11. a, b, c, d. ábrák). Egy normális terhesség 9 hónapig, azaz 280 napig tart (az utolsó menstruációs ciklus első napjától számítva). **Szülés** során a magzat kilökődik a méhből (12. ábra).



10. ábra – Beágyazódás



11. ábra – Az embrió és magzat méhen belüli fejlődése



12. ábra – A természetes szülés szakaszai

C. A SZAPORODÁS EGÉSZSÉGTANA

Az Egészségügyi Világszervezet a szaporodás egészségét testi, szellemi és szociális egészségi állapotként határozza meg, amely a szaporítórendszerhez és működéséhez kötődik. Ez feltételezi azt, hogy az emberek képesek normális, kockázatmentes szexuális életvitelre, és szabadon dönteni a szaporodás időpontjáról. Mindez szükségessé teszi a párok szexuális felvilágosítását, azt, hogy ismerjék és alkalmazzák a legmegfelelőbb (biztos, hatékony és olcsó) családtervezési (family-planning) módszert, valamint más módszert is, aminek a megtermékenyítés szabályozásában van szerepe. Ugyanakkor szükségessé válik a rendszeres és minőségi orvosi felügyelet, ami biztosítja, hogy a nő biztonságban vállalni tudja a terhességet és a szülést, annak érdekében, hogy egészséges gyermekei legyenek.

♦ FOGAMZÁSGÁTLÁS

A helyesen alkalmazott fogamzásgátló módszerek lehetővé teszik a nem kívánt terhesség megakadályozását, valamint a nemi úton terjedő betegségek elkerülését.

Több fogamzásgátló módszer létezik: hormonális, mechanikai, sürgősségi, természetes és sebészi beavatkozással.

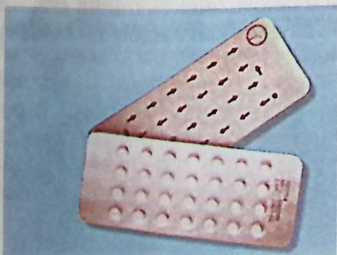
• Szájon át szedhető hormonhatúsú fogamzásgátló tabletták

1. Kombinált fogamzásgátló tabletta

- az ösztrogén és a progeszteron különböző arányú keverékét tartalmazza;
- hatékonysága 98–99%;
- megakadályozza az ovulációt (a tüszőrepedést), megváltoztatja az endometrium szerkezetét, csökkentve a beágyazódás lehetőségét;
- megvastagítja a méhnyak nyákját, amely megakadályozza az ondósejtek behatolását;
- lassítja az ondósejtek előre haladását a méhkürt felé.

2. Monohormonális tabletta

- csak progeszteront tartalmaz;
- hatékonysága 95-98%;
- megvastagítja a méhnyak nyákját, amely megakadályozza az ondósejtek behatolását;
- megakadályozhatja az ovulációt is.



• Injekciós fogamzásgátlók

- hormontartalmú befecskendezhető termékek;
- vastagítja a méhnyak nyákját, és gátolja az ovulációt



• Bőr alá történő beültetések – Norplant

- progeszteront tartalmazó fogamzásgátló kapszula, amelyet a felkar felső felének belső részébe a bőr alá ültetnek;
- 5 évig fejtik ki hatásukat;
- bármikor eltávolítható;
- az eltávolítás után az érintett rögtön termékeny.

• Mechanikai fogamzásgátlás

1. Gumióvszer

- gumiból készült sapka, amely a merev állapotú hímvesszőre húznak közösülés előtt;
- hatékonysága 85–98%;

– megakadályozza az ondósejt behatolását a női nemi szervekbe.



2. Pesszárium (diafragma)

- gumiból készült sapka, amelyet közösülés előtt a hüvelybe helyeznek, és lezárja a méhszájat;
- hatékonysága 85%;
- megakadályozza az ondósejt behatolását a méhbe.



3. Spermicidek

- hüvelybe helyezhető vegyi anyagok: tabletta, hab, krém, zselé, kúp, hárttyák;
- hatékonyságuk 75–80%;
- elpusztítják az ondósejteket vagy lelassítják a mozgásukat, megakadályozva a megtermékenyítést.



4. Spirál

- két rugalmas szálacskát tartalmazó szerkezet, amelyet a méhbe helyeznek;
- hatékonysága 97–99%;
- megakadályozza a megtermékenyítést és a petesejt beágyazódását.



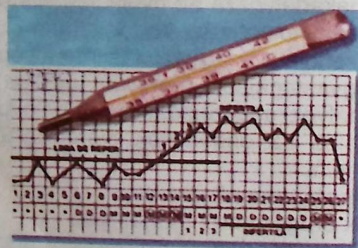
• Sürgősségi fogamzásgátlás

- akkor alkalmazzák, ha a nemi érintkezés előtt nem történt meg a védekezés;
- a nemi aktust követő 72 órán belül alkalmazható;
- hormonális fogamzásgátló, melyből 2 adag szükséges;
- megállítja az ovulációt, a megtermékenyítést és a méh falában való beágyazódást;
- hatékonysága 75%.

• Természetes fogamzásgátlás

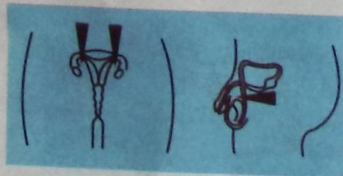
- a nemi érintkezés kerülése a nő termékeny időszaka idején.

A termékeny időszak meghatározása történhet: naptár-módszerrel, a méhnyakban levő nyák módosulásának követésével, az alaphőmérséklet mérésével vagy a fenti módszerek kombinálásával.



• Műtéti beavatkozással történő fogamzásgátlás

- mind a férfiak, mind a nők kérhetik a művi meddővé tételüket;
- nőknél a petevezetékek műtéti elzárásával;
- férfiaknál az ondóvezeték elkötésével (vassectomia) lehetséges.



Az előzőekben már tárgyaltuk, hogy a védekezés nélküli nemi közösülés során nemi úton terjedő betegségekkel fertőződhetnek az emberek.

Régebben ezeket a betegségeket nemi betegségeknek nevezték, napjainkban „nemi úton terjedő betegségekről” beszélünk. E betegségek súlyossága függ attól, hogy milyen gyorsan ismerik fel a betegséget, és részesülnek gyógykezelésben a betegek. A leggyakoribb nemi úton terjedő betegségek: a szifilisz (vérbaj), a gonorrhoea (kankó), a candidiasis és az AIDS.

