

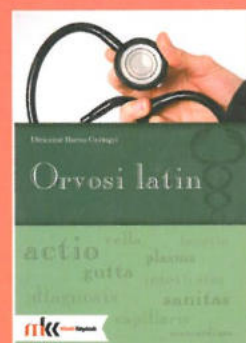


A rendkívül gazdagon illusztrált könyv

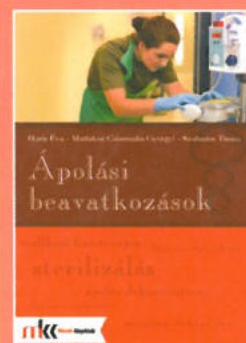
- egységes alapokat ad az emberi szervezet megismeréséhez;
- bemutatja az emberi szervezet felépítését, működését, az ok-okozati összefüggéseket;
- érdekes olvasmányokkal, gyakorlati feladatokkal ellensúlyozza az anatómia tudományának leíró jellegét;
- hozzájárul a holisztikus szemlélet kialakításához, amely az embert teljes egészében, természeti és társadalmi környezetével összefüggésben szemléli;
- segíti a többi szakmai tárgy, témakör (pl. gondozástan, kórtan, egészségfejlesztés, betegmegfigyelés) tanulását;
- felhívja a figyelmet az egészséges életvitelre, hangsúlyozza a szűrővizsgálatok fontosságát;
- lehetőséget nyújt a magasabb szintű egészségkultúra megszerzésére;
- segít a közép- és az emelt szintű egészségügyi ismeretek szakmai érettségi vizsgára való felkészülésben;
- tananyagtartalma jól alkalmazható a ráépülő szakképzésekben.

További ajánlatunk:

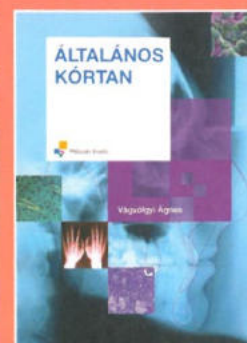
MK-6603



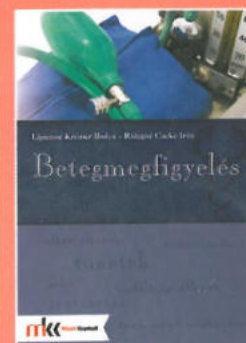
MK-6602



MK-6053-1



MK-6606



MK-6604



X 262638

611
K18

MK-6611

MK-6611
ISBN 978-963-16-4723-5



mkk

mkk

mkk Műszaki Könyvkiadó

Kardos Lília

Anatómia – élettan

felépítés
működés
szabályozás
makroszkópos
szervrendszerek
mikroszkópos
fiziológia



SZTE Klebelsberg Könyvtár



J001218820

hátsó
fülső

A könyvet az Emberi Erőforrások Minisztériuma tankönyvvé nyilvánította.

Határozati szám: 13919-10/2017/EHUMAP

Kerettanterv: 30/2016. (VIII. 31.) NGM-rendelet 3. melléklet

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban kirendelt szakértők:

Pedagógiai szakértő: Dr. Harsányi Tamás Gergő

Technológiai szakértő: Fazekas Julianna

Szakmai lektor: Dr. Tarsoly Emil

Pedagógiai-módszertani lektor: Dr. Farkas Istvánné

A könyv felújításában közreműködött: Bary Zsuzsanna

© Kardos Lídia, 2017

© Műszaki Könyvkiadó Kft., 2017

A kiadvány szerzői jogi védelem alatt áll, arról másolat készítése, más (papír, elektronikus stb.) formában való felhasználása a kiadó előzetes írásbeli engedélye nélkül tilos. A kiadvány másolása és jogosulatlan felhasználása bűncselekménynek minősül.

ISBN 978-963-16-4723-5

Kiadói kód: MK-6611

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó Kft.

2519 Piliscsév, Topol u. 3.

1032 Budapest, San Marco u. 57.

Telefon/fax: 06-33-473-473

Felelős kiadó: Simon István ügyvezető

Szerkesztő: Rét Anna

Műszaki szerkesztő: Haász Anikó

Borítóterv, tipográfia és tördelés: Malum Stúdió

Grafika: Fenekovác László, Krizsán Ágnes, Szebedy Bors

Képteknika: Pálkás Norbert

Terjedelem: 45,84 (A5) ív

A kiadvány tömege: 940 gramm

e-mail: info@mkkonyvkiado.hu

www.mkkonyvkiado.hu



Nyomta és kötötte: Érdi Rózsa Nyomda

Felelős vezető: Juhász László ügyvezető igazgató

Köszönet:

dr. Jäckel Márta osztályvezető főorvosnak, orvos ezredesnek

(HM Állami Egészségügyi Központ, Patológiai Osztály)

Pápai Tibor centrumvezető ápolónak (HM Állami Egészségügyi Központ,

Sürgősségi Betegellátó Centrum)

X 262638

Tartalom

Előszó	9	Összefoglalás	37
A könyv célja	9	Kulcsfogalmak	38
A könyv szerkezete	10	Ellenőrző kérdések és feladatok	38
Tanítási-tanulási módszertani ajánlás ..	11	Olvasmány: A genetika és az orvostudomány	39
1. fejezet. Bevezetés	13		
<i>Az anatómia vázlatos története</i>	<i>14</i>		
Ókor	14	3. fejezet. A mozgásrendszer	43
Középkor	15	<i>A mozgásrendszer</i>	<i>44</i>
Reneszánsz	16	<i>A csontvázrendszer</i>	<i>45</i>
Újkor	17	A csontvázrendszer szerepe	45
<i>Az ember az ökoszisztéma része</i>	<i>20</i>	A csontok általános jellemzői	45
<i>Az anatómia-élettan tárgya, felosztása ..</i>	<i>21</i>	A csontok szerkezete	46
Az anatómia tárgya	21	A csontok fejlődése	47
Az anatómia felosztása	21	A csontok összeköttetései	47
Az élettan tárgya, felosztása	22	Ízületek	48
Az anatómia és az élettan kapcsolata más tudományokkal	22	<i>Részletes csonttan</i>	<i>50</i>
<i>Az emberi test felépítésének szerkezeti elvei, részei, síkok és irányok</i>	<i>23</i>	A törzs nagyobb csontjai és ízületei ...	50
Az emberi test felépítésének szerkezeti elvei	23	A végtagok nagyobb csontjai és ízületei	54
A test fő részei	23	A felső végtag	55
Síkok	24	Az alsó végtag	57
Irányok	24	A koponya nagyobb csontjai és ízületei	62
<i>Szakmai nyelvezet</i>	<i>25</i>	Összefoglalás	67
Gyakran használt anatómiai rövidítések	25	Kulcsfogalmak	67
Összefoglalás	26	Ellenőrző kérdések és feladatok	68
Kulcsfogalmak	26	<i>Az izomrendszer</i>	<i>69</i>
Ellenőrző kérdések és feladatok	26	Az izmok általános jellemzői	69
		Az izmok működése	71
		<i>Részletes izomtan</i>	<i>74</i>
		A törzs nagyobb izmai	76
		A végtagok nagyobb izmai	79
		A felső végtag nagyobb izmai	79
2. fejezet. Sejttan, szövettan	27	Az alsó végtag nagyobb izmai	81
<i>Sejttan</i>	<i>28</i>	A fej és a nyak nagyobb izmai	83
A sejt szerkezete, alkotórészei	28	Összefoglalás	85
A sejt élettana	30	Kulcsfogalmak	85
<i>Szövettan</i>	<i>32</i>	Ellenőrző kérdések és feladatok	85
A szövetek fajtái	32		
Szervek, szervrendszerek	35		

4. fejezet. A keringési rendszer	87	6. fejezet. Az emésztőrendszer	161
A keringési rendszer	88	Az emésztőrendszer	162
A szív	89	A tápanyagok	162
A szív felépítése	89	Az emésztőrendszer felépítése	166
A szív működése	95	A máj felépítése és működése	177
Összefoglalás	100	A hasnyálmirigy felépítése és működése ..	181
Kulcsfogalmak	101	A hashártya	183
Ellenőrző kérdések és feladatok	101	Az emésztőrendszer működése,	
Az érrendszer	102	az emésztés élettana	184
A vérerek fajtái	102	Összefoglalás	192
Az erek összeköttetései	104	Kulcsfogalmak	193
A kis és a nagy vérkör	105	Ellenőrző kérdések és feladatok	193
A nagy vérkör főbb verőerei		Olvasmány:	
(a keringés irányát követve)	106	Orvosi képalkotó eljárások	194
A nagy vérkör visszerei	110		
A vérnyomás, a perifériás vérkeringés ..	115	7. fejezet. A vizeleti rendszer	199
Az érműködés szabályozása	116	A vizeleti rendszer	200
Magzati vérkeringés	117	A vese	201
Összefoglalás	119	A húgyvezeték	207
Kulcsfogalmak	120	A húgyhólyag	208
Ellenőrző kérdések és feladatok	120	A húgycső	209
A vér	121	A vizelet	210
A vér összetétele	121	Összefoglalás	213
Vérvizsgálatok	127	Kulcsfogalmak	213
A vértképző szervek	128	Ellenőrző kérdések és feladatok	214
A véralvadás	129	Olvasmány:	
A vércsoportok	131	Homeosztázis	215
A nyirokrendszer	134	A folyadék- és elektrolit-háztartás	
A nyirok	135	alapjai és zavarai, a szervezet	
A nyirokerek	135	sav-bázis háztartása	215
A nyiroktüszők	135		
A nyirokszervek	136	8. fejezet. A nemi szervek	219
Összefoglalás	139	A nemi szervek	220
Kulcsfogalmak	140	Nemi jellegek	220
Ellenőrző kérdések és feladatok	140	A női nemi szervek	222
		A belső nemi szervek	222
5. fejezet. A légzőrendszer	141	A külső nemi szervek	230
A légzőrendszer	142	A férfi nemi szervek	232
A légzőszervrendszer felépítése	143	A belső nemi szervek	232
A légzőszervrendszer működése	153	A külső nemi szervek	235
Összefoglalás	158	A szaporodás élettana	237
Kulcsfogalmak	159	Összefoglalás	240
Ellenőrző kérdések és feladatok	159	Kulcsfogalmak	241
		Ellenőrző kérdések és feladatok	241

9. fejezet. A belső elválasztású mirigyek		Az agyvelő felépítése és működése	292
rendszere	243	Az agytörzs	292
A belső elválasztású mirigyek rendszere	244	A kisagy	294
Az agyalapi mirigy felépítése		A köztiagy	296
és működése	247	A nagyagy	297
A pajzsmirigy felépítése és működése ..	250	A nagyagy fehérállománya	300
A mellékpajzsmirigy felépítése		A nagyagy szürkeállománya	301
és működése	252	Az agykamrák	305
A mellékvese felépítése és működése ..	253	Az agy és a gerincvelő burkai	305
Az ivarmirigyek	257	Az agy vérellátása	307
A csecsemőmirigy	259	A környéki idegrendszer	308
A tobozmirigy	260	A gerincvelői idegek	308
A hasnyálmirigy mint belső		Az agyidegek	310
elválasztású szerv	261	A vegetatív idegrendszer	313
Összefoglalás	264	Összefoglalás	319
Kulcsfogalmak	265	Kulcsfogalmak	321
Ellenőrző kérdések és feladatok	266	Ellenőrző kérdések és feladatok	321
Olvasmány:		Olvasmány:	
A hőszabályozás	267	Pavlov munkássága	322
10. fejezet. Az idegrendszer	271	11. fejezet. Az érzékszervek	323
Az idegrendszer	272	Az érzékszervek	324
Az idegrendszer jelentősége	272	A látószerv	325
Az idegrendszer szöveti felépítése	273	A halló- és egyensúlyozó szerv	333
Az ingerületvezetés élettana	277	A szaglószerv	339
Reflex, reflexív	278	Az ízlelőszerv	341
Az idegrendszer felosztása	281	A bőr	343
Központi idegrendszer: a gerincvelő ..	282	Összefoglalás	349
A gerincvelő felépítése	282	Kulcsfogalmak	351
A gerincvelő pályarendszere	285	Ellenőrző kérdések és feladatok	351
A gerincvelő működése, gerincvelői			
(elemi) reflexek	287	Tárgymutató	352
Központi idegrendszer: az agyvelő	291		
Az agyvelő fejlődése	291	Irodalomjegyzék	356

ELŐSZÓ

*„Sok van, mi csodálatos.
De az embernél nincs semmi csodálatosabb.”*

(Szophoklész)

Ez a tankönyv az egészségügyi szakgimnáziumok tanulói számára készült, de ajánlott a ráépülő egészségügyi szakképzésben részt vevők számára is. A könyv az emberi test felépítésének és működésének alapvető kérdéseit tárgyalja, ezáltal kíván egységes alapokat adni az emberi szervezet megismeréséhez.

Az anatómia és élettan óriási ismeretanyagot felhalmozott tudományából ez a tankönyv csak annyit tartalmaz, amennyi a célcsoport egészségügyi tanulmányaihoz szükséges.

Az anatómia tanulása nem könnyű, kitartó szorgalmat igényel, mivel sok tényanyagot és szakkifejezést tartalmaz, valamint szemléletessége miatt – a képek ellenére – szükség van a fantáziára (absztrakciós képességre) is. A tanulás nehézségeit – remélhetőleg – legyőzi az érdeklődés az emberi test csodálatos felépítése és működése iránt.

A KÖNYV CÉLJA

Ez a tankönyv azzal a céllal készült, hogy:

- A középiskolai biológiai ismeretanyagra alapozva bemutassa az emberi szervezetet.
- Segítse az egészségügyi szakmai tárgyak (pl. kórtan, belgyógyászat, egészségfejlesztés, elsősegélynyújtás) tanulását.
- Érzékeltesse, hogy az emberi szervezet egésze több, mint a részek összessége.
- Hozzájáruljon a holisztikus szemlélet kialakításához, amely az embert teljes egészében, természeti és társadalmi környezetével való összefüggésében szemléli.
- Reális lehetőséget nyújtson a tanulóknak az emberi szervezet felépítésének és működésének megismerésére, a magasabb szintű egészségkultúra megszerzésére, az egészségesebb életre, hiszen az emberek többségének természetes igénye a harmonikus, kiegyensúlyozott, örömteli, hosszú élet, aminek az egészség elengedhetetlen feltétele.

Fontos cél továbbá, hogy segítse a tanulókat az egészségügyi ismeretek szakmai ágazati érettségi vizsgára való felkészülésben. A tananyagtartalom beszámítható a ráépülő vagy más típusú szakképzésbe, ezáltal a képzésidő rövidíthető.



A KÖNYV SZERKEZETE

A könyv az emberi testet szervrendszerek szerint tárgyalja.

Az első fejezeteknél előfordul, hogy a megértéshez utalni kell későbbi fejezetekre, de ez bármilyen más szerkezeti felépítés mellett is elkerülhetetlen.

- A fejezetek *Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak* résszel kezdődnek. Az ajánlott témák ismétlésével könnyebb lesz megtanulni az új tananyagot. Lehet házi feladatnak feladni a következő órára, de még jobb, ha a felfrissítés közösen, a tanórán történik.
 - A fejezetek fő- és alcímei alatt történik a szervezet felépítésének, majd működésének részletes kifejtése. A magyar szakkifejezések mellett zárójelben szerepelnek a latin szavak, a latin nyelv szabályai szerint. A továbbiakban ismétlődő latin kifejezések fonetikus helyesírással szerepelnek. A képek feliratozása többségében magyar szakkifejezésekkel történik, a magyar nemzeti szaknyelv erősítése érdekében.
 - A *képek* tanulmányozása azért fontos, mert az ábrák és feliratok segítségével könnyebb elképzelni az adott szerv felépítését. A tanár biztosítson minden témához anatómiai atlaszt, szétszedhető anatómiai modelleket is.
 - Az *Érdekességek* címszó alatt a fejezet témájához tartozó néhány – az egészséget, egészségügyet érintő – érdekesség kerül ismertetésre. Ez a rész közös megbeszélés témája legyen, a tanulók mondják el kapcsolódó ismereteiket, tapasztalataikat, egészítsék ki a témát más érdekességekkel is.
 - A *Kulcsfogalmak* tartalmazzák a fejezet megértéséhez szükséges fogalmak felsorolását. Törekedni kell a fogalmak tisztázására, mert kulcsot jelentenek az egész fejezet megértéséhez. A fogalmak kifejtésre kerülnek a téma leírásánál és az összefoglalóban is történik rá utalás. A tanár és a diák is ellenőrizze, hogy minden fogalom érthető, világos legyen.
 - Az *Összefoglalás* tartalmazza a fejezet tananyagának lényegét rövidített, egyszerűsített formában. Fontos elolvasni akár otthon, akár a tanórán, mert kiderülhet, hogy valamelyik anyagrész, vagy fogalom nem érthető. Ilyenkor vissza kell térni a bővebb témaleíráshoz, illetve ajánlott tanári segítséggel tisztázni a felmerült problémát.
 - Az *Ellenőrző kérdések és feladatok* több célt szolgálnak:
 - Megoldásukkal a tanuló átismétli a tananyag lényegi részét.
 - Visszajelzést ad a tudásszintről.
 - Lehetőséget ad az ismeretek megerősítésére, a hiányzó ismeretek pótlására.
 - Egyes (pl. rajzos, ábra-jelöléses) feladatok az ismeretek alkalmazását, gyakorlását szolgálják.
 - A feladatokat a tanuló megoldhatja egyedül, társaival és/vagy tanárával, de egy részük írásbeli vagy szóbeli felmérésre is alkalmas.
- A tanárok súlypontosíthatják a kérdéseket, kiegészíthetik más kérdésekkel is.
- Az *Olvasmányok* érdekes témákat érintenek, amelyeknek közvetett kapcsolata van az egészségügyi szakmai ismereteket megalapozó anatómiával, élettannal.
 - A *Tárgymutató* a lényegesebb magyar vagy latin szakkifejezések, fogalmak oldalszámát mutatja meg, a teljesség igénye nélkül.

TANÍTÁSI-TANULÁSI MÓDSZERTANI AJÁNLÁS

- A tanítás-tanulás folyamatában minden *tantárgyi koncentrációs* lehetőséget ki kell használni, vonatkozik ez főként a biológiára.
- A *latin szakkifejezéseket* részletesen tartalmazza a könyv. Az egyes szervrendszerek szerveinek, azok fő részeinek, valamint a test nagyobb csontjainak, izmainak, ereinek megnevezését tudni kell az érettségi mindkét szintjén.
- A tankönyvet feltétlenül munkaeszközként kell használni a tanórákon és az egyéni felkészülésnél is.
- A *tankönyv alapvetően leíró jellegű*, ezért ismeretanyaga csak *tanári segítséggel, anatómiai atlasssal*, illetve *gazdag képanyagot tartalmazó interaktív programokkal* használható eredményesen. Például Dr. Donáth Tibor Anatómiai atlaszának képei kiválóak, tematikusan illeszkednek a tankönyv fejezeteihez. A tananyag megértését, elmélyítését segíti a kiscsoportban szervezett gyakorlati foglalkozás.
- Az emberi testről szóló *e-learning tananyagok* használata javasolt az ismeretek elsajátításához (pl. a <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/biologia/emberi-test-oldalrol>).
- A fejezetek végén található *Ellenőrző kérdések és feladatok* megoldása visszajelzést ad a tananyag elsajátításának mértékéről.
- A *hangos tanulás* módszere ajánlott (lehetőleg diáktárrsal), mivel elősegíti a megértést, különös tekintettel a magyar és latin szakkifejezések gyakorlására. Ha valaki elolvasva megérti az anyagot, nem biztos, hogy el is tudja mondani.
- A tanítás és a tanulás mindig *szemléltetéssel* történjen (tankönyvi ábrák, modellek, fali ábrák, diaképek, digitális tananyagok stb.). Különösen fontos szemléltetési módszer a *rajzolás*, mivel fejleszti a képzeletet, a kreativitást, megkönnyíti az emberi test felépítésében való tájékozódást. Célszerű az egyéni adottságokat is figyelembe venni (audiális, vizuális stb. típusú tanulók), és többféle szemléltetési módszert egy időben alkalmazni.
- A tanuló kapjon és keressen minél több lehetőséget *önálló ismeretszerzésre*.
- Törekedni kell a szervezet felépítése és működése *ok-okozati összefüggéseinek* feltárására. A tananyag logikai rendszere jól felhasználható a problémamegoldó, kritikai gondolkodás fejlesztésére.
- Tekintettel a tananyag sajátosan nehéz jellegére, az ajánlott tanulási módszer: megértés a tanórán, rendszeres felkészülés és ismétlés, valamint az ismeretek elsajátításának ellenőrzése.

Az emberi test megismerése a tanulót és a tanárt egyaránt komoly feladat elé állítja. A tanulás-tanítás folyamatában közös tevékenységgel – lépésről lépésre haladva – mind többet tudhatunk meg szervezetünk felépítéséről, működéséről és a kettő közötti ok-okozati összefüggésekről. Tanulmányaink közben világossá válik számunkra, hogy ez a csodálatos „szerkezet”, az *emberi szervezet* tulajdonképpen *egységes egész*.



A tantárgyi program elsajátítása után több esélyünk lesz arra, hogy megfejtjük a rejtélyt, mitől válik a működő emberi szervezet az egyént minden más egyéntől megkülönböztető *sze-mélyiséggé*, és hogy hogyan lett az ember a Föld legértelmesebb lénye.

Kíváncsi vagyok, hogy a megszerzett anatómiai ismeretek minden tanulónak hasznára váljanak, és hogy tudásuk kamatozzon majd a jövőben. Aki egészségügyi területen tanul tovább, nélkülözhetetlen alapokkal fog rendelkezni a szakmai tantárgyak tanulásához, aki pedig nem egészségügyi pályát választ, elmondhatja, hogy az emberi testről szerzett tudás birtokában alapokat szerzett az egészséges életmódhoz, mivel jobban megismerte saját szervezete működését.

A szerző

1. FEJEZET

BEVEZETÉS



Vesalius könyvének címlapja

AZ ANATÓMIA VÁZLATOS TÖRTÉNETE

Benedek István: *A tudás útja c. könyve alapján*

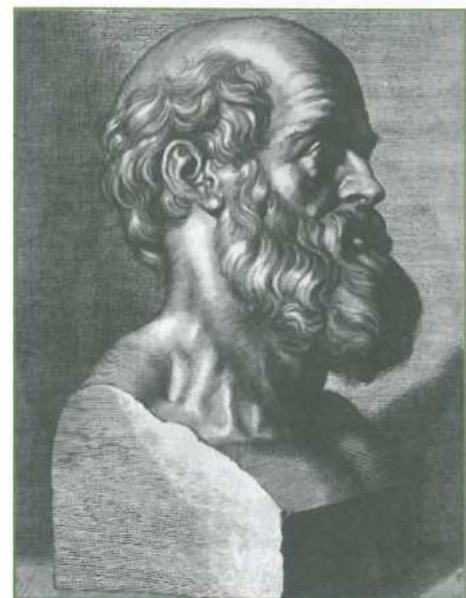
ÓKOR

Az egyiptomi birodalomban (i. e. 2900-tól) tilos volt a boncolás. A korabelieknek bizarr elképzelésük volt az emberi test szerkezetéről. Szerintük egy képzeletbeli edényhálózat az éltető nedvek szállítója a test különböző pontjaira. A balzsamozást rabszolgákkal végeztették, ezért másoknak esélyük sem volt arra, hogy megismerhessék az emberi szervezetet.

Az ókorban *Hippokratész* (i. e. 460–377), a 83 évet élt görög orvos már számos betegség pontos tünetét leírta. Orvosi iskolát működtetett, amelynek jelentősége, hogy a megfigyelése-

ken alapuló orvostudományt állította a magukat Aszklépiosz leszármazottainak tekintő aszklépiádok mágikus gyógyító szertartásai helyébe. (Aszklépiosz Apollón isten fia, a gyógyítás istene volt az antik görög mitológiában.)

Hippokratész szerint a betegségek nem az istenek haragja miatt sújtják az embereket, hanem az emberi szervezetben uralkodó rend (azaz a négy testnedv: a vér, a nyálka, a sárga epe és a fekete epe) egyensúlyi állapotának felborulása miatt alakulnak ki. Hippokratész dolgozta ki a betegevizsgálat módszertanát, részletesen leírta egyes betegségek tüneteit. A természet gyógyító erejének hangsúlyozása mellett fontos szerepet tulajdonított az egészség megőrzésében a helyes táplálkozásnak és a testmozgásnak. Meggyőződése szerint az orvosi működés alapja az erkölcsi tisztaság, az orvosi etika törvényeinek betartása. Küzdött a mágikus szemlélet ellen, elutasította a varázslatot, felismerte a természet gyógyító erejét. A betegségek keletkezését a szervezet működéséből kiindulva ma-



1.1. ábra. Hippokratész (i. e. 460–377)

gyarázta. Munkáiban szerepeltek – megfigyelései alapján – a szervezet felépítésére vonatkozó leírások. Tőle eredeztetik az orvosi esküt is. Olyan alapelveket fogalmazott meg az orvoslásban, mint pl. „csak nem ártani”; „a beteg java a legfőbb törvény”.

Alexandria orvosainak örök dicsősége, hogy bevezették a gyakorlatba a boncolást. (A kivégzéseken jelen lehettek orvosok, és felboncolhatták a tetemet.) Ettől kezdve lehet tudományról beszélni az orvoslás területén. Sok tévedéssel, de pontos és alapos megfigyelések alapján

anatómia-tankönyvet is írtak. Ezután kb. egy évezreden át ismét tiltott volt a boncolás. Legfeljebb sertést boncoltak, és az ott szerzett tapasztalatokat vonatkoztatták az emberre.

A római *Galénosz* (*Galenus*) volt az ókor legnevesebb orvosa (i. sz. 130–200). Összefoglalta az addigi tudományos ismereteket, sok könyvet írt az orvoslás különféle területéről, az emberi testről is. Felismerte és bebizonyította, hogy az artériák vért tartalmaznak. Ettől eltekintve igen téves ismeretei voltak az emberi szervezetről. Tanításait mintegy másfél évezreden át kötelező volt az egyetemeken tanítani, minden kritika nélkül. Galénosz orvostudománya – téveszméivel együtt – az egyetemek bibliája volt. Ez a dogmatizmus hosszú időre megakadályozta a tudomány haladását.



1.2. ábra. Galénosz (i. sz. 130–200)

KÖZÉPKOR

A középkorban a betegséget Isten büntetésének vagy az ördög művének tartották. A gyógyítást szerzetesek végezték, orvosi tudás nélkül.

Salernóban a VIII. században létesült az első orvosi iskola. Fénykorát a XII. és XIII. században élte. Hippokratész elveit követték, igen lényegesnek tekintve az emberi test felépítésével és működésével kapcsolatos ismereteket. II. Frigyes német-római császár az orvosi tevékenységet salernói egyetemi diplomához kötötte. Ebben a korszakban mind a salernói, mind a híres bolognai és a többi egyetemen még mindig sertésen tanulmányozták az anatómiai összefüggéseket.

A XIII. századtól kezdett teret hódítani a boncolás, amit kezdetben nem orvosok, hanem szolgák és felcserek végeztek. Boncolás közben a tanulók körbeállták a tetemet, a tanár Galénosz könyvét olvasva, egy pálcával a kezében a katedréről mutogatta a látnivalókat. A skolasztika szellemében ismételtették a téves ismereteket, tekintélyelv alapján memorizálták a téveszméket. Ezek a tankönyvek egészen Vesalius koráig, vagyis a XVI. századig érvényben voltak.

A XIV. században már anatómiai csontmodelleket és illusztráló jellegű táblázatokat készített oktatási célból egy sebész. A sebészet általános fejlődése miatt ebben a korban alaposabb anatómiai ismeretekre lett volna szükség.

RENEZÁNSZ

A szó újjászületést jelent. A reneszánsz életszemlélet az európai kultúra újjászületését hozta. A korai középkor után az ember újra felfedezte a világ szépségeit, az élet örömeit. A kor ember-ideálja a nyitott, minden iránt érdeklődő ember volt.

A kor kiemelkedő egyénisége *Leonardo da Vinci* (1452–1519) világhírű festő, szobrász, építész, ötvös és lantjátékos volt, aki mérnöki, fizikai, csillagászati és számos más tevékenységet is folytatott. Mindezekon kívül anatómiát tanított egy firenzei kórházban, és ő maga is boncolt. Nagy tudású, egyetemes műveltségű, kivételesen sokoldalú egyéniség (igazi polihisztor) volt.

A XVI. századtól megújult az emberi test felépítését kutató anatómia tudománya. Lerázva a középkor bilincseit, szakított a galénoszi tévedésekkel. Ekkor Európa-szerte egyre több engedélyezett boncolást végeztek.

Andreas Vesalius (1514–1564) a kor legnagyobb anatómusa, a modern anatómia megteremtője volt. A brüsszeli származású tudós tanulmányait Párizsban, majd Itáliában végezte. A boncolások során észrevette, hogy a Galénosz tankönyvéből olvasott szöveg nem egyezik a látottakkal. Ezen megfigyelések alapján készült el könyve 1543-ban *De humanis corporis fabrica*

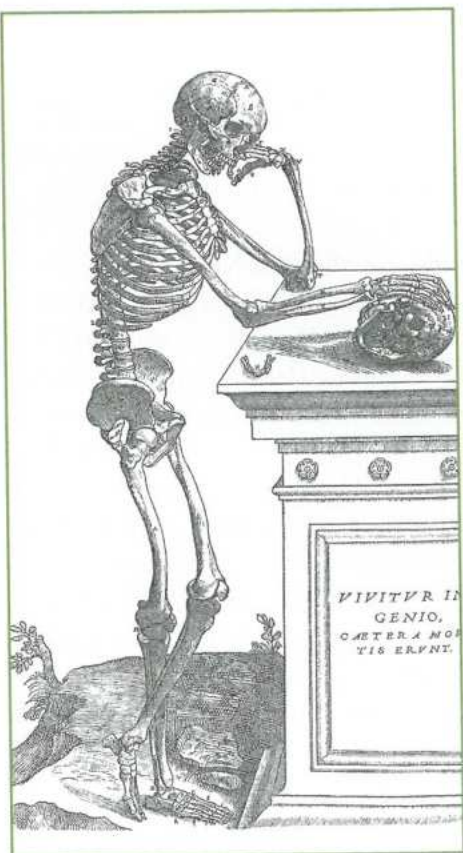
(*Az emberi testről*) címmel. A hétkötetes mű nagy hírnevet szerzett az akkor már a padovai egyetemen tanító professzor számára. Jelentősége, hogy ismereteit önálló kutatás alapján írta le, az anatómiát úgy tárgyalta, mint a működő emberi szervezet szerkezeti alapját.

A kötetek ábrái tudományos és művészi szempontból is tökéletesek (a festő-grafikus Calcar munkái), így a könyv – alig egy évszázaddal a könyvnyomtatás megkezdése után – a kor egyik legszebb kiadványa volt.

A kor esztétikai igényeinek megfelelően érdekes az ábrázolás módja. A tetemet mintegy megelevenítve, különböző élethelyzetekben jelenítették meg, pl. a bőrtől megfosztott izomembert futó helyzetben, illetve a csontvázat gondolkodó helyzetben ábrázolták. Vesalius hat emberi testet ábrázoló táblaképet is megjelentetett előadásai segédleteként. Élete utolsó szakaszában V. Károly, majd II. Fülöp udvari orvosa volt, újat már nem alkotott. Életműve korszakalkotó volt, lehetővé tette az emberi test reális megismerését, megteremtve a modern anatómiai szemléletet.

A XVI. században kiváló anatómusok dolgoztak, sok tankönyvet jelentettek meg. Néhány közülük:

Alessandro Achillini, aki leírta az agy kamráit, a szív billentyűit, az epevezeték nyílását.



1.3. ábra. Emberi csontváz (Vesalius)

Berengario da *Carpi*, aki anatómusként először ismertette művében a feregnyúlványt, a toboz- és csecsemőmirigyet.

A párizsi *Jacobus Sylvius* a kiserek lefutását színes anyag befecskendezésével határozta meg. Az agy egyik hasadékát és csatornáját a neves anatómusról nevezték el.

A holland *Volcher Coiter* elsőként hasonlította össze az ember csontvázát a majomével. Követelte a boncolást minden tisztázatlan haláleset kapcsán.

Felix Plater rendszeresítette Svájcban a boncolást, Baselben anatómiai teátrumot épített, melyet előadóteremnek használtak, ahol jól lehetett látni felülről a boncolt tetemet.

Bartolomeo Eustacchi, aki Vesalius párizsi tanuló társa, később riválisa volt, római professzorként kitűnő bonctani táblákat készített.

Fabricius Aquapendente padovai professzor, a kor híres orvosa létesítette a padovai anatómiai teátrumot (amely ma is látható). Ő volt az embriológia megalapítója.

Három kutató foglalkozott a vérkeringéssel, és pontosan leírta a kis vérkört: *Miguel Servetus*, *Realdo Colombo* és *Andrea Cesalpino*.

Vesalius és kortársai a XVI. században lényegében megalkották a makroszkópos anatómiát.

ÚJKOR

A XVII. századtól, az újkor kezdetétől főként az élettan, valamint néhány új tudományág, mint például a mikroszkópos anatómia, a kórtan, a bakteriológia indult fejlődésnek.

A XVII. században élt és dolgozott *William Harvey* angol kórházi orvos és anatómiatanár. A szív és a vér mozgásáról írt könyvében az újkori élettant alapozta meg a keringés pontos leírásával. Az artériákkal és vénákkal, a kis és nagy vérkörrel kapcsolatos megfigyelései ma is helytállóak. Kiszámította a keringő vér mennyiségét, leírta a szívbillentyűk, a pitvarok és a kamrák működését. Csak a hajszálereket nem ismerte fel, mivel még nem volt mikroszkóp. Munkássága korszakalkotó volt.

A mikroszkóp felfedezése forradalmasította az orvostudományt. *Jansen Zakarias* middelburgi lencsecsiszoló – de rajta kívül mások is – rájöttek a század első évtizedeiben, hogy a lencséket tubusba helyezve nagyítást lehet elérni. Akkoriban még a vásárokon nagyító lencséken (bolhaüvegen) keresztül mutatványként nagyított bolhákat mutogattak az embereknek.

Francesco Stelluti használta először tudományos célra a nagyítót.

*Antony van Leeuwenhoek*nak a század második felében készített mikroszkópjai már 270-szeres nagyításra voltak képesek. A delfti posztókereskedő szórakozásból szinte mindent vizsgált: egysejtűeket, vörösvérsejteket, hajszálereket. A mikroszkópkészítés titkát nem árulta el, de ekkor már mások is készítettek nagyítót. A mikroszkópos technika polgárjogot nyert a gyakorlatban.

Robert Hooke megírta az első mikrobiológia-könyvet, tőle származik a sejt elnevezés.

Marcello Malpighi felfedezte a hajszálereket, leírta a vörösvérsejteket, valamint a tüdő és a vese szerkezetét.

A XVIII. században, a felvilágosodás korában számos kiváló orvos és kutató tevékenyke-

dett. Közülük is kiemelkedett *Giovanni Battista Morgagni*, aki jelentős szakmai életművet alkotott. 1761-ben, nyolcvanéves korában adta ki *A betegségek helyének és okának feltárása az anatómus által* c. könyvét. Hangsúlyozta a kórbonctan jelentőségét, lehetővé téve, hogy az anatómiai, élettani és kórbonctani ismeretek alapján az orvoslás igazi tudománnyá váljon. Az olasz kórboncnok-anatómus fektette le egy új tudományág, a kórbonctan alapjait.

A XIX. század a polgárság kora volt. Rendkívül sok új felfedezés született az anatómia, az élettan, a kórbonctan, illetve az orvostudomány területein. Néhányan e tudományok művelői közül:

Johannes Müller a bonni, majd a berlini egyetem anatómia-élettan tanára iskolát teremtett.

Karl Ernst von Baer észt biológus megalapozta a modern embriológiát.

A sejtelmélet két jeles megalapítója, *Matthias Jacob Schleiden* a növényi sejt szerkezetét, míg *Theodor Schwann* az állati sejtet írta le, és felfedezte az idegrost hüvelyét.

Francois Bichat és *Jean Corvisart* a betegségekkel kapcsolatos szövetelváltozásokat figyelték meg.

Rudolf Virchow német kórboncnok a sejt szerkezetét, működését, elváltozásait kutatta.

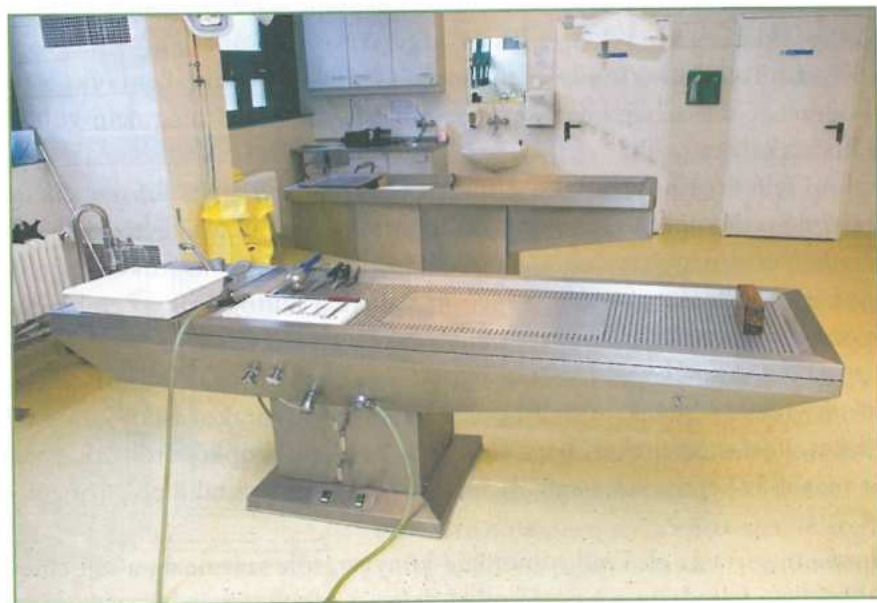
Georges Cuvier összehasonlító anatómia-tankönyvet írt. Őslénytan témájú dolgozatai – bár sok tévedést tartalmaztak – megalapozták a paleontológiát (őslénytan).

Charles Darwin a fajok eredetéről és az ember származásáról írt műveivel, az evolúció elméletével forradalmasította az addigi biológiai ismereteket.

Ernst Haeckel a megtermékenyített petesejt osztódását, fejlődését vizsgálta, és felfedezte, hogy az egyedfejlődés megismétli a törzsfjlődés egyes szakaszait.

A genetika tudománya a múlt század felfedezettje. *Gregor Mendel* brünni apát keresztezési kísérletei alapján megalkotta a genetika alaptörvényeit. *James D. Watson* és *Rrancis Crick* később, 1953-ban fedezte fel a „kettős spirált”, a DNS szerkezetét.

Hazánkban az anatómia mint az emberi testtel foglalkozó tudomány szakszerű művelése 1770-ben indult meg a nagyszombati egyetem orvosi karának létrehozásával. Az egyetem első



1.4. ábra. Boncasztal (a HM Állami Egészségügyi Központban)

bonctanára *Trauka Vencel* volt. Az egyetemet Budára, majd 1784-ben Pestre telepítették. Később Budapesten kívül Kolozsvár, Debrecen, Pécs és Szeged egyetemén is folyt anatómiaoktatás.

A XVIII–XIX. században ismert anatómus egyetemi tanár volt *Bugát Pál*, aki 1828-ban az első magyar anatómiakönyvet jelentette meg, továbbá *Lenhossék József*, *Lenhossék Mihály*, *Mihálkovics Géza*, *Tanhoffer Lajos* és *Apáthy István* anatómiai munkássága volt jelentős. Jelenleg valamennyi orvostudományi egyetemen önálló tanszéke van az anatómiának.

Az utóbbi évtizedek anatómusai közül sokan nagymértékben hozzájárultak a tudomány fejlesztéséhez, amellyel hazai és nemzetközi elismerést szereztek: Szentágothai János neurobiológus, agykutató anatómus, a Magyar Tudományos Akadémia volt elnöke, számos szakcikk, tankönyv és atlasz ismert szerzője. Törő Imre, Krompecher István, Kiss Ferenc, akik szintén az anatómia kiváló művelői, több külföldi akadémia tagjai, jelentős könyvek, tudományos munkák szerzői voltak.

AZ EMBER AZ ÖKOSZISZTÉMA RÉSZÉ

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Ökológia, ökoszisztéma (biológia, környezet-egészségügy)

Az *ökológia* az élőlényekkel és az őket körülvevő világgal, vagyis a környezetükkel foglalkozó biológiai tudomány, amelybe beletartozik a létezés minden feltétele. Az ökológia megfogalmazta a saját tudományához tartozó elméleteket, fogalmakat, így az ökoszisztéma fogalmát is. (Az ökoszisztéma-kutatás 1967-ben kezdődött, nemzetközi program alapján.)

Az *ökoszisztéma* mint fogalom az élőlények és környezetük teljes kapcsolatrendszerét jelenti, beleértve a populációktól a bioszféráig minden létező élőlény-együttest. Az ökoszisztémák összessége alkotja a *bioszféra*t (természeti és emberi környezet együttese).

Az *ökológiai lábnyom* olyan mutatószám, amely hektárban kifejezi azt a föld-, illetve vízterületet, amelyet egy népesség, csoport vagy egyén saját fenntartásához a környezetéből (az ökoszisztémából) használ. Megmutatja, hogy a természeti források mekkora részét vesszük igénybe. A környezetvédelem szempontjából annál jobb, minél kisebb ez a szám.

Az ember adott földrajzi területen és éghajlati viszonyok között, meghatározott természeti és társadalmi környezetben él. Környezetéhez sok szállal kötődik, életútját alapvetően meghatározzák a körülményei.

Az emberi problémák okának többsége az embert körülvevő környezetből ered, ezért akár a beteg, akár az egészséges ember problémái csak a környezeti tényezők figyelembevételével oldhatók meg.

Az *ember és környezete szoros kölcsönhatásban áll egymással*: az emberi tevékenység befolyásolja a környezetet, miközben a környezeti változások visszahatnak az ember életfolyamataira (pl. környezetszennyezés). Az ember előtt végtelen a lehetőségek sora a környezet építő jellegű átalakítására, ezzel együtt lehetőség van a rombolásra is.

A *holisztikus szemlélet* szintén teljes egészében foglalkozik az emberrel, szűkebb és tágabb környezetével való összefüggésében, oly módon, hogy az ember testi-lelki megnyilvánulásait a környezeti tényezők figyelembevételével értékeli. A *holisztikus szemlélet alapelvei* szerint az eredményes gyógyulás érdekében fontos figyelembe venni – a testi tüneteken kívül – a beteg lelki megnyilvánulásait, családi helyzetét, környezeti kapcsolatait, egyéni problémáit, eddigi életútját is.

A test felépítésének és működésének megismerése és megértése nagy lépés abban az irányban, hogy holisztikus szemlélettel, az embert az ökoszisztéma részének tekintve foglalkozzunk embertársainkkal, kellő figyelmet és tiszteletet tanúsítva minden emberi lény iránt.

AZ ANATÓMIA-ÉLETTAN TÁRGYA, FELOSZTÁSA

Az emberi test felépítésével az anatómia, működésével az élettan (physiologia) foglalkozik. Az emberi (humán) anatómia-élettan a biológia komplex tudományának része, annak ellenére, hogy a biológia az anatómia-élettan tudományágaknál sokkal „fiatalabb”. (A biológia szót 1802-ben használta először egy német és egy francia tudós.)

AZ ANATÓMIA TÁRGYA

Az anatómia az emberi test felépítését, szerkezetét (structura) vizsgálja. Az anatómia szó a tetem boncolását jelenti.

Az *anatómia vizsgálati módszerei* közé tartozik pl. a boncolás, a csontvázkészítés, szervpreparátumok készítése, szervek tartósítása (10%-os formalin oldatban).

AZ ANATÓMIA FELOSZTÁSA

- *Makroszkópos* (szabad szemmel látható) *anatómia*, amelyen belüli tudományterületek: a rendszeres, a táj-, az összehasonlító, a röntgen- és az alkalmazott anatómia.
- *Mikroszkópos* (szabad szemmel nem látható) *anatómia*, amelynek tudományterületei: a sejttan (cytologia) és a szövettan (histologia).
- *Embriológia* (fejlődéstan), amelyen belüli tudományterület az összehasonlító, az egyed- és a törzsfejlődéstan.

A tankönyv szervrendszerek szerint ismerteti az emberi testet (rendszeres anatómia), sok utalással az alkalmazására (funkcionális anatómia).

AZ ÉLETTAN TÁRGYA, FELOSZTÁSA

Az élettan a szervezet életjelenségeit, vagyis működését (functio) vizsgálja. Sokrétű a felosztása: pl. táplálkozás-élettan, munkaélettan, összehasonlító élettan. A kórélettan a kóros folyamatok élettani jelenségeivel foglalkozik.

Az *élettan vizsgálati módszerei* közül legjelentősebbek a kísérletek, pl. gyógyszer-, biokémiai és műtéti kísérletek.

AZ ANATÓMIA ÉS AZ ÉLETTAN KAPCSOLATA MÁS TUDOMÁNYOKKAL

Mindkét tudomány igen szerteágazó kapcsolatban áll a társtudományokkal. Legszorosabb kapcsolatban állnak egymással a szerkezet és működés egysége révén, valamint a biológiával, a kémiával, a fizikával, a biokémiával és a biofizikával. Az anatómia és az élettan az orvostudomány szinte minden területének (sebészet, szülészet, belgyógyászat stb.) alkalmazott tudománya. Az egészségügyi szakképzésben alapozó tantárgyaknak számítanak a többi szakmai tárgy számára. Bár mindkét tudomány önálló, alkalmazásukat tekintve mégis tudományközi (interdiszciplináris) jellegűek.

Mindkét tudomány a vizsgálati módszerek révén állandóan új ismeretekkel bővül, ami által egyre több tudással rendelkezünk az emberi test felépítéséről és működéséről.

AZ EMBERI TEST FELÉPÍTÉSÉNEK SZERKEZETI ELVEI, RÉSZEI, SÍKOK ÉS IRÁNYOK

Kapcsolódó szakmai tartalmak

- A test részei, síkjai, irányai latinul (orvosi latin)

AZ EMBERI TEST FELÉPÍTÉSÉNEK SZERKEZETI ELVEI

- *Kétoldali részarányosság* (bilaterális szimmetria): a test a középsík mentén két egyforma részre osztható (szimmetrikusak pl. az alsó- és felső végtagok, a petefészkek, a herék). A törzsfejlődés során megjelenik a *szimmetria hiánya* (aszimmetria), amely belső szerveink egy részére jellemző (pl. lép, máj).
- *Szelvényezettség* (segmentatio): erre utalnak az egyforma, hosszirányban ismétlődő részek, mint a csigolyák és a bordák (tökéletes szelvényezettség az állatvilágban pl. a férgekénél fordul elő).

A TEST FŐ RÉSZEI

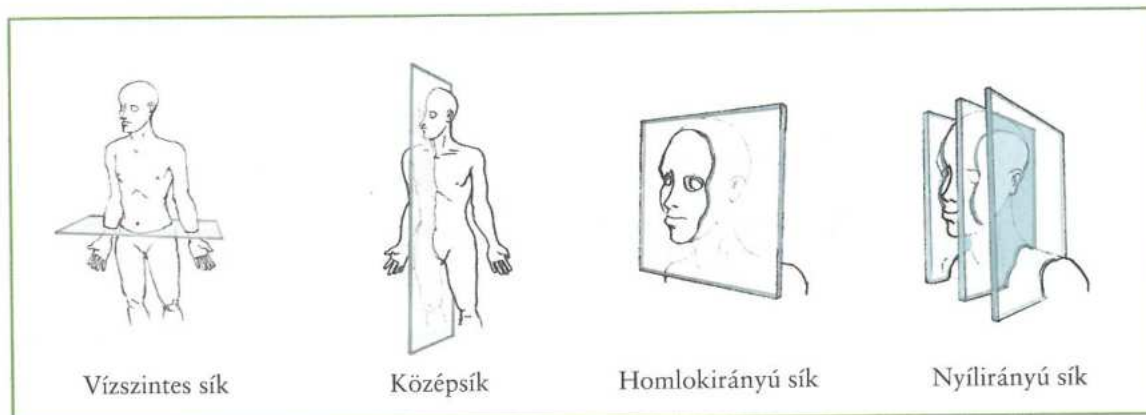
Test fő részei

- a fej (caput),
- a nyak (collum),
- a törzs (truncus), részei: mellkas (thorax), has (abdomen), medence (pelvis),
- a végtagok (extremities).

Az emberi test felépítésének tanulmányozása közben a síkok és irányok ismerete, gyakorlati alkalmazása megkönnyíti a tájékozódást.

SÍKOK

- Középsík (median): egy van belőle, hosszában közepén két szimmetrikus félre osztja a testet.
- Nyílrányú sík (sagittalis): több van belőle, párhuzamos a középsíkkal.
- Homlokirányú sík (frontalis): több van belőle, merőleges a többi síkra.



1.5. ábra. A test síkjai

- Vízszintes sík (horizontalis): több van belőle, szintén merőleges a többi síkra.

IRÁNYOK

- Fejvégű (cranialis), felső (superior),
- farokvégű (caudalis), alsó (inferior),
- jobb (dexter), bal (sinister),
- hasoldali (ventralis), elülső (anterior),
- hátoldali (dorsalis), hátulsó (posterior),
- középsíkhöz közelebb eső (medialis), oldalsó, azaz középsítől távolabb eső (lateralis),
- törzshöz közelebbi (proximalis), törzstől távolabbi (distalis),
- felületi (superficialis), mély (profundus),
- külső (externus), belső (internus).

Az irányok álló emberre vonatkoznak.

A síkok és irányok segítségével egyértelműen meg lehet határozni a szervek helyzetét és részeit.

SZAKMAI NYELVEZET

Általában egy tudományterület egységes szakmai kifejezéseinek (terminus technicus) összessége a *nevezéktan* (nomenclatura). Az anatómiai szakkifejezések listáját a Nomina Anatomica (NA) tartalmazza.

1895-ben Baselben összeült az anatómiai kongresszus, és megalkotta a baseli nómenklaturát (BNA) 5000 kifejezéssel. Ezután rövidebb ideig volt érvényben a jénai nómenklatúra (JNA, 1935). 1999-ben adták ki a ma is nemzetközileg érvényes Terminologia Anatomica c. jegyzéket 7600 kifejezéssel. Ez nagyrészt a BNA kifejezéseit tartalmazza.

A nevezéktan kifejezései a klasszikus latin és görög nyelvből erednek. Előfordul, hogy egy fogalomra mindkettőt használják, pl. a fej lat.: caput, gör.: kephal.

A szakmai nyelvezet nemzetközileg egységesített használata megkönnyíti a szakemberek közötti információcserét, a szakirodalomban való tájékozódást, a nemzetközi szakmai kommunikációt.

GYAKRAN HASZNÁLT ANATÓMIAI RÖVIDÍTÉSEK

ant. = anterior (elülső)	inf. = inferior (alsó)	post. = posterior (hátulsó)
a. = arteria (verőér)	int. = internus (belső)	s. = sinister (bal)
d. = dexter (jobb)	m. = musculus (izom)	sup. = superior (felső)
ext. = externus (külső)	med. = medialis (középső)	v. = vena (visszér)
gl. = glandula (mirigy)	n. = nervus (ideg)	

ÉRDEKESSÉGEK

A Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karának (SE, ÁOK) Budapesten, az Üllői úton két *anatómiai intézete* van. Egyik az Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet, a másik a Humánmorfológiai és Fejlődésbiológiai Intézet.

Az Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézethez *Anatómiai Múzeum* tartozik, amely főként az orvostanhallgatók oktatását szolgálja, a nagyközönség számára nincs nyitva. Előzetes egyeztetés szerint azonban, egészségügyi képzésben tanuló 16 éven felüliek csoportjai számára lehetséges a látogatás, szakvezetéssel. A kiállítási anyag egyedülálló, ér-

dekes és tanulságos. Eredeti preparátumai között találhatók mumifikált, szárított, formalinban tartósított készítmények és csontvázak, amelyek az élettani és kóros eseteket szemléletesen mutatják be (többségük a múlt század elején készült).

A SE, ÁOK intézménye az Igazságügyi Orvostani Intézet, amelynek feladatai közé tartoznak a bűnügyekkel kapcsolatos (törvényszéki) boncolások.

A debreceni, pécsi és szegedi orvostudományi egyetemeknek is van önálló anatómiai intézetük.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az anatómia tantárgy tanuláshoz, megértéséhez hozzájárul a tudomány kialakulásának, fejlődésének történeti áttekintése.

Az anatómia–élettan fogalmainak, felosztásának és vizsgáló módszereinek ismerete a tudományon belüli eligazodást segíti. A test síkjainak és irányainak meghatározása megkönnyíti a szervek elhelyezkedésében, felépítésében történő tájékozódást. A szakma nyelve a latin, használata a szakmai kommunikációban nélkülözhetetlen. Az írásos latin nyelvű kommunikációt könnyítik a rövidítések.

KULCSFOGALMAK

Anatómiai síkok, anatómiai irányok, makroszkópos anatómia, mikroszkópos anatómia, a test szerkezeti elvei, bilaterális szimmetria, aszimmetria, anatómiai nevezéktan (nomenclatura), holisztikus szemlélet, ökoszisztéma.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Melyek az emberi test felépítésével és működésével foglalkozó tudományok?
2. Hogyan osztható fel a szervezet testrészek szerint?
3. Sorolja fel és közben egy sík lappal (pl. füzetrel) mutassa be saját magán a test síkjait!
4. Mutassa be a test irányait saját magán!
5. Hol mutatkozik meg az emberi szervezetben szimmetria és hol figyelhető meg aszimmetria?
6. A 1.5. ábrán írja be a síkok latin nevét!
7. Miért fontos az emberekkel való foglalkozás során a holisztikus szemlélet?
8. Mondjon példákat az ember és környezete közötti építő és romboló jellegű kölcsönhatásokra!
9. Keresse meg az interneten Rembrandt: Dr. Joan Deyman anatómiai órája (1656, olajfestmény) című képét!

2. FEJEZET

SEJTTAN, SZÖVETTAN



SEJT TAN

Kapcsolódó közismereti tartalmak

- Sejt tan (biológia): a sejt felépítése, a sejthártya működése, a sejt életjelenségei

A SEJT SZERKEZETE, ALKOTÓRÉSZEI

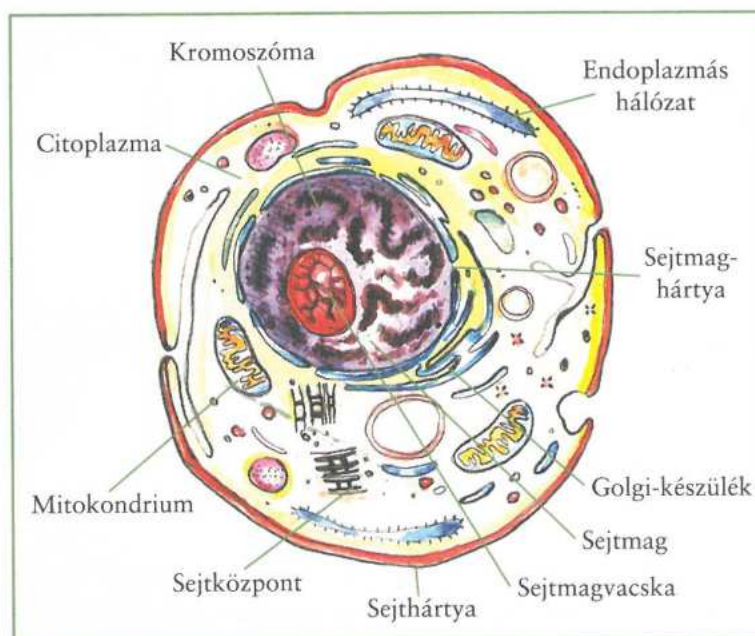
Az élővilág egységes eredetere utal, hogy a növényi és az állati sejt sok hasonlóságot mutat, de vannak közöttük eltérések is (pl. a növényeknél a sejtfal a sejthártya, míg az állati és az emberi sejtben a sejthártya határolja a sejtet).

A következőkben az ember szervezetét felépítő sejtekről lesz szó, mintegy megerősítve a biológiában tanultakat. Az emberi és állati sejtek felépítése megegyezik.

A *sejt* (cellula) a szervezet legkisebb alaki és működési egysége. Nem más, mint differenciált protoplazma, amely plazmával (cytoplasma), sejtmaggal (nucleus) és sejthártyával (sejthártya) rendelkezik.

A *sejt alakja* változatos, *nagysága* néhány mikrométertől 600 mikrométerig terjed, átlagos nagysága 10–30 μm (egy $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$). Legkisebbek bizonyos idegsejtek (4 μm), nagyobbak a belső szervek falában található simaizomsejtek (300 μm), a terhes méhfalban nagyságuk 600 μm . A sejtek és szövetek szabad szemmel nem láthatók, mikroszkóp segítségével felnagyítva tanulmányozhatók.

Egy átlagos ember szervezetét százezer billió (10^{14}) sejt építi fel.



2.1. ábra. A sejt felépítése

SEJT TAN

SEJTHÁRTYA

A sejthártya (sejtmembrán) kívülről határolja a sejtet. Proteinból (fehérje) és két lipidrétegből (zsírnemű anyag) áll. Mint féláteresztő hártyán keresztül diffúzióval történik az anyagcsere: a tápanyagok felvétele és a bomlástermékek leadása. A diffúzió lényegében kis anyagi részecskék áramlása, amelyet sűrűségük (koncentrációjuk) különbsége hoz létre. Az anyagok átjutását, a transzportfolyamatokat a membrán szerkezete teszi lehetővé: kettős lipidréteg, közöttük fehérjemolekulák. Hasonló szerkezetű membrán építi fel a sejtmaghártyát és a citoplazmában lévő sejtalkotók egy részét is. Az ember sejtjeinek membránja olyan biokémiai jelzést (MHC) hordoz, amely felismeri a test saját sejtjeit, viszont a jelzést nem tartalmazó idegen sejtekkel, kórokozókval szemben beindítja a szervezet védekezési mechanizmusát (immunitás).

SEJTMAG

A sejt tartalmazhat egy vagy több sejtmagot (nucleus). Elhelyezkedhet a sejt közepén, vagy attól távolabb. A magot a citoplazmától maghártya határolja el. Állományában jól festődő kromatinrögök vannak, amelyek genetikai információt hordozó dezoxiribonukleinsavat (DNS) tartalmaznak és sejtosztódáskor fonalas szerkezetű kromoszómákká alakulnak.

SEJTMAGVACSKA

A sejtmagon belül található egy-két sejtmagvacska (nucleolus). Nagy mennyiségű ribonukleinsavat (RNS-t) tartalmaz, ami a sejt plazmában zajló fehérjeszintézisben vesz részt.

CITOPLAZMA

A citoplazma a sejtmaghártya és sejthártya közötti teret kitöltő, kolloidszerű anyag. Felépítésében membránrendszerek és membránnal nem rendelkező rendszerek vesznek részt. A plazma állományában található a sejtszervecskék (sejtorganellumok), amelyek membránjaik révén egymástól elkülönülnek, de kapcsolatban is vannak egymással, anyagcseretereket alkotnak.

SEJTSZERVECSEK

A sejtszervecskék (sejtorganellumok) a következők:

- *Sejtközpont* (cytocentrum): A sejtmag közelében helyezkedik el, rendszerint páros testecskéből áll. A sejtosztódásban és sejtmozgásokban van szerepe.

- **Mitokondriumok:** A plazmában állandó mozgásban lévő, többnyire pálcika alakú alkotóelemek, amelyek fehérje- és lipidmolekulából álló lemezes szerkezetet mutatnak és enzimrendszereket tartalmaznak. A sejt oxidációs folyamatait bonyolítják. Számuk változó. A bennük levő ATP (adenozin-trifoszfát) révén a sejt energiaközpontjai.
- **Riboszómák:** Az endoplazmás hálózaton (retikulum) találhatóak, a sejt fehérje-bioszintézisében vesznek részt. Az endoplazmás hálózat a citoplazmában található lipoproteid rendszer.
- **Golgi-készülék** (apparátus): A sejtmag közelében található finom hálózat. A sejt kiválasztó tevékenységében (secretio) van szerepe.

A SEJT ÉLETTANA

A sejtek alapvető életjelenségeket mutatnak: mozgás, ingerlékenység, anyagcsere, növekedés, osztódás.

MOZGÁS

- **Állábakkal** (amőboid mozgás) változtatják helyüket pl. az egysejtű amőbák, de ez a mozgás jellemzi az emberi fehérvérsejteket is.
- **Ostoros mozgás** jellemzi az ostorosokat. Sejtnyúlvánnyal (ostorral) változtatják helyüket, de így mozognak az emberi hímivarsejtek is.
- **A csillók** egyirányú „söprögető” mozgása a papucsállatkát jellemzi, de az ember egyes hámsejtjeinek csillói is ezt a mozgást végzik (pl. a légutakban).

INGERLÉKENYSÉG

A sejt a környezetéből érkező (fény, hő, kémiai) ingerekre reagál. E reakció során a sejt alkalmazkodik a megváltozott viszonyokhoz. A válasz mozgás formájában nyilvánul meg; ezt az irányított mozgást *taxisnak* nevezzük.

ANYAGCSERE

A sejt a környezetéből anyagokat vesz fel, amelyeket beépít szervezetébe (asszimiláció), szükség szerint felhasználja, majd lebontja anyagait (disszimiláció), a bomlástermékeket pedig eltávolítja szervezetéből (excretio). Az asszimilációs és disszimilációs folyamatok összessége az anyagcsere. Az anyagcserét a sejt közötti térből a sejthártyán keresztül bonyolítja le.

Egyes egysejtű élőlények (fagociták) idegen anyagok bekebelezésére (fagocitózis) képesek, de erre az ember egyes sejtjei, illetve fehérvérsejtjei is képesek.

NÖVEKEDÉS

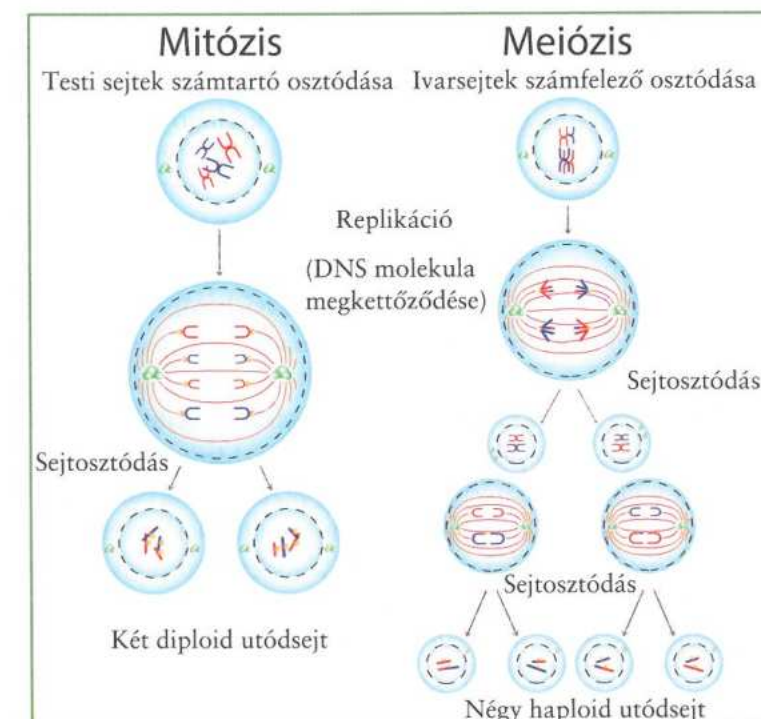
Az anyagcsere során a sejt citoplazmája növekszik. A növekedésnek határt szab a sejthártya felülete. A növekedés egy mértékén túl a sejt osztódni kezd (vagy elpusztul).

SEJTOSZTÓDÁS

A sejtosztódás bonyolult, sok lépésből álló életjelenség.

A sejtosztódás fajtái

- A **direkt sejtosztódás, az amitózis** (amitosis) egysejtű élőlényekben gyakori. Ez a legegyszerűbb módja az osztódásnak, előbb a sejtmag, majd a citoplasma kettéválik. A két utódsejt megegyezik az osztódó sejtrel.
- A **számtartó sejtosztódás, a mitózis** (mitosis) az indirekt sejtosztódás egyik módja, amely négy fázisban megy végbe. Az utódsejtek kromoszómaszáma megegyezik az osztódó sejt eredeti kromoszómaszámaival (23 pár, azaz diploid kromoszómagarnitúra). A DNS lemásolódik, azaz megkettőződik (replikáció). A sejtközpont osztódik, a sejt két pólusára vándorol, közben a mag kromatikus állománya fonalassá alakul és létrejön a kromoszóma. Ezután a kromoszómafonalak hosszában kettéhasadnak, így számuk megkétszereződik, és a két sejtközpont körül tömörülnek. A kétfelé rendeződött sejtmagot a plazma osztódása követi. A plazma közepén befűződik és kettéválik. Ez az osztódás leggyakoribb formája. Így osztódnak a testi sejtek.
- A **számfelező sejtosztódás meiózis** (meiosis) az indirekt sejtosztódás másik módja, az ivarsejtekre jellemző, az utódsejtek fele (haploid) kromoszómagarnitúrával rendelkeznek. Az emberi faj testi sejtjeire 46 (23 pár) kromoszómaszám jellemző, az ivarsejtek 23 kromoszómát tartalmaznak. Megtermékenyüléskor a két haploid ivarsejt egyesülésekor (2×23) jön létre a fajra jellemző 46-os kromoszómaszám.



2.2. ábra. A sejtosztódás sémája

SZÖVETTAN

Kapcsolódó közismereti tartalmak

- Szövettan (biológia): a szövetek fajtái, jellemzői

A SZÖVETEK FAJTÁI

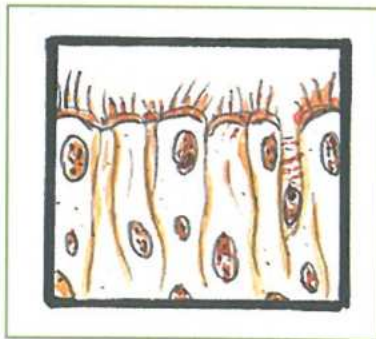
A szövet bizonyos feladatok ellátására elkülönült (differentiálódott) sejtek összessége. A szövetek *sejtes* és *sejt közötti* állományból állnak. Az emberi/állati szövetek fajtái: hám-, támasztó-, kötő-, izom- és idegszövet.

HÁMSZÖVET

A hámshövet a test külső-belső felszínét borítja. Csak *sejtes* állománya van, *sejt közötti* nincs. Sejtjei szorosan egymás mellett helyezkednek el. Anyagcseréjét a sejt közötti járatokon keresztül bonyolítja, ezekben a járatokban keringő nedvből táplálkozik.

A hámshövet fajtái

- **Fedőhám:** A felépítő sejtek *alakja* szerint lehet lap-, köb- és hengerhám. Attól függően, hogy a sejtek hány sorban helyezkednek el, vannak *egyrétegű* vagy *többrétegű* hámok. A fedőhám lehet elszarusodó hám (pl. a bőrben), vagy el nem szarusodó hám (pl. a hüvelyben), illetve csillószőrös hám (pl. a légutakban, petevezetőben). A bőr hámshöve jól ellenáll a fizikai-kémiai hatásoknak.
- **Mirigyhám:** Sejtjei váladék kiválasztására (secretio) képesek, mint pl. a verejték- és a faggyúmirigy. Mirigyhám építi fel a külső elválasztású mirigyeket, pl. a gyomorban és a belső elválasztású mirigyeket pl. a hormontermelő szervekben. A belső elválasztású mirigyek váladéka a hormon.
- **Érzékhám:** Az érzékszervekben, pl. szemben, belső fülben helyezkedő, ingerfelvételre képes sejtek.
- **Pigmenthám:** Festékanyagot tartalmaz, megtalálható pl. a szemben.
- **Felszívóhám:** Az emésztett tápanyag és víz felszívását végzi pl. a vékonybélben.



2.3. ábra. Hámshövet: Csillószőrös hengerhám

TÁMASZTÓSZÖVET

A test szilárd vázát alkotja.

A támasztószövet fajtái

A támasztószövet fajtái a csontszövet és a porcszövet. Ide soroljuk a zsírszövetet is, de ide tartozik az idegrendszerben található gliaszövet is.

- **Csontszövet:** Csontegységekből (osteon) épül fel. Az *osteon* a csont mechanikai egysége, a csont nyomási szilárdságát adja. Egy oszteont a közepén található, ereket tartalmazó *Havers-csatorna*, valamint a körülötte koncentrikus lemezes rendszert alkotó sejtes és sejt közötti állomány építi fel.
- *Sejtes állományát* a sejt közötti állomány üregeiben egyesével elhelyezkedő, szárlábúhoz hasonló, szilvماغ alakú, nyúlványos *csontsejtek* alkotják. Ezenkívül vannak *csontépítő sejtek* (osteoblast) és *csontfaló sejtek* (osteoclast). Ezek a csontok állandó átépülését végzik, folyamatosan bontják, illetve újraépítik a csontot, felelősek az ép szerkezet kialakításáért. Egészséges csontszövetben a két folyamat egyensúlyban van.
- *Sejt közötti állományát* (alapállomány) a csontépítő sejtek által termelt szerves állomány és a belerakódott, szilárdságot adó *szervetlen csontsók* alkotják (főként kalcium- és foszfátsók). A test Ca-tartalmának mintegy 99%-a a csontokban található.
- **Porcszövet:** A csontszövethez képest kevésbé szilárd, de rugalmas szövet.
- *Sejtes állományát* csoportosan elhelyezkedő, gömb alakú *porcsejtek* alkotják.
- *Sejt közötti állománya egyenemű* (homogén) anyagból és *rostokból* áll.

Ha az egyenemű anyag több, és elfedi a rostokat, *üveg(hyalin) porcnak* nevezzük, ilyen található pl. a csontvégeken, az orrban.

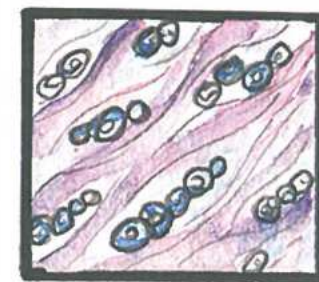
Ha az egyenemű anyagban jól láthatók a rostok, *rostos porcnak* nevezzük. A rostok alapján megkülönböztetünk:

- **Rugalmas** (elasztikus) rostos porcot, ilyen pl. a fülkagyló vagy a gégefedő.
- **Kollagén** (enyvadó) rostos porcot, amelynek nagy a szakítási szilárdsága, ilyenek pl. a csigolyák közötti porckorongok.

A porcokat – az ízületi porcok kivételével – *porchártya* fedi, amely ereken, idegekben gazdag.



2.4. ábra. Csontszövet



2.5. ábra. Porcszövet



2.6. ábra. Zsírszövet

- **Zsírszövet:** Sejtjei a felesleges zsírt zsírpárnák formájában tárolják (depó zsír). Jelentős tápanyag- és energiaraktárak. Térkitöltő szerepe is van (pl. a szemgolyó mögötti zsír szövet) és támasztó, mechanikai feladatot is ellát (pl. a talp alatti zsír szövet).

KÖTŐSZÖVET

A szervek és szövetek közötti tereket tölti ki. Ereken, nyirokereken és idegeken gazdag. A kötőszövet víz, só és zsír tárolására képes. Víztartalmának kóros megnövekedése vízenyő (oedema) kialakulásához, a víztartalom csökkenése pedig kiszáradáshoz (exiccosis) vezet.

- **Sejtes állományának sejtjei** lehetnek *rostképző* sejtek (fibroblasztok), fagocitáló, vagyis *bekebelező* sejtek (makrofágok), mozgásra képes *vándorsejtek* (nyiroksejtek, plazmasejtek) és ún. *hízósejtek* (heparint termelnek). A hízósejtek hisztamint is termelnek, részt vesznek az allergiás reakciókban.
- **Sejt közötti állományának** rostjai alapján vannak *enyvadó* (kollagén), *rugalmas* (elasztikus) és *rácsrostos* kötőszövetek. A rostok sűrűsége szerint ismerünk *laza rostos* kötőszövetet és *tömött rostos* kötőszövetet, ez utóbbi az *ínszövet*.

IZOMSZÖVET

Az izomszövet a plazmában található finom rostok (myofibrillumok) révén összehúzódásra (contractio) képes. *Fajtai* a harántcsíkolt, a sima- és a szívizom.

- **Harántcsíkolt izom**
Akarattól függően működik, gyorsan húzódik össze, nagy teljesítményre képes, de hamar kifárad. A vázizomzatot építi fel (működési sajátosságaival magyarázhatók a sportolók kiemelkedő teljesítményei). Mikroszkóposan izomrostok alkotják, metszetén világos és sötét, harántul futó csíkok láthatók (innen kapta a nevét). A csíkozottság az izmokat felépítő két fehérje,



2.7a ábra. Harántcsíkolt izomszövet



2.7b ábra. Simaizomszövet



2.7c ábra. Szívizomszövet

az aktin, és a miozin „szálacsákák” elrendeződéséből adódnak (bővebben l. A mozgásrendszer című fejezetben).

- **Simaizom**
Akarattól függetlenül működik, lassan húzódik össze, nem fárad ki, tartós teljesítményre képes.
Belső szerveink (pl. gyomor, bél, méh, erek) falában található. Mikroszkópos metszetén hosszúkas, orsó alakú izomsejtek láthatók.
- **Szívizom**
Felépítésében hasonlít a harántcsíkolt izomszövetre, rostjai izomhálózatot képeznek. Mikroszkópos metszetén jellegzetesek a vízszintes Ebert-féle vonalak, amelyek sejthatárok. Működésére jellemző: akaratunktól független, nagy erő kifejtésre képes. Tartós, görcsös összehúzódásra nem képes, nem fárad ki.

IDEGSZÖVET

Az idegszövet az idegrendszert építi fel. Az idegszövet képes ingert felvenni, azt ingerületté alakítani és az ingerületet vezetni.

- **Sejtes állománya** idegsejtekből (neuron) áll.
- **Sejt közötti állománya** az ún. gliaszövet nem képes ingerület vezetésre. (Az idegszövet bővebb ismertetését lásd a 10. Az idegrendszer című fejezetben.)



2.8. ábra. Idegszövet

SZERVEK, SZERVRENDSZEREK

A szövetek sejtekből állnak, a szerveket szövetek építik fel. A szervek alkotják a szervrendszereket. A szervrendszerekből álló emberi szervezet működését a hormonális rendszer és az idegrendszer működése összehangolja, egységes egészé szervezi.

A *zsigeri rendszerek* különböző felépítésű és működésű részekből állnak, szemben pl. az izomrendszerrel, amely hasonló felépítésű és működésű elemekből áll. A zsigeri rendszerekhez tartozik a légzőrendszer, az emésztőrendszer, a vizeleti rendszer, a nemi szervek és a belső elválasztású mirigyek. Általános értelemben a belső szerveket zsigereknek nevezzük.

Szervrendszerek továbbá a mozgásrendszer, a keringési rendszer, az idegrendszer.

ÉRDEKESSÉGEK

- *Mikroszkópos technikával* a test sejtjei, szövetei vizsgálhatók. A mikroszkóp alatt nagyításban vizsgált szövetmetszeti képnek nagy szerepe van a kórismézésében. Csaknem minden műtéileg eltávolított szervből, szövetből kötelező mintát venni és abból szövettani vizsgálatot készíteni, amiből megállapítható pl. az elváltozások jó- vagy rosszindulatú eredete.



2.9. ábra. 8 fejű konzultációs vagy tanmikroszkóp

- A hagyományos *fénymikroszkóp* akár 1500-szoros nagyításra is képes, felbontása 0,2 μm . Nagyítólencsék és fény segítségével jön létre a metszetek nagyított, sík képe.
- Az *elektronmikroszkóp* néhány százezerszeres nagyításra képes, felbontása 0,1–0,2 nm (1 nanométer: 0,000001 mm). Elektronsugár-nyaláb segítségével készít nagyított képet. Nagyítóképessége a fénymikroszkóp ezerszerese.
- A *transzmissziós elektronmikroszkóp* (TEM) az elektronmikroszkóp alapján működik, de a nagyított képet lefényképezi és elektronikusan rögzíti.
- A *digitális mikroszkóp* a hagyományos fénymikroszkóp alapján működik. USB-kimennel rendelkezik, speciális szoftverek segítségével a vizsgált metszeteket digitálisan dolgozza fel. Egy metszetből több digitális felvételt készít, a képeket rögzíti akár három dimenzióban.
- A *klónozás* nem más, mint az egyed genetikailag azonos másolatának előállítás. A növényvilágban ismeretes az ivartalan szaporítás, ami lényegében klónozás, amikor egy kis növényrészből (gyökér, szár, levél) kifejleszthető az egész növény. Erre a szaporodásra az ember, vagy magasabb rendű állat nem képes. 1997-ben tudományos szenzáció volt Dolly, a skót bárány. Egy hatéves juh tojsejtjét behelyezték egy másik állat

sejtmagjától megfosztott petesejtjébe (szomatikus sejtmagtranszfer), amit beültettek a harmadik állat méhében, ahol az embrió fejlődésnek indult. Dolly genetikai állománya megegyezett a tojsejtet „adományozó” állatéval. Dolly 2003-ban elpusztult. Az emberi klónozás törvényesen egyetlen országban sem megengedett.

- Az *őssejtek* olyan differenciálatlan „Jolly Joker” sejtek, amelyekből bármilyen típusú szövet sejtjei fejlődhetnek. Az ember sejtjei állandóan pusztulnak, a szervezet differenciálatlan/őssejtjei segítik a pótlást. A csontvelő főleg vérképző őssejteket tartalmaz. Legtökéletesebb őssejt a megtermékenyített petesejt, mert differenciálódásra képes, az egész szervezet ki fejlődik belőle. Az őssejtek tulajdonsága, hogy beültetve a beteg szervbe fejlődésnek indulnak, és az adott szerv egészséges szöveti sejtjeit kezdik el termelni. Fő őssejtforrások: a vér, a csontvelő és a köldökzsinór. Jelenleg főként köldökzsinórvérből nyernek őssejteket. A sejtek igény szerint, térítés ellenében ún. őssejtbankban több évtizedig tárolhatók, és az élet során fellépő súlyos betegségek kezelésére felhasználhatók. A kutatók reményt látnak több betegség, így pl. a súlyos izomsorvadás, az Alzheimer-kór, a Parkinson-kór őssejtes gyógymódjára. Emberek milliói reménykednek abban, hogy ma még gyógyíthatatlan betegségük a világszerte folyó őssejtkutatás eredményeképpen a közeljövőben gyógyítható lesz.



2.10. ábra. Felnőtt őssejtek vörös csontvelőből

ÖSSZEFOGLALÁS

A szervezet szervrendszerekből, a szervrendszerek szervekből épülnek fel. A szervek különböző szövetekből állnak. A szövetek építőelemei a sejtek.

A *sejtek és szövetek* mikroszkóp segítségével tanulmányozhatók. A sejtek az élő szervezet alapegységei. Egyetlen sejt ugyanazokat az életjelenségeket mutatja, mint az élő szervezetek: mozgás, ingerlékenység, anyagcsere, növekedés, osztódás/szaporodás. Szervezetünket sok milliárd sejt építi fel. Sejtjeink állandóan termelődnek (kivéve az ideg- és izomsejteket) és állandóan pusztulnak. Számuk az öregedés során csökken.

A szövetek egy bizonyos életműködésre csoportosult sejtek összessége. Szervezetünk szerveit hám-, támasztó-, kötő-, izom- és idegszövet építi fel.

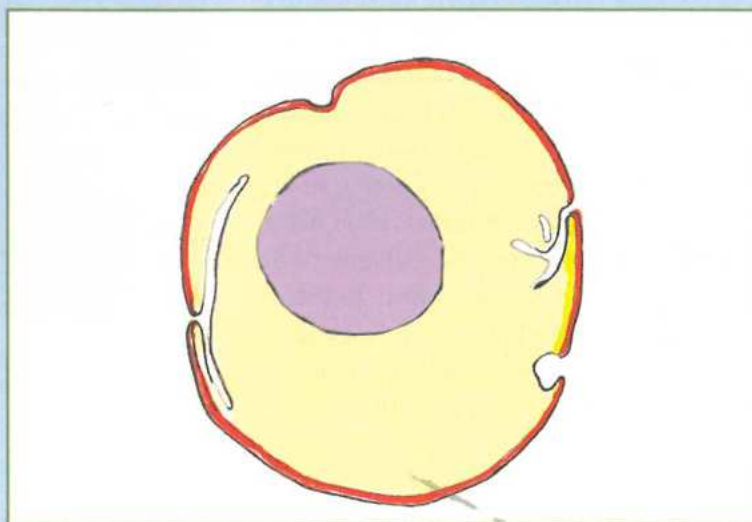
A sejtek és szövetek fajtáinak, szerkezeti és működési sajátosságainak ismerete a további tanulmányok során megkönnyíti a szervezet felépítése és működése közötti összefüggések megértését.

KULCSFOGALMAK

Differenciálódás, protoplazma, citoplazma, sejtmembrán, sejtorganellek, amitózis, mitózis, meiózis, ostoros mozgás, csillós mozgás, sejt állomány, sejt közötti állomány, osteon, hámszövet, támasztószövet, kötőszövet, izomszövet, idegszövet.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja be és jelölje az alábbi sejtbe a következőket: sejtmagvacska (nucleolus), sejtközpont (cytocentrum), mitokondrium, Golgi-készülék, endoplazmás retikulum a riboszómákkal, kromatinrögök!



2.11. ábra. A sejt felépítése

2. A kezével mozgassa meg a fülkagylóját! Milyen szövettani magyarázata van a mozgathatóságnak?
3. Sorolja fel a hámszövet fajtáit, mondjon példát elhelyezkedésükre a szervezetben!
4. A 2.2. ábra segítségével állapítsa meg, miben hasonló és miben különböző a mitózis és a meiózis!
5. Milyen hasonlóságok és különbségek vannak a sima-, a harántcsíkolt izom és a szívizom működése között?
6. A gyakorlati órán – lehetőség szerint – nézze meg mikroszkóp alatt a különböző szöveteket!
7. Milyen hasonlóságok és különbségek mutatkoznak a harántcsíkolt és a szívizom mikroszkópos képe között?
8. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a sejt és a szövetek képeit és animációit!

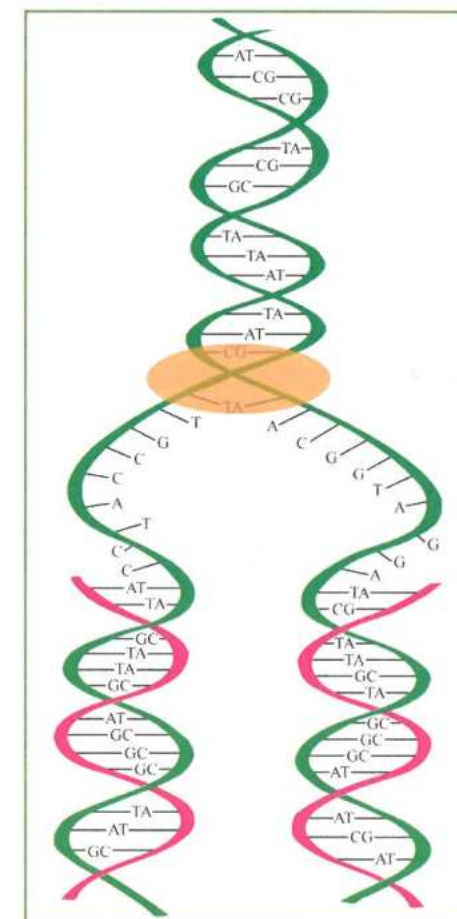
OLVASMÁNY

A GENETIKA ÉS AZ ORVOSTUDOMÁNY

Gregor Mendel kísérleteinek köszönhető az átöröklés, azaz a genetika tudományának megszületése (1865), bár Mendel a genetika szót még nem használta, az elnevezés Johanssen dán genetikustól származik. Az 1910-es években Morgan megalkotta az öröklődés kromoszómális elméletét, ami kimondja, hogy a tulajdonságok kromoszómákban helyezkednek el, és ezek örökökítik át őket. 1944-ben Avery nevéhez fűződött az a felismerés, hogy az örökítő anyag a dezoxiribonukleinsav (DNS). A további fejlődéshez nagymértékben hozzájárult Watson és Crick, akik 1953-ban a DNS szerkezetét tárták fel. A DNS-t a négyféle szerves bázis (A: adenin, T: timin, C: citozin, G: guanin) egyikét tartalmazó nukleotidok építik fel.

A fentiek tették lehetővé, hogy az elmúlt fél évszázadban a genetika rohamléptekkel fejlődjön és olyan eredményeket érjen el, mint pl. az emberi genom (egy diploid emberi sejt DNS-állománya) bázissorrendjének meghatározása. A genomok kutatását genomikának nevezzük.

A Human Genom Projekt nagy jelentőségű nemzetközi kutatási program (1996-tól 2006-ig tartott), célul tűzte ki a genom nukleotidsorrendjének meghatározását. 2003-ban bejelentették, hogy kutatásuk eredményeként az emberi genom „szöveggönyve”, vagyis nukleotidsorrendje teljességgel ismertté vált. E munka nagyságát akkor tudjuk értékelni, ha figyelembe vesszük, hogy ez a genom 3,15 milliárd nukleotidból áll, ami közel 2 m hosszú DNS-láncot jelent. Ha ismerjük a nukleotidsorrendet (az öröklődő információtartalmat), azt jelenti, hogy megértettük a jelentését is? Sajnos nem, mert a szöveg tagolása ismeretlen, tehát nem tudjuk, hol kezdődnek és hol végződnek az egyes mondatok, vagyis a gének, így azt sem tudjuk, csak becsüljük, hány génünk van összesen (kb. 30–40 ezer). Ennek ellenére mintegy négyezer genetikai betegséget okozó, illetve betegségre hajlamosító gént ismerünk és számos gén termékét gyógyszerként állítjuk elő, mint pl. az inzulint, a növekedési hormont vagy a vese által termelt eritropoetint.



2.12. ábra. DNS-lánc

A géntechnológiát eredményesen alkalmazzák a gyógyszergyártásban. Az 1970-es évekre megnövekedett a cukorbetegség száma, hagyományosan már lehetetlen volt a kezeléshez szükséges inzulint állati hasnyálmirigyből kivonni. Új technológiát dolgoztak ki a biológiai molekulák, ez esetben az inzulin előállítására. Rekombináns DNS-technológiával a kívánt anyag DNS-ét baktériumok génállományába építették be, így a baktériumok elkezdtek termelni a molekulát, vagyis természetesen állították elő az inzulint. Az inzulin volt az első olyan gyógyszer, amit géntechnológiával, tömegesen állítottak elő.

Ma már az is ismert, hogy számos betegség, pl. a cukorbetegség, szív- és keringési betegségek, a Parkinson-kór kialakulásában a környezeti hatások mellett a gének is szerepet játszanak, így pl. a cukorbetegség létrejöttében 17 gén játszik valamilyen szerepet.

A mutációk a genetikai anyag maradandó változásait okozzák. A spontán mutáció, aminek az evolúció is köszönhető, igen ritkán fordul elő, viszont a mutációt kiváltó anyagok, a mutagének fokozzák a mutációk gyakoriságát. A mutagének közé tartoznak az ultraibolya-, röntgen- és radioaktív sugárzások, valamint különböző kémiai anyagok. A mutációk csak egy része hasznos, nagy része káros, akár halálos is lehet a szervezetre nézve. Mutagének hatására káros mutációk, betegségek jönnek létre. A sugárzások közül különösen veszélyesek az ionizáló sugárak (röntgen, radioaktív stb.), károsító hatásuk a sugáradag mennyiségétől függ. A kémiai mutagének szintén veszélyeztetik a szervezetet, ide tartoznak a növényvédőszer, kábítószer, élelmiszerkonzerváló- és adalékanyagok, festékek, ragasztók stb. A mutagének hatására fellépő mutációk következtében a sejtekben rosszindulatú daganatos sejtburjánzások indulhatnak el. Sajnálatos módon, főleg a környezetszennyezés miatt szervezetünk rendkívül kitett mind a sugárzásoknak, mind a kémiai mutagén anyagoknak.

Már több évtizede elméletileg mód van egyes genetikai betegségek ún. génterápiás gyógyítására, amikor a hibás gén mellé egészséges gént visznek be, de ezt csak néhány ritka betegség esetén alkalmazzák és a kezelés biztonsága is kétséges még. Állatok és növények esetén más a helyzet, a génszerkezeti eljárások lehetővé teszik a DNS tetszés szerinti darabjának kivételét, át-helyezését, megváltoztatását, javítását, de annak sincs akadálya, hogy mesterségesen előállított géneket vagy géndarabokat ültessenek be bármilyen élőlénybe. A bevitt, módosított DNS-nek meg is kell nyilvánulnia, azaz működnie kell úgy, hogy az adott sejt életével ez összeegyeztethető legyen. Ez elsősorban baktériumok és élesztőgombák esetén egyszerű feladat, de ma még növényeknél, állatoknál és az embernél korlátozottabbak a lehetőségek. Ennek ellenére már ismerünk jó néhány példát a genetikailag módosított növényekre (ezek az ún. GM növények, az USA-ban a szója, kukorica, gyapot nagy része már ilyen). Ezek a növények nagy termésnövekedésűek, ellenállóbbak az időjárás, a kártevőkkel szemben. Az itt említett tulajdonságaiért sokan támogatják a génmódosított növények termesztését, sokan viszont az egészségre gyakorolt feltételezett káros hatásai és ennek beláthatatlan következményei miatt ellenzik. Minden ország maga szabályozza a GM növények termesztését.

Ember esetében a testi sejtek szintjén történő beavatkozás megengedett, de az ivarsejtek DNS-ébe történő direkt beavatkozást, a csíravonal-terápiát, vagy a zigóta és a magzat génállományának módosítását jelenleg nem engedélyezik. A genetikai diagnosztika fejlődése azonban egyre több genetikai betegség esetén fogja eredményezni a betegséget hordozó egyedek kiszűrését, illetve a súlyos károsodások enyhítését, elkerülését génterápiás beavatkozással (egyéni szabott preventív terápia).

A genetikai ismereteket, beleértve a gének szerkezetét, működését, alapos részletességgel tárgyalja a biológia.

Ma már tudjuk, hogy a DNS-ben nem csak egyetlen nukleotidot érintő, pontszerű elváltozások, a mutációk okoznak változást. Ismerünk több mint 10 olyan kórképet, ami ideg-izom degenerációval jár, és a bázishármasok spontán sokszorozódása okozza. Vannak olyan gének, melyek megkettőződésen, duplikáción mennek keresztül és így okoznak betegséget (pl. a Charcot-Marie-Tooth 1A típus olyan idegbántalom, mikor a végtagok fokozatosan sorvadnak, az ujjak érzékelése megszűnik).

A DNS-ben számos olyan helyet találtak, az ún. rövid ismétlődő szekvenciákat (STR), melyek rendkívüli változatosságot mutatnak, ugyanakkor az egyénre jellemzőek és öröklődnek, ezt nevezik DNS-ujjlenyomattal (DNS-profilnak). 1948 óta végeznek ilyen vizsgálatokat. A vizsgálat során egyszerre 8–16 különböző STR régiót határoznak meg, ezzel az illető DNS-profilját készítik el. Ez a DNS-ujjlenyomat apasági vizsgálatokban jól használható, az USA-ban 2001 óta már csak ilyen vizsgálatot végeznek apasági perekben. Miután a vizsgálathoz elég 1 csepp vér, testfolyadék vagy hajszál, ezt a módszert a törvényszéki orvostan is sikerrel használja (bűnözők, holttestek azonosítása). DNS-mintavétel történhet a kilégzett levegőből is. Egy 60 milliós populációban 20 embernek lehet ugyanolyan DNS-ujjlenyomata, így a vizsgálat megbízhatósága hozzávetőleg 99,99%-os.

Az emberi DNS 3–5%-a kódol fehérjét. Ha ezeket a kódoló szakaszokat, tehát a géneket megtaláljuk, akkor mondhatjuk el, hogy elkészült az ember géntérképe. Az emberek géntérképe – tekintettel az egy fajhoz tartozásra – hasonló, de sok egyedi eltérést is tartalmaz (polimorfizmus). A DNS egyetlen elemének eltérései az SNP-k. Bizonyos betegségeknél ugyanazok az SNP-k jelennek meg az emberek genomjában.

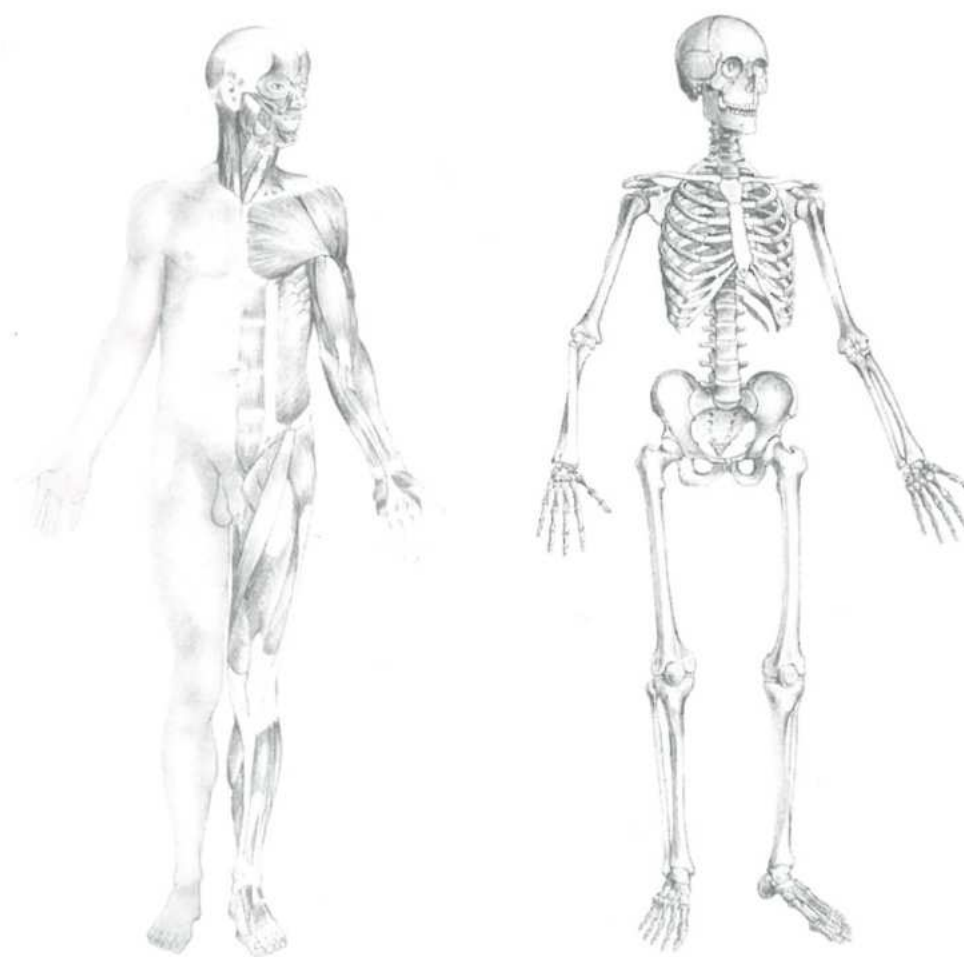
Óriási versenyfutás folyik a gének azonosításáért, mert a szabadalmaztatott géneket csak jogdíj fizetése ellenében lehet felhasználni diagnosztikai célokra. Eddig már több ezer gént szabadalmaztattak és a hangsúly a személyes diagnosztikára, vagyis az egyénre szabott orvoslásra helyeződik, ez az egyéni géntérképek elkészítését feltételezi. Ebben nyújt segítséget a DNS-chip, ami egy DNS alapú mikrochip és elsősorban az öröklődő betegségek kiszűrésére szolgál. A chipre felvitt DNS-minta (génváltozat) vizsgálata rövid idő alatt elvégezhető és megállapítható pl. a mellrákra való hajlam.

A 2005-ben indult, nemzetközi Genográfiai Program olyan érdekes kérdésekre keresi a választ, mint: melyek az ősi genetikai bélyegek, van-e köze a DNS-nek a népek vándorlásához. A kísérleti genetika módszerével próbálja megállapítani, hogyan hódította meg a földet az emberiség.

A genetika előtt még nagy kihívások, szép feladatok állnak, így a genomszerkezet teljes megismerése, a gének célzott módosítása. Ez nem fenyegetést jelent, hanem új lehetőségeket az orvostudomány számára, amit bizonyít pl. a méhnyakrákot okozó humán papilloma vírus (HPV) elleni vakcina kifejlesztése, ami szintén genetikai módszerek segítségével történt.

Elképzelhető, hogy a jövőben a betegségekre hajlamosító gének génterápiás kezelése (normál génnel történő helyettesítése) nagy fejlődésen megy keresztül, rutinfeladat lesz. Lehetséges, hogy a jövőben már születés előtt elkészítik az egyéni géntérképeket, amelyek segítségével megelőzhetők lesznek az egyén bizonyos genetikailag meghatározott betegségei.

A MOZGÁSRENDSZER

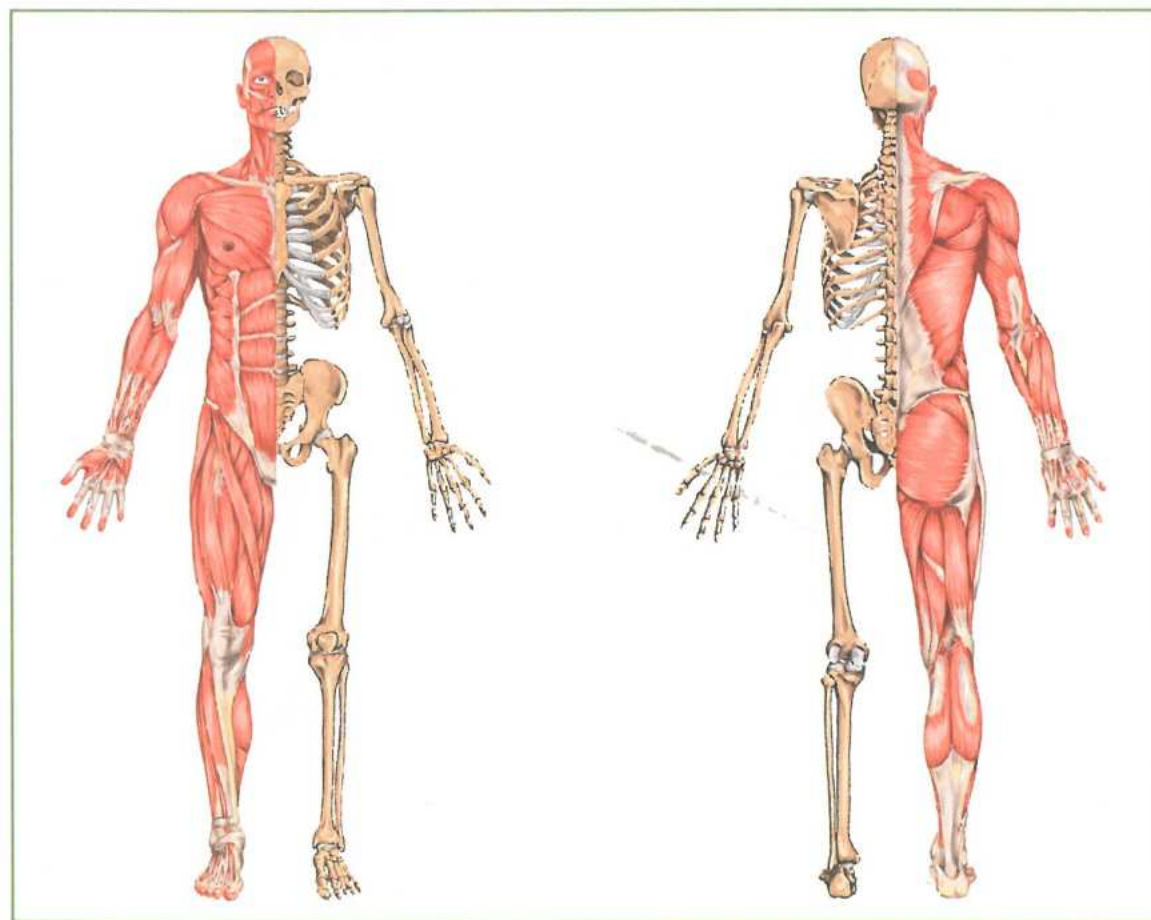


A MOZGÁSRENDSZER

Az emberi szervezet hely- és helyzetváltoztatásában a mozgásrendszer szervei vesznek részt. A mozgás nem csak alapvető szükséglet, kedvező hatással van minden szerv működésére, a szellemi és a fizikai teljesítőképességre. Az egészségmegőrzés és -fejlesztés egyik fontos feltétele a rendszeres testmozgás.

A mozgáshiány számos betegség (túlsúly, csonttritkulás, ízületi bántalmak stb.) kialakulásának kockázati tényezője.

A mozgásrendszer passzív részét a *csontrendszer* képezi, aktív része pedig az összehúzódásra képes *izomrendszer*.



3.1. ábra. Mozcásrendszer

A CSONTVÁZRENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember mozgási szervrendszere (biológia):
 - a csontok jellemzői,
 - a szervezet nagyobb csontjai, ízületei.
- Egészséges életmód (egészségfejlesztés)
- A csontvázrendszer latin szakkifejezései (orvosi latin)

A CSONTVÁZRENDSZER SZEREPE

A szervezet szilárd vázát alkotja, ezáltal a mozgás passzív szerve.

Belsejében a vérképzés szervét, a vörös csontvelőt tartalmazza.

Védi a fontos szerveket a káros behatásokkal szemben (pl. a koponyacsontok az agyvelőt).

A CSONTOK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A csontállományt megterhelésnek jól ellenálló *csontszövet* alkotja. A – főként – csontvégeken és a csontok között található porcokat *porcszövet* építi fel.

Az emberi testet 206 csont (os) alkotja. Súlya hozzávetőleg a testsúly 10%-a.

A CSONTOK ALAKJA

Alak szerint megkülönböztetünk többek között hosszú csöves, rövid csöves, lapos és szabálytalan csontokat. Pl. hosszú a combcsont, rövid az ujjperc, lapos a lapocka, szabálytalan a csigolya.

A CSONTOK ÖSSZETÉTELE

A csontot 40%-ban víz, 60%-ban szilárd anyag építi fel. A szilárd anyagot 35%-ban szerves, 65%-ban szervetlen anyagok alkotják. A csont *szerves* anyaga a *csontenyv* (ossein), ez adja a rugalmasságát. *Szervetlen* anyaga *mészókból* (hydroxylapatit) áll, ennek köszönhető a szilárdsága. Csontjaink tehát egyszerre rugalmasak és szilárdak, így látják el funkciójukat. Kísérletileg igazolható: ha csontot savba helyezünk, kioldódik belőle a szervetlen anyag és visszamaradnak a rugalmasságot kölcsönző szerves anyagok. Ha viszont elégetjük a csontot, akkor a szerves anyagok elégnak és a szilárdságot adó szervetlen anyagok maradnak vissza.

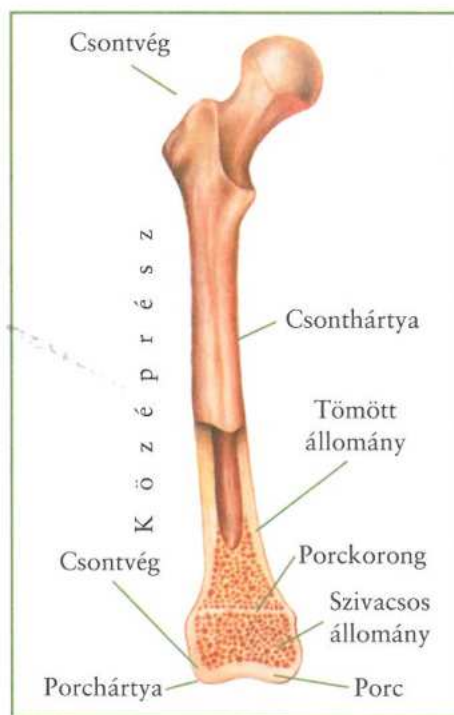
Idősebb korban a csontok összetétele, szerkezete megváltozik, regenerálódó képességük és ásványianyag-tartalmuk csökken, ezért gyakrabban fordul elő csonttritkulás (osteoporózis), csonttörés. Az egészséges csontszerkezet kialakításáért a (csontszövetnél már említett) csontfá-ló és a csontépítő sejtek kiegyensúlyozott működése felelős.