ALAPVETŐ EGÉSZSÉGÜGYI ÉS KÓRÉLETTANI FOGALMAK

A szaporítórendszer egészséges működése érdekében fontos betartani az alapvető személyi higiéniai szabályokat, és kerülni kell a károsító mechanikai, fizikai, vegyi és biológiai tényezőket.

A női szervezet betegségei között a leggyakoribbak a nemi szervek gyulladása, amelyet a nem megfelelő higiénia, kórokozók, székrekedés, szexuális túlkapások, hormonzavar, abortusz stb. okozhat. A gyulladás helyétől függően beszélhetünk: hüvelygyulladásról, méhnyálkahártya gyulladásról, méhkürt- és petefészek-gyulladásról.

➤ **A hüvelygyulladást** különböző fertőző tényezők okozhatják (staphylococcus, streptococcus, gonococcus, gombák, stb.). Tünetei: csípős fájdalom, amely vizeléskor és nemi érintkezéskor fokozódik, fokozott viszketőség.

➔ **A méhnyálkahártya gyulladását** különböző kórokozók idézik elő. Tünetei a heveny szakaszban: láz, gennyes váladékozás, érzékeny méh és fájdalom, különösen ülő helyzetben. Az erőteljes gyulladás vérzéssel jár, amelynek semmi köze a menstruációs vérzéshez.

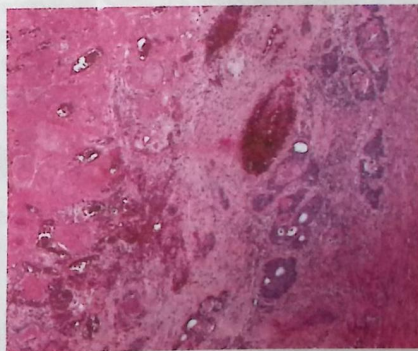
➔ **A méhkürt és petefészek gyulladása** általában együtt jelentkezik. A betegség tünetei a heveny szakaszban: láz, szúró fájdalmak a comb- és csípőtájékon, a hashártya megfeszül és vérezhet, bőséges és folyamatos fehér folyás, hányinger, puffadás, székrekedés, a menstruációs ciklus felborulása. A krónikus méhkürt- és petefészek-gyulladás kezelés hiányában meddőséget okoz.

➤ A férfiaknál a leggyakrabban előforduló betegség a **dülmirigy (prostata) daganatos betegsége**. A jóindulatú daganat (adenoma) a mirigyszövet megduzzadását idézi elő, a húgyhólyag alatt a húgycső kezdeti szakasza körül. Ennek következtében kellemetlenné válik a vizeletürítés, a húgyhólyag izomzata lassan gyengül, és a hólyag nem ürül ki teljesen (mindig marad benne vizelet). A húgycső izomzata visszanyomja a vizeletet a húgyhólyagba, aminek következtében növekszik a fertőzés veszélye.

A betegség okai nem ismertek. Feltehetően, az 50–60 éves kor között jelentkező hormonzavar okozhatja.

A kezdeti szakasz tünetei: vizeletürítési nehézségek, a vizeletsugár erősségének és átmérőjének csökkenése, a vizeletürítés hosszadalmassá és elégtelenné válása.

Az előrehaladott állapot tünetei: a gyakori vizeletürítés, nyomásérzet a medencében, akaratlan vizeletcsepegtetés. Ezekben a szakaszokban súlyos szövődmények jelentkezhetnek: veserendellenességek, állandósult fertőzések vesemedence-gyulladással (pyelonephritis), veseelégtelenség, vesekövek kialakulása, a nemi szervek fertőzése és vézése. A legsúlyosabb következménye a heveny vizeletretenció (vizelet-visszatartás).



Adenoma a dülmirigy szövetében
(prostate-adenoma)

ELLENŐRZÉS/ÖNELLENŐRZÉS

I. Keresd meg az egyetlen helyes választ!

1. Női gaméták képződnek:

- a) az elsődleges tüszőkben;
- b) a telt tüszőkben;
- c) a hólyagos tüszőkben;
- d) más.

2. Nem vesznek részt a herék alkotásában:

- a) a Leydig-féle intersticiális sejtek;
- b) az idegrostok;
- c) az afferens csatornák;
- d) a herehálózat.

3. Az FSH-szekréció:

- a) ovulációt okoz;
- b) a sötétben gátlás alatt van;
- c) férfiaknál serkenti a tesztoszteronszekréciót;
- d) nőknél serkenti a sárgatest működését.

II.* Társítsd a két oszlopban levő fogalmakat!

A)

1. ovogónium

a) az ovogóniumok mitotikus osztódása során képződnek

2. elsőrendű ovocyta

b) női gaméta

3. másodrendű ovocyta

c) mitózissal diploid sejtet képez

4. petesejt

d) mitózissal képződik

B)

1. ondóhólyag gocskák

a) a dűlmirigy felett található

2. dűlmirigy

b) az ondó alkotásában részt vevő folyadékot termelnek

3. herék

c) páratlan külső elválasztású mirigy
d) születés előtt a herezacskóba vándorol

III.*1. Ábrázold vázlatosan és magyarázd meg az ovogenezist!

2. Serdülőkorban az ovogenezissel párhuzamosan beindul a petefészek endokrin működése is.

a) Határozd meg a petefészek helyzetét.

b) Sorold fel és jellemezd a petefészekhormonokat.

c) Magyarázd meg, miért változtatja meg a szaporodási rendszer funkcióit a hypophysis portális rendszer sérülése?

3. Az alábbi diagram segítségével határozd meg a petefészekciklus steril és termékeny időszakait a 28 nap leforgása alatt.

a spermatozoidák életben maradásának feltételezett időszaka

a petesejtek életben maradásának feltételezett időszaka



IV. Írj dolgozatot „Fogamzásgátlás” címmel. Vedd figyelembe a következő vázlatot:

- a) a fogamzásgátlás meghatározása;
- b) a fogamzásgátlás módszerei;
- c) a fogamzásgátlás módszereinek jelentősége.

II.4. AZ EMBERI SZERVEZET MINT EGYSÉGES EGÉSZ

♦ A BELSŐ KÖRNYEZET HOMEOSZTÁZISA

ZISA

A biológiai rendszerek, tehát az emberi szervezet is, állandó anyag-, energia- és információcserét valósít meg saját összetevő rendszerei között, illetve külső környezetével. A cserefolyamatok megvalósításában a legfontosabb szerepe a belső környezetnek van, amely a változó, külső környezeti tényezők ellenére biztosítja a szervezet életműködéseinek állandóságát.

A belső környezet állandósága biztosítja a szervezet környezeti feltételektől való függetlenségét: ezt nevezzük a belső környezet **homeosztázisának** (a belső környezet paraméterei nagyon szűk keretek között változnak; míg ugyanezek a paraméterek – a nyomás, hőmérséklet, pH, vízmennyiség, ozmotikus nyomás – a külső környezetben nagyon tág határok között változnak).

• A fontosabb élettani állandók*

A belső környezet homeosztázisát (viszonylagos állandóságát) pozitív és negatív feedback mechanizmusokon alapuló neuroendokrin önszabályozó rendszerek biztosítják, amelyekben a hipotalamusz játssza a legfontosabb szerepet (1. ábra). A normálistól eltérő, növekvő vagy csökkenő értékek bekapcsolják az eltérést kijavító működéseket (pl. a vércukorszint szabályozása) (2. ábra).

A testhőmérséklet állandóságát a hőszabályozó mechanizmusok biztosítják: megvalósítják a hőtermelés (termogenezis) és a hővesztés (termolízis) dinamikus egyensúlyát.

– A **hőtermelést** az energiaképző anyagcsere-folyamatok biztosítják, melyekben a legfontosabb hőforrás a harántcsíkolt izomzat működése.

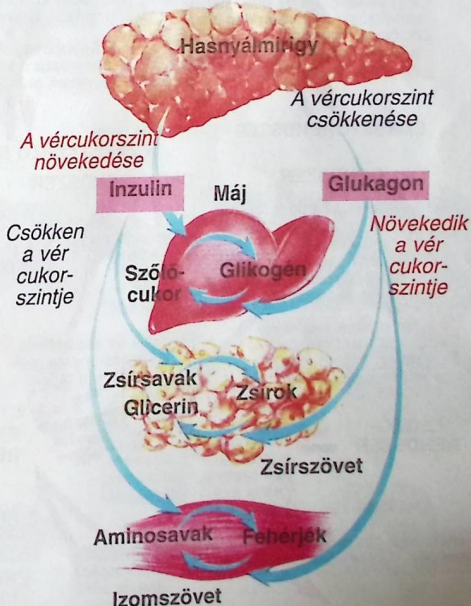
– A **hővesztés** bizonyos fizikai folyamatok, (infravörös) sugárzás formájában történő hővesztés, vezetés (közvetlen kapcsolatban levő szilárd anyagok közötti hőátvitel), áramlás (a bőrrel való érintkezés következtében felmelegedett levegő a környező hidegebb levegő felé való elmozdulása), párolgás (víz) eredménye. A hővesztés erősségét élettani mechanizmusok szabályozzák.

Az állandó hőmérséklet megőrzését, vagyis az anyagcsere-folyamatok keringési, légzési, izom-, hidroelektrolitikus és hormonális változásait a hipotalamusz ellenőrzi.

Ahhoz, hogy a belső elválasztású mirigyek hatékonyan részt vegyenek a homeosztázis biztosításában, működésük állandó, közvetlen (függetlenül a hipofízis, a hipotalamusz és a vegetatív idegrendszer ellenőrzésétől) és közvetett (humorális vagy idegi) szabályozás alatt áll. A közvetett szabályozás az illető hormon vérben levő töménységének függvényében valósul meg.



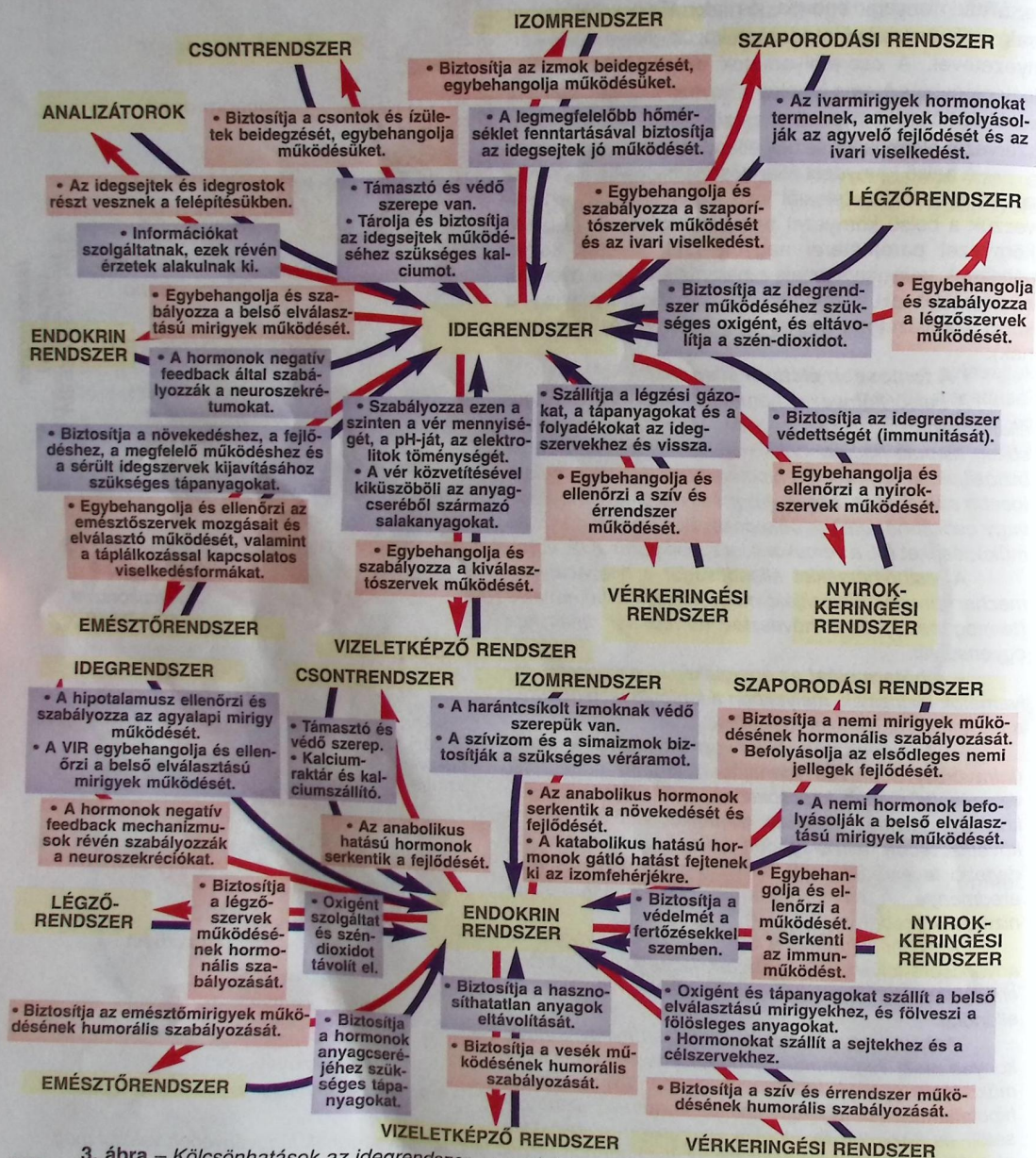
1. ábra – Az endokrin elválasztást szabályozó mechanizmusok