A CSONTOK SZERKEZETE

- A hosszú csontok *középrészből* (diaphysis) és két *végreszből* (epiphysis) állnak. A csontot kívül tömött (compact) *csontállomány* építi fel.
- Belül *szivacsos állomány* található, amelyet csontgerendák építenek fel. A csontgerendák sajátos elrendeződése teherbíróvá teszi a csontokat.

A csont járulékos részei a csontvelő, a csonthártya és a porc.

- A *csontvelő*. A *vörös csontvelő* (medulla ossium rubra) a rövid, lapos, szabálytalan és hosszú csöves csontok szivacsos állományában található, tömege felnőtt emberben kb. 1500 g, a vértképzés szerve. *Sárga csontvelő* (medulla ossium flava) szintén található a csont üregében. Térkitöltő szerepe van, illetve zsírraktár. A két csontvelő képes egymásba átalakulni.
- A *csonthártya* (periosteum) kívülről borítja, védi a csontot. Elősegíti a vastagodást, erei táplálják a csontot, sérülés esetén megindítják a regenerálódást, a csontpótlást. A csonthártya érzőidegekben gazdag, ezért ütése, sérülése erős fájdalommal jár.
- A fiatal csöves csontok végreszeinél *porckorongok* (discus) helyezkednek el, amelyek a hosszirányú növekedést teszik lehetővé.
- A végreszeket *üvegporc* borítja, amelyet porchártya fed. A csontszövet a szervezet egyik legtokéletesebb regenerációra képes szöve.



3.2. ábra. A csont szerkezete

A CSONTOK FEJLŐDÉSE

A méhen belüli (intrauterin) embrionális élet első-második hónapjában a későbbi csontok helyét előbb *embrionális kötőszövet*, majd később *porcszövet* foglalja el.

A második hónap végétől fokozatosan megindul a *csontosodás*, ami kb. a 20–25. életévben, a növekedés befejeztével ér véget. A csontosodási folyamat nem zárul le teljesen, hiszen a felnőtt ember csontvázában számos helyen megmarad a porc.

A csontok növekedése:

- *Hosszirányú növekedés*: a csontok középső és végresz határán elhelyezkedő epyphysis porckorongok biztosítják. A porckorongok két oldalán található porcépítő sejtek (chondroblastok), porcbontó sejtek (chondroclastok) és csontépítő sejtek közreműködésével a csont hosszirányban növekszik.
- *Vastagságbeli növekedés*: a csontok felszínén található a csonthártya, ennek belső felszínén lévő csontépítő sejtek segítségével ráakódással vastagszik a csont. Ezzel szemben a csontüreg felől a csontbontó sejtek munkája révén a csont vékonyodik. A két folyamat egyensúlyban van. Az élet során az igénybevételtől függően vastagodik, vékonyodik a csont. A növekedés általában a 21. életévre befejeződik. Csonttritkulás esetén a csontépítő és csontbontó folyamatok egyensúlya megbomlik.

A csontok fejlődéséhez az A- és a D-vitaminon kívül C-vitaminra is szükség van.

A CSONTOK ÖSSZEKÖTTETÉSEI

A szomszédos csontok összeköttetésben állnak egymással. A csontok közötti összeköttetés egy része *folytonos*, amikor nincs rés a találkozó csontok között, más része *megszakított*, amikor nincs folytonosság a találkozó csontok között.

A folytonos összeköttetés fajtái a csontokat összekapcsoló szövetek alapján:

- *Kötőszövetes összeköttetés*, így kapcsolódnak pl. a koponyacsontok a varratoknál.
 - *Porcos összeköttetés*, ilyenek pl. a csigolyákat összekapcsoló porckorongok.
 - *Csontos összeköttetés*, pl. a medencecsontot alkotó csontokat csontszövet „forrasztja” össze.
- A folytonos összeköttetések igen erősen tartják össze a csontokat, a találkozó csontok között *nincs mozgás*.

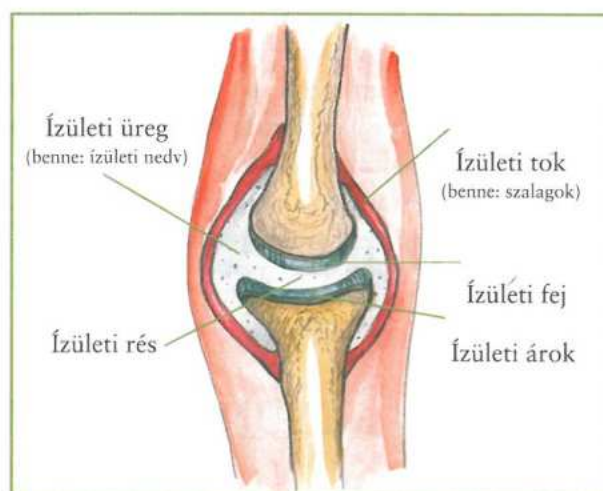
A megszakított összeköttetés esetében a kapcsolódó csontvégek között rés van, és mozgás lehetséges. Ezt nevezzük ízületnek (articulatio).

ÍZÜLETEK

AZ ÍZÜLETEK ALKOTÓRÉSZEI

- **Ízfelszínek:** Részei az *ízületi fej* és *ízületi árok*, melyeket porc borít. Az ízfelszínek általában illeszkednek egymáshoz. Annál szabadabb mozgásra képes az ízület, minél domborúbb a fej és minél sekélyebb az árok.
- **Ízületi üreg:** Az ízület belseje, a tok és a csontok közötti üreg. Nem valóságos üreg, hanem az ízfelszínek és a tok által határolt igen kis terület. A tok által termelt ízületi folyadék tölti ki.
- **Ízületi rés:** Az üreg része, az ízfelszínek közötti virtuális rés. Virtuális, mivel lényegében mint szabályos rés nem létezik. Porckopás esetén beszűkül, ami erős fájdalommal jár.
- **Ízületi tok:** Összetartja a csontvégeket, légmentesen veszi körül az ízületet alkotó csontokat. Két rétege közül a külső rostos kötőszövet, a belső ereken, idegekben gazdag, az ízületi folyadékot termeli.
- **Ízületi folyadék (synovia):** A tok belső rétege által termelt, pár csepp sárgás, nyúlós folyadék, súrlódáscsökkentő szerepe van.
- **Ízületi szalagok:** A tokban vagy attól függetlenül futó, az ízületet erősítő, rostos kötőszöveti kötegek (gyakran sérülnek, pl. húzódás, szakadás).

Az ízületekben *porckorong* (discus) és *félhold alakú porc* (meniscus) is előfordulhat, pl. az utóbbi a térdízületben megtalálható.



3.3. ábra. Az ízület szerkezete

AZ ÍZÜLET MOZGÁSA

Az ízületek mozgását az ízfelszínek alakja határozza meg. Az egyes ízületfajták általában az ízületi felszín alakja alapján kapták a nevüket (gömb, henger vagy csukló, ellipszoid, nyereg stb.).

Az ízületi mozgás olyan képzeletbeli tengely körül történik, amely merőleges a mozgás síkjára. Vannak egy-, két- és többtengelyű ízületek.

AZ ÍZÜLETI MOZGÁS FAJTÁI

- Hajlítás (flexio).
- Feszítés (extensio).
- Közelítés (adductio). A test középsíkja felé irányul.

- Távolítás (abductio). A test középsíkjától kifelé irányul.
- Forgómozgás (rotatio). A csont a saját hossz tengelye körül mozog.
- Köröző mozgás (circumductio): magában foglalja az előző öt mozgást.
- A hüvelykujj szembehelyezése a tenyérrel és a többi ujjal (oppositio), e mozgás révén vagyunk képesek a tárgyak megfogására, a munkavégzésre.

AZ ÍZÜLETEK CSOPORTOSÍTÁSA

MOZGÉKONY ÍZÜLETEK				
Ízületi tengely	Ízület neve	Ízfelszín alakja	Ízületi mozgások	Példa
Egytengelyű	henger, más néven csuklóízület	henger	hajlítás-feszítés	ujjpercek között
	forgóízület	henger	forgás	könyökízület az orsó- és a singcsont között
Kéttengelyű	ellipszoid ízület <i>így</i>	ellipszis	hajlítás-feszítés, közelítés-távolítás	csukló
	nyeregízület	nyereg	hajlítás-feszítés, közelítés-távolítás, opposíció	nagyujj kéztő-kézközép között
Többtengelyű	gömbízület	gömb	mindenféle mozgás: hajlítás, feszítés, közelítés, távolítás, köröző mozgás	váll- és csípőízület
FESZES ÍZÜLETEK				
Nincs	lapos	lapos, érdes	mérhető mozgás nincs	kereszt-csípőcsont ízület

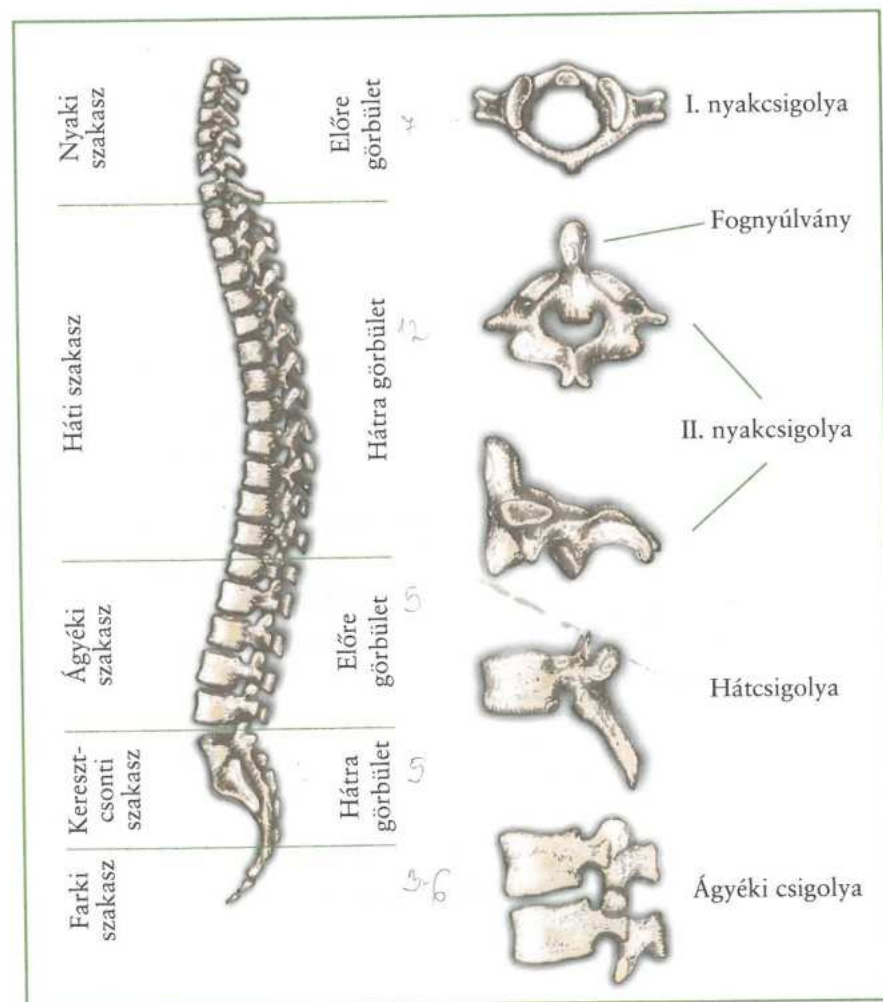
3.1. táblázat. Az ízületek csoportosítása

Az ízületek csoportosíthatók az ízesülő csontok száma alapján is: az *egyszerű ízületekben* két csont, míg az *összetett ízületekben* kettőnél több csont kapcsolódik egymáshoz.

RÉSZLETES CSONTTAN

A TÖRZS NAGYOBB CSONTJAI ÉS ÍZÜLETEI

A törzs vázát a *gerinc*, valamint a mellkast képező *bordák* és a *szegycsont* alkotja.



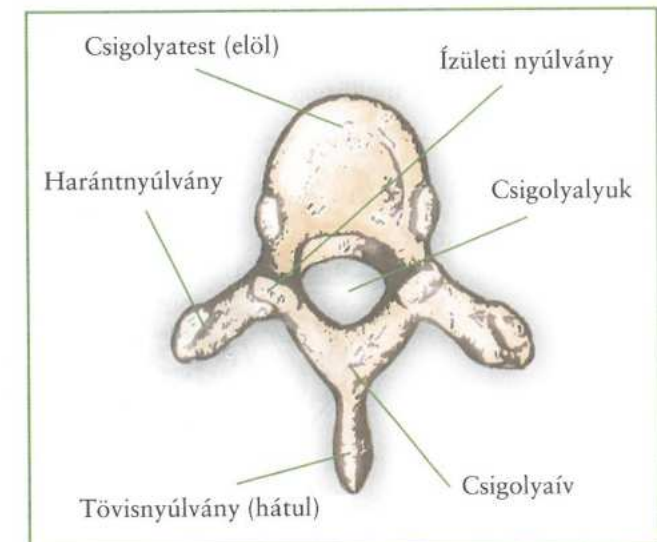
3.4. ábra. A gerinc és a csigolyák

A GERINC

A gerinc (columna vertebralis) 32–35 csigolyából (vertebra) áll. A farokcsigolyák száma lehet egyénenként változó, a többi állandó.

A csigolyák részei

- A *csigolyatest* elöl helyezkedik el.
- A *harántnyúlványok* oldalirányban találhatók.
- Az *ízületi nyúlványok* a szomszédos csigolyákhoz kapcsolódnak.
- A *tövisnyúlvány* a hátrányba tekint.
- A *csigolyaív* a csigolyatesttől a tövisnyúlvány felé haladó ívelt vonal.
- A *csigolyalyuk* hosszában a gerinc-csatornát alkotja és gerincvelő tölti ki.



3.5. ábra. A csigolya részei

A csigolyák fajtái

- **Nyakcsigolyák** (vertebra cervicalis): 7 csigolya alkotja a gerinc *nyaki szakaszát*, az első csigolya az *atlas*, a második az *axis*. Az első két csigolya a fej hordozására, mozgatóására alakult ki. Alakjuk eltér a többi csigolyáétól. Az 1. nyakcsigolyának nincs teste, csontívek képezik a csigolyalyukat, felül a nyakszirtecsontéhoz, alul a 2. nyakcsigolyához ízesül. A 2. nyakcsigolya testének elülső felső részén található az ún. fognyúlvány, evvel ízesül az 1. csigolyához. A nyakcsigolyák teste kicsi, a csigolyalyuk nagy, tövisnyúlványai kettéágaznak. Legkiállóbb, jól tapintható a hetedik nyakcsigolya tövisnyúlványa. Harántnyúlványai csontgyűrűt alkotnak (ebben fut mindkét oldalon az agyat ellátó egyik fontos ér, a csigolyaverőér).
- **Hátcsigolyák** (vertebra thoracalis): 12 csigolya alkotja a gerinc *híati szakaszát*. A mellkas alkotásában vesznek részt. A hátcsigolyák teste nagyobb, a csigolyalyuk kisebb, mint a nyakcsigolyáké, tövisnyúlványuk hegyes, lefelé álló, harántnyúlványukhoz a bordák ízesülnek.
- **Ágyéki csigolyák** (vertebra lumbalis): 5 csigolya alkotja a gerinc *ágyéki szakaszát*. Az ágyékcsgigolyák teste nagyobb, a csigolyalyuk kisebb, mint a hátcsigolyáké, tövisnyúlványuk tompa, vízszintes állású.
- **Keresztcsonti csigolyák** (vertebra sacralis): 5 csigolya alkotja a gerinc *keresztcsonti szakaszát*. A csigolyák *keresztcsonttá* nőttek össze.
- **Farkcsigolyák** (vertebra coccygea): A 3–6 csigolya *farokcsonttá* nőtt össze. Szülésnél élettani jelenség, hogy a csont hátrafelé elmozdul.

A gerinc csigolyáit *szalagok*, *ízületek* és *rostos porckorongok* kapcsolják össze, ezáltal igen hajlékony, rugalmas és sokirányú mozgásra képes. A csigolyák olyan erősen kapcsolódnak egymáshoz, hogy sérüléskor előbb törik a csigolyatest, mintsem két csigolya elválna egymástól. Legmozgékonyabb a nyaki szakasz, ezután az ágyéki, legkevésbé a híati.

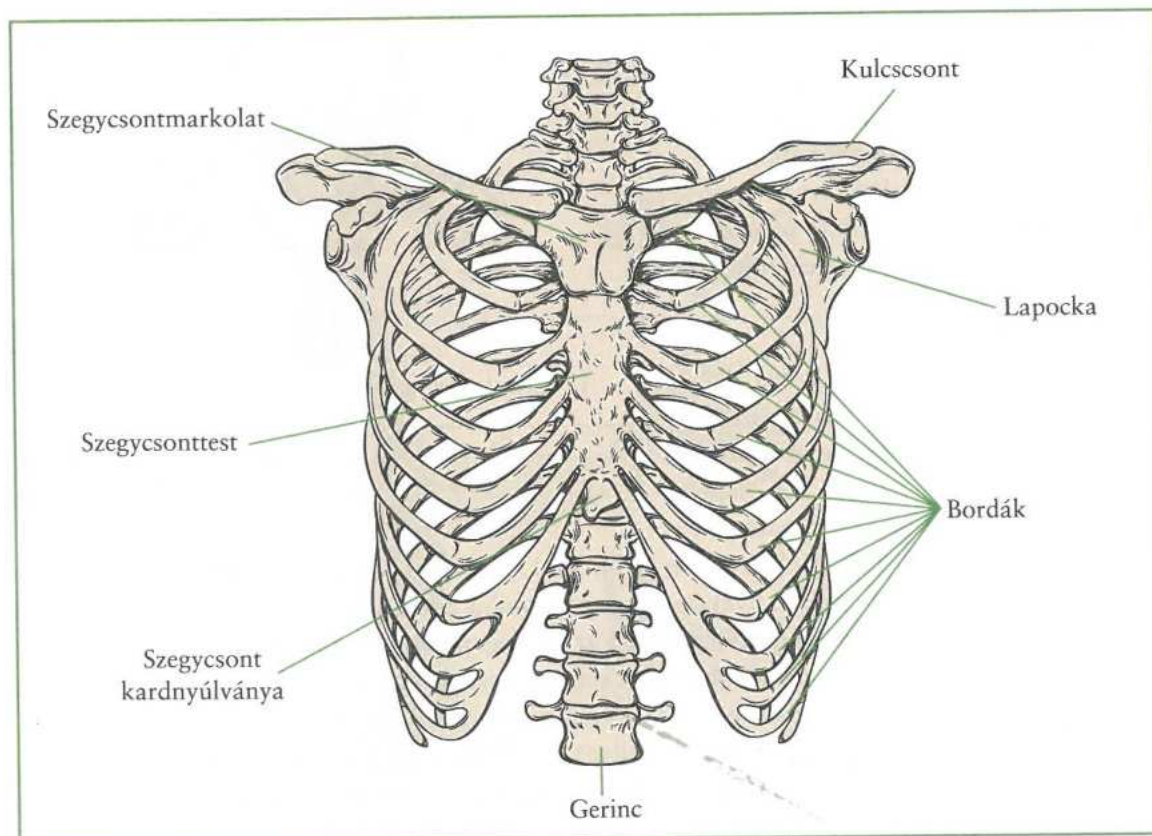
A gerincnek oldalnézetben *kétszer S alakú élettani görbülete* van:

- A nyaki és ágyéki szakasz előredomborodik (lordosis).
- A híati és keresztcsonti szakasz hátradomborodik (kyphosis).

A csecsemő gerince még egyenes, a görbületek fokozatosan alakulnak ki a felüléssel, majd pedig a felállással. A két lábon járással jönnek létre a végleges görbületek, ami csak emberre jellemző sajátosság.

Kóros esetben gerincferdülésről beszélünk, ha az élettani gerincgörbületek az átlagosnál kisebbek, vagy nagyobbak, illetve akkor is, ha oldalirányban eltér a függőleges tengelytől (scoliosis).

A mellkast (thorax) a hátcsigolyákon kívül, a bordák és a szegycsont alkotják. A mellkas csontjai határolják a mellüreg, amelyben a mellüregi szervek helyezkednek el.



3.6. ábra. A törzs csontjai: a szegycsont és a bordák

BORDÁK

A 12 hátcsigolyához 12 pár borda (costa) kapcsolódik. A bordák hátul a csigolyatesthez és a harántnyúlványhoz ízesülnek.

- Az első 7 pár borda elől közvetlenül a szegycsonthoz kapcsolódik, ezek a *valódi bordák*.
- A következő 5 pár bordát *álbordának* nevezzük, közülük 3 pár közvetve porcokkal kapcsolódik a szegycsonthoz, 2 pár pedig nem kapcsolódik a szegycsonthoz (repülő, vagy lengő borda).

A bordák hajlított hordóabroncs alakú csontok. A mellüregi szerveket védik.

A bordák részei

A *fejecske*, amellyel a csigolyákhoz ízesülnek, ezután a rövid, elkeskenyedő *nyak* következik, leghosszabb része az abroncs alakú *test*. A test mérete, alakja bordánként változó.

A bordák ízületei

- Hátul a csigolyákhoz ízesülnek.
- Elöl a szegycsonthoz porccal kapcsolódnak.

A SZEGYCSONT

A szegycsont (sternum) a mellkas elülső falának alkotásában részt vevő, lapos csont.

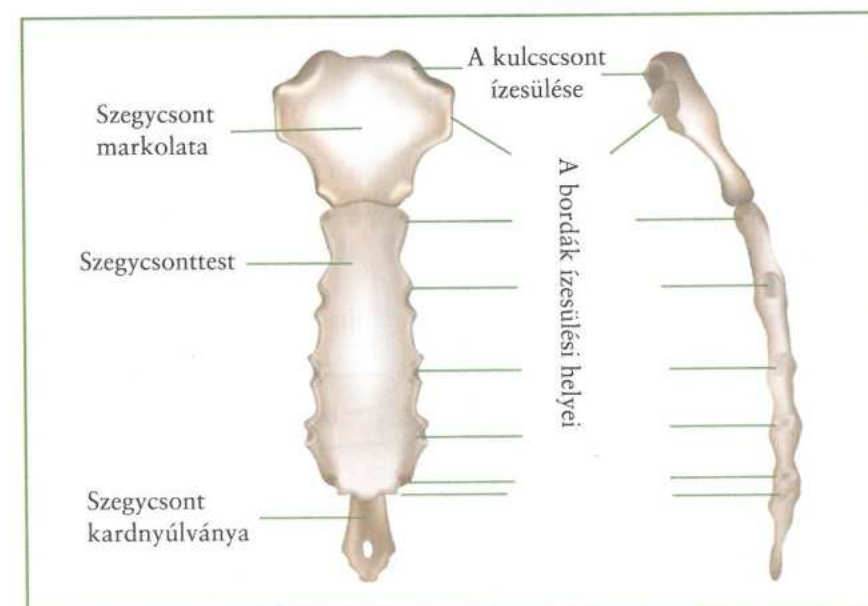
A szegycsont részei

- A *markolat*, amelyhez felül ízülettel kapcsolódik a két kulcscsont.
- A *test*, ez a csont középső része.
- A *kardnyúlvány* a csont alsó, csőkevényes, porcos része.

A markolat és a test határa a Ludovicus-szöglet, ide kapcsolódik a 2. borda. Kóros esetben, ha a test túlzottan előugrik, „tyúkmellkasnak”, ha erősen behúzódik, „cipésmellkasnak” nevezzük.

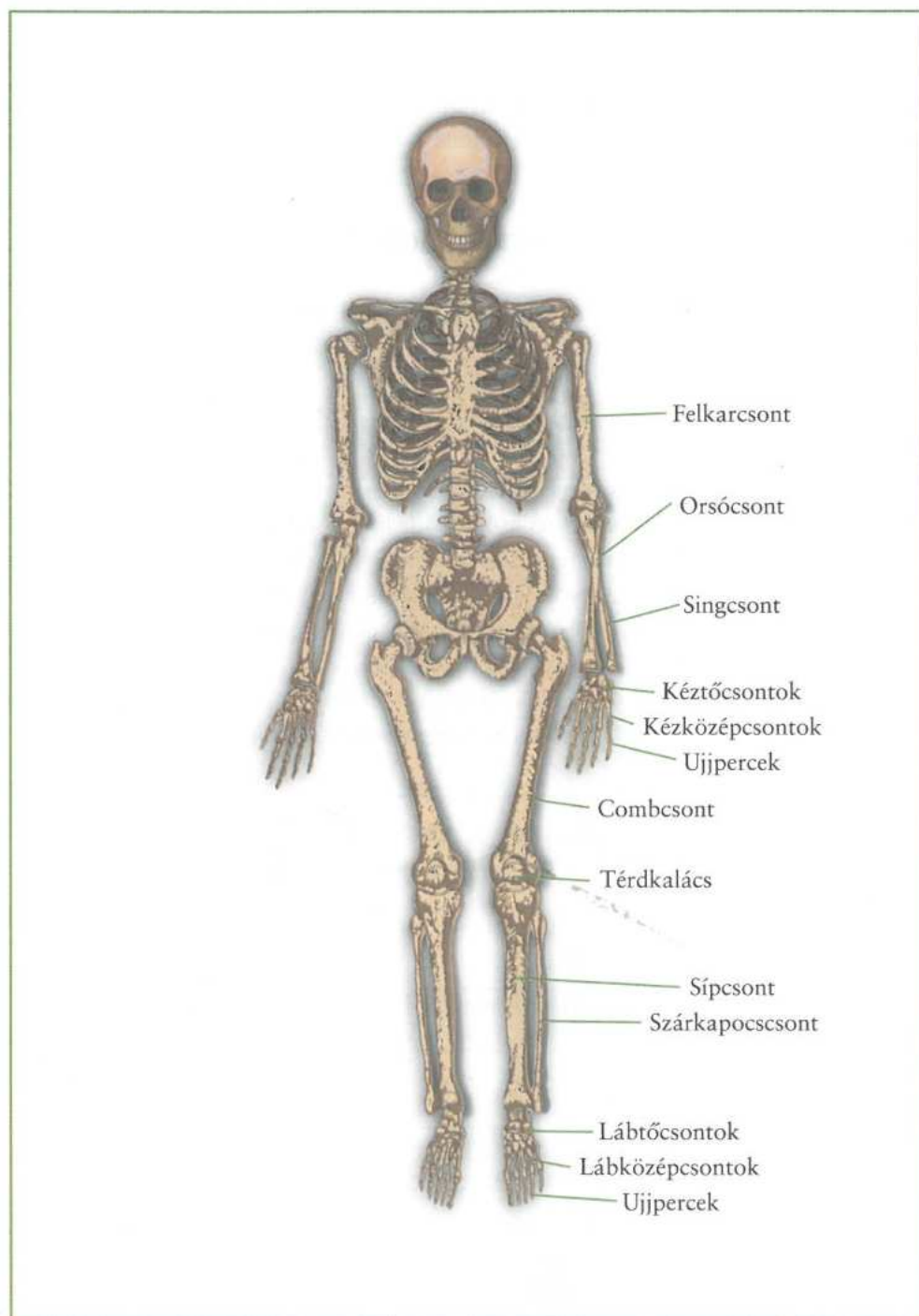
A szegycsont szivacsos állománya sok vörös csontvelőt tartalmaz. Vizsgálat céljára többnyire innen vesznek csontvelőmintát (sternum punctio), mivel a csont közvetlenül a bőr alatt helyezkedik el, és vékony csontos állománya könnyen átszúrható.

A mellkasnak a mellüregi szervek védelmében és a légzésben fontos szerepe van. Rugalmasága teszi lehetővé újraélesztésnél a mellkas kompresszióját (szívmasszázs).



3.7. ábra. A szegycsont elől- és oldalnézete

A VÉGTAGOK NAGYOBB CSONTJAI ÉS ÍZÜLETEI



3.8. ábra. A csontváz előlnézetben: a végtagok csontjai

A FELSŐ VÉG TAG

A felső végtag a *vállövből* és a *szabad felső végtagból* áll. A szabad felső végtag csontjait a *felkar*, az *alkar* és a *kéz* csontjai alkotják.

A VÁLLÖV

A vállöv csontjai

- A *kulcscsont* (clavicula) elöl, a mellkas felső részén helyezkedik el. S alakú páros csont.
- A *lapockacsont* (scapula) a háti oldalon található, háromszög alakú, páros, lapos csont. Vállcsúcsi nyúlványa (acromion) a csont felső részének külső szélén található, a csont hátsó felszínén a lapockatövis (spina scapulae) húzódik végig, ahol izmok tapadnak.

A vállöv ízületei

- Középirányban a szegycsont–kulcscsont között található ízület, ahol a kulcscsont vége az ízületi fej és a szegycsont képezi az ízületi árkot. A két ízület ízületi fejének kidudorodása jól látható a nyak alatt a test középvonalában, könnyen kitapintható.
- Oldalirányban a kulcscsont és a lapockacsont vállcsúcsi nyúlványa képez ízületet.

A FELKAR

A felkart egy hosszú, csöves csont, a *felkarcsont* (humerus) alkotja. A csont felső vége a *fej*, alatta az elkeskenyedő *nyak*, ez alatt a csont *teste* található. Alsó vége tehervonó-csiga alakú, ez képezi a könyökízület fejét.

A felkarcsont ízületei

- Fent a *vállízület* (articulatio humeri), ahol a lapockacsont oldalsó felső részén lévő ízületi árok és a felkarcsont törzshöz közelebbi vége mint ízületi fej találkozik. Mivel az ízületi árok lapos, az ízfelszín domború és közöttük nagy az ízületi rés, ez a szervezet legmozgékonyabb ízülete (gömbízület), tökéletes köröző mozgásra is képes. Mozgékonyasága és az ízületi tok lazasága miatt gyakran fordul elő vállficam (az ízületet alkotó csontvégek kórosan elmozdulnak, „kiugranak”).
- Lent a *könyökízület* (articulatio cubiti), amelyet a felkar távolabbi vége és az alkarcsontok törzshöz közelebbi végei alkotnak.

AZ ALKAR

Az alkar csontjai (hosszú csöves csontok)

- Az *orsócsont* (radius), a hüvelykujj felől található. A kéz felé eső vége kiszélesedik, kis nyúlvány van rajta.
- A *singcsont* (ulna), a kisujj felől helyezkedik el. A könyök felé eső vége kiszélesedik, ez a könyöknyúlvány (olecranon). A kisujj felé eső végén kis nyúlvány található.

A két csont felfelé fordított tenyérnél (supinatio) párhuzamos helyzetű. Lefelé fordított tenyérnél (pronatio) az orsócsont ráfordul a singcsontra.

Az alkarcsontok ízületei

- Fent az előzőekben említett *könyökízület* található, amely összetett ízület. Benne: a felkar és a singcsont (hengerízület), a felkar és az orsócsont (gömb-ízület), valamint az orsócsont és a singcsont (forgóízület) ízesül egymáshoz. A könyök fő mozgásai, a hajlítás és feszítés a hengerízületben, a tenyér le- és felfelé fordítómozgásai a forgóízületben jönnek létre. A singcsont felső végének kampószerű nyúlványa hátul beleütközve a felkarcsont alsó végének mélyedésébe, megakadályozza a könyök túlfeszítését.
- Lent a *csuklóízület* (articulatio radiocarpalis) helyezkedik el, amelyben az orsócsont és a kéztőcsontok felső sora találkozik (ellipszoid, más néven tojásízület.) Az orsó- és a singcsont távolabbi végei itt összekapcsolódnak.

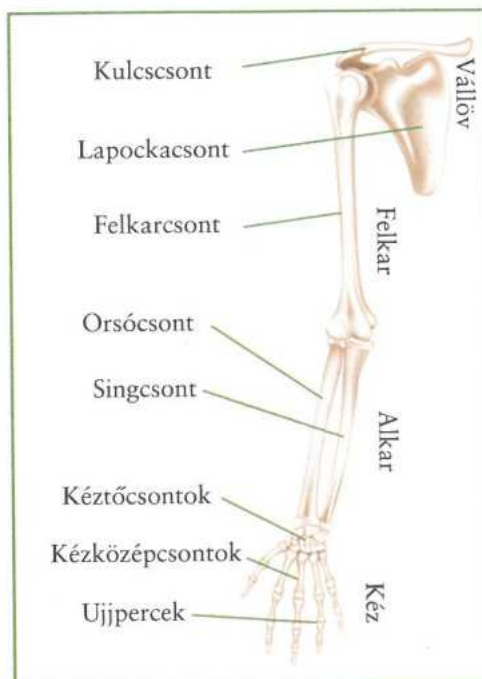
A KÉZ

A kéz csontjai

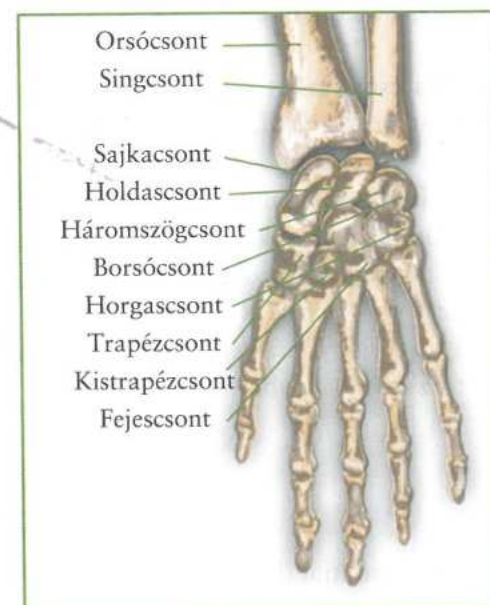
- A *kéztő* (carpus) nyolc apró csontból áll (ossa carpi). A csontok két sorban helyezkednek el. A *felső sorban* található a hüvelykujjtól a kisujj felé haladva: a sajka-, holdas-, háromszög- és a borsócsont, az *alsó sorban* a trapéz-, kistrapéz-, fejes- és a horgascson.
- A *kézközép* (metacarpus) öt csontból áll (ossa metacarpi), a kézhátat alkotják.
- Az *ujjak* (digiti manus), egy kézen az öt ujj összesen 14 ujjperccsontból (apró rövid csöves csont, phalanx) áll. A nagyujjon két ujjperccsont van, a többi ujjon három. Az ujjak vége a körömperc, amelynek vége kiszélesedik.

A kéz ízületei

- A *csuklóízületben* a kéztőcsontok felső sora az orsócsonttal kapcsolódik.
- A *kéztő- és kézközépcsontok egymás közötti ízületei* feszes ízületek, nem mozgékonyak, a hü-



3.9. ábra. A felső végtag csontjai



3.10. ábra. A kéztő csontjai

velykujj kivételével. A hüvelykujj kéztő- és kézközépcsontja közötti *nyeregízület* mozgása az oppositio, vagyis a hüvelykujjat a többi ujj elé helyezve lehetővé válik a munkaeszköz megfogása, a munkavégzés.

- A *kézközép és az első ujjpercek között* gömbízületek, a többi ujjperc között hengerízületek biztosítják a kéz mozgását.

A kéz nemcsak a munkavégzés eszköze, hanem a kommunikációban is meghatározó szerepe van (gesztusok).

AZ ALSÓ VÉGTAG

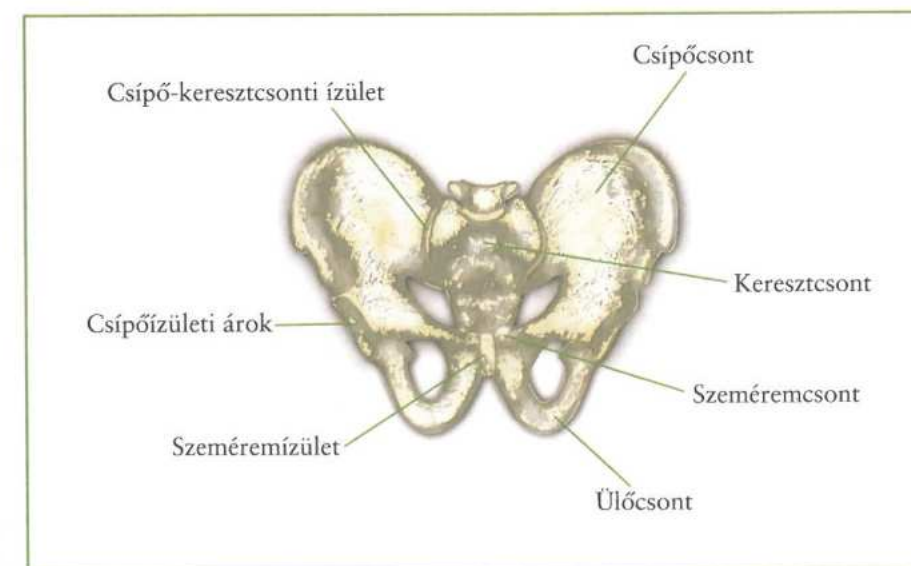
Az alsó végtag a *medenceövből* és a *szabad alsó végtagból* áll.

A MEDENCEÖV

A medenceöv csontjai

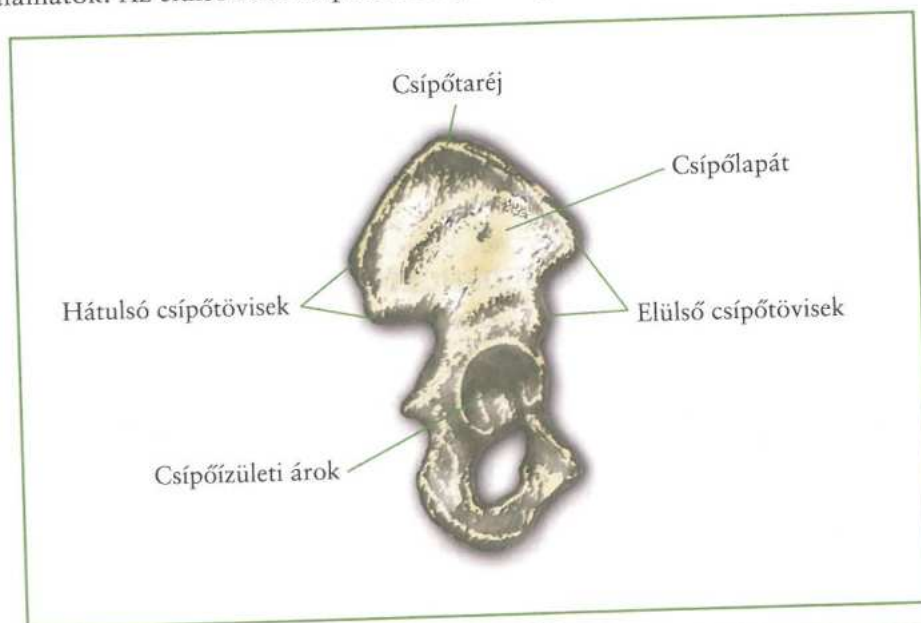
A medenceöv három nagy csontból áll: a *keresztcsontból* és a két *medencecsontból*.

- A *keresztcsont* (os sacrum) hátul, a két medencecsont között található. Ásó alakú, enyhén homorú csont. Öt csigolyából csontosodott össze. Felső része szélesebb, itt az első csigolyatest erősen elődomborodik a kismedence bemenete felé, ez a rész az *előfok* (promontorium), aminek szülészeti jelentősége van. A keresztcsont alsó részéhez a farkcsont kapcsolódik.



3.11. ábra. A medence csontjai

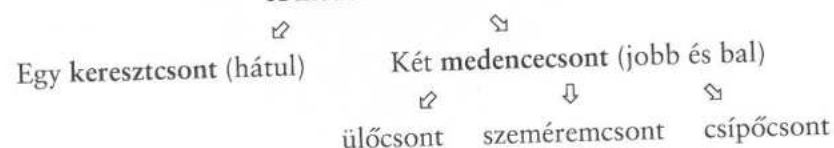
- A két *medencecsont* (os coxae) a keresztcsonttal együtt zárt csontgyűrűt alkot. A *medencecsont* három csontból csontosodott össze, ennek megfelelően három részből áll.
 - Az *ülőcsont* (os ischii) a medencecsont alsó részét alkotja, teste és V betűhöz hasonló felső és alsó ága van. Az ágak találkozásánál (alul) kiemelkedés, az ülőgumó található.
 - A *szeméremcsont* (os pubis) a medencecsont elülső része, testből, valamint felső és alsó ágból áll. Elöl a jobb és bal szeméremcsont felső ágainak találkozása alkotja a szeméremízületet.
 - A *csípőcsont* (os ilium) a medencecsontot felül és oldalt alkotja. Részei: alul a csont teste, felül és oldalt a *csípőlapát* (ala ossis ilii), ennek szélét határolja a *csípőtaréj* (crista iliaca) és a *csípőtővisék* (spina iliaca). A taréjon elöl is és hátul is két felső és két alsó csontdudor, a csípőtővisék találhatók. Az elülső felső csípőtővisék jól kitapinthatók.



3.12. ábra. A csípőcsont részei

A medencecsontot alkotó három csont teste a csípőízületi árokban (acetabulum) csontosodott össze, ahová a combcsont feje illeszkedik.

A medenceöv részei:



A medenceöv ízületei

- Hátul a *kereszt- és csípőcsont* között feszes ízület van, amelyben nincs mérhető mozgás.
- Elöl a rostos porcból álló *szeméremízület* (symphysis) köti össze a két szeméremcsontot. Sajátos szerkezete miatt – mivel a belsejében keskeny rés van, de semmiféle mozgást nem engedve feszesen kapcsolja össze a két szeméremcsontot – folytonos összeköttetésnek is tekinthető. (Átmeneti, ill. tökéletlen ízületnek is nevezik.) Ritkán előfordul szülésnél, hogy a

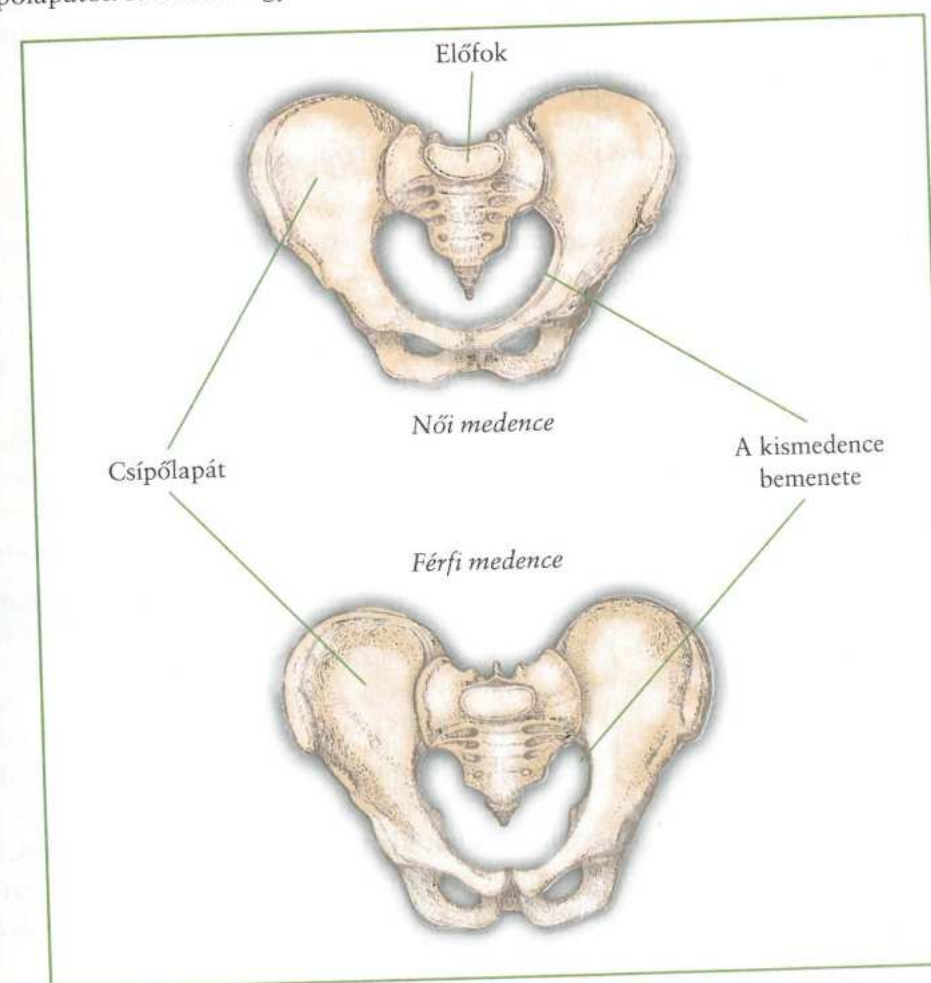
szeméremízület szétválík (1–2 mm-re eltávolodnak az ízfelszínek). Nagyon fájdalmas, mozgás- és járás-korlátozottságot okoz. Erős rögzítésre (csípőszorító) viszonylag hamar regenerálódik.

A medence *kis- és nagymedencére osztható*, a kettő határán húzódik a határvonal (linea terminalis), a kismedence bemeneti síkja. Ezenkívül a kismedencének van ürege és kimenete. A bemenet, az üreg és a kimenet átmérőit a szülés szempontjából jelentősek.

A férfi és a női medence

A két nem medencéje között szembetűnő eltérések vannak, aminek a szülésben van jelentősége.

- A férfi medence sokkal keskenyebb, a női szélesebb.
- A férfi medence bemenete „kártyaszív” alakú, a női harántul ovális.
- Az előfok, vagyis az első keresztcsigolya teste erősen „beugrik” a medencebemenet felé a férfi medencénél, a nőinél nem.
- A csípőlapátok férfiaknál egyenesebb állásúak, nőknél szétállóbbak.



3.13. ábra. A női és a férfi medence

A törzs a stabil, ízületeiben mozgást nem engedő medencén keresztül boltozatszerűen támaszkodik az alsó végtagra. A kismedence bemeneti síkja – álló helyzetben – a vízszinteshez képest 60–65°-ban előredől. Helyzeténél fogva jelentős szerepe van a test – két lábon járással kapcsolatos – egyensúlyi helyzetének megtartásában (statika).

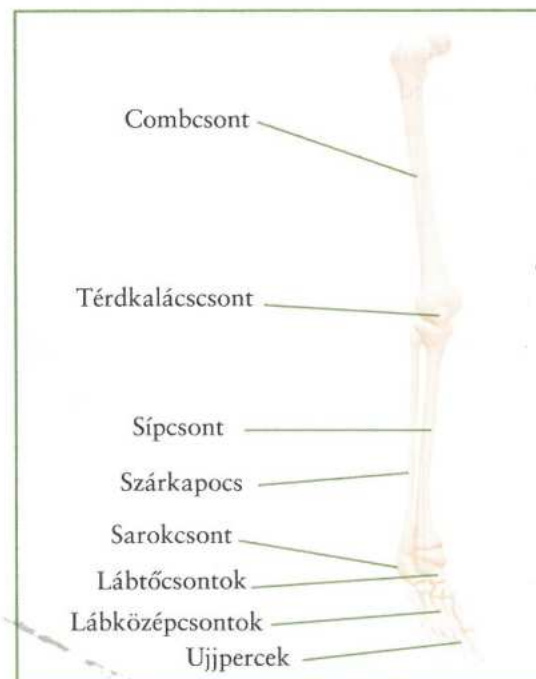
A szabad alsó végtag csontjait a *comb*, a *lábszár* és a *láb* csontjai alkotják.

A COMB

A combot a *combsont* (femur), a szervezet leghosszabb csöves csontja alkotja. Felső részén feji és nyaki részt különböztetünk meg. Két kidudorodása belül a *kistomp* (trochanter minor) és kívül a *nagytomp* (trochanter major). A nyak a csont testével 130°-os tompaszöveget zár be (ez magyarázza a combnyaktörés viszonylagos gyakoriságát).

A comb ízületei

- Fent a *csípőízület* (articulatio coxae) található. Itt illeszkedik a combsont feje a medencecsont ízületi árkába. Ha sekély az ízületi árok és támaszkodásnál felcsúszik a combsont feje, csípőficam keletkezik.
- Lent a *térdízület* (articulatio genus) kapcsolja össze a combot a lábszárral. Az ízületet a combsont törzstől távolabbi vége és a sípcsont közelebbi vége alkotja.



3.14. ábra. A szabad alsó végtag csontjai

A LÁBSZÁR

A lábszár csontjai

- Elöl a *sípcsont* (tibia) található, közvetlenül a bőr alatt helyezkedik el. (Ha ütés éri, fájdalom, mivel a csonthártya közel van a felszínhez, és sok benne az érzőideg.) A sípcsont vastag, átmetszetben háromszög alakú, hosszú csöves csont. Alsó nyúlványa a belső bokát alkotja.
 - Oldalt a *szárkapocs* (fibula) található, amely vékony, hosszú csöves csont. Alsó nyúlványa a külső bokát alkotja.
- A két csont távolabbi vége együtt alkotja a bokaízület ízületi árkát.

A lábszár ízületei

- Fent a *térdízület* található, a test egyik legnagyobb terhelésnek kitett és legbonyolultabb felépítésű ízülete. A combsont és a sípcsont nagy, egyenetlen ízfelszínei közé *félhold alakú porcok* (meniscusok) ékelődnek. A két ízfelszín közti hézagot elől a *térdkalács* (patella) tölti ki. Gesztenye alakú csont, az ízületi tok ablakszerű nyílásában helyezkedik el. A térdízület mozgásában nincs szerepe. A térdízületet erős ízületi szalagok tartják össze. A külső szalagok mellett két erős belső keresztszalag segíti a csontvégek összetartását.

A térdízületre a testsúly nagy része nehezedik, ezért a nagy terhelés miatt viszonylag gyakran sérül.

- Lent a lábszárcsontokat a *bokaízület* kapcsolja a lábhoz. Az ízület alkotásában a lábszárcsontok és az első lábtőcsont, az ugrócsont vesznek részt. Az ízület felépítése bonyolult, ide nehezedik a test egész súlya. Erős oldalszalagok tartják, ennek ellenére gyakori a bokaficam, illetve a törés.



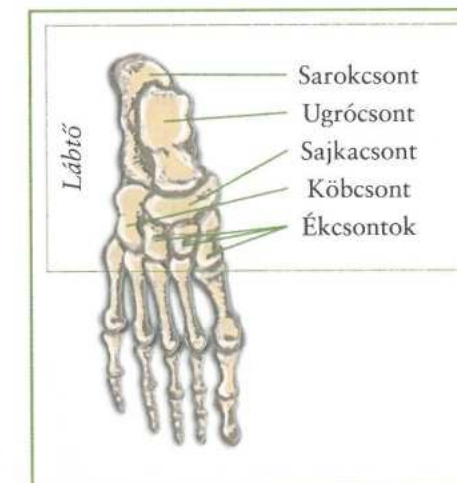
3.15. ábra. A térdízület oldalnézetben

A LÁB CSONTJAI

- *Lábtő* (tarsus), amelyet a következő hét erős csont (ossa tarsi) alkotja: az ugró-, a sarok-, a sajka-, a köb- és a három ékcsont.
- *Lábközép* (metatarsus): öt csöves csontból áll, ezek alkotják a lábhátat.
- *Lábujjak* (digi pedis), amelyeket egy lábon 14 ujjperccsont (phalanx) képez.

A lábboltozat hosszanti és harántívét a talp szalagjai és izmai tartják fenn. Álló helyzetben az egészséges lábnak három alátámasztási pontja van: a sarokcsont, valamint a nagy- és kisujj lábközépcsont-fejecskéi.

A rugalmas alátámasztás, vagyis a lábboltozat süllyedésének következménye a lúdtalp, illetve a bokasüllyedés (kialakulását elősegíti pl. a nem megfelelő lábbeli viselése).

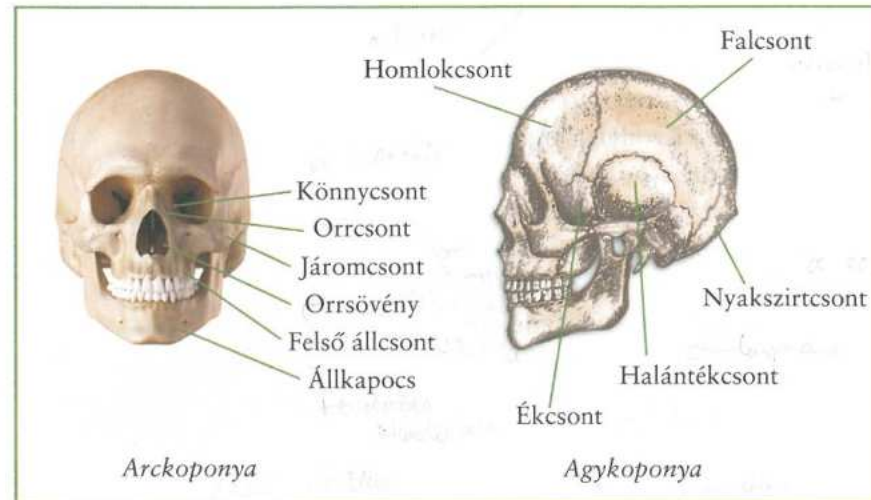


3.16. ábra. A lábtő csontjai

A KOPONYA NAGYOBB CSONTJAI ÉS ÍZÜLETEI

A koponya (cranium) két fő része az agy- és az arckoponya. Összesen 22 csont alkotja.

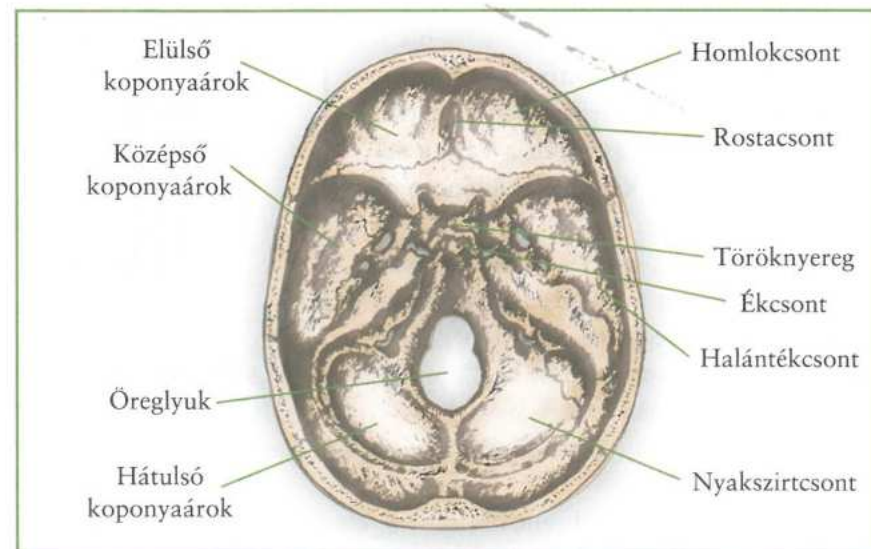
Az ember agykoponyája (cranium cerebrale) sokkal fejlettebb, mint az arckoponyája (cranium viscerale).



3.17. ábra. A koponya csontjai

AZ AGYKOPONYA

Az agykoponya 7 csontból áll, két fő része a *koponyaalap* (basis cranii) és a *koponyatető* (calvaria).



3.18. ábra. A koponyaalap csontjai

Az agykoponyát felépítő csontok

- Hátul a kagyló alakú *nyakszirtcsont* (os occipitale) helyezkedik el, alapi részében az öreglyukkal (foramen magnum), amihez az első nyakcsigolya kapcsolódik. Itt halad át a gerincvelő.
- Elöl a *homlokcsont* (os frontale) található, belsejében a homloküreggel.
- Az *ékcson* (os sphenoidale), bonyolult felépítésű csont, főként a koponyaalapot alkotja. A csont repülő denevérré hasonlít. Részeit középen a *test*, elöl két *kisszárny* és hátul két *nagyszárny* alkotja. A test tetején kiemelkedő rész a *töröknyereg* (sella turcica), nevét alakjáról kapta. Itt helyezkedik el az agyalapi mirigy. A testről két csontlemez halad lefelé, ez a két *röpnnyúlvány*, rágóizmok eredési helye.
- Kétoldalt a páros *halántékcson* (os temporale) található, koponyaalapi részében, a piramis alakú sziklacsontban helyezkedik el a halló-egyensúlyozó szerv. A csont alsó kiemelkedése mindkét oldalon a *csecsnyúlvány*, ürege közlekedik a középfüllel.
- A páros *falsont* (os parietale) a koponyatetőt alkotja.

A koponyaalapot három, lépcsőzetesen süllyedő koponyagödör (koponyaárok) alkotja:

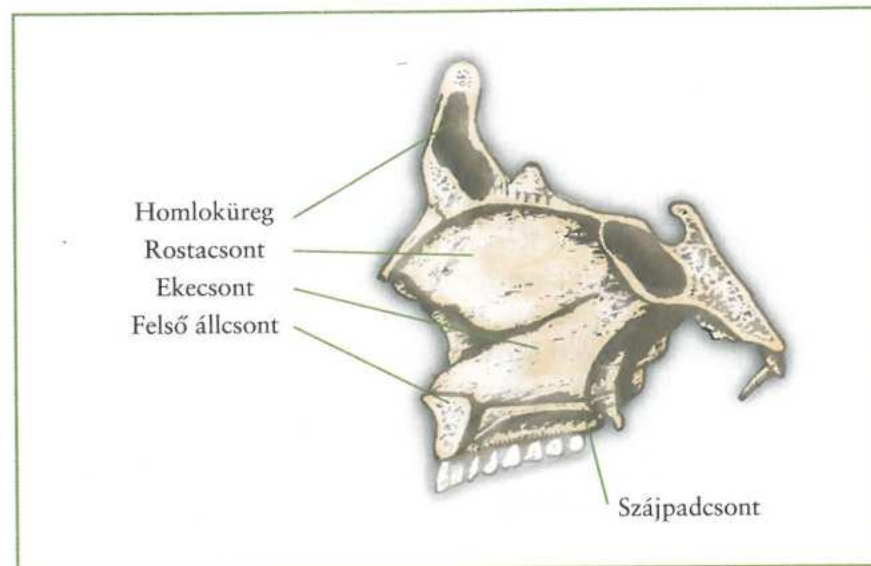
- *Elülső koponyagödör* (scala anterior): hátsó határa az ékcson kisszárnyának hátsó szélé.
- *Középső koponyagödör* (scala media): hátsó határa a sziklacsont hátsó része.
- *Hátsó koponyagödör* (scala posterior): nagyrészt a nyakszirtcsont alkotja. Kerek nyílása az öreglyuk.

AZ ARCKOPONYA

Az arckoponya 15 csontból áll, ezek páros és páratlan csontok.

Páratlan csontok

- A *rostacsont* (os ethmoidale) nagyjából kocka alakú csont a két szemüreg között. Az orrüreg falának felső részét alkotja. *Vízszintes lemeze* az orrüreg tetején rostaszerűen lyuggatott (a szaglóidegek áthaladási helye). Kis csontüregeskék kapcsolódnak ide, a *rostasejtek*. *Függőleges lemeze* a csontos orrsövény részét képezi, a rajta található kis csontlemezek a két felső és a két középső *orrkagyló*.
- Az *ekacsont* (vomer) az orrsövény alkotásában vesz részt.
- Az *állkapocs* (mandibula) patkó alakú páratlan csont. Részei:
 - A *test* (corpus mandibulae) a csont elülső része. Fogmedri nyúlányaiban az alsó fogak helyezkednek el.
 - Az *állcsúcs* a test középső részének kicsúcsosodása elöl.
 - Az *ág* (ramus mandibulae) hátul, a csont mindkét oldalán felfelé halad és két nyúlvánnyal végződik. Az elsőn rágóizom tapad.
 - Az *ízületi nyúlvány* az állkapocscsont hátsó része. Végén található a fejec.
- A *nyelvcsont* (os hyoideum) a nyakon, az ádámcsutka felett jól kitapintható patkó alakú csont. Izmok erednek, tapadnak rajta. Szalagok kapcsolják a koponyához.



3.19. ábra. Az orrsövény középsíkú metszete

Páros csontok

- Az *orrcsont* (os nasale) az orrhátat alkotja.
- A *könnycsont* (os lacrimale) a szemüreg orr felőli részénél található.
- Az *alsó orrkagyló* (concha nasalis inferior), az orrüreg belseje felé kétoldalt bedomborodó kagyló alakú csont.
- A *szájpadcsont* (os palatinum), a szájüreg felső határa.
- A *járomcsont* (os zygomaticum) az arc formáját meghatározó csont, kiemelkedő része a pofagumó.
- A *felső állcsont* (maxilla), magában foglalja az arcüreget (sinus maxillaris), a csont fogmedri nyülványaiban vannak a felső fogak.

A koponya egyetlen *mozgékony ízülete az állkapocsízület* (articulatio temporomandibularis), ahol az állkapocs fejecse ízesül a halántékcsonthoz.

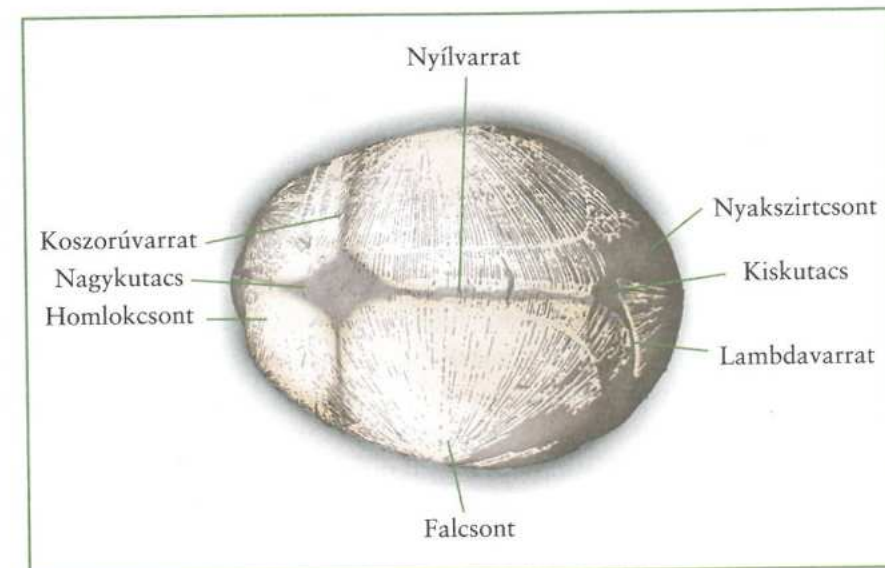
Az arckoponyacsontok sima szélű, az agykoponyacsontok „fogazott” szélű *varratokkal* (sutura) kapcsolódnak egymáshoz.

Nagyobb varratok

- A *korona- v. koszorúvarrat* (sutura coronalis) a homlok- és a falcsonatok között található.
- A *nyílvarrat* (sutura sagittalis) a két falcsonat között fut nyílirányban.
- A *lambdavarrat* (sutura lambdoidea) hátul, a falcsonatok és a nyakszirtecsont között futó, a görög lambda (λ) betűre hasonlító varrat.
- A *pikkelyvarrat* (sutura squamosa) a koponya két oldalán a falcsonatok és a halántékcsonatok között, félkörben helyezkedik el.

A MAGZATI KOPONYA

A magzati koponyacsontok varratainak a széle sima, még nem fogazottak, nem csontosodtak el.



3.20. ábra. A magzati koponya

Kutacsok

A magzati koponya jellegzetességei a kutacsok, amelyek a csontok közötti kötőszövetes, még csontmentes területek. A kutacsoknál a hajas fejbőr alatt közvetlenül az agyat borító agyhártya található.

Legnagyobb a rombusz alakú *nagykutacs* (fonticulus maior), a falcsonatok és a homlokcsont között, valamivel kisebb a háromszög alakú *kiskutacs* (fonticulus minor) a falcsonatok és a nyakszirtecsont között. A kiskutacs az első hónapokban, a nagykutacs a második életévben csontosodik el. Ekkor nő be a kisgyermek „feje lágya”. A kis- és nagykutacsoknak nagy a születési jelentősége, helyzetükről megállapítható a szülés haladása. Születési szempontból jelentéktelen a jobb és bal oldali két (ékcsonati) *oldalkutacs*.

Az újszülött koponyájának jó az alakuló- (konfigurálódó) képessége. Mivel a csontszélek simák, a varratok még nem forrtak össze, szülés közben a két falcsonat a nyílvarrat mentén kissé egymásra csúszik, így módon csökkentve a koponya körfogatát a szülőcsatornán való áthaladás közben. Az újszülött és a fiatal csecsemők koponyája az anatómiai sajátosságok folytán különösen sérülékeny, erre a gondozást végzőknek tekintettel kell lenniük.

ÉRDEKESSÉGEK

- A *zsiráf*nak is hét nyakcsigolyája van, de életmódjának köszönhetően a csigolyatestek hosszában megnövekedtek.
- A veleszületett *csípőficam* megállapítására újszülött- és csecsemőkorban kötelező szűrővizsgálatokat végeznek.
- A *csontfejlődés*hez szükséges kalcium beépüléséhez D-vitamin szükséges. Ezért kell csecsemő- és kisgyermekkorban rendszeresen – orvosi előírás szerint – D-vitamint adagolni.
- Az *ízületek* gyulladásos és alaktorzulással járó (*degeneratív*) betegségei viszonylag gyakoriak, erős fájdalommal, mozgáskorlátozottsággal járnak. Többségük idült (krónikus) betegség, lassan alakul ki és lassan gyógyul, vagy nem gyógyítható (pl. artrózis).
- Az ízületi vizsgálatok közül jelentős módszer az *artroszkópia* (ízületi tükrözés), melynek során endoszkópos eszközzel (artroszkóppal) egy kis nyíláson behatolnak az ízületi üregbe, kinagyított képet készítenek az ízület belsejéről, amely pontosan kimutatja a kóros elváltozásokat. E módszerrel kisebb műtétek is végezhetők.
- A *gerinc* nagy megterhelésnek van kitéve, gyakran fordulnak elő *betegségei*, pl. gerincferedülések, gerincsérv. A gerincferedülések, de a láb harántsüllyedése következtében is megváltozik a test statikája, amit testünk a hátizmok fokozott munkájával, összehúzó-dásával igyekszik kompenzálni, ezért gyakran a bántalmak hátfájás tünetekkel jelentkeznek. A gerincbántalmak egy része megelőzhető rendszeres iskolaorvosi szűrővizsgálattal, helyes testtartással, rendszeres mozgással (hátizom-erősítő gyakorlatok, gerinctorna), szükség esetén gyógytornával, megfelelő lábbeli viselésével, az élettani görbületeknek megfelelő támlás szék megválasztásával.
- *Időskorban* a csigolyák közötti porckorongok zsugorodnak, a gerinc görbületei fokozódnak, ezáltal a testmagasság csökken.
- Gyakori *végtag sérülés* az erőbehátásra bekövetkező csonttörés, a rándulás és a ficam. Csonttörésnél megszakad a csont folytonossága, rándulásnál az ízfelszínek eltávolodnak egymástól, de visszatérnek eredeti helyzetükbe, ficamnál a kitérő ízfelszínek nem térnek vissza eredeti helyzetükbe. Mindhárom sérülés nagy fájdalommal, duzzanattal, alakváltozással, mozgáskieséssel jár. Az ízület alkotórészei is sérülhetnek. A sérültet az elsősegélynyújtás szabályai szerint kell ellátni (legfontosabb a sérült testrész nyugalomba helyezése).
- A *csontritkulás* (osteoporózis) az életkor előrehaladtával, főleg a nők körében jelentkező gyakori betegség: a csont szerkezete megváltozik, szilárdsága, vagyis ásványianyag-tartalma csökken, törékennyé válik. Megállapítása csontsűrűség-méréssel (denzitometria) történik. A legkorszerűbb digitális denzitométer röntgencső segítségével, alacsony sugárdózissal készít gyors, pontos képet a csontokról. A szűrővizsgálattal időben felfedezhető a betegség, amelynek kezelése gyógyszeres, diétás és mozgásterápiával történik. „Néma járványnak” is nevezik, mivel a legtöbb esetben, főleg a kezdeti szakaszban nem okoz tüneteket.

ÖSSZEFOGLALÁS

A *csontok* a mozgásrendszer passzív részét képezik. Összetételükben fogva a rugalmasságot adó szerves és a szilárdságot adó szervetlen anyagokat megfelelő arányban tartalmazzák, így tölti be a csontrendszer a szilárd váz szerepét. Szilárdságukat szerkezetüknek és ásványianyag- (mészsó) tartalmuknak köszönhetik.

A találkozó csontok összeköttetésben állnak egymással. Folytonos összeköttetés esetén nincs mozgás a találkozó csontok között. A megszakított összeköttetéseket nevezzük ízületnek. Az *ízületekben* a csontok között lehetővé válik a mozgás. A mozgás lehetőségeit az ízfelszínek alakja és a tok, valamint a szalagok feszessége határozza meg.

A test statikájában, egyensúlyi helyzetében nagy szerepet játszanak a gerinc élettani görbületei, a medence dőlése, a láb hosszanti és harántboltozata.

A testrészek csontjainak és ízületeinek ismerete megkönnyíti a mozgásrendszer élettani és kóros működésének megértését.

KULCSFOGALMAK

A mozgásrendszer passzív része, a csont rugalmassága, a csont szilárdsága, folytonos összeköttetések, megszakított összeköttetések, ízfelszínek alakja, ízületi mozgások, vállöv, medenceöv, a medence dőlése, a test statikája, a gerinc görbületei, a gerinc szakaszai, a mellkas rugalmassága, arckoponya, agykoponya.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. A 3.21. ábrán jelölje be az ismert csontok nevét (magyarul és latinul is)!
2. Milyen anatómiai alapja van annak, hogy felső végtagunkkal karkörzést tudunk végezni?
3. Mely tényezők biztosítják a test egyensúlyi helyzetét (statikáját)?
4. Miben különbözik a férfi és a női medence? A férfi és női szimbólumokat (♂ / ♀) írja a jellemzőknek megfelelően a vonalra!
A medencebemenet harántul ovális __, az előfok előreugrik __, a csípőlapátok egyenes állásúak __, a medencebemenet kártyaszív alakú __, a csípőlapátok szétállóak __, az előfok nem ugrik előre __.
5. Helyezzen egy csirkecsontot 20%-os ecettel töltött lezárható üvegbe. Figyelje meg egy hét múlva: hogyan változott meg a csont?
6. Csoportosítsa a bordákat a szegycsont-hoz való kapcsolódásuk alapján!
7. Magyarázza meg, milyen anatómiai tényezők biztosítják a mellkas rugalmasságát!
8. A 3.17. ábrán a magyar szakkifejezések mellé írja oda a latint is!
9. Mi teszi lehetővé a magzati koponya alakuló- (konfigurálódó) képességét?
10. A 3.14. ábrán jelölje és nevezze meg a combcsont felső végének anatómiai részeit!
11. Mi az anatómiai-élettani magyarázata az időskori combnyaktörés viszonylagos gyakoriságának?
12. Jelölje a 3.12. ábrán az ülőcsont részeit!
13. A csontvázon mutassa be és nevezze meg a csontokat, testrészek szerint csoportosítva!
14. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a csontok képeit és animációit!



3.21. ábra. A csontváz oldalnézetben

AZ IZOMRENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

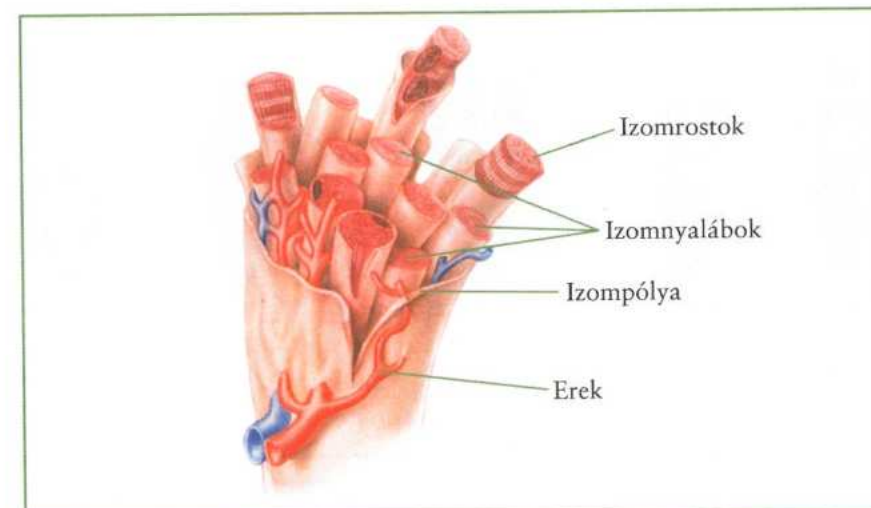
- Az ember mozgási szervrendszere (biológia):
 - az izmok felépítése és működése,
 - a szervezet nagyobb izmai.
- Az izomrendszer latin szakkifejezései (orvosi latin)

AZ IZMOK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Az izom (musculus) a mozgás aktív szerve. A csontvázizomzatot szövettanilag összehúzó-dásra képes, *harántcsíkolt izomszövet* alkotja, amely akarattól függően működik, gyorsan húzódik össze, de hamar kifárad. Az izom a benne lévő vértől és az izomfestéktől (myoglobin) vöröses színű. 350 izmunk van, tömegük – az izmok fejlettségétől függően – átlagosan a test-súly 35–40%-a, de sportolóknál elérheti az 50%-ot is.

AZ IZMOK MIKROSZKÓPIKUS SZERKEZETE

A vázizmot alkotó *izomrost* (izomsejt) akár 20 cm hosszú is lehet, benne néhány száz *myofibrillum* található. Ezek összehúzó-dásra képes „szálacsákák” a plazmában. A myofibrillumok



3.22. ábra. Az izom szerkezete

kb. 2 mm hosszúságú szakaszai, szerkezeti elemei a *szarkomerek*. A szarkomert kétféle fehérje építi fel, az *aktin* és a *miozin*.

Az izomszövet mikroszkopikus képén *világos*, azaz vékony, valamint *sötét*, azaz vastag *csíkok* váltakoznak. Innen ered a harántcsíkolt izom elnevezés (a világos az aktin, a sötét a miozin képe).

Az izomrostok kötőszövettel körülvett *izomnyalábokat* alkotnak.

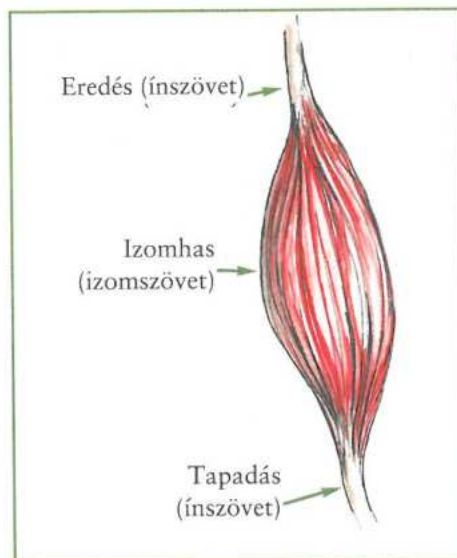
AZ IZOM RÉSZEI, ALAKJA, IDEGELLÁTÁSA

Részei

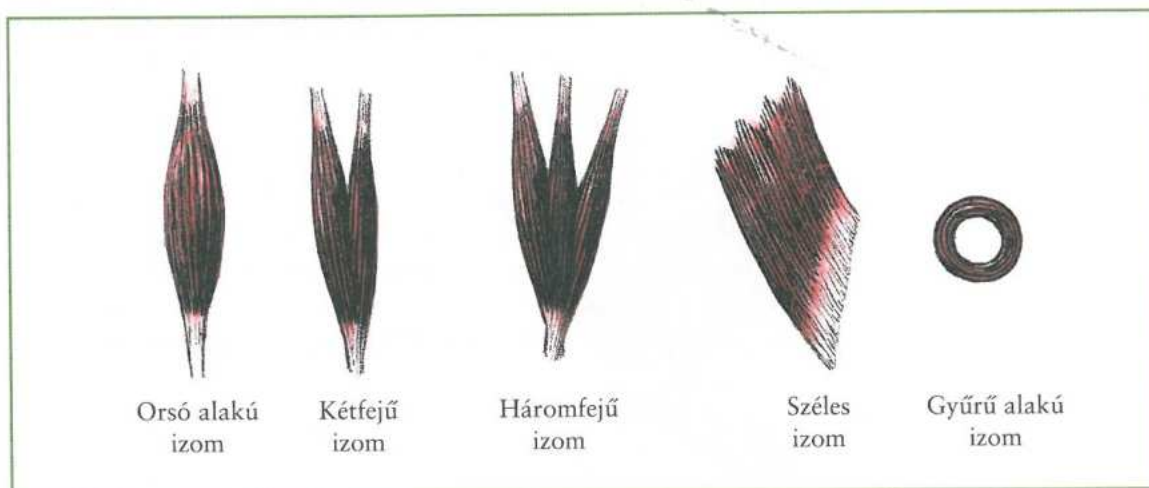
- Az izmok *inas* (tendo) résszel erednek és tapadnak. Eredési és tapadási helyük többnyire a csontokon van. Az inakat a súrlódásnak kitett helyeken *ínhüvely* veszi körül. Az ín az izom összehúzódásában nem vesz részt. Az ín érzőidegekben gazdag, reflexvizsgálatok gyakori helye (pl. térd-, könyökreflex).
- Az eredés és tapadás között van az *izomhas*, amely az összehúzódást (contractio) végzi.
- Az izmokat kötőszövetből álló *izompólya* (fascia) borítja.

Alakja

Az izmok alakja változatos. Többek között vannak orsó alakú, lapos, széles, hosszú, rövid, és gyűrű alakú (sphincter) izmok. Eredés szerint ismerünk *kétfejű* (biceps), *háromfejű* (triceps) és *négyfejű* (quadriceps) izmokat.



3.23. ábra. Az izom részei



3.24. ábra. Az izmok alakja

Idegellátása

Az izmok érző- és mozgatóideg-ellátása gazdag.

- Az *érzőidegek* közvetítik az izomérzést és a fájdalom érzékelését. Az izmok és az inak állapotát, feszességét kétfajta érzőideg-végződés (receptor) érzékeli: az *izomorsó* és az *ínorsó*.
- A *mozgatóidegek* az agy- és gerincvelő felől jövő mozgatóingerületet adják át az izmoknak, így jön létre a mozgás. Az idegtől megfosztott izom nem képes összehúzódni. Mozgásképességet nem csak az izmok sérülése okozhat, de az ideg sérülése vagy bénulása is.

AZ IZMOK MŰKÖDÉSE

AZ IZOMMŰKÖDÉS BIOKÉMIÁJA

Az izom alapvető működése az *összehúzódás* (contractio).

- *Izom-összehúzódáskor* a miozin reverzibilisen kötődik az aktinhoz, aktomiozin-komplex jön létre, a szarkomer megrövidül, azaz összehúzódik, amihez energia és kalcium szükséges.
- *Izomelernyedéskor* az aktomiozin-komplex oldódik, a két fehérje ismét szétválak.

Az izomban – működése során – bonyolult biokémiai folyamatok mennek végbe. A működéshez a Ca-ionokon kívül energiát szolgáltató anyagokra van szükség, ezek az adenosin-trifoszfát (ATP), a kreatin-foszfát (CrP) és a glikogén (poliszacharid).

Izommunka során az izom tápanyaga (glikogén) lebomlik, oxigénfogyasztása megsokszorozódik, miközben mechanikai és hőenergia szabadul fel.

AZ IZOMMŰKÖDÉS „ENERGETIKAI FOLYAMATAI”

- Az ATP-ből egy foszfátmolekula lehasadásával ADP (adenosin-difoszfát) alakul, a felszabaduló energia pedig az izom-összehúzódást (aktomiozin-kialakulást) váltja ki.
- A CrP lebomlása során keletkező energia az ADP-t visszaalakítja ATP-vé.
- A glikogén lebomlásából energia és tejsav képződik. Az energia segítségével a CrP ismét felépül. A tejsav egy része oxidáció során vízzé és szén-dioxiddá alakul, egy része pedig visszaalakul glikogénné.

Mivel az izomműködés igen energiaigényes folyamat, érthető, hogy rendszeres testmozgással a szervezet energiaegyensúlya szabályozható, a túlsúly megelőzhető.

Intenzív igénybevétel után *izomláz* keletkezhet. Ennek oka az, hogy a fokozott izommunka következtében oxigénhiány lép fel az izomban, és a glikogén nem bomlik le teljesen. Az izom

szövetállományában tejsav (laktát) szaporodik fel, ami izomfájdalmat okoz. Rendszeres testmozgás, edzett izomzat esetén ritkán lép fel izomláz.

Az izom működése során glikogéntartalma csökken, ami kifáradáshoz vezet. A kifáradt izom működésképesége csökken. Pihenés, regenerálódás után a szervezet a vérből az izom glikogénraktárait feltölti és ismét maximális teljesítményre képes.

AZ IZOM-ÖSSZEHÚZÓDÁS SAJÁTÓSÁGAI

Élettani kísérletek igazolják az izom működési sajátosságait.

- Az eredésénél és tapadásánál rögzített, kipreparált izom kémiai, vagy elektromos inger hatására *izomrángással* reagál. Egy rángás egy *összehúzódásból* és az utána következő ellazulásból, *elernyedésből* áll.
- Nagyon gyenge (*küszöb alatti*) ingerre nem jön létre összehúzódás, ha elér egy bizonyos erősséget az inger (*küszöbinger*), akkor az izom összehúzódik. Az ingererősség növelésével (*küszöb feletti inger*) egyre erősebb összehúzódás jön létre, mivel egyre több rostot érint. Az inger fokozásával egy határon túl már nem fokozható az összehúzódás erőssége (*maximális inger*).

AZ IZOM-ÖSSZEHÚZÓDÁS FORMÁI

- *Izotóniás* összehúzódás során az izom megrövidül, tónusa/feszülése változatlan marad. Ilyen pl. a végtagok mozgása.
- *Izometriás* összehúzódás során az izom hossza változatlan marad, feszülése fokozódik. Ilyen pl. a testtartásért felelős gerincizmok összehúzódása.

IZOMERŐ

Az izmok annál nagyobb *erőkifejtésre* képesek, minél tömegesebbek, minél több rostból állnak, azaz minél nagyobb a keresztmetszetük. Edzéssel, sporttal az izmok fejleszthetők, az izomerő növelhető. A sportolók a rendszeres izommunkának köszönhetik tömeges izomzatukat.

AZ IZOMFESZESSÉG

Az izmok feszességének (izomtónus) köszönhető a testtartás. A tónustalanság (atonia), a csökkent tónus (hypotonia) vagy a fokozott tónus (hypertonia) kóros jelenség. Az izomtónus a végtagok hajlításával-feszítésével, illetve a hasra helyezett tenyérrel vizsgálható.

Egészséges embernél az izmok soha nincsenek teljesen ernyedt, ellazult állapotban, még alvás közben is kb. 10%-uk feszes, működik (ezt igazolja az alvó ember testtartása).

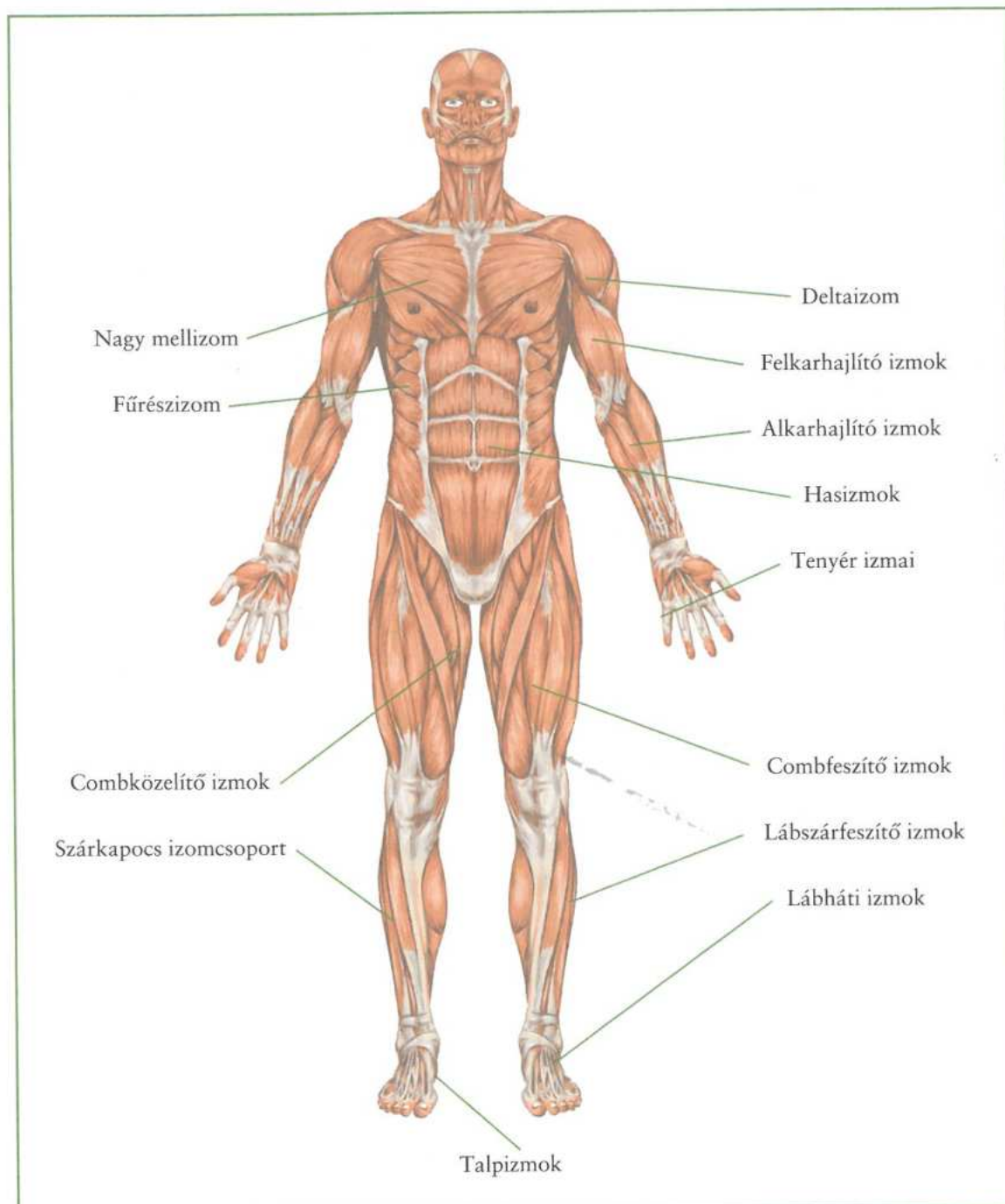
IZOMVÉDEKEZÉS

Ez a jelenség akkor tapasztalható, amikor egy beteg szerv felett az izomzat védekezésképpen megkeményedik (*defense musculaire*), pl. vakbélgyulladásnál a has izomzata deszka-keményé válhat, mintegy védve az alatta lévő beteg szervet.

AZ IZMOK FAJTÁI

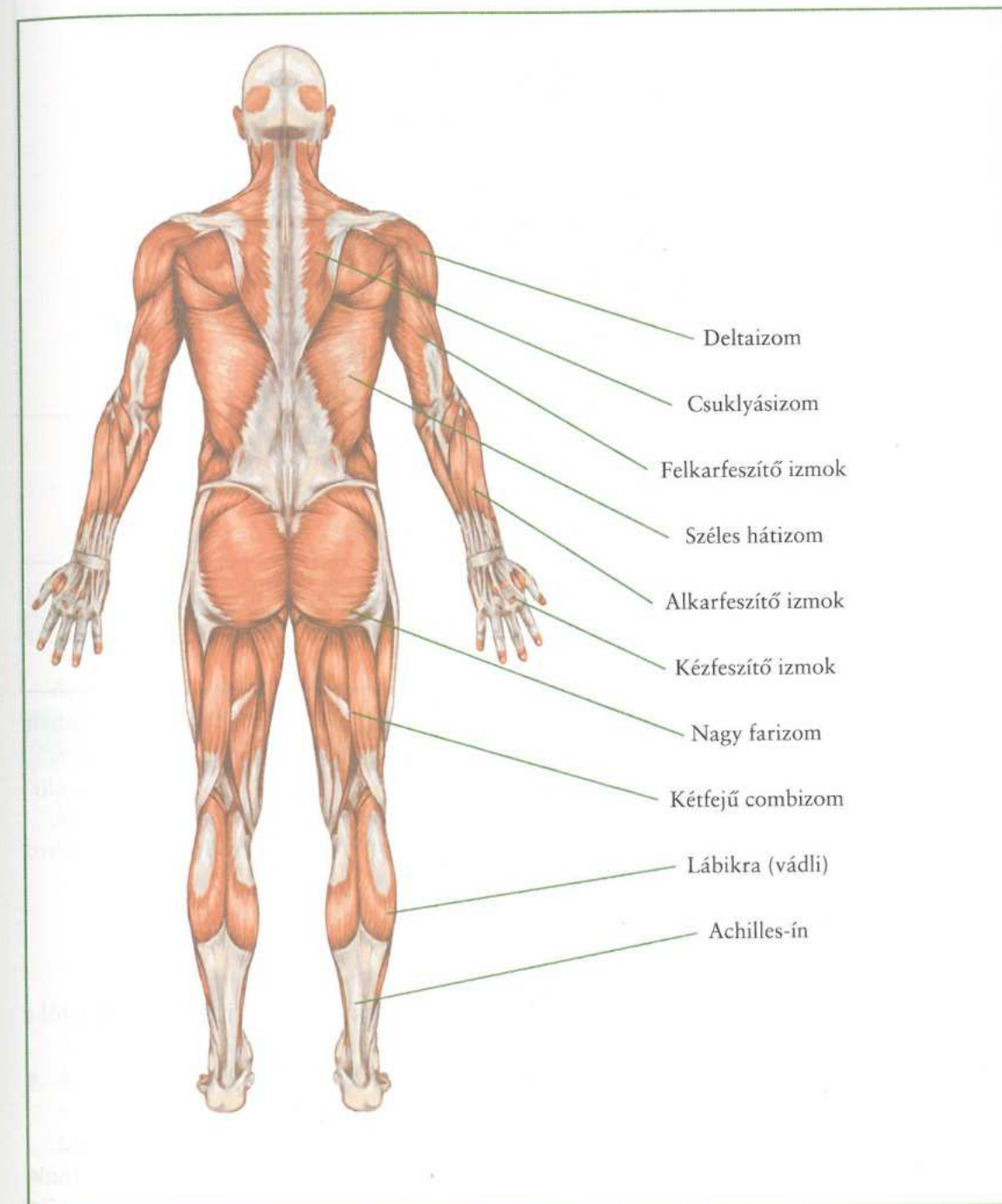
Működés szerint az izmok lehetnek: *hajlító* (flexorok), *feszítő* (extensorok), *közelítő* (adductorok), *távolító* (abductorok) és *szűkítő* (sphincterek). Rendszerint csoportosan működnek, egy mozdulatnál egy részük azonos, más részük ellenkező irányú mozgást végez.

RÉSZLETES IZOMTAN



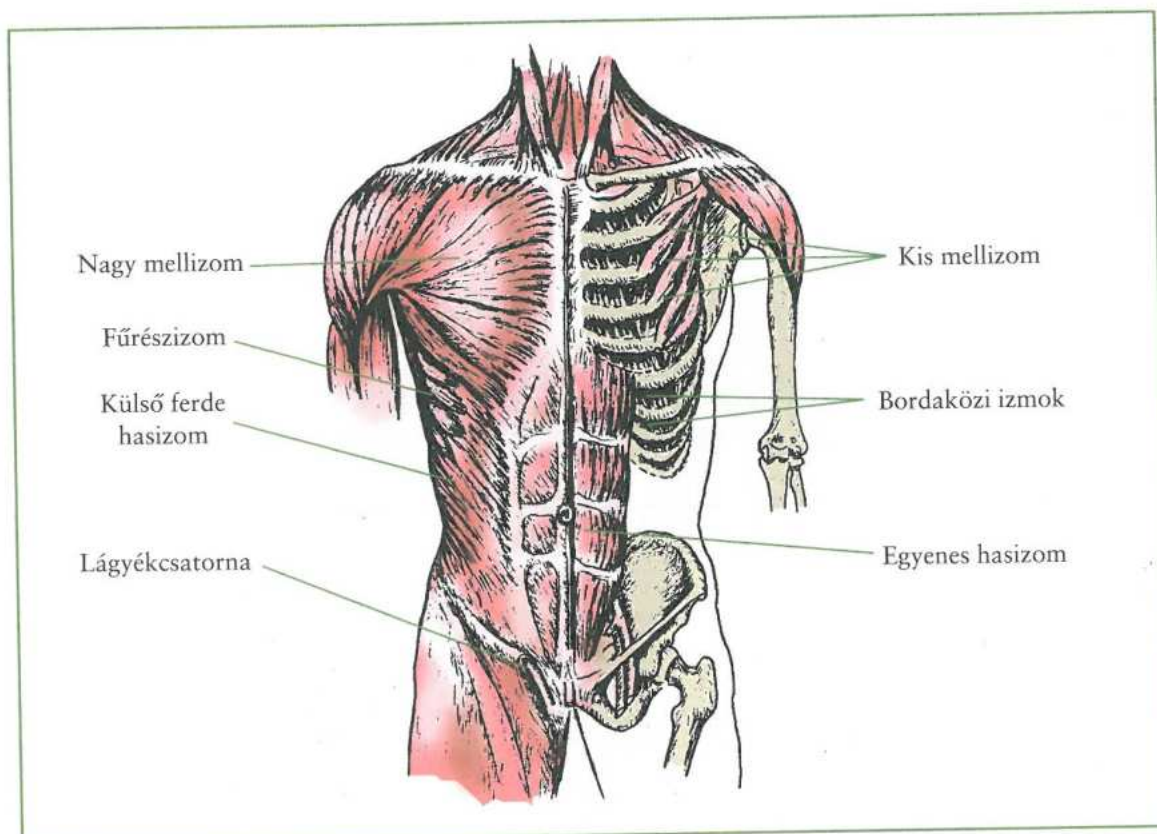
3.25. ábra. A test nagyobb izmai előlnézetben

RÉSZLETES IZOMTAN



3.26. ábra. A test nagyobb izmai hátulnézetben

A TÖRZS NAGYOBB IZMAI



3.27. ábra. A mell és a has izmai

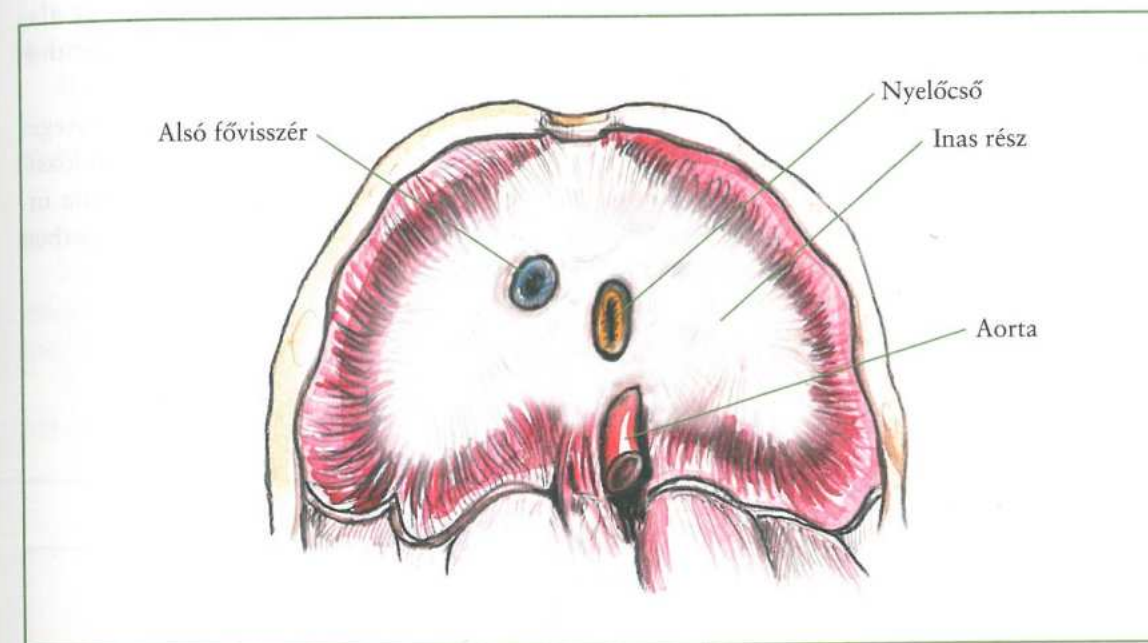
A törzs izomzatát a *mellizmok*, a *hasizmok* és a *hátizmok* képezik.

A MELLIZMOK

- A *nagy mellizom* (m. pectoralis major) felületes helyzetű, legyező alakú izom, a mellkastól a felső végtag felé húzódik. Fasciájához rögzül a női emlő.
- A *kis mellizom* (m. pectoralis minor) a nagy mellizom alatt helyezkedik el. A nagy és a kis mellizom meghatározza a mellkas formáját.
- A *fűrészizom* (m. serratus) az első kilenc bordán fűrészfoghoz hasonló „csipkével” ered.
- A *külső és belső bordaközi izmok* (m. intercostales) a bordákat emelik és süllyeszti, funkciójuk szerint légzőizmok. A külső bordaközi izmok (m. intercostales externi) a belső bordaközi izmok, mert összehúzódásukkal emelik a bordákat, ezáltal tágítják a mellkast. A belső bordaközi izmok a kilégzőizmok (m. intercostales interni), mivel összehúzódásukkal süllyeszti a bordákat, ezáltal szűkíti a mellkast.

Rekeszizom

A rekeszizom (diaphragma) a mell- és a hasüreget határolja, mozgása révén *légzőizom*. A rekeszizom széli izmos része ernyed állapotban a mellüreg felé kupolaszerűen felbontosodik, ezáltal a mellüreg térfogata csökken, ez a *kilégzés*.



3.28. ábra. A rekeszizom alulnézetben

Belégzéskor a rekeszizom összehúzódik, lejjebb süllyed a hasüreg felé, ennek folytán a mellüreg térfogata növekszik.

A rekesz középső inas része (centrum tendineum) biztosítja – összehúzódás közben is – a rajta áthaladó nagyerekben és a nyelőcsőben a zavartalan áramlást.

Az inas részre fekszik rá a szív. Ez a terület a rekesz izmos részének mozgása közben gyakorlatilag nem változik.

A HASIZMOK

A hasüreg falát alkotó lapos izmok.

- Az *egyenes hasizom* (m. rectus abdominis) elöl, a has középvonalának két oldalán húzódik a szegycsonttól a szeméremcsontig. Három, haránt irányú inas befűződés látható rajta (kockahas).
- A *ferde* (külső ferde, belső ferde) *hasizmok*, amelyek az oldalsó hasfalat alkotják.
- A *haránt* hasizom rostjai vízszintes irányban futnak, és körülvesszik belülről a hasüreget. A ferde és a haránt hasizom inas lapos része (aponeurosis) elöl körül fogja az egyenes hasizmot (rectus-hüvelyt képez) és a szegycsonttól a szeméremcsontig húzódó, fehér, *érmentes inas*

vonalba (linea alba) található. A hasműtétek egy részénél e vonal mentén végzik a sebészeti metszést.

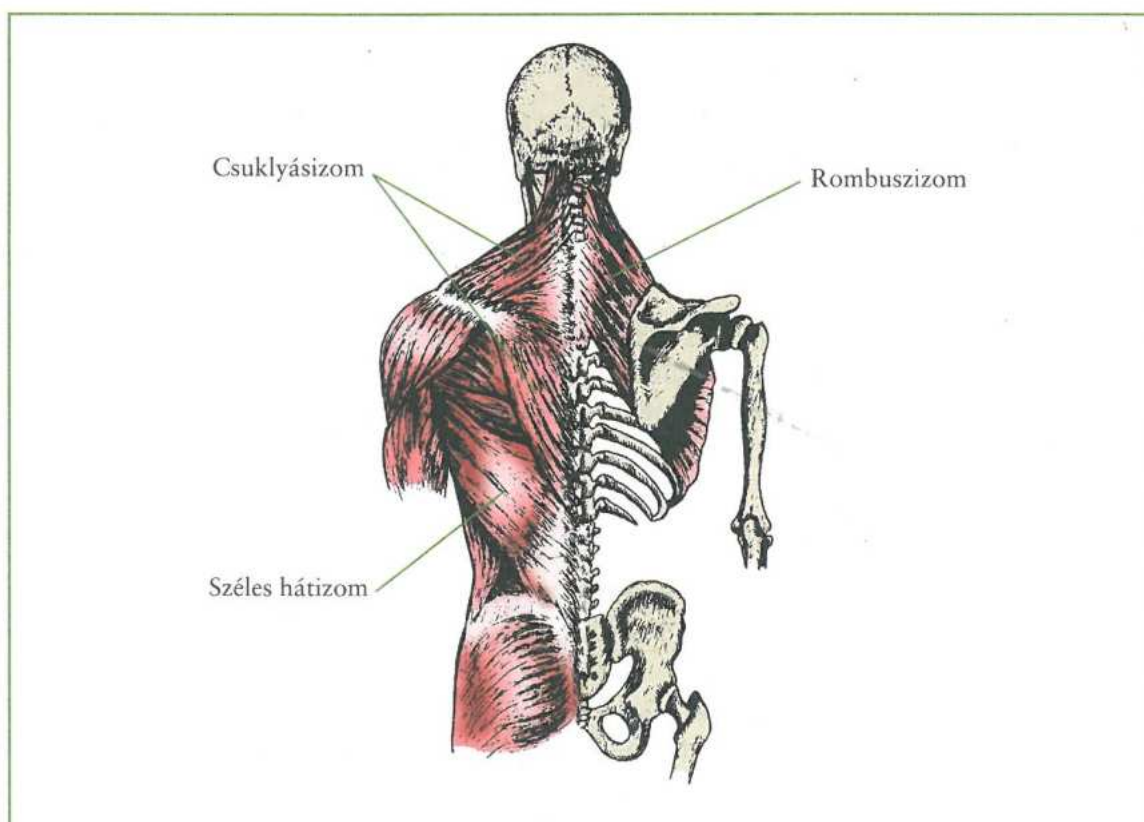
A hasizmok együttes működése a *hasprés*. A hasprés hatására fokozódik a hasüri nyomás, amely elősegíti pl. a székletürítést, ezenkívül szüléskor is szerepe van a magzat megszületésében.

A hasizmok fokozott igénybevétele következtében ott, ahol gyengébb az izomzat, sérv alakulhat ki. Gyakori a hasi sérv és a köldöksérv. Erőlködéskor a sérv feletti terület jól tapinthatóan kitüremkedik. Megoldása műtéti.

A *lágycsatorna* (canalis inguinalis), 5–6 cm hosszú, ferde lefutású járat, a hasfal rétegei között, a lágycsatorna fölött helyezkedik el. Nőknél a kerek méhszalag, férfiaknál az ondószírnór fut benne. A hasfal leggyengébb pontja. Kitágulása esetén lágycsatorna alakul ki (hernia inguinalis). A sérvkapun kitüremkedhet a hasüreg tartalma. A méhen belüli (intrauterin) életben a fiú magzatok heréi a lágycsatornán szállnak le a herezacskóba.

A HÁTIZMOK

Felületes és a mély rétegben helyezkednek el.



3.29. ábra. A hát felületes izmai

Felületes hátizmok

- A *trapézizom*, más néven csuklyásizom (m. trapezius), nevét az alakjáról kapta. A jobb és bal oldali izom együtt úgy borítja a hátat, mint egy csuklya.
- A *széles hátizom* (m. latissimus dorsi) vékony, széles izom, a hát közép-vonalától ered, a felkarig húzódik. Fontos szerepe van a felső végtag mozgásában.
- A *rombuszizom* (m. rhomboideus) nevét alakjáról kapta, a csuklyásizom alatt helyezkedik el a gerinc két oldalán.