2. ábra – A vércukorszint szabályozása

♦ AZ IDEGRENDSZER ÉS AZ ENDOKRIN RENDSZER EGYBEHANGOLÓ SZEREPE*

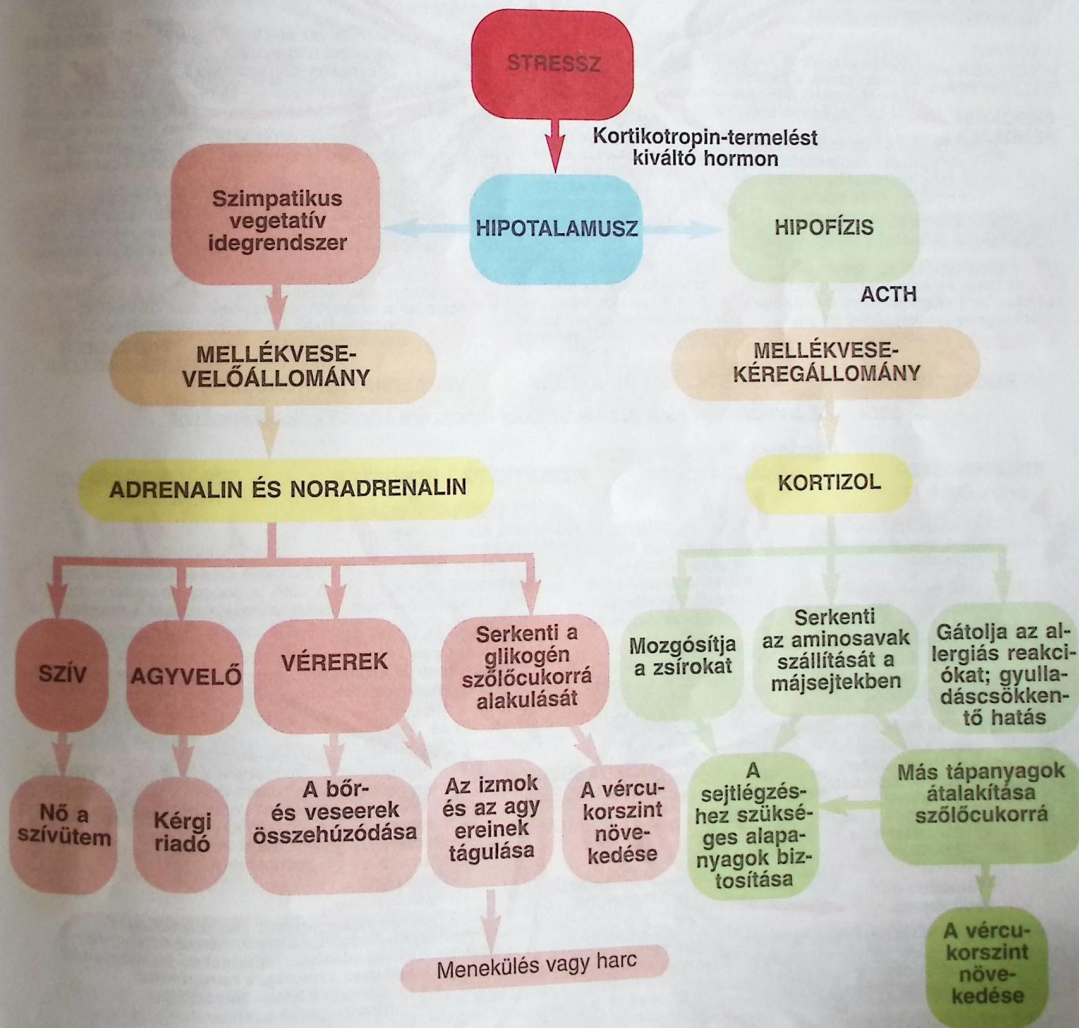
Az idegrendszer az endokrin rendszerrel együtt a szervezet ellenőrző, szabályozó és koordinációs rendszere. A két rendszer kölcsönösen hat egymásra, valamint a szervezet többi rendszereire (3. ábra). Ezáltal vagyunk képesek alkalmazkodni a környezethez.



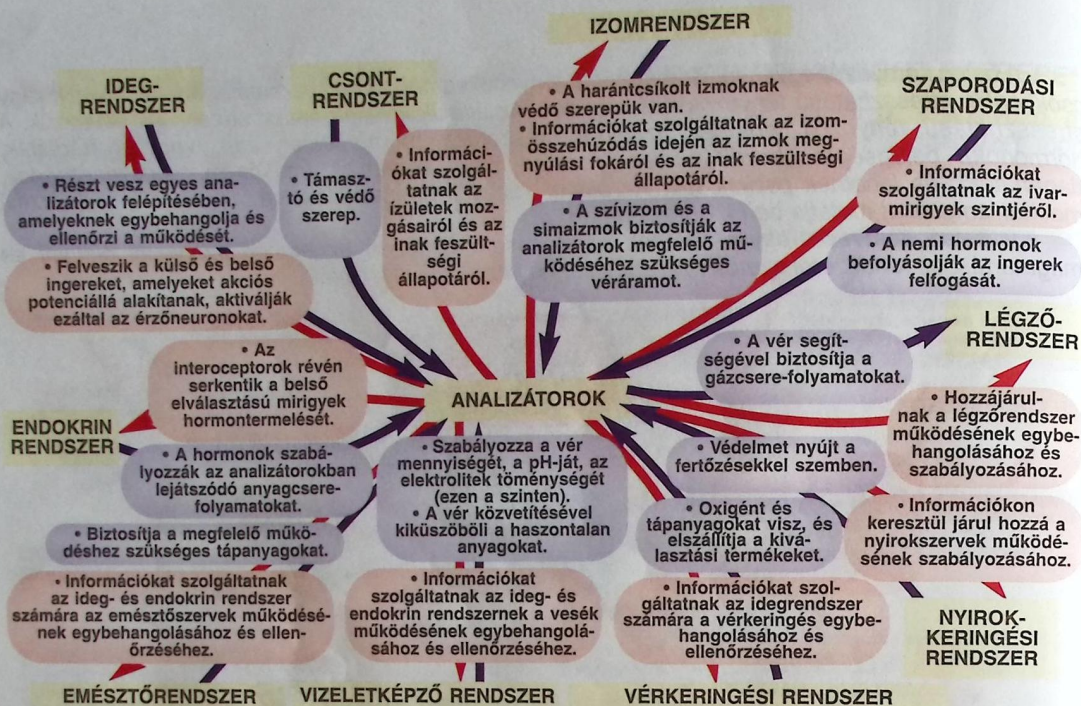
3. ábra – Kölcsönhatások az idegrendszer, az endokrin rendszer és a szervezet többi rendszerei közt