Mély hátizmok

A felületes hátizmok alatt hosszában futó, a gerinc két oldalán elhelyezkedő, annak élettani görbületeit biztosító izmok. A testtartásért felelősek. *Gerincmerevítő izmoknak* is nevezik őket.

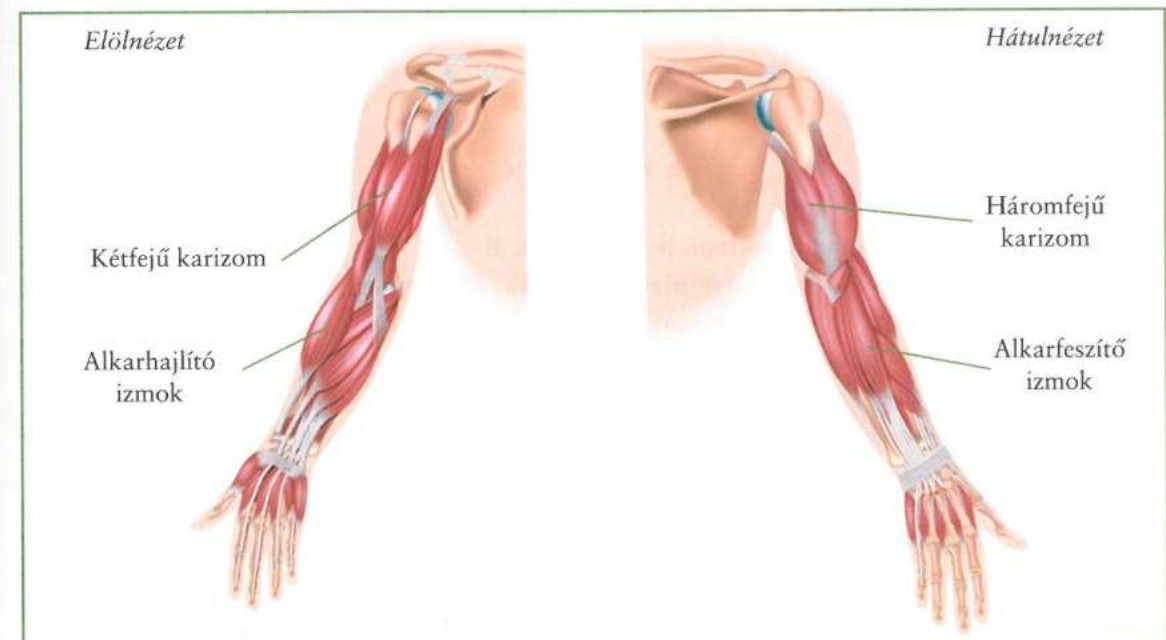
Serdülőkorban gyakran előfordul, hogy a csontozat hirtelen növekedését nem követi a gerincmerevítő izmok fejlődése, emiatt a gerinc görbületeinek rendellenességei: hanyag tartás, gerincferdülés jöhet létre, ami időben elkezdett gyógytornával könnyen korrigálható.

A mellizmok, hasizmok és a széles hátizom nehézleghzéskor légzési segédizomként működnek, segítik a légvételt.

A VÉGTAGOK NAGYOBB IZMAI

A FELSŐ VÉGTAG NAGYOBB IZMAI

A felső végtag izomzatát a vállizmok, a felkarizmok, az alkarizmok és a kézízmok képezik.



3.30. ábra. A felkar és az alkar izmai

A VÁLLIZMOK

Legnagyobb vállizom a váll formáját adó *deltaizom* (m. deltoideus). A vállövön ered és a felkarcsonton tapad (l. a 3.25. és a 3.26. ábrát). A vállizmok a vállízületet mozgatják.

A FELKARIZMOK

- Elöl a hajlítóizmok találhatók, legnagyobb a *kétfejű karizom* (m. biceps brachii).
 - Hátul egy feszítőizom, a *háromfejű karizom* (m. triceps brachii) helyezkedik el.
- A felkarizmok a könyökízületet mozgatják.
Erős ínnal kapcsolódnak az alkarcsontokhoz.

AZ ALKARIZMOK

Több izom tartozik ide, melyek felületes és mély réteget alkotnak.

- Elöl, a singcsont körül a *hajlítók* találhatók.
- Hátul, az orsócsont körül a *feszítők* vannak.

Az alkar izmai a könyöktől a csukló felé haladva vékonyodnak, a kéz mozgásában vesznek részt. Az alkaron eredők az ujjperceken hosszú ínakkal tapadnak. A csuklónál az inakat ínhüvelyek veszik körül, amelyek a súrlódásmentes elmozdulást biztosítják. Itt a sok keskeny izom ínhüvelyét erős harántszalagok szorítják az alattuk levő csontokhoz, így izommozgáskor az inak nem emelkednek el a csontoktól.

A KÉZIZMOK

A tenyéri oldalon, három csoportban helyezkednek el.

- A *hüvelykujjpárna* izmai a hüvelykujjat mozgatják. Munkavégzés szempontjából fontos a hüvelykujj, amelyet nyolc izom mozgat. Az ujj elvesztése a munkaképesség nagyfokú csökkenésével jár, 25%-os rokkantságot jelent.
- A *kisujjpárna* izmai a kisujjat mozgatják.
- A *tenyérárok* izmai a kézközépcsontok között találhatók. Ide tartoznak a *csontközi izmok* és a négy *giliszaizom*, amely a finom ujjmozgásokat biztosítja.

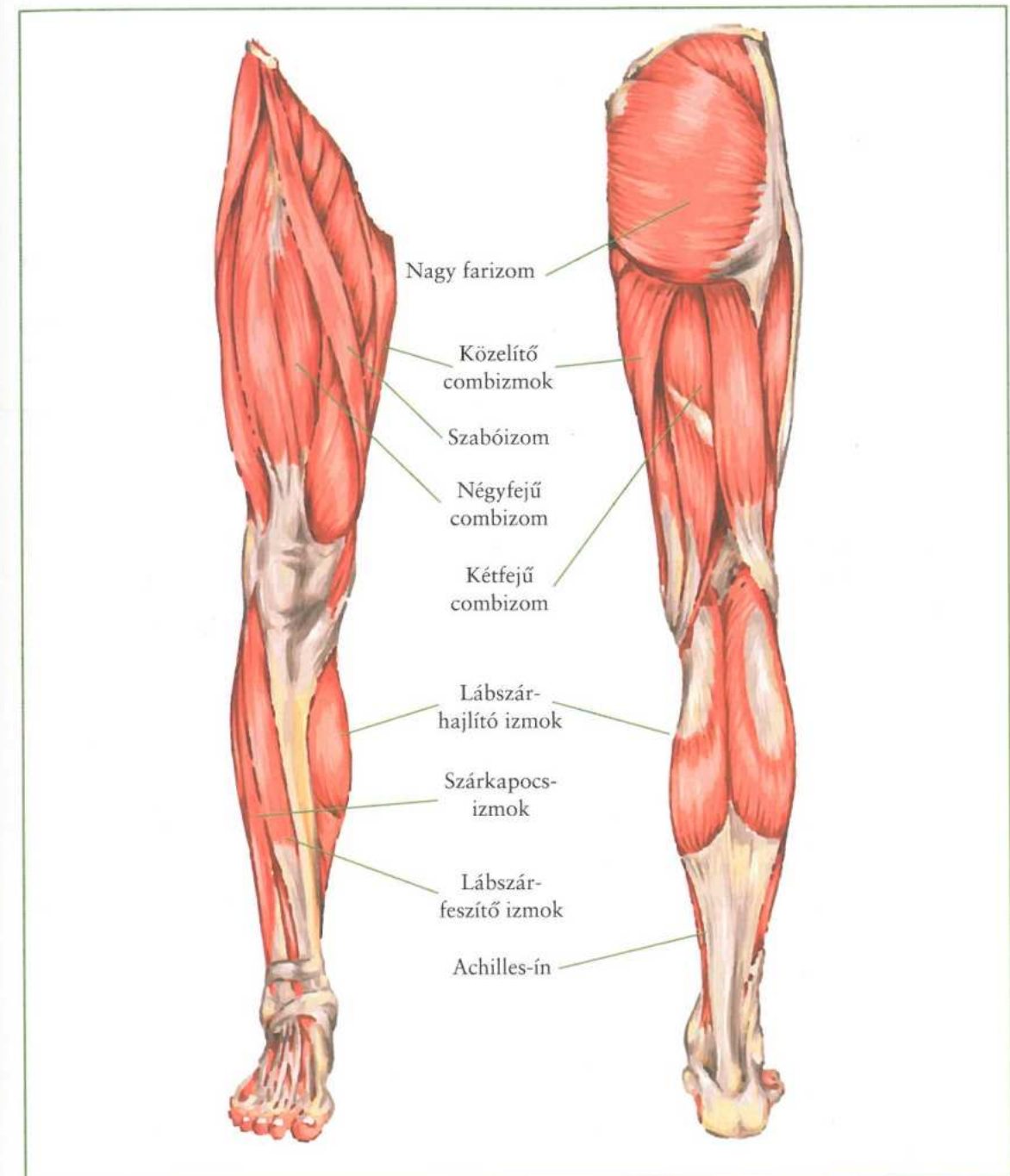
A tenyér bőre alatt háromszögletű erős kötőszövetes lemezt találunk, ez a *tenyérbőny* (aponeurosis), amely az alatta lévő izmokat, inakat és ereket védi a fogás következtében kialakuló erőhatásoktól.

Ezenkívül a kézközép és az ujjpercek között számtalan apró izom biztosítja a kéz sokirányú, bonyolult, munkavégzéssel kapcsolatos mozgásait.

Balesetek következtében gyakoriak a kézsérülések. Ellátásuk speciális kézsebészeti feladat.

AZ ALSÓ VÉGTAG NAGYOBB IZMAI

Az alsó végtag izomzatát a *csípőizmok*, a *combizmok*, a *lábszárizmok* és a *lábizmok* képezik.



3.31. ábra. Az alsó végtag izmai

A CSÍPŐIZMOK

A medencén belül erednek a *belső csípőizmok*, míg a medence külső felszíne a *külső csípőizmok* eredési helye. A külső csípőizmok közül jelentős a far formáját meghatározó három farizom: a *nagy farizom* (m. gluteus maximus), a *középső farizom* (m. gluteus medius) és a *kis farizom* (m. gluteus minimus). Az izomba fecskendezhető injekciót (intramuscularis injectio) általában a középső farizomba adják.

Az injekció beadási helyének kimérése fontos, nehogy ideget sértsen a tű.

A COMBIZMOK

Vaskos, erős izmok, nagy szerepük van a járásban. Úgy veszik körül a combcsontot, hogy az – oldalt, a nagytompor kivételével – kívülről nem tapintható.

- Elöl a *feszítőizmok* találhatók. A legnagyobb közülük a *négyfejű combizom* (m. quadriceps femoris). Inas vége (ligamentum patellae) a térdkalács közbeiktatásával a sípcsonton tapad. Itt van a térdreflex kiváltási helye.

A *szabóizom* szintén feszítőizom, az elülső felső csípőtővistől ferdén halad a sípcsont felső részéhez.

- Hátnál a *hajlítóizmok* találhatók. Legnagyobb a *kétfejű combizom* (m. biceps femoris).
- Belül a *közelítőizmok* helyezkednek el.

A *combsatorna* (canalis femoralis) a hasüregből a comb bőre alatti kötőszövetbe kivezető, 2 cm hosszú függőleges csatorna, amit kötőszövet zár le. Kötőszövetet, nyirokereket, valamint nyirokcsomókat tartalmaz. Ha ez átszakad, combsérv (hernia femoralis) alakul ki, amelybe belekerülhet a hasüreg tartalma. A combsérv – mint általában minden sérv – műtéti úton gyógyítható.

A LÁBSZÁRIZMOK

- A lábszár elülső, vékony *feszítőizmai* a sípcsont felett, közvetlen a bőr alatt futnak.
- Hátsó *hajlítóizmai* tömegesek, a lábikrát/vádlit alkotják. Az izmok a szervezet legerősebb inában, az Achilles-ínban tapadnak a sarokcsontoz.
- Oldalsó helyzetűek a *szárkapcsi izmok*, amelyek a szárkapocscsont mentén húzódnak végig. A lábszárizmok inait bokánál harántszalagok szorítják le a csontokhoz.

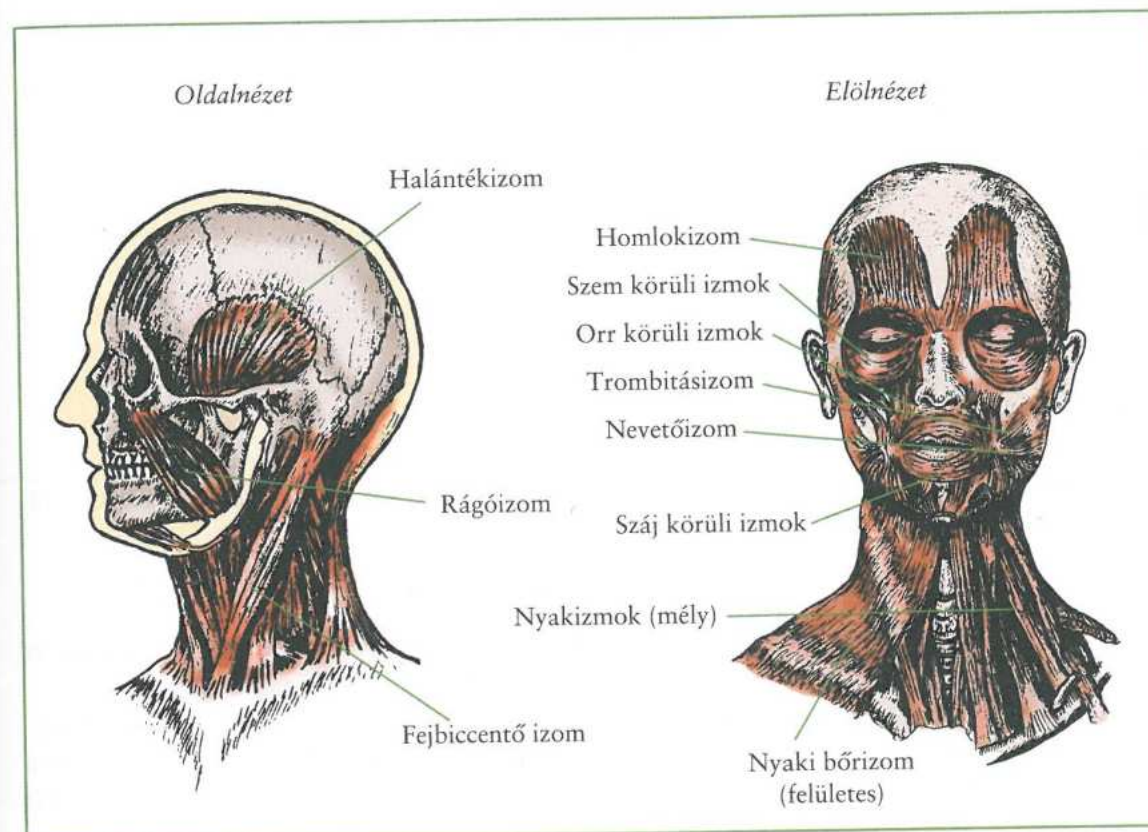
A LÁBIZMOK

Ide tartoznak a *lábbát, és a talp* izmai.

- A lábháton két kis feszítőizom található.
- A talp izmai három csoportra oszthatók, a kéz izmaihoz hasonlóan: az *öregujjpárna*, a *kisujjpárna* és a *talpközép* izmai. A talp bőre alatt – a kézhez hasonlóan – szintén megtalálható a *talpbőnye* (aponeurosis). Feladata – a kézhez hasonlóan – a talp képleteinek védelme. Az izmok fontos szerepet játszanak a lábboltozat fenntartásában.

A FEJ ÉS A NYAK NAGYOBB IZMAI

A fej és a nyak izomzatát elsősorban a *mimikai izmok*, a *rágóizmok* és a *nyakizmok* képezik.



3.32. ábra. A fej és a nyak izmai

A MIMIKAI IZMOK

A *fejtető* és az *arc izmai* tartoznak ide. A bőr alatti izmok mozgása révén jön létre az arc-mika, ami emberi sajátosság. A mimikai izmok közvetlenül a bőr alatt helyezkednek el, sok közülük a bőrben ered, illetve a bőrben tapad, ezért működésük könnyen észrevehető. Az arc-kifejezés tükrözi az egyén hangulatát, érzelmeit, testi-lelki állapotát (pl. fájdalom).

- A *fejtetőizmokhoz* a *nyakszirt*-, a *homlok*- és a *fül körüli izmok* tartoznak.
- Az *arcizmokhoz* a *szem*, az *orr* és a *száj körüli izmok* tartoznak. Nagyobb izom a szájüreg oldalfalát, a pofákat alkotó *trombitásizom* és a *nevetőizom*. Körkörös záróizmok találhatók a szem- és a szájnyílás körül.

A RÁGÓIZMOK

Az állkapcsen tapadnak, az állkapocs mozgatásával a rágásban van szerepük.

- A *rágóizom* (m. masseter) a járomíven ered, az állkapcson tapad.
- A *halántékizom* (m. temporalis) a halántékcsonton eredő, legyező alakú izom.
- A *külső és belső rőpcsoni izmok*, az ékcsont ún. rőpnyúlványáról erednek.

Három rágóizom zárja, a külső rőpizom pedig nyitja a száját. A rágóizmok együttesen igen nagy erőt képesek kifejteni (pl. az artisták mázsás terhet is képesek megtartani a fogukkal).

A NYAKIZMOK

Felületes és mély helyzetűek.

Felületes nyakizmok

- A *nyaki bőrizom* (platysma) széles, lapos izomlemez, a nyakbőr feszességét adja.
- A *fejbiccentő izom* (m. sternocleidomastoideus) a szegycsonttól a halántékcsont csecsnyúlványáig húzódik.

Mély nyakizmok

A felületes nyakizmok alatt helyezkednek el. A nyakcsigolyákhoz kapcsolódnak, a nyak és fej mozgatását végzik.

- Az *oldalsó izmok* a nyak jobb és bal oldalán találhatók, lezárják a mellüreg felső nyílását.
- Az *elülső izmok* a *nyelvcsont feletti és alatti izmok*. Működésük sokoldalú: részt vesznek a száj nyitásban, a nyelésben, a csecsemőknél a szopásban és egyben a szájfénék izomzatát alkotják.

A nyakizmok egy része nehezített légzés esetén, légzési segédizomként működik. Kóros esetekben erőltetett belégzésnél a nyakizmok láthatóan megfeszülnek, segítik a légvételt.

ÉRDEKESSÉGEK

A rendszeres testmozgás hasznos, mert:

- Élénkíti az anyagcserét, az oxidációs folyamatokat, mozgás közben fokozódik a légzés, a keringés és a kiválasztás.
- Energiaigényes folyamat, tehát elősegíti a súlyfelesleg leadását.
- Mozdulás közben „boldogsághormon” (endorfin) szabadul fel, ami órákig tartó jó közérzetet biztosít.
- Jobb testtartást, jobb megjelenést biztosít.
- Növeli az önbizalmat, a határozottságot, a test és lélek harmóniáját.
- Segít megőrizni az izmok és ízületek egészséges felépítését és működését.
- Fokozza az állóképességet.
- Csökkenti a csontritkulás kialakulásának lehetőségét.

- A mozgáshiány kockázati tényezője (rizikófaktor) lehet a túlsúly és a velejáró betegségek kialakulásának (pl. szív-ér rendszeri betegségek, cukorbetegség).

A rendszeres testmozgás igényét, mint az egészséges életmód egyik fontos feltételét gyermekkorban kell kialakítani.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az *izmok* a mozgásrendszer aktív részét képezik. A vázizomzatot összehúzódásra képes harántcsikolt izomszövet építi fel.

Az összehúzódás elemei az izomrost mikroszkopikus „szálacskái” a *myofibrillumok*, amelyek rövid szakaszai a szarkomerek, az összehúzódás anatómiai alapjai.

Az izomműködés energiaigényes folyamat. Az összehúzódás során a szarkomerekben lévő két fehérje, az aktin és a miozin aktomiozin-komplexet képez, amihez az energiát az ATP, a CrP és a glikogén szolgáltatja.

Az izmok innal erednek és tapadnak, azonban az ín nem képes összehúzódásra. Az izmok működése valósítja meg az ízületi mozgásokat. Működésük szerint vannak: hajlító-, feszítő-, közelítő-, távolító- és testnyílást szűkítő izmok. Az izmok működésének jellemzői: az izomtónus, az izomvédekezés és az izomerő.

Az izomműködés az izmoknak *tónust*, feszességet kölcsönöz, a tónustalan izomzat az eszméletlen emberre jellemző. Az *izomvédekezés* a szervezet védekező reakciója. Betegség esetén az izmok fokozott feszességgel próbálják védeni a beteg szervet, így pl. a hasi szervek gyulladása esetén megkeményedik a hasizom. A testrészek izmainak ismerete megkönnyíti a mozgásrendszer élettani és kóros működésének megértését.

KULCSFOGALMAK

A mozgásrendszer aktív része, myofibrillum, szarkomer, aktin, miozin, aktomiozin, izotóniás összehúzódás, izometriás összehúzódás, izomtónus, izomvédekezés, izomerő, hajlító, feszítő, közelítő, távolító, köröző, forgó, testnyílást szűkítő és hüvelykujjat szembehelyező mozgások.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja le az izom szerkezetét és jelölje a részeit!
2. A 3.25. és a 3.26. ábrán a magyar szakkifejezések mellé írja oda a tanultakat latinul is!
3. Magyarázza el az izomláz keletkezésének okát! Hogyan előzhető meg?

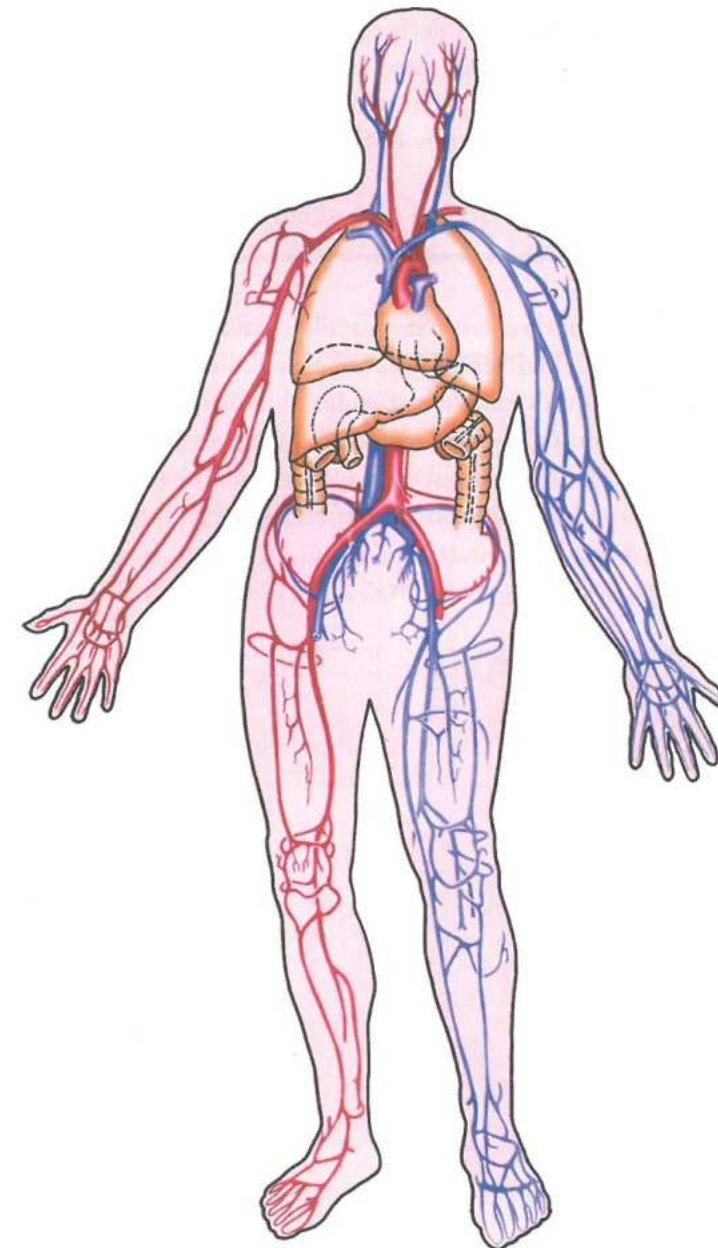
4. Az izomműködés során honnan fedezi az újraképződéséhez szükséges energiát az ADP-re lebomlott ATP és a lebomlott CrP?
5. Álló helyzetben hajlítsa be egyszerre egyik felső és egyik alsó végtagját! Mi a hasonlóság és mi a különbség a két mozgás között?
6. Vegyen egy 1–2 kg súlyú tárgyat egyik kezébe és felső végtagját lazán lógassa le! Másik kezét helyezze a kétfejű karizomra és alkarja behajlításával lassan emelje fel a tárgyat, közben kezével folyamatosan tapintsa az izmot! Milyen változást tapasztalt? Magyarázza meg az okát!
7. Soroljon fel a tanult izmok közül legalább öt hajlító- és öt feszítőizmot!
8. Jelölje a táblázat oszlopaiban x-el az izmokra, illetve az ínra vonatkozó jellemzőket (egy oszlopba csak egy jelölés kerüljön)!

	Összehúzódik	Mozgatóidegben gazdag	Nem húzódik össze	Csonton ered	Nyalábokból áll	Csonton tapad
Izom						
Ín						

9. Szétszedhető izommodellen mutassa be az egyes testrészek nagyobb izmait!
10. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az izmok képeit és animációit!

4. FEJEZET

A KERINGÉSI RENDSZER



A KERINGÉSI RENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember keringési szervrendszere: a keringési rendszer részei, az erek fajtái, jellemzésük, a kis és a nagy vérkör, a szív felépítése és működése (biológia).
- A szívizom szövettana (e tankönyv 2. fejezete).
- Genetikai ismeretek: domináns-recesszív öröklésmentek (biológia).
- Egészséges életmód (egészségfejlesztés)
- A keringési rendszer latin szakkifejezései (orvosi latin).

A vérkeringési rendszer központja a szív. Szivattyúként működik, a vért állandó mozgásban tartja a zárt vérköröket alkotó ereken keresztül, amihez nélkülözhetetlen az erek rugalmassága. A keringést a szív munkája és az erek rugalmas tágulása biztosítja.

A keringési rendszernek jelentős szerepe van a tápanyag- és gázanyagcsere lebonyolításában. Biztosítja testiünk sejteinek tápanyaggal és oxigénnel való ellátását, valamint a sejtektől a bomlástermékek és a szén-dioxid elszállítását. A verőerek (artériák) általában O_2 -dús vért szállítanak, a visszerek (vénák) pedig CO_2 -dúsat.

A keringési szervrendszer részei: a szív, az erek, a vér és a vérképző szervek, valamint a nyirokrendszer.

A SZÍV

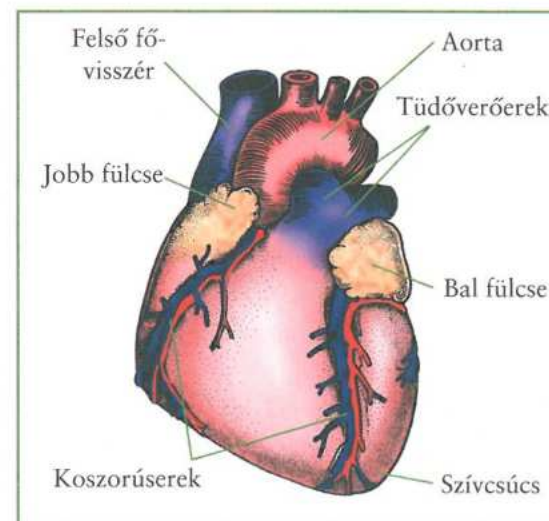
A szív (cor) kúp alakú, izmos, üreges szerv. Tömege kb. 300 g. Nagysága hozzávetőleg az egyén zárt öklének megfelelő. A szív az erekkel együtt a keringés központi szerve, pumpához hasonló működésével biztosítja a vér keringését az erekben.

A SZÍV FELÉPÍTÉSE

A SZÍV HELYZETE

A szív a mellüregben, a két tüdő között, a mellüreg középső részén lévő üregben, a *gátorüregben* (mediastinum) helyezkedik el. A gátorüreget alul a rekeszizom, kétoldalt a két tüdő, elöl a szegycsont és a bordák, hátul a gerinc határolja.

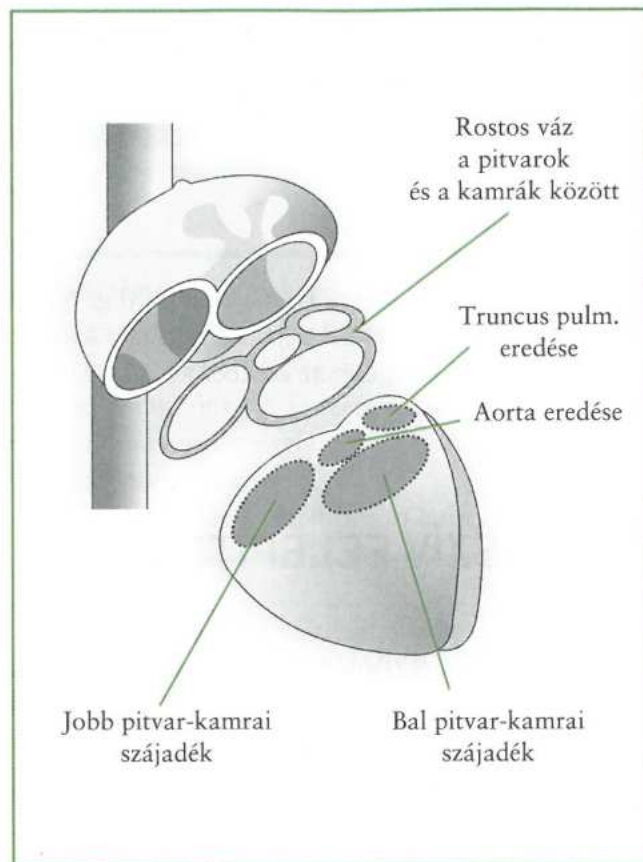
A szív a rekeszizmon nyugszik. Aszimmetrikus helyzetű, mivel 2/3-a a test középvonalától balra, míg 1/3-a jobbra helyezkedik el.



4.1. ábra. A szív előlnézetben



4.2. ábra. A szív boncképe



4.3. ábra. A szív rostos vázának sematikus ábrája

A SZÍV RÉSZEI

Felső része a széles *szívalap* (basis cordis). Alsó része a *szívcsúcs* (apex cordis), amely a test bal oldalán helyezkedik el. Hosszirányban középen a jobb és a bal szívfelet a *szívsövény* választja el (septum cordis), így a két szívfél között nincs közlekedés. A jobb szívfélben csak szén-dioxidban dús vér áramlik át (vénás szívfél). A bal szívfél csak oxigéndús vért tartalmaz (artériás szívfél).

A SZÍV ÜREGEI

A szívnek négy ürege van:

- Felül a *jobb és a bal pitvar* (atrium dextrum et sinistrum) helyezkedik el. A szívalapon jobb és bal oldalon két *fülcse* található, melyek a pitvarok falának kitüremkedései.
- Alul a pitvarok alatt a *jobb és a bal kamra* (ventriculus dexter et sinister) található.

A pitvarok és a kamrák a pitvar-kamrai szájadékokon keresztül közlekednek egymással, itt található a vitorlás billentyűk. A pitvarok és kamrák határán kívülről harántul egy barázda fut

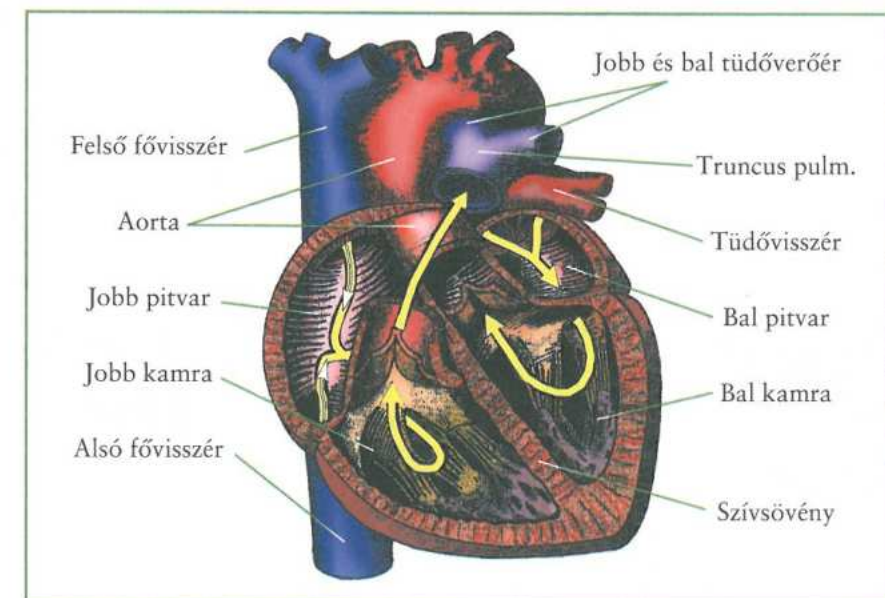
körbe a szíven, ez a *koszorúbarázda*. A kamrák határán kívülről hosszanti barázda húzódik. A barázdáknak futnak a szív saját vérellátását biztosító erek (koszorúerek).

A kamrák izomzata vastagabb, mint a pitvaroké. Legfejlettebb a bal kamra izomzata, kb. 10–12 mm vastag, mivel a négy üreg közül a legerőteljesebb munkát végzi. A pitvar-kamrai koszorúbarázda síkjában *négy rostos gyűrű* veszi körül a pitvar-kamrai szájadékokat és a kamrákból kiinduló artériák szájadékat. Ez a négy rostos gyűrű képezi a *szív rostos vázát* (anulus fibrosus). Elválasztja a pitvarok és kamrák izomzatát, lehetővé teszi azt, hogy a pitvarok és a kamrák egymástól függetlenül húzódnak össze.

A szív üregeibe érkező és kiinduló erek

A szívből induló ereket artériáknak, a szívbe érkezőket vénáknak nevezzük (függetlenül attól, hogy CO_2 -dús, vagy O_2 -dús vért szállítanak).

- A jobb pitvarba érkező három visszér szén-dioxidos vért szállít: a *felső fővisszér* (v. cava superior) keresztül a test felső részéből érkezik ide az elhasznált vér, az *alsó fővisszér* (v. cava inferior) a test alsóbb tájékairól gyűjti össze az elhasznált vért, a *szív saját visszere* (sinus coronarius) a szív által elhasznált vért vezeti ide.
- A bal pitvarba négy *tüdővisszér* (v. pulmonalis) érkezik (kettő a jobb, kettő a bal tüdő felől), amelyek oxigéndús vért szállítanak. Visszérnek nevezzük, mivel a szív felé szállítják a vért (annak ellenére, hogy oxigénes vért szállítanak).
- A jobb kamrából indul a truncus pulmonalis, mely szén-dioxid-dús vért szállít és rövidesen a két tüdőhöz futó *jobb és bal tüdőverőérre* (a. pulmonalis d. et s.) ágazik el. Artériának nevezzük, mivel a szív felől szállítja a vért (annak ellenére, hogy szén-dioxidos vért tartalmaz).
- A bal kamrából indul szervezetünk legvastagabb verőere, a *főverőér* (aorta), amely oxigéndús vért szállít a test felé. (Régi nevén függőér, mivel régen azt gondolták, hogy rajta függ a szív.)



4.4. ábra. A szív üregei, induló és érkező erei

A SZÍVBILLENTYŰK

A szívbillentyűk a *véráramlás irányát szabályozzák*, szelepszerű működésük biztosítja, hogy a vér mindig:

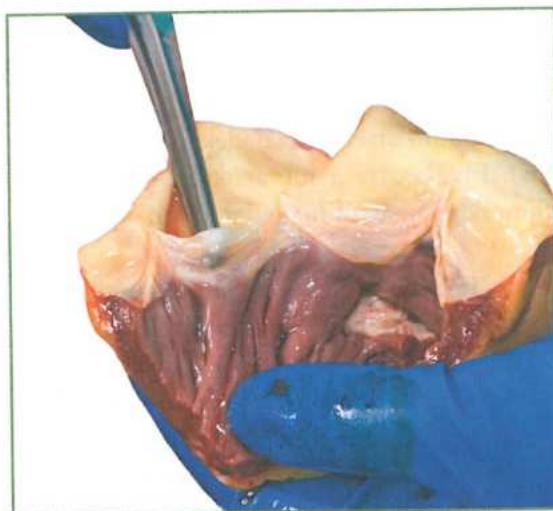
- a nagyvénákból a pitvarokba,
- a pitvarokból a kamrákba, majd a
- kamrákból induló nagyartériákba jusson.

A billentyűk megakadályozzák a vér visszaáramlását a kamrákból a pitvarok felé, illetve a nagyartériákból a kamrák felé.

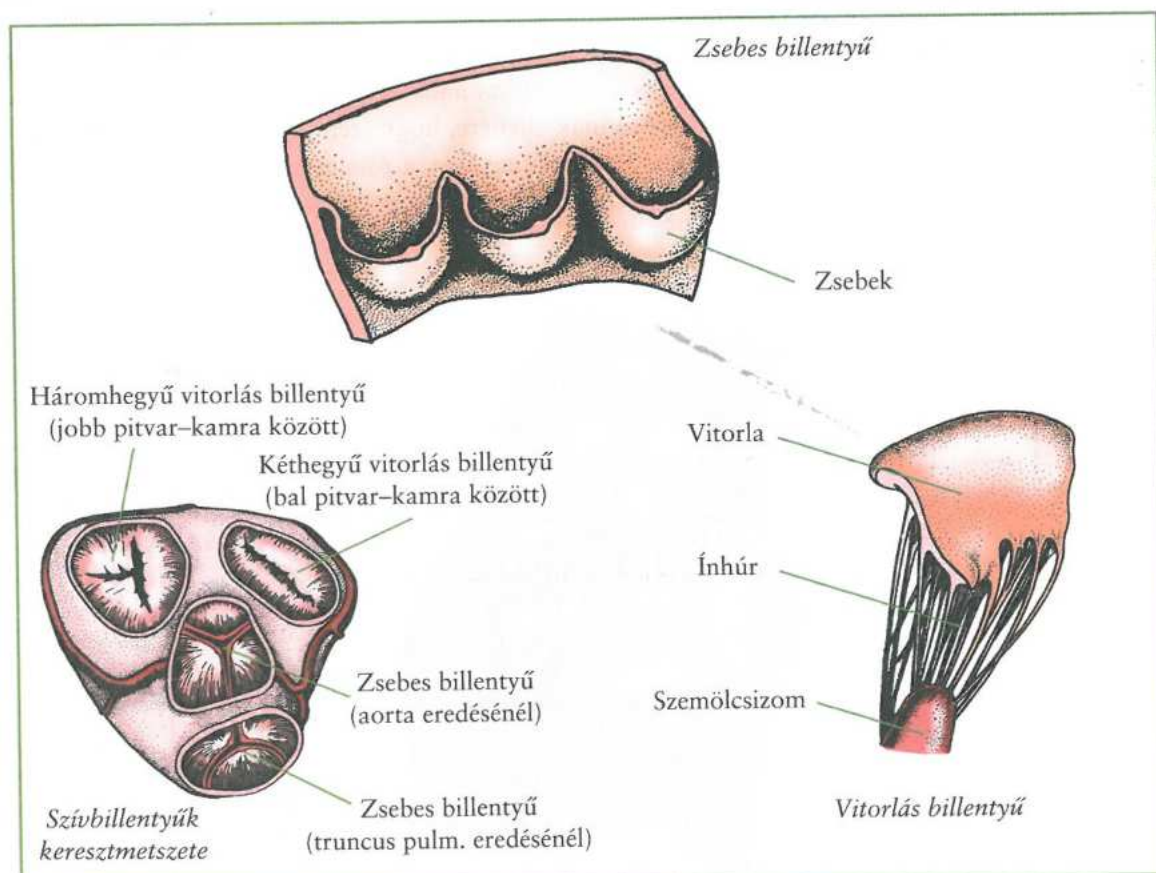
Kétfajta billentyűt ismerünk, a *vitórlás* és a *zsebes billentyűt*.

A vitórlás billentyűk

A pitvarok és a kamrák között, az ún. pitvar-kamrai vénás szájadéknál találhatók. A pitvarokból a kamrák felé nyílnak.



4.5. ábra. A zsebes billentyű boncképe



4.6. ábra. A szívbillentyűk

- A *jobb szívfélben* helyezkedik el a *háromhegyű vitórlás billentyű* (valvula tricuspidalis).
- A *bal szívfélben* található a *kéthegeű vitórlás billentyű* (valvula bicuspidalis). A kéthegeű billentyűt mitrális billentyűnek is nevezik, mert nyitott helyzetben egy fordított helyzetű püspöksüveghez (mitra) hasonlít.

A vitórlás billentyűk részei

- A *vitórla* zárt helyzetben elzárja a pitvar-kamrai szájadékot. Nyitott helyzetben a vér átáramlik a pitvarok felől a kamrákba. A vitórlák csúcsa a kamrák felé néz (csúcsos billentyűnek is nevezik).
- A *szemölcsizmok* a kamrák izomzatának kiemelkedései.
- Az *ínhúrok* a szemölcsizmok és a vitórlák széle közötti erős, inas fonalak. Nyitott helyzetben lazák, zárt állapotban megfeszülnek, megakadályozzák a vitórlák átcsapódását a pitvarok felé.

A zsebes (félhold alakú) billentyűk

A *zsebes* más néven *félhold alakú* (semilunaris) billentyűk a bal kamrából kiinduló aorta és a jobb kamrából kiinduló truncus pulmonalis kezdeténél, szájadékánál találhatók. Nevüket alakjukról kapták. Három, zsebszerű tasakból állnak, amelyeket vékony hártyás lemez alkot. A tasakok nyitott szélei a keringés irányába néznek. Felépítésük azonos a visszerek és a nyirokerek billentyűinek felépítésével.

- *Nyitott helyzetben* a billentyűk az érfalhoz simulnak, és a vér kiáramlik a kamrákból a nagyartériákba.
- *Zárt helyzetben* a tasakok vérrel teltek, így megakadályozzák a vér visszaáramlását a nagyartériákból a kamrák felé.

A SZÍVFAL SZERKEZETE, A SZÍVBUROK

A szívfal

A szívfal három rétegből áll:

- A *szívbelhártya* (endocardium) a szívet belülről bélelő, vékony, rugalmas hártya. Kettőzete alkotja a billentyűket. Endothellel borított kötőszövetből álló lemez. Jól követi a szív üregeinek térfogatváltozásait.
- A *szívizom* (myocardium) a szív középső, legvastagabb rétege. *Szívizomszövet* építi fel, amely mind szövettani felépítését, mind működését tekintve speciális izomszövet.
- A *külső réteg* (epicardium) egyben a szívburok belső, zsigeri lemeze. Szorosan összenőtt a szívizommal.

A szívburok

A szívburok (pericardium) tömlőszerűen veszi körül a szívet. Kettős falú savós hártya, rétegei:

- A *belső rétege* (epicardium) ránőtt a szívizomra és egyben az – előbb ismertetett – szívfal külső rétegét képezi. Vékony fénylő hártya, zsigeri (visceralis) lemeznek is nevezik. (A szívburok belső rétege tehát azonos a szívfal külső rétegével.)

- A *külső rétege* zacskószerűen veszi körül a szívet, ez a tulajdonképpeni *szívburok* (pericardium). A testfaltól választja el a szívet, ezért fali (parietalis) lemeznek is nevezik.

A szívburok két lemeze közti üregét pár csepp savós folyadék tölti ki, amely csökkenti a szív mozgása közben keletkező súrlódást.

A szív gyulladásos betegségei (reumás láz, szívbelhártya-gyulladás) gyakran okoznak billentyűelégtelenséget (insufficiencia) vagy pedig billentyűszűkületet (stenosis). Mindkét elváltozás súlyos betegség, mert a vér visszafelé is áramlik az elégtelenül záródó billentyűkön keresztül (vitiumok).

Leggyakrabban a kéthegyű, ritkábban az aortabillentyű betegszik meg.

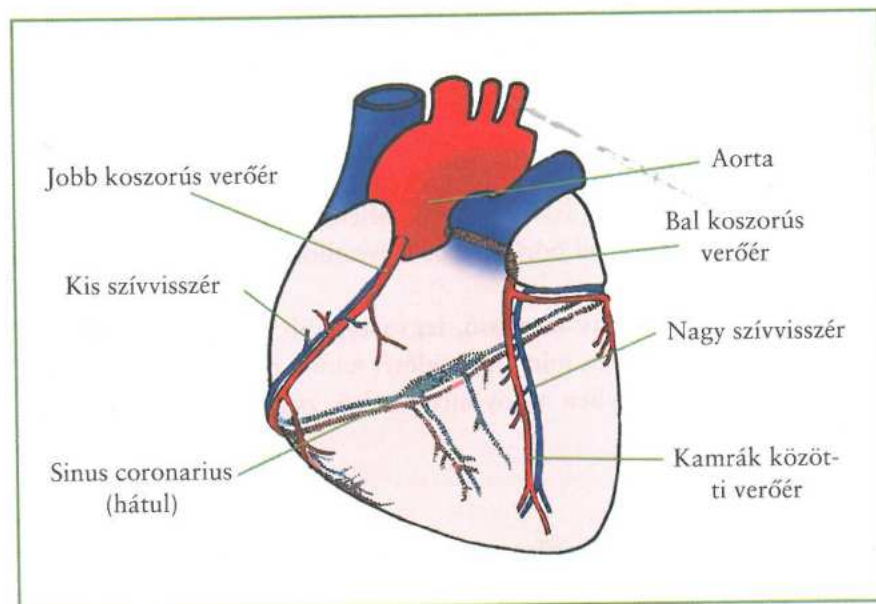
A SZÍV KOSZORÚSÉR RENDSZERE

A szívnek a működéséhez zavartalan vérellátásra van szüksége, amit saját koszorúsér rendszere biztosít. Az erek a pitvar-kamrai határon futó koszorúbarázdában koszorúszerűen futnak körbe, innen ered a nevük. A szív saját érrendszerét verőerek és visszerek alkotják.

A szív koszorús verőerei

Két érrel erednek az aorta kezdeti szakaszából.

- A *jobb koszorús verőér* (a. coronaria dextra) eredése után jobbra kanyarodik a szív hátsó fala felé, főként a jobb pitvart és a jobb kamrát látja el.
- A *bal koszorús verőér* (a. coronaria sinistra) eredése után balra kanyarodik a szív hátsó fala felé, főként a bal pitvart és a bal kamrát látja el.



4.7. ábra. A szív koszorúserei

A koszorús verőerek körbefutnak a szíven, majd elágaznak a szív minden része felé. Végző elágazásaik ún. *végartériák*, elzáródásuk esetén szívinfarktus (infarctus myocardi) jön létre, az általuk vérrel ellátott szívmusculusok ék alakban elhal.

Előfordulhatnak panaszokat alig okozó, kis kiterjedésű mikroinfarktusok (néma infarktus), de lehetnek nagy kiterjedésű, azonnali szívmegállást okozó infarktusok is.

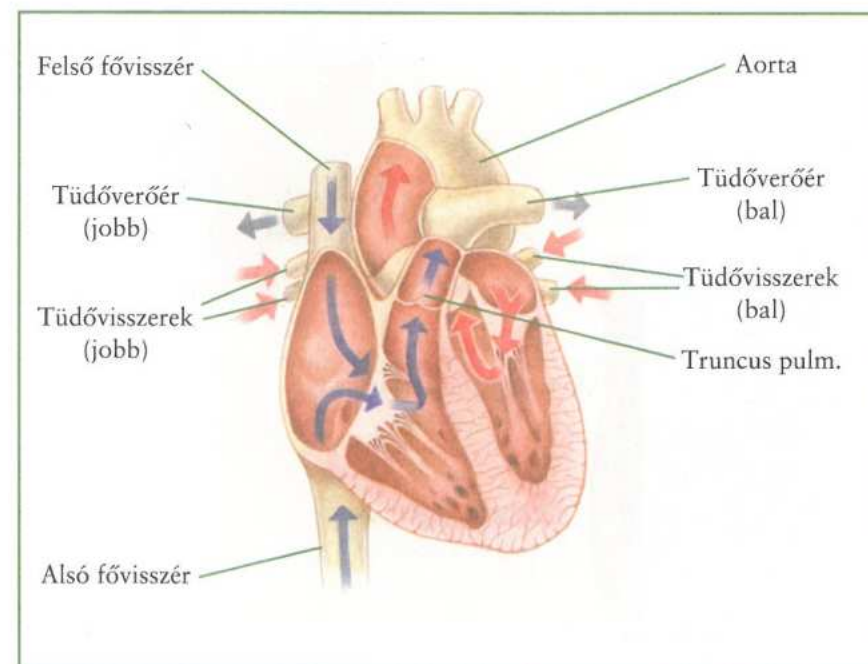
A koszorúserek rendellenességei a szívmusculus vérellátási zavarait okozzák, az elváltozásokat összefoglalóan ischaemiás szívbetegségeknek nevezzük.

A szív saját visszerei

A szív saját visszerei összegyűjtik a szívmusculus minden része felől az elhasznált vért. A visszerek párhuzamosan haladnak a verőerekkel, egyre nagyobb ágakba szedődnek, majd a szén-dioxidban dús vért három ág gyűjti össze. Legnagyobb az elől hosszirányban futó *nagy szívviszér* (v. cordis magna). A három ágból jut a vér a szív hátsó részén vízszintesen futó nagy érbe, a *szív visszeres öblébe* (sinus coronarius), amely a jobb pitvar hátsó falán nyílik a szívbe.

A SZÍV MŰKÖDÉSE

A szívmusculus ritmikusan működik: *összehúzódik* (systole) és *elernyed* (diastole). Összehúzódnál a szív üregeiből kiáramlik a vér, elernyedéskor az üregek telítődnek vérrel. A két pitvar



4.8. ábra. Véráramlás a szívben

szinkronban működik, a két kamra szintén. Mikor a pitvarok összehúzódnak, a kamrák elernyednek, a kamrák összehúzódása közben pedig a pitvarok vannak ernyedt állapotban. Előbb a két pitvar húzódik össze, ezután a két kamra. A szív ciklikusan működik.

A szív ciklus részei:

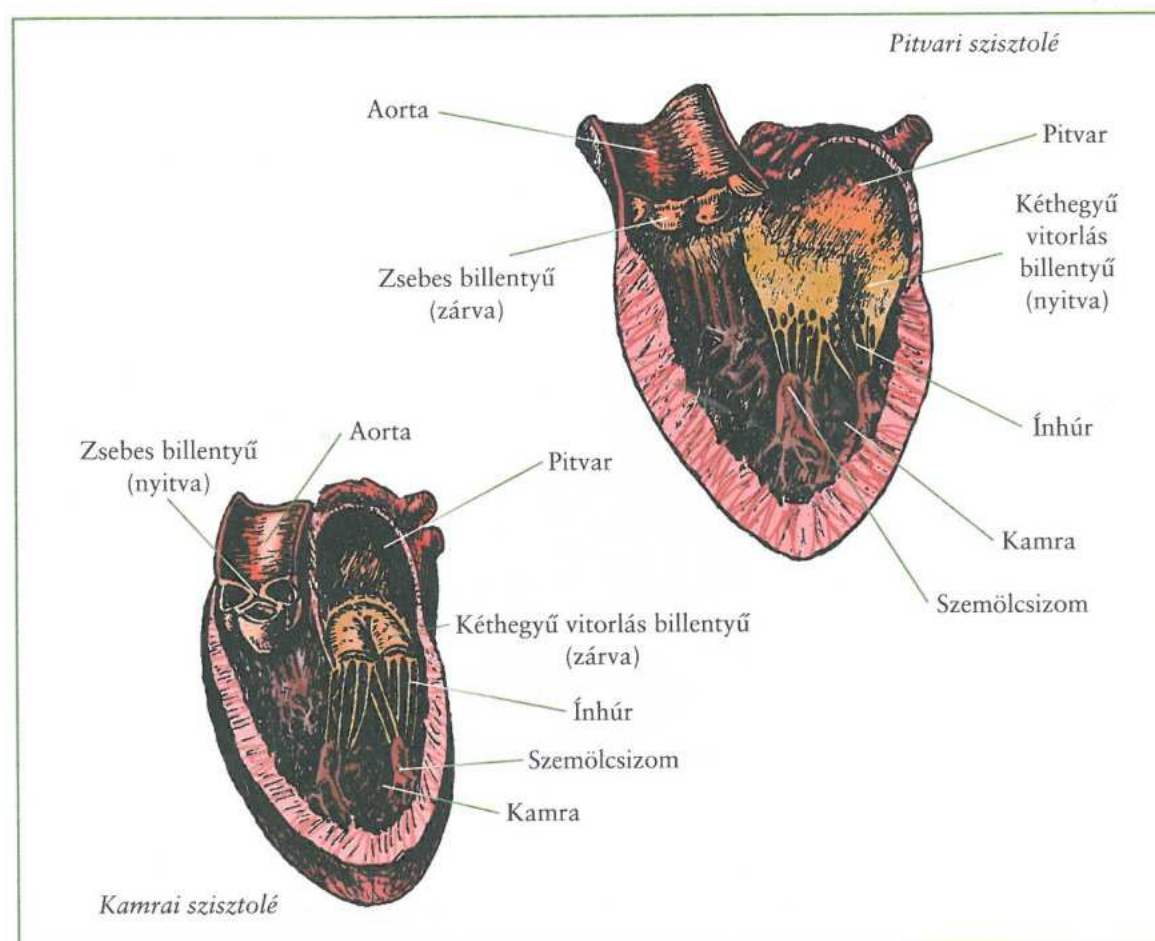
- *Pitvari szisztolé* (ezalatt a kamrák diasztolében vannak).
- *Kamrai szisztolé* (ezalatt a pitvarok diasztolében vannak).
- *Kettős diasztolé*, ilyenkor a pitvarok és kamrák is elernyedtek. Ezt a fázist *pauzának* (szünetnek) is nevezik.

Mialatt egy pulzushullámot tapintunk, végbemegy egy szív ciklus (percenként 60-80). A szív ciklus állandóan ismétlődik, egy kb. 0,8 másodpercig tart. Ebből a pauzára eső idő a teljes szív ciklus idejének a fele, 0,4 másodperc, ezalatt „pihen” a szív.

Kamrai szisztolékor a vér kilöködik a nagyartériák kezdeti szakaszába, amelyeket kitégít.

Kamrai diasztolé és szívpauza alatt a kitégült erek falának rugalmassága továbbítja a vért (pulzus hullám), vagyis az erek rugalmassága biztosítja a folyamatos áramlást.

A billentyűk működését, a véráramlás irányát a szívben uralkodó nyomásviszonyok szabályozzák.



4.9. ábra. A szív működése (bal szívfél)

A szív működése	Pitvarok	Kamrák	Vitorlás billentyűk	Zsebes billentyűk	A vér útja
Pitvari szisztolé	szisztolé	diasztolé	Nyitva	Zárva	Pitvarokból a kamrába
Kamrai szisztolé	diasztolé	szisztolé	Zárva	Nyitva	Kamrákból a nagyartériákba
Pitvari diasztolé	diasztolé	szisztolé	Zárva	Nyitva	Nagyvénákból a pitvarokba
Kamrai diasztolé	szisztolé	diasztolé	Nyitva	Zárva	Pitvarokból a kamrákba

4.1. táblázat. A szív működés összefoglalása

A SZÍVIZOM SAJÁTOSSÁGAI

Élettani kísérletek igazolják a szívizom működésének sajátosságait.

- *Minden vagy semmi törvénye*: Küszöb alatti ingerre a szívizom nem húzódik össze, küszöb feletti ingerre minden szívizomrost teljes összehúzódással válaszol.
- *Refrakter stádium*: A szív ciklus lefolyása alatt az a periódus, amikor a szívizom nem ingerelhető.
- *Ritmusosság*: A szívizom ciklikusan, azaz ritmusosan működik.

A SZÍVMŰKÖDÉS SZABÁLYOZÁSA

A szív önmagát működteti, amit belső szabályozó rendszere tesz lehetővé, ezt a képességét *automáciának* nevezzük.

A szív működésének szíven belüli (intracardialis) és szíven kívüli (extracardialis) szabályozása van.

Szíven belüli szabályozás

A szív ingerképző, -vezető rendszere termeli és vezeti az összehúzódást kiváltó ingereket. Mivel az ingerképző, -vezető rendszer a szívben található, szíven belüli szabályozásnak nevezzük.

Az ingerképző, -vezető rendszer részei

- *A szinuszcsomó*, amely a jobb pitvar felső falában található. Biztosítja az összehúzódások ütemét. Ez az *elsődleges ingerképző központ*.

- A *pitvar-kamrai csomó* a jobb pitvar-kamrai határon helyezkedik el. Másodlagos ingerképző központ. A szinuszcsoomóból ide érkező ingerületet tovább vezeti a kamrák felé.

- *His-nyaláb* átvezeti az ingerületet a pitvar-kamrai csomóból a kamrákba (ez az egyetlen összeköttetés a pitvarok és kamrák izomzata között a pitvarokat a kamráktól elhatároló rostos vázon keresztül).

- A *Tawara-szárok* a kamrai sövény két oldalán futnak, a His-nyaláb folytatásaként. Továbbvezetik az ingerületet.

- A *Purkinje-rostok* a Tawara-szárok végelágazásai a kamrák izomrostjai között. Az ide érkező ingerület hatására húzódnak össze a kamrák. Az ingerképzés-vezetés a szívizom sajátossága, hatására mozog a szív.

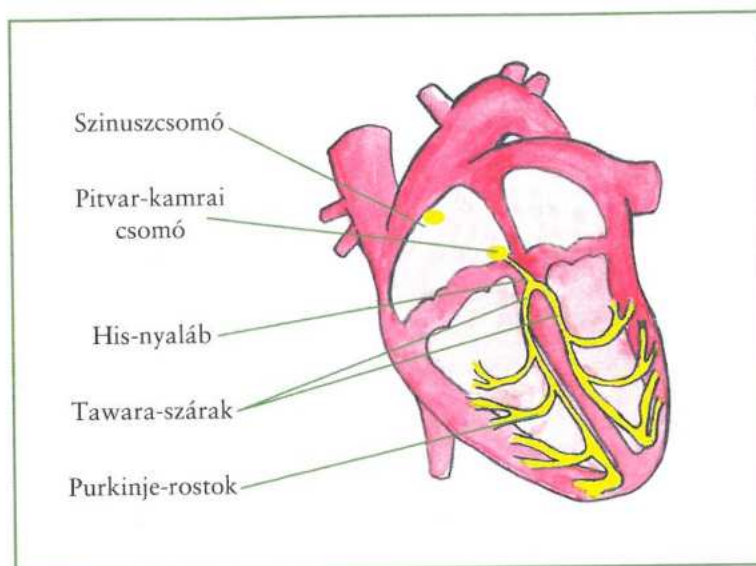
Szíven kívüli szabályozás

Ezek a szabályozók kívülről befolyásolják a szív működését.

- Az *idegrendszer* szabályozza a szív működést, de az életkörülmények is döntően befolyásolják. A vegetatív idegrendszer szimpatikus rostjai serkentik a szív működést, míg a paraszimpatikus rostok gátolják, csökkentik az összehúzódások számát. Izgalom hatására is fokozódik a szív működés.
- A szív működést szabályozó idegi központ a *nyúltagyvelőben* található (a központ sérülése következtében leáll a keringés).
- *Reflexes úton* a távoli szervek ingerlése gátolja, esetleg megállítja a szív működést (pl. a gyomorszájra mért ütés, a szemgolyóra gyakorolt nyomás, illetve a hideg víz mint bőringer).
- A *hormonok* is befolyásolják a szív működést, pl. az adrenalin fokozza az összehúzódások számát.

A szívösszehúzódás gyakorisága (frekvenciája) nyugalmi állapotban percenként 60–80. A gyér szív működés neve *bradycardia*, a szapora szív működés a *tachycardia*. Ha az összehúzódások üteme nem ritmikus, ritmustalanság, *arythmia* keletkezik. Amikor remegő/lebegő mozgást végez a szívizom, *fibrilláció*/flutter alakul ki. A kamrai fibrilláció közvetlen életveszéllyel járó állapot, mert a kamra nem képes a vér továbbítására.

Szívmegállás esetén újraélesztést (cardialis resuscitatio) kell végezni, azaz szívkompressziót kell alkalmazni az elsősegélynyújtás szabályai szerint.



4.10. ábra. A szív ingerképző, -vezető rendszere

A SZÍV ALKALMAZKODÁSA A MEGTERHELÉSHEZ

A szív működésére utalnak a *verő- és perctérfogat* értékei.

- *Verőtérfogat*: Egy kamrai szisztolé során a nagyartériákba jutó vér mennyisége, amely kamránként 70 ml.
- *Perctérfogat*: Az 1 perc alatt a nagyartériákba áramló vér mennyisége (verőtérfogat szorozva a percenkénti összehúzódások számával) nyugalmi állapotban kb. 4,5–5,5 liter/perc. Fizikai megterhelésre ötször-hétszer nagyobb, akár 50 liter/perc is lehet.

A kamránkénti befogadóképesség 200 ml. Ha kamrai szisztolé során 70 ml vér áramlik át, kamránként visszamarad 130 ml. Ez a vér mennyiség és a kamrai diasztolé során a pitvarok felől beáramló vér együttesen készíti a szívizmot megfelelő összehúzódásra. Kórosan kitágult kamra több vér befogadására is képes.

A szív – tartalék erejének köszönhetően – jól *alkalmazkodik a megterheléshez* (fokozott terhelést jelent a vénás beáramlás növekedése, a billentyűhibák vagy a perifériás ellenállás fokozódása). Az alkalmazkodást, vagyis a megterhelés ellensúlyozását *kompenzációnak* nevezzük. Az alkalmazkodóképesség kimerülése szívelégtelenséghez, dekompensációhoz vezet. Ez a súlyos állapot azonnali szakorvosi ellátást igényel.

SZÍVHANGOK

A billentyűk becsapódásakor, vagyis záródásakor szívhangok keletkeznek.

- Az *első* (I. szisztolés) *szívhangot* a vitorlás billentyűk becsapódása hozza létre, ez tompa, hosszan elnyúló hang („bú”).
- A *második* (II. szisztolés) *szívhangot* a félhold alakú billentyűk becsapódása, a nagyartériák falának rezgése okozza, ez rövid, éles, csattanó hang („tupp”).

A két szívhangot *szünet*, a szívpuza követi, ami kettős diasztolé.

Kóros állapotokban a szívhangok nem hallatszanak tisztán, ún. zörejek észlelhetők.

Gyakorlott orvos számára a szív feletti hallgatkozás (auscultatio) a modern diagnosztikai eszközök birtokában is lehetővé teszi, hogy észlelje a szívhangokat, felismerje a szívzörejekeket, mint a kóros elváltozások tüneteit.

A SZÍV VIZSGÁLATA ELEKTROKARDIOGRÁFIÁVAL

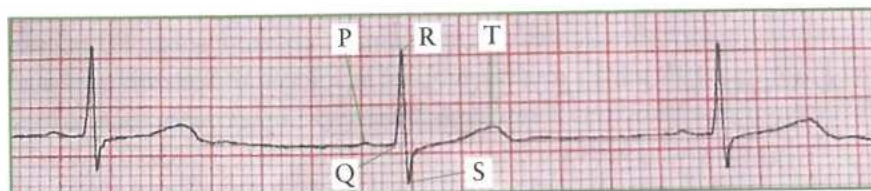
A szívizom működése közben akciós áram keletkezik, ami elvezethető és EKG- (elektrokardiográf) készülék segítségével görbén (elektrokardiogram) tanulmányozható. A szakorvos az EKG-hullámok (P, Q, R, S, T) alapján értékeli a görbét. Elektródokat helyeznek a végtagokra és a mellkas bizonyos pontjaira, ezek az ún. elvezetések.

Az EKG-görbe szakaszai

- *P-hullám*: Pitvari szisztolé közben keletkezik.
- *PQ-távolság*: Áthalad az ingerület a pitvaroktól a kamrák felé (átvezetési idő).

- **QRS-hullám:** Kamrai szisztole közben keletkezik.
- **T-hullám:** A kamrai szisztolé végére esik.
- **T-P-szakasz:** A nyugalmi helyzet.

A szívizom rendellenességei az EKG-val jól diagnosztizálhatók, pl. a ritmuszavarokat vagy az infarktust is kimutatja.



4.11. ábra. EKG-görbe

ÖSSZEFOGLALÁS

A szív a keringés központi szerve. A jobb és bal szívfelet a szívsvény választja el. Üregei fent a két pitvar, lent a két kamra, közöttük a vitorlás billentyűk szabályozzák a vér áramlását. A kamrából induló nagyartériák kezdeténél zsebes vagy félhold alakú billentyűk szabályozzák az áramlást.

A **szívfalat** belül a szívbelhártya, középen a szívizom, kívül pedig a szívburrok belső rétege alkotja.

A szívburrok kívülről borítja a szívet, külső és belső lemeze között pár csepp folyadék található.

A szív felépítésével és fizikai törvényekkel, nyomásviszonyokkal magyarázható a véráramlás iránya a szívben. A vér a nagyvénákból áramlik a pitvarok felé, innen a vitorlás billentyűkön a kamrák felé, a kamrából pedig a nagyartériák (truncus pulmonalis és aorta) kezdetén elhelyezkedő zsebes billentyűkön át áramlik a nagyartériák felé, miközben a két szívfél szinkronban működik. Egészségesen működő szívben visszaáramlás nem lehetséges. A billentyűk zsilipszerűen működnek: ha nyitva vannak, lehetséges a vér átáramlása, ha zárva vannak, nem.

A szívizom *ritmikus* és *ciklikus* működik. Az izom működésére jellemző továbbá a minden vagy semmi törvénye és a refrakter stádium.

A szívizomzat összehúzódása során intenzív munkát végez, ehhez a szükséges vérellátást saját koszorúserei biztosítják.

A szív *automáciája* azt jelenti, hogy a szív önmagát működteti, vagyis a szíven belül saját ingerképző-vezető rendszere, mint belső szabályozó termeli és továbbítja az összehúzó ütemének megfelelő ingereket. Ezenkívül a szív működését külső tényezők (idegi és hormonális) is szabályozzák.

KULCSFOGALMAK

Zsebes billentyűk, félhold alakú billentyűk, szisztolé, diasztolé, pauza, intrakardiális szabályozás, extrakardiális szabályozás, automácia, refrakter stádium, minden vagy semmi törvénye, ingerképző-vezető rendszer, verőterfogó, perctérfogó, szív ciklus, a szív saját vérellátása, kompenzáció, szívhangok, EKG.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja le a szívet homloksíki metszetben, és jelölje a részeit (használjon kék és piros színt)! Végezzen önellenőrzést a 4.4. ábra segítségével!
2. Mi az anatómiai magyarázata a szívizom elhalásának?
3. Ha nyugalmi helyzetben 4 liter az egyén perctérfogata, számolja ki, 12 órás ágyynyugalom esetén hány liter vért „pumpál” át a szíve?
Mennyi vért mozgat meg a szív, ha 2 órás intenzív edzés alatt ötszörösére emelkedik a perctérfogó?
4. Soroljon fel olyan okokat, amelyek a szívösszehúzódnak gyakoriságát (frekvenciát) fokozzák!
5. A vonalakra írt számokkal állítsa sorrendbe az összehúzódnak ingerületének haladását a szívben!
__ Pitvar-kamrai csomó, __ kamrák izomzata, __ Tawara-szárok, __ szinuszcso, __ Purkinje-rostok, __ His-nyaláb.
6. A 4.7. és 4.8. ábrákon a szakkifejezésekhez írja oda a tanultakat latinul is!
7. A 4.4. ábrán jelölje nyilakkal a keringés irányát az alsó és a felső fővisszerekben, az aortán, a tüdővisszerekben és a tüdőverőerekben!
8. Szétszedhető szívmodellen mutassa be a szív részeit!
9. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a szív képeit és animációit!

AZ ÉRRENDSZER

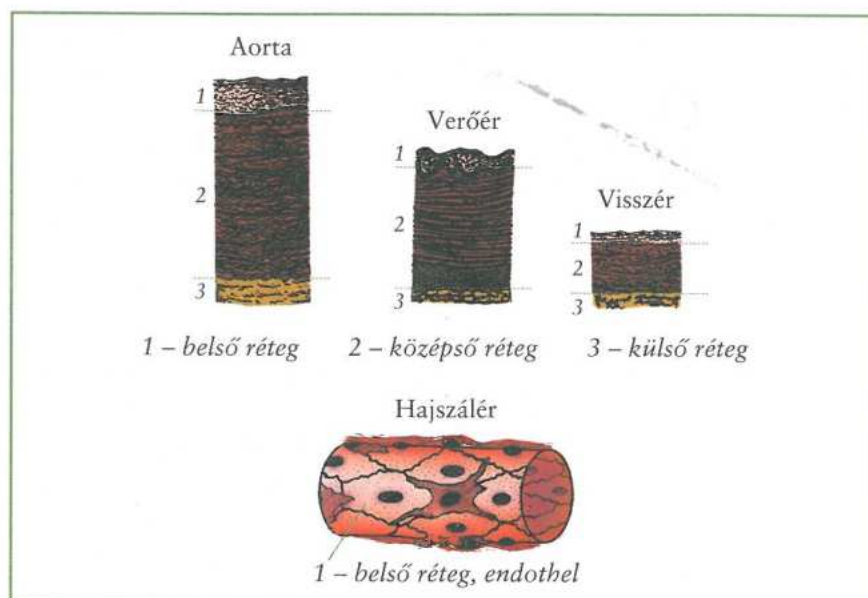
Az érrendszerhez (systema vasorum) tartoznak: a vérerek fajtái, az erek összeköttetései, a vércörök, a nagy vércör verő- és visszerei, a vérnyomás és az érműködés szabályozása, valamint a magzati vérkeringés.

A VÉREREK FAJTÁI

A vérerek (ér: vas) fajtái: verőerek, visszerek és hajszálerek.

A VERŐEREK

A verőereket (arteria) *ütőereknek* is nevezzük, mivel a szív összehúzódásainak üteme szerint lüktetnek. Jól kitapintható a lüktetés ott, ahol az ér csontos alapon vagy pedig a testfelszínhez közel fut, ezek a pulzusszámlálás helyei.



4.12. ábra. Az érfal szerkezete

A verőerek mikroszkópos falszerkezete

- A *belső* réteget (intima) az erek falában jelen lévő laphám, az *endothel* építi fel. Ez a réteg felelős a véralvadási folyamat megakadályozásáért az erekben belül.
A laphám alatt vékony réteg *kötőszövet* található.
- A *középső* réteg (media) adja az érfal rugalmasságát.
 - Vannak *izmos* típusú artériák: falukat vastag simaizomréteg építi fel, ennek köszönhető az ér rugalmassága, táguló és szűkülő képessége (ilyenek pl. a kisartériák, az ún. arteriolák).
 - Léteznek *rugalmas* (elasztikus) típusú artériák: ilyenek a szívközeleli nagyartériák, amelyeknek középső rétege rugalmas lemezekből áll, pl. az aorta, a közös fejverőér.
- A *külső* réteget (adventitia) kötőszövet építi fel. Benne futnak az érfalat ellátó erek és az érfal tágasságát szabályozó idegek.

A verőerek jellemzői

A szív felől a távolabbi területekre, vagyis a periféria felé szállítják a vért, faluk rugalmas, lüktetésük jól tapintható (pulzus). A *szívből indulnak*, a periféria felé haladva faágszerűen egyre kisebb keresztmetszetű ágakra oszlanak, végül a sejtek között hajszálerekkel végződnek.

Az *arteriolák* igen kis méretű artériák, valamivel nagyobbak, mint a hajszálerek. A faágszerű elágazás mentén a szív felől a keringés irányába haladva, a hajszálerek előtt találhatók. Falukat endothel, simaizom és kötőszövet építi fel. Rugalmas simaizomrétegük fontos szerepet játszik a vér elosztásában és a vérnyomás szabályozásában (pl. a vesében).

A VISSZEREK

A visszereket (vena) *gyűjtőereknek*, régiesen *vívőereknek* is nevezzük, mivel a periféria felől gyűjtik, vagyis összeszedik és a szív felé szállítják a vért. Bennük a vér áramlásának iránya ellentétes a verőerekben áramló vér irányával. Szervezetünkben több visszér van, mint verőér.

A visszerek mikroszkópos falszerkezete

A visszereket ugyanaz a három réteg építi fel, mint a verőereket: intima, media, adventitia, de lényeges különbség, hogy a középső simaizomréteg vékonyabb, ezért a visszerek kevésbé rugalmasak, mint a verőerek.

A visszerek jellemzői

A periférián a test sejtjeitől hajszálerekkel erednek, összeszedődnek, vagyis egyre nagyobb keresztmetszetű ágakat alkotva a szívbe érkeznek.

A visszerek falán belül *zsebes billentyűk* találhatók (hasonlóak a kamrákból induló nagyerek billentyűihez). Három zseb alakú tasak alkotja, nyílásuk a keringés irányába mutat, és ha megtelnek vérrel, elzárják az ér keresztmetszetét, ezzel megakadályozzák a vér visszaáramlását. A végtagok visszereiben sok a billentyű, a fejen és a nyakon ritkán fordulnak elő, a hasi visszerekben pedig egyáltalán nincsenek.

A visszerek egy része – a terhelésnek kitett helyeken – hajlamos a kóros kitágulásra (varix), főként az alsó végtagon gyakoriak a visszértágulatok.

A *venulák* igen kis méretű visszerek. A hajszálereknél valamivel vastagabbak, a szív felé haladva a hajszálerek után következnek.

A HAJSZÁLEREK

A hajszálerek (capillarisok) csak mikroszkóppal láthatók. A legkisebb artériák hajszálerekben folytatódnak a periférián, a legkisebb vénák pedig hajszálerekből indulnak.

Fal szerkezetükre jellemző, hogy egy endothel sejtrétegből és alaphártyából állnak. Igen tágulékonyak (elsápadás, elpirulás). Vékony faluk féligáteresztő hártyákhoz hasonlóan működik, így képesek az anyagcsere lebonyolítására.

A sejttanyagcserét *diffúzió* útján bonyolítják le:

- A hajszálér artériás végén leadják a sejteknek a tápanyagot és az oxigént.
- A hajszálér vénás végén felveszik a sejtektől a bomlásterméket és a szén-dioxidot.

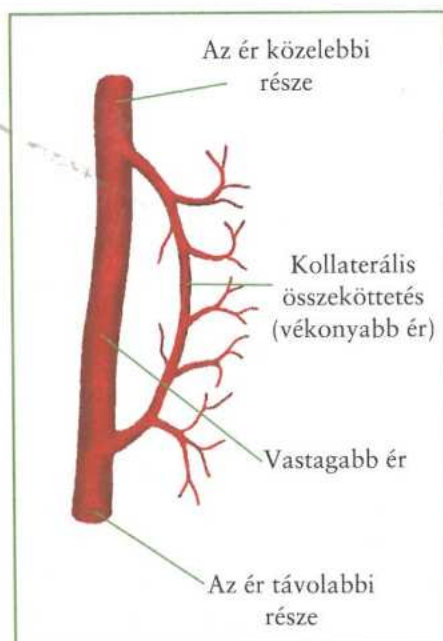
A szervek nyugalmi állapotában a hajszálerek nagy része zárt, csak igénybevételkor telnek meg vérrel. Leggazdagabb a szem érhártyájának és a tüdőnek a hajszálérhálózata.

AZ EREK ÖSSZEKÖTTETÉSEI

A vékonyabb erek között összeköttetések (anastomosisok) vannak, ezek biztosítják a vérellátás zavartalanságát. A visszerek között több az összeköttetés, mint a verőerek között.

AZ ÖSSZEKÖTTETÉSEK FAJTÁI

- A *végartériák* úgy végződnek a szervek szövetei között, hogy vékonyabb ágaik nem létesítenek összeköttetéseket (nem anasztomizálnak) más erekkel (pl. a szívben, az agyban, és a vesében). Elzáródásuk esetén az általuk ellátott terület nem kap vért, ennek következtében elhal (infarctus).
- Az *oldalági (kollaterális) összeköttetés*nél egy vastagabb ér közelebbi szakaszáról kiindul egy kisebb, oldalsó elágazás, amely visszatér az ér távolabbi szakaszához. A vastagabb ér elzáródása esetén nem biztos, hogy elhalás jön létre, mert az oldalágon átáramló vér ellátja az adott területet (szerencsés esetben a fokozódó átáramlás miatt a kollaterális ág kitágul). Ilyen összeköttetés található pl. a végtagokon.
- Az *arteriovenosus összeköttetések* esetében egy kis verőér – hajszálér kiiktatásával – kapcsolódik egy kis visszérrel. Nagy szerepük van a véráramlás szabályozásában. Hőhatásnak kitett helyeken gyakori ez az összeköttetés, pl. a bőrben, de a vesében is megtalálható.



4.13. ábra. Kollaterális érösszeköttetés

A KIS ÉS A NAGY VÉRKÖR

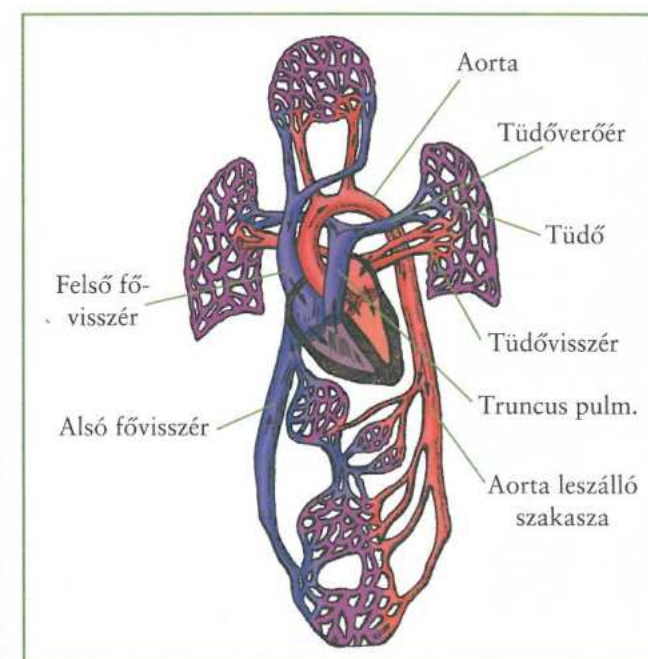
A kis vérkör, más néven *tüdővérkör* a jobb kamrából indul ki a *truncus pulmonalis*szal, majd a jobb és bal tüdőverőérre ágazik. Szén-dioxidos vért szállít a tüdőbe, ahol szétágazik és lezajlik a *külső gázcsere*:

- A légzőszervek falán végződő tüdőverőér kis ágai a hajszálerekben adják le a szén-dioxidot a légzőszerveknek.
- A légzőszervek hajszálerei felveszik az oxigént, amelyet az innen induló tüdővisszér ágai szállítanak, és összeszedődve a *négy tüdővisszér* a *bal pitvarba* érkeznek az oxigénos vérral.

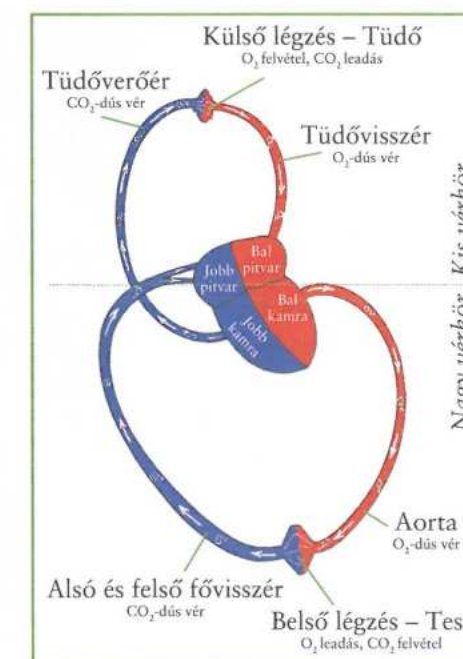
A nagy vérkör, más néven *testvérkör* a *bal kamrából* indul az oxigénos vért szállító *aortával*, majd szétágazik és hajszálerekkel érkezik a test sejtjeihez, ahol lezajlik a *belső gázcsere*:

- A nagyvérköri hajszálerek leadják az oxigént és a tápanyagokat a sejteknek.
- A hajszálerek felveszik a szén-dioxidot és a bomlásterméket a sejtektől; az összeszedődő visszerek végül két nagy törzzsel, a *felső és alsó fővisszérrel* érkeznek a *jobb pitvarba*.

Sémásan stilizált nyolcas alakban ábrázolják a két vérkört, amelyben a felső hurok a kis, az alsó hurok a nagy vérkört jelenti. Lényegében egységes kört alkot, mivel a szívből indul és ugyanoda érkezik vissza.

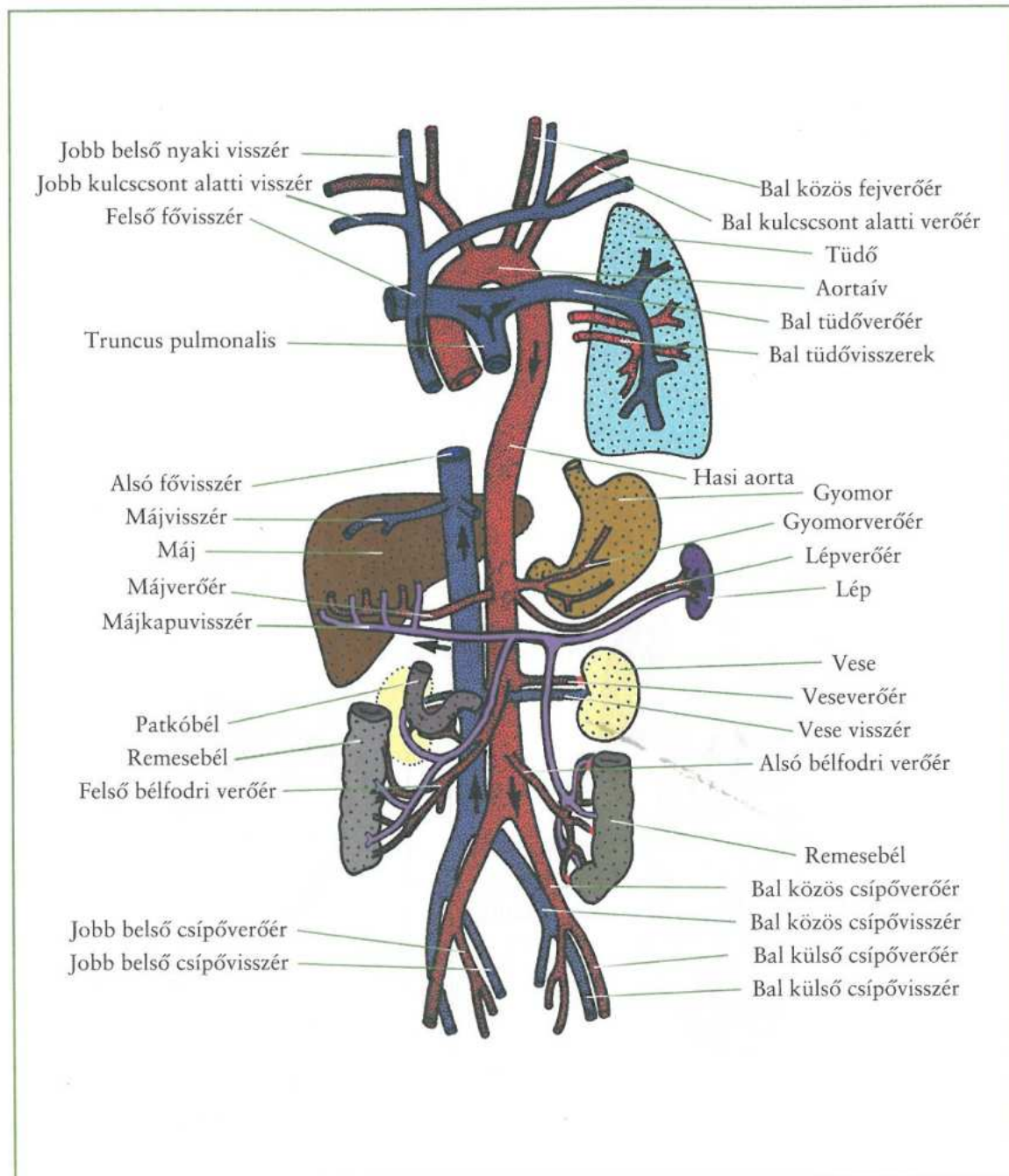


4.14. ábra. A vérkörök



4.15. ábra. A vérkörök sémája

A NAGY VÉRKÖR FŐBB VERŐEREI (A KERINGÉS IRÁNYÁT KÖVETVE)



4.16. ábra. A törzs nagyobb erei (egyoldali feliratokkal)

A nagy vérkör verőerei lefutásuk során ellátják a szervezetet „friss”, vagyis oxigén- és tápanyagdús vérrel.

A szervezet legnagyobb verőere a bal kamrából induló aorta. Átmérője felnőttekben 3-3,5 cm.

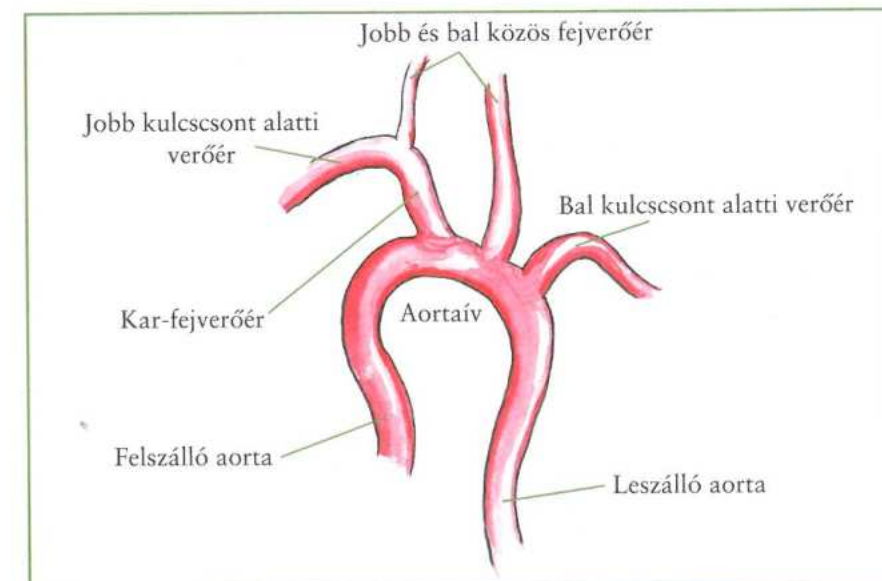
AZ AORTA SZAKASZAI

- A *felszálló aorta* (aorta ascendens), az ér rövid kezdeti szakasza, a szívburkon belül található, innen erednek a szív koszorús verőerei.
- Az *aortaív* (arcus aortae) az aorta szív mögé behajló, ívelt szakasza.
- A *leszálló aorta* (aorta descendens) az aortaív folytatása lefelé. Közvetlenül a gerincoszlop előtt, annak baloldalán halad lefelé. A rekeszizom a leszálló aortát felső *mellkasi* és alsó *hasi* részre osztja.

AZ AORTAÍV ÁGAI

Az aortaívből három ér indul ki.

- A *kar-fejverőér* (a. brachiocephalica), jobb oldalon ered az aortaívből, nevét onnan kapta, hogy a felső végtag (brachium) és a fej (gör.: kephal) felé ágazik tovább. Rövid érszakasz, kétfelé ágazik:
 - *jobb kulcsont alatti verőérre* (a. subclavia d.) és a
 - *jobb közös fejverőérre* (a. carotis communis d.), amely a nyak jobb oldalán fut felfelé.



4.17. ábra. Az aortaív ágai

- A *bal oldali közös fejverőér* (a. carotis communis s.) az aortaívből eredő középső ér, a nyak bal oldalán fut a fej felé.
(Mindkét fejverőér fontos pulzustapintási hely a nyakon.)
- A *bal oldali kulcscsont alatti verőér* (a. subclavia s.), bal oldalon ered az aortaívből.

A KÖZÖS FEJVERŐÉR FOLYTATÁSA

A két közös fejverőér a nyak két oldalán halad felfelé, majd az ádámcsutka magasságában mindkét oldalon két ágra oszlik:

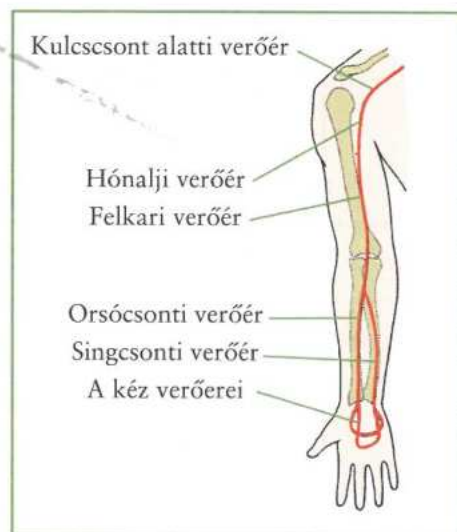
- A *külső fejverőér* (a. carotis externa) a fej koponyacsontokon kívüli részeit látja el vérrel (nyelv, gége, garat, fül, arc, száj- és orrüreg).
- A *belső fejverőér* (a. carotis interna) a koponya alapon belép a koponya üregébe, ellátja a középfület, a szemüreg és az agy egy részét vérrel. A belső fejverőér a *csigolyaverőérrel* (a. vertebralis) együtt az agy vérellátását biztosítja.

A *csigolyaverőér* a kulcscsont alatti verőérből ered és a nyakcsigolyák harántnyúlványai által képzett járatban halad felfelé kétoldalon. Az agyalapon a belső fejverőér és a csigolyaverőér ágai egy *érgyűrűt* alkotnak, amely a nagyagyvelő zavartalan vérellátását biztosítja.

Az agy vérellátás szempontjából igen érzékeny, négy-öt perces oxigénhiány már tartós elváltozásokat, visszafordíthatatlan károsodásokat okozhat.

A KULCSCSONT ALATTI VERŐÉR FOLYTATÁSA A FELSŐ VÉG TAGOK FELÉ, MINDKÉT OLDALON

- A *hónalji verőér* (a. axillaris) a kulcscsont alatti verőér folytatása, a hónaljárokban fut.
 - A *felkari verőér* (a. brachialis) a hónalji verőér folytatása. Ezen mérjük leggyakrabban a vérnyomást. A könyökhajlatban két ágra oszlik:
 - A *síngsonti verőér* (a. ulnaris) a síngsonttal fut párhuzamosan.
 - Az *orsócsonti verőér* (a. radialis) az orsócsonttal párhuzamos.
- Az orsócsonti verőér a csuklónál az orsócsont felett, közvetlenül a bőr alatt fut, könnyen kitapintható, rutinszerűen leggyakrabban itt számolják a pulzust.
- A *kéz erei* az alkar verőereiből ágaznak el.



4.18. ábra. A felső végtag nagyobb verőereinek sémája

A LESZÁLLÓ AORTA ÁGAI

- A *mellkasi aorta* az aorta rekeszizom feletti szakasza. Ágai a mellkas falát és szerveit látják el vérrel (tüdő, nyelőcső stb.):
 - *Fali ágak*: a bordaközi izmokat, a mellkasfalat, a hát izomzatát és bőrét látják el vérrel.
 - *Zsigeri ágak*: a hörgők mentén haladva belépnek és ellátják a tüdőt vérrel, hátsó ágai pedig a nyelőcsőhöz futnak.
 - A *hasi aorta* az aorta rekeszizom alatti szakasza.
 - *Páros ágai* a páros szervekhez futnak: veséhez az a. renalis, mellékveséhez az a. suprarenalis, petefészekhez az a. ovarica, heréhez az a. testicularis.
 - *Páratlan ágai* a páratlan hasi szerveket látják el vérrel (belek, gyomor, máj, lép, hasnyálmirigy).
- A *hasi aorta* három páratlan ága:
- A *hasüregi verőér* (a. coeliaca) a rekesz alatt ered az aortából, és továbbágazik a lép (a. lienalis), a máj (a. hepatica), a gyomor (a. gastrica) felé.
 - A *felső bélfodri verőér* (a. mesenterica superior) a hasüregi verőér alatt ered, ágai a belek felső részét és a hasnyálmirigyet (a. pancreatica) látják el vérrel.
 - Az *alsó bélfodri verőér* (a. mesenterica inferior) a felső bélfodri verőér alatt ered, ágai a belek alsó részét látják el vérrel.

A HASI AORTA KETTÉÁGAZÁSA

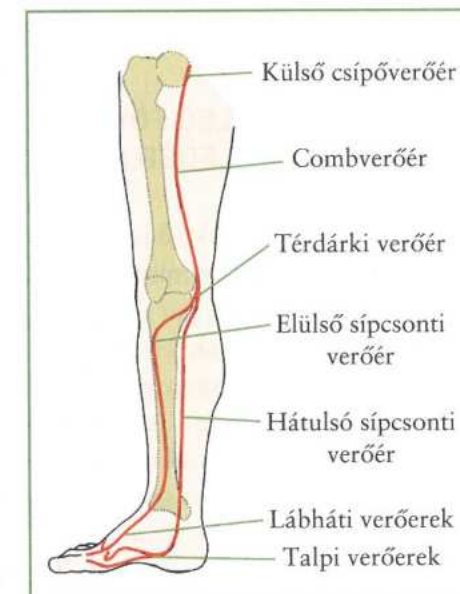
A hasi aorta a 4. ágyéki csigolya előtt *jobb és bal közös csípőverőérre* (a. iliaca communis d. et s.) ágazik el. Mindkettő mindkét oldalon rövid lefutás után ismét kettéágazik.

A jobb- és bal közös csípőverőér kettéágazása

- A *belső csípőverőér* (a. iliaca interna) a medencei szerveket és a külső nemi szerveket látja el vérrel.
- A *külső csípőverőér* (a. iliaca externa) az alsó végtag felé halad tovább.

A külső csípőverőér folytatása mindkét oldalon

- A *combverőér* (a. femoralis) a külső csípőverőér folytatásaként a combon fut végig. A combhajlatban (lágycsont) közvetlenül a bőr alatt fut, mivel könnyen kitapintható, pulzusszámolási hely.
- A *térdárki verőér* (a. poplitea) a combverőér folytatása, a térdhajlatban fut, ahol elülső és hátsó sípcsonti verőérre ágazik el:
 - Az *elülső sípcsonti verőér* (a. tibialis anterior) a sípcsont előtt fut, majd a lábhátra hajlik és mint *lábháti verőér* (a. dorsalis pedis) halad tovább.
 - A *hátsó sípcsonti verőér* (a. tibialis posterior) hátul, a lábszárizmok között fut, majd a belső boka mögött a talpra hajlik és ágai ellátják a talpat vérrel.



4.19. ábra. Az alsó végtag nagyobb verőereinek sémája

Az alsó végtagon jól tapintható a lábháti verőér perifériás pulzusa a lábháton, valamint a hátulsó sípcsonti verőér pulzusa a belső boka mögött.

Sérüléskor az artériás vérzést élénkpiros, lüktető jellegéről lehet megkülönböztetni a sötétebb vörös, nem lüktető vénás vérzéstől. Nagy vérvesztés következtében sokkos állapot léphet fel, ami közvetlen életveszélyt jelent. A nagyartériák sérülése, pl. nyaki verőér, combverőér, elsősegélynyújtás hiányában néhány perc alatt elvérzéshez vezethet. Vérzéssel járó sérülések esetén fontos a vérzés csillapítása az elsősegélynyújtás szabályai szerint és gyors orvosi ellátás biztosítása.

A NAGY VÉRKÖR VISSZEREI

A visszerek ún. felületes és mélyvénás rendszert alkotnak. Lefutásuk során összegyűjtik a szervezet által „elhasznált” vért.

A *mély visszerek* párhuzamosan futnak a verőerekkel, nevük is többnyire azonos, azzal a különbséggel, hogy a perifériától a szív felé haladnak. A végtagok mély visszerei párosával kísérik a verőereket, közrefogva azokat.

A *felületes visszerek* ágai a bőr alatt, a verőerektől függetlenül futnak, belenyílnak a mély visszerekbe. A felületi visszerek egyes testtájakon, pl. a kézháton jól láthatók.

Leszorításkor (strangulálás) a leszorított terület alatti erek vérrel telnek meg, így lehet megkeresni a beszűrés helyét intravénás beavatkozásokhoz.

A szervezetből az elhasznált, vagyis szén-dioxidban és bomlástermékben dús vért az alsó és felső fővisszér rendszere gyűjti össze.

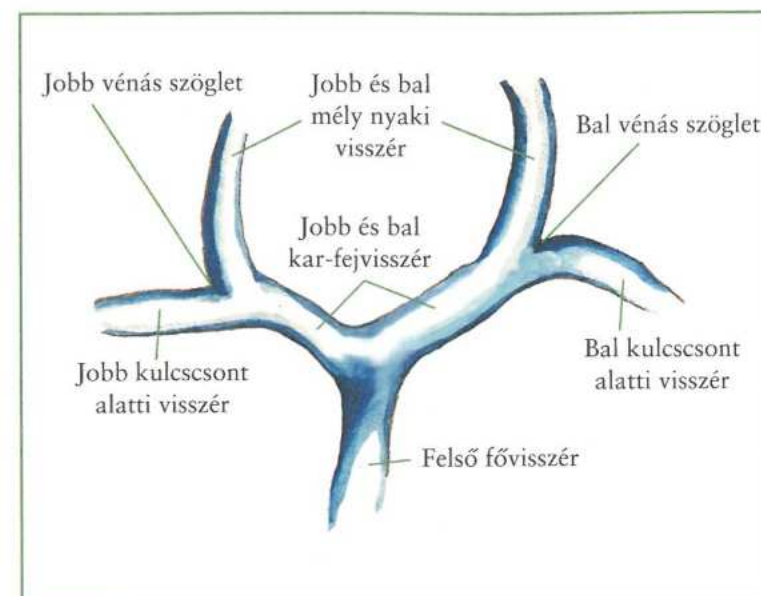
A FELSŐ FŐVISSZÉR (V. CAVA SUPERIOR) RENDSZERE: FŐBB EREI A KERINGÉS IRÁNYÁT KÖVETVE

A test felső részének (fej, nyak, felső végtag) vérét gyűjti össze a kb. 7 cm hosszú felső fővisszér, amely átfúrva a jobb pitvar felső falát, a szívbe vezet.

A nagy visszeres törzsek

A felső fővisszér nagy vénás törzsek összefolyásából jön létre.

- A *jobb és bal kar-fejvisszér* (v. brachiocephalica d. et s.) két érből, a *belső nyaki visszér* (v. jugularis interna) és a *kulcscsont alatti visszér* (v. subclavia) összeömléséből jön létre. Az összeömlési hely a *vénás szöglet* (angulus venosus), itt vezetnek a test nagy nyirokértörzsei a vénás rendszerbe.
- A *jobb és bal kar-fejvisszér* összefolyásából jön létre a *felső fővisszér*, amely a jobb pitvarba vezet.



4.20. ábra. A felső fővisszér alkotó nagy visszeres törzsek

A fej és a nyak visszerei

- A *koponyaiüregi vénás öblök* (sinusok) biztosítják az agyból a vénás vér elvezetését.
- Az *elülső és a hátsó arcvisszér* (v. facialis anterior et posterior) az arctájék vérét gyűjti össze.
- A *jobb és a bal belső és külső nyaki visszér* (v. jugularis interna et externa d. et s.) összegyűjti a fej és a nyak mély és felületes részeinek elhasznált vérét. A külső nyaki visszér felületes helyzetű, erőlködéskor láthatóan kidagad.

Mindkét ér a kulcscsont alatti visszérbe ömlik.

A felső végtag felületes visszerei

A végtagok visszerei a test szimmetriájának megfelelően jobb és bal oldalon azonos lefutásúak.

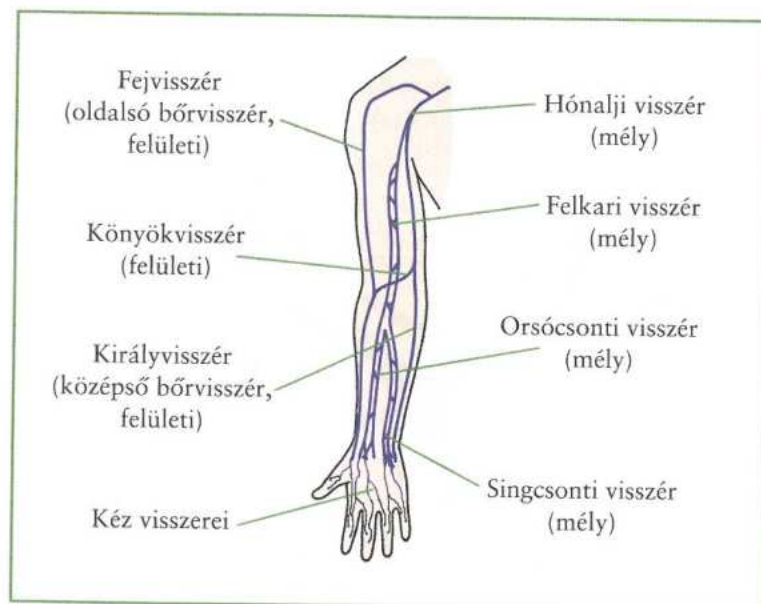
- A *kéz visszerei* az *alkar visszereiben* folytatódnak.
- A *fejvisszér* (v. cephalica), amelyet oldalsó bőrvisszérnek is neveznek, az orsócsonttal párhuzamosan fut az alkaron, a felkaron folytatódik, majd a hónalji mélyvisszérbe ömlik.
- A *királyvisszér* (v. basilica), amelyet középső bőrvisszérnek is neveznek, a singcsont mentén halad az alkaron a felkar felé, ahol a felkari mélyvisszérbe ömlik.

Régen a fej betegségeiben a v. cephalicán, a zsigerek királya, vagyis a máj betegségeiben pedig a v. basilicán végeztek érvágást. Innen ered a nevük.

- A *középső könyökvisszér* (v. mediana cubiti) összeköttetés a királyvisszér és a fejvisszér között. Felületes helyzete miatt az intravénás beavatkozások többségét ezen az éren végzik. Az egyetlen felületes visszér, amely rögzül az aljzatához, így nem tud elugrani a tű elől, még meszesedés esetén sem.

A felső végtag mély visszerei

Közrefogják és párosával kísérik az azonos nevű verőereket a hónaljig, ahonnan egyesével



4.21. ábra. A felső végtag nagyobb felületes és mély visszereinek sémája

haladnak tovább.

A kéz visszereinek folytatása:

- orsócsonti visszér (v. radialis),
- singcsonti visszér (v. ulnaris),
- felkari visszér (v. brachialis), amely az alkar mély visszereinek vérét szedi össze és beleömlik a
- hónalji visszérbe (v. axillaris), ez az ér folytatódik a
- kulcscsont alatti visszérben (v. subclavia).

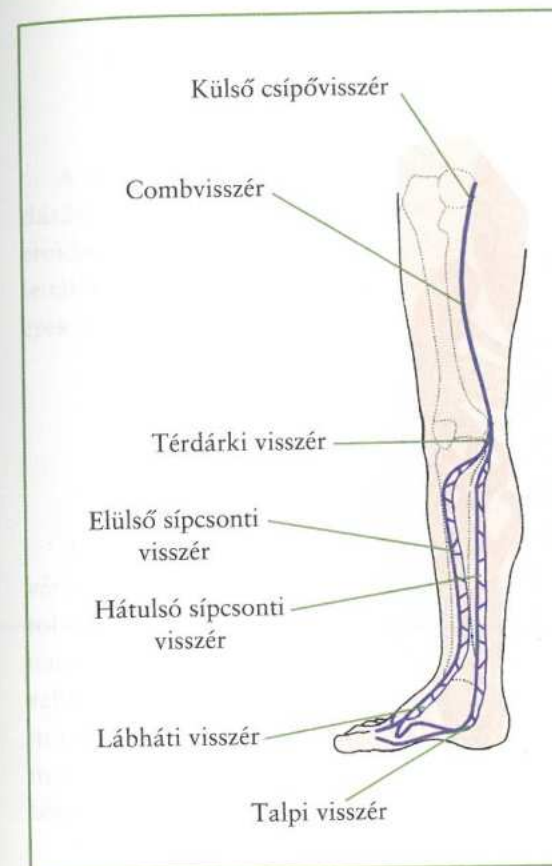
AZ ALSÓ FŐVISSZÉR (V. CAVA INFERIOR) RENDSZERE: FŐBB EREI A KERINGÉS IRÁNYÁT KÖVETVE

Az alsó fővisszér kb. 22 cm hosszú, a test alsó tájékainak (alsó végtag, hasüreg, kismedence) vérét gyűjti össze. Az erek az alsó végtagokon a test szimmetriájának megfelelően jobb és bal oldalon azonos lefutásúak.