A belső környezet egyensúlyát megbontó tényezők, amelyek egy paraméter értékét növelik vagy csökkentik, stresszhatású tényezőkként ismertek. Az általuk kiváltott hatást stressznek nevezzük. A stresszhatású tényezők lehetnek fizikai természetűek (hőmérséklet, zaj), vegyiek (táplálék, hormonok), betegséget okozók (vírusok, baktériumok), élettaniak (működési rendellenességek, daganatok), és lehetnek pszichéséek. Az alábbi vázlat a stresszhatásokat, valamint a védekezési mechanizmusokat mutatja be (4. ábra).

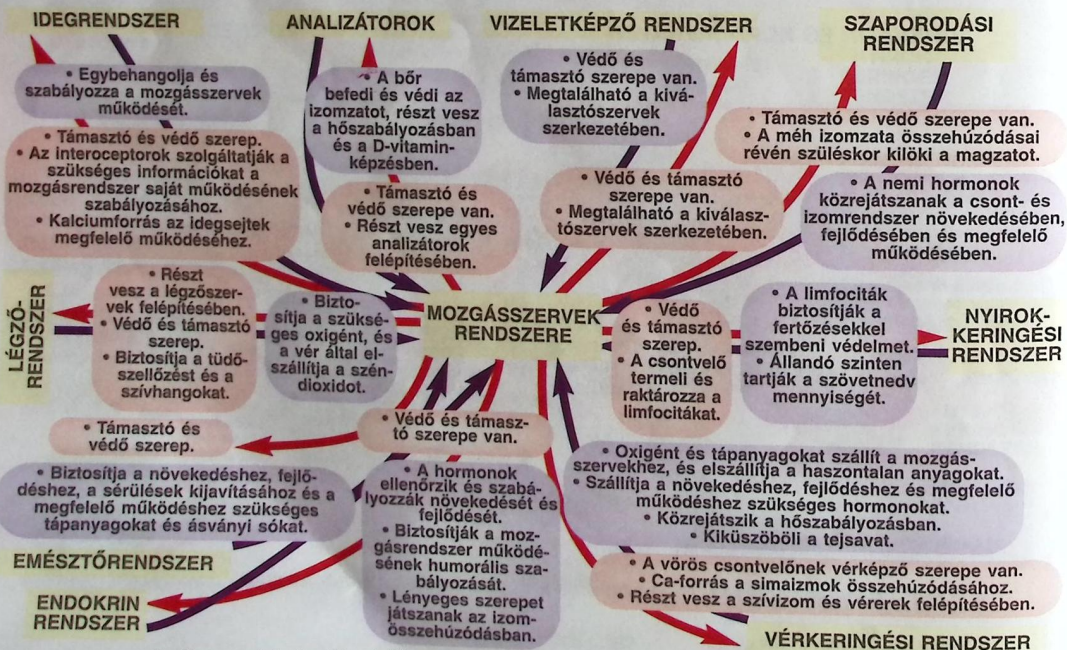
A belső környezet egyensúlyának megtartása érdekében az emberi szervezet élettani és magatartásbeli rendszerei szoros összefüggésben vannak (5–11. ábrák).



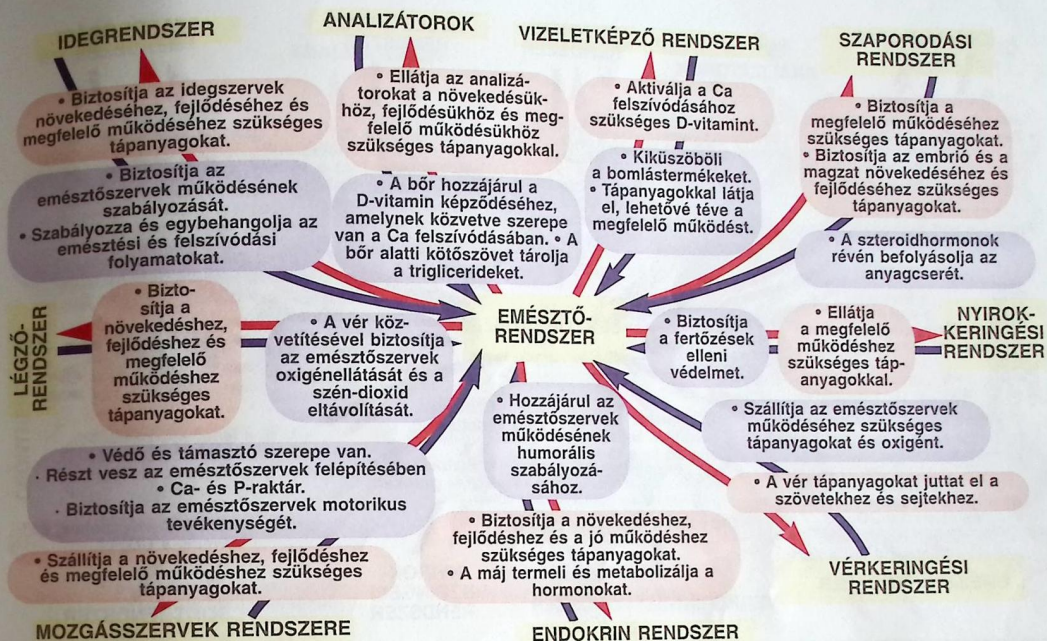
4. ábra – A stressz hatása a szervezetre és a válaszreakciók mechanizmusa