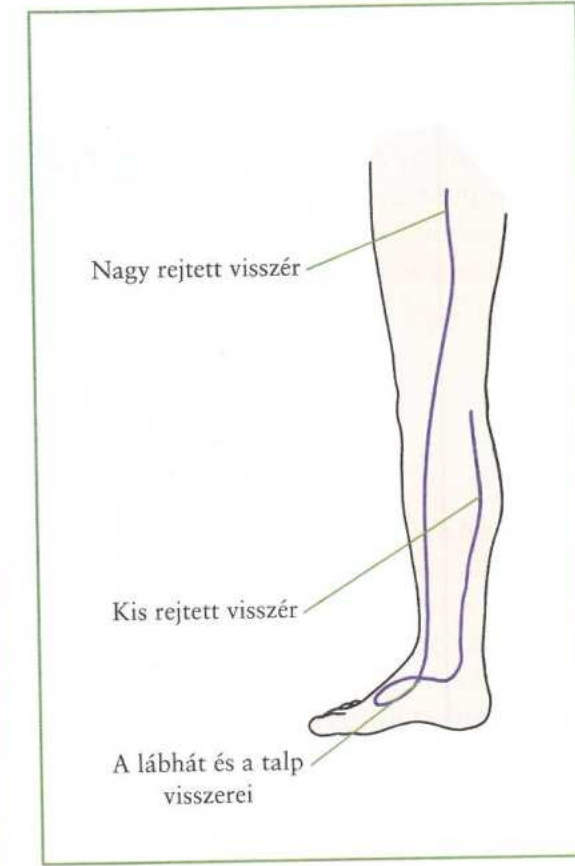
Az alsó végtag felületes visszerei

A felületes visszerek a bőr alatt haladnak.

- A láb visszerei a lábhát és a talp vérét gyűjtik össze.
- A nagy rejtett visszér (v. saphena magna) elől halad végig az alsó végtagokon. A combhajlatnál a mély visszerekbe ömlik.
- A kis rejtett visszér (v. saphena parva), hátul halad a térdhajlatig, ahol a mély visszerekbe ömlik. Az alsó végtag felületes visszereinek kóros tágulatai igen gyakoriak.



4.22a ábra. Az alsó végtag nagyobb mély visszereinek sémája



4.22b ábra. Az alsó végtag nagyobb felületes visszereinek sémája

Az alsó végtag mély visszerei

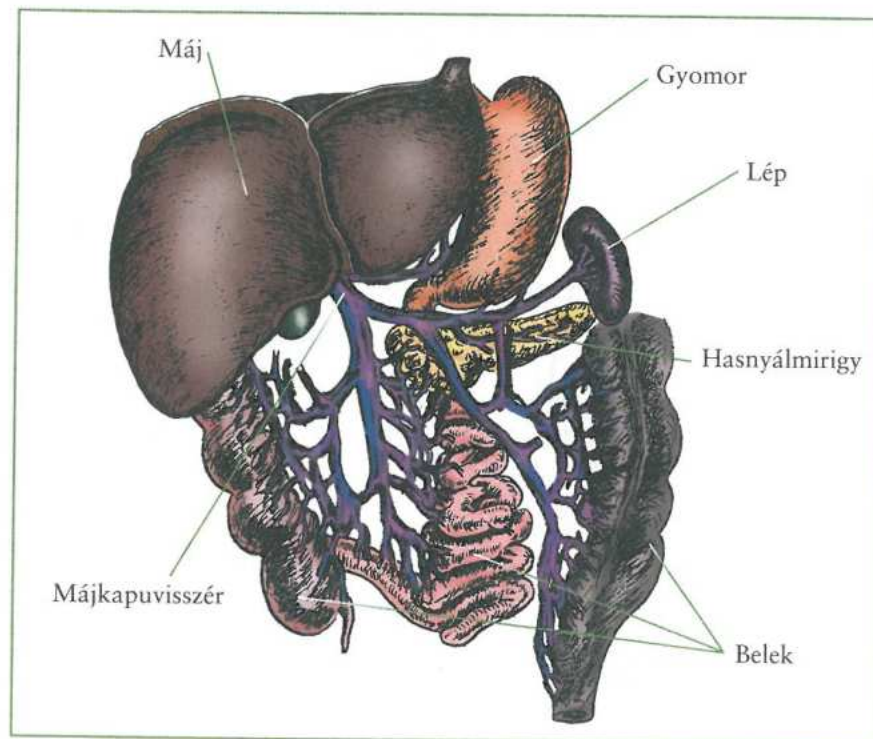
A térdhajlatig párosan kísérik az azonos nevű verőereket, innen egyesével haladnak tovább.

A láb visszereinek folytatása:

- Az elülső és hátsó sípcsonti visszér (v. tibialis anterior et posterior), egyik a sípcsont előtt, másik a sípcsont mögött fut.
- A térdárki visszér (v. poplitea), hátul a térdhajlatban található, összegyűjti a sípcsonti visszerek vérét.
- A combvisszér (v. femoralis) a térdárki visszér folytatása, belevezet mindkét oldalon a külső csípővisszérbe (v. iliaca externa).
- A jobb és bal közös csípővisszér (v. iliaca communis d. et s.) két ér, a belső és a külső csípővisszér (v. iliaca interna et externa) összeömléséből jön létre. A csípőtájék és a kismedence vérét gyűjtik össze.
- Az alsó fővisszér a jobb és bal közös csípővisszér összefolyásából jön létre a 4. ágyéki csigolya jobb oldalán, majd felfelé halad, átfúrja a rekeszizmot és a jobb pitvarba érkezik.

A medence és az alsó végtag mély visszerei hajlamosak trombózis kialakulására, főleg ha kórosan kitégultak, illetve műtétek vagy szülés kapcsán.

A MÁJKAPUVISSZÉR RENDSZERE



4.23. ábra. A májkapuisszér

A májkapuisszér (v. portae) a hasüreg páratlan szerveinek (gyomor, belek, lép, hasnyálmirigy) visszeres vérét szedi össze, majd rövid, vastag törzsszel belép a májba a májkapun (porta hepatis). Tápanyagban gazdag vért szállít, mivel felveszi a belek felől a lebontott és a bélbolyhokon felszívódott tápanyagokat. A májba érkező májkapuisszér – az artériákhoz hasonlóan – egyre kisebb erekre, végül hajszálerekre oszlik. A hajszálerek tágabb sinusokat képeznek, ahol a májsejteken keresztül a máj ellátja sokoldalú létfontosságú feladatait (méregtelenítés, raktározás stb.).

Ezután a hajszálerek – most már visszerekre jellemzően – egyre nagyobb ágakba szedődnek össze és a májvisszér (v. hepatica) ágain keresztül az alsó fővisszérbe vezetik a vért.

Amikor egy visszér belép egy szervbe és ott – a verőerekre jellemzően – hajszálerekre oszlik, majd ismét nagyobb visszerekbe szedődve lép ki a szervből, *portális keringésnek* nevezzük (név a májkapuisszértől nyerte). Ilyen portális keringés van a köztiagy és az agyalapi mirigy között is, de a csontvelőben is megtalálható, mivel a csontok visszeres hajszálereiből összeszedődő erek belépve a csontvelőbe ismét elágaznak.

A májkapuisszérnek sok összeköttetése van az alsó és a felső fővisszér rendszerével. Ilyen összeköttetések találhatók pl. a köldök körül, a végbél falában, a gyomorszáj körül. Ha a máj betegsége miatt akadályozott a vénás átáramlás, akkor a májkapuisszér rendszerében ezek az összeköttetések kitágulnak, megrepedhetnek, és súlyos vérzések eredhetnek belőlük.

A VÉRNYOMÁS, A PERIFÉRIÁS VÉRKERINGÉS

A vérkeringést a szív munkáján kívül az erek rugalmassága teszi lehetővé. A szív összehúzó-dásának erejével az erekbe pumpálja a vért, az erek pedig továbbítják a vért. Miközben az erekben áramlik a vér, le kell győzniük a szívtől távolabb, vagyis a periférián lévő kiserek ellenállását, ezt nevezik *perifériás ellenállásnak*. A vérnyomást meghatározza a szív munkája, az erek rugalmassága és a perifériás ellenállás.

A VÉRNYOMÁS

A *vérnyomás* a vérnek az erek falára gyakorolt nyomása. Van *artériás*, *vénás* és *hajszáleres* vérnyomás. Rutinszerűen a felkaron mérik az artériás vérnyomást. A vérnyomásmérők típusától függetlenül felső (szisztolés) és alsó (diasztolés) értéket mérünk. A szisztolés érték az a legnagyobb nyomás, amellyel a bal kamra az aortába juttatja a vért. A diasztolés érték az a legkisebb nyomás, amit az erek fenntartanak. A két értéket perjellel választjuk el. A vérnyomás normál átlagértéke felnőttél 120–135/70–90 mmHg. SI mértékegysége: kPa (kilopascal). (120 mmHg = 16 kPa; 80 mmHg = 10,7 kPa). Jelenleg az orvosi gyakorlatban mindkét mértékegység használata engedélyezett.

A vérnyomásra hatással van – többek között – az életkor, az életmód, betegségek, az idegrendszer állapota. A vérnyomás értéke lehet alacsony (hypotonia) vagy magas (hypertonia).

A magas vérnyomás lehet tünet, de önálló betegséggént is gyakori. A vérnyomás mért értékét mindig az egyén szokásos vérnyomásához kell viszonyítani. Például ha valakinek szokványosan 100/80 mmHg a vérnyomása, de felemelkedik 130/80-ra, ez az egyébként normál érték magas vérnyomásnak minősülhet. Általában 135 szisztolés és 90 diasztolés érték felett minősül magas vérnyomásnak. A magas vérnyomás kórosan befolyásolja a szervek működését, de más szív- és érrendszeri betegségeket is okozhat, ezért folyamatos szakorvosi ellenőrzést igényel. Kialakulásának sok a kockázati tényezője (pl. helytelen életmód), hazánkban gyakorisága miatt népbetegségnek számít. A Magyar Hypertonia Társaság programja és ajánlása: „Éljen 140/90 alatt!”

A PERIFÉRIÁS VÉRKERINGÉS

A keringési rendszer központja (centrum) a szív, a távolabbi területek erei jelentik a perifériát (perifériás: környéki).

A bal kamrából a vér továbbjutását az erek rugalmassága biztosítja, amit a pulzusszámlálási helyeken tapinthatunk.

Az erek rugalmasságának köszönhetően kamrai diasztolében is folyamatos a keringés, bár ilyenkor a vérnyomás kisebb (vérnyomás alsó értéke).

A szívtől távolabb haladva csökken a vérnyomás: az aorta kezdetén 150–170, a kiserekben 50–60, a hajszálerekben 20 mmHg.

A vér áramlási sebessége a periféria felé csökken: az aortában 40 cm/s, a hajszálerekben már csak 0,05 cm/s a sebesség.

A szervezet csak annyi vért tart keringésben, amennyi a működéséhez szükséges. A máj és a lép raktározza a keringésen kívüli vért. A nyugalomban lévő szervek erei kissé szűkülnek, ezért ugyanolyan vérnyomás hatására kevesebb vér áramlik át rajtuk. Az intenzíven működő szervek erei kitágulnak, több vér áramlik át rajtuk, ilyenkor a vérraktárak kiürülnek.

A szervek ereinek szűkülését, tágulását szabályozó mechanizmusok biztosítják.

AZ ÉRMŰKÖDÉS SZABÁLYOZÁSA

Az érműködés szabályozásában döntő az idegi szabályozás, de szerepe van a kémiai szabályozásnak is, ami a hormonok érszűkítő és tágító hatása révén valósul meg.

IDEGI SZABÁLYOZÁS

- Az érmozgató (vasomotor) központ, az érműködés idegi központja, a nyúltagyban található. Szabályozza az erek tónusát és a vérnyomást. A szimpatikus idegek szűkítik, míg a paraszimpatikus idegek tágítják az ereket.
- A reflexes szabályozás lényege, hogy az aorta, a nyaki verőér és a jobb pitvar falában vérnyomás-érzékelő végződések vannak, amelyek az érmozgató központon keresztül emelik vagy csökkentik a vérnyomást.
- Az agykéreg is szabályozó tényező. Lelki hatásokra (öröm, szégyen, izgalom, ijedtség) reflexesen szűkülnek (sápadás) vagy tágulnak (pirulás) az erek.

KÉMIAI SZABÁLYOZÁS

- Értágító hatású a szén-dioxid és a szervezetben termelődő tejsav. Tágítja az ereket a sejtek által termelt szerotonin és a hisztamin, valamint az idegrendszer által termelt ingerületátvivő anyag, az acetilkolin. Az erek tágulása vérnyomáscsökkenést okoz.
- Érszűkítő hatású hormonok: a mellékvese által termelt adrenalin, az agyalapi mirigy által termelt vazopresszin (más néven antidiuretikus hormon) és a vese által termelt renin hatására képződő angiotenzin. Az erek szűkülése vérnyomás-emelkedést okoz.

Az erek állandóan tónusban vannak. Ha csökken a tónus, ájulás (collapsus) következhet be, ami néhány másodpercig tartó perifériás keringési elégtelenség. Ájulást válthat ki pl. a hosszabb ideig tartó egy helyben állás, vagy valamilyen kellemetlen látvány.

A MAGZATI VÉRKERINGÉS

A magzati vérkeringés (circulatio foetalis) a méhen belüli (intrauterin) életben biztosítja a magzat anyagcseréjét.

A MAGZATI KERINGÉS ANATÓMIAI JELLEMZŐI

- A méhlepény (placenta) a magzat anyagcseréjét lebonyolító szerv.
A magzat a méhen belüli élet 3. hónapjáig, a méhlepény kialakulásáig, védtelen a fertőzésektől, mivel a méhlepény szűrőként szerepel a fertőzésekkel szemben. Különösen sok magzati ártalmat okozhatnak ebben az időszakban a vírusfertőzések, pl. a rubeola, influenza.
- A köldökzsinór (funiculus umbilicalis) a magzatot az anyával köti össze.
Hossza átlagosan 50 cm, benne kocsonyás kötőszövetbe ágyazva három ér fut:
– Egy köldökviszér (v. umbilicalis), ez viszi az oxigént és a tápanyagdús vért a magzat felé.
– Két köldökverőér (a. umbilicalis), a magzat felől szállítják el a szén-dioxidban és a bomlástermékben dús vért a méhlepényhez.
- A pitvari szívsövényen ovális nyílás (foramen ovale) van, itt keveredik a két pitvar vére.
- A Botallo-vezeték (ductus Botalli) a truncus pulmonalis és az aorta között teremt összeköttetést.
Mivel nincs tüdőlégzés, a vér nagy része nem áramlik a szívből a tüdőbe a tüdőverőéren át, hanem a Botallo-vezetéken keresztül visszaáramlik az aortába.
- Az Arantius-vezeték (ductus venosus Arantii, rövid. d. venosus) a köldökviszér egyik ága, amely oxigéndús vért visz az alsó fő visszérbe.
Nincs tüdőlégzés, és nem működik az emésztőrendszer sem. A máj kivételével minden szerv kevert vért kap, ami azt jelenti, hogy az oxigénben, illetve a szén-dioxidban dús vér nem különül el, mint a méhen kívüli életben, hanem keveredik egymással.
Mivel a magzat erei többségében ugyanazok, mint a méhen kívüli életben, a következőkben csak az eltérésekről lesz szó.

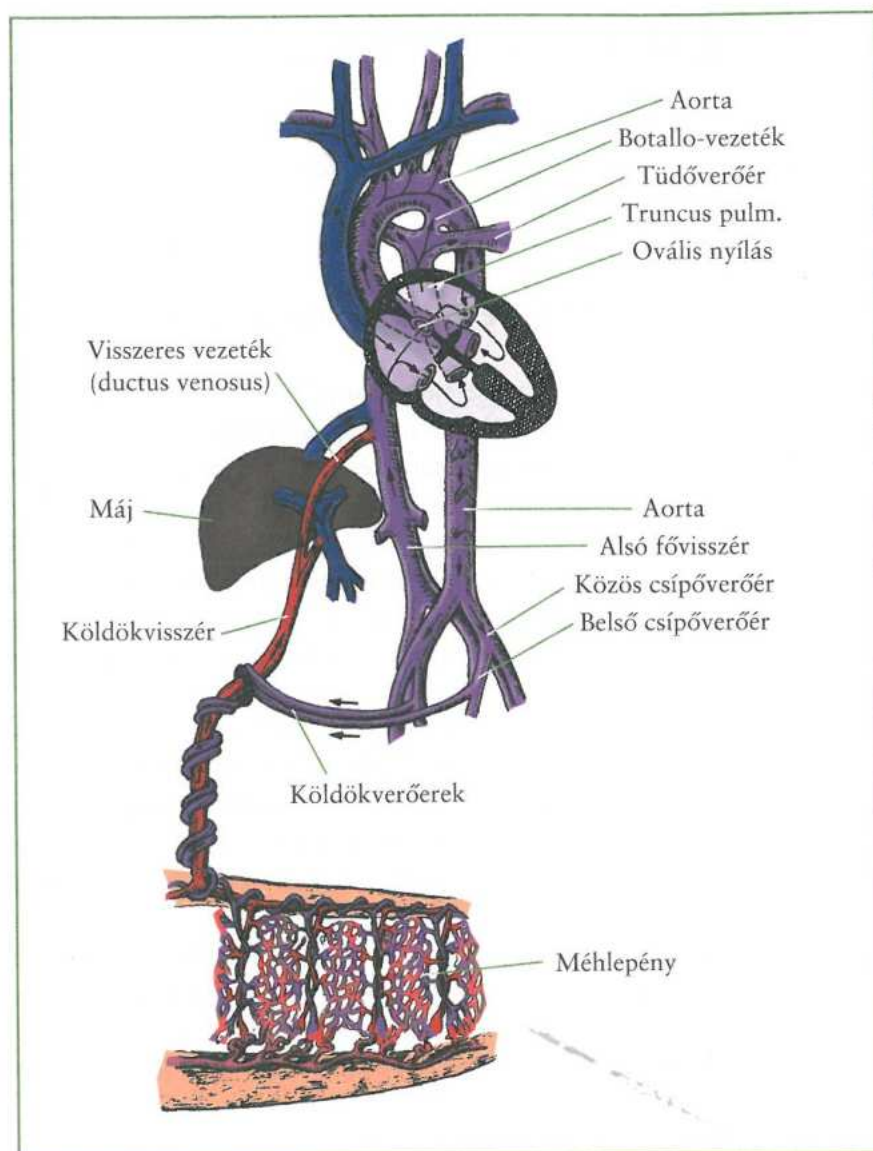
A MAGZATI KERINGÉS FOLYAMATA

A méhen belül

A köldökviszér az anya felől lép be a magzat köldökgyűrűjén át a magzat szervezetébe, és két ágra oszlik. Az egyik ág friss vért szállít a májba, a másik ág az Arantius-vezeték az alsó fő visszérbe vezet, ahol a friss vér keveredik a vénás vérrel.

A jobb pitvarba érkező visszerek vére két irányba áramlik tovább:

- A felső főviszér vére a jobb pitvarból a jobb kamrán át a truncus pulmonalisba jut, majd a Botallo-vezetéken az aortába vezet. Itt ismét keveredik az oxigéndús és a szén-dioxidban dús vér.
- Az alsó főviszér vére a jobb pitvarból átfolyik a bal pitvarba a foramen ovalén keresztül. Itt ismét keveredés történik. A bal pitvarból a vér a bal kamrán át szintén az aortába jut.



4.24. ábra. A magzati vérkeringés

A véráramlás irányát a szívben és az erekben uralkodó nyomásviszonyok határozzák meg. A magzat által elhasznált, erősen kevert, szén-dioxidban dús vért a belső csípőverőérből leágazó két köldökverőér gyűjti össze és szállítja a méhlepényhez, ahol végbemegy az anyagcsere. A többszörös keveredés eredményeként a magzati szervek erősen kevert vért kapnak. A méhen belüli fejlődéshez még elegendő a kevert vér, de a méhen kívüli életben már nem, hiszen az életfolyamatok energiaigényének fedezéséhez a szervezet sejteinek nagy az oxigén-szükséglete.

Megszületés után

Megszületéskor a méhen kívüli (extrauterin) életben megindul a tüdőlégzés, a tüdő megtelik levegővel, az újszülött felsír. Ennek következtében megváltoznak a keringést meghatározó nyomásviszonyok.

- A Botallo-vezeték záródik, ugyanis a vér csak a tüdő felé áramlik (a vezeték teljes záródása napok alatt történik).
- Záródik a foramen ovale is (a teljes záródáshoz hetek kellenek), és teljesen elkülönül az artériás és vénás szívfél.
- Záródnak a köldökerek magzatban futó ágai is, valamint az Arantius-vezeték. A harmadik hónapban a magzati erek helyén már csak kötőszövetes szalagokat lehet találni.

A közhiedelemmel ellentétben a köldökzinór átvágása után, annak elzárása nélkül sem vérezne el az újszülött a köldökereken keresztül, mivel a köldök erei a légzés megindulásával már nem kapnak és nem szállítanak vért.

Előfordul, hogy megszületés után a Botallo-vezeték vagy a foramen ovale nem záródik időben, ezek az esetek orvosi kezelést, legtöbbször sebészi megoldást igényelnek.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vér a szervezetben a zárt keringési rendszer vérerein keresztül kering. A szívből induló verőerek egyre kisebb ágakra, majd arteriolákra oszlanak és hajszálerekkel juttatják a vért a sejtekhez. A visszerek a sejtektől hajszálerekkel indulnak, venulákban folytatódnak, majd egyre nagyobb ágakba szedődve két nagy értörzssel a szívbe érkeznek. A sejttanyagszere a hajszálerek és a sejtek között történik diffúzióval.

A verőerek és visszerek falszerkezete hasonló, kivéve a verőerek falának középső, izmos részét, amely vastagabb, ezért a verőerek rugalmasabbak.

Az erek összeköttetései az anasztomózisok, amelyek a szervezetben a vér elosztását biztosítják.

A kis vérkör erei a tüdő-gázcsereét biztosítják (külső légzés). A nagy vérkör verő- és visszerei a test sejteinek anyagcseréjét bonyolítják (belső légzés). A verőerek a szívből indulnak és a periférián egyre kisebb ágakra oszlanak. A visszerek a periférián indulnak, a szív felé haladva egyre nagyobb ágakba szedődnek össze.

Ahol a verőerek csontos alap felett, vagy közvetlenül a bőr alatt futnak, jól tapintható a pulzus.

A felületes visszerek a mély visszerekbe ömlenek. A visszerek terhelésre könnyen kitágulnak.

A testrészek nagyobb verő- és visszereinek ismerete fontos a szervek működésének megértéséhez, a pulzus tapintásához és a vénás beavatkozásokhoz.

A májkapuvisszér rendszere a páratlan hasüregi szervek és a belek vérét vezeti a májba, ahol a májsejtek életfontosságú feladatokat látnak el. Az ér belépve a májba szétágazik, innen származik a portális keringés elnevezés.

A vérnyomásmérés értékei jelzik a szív-ér rendszer állapotát. Mivel a magas vérnyomás rizikófaktora a szív-ér rendszeri betegségek kialakulásának, ezért normál értékre történő beállítása fontos orvosi feladat.

A *magzati vérkeringést* az oxigénben és a szén-dioxidban dús vér keveredése jellemzi, amit a szívben a pitvari sövény nyílása a foramen ovale, illetve a truncus pulm. és az aorta közötti összeköttetés, a Botallo-vezeték, valamint a köldökviszérből az alsó főviszérbe érkező Arantius-vezeték tesz lehetővé.

Megszületés után kialakul a méhen kívüli életre jellemző keringés, amikor az erek tisztán oxigénben, illetve tisztán szén-dioxidban dús vért szállítanak, keveredés nincs.

KULCSFOGALMAK

Artéria, arteriola, véna, venula, anasztomózis, végartéria, kollaterális összeköttetés, hajszálér, felületes visszér, mélyvisszér, periféria, vérkörök, külső gázcsere, belső gázcsere, portális keringés, vérnyomás, foramen ovale, Botallo-vezeték, kevert vér.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Hasonlítsa össze a verőerek, a visszerek és a hajszálerek falszerkezetét! Emelje ki az azonosságokat és a különbségeket!
2. Mi az élettani oka annak, hogy testnevelés óra után mindenkinek szép piros az arca?
3. Mi a magyarázata annak, hogy a fej és a nyak visszereiben – ellentétben a test többi visszereivel – nincsenek (vagy alig vannak) zsebes billentyűk?
4. Rajzolja le a vérköröket, és jelölje a szívből induló és oda érkező erek nevét, jelölje nyilakkal a keringés irányát (használgjon kék és piros színeket)! *Végezzen önellenőrzést a 4.15. ábra segítségével!*
5. Tapintsa ki (az erre helyezett 2., 3. és 4. ujjhegyének enyhe nyomásával) saját magán a pulzusszámlálási helyeket!
6. Nyugalmi helyzetben számolja pulzusát egy percre a csuklón, az orsócsonti verőér felett. Fusson egy percre (vagy végezzen megterhelő mozgást), majd ismét számolja meg pulzusát! Milyen változást tapasztal? Indokolja meg!
7. Ha trombózis következtében a lábszár mélyvisszérében (v. tibialis posterior) leszakad egy vérrög és a vérárammal elsodródik, mely szerv(ek)ben okozhat érelzáródást (embóliát)? Nevezze meg az ereket, amerre a vérrög halad!
8. Nevezze meg a keringés irányának megfelelő sorrendben azokat az ereket, amelyek a vér eljut az aortától a kézverőerekig!
9. Miért összeegyeztethetetlen az élettel a nyúltagy sérülése?
10. A 4.16. ábrán a szakkifejezések mellé írja oda a tanultakat latinul is!
11. A gyakorlati órán tanári segítséggel – lehetőség szerint – a felkar enyhe leszorításával tekintse meg egymás könyökviszérét. Milyen egyéni eltéréseket tapasztal?
12. Értékrépen mutassa meg a szervezet nagyobb verő- és visszereit!
13. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az erek képeit és animációit!

A VÉR

A vér (sanguis) *folyékony szövet*. Színe piros, vegyhatása enyhén lúgos (pH 7,3–7,4). Kóros esetben a vegyhatása eltolódik savas irányba (acidózis) vagy lúgos irányba (alkalózis). 7,8 feletti, ill. 7,0 alatti pH-érték mellett az életfolyamatok károsodnak.

Felnőtt szervezetében a vér mennyisége kb. 5–6 liter.

A VÉR ÖSSZETÉTELE

SEJTES ÁLLOMÁNY 45% (alakos elemek)	SEJT KÖZÖTTI ÁLLOMÁNY 55% (vérplazma)
Vörösvérsejtek	Víz (90%)
Fehérvérsejtek	Fehérjék
Vérlemezkék	Zsírok
	Szénhidrátok
	Ásványi sók

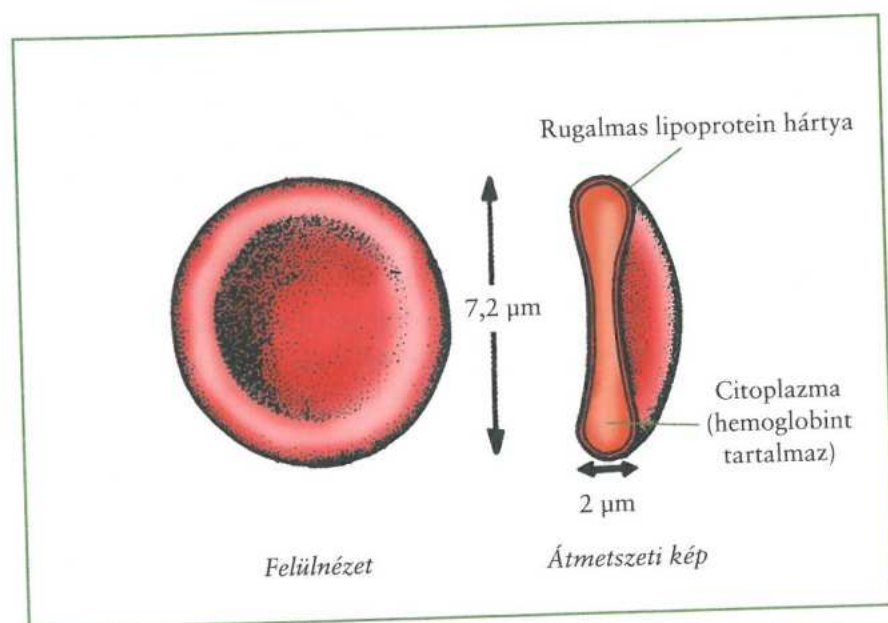
4.2. táblázat. A vér összetétele

A vér *sejtes* állománya vörösvérsejtből, fehérvérsejtből és vérlemezkéből áll. Ezek a vér *alakos elemei*, a vér 45%-át alkotják.

A vér *sejt közötti* állománya a folyékony *vérplazma*, a vér 55%-át alkotja. A kettő arányát mutatja a hematokrit (haematocrit) érték.

A VÉR ALAKOS (SEJTES) ELEMEI

A vér alakos elemei a vörösvérsejtek, fehérvérsejtek és a vérlemezkék.



4.25. ábra. A vörösvérsejt

A vörösvérsejtek

A vörösvérsejtek, más néven vörösvértestek (erythrocyták, rövid: VVS vagy VVT) felülnézetben korong, átmetszetben babapiskóta alakú sejtek, magjukat érésük során elvesztik, így az érett vörösvérsejtnak nincs magja. Igen képlékenyek, deformálhatók, át tudnak jutni a náluk kisebb hajszálereken, amit vékony sejtthártyájuk tesz lehetővé.

Nagyságuk 7,2 µm. Nem osztódnak.

A VVS-ben található vastartalmú vegyület a *hemoglobin* (haemoglobin, rövid: Hgb). Normál értéke 145 g/l.

A Hgb szerepe

- **Vérfesték**, a vér színét adja. Az egyes VVS-ek sárgás színűek, csak tömegesen látszanak pirosnak.
- **Gázszállító szerepe** van, ami azt jelenti, hogy az oxigént és a szén-dioxidot megköti, szállítja és leadja. A vér így tölti be gázszállító élettani funkcióját.

Mikor a hemoglobin oxigént vesz fel (oxyhemoglobin) a vér élénkpiros színű lesz, mikor leadja az oxigént és szén-dioxidot vesz fel (redukált hemoglobin), sötétvörös színű lesz. Ennek köszönhető, hogy az oxigéndús verőeres vérzés világosabb piros, az oxigénszegény visszeres vérzés sötétebb piros. A hemoglobin a mérgező gázokat is képes megkötni. A szén-monoxid kétszázszor jobban kötődik a hemoglobinhoz, elfoglalva az oxigén helyét. Ez a magyarázata annak, hogy viszonylag könnyen jön létre szén-monoxid-mérgezés.

A vörösvérsejtek termelődése

A VVS-szám viszonylag állandó, 1 µl, vagyis 0,001 ml vérben 4,5–5 millió (SI-érték: 4,5–5 Tera/liter). A vörösvérsejteket a *vörös csontvelő* termeli, a magzati életben a májban és a lépben képződnek. Élettartamuk 100–120 nap, szétesésük a lépben történik.

Pusztulásuk arányában állandóan újratermelődnek. A vörösvérsejtek termelődése *vérképző* (haemopoetikus) *anyagok* segítségével történik, amelynek két fajtája ismeretes:

- **Külső** (extrinsic) *faktor*, amely a táplálékkal jut be a szervezetbe. Ez a B₁₂-vitamin és a folsav.
- **Belső** (intrinsic) *faktor*, amelyet a gyomor nyálkahártyája termel. A B₁₂-vitamin felszívódását teszi lehetővé.

A vörösvérsejt-termelést hormonálisan a vese *erythropoetin* hormonja szabályozza úgy, hogy az oxigénhiány erythropoetin-termelést vált ki, amely a vörös csontvelőt VVS termelésére serkenti. Ilyenkor fiatal VVS-ek (reticulocyták) is megjelennek a vérben.

Minden olyan állapotot, ami vörösvérsejtszám, vagy Hgb csökkenésével jár, vérszegénységnek, anémiának (anaemia) nevezünk.

A fehérvérsejtek

A fehérvérsejtek jellemzői

A fehérvérsejtek (leukocyták, rövid: FVS) maggal rendelkező, festékanyagot nem tartalmazó sejtek. Nagyságuk 5–20 µm.

Egy részük a szervezet számára idegen anyagok ellen *ellenanyag* termelésére, más részük idegen anyagok *bekebelezésére* (fagocitózis) képes, így a szervezet védekező mechanizmusai-ban, az immunrendszer működésében fontos szerepük van. Bizonyos betegségek, főként fertőzések esetén számuk ugrásszerűen megnövekszik, mint a szervezet védőerőit segítik az ellenálló képesség, az immunitás kialakítását.

Állabakkal egysejtűek módjára amőboid mozgást végeznek. Élettartamuk általában 3–15 nap. Számuk 1 µl vérben 6–8000 (SI-érték: 6–8 Giga/liter).

A fehérvérsejteket mikroszkópos vizsgálódáshoz meg kell festeni, e nélkül nem láthatók.

A fehérvérsejtek fajtái

- **Szemcsés plazmájú fehérvérsejtek** (granulocyták)

Plazmájukban szemcsék találhatók. Vannak éretlen és érett alakok.

– Az érett alakokhoz tartoznak a *neutrofil*, az *eozinofil* és a *bazofil* granulocyták. A vörös csontvelőben termelődnek. A vérből a szövetekbe vándorolnak, ott fejtik ki hatásukat. A neutrofil fajták magja háromlebenyű, az eozinofiloké kétlebenyű (súlyzó alak), a bazofil sejtmagja kevésbé lebenyezett. A neutrofil granulocyták főként baktériumokat fagocitálnak (kebeleznek be), míg az eozinofil és bazofil granulocyták allergiás folyamatokban játszanak szerepet.

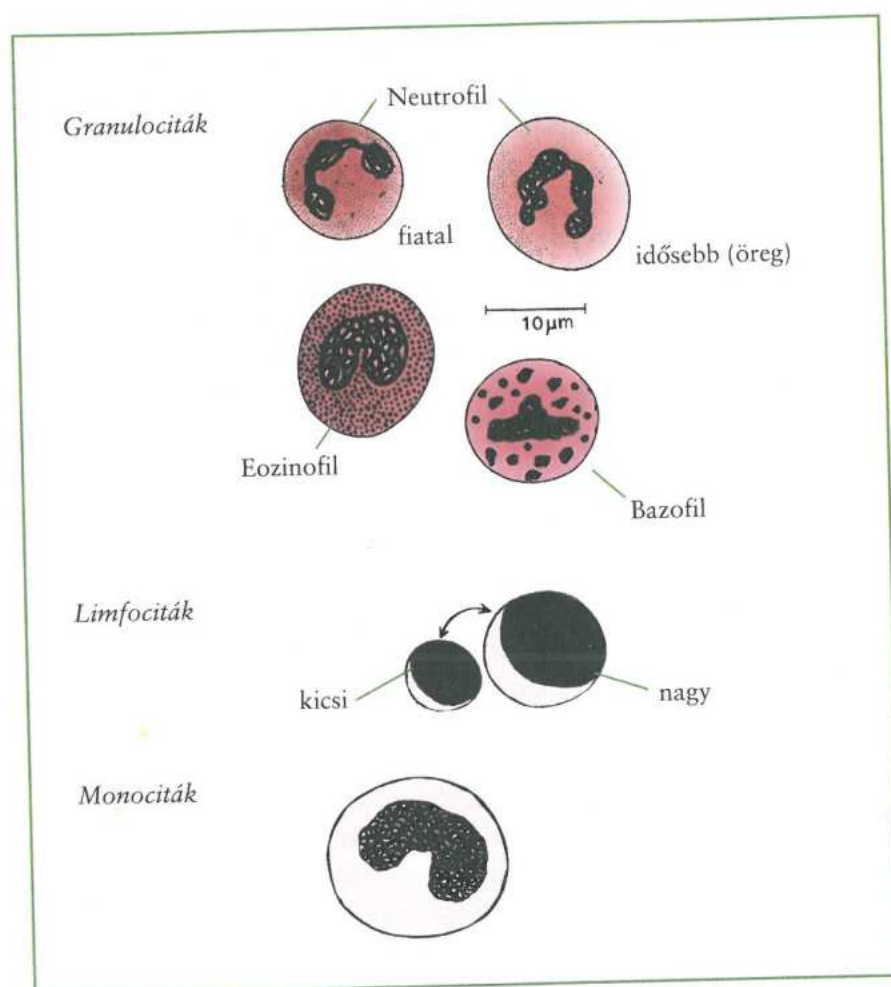
– Az éretlen alakú granulocyták sejtjei nem egészen érettek; 2–4 százalékban vannak jelen. Kóros, ha számuk emelkedik. Fajtái a *pálcika magú* (stab) forma, amelyek magja pálcika alakú, és a *fiatal* (jugend) sejtek.

- **Szemcsementes plazmájú fehérvérsejtek** (agranulocyták)

Ide tartoznak a *nyiroksejtek* (lymphocyták) és a *monocyták*.

A nyiroksejtek

A nyiroksejtek a vörös csontvelőben termelődnek, a nyirokszervekben differenciálódnak, fejlődnek, élénk mozgásra képesek. Nagy kerek vagy ovális magjuk van. Élettartamuk akár a háromszáz napot is elérheti. Ün. *készüléti sejtek*, a szervezetbe jutó idegen anyagok (antigének) hatására osztódnak és védekezésre képes sejtekké válnak, amelyek az idegen anyagok el-



4.26. ábra. A fehérvérsejtek fajtái

len *ellenanyagot* (antitestet) *termelnek*. Az antigének igen gyakran a szervezetet károsító kórokozók: baktériumok, gombák, vírusok.

A nyiroksejtek 92%-a méretét tekintve *kis nyiroksejt* (7 µm), és 8%-a *nagy nyiroksejt* (10–14 µm). Döntően fontos szerepük van a szervezet védekező reakcióiban.

A nyiroksejteknek két nagy csoportját különböztetjük meg: a *T-lymphocytákat* és a *B-lymphocytákat*.

- A *T-lymphocytáknak* a *sejtes* (celluláris) *immunitásban* van szerepük, a behatolás helyén fejtik ki hatásukat. Fagocitózisra nem képesek. Az általuk termelt ún. limfotoxinokkal pusztítják el a bekerült idegen anyagokat. Szerepük van a baktériumok, vírusok és gombák, valamint a daganatsejtek elleni védekezésben. Szervátültetésnél (transplantatio) a beültetett szervet idegen anyagnak kezelik, és immunreakciót indítanak ellene, megpróbálják „kilökölni” a szervezetből. A csecsemőmirigyben (thymus) érnek.

A *T-lymphocyták fajtái működésük szerint lehetnek*:

- *Gyilkos* (killer) sejtek: Elpusztítják a testidegen antigént.

– *Segítő* (helper) sejtek: Elősegítik a B-lymphocyták ellenanyag-termelését.

– *Gátló* (supressor) sejtek: Gátolják, akadályozzák a lymphocyták antigén-érzékenységét.

- A *B-lymphocyták az általános, véráram útján létrejövő (humorális) immunitásban* játszanak szerepet. A másodlagos nyirokszervekben fejlődnek.

A szervezetbe jutó antigént az ellene termelt ellenanyag, vagyis *immunglobulin* (Ig) révén hatástalanítják. Az immunglobulinok (IgG, IgM, IgE, IgD, IgA) hosszú évekig jelen vannak a vérben és kifejtik védő hatásukat.

A B-lymphocyták antigén hatására osztódnak, és ekkor kétféle sejt jön létre:

– *Plazmasejtek*, ezek termelik az immunglobulinokat.

– *Memóriasejtek*, amelyek évtizedekig képesek megőrizni az antigén-érzékenységet.

A védőoltások során beadott gyengített virulenciájú vagy elölt kórokozók ellen a B-lymphocyták (plazmasejtek) termelik azokat az ellenanyagokat, amelyek révén akár egy életen át védetté válik szervezetünk a fertőzésekkel szemben.

A monocyták

A monocyták a legnagyobb méretű fehérvérsejtek (20 µm). Nagy, bab alakú magjuk van. A vörös csontvelőben termelődnek, az MPS-szöveteket tartalmazó szervekben fejlődnek (l. 128. o.).

A monocyták az érpályából a szövetekbe kilépve *makrofág* (bekebelező, nagyméretű sejt) sejtekké alakulnak. Fagocitózis révén részt vesznek a szervezet védekezésében, valamint az is feladatuk, hogy a lymphocyták számára felismerhetővé tegyék az antigéneket.

Granulocyták		Agranulocyták			
Érett	Éretlen	Lymphocyták			Monocyták
Neutrofil	Stab	T-lymphocyták		B-lymphocyták	
Eosinofil	Jugend	Gyilkos sejtek	Segítő sejtek		
Bazofil			Gátló sejtek		

4.3. táblázat. A fehérvérsejtek fajtái

A vérlemezkék

A vérlemezkék (thrombocyták) a vörös csontvelő óriás sejtjeiből származó plazmalefűződés. Magjuk nincs. Nagyságuk 2–4 µm. Alakjuk változatos (ovális, korong, csillag). Élettartamuk 5–10 nap. Számuk 1 µl vérben 250–300 ezer (SI-érték: 250–300 Giga/liter).

A vérlemezkék fontos szerepet játszanak a *véralvadás mechanizmusában*.

A SEJT KÖZÖTTI ÁLLOMÁNY (VÉRPLAZMA)

A plazma a vér folyékony sejt közötti állományának tekinthető. Sárgás színű, átlátszó folyadék, az alvadásban gátolt vér centrifugálásával különíthető el az alakos elemektől.

A vérplazmát 90%-ban víz alkotja, ezenkívül fontosabb összetevői a fehérjék, zsírok, szénhidrátok, festékanyagok, hormonok, ásványi anyagok, nitrogéntartalmú anyagok.

Fehérjék

- Az *albuminok* alkotják a vérfehérjék 55%-át (a vér 4–5%-a), ezek kis molekulájú anyagok. Jelentős szerepük van a vér ozmózis nyomásának és pH-értékének szabályozásában.
- A *globulinok*: alfa-, béta- és gamma-globulinok, az utóbbiak túlnyomórészt az ellenanyagok. A globulinok képezik a vérfehérjék 45%-ának nagyobb részét (a vér 2–3%-a), a kisebb hányadát a többi fehérje alkotja.
- A *fibrinogén* a véralvadásban fontos szerepet játszó I. véralvadási-faktor (a vér 0,3%-a).
- A *prothrombin* a véralvadás II. faktora, képzéséhez K-vitamin szükséges.

Éhezéskor vagy fehérjehiányos táplálkozásnál a szövetek fehérjeigényét a plazma fedezi. A vérplazma fehérjeinek többségét a máj termeli.

Zsírok (lipidek)

A vérzsírok fő fajtái: a *koleszterin* és a *triglicerid*. Ide tartozik a *lecitin* is.

A zsírok vízben oldhatatlanok, ezért lipoprotein- (zsírokat és fehérjéket egyaránt tartalmazó) molekulákhoz kötődve keringenek a vérben.

A koleszterin fajtái

- Az *ártó hatású lipoproteinek* (LDL – low density lipoproteins) felelősek az artériák falára rakódó lemezek, az ún. plakkok képződéséért, a zsír lerakódásáért, az érbetegségek (arteriosclerosis) kialakulásáért.
- A *kedvező hatású lipoproteinek* (HDL – high density lipoproteins) gátolják a zsír lerakódását az érfalra, csökkentik a szívbetegségek kockázatát.

A koleszterin megtalálható a felvett táplálékokban, de a szervezet is képes előállítani.

A triglicerid

A zsírszövetben raktározódó, a vérben élettanilag kis mennyiségben jelen lévő vérzsír. A trigliceridek is lerakódnak az érfalra, érszűkületet hozhatnak létre.

Az emelkedett vérzsírértékek fő rizikófaktorai a szív-ér-rendszeri betegségek kialakulásának (pl. magas vérnyomás, infarktus), ezért a megengedettől eltérő vérzsírértékek esetén indokolt orvoshoz fordulni.

A lecitin

A szervezet sejtjeiben, így a vérben is előforduló zsírszerű anyag. A máj termeli. Csökkenti a vér koleszterinszintjét, mivel elősegíti a szervezetből való kiürülését.

Szénhidrátok

A vér a szénhidrátokat (cukrokat) egymolekulás szőlőcukor (glukóz) formájában szállítja. A vércukorszintet hormonok szabályozzák, átlagos értéke 4–6 mmol/l.

Festékanyagok

A bilirubin a vér legjelentősebb festékanyaga, a hemoglobin-anyagcsere során keletkezik. Kóros felszaporodása a szöveteket sárgára festi, ez a kórkép a sárgaság (icterus).

Hormonok

A hormonok a belső elválasztású mirigyek termékeiként a vérbe kerülnek. A vérből a hormonok laboratóriumi vizsgálatokkal kimutathatók. Így meghatározható a hormonszint, ami visszaüt a hormontermelő szerv működésére.

Ásványi anyagok

Az ásványi anyagok, vagyis sók a plazmában oldottan, elektrolitok (ionok) formájában vannak jelen.

Az egyik legfontosabb só a konyhasó (NaCl). A szervezet folyadéktartalmában lévő oldott anyagok töménységét számszerűen az oldat ozmotikus koncentrációja jellemzi, ami a térfogat-egységben oldott részecskék száma. A szervezet sejtén kívüli (extracelluláris) folyadékaiban, így a vérben is a NaCl töménysége (koncentrációja) 0,9%-os. Ezt nevezzük *izotóniás* (azonos töménységű), más néven *élettani* (fiziológiás) *sóoldatnak*.

Az elektrolitek a vér sav-bázis egyensúlyát biztosítják (pufferanyagok). Sokféle elem található meg a vérben (Fe, K, Na, Mg, Ca stb.). A vérplazma elektrolitszintje laboratóriumi vizsgálattal megállapítható.

Nitrogéntartalmú anyagok

A fehérje-anyagcsere végtermékei:

karbamid, kreatinin, húgysav. Vesebetegségben ezek felszaporodnak a vérben.

VÉRVIZSGÁLATOK

A leggyakrabban végzett laboratóriumi vizsgálatokat rutinvizsgálatoknak nevezzük. A rutinvizsgálatok közé tartozik a mennyiségi (quantitatív) és a minőségi (qualitatív) vérkép.

- A *mennyiségi vérkép* a vér alakos elemeit szám szerint határozza meg.
- A *minőségi vérkép* az egyes fehérvérsejtek százalékos arányát is mutatja.

A *fehérvérsejtek aránya*: neutrofil granulocita: 60–70%, eosinofil granulocita: 2–4%, bazofil granulocita: 0,5%, limfocita: 25%, monocita: 2–4%.

NÉHÁNY NORMÁL (ÉLETTANI) VÉRÉRTÉK (SI-RENDSZER ALAPJÁN)

- Hgb-érték:
Férfiaknál: 8,1–9,9 mmol/l. Nőknél: 7,5–9,3 mmol/l.
- Htk (haematocrit), a VVS számára utaló érték, megmutatja a vérplazma és az alakos elemek arányát:
Férfiaknál: 0,4–0,54 l/l. Nőknél: 0,38–0,47 l/l.
- VVS-szám: $4,5-5 \times 10^{12}/l$.
- FVS-szám: $5-8 \times 10^9/l$.
- Thrombocytaszám: $150-300 \times 10^9/l$.
- Vörösvérsejt-süllyedés felső határa:
– 50 év alatt: nőknél 20, férfiaknál 15 mm/h, 50 év felett: nőknél 30, férfiaknál 20 mm/h.

A süllyedés azon alapszik, hogy a meg nem alvadt vérben a vörösvérsejtek fokozatosan lesüllyednek, mivel fajsúlyuk a plazmáénál nagyobb. Értékét befolyásolja pl. a nem, a kor. Bizonyos betegségeknel – főként fertőzéseknel – a süllyedés sebessége a normál érték többszöröse is lehet.

- Összkoleszterin: 3,20–5,20 mmol/l között.
- HDL-koleszterin: 1,00–2,50 mmol/l között.
- LDL-koleszterin: 1,30–4,10 mmol/l között.
- Triglicerid: 0,50–2,00 mmol/l között.

Az élettani értékhatárokra sok esetben tesz javaslatot az Egészségügyi Világszervezet (WHO) vagy szakmai/orvosi szervezetek, azonban a laboratóriumi leleteken megjelenő referencia-értéktartományok intézményenként néhány tizedes eltérést mutathatnak.

A VÉRKÉPZŐ SZERVEK

A vérsejtek pótlását biztosító szerveket vérképző szerveknek nevezzük. Mivel a vérsejtek nem osztódnak, állandó pótlásukról a vérképző szervek gondoskodnak. A vérképzés kiváltó ingere a vérvesztés és a szervezet oxigéntartalmának csökkenése.

A VÖRÖS CSONTVELŐ

A legfontosabb vérképző szerv, részt vesz a vörösvérsejtek, a vérlemezkék és a fehérvérsejtek termelésében. A vörös csontvelő őssejtjei segítik a szervezet folyamatosan pusztuló sejtjeinek pótlását. A magzati életben a vörösvérsejteket az 5. hónapig a máj és a lép termeli.

A NYIROKSZERVEK

Elsődleges nyirokszervek: a vörös csontvelő és a csecsemőmirigy, itt termelődnek és fejlődnek a fehérvérsejtek. *Másodlagos nyirokszervekhez* tartozik a lép, a mandulák, a nyirokcsomók. Itt történik az elsődleges nyirokszervek sejtjeinek továbbfejlődése, érése.

AZ MPS

A mononuclearis phagocytarendszer (MPS) valamennyi sejtjét a vörös csontvelőben termelődött, a különféle szövetekben (pl. kötőszövet, máj) letelepedett monocyták származékainak tekintik. Az MPS azon sejtek összessége, amelyek a szervezet védekező reakcióiban, az ellenanyagtermelésben és fagocitózisban vesznek részt (pl. a májban, a nyirokcsomókban, a csontvelőben és a lépben). A fagocitáló sejtek rendszerét régebben RES-nek (reticulo-endothelialis systema) nevezték.

A VÉRALVADÁS

Ha a vért egy edényben vagy kémcsőben állni hagyjuk, megalvad. Egy idő után különválnak a kocsonyás *vérlepény* (alul) és a sárgás színű vérsavó, más szóval *vérszérum* (felül).

A vérlepény a fibrinogénből kialakult fibrinszálat, valamint a véralvadás többi faktorait és az alakos elemeket tartalmazza. Így a szérum nem más, mint *alvadási faktorok nélküli plazma*.

Sérülésnél a véralvadás bonyolult mechanizmusa védi a szervezetet, mivel a sérült ereket a képződött alvadék elzárja, így megakadályozza az elvérzést. Az alvadási mechanizmusban az I–XIII. számokkal jelzett véralvadási faktorok vesznek részt.

A következőkben az alvadás bonyolult élettani folyamatának alapvető lépéseit ismertetjük.

Az alvadási folyamat két fő részből áll: az *alvadék képződéséből* (coagulatio) és az *alvadék lebontásából*, vagyis feloldásából (fibrinolysis).

AZ ALVADÉK KÉPZŐDÉSE

Az endothel sérülése során a vérlemezkék a sérült érfal kollagénrostjain megtapadnak és tömegesen a sérülés helyén tömörülnek, más szóval *összecsapódnak* (aggregáció). Létrehozzák az elsődleges, más néven *fehér alvadékot* (primer thrombus). Ezután a vérplazma alvadása *két úton* mehet végbe.

Az alvadás két útja

- *Belső (intrinsic) út*, amely a kisebb érsérüléseknél fordul elő. A sérült endothel aktiválja a XII-es faktort, és megindul az alvadás reakciósora.
- *Külső (extrinsic) út*, amely a nagyobb szövetsérülések következtében jön létre. A szövetek sejtjeiből az alvadás III-as faktora, a szöveti *thromboplastin* (thrombokinasz enzim) szabadul fel, amely aktiválja a VII-es faktort, és megindul az alvadás reakciósora.

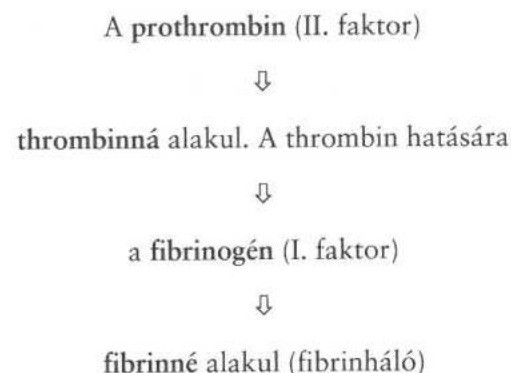
Mindkét úton végbemenő folyamat aktiválja a X-es faktort, és innen az alvadás mechanizmusa azonos módon zajlik tovább.

Az alvadás közös útja

- Az alvadás csak megfelelő mennyiségű *Ca-ion* (IV-es faktor) jelenlétében megy végbe.
- A faktorok aktiváló hatására a *prothrombin* (II-es faktor) *thrombinná* alakul, majd ennek hatására jön létre a következő lépés.
- A *fibrinogénből* (I-es faktor) *fibrinszálat* képződnek.

A létrejött fibrinháló a benne lévő vörösvérsejtekkel és vérlemezkékkel együtt alkotja a másodlagos, más néven *vörös alvadékot* (secunder thrombus).

A külső- és belső úton történő véralvadási folyamat közös szakaszának befejező lépései



4.27. ábra. A véralvadás folyamata

AZ ALVADÉK LEBONTÁSA

Az alvadék képződésének gátlása, az alvadék lebontása röviddel a fibrinszálak megjelenése után elkezdődik. Ebben a folyamatban fontos szerepet játszik a fibrint oldani képes anyag, a máj által termelt *plazmin*.

A fibrinolysis megakadályozza az érrendszerben továbbterjedő véralvadást. Kóros esetben, ha az alvadás az érpályán belül jön létre, vérrög (thrombus) képződik. Ez a betegség a trombózis. A megalvadott vérrög leszakadva elsodródhat a vérárammal (embolus) és elzárhat egy eret, így alakul ki az embólia. Ha létfontosságú szerv nagyobb ereiben akad el a vérrög, azonnali halált okozhat (szívben, agyban, tüdőben).

Súlyos, életveszélyt jelentő alvadási rendellenesség a DIC (disseminated intravascular coagulation).

Az alvadási idő 5–7 perc. Vérzékenységről akkor beszélünk, ha az alvadási idő elhúzódik. A veleszületett vérzékenységet pl. a VIII-as faktor hiánya okozza, ez a betegség a *haemophilia-A*. A IX-es faktor hiánya *haemophilia-B*-t okoz. Mindkét vérzékenység genetikailag öröklődik, klinikai lefolyásuk is azonos, de a B-forma ritkábban fordul elő.

Ismerünk véralvadásgátló anyagokat, bizonyos vérvizsgálatok csak ezek hozzáadásával végezhetők el. Véralvadásgátló pl. az oxalát, a citrát és a heparin. Műtétek kapcsán, szövődmények (pl. trombózis) megelőzésére is alkalmaznak véralvadásgátló kezelést.

Műtéti beavatkozások előtt kötelező meghatározni a vérzési-alvadási időt, mert a fel nem ismert vérzékenység a legkisebb beavatkozás (pl. foghúzás) esetén is elvérzést okozhat.

A VÉRCSOPORTOK

A vörösvérsejtek felszínén antigén tulajdonságú anyagok vannak, amelyek alapján többféle vércsoportrendszer létezik. A gyakorlatban két fő vércsoportrendszer jelentős, az AB0- és az Rh-vércsoportrendszer. Ezenkívül vannak alvércsoportok is.

AZ AB0-VÉRCSOPORTRENDSZER

Felfedezése Landsteiner (1905) nevéhez fűződik.

A vörösvérsejtek felszínén kétféle antigén (agglutinogén) van, amelyek kicsapható anyagok: A-antigén és a B-antigén.

Az antigének jelenléte vagy hiánya alapján négy vércsoport létezik:

- Az A-vércsoportú egyének vörösvérsejtjein A-antigén található.
- A B-vércsoportú egyének vörösvérsejtjein B-antigént tartalmaznak.
- Az AB-vércsoportú egyének vörösvérsejtjein A- és B-antigén található.
- A 0-vércsoportú egyének vörösvérsejtjein sem A-, sem B-antigén nem található.

A plazmában kétféle antitest jellegű kicsapó anyag (izohemagglutinin, röv. agglutinin) van, ezek a plazmában veleszületetten jelen vannak:

anti-A- (α) antitest és az anti-B- (β) antitest.

Kicsapódás (agglutináció) a vörösvérsejtek „összecsomósodását” jelenti. Akkor jön létre, ha a kicsapható anyagok az őket kicsapó anyagokkal összekerülnek. Következésképpen az anti-A-antitest kicsapja az A-antigént, az anti-B-antitest pedig a B-antigént csapja ki.

Vércsoport	Antigén (VVS felszínén) kicsapható anyag	Antitest (plazmában) kicsapóanyag
A	A	anti-B
B	B	anti-A
AB	A és B	nincs
0	nincs	anti-A és anti-B

4.4. táblázat. Az AB0 vércsoportrendszer jellemzői

A vérátömlesztésről

A vérátömlesztés (transzfúzió) életmentő beavatkozás lehet, de az agglutináció lehetősége miatt sok veszéllyel és szövődménnyel jár. Elvégzése csak orvosi javallat alapján lehetséges.

Vérátömlesztésnél szabály, hogy az *adó* (donor) vérének antigénjét (agglutinogénjét) és a *kapó* (recipiens) vérének antitestjét (agglutininjét) kell figyelembe venni, nehogy kicsapódás jöjjön létre. Mindig a kapó plazmájának antitestjei csaphatják ki – összeférhetetlenség esetén – a beadott vörösvérsejtek antigénjét. (A beadott plazma-antitestek minimálisak, nem tudják kicsapni a kapó vörösvérsejtjeit.)

A kicsapódás elkerülésére kötelező minden vérátömlesztésnél elvégezni az ún. *keresztpróbát*, mikor a kapó savóját (antitest) és az adó, vagyis a palack vér vörösvérsejtjeit (antigén) kell összecseppenteni. *Ha kicsapódás észlelhető, tilos a vért beadni!* A kicsapódott, összecseppentett vörösvérsejtek eldugaszolják az ereket. Ez életveszélyes állapot, mert a vér nem tudja ellátni élettani feladatát.

- Ha A-vércsoportú egyén B- vagy AB-vércsoportú vért kapna, akkor agglutináció jönne létre, mivel a kapó anti-B-antitestje kicsapná a beadott vér B-antigénjét.
- Ha B-vércsoportú egyén A- vagy AB-vércsoportú vért kapna, akkor is agglutináció jönne létre, mivel a kapó anti-A-antitestje kicsapná a beadott vér A-antigénjét.
- Ha 0-vércsoportú egyén A-, B- vagy AB-vércsoportú vért kapna, akkor szintén agglutináció jönne létre, mivel a kapó anti-A- és anti-B-antitestje kicsapná a beadott vér A- és B-antigénjét.

Elvileg a 0-vércsoport *általános adónak* tekinthető, mivel nincs kicsapható anyaga, az AB-vércsoport pedig *általános kapó*, mivel nincs kicsapó anyaga. Ennek ellenére minden vérátömlesztésnél *csoportazonos vért kell adni*. Tekintettel az alvércsoportok létezésére is, csak csoportazonos vér adása esetén minimalizálódik az összeférhetetlenség lehetősége (különleges helyzetekben, pl. háborús körülmények között kerülhet sor az „általános kapó-adó” szabály érvényesítésére).

Legbiztosabb módszer az autotranszfúzió, mikor a betegnek a saját – előzőleg levett – és konzervált vérét adják vissza. Ez az eljárás költséges, de kockázatmentes.

Vérátömlesztésnél szinte soha nem kap a beteg teljes vért, hanem igény szerint csak a sejtes elemeket, vagy a plazma egyes alkotóit tartalmazó készítményt adják be.

A vércsoportok öröklődnek, az élet során változatlanok maradnak. (Öröklődésnél domináns tulajdonság az A-, B-vércsoport, recesszív tulajdonság a 0-vércsoport.)

Vérátömlesztés előtt a beteg (kapó) vércsoportját és a beadásra kerülő vér (adó) vércsoportját is meg kell határozni.

AZ RH-VÉRCSOPORTRENDSZER

Landsteiner és Wiener (1940-ben) újabb vörösvérsejt-antigént (-agglutinogént) fedezett fel. A *Macacus rhesus* majom (innen az elnevezés) vérében jelen lévő antigén az emberek 85%-ának vörösvérsejtjében felfedezhető, ők *Rh-pozitívak*. Akik ezzel az ún. Rh-faktorról nem rendelkeznek, az *Rh-negatívak* (az emberek kb. 15%-a). Az Rh-pozitív tulajdonságot a vörösvér-

sejtben lévő *D-antigén* okozza. Az Rh-faktor tehát öröklött tulajdonság, az élet során nem változik. Öröklődésnél domináns az Rh-pozitív (genotípus: Dd vagy DD), az Rh-negatív pedig recesszív tulajdonság (genotípus: dd), az Rh-tulajdonságért felelős D-antigén tehát dominánsan öröklődik.

Ha az anya negatív, az apa pozitív (heterozigóta), a következő lehet az utód Rh-tulajdonsága (a biológiában megismert öröklődésment szerint):

	♀		
♂		d	d
	D	Dd	Dd
	d	dd	dd

(DD és Dd: Rh-pozitív utódok, dd: Rh-negatív utódok)

A plazmában veleszületetten Rh-antitest, vagyis Rh-ellenanyag (anti-D) nincs, de az Rh-negatív egyénekben bizonyos körülmények között az élet során termelődhet. A termelődött ellenanyag az élet során összeférhetetlenséget okozhat.

Rh-összeférhetetlenség (inkompatibilitás)

Az ellenanyag termelődésének lehetőségei

- Ha Rh-negatív egyén Rh-pozitív vért kap, a beadott Rh-faktor ellen a szervezet ellenanyagot termel. Az ellenanyag-termelés viszonylag lassú folyamat. Ismételt Rh-pozitív vérátömlesztésnél azonban a már jelen lévő ellenanyag agglutinációt hoz létre.
- Ha Rh-negatív anya magzata Rh-pozitív, akkor a szülés során az anya szervezetébe bejutó magzati vörösvérsejtek ellenanyag-termelést váltanak ki. Lényegében ilyenkor az anya szervezete a számára „idegen” Rh-pozitív magzat ellen termeli az ellenanyagokat. Következő terhesség esetén, ha a magzat ismét Rh-pozitív, a már jelen lévő ellenanyag károsíthatja a magzatot.

Vetélés során is bejutnak a magzati vörösvérsejtek az anyai szervezetbe, és megindul az ellenanyag-termelés. Ilyen esetben a terhesség alatt a vér ellenanyagszintjének (titer) meghatározásából következtetni lehet a magzat Rh-tulajdonságára.

A szülést vagy vetélést követő 72 órán belül anti-D beadásával ki lehet védeni az ellenanyag károsító hatását (ti. az anyai szervezetbe jutott Rh-pozitív vörösvérsejteket hatástalanítja).

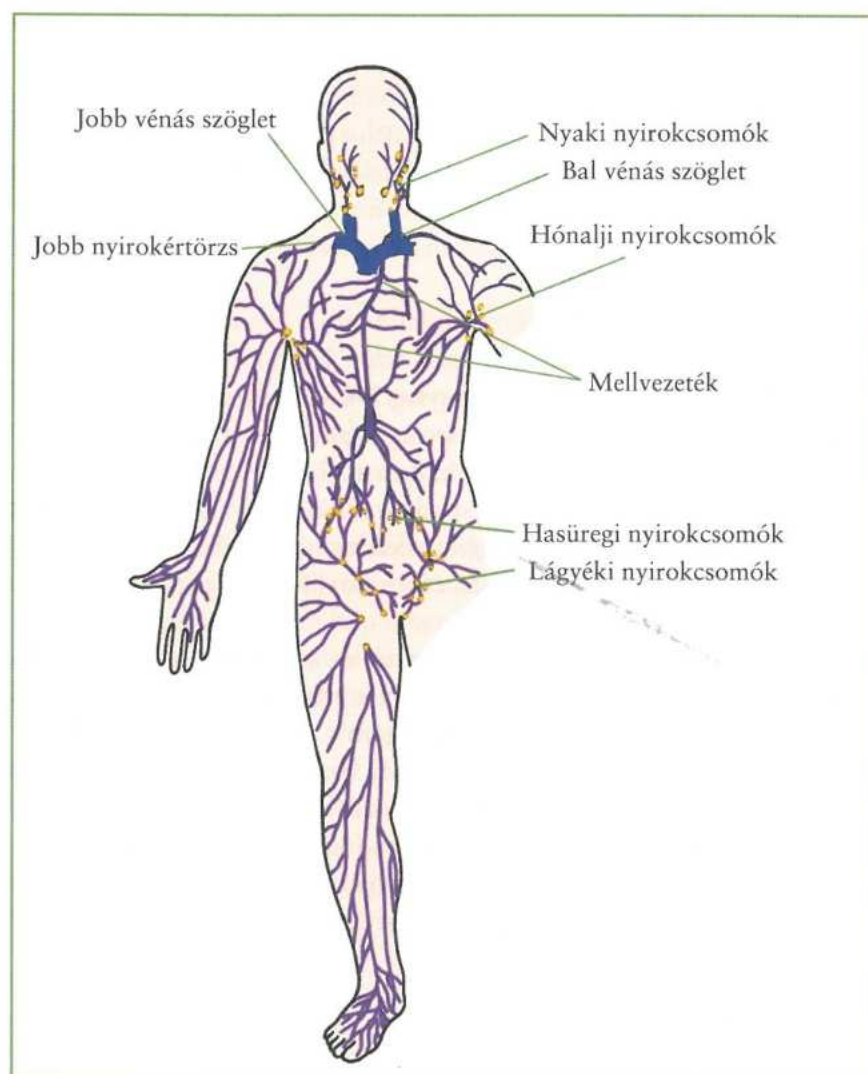
Rh-negatív nők családtervezése az egészséges utódok érdekében rendkívül fontos feladat. Az AB0- és Rh-vércsoportrendszerek egymástól függetlenek (öröklődésüket tekintve is). Így minden vércsoportú egyén rendelkezhet vagy Rh-pozitív vagy Rh-negatív tulajdonsággal.

A NYIROKRENDSZER

Rudbeck és Bartholin 1653-ban ismerte fel az emberi nyirokrendszert.

A nyirokrendszer részei: a nyirok, a nyirokerek, a nyiroktüszők, valamint a nyirokszervek, amelyekhez a nyirokcsomók, a lép és a csecsemőmirigy tartoznak.

A nyirokrendszernek fontos feladata a szervezet folyadék egyensúlyának fenntartása és az immunitás biztosítása.



4.28. ábra. A nyirokrendszer

A NYIROK

A nyirok (lymph) úgy keletkezik, hogy a verőeres kapillárisokból a szövetek közé leadott nedvet, valamint a szövetekben a sejttanyagsere folytán keletkező vizet (szövetnedv) a visszeres hajszálérhálózat nem tudja mind elszállítani. Az így létrejött folyadékot, ill. szövetnedvet nevezzük nyiroknak, amelynek összetétele hasonló a vérplazmához. A nyirokkeringés a szövetek közötti térből indul és a vénás rendszerbe ömlik. Ezért nevezik a *vénás keringés mellékpályájának*. Felnőtt szervezetben naponta hozzávetőleg három liter nyirok képződik, amely enyhén lúgos vegyhatású (pH 7,4), színtelen folyadék. A belek felől érkező nyirok (chylus) zsírdús.

A nyirok *sejtes elemei a nyiroksejtek* (lymphocyták). Számuk testtájuk szerint változó, a kisebb periférikus nyirokerekben kb. 500, a nagy nyiroktörzsekben kb. 40 000 van 1 µl nyirokban.

A NYIROKEREK

A nyirokerek falszerkezete és bennük a keringés iránya a visszerekhez hasonló. Az érfalban itt is, mint a visszereken, *billentyűk* vannak. A nyirokerek útközben nyirokcsomókon haladnak keresztül.

A nyirokerek fajtái

- **Nyirokhajszálerek:** A szövetek közötti térből veszik fel a nyirkot, a perifériáról indulnak.
- **Nagyobb nyirokerek:** A hajszálerek egyre vastagabb ágakba szedődnek, összegyűjtik az egyes testtájuk nyiroknedveit.
- **Nagy nyiroktörzsek:** A nagyobb nyirokerek végül összeszedődve két nagy törzset alkotnak, a mellvezeték és a jobb oldali nyirokértörzset.
 - A *mellvezeték* (ductus thoracicus), a test 3/4 részéből (a test alsó részeiből és a bal felső testrészből) vezeti a nyirkot a bal vénás szögletbe.
 - A *jobb oldali nyirokértörzs* (truncus lymphaticus dexter), a test 1/4 részéből (fej, nyak, jobb felső végtag és a mellkas jobb fele) vezeti a nyirkot a jobb vénás szögletbe.

A nyirokáramlást a szövetnedv nyomása, a nyirokerek rugalmassága és a mellkas szívóhatása tartja fent.

A nyirok kóros felszaporodása esetén a végtag vizenyős (nyiroködéma) lesz.

A fertőzések gyakran terjednek a nyirokutakon. A rosszindulatú daganatok sokszor a nyirokrendszeren keresztül szóródnak, áttéteket (metastasis) adva más, távoli szervekbe.

A NYIROKTÜSZŐK

A nyiroktüszők a nyirokszerveket építik fel. A B-nyiroksejtek a keringésből a másodlagos nyirokszervekbe kerülnek, amelyeken belül az ún. B-sejt-zónákba vándorolnak, kialakítva a nyiroktüszőket. Nagyságuk pár száz µm-től 2 mm-ig terjed.

A nyiroktüszők fajtái

- *Elszórta elhelyezkedő* nyiroktüszők, amelyekből sokat találunk az emésztőrendszerben (pl. a csípőbélben).
- *Csoportosan elhelyezkedő* nyiroktüszők, pl. ilyenek a *mandulák*.

A mandulák nyiroktüszőhalmazok. A légutak és a tápcsatorna fertőzései elleni védekezésben van szerepük. A mandulák fajtái: *szájpadmandulák* (tonsilla palatina), *garatmandula* (tonsilla pharyngea), *nyelvgyökmandula* (tonsilla lingualis) és a *fülkürtmandulák* (tonsilla tubaria). Működésüknek köszönhetően a szájüregi sérülések (pl. foghúzás helye) gyorsan gyógyulnak.

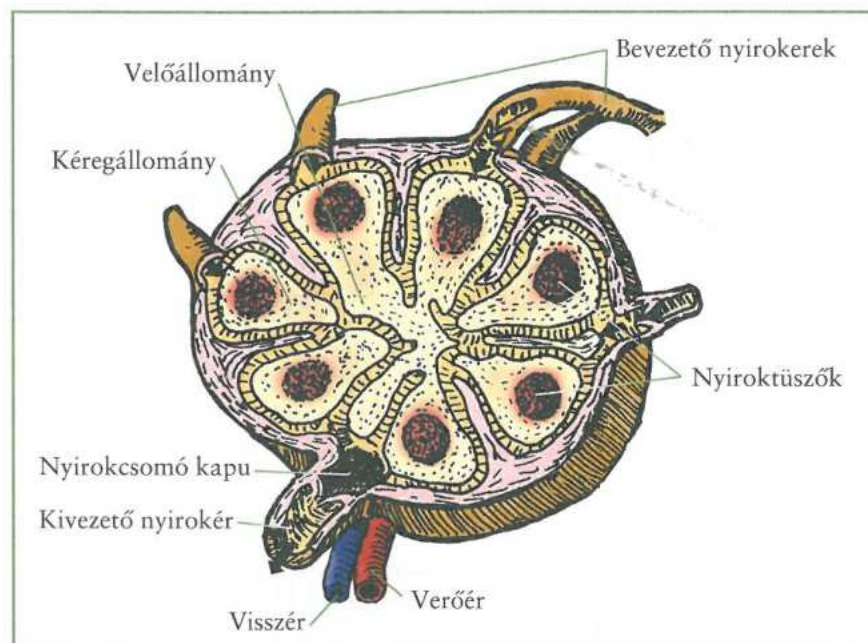
Ide sorolható a vakbél féregnyúlványa (appendix vermiformis), a „hasüreg mandulája”. Felépítése és működése hasonló a mandulákéhoz.

A NYIROKSZERVEK

E részben a nyirokszervekhez tartozó nyirokcsomókat, lépét és csecsemőmirigyet írjuk le.

A NYIROKCSOMÓK

A nyirokcsomók (nodus lymphaticus) bab alakú, 2 mm – 2 cm nagyságú szervek. Felületesen, illetve mélyebben helyezkednek el. Belsejükben *nyiroktüszők* találhatók. Kéreg- és velőállományból állnak. A kéregállomány nyiroktüszőket tartalmaz, a velőállomány sinusokat, amelyekben plazmasejtek találhatók. A sinusokon keresztül áramlik a nyirok.



4.29. ábra. A nyirokcsomó szerkezete

Minden nyirokcsomóban van két vagy több *bevezető nyirokér* (vas afferens), amelyek a domború oldalon lépnek be, és van *egy kivezető nyirokér* (vas efferens), amely a homorú oldalon lép ki, felveszi a B-nyiroksejteket.

A *nyirokcsomók feladata* a *nyiroksejtek termelése és a nyirok megszürése*. Mivel lényegében szűrőberendezésként működnek, gátat (barrier) jelentenek a fertőzésekkel szemben. A szervezetbe a légutakon bejutó porszerű anyagok a nyirokerek révén a nyirokcsomókba jutnak és ott lera-
kódnak (a lerakódástól a tüdőkapu nyirokcsomói boncoláskor néha majdnem fekete színűek).

Szervezetünkben kb. 6–700 nyirokcsomó van, egyenetlen elosztásban. Bizonyos testtájakon (regio) sűrűbben helyezkednek el, ezek a *regionalis nyirokcsomók*. Ilyenek találhatók a fejen, a nyakon, a hónaljban, a tüdőkapuban, a hasüregben, a kismedencében és a lágyékhajlatban. Például emlőgyulladásnál vagy az emlő rosszindulatú daganatainál a hónalji, nemi betegségek-nél a lágyéki, a tüdő betegségeiben a tüdőkapu nyirokcsomói duzzadnak meg.

A nyirokcsomók kórosan akár tojás nagyságúra is megnövekedhetnek. A fertőzésekre fokozott működéssel (hyperfunctio) reagálnak, ilyenkor ugrásszerűen megemelkedik a nyiroksejtek száma.

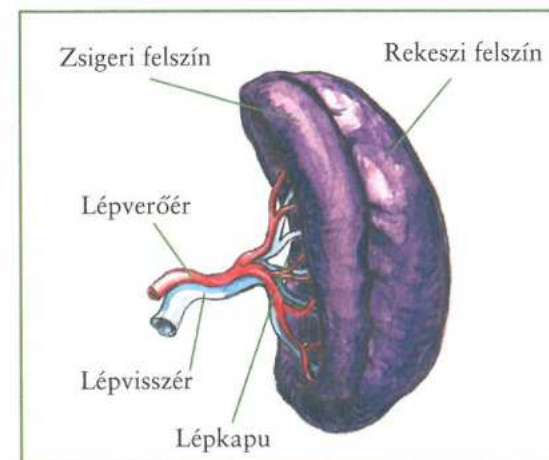
A LÉP

A lép (lien) a hasüreg bal felső részében, a rekeszizom alatt elhelyezkedő, harántul ovális alakú, kékesvörös, puha tapintású páratlan szerv. Kötőszövetes tok veszi körül. Igen sérülékeny. Tömege 120–140 g. 40 éves koron túl a szerv kissé zsugorodik.

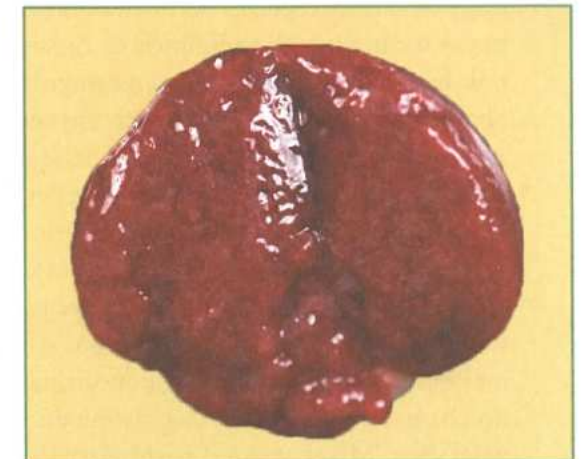
A lép a vér útjába iktatott nyirokszerv, ellentétben a nyirokcsomókkal, amelyek a nyirok útjába iktatott nyirokszervek. A lép részben keringési, részben nyirokszerv.

A lép mint nyirokszerv nyiroksejteket tartalmaz. Mint vérkeringési szerv vérraktár, mivel a vér 1/5-ét képes raktározni. Itt esnek szét az elpusztult vörösvérsejtek.

A lép fő részei: A *rekeszi* és a *zsigeri felszín*, és a *lépkapu*, ahol belép a *lépverőér* és kilép a *lépvisszér*.



4.30. ábra. A lép



4.31. ábra. A lép boncképe

A lép két állománya

- A *fehér pulpa* a lép vázát adja, állományát a lép tokjából benyúló kötőszövet és a nyiroktüszökhöz hasonló alakú ún. Malpighi-tüszők alkotják (nem azonosak a hasonló nevű vese-testecskékkel). Ez az állomány nyirokszervként működik, nyiroksejteket tartalmaz.
- A *vörös pulpát* a vér alakos elemei alkotják. Tárgulatai (sinusai) vért raktározhatnak.

Hirtelen, nagy fizikai igénybevétel esetén a lép összehúzódással juttatja a benne raktározódó vért a szervezetbe, ez okozza az ilyenkor a bal oldalon jelentkező erős szűrő fájdalomérzést.

A lép élettani szerepe az immunvédekezésben jelentős. Eltávolítására főleg lépsérüléseknél a csillapíthatatlan vérzés miatt kerülhet sor. Lép hiányában a szervezet fertőző betegségekkel szembeni védekezése súlyosan károsodik (OPSI-szindróma: lépeltávolítás utáni, fertőzőes tünetegyüttes, igen súlyos állapot).

A CSECSEMŐMIRIGY

A csecsemőmirigy (thymus) mint nyirokszerv a *T-lymphocyták* érésének legfontosabb helye.

A serdülőkor után a mirigy sorvadni kezd, és teljesen visszafejlődik. Erre az időszakra a T-sejtek már elhagyják a csecsemőmirigyet és a nyirokszervekben megtelepedve, szükség szerint ellátják a szervezetet további osztódásra képes sejtekkel (bővebben l. A belső elválasztású mirigyek rendszere című fejezetben).

ÉRDEKESSÉGEK

- A felnőtt ember *érhálózatának teljes hossza* hozzávetőleg 100 ezer kilométer, kapilláris felülete mintegy 1000 m², ezen keresztül zajlik az anyagcsere.
- Egy mondás szerint olyan idős valaki, amilyen az *erőinek állapota*. Utal arra a tényre, hogy az erek betegségei döntően befolyásolják az életkilátásokat. Érelmeszesedés (sclerosis) során az erek szűkülnek és rugalmatlanná válnak, mivel káros anyagok rakódnak le az érfalra. Veszélyes a végtagokon is, de végzetes kimenetelű lehet a szívben, ahol szívizomelhalást, az agyban agyvérzést (stroke) okozhat. Kialakulásában szerepe van pl. a magas vérnyomásnak, a helytelen táplálkozásnak.
- *Boncolásnál* a nagyvesszerek és a verőerek üresek, így kapta a v. cava superior et inferior a nevét. A cava jelentése szó szerinti fordításban: üres (az ér a magyar nomenklátúrában a „fővisszér” elnevezést kapta).
- Az *EKG-vizsgálatot* Willem Einthoven holland fiziológus dolgozta ki 1895-ben. Az első készülékek három ponton, három elvezetéssel mértek (a két kézen és a bal lábon), a mai készülékek akár tizenöt ponton mérhetnek, az adatokat digitalizáltan is fel lehet dolgozni. Az EKG-nak máig elsőrendű szerepe van a szív működés diagnosztikus vizsgálatában. Mivel egyszeri rövid vizsgálat bizonyos elváltozásokat nem mutat ki, a holter EKG-monitorozás hordozható készüléken 24 órán át rögzíti a mért hullámokat, amelyeket számítógéppel értékelnek ki.

- Az első *szívátültetés* világszenzáció volt 1967-ben. Az ötórás műtétet Dél-Afrikában Christiaan Barnard sebész végezte, egy 25 éves nő szívét ültette át egy 55 éves férfi szervezetébe. A beteg 18 napig élt, akkor még nem tudták kezelni az idegen szerv kilökődését okozó immunreakciókat. Azóta számtalan átültetést végeztek, eddig 23 év volt a leghosszabb túlélés. Magyarországon 1992-ben végezte Szabó Zoltán professzor az első szívátültetést.
- Az *AIDS* (Acquired Immune Deficiency Syndrome) szerzett immunhiányos tünetegyüttes. A betegséget az emberi immunhiányt előidéző vírus, a HIV-vírus (Human Immunodeficiency Virus) okozza. 1981-es felfedezése óta világszerte 65 millióan fertőződtek meg, és 25 millióan haltak meg a betegségben. A T-lymphocytákat támadja meg, védtelenné téve a betegeket a legkisebb fertőzésekkel szemben is. Az AIDS-fertőzés fokozott kockázatát jelenti a védekezés (óvszer) nélküli szexuális érintkezés, a közös tűt használó intravénás kábítószerelés, de kitettek a fertőzésnek azok is, akik vérrel, testváladékokkal érintkeznek munkájuk során (pl. egészségügyi dolgozóknál ezért is fontos a higiénés előírások betartása). A HIV-szűrés az AIDS-ambulanciákon a veszélyeztetettek számára ingyenes és anonim. Pozitív eredmény esetén a vizsgálatot megismétlik. A betegség teljesen nem gyógyítható, de olyan gyógyszerek állnak rendelkezésre, amelyekkel eredményesen kezelhető.
- A *koleszterinnek* csak egy részét vesszük fel a táplálékkal (tojás, belsőségek, állati zsiradékok), egy részét a máj állítja elő. Ezért koleszterinszegény étrend mellett is kialakulhat magas koleszterinszint, amelynek kezelése: egészséges táplálkozás (koleszterinszegény étrend), gyógyszeres terápia (csak orvosi előírásra) és rendszeres testmozgás, valamint a túlsúly csökkentése. A vérzsírok, köztük a koleszterin szinten tartása csökkenti a szív-ér rendszeri betegségek kialakulásának kockázatát.
- A szív- és érrendszeri betegségek az első a halálokok között hazánkban (és a legtöbb országban). Magyarországon minden második haláleset oka szív-ér rendszeri betegség (54%).
- A *magas vérnyomást* rendszeres méréssel lehet „tetten érni”. Mivel egyszeri méréssel bizonyos elváltozások nem mutathatók ki, a holter monitorozás során egy hordozható automata 24 órán át méri és rögzíti az értékeket, amelyek feldolgozása számítógépes programmal történik. Segítségével kiszűrhető a „fehérvérnyomás” magas vérnyomás: csak akkor emelkedett a vérnyomás, amikor egészségügyi intézményben mérik. Magas vérnyomásra hajlamosító gyakori tényezők: dohányzás, fokozott sófogyasztás, elhízás, mozgáshiány, egészségtelen táplálkozás, stressz és az alkoholizmus.

ÖSSZEFOGLALÁS

A *vér sejtjes elemei* közül a vörösvérsejtek a gázszállításban, a fehérvérsejtek a szervezet védekező mechanizmusaiban, az immunitásban, a vérlemezkék pedig a vérárvadásban játszanak fontos szerepet.

A *vérplazma* folyékony, emiatt mondható a vér folyékony szövetnek. A plazma főbb alkotórészei: fehérjék, zsírok, szénhidrátok, ásványi anyagok, hormonok és festékanyagok.

A *vérképző szervek* a vér sejtjes elemeinek termelését végzik.

A *véralvadás* bonyolult folyamatában tizenhárom faktor vesz részt. A faktorok hiánya vérzékenységet okoz.

Az ABO- és az Rh-vércsoportrendszer felfedezése tette lehetővé a sokszor életmentő beavatkozás, a vérátömlesztés biztonságos elvégzését. Összeférhetetlenség (inkompatibilitás) esetén a vért kapó életveszélybe kerülhet, ezért a vérátömlesztés szabályainak betartása a klinikai gyakorlatban nagyon fontos.

A *nyirokrendszer*, mint a vénás rendszer mellékpályája egyrészt a szövetnedvek elvezetését biztosítja, másrészt a nyirokcsomók, nyiroktüszők és a nyirokszervek révén fontos szerepet játszik a szervezet védekező képességének biztosításában.

KULCSFOGALMAK

Általános (humorális) immunitás, helyi (celluláris) immunitás, MPS, véralvadási faktorok, inkompatibilitás, agglutinin, agglutinogén, antigén, agglutináció, vérszérum, keresztpróba, regionális nyirokcsomók.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

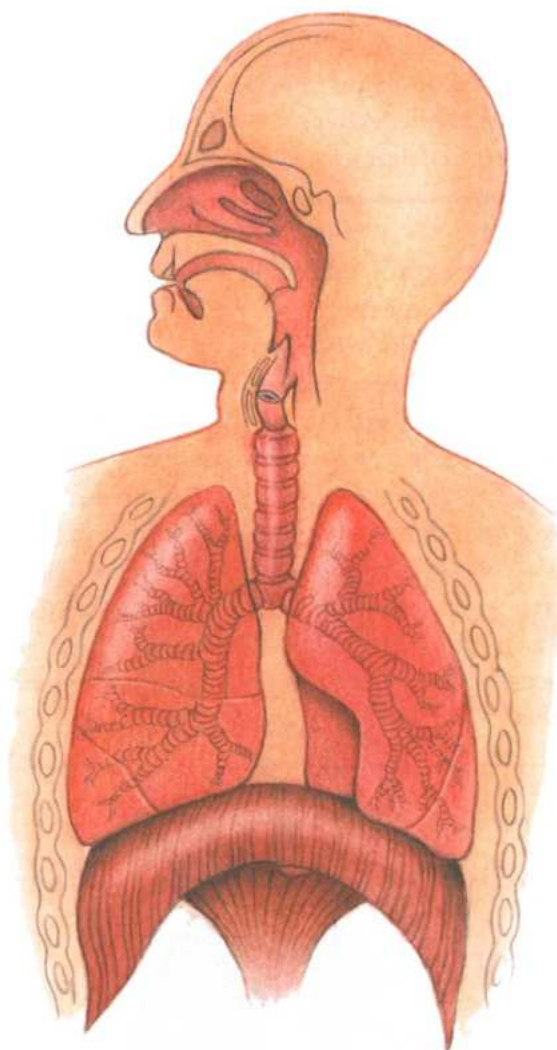
1. Mi az alapvető különbség a T-lymphocyták és a B-lymphocyták működése között?
2. Jelölje X-szel a cellákban a vérsejtek szerepét!

	VVS	Granulocyták	Monocyták	Vérlemezkék	Nyiroksejtek
A véralvadásban					
Az immunfolyamatokban					
A gázszállításban					

3. Mi indokolja, hogy vérző vagy műtetre váró betegről kórházi felvételnél minden esetben, levett vérből elkülönített, névvel jelölt saját vérsavót (vérszérumot) tárolnak?
4. Magyarázza meg, mi történne, ha A-vércsoportú egyén B-vércsoportú vért kapna!
5. Milyen Rh-tulajdonságú utódai lehetnek Rh-negatív anyának abban az esetben, ha az apa Rh-pozitív (homozigóta)? Rajzolja le az öröklésmenetet!
Rh-negatív anya és Rh-negatív apa csecsemőjénél vérvizsgálattal Rh-pozitív vércsoportot állapítottak meg. Lehetséges? Válaszát indokolja meg!
6. Lehetséges férfiaknál kialakuló Rh-inkompatibilitás? Válaszát indokolja meg!
7. Létfontosságú szerv a lép? Válaszát indokolja meg!
8. Nevezze meg a nyirokcsomókat testtájak szerint!
9. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a vér, a magzati vérkeringés és a nyirokrendszer képeit és animációit!

5. FEJEZET

A LÉGZŐRENDSZER



A LÉGZŐRENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember légzőszervrendszere (biológia):
 - a felső és alsó légutak felépítése,
 - külső gázcsera a tüdőben,
 - a mellkas szerepe a légcserében.
- Vérkörök: kis és nagy vérkör (e tankönyv 4. fejezete)
- Egészséges életmód (egészségfejlesztés)
- A légzőrendszer latin szakkifejezései (orvosi latin)

A szervezet és a légköri levegő közötti gázcserét a légzőszervrendszer (apparatus respiratorius) és a keringési szervrendszer bonyolítja le.

A gázcsera egyik formája a *külső légzés*, vagyis az oxigén felvétele és a szén-dioxid leadása a légköri levegő és a vér között. Ezt nevezzük *tüdőlélegzésnek*.

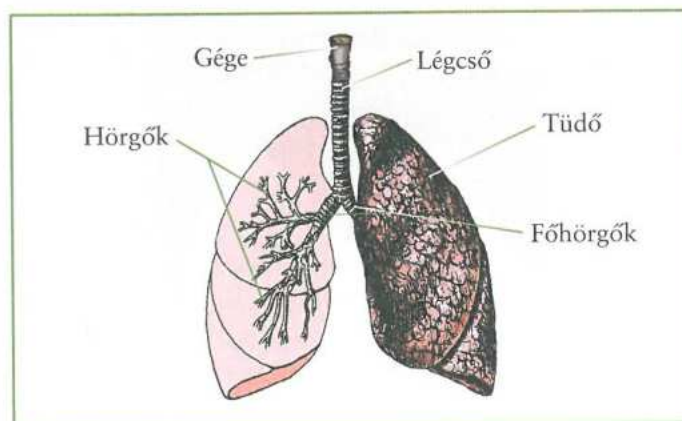
A másik formája a *belső légzés*, vagyis az oxigén leadása és a szén-dioxid felvétele a vér és a szövetek között. Ezt nevezzük *sejt- vagy szövetlélegzésnek*.

A légzőszervek a külső légzés lebonyolításában vesznek részt.

A tüdő a gázok, főleg a szén-dioxid eltávolításával a szervezet sav-bázis egyensúlyát biztosítja, de kismértékben az alkoholt és bizonyos gyógyszereket is képes kiválasztani.

A *légzőszervrendszer részei*: az orr, az orrüreg, az orrmelléküregek, a garat, a gége, a légcső és a tüdő. (A garat ismertetését l. Az emésztőszervrendszer című fejezetben.)

Az orrüreget és a garatot *felső légutaknak*, a légzőrendszer többi részét *alsó légutaknak* nevezzük.



5.1. ábra. Az alsó légutak részei

A LÉGZŐSZERVRENDSZER FELÉPÍTÉSE

AZ ORR

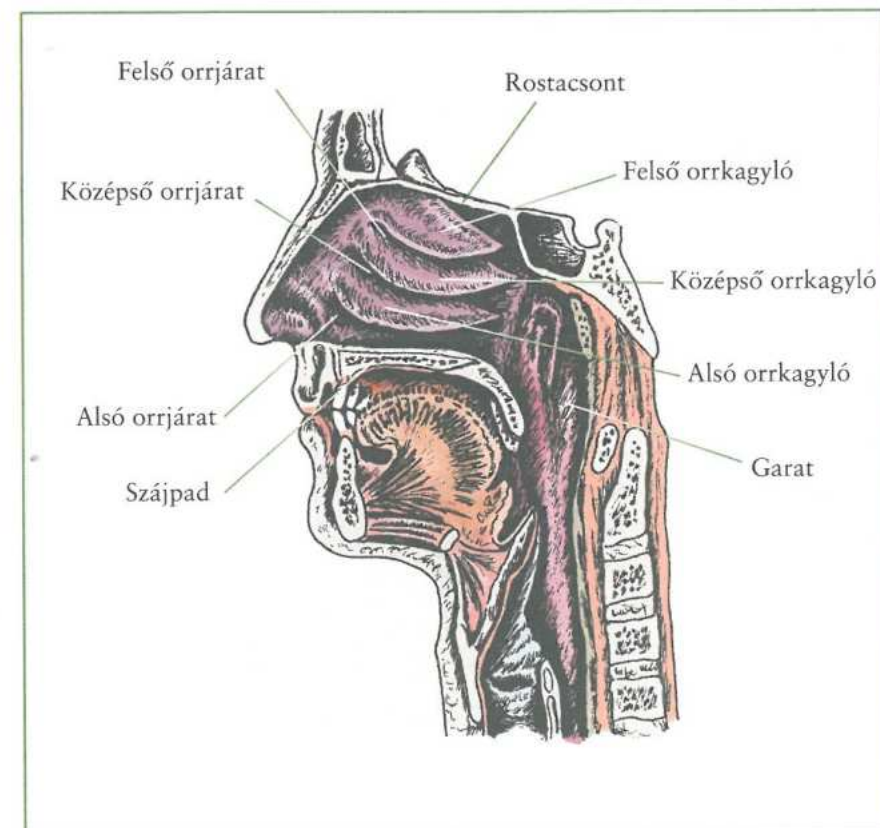
Az orr feladata a beszívott levegő megszűrése a szennyeződésektől, felmelegítése és párásítása. Az orr (nasus) részei: a *külső orr* (nasus externus) és az *orrüreg* (cavum nasi).

A külső orr

A külső orr kiemelkedik az arcból.

Részei:

- Az *orrgyök* az orr homlokhoz kapcsolódó része.
- Az *orrcsúcs* az orrgyökkel szemben végződő rész.
- Az *orrszárny* kétoldalt az orr oldalfalát alkotja.
- Az *orrhát* a két oldalszárny találkozási pontja a középsíkban, az orr ívét adja.
- A két *orrrnyíláson* áramlik át a levegő be- és kilégzésnél.



5.2. ábra. Az orrüreg középsíkú metszete

Az orrüreg

A tulajdonképpeni orrüreg az arckoponyában helyezkedik el.

Részei:

- Az *orrsövény* (septum nasi) az orrüreget középen két részre osztja.
 - Elöl porc építi fel, ez a porc orrsövény,
 - Hátul csont alkotja, ez a csontos orrsövény.
- Orrsövényferdülés esetén a két rész nem szimmetrikus (az okozott tünetektől függően a rendellenességet műtéttel korrigálják).

- Az *orkagylók* az orrüreg oldalfalán helyezkednek el, mindkét oldalon három található: *felső, középső és alsó orrkagylók* (concha nasalis superior, media, inferior).
- Az *orrjáratok* az orrkagylók alatt húzódnak: *felső, középső és alsó orrjárat*, illetve a *közös orrjárat* az orrsövény mellett található. Az orrjáratok az áthaladó levegő útját biztosítják.

Az orrüreg határai

- Fent a rostacsont.
- Lent a szájpadosont és a felső állcsont.
- Oldalt a rostacsont a felső és középső orrkagylóval és az önálló alsó orrkagylócsont.

Az orrüreg hátsó nyílása a garat orri szakaszába vezet.

Az orrüreget belülről csillószőrös hengerhámmal fedett, mirigyekben gazdag nyálkahártya béleli, kivéve az orrüreg tetejét, ahol szaglóhám található. Gyulladás esetén a nyálkahártya megduzzad, nehézzé válik a légzés, „eldugul” az orr. Az orrüreg vénás hálózata gazdag, innen erednek az orrvérzések.

Nyugodt körülmények között általában az orrüregen át, mély légzéskor, izgatott állapotban vagy fokozott oxigén szükségletnél a szájüregen keresztül történik a légzés.

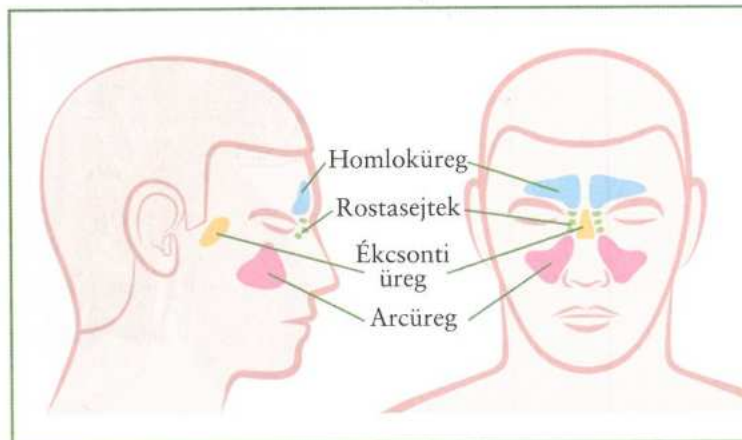
A cseppek vagy spray formájában bevitt gyógyszerek az orrnyálkahártyáról jól felszívódnak.

Az orr egyben szagló érzékszerv is (l. Az érzékszervek című fejezetben).

AZ ORR MELLÉKÜREGEI

Az orr melléküregei: a homloküreg, az arcüreg, az ékcsonti üreg és a rostasejtek. Mindegyik légtartalmú üreg.

- A *homloküreg* (sinus frontalis) a homlokcsontban található páros üreg. Kivezető nyílása a középső orrjáratba vezet.
- Az *arcüreg* (sinus maxillaris) a felső állcsont nagyméretű páros ürege. Kivezető nyílása a középső orrjáratba vezet.



5.3. ábra. Az orr melléküregei

- Az *ékcsonti üreg* (sinus sphenoidalis) páratlan üreg az ékcsont testében, az orrüreg hátsó részébe nyílik.
- A *rostasejtek* (cellulae ethmoidales) a rostacsontban, a függőleges lemez két oldalán, az orrüreg és a szemüreg között elhelyezkedő, egymással közlekedő, apró légtartalmú üregek.

A melléküregek szerepe:

- Csökkentik a koponya súlyát.
- Párásítják és felmelegítik a belégzett levegőt.
- A hangképzésnél mint rezonátorok a hangnak sajátos, egyéni színezetet adnak.

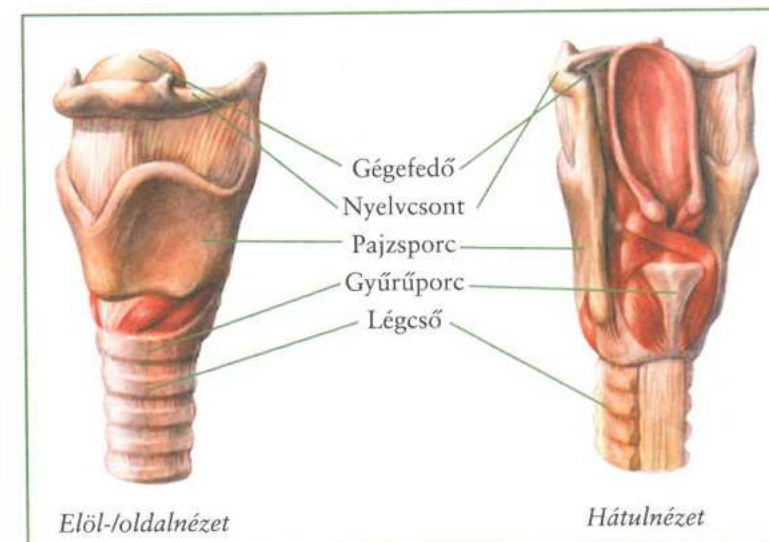
A melléküregek nyálkahártyája azonos az orrüregével. A fertőzések az orrüreg felől könnyen áttérnek a melléküregekbe. Ilyenkor az egyébként légtartalmú üregek gyulladásos foyadékkal (gennyel) telnek meg, ami erős fájdalommal jár. Légúti betegségek szövődmenyeként gyakoriak a melléküregek gyulladásai (sinusitis).

A GÉGE

A gége (larynx) a hangadás szerve. A nyak elülső, középső részén helyezkedik el, a garatot a légcsővel összekötő üreges szerv. Feladata a hangképzés. Porcok építik fel, amelyeket izmok, ízületek és szalagok kötnek össze. A gége faláról beemelkedik a két hangredő, amelyekben a hangszalagok haladnak.

A gége porcai

- A *pajzsporc* páratlan porc. Elöl pajzsként védi a gége üregét. Lemezei a nőknél nagyobb, a férfiaknál kisebb (hegyes) szögben találkoznak, ezért jobban kiemelkedik és elől a nyakon jól látható (ádámcsutka). A pajzsporc a legnagyobb gégeporc.
- A *gyűrűporc* szintén páratlan porc. A pajzsporc alatt helyezkedik el. Alakja pecsétgyűrűhöz hasonló, elől keskeny, hátul szélesebb.
- A *kannaporc* páros porc a nevét az alakjáról kapta. A gyűrűporc hátsó felszínéhez ízülettel kapcsolódik. Függőleges tengely körüli mozgásával alakítja hangképzésnél a hangrést.
- A *gégefedő* levélhez hasonló alakú, páratlan porc. Nyele elől a pajzsporchoz kapcsolódik. Nyelésnél a porc ráfekszik a gégebemenetre, elzárja a falat útját a gége ürege felé, és a nyelvcső felé irányítja.



5.4. ábra. A gége porcai

A gége ürege

A gége ürege homloksíki metszetben homokóra alakú.

- Felső része tágult.
- Középső része beszűkült, itt található a két *álhangredő* (a hangszalagot védi) és alatta a két *hangredő*. A két hangredőben a két *hangszalag* helyezkedik el, amelyek közrefogják a *hangrést*.
- Alsó része a felsőhöz hasonlóan tágult, folytatása a légcső.

A gégét széles szalag kapcsolja a nyelvcsomhoz. Nyelésnél a gége emelkedik. Nyelés közben a gégeredők elzárják a visszaáramló levegő útját. A hangrés teljes összezáródásának képessége csak emberre jellemző tulajdonság. Így válik lehetővé a hangok képzése (artikuláció) és az erő kifejtés, pl. a hasprés.

A gégét is – a légutakban szinte mindenhol megtalálható – *csillószőrös hengerhám* béleli. A csillók a belégzett levegővel ellentétes irányba, kifelé csapkodnak, eltávolítva a felszínt borító nyákba ragadt idegen anyagot.

Gégevizenyő (gégeödéma) esetén a gége nyálkahártya és az alatta lévő kötőszövet megduzzad. Veszélyes állapot, mert a duzzadt szövetek elzárhatják az átáramló levegő útját, és fulladás következhet be. Gégevizenyő jöhet létre sérülés, gyulladás vagy allergiás reakció következtében.

A hangképzés elemei

- A *hangredők* előtt a pajzsporc és hátul a kannaporcok között jobb és bal oldalon egy-egy nyílrányba futó redő. Felettük egy-egy *álhangredő* található.
- A *hangszalagokat* a jobb és a bal hangredők foglalják magukba.
- A *hangrés* a hangredők között található.

Kilégzéskor a hangrésen kiáramló levegő megrezegteti a hangszalagokat, a hangrés záródik, így jön létre a hang.

Veszélyes, ha táplálkozásnál, vagy más módon a gégébe vagy lejjebb, a légutakba idegen anyag kerül (félrenyelés: aspiráció), mert elzárhatja a levegő útját és fulladást okozhat.

A hangképzés

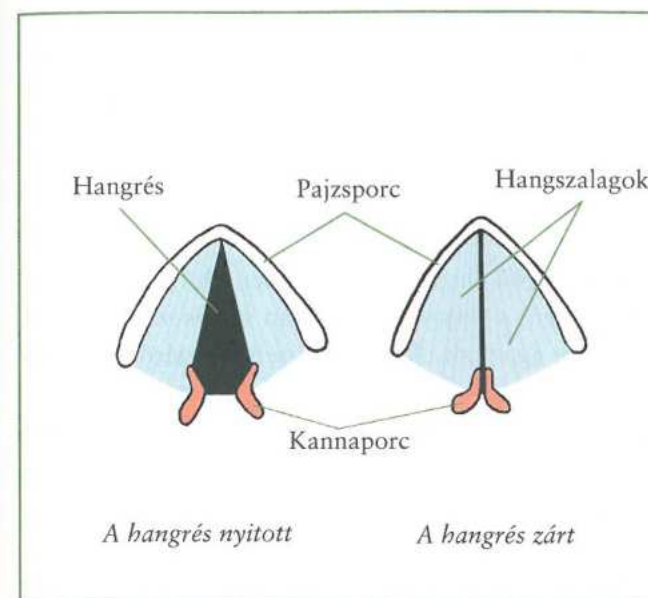
Hangadáskor a hangszalagok megfeszülnek, szűkítik a hangrést. A kiáramló levegő rezgésbe hozza a hangszalagokat, a rezgést átveszi a kiáramló levegő, így keletkezik a hang.

A hang erősségét, magasságát, színezetét befolyásolja a kiáramló levegő nyomása, a hangszalagok feszessége, hossza és rezgése.

A hangrés állása

- Amikor *nincs hangképzés*, a két hangszalag laza, a *hangrés nyitott* (a hangszalagok kb. 30 fokos szöget zárnak be).
- *Suttogó hangnál* a kiáramló levegő nem rezegteti meg a hangszalagokat, a hangrés csak *résnyire nyitott*, a hangszalagok szöge kb. 10 fokos. Így történik a h betű kiejtése.
- Amikor *van hangképzés*, a két hangszalag szorosan egymás mellett áll, a *hangrés változó*. A kiáramló levegő megrezegteti a hangszalagokat, az orr- illetve szájüreg közreműködésével létrejön a hang (zárt hangrésnél lehetséges a hasprés). Belégzéskor a hangszalagok szöge kb. 45 fokos (ez a légzőállás).

Minél hosszabb a hangszalag, annál mélyebb a hang. A hang színezetét befolyásolják a száj, az orr és az orrmelléküregek anatómiai viszonyai, így minden embernek sajátos, egyéni színezetű hangja van.



5.5. ábra. A hangképzés



5.6. ábra. A légcső hosszmetsetének boncképe

A LÉGCSŐ

A légcső (trachea) a gyűrűporc folytatása lefelé. 12–14 cm hosszú, kb. hüvelykujj vastagságú cső, előtt a mellkas középvonalában, a 7. nyakcsigolyától a 4. hátcsigolyáig húzódik. Rugalmas, falát 15–20 db C alakú porc merevíti, ezáltal falai nem fekszenek össze, a levegő számára átjárható.

A légcső hátsó falát simaizomból és kötőszövetből álló laza hártya képezi, amely a C alakú porcok végeit köti össze. Mögötte fut a nyelőcső. Ez a laza rész nyelésnél bedomborodik a nyelőcső felől a légcső felé, lehetővé téve, hogy a nagyobb falatok is áthaladjanak a gyomor felé. Falát csillószőrös hengerhám borítja.

A légcső a 4. háti csigolya magasságában kettéoszlik a két főhörgőre. A légcső eloszlási helyét bifurcationak nevezzük.

A HÖRGŐK

A hörgők a tüdő felépítésében vesznek részt. A hörgők fajtái: főhörgők, hörgők, hörgőcskék. Falukat – a légcsőhöz hasonlóan – csillós hengerhám borítja.

Főhörgők

A légcső kettéágazása hozza létre a *jobb és bal főhörgőt* (bronchus principalis d. et s.).

- A *jobb főhörgő* a jobb tüdőkapun lép be a tüdőbe. Rövidebb, tágabb és meredekebb lefutású mint a bal főhörgő.

- A *bal főhörgő* a bal tüdőkapun lép be a tüdőbe. Szűkebb, kissé hajlított lefutású. Az idegen testek félrenyelés révén általában a jobb főhörgőbe, innen a jobb tüdőbe kerülnek. A főhörgők *felépítése* ugyanolyan, mint a légcsőé, C alakú porcokból és kötőszövetből állnak. A főhörgők a tüdőben faagszerűen továbbágaznak. A jobb főhörgő 2 cm, a bal 5 cm után ágazik el.

Hörgők

A hörgők (bronchus, bronchi) a főhörgők faagszerű elágazásai a tüdőben. A tüdőlebenyekben *lebenyhörgő* a nevük, a tüdő kisebb egységeiben, a szegmentumokban *szegmentumhörgők* (tüdőnként 10), amelyek további kisebb hörgőkre ágaznak. Az egyre kisebb átmérőjű hörgők lefutása követi a tüdőverőér elágazásait.

Felépítésük porcos, de a porc itt teljes gyűrű alakot vesz fel. A hörgők ágai a tüdő minden részéhez eljutnak.

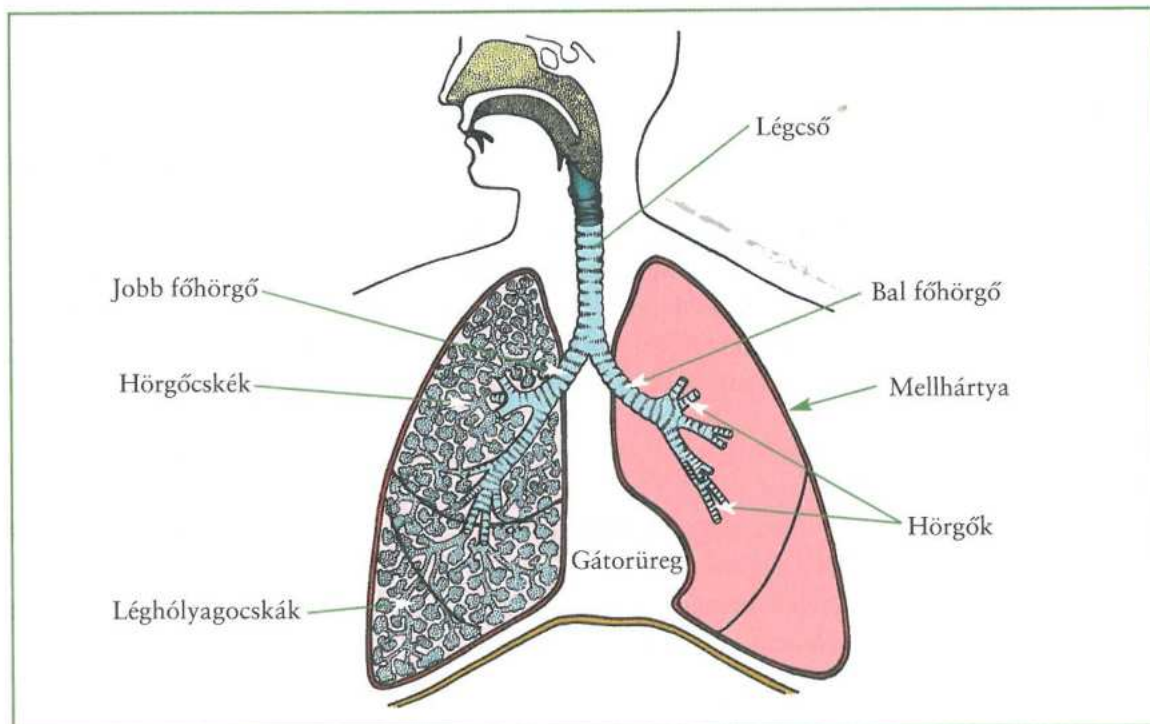
Hörgőcskék

A hörgőcskék (bronchiolus, bronchioli) a hörgők további kisebb elágazásai. Falukat simaizom és kötőszövet alkotja.

A hörgőcskék faagszerűen továbbágaznak. Végükön szőlőfürtszerűen helyezkednek el a *lég-hólyagocskák* (alveolusok), kb. 300 millió, átmérőjük 0,2 mm. Ezek a gázcsere lebonyolítóit, falukat légzőhám (laphám) alkotja.

A hörgőcskék görcsös, kilégzést nehezítő kóros állapota a tüdőasztma.

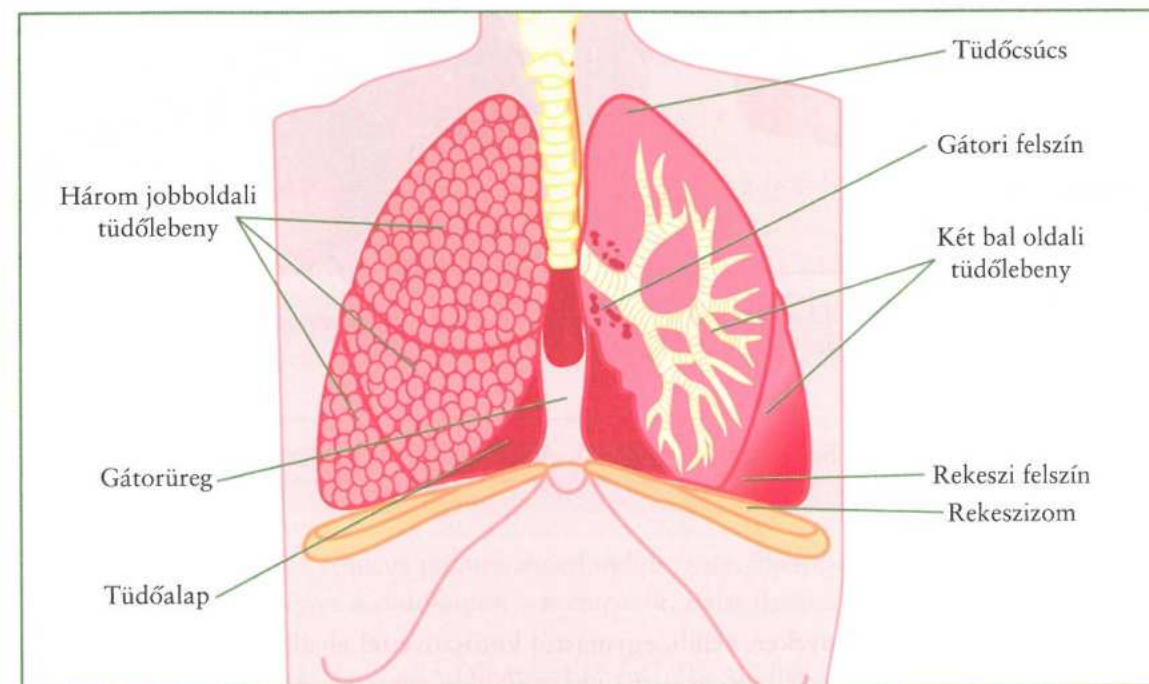
A légutak hámnján jól felszívódnak a belégzéssel (inhaláció) bejuttatott gyógyszerek.



5.7. ábra. A hörgők elágazásai

A TÜDŐ FELÉPÍTÉSE

A tüdő (pulmo) szivacsos tapintatú, rugalmas, páros szerv. Két tüdő van, a jobb és a bal (nagyobb) tüdő.



5.8. ábra. A tüdő

Helyzete: A két tüdő a mellüregben, a rekeszizmon helyezkedik el. Szinte az egész mellüregget kitöltik, a két tüdőt középen a gátorüreg (mediastinum), benne a szív választja el egymástól.

Alakja: A két tüdő együtt kúp alakú, egy tüdő félkúphoz hasonló.

Színe: Gyermekkorban rózsaszínű, a későbbi években a porártalmaktól szürkessé válik.

Fajsúlya: A víznél kisebb, a víz felületén úszik, mivel az egyszer már légzést végző tüdőből soha nem távozik el az összes levegő, valamennyi mindig visszamarad.

A tüdő részei

- A *tüdőalap* (basis pulmonis) a tüdő alsó, szélesebb része, a rekeszizmon nyugszik.
- A *tüdőcsúcs* (apex pulmonis) a tüdő felső része, kúpszerűen elkeskenyedek.
- A *tüdőkapu* (hilus pulmonis) a tüdő középirányában, a gátorüreg felé tekintő felszínén található, itt haladnak át az erek, a hörgők és az idegek.

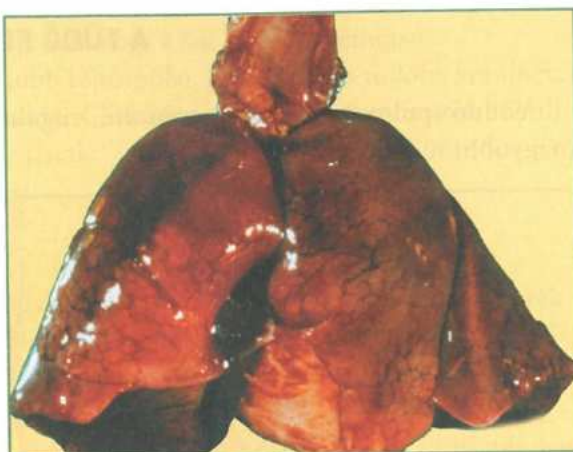
A tüdő felszínei és lebenyei

Felszínek

- A *rekeszi felszín* a rekeszizom felőli, kissé homorú felszín, lényegében ez a tüdőalap.
- A *bordai felszín* a tüdő bordák felőli része, jól látható rajta a bordák benyomata.
- A *gátoriüregi felszín* a középsikban elhelyezkedő gátorüreg felé tekintő rész, itt található a tüdőkapu. A tüdő felszínén márványozott rajzolat látható.



5.9. ábra. A két tüdő és a közöttük lévő szív boncképe



5.10. ábra. A tüdő boncképe

Lebenyek

A jobb tüdő három, a bal két *lebeny*ből áll. A lebenyeket elválasztó hasadékok szabad szemmel jól láthatók.

A tüdő szerkezete

A tüdőszegmentumok

A szegmentumok a lebenyeken belüli, egymástól kötőszövettel elválasztott, gúla alakú részek, csúcsukkal a tüdőkapu felé néznek. A tüdő *működési egységei*. A hörgőágak számának megfelelően tíz szegmentum van egy tüdőben.

Sebészeti jelentőségük, hogy megbetegedésük esetén külön-külön is eltávolíthatók.

A lebenyekék

A lebenyekék (lobulus) a szegmentumokon belüli kisebb, 1–2 cm átmérőjű egységek. Minden lebenyekét egy *hörgőcske*, a hozzá tartozó *léghólyagocskák* és *hajszálerek* építenek fel. A lebenyekék a tüdő felületén sokszögletű mezők formájában láthatók (halvány márványozottság).

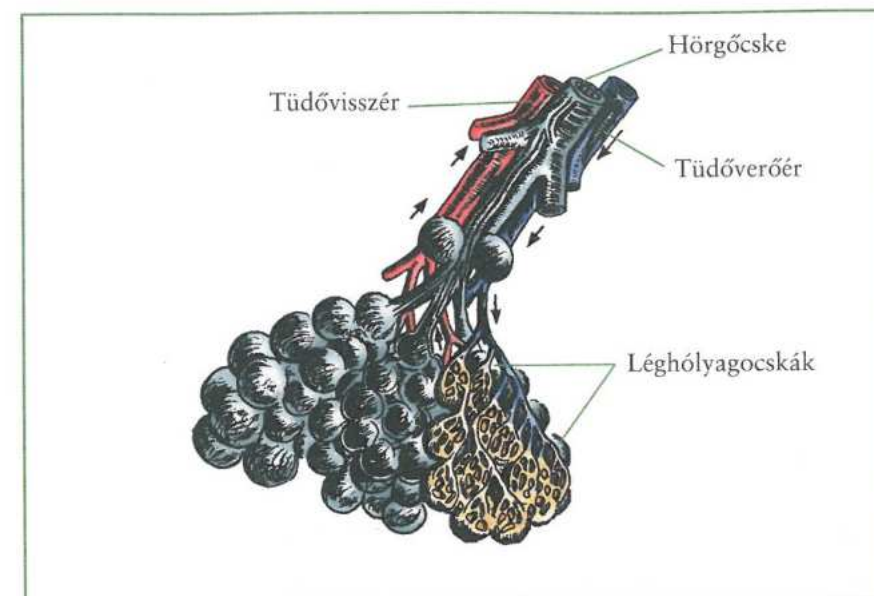
A léghólyagocskák

A főhörgők, hörgők és hörgőcskék – mint egyre kisebb keresztmetszetű csövecskék – biztosítják a levegő útját. A léghólyagocskák (alveolusok) a hörgőcskék végződésai. Szőlőfürt-szerűen helyezkednek el a tüdő állományában. Falukat igen vékony, egy sejtsorból álló légzőhám alkotja. Belsejükbe, az alveolaris térbe érkezik – a hörgőkön keresztül – a belégzett levegő. Falukat a tüdővisszér és a tüdőverőér hajszálerei hálózzák be. A *léghólyagocskák falán keresztül megy végbe a gázcsere*. Az alveolusok légzőfelülete kb. 100 m², az őket behálózó hajszálerek felülete elérheti a 300 m²-t.

A tüdő érrendszere

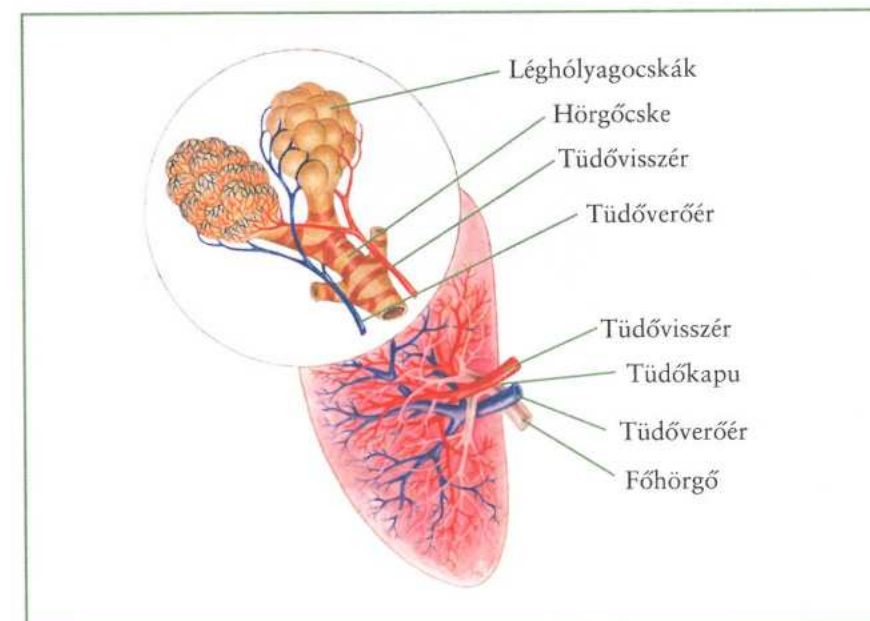
A tüdő kettős vérellátású szerv, kettős érrendszere van:

- Egyik a *tüdő verő- és visszérrendszere* (a. et v. pulmonalis). Ide tartoznak a tüdőlégzést lebonyolító kisvérkör erei (A keringési rendszer c. fejezetben részletesen ismertettük).



5.11. ábra. A léghólyagocskák

- A jobb kamrából a truncus pulmonalissal induló, szén-dioxid-dús vért szállító jobb és bal *tüdőverőér* – belépve a tüdőkapun – szétágazik, hajszálerei a léghólyagocskák falán végződnek.
- A tüdővisszér hajszálerei a léghólyagocskák falán kezdődnek, oxigéndús vért szállítanak, majd egyre nagyobb ágakba szedődnek. A *tüdővisszér* két ággal kilép a jobb és bal tüdőkapun, majd a bal pitvarba érkezik.



5.12. ábra. A kis vérkör erei a tüdőben

- A kettős érrendszer másik része a *hörgő verő- és visszérrendszere* (a. et v. bronchialis) a tüdő táplálását végzi, a tüdő szövetét, a hörgőket látja el vérrel.
 - *Verőerei* az aortából erednek, belépnek a tüdőbe, a hörgők mentén elágazva látják el a tüdőszöveteket friss vérrel.
 - *Visszerei* az artériákkal párhuzamosan haladnak (ellentétes irányba), összegyűjtik a tüdőszöveti által elhasznált vért, ami a hörgővisszérén keresztül az alsó fővisszérbe ömlik.

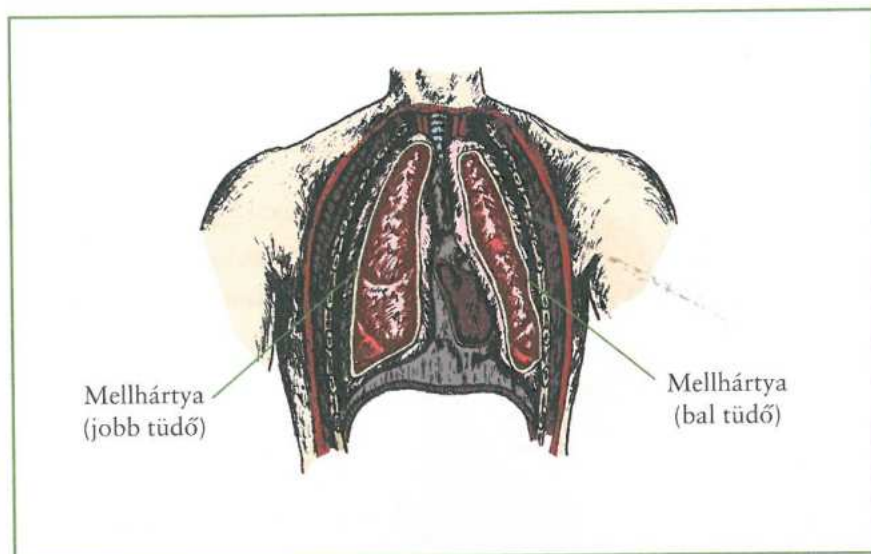
A tüdő *nyirokerekben* és *nyirokcsomókban* gazdag. A tüdőkapu nyirokcsomói – a légzéssel a szervezetbe került portól és koromtól – felnőttkorban már sok esetben feketék.

A mellhártya

A tüdőt kettős falú savós hártya, a mellhártya (pleura) burkolja. A két tüdő számára két külön zsákot képez, amelyeket középen a gátorüreg választ el egymástól. A két mellhártya lemezei (rétegei) közötti üregek az ún. pleura üregek nem közlekednek egymással. Mivel külön-külön veszi körül a két tüdőt, egyik tüdő sérülésénél vagy megbetegedésénél a másik tüdő zavartalanul működhet tovább.

A *mellhártya szerepe*: Védi a tüdőt, csökkenti légzés közben a súrlódást. Lemezei között negatív nyomás van (légnomása alacsonyabb a légkörinél), ami lehetővé teszi légzésnél a tüdő térfogatváltozásait.

Ha megnyílik a mellhártyaüreg (pl. sérülésnél), a negatív nyomás megszűnik, és a tüdő működésképtelenné válik. Ez a kórkép a légmell (pneumothorax, rövid. PTX).



5.13. ábra. A mellhártya

A mellhártya lemezei

- A *belső*, zsigeri lemeze (pleura pulmonalis) ráborul a tüdőre, összenőtt vele.
- A *külső*, fali lemeze (pleura parietalis), a mellüreg falát borítja belülről.

A fali lemeznek három része van: a bordákat borító rész, a rekeszizmot borító rész és a gátorüregi rész. A gátorüregi rész két nyílrányú lemezből áll, ezek közrefogják a gátorüreg.

A mellhártya zsigeri és fali lemeze között keskeny rés (cavum pleurae) található, amelyet pár ml savós váladék tölt ki. Légzőmozgásoknál a két lemez egymással szemben súrlódásmentesen el tud csúszni.

Gyulladások következtében a folyadék felszaporodhat. A kóros mennyiségű folyadékot mellkascsapolással lehet eltávolítani.

A mellüreg legmélyebb pontja a mellhártya rekeszi és bordai részének találkozásánál van, ahol a mellhártya két lemeze réseket alkot (sinus phrenicocostalis). Körbefut a rekeszizom eredése mentén mindkét oldalon, belégzésnél megnyílik, és a tüdő alsó széle benyomul ide.

A GÁTORÜREG

A gátorüreg a mellüreg közepén, a tüdők között lévő üreg. Határa elöl a szegycsont, hátul a gerinc, alul a rekeszizom, kétoldalt a tüdők medialis felszínei.

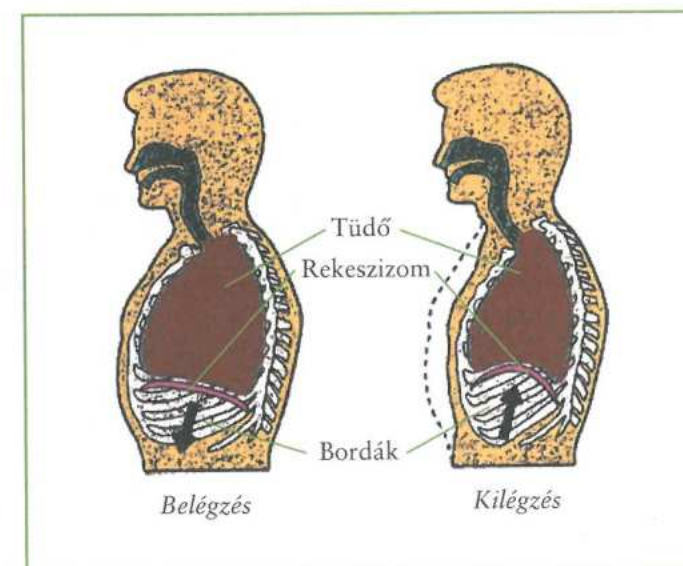
A gátorüreg elülső-alsó részében, a rekeszizmon fekszik a szív. A szív felett a csecsemőmirigy maradványa, a felső fővisszér, az aortaív és ágai találhatóak. Az üreg hátsó részében helyezkedik el a nyelőcső, a mellkasi aorta, a nyirokvezeték (mellvezeték), a nagyvénák és idegek.

A LÉGZŐSZERVRENDSZER MŰKÖDÉSE

A LÉGZÉS MECHANIZMUSA, LÉGZŐMOZGÁSOK

A légzés légzőizmok segítségével történik. A légzés be- és kilégzésből áll.

- A *belégzés* (inspiratio, inhalatio)
 - A külső bordaközi izmok összehúzódnak, ezáltal a bordák megemelkednek.
 - A rekeszizom süllyed.
 - A mellhártya lemezei kissé eltávolodnak egymástól (ezzel fokozódik a lemezek között amúgy is meglévő negatív nyomás).

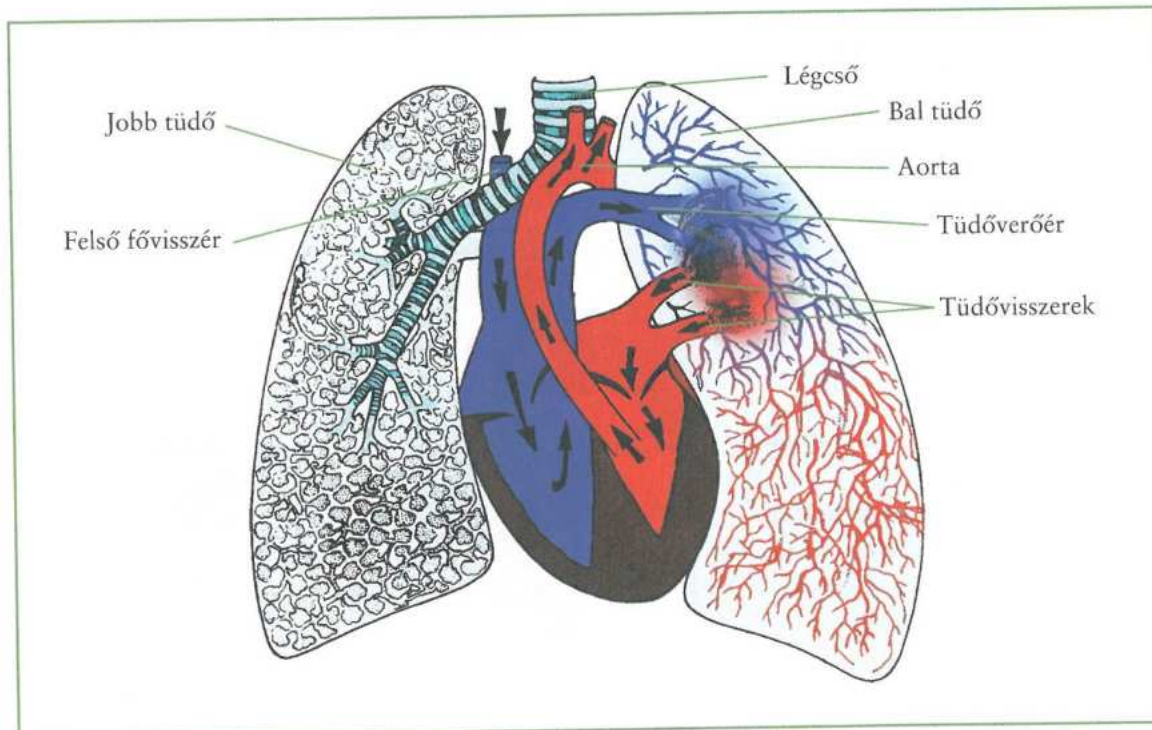


5.14. ábra. A be- és kilégzés

- A mellüreg térfogata nő.
 - Ezt passzívan követi a tüdőterefogat növekedése, aminek következtében a nyitott légutakon keresztül az alveolusokba levegő áramlik.
 - A *kilégzés* (expiratio, exhalatio)
 - A belső bordaközi izmok összehúzódnak (a külsők ellazulnak).
 - A bordák süllyednek.
 - A rekeszizom felemelkedik.
 - A mellhártya lemezei közelednek egymáshoz (a negatív nyomás csökken).
 - A mellüreg térfogata csökken.
 - A tüdő térfogata szintén csökken és rugalmasságánál fogva kipréseli a levegőt.
- A bordaközi izmok és a rekeszizom tehát légzőizmok.
- Normál légzés esetén a légvétel alig látható, neheztett légzésnél a beteg jól láthatóan erőlködik, légzést segítő izmokat is igénybe vesz (pl. nyakizmok, mellizmok, orrszárnny).

A KÜLSŐ LÉGZÉS

A külső légzés a légköri levegő és a tüdő léghólyagocskái között történik, *diffúzió* útján. A gázok mindig a nagyobb nyomású helyről áramlanak a kisebb nyomás felé. Ez a törvény-szerűség az oka annak, hogy a gázcsere során:



5.15. ábra. Gázcsere a tüdőben

- A szén-dioxid a tüdőverőér hajszálereiből átáramlik (diffundál) a léghólyagocskák belsejébe.
 - A léghólyagocskák belsejéből a felvett oxigén átdiffundál a tüdővisszér hajszálereibe.
- A diffúziót a hajszálerek és a léghólyagocskák igen vékony fala teszi lehetővé.

Parciális nyomás

Ismeretes, hogy a légköri levegőt többféle gáz alkotja (oxigén 21%, szén-dioxid 0,03%, nitrogén 78% stb.).

A levegőt alkotó összes gáz nyomása a légnyomás. Minden levegőt alkotó gáz külön-külön is rendelkezik a többi gázhoz viszonyított részleges nyomással, ez a parciális nyomás.

A léghólyagocskákban az *oxigén parciális nyomása* 100 mmHg, a tüdővisszér hajszálereiben 95 mmHg.

A tüdőverőér hajszálereiben a *szén-dioxid parciális nyomása* 46 mmHg, a léghólyagocskák belsejében 40 mmHg.

A léghólyagocskákban tehát nagyobb az oxigénnyomás mint a tüdővisszér hajszálereiben, a tüdőverőér hajszálereiben viszont nagyobb a szén-dioxid nyomása, mint a léghólyagocskákban. A nyomáskülönbség következtében jön létre diffúzióval a gázcsere a léghólyagocskák falán keresztül.

A BELSŐ LÉGZÉS

A szövetek sejtjeiben megy végbe a belső légzés. A gázzállítást a nagyvérkör erei végzik.

- Belső légzés során a sejtek *oxigént vesznek fel a verőerek hajszálereiből*. Az oxidációs folyamatok révén szén-dioxid és víz keletkezik, valamint energia szabadul fel. Az energia egy részét a szervezet felhasználja az életfolyamatokhoz, egy részét pedig elraktározza.
- A sejtek az elhasznált *szén-dioxidot leadják a visszeres hajszálereknek*.

A gázcsere a belső légzés során is *diffúzió* útján, a gázok nyomástörvénye alapján *jön létre*. A diffúziót a hajszálerek vékony fala és a sejthártya mint féláteresztő hártya teszi lehetővé.

A LÉGZÉS SAJÁTOSSÁGAI

- Kilégzésnél a tüdőben mindig marad vissza kb. 1200 ml levegő (reziduális levegő). Feladata a tüdő összeesésének megakadályozása és a gázcsere folyamatosságának biztosítása.
- Kilégzéskor víz is távozik a szervezetből, ez a *respirációs víz*. Mennyisége kb. 400 ml naponta (hideg tárgyra, pl. tükörrre lehelve jól látható a pára).
- A belégtet levegő mennyisége egy belégtetkor átlagosan 500 ml. Mély belégtetkor még kb. 2000 ml levegő lélegezhető be. Erőltetett kilégzéskor mintegy 2000 ml levegőt lehet kilégezni.
- *Vitálkapacitásnak* nevezzük az egy erőltetett mély be- és kilégzéskor a tüdőn átáramló levegő összmenyiségét (kb. 4500 ml). A vitálkapacitás függ az életkortól, a végzett munkától, az izmok fejlettségétől, a tüdő állapotától és arányos a testfelület nagyságával. A vitálkapacitást spirométerrel méri.
- Légzésünk elég felületes, mivel egy normál légvétetkor a vitálkapacitásnak általában csak tízedrésze áramlik át a tüdőn.

- Nyugalmi helyzetben felnőttkorban a légzésszám 12–16 percenként. Egy légzésszám egy be- és kilégzést jelent. A légzésszámot befolyásolja az életkor, a munkavégzés, a testhőmérséklet, a fájdalom, az idegrendszer állapota stb.

Módosult légzőmozgások

- **Tüsszentés:** Inger hatására bekövetkező, az orrüregen keresztüli hirtelen kilégzés. Segíti a felső légutak tisztulását.
- **Köhögés:** Zárt hangrés megnyílásával, a szájüregen keresztüli hirtelen kilégzés. Segíti az alsó légutak (légcső, hörgők) tisztulását.
- **Csuklás:** A rekeszizom görcsös összehúzódása miatti hirtelen belégzés. Módosult légzőmozgás ezeken kívül a *sírás*, a *nevetés*, az *ásítás* és a *sóhajítás*. Kóros állapotot jelez a *nehézlégzés* (dyspnoe). A szervezet oxigénhiányos állapota az anoxia. A *légzésszünetet* apnoénak nevezzük.

A LÉGZÉS SZABÁLYOZÁSA

A légzés szabályozása idegi és kémiai úton történik. A légzést számtalan tényező befolyásolja.

Idegi szabályozás

A be- és kilégzést a nyúltagyban lévő *légzőközpont* automatikusan szabályozza.

- **Belégzés**kor ingerület érkezik a belégzőizmokhoz a nyúltagyból, és működésük segítségével létrejön a belégzés.
- **Kilégzés**kor a belégzés ingerülete megszűnik (gátlás), és létrejön a kilégzés.
- A hörgőcskék *szimpatikus* idegrendszeri hatásra (pl. izgalom, ijedtség) tágulnak, ilyenkor szaporább a légzés. *Ellentétes*, vagyis *paraszimpatikus* hatásra pedig szűkülnek, ilyenkor (pl. elalvás) lassúbb, mélyebb a légzés.

A légzőközpont sérülése légzésbénulással jár. Légzésbénulást okozhat pl. gyógyszermérgezés is.

Kémiai szabályozás

A légzőközpont érzékeny a rajta áthaladó vér *szén-dioxid*-szintjére.

- Nagyobb szén-dioxid-koncentráció hatására szaporább a légzés.
- Kisebbszén-dioxid-koncentráció hatására csökken a légzésszám.

A *szén-dioxid* tehát *serkenti a légzőközpont működését*, ingere a légvételnek (pl. zsúfolt, elhasznált levegőjű helyiségben levegő után kapkodunk, szaporábban lélegzünk).

– *Nagyobb mennyiségű szén-dioxid leadása*, pl. szapora kilégzés miatt, légzési eredetű *alkalózishoz* vezet. Alkalózis esetén a vér pH-ja lúgos irányba tolódik el (lúgosodásnak is nevezik.)

– A *csökkent szén-dioxid-leadás* (pl. a tüdő csökkent működése miatt) légzési eredetű *acidózishoz* vezet. Acidózis esetén a vér pH-ja savas irányba tolódik el (savasodásnak is nevezik).

A LÉGZŐKÖZPONT MŰKÖDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ EGYÉB TÉNYEZŐK

- A központon átáramló vér hőmérséklete hatással van a légzésre. Az emelkedett vérhőmérséklet fokozza a légzést (pl. lázas állapotban 1 °C hőemelkedés a légzésszámot 4–6-tal emeli). A vérhőmérséklet csökkenésével a légzésszám is csökken.
- A légzőközpontra hatással van továbbá a fájdalom, a vérnyomás és egyéb tényezők is.

ÉRDEKESSÉGEK

- A *vitálkapacitás* az életkor előrehaladtával csökken, aminek oka, hogy időskorban a tüdő, a mellkas veszít a rugalmasságából, kevesebb levegőt tud befogadni. A tüdő és a hörgők betegségei, allergiás folyamatai is a vitálkapacitás csökkenésével járnak.
- A nőkre általában mellkasi, a férfiakra hasi *légzési típus* jellemző. Az előbbinél a bordaközi, az utóbbinál a rekeszizom működik intenzívebben. A csecsemők rekeszizma magasan áll, bordáik vízszintesek, ezért légzésük hasi típusú. Hasi légzésnél jobb az oxigénfelvétel és jobb a tüdő átszellőzése. Csecsemőknél nem ajánlott a szándékos, folyamatos hason fektetés, altatás (a csecsemőkori légzésszavarok miatt).
- A *hang* a gége porcainak, izületeinek felépítése miatt nem és kor szerint változó. Serdülő fiúk pajzsporca gyorsan növekszik, amit a hangszalagok lassabban követnek, ezért a gyermekes magas és férfias mély hangok sűrűn váltják egymást, ezt nevezzük *mutálásnak*.
- A *légzőhám* sejtjei által termelt *surfactant* vonja be. Ez a felületaktív anyag teszi lehetővé a gázcserét, mivel megakadályozza a légzőhám összeesését. Hiánya légzési elégtelenséget okoz. A terhesség utolsó harmadában termelődik, hiányában koraszülötteknél gyakori a respirációs distressz szindróma (RDS), ami súlyos állapot.
- A *levegőszennyeződés* számtalan jó- és rosszindulatú légúti betegség okozója (pl. hörgőgyulladás, daganatok, asztma).
- A légúti és más *fertőző betegségek* többsége a légutakon, cseppfertőzéssel jut a szervezetbe. Fontos a betegségek terjedését megelőző alapvető higiénés szabályok betartása, mint pl. az influenzás beteg száj-orrmaszk viselése.
- A *tüdőbaj*, vagyis a *TBC* (tuberkulózis) a kötelező BCG-védőoltások ellenére napjainkban is előforduló, súlyos, de gyógyítható fertőző betegség. Gyógyítása tüdőgondozó intézményekben történik. A rossz szociális helyzet, elégtelen táplálkozás, legyengült szervezet megkönnyíti a betegség terjedését. Egészséges újszülöttek tuberkulózis elleni kötelező BCG-védőoltása többnyire a szülészeti intézményben – de legkésőbb hatátes korig – megtörténik.
- A tüdő betegségeinek megelőzésében fontos szerepe van az évenkénti *tüdőszűrő vizsgálatnak*. Rendszeres szűréssel időben felismerhető sok súlyos tüdőbetegség, pl. a tuberkulózis vagy a tüdőrák, amely hazánkban a leggyakoribb daganatos halálok.
- Igazságügyi orvosszakértői vizsgálat során akár az élveszületés, akár a vízbefulladás ténye megállapítható *boncolással*. A légzőhám állapotából, attól függően, hogy vízzel vagy levegővel teltek, kiderülhet a halál oka.

- Súlyos, életveszélyes, orvosi beavatkozást igénylő állapot a *tüdővizényő*, amikor a lég-hólyagocskákban folyadék halmozódik fel, ami akadályozza a gázcserét. Előfordulhat például szívelégtelenség, tüdőgyulladás. Kezdő tünetei közé tartozik a nehézlégzés és a rossz oxigénellátás miatti szederjesség (cyanosis), lila elszíneződés főleg az ajkakon és a körmöknél.
- Az *allergia* gyakori támadáspontja a légzőszerveknek, okozhat pl. enyhe szénanáthát, de súlyos asztmát, vagy végzetes gégevizényőt is. Tüdőasztmánál a kilégzés görcsös, nehezített. Az allergia kezelése szakorvosi feladat.
- A dohány hatóanyaga a nikotin (sejtméreg), a tüdőből a véráramba kerül és eljut a sejtekhez. *Dohányzás* során égéstermékek is a szervezetbe jutnak. Ezek az anyagok az enyhe hörgőgyulladástól kezdve a súlyos légzőszervi rákos daganatokig sokféle betegséget okozhatnak a szervezetben (pl. szűkítik az ereket, emelik a vérnyomást, fokozzák a gyomorsav termelését, az újszülött kis súlyú vagy koraszülött lehet, hozzájárulnak a daganatok kialakulásához). A passzív dohányzás, vagyis a füstös levegő beszívása ugyanolyan káros a szervezetre, mint az aktív dohányzás. Statisztikai adatok szerint a dohányzók halálozási aránya a világon két és félszerese a nem dohányzóknak. Erről a káros szenvedélyről nem könnyű leszokni, de lehetséges, ha megvan a szándék, van jól kiválasztott leszoktató program (a sok módszer közül ki kell választani a legmegfelelőbbet), és a környezet támogató, segítőkész. A leszokás egyedül nehéz, ajánlott szakember segítségét kérni (pl. orvos, pszichológus).

ÖSSZEFOGLALÁS

A légzőrendszer bonyolítja le a szervezetben a külső légzést, vagyis a légkör és a tüdő közötti gázcserét. A belső légzés a vér és a szövetek közötti gázcserét jelenti.

A *légzőrendszer részei* közül a külső orr és az orrüreg a levegő felvételére, szűrésére és páráztatására szolgál. A gége a hangadás szerve, biztosítja a levegő útját a légcső felé. A légcső kettéágazása a két főhörgő. A főhörgők, belépve a jobb és bal tüdőkapun, hörgőkre ágaznak, ezek további ágai a hörgőcskék, amelyek végén találhatók a tüdő állományát kitöltő szőlőfürtszerű lég-hólyagocskák. A légutakat belülről csillószőrös hám fedi, a lég-hólyagocskák falát légzőhám alkotja.

A két *tüdő* öt nagy lebenyből áll, ezeken belüli kisebb egységek a szegmentumok (egy lebenyben tíz), a szegmentumokon belüli kisebb egységek a tüdőlebenyek.

A tüdőnek kettős érrendszere van: az a. et v. bronchialis erei a tüdő szöveteit táplálják, az a. et v. pulmonalis erei – tulajdonképpen a kis vérkör erei – a külső gázcserét bonyolítják le.

A két tüdőt külön-külön kettős falú savós hártya, a mellhártya veszi körül.

A *légzés szabályozása* a nyúltagyvelőben lévő légzőközpontban történik. A központ számára ingert jelent a vér szén-dioxid-szintje és a vér hőmérséklete is. Ezenkívül fontos az idegi és a hormonális szabályzás.

A *gázcserét* a gázok nyomástörvénye teszi lehetővé, amely szerint a gázok mindig a nagyobb nyomású hely felől áramlanak a kisebb nyomás felé. Így diffundál át az oxigén a lég-hólyagocskából a tüdővísszér hajszálereibe és a szén-dioxid a tüdőverőér hajszálereiből a lég-hólyagocskákba.

A külső gázcsere a *be- és kilégzés* révén valósul meg, amihez hozzájárul a mellkas rugalmassága. A légzőmozgásokban a bordák, a légzőizmok (bordaközi izmok, rekeszizom), a mellhártya és a tüdő rugalmas állománya vesznek részt.

A normál 12–16/perc légzésszámot számtalan tényező befolyásolja.

A légzőszervek egészséges működéséhez rendszeres mozgásra, friss, szabad levegőn való tartózkodásra van szükség. A légzőszervi betegségek kialakulásának kockázatai közé tartozik pl. a levegőszennyeződés, az egészségtelen életmód, a dohányzás.

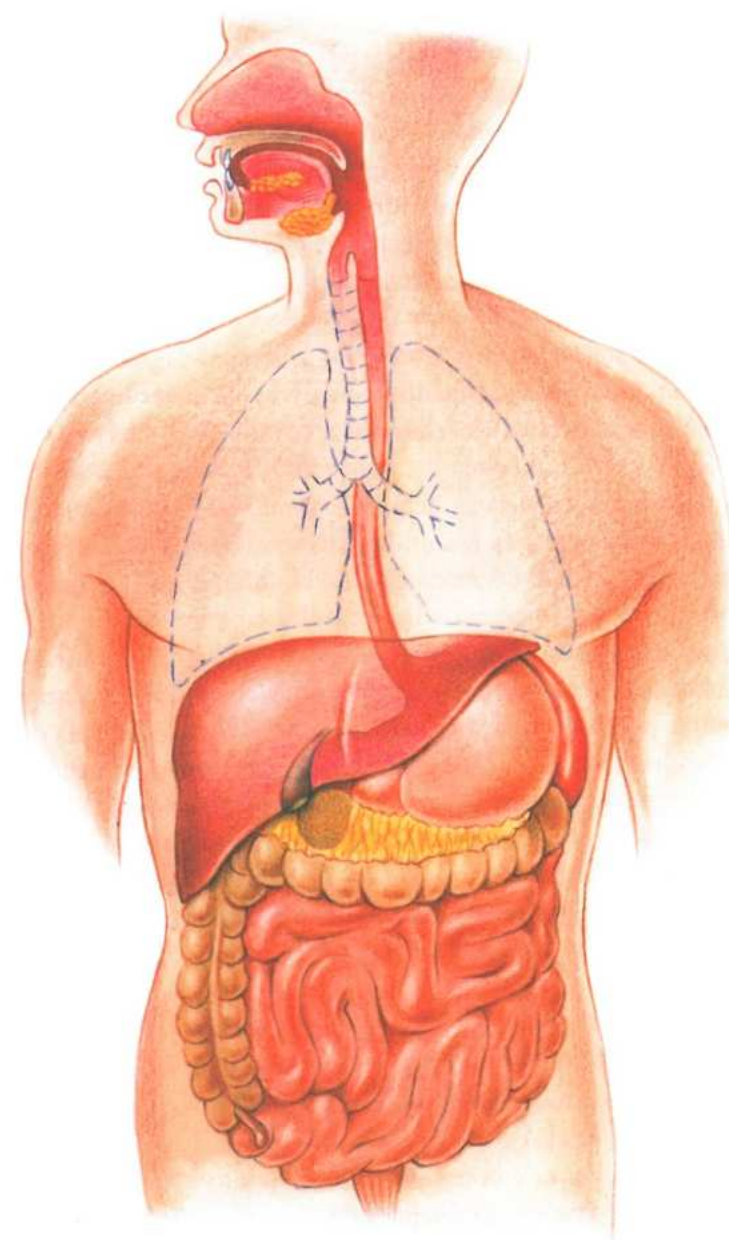
KULCSFOGALMAK

Külső légzés, belső légzés, tüdőszegmentumok, tüdőlebenyek, kettős vérellátás, belégzés, kilégzés, parciális nyomás, reziduális levegő, vitálkapacitás, aspiráció, acidózis, alkalózis.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Ha rálehel egy tükörrre, párák lesz. Mi ennek a magyarázata?
2. Helyezze a kezét a nyak elülső részére. Nyeljen egy nagyot, közben érezni fogja, hogy gégeje felemelkedik, majd visszasüllyed. Mi történik nyelésnél a gége porcaival?
3. „Félrenyelés” során az idegen anyag miért kerül legtöbbször a jobb főhörgőbe?
4. Hol és hogyan megy végbe a külső légzés?
5. Milyen szerepe van a légzésnek a vér savasodásában (acidózis) és lúgosodásában (alkalózis)?
6. Mi a szerepe a légutakat bélelő csillószőrös hámnak?
7. Melyek a belégzésben részt vevő izmok?
8. Kövesse az oxigén útját a szervezetben a belégzéstől (légkörtől) egészen a sejtekig! Nevezze meg pontosan, sorrendben az „út” anatómiai részeit!
9. Kövesse a szén-dioxid útját a szervezetben, a sejtektől a kilégzésig (légkörig)! Nevezze meg pontosan, sorrendben az „út” anatómiai részeit! (Ha a 8. és 9. kérdéseket hibátlanul megválaszolta, azt jelenti, hogy érti a légzés és a keringés szerepét a gázcsereben.)
10. Figyelje meg az 5.10. ábra boncképét! Mi lehet az oka a tüdő felszínén látható sötét elszíneződésnek?
11. Miért kapkodunk levegő után használt levegőjű helyiségben?
12. Működhet külön a két tüdő? Mi az anatómiai magyarázata?
13. Az 5.7. ábrán írja a magyar szakkifejezések mellé a tanult latin szavakat!
14. Barátja szenvedélyes dohányos. Mit tanácsolna neki, miért szükséges és mi módon tudna leszokni?
15. Anatómiai modellen mutassa be a légzőrendszer részeit!
16. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az izmok képanyagát!

AZ EMÉSZTŐRENDSZER



AZ EMÉSZTŐRENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Vitaminok, tápanyagok, enzimek (kémia, biológia)
- Az ember tápcsatornájának felépítése és működése (biológia)
- Májkapuvisszér rendszer (e tankönyv 4. fejezete)
- Az emésztőrendszer latin szakkifejezései (orvosi latin)
- Egészséges táplálkozás (egészségfejlesztés)

A tápcsatorna a táplálék felvételét, lebontását és a tápanyagok felszívódását, valamint az emészthetetlen anyagok kiürítését szolgáló, mintegy nyolc méter hosszú cső.

Az emésztés *mechanikai* (táplálék felaprítása, továbbítása) és *kémiai* (enzimek működése) folyamatokból áll.

A *zsigerek* egy része üreges szerv, amely lehet tömlő alakú (mint pl. a gyomor) vagy cső-szerű (pl. a belek). A zsigerek más része tömött szerv, ilyen a máj. A tömött szerveket parenchymás szerveknek nevezzük. Az üreges szervek falának rétegei hasonlóak (l. a gyomorfalnál).

A zsigerek gyakori szerkezeti elemei a *mirigyek* (glandula). A mirigyeket mirigysejtek építik fel, amelyek váladékot termelnek. A hasznos váladék neve *secretum*. Ilyen testváladék pl. a nyál, az epe. A nem hasznos (a szervezet már nem használja fel) váladék neve *excretum*, ilyen pl. a verejték. A *belső elválasztású* (endocrin) *mirigyek* váladékukat kivezetőcső nélkül ürítik a vérbe, ezek a hormonok. A *külső elválasztású* (exocrin) *mirigyek* váladékukat kivezetőcsövön keresztül testüregbe, vagy testfelszínre öntik, mint pl. a faggyúmirigyek vagy az emésztőmirigyek.

Az emésztőrendszerhez tartozik a tápcsatorna és két nagy emésztőmirigy, a máj és a hasnyálmirigy.

A TÁPANYAGOK

Tápanyagoknak nevezzük a szervezet felépítéséhez, az életműködésekhez szükséges anyagokat, amelyeket táplálkozás során, táplálék formájában veszünk fel. A tápanyagok szolgáltatják az életműködésekhez szükséges energiát is.

TÁPANYAGOK, SEJTÉPÍTŐ ANYAGOK, ENZIMEK

A felvett táplálék tartalmazza a szervezet anyagcsere-folyamataihoz szükséges tápanyagokat és sejtépítő anyagokat.

- *Tápanyagok* a fehérjék, a szénhidrátok és a zsírok. A tápanyagok energiaforrássul szolgálnak a szervezet számára.
- *Építőanyagok* a vitaminok, a víz és az ásványi sók. Az építőanyagok a sejtek felépítéséhez, működéséhez életfontosságúak, nem energiaforrások.

A tápanyagok és építőanyagok részben szerves, részben szervetlen anyagok.

– *Szerves anyagok* a fehérjék, a szénhidrátok, a zsírok és a vitaminok.

– *Szervetlen anyagok* a víz és az ásványi sók.

Tápanyagok

- A *fehérjék* (proteinek) óriásmolekulák, nitrogéntartalmú szerves anyagok. 20-féle aminosavból épülnek fel. Az aminosavak közül kilencet a szervezet nem képes előállítani, ezért a táplálékkal kell felvenni. Ezek az *esszenciális aminosavak* (pl. fenilalanin, triptofán). A *nem esszenciális aminosavakat* (pl. arginin, glutamin) a szervezet képes előállítani. Az állati fehérjék tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat, a növényi eredetűek nem.

Kémiai összetétel szerint vannak *egyszerű* és *összetett* fehérjék. Az egyszerű fehérjék (pl. albumin, globulin) csak aminosavakból állnak, az összetett fehérjék (pl. miogloblin, kazein) más alkotókat is tartalmaznak.

Eredetük szerint vannak *állati* (pl. húskban, halakban, tejben, tejtermékekben) és *növényi* fehérjék (pl. gabonafélékben, gombákban, szójában, hüvelyes termésűekben). Fontos, hogy a táplálkozással felvett fehérjék legalább fele állati eredetű legyen (az esszenciális aminosavak miatt).

Felnőtteknél a napi táplálékkal felvett fehérjéknek a szervezetben lebomló fehérjéket és aminosavakat pótolnia kell. A növekedés időszakában és terhesség alatt arányosan több fehérjére van szüksége a szervezetnek.

A fehérjék az emésztés során *aminosavakká* bomlanak le, és így szívódnak fel a vékonybélből a keringésbe.

- A *szénhidrátok* (cukrok) szénből, hidrogénből és oxigénből álló szerves anyagok.

Kémiai felépítésük szerint vannak egyszerű és összetett szénhidrátok:

– *Egyszerű szénhidrátok*: Más néven monoszacharidok, egy szénhidrátmolekulából (szőlőcukor: $C_6H_{12}O_6$) állnak. Dextróznak vagy glukóznak is nevezik.

Monoszacharid pl. a gyümölcscukor (fruktóz).

Fontosak az öt szénatomú monoszacharidok, mint a ribóz, a dezoxiribóz.

– *Összetett szénhidrátok*: Két vagy több molekulából állnak. Két molekula alkotja a *diszacharidokat*, ilyen a maltóz (malátacukor), laktóz (tejucukor), szacharóz (pl. a répacukor). Több száz szénhidrátmolekulából állnak a *poliszacharidok*. *Növényi* eredetű poliszacharid a keményítő és a cellulóz, *állati* eredetű a glikogén. A máj és az izmok a glukózt glikogén formájában tárolják.

A szénhidrátdús táplálékok nagy energiaforrások, mint pl. az édességek, sütemények, tészták, burgonya, rizs, bab, borsó.

A szénhidrátok az emésztés során *glukózzá* bomlanak le, és így szívódnak fel a vékonybélből a keringésbe.

• A zsírok (összefoglaló néven *lipidek*)

Vízben nem oldódó, nagy energiatartalmú, szénből, hidrogénből és oxigénből álló szerves vegyületek. Kémiai összetételük: zsírsavból és glicerinnél épülnek fel. Koncentrált energiaforrást jelentenek a szervezet számára.

A zsírok csoportosítása több szempont szerint lehetséges:

– *Biológiai szempontból* vannak egyszerű vagy neutrális zsírok (ide tartozik a legtöbb táplálékkal felvett zsír) és vannak összetett zsírok vagy zsírszerű anyagok, ezeket nevezzük *lipoidoknak*. A lipoidok – ellentétben a többi zsírral – energiát nem szolgáltatnak, foszfort és nitrogént is tartalmaznak, fontos részei az anyagcsere-folyamatoknak (pl. ergoszterin, foszfolipidek, szteroidok, karotinoidok).

– *Eredet szerint* vannak állati zsírok (sertészsír, baromfiszír) és növényi zsírok (olajok, margarin). Az állati zsírok a szervezet számára károsabbak, mert nehezen emészthetők, emelik a vér triglicerid- és koleszterin- (LDL) szintjét, elősegítik az érlemezés kialakulását. A növényi zsírokra mindezek ellenkezője igaz, fogyasztásuk ezért kedvezőbb.

– A zsírokat a bennük lévő zsírsavak szerkezete alapján két csoportba oszthatjuk: telített és telítetlen zsírokra.

A telített zsírokat magasabb hidrogéntartalmú telített zsírsavak építik fel, nagy részük állati eredetű (pl. linolénsav, palmitinsav, sztearinsav), ezért fogyasztásuk mértékkel ajánlott (pl. sertészsír, húsok, zsíros sajtok, pálma- és kókuszolaj).

A telítetlen zsírok alacsonyabb hidrogéntartalmú telítetlen zsírsavakból állnak, fogyasztásuk javasolt, mivel kedvezően hatnak a vérzsírértékekre, nincs érkárosító hatásuk. Egyszeresen (pl. az omega-9 zsírsav) és többszörösen (pl. az omega-3, -6 zsírsavak) telítetlen csoportjuk ismert. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak pl. a repce- és olívaolajban, olajos magvakban fordulnak elő. A többszörösen telítetlen zsírsavakhoz tartoznak az ún. *esszenciális zsírsavak*, ezeket a szervezet nem képes előállítani, a táplálékkal kell felvenni (pl. arachidonsav). Előfordulnak pl. halakban, kukorica- és napraforgóolajban, kemény héjú gyümölcsökben. Ezek tartalmazzák a legkevesebb hidrogént.

A zsírok az emésztés során zsírsavakra és glicerinné (szabad zsírsavra és monogliceridekre) bomlanak le, és még a bél hámszéljében testazonos zsírokká alakulnak át, majd innen a nyirokerekekbe kerülnek.

Sejtépítő anyagok

• Az ásványi sók az életfolyamatokhoz nélkülözhetetlen szerves anyagok. Közülük az egyik legfontosabb a konyhasó (NaCl). A szervezetben 0,9%-os töménységben van jelen, az ilyen töménységet élettani (fiziológiai) oldatnak nevezzük. A véráramba csak ilyen töménységű folyadékot lehet bejuttatni infúzió formájában. Ha töményebb oldatot adnánk, ozmózis hatására a vér alakos elemei zsugorodnának, hígabb oldat hatására „szétpukkadnának”. Az ásványi sók mindegyike megtalálható a szervezetben, pl. K-, Ca-, Mg-sók. Az ásványi sók a szervezetben vízben oldott ionok formájában fordulnak elő.

• A víz a szervezetben sejtben belül és sejtben kívül helyezkedik el. Az utóbbihoz tartozik a vérplazma és a szövetek közötti folyadék.

Szervezetünk kb. 60–70%-a víz. A folyadékfelvételnek és leadásnak egyensúlyban kell lennie.

Ha több a felvétel, mint a leadás, vizenyő képződik. Ha a leadás több, kiszáradás léphet fel. Lázzal, hasmenéssel és hányással járó betegségekben – főként csecsemő- és időskorban – fontos a folyadékpótlás, mivel a szervezet folyadék egyensúlya könnyen felborul. Ha nem sikerül idő-

ben helyreállítani az egyensúlyt, életveszélyt jelentő, visszafordíthatatlanná váló kórfolyamatok alakulhatnak ki. Felnőtteknek átlagosan naponta legalább 2,5 liter folyadékfelvétel ajánlott.

• A vitaminok az életfolyamatokhoz nélkülözhetetlen szerves hatóanyagok. A legtöbb életműködést irányító enzim alkotói is vitaminok.

A vitaminokat a szervezet nem, vagy csak kismértékben képes előállítani, ezért táplálékkal vagy gyógyszerek formájában kell felvenni.

A vitaminok fajtái

• *Vízben oldódók*: a B-csoport tagjai, C-, H-, F-, P- és U-vitamin. Vízrel kiürülnek a szervezetből, ezért folyamatosan pótolni kell őket.

• *Zsírban oldódók*: A-, D-, E-, K-vitamin. Zsírban raktározódnak, nem ürülnek ki gyorsan, ezért nem szükséges naponta bejuttatni. Túladagolásuk inkább előfordulhat, mint a vízben oldódóké.

– Teljes vitaminhiány esetén *avitaminózis* alakul ki. Ott fordulhat elő, ahol éheznek az emberek. Sok hiánybetegség létezik, pl. a C-vitamin teljes hiánya okozza a skorbutot, amely régen a „tengerészek betegsége” volt (fő tünete a vérszegénység, foghullás).

– Részleges vitaminhiány a *hipovitaminózis*, ez már gyakoribb jelenség. Hiányos vagy egyoldalú táplálkozás következtében fordulhat elő. A B₁₂-vitamin hiánya vérszegénységet, a C-vitamin hiánya fáradékonyságot és az ellenállóképesség csökkenését, a K-vitaminhiány elhúzódó vérzési-alvadási időt okozhat.

– *Vitamin-túladagolás* a *hipervitaminózis*, amely túlzott vitaminbevitel során alakul ki, pl. gyógyszerek, táplálékkiegészítők mértéktelen fogyasztása miatt (D-vitamin-túladagolás terheseknek). A zsírban és vízben oldódó vitaminokról megszerzett biológiai és kémiai ismeretek alapján érthetővé válik a vitaminok létfontosságú szerepe.

A szervezet a vitaminoknak csak kis részét képes raktározni, a többségük gyorsan kiürül, ezért fontos a rendszeres vitaminfelvétel, főleg zöldségek és gyümölcsök formájában. A vitaminok erősítik a szervezet ellenálló képességét, hozzájárulhatnak a betegségek megelőzéséhez, az egészség megőrzéséhez, illetve a gyors gyógyuláshoz.

Enzimek

• Az enzimek szerves biokatalizátorok, irányítják az életfolyamatokat. Jelentős csoportjuk vesz részt az emésztési folyamatok során a tápanyagok kémiai lebontásában.

• Kémiai összetételük szerint *fehérjéből* (apoenzimből) és *nem fehérjéből* (koenzim, azaz prosztetikus csoport) állnak. A prosztetikus csoport gyakran vitamin.

• Csak megfelelő hőmérséklet és vegyhatás mellett fejti ki hatásukat.

• *Specifikusak*, ez azt jelenti, hogy egy bizonyos anyagot csak egy bizonyos enzim bont. Az enzim – működése során – úgy kapcsolódik a lebontandó anyaghoz (szubsztrátumhoz), ahogyan a kulcs a zárba („zár-kulcs” elmélet). Mivel egy zárat csak egy kulcs nyit, így minden lebontandó anyagnak megvan a specifikus lebontó enzime (pl. a maltózt csak a maltáz-enzim bontja, a laktózt pedig a laktáz).

Az enzimek amikor nem működnek, inaktív állapotban vannak. Működésük aktiválódnak, gyorsítják (katalizálják) a lebontási folyamatot, majd leválnak a lebontandó anyagról. Szükség esetén ismét aktivizálódnak, működésképesek lesznek.

Az emésztésben részt vevő legfontosabb enzimek a következők:

– *Fehérjebontó* enzimek: pepszin, tripszin, erepszin.

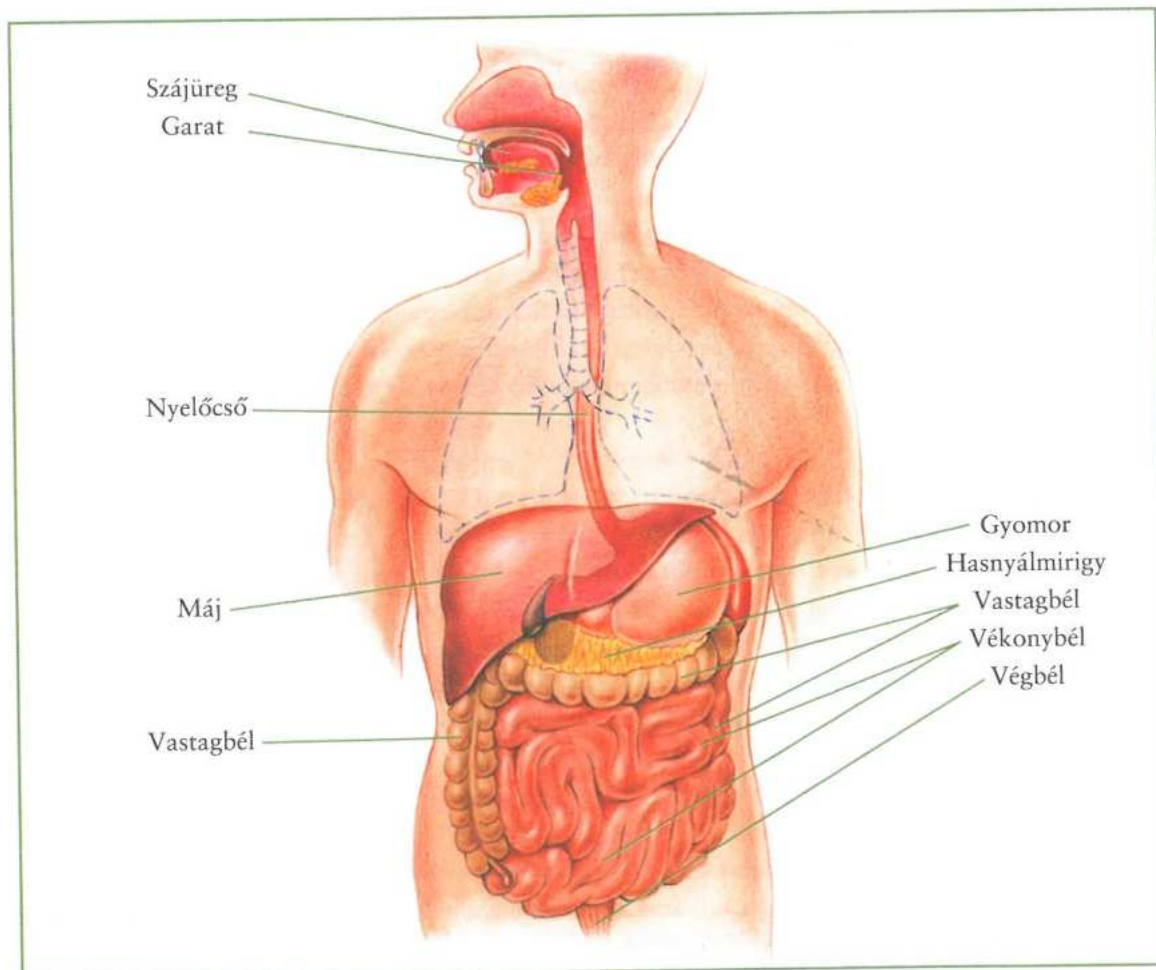
– *Szénhidrátbontó* enzimek: amiláz, maltáz, laktáz, szacharáz.

– *Zsírbon*tó enzim: lipáz.

AZ EMÉSZTŐRENDSZER FELÉPÍTÉSE

A TÁPCSATORNA SZAKASZAI

- A *felső szakasz* (szájüreg, garat, nyelőcső), amelynek feladata a táplálék felvétele, falattá alakítása és továbbítása a középső szakasz felé.
 - A *középső szakasz* (gyomor, vékonybél), ahol a táplálék lebontása és felszívása történik.
 - Az *alsó szakasz* (vastagbél) az emészthetetlen anyagok kiürítésére szolgál.
- A középső és az alsó szakaszt összességében gyomor-bélrendszernek (gastrointestinalis) nevezzük.



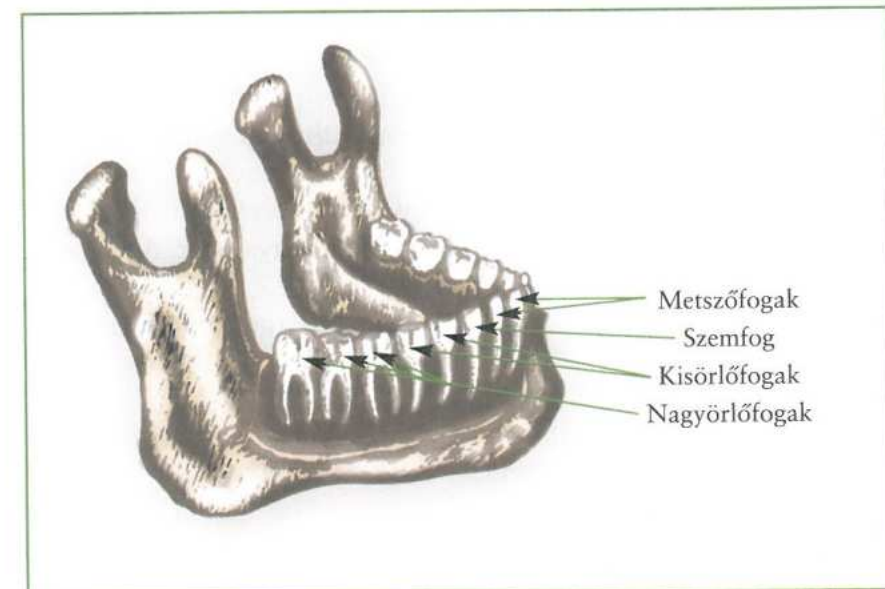
6.1. ábra. Az emésztőrendszer részei

AZ EMÉSZTŐSZERVRENDSZER FELSŐ SZAKASZA

A szájüreg

A szájüreg részei

- Elöl a szájüreget (cavum oris) a külvilág felé az *ajkak* határolják, vázukat a száj körüli körös izom képezi.
- Az ajkak vékony hámrétegén átlátszik a vér színe (ajakpír). Az ajkak sápadtsága vérszegénységre vagy vérvesztésre, szárazsága kiszáradásra, míg szederjessége oxigénhiányra utal.
- A szájüreg oldalsó határát a kötőszövetből és izomból álló *pofák* (köznyelven orcák) képezik.
- A *nyelv* (lingua) a szájüreg alján található.
- A szájüreget felül a *szájpad* (palatum) határolja. A szájpad elöl csontos felépítésű, hátul lágy (izmos) részből áll.
- A *foghús* (gingiva) a szájüregben elhelyezkedő *fogakat* (dentes) veszi körül. Ez a szájüreg rózsaszínű nyálkahártyája, segíti a fogak rögzítését és védi a fognyakat. Fogínynek is nevezik.
- Az *előcsarnok* (vestibulum) a szájüregben fent és lent is végighúzódnak, a foghús és a fogak, valamint az ajkak és a pofák közötti rés (nyelvünkkel körbejárható).

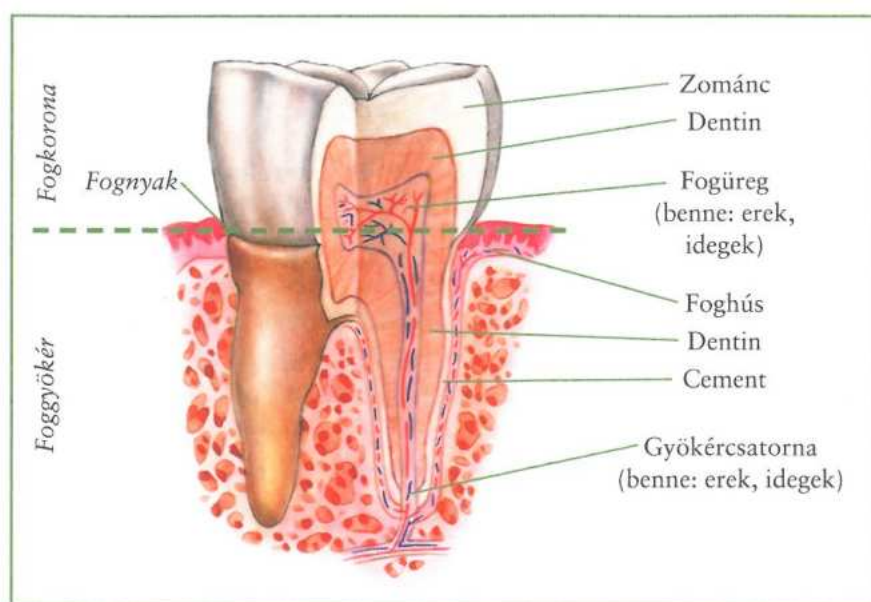


6.2. ábra. Fogak az állkapocsban

A fogak

A fogak (dentes) a felső állcsont és az állkapocs fogmedrébe beékelődve, csontos fogrekeszekben (alveolus) helyezkednek el.

A *tejfogak* alkotják a fogak első generációját, 6–30 hónapos korban nőnek ki, számuk 20. A fogváltás 6–13 éves korig tart, ekkor nőnek ki a *maradó fogak*, a fogak második generációja, számuk 32.



6.3. ábra. A fog részei

A fog részei

- Kívülről jól látható a fehér fogzománc, a szervezet legkeményebb anyagával borított *korona*. A zománc keménységéhez fluor szükséges.
- Az elkeskenyedő, foghússal körülvett rész a *fognyak*.
- Az állkapocsba illeszkedik a *foggyökér*, amelyet gyökérhártya borít. A foggyökér hosszában a gyökércsatorna húzódik végig.
- A fog üregét erekben és idegekben gazdag szövet, a *fogbél* (pulpa) tölti ki.

A fog felépítése

A fogakat három anyag: a csontnál is keményebb *zománc*, a csontkeménységű *cement* és a fog fő állományát alkotó, szintén csontkemény *dentin* építi fel.

- A koronát belül dentin állomány alkotja, ezt kívül zománc borítja. A zománc a fog élénél a legvastagabb (max. 2 mm), a fognyaknál elkeskenyed.
- A fognyak belül dentin állományból áll, kívül cementréteg fedi.
- A gyökér felépítése ugyanaz, mint a fognyaké.

A fogakat a foggyökérhártya rögzíti a fogmederben.

A fogak fajtái

Vannak *metsző-, szem-, kisőrlő- és nagyőrlőfogak*. A kis- és nagyőrlőket zápfognak is nevezzük.

A harmadik nagyőrlő a bölcsességfogak, amelyek 18–25 éves korban jelennek meg, de előfordul, hogy nem nőnek ki.

A fogkorona alakja minden típusú fognál más, de felépítésük azonos.

Az első fogak a harapásban, a hátsók a rágásban játszanak szerepet. Az ételek alapos felaprítása fontos a szájüreg és a gyomor egészséges emésztési folyamataihoz.

A fogak jelölése történhet a Zsigmondy-féle kereszttel, amely négy negyedre osztja a felső és az alsó fogsort. Ebben jelöljük a fogakat 1-től 8-ig, fajtái negyedenként azonosak. Mintha egy velünk szemben álló ember kiegyenesített fogsorát néznénk:

87654321	12345678
87654321	12345678

Az 1–2. metszőfog, a 3. szemfog, a 4–5. kisőrlő és a 6–7–8. nagyőrlőfog. Például a bal felső hatos nagyőrlő, a jobb alsó hármasszemfog stb. A tejfogakat római számmal jelölik.

A *tejfogaknál* egy negyedben 5 fog van: 2 metsző-, 1 szem- és 2 nagyőrlőfog (kisőrlő nincs).

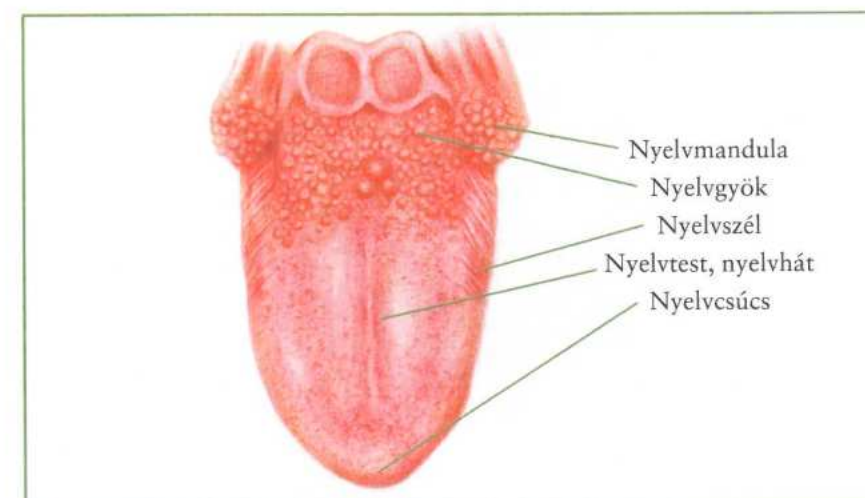
A maradó metszőfogak, a szemfogak és az alsó kisőrlők *egygyökerűek*, az alsó nagyőrlők és a felső kisőrlők *kétgyökerűek*, a felső nagyőrlőknek *három gyökerük* van (a háromgyökerű fogak húzása sokszor okoz problémát a fogorvosok számára).

Ha megsérül a fogzománc, az alatta lévő dentin is károsodik és kialakul a *fogszuvasodás* (caries), köznyelven azt mondjuk, lyukas a fog.

A helytelen táplálkozás (túl hideg, túl meleg ételek, kevés rágás, sok édesség) és a hiányos szájhygiéné következtében szinte népbetegség a fogszuvasodás, csak kevés embernek ép a fogazata. A romló fogak szájüregi és fogágybetegségeket okoznak. Az ép fogazat, a rendszeres fog- és szájápolás nemcsak egészségügyi, hanem esztétikai szempontból is fontos. Évenkénti fogorvosi kontrollvizsgálattal karbantartható a fogak állapota. A tejfogak is gyakran szuvasodnak, ezért ajánlott a rendszeres fogorvosi ellenőrzést kisdetektortól elkezdni. Ugyancsak fontos a fogápolás szokásának kialakítása ebben a korban.

A nyelv

A nyelv (lingua) izmos szerv, a táplálkozásban, beszédben és az ízlelésben játszik fontos szerepet. A szájüreg alján helyezkedik el. Felszíne a rajta lévő szemölcsöktől bársonyos. A szemöl-



6.4. ábra. A nyelv részei

csök (papilla) kétfélek. A *mechanikai szemölcsök* a nyelv érdességét biztosítják és segítik a falat kialakítását. Az *ízérző szemölcsök*, más néven ízlelőbimbók a különböző ízeket érzékelik.

A *nyelv részei*: egésze az izmos nyelvtest, elöl a nyelvcsúcs, hátul a nyelvgyök, oldalt a nyelvész található, felső felszíne a nyelvhat.

A nyelvgyök két oldalán hátul dudoros kiemelkedés található, ez a *nyelvmandula*. A nyelvmandula nyiroktüszői a szájüregi fertőzések kivédésében játszanak szerepet.

A nyelvet a szájfenékkal egy nyálkahártyaredő, a nyelvfelek köti össze.

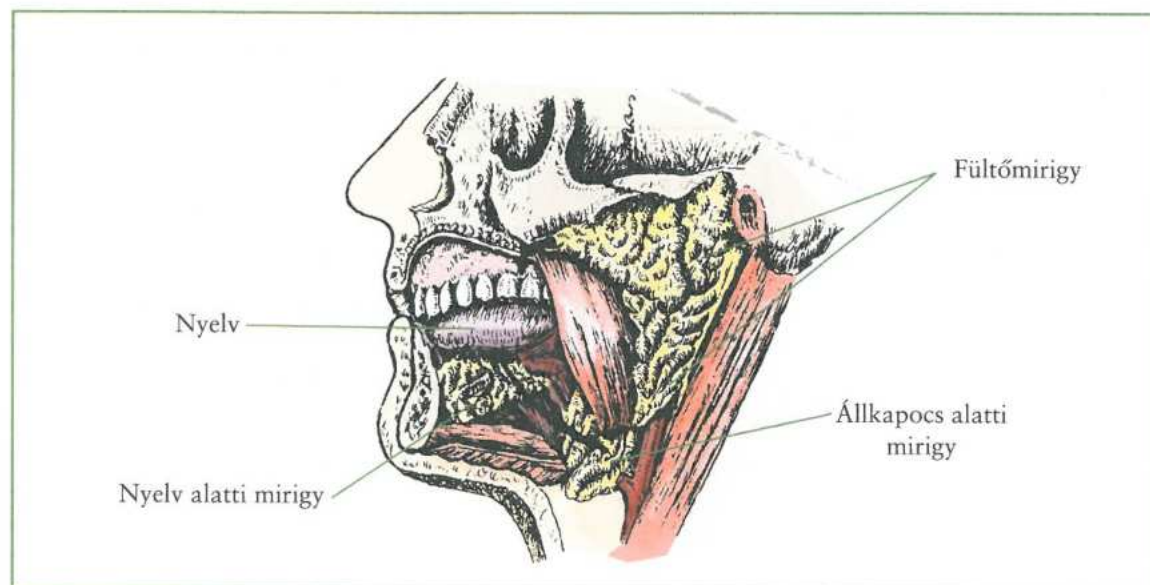
Előfordul, hogy születéskor a nyelvet a nyelvfelek teljes hosszában rögzíti, ez a „lenőtt nyelv”. Megoldása – felvágása – egyszerű sebészi beavatkozás. (A nyelvet mint érzékszervet l. Az érzékszervek című fejezetben).

A nyálmirigyek

A nyálmirigyek termelik a táplálkozáshoz szükséges emésztőnedvet, a nyálat (saliva). A nyál nagy részét *három nagy, páros nyálmirigy* termeli. Ezenkívül a szájüreg falában szétszórtan számtalan kis járulékos nyálmirigy helyezkedik el.

Páros nyálmirigyek

- Az *állkapocs alatti mirigy* (glandula submandibularis) a nyak felső részén, az állkapocsszögletnél helyezkedik el. Kivezetőcsöve a nyelv alatt nyílik a szájüregbe.
- A *nyelv alatti mirigy* (glandula sublingualis) vékony, nyálkahártyával fedett mirigy a nyelv alatt. Kivezetőcsöve az állkapocs alatti mirigyével együtt a nyelv alatt nyílik a szájüregbe.
- A *fültőmirigy* (glandula parotis) a fül alatt helyezkedik el, ez a legnagyobb nyálmirigy. Kivezetőcsöve a második felső nagy őrlőfognál nyílik a száj előcsarnokába. (Gyermekek betegsége a vírus által okozott járványos fültőmirigy-gyulladás, más néven mumpsz.)

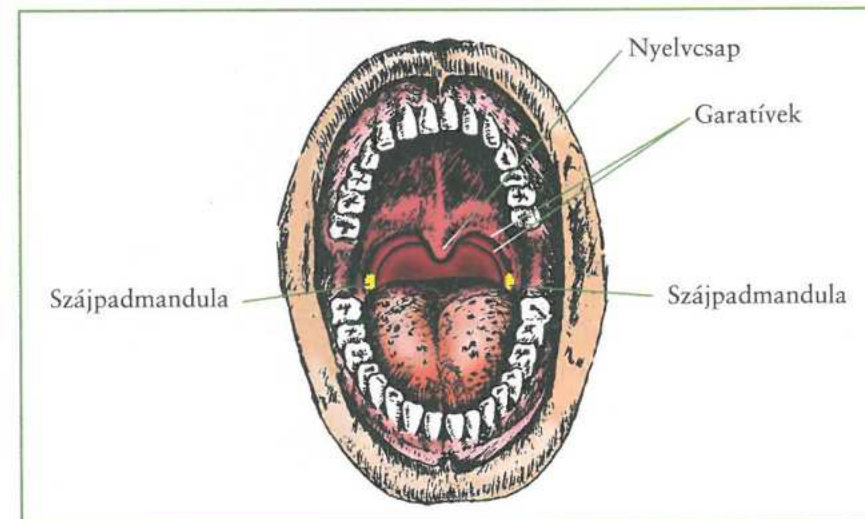


6.5. ábra. Páros nyálmirigyek

A torok

A torok (faux) a szájüreg hátsó kapuja a garat felé. A torkot lent a *nyelvgyök*, oldalt jobb és bal oldalon a két-két *garatív*, felül a lágyszájpad, illetve közepén a szabadon lelógő, henger alakú *nyelvcsap* (uvula) határolja. A két-két garatív között elhelyezkedő, mandula alakú nyirokszervek a *szájpadmandulák* (tonsilla palatina).

A mandulák, mint nyirokszervek védik a szervezetet a fertőzésekkel szemben, de gyakran maguk is megbetegszenek. A mandulagyulladás gyakori betegség. Ha a mandulák fertőző góccá válnak, gyakran kerül sor sebészi eltávolításukra.



6.6. ábra. A torok

A garat

A garat (pharynx) a szájüreg, az orrüreg és a gége mögött elhelyezkedő függőleges üreg. A gerinc előtt, a koponyaaltól a nyelőcsőig húzódik, hossza kb. 12 cm. Nyálkahártya béleli.

A garat három szakasza

- Az *orri szakasz* a garat orrüreg mögötti része, ide nyílnak a *hátsó orrnyílások*, és itt található a *garatmandula*, vagy *orrmandula* (tonsilla pharyngea). Gyermekkorban ezek a mandulák gyakran olyan nagyok, hogy indokoltá válhat az eltávolításuk. Felnőttkorban a garatmandulák zsugorodnak. Ide az orri szakaszba nyílik a középfül felől a *fülkürt* (működését l. Az érzékszervek című fejezetben). A fülkürt benyílásánál vannak a *kürtmandulák*.
- A *száji szakasz* a szájüreg mögött található. Nyitott szájnál jól látható a garatfal a szájüreg mögött. Ez a szakasz a légző- és emésztőrendszer közös része.
- A *gégei szakasz* a gége mögött található. Elülső falából nyílik a gégebemenet, amelyet a gégefedő zár le nyeléskor. A garat közvetlenül a nyelőcsőben folytatódik.

A nyelőcső

A nyelőcső (esophagus) a légcső mögött húzódik, ujjnyi vastagságú, izmos falú, tágulékony cső, kb. 25 cm hosszú. A 6. nyakcsigolyától a 11. hátcsigolyáig húzódik. *Nyaki, mellkasi és hasi szakasza* van. Átfúrja a rekeszizmot és a gyomorba vezet.

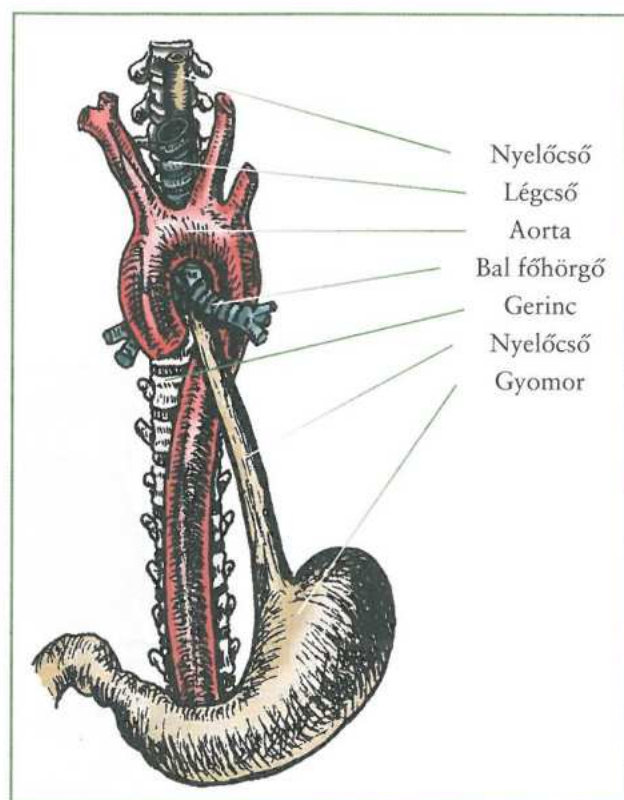
A nyelőcső feladata a táplálék továbbítása a garattól a gyomorba.

Falának rétegeit belül nyálkahártya, középen körkörös és hosszanti lefutású izomréteg, kívül kötőszövet alkotja.

Keresztmetszete nyugalmi állapotban csillag alakú, táplálék áthaladásakor kör alakúra tágul. Fiziológiásan három szűkület található rajta: kezdeténél a gyűrűporc magasságában, a légcső elágazásának magasságában és a rekeszizmon való áthaladásnál. Akaratunktól független beidegzésű.

Nyelésnél *perisztaltikus mozgás* (féregszerű, hullámszerű mozgás) fut végig a nyelőcsövön, amely a falatot a gyomor felé továbbítja (bármilyen testhelyzetben).

A *perisztaltika* az emésztőrendszer további szakaszaira mindenhol jellemző, a körkörös izmok gyűrűszerű-tovafutó összehúzódása hozza létre. Amikor vízbe követ dobunk, tova gyűrűző hullámmozgás képződik körülötte, ehhez is hasonlítható a perisztaltikus mozgás, de hasonló a férgek, pl. a földigiliszta jellegzetes gyűrűző mozgásához is, ezért féregmozgásnak is szokták nevezni.



6.7. ábra. A nyelőcső helyzete

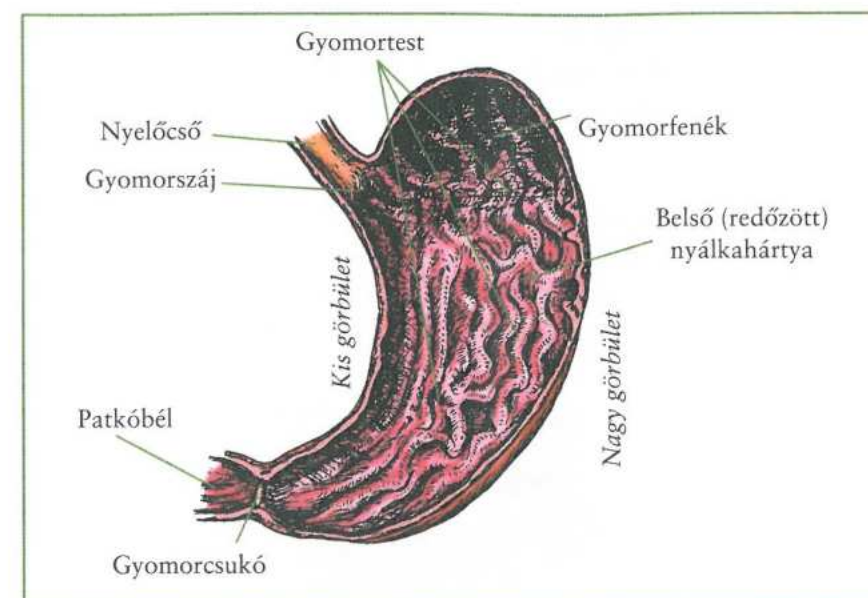
AZ EMÉSZTŐSZERVRENDSZER KÖZÉPSŐ SZAKASZA

A gyomor

A gyomor (ventriculus, gör.: gaster) a tápcsatorna tömlőszerű, legtágabb szakasza. Álló emberben függőleges helyzetű. Alakja nyomtatott J betűhöz hasonlít. A hasüregben, a test közep-vonalától nagyrészt balra, a rekeszizom és a máj alatt található.

A gyomor részei

- A *gyomorszáj* (cardia) a nyelőcső beszájadzási helye, a gyomor felső bemeneti nyílása. Egészséges esetben nincs visszaáramlás (reflux) a nyelőcső felé.
- A *gyomorfenék*, más néven gyomoralap (fundus ventriculi), amely a gyomor felső részének domború, tág része.
- A *gyomortest* (corpus ventriculi) lényegében a gyomor fő tömegét alkotja.
- A *kis és nagy görbület* (curvatura minor et major), a gyomor elülső és hátulsó felszínének találkozásánál létrejövő kisebb homorú, és nagyobb domború görbült vonal.
- A *gyomorkapu* (pylorus) a gyomor alsó, vékonybélbe vezető kimeneti nyílása. Gyomorcukónak, gyomorvégnek vagy gyomorkimenetnek is nevezik. A gyomorkimenet előtt lefelé kisse tágult rész látható (antrum). A gyomorkapu vaskos záróizma szakaszosan engedí át a gyomortartalmat a patkóbélbe.



6.8. ábra. A gyomor részei

A gyomorfal rétegei

A gyomorfal rétegei kívülről befelé haladva:

- A *savós hashártya*, (tunica serosa), amely a hashártya belső, zsigeri lemeze. Kívülről teljesen beborítja a gyomrot.
- A *savós hashártya alatti réteg* (tunica subserosa) vékony kötőszövet, amely a hashártyát rögzíti a gyomor falához.
- A *simaizomzat* (tunica muscularis) háromrétegű, a külső réteg *hosszanti*, a középső réteg *körkörös*, a belső réteg *ferde* lefutású. Az izomzat réteges felépítése teszi lehetővé a *perisztaltikus* és a *keverőmozgást*.
- A *nyálkahártya alatti laza kötőszövetes réteg* (tunica submucosa) biztosítja – teltségétől függően – a gyomornyálkahártya redőzöttségét, illetve a redők elsimulását.
- A *nyálkahártyaréteg* (tunica mucosa) legbelül található, erősen redőzött. Általában ez a szerkezet jellemző a tömlő vagy cső alakú zsigerek falára. A gyomor normál befogadóképessége 1,2–2 liter, de maximálisan akár 4–5 liter is lehet. A gyomor *mirigyei* a nyálkahártyarétegben találhatók, váladékuk a *gyomornedv*.

A mirigyek fajtái

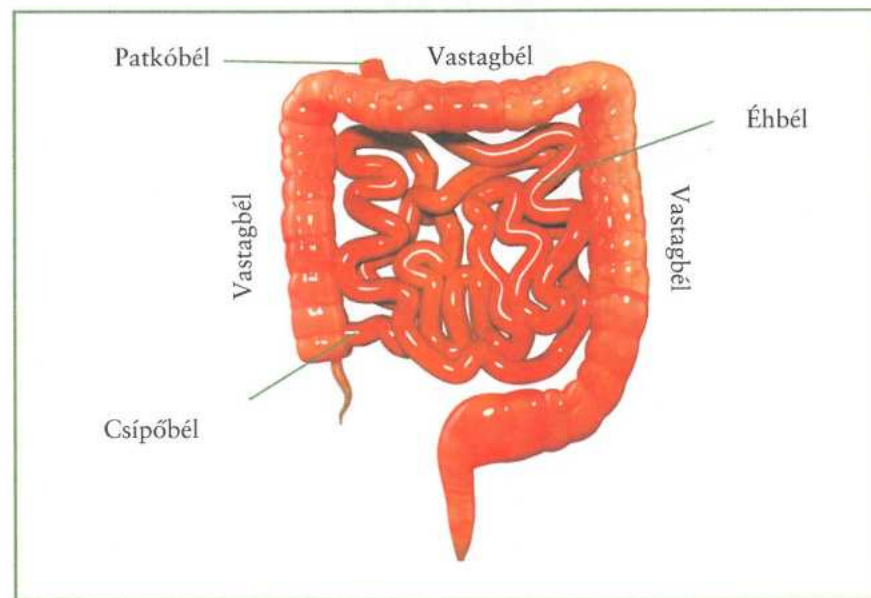
- A *pylorus-mirigyek nyákot* (mucin) termelnek, amely bevonja és védi a nyálkahártyát, megakadályozza, hogy a gyomor önmagát megeméssze.
- A *fundus-mirigyek* kétféle sejttípusa a *fősejtek* és a *fedősejtek*.
– A fősejtek *enzimet* termelnek (pepszin, kimozin).
– A fedősejtek *sósavat* termelnek, aminek következtében a gyomornedv erősen savas.

A gyomor *érellátása* igen gazdag. Verőerei az aorta hasi szakaszából erednek, visszerei a májkapuvisszérien keresztül a májba vezetnek. Bőséges táplálkozás után a gyomor vérkeringése megélnkül (mint minden intenzíven működő szervé), emiatt viszonylag kevesebb vér jut az agyba. Ezzel is magyarázható a bő étkezés utáni álmosság, amely élettani jelenség.

A *gyomor idegei* a vegetatív idegrendszerből származnak. A szimpatikus idegek gátolják a működését, a paraszimpatikus idegek pedig serkentik. (A vegetatív idegrendszer leírását l. Az Idegrendszer című fejezetben.)

A vékonybél

A vékonybél (intestinum tenue) a hasüregben középen, a vastagbelek által keretszerűen körbevett területen helyezkedik el. Kívülről felszíne sima, sokszoros görbület jellemzi. Teljes hossza 5,5–6 méter. Három szakasza van: a patkóbél, az éhbél és a csípőbél.



6.9. ábra. A vékonybél szakaszai

A patkóbél

Patkóbélnek (duodenum), epésbélnek, nyombélnek, vagy tizenkét ujjnyi bélnek is nevezik. Patkó alakú, kb. 20 cm hosszú bélszakasz. A gyomorkapunál kezdődik. Homorulatába illeszkedik a hasnyálmirigy feje.

A patkóbélbe ugyanazon a helyen nyílik be:

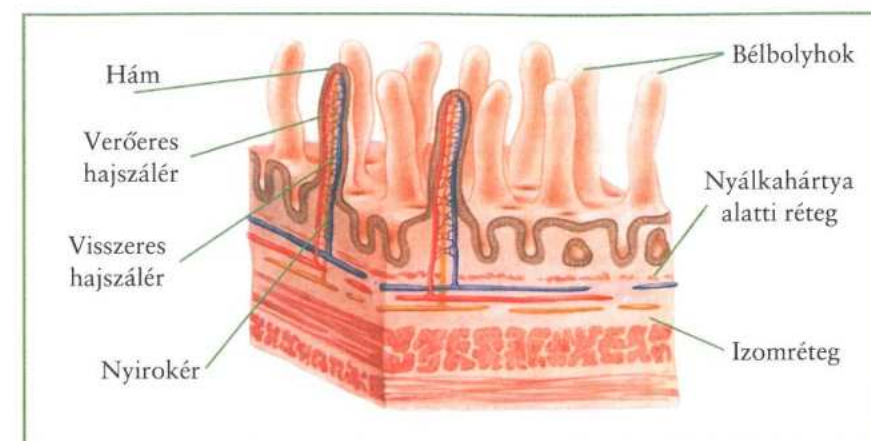
- A *közös epevezeték* (ductus choledochus) az epét szállítja az epehólyag felől.
- A *hasnyálmirigy-vezeték* (ductus pancreaticus major) a hasnyálat vezeti ide a hasnyálmirigyből.

A benyílás helyén szemölcszerű kiemelkedés található (l. a 6.15. ábrát), ez a Vater-papilla. A patkóbél nyálkahártyája körkörös, erősen redőzött.

Az éhbél

Az éhbél (jejunum) a hasüreg közepén helyezkedik el. A patkóbél folytatása. A nevét onnan kapta, hogy boncoláskor ez a bélszakasz mindig üres. Hossza kb. a vékonybelek 2/5-e. Falában elszórt nyiroktüszők vannak.

Nyálkahártyája körkörös, de a redők ritkábbak, mint a patkóbélben.



6.10. ábra. A bélbolyhok szerkezete

A csípőbél

A csípőbél (ileum) nevére jellemzően, a csípőárokban, a hasüreg alsó részén helyezkedik el.

Hossza kb. a vékonybelek 3/5-e. Kívülről nem különíthető el az éhbélről, mindkettőre jellemzők a kanyargó, hurkot leíró bélkacsok. Belülről különbözik az éhbélről, körkörös redői nincsenek, félhold alakú *nyálkahártyaredő* kiemelkedései vannak.

A csípőbél belső falán szemmel jól látható, nagyobb nyiroktüszőtelepek találhatók, az ún. Peyer-féle plakkok (plaque: francia szó, jelentése lemez, lap).

A vékonybél egyes szakaszai kívülről nem különülnek el, belülről a redők alapján különíthetők el egymástól.

A vékonybél mindhárom szakaszának belső felszínét *bélbolyhok* (villi intestinales) borítják, amitől a nyálkahártya bársonyos felszínű. A bolyhok felszínét felszívóhám borítja, alatta a kötőszövetben ér- és ideghálózat található. A bolyhok tengelyében centrális nyirokér fut. A bélbolyhok a nyálkahártya 0,5–1,5 mm hosszú, kesztyűujjszerű kitüremkedései, a *felszívás elemei*. A bélbolyhok a vékonybél felületét sajátos alakjuknál fogva megnövelik. Mozgásra képesek (összehúzódnak és kinyúlnak). Számuk 1 mm² bélfelületen kb. 30.

A vékonybeleket kívülről beborítja a *hashártya*.

AZ EMÉSZTŐSZERVRENDSZER ALSÓ SZAKASZA

Az emésztőszervrendszer alsó szakaszát a vastagbél alkotja. Részei:

1. Vakbél
2. Remesebél: felszálló szakasz, haránt szakasz, leszálló szakasz, szigmabél
3. Végbél

A vastagbél

A vastagbél (intestinum crassum) a vékonybeleket keretszerűen veszi körül, azoknál lényegesen vastagabb, kb. 1,5 m hosszú bélszakasz. Felszínén kiöblösödések és félhold alakú behúzódnások ismétlődnek, amitől „hurkás” alakját kapja. Úgy jönnek létre, hogy három hosszanti izomszalag halad végig a vastagbélen, amelyek rövidebbek a vastagbél teljes hosszánál, és mintegy „befodrozzák” ezt a bélszakaszt. Csak a végbél felszíne sima.

A vastagbél belső felszínén nincsenek bolyhok.

A vastagbél szakaszai: a vakbél, a remesebél, a végbél.

A vakbél

A vakbél (cecum) a vastagbél kezdeti, kb. 7 cm hosszú szakasza. A jobb csípőárokban fekszik, lefelé vakon végződik, innen kapta a nevét. A csípőbél felől egy szelep módjára működő billentyű (Bauhin-billentyű) nyílik a vakbél ürege felé úgy, hogy a csípőbél tartalmát átengedi a vastagbél felé, a visszaáramlást azonban megakadályozza.

A *féregnyúlvány* (appendix) a vakbél elcsökevényesedett nyúlványa. Hossza általában 6–8 cm. Gyulladás (appendicitis) esetén ezt távolítják el és nem a vakbelet.

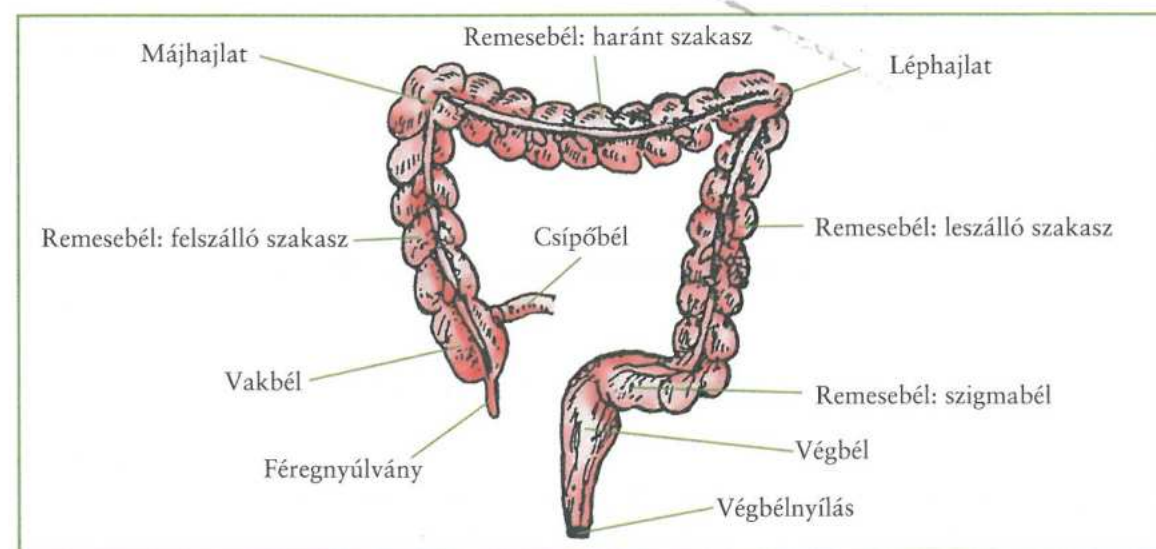
Az appendixben sok a nyiroktüsző, szerepe van a hasüregi fertőzések kivédésében, ezért a hasüreg mandulájának is nevezik. Elhanyagolt appendicitis következménye lehet a bélszakasz átfúródása. Ilyenkor bélsár kerül a hasüregbe, ahol súlyos fertőzést, hashártyagyulladást okoz, ami életveszélyes állapot (heveny hasi katasztrófa).