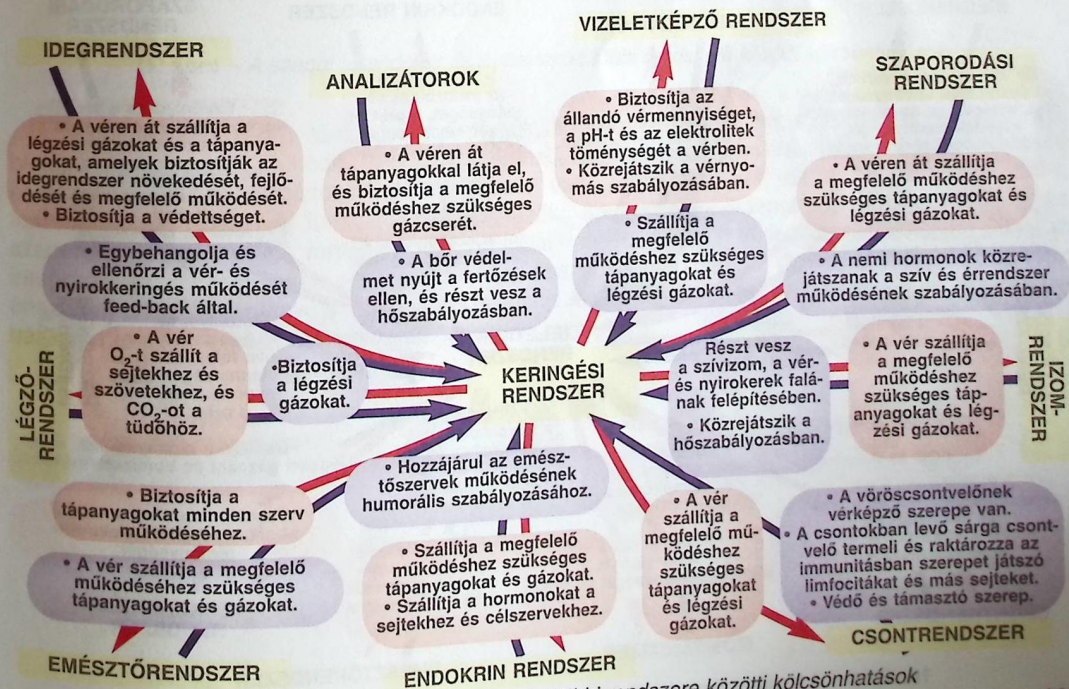
5. ábra – Az analizátorok és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



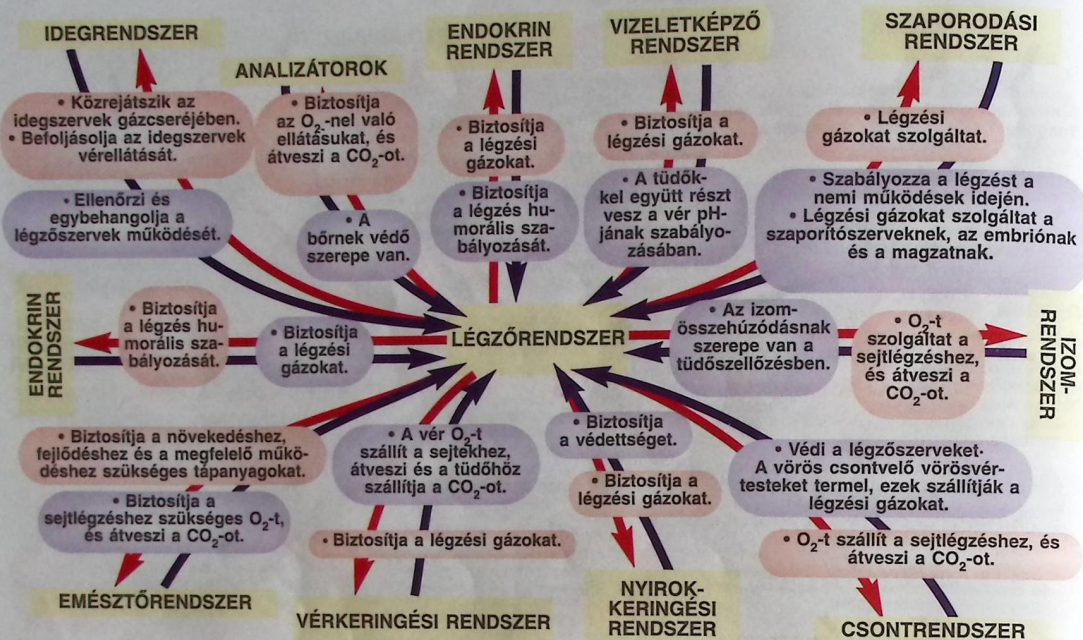
6. ábra – A helyváltoztató rendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



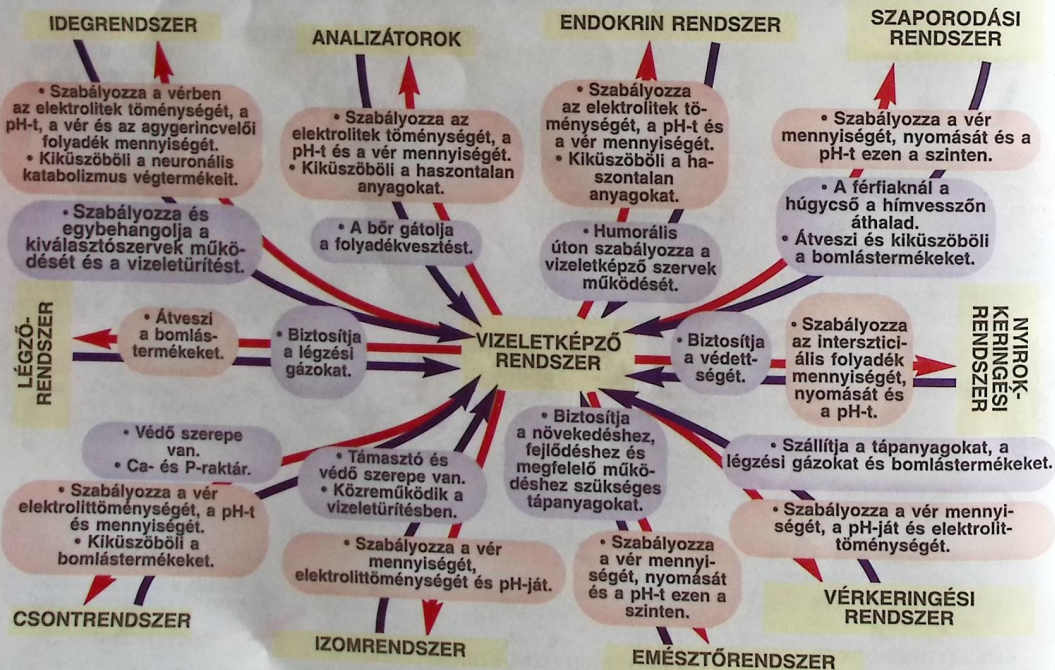
7. ábra – Az emésztőrendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