A remesebél

A remesebél (colon) a vakbélből kezdődik, a vastagbél teljes hosszának nagy részét képezi.

A remesebél négy szakasza:

- A *felső szálló szakasz* (colon ascendens) a hasüreg jobb oldalán halad felfelé, majd a máj alatt derékszögű hajlattal, a májhajlattal (flexura hepatica) folytatódik a haránt vastagbél felé.
- A *haránt szakasz* (colon transversum) derékszögben folytatódik a máj alatt és vízszintesen halad tovább a bal oldal felé.



6.11. ábra. A vastagbél szakaszai

- A *leszálló szakasz* (colon descendens) a vízszintesből bal oldalon a lép alatt meghajlik, ez a léphajlat (flexura lienalis), és lefelé halad tovább.

- A *szigmabél* (colon sigmoideum) a leszálló ág S alakú (a görög szigma betűhöz hasonló) görbülete, amellyel a remesebél a keresztcsontnál befordul a test középvonalába.

A remesebél a hashártya révén kapcsolódik a hátsó hasfalhoz, a fel- és leszálló szakasz szorosan, míg a haránt szakasz és a szigmabél lazábban rögzül.

A végbél

- A végbél (rectum) a vastagbél utolsó, kb. 20 cm hosszú szakasza. A keresztcsont homorulatában, rögzítetten helyezkedik el.

- Nyílása (anus) a külvilágba vezet. Nyálkahártyája a végbélnyílás körül közvetlenül sima, visszerekben igen gazdag. A visszerek kóros tágulatait aranyérnek nevezzük.

(Aranyérbetegségre hajlamosító tényező az ülő életmód, a székrekedés, a nehéz fizikai munka, a terhesség és a szülés, vagyis minden olyan tényező, amely a hasüregi nyomást fokozza.)

- A végbél nyálkahártyája a visszérfonatok felett hosszanti irányban erősen redőzött, itt a végbél tágult (ampulla).

A végbél záróizmái:

A végbélnyílást a külvilág felé gyűrű alakú záróizmok veszik körül.

– A *belső záróizom* (m. sphincter ani internus) simaizomból áll, akarattól függetlenül működik.

– A *külső záróizom* (m. sphincter ani externus) közvetlenül a belső záróizmot veszi körül, harántcsíkolt izom, akarattól függően működik.

A belső izom működtetése veleszületett (feltétlen) reflex, míg a külső izom működtetése tanult (feltételes) reflex, amely a szobatisztasággal alakul ki.

A végbél visszereinek többsége a májat megkerülve ömlik az alsó fővisszérbe.

A végbélkúpok hatóanyagai jól és könnyen felszívódnak a végbél nyálkahártyájáról, elkerülik a májat. Ezért a kúpok speciális összetételű gyógyszerek. A gyomor-bél rendszeren keresztül nem adható gyógyszerek injekció vagy kúp formájában alkalmazhatók.

A bélrendszer beidegzését a vegetatív idegrendszer végzi. A szimpatikus idegek gátolják, a paraszimpatikus idegek serkentik a bélműködést. (A vegetatív idegrendszer ismertetését l. Az idegrendszer c. fejezetben).

Az emésztőrendszerhez két nagy emésztőmirigy tartozik: a máj és a hasnyálmirigy.

A MÁJ FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

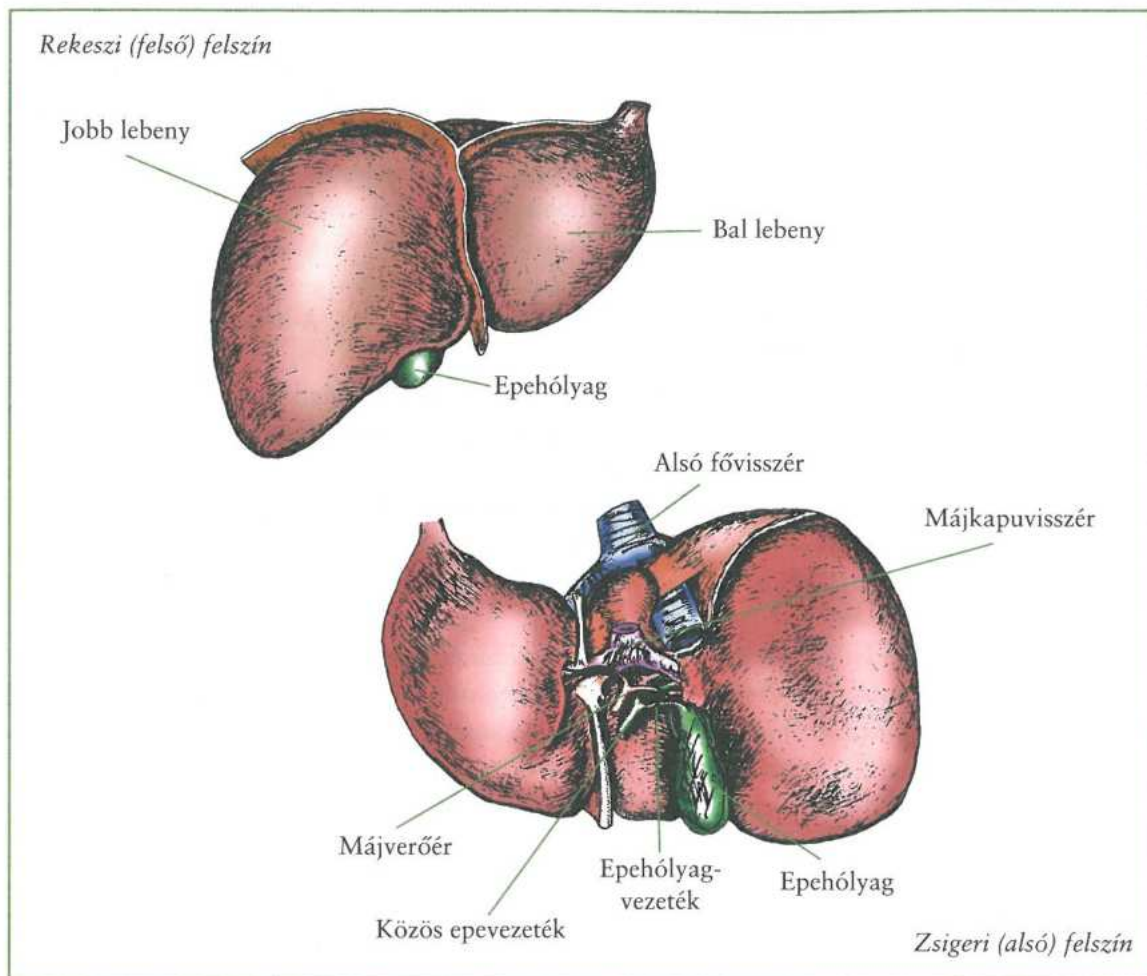
A máj makroszkópos felépítése

A máj (hepar) testünk legnagyobb, 1,5 kg tömegű mirigye, az anyagcsere létfontosságú szerve. Tömött, sima tapintatú, vörösesbarna színű szerv.

A máj a hasüregben a rekeszizom alatt, nagyobb részben a jobb oldalon, a bordávek által takartan helyezkedik el.

- *Lebenyei*: Két lebenyből áll, a jobb oldali a nagyobb, a bal oldali a kisebb. A májat kívülről kötőszöveti tok veszi körül.

- *Felszínei*: Felfelé a rekeszizom felé néz a domború *rekeszi* felszín, lefelé a hasüregi zsigerik felé néz az egyenetlen *zsigeri* felszín.



6.12. ábra. A máj makroszkópos szerkezete

A máj zsigeri felszíne

A máj zsigeri felszínén jól látható egy nyomtatott H betű alakú barázdarendszer.

A H alakú barázdarendszer részei:

- Jobb szárában elől az epehólyag, hátul az alsó fővisszér található.
- Bal szárában a magzati visszerek maradványai helyezkednek el.
- Vízszintes szárában a májkapu (porta hepatis) található, ahol a máj anatómiai képletei haladnak át.

A májkapun két ér lép be:

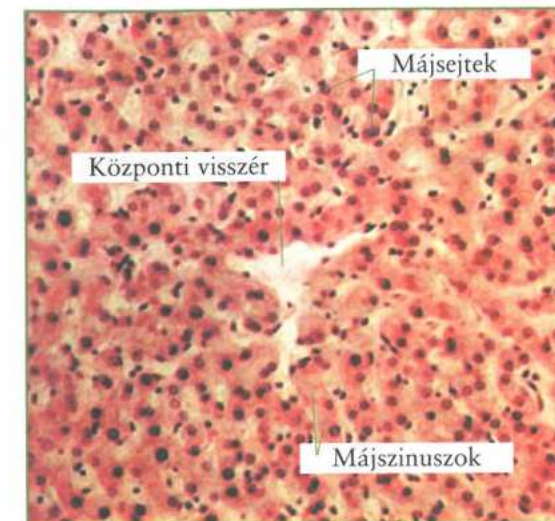
- A májverőér (a. hepatica) oxigéndús tápláló vért szállít a máj szöveteihez.
- A májkapuvisszér (v. portae) funkcionális vért szállít, mivel a páratlan hasi szervek tápanyagban (szén-dioxidban) dús vérét viszi a májba, ebből végzi el létfontosságú feladatait.

A májból kilép:

- A májvezeték (ductus hepaticus) a májkapun keresztül lép ki és epét szállít.



6.13. ábra. A máj szeletelt bonctani képe



6.14. ábra. A máj mikroszkópos képe

– A májvisszér (v. hepatica) a máj összes elhasznált vérét elszállítja (nem a májkapun lép ki, hanem a H betű jobb hátsó száránál az alsó fővisszérbe vezet).

A máj mikroszkópos felépítése

Mikroszkóposan a májat lebenyek (lobulus) építik fel. A lebenyek a máj hatszögletű, csonka gúla alakú építőelemei, magasságuk 2 mm, átmérőjük 1 mm. Sűrűn egymás mellett helyezkednek el és kötőszövet választja el őket egymástól.

A májlebenyke felépítése

Minden lebenyke közepén végighalad egy központi visszér (v. centralis), amely a gúla felső részén érkezik és az alján vezet ki. A központi visszér körül sugarasan, mint a kerékpárküllők rendeződnek el a lebenykét felépítő májsejtek, hajszálerek és epekapillárisok.

A májsejtek által termelt epét először ezek a kis epekapillárisok veszik fel és szállítják tovább az epeutak felé. Az epekapillárisok a májsejtek között erednek, kezdetben még nem rendelkeznek önálló fallal. A lebenyek között már önálló faluk van.

A májlebenyke érkapillárisai

- A májkapuvisszér kapillárisai a májkapun belépett májkapuvisszér elágazásai, sugárirányban haladnak a májsejtek felé, a funkcionális vért szállítják. A máj vérellátásának megértéséhez fontos tudni, hogy a májkapuvisszér a májban lebenyek közötti ágakra oszlik, majd a májsejtek között haladó speciális tág kapillárisokat (sinus) alkot. Itt érintkezik a vér a májsejtekkel, amelyek a máj sokféle életfontosságú funkcióját látják el.
- A májverőér kapillárisai a májkapun belépett májverőér elágazásai, sugárirányban haladnak a lebenyke belsejébe, a májsejtek számára szállítják a tápláló vért.
- A lebenyek speciális kapillárisai, a szinusok, a máj által feldolgozott vért vezetnek a lebenyke közepén végigfutó központi visszerekbe.

A lebenykék központi visszerei összeszedik a máj által elhasznált összes vért, majd összeömlenek és a vért a májvisszérén keresztül vezetik az alsó fővisszérbe.

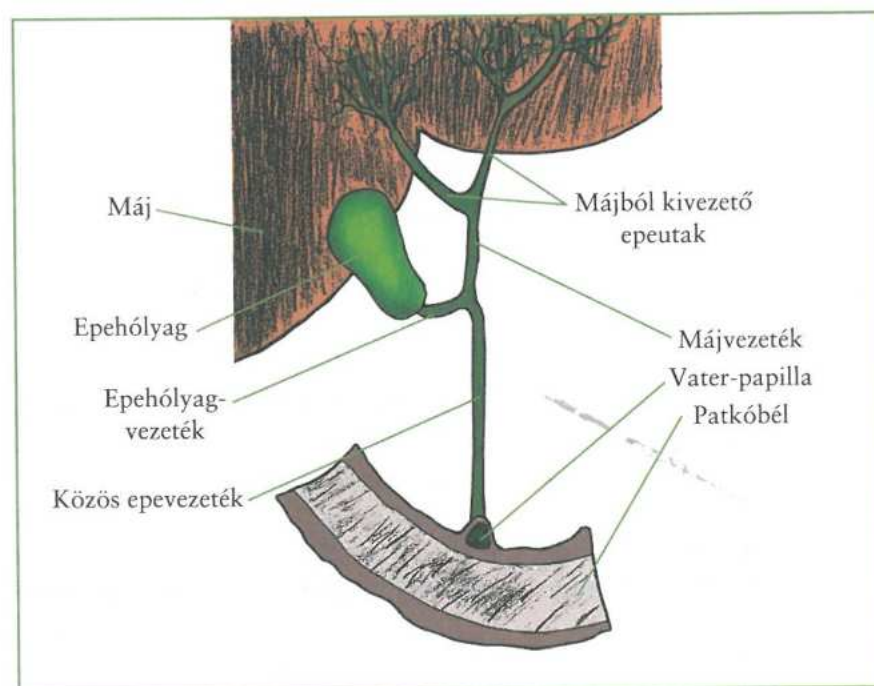
A máj érrendszerének és működésének lényege a *portális keringés*, amelyre az jellemző, hogy egy hajszálerekből összeszedett véna ismét hajszálerekre ágazik szét, ezután ismét nagyobb vénákba szedődik össze (leírását l. a Keringési rendszer című fejezetben).

Epeutak

A májsejtek által termelt epét az *epekapillárisok* egyre nagyobb *epeutakba* gyűjtik össze.

- A *májvezeték* (ductus hepaticus) a jobb és bal lebenyből kilépő két epeút egyesülése hozza létre, hossza 2–3 cm.
- Az *epehólyag-vezeték* (ductus cysticus) a májvezeték „leágazása” az epehólyag felé, hossza 1–2 cm. Az epehólyag-vezeték szállítja az epét az epehólyag felé és az epehólyag felől.
- A *közös epevezeték* (ductus choledochus) a májvezeték és az epehólyag-vezeték egyesüléséből jön létre, bevezet a patkóbélbe, hossza 6–8 cm.

Az epeutak egy része a májon belül található, ezek az *intrahepatikus* epeutak, más részük a májon kívül, ezek az *extrahepatikus* epeutak.



6.15. ábra. Az epeutak

Epehólyag

Az *epehólyag* (cholecysta) a máj alsó felszínén, a jobb bordaívénél elhelyezkedő, körte alakú tömlő. Szélesebb része elől a bordák felé néz, hátrafelé keskenyedek, innen indul a kivezetőcsöve (ductus cysticus). Az epehólyag hossza 8–12 cm, űrtartalma 30–50 cm³.

A máj által termelt világos színű *májepe* az epehólyagban besűrűsödik és viszkózus, barnászöld *hólyagepévé* válik. Napi mennyisége kb. 3/4 liter.

- Emésztési szünetben a közös epevezeték elzárja egy körkörös izom, így a híg májepe nem tud a patkóbél fele áramlani, hanem az epehólyag-vezetéken át az epehólyagba jut, ahol besűrűsödik, tárolódik.
- Emésztéskor, mikor gyomortartalom kerül a patkóbélbe, az epehólyag összehúzódik és az epe az epehólyag-vezetéken át az ilyenkor megnyíló közös epevezetéken keresztül a patkóbélbe kerül.

Egyes sók az epéből kiválva különböző nagyságú epeköveket hozhatnak létre. Vannak panaszt nem okozó „néma kövek” és vannak erős, fájdalmas görcsöket okozó epekövek. Az epehólyagkövesség miatt végzett műtéteknél az epehólyagot általában eltávolítják.

A máj működésére utaló laboratóriumi vizsgálatok közül fontosak a májfunkciós vérvizsgálatok, valamint a vizeletből az urobilinogén és a bilirubin kimutatása.

A máj működése

A máj hozzávetőleg háromszáz sokoldalú, bonyolult, létfontosságú feladatot lát el.

A máj néhány fontosabb feladata

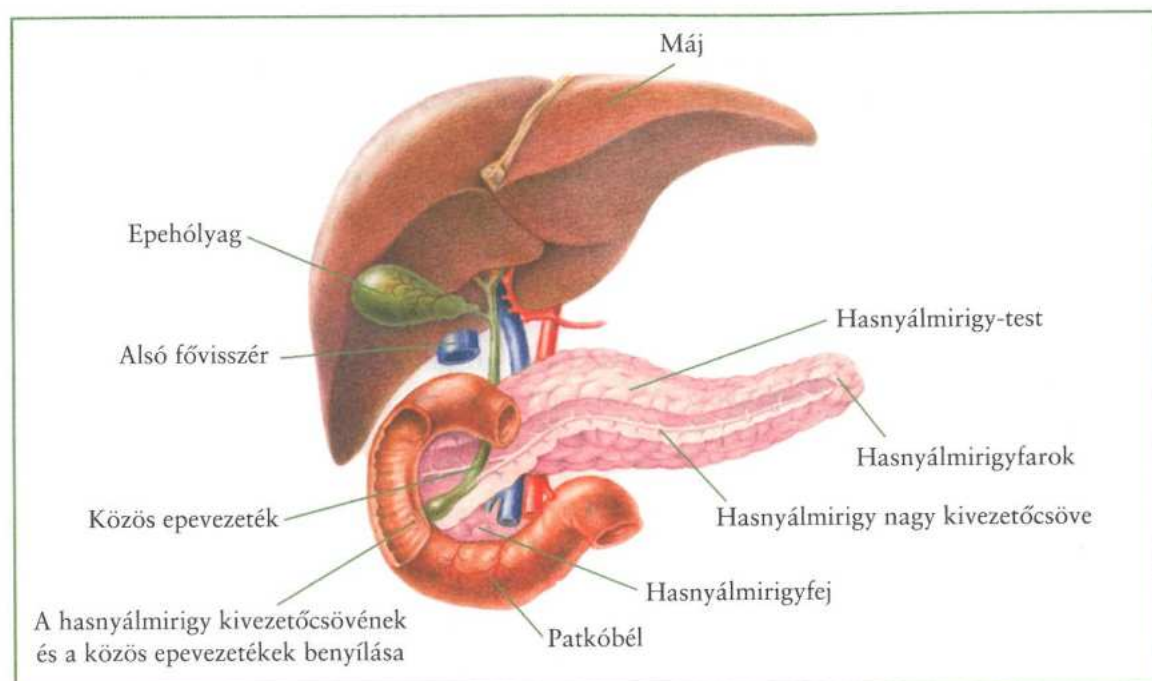
- Epe termelése és *epesavak* képzése.
- A vörösvérsejtek szétesése során átalakítja a vérfestéket (hemoglobint) *epesavakká* (bilirubin), majd bonyolult biokémiai folyamatok eredményeként a bilirubintól *vizeletfestéket* (urobilin) és *székletfestéket* (szterkobilit) képez.
- *Méregteleníti*, vagyis kémiai hatástalanítja a szervezet számára mérgező anyagokat (közismert a túlzott alkohol- és gyógyszerfogyasztás májkárosító hatása).
- Fontos *fehérjéket* termel (albumin, globulin, protrombin, fibrinogén stb.).
- Szerepe van vitaminok képzésében, így A-vitamint, D-vitamint képez.
- Részt vesz a *fehérje-, szénhidrát- és zsírcserében*. A vérben lévő glükózt glikogénné alakítja és így tárolja, ugyanakkor szükség szerint a glikogént visszaalakítja glükózzá, majd a vérárammal visszajuttatja a sejtekhez. Feladata az aminosavak és a zsírsavak lebontása is.
- *Raktározza* a különböző anyagokat (pl. glikogént, vitaminokat, vasat, nehézfémeket).
- A magzati életben *vérképző szerv*.

Májgyulladást (hepatitis) okoznak a hepatitis A-, B-, C-, D-, E-, G-vírusok. A tápcsatornán terjed az A- és E-vírus, míg vérrel és testnedvekkel terjednek a B-, C-, D-, G-vírusok. Igen súlyos, mert krónikussá válhat a B- és C-vírus okozta hepatitis, szövődésményként akár rosszindulatú daganat is kialakulhat. A hepatitis B ellen kötelező a védőoltás. A hepatitis C betegség már gyógyszeresen gyógyítható.

A HASNYÁLMIRIGY FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A hasnyálmirigy felépítése

A hasnyálmirigy (pancreas) a patkóbélből a lépig húzódik, hossza kb. 12–14 cm. A hashártya mögött, a hátsó hasfalhoz rögzítve helyezkedik el. Színe élő emberben halványrózsaszín, tettemben szürkésfehér. A mirigyállományában szétszórtan elhelyezkedő sejtcsoportok a Langerhans-szigetek, amelyek belső elválasztású feladatot látnak el.



6.16. ábra. A hasnyálmirigy

A hasnyálmirigy részei

- A *fej* a szélesebb, domború rész, a patkóbél homorulatában helyezkedik el.
 - A *test* a mirigy vastag, középső részét képezi.
 - A *farok* a test után következő elkeskenyedő rész, a bal oldalon a gyomor mögött, a lépig nyúlik.
 - *Fő kivezetőcsöve* (ductus pancreaticus major) végighúzódik a mirigyen, és a Vater-papillán keresztül a patkóbélbe vezet külső elválasztású mirigyváladékát, a hasnyálat. Záróizma nincs, ezért a hasnyál folyamatosan ürül.
- Ugyanitt, ezen a közös benyíláson áramlik az epe a patkóbélbe a közös epevezetéken keresztül, amelynek záróizma szakaszos ürülést tesz lehetővé.

A hasnyálmirigy működése

A hasnyálmirigy *kettős elválasztású mirigy*.

- Mint *külső elválasztású mirigy* a hasnyálat termeli, amely fehérje-, zsír- és szénhidrátbontó enzimeket tartalmaz.
- Mint *belső elválasztású mirigy* hormonokat termel (részletes leírását l. a Belső elválasztású mirigyek rendszere című fejezetben).

A hasnyál

A hasnyálmirigy külső elválasztású mirigyváladéka a *hasnyál*. Színtelen, lúgos vegyhatású, átlátszó folyadék. Közömbösíti a patkóbélbe került savas gyomortartalmat. Napi mennyisége 1–1,5 liter.

Fehérje-, szénhidrát- és zsírbontó enzimeket tartalmaz. Fehérjét bontja a *tripszin* (a hasnyálban inaktív előanyaga, a *tripszinogén* termelődik), szénhidrátot bontja az *alfa-amiláz*, a zsírokat bontja a *lipáz*, kötőszöveti rostokat bontja az *elasztáz* és a *kollagenáz*, a nukleinsavakat bontja a *nukleáz* enzim.

A HASHÁRTYA

A hashártya felépítése

A hashártya (peritoneum) a hasüregben található vékony, savós hártya. Szerepe a hasi szervek mechanikai védelme, a fertőzések kivédése. Két lemezből áll:

- A *fali lemez* (peritoneum parietale) a hashártya külső, hasfal felőli lemeze, amely a hasfal belső felszínét borítja.
- A *zsigeri lemez* (peritoneum viscerale) a hashártya belső, hasi szerveket (zsigereket) borító lemeze.

A két lemez között keskeny rés van, amelyet pár csepp savós folyadék tölt ki.

A hashártya bonyolult szerkezetét úgy kell elképzelni, mintha egy lepedőt lazán ráborítanánk az összes hasüregi szervre, ami itt-ott redőt vet, egyes hasi szerveket beborít, egyesek külső falára ránó és falának külső részét képezi (belek, gyomor, méh), egyes hasüregi szerveket nem borít be.

A hashártya részei, képződményei

- A *kiscseplesz* (omentum minus): A májról a gyomorra áthajló hashártyaredő.
 - A *nagycseplesz* (omentum majus): A gyomorról a belek elé kötényszerűen lelógó, onnan felemelhető hashártyakettőzet.
 - A *bélfodor*: A beleket a hátsó hasfalhoz rögzítő hashártyakettőzet.
- A vékonybeleket rögzítő bélfodor a *mesenterium*, a vastagbeleket a *mesocolon* rögzíti a hasfalhoz. Ha képzeletben a hátsó hasfalról levágjuk a beleket, ez a „fodrozott” hashártya marad vissza.
- A *Douglas-üreg* (excavatio rectouterina) a hasüreg legmélyebb pontja, U alakban visszahajló hashártyakettőzet (női szervezetben a méh mögött a hüvelyig lenyúlik).

A *hasi szervek hashártyához viszonyított helyzete*:

- Hashártya által beborított (intraperitonealis) szervek: a gyomor, a méh, a máj, a belek és a lép.
- Hashártya mögötti (retroperitonealis) szervek: a vese, a mellékvese és a hasnyálmirigy.
- Hashártya alatti (infraperitonealis) szervek: a hüvely, a végbél és a hólyag üresen. (A telt hólyag „magára húzza” a hashártyát.)

A hashártya gyulladása súlyos kórkép, főként hasi műtétek szövődményeként alakulhat ki. Kimenetele – még a nagy hatású antibiotikumok birtokában is – halálos lehet.

A hashártyáról a gyógyszerek jól felszívódnak, ezért pl. hasi műtétek befejezése előtt gyakran fecskendeznek antibiotikumot a hashártyára.

AZ EMÉSZTŐRENDSZER MŰKÖDÉSE, AZ EMÉSZTÉS ÉLETTANA

Az emésztés *mechanikus* folyamatai a táplálék felvételéből, felaprításából és továbbszállításából, míg a *kémiai* folyamatok az emésztőnedvek enzimjeinek lebontó tevékenységéből állnak.

AZ EMÉSZTÉS FOLYAMATA

Emésztés a szájüregben

A táplálék emésztése már a szájüregben megkezdődik. Rágás során a táplálék mechanikusan felaprózódik. A táplálék a szájüregben nyállal keveredik.

A nyál

A *nyál* napi mennyisége kb. 1,5 liter. 99%-a víz, ezenkívül sókat, fehérjéket, nyákot (mucin) és *szénhidrátbontó enzimeket* tartalmaz. Vegyhatása gyengén savas, enyhe baktériumölő (baktericid) hatása van, ezért a szájüregi sebek gyorsan gyógyulnak. A *nyál* feladata a szénhidrátok bontásának megkezdése és a falat megnedvesítése.

A *nyálelválasztás* feltétlen reflex, már megszületéskor működik. Az élet során kiépülnek tanult, feltételes reflexek is, pl. amikor az étel látványa, illata vagy bármilyen étkezéssel kapcsolatos információ megindítja a nyálelválasztás mechanizmusát.

Táplálkozáskor enzimeket tartalmazó, sűrű *emésztőnyál* termelődik. Táplálkozáson kívül enzimeket nem tartalmazó *híg nyál* választódik ki.

A nyál bizonyos anyagokat kiválaszt a szervezetből, pl. a higanyt és a jódot.

A nyelv alá helyezve, a szájüreg nyálkahártyájáról bizonyos gyógyszerek (pl. koszorúsér-tágítók) jól felszívódnak.

A szájüregben a szénhidrátok kismértékű bontása történik.

A *nyál szénhidrátbontó enzimjei*:

- A *nyálamiláz* (ptialin) az összetett szénhidrátokat, a keményítőt bontja maltózra.
- A *maltáz* a maltózt bontja szőlőcukorra.

Rágás során a nyállal kevert táplálék falattá alakul és nyeléssel a garatba, nyelőcsőbe, majd a gyomorba kerül.

A *nyelés* reflexfolyamat, a nyelési reflexet a falat a garatfal érintésével váltja ki. A lágy szájpad, a nyelv és a garat izmai a falatot a nyelőcső felé terelik. A táplálék nem juthat a légcsőbe, mert egyrészt nyelésnél a gégefedő elzárja a gégebemenetet, másrészt pedig nyelés közben a légzés szünetel. A nyúltagyban lévő *nyelőközpont* gátolja a légzőközpont működését, ez a magyarázata annak, hogy egyszerre nyelni is és belélegezni is nem tudunk.

Megszületés után az újszülött táplálásának megkezdése előtt nyelési próbát kell végezni. Nyelési zavarnál a táplálék a légutakba kerülhet.

Emésztés a gyomorban

A *gyomor* feladata a fehérjék egy részének és kis mennyiségben a zsírok bontása, valamint a gyomortartalom gyomornedvvel keverése és továbbítása.

A gyomornedv víztiszta folyadék. Napi mennyisége 2–2,5 liter. *Sósavat tartalmaz*, így vegyhatása erősen savas (pH 0,9-től 1,5–2 ig).

Sósavtartalma élettanilag a 0,5%-ot is elérheti, ez a *normaciditás*, ennél több sósavtartalom a *hyperaciditás*, kevesebb a *hypaciditás*, a sósav hiánya az *anaciditás*. A normáltól eltérő savértékek panaszokat okoznak (fájdalom, emésztési zavarok).

A gyomornedv-elválasztás *szabályozása idegi és hormonális*. Az idegi szabályozást a vegetatív (akaratától független) idegrendszer végzi. (Tartós stressz gyomorbántalmakhoz vezethet).

A termelődes kémiai szabályozása a véráram útján történik:

- Serkenti a gyomornedv-elválasztást a *hisztamin* (a sejtek által termelt értégtő anyag) és a gyomor által termelt helyi hatású hormon, a *gasztrin*, valamint a *kávé*, a *tea* és a *fűszerek*.
- Gátolja a gyomornedv-elválasztást az *enterogasztron* nevű hormon (a zsíros ételek fogyasztásakor termelődik).

A gyomorban a fehérjék nagymértékű és a zsírok kismértékű lebontásával folytatódik az emésztés.

Fehérjebontás a gyomorban

- A *kimozin* a tejfehérjékre (kazein) ható enzim, amely a tejfehérjét nem bontja le, hanem pelyhek alakjában kicsapja, azaz megalvasztja a gyomorban a tejet. Az így kicsapódott tejfehérje tovább marad a gyomorban, és a pepszin könnyen le tudja bontani.
- A gyomorban a fehérjék nagymértékű lebontása történik a *pepszin* segítségével. A pepszin az inaktív pepszinogénből aktiválódik, és csak sósav jelenlétében fejt ki hatását. A fehérjéket mint óriásmolekulákat kisebb egységekre (pepton, albumóz) bontja. A fehérjék teljes lebontása aminosavakra a vékonybélben fejeződik be.

Zsírbonítás a gyomorban

A zsírok bontása a gyomorban igen kismértékű (10%-os), a nyelvgyöki nyálmirigyekből idekerülő *lipáz* enzim révén valósul meg (túl zsíros ételek fogyasztása gyakran okoz gyomorrontást).

A gyomor mozgásai

- A *perisztaltika* (féreg- vagy hullámmozgás) a gyomortartalmat a gyomorszájtól a gyomorkapu felé továbbítja. 15–20 másodpercenként halad végig a gyomron egy-egy perisztaltikai hullám. Az emésztéssel pépessé vált gyomortartalom kis mennyiségekben, szakaszosan jut át a patkóbélbe. A zsíros ételek gátolják a gyomorperisztaltikát.
- *Kevertmozgás* – a gyomor mindhárom izomrétegének összehúzódása – révén a gyomortartalom elkeveredik a gyomornedvvel.
- Az *éhségperisztaltika* (gyomorkorgás) az üres gyomor rendszeres, sokszor jól hallható perisztaltikai mozgása. Oka, hogy az üres gyomorban a levegő elkeveredik a gyomornedvvel, miközben a gyomor perisztaltikus és sok esetben kevertmozgást is végez.
- A *hányás* (vomitus, emesis) kóros állapot, mikor a gyomortartalom nem a vékonybél felé, hanem visszafelé, a szájüreg felé ürül ki. Hányáskor, zárt gyomorkapu mellett a gyomorszáj ellazul és a hasprés a gyomortartalmat a nyelőcső felé préseli. A hányás tünete, a szervezet védekező reflexe, *központja a nyúltvelőben* van.

A gyomor tartalma gyomoremsztés után általában 4–5 óra alatt kiürül. A kiürülés gyorsasága sok tényezőtől függ, így az étel minőségétől, mennyiségétől, a gyomorsavtartalomtól, a rágás minőségétől. A víz 10–20 perc alatt felszívódik, illetve továbbítódik. Leghamarabb a gyümölcsök, szénhidrátok, legkésőbb a zsírok ürülnek ki. A gyomorból könnyen szívódnak fel a folyadékok, az ásványi sók, az alkohol, a gyógyszerek egy része és a mérgek.

Emésztés a vékonybélben

A vékonybélben három emésztőnedv fejt ki hatását: a *hasnyál*, a *bélnedv* és az *epe*. Mindhárom emésztőnedv vegyhatása lúgos, így a béltartalom (chymus) is lúgos, az enzimek ebben a közegben fejtik ki hatásukat. A chymus folyékony, világos sárgás-barnás folyadék, tartalma főleg víz, lebontott tápanyagok és a bélnedv.

A vékonybélben a fehérjék, a szénhidrátok és a zsírok *építőelemeikre bomlanak le*.

- A fehérjéket felépítő aminosavak és a szénhidrátokat felépítő glukóz, mint vízben oldható anyagok *felszívódnak a vékonybélbolyhokon keresztül* és a májkapuvisszér rendszerébe kerülnek.
- A zsírok zsírsavra és glicerinnre bomlanak, amelyeket a bélhámsejtek testazonos zsírokká alakítanak és innen a nyirokrendszerbe kerülnek.

A vékonybélben tehát befejeződik az emésztés és megtörténik a lebontott anyagok felszívása.

A hasnyál

A hasnyál a hasnyálmirigy külső elválasztású mirigyének váladéka. Naponta kb. 1–1,5 liter termelődik, *fehérje-, szénhidrát- és zsírbontó enzimeket* tartalmaz.

- *Fehérjebontó* enzim a *tripszinogén*, itt még inaktív állapotban van jelen. (Majd a bélnedv enterokináz enzimje hatására a vékonybélben válik aktív tripszinné. Ha – rendellenesen – már a hasnyálmirigyben aktiválódik az enzim, a szerv önmérsztését okozza.)
- *Szénhidrátbontó* enzim az *alfa-amiláz*.
- *Zsírbontó* enzim a *lipáz*, amely nagy mennyiségben termelődik (a zsírok 90%-át bontja).
- *Nukleinsavakat* a *nukleáz*, a kötőszövet rostjait az *elasztáz* és a *kollagenáz* bontja.

A hasnyáleválasztás *szabályozása idegi és hormonális*. Termelődését a száj nyálkahártyáját érő kémiai ingerek *reflexesen* váltják ki. A termelődés *kémiai* szabályozását a bél hámsejtjeiben termelődő szekretin (hormonszerű anyag) a véráram útján végzi.

A bélnedv

A bélfal mirigyének váladéka. Sárgás színű folyadék, napi mennyisége kb. 800–1300 ml. A bélnedvet a bélnyálkahártya termeli, de vissza is szívja, mennyisége e két folyamat eredménye.

A bélnedv *fehérje-, szénhidrát- és zsírbontó enzimeket* tartalmaz.

- *Fehérjebontó* enzim az *erepszin*.
- Aktiváló enzim az *enterokináz*, amely a hasnyálból a vékonybélbe kerülő tripszinogént tripszinné aktiválja.
- *Szénhidrátbontó* enzimek: a *maltáz* a malátacukrot (maltóz), a *laktáz* a tejcukrot (laktóz), a *szacharáz* pedig a répacukrot (szacharóz) bontja le.
- *Zsírbontó* enzim a *lipáz*, kis mennyiségben termelődik.

A bélnedv termelődésének szabályozása idegi és hormonális úton történik.

A *patkóbél hámsejtjeiben* *hormonszerű anyagok képződnek az ideérkező gyomortartalom hatására*:

- Az *enterogasztron* csökkenti a gyomorműködést, serkenti az inzulintermelést.
- A *szekretin* serkenti a hasnyál- és az inzulintermelést.
- A *kolecisztokinin* az epe és a hasnyál termelést fokozza.

A véráram útján jutnak el a szervekhez és ott fejtik ki hatásukat.

Az epe

Az epe (chole), a máj váladéka. Keserű, nyúlós folyadék, vegyhatása lúgos. Enzimeket nem tartalmaz. A zsírokat nem bontja, de fontos szerepe van a zsíremésztésben, annak előkészítésében.

- Az epe egyik feladata a *zsírok emulgeálása*, vagyis az epe emulziót, vízben eloszlatott apró cseppeket készít a zsírokból. Az emulzió apró részeihez hozzáfér a zsírbontó enzim, a lipáz.
- Az epe másik feladata, hogy a *lipázt aktiválja*, ti. a zsírok legnagyobb részét bontó pankréász-lipáz, inaktív (ha az epe nem aktiválja, nem tud zsírt bontani).

Az epe az epehólyagból csak időnként, a béltartalom zsírosságától függően ürül. A kolecisztokinin az epehólyag összehúzódását váltja ki.

Az epeképzés zavarai zsíremésztési zavarokat okoznak. Az epebetegek diétája mindig zsírszegény.

A vékonybél mozgásai

- A *keverőmozgás* során a béltartalom összekeveredik az emésztőnedvekkel.
- A *perisztaltikus mozgás* szabályos időközönként halad végig a beleken, a béltartalmat továbbítja a patkóbéltől a csípőbél felé.
- A *bélsárhányás* (miserere) igen ritkán fordul elő, súlyos állapotban jelentkezik, pl. elhanyagolt bélelzáródásnál. Ekkor a vékonybél-tartalom visszafelé, a szájjüregen keresztül ürül ki.

A bélbolyhok felszínét aktív *felszívóhám* (egyrétegű mikrobolyhos hengerhám) borítja. Itt történik az emésztés során lebontott, vízben oldott tápanyagok felszívása. A vékonybélben az emésztés, a tápanyaglebontás befejeződik.

A vastagbél működése

A vékonybél tartalma már 5–6 órával a táplálkozás után, a csípőbélből a Bauhin-billentyűn keresztül szakaszosan ürül a vastagbél felé, ahol átlag 15 órát időzik. A vastagbélben már nincs tápanyagemésztés.

- A vastagbélben nagyfokú *vízvisszaszívás* (reszorpció) történik. Naponta kb. 500 g béltartalomból 150–250 g széklet (faeces) formálódik. A székletnek kb. 60%-a víz.
 - *Erjedési-rothadási folyamatok* révén a vastagbélben a még emésztetlen anyagok tovább bomlanak. Közben gázok, kellemetlen szagú anyagok keletkeznek. A keletkezett gázok egy része felszívódik, egy része a végbélnyíláson át szelek formájában távozik (flatulatio).
- A gyomor és a vékonybél nem tartalmaz baktériumokat, míg a vastagbél baktériumállománya (baktériumflóra) igen gazdag. 1g bélsárban kb. 1 milliárd baktérium található. A *baktériumok* (elsősorban a coli-baktérium) részt vesznek az erjedési-rothadási folyamatokban, valamint a *B- és K-vitamin képzésében*.

A baktériumok a bélcsatornában nem fertőznek (apatogének), de ha kikerülnek a belekből, akár széklettel a külvilágba, akár kórosan a hasüregbe, fertőzőképesé (patogénné) válnak.

Antibiotikum-terápia alkalmazásakor elpusztulhat a bél baktériumállománya (baktériumflóra) is, ennek következtében bélműködési zavarok, vitaminhiány léphet fel (antibiotikumokat csak orvosi előírás szerint ajánlott szedni).

A vastagbél mozgása

A *tömeges perisztaltika* az egész vastagbélen végighaladó erőteljes perisztaltikai hullám. Naponta 2–3 alkalommal jelentkezik, hatására a béltartalom a szigmabélbe, innen a végbélbe kerül. A vastagbél mozgásaira kedvező hatást gyakorol a rost- és folyadékdús táplálkozás, valamint a rendszeres testmozgás.

A *székletürítés* (defecatio) során a tömeges perisztaltika következtében a végbélbe került bélsár feszíti a végbél falát és székelési ingert vált ki. A záróizmok ellazulnak és hasprés hatására a széklet kiürül.

Az emésztés helye	Emésztőnedv	Enzim	Mit bont?	Mire bont?
Szájüreg (kismértékű lebontás)	Nyál (enyhén savas)	Szénhidrátbontó: ptialin	Szénhidrátot: keményítőt, glikogént	Maltózra (malátacukorra)
		maltáz	maltózt	glukózra (szőlőcukorra)
Gyomor (lebontás)	Gyomornedv (savas)	A fehérjebontást előkészíti: kimozin	Tejfehérjét: kazeint megalvasztja	—
		Fehérjebontó: pepsin (HCl jelenlétében)	Fehérjéket	Albumózra és peptonra (kisebb fehérjemolekulák)
		Zsírbontó: lipáz (kismértékű bontás)	Zsírokat	Zsírsavra és glicerinre
Vékonybél (lebontás, tápanyag-felszívás)	Epe (lúgos)	A zsírbontást előkészíti	A lipázt aktiválja, a zsírokat emul- geálja	—
	Hasnyál (lúgos)	Fehérjebontó: tripsz- zinogén (inaktív), tripszin (aktív)	Fehérjét: albumo- zókat peptonokat	Aminosavakra
		Szénhidrátbontó: alfa-amiláz	Szénhidrátot: keményítőt, glikogént	Glukózra
		Zsírbontó: lipáz	Zsírokat	Zsírsavra és glicerinre
		Elasztáz, kollagenáz	Kötőszöveti rostokat	Építőelemeire
		Nukleáz	Nukleinsavakat	Építőelemeire
	Bélnedv (lúgos)	Aktiváló enzim: enteropeptidáz	A hasnyál tripszi- nogénjét aktiválja tripszinné	—
		Erepszin	Fehérjét: poli- és dipeptideket	Aminosavakra
		Szénhidrátbontó: maltáz	Szénhidrátot: maltózt	Glukózra
		laktáz	laktózt (tejcukrot)	glukózra
		szacharáz	szacharózt (répacukrot)	glukózra
		Zsírbontó: lipáz (kismértékben)	Zsírokat	Zsírsavra és glicerinre
Vastagbél	Nincs	—	Lebontás nincs, vízviasszívás, er- jedés-rothadás van	—

6.1. táblázat. Az emésztés összefoglaló táblázata

A székletürítés reflextevékenység. Akarattól független szabályozása a gerincvelő kereszt-csonti szakaszában, az akarattól függő pedig az agyban történik. Idegi sérülések vagy agyi keringési zavarok velejárója lehet a székletviszatartás-képtelenség (incontinentia alvi).

A széklet barnás színét festékanyaga, a szterkobilin adja.

A székletet a benne lévő baktériumok miatt fertőzőforrásnak kell tekinteni. A széklettel szennyezett eszközöket szigorú higiénés előírások szerint kell fertőtleníteni.

Hasmenés (diarrhoea) esetén a gyakran (naponta több mint háromszor) ürülő híg széklettel a szervezet értékes ásványi sókat és sok vizet veszít, a szervezet folyadék-elektrolit egyensúlya könnyen felborul, kiszáradás következhet be, ezért fontos az elvesztett folyadék pótlása. Könnyebben alakul ki kiszáradás csecsemő- és időskorban, vagy legyengült állapotokban.

Székrekedés (obstipatio) esetén a bélműködés renyhe, ennek következtében a széklet kemény, ritkán ürül (három napnál ritkábban). Székrekedést okozhat pl. a rostszegény, folyadék-szegény táplálkozás vagy a stresszes, mozgásszegény életmód. Székrekedéses egyéneknél a fokozott hasprés miatt könnyen alakul ki aranyér, és gyakoribbak a vastagbél rosszindulatú betegségei (a sokáig ott időző béltartalom káros anyagai miatt).

AZ ANYAGCSERE LÉNYEGE

Az anyagcsere során a szervezet táplálékot vesz fel, az emésztés folyamatában a tápanyagokat építőköveire bontja, amelyek ezáltal felszívódnak. Ezek az élettani folyamatok a tápcsatornában történnek.

A *közi* (intermediér) *anyagcsere* során a lebontott és a felszívódott anyagokat a *szervezet beépíti saját sejtjeibe* (asszimiláció). A beépített vegyületeket szükség szerint az oxidációs folyamatokban *kémiaiilag lebontja* (disszimiláció), miközben *energia szabadul fel*, valamint *széndioxid és víz képződik*. A felszabaduló energiát a szervezet az életfolyamatok lebonyolításához használja fel.

Az asszimiláció és disszimiláció a sejtekben egy időben lezajló, ellentétes irányú folyamat, mindkettő enzimek segítségével megy végbe.

Az asszimiláció *energiaigényes folyamat*, a sejtekbe beépülő anyagok pótolják a szervezet által elhasználtakat, sőt egy részük (szénhidrátok, zsírok) raktározódik is.

A disszimiláció *energiafelszabadító folyamat*, a beépített anyagok lebontásával keletkezik, lehetővé teszi az életfolyamatok zavartalan lefolyását.

A fehérje-, szénhidrát- és zsíryananyagcsere lényege

- Az aminosavakra lebontott fehérjék és a glukózra lebontott szénhidrátok a bélbolyhokon keresztül felszívódnak a keringésbe.
- A szabad zsírsavakra és monogliceridekre bontott zsírok a vékonybélbolyhok hámlában test-azonos zsírokká szintetizálódnak és a nyirokkeringésbe jutnak.
- A felszívódott tápanyagok a májkapuviszér útján bejutnak a májba. A máj elvégzi sokrétű, létfontosságú életfolyamatait, szinte „megszűri” a vért. Ezt a vért a májviszér kivezeti a májból, majd az alsó fővisszérén keresztül, a jobb pitvaron, a jobb kamrán át a tüdőverőérbe kerül. A tüdőbe jutó vér a külső légzés során oxigénnel telítődik.

- Az oxigéndús vért a tüdőviszér a bal pitvaron és a bal kamrán át az aortába juttatja, ahonnan a vér a nagyvérkör verőerei útján elszállítja és leadja az oxigént és a tápanyagot a sejteknek.
- A sejtek felépítik, szintetizálják saját anyagaikat, vagyis előállítják az emberi szervezetre jellemző zsírokat, szénhidrátokat és fehérjéket (l. biológia: a fehérjék bioszintézise).
- A lebontási folyamatok anyagcseretermékeit a visszerek szállítják el a sejtektől, a kiválasztó szervek pedig eltávolítják a feleslegessé vált, sok esetben mérgező bomlástermékeket a szervezetből.

Kiegyensúlyozott táplálkozás esetén, a felvett tápanyagok fedezik a szervezet összes energia-szükségletét. A tápanyagok energiaértékének hivatalos (SI) mértékegysége a kilojoule (kJ). Bevezetéséig a kilokalória (kcal) volt használatban, amit jelenleg is feltüntetnek a kJ érték mellett (1 kcal = 4,18 kJ).

Az *alapanyagcsere fogalma*: a nyugalomban lévő, 10–12 órája nem táplálkozó, 20 °C szobahőmérsékleten lévő szervezet energiatermelése (felnőtt, egészséges embernél napi 1500–2000 kalória). Ez az energia csak az életfolyamatok (pl. légzés, szívműködés, testhőmérséklet) fenn-tartásához elegendő.

Az alapanyagcserét befolyásolja pl. az életkor (az alapanyagcsere időskorban csökken), az egészségi állapot és a hormonális működés.

Tevékenység során, a munkavégzés intenzitásától függően az energiaszükséglet az alapanyagcsere fölé emelkedik.

Energiaegyensúly

A szervezet energiaforgalma akkor van egyensúlyban, ha megfelelő mennyiségű és minőségű táplálék fedezi az energia- és tápanyagszükségletet. Ezt az igényt számtalan tényező befolyásolja: egyéni sajátosságok, életkor, egészségi állapot, aktivitás stb. Az *energiamérleg* a felvett és leadott energia mennyiségének egyensúlyát mutatja meg. Az egyensúly felborulásának következménye a hízás, vagy fogyás.

Az egészséges, harmonikus élet alapvető szükséglete a megfelelő minőségű és mennyiségű, rendszeres táplálkozás.

A tápanyagok energiaértéke			A napi átlagos energiaszükséglet, kcal		
Tápanyag	kJ/g	kcal/g	A végzett munka	Nő	Férfi
Szénhidrát	17,2	4,2	szellemi	2 000	2 700
Zsír	38,9	9,1	könnyű testi	2 200	3 000
Fehérje	17,2	4,2	nehéz testi	2 600	3 500

6.2. táblázat. A tápanyagok energiaértéke, a napi energiaszükséglet

Az anyagcsere-folyamatok is igazolják azt a tényt, hogy az élő szervezet egységes egész, és az életfolyamatok szoros kölcsönös kapcsolatban állnak egymással. Az emésztés, a keringés, a légzés és a kiválasztás életfolyamatainak megértése csak működésük összefüggéseinek feltárásával lehetséges.

ÉRDEKESSÉGEK

- *Ételallergiánál* bizonyos táplálékkal szemben érzékenység alakul ki. Ilyenkor a szervezet a táplálékra, mint idegen anyagra, allergiás reakcióval reagál. Tünetei lehetnek: hányás, hasmenés, bőrkiütések, gyomor-bélfájdalmak, emésztési zavarok, fogyás. Gyakori a fehérje-allergia, a tej- és tojásallergia. A laktózallergiások a tejcukorra érzékenyek. A lisztérzékenyek a gabonaféléket (búza, árpa, rozs, zab) nem tudják emésztetni. Ajánlott orvoshoz, dietetikushoz fordulni, az érzékenységet kiváltó anyagokat mellőzni, a diétát betartani.
- A gyógyszernek nem minősülő *vitamin- és ásványianyag-koncentrátumok* fogyasztásához ajánlott orvos tanácsát kérni. Ezek a táplálékkiegészítők is károsíthatják a szervezetet, főleg betegek, gyógyszert szedők körében.
- Ha egy darab kenyérhéjat sokáig rágunk, anélkül, hogy lenyelnénk, egy idő után édesnek érezzük, ami azt igazolja, hogy a *szájüregben megkezdődik a szénhidrátok bontása* maltózra (malátacukor).
- A *gyomorfekély* a gyomorfal szövethiányát jelenti, akár az izomrétegig terjedhet. A nyálkahártyát védő nyák (mucin) hiányzik és a pepszin felemésztí a gyomorfal izomzatát (önemésztés). A betegség férfiak és 0-veérszoportúak körében gyakoribb. Fekélybetegséget okozhat pl. a rendszeres alkoholfogyasztás, a dohányzás, az egészségtelen táplálkozás, a stressz. A korszerű diagnosztikai eljárásoknak köszönhetően, mint pl. a gyomortükrözés (gastroszkópia), a fekélybetegség korai stádiumban felismerhető. Régebben gyakran fordult elő fekély következtében a gyomor átlukadása (perforáció).
- A *krónikus székrekedés* szerepet játszik a vastagbél daganatok kialakulásában, mivel a bél tartalom sokáig időzik a vastagbélben, így a bomlástermékekben lévő káros anyagok elősegíthetik a daganatképződést. Hazánkban a *vastagbélrák* a második leggyakoribb daganatos halálok mindkét nemnél (első a tüdőrák mindkét nemnél, hamadik nőknél a mellrák, férfiaknál a prosztatarák).
- A *transzzsírok* mesterségesen előállított, a folyékony olajokhoz iparilag hozzáadott anyagok, melyek a természetben nem fordulnak elő. Felhasználásukkal a folyékony olajok szilárdak lesznek (margarin), egyéb élelmiszerek jobban eltarthatókká válnak. A transzzsírok károsak, jobban ártanak, mint az állati eredetű telített zsírok. Nagymértékben károsítják a szív-ér rendszert, főleg a verőereket, érlelmeszesedést okoznak, emelik a koleszterin szintjét, ezért fogyasztásukat teljes mértékben kerülni kellene. A termékeken feltüntetett transzzsirtartalom fontos információ a fogyasztók számára.
- A *fogakat ritkábban jelölik* a Zsigmondy-keresztel, a gyakorlatban a Nemzetközi Fogászati Szövetség (FDI) számozása a használatos. Az FDI a fogak jelölésére két számot használ, melyeket pont választ el egymástól. Az első a kvadránst jelzi, amelyikben a fog elhelyezkedik: 1. a jobb felső, 2. a bal felső, 3. a bal alsó, 4. a jobb alsó negyed. A második szám a fogat jelzi 1-től nyolcig, így pl. a 2.3 szám a bal felső szemfogot jelöli.
- Ajánlott az élelmiszerek vásárlása, illetve fogyasztása előtt tanulmányozni a címkéjükön ismertetett energiaértéket és az összetevőket. *Tudatos fogyasztói magatartás*, ha a leírtak alapján minél egészségesebb terméket választunk. *Táplálkozási szokásainkat* érdemes úgy alakítani, hogy a kiegyensúlyozott, változatos táplálkozás elősegítse egészségünk megőrzését, fejlesztését.

- A *testtömegindex*: a kg-ban mért testtömeg és a méterben mért testmagasság négyzetének hányadosa (kg/m^2). Értékelése: 20 alatt sovány, 21–25-ig normál, 26–30-ig túlsúlyos, 30 felett elhízott. A táplálkozási szakemberek ennek alapján állapítják meg a tápláltsági állapotot. Az elhízás elkerüléséhez törekedni kell arra is, hogy a *haskörfogat* nőknél 88 cm-nél, férfiaknál 102 cm-nél ne legyen több. A túlsúly, illetve az elhízás elkerülése csökkenti a szív- és érrendszeri, illetve a cukorbetegség kialakulásának kockázatát.
- A *fogyókúra* a gyors vízvesztés révén a folyadékháztartás egyensúlyának felborulásához vezethet. Az éhezéssel határos fogyókúra a szervezet pH-ját eltolja savas irányba, acidózist okoz, ami súlyos anyagcserezavarral jár. Fogyókúrához mindig ajánlott szakember (orvos, dietetikus) segítségét kérni. Egyenletes, kb. heti 0,5 kg-os súlycsökkenés elérhető a mozgástevékenység fokozásával, a zsíros, édes ételek visszafogásával, így kisebb az esélye a kúra utáni gyors súlygyarapodásnak (jojó-effektus).

ÖSSZEFOGLALÁS

Az emésztőrendszer a táplálékkal felvett tápanyagokat lebontja, felszívja és a keringés útján eljuttatja a sejtekhez. A salakanyagok a végbélen keresztül széklet formájában ürülnek ki. A *sejtépítő anyagok* (a víz és az ásványi sók), valamint a vitaminok az élethez nélkülözhetetlenek.

Az *alapvető tápanyagok* az emésztés során építőelemeire bomlanak le és így épülnek be a szervezet sejtjeibe: a fehérjék aminosavakká, a szénhidrátok glukózzá alakulnak, a zsírok zsírsavra és glicerinné bomlanak le.

A lebontást *enzimek* végzik, amelyek fajspecifikussága teszi lehetővé, hogy egy bizonyos enzim csak egy bizonyos anyagot (szubsztrátumot) képes lebontani.

A *tápcsatorna felső szakaszában* (szájüreg, garat, nyelőcső) történik a táplálék felvétele, mechanikus felaprítása és továbbítása. A nyál enzimjeinek segítségével a szájüregben megkezdődik a szénhidrátok bontása.

A *középső szakaszban* (gyomor, vékonybél) folytatódik az emésztés. A savas vegyhatású gyomornedv enzimjei a fehérjék bontását kezdik meg. A vékonybélben a lúgos bélnedv és a hasnyál fehérje-, szénhidrát- és zsírbontó enzimjei építőelemeire bontják a tápanyagokat.

Két nagy létfontosságú emésztőmirigy, a *máj* és a *hasnyálmirigy* kapcsolódik az emésztőrendszerhez. A máj által termelt epe a zsíremésztés előkészítésében vesz részt a patkóbélben. Az epe az epeutakon keresztül kerül először az epehólyagba, majd innen besűrűsödve jut tovább a patkóbélbe. A hasnyálmirigy külső elválasztású mirigyei által termelt hasnyál szintén a vékonybélben fejti ki lebontó hatását.

Az *alsó szakaszban* (vakbél, remesebél, végbél) csak vízviasszívás és erjedés-rothadás történik, itt képződik a széklet, ami tömeges perisztaltika eredményeként ürül a külvilágba.

A *perisztaltikus mozgás* a tápcsatorna tartalmának továbbítására szolgál.

Az egészséges táplálkozás jelentős szerepet játszik a betegségek megelőzésében, az egészségfejlesztésben. Az energiaegyensúly fenntartása megelőzheti a túlsúly kialakulását, ami az egyik legfontosabb rizikófaktor a cukorbetegség, a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának.

KULCSFOGALMAK

Tápanyag, táplálék, építőanyag, tápanyagok felépítése, enzimek fajspecifikussága, szubsztrátum, perisztaltika, hipo-, hiper-avitaminózis, aktiváló enzimek, tápanyagfelszívás, májlebenyke, epeutak, méregtelenítés, kettős elválasztás, energiamérleg, alapanyagcsere, közti anyagcsere.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Mi a különbség a táplálék és a tápanyag között?
2. Milyen építőelemekre bontják le az enzimek a vékonybélben a fehérjéket, a szénhidrátokat és a zsírokat?
3. A 6.6. ábrán jelölje be egy quadránsban (negyedben) a fogak fajtáit!
4. Rajzolja le a gyomrot, és jelölje a részeit! (Végezzen önellenőrzést a 6.8. ábra segítségével!)
5. Miért nincs fehérjeemésztés a savhiányos gyomorban?
6. A fogorvos kezelés közben elszívót helyez elől a szájüreg aljába és tampont helyez a felső nagyörlők és a pofák közé. Miért?
7. Milyen következménnyel járhat a rendszeres székrekedés? Hogyan előzhető meg?
8. Mi az élettani magyarázata annak, hogy a maltáz enzim semmilyen más tápanyagot nem bont, csak a malátacukrot (maltózt)?
9. Állítsa anatómiai sorrendbe a felsorolt bélszakaszokat úgy, ahogyan egymás után következnek. A sorrendnek megfelelő számokat írja a vonalra!
Remesebél leszálló szakasza __, éhbél __, patkóbél __, szigmabél __, remesebél haránt szakasza __, vakbél __, csípőbél __, remesebél felszálló szakasza __.
10. Milyen anatómiai tényező biztosítja, hogy emésztési szünetben a májból az epe közvetlenül nem a patkóbélbe, hanem az epehólyagba kerül?
11. Mi a magyarázata annak, hogy az epebeteg diétája mindig zsírszegény?
12. Magyarázza meg, miért károsak a transzszírok!
13. Számolja ki a testtömegindexét és állapítsa meg, melyik tápláltsági kategóriába tartozik? Mérje meg haskörfogatát a köldök vonalában. Fennáll a túlsúly kockázata?
14. Kövesse a táplálékkal felvett fehérje útját a szájüregtől a bélbolyhokig és innen a sejtekig! Nevezze meg pontosan, sorrendben az „út” anatómiai részeit! (Ha a kérdést hibátlanul megválaszolta, azt jelenti, hogy érti a táplálkozás és a keringés összefüggéseit.)
15. A 6.1., 6.5. és 6.7. ábrákon a magyar szakkifejezések mellé írja oda a tanult latin szavakat!
16. Adjon egészséges táplálkozási tanácsot társainak: sorolja fel, mit ajánl és mit nem ajánl fogyasztásra, azt is indokolja meg, miért! A témát – lehetőség szerint – vitassa meg társaival, tanárával gyakorlati órán is!
17. Mutassa be anatómiai modellen az emésztőrendszer szakaszait és a szakaszok részeit!
18. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az emésztőrendszer képeit és animációit!

ORVOSI KÉPALKOTÓ ELJÁRÁSOK

A képalkotó eljárások azzal, hogy a vizsgált szervről képet készítenek, nagy segítséget jelentenek a diagnosztizálásban. Sokszor önmagukban elegendők a kórisme megállapításához, sokszor más képalkotó eljárásokkal, egyéb kiegészítő vizsgálatokkal segítik a hatékony orvoslást. Az alábbiakban néhány, gyakrabban használt képalkotó vizsgálatot ismertetünk (a teljesség igénye nélkül).

Az endoszkópos (tükrözéses) eszközök vékony, a szervek belsejébe, üregrendszerébe bevezethető hajlékony csövek, amelyek fényforrással és optikával (száloptika) rendelkeznek. Segítségükkel a vizsgálat közben kivetíthető, megtekinthető, és színes monitoron nyomon követhető képeket készítenek a szervek belsejéről. Az endoszkópok szövetmintavételre is alkalmasak, segítségével műtéti beavatkozások is elvégezhetők. Így a vizsgálatok egyaránt segítik a diagnosztizálást és a terápiát. A gasztroszkóppal a gyomrot, a bronhoszkóppal a hörgőket, a kolonoszkóppal a vastagbelet, a cisztoszkóppal a húgyhólyagot, az artroszkóppal az ízületek belsejét vizsgálják, de léteznek más endoszkópos eszközök is.

A **radiológia** a sugárzást használja fel a gyógyászatban. A **röntgensugár** felhasználása régóta



6.17. ábra. Endoszkóp

ismert. Az X-sugarakat Wilhelm Conrad Röntgen német fizikus fedezte fel 1895-ben. Korszakalkotó találmányáért a világon először kapta meg a fizikai Nobel-díjat. Felfedezését diagnosztikai és terápiás céllal szinte azonnal használni kezdték a gyógyászatban. A röntgenátvilágítás és -felvétel hosszú évtizedekig egyedüli képalkotó eljárás volt az orvoslásban. Régebben csak átvilágítást végeztek, felvételt nem mindig. Ma már rutinszerűen röntgenfelvételeket készítenek, átvilágítást önmagában nem, csak a felvétel kiegészítéseként, mint pl. idegentest gyomorba kerülése esetén, mivel a vizsgálat nagyobb sugárterheléssel jár. A hagyományosnak mondható röntgenképes vizsgálatoknak ma is helye van a diagnosztikában.

A **röntgensugár** láthatatlan, az anyagokon áthatoló, nagy ionizációs képességű elektromágneses sugárzás, amelyet röntgensóval állítanak elő. (Ionizáció: nagy energiájú, ártó sugárzások, pl. a röntgen, rádium, urán váltják ki. Az ionizáló sugarak a szervezetben káros, a DNS megváltoztatásával járó mutagén hatást fejthetnek ki, kóros folyamatokat indíthatnak el. Az ionizáló elnevezés onnan ered, hogy a sugarak hatására a szervezetben a semleges molekulából vagy szabad gyökökből ionok keletkeznek. A szabad gyökök a szervezet anyagcsere-folyamatai során keletkeznek, páratlan elektronnal rendelkeznek, nagy reakcióképességű molekulák.) A jól látható, éles kép érdekében végeznek kontrasztanyagok röntgenvizsgálatokat is, gyakoriak a jódos kontrasztanyagok. A gyomorröntgen-vizsgálatnál pl. bárium-szulfát a kontrasztanyag, segítségével jól látszik a röntgenképen, hogyan ürül a gyomortartalom a patkóbél felé. A röntgenfelvételhez használt röntgensugár kis mennyiségű, az egészségre nem káros, ennek ellenére pl. tüdőszűrő vizsgálatot nem ajánlott egy éven belül ismételtet végezni (mert a sugárdózisok összeadódnak). Terhesség alatt a röntgenvizsgálatot kerülni kell.

Az **arteriográf** diagnosztikus módszer, a verőerek vizsgálatára bevezetett hatékony eljárás. A vérnyomásméréshez hasonlóan karra rögzített mandzsettát pumpálnak fel, majd kiengedésekor mérik a pulzushullámok terjedési sebességét. A mérési eredményeket számítógépes program értékeli. Az egyszerű, gyors módszerrel megállapítható az aorta és a verőerek rugalmassága vagy merevsége, az érelmeszesedés mértéke és a perifériás kis erek ellenállása. Segítségével az érelmeszesedés és az érelzáródás korai állapotban felismerhető. Ha kontrasztanyagot feltöltés után több röntgenfelvételt is készítenek, a szív üregei, a tüdő erei is vizsgálhatók.

Az **izotópokkal végzett képalkotó vizsgálatok** (szcintigráfia) fontos szerepet játszanak a diagnosztikában. Az izotópok radioaktív sugárzást bocsátanak ki. Az izotópos vizsgálati anyag (radiofarmakon) vénás befecskendezése után a sugárzó anyagot a sejtek különbözőképpen veszik fel. A kép, amelyet digitális adatfeldolgozásra alkalmas, ún. gamma kamera készít, megmutatja, hogyan oszlik el az izotóp a szerv szövetében. Ezáltal élettani folyamatok válnak látha-



6.18. ábra. Röntgenkészülék

tóvá. Anyagcserezavarok kimutatásában használják, ilyen pl. a pajzsmirigy- és a csontszcintigráfia.

Sugárzó anyagokkal végzett vizsgálatoknál a *sugárvédelmet* szigorú szabályok írják elő, amelyeket a beteg és a gyógyító személyzet érdekében be kell tartani. A sugárzó anyagok alkalmazása a gyógyításban sugárterhelést jelent ugyan a szervezet számára, de a sugármennyiség minimális, nem éri el a kóros határt, nem káros az egészségre.

Az ultrahang- (UH) vizsgálat, más néven echográfia a múlt század 70-es éveiben forradalmat jelentett a diagnosztikában. Minden 20 ezer Hz-nél nagyobb frekvenciájú hangot ultrahangnak nevezünk. A vizsgálat lényege, hogy a vizsgálófejből kibocsátott ultrahang, mint mechanikai hullám a szövetekben különbözőképpen terjed és verődik vissza, miközben a hullámokat szonogramm formájában megjeleníti egy elektronsugár-oszcilloszkópon és képet alkot. Az eljárást gyakran alkalmazzák a magzati diagnosztikában, a hasi, kismencedei, nyaki szervek, valamint az emlő, az ízületek, a szív és az erek vizsgálatában. Az UH nem jelent sugárterhelést a szervezet számára, káros hatása, kockázata a tudomány mai állása szerint nem ismert. A tökéletesebb képalkotás érdekében kontrasztanyagot is használnak a vizsgálatok egy részénél. A műszaki világban ultrahanggal az anyagok szerkezetét vizsgálják.

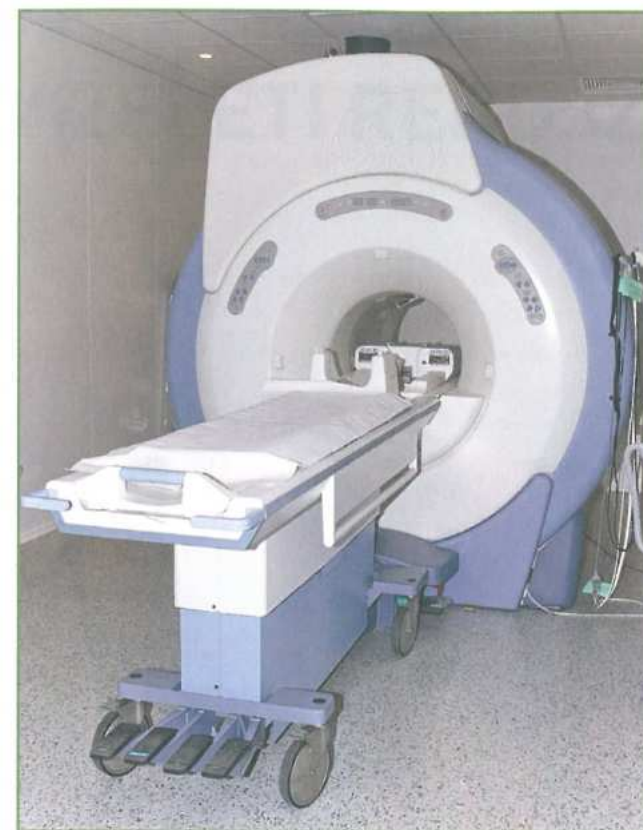
A két- és háromdimenziós UH után jelent meg a *négydimenziós (4D) UH*, majd az *öttdimenziós (5D) UH*. A 4D-s színes, négydimenziós képe nagy segítséget nyújt a belső szervek betegségeinek feltárásában, de előszeretettel alkalmazzák a szülészetben magzati felvételek készítésére is. Előrelépést jelent a 3D készülékekhez képest, hogy a háromdimenziós képet mozgásában, időbeli lefolyásában ábrázolja. Az 5D-s készülék jobb térhatású, élesebb, pontosabb, tökéletesebb valós idejű képet készít, mint a 4D-s. Segítségével pontosabb a diagnosztizálás (pl. magzati genetikai ártalmak felismerése). A legtöbb intézmény 4D (vagy 5D) videofelvételt készít a magzatról, amit a várandós anya hazavihet, és kezdődhet a „babamozi”.

A diagnosztika legújabbkori forradalmát jelentik az olyan korszerű, háromdimenziós képalkotó eljárások, mint a CT, MR és a PET. Ezekkel, a XX. század 70-es éveitől ismert, majd a nyolcvanas évektől fokozatosan elterjedt vizsgálati eljárásokkal nagy biztonsággal felismerhetők a kóros elváltozások, mint a daganatok, gyulladások, vérzések. Ezek a modern eszközök átalakították a kórismézést és ezzel az egész orvosi gyakorlatot.

A Computer Tomográfia (CT): röntgensugár felhasználásával harántmetszeti réteges szeletképeket készít a szervezetről (belső szervekről, csontokról, lágy részekről). A tomográfia rétegfelvételt jelent. A komputertomográf készülék működési elve, hogy a röntgensugarakat komputer alakítja át képpé. A vizsgálat előtt az esetek többségében vénásan kontrasztanyagot adnak be a betegnek, hogy élesebb, kontrasztosabb legyen a kép. A Cardio CT-vizsgálat a szív betegségeinek (pl. infarktus) megállapításához nyújt segítséget. A vizsgálat csekély, egészséget nem károsító sugárterhelést jelent a szervezet számára (ellenjavallat: a terhesség).

A Mágneses Rezonancia- (MR) vizsgálat a testen áthaladó mágneses tér változásai segítségével szeletkép-sorozatokat készít, bármilyen síkban (3D). Kóros állapotban a szövetek víztartalma megváltozik, így az egészséges és kóros szövetek a vizsgálattal jól elkülöníthetők egymástól. Kontrasztanyagot is használnak a vizsgálatokhoz. Az MR a lágyrészek vizsgálatára alkalmas, mint az agy és gerincvelő, az ízületek, a keringés. A mágneses hatás a szervezet számára nem káros, ezért a vizsgálat nem jelent sugárterhelést. A vizsgálat ellenjavallata a pacemaker, vagy a szervezetbe beépített fém idegentest.

A CT és az MR a szervek szerkezetét, anatómiai viszonyait, kóros elváltozásait vizsgálja, de



6.19. ábra. MR-készülék

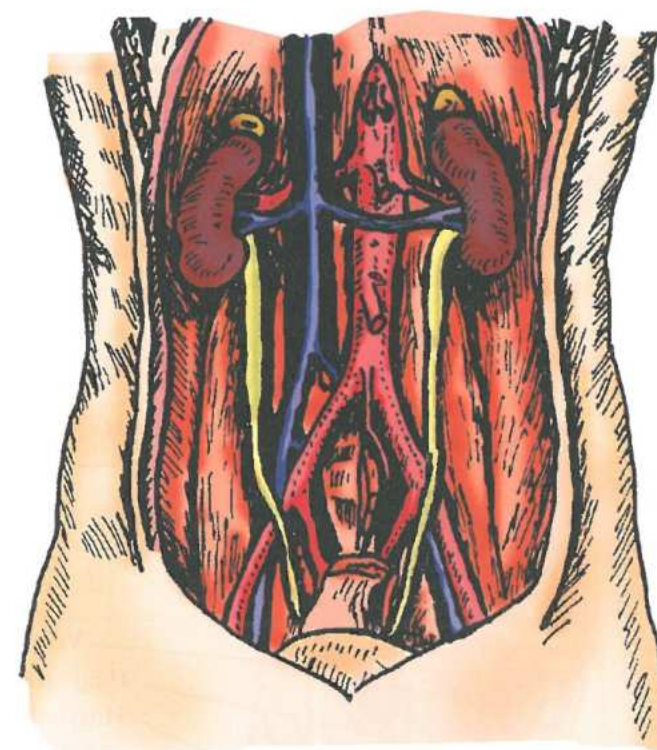
nem ad választ az elváltozás jó- vagy rosszindulatú eredetére. Erre alkalmas a PET-vizsgálat.

A Pozitron Emissziós Tomográfia (PET). Pozitron sugárzó izotóppal jelzett biológiai anyagot (glükóz, aminosav) juttatnak a szervezetbe, amely bomlása során a szervezetben pozitront bocsát ki, innen az elnevezés. A vizsgálat tér- és időbeli képsorozatokat ad az anyagcsere-folyamatokról, a szervek működését mutatja meg. A szervezetben lezajló működési változások, elsősorban daganatok nagyon korai kimutatására alkalmas. Felhasználási területe főleg az onkológia, ezért ezeket a nagy értékű berendezéseket elsősorban onkológiai centrumokba telepítik. A vizsgálattal diagnosztizálható a Parkinson-kór, az epilepszia, az Alzheimer-kór stb. A vizsgálat a szervezet számára nem jelent sugárterhelést.

A PET/CT a két módszer kombinációja, az onkológiában, az ideggyógyászatban és a kardiológiában alkalmazzák. Előnye, hogy egy vizsgálattal pontosan megállapítható a rosszindulatú elváltozás ténye, helye, stádiuma és súlyossága. Az onkológiai diagnosztika megbízható eszköze.

A képalkotó eszközök rohamos fejlődése egyre pontosabb és gyorsabb diagnózis megállapítását teszi lehetővé az orvoslásban.

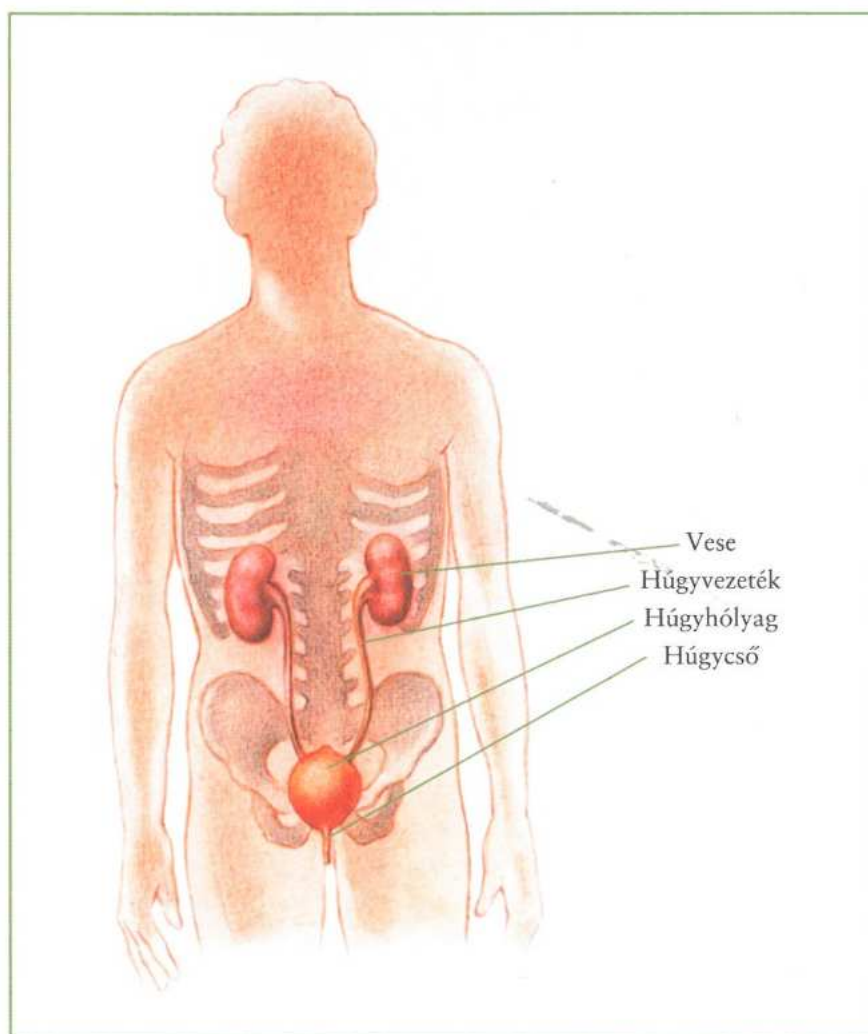
A VIZELETI RENDSZER



A VIZELETI RENDSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember kiválasztó szervrendszerének felépítése és működése (biológia):
 - a nefron szerkezete,
 - a nefron működése: szűrés, visszaszívás, kiválasztás
- A vizeleti szervek latin szakkifejezései (orvosi latin)

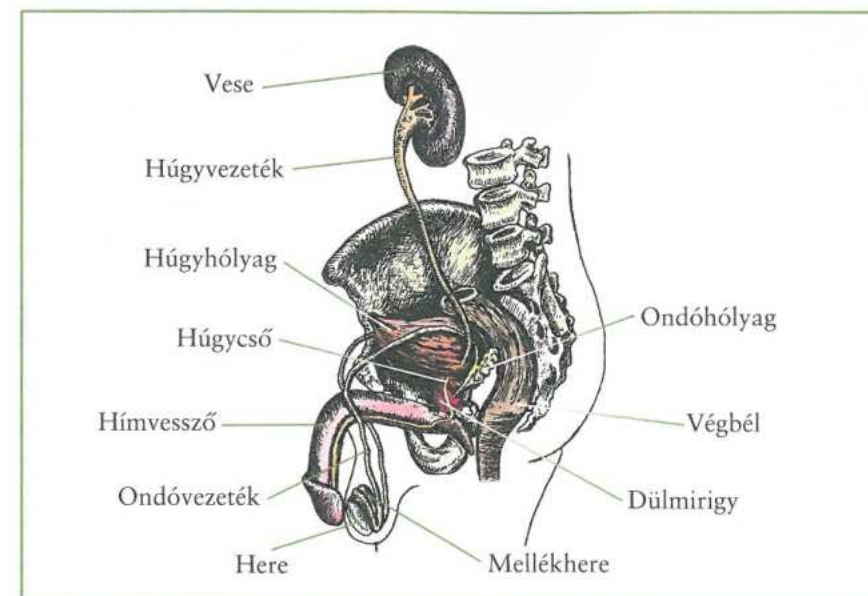


7.1. ábra. A női vizeleti szervek részei

A VIZELETI SZERVEK

A vizeleti rendszer (apparatus uropoeticus) szerepe, hogy kiválassza és kiürítse a szervezetben feleslegessé váló vizet, valamint a benne oldható, hasznosíthatatlan anyagcseretermékeket (bomlástermékeket), amelyek a szervezet számára mérgezők. A kiválasztott anyagok vizelet formájában ürülnek ki a szervezetből. Ezenkívül kiválasztást végeznek még a tüdők, a belek és a verejtékmirigyek is.

A vizeleti rendszer részei: a két vese, a két húgyvezeték, a húgyhólyag és a húgycső.



7.2. ábra. A férfi vizeleti szervek részei

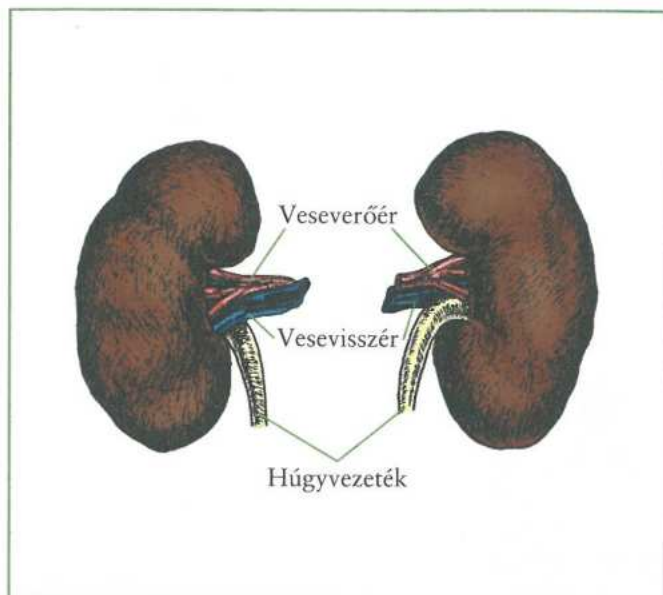
A VESE

A vese (ren, gör.: nephros) a tulajdonképpeni kiválasztószerv, a vérből szűri ki a bomlástermékeket és képezi a vizeletet. Működése létfontosságú, egy vesével lehet élni, ha egészségesen működik, de vese nélkül nem.

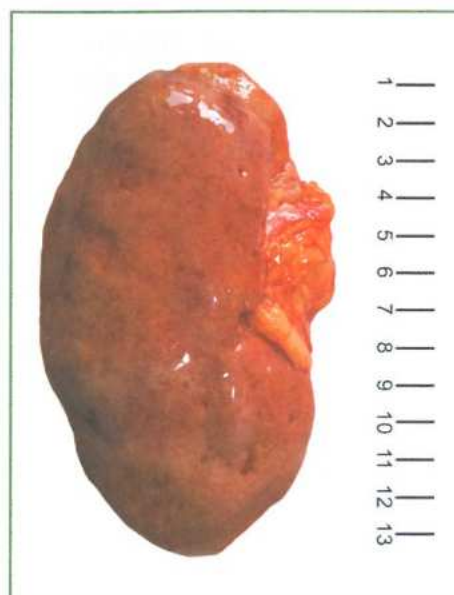
A VESE SZERKEZETE

A vese makroszkópos szerkezete

A vese páros, bab alakú szerv. A hátsó hasfalán, a gerinc két oldalán, a hashártya mögött helyezkedik el, az utolsó háti és az első két ágyéki csigolya magasságában. A jobb vese egy csi-



7.3. ábra. A vesék



7.4. ábra. A vese boncképe

golyával lejjebb van, mint a bal. Színe vörösesbarna, tömege 130–140 g, vastagsága kb. 3 cm, szélessége kb. 6 cm, hossza 12 cm.

A vesét három tok veszi körül:

- A *belső* kötőszövetes tok könnyen lefejthető a veséről.
- A *középső* tok 0,5–1 cm vastag zsírszövetből áll.
- A *külső* kötőszövetes tok a vesét a hátsó hasfalhoz rögzíti.

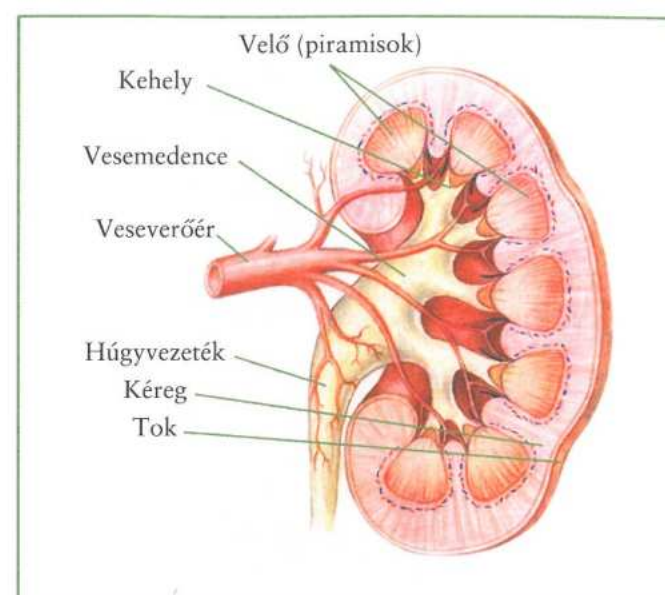
Hirtelen fogyásnál a zsíros tok elvékonyodik, a vese kissé lejjebb csúszik, ezt nevezik „vándorvesének”.

A vese felső csúcsán, a zsíros tokban helyezkedik el a *mellékvese* (ami belső elválasztású mirigy), de a két szerv csupán „névrokonságban” áll egymással. A mellékvese felépítése, működése független a vesétől.

A *vesekapu* (hilus renalis) a vese homorulatában található. Itt lép be a vesébe a veseverőér (a. renalis), kilép a vesevisszér (v. renalis) és a húgyvezeték (ureter), továbbá nyirokerek és idegek áthaladási helye.

A *vese homloksíki metszete* (kívülről a vesekapu felé haladva)

- Metszetén kívül látható a sötétebb színű, kissé szemcsézett, kb. 1 cm széles *kéregállomány*.
- Beljebb haladva helyezkedik el a *velőállomány*, amely egy vesében 10–12 db háromszög alakú, csíkozottságot mutató vesepiramisból áll. A piramisok szélesebb része a kéreg felé néz, csúcsuk a veseszemölcsön, 20–30 szitaszerű nyílással vezet a vesekelyhekbe. A kéreg és a velő nem éles széllel határolódik el egymástól, hanem fogaskerékszerűen kapcsolódik össze.
- A *vesekelyhek* (calyx) kehely alakú tágulatok, a vizelet a velőállomány nyílásain át kerül ide. Vannak kis és nagy vesekelyhek, a kicsik a nagy kelyhekbe, a nagyok pedig a vesemedencébe nyílnak.



7.5. ábra. A vese homloksíki metszete



7.6. ábra. A vese homloksíki metszetének boncképe

- A *vesemedence* (pyelon) a vese homorulatánál lévő tág üreg. A kelyhekből idejutó vizeletet a vesekaputól kiinduló húgyvezeték szállítja tovább.

Az újszülött veséjén még látható a méhen belüli fejlődésre jellemző lebenyezettség, ami a méhen kívüli életben teljesen eltűnik.

A vese mikroszkópos szerkezete

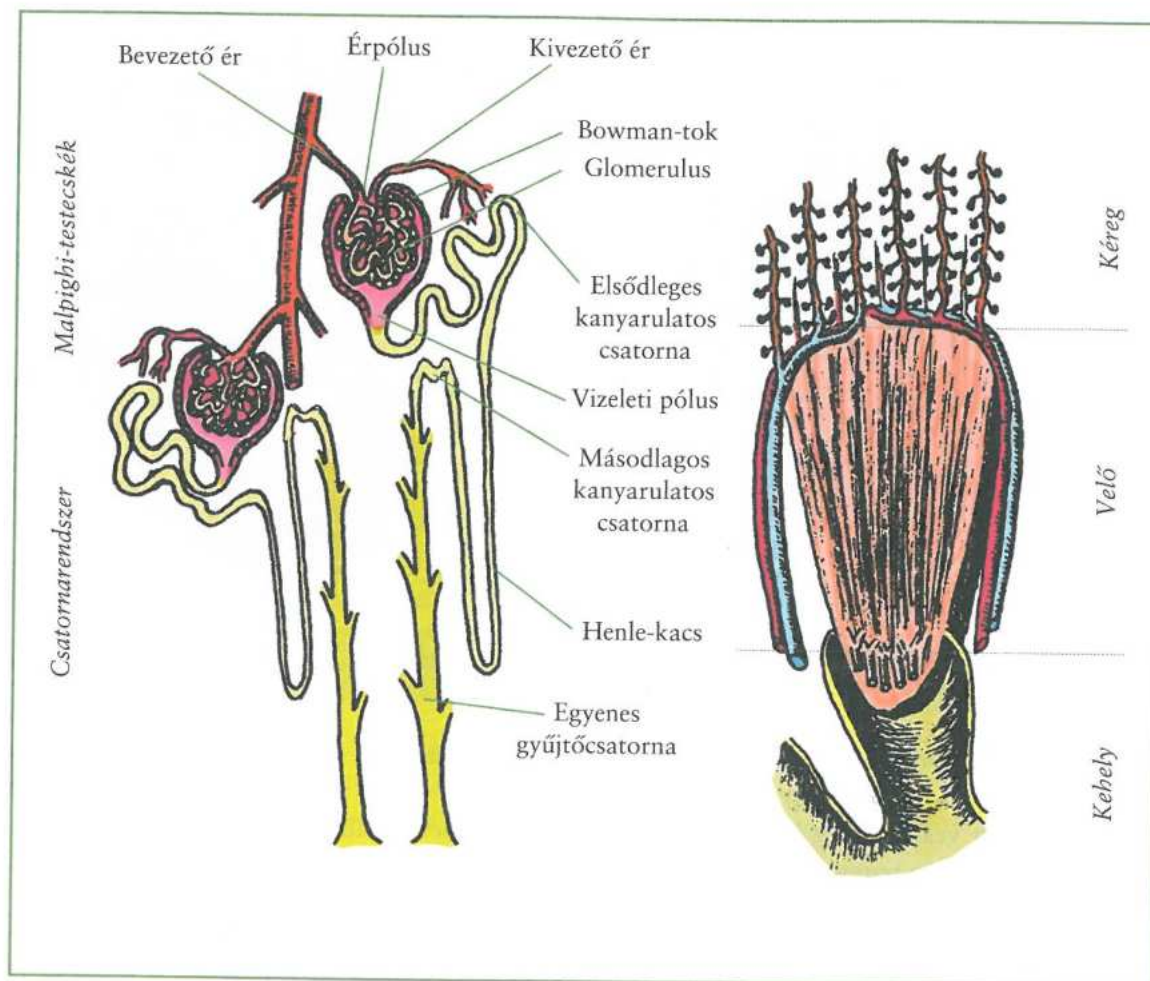
A vese alaki, működési és fejlődési egysége a *nefron* (nephron), amelyből egy vesében hozzávetőleg egymillió van.

A *nefron* részei:

- A *Malpighi-féle testek* (vesetestecskék) csak a kéregállományban találhatók.
- A *csatornarendszer* (tubulusok) a vesetestecskékből indul ki, a kéregben és a velőben is megtalálható.

A *vesetestecskék* részei:

- A *hajszálérgomolyag* (glomerulus), amelyben oxigéndús vér kering.
- A kettős falú *Bowman-tok* kehelyként veszi körül a hajszálérgomolyagot.
- A Bowman-tokba belép az *odavezető ér* (vas afferens), amelynek keresztmetszete *vastagabb* a kivezető érnél.
- A Bowman-tokból ugyanott, ahol a bevezető ér belépett, kilép az *elvezető ér* (vas efferens), amelynek a keresztmetszete *vékonyabb* a bevezető érnél. Az odavezető és elvezető erek nagyságukat tekintve igen kis verőerek, azaz arteriolák.
- Az *érpólus* a vesetestecske azon része, ahol a bevezető és a kivezető erek áthaladnak.
- A *vizeleti pólus*, a vesetestecske érpólussal szemben lévő része, ahol a csatornarendszer kezdődik.



7.7. ábra. A vese mikroszkópos szerkezete; a nefron

A vesetestecskék a vese kéregállományában találhatók, átmérőjük 0,2–0,3 mm, ezek adják a kéregállomány szemmel látható szemcsézettségét.

A csatornarendszer részei:

- Az **elsődleges kanyarulat csatorna** (más néven proximalis kanyarulat csatorna), amely a vesetestecske vizeleti pólusától indul ki és a vese kéregállományában kanyarulatokat ír le.
- A **Henle-kacs** az elsődleges kanyarulat csatorna folytatása, a velőállomány felé halad, ahol egy hajtúszerű kanyarral (U alakú: van egy le- és egy felszálló ága), a velőből visszatér a kéregbe.
- A **másodlagos kanyarulat csatorna** (más néven distalis kanyarulat csatorna) a Henle-kacs felszálló ágának kanyarulatokat leíró folytatása a kéregben.
- Az **egyenes gyűjtőcsatorna** a másodrendű kanyarulat csatorna folytatásaként, a velőpiramisokon nyílegyenesen áthaladva, kis vezetékeken (ductus papillaris) keresztül vezet a vesekehelybe. A sok egyenes gyűjtőcsatorna és a Henle-kacs adja a piramisok szabad szemmel is látható enyhe csíkozottságát.

A vese vérellátása

A vesét a hasi aortából eredő *veseverőér* (a. renalis) látja el oxigéndús vérrel, belép a vesekapun és rövidesen elágazik. Az ágak egy része a vesevelőt látja el friss vérrel, más részük a kéreghez fut. A kéreg és a velő határán ív alakú verőereket képeznek, amelyek többszörösen elágaznak.

Az ív alakú verőerek elágazásai:

- Mint *odavezető verőerek* belépnek a vesetestecskék érpolusán a Bowman-tokba.
- A Bowman-tokon belül *hajsztálérgomolyagot* alkotnak (innen szűródik majd ki az elsődleges vizelet).
- A hajsztálérgomolyagokból mint *elvezető erek* kilépnek az érpoluson.
- Kilépésük után ismét *hajsztalerekre* ágaznak szét és ellátják a kéregállomány szöveteit friss vérrel.

A vese szén-dioxidban dús vérét a *vesevisszér* (v. renalis) gyűjti össze és az alsó fővisszérbe vezeti.

A VESE MŰKÖDÉSE

A vese feladata a vérből a felesleges víz és a bomlástermékek kiválasztása, a vérplazma koncentrációjának és a szervezet folyadék–elektrolit egyensúlyának fenntartása.

A vese fő működése a vizeletképzés. A vizeletképzés két szakaszban történik. A Malpighi-testecskék hajsztálérgomolyagjai az *elsődleges vizeletet* képzik, a vesecsatornák a *másodlagos (végleges) vizeletet* alakítják ki.

Az elsődleges vizelet képzése

Az elsődleges vizeletet a Malpighi-testek *hajsztálérgomolyagjai* képzik. Mivel az odavezető ér keresztmetszete vastagabb, mint az elvezető éré, a hajsztálérgomolyagok vérnyomása emelkedik (a filtrációs nyomás 75 mmHg). Az emelkedett nyomás sajtolja át a vérplazmát a hajsztálérgomolyagok falán a Bowman-tok kettős falának üregébe. Ez a folyamat a *finomszűrés* (ultrafiltráció). A hajsztálérgomolyag fala finom szűrő, nem engedi át, az érpályán belül tartja a vér alakos elemeit és a nagy molekulájú anyagokat. Napi 150 mg fehérjét azonban tartalmazhat.

Az elsődleges vizelet nem más, mint a *vérplazma fehérjementes szűrlete* (ultrafiltrátum). A veséken naponta kb. 1000 liter vér áramlik át, amelyből a vesék átlag 180 liter/nap elsődleges vizeletet választanak ki.

A másodlagos (végleges) vizelet képzése

A másodlagos vizelet képzése a csatornarendszerben történik. Mialatt az elsődleges vizelet végighalad a csatornákon, kialakul a végleges vizelet, amelynek napi mennyisége kb. 1–1,5 liter. A végleges vizelet visszaszívás és kiválasztás során jön létre.

- **Visszaszívás** (reszorpció) során a vesecsatornák aktív hámja a szervezet számára értékes anyagokat visszaszívja, így a víz 99%-át, a *cukrot teljes egészében*, a Na-, Cl- és egyéb ionokat visszajuttatja a keringésbe.
- **Kiválasztás** (szekréció) során a csatornák hámja bizonyos anyagokat kiválaszt (kreatinin, K-ionok, H-ionok, penicillin stb.). A kiválasztott anyagok a végleges vizeletbe kerülve fokozzák annak töménységét. A végleges vizelet tartalmazza a kiválasztott bomlástermékeket, amelyek a szervezet számára feleslegesek, mérgezőek.

Az elégtelenül működő vese nem képes ellátni a funkcióját, így a szervezetben bomlástermékek maradnak, ami súlyos mérgezettségi állapotot, veseelégtelenséget (uraemia), köznyelven húgyvérűséget okoz. Veseelégtelenségnél művesekezést alkalmaznak vagy veseátültetésre kerülhet sor.

Az egészséges veseműködés során a kanyarulat csatornáiban a kiválasztás és visszaszívás mértéke a szervezet igényeihez igazodik, így képes a vese biztosítani a *vér állandóságát* (állandó pH-érték, -koncentráció és ionösszetétel). A vese a vér állandóságának fenntartása érdekében a vizelet pH-értékét 5,0 és 8,0 között változtatja.

Az egészségesen működő vesének jó a *hígító-koncentráló képessége*, ami azt jelenti, hogy az anyagcseretermékeket – a szervezet víztartalmától függően – egyszer több, máskor kevesebb vízzel választja ki a vérből. Ez a magyarázata annak, hogy sok víz fogyasztása után több és hígabb a vizelet, kevés víz fogyasztása következtében viszont kevesebb, de töményebb a vizelet.

A szervezet *só- és vízháztartása egyensúlyi állapotának fenntartásában* (homeosztázis) nagy szerepe van a vesének. A vízháztartás állandósága a vízmérleg, vagyis a felvett és leadott folyadékmennyiség eredménye.

A *felvett/nyert* folyadék a felvett táplálékból, valamint az anyagcsere során keletkezett oxidációs vízből származik, mennyisége kb. napi 2,5 liter.

A *leadott* folyadék a vizelet, a széklet, a légzés és a párolgás (bőrön át) során keletkezik. Napi mennyisége kb. 2,5 liter.

A felnőttek napi vízforgalma a testsúly 1/30-ad része, csecsemőknél csak a testsúly 1/10-ed része, ezért könnyen kiszáradnak.

	Elsődleges vizelet	Végleges vizelet
Mennyiség	180 liter/nap	1–1,5 liter/nap
Koncentráció	hígabb	töményebb
Fajsúly	1010	1020 (középérték)
Cukor	tartalmaz	nem tartalmaz
Fehérje	max. 150 mg/nap	max. 150 mg/nap
Na ⁺ , Cl ⁻ , Ca ⁺⁺ stb.	sok	kevesebb
A vér alakos elemei	nem tartalmaz	nem tartalmaz

7.1. táblázat. Az elsődleges és a végleges vizelet jellemzői

A vese egyéb – kiválasztástól független – funkciói

- A glomerulusok mellett, az ér-pólusnál található a *juxtaglomerularis apparatus* (JGA). Juxtaglomerularis sejtek (JGC) építik fel, amelyek *renint* termelnek. A renin hormonszerű anyag, kóros esetben a vérben lévő fehérjét, az angiotenzinogént angiotenzinné alakítja (aktiválja). Az angiotenzinnek vérnyomásemelő hatása van (vese eredetű magas vérnyomás).

- A vese másik hormonszerű anyaga az *erithropoetin* (EPO), ami a vér oxigénkoncentrációjának csökkenése esetén a vörös csontvelőre hat, fokozza a vörösvérsejtképzést.
- A vesének fontos szerepe van a hatásos D-vitamin-képzésben. A D-vitamin képzése a bőrben ultraibolya sugarak hatására kezdődik meg, majd a májban folytatódik és a vesében fejeződik be.

A veseműködés szabályozása

- *Idegrendszeri hatások* befolyásolják a vizeletkiválasztást.
 - *Enyhe idegrendszeri izgalomra* fokozódik a vizeletkiválasztás (polyuria), mivel jobban szűkülnek a vesetestecske elvezető erei (vas efferensek), ezért fokozódik a hajszálérgomolyagokban a vérnyomás, következésképpen több lesz a kiválasztott vizelet mennyisége.
 - *Erős idegi hatásra* (trauma, stressz) csökken a kiválasztott vizelet mennyisége (oliguria), mivel ilyenkor a vesetestecske bevezető erei (vas afferensek) szűkülnek, ezért csökken a hajszálérgomolyagok vérnyomása, következésképpen kevesebb lesz a kiválasztott vizelet mennyisége.
- A *hormonok* is befolyásolják a vizeletkiválasztást.
 - Az agyalapi mirigy *antidiuretikus hormonja* (ADH) fokozza a vesecsatornában a víz visszaszívását.
 - A mellékvesekéreg *aldoszteron* hormonja a Na-ionok visszaszívását és a K-ionok kiválasztását szabályozza.

A napi vizelet mennyisége függ: a felvett folyadék mennyiségétől, a táplálkozástól, a vérnyomástól, az időjárástól, a verejtékezéstől, a fizikai aktivitástól stb. A vizelethajtó gyógyszerek (diuretikumok) fokozzák a napi vizeletürítést (diurézis), hatásukra felborulhat a szervezet folyadék- és ásványianyag-egyensúlya, ezért szedésük csak szigorú orvosi előírásra történjen.

A HÚGYVEZETÉK

A húgyvezeték (ureter) kb. 30 cm hosszú, 0,5 cm vastag, izmos falú páros cső. Feladata a vizelet eljuttatása a vesemedencéből a hólyagba.

Mindkét húgyvezeték a vesemedencéből indul ki, a vesekapun kilép, a hashártya mögött halad lefelé, majd a húgyhólyag mögött éri el a hólyag alapjának hátsó részét, ahol vége hegyesszögben (ferdén) torkollik a hólyagba. Telt hólyagnál a hegyesszögű benyílás megakadályozza a vizelet visszaáramlását (reflux) a húgyvezeték felé, de a beáramlás nem akadályozott.

A húgyvezeték falszerkezete:

- *Belül* hosszanti irányban redőzött nyálkahártya található (a redők miatt a húgyvezeték keresztmetszete csillag alakú), többrétegű speciális hám (urothel) borítja.
- *Középen* simaizom építi fel, amely lehetővé teszi a perisztaltikát.
- *Kívül* kötőszövetes réteg található.

A vesék folytonosan működnek, a képzett vizelet a vesemedencében gyűlik össze. Innen a húgyvezeték 10–20 másodpercenként szakaszosan ismétlődő, perisztaltikus mozgása juttatja tovább a húgyhólyagba a vizeletet.

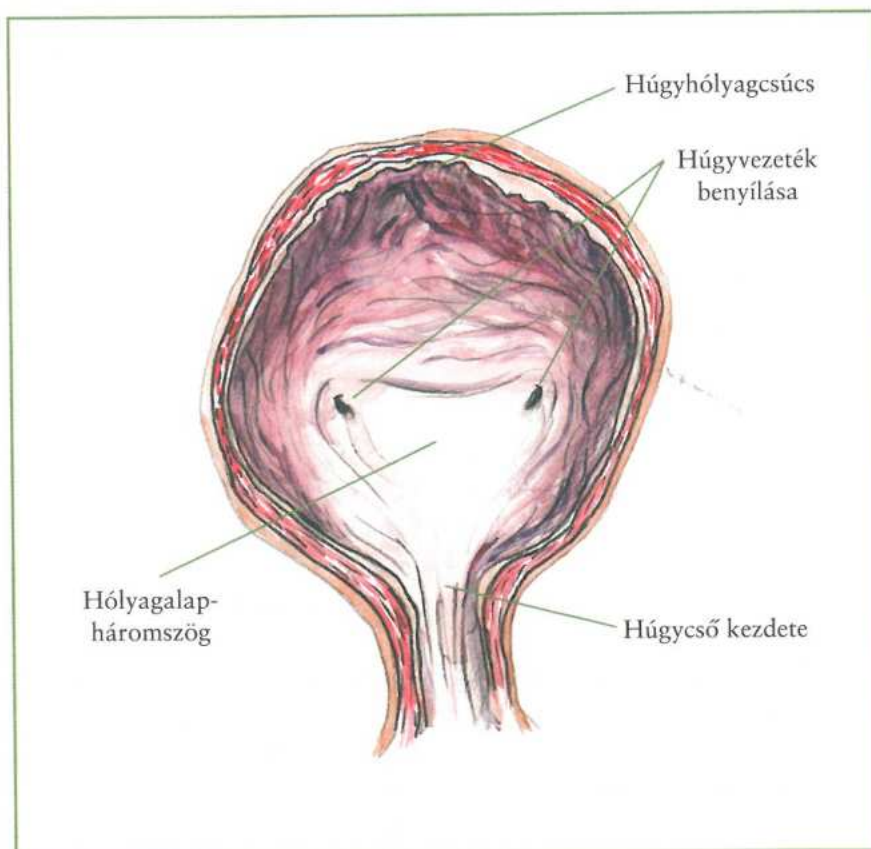
A HÚGYHÓLYAG

A húgyhólyag (vesica urinaria) a kismedence elülső részében, a szeméremizület mögött, a gátizomzaton elhelyezkedő, *izmos falú, tágulékony tömlő*. Normál befogadóképessége 250–300 ml. Naponta 4–5 alkalommal ürül. Vizeletürítés után majdnem tömör, a férfiaknál citrom alakú, míg a nőknél lapított szerv, mert ráborul a méh.

Szülés és hasi műtétek után sok esetben átmenetileg nincs spontán vizeletürítés, ilyenkor művileg hólyagcsapolást (katéterezést) kell végezni. Ha a hólyag nem ürül ki, túltelítődik. Először a szeméremizület fölé emelkedik, majd felső része akár a köldökig is felemelkedhet, ekkor tojásdad alakú, és nagy mennyiségű vizeletet tartalmaz (ha nem ürítik ki, hólyagrepedés következhet be). A vizeletürítés megfigyelése és mérése fontos feladat az ápolásban.

A húgyhólyag részei:

- Alsó, szélesebb, enyhén domború része a *hólyagalap*. Három nyílás található rajta, amelyek háromszöget képeznek (trigonum vesicae):
 - A háromszög két hátsó, felső pontja a húgyvezeték benyílása.
 - Az elülső, alsó pontja pedig a húgycső kiindulási helye.



7.8. ábra. A húgyhólyag részei (homlok síkú metszet)

A háromszög területe nem tágulékony, itt rögzül a hólyag, nőknél a medencefenék izomzatához, férfiaknál a prosztatához.

- Felső, domború, de kissé elkeskenyedő részén van a *hólyagcsúcs* (apex vesicae).

A húgyhólyag záróizmai:

A hólyag záróizmai (m. sphincter urethrae) a húgycsövet veszik körül.

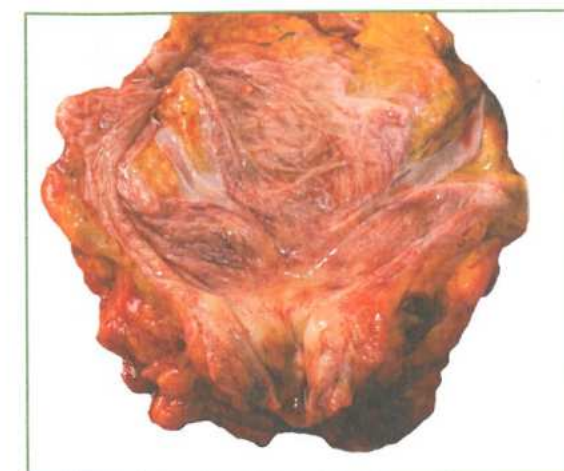
- A *belső záróizom* a hólyagból induló erezésénél veszi körül a húgycsövet. Akaratától függetlenül működő simaizom építi fel.

- A *külső záróizom* a belső alatt 1–2 cm-re veszi körül a húgycsövet.

Akarattól függően működő harántcsíkolt izom építi fel.

A húgyhólyag falszerkezete:

- *Belül* redőzött nyálkahártya, amelyet többrétegű speciális hám (urothelium) fed. A hám sejtjei „ernyősejtek”, amelyek a hólyag tágulását jól követik, telt hólyagnál nyitott ernyőhöz hasonlítanak. A redőzött nyálkahártya és a hám teszi lehetővé rendkívüli tágulékonyosságát.
- *Középen* három rétegből álló simaizomzat építi fel, amely a rugalmasságban szintén nagy szerepet játszik.
- *Külső* rétege kötőszövetből áll.



7.9. ábra. A húgyhólyag boncképe

A HÚGYCSŐ

A húgycső (urethra) a vizeletet a hólyagból a külvilágba juttatja. Férfiaknál a nemi szervekhez tartozik (ismertetését l. A nemi szervek című fejezetben).

A *női húgycső* tágulékony, 4–5 cm hosszú nyálkahártyával bélelt cső, külső nyílása a szeméremrésben, a hüvelybemenet felett található. A húgycső összenőtt a közvetlenül mögötte elhelyezkedő hüvely mellső falával.

A hólyag külső záróizma ott veszi körül a húgycsövet, ahol a gátizomzaton áthalad.

A gátizomzat meglazulása, süllyedése magával vonhatja a húgycsövet, ez gyakori oka a vizelet-visszatartási zavaroknak, az inkontinenciának. A húgycsövön (rövidsége miatt) keresztül könnyen jönnek létre felszálló húgyúti fertőzések. Veszélyük abban rejlik, hogy egyrészt vesebetegségek alakulhatnak ki, másrészt a húgyúti gyulladásos betegségek (főként a hólyaggyulladás) hajlamosak a gyakori kiújulásra.

A VIZELET

A vizelet (urina) szalmasárga színű, átlátszó folyadék.

Napi mennyiségét több tényező befolyásolja, átlagosan kb. 1–1,5 liter.

Festékanyaga az *urokróm*. Bizonyos gyógyszerek, ételek (pl. cékla) megváltoztathatják a színét.

Egészséges vese a vizelet fajsúlyát tág határok között, 1001–1035-ig képes változtatni. Sok vízfelvétel esetén a vizelet mennyisége nagyobb, fajsúlya viszont kisebb, kevés víz felvételekor éppen fordítva.

A vizelet vegyhatása pH 5-8, általában enyhén savas, de függ a táplálkozástól, pl. a vegetáriánusoké lúgos. 95%-ban vízből, valamint a benne oldott *szerves* és *szervetlen* anyagokból áll.

A VIZELET ÖSSZETÉTELE

A vizelet szerves anyagai

A vizeletet alkotó szerves anyagok főleg fehérje anyagcsere-végtermékek.

- A *karbamid* fehérje anyagcsere során keletkezik, álló vizeletben szúrós szagú ammóniára bomlik (ez okozza az elhanyagolt WC-k kellemetlen szagát).
- A *kreatinin* az izomanyagcsere során termelődő szerves anyag.
- A *húgysav és sói* (urátok) a nukleinsavak bomlástermékei, álláskor kicsapódnak (tisztátlan vizeletfogó edények falán vöröses csapadék formájában lerakódnak), ha a kicsapódás a vesében történik, vesekő képződik.
- *Enzimek, hormonok, vitaminok, festékanyagok*, amelyek szintén megtalálhatók a vizeletben. Az *urobilinogén*, a hemoglobin bomlásterméke szintén megtalálható a vizeletben (az epefésztékből származó *bilirubin*ből alakul ki).

A vizelet szervetlen anyagai

Szervetlen anyagai közül nagyobb mennyiségben fordulnak elő Ca-, Na-, K- és Mg-sók, valamint a *szulfátok*, a *foszfátok* és a *kloridok*. A konyhasó kb. napi 10–12 g mennyiségben ürül ki.

A VIZELET VIZSGÁLATA

A vizelet vizsgálata a rutinvizsgálatok körébe tartozik. Az élettanitól eltérő értékek, vagy kóros alkotórészek megjelenése (pl. genny, fehérje, vér, cukor, bilirubin, baktériumok) fontos információkat szolgáltatnak a diagnózis felállításához.

A vese működésére utal a clearance-vizsgálat (clearance: ejtsd: klírens, tisztítást jelent). A vizeletből és vérből végzett vizsgálat során meggyőződhetünk arról, hogy a vese bizonyos idő alatt mennyi vért tisztít meg bizonyos anyagoktól (pl. kreatinintól). Leggyakrabban a kreatinin clearance-vizsgálatot végzik. Csak vérből is végezhető vesefunkciós vizsgálat.

A VIZELET KIÜRÍTÉSE

A hólyagból a vizelet vizelési inger hatására, időközönként ürül ki. A kiürülést a záróizmok szabályozzák. A hólyag teltségét a falában lévő érző idegvégződések érzékelik és közvetítik a reflexközpontok felé.

A vizeletürítés veleszületett *feltétlen reflex*, működése a gerincvelőhöz kötött. Központja a gerincvelő ágyéki és keresztcsonti szakaszában van. Erre épül a tanult, *feltételes reflex*, amelynek működése az agykéreghez kötött, központja az agykéregben van és következménye a vizeletvisszatartás képessége, vagy e képesség elvesztése.

A vizeletürítés folyamata

- A *hólyag nyugalmi állapotában* (amikor nincs vizeletürítés)
 - A hólyag falának izomzata normál tónusban van a gerincvelői és agyi reflexközpontok működése révén.
 - A belső és külső záróizom összehúzódik, elzárja a vizelet útját.
- *Vizeletürítéskor*
 - A hólyag falának izomzata összehúzódik.
 - Mindkét záróizom elernyed, és a vizelet a húgycsőön keresztül kiürül, a kiürülésben a hasprés is szerepet játszik.

A hólyag teltségét érzékelő receptorok ingerülete a gerincvelői központba, majd az agyközpontba jut, ahol tudatos tevékenység révén a válaszingerület hatására nyílnak a záróizmok.

Csecsemőknél hiányzik a vizeletürítés tudati szabályozása, ezt a kisgyermek kb. 2–3 éves korukra tanulják meg, amikor szobatiszták lesznek.

Egészséges hólyag vizeletürítéskor teljesen kiürül. Ha a hólyag nem tud teljesen kiürülni, vizelet marad vissza (reziduális vizelet), ami kóros állapot, urológus szakorvosi ellátást igényel.

Részleges, illetve teljes vizelet-visszatartási képtelenség (incontinentia urinae) esetén a záróizmok nem tudják a vizeletet tartani. Oka lehet a reflexközpontok működészavara, vagy a záróizmok gyengesége illetve egyéb szervi elváltozás.

ÉRDEKESSÉGEK

- Az *inkontinencia* gyakori oka nők körében a gátizomzat meglazulása, süllyedése, amit követ a húgycső is. A húgycső záróizmai meglazulnak, nem képesek a vizeletet tartani. Tünete: fokozott haspréskor (köhögés, tüsszentés, erőlködés) a vizelet elcseppen, vagy ettől függetlenül kisebb-nagyobb mértékben időszakosan vagy állandóan csorog. Hajlamosító tényezők: nehéz fizikai munka, terhesség és szülés, szöveti sajátosság, vagyis a szövetek „gyengesége”. Az inkontinencia megelőzésében segít a gátizomzat tornája (intimtorna), amit ajánlott fiatalon, a szülést követően elkezdni. A kórkép legtöbb esetben nőgyógyászati korrekciós/plasztikai műtétrel gyógyítható. A műtétet, ha nincs ellenjavallat, az életminőség javítása miatt időskorban is elvégzik. Férfiaknál leggyakrabban a prosztatata megbetegedése (pl. megnagyobbodása) okozhat inkontinenciát. Kezelése urológiai szakellátást igényel.

- Más módon nem tisztázható esetekben *húgyhólyagtükrözést* (cisztoszkópia) végeznek. A vizsgálat során cisztoszkóppal (fényforrással és nagyítóval ellátott endoszkópos eszközzel) megtekintik a hólyag és a húgycső belsejét, szövetmintavétel (biopszia) is történhet, ami nagyban elősegíti a diagnosztizálást. Ha kell, egyúttal kisebb műtéti beavatkozások is elvégezhetők, mint pl. polip eltávolítása.
- Nőknél a húgycső rövidege miatt gyakran alakulnak ki a húgyutakon *felszálló fertőzések*. Ha a vese is megbetegszik és krónikussá válik a vesegyulladás, könnyen alakulhat ki veseelégtelenség. A fertőzés veszélye miatt csak indokolt esetben végeznek rendszeres hólyagcsapolást (katéterezést). Ha katéterezés szükséges, pl. műtétek kapcsán, inkább állandó katétert vezetnek be.
- Veseelégtelenség esetén a vese nem tudja feladatát ellátni, ilyenkor a beteg *művesékezésre* (dialízis) szorul, ami azt jelenti, hogy a vérét – a betegség súlyosságától függő gyakorisággal – mesterségesen (dializátorral) megszűri a mérgező anyagoktól. Az állapot romlásával szükségessé válik a veseátültetés (transzplantáció).
- A vese JGC-sejtei kóros esetekben (glomerulus vértérfogat-csökkenés esetén, vagy a vesecsatornában emelkedett nátriumion-koncentráció miatt) renin enzimet termelnek. A renin a vérben egyrészt angiotenzint alakít ki, amely érszűkítő-vérnyomásemelő hatású, másrészt fokozza a mellékvesekéreg aldoszteron hormontermelését, aminek következtében csökken a vizeletmennyiség és emelkedik a vérnyomás. Ez a bonyolult, ún. *renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer* felelős a veseeredetű magasvérnyomás-betegségért.
- Ha az agyalapi mirigy ADH-hormonja hiányzik, vagy csökkent mértékben termelődik, akkor ritka betegség, a *diabetes insipidus* jön létre. Mivel a hormon a vesecsatornák vízviasszívását fokozza, hiányában a beteg akár 7–13 liter vizeletet üríthet naponta, ugyanakkor ennek megfelelően sok folyadékot fogyaszt. A betegség hormonpótlással jól kezelhető.
- A vizeletben *kőképződés* akkor fordul elő, amikor a húgysavak sói a vesemedencében, a húgyvezetékben, vagy a húgyhólyagban kicsapódnak. A kövek különböző nagyságúak lehetnek, az apró kristályokat vesehomoknak nevezzük. Tünete lehet helyi vérzés és különböző mértékű fájdalom (sok esetben nagyon erős görcsroham). Kezelése a kövek nagyságától, számától, helyétől függően történhet: nagy mennyiségű folyadék itatásával (vízlökés); kőhajtó gyógyszerekkel; kőzúzó (pl. piezoelektromos, vagy lézeres) eszközzel végzett kőzúzással; illetve endoszkópos vagy hagyományos műtéti kőeltávolítással.
- Könnyen ellenőrizhetjük, elegendő folyadékot fogyasztottunk-e: ha világossárga a vizelet, igen, ha sötét sárga, nem.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizeleti szervek közül a vese a vizelet kiválasztását, a húgyhólyag a vizelet gyűjtését, a húgyvezeték a vizelet elvezetését és a húgycső a vizelet kiürítését végzi.

A vese homloksíki metszetén *makroszkóposan* látható anatómiai részek a vese domború felszínétől kezdődően: a vesetok, a kéregállomány, a velőállomány, amelyet vesepiramisok (10–12) alkotnak, ezután a vesekelyhek, majd a tágult vesemedence következik.

A vese homorulatában, a vesekapun haladnak át a vese erei és itt lép ki a vesemedence felől a húgyvezeték.

A vesét *mikroszkóposan* nefronok építik fel. A nefronok két részből állnak, a Malpighi-testekből (vesetestecskék) és a csatornarendszerből.

A *vesetestecskék* hajszálérgomolyagaiban finomszűrővel képződik az elsődleges vizelet, a vérplazma fehérjemenetes szűrlete, amit a hajszálérgomolyagok emelkedett nyomása hoz létre. A vesék artériás vérből választják ki a vizeletet.

A *vesecsatornák* aktív hámja kiválasztást és visszaszívást végez, így képződik a végleges vizelet, amely kevesebb és töményebb az elsődleges vizeletnél.

A *két húgyvezeték* a vesekaputól indul, a vesében folytonosan termelődő vizeletet perisztaltikus mozgással cseppenként a húgyhólyagba vezeti. Pontosan olyan hosszú, mint a vesekapu–húgyhólyag távolság, ha hosszabb lenne, megtörne és akadályozott lenne a vizelet elvezetése. A húgyvezeték beszájadása a húgyhólyagba megakadályozza a visszaáramlást.

A *húgyhólyag* izmos falú, tágulékony tömlő. Élettani körülmények között nem emelkedik a szeméremizület fölé, csak kórosan telt állapotban.

A *hólyag záróizmai* a húgycsővet veszik körül: a belső, akarattól függetlenül működő simaizom a húgycső hólyagból való kiindulásánál található. A külső, akarattól függően működő harántcsíkolt izom a hólyag alatt 1–2 cm-re található, a gáti szakaszon.

A *húgycső* a hólyag aljából indul ki, férfiaknál és nőknél különbözik. A húgycső nőknél 3–4 cm hosszú, férfiaknál a húgycső a hímvesszőben fut végig, hossza kb. 20 cm.

A *vizeletürítés szabályozásának* feltétlen reflexközpontja a gerincvelőben, a feltételes reflexközpontja az agykéregben található. Akár a reflexközpontok, akár a záróizmok károsodnak, a vizelet visszatartása tökéletlen lesz, inkontinencia alakul ki.

A vizelet napi mennyisége több tényező függvénye. A vizelet laboratóriumi vizsgálatával megállapíthatók az élettani és a kóros alkotórészek, amelyekből következtetni lehet a vizeleti szervek, de az egész szervezet működésére is.

A veseműködést idegi tényezők és hormonok (aldoszteron, antidiuretikus hormon) szabályozzák.

KULCSFOGALMAK

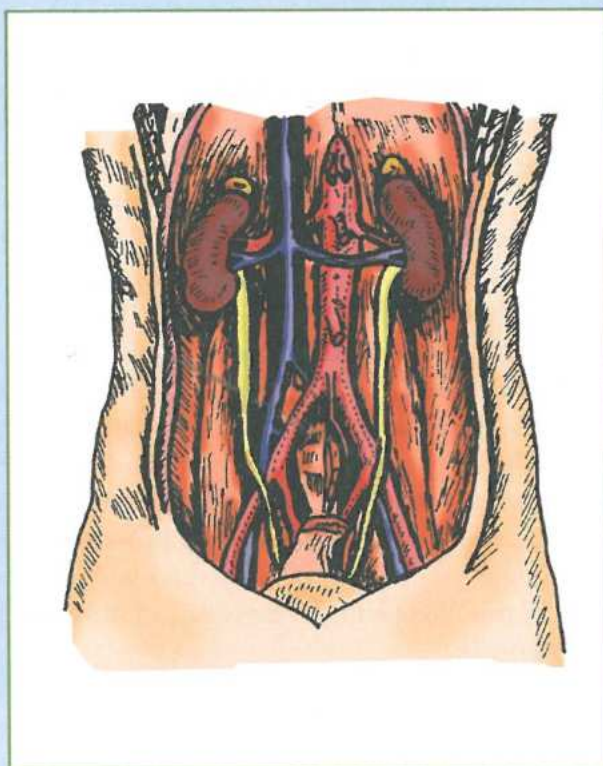
Nefron, Malpighi-testecske, glomerulus, tubulus, ultrafiltráció, ultrafiltrátum, urothel, a hólyag külső és belső záróizma, reziduális vizelet, hígító-koncentráló képesség, renin, homeosztázis, elsődleges vizelet, másodlagos vizelet, inkontinencia.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja le a vese homloksíki metszetét, és jelölje be a szabad szemmel látható részeket! (Végezzen önellenőrzést az 7.5. ábrán!)
2. Hol és hogyan képződik az elsődleges vizelet?
3. Egészséges felnőtt egy nap alatt 2 liter vizeletet ürít (az átlagos 1,5 liter helyett). Soroljon fel olyan élettani tényezőket, amelyek befolyásolhatták a vizelet mennyiségét!
4. Miben különbözik az elsődleges és a másodlagos vizelet fehérje-, víz-, Na- és K-tartalma?
5. Miért nem folyhat a vizelet vissza, a vese felé, még telt húgyhólyag esetén sem?
6. Jelölje X-el a táblázatban a vizelet normál és kóros alkotórészeit! Egy oszlopba csak egy jelölés kerülhet!

	Karbamid	NaCl	FVS	Kreatinin	Genny	Urobilinogén	Cukor	VVS
Normál								
Kóros								

7. A vesecsatornák aktív visszacsívást végeznek. Számolja ki, átlagosan mennyi elsődleges vizeletet szívnak vissza egy tanítási óra alatt?
8. A húgyhólyag boncképén, a 7.9. ábrán jelölje be a két húgyvezeték beérkezési és a húgycső kiindulási helyét!
9. Laboratóriumi vizsgálattal az egyén vizelete egyik nap savas, másik nap lúgos vegyhatást mutat. Kóros ez az eredmény? Válaszát indokolja meg!
10. Milyen élettani változások történnek a vizeletürítés reflexes szabályozásában kisdiedkorban, a szobatisztaság kialakulásával?
11. A 7.1. ábrán a magyar szakki-fejezésekhez írja oda a latin megfelelőjét!
12. A 7.10. ábrán jelölje be az ismert anatómiai részeket! Végezzen önellenőrzést a 7.1. ábrán!
13. Anatómiai modellen mutassa be a vizeleti szerveket, a vese makroszkópos részeit!
14. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a vizeleti szervek képeit és animációit!



7.10. ábra. Vizeleti szervek

OLVASMÁNY

HOMEOSZTÁZIS

A homeosztázis az élő szervezetek egyik legfontosabb jellemzője, a fogalom Walter Bradford Cannon amerikai kutatóorvostól ered. Lényege a belső környezet (millió) dinamikus állandóságának fenntartása, stabilitása. Lehetővé teszi a szervezet sejtjeinek, szöveteinek egyenletes működését az állandóan változó környezeti tényezők ellenére.

A homeosztázis leglényegesebb tényezői, jellemzői:

- A testfolyadékok (vér, nyirok, szövetnedvek) térfogatának, ionösszetételének, hőmérsékletének, kémhatásának, ozmotikus nyomásának dinamikus állandósága.
- A testfolyadékok aminosav-, glukóz-, oxigén-, szén-dioxid-, valamint szabad zsírsavtartalma.
- A testhőmérséklet.

A testfolyadékok jellemzői csak szűk határok között változhatnak a szervezet károsodása nélkül. Minél fejlettebb a szervezet, annál szűkebb határok között változhat belső környezete, így az ember szervezetében a határértékeket meghaladó változások hatására kóros folyamatok indulnak el.

A homeosztázis fenntartásában jelentős a kiválasztó szervek (azaz a vese, a tüdő és a bőr) működése, mert ezek befolyásolják a testfolyadékok mennyiségét, ozmotikus nyomását, kémhatását és ionösszetételét, valamint fontos az idegi és a hormonális szabályozás is.

A homeosztázis fenntartásában jelentős szerepe van a szervezet folyadék- és elektrolit-háztartásának, amit egyszerűen só-víz háztartásnak is nevezünk.

A FOLYADÉK- ÉS ELEKTROLIT-HÁZTARTÁS ALAPJAI ÉS ZAVARAI, A SZERVEZET SAV-BÁZIS HÁZTARTÁSA

A SZERVEZET FOLYADÉKTEREI

A felnőtt ember testének mintegy 60–70%-át, a csecsemőkének 75%-át oldatok, azaz víz és ionok (elektrolitok) alkotják. Férfiakban ez az arány kb. 65–70%, nőkben hozzávetőleg 55–60%. A nők zsírszövetaránya magasabb, ezért szervezetük víztartalma alacsonyabb. Időskorban a zsírtartalom relatív növekedése miatt csökken a test víztartalma.

A szervezet víztartalmát számos tényező befolyásolja, legjelentősebbek a nem, az életkor és a test zsírtartalma.

A folyadékmennyiség a szervezet folyadéktartékiban *sejten belüli* (intracellularis) és *sejten kívüli* (extracellularis) folyadéktérre oszlik.

A sejten kívüli folyadéktér tovább oszlik *érpályán* belüli (intravascularis) és *érpályán kívüli* (extravascularis) folyadéktérre.

Érpályán belüli folyadéktér:

- A vérpályán belüli folyadékot *vérplazmának* nevezzük.
- Ide tartozik a nyirokerekek által szállított *nyirokfolyadék* is.

Érpályán kívüli folyadéktér:

- Érpályán kívüli folyadék a *szövet közti folyadéktér* (interstitialis), amin a szövetekben fellelhető, szöveti folyadékot értjük.
- Ide tartozik a *sejtek közti folyadéktér*, amelyen bizonyos szervek sejtjei által elválasztott folyadékokat értünk, mint az epe, a nyál, az izzadság, a gyomor-bélrendszerben a nyák, a szemben a csarnokvíz, illetve az agy- és gerincvelői folyadék.

A FOLYADÉK- ÉS ELEKTROLIT-HÁZTARTÁS ALAPJAI

A folyadékterek alkotóelemei

A folyadéktereket a víz és a benne oldott ásványi anyagok, az elektrolitok alkotják. Az *elektrolit* (kémiai fogalom) olyan anyag, amely vízben oldva elektromos töltést nyer. A kationok vízben oldva pozitív töltést nyernek, az anionok oldatban negatív töltéssel rendelkeznek. A szervezet legfontosabb kationjai: H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , anionjai: Cl^- , HCO_3^- (bikarbonát).

A folyadékterek a szervezetben sejtmembránokkal határolt térségek, amelyek között a víz és az elektrolitok megoszlása élettani körülmények között kiegyenlítődik.

A folyadék- és elektrolit-háztartás egyensúlya

A folyadék- és elektrolit-háztartás szabályozása a szervezetbe felvett, illetve a szervezet által leadott víz és elektrolitok révén jön létre úgy, hogy az élettani egyensúlyi állapot fennmaradjon.

- A *víz- és ionfelvétel* az étkezés és folyadékfogyasztás révén valósul meg, súlyos betegeknél közvetlenül az érpályába juttatott infúziók vagy szondatáplálás útján történik.
- A szervezet *víz- és ionleadása* számos módon történhet: a kilégzett levegővel, annak páratartalma miatt víz távozik a szervezetből, az izzadás már ionokat is tartalmazó oldat elvesztését jelenti, amíg a gyomor-bélrendszerből kóros körülmények között – pl. hányás, hasmenés esetén – nagymennyiségű víz és elektrolit ürül.

A folyadékterek legnagyobb jelentőségű szabályozói a vesék.

A FOLYADÉK- ÉS ELEKTROLIT-HÁZTARTÁS ZAVARAI

A folyadék- és elektrolit-háztartás hiányállapotai

A folyadék- és elektrolit-háztartás hiányállapotaiban jelentékeny elektrolittartalmú folyadékot veszít a szervezet. Ez történhet úgy, hogy kiürül a szervezetből, de úgy is, hogy a folyadéktereken kívül a szervezetben felgyülemlik vizenyő (ödéma) formájában.

Folyadék- és elektrolitvesztés a szervezetből történő kiürüléssel

- a gyomor- és bélrendszeren keresztül (pl. hányás, hasmenés),
- a vesén keresztül (pl. cukorbetegség fokozott vizeletürítése),
- a bőrön keresztül fokozott izzadással (pl. lázas állapotok),
- a tüdőn keresztül kilégzéssel (respirációs víz).

A folyadék-elektrolit nagymértékű veszteségének következménye a *kiszáradás* (exiccosis). A kórkép az elektrolitek és a víz hiányállapotát jelenti, a hátterében elsősorban a folyadékfelvétel csökkenése áll. Idősek különösen fogékonyak a kiszáradásra, mert szomjúságérzetük csökken. Hasonlóan veszélyeztetettek a csökkent folyadékbevitelre pl. a csecsemők, a nyelési zavarral, hányingerrel küszködők, valamint a depresszióban szenvedők.

A *kiszáradás tünetei*: szomjúságérzet, szájszárazság, taplószerű száraz nyelv, cserepes ajkak, a bőr elveszti rugalmasságát, alacsony vérnyomás, szédülés, ájulás.

Ha elmarad a folyadék-elektrolit pótlása, a vérnyomás tovább csökken, ami sokkot és a belső szervek, például a vesék, a máj és az agy súlyos károsodását eredményezi. Orvosi segítség hiányában a kiszáradás egyre romló állapotokhoz, kómához, végül halálhoz vezet.

A folyadékvesztéssel járó állapotok *gyógyítása* – súlyosságuktól függően – szájon át vagy infúzióban adott elektrolitoldattal történik. Fontos a kiszáradás okának kezelése, mert a hányás, a hasmenés és a láz bizonyos betegségek tüneteként jelentkeznek. Ilyenkor a tünetek kezelése mellett fontos az alapbetegség gyógyítása. A kiszáradás megelőzhető megfelelő mennyiségű folyadékbevitellel. Erre főleg meleg időjárásban, fizikai megterheléskor (sport), lázas állapotokban kell gondot fordítani.

Folyadék- és elektrolitvesztés a szervezeten belüli felgyülemelés útján

Érdekes formája a folyadékvesztésnek az ún. harmadik folyadéktérben történő felhalmozódás. Ez a kóros állapot akkor áll elő, ha az érpályában keringő folyadékmennyiség csökken anélkül, hogy a hiányzó mennyiség a szervezetből távozott volna. Ilyenkor a keringésből kikerülő folyadék felszaporodik a szövetek között, a hasüregben, gravitáció hatására fekvő betegeken a csípőtájon, fennjáró betegeken a lábszáron és a boka körül.

A vizenyő *oka* az érfal átjárhatóságának kóros fokozódása, amely oxigénhiányos állapotokban, égési sérüléseket követően, gyulladások, fertőzések, bélelzáródás kapcsán alakulhat ki. Továbbá gyakori a folyadék felgyülemzése a szervezetben veseelégtelenség, szívelégtelenség, májelégtelenség esetén is.

Vizenyő fellépése esetén az összfolyadéktér fokozódik, amivel együtt jár a szervezet nátriumtartalmának fokozódása is. A *gyógyítás* során a folyadékbevitel megszorításán kívül vizelethajtó gyógyszereket is kap a beteg. Figyelembe kell venni, hogy a vizelethajtók a vízzel együtt az ionokat is kihajtják a szervezetből.

SAV-BÁZIS HÁZTARTÁS

A sav-bázis háztartás a szervezet (testfolyadékok, vér) sav-bázis egyensúlyát jelenti.

A sav-bázis értékek alakulásában különleges szerepe van egy elektrolit, a hidrogénion szervezetben belüli koncentrációjának.

A hidrogénion-koncentráció a sav-bázis háztartás, vagyis a szervezet vegyhatásának, pH-értékének meghatározója. A szervezet élettani esetben kissé lúgos vegyhatású (pH 7,3), az optimális pH-tartomány csak szűk határok között mozoghat. Akár savi (acidózis), akár lúgos irányba tolódik el (alkalózis), a szervezet ellensúlyozni (kompenzálni) próbálja a légzés szaporáságának, mélységének (gyors szabályozás), illetve a vese működésének változtatásával (lassú szabályozás).

A sav-bázis egyensúly felborulásához vezethet minden olyan állapot, amely a szervezet folyadék- és elektrolitegyensúlyának felborulását okozza.

A sav-bázis egyensúlyzavarok gyors, sokszor intenzív terápiás orvosi beavatkozást igényelnek. A gyógyítás nem pusztán savi vagy lúgos vegyhatású oldatok bejuttatását jelenti, hanem a kiváltó anyagcserezavarok kezelését is, mint pl. veseelégtelenségnél művese-kezelés, cukorbetegségnél inzulin adása, vagy légzési elégtelenségnél műszeres légzéstámogatás. Ha nem érkezik időben segítség az egyensúly helyreállítására, a szélsőséges pH-értékek mellett az életműködések olyan súlyosan károsodnak, hogy a folyamat életveszélyhez, kómás állapothoz, végül halálhoz vezet.

Összegezve megállapítható, hogy a homeosztázist, vagyis a belső környezet dinamikus állandóságát és stabilitását a következő tényezők biztosítják: a megfelelő tápanyag-ellátottság, a légzési gázok szükséges mennyisége és minősége, a testfolyadékok megfelelő mennyisége, minősége (térfogat, ionösszetétel, kémhatás, hőmérséklet, ozmotikus nyomás) és a szervezet kompenzáló, védekező mechanizmusainak működése. Ezeket az „összetevőket” az önfenntartó működések biztosítják az élő szervezet számára, amelyeket együttesen *önszabályozó működéseknek* nevezünk, ami a hormon- és az idegrendszer szabályozásával, segítségével valósul meg.

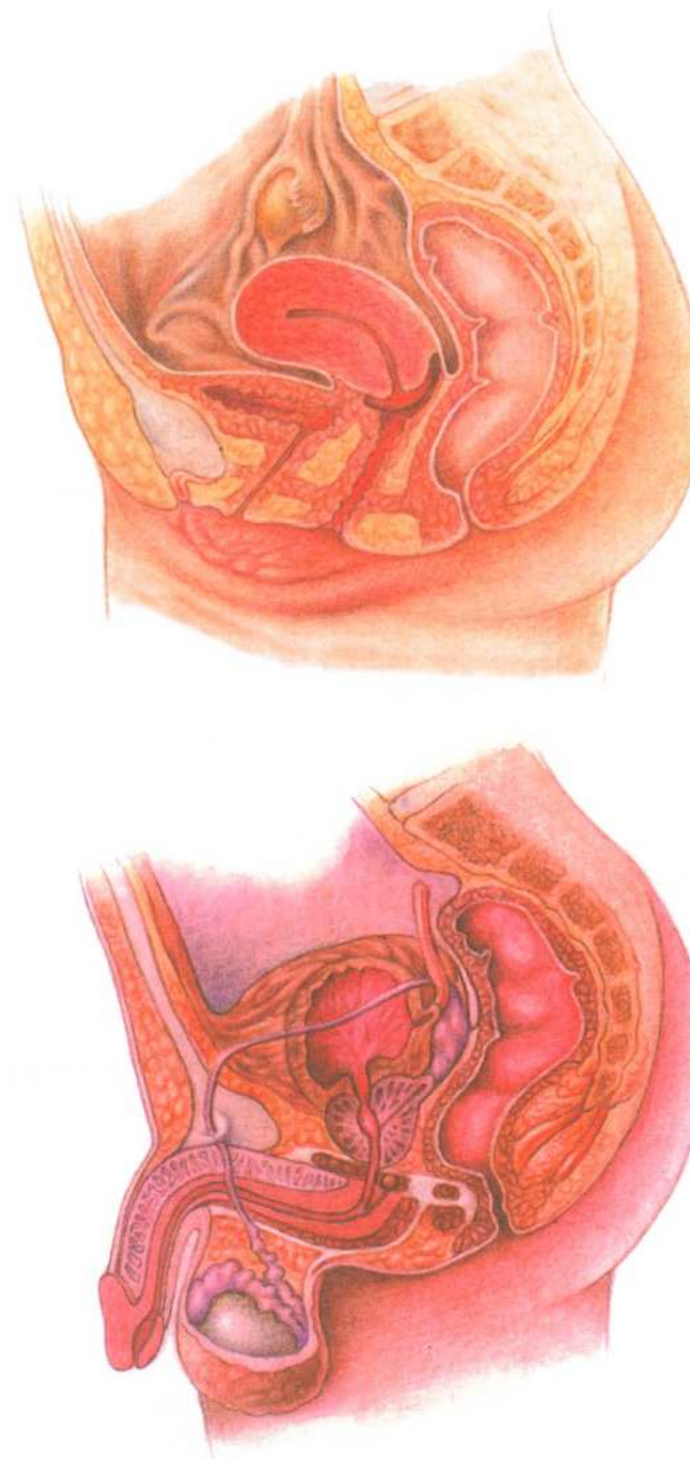
A homeosztázis folyamatában döntő szerepe van a vegetatív idegrendszernek, mivel a légzésre, keringésre, kiválasztásra gyakorolt szabályozó hatásával biztosítja a testfolyadékok összetételének, hőmérsékletének, megoszlásának, mennyiségének állandóságát.



7.11. ábra. Infúzió

8. FEJEZET

A NEMI SZERVEK



A NEMI SZERVEK

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember szaporító szervrendszerének felépítése és működése (biológia):
 - a női és férfi ivarsejtek felépítése,
 - a női nemi szervek részei, működésük,
 - a férfi nemi szervek részei, működésük,
 - az ember egyedfejlődése.
- A nemi szervek latin szakkifejezései (orvosi latin)

A nemi szervek (organa genitalia) feladata a fajfenntartás. A két nemnek megfelelően férfi és női nemi szerveket különböztetünk meg. A külső nemi szervek a medencén kívül, a belső nemi szervek a medencén belül helyezkednek el.

NEMI JELLEGEK

A nemi jellegek a férfi és női nemet különböztetik meg egymástól.

ELSŐDLEGES NEMI JELLEG

A férfi és női nemre jellemző *nemi szervek* határozzák meg az elsődleges nemi jelleget. A nemi szervek a szaporodás szervei. Mindkét nemben megkülönböztetünk *külső és belső nemi szerveket*. Megszületéskor az újszülött nemét a külső nemi szerv alapján állapítják meg.

A nemi szervek a nemi érés, vagyis a serdülés (pubertás) idején indulnak fejlődésnek, felnőttre jellemző felépítésük és működésük ekkor alakul ki.

MÁSODLAGOS NEMI JELLEG

A serdülőkor idején megmutatkozó másodlagos nemi jellegeket az ivarmirigyek (gonádok) által termelt hormonok alakítják ki és tartják fenn. Az ivarmirigyek: férfiaknál a herék, nőknél a petefészkek.

A NEMI SZERVEK

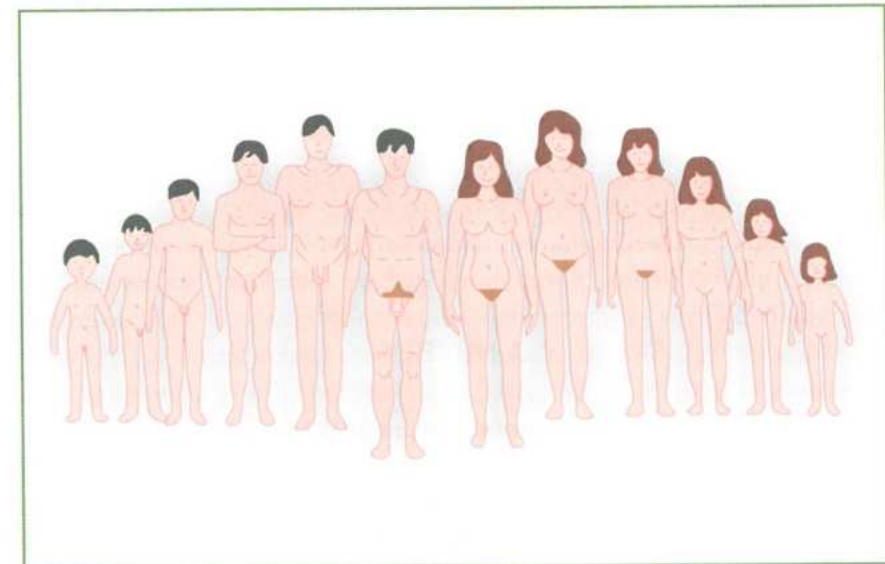
A másodlagos nemi jellegek a két nemnél lelki, érzelmi különbségekben is, de főként alkati tulajdonságokban mutatkoznak meg.

A másodlagos nemi jelleg alkati jellemzői

- A *csontozat és izomzat* férfiaknál fejlettebb, erőteljesebb, mint a nőknél. A nőknél több a bőr alatti zsírpárna, ezek jellegzetesen a combon, csípőn és a hason helyezkednek el. A férfi alkat sémája csúcsával lefelé fordított háromszöghöz hasonlít, a váll szélesebb, a csípő keskenyebb. A női alkat sémája csúcsával felfelé fordított háromszöghöz hasonlít, a csípő szélesebb, a váll keskenyebb. A női medence a gyermekszülés miatt szélesebb, a férfi medencéje keskenyebb.
- A *hang* a gége erőteljesebb fejlettsége miatt a férfiaknál mélyebb. A pajzsporc kiugróbb, lemezei hegyesebb szöveget zárnak be, mint a nőknél, nyakukon elől az „ádamcsutka” jól látható.
- A *szőrzet* a férfiaknál az egész testen erősebb, az arcon folytonosan növekszik. A szeméremdomb szőrzete (fanszőrzet) a nőknél a köldök felé éles határral végződik, a férfiaknál felhúzódik a köldök irányába.
- Az *emlők* mirigyállománya nőknél kifejlődik, férfiaknál nem.

A nemi jelleg egyértelműsége megkérdőjeleződik azokban az esetekben, mikor valakinek a külső nemi szervekkel ellentétes nemű belső nemi szervei vannak (pl. női külső nemi szervek és a hasüregben petefészkek helyett herék). Ez a fejlődési, anatómiai rendellenesség a kétneműség (hermafroditizmus), legkésőbb serdülőkorban szokott kiderülni. Oka pontosan nem ismert, de okozhatja pl. embrionális korban keletkező mellékvese-daganat is.

Mind az elsődleges, mind a másodlagos nemi jellegek már a korai serdülőkortól (11–12 év) rohamosan fejlődésnek indulnak, így a testi fejlődés a serdülőkorban megelőzi a személyiségfejlődést. Ellentmondásos, hogy a testi fejlődés érettséget mutató külső jegyei ebben a korban még nem járnak együtt a biológiai, az értelmi és a lelki érettséggel.

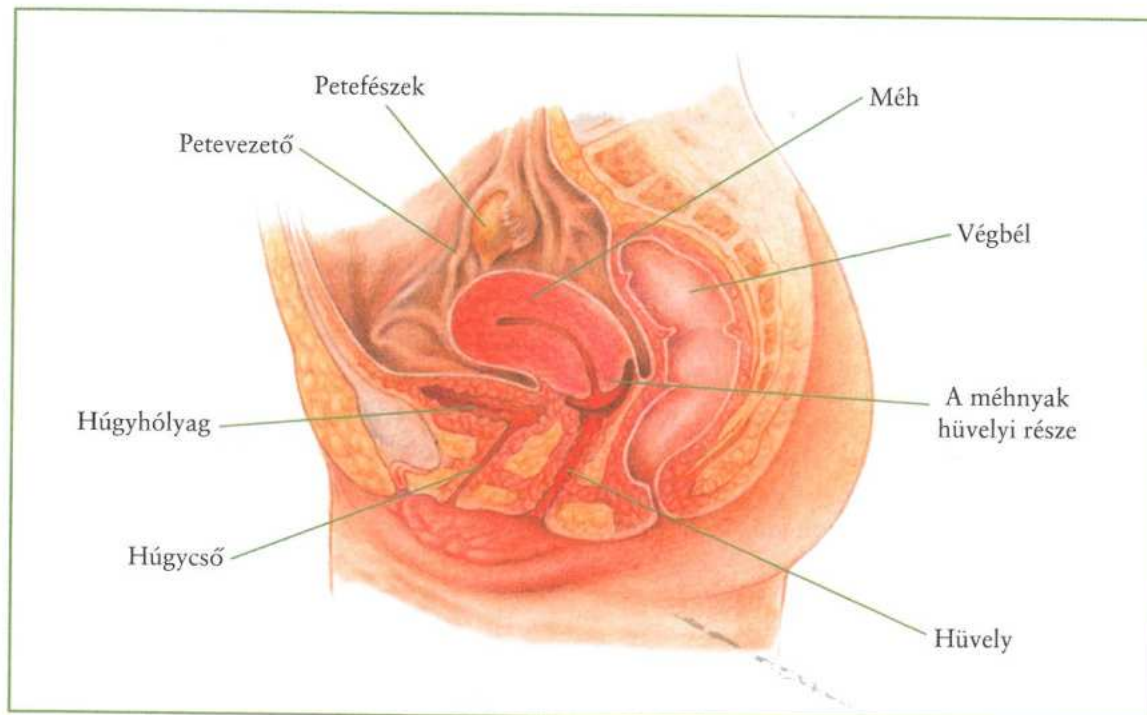


8.1. ábra. A serdülés folyamata

A NŐI NEMI SZERVEK

A BELSŐ NEMI SZERVEK

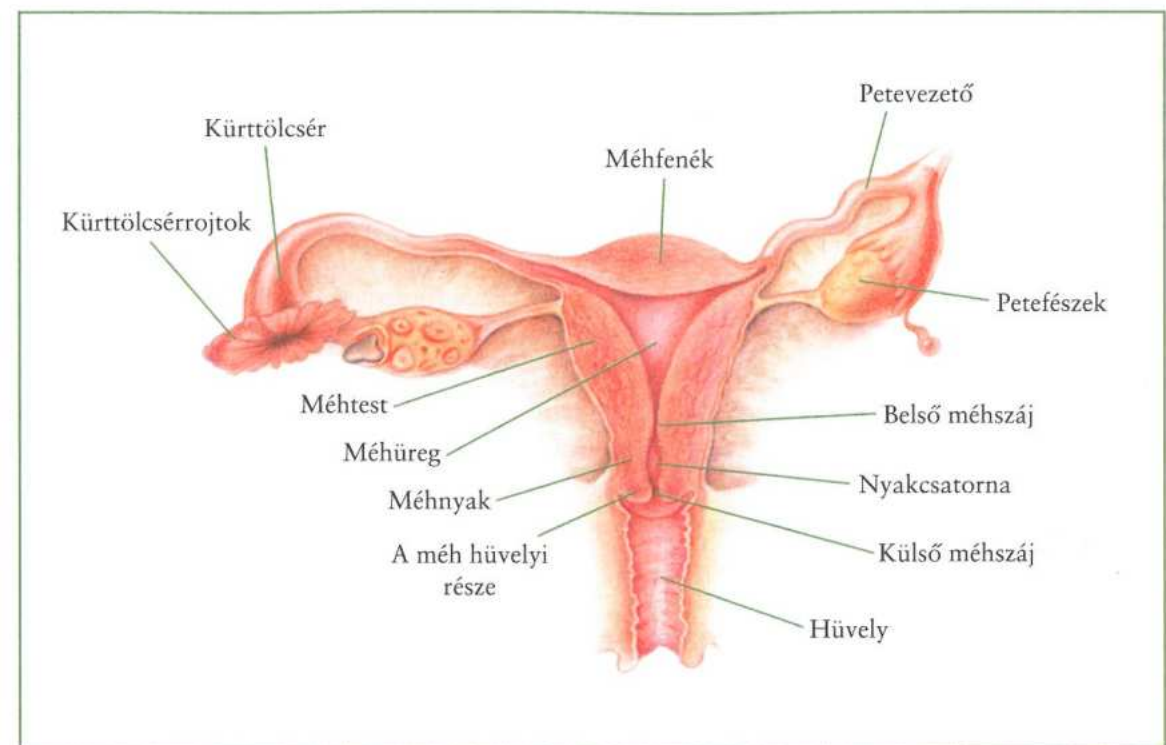
Ide tartozik a hüvely, a méh, a petefészek és a petevezetők.



8.2. ábra. A belső női nemi szervek középsíkú metszete

A HÜVELY

A hüvely (vagina) 8–10 cm hosszú, izmos falú, tágulékony, mellső és hátsó irányban lapított „cső”. A hüvelybemenettel kezdődik, felső, méh felőli vége vak tasakban, a *hüvelyboltozatban* végződik. Ide nyúlik be a méh hüvelyi része. A hüvely mellső fala a húgycsővel, hátsó fala pedig a végbéllel határos. Nyálkahártyáját *többrétegű, el nem szárusodó laphám* fedi. Nem szült nőknél a mellső és a hátsó hüvelyfal teljesen összefekszik, harántul erősen redőzt. Szülés után és idősebb korban a redők elsimulnak.



8.3. ábra. A belső női nemi szervek homloksíkú metszete

A hüvelyt nőgyógyászati vizsgálatnál eszköz segítségével feltárják, látótérbe kerül a hüvelyfal és a méh hüvelyi része.

A hüvelyfal nem tartalmaz mirigyeket, ennek ellenére hüvelyváladék képződik, amelynek vegyhatása savas (pH 4–4,5) és védelmet nyújt a hüvelyfertőzésekkel szemben.

A hüvelyváladék képződése

A hüvelyben élettani körülmények között jelen lévő Döderlein-bacilusok (pálcika alakú tejsavbaktériumok, Döderlein német orvos fedezte fel száz évvel ezelőtt) a hüvelyfal hámsejtjeiben jelen lévő glikogénből kémiai úton tejsavat képeznek. A savas vegyhatás teszi lehetővé a hüvely öntisztulását, mert gátolja a bejutott kórokozók szaporodását, ezért egészséges nőnek hüvelyöblítésre (irrigálás) nincs szüksége. A hüvely viszonylag jó „önvédekező” képessége ellenére gyakoriak a hüvelyi úton terjedő fertőzések eredetű gyulladások, amelyek nemi érintkezéssel és/vagy tárgyak közvetítésével (pl. közös fürdővíz, közös fehérmű- és törülközőhasználat) terjednek.

Nemi fertőzések pl. a bakteriális eredetű *chlamydia* fertőzés, az egysejtűek által okozott *trichomoniasis*, valamint a gomba eredetű *soor* (kórokozója, a *candida albicans*, ez okozza a csecsemők „szájpenész”-fertőzését is), de más gombák, baktériumok is fertőzhetnek. A partnerek a fertőzést továbbadhatják és visszakaphatják, ezért nevezik „ping-pong” fertőzéseknek: ha valakit kikezelnek egy hüvelygyulladásból, utána az első közösülés után ismét megbetegedhet. A *chlamydia*-fertőzés pl. az esetek nagy részében tünetmentes, a kórokozóhordozó egyén azonban terjeszti a betegséget. A fertőzések megelőzését az óvszerhasználaton kívül az állandó, megbízható partner jelentheti.

A szexuális úton terjedő betegségek összefoglaló neve STD (sexually transmitted disease). Tünetei között szinte mindegyiknél szerepel a viszkető, maró fájdalomérzés a szeméremtesten és a bő hüvelyváladékozás/folyás. Hüvelyváladék-kenetvizsgálatból laboratóriumi módszerekkel kimutathatók a kórokozók. Mindenképpen szakorvosi kezelés szükséges, a fertőzések maguktól nem múlnak el.

A MÉH

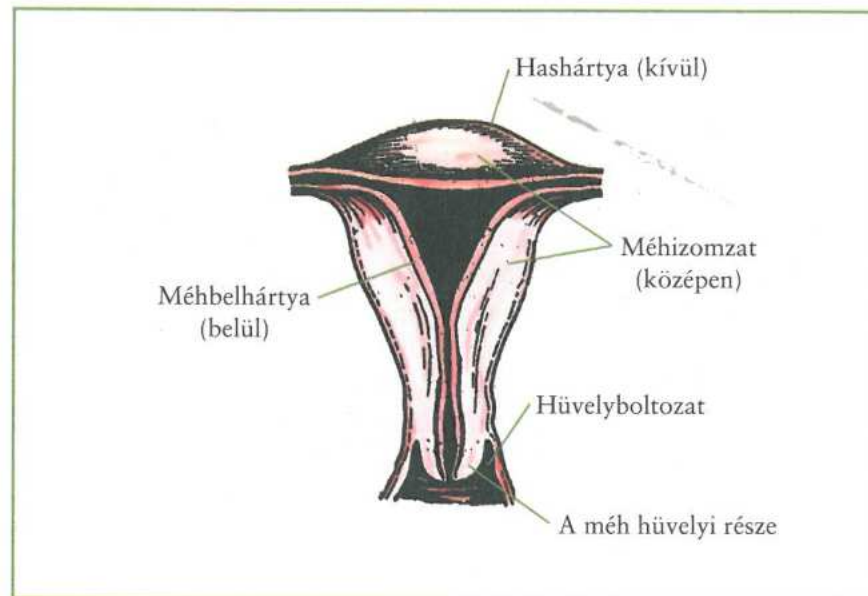
A méh (uterus) a kismedence közepén helyezkedik el, előtte a húgyhólyag, mögötte a végbél található. Mellső és hátsó irányban kissé lapított, körte alakú, üreges, izmos falú szerv. Hossza 9 cm, szélessége 5 cm, vastagsága 3 cm. Tömege nem szült nőknél 50 g, a szült nőknél 60 g.

A *méh feladata* a megtermékenyített petesejt befogadása, a magzat fejlődésének biztosítása és a szülés lefolyásának megvalósítása.

A méh részei

A méh két fő része a *méhtest* (corpus uteri) és a *méhnyak* (cervix vagy collum uteri). A méhtest a méhnyakhoz képest előrehajlik (anteflexio), a kismedencében a hüvely tengelyéhez viszonyítva mindkettő a hólyag felé előredől (anteversio).

- A *méhtest* hossza a méh hosszának kétharmada. Felső, domború része a *méhfenék* (fundus uteri). A *méh ürege* előlről hátrafelé lapított rés, homloksíki metszetben felfelé szélesedő háromszög alakú: a két felső csúcs a petevezetők beszájadzási helye, a lefelé néző csúcs a *belső méhszáj*.



8.4. ábra. A méhfal rétegei

A méhfal rétegei:

– A *méhbelhártya* (endometrium), amely a méh *belső rétege*, egyrétegű hengerhám, amelynek sejtjei közül egyesek csillókkal bírnak. A belhártyának két része van, az *alapi rész*, ami nem válik le, és rajta a *funkcionális rész*, ami a menstruációs ciklusnak megfelelően változik és leválik.

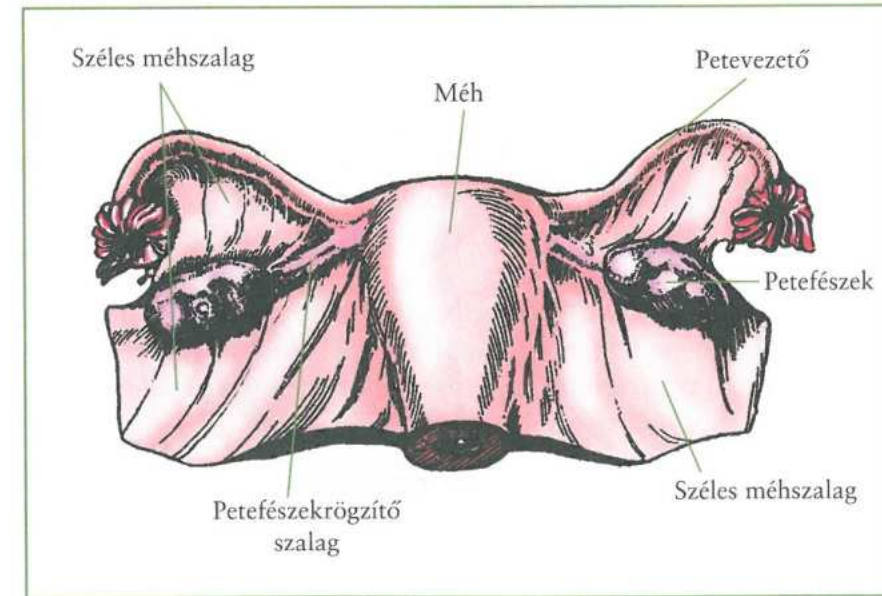
– *Izomréteg* (myometrium) a méh *középső*, simaizomból álló *rétege*. Ez képezi a méh tömegének fő részét.

– A *külső réteget* (perimetrium) a méhfalra ráboruló hashártya képezi. A hashártya a méh mellső és hátsó falával összenőtt.

- A *méhnyak* hossza a méh hosszának egyharmada. Alsó vége félgömbömszerűen belenyúlik a hüvely felső részébe, ez a *méh hüvelyi része* (portio vaginalis, röviden: portio), gyakran nevezik egyszerűen méhszájnak. Itt veszi körül a méhnyakat a hüvely felső vége, a hüvelyboltozat. A porciót *többrétegű, el nem szarusodó laphám* fedi. A porció hámjának vizsgálata a nőgyógyászati rákszűrés része. Rendszeres szűréssel a méhnyakrák időben felismerhető és jó eséllyel gyógyítható.

A *nyakcsatorna* a méhnyakban fut végig, a méh felé eső felső végénél a *belső méhszáj*, a hüvely felőli alsó végénél a *külső méhszáj* határolja. A külső méhszáj nem szült nőknél kölesnyi, kerek nyílás, szült nőknél kissé harántirányú rés. A *nyakcsatorna háma egyrétegű hengerhám*. A nyakcsatorna mirigyei nyákot termelnek, ami *nyákcsapot* képezve kitölti a nyakcsatornát, védi a méh üregét a felszálló fertőzésektől. A nyakcsatorna nyálkahártyája a menstruációs ciklusban nem vesz részt.

A szülés megindulásakor a nyákcsap eltávozik, utána a méhtevékenység hatására kezd tágulni a méhszáj.



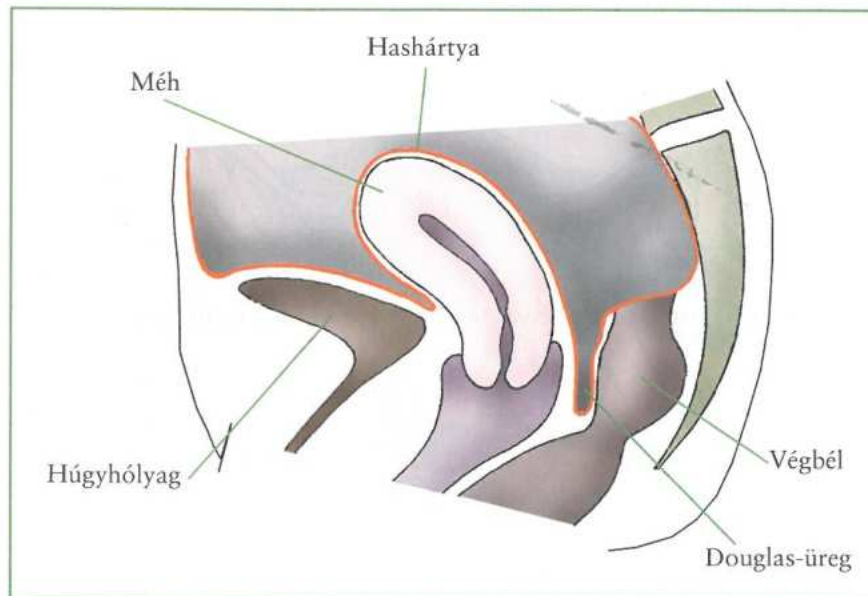
8.5. ábra. A hashártya viszonya a nemi szervekhez hátulnézetben

A méhnyak kevés izmot tartalmaz, főként kollagén rostokból áll, ezért nehezen tágul. A méhszáj laphámjának és a nyakcsatorna hengerhámjának találkozásánál van az *átmeneti zóna*, a méhnyakrák kiindulásának gyakori helye.

Terhesség alatt a méh saját tömegének hússzorosára nő. Szüléskor a méhnyak kitágul, a méhtest szakaszosan összehúzódik (méhtevékenység), és a hüvellyel együtt kialakul a magzat áthaladását biztosító szülőcsatorna.

A méh rögzítése, a hashártya

- A méhet a medencekimenetét lezáró gát többretegű izomzata – a hüvely közvetítésével – *alátámasztja*. A méhet kötőszöveti szalagok *függesztik* környezetéhez (hátra a keresztcsont-hoz, oldalra a csípőcsont-hoz). A méhet az alátámasztása és a függesztése rögzíti, ez biztosítja anatómiai helyzetét.
- A *széles méhszalag* (ligamentum latum uteri) hashártyakettőzet, amely homloksíkban húzódik. Lemezei között helyezkedik el a méh és a petevezető. A lemezek közötti kötőszövet mint méh körüli kötőszövet (parametrium) a méhet oldalirányban rögzíti. A széles méhszalag hátsó falához rögzül a petefészek.
- A hashártya beborítja a méhet, mögötte a hüvely felső harmada és a végbél közé mélyen benyúló U alakú redőt alkot. Ez a hasüreg legmélyebb pontja, a *Douglas-üreg*. Kismencedei kóros folyamatok esetén, ha folyadék képződik (pl. genny), vagy vérzés történik, a Douglas-üregben gyűlik össze. Kisműtési beavatkozás a Douglas-csapolás (punctio), amikor a hátsó hüvelyboltozat felől punkciós tűvel leszívják a folyadékot, amelynek vizsgálatából következtetni lehet a lezajló betegségre. Férfiaknál a hashártya a húgyhólyagról kis mélyedéssel hajlik át a végbélre.



8.6. ábra. A Douglas-üreg középsíkú metszete

A PETEVEZETŐ

A petevezető, más néven *méhkürt* (tuba uterina) páros szerv, 10–12 cm hosszú csöves járat, amely biztosítja a petefészek felől a megtermékenyített petesejt bejutását a méh üregébe.

A petevezető a méhfenék két oldalától halad a széles méhszalag lemezei között, annak felső szélén a medencefal irányába. Legszűkebb a méh falában lévő része. A petefészek felőli vége kürtszerűen kitágul, ez a *kürttölcsér* (ampulla), szélét kesztyűujj alakú *rojtok* övezik (fimbria).

A petevezető falának szerkezete

- *Külső rétege* hashártya.
 - *Középső rétege* simaizom (perisztaltikus mozgásra képes, amely a méh felé irányul).
 - *Belső fala csillószőrös hengerhám*mal fedett nyálkahártya (a csillók a méh ürege felé csapkodnak).
- A megtermékenyített petesejt méhbe jutását egyrészt a petevezető perisztaltikája, másrészt a csillószőrök méh felé terelő mozgása teszi lehetővé.

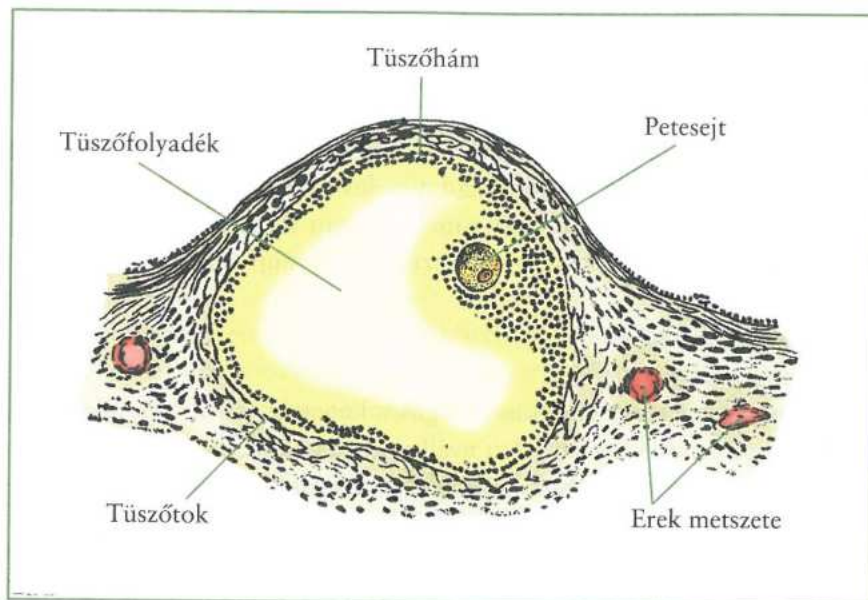
A PETEFÉSZEK

A petefészek (ovarium) a női ivarmirigy, mandula alakú és nagyságú páros szerv. A kis- és nagymedence határán, kétoldalt, a széles méhszalag hátsó felszínéhez rögzülve, a kürttölcsér alatt helyezkedik el. A méhhez és a medencefalhoz szalagok rögzítik. A petevezetőt és a petefészeket együtt *méhfüggeléknek* (adnexum) nevezzük, mivel mintegy „függnek” a méhen.

A petefészek *kettős feladata* a petesejt- és a hormontermelés. Két állománya van, kívül a kéreg, belül a velőállomány. A kéregállomány felszíne a menstruáció megindulásáig sima, majd serdülőkorban az érő tüszőktől egyenetlenné válik. A kéregben történik a petesejt termelése és a hormontermelés. Az erekben gazdag velőállománynak jelentősebb élettani feladata nincs.

A tüszőérés

- Leány újszülött petefészekének kéregállományában kb. 400 000 *elsődleges*, más néven *őstüsző* található. A tüszők (folliculus) tartalmazzák az ekkor még éretlen petesejtet.
- A pubertás idején, általában 13–14 éves kortól kb. 28 naponként a tüszők közül egy növekedésnek indul, és *másodlagos tüszővé* válik.
- A tüsző tovább növekszik, belsejében folyadékot tartalmaz, és magában foglalja az időközben megérett petesejtet, ez a *harmadlagos*, más néven *Graaf-tüsző*. A Graaf-tüsző borsó nagyságú, a petefészek felszínét hólyagszerűen kidomborítja. Az érett Graaf-tüsző folyadéktól feszülő, elvékonyodott fala megreped, a kiáramló tüszőfolyadék kisodorja belőle az érett petesejtet (ovum) a hasüreg felé, ahonnan azonnal bekerül a méhkürt hasüregi részébe és a petevezető perisztaltikája, valamint csillóinak mozgása hatására megkezdődik „vándorlása” a méh ürege felé. A petesejt az egyik legnagyobb emberi sejt, nagysága 0,2–0,3 mm, mákszemnyi, szabad szemmel már látható.
- Az *ovulatio* az érett tüsző felrepedésének, a petesejt kiszabadulásának folyamata. A két petefészekben felváltva, kb. 28 naponként következik be egy-egy ovuláció. Nem kizárt azonban, hogy a ciklus bármely időszakában bekövetkezzen „menetrenden kívüli” ovuláció. Az élet során a klimax időszakáig 400–500 tüsző ér meg. A petefészek hormontermelő működését tekintve *belső elválasztású mirigy*.



8.7. ábra. A Graaf-tüsző szerkezete

A petefészek hormonjai

- A *tüszőhormon* (oestrogen), amelyet az érő tüsző termel.
- A *sárgatesthormon* (progesteron) úgy keletkezik, hogy a felrepedt tüsző bevértzik, és sárga, zsírnemű anyagokat tartalmazó sejtek képződnek benne. Az így kialakult szerv a sárgatest (corpus luteum), ez termeli a sárgatesthormont. Ha nem következik be megtermékenyítés, a sárgatest elsorvad. Az elsorvadt sárgatest helyén fehértest (corpus albicans) keletkezik.

A petefészek periodikusan termeli a petesejtet és a hormonokat, így a petefészek *ciklikusan* működik.

A petefészek működésének szabályozása

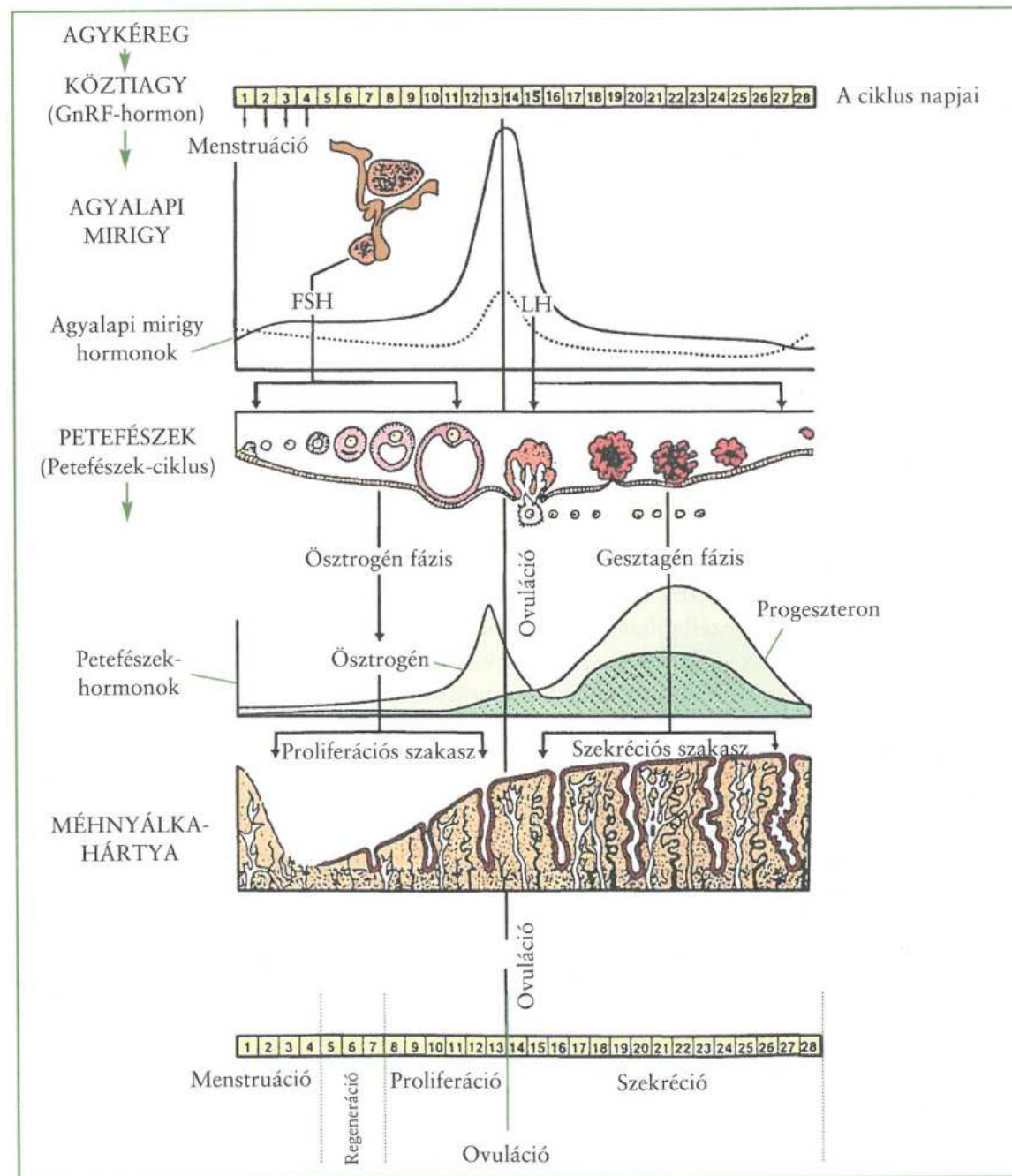
A petefészek hormontermelését az agyalapi mirigy (hypophysis) ivarmirigyekre ható gonadotrop hormonjai közül az FSH és LH hormonok szabályozzák.

- Az *FSH* (follikulus stimuláló hormon) a tüsző érését és a tüszőhormon termelését szabályozza.
- Az *LH* (luteinizáló hormon) a sárgatest kialakulását és a sárgatesthormon termelését szabályozza.

Az agyalapi mirigy hormontermelése a köztiagy hipotalamusz részének szabályozása alatt áll a GnRF hormon révén (lásd A belső elválasztású mirigyek című fejezetet).

A MENSTRUÁCIÓS CIKLUS

A havi vérzés (menstruatio, menses) a megtermékenyített petesejt befogadására előkészült, megvastagodott méhnyálkahártya vérzés kíséretében történő leválása (a megtermékenyítés elmaradása esetén). A petesejt élettartama 24 óra, a meg nem termékenyített petesejt még a petevezetőben szétesik, felszívódik.



8.8. ábra. A menstruációs ciklus

A menstruációs vér nem alvad meg, mennyisége kb. 100 ml. A menstruáció mintegy 13-tól 45 éves korig átlag 28 naponként ciklikusan ismétlődik (kivéve a terhesség idejét).

A ciklus elmaradását a nemi hormonok csökkent termelődése okozza, ez a változás kora, a klimax (más néven menopauza, vagyis a menzesz elmaradásának időszaka). A klimax sok esetben jár egyéb kellemetlen tünetekkel, pl. idegrendszeri labilitás, hőhullámok, izzadákonyság, alvászavarok. A csökkenő tüszőhormonszint elősegítheti a csonttrikulást. A klimax eredményesen kezelhető pl. hormonterápiával, életmódváltással, amit szakorvossal kell megbeszélni. (A 8.8. ábra megértését segíti a 9. fejezet Az ivarmirigyek c. bekezdése és a 9.8. ábra.)

A menstruációs ciklus szakaszai

- **Menstruáció:** A méhnyálkahártya vérzés kíséretében leöklődik (3–5 napig tart).
- **Gyógyulás (regeneratio):** A menstruáció során leöklődött méhnyálkahártya helyén lévő sebfelszín újraképződik, behámosodik (3 napig tart).
- **Kiépülési, növekedési szakasz (proliferatio):** A nyálkahártya tovább vastagszik (6 napig tart).

A ciklust a menstruáció első napjától számítva, a proliferációs szakasz vége a ciklus félideje, vagyis 14. napja. Ekkor történik az **ovuláció** a petefészekben (a reggeli órákban mért hüvelyi alaphőmérséklet ilyenkor 0,5 °C-kal emelkedik). Az ovulációt a nők egy része jobb vagy bal oldali alhasi feszülő, szűrő érzés formájában észleli.

- **Raktározási, kiválasztási szakasz (secretio).** A nyálkahártya megvastagszik, tápanyagok választódnak ki és rakódnak le benne, előkészül a megtermékenyített petesejt befogadására, ún. decidua lesz belőle (14 napig tart). A szekréció a petefészek sárgatesthormonjának, a többi szakasz túlnyomórészt a petefészek tüszőhormonjának irányítása alatt áll.

A 28 napos ciklus első fele a menstruáció, regeneráció és a proliferáció (1–14. nap), a közép-időben lezajló ovulációt követően a második fele a szekréció (15–28. nap).

A diagnosztikus célból végzett egészségügyi méhkaparást (curettage) gyakran használják vérzési rendellenességek megállapítására, az így nyert nyálkahártya szövettani vizsgálatából következtetni lehet a ciklus fázisaira és a petefészek működésére is.

Ajánlott minden nő számára menstruációs naptárt vezetni, amelyben feljegyzésre kerül a vérzés gyakorisága, időtartama, mennyisége és minősége. Ha zavar támad a ciklusban, visszamenőleg értékes adatokat szolgáltat a kezelőorvos számára.

A KÜLSŐ NEMI SZERVEK

A csontos kismencede kimenetét lezáró vaskos, izmos terület a **gát**. Nyílrányú hasadéka a **szeméremrés** (rima pudendi). A külső nemi szervek a szeméremrés körül találhatók.

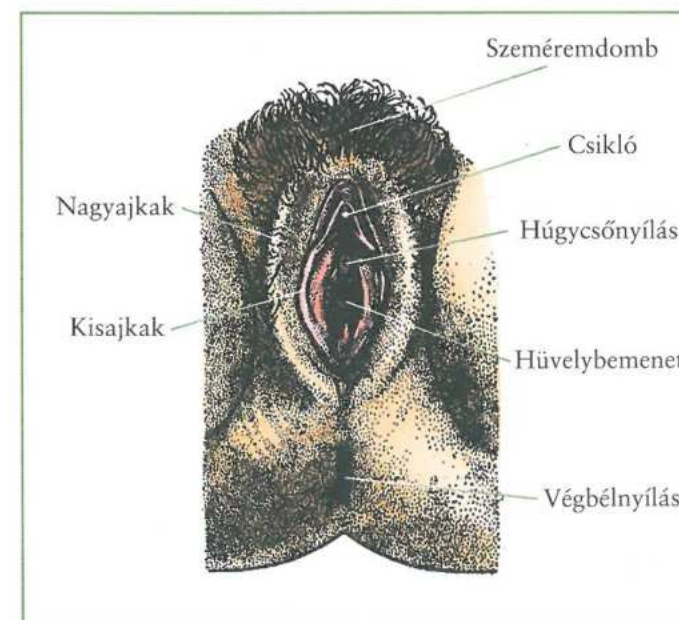
A külső nemi szervek részei:

- A **szeméremtest** (vulva) a szeméremrést határoló összes külső nemi szerv együttes neve.
- A **nagyajkak** (labium majus) a szeméremrés két oldalán nyílrányban húzódó, zsírszövettel bélelt bőrredők. Lent, a gátnál egy haránt bőrredőben, a **fékben** (frenulum) végződnek. A nagyajkakat a pubertáskortól kívül szőrzet fedi. Nem szült nőknél a nagyajkak fedik a szeméremrést. Szült nőknél és idősebb korban a szeméremrés nem zárt, a nagyajkak nem fedik a szeméremrést.

- A **kisajkak** (labium minus) a nagyajkak feltárása után válnak láthatóvá. Két kisebb, vékonyabb bőrredő alkotja, amelyek az előcsarnokot közvetlen határolják. Szőrzet nem fedi. Sok benne a faggyúmirigy.
- Az **előcsarnok** (vestibulum) a kisajkak feltárásával tűnik elő. Az előcsarnokban felül a **húgycső nyílása**, alatta a **hüvelybemenet** látható. A **szűzhártya** (hymen) még nem közösült nőben a hüvelybemenetnél elhelyezkedő, rugalmas nyálkahártyaredő. Közepén (különböző alakú) nyílás található, amely a menstruációs vért vezeti el. Előfordulhat a nyílás elzáródása, ilyenkor a menstruációs vér nem tud kiürülni és a hüvelyben felgyülemlik (általában az első havi vérzés jelentkezésekor veszik észre, megoldására bemetszést alkalmaznak). Első közösüléskor a szűzhártya általában bereped, hasadékok, hegek maradnak rajta. Első szülés-kor még jobban roncsolódik, a szülést követően csak szemölcsszerű maradványai láthatók.
- A **csikló** (clitoris) a húgycsőnyílás felett, a kisajkak kiindulásánál található bőrredő által körülfogott, üreges test. Anatómiailag és fejlődéstanilag is a **hímvesző barlangos testének felel meg**. Érzőidegekben és erekben gazdag. Nemi izgalom hatására kismértékben megmerevedik (a hímveszőszőhöz hasonlóan). Sérülése szülésnél előfordulhat, igen nagyfokú fájdalommal és vérzéssel jár.
- A **szeméremdomb** (mons pubis) a szeméremcsontot borító, dombszerűen kiemelkedő terület. A bőr alatt vastag zsírszövet található. A pubertáskortól szőrzet fedi.
- A **gát** (perineum) **tágabb**, anatómiai értelemben a kismencede kimenetét lezáró, több rétegből álló izmok összefoglaló neve. **Szűkebb**, szülészeti értelemben a gát a hüvelybemenet és a végbélnyílás közötti, 2–3 cm-es terület (klinikai gát). Szülésnél a szülési sérülések elkerülése céljából itt végzik a gátvédelmet, illetve szükség esetén a hüvelybemenetnél lévő gátizmot átvágva gátmetszést alkalmaznak.
- A **Bartholin-mirigy** kétoldalt a nagyajkak alsó harmadában a bőr alatt elhelyezkedő bab-szem nagyságú páros mirigy. Váladékuk nemi izgalom hatására kiürül, sikamlóssá teszi a hüvelybemenetet.

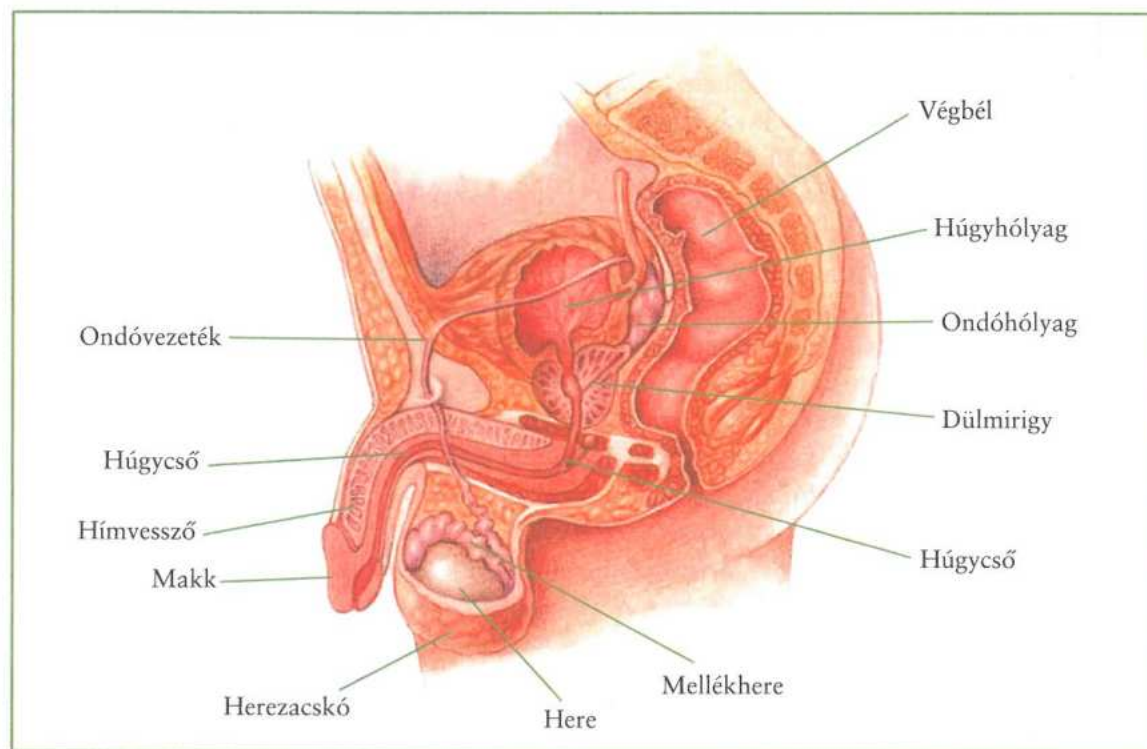
A külső nemi szervek rendszeres tisztán tartása esztétikai és higiénés okok miatt fontos. A szeméremtesten sűrűn elhelyezkedő faggyú- és verejtékmirigyek, a Bartholin-mirigyek váladéka az oda-kerülő hüvelyváladékkal együtt táptalaja lehet a kórokozóknak.

Hiányos tisztálkodás és/vagy rossz szokások következtében (pl. székletürítés után a végbélnyílás törölése előrefelé) a széklettel baktériumok (coli-baktérium) juthatnak a hüvelybe és a húgycsőbe, ahol súlyos, nehezen kezelhető, felszálló gyulladásokat okozhatnak.



8.9. ábra. A külső női nemi szervek

A FÉRFI NEMI SZERVEK



8.10. ábra. A férfi nemi szervek oldalnézetben

A BELSŐ NEMI SZERVEK

Ide tartozik a here, a mellékhere, az ondóvezeték, az ondósinór, az ondóhólyag és a dülmirigy.

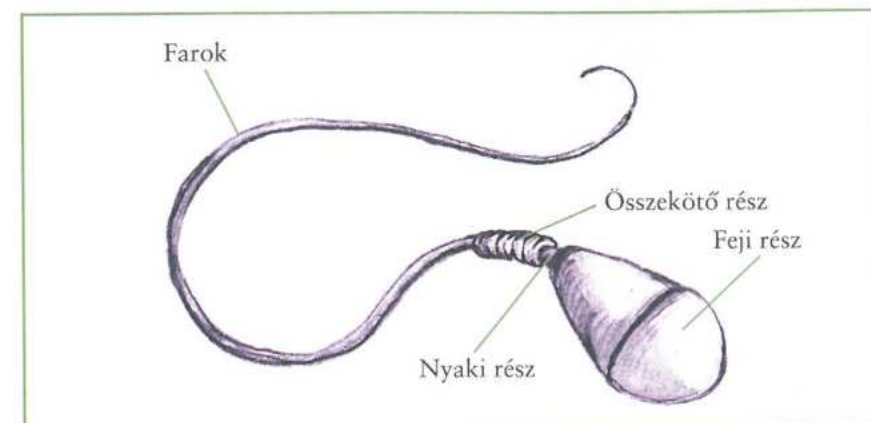
A HERE

A here (testis) a férfi ivarmirigy. Tojásdad alakú, 20–30 g tömegű, páros szerv. A herezacskóban található (a bal kissé nagyobb és lejjebb helyezkedik el). Állományát felcsavarodott csatornák alkotják. Kb. 0,5 mm vastag kötőszövetes tok veszi körül (l. a 8.12. ábrát). A here annak ellenére, hogy a hasüregben kívül helyezkedik el, belső nemi szerv, mert a *magzati* életben a hasüregben fejlődik, ahonnan megszületés előtt, a magzati élet utolsó hónapjaiban a lágyékcsatornán keresztül a herezacskóba vándorol le. Az érett újszülött heréi már a herezacskóban vannak (rejtettheréjűség,

ha a herék a hasüregben maradnak). A hasüregben kívüli helyzetének oka, hogy a hímivarsejtek egészséges termeléséhez alacsonyabb hőmérséklet kell, mint ami a hasüregben van.

A here kettős feladata a hímivarsejt- és a hormontermelés.

- **Ivarsejttermelés:** A here csatornarendszere a serdülőkortól kezdve, folyamatosan igen nagy számú hímivarsejtet (spermium) termel (akár öregkorig termelődnek a spermiumok).



8.11. ábra. A hímivarsejt részei

A hímivarsejt – termelődése során – érési folyamatokon megy keresztül a herecsatornák falában lévő Sertoli-féle dajkasejtek segítségével. A spermiumok innen veszik fel a fejlődésükhöz szükséges tápanyagokat.

Az érett spermium 50–60 µm hosszú, három fő része van: az elhegyesedő *fej* (ebben található a DNS); a keskenyebb középrész: a *nyak* és az *összekötő rész* (amely a cytotentrumot tartalmazza, a mozgást irányítja); valamint a hosszabb, ostoros mozgást végző *farok*. (A rendellenesen fejlődött spermiumok nem képesek a megtermékenyítésre, gyakran ez okozza a férfiak meddőségét.)

- **Hormontermelés:** A herében a herecsatornák között találhatók a *Leydig-féle sejtek* (más néven *intersticiális sejtek*), amelyek a serdülőkortól férfi nemi hormonokat, összefoglaló néven *androgéneket* termelnek.

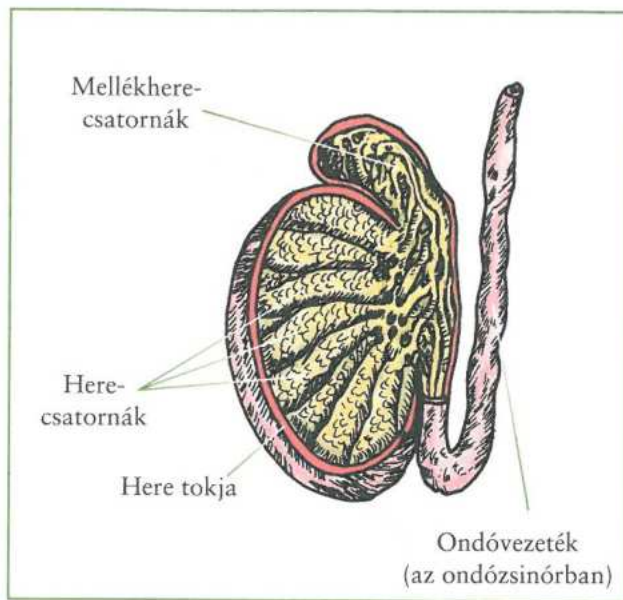
A *tesztoszteron* (testoszteron) hormon termelődik legnagyobb mennyiségben. Hatására fejlődnek ki a nemi szervek, felelős a spermiumtermelésért és a másodlagos nemi jelleg kialakulásáért, fenntartásáért. A Leydig-féle sejtek működésének szabályozásában szerepe van az agyalapi mirigy és a hipotalamusz hormonjainak.

A here hormontermelését tekintve *belső elválasztású mirigy*.

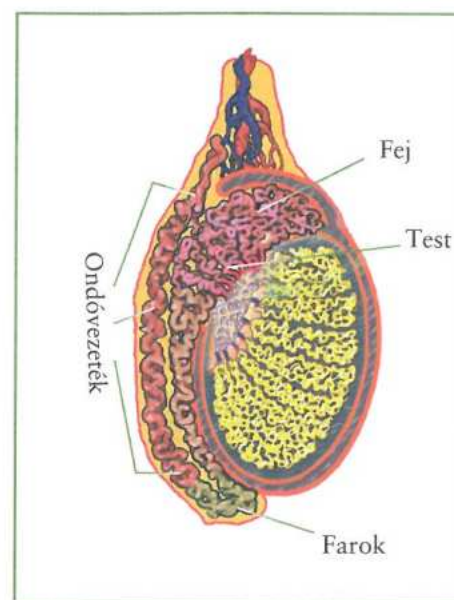
A MELLÉKHERE

A mellékhere (epididymis) a herék hátsó felszínéhez hozzánőtt, hosszúkas, lefelé keskenyedő, páros szerv. Állományát a mellékhere-csatornák alkotják. *Feji, testi és farki* rész különíthető el rajta. A herékből kivezető csatornák itt folytatódnak, rajtuk keresztül kerülnek a spermiumok a heréből a mellékherébe.

A mellékhere *feladata* a spermiumok tárolása és elvezetése a herék felől.



8.12. ábra. A here és mellékhere csatornái



8.13. ábra. A mellékhere részei

ONDÓVEZETÉK, ONDÓZSÍNÓR

Ondóvezeték

A páros ondóvezeték (ductus deferens) a mellékhere alsó, elkeskenyedő végétől indul, a mellékhere csatornájának folytatása. Kb. 50 cm hosszú, 2 mm vastag cső. A két ondóvezeték a lágyékcsatornán belép a hasüregbe, eljut a kismedencébe, ahol egyesül az azonos oldali ondóhólyag kivezetőcsővével (ductus ejaculatorius), átfúrja a dűlmirigyet és a húgycsőbe nyílik.

Az ondóvezeték *feladata* a spermiumok továbbjuttatása a húgycső felé.

Ondózsínór

Az ondóvezeték (a hasüreg előtti szakaszán) együtt fut a here és a mellékhere ereivel, idegeivel és nyirokereivel. Ez a kisujj vastagságú köteg az *ondózsínór* (funiculus spermaticus). Az ondózsínór a herezacskótól a lágyékcsatorna belső hasüregi nyílásáig halad, ott a részei szétválnak.

AZ ONDÓHÓLYAG

Az ondóhólyag (vesicula seminalis) tömlőszerű, dudoros felszínű, páros mirigy. A húgyhólyag hátsó felszínén, szorosan az ondóvezeték mellett fekszik. Az ondóhólyag mirigyei a spermiumokhoz keveredő, nyúlós váladékot termelnek.

Kivezetőcsőve az ondóvezeték végével egyesül és a dűlmirigyen keresztül a húgycsőbe vezet.

A DÜLMIRIGY

A dűlmirigy (prostate) gesztenye alakú és nagyságú, páratlan mirigy. Simaizomszövetből és mirigyállományból épül fel. A húgyhólyag alatt található, annak falával lazán összenőtt. Hátsó felszíne érintkezik a végbéllel, ezért a végbél felől rektális vizsgálattal jól kitapintható. Függőleges irányban átfúrja a húgycső, így *a prosztata körül fogja a húgycsövet*. A mirigy sejtjei váladékot termelnek. 15–20 kis kivezető nyílása van, amelyek a húgycsőbe nyílnak. A mirigyállomány felszaporodása (daganata), vagy az izomállomány túltengése összenyomja a húgycsövet és ez vizeletürítési zavarokat okoz – a betegek általában ezzel a panasszal fordulnak urológus szakorvoshoz. 45 év feletti férfiak viszonylag gyakori betegsége a prosztata megnagyobbodása (hyperplasia) és a prosztata rosszindulatú daganata (prostatarák).

A KÜLSŐ NEMI SZERVEK

Ide tartozik a herezacskó és a hímvessző (ábrát lásd a 232. oldalon).

A HEREZACSKÓ

A herezacskó (scrotum) a hasfal kitüremkedése, amit válaszfal oszt két részre. Bőrének szövettani rétegei megegyeznek a hasfaléval. Fejlődéstanilag a női nagyajkaknak felel meg. Bőre pigmentált. A herezacskóban helyezkednek el a herék és a mellékherék.

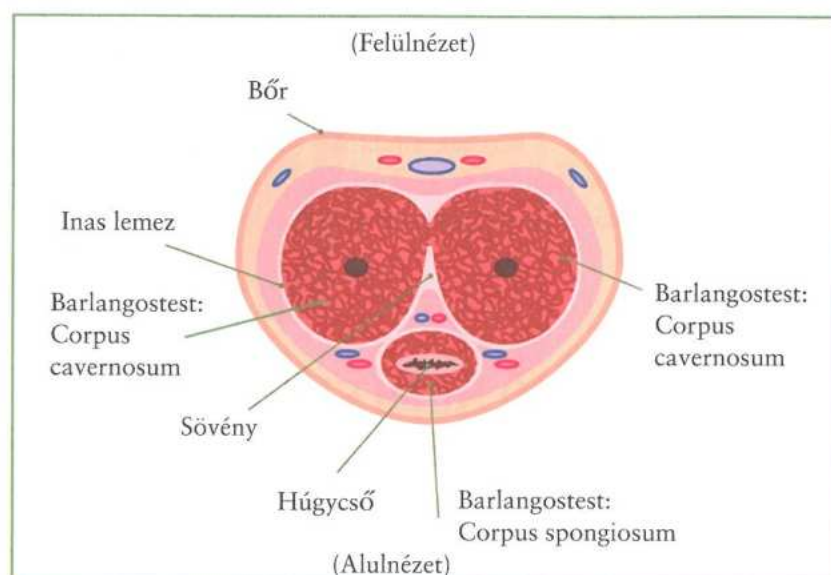
A HÍMVESSZŐ

A hímvessző (penis) megnyúlt, henger alakú szerv, a végén a húgycső külső nyílása található.

A hímvessző részei:

- A *gyökér* a kezdeti része, amelyet szalagok rögzítenek a szeméremcsomathoz.
- A *test* alakja hengeres, 15–20 cm hosszú, vékony bőrre lazán kapcsolódik az alatta lévő szövetekhez.
- A *makk* (glans) a test végén található kiszélesedő rész, nevét az alakjáról kapta. A makkot egy körbefutó barázda választja el a testtől.
- *Barlangos testek*: A hímvesszőben hosszirányban *három szivacsos felépítésű, barlangos test* található. Felül a két *corpus cavernosum*, melyeket erős inas lemez határol, alul a *corpus spongiosum*, ebben fut a húgycső.
- A bőr a makknál körkörös bőrredőt képezve visszahajlik, ez a *fityma* (preputium). A fityma gyermekkorban beborítja a makkot, felnőtt férfiakon csak a makk egy részét borítja be. A fitymát rögzítő vékony bőrredő a *fitymafék*.

Az itt lévő faggyúmirigyek és a levált hámsejtek váladéka (smegma) nem megfelelő tisztálkodás következtében a kórokozók táptalaja lehet, ezért a fityma alatti terület tisztán tartása hozzátartozik a mindennapos testápoláshoz. Több népcsoportnál – sokszor vallási szertartásként – a fitymát csecsemőkorban körülmetszéssel (circumcisio) eltávolítják.



8.14. ábra. A hímvessző keresztmetszete

A hímvessző a közösülés (cohabitatio/coitus) szerve. A benne lévő barlangos testek nemi izgalom hatására vérrel telnek meg, a szerv megmerevedik (erectio) és közösülésre alkalmassá válik. A két corpus cavernosum vénás merevedése erőteljes, vérének elvezetése akadályozott. A corpus spongiosum viszont, amely a húgycsövet veszi körül, kevésbé merevedik, vérének elvezetése nem akadályozott. Ezért ilyenkor a húgycső az ondó számára átjárható marad, miközben a vizeletürítés akadályozott.

A húgycső

A férfi húgycső mintegy 20 cm hosszú, kétszeresen görbült cső. A húgycső feladata, hogy a vizeletet és a nemi váladékot kiürítse. A húgycső a húgyhólyagtól indul, a dűlmirigyet átfúrva függőlegesen halad, majd megtörik (első görbület) és a gáti szakaszon vízszintesen halad előre a szeméremízület felé, ahol ismét megtörik (második görbület) függőlegesen fut a hímvesszőben, a corpus spongiosumban tovább, egészen a makkon lévő nyílásáig.

Férfibeteg hólyagcsapolása (katéterezése) a húgycső hossza és lefutása miatt nagy szakmai gyakorlatot igénylő beavatkozás, csak indokolt esetben végzik.

A húgycső kezdeténél van a húgyhólyag belső záróizma, amely akarattól függetlenül működő simaizom. A gáti szakaszon található a külső záróizom, amely akarattól függően működő harántcsíkolt izom.

A külső záróizom mellett a gátizomban kétoldalt vannak a borsó nagyságú Cowper-mirigyek, amelyek nemi izgalom hatására a húgycsövet bevonó váladékot termelnek.

A SZAPORODÁS ÉLETTANA

A megtermékenyítés (fertilizáció), a petesejt és a hímivarsejt egyesülése általában a közösülés után 12–16 órával következik be.

Az érett női és férfi ivarsejtek számfelező sejtosztódáson (meiosis) mennek keresztül, ezután haploid kromoszómagarnitúrával (23) rendelkeznek.

A két ivarsejt egyesülésekor a megtermékenyített petesejt (zigóta) már az emberre jellemző 46 kromoszómát tartalmazza.

Közösüléskor a férfi nemi szervekből az ondó a kiejzés (orgasmus) tetőfokán kilövell (ejaculatio), és a nő hüvelyébe kerül. Innen a hímivarsejtek a méhnyakon keresztül, a méh üregén át a petevezetőbe vándorolnak (kb. 15 cm utat tesznek meg). A hímivarsejtek élettartama átlag 72 óra. Gátolja haladásukat a hüvely savas vegyhatása, valamint a méh és a petevezető csillóinak ellentétes irányú csapkodása. Mire a megtermékenyítés helyére, a petevezetőbe érnek, közülük sok elpusztul.

A sperma (ondó) fehéres, sajátos szagú, nyúlós váladék. Mennyisége egy közösüléskor kb. 3–6 ml. Hímivarsejteket, valamint az ondóhólyag, a dűlmirigy és a Cowper-mirigyek váladékát tartalmazza. 1 ml ondóban kb. 60 millió hímivarsejt van.

A petesejt az ovuláció során a petevezetőbe kerül. A petevezető rojtos vége ilyenkor rátapad a petefészekre, a petesejtet mintegy a petevezetőbe tereli, megakadályozva a petesejt bejutását a szabad hasüregbe. A petevezető perisztaltikus mozgása, valamint a csillók csapkodása az egyébként mozdulatlan petesejtet a méh felé sodorja.

A petesejt 24 órás élettartama után elfajul (degenerálódik), megtermékenyítésre alkalmatlanná válik.

A megtermékenyülés a petevezető kürtszerűen tágtult részében jön létre (legvalószínűbb időpontja az ovuláció). Az ide eljutó spermiumok körülveszik a petesejtet, egy közülük feji és nyaki részével behatol, a két sejtmag egybeolvad, és létrejön a megtermékenyített petesejt (zigóta).

A zigóta kb. nyolc napig vándorol a petevezetőben a méh ürege felé, miközben többszörös osztódáson megy keresztül. A menstruáció várható időpontja előtt 4–6 nappal jut el a méh üregébe, ahol a megvastagodott, tápanyagdús, szekréciós fázisban lévő méhnyálkahártyába beágyazódik.

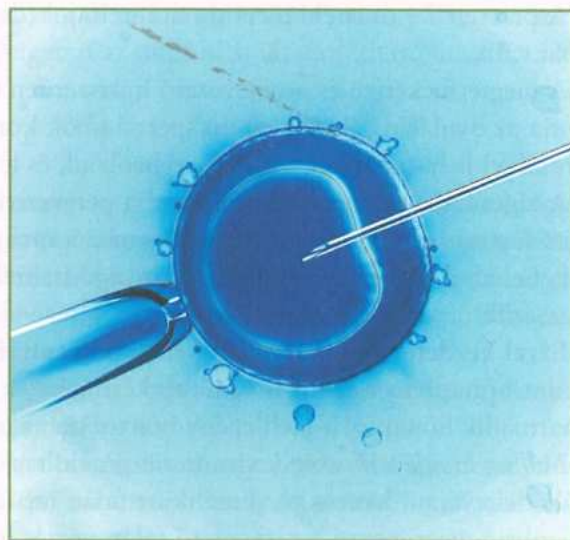
Ezzel kezdetét veszi a méhen belüli (intrauterin) fejlődés. A méhen belüli fejlődést az első három hónapban az embrió szikvérkeringése, a méhnyálkahártya és a sárgatest biztosítja. A harmadik hónaptól a méhlepény bonyolítja az anyagcserét az anya és a magzat között.

Méhen kívüli terhesség (extrauterin graviditas) akkor következik be, ha a zigóta nem a méhnyálkahártyáján, hanem pl. a méhkürt falán tapad meg és ott kezd fejlődni. Ilyenkor a növekvő embrió megrepesztí a petevezető falát, vérzés indul a hasüreg felé, ami – orvosi segítség hiányában – életveszélyes állapothoz vezet. Előfordulhat hasüregben kialakuló méhen kívüli terhesség is.

Az egészséges utódok megszületése érdekében a szülészeti ellátásban dolgozó szakembereknek (orvosok, szülésznők, védőnők) fontos szerepet kell vállalniuk a gyermekvárás idejének megtervezésében, vagyis a pozitív családtervezésben.

ÉRDEKESSÉGEK

- Az *egyén nemisége* ötféle módon határozható meg: a *genetikai* nem a nemi kromoszómák; a *gonadális* nem a férfi–női ivarmirigyek megléte; a *fenotípus* a külső megjelenés; a *pszichoszomatikus* nem a nemi szerep/identitás; míg a *jogi* értelemben vett nem az anyakönyvezés alapján kerül meghatározásra. Ha megszületéskor nem dönthető el egyértelműen a nem (a külső nemi szervek kétneműségre utalnak), az újszülött csak vezetéknévvel kap, utónevét nem. A szülészeti intézmény megindítja a nem meghatározására vonatkozó kivizsgálást, így az utónév később (hat hetes korig) kerül bejegyzésre.
- A *havi vérzés* gyakoriságát a vérzés első napjától a következő vérzés jelentkezésének első napjáig kell számítani. Rendellenességek gyakran előfordulnak: túl gyakori, ha három hétnél gyakrabban, túl ritka, ha hat héten túl ismétlődik a ciklus. Kóros, ha két napnál rövidebb vagy hét napnál hosszabb ideig tart, továbbá ha túl bő vagy túl kevés a vérzés mennyisége. Gyakori panasz a fájdalmas havi vérzés, ami hormonálisan jól kezelhető. A havi vérzés rendellenességei szakorvosi kezelést igényelnek.
- A *fogamzásgátlási sürgősségi szakambulanciák* a fogamzásgátlás nélkül nemi kapcsolatot létesítőknek nyújtanak tablettás fogamzásgátlást a közösülés után min. 24, max. 72 óráig. Általában szülészeti–nőgyógyászati intézmények/osztályok mellett működnek. A *klimax szakambulanciák* a változó kor problémáival küszködő nőknek nyújtanak ellátást. A *bőr- és nemibeteg-gondozó intézetek* a nemi betegségek (pl. vér-baj) kezelését, gondozását végzik, az *AIDS-ambulanciák* a HIV-vírussal fertőzötteket látják el.
- A *lombikbébi program* (IVF: In Vitro Fertilizáció) lényege, hogy a női és a férfi ivarsejtet szervezeten kívül, laboratóriumi körülmények között egyesítik, majd a megtermékenyített petesejtet visszaültetik a méhbe. A kezelést meddő párok vehetik igénybe, ún. meddőségi centrumokban, jogszabályi előírások szerint. Az első lombikbébi 1978-ban Angliában, császármetszéssel jött a világra. Hazánkban 1988-ban született az első lombikbébi.
- A *kolposzkópos vizsgálat* 6–40-szeres nagyítással vizsgálja a porció és a hüvely hámfát. Ecetsavval, illetve jóddal érintve a porció hámfát, a



8.15. ábra. A petesejt mesterséges megtermékenyítése (mikroszkópos kép)

színváltozás kolposzkópos képéből megállapítható a sejtek épsége vagy rendellenessége. Rendellenes hám akár méhnyakrákra, vagy azt megelőző állapotra utalhat.

- A *nőgyógyászati rákszűrés* részei: mintavétel a porció és a méhnyak területéről citológiai (mikroszkópos sejttani) vizsgálatra, kolposzkópos vizsgálat, a belső nemi szervek kézzel történő tapintásos hüvelyi vizsgálata, az emlők tapintásos vizsgálata. Ezzel a mindössze néhány perces vizsgálattal időben felfedezhetők a kezdődő rosszindulatú elváltozások (pl. méhnyakrák). A később diagnosztizált méhnyakrák gyógyítási esélyei csekélyek. Nőgyógyászati szűrővizsgálaton minden 18. évét betöltött nőnek ajánlott évente részt vennie. Hazánkban évi négyszáz haláleset fordul elő méhnyakrák miatt.
- A porció és a nyakcsatorna hámfájának határa a rosszindulatú méhnyakelváltozások gyakori kiindulási helye. Pozitív rákszűrési lelet esetén kimetszést végeznek innen szövettani vizsgálat céljából.
- A *Humán Papillóma Vírus (HPV)* a leggyakoribb szexuális úton terjedő kórokozó, egyik felelőse a méhnyakrák kialakulásának. Kb. 150 típusa létezik, több mint 40 terjed szexuális úton. Férfiakat is fertőz, de ők általában tünetmentesek. Hazánkban 15–20 százalékos a fertőzöttség, 2007 óta van védőoltás ellene, amelyet serdülő lányok 12 éves kortól ingyen kaphatnak, de ajánlott férfiaknak is. A méhnyakrák előfordulása – talán a szűrésnek és a HPV-elleni védőoltásnak köszönhetően – enyhén csökkenő tendenciát mutat.
- A *hererák* általában fiatal férfiak megbetegedése. Magyarországon évente 400–500 új megbetegedés fordul elő. Időben felismerve műtéti úton eredményesen gyógyítható. A korai felismerésben segíthet a here rendszeres, tapintásos önvizsgálata.
- A *prosztatarák* az idősödő férfiak betegsége, az esetek száma növekedést mutat hazánkban. PSA- (Prosztata Specifikus Antigén) vérvizsgálattal megállapítható a prosztata daganatos elfajulásának gyanúja (a PSA normál szintje: 3–4 nanogram/ml). A rosszindulatú daganat diagnózisához azonban további vizsgálatok szükségesek.
- A *naptármódszer* alkalmazható a pozitív családtervezésnél. Lényege, hogy a hímivar-sejtek 72 órás és a petesejt 24 órás élettartamát figyelembe véve az ovuláció időpontjához viszonyítva kiszámolható a termékeny napok száma. Elvileg jó lenne fogamzásgátlásnak is, de megbízhatatlan, mivel közösüléskor hormonhatásra bármikor előfordulhat egy-egy erőfélben lévő tüsző ovulációja.
- A *terhességmegszakítást* hazánkban törvény szabályozza (magzatvédelmi törvény). A megszakítások száma igen magas, annak ellenére, hogy az utóbbi években csökkenő tendenciát mutat. 2015-ben Európában minden negyedik terhességet megszakítottak, Magyarországon minden harmadikat, 31 ezret. Ugyanekkor az élve születések száma 92135 volt. A beavatkozás testi és lelki traumát jelent a nők számára, különösen veszélyeztetettek a kiskorúak. Szövődményei meddőséget okozhatnak (pl. a méhfal sérülése, gyulladások). A fogamzásgátlás megfelelő módszereinek alkalmazásával, pozitív családtervezéssel ez a drasztikus beavatkozás elkerülhető.
- A *laparoszkóp* endoszkópos eszköz, amelyet kis nyíláson vezetnek a hasüregbe, segítségével a hasi és kismedencei szervek jól láthatók, vizsgálhatók és kisebb műtétek is elvégezhetők. Nőgyógyászati kisműtéteknél gyakran alkalmazzák a laparoszkópiát.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elsődleges *nemi jelleg* a nemi szervek alapján, míg a másodlagos nemi jelleg a külső jegyek, alkati jellemzők alapján határozza meg a nemek tulajdonságait.