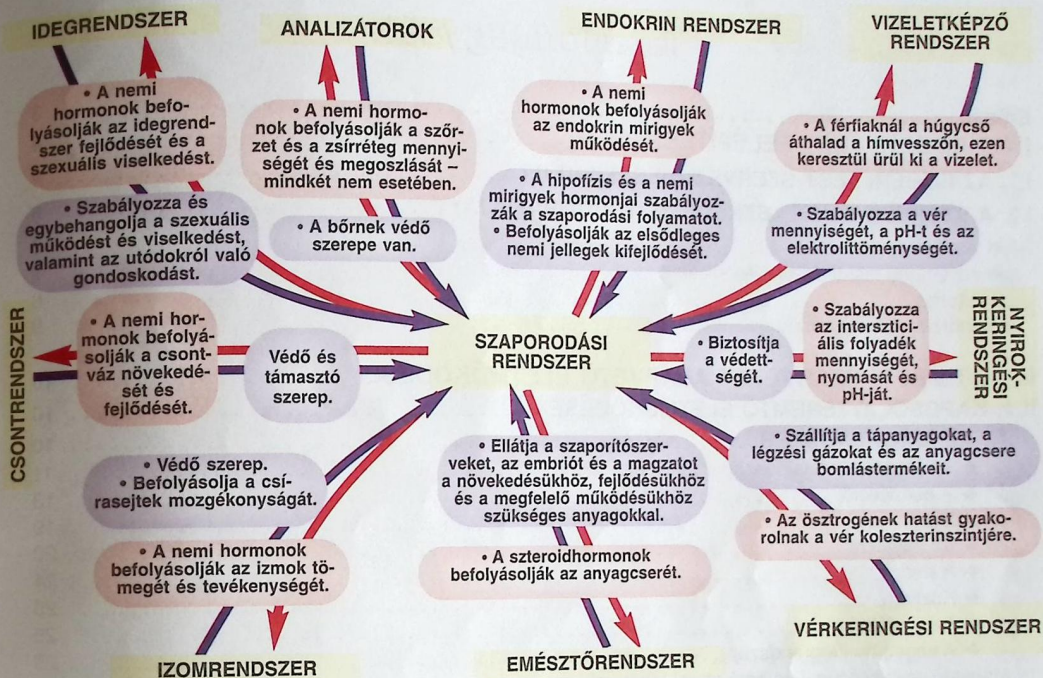
8. ábra – A keringési rendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



9. ábra – A légzőrendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



10. ábra – A kiválasztórendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások



11. ábra – A szaporítórendszer és a szervezet többi rendszere közötti kölcsönhatások

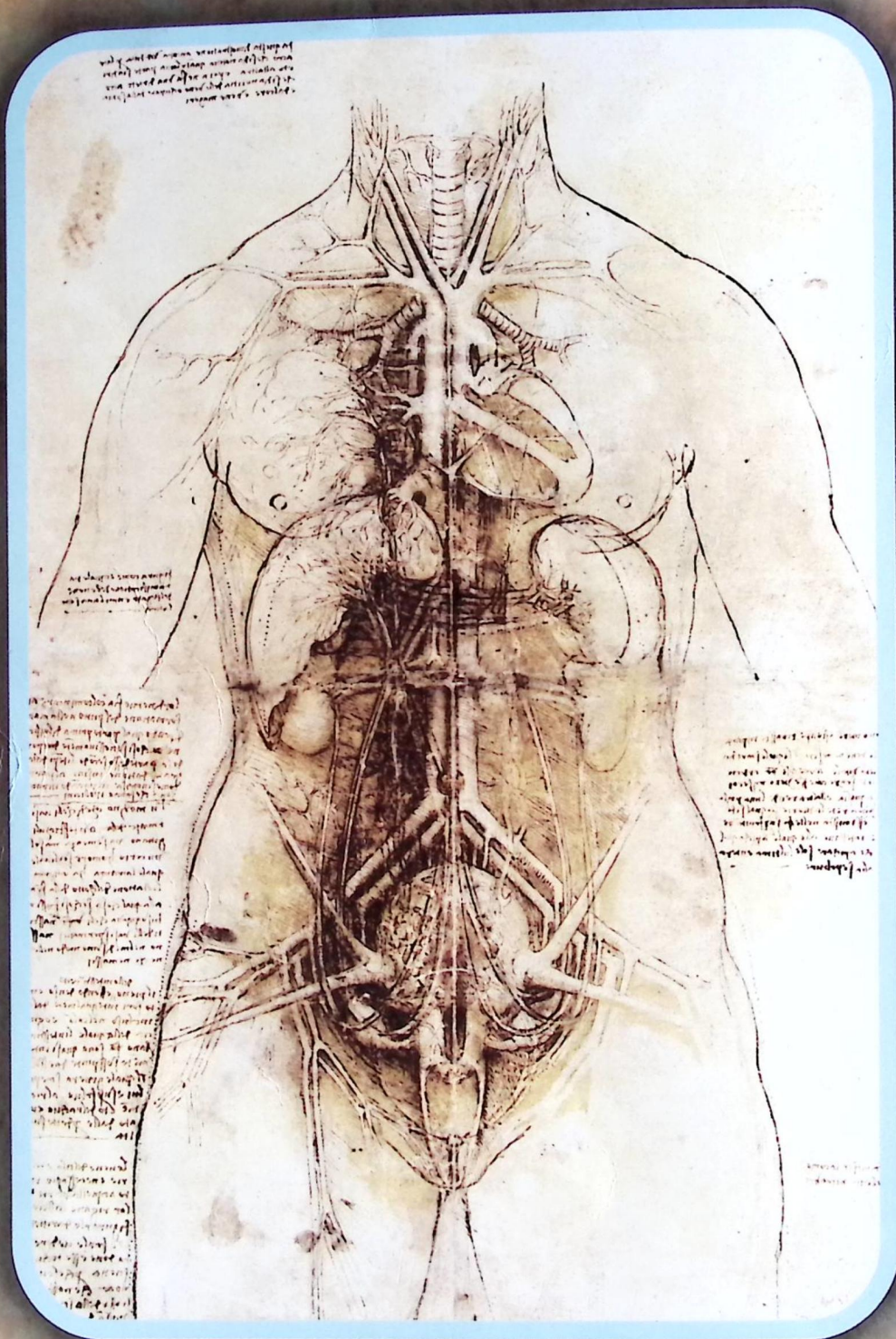
Értelmezve a 3–11. ábrákat megérthetjük, hogy a szervezet mint egységes egész egy nyílt biológiai rendszerként működik. Bonyolult szerveződésének köszönhetően képes életbevágó funkciók elvégzésére, amelyek biztosítják környezetbe való beilleszkedését, az alkalmazkodását és a fennmaradását. Ezek a funkciók a következők: anyagcsere, öfenntartás, önszabályozás és szaporodás. Ugyanakkor rendelkezik a biológiai rendszerek más jellegzetességeivel is, mint az integráció (a részegységek együttműködése, összehangolódása), a dinamikai egyensúly és az integráció. A dinamikus egyensúly biztosítja a biológiai rendszerek integrációját az önszabályozás mechanizmusainak a segítségével.

Tartalomjegyzék

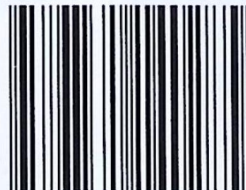
Előszó	3
I. AZ EMBERI TEST FELÉPÍTÉSE	4
I.1. AZ EMBERI TEST SZERVEZŐDÉSI SZINTJEI	4
I.2. A SZERVEK ELHELYEZKEDÉSE (TOPOGRÁFIÁJA)	6
♦ Az emberi test részei	6
♦ Az emberi test tengelyei és síkjai	7
Gyakorlat	8
Ellenőrzés / Önellőrzés	9
II. AZ EMBERI SZERVEZET ALAPVETŐ ÉLETMŰKÖDÉSEI	10
II.1. KAPCSOLATTEREMTŐ ÉLETMŰKÖDÉSEK	10
A. AZ IDEGRENDSZER	10
♦ Az idegsejtek tulajdonságai*. A szinapszisok*	11
♦ A gerincvelő	13
Gyakorlat*	19
♦ Az agytörzs	20
♦ A kisagy	24
♦ Köztiagy	25
♦ Az agyféltekék	26
♦ A vegetatív idegrendszer	29
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	33
Ellenőrzés / Önellőrzés	34
B. AZ ANALIZÁTOROK	35
♦ A bőr analizátorának élettana	35
Gyakorlat	37
♦ A szaglász analizátorának élettana*	38
♦ Az ízlelés analizátorának élettana*	38
Gyakorlat*	39
♦ A látás analizátorának élettana	40
Gyakorlat	44
♦ A hallás és egyensúlyérzés analizátorának élettana	46
♦ A mozgásérzékelő analizátor élettana*	48
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	49
Ellenőrzés / Önellőrzés	52
C. AZ ENDOKRIN (BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ) MIRIGYEK	53
♦ A hipofízis (agyalapi mirigy)	55
♦ Az epifízis (tobozmirigy)*	58
♦ A pajzsmirigy	59
♦ A mellékpajzsmirigyek*	60
♦ A tímusz (csecsemőmirigy)*	61
♦ A mellékvesék	61
♦ A hasnyálmirigy endokrin része	63
♦ A petefészek endokrin része	64
♦ A here endokrin része	65
Ellenőrzés / Önellőrzés	66

D. A MOZGÁS	67
♦ A csontrendszer	67
♦ Az izomrendszer	75
<i>Gyakorlat*</i>	79
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	81
Ellenőrzés / Önellenőrzés	83
II.2. ANYAGFORGALMI ÉLETMŰKÖDÉSEK	84
A. AZ EMÉSZTÉS ÉS A FELSZÍVÓDÁS	84
♦ Az emésztés	84
♦ Felszívódás a bélben	86
♦ A vastagbél élettana	87
<i>Gyakorlat</i>	88
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	89
Ellenőrzés / Önellenőrzés	91
B. A KERINGÉS	92
♦ A vér	92
<i>Gyakorlat</i>	94
♦ A szív működése	95
<i>Gyakorlat</i>	97
♦ A nagy és a kis vérkör	99
♦ A szervezet immunitása	102
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	104
Ellenőrzés / Önellenőrzés	106
C. A LÉGZÉS	107
♦ A tüdőszellőzés (ventiláció)	107
♦ A légzési gázok cseréje	108
<i>Gyakorlat</i>	109
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	109
Ellenőrzés / Önellenőrzés	111
D. A KIVÁLASZTÁS	112
♦ A vizelet	112
♦ A vizeletürítés	113
<i>Gyakorlat</i>	114
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	114
Ellenőrzés / Önellenőrzés	115
E. AZ ANYAGCSERE	116
♦ A köztes anyagcsere	116
♦ Az energetikai anyagcsere	120
♦ A tápanyagok	121
♦ A vitaminok*	124
Ellenőrzés / Önellenőrzés	125
II.3. SZAPORODÁSI ÉLETMŰKÖDÉSEK	126
A. A SZAPORÍTÓRENDSZER	126
♦ A női szaporítórendszer	126
♦ A férfi szaporítórendszer	126

B. A MEGTERMÉKENYÍTÉS, A TERHESSÉG ÉS A SZÜLÉS	129
♦ A megtermékenyítés (fekundáció)	129
♦ A terhesség és a szülés	130
C. A szaporodás egészségtana	131
♦ Fogamzásgátlás	131
Alapvető egészségügyi és korélettani fogalmak	133
Ellenőrzés / Önellenzés	134
II.4. A SZERVEZET MINT EGYSÉGES EGÉSZ	135
♦ A belső környezet homeosztázisa	135
♦ Az idegrendszer és az endokrin rendszer egybehangoló szerepe*	136



ISBN 973-114-028-X



9 789731 140285