A *női belső nemi szervek* a kismedencén belül találhatók. Ide tartoznak: a hüvely, a méh, a petevezetők és a petefészkek.

A *hüvely* a méhig húzódó lapított cső. A hüvelyben élettanilag jelen lévő Döderlein-bacilusok (laktobacilus) biztosítják a savas vegyhatást, ezzel védik a hüvelyt a fertőzésekkel szemben. A lúgossá váló hüvelyváladékban könnyen elszaporodnak a kórokozók. Minden esetben, amikor a savas vegyhatás eltolódik lúgos irányba (ilyen a havi vérzés, a közösülés, a felesleges hüvelyöblítés), a kórokozók könnyen elszaporodnak és fertőzést okoznak.

A *méh* a kismedencében helyezkedik el, a húgyhólyag és a végbél között. Fő részei: a méhtest, a méhnyak, továbbá a méhfenék, a méhüreg és a nyakban végigfutó nyakcsatorna, amelynek felső vége a belső, és külső vége a külső méhszáj. A méhnyak hüvelybe lógó része a porció. Ez a terület a hüvely feltárással könnyen vizsgálható, felismerhető rajta a hámlésváltozás, ami legtöbbször a méhnyakrák kezdeti stádiuma.

A méhfal legbelső rétege ciklikusan változik: regenerálódik, kiépül, tápanyagok rakódnak le benne, majd vérzés kíséretében leválik (menstruáció).

A *petefészkek* kérgi részében termelődnek a hormonok: a tüszőhormon a ciklus 1–14. napjain, a sárgatesthormon a ciklus 15–28. napjain, ezt nevezzük petefészkek ciklusnak. A petefészkek ciklust az agyalapi mirigy hormonjai szabályozzák.

A ciklus felénél *ovuláció* során az érett tüsző felreped és kiszabadul belőle a petesejt.

A *petevezető* biztosítja a megtermékenyített petesejt számára a méh ürege felé való továbbjutást.

A *női külső nemi szervek* a kismedencén kívül találhatók. Ide tartoznak: a nagyajkak, a kisajkak, a csikló, a húgycsőbemenet, a hüvelybemenet és a szeméremdomb.

A női nemi szervek a szülés során olyan anatómiai változásokon mennek keresztül, amelyekből visszamenőleg megállapítható a szülés ténye.

A *férfi belső nemi szervek* közül a here hímivarsejteket és hormonokat termel. A mellékhere és az ondóvezeték a hímivarsejtek (spermium) útját teszi lehetővé a herék felől a húgycső felé. A dűlmirigyet átfúrja a húgycső, ezért ha állománya felszaporodik, vizelet zavarokat okoz.

Az *ondó* (sperma): az ondóhólyag, a dűlmirigy és a Cowper-mirigy váladékából, valamint hímivarsejtekből tevődik össze.

A *férfi külső nemi szervek* a herezacskó és a hímvessző. A hímvessző a közösülés szerve, de egyben vizeleti szerv is, mert benne fut a húgycső.

A közösülés után a hímivarsejtek eljuthatnak a petevezetőbe, ahol ha petesejttel találkoznak, megtörténik a megtermékenyítés. A megtermékenyített petesejt, a zigóta, a méh üregébe vándorol, ahol beágyazódik a nyálkahártyába és megkezdődik a méhen belüli fejlődés.

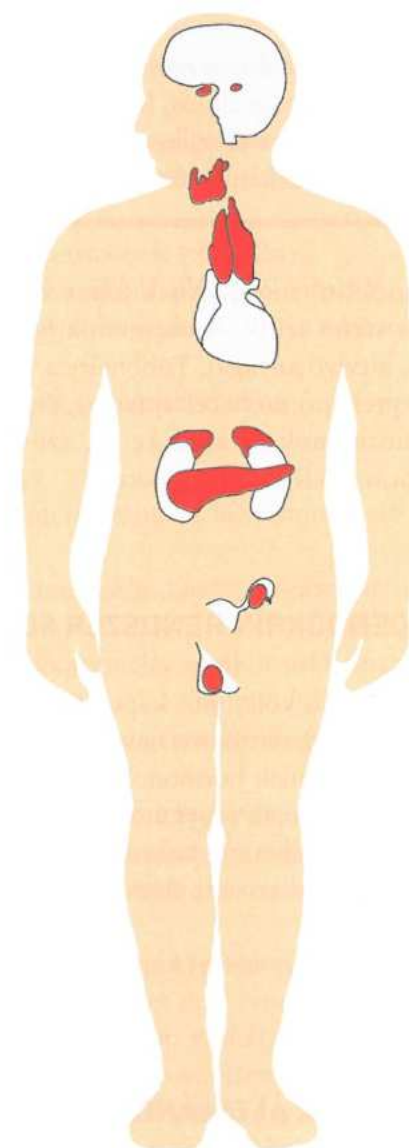
KULCSFOGALMAK

Nemi jellegek, a hüvely önvédekező képessége, Döderlein-bacilusok, porció, ivarmirigyek kettős feladata, elsődleges, másodlagos, harmadlagos tüsző, menstruáció, ovuláció, ciklikus változás, nőgyógyászati rákszűrés, sperma, spermium, erekció, ejakuláció, megtermékenyítés.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Miben különböznek a másodlagos férfi és női nemi jellegek?
2. A hüvelyfalban nincsenek mirigyek. Hogyan termelődik a hüvelyváladék?
3. Miért soroljuk a heréket külső helyzetük ellenére a belső nemi szervekhez?
4. Mi a különbség a sperma és a spermium között?
5. Milyen anatómiai-élettani tényezők nehezítik a hímivarsejt eljutását a petevezetőig?
6. A 8.8. ábra segítségével magyarázza el, hogyan változik a méhnyálkahártya, amíg a megtermékenyített petesejt befogadására alkalmas lesz!
7. Jelölje be a 8.4. ábrán a méh hüvelyi részét (portio), a nyakcsatornát és a külső méhszájat!
8. Hány petesejtet termelt annak a nőnek a petefészke élete során, aki 13-tól 40 éves koráig rendszeresen menstruált, kivéve az egyszeri terhessége idejére eső kilenc hónapot?
9. Rajzolja le a méhet, és jelölje a részeit! (Végezzen önellenőrzést a 8.3. ábra segítségével!)
10. Magyarázza el nőismerősenek, hogy a méh melyik részét vizsgálják rákszűréskor, és miért fontos a vizsgálat rendszeres elvégzése!
11. Az 8.2. és a 8.10. ábrákon a magyar szakkifejezések mellé írja oda a tanult latin szavakat!
12. A közösülést követően mennyi idő elteltével történik a megtermékenyítés, és ezután mennyi idő alatt vándorol a megtermékenyített petesejt a beágyazódás helyére, a méh üregébe?
13. A menstruációs ciklus melyik szakaszában történhet legnagyobb valószínűséggel a megtermékenyítés? Figyelembe véve a petesejt és a hímivarsejt élettartamát, számítsa ki, összesen mennyi ideig áll fenn a megtermékenyítés lehetősége?
14. Anatómiai modellen mutassa be a férfi és a női nemi szervek részeit!
15. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a nemi szervek képeit és animációit!

A BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK RENDSZERE



A BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK RENDSZERE

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- A belső elválasztású mirigyrendszer felépítése és működése (biológia):
 - a hipotalamusz–hipofízis rendszer,
 - a belső elválasztású mirigyek felépítése és működése
- Nemi szervek: petefészek, menstruációs ciklus, here (e tankönyv 8. fejezete)
- A hasnyálmirigy felépítése (e tankönyv 6. fejezete)
- A belső elválasztású mirigyek latin szakkifejezései (orvosi latin)

A belső elválasztású (endokrin) mirigyeknek nincs kivezetőcsövük, váladékukat, a *hormonokat* közvetlenül a vérbe ürítik. A hormonok (görög szó, hormáo, jelentése: serkentek) a szervezet kémiai hírvivő anyagai. Többnyire a véráram útján jutnak el a termelőhelyüktől távoli, végrehajtó szerv célsejtjeihez, és ott fejtik ki hatásukat. Vannak azonban helyi hatású hormonok is, ezek az ún. szöveti hormonok, mint pl. az emésztőrendszerben a gyomorműködésre ható gasztrin.

A NEUROENDOKRIN RENDSZER FOGALMA

Az életműködések két, egymással is kölcsönös kapcsolatban álló rendszer irányítja, szabályozza, az idegrendszer és a hormonrendszer, közös néven: a neuroendokrin rendszer.

- Az *endokrin rendszer* szervei által termelt hormonok kémiai, azaz vegyi anyagok. A hormonok feladata a szervezet életfolyamatainak *vegyi* úton történő *szabályozása* (vegyi szervezés).
- Az *idegrendszer* legfelső szinten szabályozza, koordinálja a szervezet működéseit, beleértve az endokrin rendszert is. Feladata a szervezet életfolyamatainak *idegi* úton történő *szabályozása* (idegi szervezés).

A neuroendokrin szó utal a két rendszer szoros kapcsolatára.

A HORMONOK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A hormonok speciális összetételű anyagok, amelyek kis mennyiségben is hatnak az életműködésekre. A hormonokra jellemző, specifikus kötődési helyeket a célsejtben *hormonreceptoroknak* nevezzük.

A BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK RENDSZERE

A *hormonok elnevezésénél* általában a hosszú, teljes megnevezés helyett rövidített betűszó-változatokat használják (FSH, LTH stb.).

A hormonok hatásai

- *Közvetlen hatás*, amikor egy adott szervre (célszerv) hatnak (pl. a tüszőhormon a méhnyálkahártyára).
- *Közvetett hatás*, amikor más endokrin mirigyek közvetítésével fejtik ki hatásukat a célszervre (pl. az agyalapi mirigy trophormonjai).
- *Endokrin hatás*, ha a hormon a vér útján fejt ki hatását, ilyen a legtöbb hormon.
- *Parakrin hatás*, ha nem a vér útján, hanem diffúzióval a szomszédos szövetekre fejtik ki hatásukat (pl. hisztamin, prosztaglandinok).
- *Szinergista*, ha több hormon egymás hatását erősíti, segíti (pl. az adrenalin is és a glukagon is emeli a vércukorszintet).
- *Antagonista*, ha két vagy több hormon ellentétes hatású, egymás hatását gyengíti (pl. az adrenalin emeli, az inzulin csökkenti a vércukorszintet).

Kémiai szerkezetük alapján a hormonok lehetnek:

- *Peptid hormonok*, ezek aminosavakból állnak (pl. inzulin).
- *Szteroid hormonok*, szteránvázis vegyületek (pl. a nemi mirigyek, a mellékvesekéreg hormonjai).
- *Aminosavszármazék-hormonok* (pl. az adrenalin).

A hormonelválasztás mennyisége

- *Normál mennyiségű* hormontermelésnél a hormontermelő mirigy normál működésű (normofunkció).
- *Csökkent mennyiségű* hormontermelés esetén a hormontermelő szerv a kelleténél kevesebb hormont termel (hypofunkció).
- *Fokozott mennyiségű* a hormontermelés, amikor több termelődik, mint amennyire a szervezetnek szüksége van (hyperfunkció).

Az idegsejtek hormonelválasztása során *neurohormon* (neurosecretum) termelődik (pl. a köztiagyban).

A hormonok nagy részét ma már mesterségesen, szintetikus úton elő lehet állítani. A hormonok mennyisége, minősége, a vérből és/vagy a vizeletből kimutatható, amiből a hormontermelő szerv működésére lehet következtetni. Például a terhességi tesztek a vizeletből történő hormon-kimutatáson alapszanak.

A hormonok – működésük kifejtése után – többnyire elveszítik a hatásukat és nagy részük a vizelettel kiürül a szervezetből. A szervezet nem tárolja a hormonokat, ezért az endokrin rendszer szerveiben folyamatosan, igény szerinti szabályozás alapján történik a hormonelválasztás.

A hormonrendszer betegségeivel az orvostudomány külön ága, az endokrinológia foglalkozik. E betegségek többsége hormonkezeléssel gyógyítható, de az állapotmegőrzés érdekében rendszeres hormonszint-meghatározásokat, kontrollvizsgálatokat kell végezni.

A HORMONELVÁLASZTÁS SZABÁLYOZÁSA, FEEDBACK MECHANIZMUS

Az életműködésekhez szükséges hormonszintet a szervezet önszabályozó rendszere, az ún. *feedback mechanizmus* irányítja (jelentése: visszajelzés, visszacsatolás, ejtsd: fídbek).

A szabályozó mechanizmusban fontos szerepe van az agyalapi mirigynek, amely trophormonjai révén a többi belső elválasztású mirigy működését (pajzsmirigy, mellékvesekéreg, ivarmirigyek) irányítja.

A szabályozás hatására vagy fokozódik a hormontermelés (stimulatio), vagy csökken (inhibitio).

A *szabályozó* és a *szabályozott* minden biológiai és technikai rendszerben oda-visszajelzéses *kölcsönös kapcsolatban áll* egymással. Egy jelre adott válasz mindig visszahat a jel forrására.

A negatív visszajelzés

- A szabályozott minden normáltól eltérő mennyiséget érzékel, és visszajelez a szabályozónak.
- A szabályozót a szabályozott visszajelzése ellentétes működésre készíti.

Mivel a szabályozott ellentétes előjelű visszajelzést küld a szabályozónak, ezért a folyamatot *negatív feedbacknek* nevezzük.

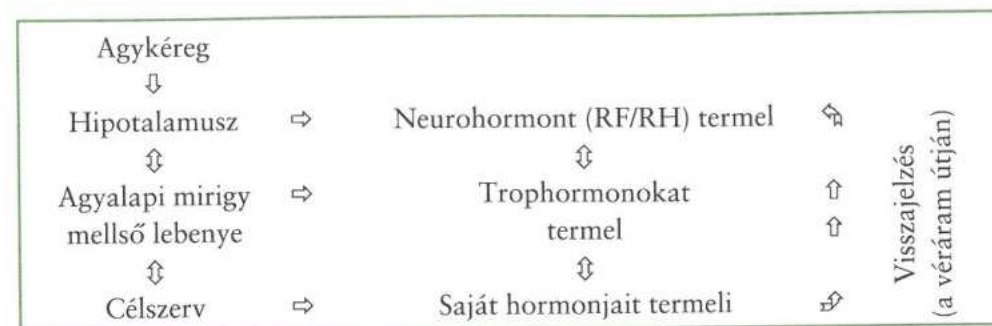
A negatív visszajelzés lényege, hogy pl. a vér fokozott hormonszintje hatására csökken a további hormontermelés.

A szabályozás szintjei

A hormonelválasztás neuroendokrin szabályozás szerint történik, mivel a visszacsatolás mechanizmusa a vér és az idegrendszer útján történik.

- Legfelső szabályozó az *idegrendszer* a hipotalamusz (*hypothalamus*) révén, amely a közti-agy része.
Neurohormonjai a releasing (ejtsd: rilízing) hormonok, rövid: RH, ami magyarul ürített hormon jelent, mivel a hipofízist hormonjainak kiürítésére készíti. (Másik neve, releasing factor, rövid: RF).
Az RH hormon az agyalapi mirigy első lebenyének működését serkenti, hormontermelésre készíti.
A hipotalamusz gátló (inhibiting, rövid: IH) hormonokat is termel. Az IH csökkenti az agyalapi mirigy hormontermelését.
A hipotalamusz szoros összeköttetésben áll az agy különböző részeivel, az agykéreggel is.
Az *agykéreg* az érzelmi-lelki tényezők révén erősen befolyásolja a hipotalamusz működését (előfordul, hogy erős idegi hatásra zavart szenved a hormonműködés, pl. megváltozik a menstruációs ciklus).
 - Az *agyalapi mirigy* a szabályozás következő szintje. A vér útján az RH-anyagok az itt termelődő trophormonokra hatnak, amelyek a különböző endokrin szervek működését szabályozzák.
 - *Endokrin szerv* a célszerv, a szabályozás harmadik szintje. Célszerv az endokrin mirigy, ami a trophormon hat. A célszerv által termelt hormon (célhormon) a vér útján visszajelez a hipotalamusznak, hogy fokoznia vagy pedig csökkentenie kell a működését a továbbiakban. A célhormonok kifejtik a szervezet különböző élettani folyamataira gyakorolt hatásukat.
- Mindhárom szabályozási szint között oda-visszajelzéses kölcsönkapcsolat van. A visszajelzés a véráram útján valósul meg. Eredményképpen a különböző szintek fokozzák vagy gátolják a hormontermelésüket.

A visszajelző mechanizmus biztosítja a szervezet egészséges működéséhez szükséges hormonmennyiséget.



9.1. ábra. A feedback mechanizmus sémája

A belső elválasztású mirigyekhez tartoznak: az agyalapi mirigy, a pajzsmirigy, a mellék-pajzsmirigy, a mellékvese, az ivarmirigyek, a csecsemőmirigy, a tobozmirigy és a hasnyálmirigy.

AZ AGYALAPI MIRIGY FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Az agyalapi mirigy (hypophysis), más néven agyfüggelék, az agykoponyában az agyalapon, az éksont tetején, a töröknyeregben elhelyezkedő, babszem alakú és nagyságú szerv. Nyéllel kapcsolódik a felette levő hipotalamuszhoz, amely a köztiagy része. Kiemelve a csontos koponyából az agyat olyan, mintha az agyalapi mirigy nyélnél fogva a köztiagyon függene, innen származik az agyfüggelék elnevezés.

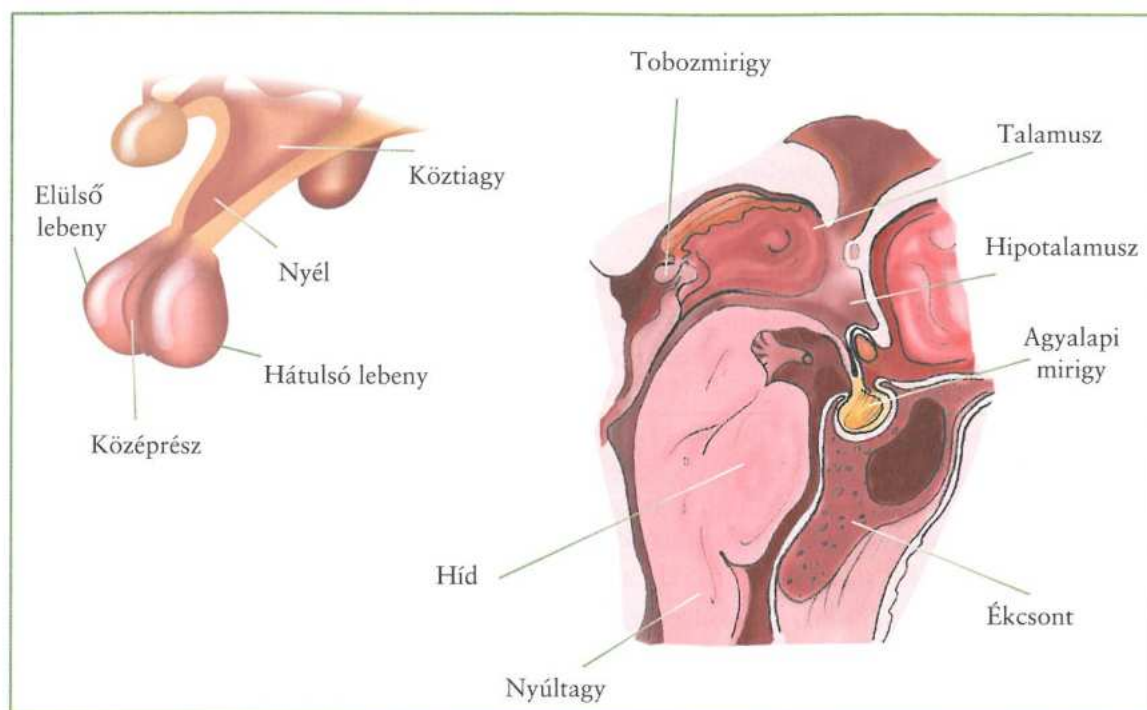
Fejlődéstani és működési szempontból három része van:

- Az *előlső lebeny* (adenohypophysis) szövettanilag mirigyszövet eredetű.
 - A *hátsó lebeny* (neurohypophysis) szövettanilag idegszövet eredetű.
 - A *középső lebeny*, más néven középső rész (pars intermedia), amely csak néhány sejtből áll.
- A hátsó lebeny hipofízisnyéllel kapcsolódik a felette levő hipotalamuszhoz.

AZ ELÜLSŐ LEBENY HORMONJAI ÉS HATÁSUK

Itt termelődnek az előzőekben már említett trophormonok, amelyek több endokrin mirigy működését irányítják, ezért az agyalapi mirigyet a belső elválasztású mirigyek „karmesterének” szokták nevezni.

Portális keringése van, a köztiagy hipotalamusz részéből a kapillárisok nagyobb visszerekké szedődnek, majd az agyalapi mirigy előlső lebenyébe futnak, ahol ismét hajszálerekre oszlanak. Ide szállítják a serkentő és gátló hormonokat (RH), amelyekkel szabályozzák a mellső lebeny hormonjainak felszabadítását.



9.2. ábra. Az agyalapi mirigy helyzete és részei

Az elülső lebeny hormonjai

- A mellékvesekéreg működésére ható hormon (adrenocorticotrop hormon: ACTH) a mellékvesekéreg hormontermelését szabályozza.
 - Hiányos termelődése okozza az Addison-kórt, más néven bronzkórt. Súlyos betegség, egyik tünete a bőr és a nyálkahártyák bronzos elszíneződése.
 - Túlműködése következtében lép fel a Cushing-kór. Tünetei közé tartozik a törzs és az arc elhízása, a végtagok vékonyak maradnak, testszerte, de főleg a has bőrén lilás csíkok (striák) jelennek meg, nőknél erősödik a szőrzet.
- A pajzsmirigy működésére ható hormon (thyreoidea-stimuláló hormon: TSH, más néven thyreotrop hormon) a pajzsmirigy hormontermelését szabályozza. Túltermelődése következtében jön létre a Basedow-kór (leírását l. a pajzsmirigynél).
- A gonadotrop hormonok az ivarmirigyek (gonádok) működésére ható hormonok összefoglaló neve. Három hormon tartozik ide:
 - A tüszőérést serkentő hormon (folliculus-stimuláló hormon: FSH), nőknél a petefészek működését, a menstruációs ciklust befolyásolja. Férfiaknál a hímivarsejtek fejlődését serkenti.
 - A sárgatest képződését serkentő hormon (luteinizáló hormon, LH) nőknél szintén a petefészek működésére hat. Férfiaknál az LH megfelelője, az ICSH (intersticiális sejteket stimuláló hormon) a here hormontermelését befolyásolja.
 - A tejelválasztásra ható hormon (luteotrop hormon, más néven prolactin: LTH,) csak nőkben termelődik, szülés után a tejelválasztást befolyásolja.

- A növekedési hormon (somatotrop hormon: STH) a növekedést, fejlődést segíti elő, és a csontvégek porckorongjaira hat. (Bár nevében van a „trop” jelző, ennek ellenére önálló hatású hormon, nem irányítja más endokrin szerv működését.) Vércukorszint-emelő hatása is van, mert segíti a májban a glikogén lebontását glukózzá, és csökkenti a sejtek cukorfelvételt a vérből.
 - Túlműködése gyermekkorban óriásnövést (gigantizmus) okoz. Jellemző a 190–230 cm-es testmagasság. A szakirodalom 260 cm magas óriást is megemlíti.
 - Túlműködése felnőttkorban (acromegalia) a kiálló csúcsi részek (pl. kéz, láb, orr, nyelv, állcsúcs) megnagyobbodását okozza. Acros jelentése: csúcs, innen származik a betegség neve. (Első tünetei közé tartozhat, hogy a felnőtt „kinövi” a cipőjét).
 - Csökkent működése a növekedés időszakában törpességet (nanizmus) okoz. A testmagasság 140 cm alatt marad, de a testalkat arányos. A törpék arcvonásai öregesek, a másodlagos nemi jellegek nem fejlődnek ki. A törpesség férfiaknál gyakoribb, mint nőknél. Leírtak már 60 cm „magas” törpét is.

A HÁTULSÓ LEBENY HORMONJAI ÉS HATÁSUK

A hormonok nem a hátsó lebenyben, hanem a hipotalamuszban termelődnek, ahonnan az agyalapi mirigynyél neuronjai mentén jutnak le a hátsó lebenybe, ahol tárolódnak. Innen kerülnek a vérbe.

A hátsó lebenyben tárolódó hormonok

- Oxitocin (Oxytocin)

A hormon ritmikus/szakaszos méhösszehúzódást vált ki. Szerepe van a szülés megindulásában. A szülésetben életmentő gyógyszerként is használják, mivel a simaizom összehúzó hatásánál fogva csökkenti a méhvéризést. Minden szülést követően, még a leányeválás előtt oxitocin injekciót kap az anya.

A gyermekágyban, szoptatás közben fokozott az oxitocin termelődése, ami egyrészt elősegíti a tej kiürülését az emlőből, másrészt méhösszehúzódást vált ki (utófájás). Az utófájások elősegítik a terhesség alatt kitágult méh visszafejlődését.
- Antidiuretikus hormon (ADH)

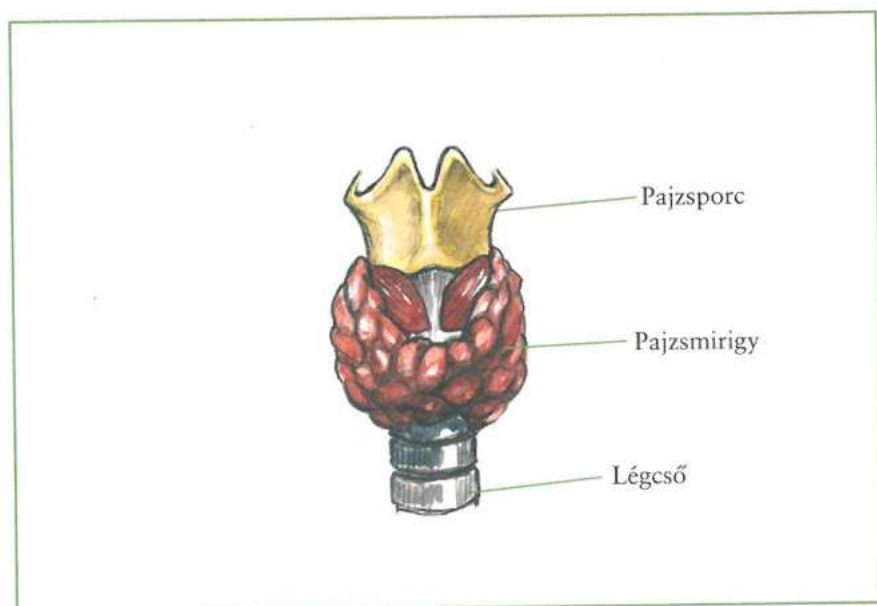
Az ADH (más néven vasopressin) fokozza a vesecsatornákban a víz visszaszívását. Hiányában nagy a szervezet vízvesztése. Ismert a hormon érzékszítő, vérnyomásemelő hatása is.

A KÖZÉPSŐ LEBENY

Néhány szegényes sejtcsoport építi fel az elülső és hátsó lebeny határán. Köbhámmal bélelt tüszőkből áll. Sejtjei melanocyta-stimuláló hormont (MSH) termelnek. Alacsonyabbrendű állatokban a melanofórák festékanyagát szabályozza, az emberben a bőr pigmentáltságának, festékanyagának (melanin) kialakítására van hatással.

A PAJZSMIRIGY FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A pajzsmirigy (glandula thyroidea) a gége alsó részénél, a gége és a légcső két oldalán helyezkedik el. Tömött tapintatú, páratlan, mirigyes szerv. Tömege felnőtt korban 20–40 g. A nemi érésig fejletlen, idős korban sorvad.



9.3. ábra. A pajzsmirigy

Két oldalsó lebenye van, amelyeket középen egy vékony rész (isthmus) köt össze.

A PAJZSMIRIGY SZÖVETANI FELÉPÍTÉSE

- **Follikulusok** vagyis tüszők (más néven acinusok), kis gömb alakú üregek vesznek részt a mirigy állományának felépítésében, falukat köbhámsejtek alkotják. Jód tartalmú vegyületeket termelnek, a *thyroxint* (T_4) és a hatásosabb *trijódthyronint* (T_3).

A hormonok a follikulusokban a thyreoglobulin nevű fehérjéhez kötve raktározódnak, és innen a véráram útján kerülnek felhasználásra. Jód hiányában nem képződik elegendő hormon.

A jód az ivóvízzel és a táplálékkal jut a szervezetbe. A jóhiány megelőzésére a világ legtöbb országában jódozzák az ivóvizet és jódozott sót hoznak forgalomba.

- A *follikulusok melletti sejtek* (parafollicularis sejtek) a mirigy állományának egy részét alkotják, a *kalcitonin* (calcitonin) hormont termelik.

A *thyroxin* (T_4) és *trijódthyronin* (T_3) főbb hatásai:

- Fokozzák az anyagcserét és az oxidációs folyamatokat.
- Irányítják a növekedést és a szexuális fejlődést.
- Serkentik az értelmi fejlődést, hatással vannak a pszichés folyamatokra.
- Befolyásolják a hőközpont működését.
- Szabályozzák a kötőszövet vízmegkötő képességét.
- Emelik a vércukorszintet.

A *kalcitonin* hatása:

Meggátolja a kalcium felszabadulását a csontokból, így megakadályozza a vérbe jutását. Elősegíti a kalcium raktározását, lerakódását a csontokban, ezáltal a kalcitonin *csökkenti a vér Ca-szintjét*.

A PAJZSMIRIGY MŰKÖDÉSÉNEK SZABÁLYOZÁSA

A hipotalamusz thyreotrop releasing hormonja (TRH) a feedback mechanizmus alapján érzékeli a vér T_3 és T_4 hormonszintjét és szabályozza az agyalapi mirigy thyroxint stimuláló hormon (TSH) termelését. Ennek hatására a pajzsmirigy megfelelő mennyiségű T_3 és T_4 hormont termel.

A PAJZSMIRIGY MŰKÖDÉSI RENDELLENESSÉGEI

- **Csökkent hormontermelés** (hypothyreosis)
 - Következménye csecsemő- és gyermekkorban a *cretinismus*. A kreténekre jellemző: az aránytalan törpesség, görbe végtagok, kifejezéstelen arc, csökkent értelmi képesség.
 - A *myxoedema* a felnőttkori csökkent hormontermelés következménye. Tünetei közé tartozik a kerek, vizenyős arc, testi és szellemi tunyaság, hajhullás.
- **Fokozott hormontermelés** (hyperthyreosis)
 - Következménye a *Basedow-kór*. Jellemző tünetei: kidülledt szem (exophthalmus) a szem mögötti kötőszövet duzzanata miatt, szapora pulzus (tachicardia), fogyás, ingerlékenység és a pajzsmirigy állományának különböző mértékű megnagyobbodása, duzzanata (*golyva*, más néven *strúma*).

A *golyva* a csökkent és fokozott pajzsmirigyműködésnek egyaránt kísérő tünete lehet, sőt normál pajzsmirigyfunkció mellett is előfordulhat.

A pajzsmirigy betegségei leggyakrabban a fogyás, hízás, vagy a golyva tüneteivel jelentkeznek. Kivizsgáláskor gyakran végeznek pajzsmirigyfunkciós (jódizotóp) vizsgálatokat.

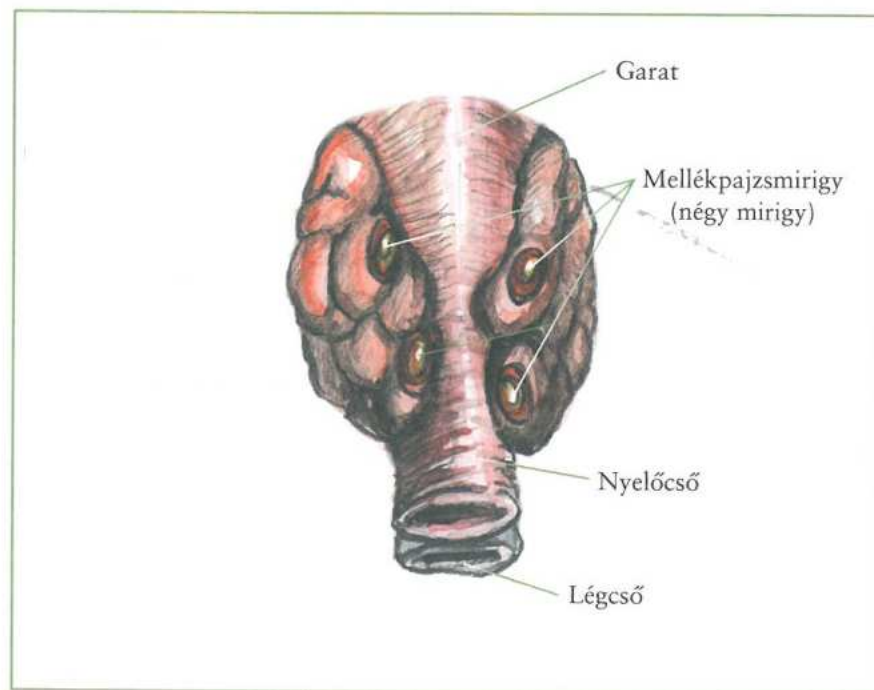
A MELLÉKPAJZSMIRIGY FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A mellékpajzsmirigy (*glandula parathyroidea*) a pajzsmirigy hátsó felszínén elhelyezkedő négy, borsónyi nagyságú mirigy. Teljes kiirtása halálhoz vezet (régén előfordult, hogy pajzsmirigyműtét kapcsán tévedésből a mellékpajzsmirigyeket is eltávolították, és a beteg meghalt).

Hormonja a parathormon. A parathormon a szervezet Ca- és P-anyagcseréjét szabályozza.

A parathormon hatása:

- Emeli a vér kalciumszintjét, ellentétben a pajzsmirigy calcitonin hormonjával (calcitonin antagonist).
- Csökkenti a vér foszforszintjét.
- Fokozza a vese D-vitamin-termelését.



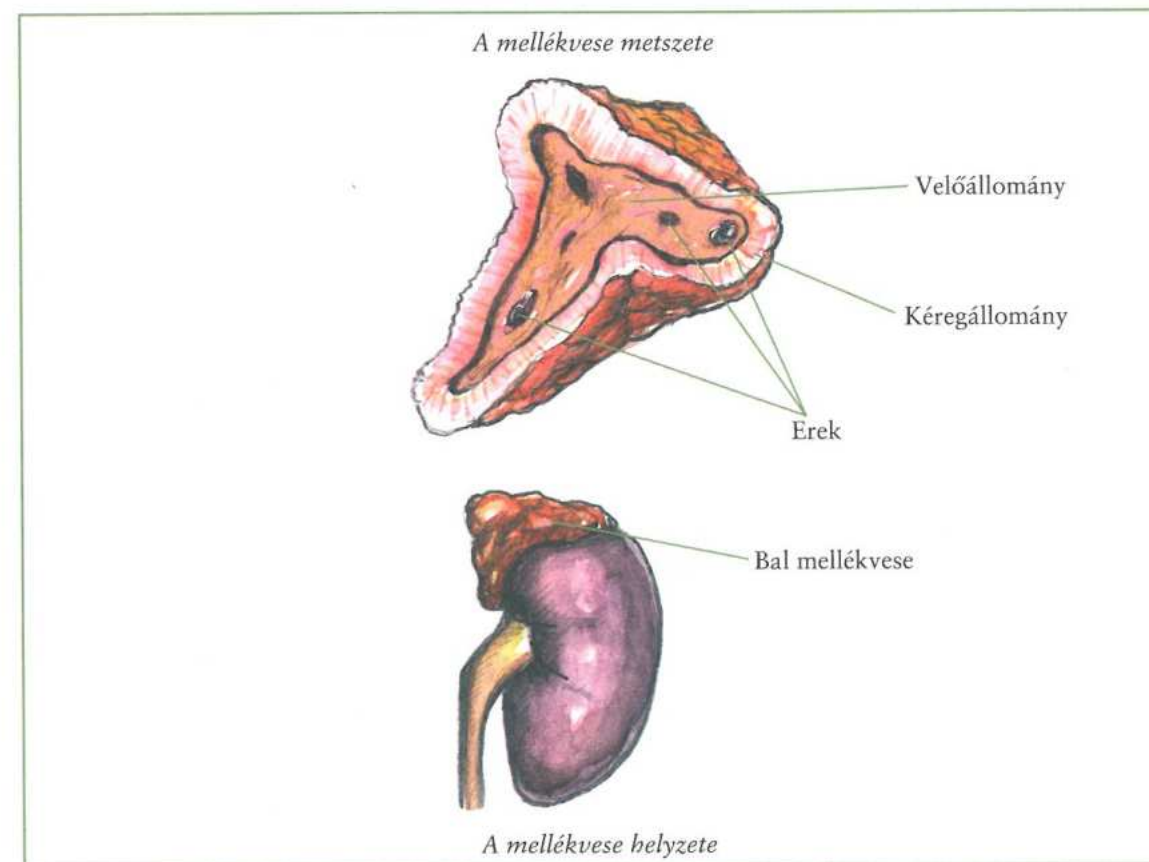
9.4. ábra. A mellékpajzsmirigy

A MELLÉKPAJZSMIRIGY MŰKÖDÉSI RENDELLENESSÉGEI

- *Csökkent hormontermelés* következtében a vér Ca-szintje csökken, P-szintje emelkedik. Kóros esetben jellegzetes görcsös állapot, *tetánia* jön létre. Tünete a kéz „őzfej” tartása (a kéz csuklóban erősen behajlik, az ujjak zártak). A vázizmok is görcsben vannak, ha a görcs a légzőizmokra terjed, akkor fulladást okozhat (kalcium adására ez az állapot gyorsan rendeződik).
- *Fokozott hormontermelés* következtében a vér Ca-szintje emelkedik, P-szintje csökken.

A MELLÉKVESE FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A mellékvese (*glandula suprarenalis*) a vesék felső csúcsán, azok zsíros tokjában elhelyezkedő páros, létfontosságú mirigyes szerv. Alakja piramishoz hasonlít, átmetszete háromszög alakú, a színe narancssárga. Kötőszövetes tok veszi körül. A veséktől – szerkezetét és működését tekintve – független.



9.5. ábra. A mellékvese

Két állománya van:

- Kívül helyezkedik el a három rétegből álló narancssárgás *kéregállomány* (cortex).
- Belül a *velőállomány* (medulla) található, amelynek a színe barna.

A kéregállomány nagyobb tömegű, mint a velő. A két állomány fejlődéstani és működési szempontból egymástól független, különböző hormonokat termelnek.



9.6. ábra. A mellékvese metszetének boncképe

A KÉREGÁLLOMÁNY HORMONJAI ÉS HATÁSUK

A kéreghormonok, más néven *szteroidok* kémiaiailag a szteránvázis vegyületekhez tartoznak.

Három fő csoportjukat a kéregállomány három különböző rétege termeli, ezek a mineralokortikoszteroidok, a glikokortikoszteroidok és az androgén és ösztrogén (szexuál) kortikoszteroidok.

A *kéregállomány rétegei* (kívülről befelé haladva)

- A tok alatti réteg (zona glomerulosa) sejtjei csoportosan helyezkednek el, a mineralokortikoidokat termelik.
- A legvastagabb réteg (zona fasciculata) sejtjei csoportosan helyezkednek el, a glikokortikoidokat termelik.
- A belső réteg (zona reticularis) sejtjei szabálytalanul helyezkednek el, a szexuálisztteroidokat termelik.

Mineralokortikoszteroidok

A szervezet *víz- és só-* (elektrolit-) *háztartását*, a homeosztázist szabályozzák. Több hormon tartozik ide, pl. az *aldoszteron* és a *dezoxikortikoszteron*.

Közülk a vese csatornáinak működésére ható aldoszteron a jelentősebb.

Az *aldoszteron szabályozza a vese csatornák működését:*

- A nátrium- és klórionok visszaszívását.
- Káliumionok kiürítését a végleges vizeletképzés során.

A hormonok hiányos, avagy túlműködése következtében felborul a szervezet Na-, Cl- és K-egyensúlya, ami súlyos állapot.

A vesetestecskék JGC-sejtjei által termelt renin elősegíti a vérben az angiotenzin keletkezését, ami fokozza a mellékvese aldoszteron termelését (ez a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer), a folyamat eredményeképpen magas vérnyomás jön létre (A vizeleti szervek című fejezetben volt róla szó).

Glikokortikoszteroidok

Ide tartozik a *kortizol* (hidrokortizon) és a *kortikoszteron*.

A *glikokortikoszteroidok hatása:*

- Fontos szerepet játszanak a szervezet szénhidrát-anyagcseréjében: *emelik a vércukorszintet*.
- A fehérjék és a zsírok alkotórészeiből a májban glikogént képeznek.
- Szabályozzák a szervezet sejtjeinek–szöveteinek zsír- és fehérje-anyagcseréjét.
- Fokozzák a szervezet ellenálló képességét a stresszhatásokkal szemben.
- Gyulladáscsökkentő hatásúak, ami egyes krónikus gyulladások (pl. reuma, bőrbetegségek) esetében jelentős.

Kortikoszteroid gyógyszerek adagolása orvosi ellenőrzés mellett történjen, mivel csökkentik, illetve bénítják a szervezet védekező mechanizmusát (a fehérvérsejtek működését).

Androgén és ösztrogén kortikoszteroidok

Kémiaiailag és hatásukban is egyezők a férfi, illetve női nemi hormonokkal. Szexuálisztroidoknak is nevezik őket. A *másodlagos nemi jelleg* kialakításában, fenntartásában játszanak szerepet. A nemi hormonok főleg az ivarmirigyekben termelődnek, a mellékvesében mindkét nemnél csak igen kis mennyiségben fordulnak elő.

A mellékvese rendellenes működésénél (pl. daganat miatt) előfordul a hormonok túltermelődése, aminek következtében nőknél férfias tünetek jelennek meg (virilizmus), jellemző a férfias alkat, szakállnövekedés, a menzesz elmaradása.

Férfiaknál is felléphetnek kóros esetben nőies tünetek (feminizmus), ilyen a nőies alkat, magas hang, gyér szőrzet.

A férfi és női nemi hormonzavaroknál az ivarmirigyek működésén kívül számításba kell venni a mellékvese androgén- és ösztrogénhormon-termelését is.

A MELLÉKVESEKÉREG MŰKÖDÉSÉNEK SZABÁLYOZÁSA

A feedback mechanizmus alapján a hipotalamusz mellékvesekéreg releasing hormonja (CRH) érzékeli a vér kortikoszteroid hormonszintjét, és szabályozza az agyalapi mirigy mellékvesekéregre ható (ACTH) hormontermelését. Ennek hatására a mellékvesekéreg megfelelő mennyiségű kortikoszteroid hormont termel.

A VELŐÁLLOMÁNY HORMONJAI ÉS HATÁSUK

Az állomány szöveti felépítését és működését tekintve a szimpatikus idegrendszer részének tekinthető. A velő két közel azonos szerkezetű és hasonló hatású hormonja az *adrenalin* és a *noradrenalin*, más néven katekolaminok.

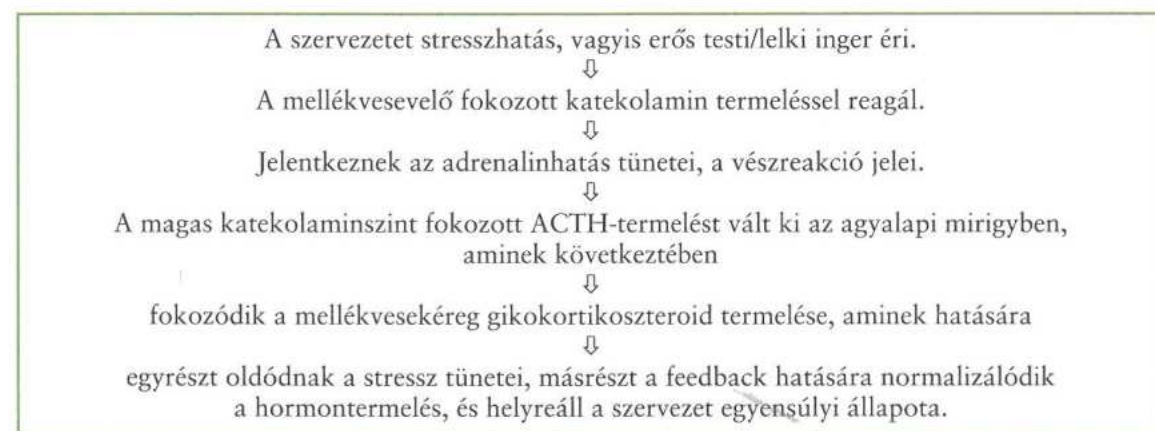
Nemcsak itt, hanem az idegrendszer szinapszisaiban is előfordulnak mint ingerületátvivő anyagok. Hatásuk az idegrendszerben eltérő, mert más receptorokat ingerelnek (a noradrenalin α -receptor-izgató, az adrenalin β -receptor-izgató).

A *dopamin* szintén itt termelődő, az idegrendszerben is előforduló ingerületátvivő hormon.

Az adrenalin és noradrenalin hatása

- Fokozza a szív működést.
- Emeli a vérnyomást (mivel a perifériás erek, azaz a bőr és a zsigerek erei szűkülnek, a koszorús erek, az agy és a vázizomzat erei viszont nem).
- Emeli a vércukorszintet.
- Csökkenti a bélműködést.
- Tágítja a pupillát.
- Fokozott működésre készíti a verejtékmirigyeket.
- Tágítja a hörgőket.
- Fokozza a harántcsíkolt izom erő kifejtését.

A velőállomány sok hormont tárol, amely stressz hatásra a vérbe kerül. Az adrenalin hatás tünetei megegyeznek az idegrendszer izgalmi állapotával, azaz a stressz hatásra jelentkező tünetekkel. Ilyenkor *fokozódik a szervezet teljesítőképessége*, és a szervezet alkalmazkodik a megterheléshez.

A STRESSZ

9.7. ábra. A stressz folyamata

A stressz során jelentkező, adrenalin hatásra létrejövő működési változások a szervezetben (*adrenerg mechanizmus*) önmagában nem károsak, a testi-lelki fejlődés alapjai, egy bizonyos mértékig hasznosak, mivel fokozzák a teljesítményt, az alkalmazkodást vészhelyzetekben. Egy bizonyos mértéken felül azonban, krónikus stressz hatására, betegségek alakulhatnak ki. A stresszelmélet megalkotója Selye János magyar származású, világszerte elismert kutatóorvos (1907–1982).

Az adrenalin az egyik leghatásosabb szív működést fokozó és vérnyomást emelő hatóanyag. A belőle készült gyógyszereket szív megállás esetén is alkalmazzák az újraélesztésben.

AZ IVARMIRIGYEK

A férfi és női ivarmirigyek kettős feladatot látnak el: szolgáltatják az ivarsejteket és a nemi működésekre ható hormonokat termelik. (Az ivarmirigyek ismertetését A nemi szervek című fejezet tartalmazza, ezért itt csak rövid áttekintésre kerül sor.)

A PETEFÉSZEK HORMONJAI ÉS HATÁSUK**Tüszőhormon**

A tüszőhormont az érő tüsző sejtjei termelik (valamint a méhlepény). Több hormon tartozik ide (ösztrogének): az *ösztradiol*, az *ösztion* és az *ösztionol*.

Hatásuk: serkentik a tüsző és a petesejt érését, elősegítik a méhnyálkahártya kiépülését a menstruációs ciklus ovulációs fázisáig, serkentik a másodlagos nemi jellegek kialakulását, hatással vannak a hüvely savi vegyhatásának kialakítására, segítik a spermiumok átjutását a nyákcsapon, befolyásolják a szexuális viselkedést.

Sárgatesthormon

A sárgatesthormont a megrepedt tüsző helyén fejlődő sárgatest sejtjei termelik (valamint a méhlepény). Több hormon tartozik ide (gesztrogének), legjelentősebb a progeszteron.

Hatásuk: főleg az ovuláció után, a menstruációs ciklus szekréciós szakaszában fejtik ki a hatásukat, felkészítik a méhnyálkahártyát a megtermékenyített petesejt befogadására, elősegítik a terhesség megtartását.

A terhesség első három hónapjában, a lepény kialakulásáig védik, segítik az embrió fejlődését. Nehezítik a spermiumok átjutását a nyákcsapon (fogamzásgátló hatás). Ha nem következik be terhesség, a sárgatest visszafejlődik.

A petefészek hormonműködésének szabályozása

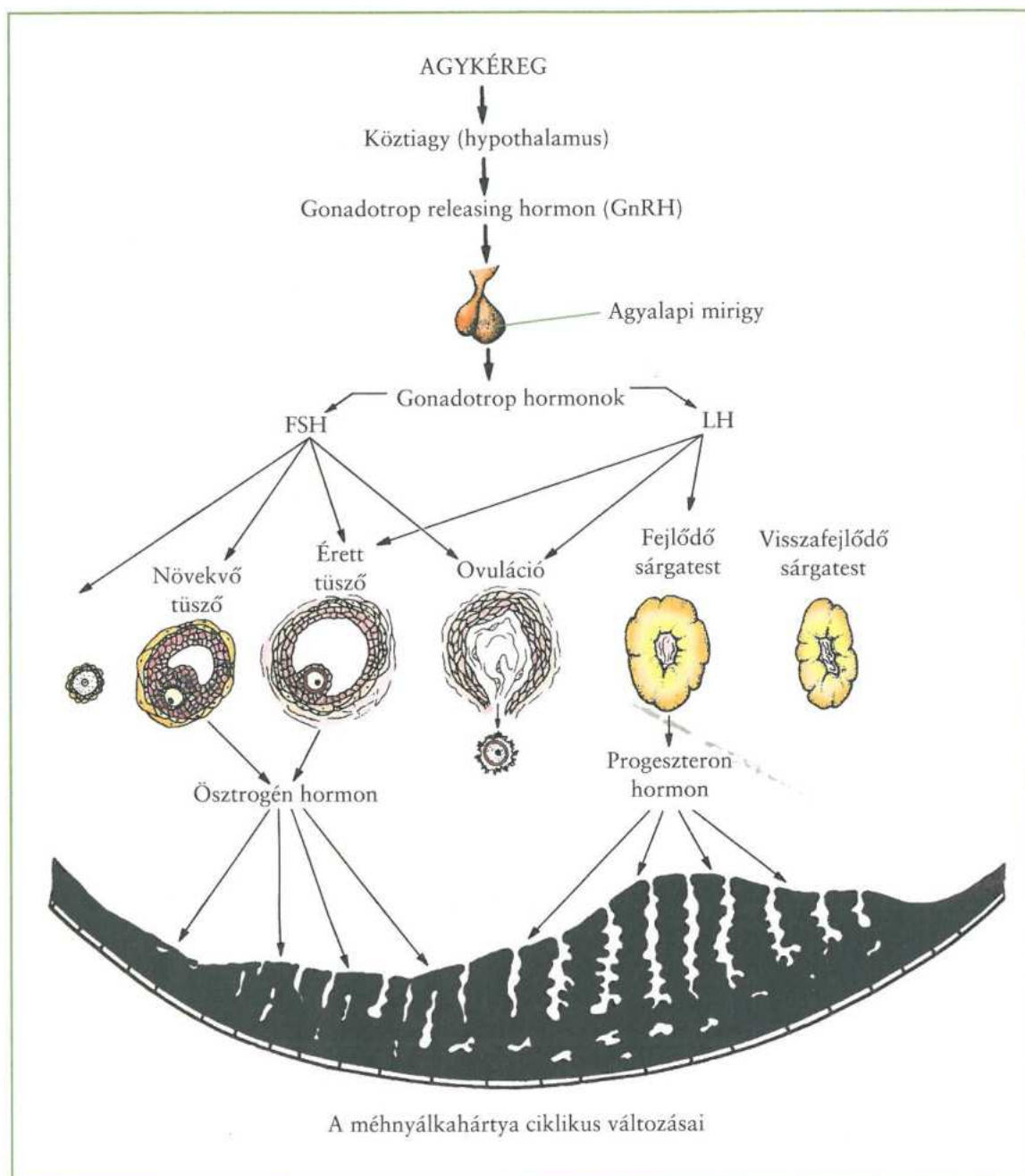
A feedback mechanizmus alapján, a vér tüsző- és sárgatesthormon-szintjét érzékeli a hipotalamusz gonadotrop releasing hormonja (GnR) és szabályozza az agyalapi mirigy petefészekre ható gonadotrop hormontermelését (FSH, LH, LTH). Ennek hatására a petefészek megfelelő mennyiségű tüsző- és sárgatesthormont termel, ami hatással van a méhnyálkahártya változásaira.

- A menstruációs ciklus 1–14. napján (az ovulációig), az agyalapi mirigy tüszőhormontermelést serkentő hormont (FSH), a petefészek pedig tüszőhormont termel.
- A menstruációs ciklus 15–28. napján az agyalapi mirigy a sárgatest működésére ható hormont (LH), a petefészek pedig sárgatesthormont termel.

Menstruációs zavarok esetén a „hibát” a szabályozás szintjein kell keresni, a diagnózis okának megtalálása nem egyszerű feladat a szakorvos számára.

A terhesség alatt fokozódik a gonadotrop (Human Chorion Gonadotrop, HCG) hormon ürítése, amely a vizeletből kimutatható (terhességi gyorsteszt).

45–50 éves korban megszűnik a petefészek működése, a menstruáció elmarad (menopauza). Ez az időszak a változás kora (klimax), ami több évig is tarthat. Testi, lelki problémákat okozó tünetekkel járhat ez a legtöbb nő életében kritikus életszakasz, amelyhez segítséget nyújtanak a szülészeti-nőgyógyászati osztályokon működő menopauza/klimax szakambulanciák.



9.8. ábra. A petefészek működésének szabályozása

A HERE HORMONJAI ÉS HATÁSUK

A férfi nemi hormonokat (androgéneket) a herék Leydig-sejtjei (intersticiális sejtek) termelik. Fő képviselőjük a *tesztoszteron*.

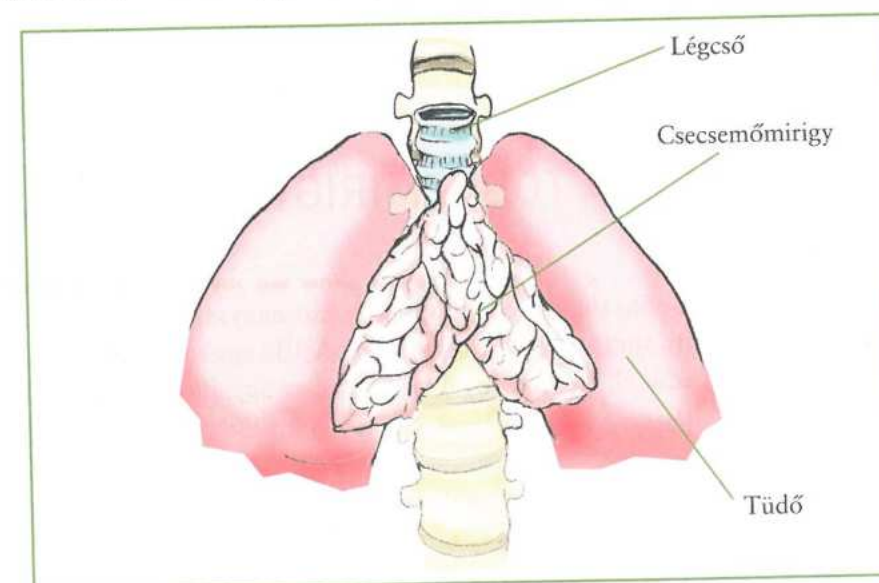
Az androgének hatással vannak a spermiumok fejlődésére (spermiogenezis), a nemi jelleg kialakulására, a nemi funkciókra, serkentik a nemi ösztönt. Bizonyos magatartásszabályozó hatásuk is van (pl. agresszivitás).

Az ivarsejt-termelődés általában 50–70 éves korban csökken vagy megszűnik. A férfiaknál is van klimax, de nem feltétlenül jár együtt a nemzőképesség megszűnésével, mint a nőknél, inkább a testi-lelki frissesség csökken. Testi és lelki problémákat okozó tünetek viszont, ha nem is olyan gyakorisággal, de ugyanúgy jelentkezhetnek, mint a nőknél.

A herék eltávolítása (castratio), illetve a herék hiánya következtében az eunuchizmus tünetei mutatkoznak. A serdülőkor előtti kasztráció következtében nem fejlődnek ki a férfira jellemző nemi jellegek, hiányzik a nemi ösztön, az alkat nőies, a hang gyerekes marad (a közepkorban a templomi énekeseket gyermekkorai magas hangjuk megtartása miatt kasztrálták). A serdülőkor utáni kasztráció következtében a nemi ösztön kialszik, a korai öregedés jelei mutatkoznak. Here-eltávolító műtétek után általában hormonpótló kezelést alkalmaznak.

A CSECSEMŐMIRIGY

A csecsemőmirigy (thymus) a gátorüreg elülső részében, a szív felett elhelyezkedő, jobb és bal lebenyből álló, rózsaszínű, puha tapintatú szerv. Az újszülötteké 10–13 g tömegű, míg



9.9. ábra. A csecsemőmirigy

14–16 éves korra a legfejlettebb, a kétszeresére nő. Serdülőkorban sorvadni kezd és visszafejlődik, felnőttkorban zsíros maradvány formájában található meg.

A csecsemőmirigy egyben nyirokszerv és belső elválasztású mirigy is.

A CSECSEMŐMIRIGY MINT NYIROKSZERV

- A csecsemőmirigy a *T-lymphocyták* (thymocyta) legfőbb érési helye. A sejtek a helyi, más néven sejtes (celluláris) immunitásban játszanak szerepet.
- A *thymosin* olyan hormonszerű hatóanyag a csecsemőmirigy állományában, amely a szervezet nyirokszerveit nyiroksejtek termelésére serkenti.
- Az *autoimmun betegségek* kialakulásáért (amikor a szervezet immunrendszere idegenként ismeri fel saját fehérjét, és ellenük mint testidegen anyagok ellen ellenanyagot termel) több más ok mellett a csecsemőmirigy rendellenes működése is felelős.

A CSECSEMŐMIRIGY MINT BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ SZERV

Serkenti a növekedést, a szexuális fejlődést. A serdülőkor befejeztével állománya elsorvad, visszafejlődik. Ha a visszafejlődés elmarad (thymus persistens), gyakran következik be a súlyos izomgyengeség nevű betegség, ami a váz-, a légző- és a szívizom elégtelen működése miatt súlyos, ritkán előforduló állapot.

Hirtelen bekövetkező halálesetek kapcsán – több esetben – időn túl fennmaradó csecsemőmirigyét találtak a boncolásnál.

A csecsemőmirigy működéséről még nem rendelkezünk teljes körű ismeretekkel.

A TOBOZMIRIGY

A tobozmirigy (glandula pinealis vagy epiphysis) borsó nagyságú, fenyőtobozhoz hasonló alakú, 1 cm hosszú, néhány mm széles páratlan test. A III. agykamra mögött, a közép- és a köztiagy határán helyezkedik el. Keskeny nyél köti össze az agy állományával.

A TOBOZMIRIGY MŰKÖDÉSE

A tobozmirigy feladata valószínűsíthetően a *pubertás korai kialakulásának megakadályozása*.

Ha a mirigy gyermekkorban elsorvad, korai nemi érés következik be (pubertas praecox). Ebben a ritka betegségben az elsődleges és a másodlagos nemi jelleg akár már 5–6 éves korban a serdülőkori fejlettséget mutatja.

Melatonin hormont termel, ami az alvás-ébrenlét napi ritmusát szabályozza. Sötétben termelődik, „alváshormonnak” is nevezik. Feltételezhető, hogy hatással van az immunrendszer működésére és az aldosteron termelődésére is.

A HASNYÁLMIRIGY MINT BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ SZERV

A hasnyálmirigy kettős elválasztású mirigy. (Felépítését és külső elválasztású működését lásd Az emésztőrendszer című fejezetben.)

A HASNYÁLMIRIGY BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MŰKÖDÉSE

A hasnyálmirigy állományában szigetszerűen elhelyezkedő sejtcsoportok, a *Langerhans-szigetek* találhatók. A szigetcsoport szövetei különböző típusú és működésű sejtekből állnak.

A *Langerhans-szigetek* sejtjei

- A vagy alfa-sejtek (α): *glukagont* (glucagon) termelnek (a sejtek 25%-a).
- B vagy béta-sejtek (β): *inzulint* (insulin) termelnek (a sejtek 60%-a).
- D vagy delta-sejtek (δ): amelyek *szomatostatint* (somatostatin) termelnek (a sejtek 15%-a).

A hormonok közül a glukagon és az inzulin a szervezet szénhidrát anyagcseréjének szabályozásában vesz részt.

Az inzulin hatása

- *Csökkenti* a vércukorszintet (az adrenalin, a glukagon, a glikokortikoidok, a pajzsmirigy-hormonok és a szomatotrop hormonok antagonistája). Fő feladata a szénhidrát-anyagcsere szabályozása. Bejuttatja a glukózt a vérből főként a máj és az izmok szöveteibe és ott *glikogén* formájában tárolja.
- *Szabályozza* a zsíryanycserét is úgy, hogy elősegíti a szövetekben a zsírfelhalmozódást, mivel a glukózt zsírrá alakítja.
- *Szabályozza* a fehérje-anyagcserét is, fokozza a szervezet fehérjefelhasználását. A vércukorszint normál élettani értéke 3,89–5,5 mmol/liter.

- A *hiperglikémia* (hyperglykaemia) magas vércukorszintet jelent, amely egyrészt az inzulin csökkent mennyisége vagy hiánya következtében jön létre, másrészt akkor is létrejön, ha van inzulin, de a sejtek-szövetek nem képesek a cukrot a vérből felvenni (inzulinrezisztencia).
- A *hipoglikémia* (hypoglykaemia) alacsony vércukorszintet jelent, amikor a nagyobb inzulin-koncentráció következtében lecsökken a vércukor mennyisége (előfordul pl., ha cukorbeteg inzulint beadása után nem étkezik).

Az inzulintermelés szabályozása

A vér cukorszintjét érzékelik a β -sejtek. Emelkedett vércukorszint hatására fokozzák az inzulintermelést, alacsonyabb vércukorértéknél csökken az inzulin termelése.

A cukorbetegség

A cukorbetegség (diabetes mellitus, régi magyar neve: édes húgyár) oka a Langerhans-szigetek csökkent vagy *hiányos inzulintermelése* és/vagy a sejtek-szövetek inzulinrezisztenciája.

Az 1-es típusú diabetesz gyermekkorban fordul elő, az inzulintermelés hiánya okozza. A 2-es típusú diabetesz főként felnőttkorban fordul elő, az inzulintermelés ill. -felhasználás zavarai okozzák. Előfordulhat gyermekeknél is.

A magas vércukorszint tünetei

- Jó étvágy és a bőséges táplálkozás ellenére fogyás.
- Túl nagy mennyiségű vizeletürítés, amiben megjelenik a cukor.
- Nagy mennyiségű folyadékfelvétel, emellett állandó szomjúságérzet.
- Sebgyógyulási zavarok.
- Viskető bőr.
- Acetonszagú lehelet a kóros zsír-anyagcseretermékek felszaporodása miatt, ami súlyos cukorbetegségben jelentkezik.
- Laboratóriumi leletek: cukor jelenik meg a vizeletben (glycosuria), magas vércukorszint, emelkedett hemoglobin A1c-érték a vérben. A HbA1c-érték az elmúlt három hónap vércukorszintjét mutatja, a vizsgálat azon alapszik, hogy a cukor a vérben a hemoglobinhoz kötődik, ami kimutatható.

Természetesen a tünetek nem együttesen fordulnak elő, egy-egy megjelenése már utalhat a cukoranyagcsere zavarára.

Gyakran fordul elő a terhességi cukorbetegség, ami a terhesség alatt alakul ki, szülés után elmúlik. Náluk a későbbi években fokozott a cukorbetegség kialakulásának kockázata.

A 2-es típusú cukorbetegség kialakulásának fő rizikófaktorai a túlsúly/elhízás, a mozgásszegény életmód, az egészségtelen táplálkozás, a családi hajlam, a terhességi cukorbetegség, szövődményeként pedig vese-, ideg-, szív- és érrendszeri károsodások léphetnek fel.

A cukorbeteg egyike részén inzulinelválasztást serkenő gyógyszerekkel és diétával kontrollálni tudja szervezete szénhidrát-egyensúlyát, a másik része a diéta mellett inzulinkezelésre szorul.

Ha nem kezelik a cukorbetegséget, a magas vércukorszint miatt diabeteses kóma alakulhat ki, ami a cukoranyagcsere teljes felborulásával és eszméletvesztéssel járó életveszélyes állapot, orvosi segítség hiányában halálhoz vezethet.

A cukorbetegség véglegesen még nem gyógyítható, de gyógyszerekkel, diétával, megfelelő életmóddal kezelhető és egyensúlyban tartható. A cukorbeteg ellátása, gondozása diabetológiai centrumokban történik.

Az alacsony vércukorszint tünetei

Csökkent vércukor esetén kezdetben éhségérzet, remegés, sápadtság, hideg verejtékezés, nyugtalanság, esetleg pszichés zavarok jelentkeznek.

Kezelés hiányában rövidesen eszméletvesztéssel járó súlyos állapot következik be. Szénhidrát adására a tünetek hamar rendeződnek.

Például akkor fordul elő vércukorszint-csökkenés, ha a cukorbeteg kevés szénhidrátot fogyasztott, vagy inzulintúladagolás történt.

A glukagon hatása

Az α -sejtek által termelt glukagon hatása ellentétes az inzulinnal, *emeli a vércukorszintet* azáltal, hogy a májban glikogén formájában tárolt szénhidrátokat glukózzá bontja és bejuttatja a keringésbe. Az inzulin antagonistája és az adrenalin szinergistája.

Az inzulin vércukorszint-csökkentő hatásával szemben eddig a következő vércukorszint-emelő hormonokat ismertük meg: az adrenalint, a glukagont, a glikokortikoszteroidokat, a pajzsmirigyhormonokat és a szomatotrop hormont. Diabetogén hormonok, mivel szerepük lehet a cukorbetegség kialakulásában.

A szomatotropin hatása

- Gátolja a glukagon és az inzulin elválasztását (parakrin módon, azaz nem endokrin úton).
- Gátolja a gyomor-bél rendszer működését, és a gyomornedv-elválasztást (endokrin úton).
- A növekedési hormon *antagonistája*.

ÉRDEKESSÉGEK

- A házilag végezhető *terhességi gyors tesztek* korai hormonkimutatáson (HCG) alapszanak. A menstruáció kimaradáskor érdemes a tesztet elvégezni és az eredménnyel szakorvoshoz fordulni, mivel a vérzés kimaradásának számos más oka lehet, de előfordulhat álpozitív eredmény is.
- A cirkadián (naponta ismétlődő) ciklus szerint az alvás-ébrenlét periodikusan ismétlődik. A *tobozmirigy melatonin hormonja* az alvást és az ébrenlétet szabályozza, de hatással van a hőszabályozásra, a hangulatra is. A hormon sötétben fokozottan termelődik és segíti az elalvást/alvást, fényben csökken a hormontermelés, segíti a felébredést. A hormomból készült gyógyszert alkalmazzák alvászavarok kezelésére is.
- A *proszttaglandinok* (PG) nem hormonok, de a szervezet hatékony vegyületei. A vörösvérsejtek kivételével valamennyi humán sejt termeli. Telítetlen zsírsavakból álló, különböző összetételű és hatású anyagok. Több fajtája ismeretes. A prosztatából fedezték fel, innen ered a neve. Gyulladásos, allergiás folyamatokban közvetítő (mediátor) szerepük van. Gyulladáscsökkentő (nem szteroid) és fájdalomcsillapító gyógyszerek gátolják a PG-termelést, így fejtik ki hatásukat. További fontosabb hatásuk: gyomorfekély kialakulásának gátlása, vérzsirok csökkentése, menstruációs ciklus szabályozása, enyhe izomösszehúzóds kiváltása. A gyógyszeripar a PG-tartalmú gyógyszereket mesterségesen állítja elő, felhasználásuk igen sokrétű, pl. terhességmegszakításnál, de szülés megindításánál is alkalmazzák.

- A *metabolikus szindróma* kórképet súlyossága miatt a „*halálos négyes*”-nek is nevezik. A „négyes fogat” tünetei: elhízás, magas vércukorszint (cukorbetegség), magas vérzsírértékek (triglicerid, LDL-koleszterin) és a magas vérnyomás. Ha a négy tünetből három együtt van, már metabolikus szindrómáról van szó, ilyenkor fokozottan megnövekszik a szív- és érrendszeri betegségek esélye, mint a szívinfarktus, az érelmeszesedés vagy az agyvérzés (sztrók). Hazai felmérés szerint a 30-as testtömegindex-értéket elérők egynegyedénél jelen van a négyes fogat.
- *Elhízási típusok*: az *alma* típusnál a hasi zsírpárnák erőteljesebbek, a *körte* típusnál: a csípő és comb zsírpárnái szaporodnak fel. A hasi típus veszélyesebb, mert a hasi zsírszövet olyan hormonszerű anyagot termelnek, amelyek akadályozzák a szövetek szénhidrátfelvételét (inzulinrezisztencia). A metabolikus szindrómára a hasi elhízás jellemző.
- *Terheléses vércukorvizsgálatot* (Orális Glukóz Tolerancia Teszt: OGTT) végeznek cukorbetegség, vagy annak gyanúja esetén: éhgyomorral glukózzal itatnak a beteggel, előtte és utána is méri a vércukorszintet. Cukorfogyasztás utáni értékelés: 7,8 mmol/l-ig normál, 8–11-ig IGT (csökkent glukóztoleranciát jelent, ami lényegében azonos az inzulinrezisztenciával), ez az állapot a cukorbetegség „előszobája”, 11 feletti érték cukorbetegséget jelent. Cukorbetegség egyszer mért értékből nem állapítható meg, csak terheléses vizsgálatból.
Ha az éhgyomri vércukor értékek rendszeresen 5,5 és 6 mmol/l között vannak, el kell végezni a terheléses vizsgálatot, mert felvetik a cukorbetegség gyanúját (FGT). A cukorbetegség előállapotai közül az FGT gyanút jelent a betegség kialakulására, kezelést nem, de ellenőrzést igényel, az IGT viszont gyógyszeres kezelést nem, de diabetológiai gondozást igényel.
- A *glikémiás index* (GI) azt fejezi ki százalékban, hogy a szénhidrátokat tartalmazó táplálékok vércukoremelő hatása milyen a glukózéhoz képest (a glukóze 100%). A cukorbeteg GI-je magasabb, mint az egészségeseké. Minél alacsonyabb a GI érték, annál kedvezőbb hatása van a szénhidrát anyagcseréjére. 60 felett magasnak tekinthető. Általában a magas szénhidráttartalmú táplálékok GI értéke is magas. Sok esetben azonban a GI lehet magas szénhidráttartalom mellett viszonylag alacsony és fordítva. Ezért a GI mellett fontos egy másik mutató a GL (Glycemic Load), az ún. glikémiás terhelés figyelembevétele, ami a szénhidrátterhelés mérőszáma (10-ig alacsony, 10-20-ig közepes, 20 felett magas szénhidrátterhelést jelent a szervezet számára). Diétáknál – különösen cukorbetegknél – a GI és a GL érték együttes figyelembevétele ajánlott.

ÖSSZEFOGLALÁS

A *neuroendokrin szabályozás* a szervezetben az idegrendszer és a belső elválasztású mirigyek együttműködése során valósul meg.

Az *agyalapi mirigy mellső lebenyének* közvetett hatású hormonjai az ún. trophormonok, mert más belső elválasztású szerveken keresztül fejtik ki hatásukat. Ide tartoznak: a pajzsmirigyre ható hormon (TSH), a mellékvesekéregre ható hormon (ACTH) az ivarmirigyekre ható gonadotrop hormonok (FSH, LH, LTH). Önálló hatású hormonja a növekedési hormon (STH).

A *feedback mechanizmus* szabályozza az agyalapi mirigy mellső lebenye trophormonjainak termelését. A szabályozás felső szintje a hipotalamusz (releasing hormonokat termel), ez szabályozza az agyalapi mirigy trophormonjait, amelyek a célszervekre (pajzsmirigy, mellékvesekéreg, ivarmirigyek) fejtik ki hatásukat.

A célszervek hormonjai a vérárammal visszajelzést küldenek a köztiagyba, aminek eredménye a hormontermelés mennyiségének szabályozása.

Az *agyalapi mirigy hátsó lebenye* tárolja a hipotalamuszban termelődő hormonokat: az oxitocint simaizom-összehúzó hatása miatt főleg a szülészetben használják, az ADH pedig a vesecsatornak vízvisszaszívását serkenti.

A *pajzsmirigy* hormonjai közül a T_3 és T_4 csak jód jelenlétében termelődnek, ezért fontos a megfelelő jódfelvétel (táplálkozással). A T_3 és T_4 főleg a szervezet anyagcsere-folyamatait irányítja. A pajzsmirigy másik hormonja a kalcium-anyagcserét szabályozó kalcitonin hormon.

A *mellékpajzsmirigy* négy borsónyi mirigye parathormont termel, amely a szervezet foszfor- és kalcium-anyagcseréjét irányítja.

A *mellékvesekéreg* hormonjainak három csoportja ismert. A glikokortikoszteroidok a szénhidrát-, fehérje- és zsíryanycserét szabályozzák és védnek a stresszhatásokkal szemben. A mineralokortikoszteroidok az ásványi anyagok (Na, K, Cl) forgalmára hatnak. Az androgén és ösztrogén kortikoszteroidok a másodlagos nemi jellegért felelősek.

A *mellékvesevelő* állománya szövettanilag eltér a kéregétől. Az adrenalin, a noradrenalin és a dopamin hormonokat termeli.

Az *ivarmirigyek* (férfiaknál a here, nőknél a petefészek) a serdülőkortól ivarsejteket termelnek és hormonjaik révén segítik a nemi jellegek kialakulását.

A *csecsemőmirigy* mint nyirokszerv a fehérvérsejtek termelésével vesz részt a szervezet védelmi rendszerében, mint endokrin mirigy a nemi érést, a szexuális fejlődést segíti, majd a serdülőkor végén elkezdi visszafejlődni.

A *tobozmirigy* a korai serdülést gátolja. Melatonin hormonja felelős az alvás és ébrenlét periodikus, napszakonkénti ismétlődéséért (cirkadián ritmus).

A *hasnyálmirigy* növekedést gátló szomatostatint hormont is termel, de főként a szénhidrát-anyagcserét szabályozza két hormonja révén: az inzulin csökkenti a vércukorszintet (a cukrot beépíti a vérből a sejtekbe), a glukagon emeli a vércukorszintet (a sejtekbe beépített szénhidrátokat lebontja és a vérbe juttatja).

A cukorbetegség kialakulhat gyermekkorban (1-es típusú), vagy felnőttkorban (2-es típusú). Súlyos szövődményei miatt a cukorbetegnek folyamatos diabetológiai ellátást, gondozást igényelnek.

KULCSFOGALMAK

Neuroendokrin rendszer, vegyi szabályozás, feedback mechanizmus, neuroendokrin szabályozás, trophormonok, normo-hypo-hyperfunkció, hormonhatás, antagonizmus, szinergizmus, kortikoszteroidok, stresszmechanizmus, androgének, hipo-hiperglikémia, inzulinrezisztencia.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Mi a feladata a szervezetben a neuroendokrin rendszernek?
2. Készítse el a pajzsmirigy működésének szabályozási (feedback) sémáját a 9.1. ábra segítségével!
3. Magyarázza meg, hogy stressz hatására milyen hormonális folyamatok zajlanak a szervezetben, a stressz tüneteinek fellépésétől kezdődően, egészen a stressz oldódásáig!
4. Milyen kockázati tényezői vannak a 2-es típusú cukorbetegség kialakulásának?
5. Csoportosítsa a szénhidrát-anyagcserében szerepet játszó hormonokat aszerint, hogy emelik, vagy csökkentik a vércukorszintet!
6. Miért ajánlják az orvosok a cukorbetegeknek, hogy mindig legyen náluk kockacukor vagy szőlőcukor?
7. Mi a különbség a csecsemőmirigy és a tobozmirigy serdülést befolyásoló hatásában?
8. Melyik két hormon szabályozza a vér kalciumszintjét?
9. Készítsen összefoglaló hormontáblázatot legalább A4-es nagyságban az alábbiak szerint. Használjon annyi sort (20–22), amennyi hormont tanultunk!

A hormon neve	Termelődés helye	Fő élettani hatása	Csökkentet műk. kórképe	Túlműködés kórképe
Növekedési hormon	Hipofízis mellső lebenye	A növekedésre	Törpeség	Óriásnövés
Stb.				

10. Szétszedhető anatómiai modellen mutassa be a belső elválasztású mirigyek helyét!
11. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon a belső elválasztású mirigyek képeit és animációit!

OLVASMÁNY

A HŐSZABÁLYOZÁS

A hidegvérű állatok testhőmérséklete *változó*, függ a környezet hőmérsékletétől. A melegvérű állatok – és az ember – testhőmérséklete *állandó*, nem a környezet függvénye.

A hőszabályozás (termoreguláció) feladata, hogy a szervezet testhőmérsékletét a szükséges élettani értéken tartsa.

Az ember átlagos élettani hőmérséklete végbélben mérve 37,5 °C, szájüregben mérve 37 °C, hónaljban pedig 36,5 °C. Szájüregben vagy végbélben mérve mutatja a legpontosabb értéket. A hőmérséklet 1 °C-os napi ingadozást mutat. A legmagasabb délután hat óra körül, míg a legalacsonyabb hajnalban. Táplálkozás után, izommunka során, érzelmi hatásokra emelkedik, gyermekek erős izgalom hatására is belázasodhatnak.

A csekély élettani ingadozásoktól eltekintve az ember testhőmérséklete állandó. A hőtermelés és hőleadás egyensúlyát a hőszabályozás biztosítja. Meleg környezetben csökken a hőtermelés és fokozódik a hőleadás, hidegben éppen fordítva történik.

A hőszabályozás két fázisa: a hőtermelés és a hőleadás.

- **Hőtermelés** során a szervezet életműködéseiben végbemenő *kémiai folyamatokból* hő szabadul fel (oxidáció). A legtöbb hő azonban izommunka során termelődik. A didergés nem más, mint hideg hatására meginduló fokozott izommunka hőtermelés céljából. A gyors hőtermelési folyamat izomremegésben, a rágóizmokban „fogvacogással” nyilvánul meg.
- **Hőleadás** során a szervezet *fizikai folyamatok* révén szabadul meg a felesleges hőtől.

A hőleadás módjai

- **Vezetéssel** a testhőmérséklet egy része átadódik a környezetnek, miközben testünk a környezet tárgyaival érintkezik.
- **Sugárzással** a hőleadás 50–60%-a történik, ha pl. hideg helyiségben sok ember zsúfolódik össze, a kisugárzott hőtől emelkedik a környezet hőmérséklete.
- **Párolgással** a bőrrel elpárolgó verejték hőt von el a szervezettől. A párolgást több tényező befolyásolja, pl. a levegő páratartalma, a ruházat, a szél, a testmozgás.

Nagymértékű verejtékezés esetén sok a szervezet víz- és sóvesztése, amit pótolni kell. A hőszabályozásra az anyagcserét irányító hormonok (pl. thyroxin) is hatással vannak, de döntően az idegi szabályozás érvényesül.

A hőszabályozás *idegi központja* a köztiagy *hipotalamusz* részében van. A hipotalamuszban hőérzékelők vannak, első része a *hűtőközpont*, hátsó része a *fűtőközpont*.

A központok összehasonlítják a tényleges hőmérsékletet (*van* hőmérséklet) a kívánt élettani értékkel (*kell* hőmérséklet), és eltérés esetén beindítják a hőszabályozó mechanizmusokat:

- Ha a hőmérséklet a *kívánt érték fölé* emelkedik, fokozódik a bőr véráramlása, és növekszik a verejtékezés, aminek következtében megindul a hőleadás.
- Ha a hőmérséklet a *kívánt érték alá* süllyed, akkor csökken a hőleadás, és fokozódik a hőtermelés.

A hipotalamusz hőszabályozó tevékenysége révén a testhőmérsékletet állandó értéken tartja.

Az újszülöttek könnyen lehűlnek, mert testtömegükhöz képest nagy a testfelületük és még fejletlen a hőszabályozásuk. Megszületés után az egyik legfontosabb feladat a melegen tartás.

- Tartós hideg hatására a *testhőmérséklet csökkenése* (hypothermia) következik be, ilyenkor a szervezet lehűlését a hőtermelés nem tudja pótolni. Már 10–12 °C hőmérsékleten való huzamosabb tartózkodás is a szervezet lehűléséhez, köznyelven „megfagyásához” vezethet. A tartós lehűlés életveszélyt jelent, mert visszafordíthatatlanul károsodnak az életfolyamatok. Alkohol fogyasztása átmenetileg melegségérzetet okoz, ha valaki ilyenkor hidegben alszik, előfordulhat, hogy nem ébred fel többé.

Hibernáció esetében mesterségesen lehűtik a szervezetet, ezáltal az életfolyamatok lelassulnak (ezt a módszert alkalmazzák a szervezet számára nagy megterhelést jelentő műtéteknél, pl. szív-műtétek vagy szervátültetések esetén).

- Meleg hatására a *testhőmérséklet emelkedése* (hyperthermia) következik be, de előfordulhat, hogy ilyenkor a szervezet túlmelegedését nem követi hőleadás. A gátolt hőleadás következménye a hőséguta, ami fejfájás, szédülés, szapora pulzus és ájulás tüneteivel jár.

A láz

Míg a hyperthermia oka a környezeti hőmérséklet emelkedése, addig a *lázat* a hőközpont izgalma okozza, amelyet a hőközpontot izgató, ún. pirogén (pirogén: hőkeltő, lázkeltő) anyagok váltanak ki. Sok esetben okoznak lázat a kórokozók által termelt vegyi anyagok (toxinok).

A láz mindig *tünet*, a szervezet kóros állapotváltozását jelzi. A lázcillapítás fontos feladat, de csak tüneti kezelés, az oki terápiát a lázat kiváltó ok megszüntetése jelenti.

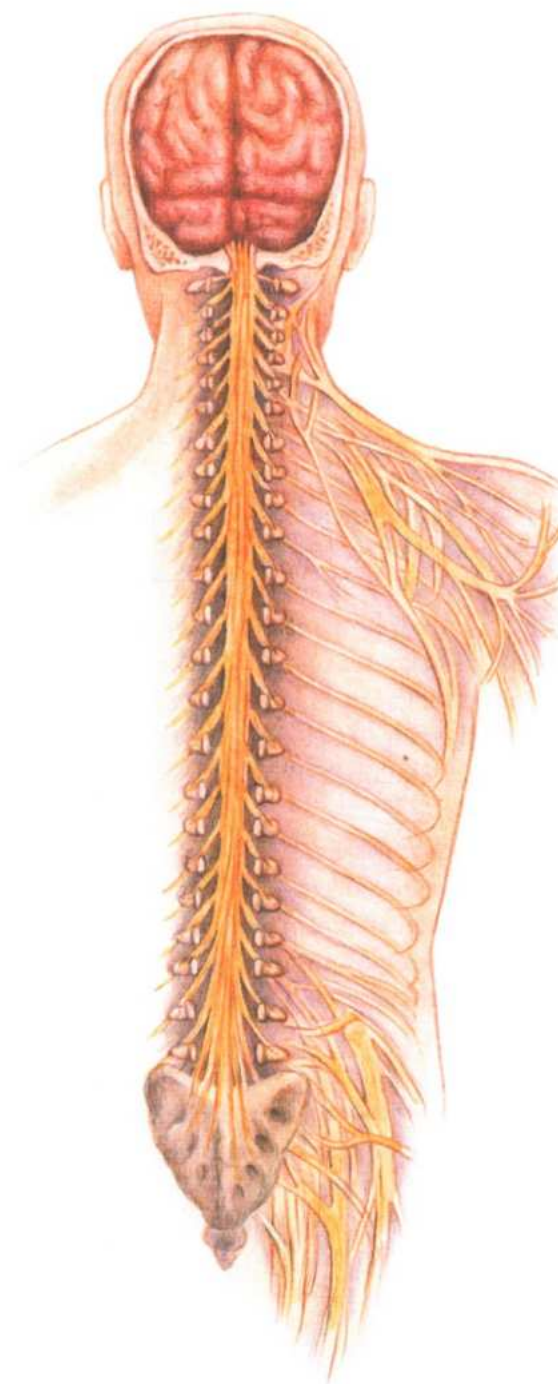
A 38 Celsius-fok feletti hőmérsékletet tekintjük láznak (37-38 Celsius-fok között hőemelkedés). Galilei fizikus találmányát, a hőmérőt 1612-ben egy padovai orvos, Sanctorius alkalmazta először testhőmérőzésre. Anders Celsius svéd természettudós alkotta meg a róla elnevezett hőmérsékleti skálát, az 1700-as években. Ma a gyors, pontos digitális hőmérők sok fajtáját használjuk: pl. hónalj-, bőr-, fülhőmérő. Láz esetén ajánlott naponta legalább három alkalommal hőmérőzni.

A mért értékeket intézményi keretek között lázlapon, grafikonon dokumentálják, ún. lázgörbe formájában. Bizonyos lázgörbék jellemzők lehetnek egyes betegségekre, pl. a szeptikus lázgörbe nagy ingadozásokat mutat, a tüdőgyulladásra általában az állandó láz jellemző.

Név:		Kor:		Foglalkozás:	
Vizelet:	19.				
fs:	Vizsgálatok				
vh:					
a:					
p:					
s:					
ubg:	Gyógykezelés				
bil:					
aceton:					
ül:					
Wa. r.		Légzés	Térnyomás	Pulzus	Hőmérséklet
r.	jelölés módja				
r.	45	240	140	40°	
Vérsejt süllyedés:					
1 ó mm/ó	35	200	120	39°	
2 ó mm/ó					
Vvs:	25	160	100	38°	
Hb:					
Fvs:	15	120	80	37°	
Kvalitatív vérkép:					
	5	80	60	36°	
	40	40	40	35°	
Magasság:	Testsúly Széklet Köpet Hányás Folyadék Vizelet ml N É				

9.10. ábra. Lázgörbe: állandó láz

AZ IDEGRENDSZER



AZ IDEGRENSZER

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az ember idegrendszerének felépítése és működése (biológia)
- Az agyalapi mirigy. Neurohormonális szabályozás (e tankönyv 9. fejezete)
- Az idegrendszer latin szakkifejezései (orvosi latin)

AZ IDEGRENSZER JELENTŐSÉGE

Minden élő szervezet alapvető tulajdonsága az *ingerlékenység* (*irritabilitas*). Az ingerlékenység az élő szervezet azon képessége, hogy a környezet változásait *megérzi* és azokra életfolyamatainak megváltoztatásával *válaszol*. Így alkalmazkodik környezetéhez, ami létének feltétele.

Az egysejtűek és a primitív többsejtűek szervezetének egésze képes felvenni a külvilág ingereit, ingerületté alakítani és válaszreakcióval reagálni rájuk.

A törzsfajlás során a magasabb rendű szervezetekben – így az emberben is – az ingerek felvételére, ingerületté alakítására és vezetésére, valamint a válaszadásra egy speciális szövetből, az idegszövetből felépülő külön szervrendszer alakult ki (differentiálódott) az *idegrendszer* (*systema nervosum*).

Az idegrendszerrel rendelkező szervezetekben érzőideg-végződések veszik fel az ingert, az ingerület vezetése az idegsejtek és idegrostok feladata, a válaszreakciókban főként az izomzatban lévő mozgatóideg-végződéseknek van szerepe.

A Föld élőlényei közül bizonyos életműködések szempontjából az *ember idegrendszere a legfejlettebb*, azonban egyéb tekintetben, mint pl. a mozgás, szaglás, hallás, vannak nála fejlettebbek is.

Az idegrendszer harmonikusan összerendezi az életműködéseket, egyensúlyt teremt a szervezet és környezete között. Működése révén az élő szervezet individuummá, személyiséggé válik.

Az idegrendszer bonyolult élettani folyamatai során az ember képes a legmagasabb rendű idegtevékenységre, a tudat és a gondolkodás révén fogalmakat alkot, tudatos cselekvéssel át tudja alakítani a környezetét. A beszéd gondolatok közlésére, kommunikációra teszi képessé.

AZ IDEGRENSZER SZÖVETI FELÉPÍTÉSE

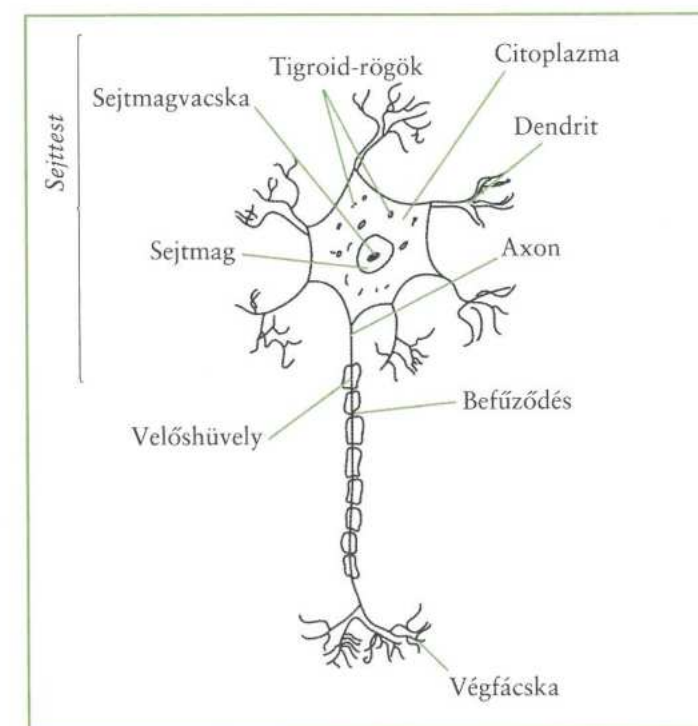
Az idegrendszer idegszövetből épül fel, *anatómiai és működési egysége a neuron* (száma a központi idegrendszerben 10^{10} .) A neuront egyszerűen idegsejtnak is nevezik. Az idegszövet másik alkotóeleme a *gliasejt*.

A NEURON

A *neuron részeit* az idegsejt, az idegsejt nyúlványai és az idegvégződés alkotják.

Az idegsejt

- Az idegsejt (*neurocyta*) *alakja* változatos, lehet pl. csillag, piramis vagy gömb alakú.
- *Nagysága* általában 10–30 μm , de van 100 μm nagyságú is.
- *Nyúlványai alapján* az idegsejtek lehetnek egynyúlványúak, álegynyúlványúak, kétnyúlványúak, vagy többnyúlványúak (ez utóbbi közé tartozik az ember idegsejtjeinek többsége).
- A *sejtmag* (*nucleus*) viszonylag nagy és hólyagszerű. Jól látható benne a *sejtmagvacska* (*nucleolus*).



10.1. ábra. A neuron szerkezete

- A *sejtplazma* a sejtmag és a sejthártya közötti teret tölti ki. Benne jól festődő, foltokban látható szemcsék, a „tigroid” rögök, más néven Nissl-szemcsék mutathatók ki, amelyek az idegsejt anyagcseréjében vesznek részt. A plazmát rosthálózat szövi át (neurofibrillák).

Az *idegsejt nem képes osztódni*. Az idegsejtek a központi idegrendszer *szürkeállományát* alkotják. Az idegrendszer különböző részeiben elhelyezkedő kisebb-nagyobb idegsejtcsoportokat a központi idegrendszerben *magoknak* (nucleus), a környéki idegrendszerben *idegdúcoknak* (ganglion) nevezzük.

Az idegsejtek rövid nyúlványai

A sejtplazma *elágazó* rövid nyúlványai a *dendritek*. Hosszuk néhány μm -tól 2–3 mm-ig terjed. *Számuk* nagyobb neuronban akár 10^5 is lehet. Ezekkel kapcsolódnak a neuronok más szomszédos neuronokhoz.

Az idegsejtek hosszú nyúlványa

Az *idegrost* (axon, neurit) az idegsejt hosszú nyúlványa. Tengelyfonálnak is nevezik. Hossza 1–2 mm-től akár egy méterig is terjedhet (az ülőideg rostjai elérik ezt a hosszúságot).

Az ingerületvezetés gyorsasága az idegrost vastagságától függ.

Az idegrost felépítése

- Az idegrost *sejtplazmája* az axoplazma.
- A plazmát körülvevő *sejthártya*, vagyis sejtmembrán az axolemma.
- A *hüvely* kívülről veszi körül, szigeteli az idegrostot.

Az idegrostok fajtái a hüvely alapján

- *Schwann-hüvelyű, velőtlen rostok* esetén a hüvelyt speciális *gliasejtek*, az ún. *Schwann-sejtek* alkotják, ezek veszik körül az idegrostot (a szimpatikus idegekben).
- *Schwann- és velős* (myelin-) *hüvelyű rostok* jönnek létre, ha a Schwann-sejtek felcsavarodnak az idegrostra. Ilyen a perifériás idegek jelentős része. Ezeken az axonokon behúzóadások, a Ranvier-féle befűződéses találhatók. Az *ingerület* befűződéstől befűződésig *ugrás-szerűen* (saltatoricus) *terjed* rajtuk (ilyen idegrost van a perifériás érző-mozgatóidegekben).
- *Velőshüvelyű idegrostok*, amelyeknél nincs Schwann-sejt, más gliasejtek alkotják az axonok körül a velőshüvelyt (a központi idegrendszerben fordul elő).

Az idegrostok kötegei a központi idegrendszerben (agy- és gerincvelőben) *idegpályákat* (tractus), a központon kívül, a periférián *idegeket* (nervus) alkotnak.

Az idegek fajtái működés szerint

- Az *érzőidegek* érzőingerületet szállítanak az idegközpontok felé.
- A *mozgatóidegek* mozgató- (motoros) ingerületet szállítanak a központból a távolabbi területek felé.
- A *kevert idegek*, amelyeknél ugyanabban az idegben érző- és mozgatóidegrostok futnak.

Az idegek gazdagon behálózzák a szervezetet (a haj, a köröm, a fogzománc, a porc és a szemlencse kivételével).

Az axonok és dendritek, vagyis a nyúlványok az idegrendszer *fehérállományát* alkotják. A fehérállomány tejfehér színéről kapta a nevét.

Az idegvégződések

Az idegvégződés nevét faágszerű elágazásairól kapta: *végfácska* (telodendrion). Az idegrost faágszerű végelágazásai néhánytól néhány százig terjedhetnek, így lehetséges pl., hogy az izmokban egy neuron több száz izomrostnak adja át az ingerületet.

Az idegvégződések fajtái működésük szerint

- *Érzőideg-végződések* (receptorok), amelyek elhelyezkedésük szerint lehetnek:
 - *Külső érzékelők* (exteroceptorok), ha a külvilág ingereit fogják fel pl. a bőrben.
 - *Belső érzékelők* (interoceptorok), ha a test belsejében keletkező ingereket érzékelik pl. a gyomorban.
- *Mozgató- vagy végrehajtóideg-végződések* (effektorok), a vázizomban, a simaizomban (pl. érfalban) és a mirigyekben helyezkednek el.
- *Neuronok közötti* (interneuronális) *idegvégződések*, amelyek egyes neuronokat kapcsolnak össze.

A NEUROGLIA

A neuroglia a központi idegrendszer saját *támasztószöve*. Gliasejtek építik fel. Az idegrendszer anyagcsere-folyamataiban vesz részt, az *ingerületet nem képes vezetni*. Ha elpusztulnak a neuronok, helyüket gliaszövet tölti ki. Az axonok hüvelyeit is gliasejtek képezik.

A központi idegrendszer hajsálereit gliaburok veszi körül, ezzel elhatárolja őket a neuronoktól. Ez a *vér-agy gát*, amely megvédi az agy állományát a vérben levő káros anyagoktól (sajnos gyógyszer hatóanyagok sem jutnak át rajta).

A SZINAPSZIS

A neuronok kapcsolatban állnak egymással, egyik neuron idegrostja kapcsolódik a másik neuron dendritjéhez. A kapcsolódási pontokat szinapszisnak nevezzük. Nem csak a neuronok között van szinaptikus kapcsolat, hanem a neuronok és az izom, a neuronok és a mirigysejtek között is. A szinapszis az *ingerületátadás helye*.

- A *neuronok közötti* (interneuronális, más néven intercalaris) *szinapszisok* egyes neuronok között találhatók.
- A *neuronok és a mirigyek között* működnek a neuroszekretoros szinapszisok.
- A *neuronok és izmok közötti szinapszisok* (neuromuscularis) a neuronok és az izmok közötti kapcsolódási pontok.

Egy neuronnak több száz szinaptikus kapcsolata lehet. A szinapszisok teszik lehetővé az ingerületek (jelek) továbbítását az idegrendszerben, ezzel biztosítják az idegrendszer egységes működését. A szinapszis csak *egy irányban* vezeti át az ingerületet. Az ingerület mindig a sejttest felől a végfácska felé halad.

A neuronok közötti szinapszis szerkezete

- Az idegrostok végágai megvastagodásokat, *végtalpak*at képeznek, amelyekkel a szomszédos neuronhoz kapcsolódnak, ezek a *végtalpas szinapszisok*. A végtalpak sejthártyája a *szinapszis előtti* (preszinaptikus) *membrán*. A szomszédos neuron dendritjének sejthártyája a *szinapszis utáni* (posztzinaptikus) *membrán*. A két membrán között *szinaptikus rés* van (nagysága 10–40 nm, 1 nanométer: 10^{-9} m).
- Ingerületvezetéskor a végtalpakban lévő szinaptikus hólyagocskákból kémiai *ingerületátvivő anyagok* (neurotranszmitterek) szabadulnak fel, amelyek a szinaptikus résen átdiffundálva átviszik az ingerületet a posztzinaptikus membránhoz, majd elbomlanak. Ingerületátvivő anyagok: *acetilkolin, noradrenalin, adrenalin, dopamin, glutaminsav* stb. Ingerületátadáskor a membránok elektromos változásokat mutatnak.
- A végtalpas szinapszisokon kívül más szinapszisok is léteznek (két neuron között pl. a kehelyszerű, a fogaskerék és a kereszteződési szinapszis).
- *Működés* szerint, attól függően, hogy az átvivő anyag serkenti vagy gátolja az ingerületátvitelt, vannak *serkentő és gátló szinapszisok*.

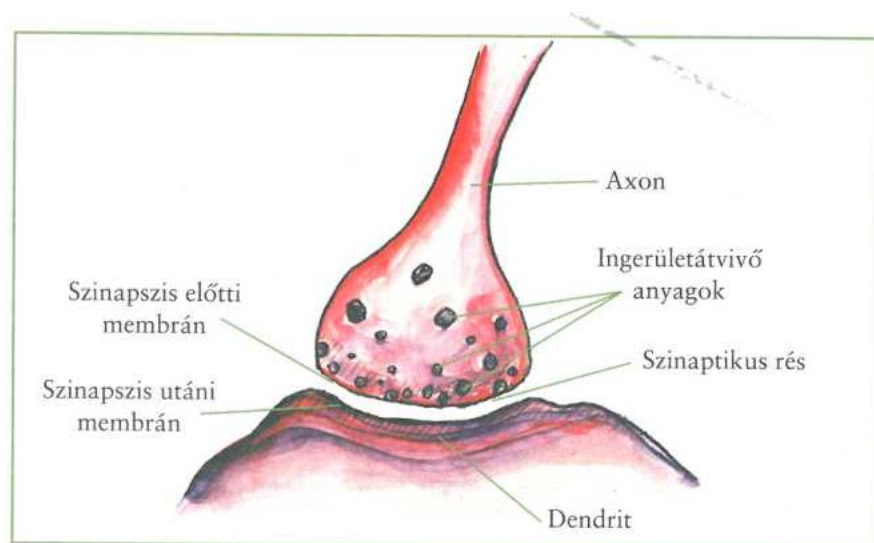
A neuronok és a mirigyek közötti szinapszis

A szinapszisban a neuronok mirigysejtekkel kapcsolódnak. A mirigyek kiválasztásában (secretio) van szerepük. Működésük során vagy serkentik, vagy gátolják a mirigyműködést.

A neuronok és az izmok közötti szinapszis szerkezete

A neuronok és izmok közötti szinapszisok hasonlóak a neuronok közötti szinapszisokhoz, azzal a különbséggel, hogy itt az idegrost végágai laposak, ún. véglemezek. Az idegrost végágainak sejthártyája a *szinapszis előtti membrán*. A *szinapszis utáni membránt* az izomrost sejthártyája alkotja. A neurontól az izomra átjutó ingerület összehúzza az izmot.

Az idegeitől megfosztott izom működésképtelen (idegártalom, bénulás esetén a beidegzési területéhez tartozó izom akkor sem képes működni, ha ép).



10.2. ábra. A végtalpas szinapszis szerkezete

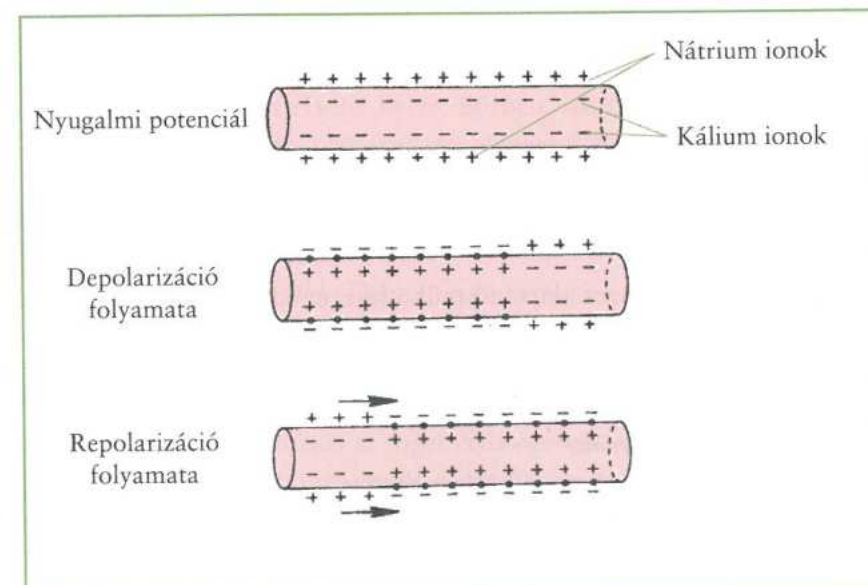
AZ INGERÜLETVEZETÉS ÉLETTANA

Az érzőideg-végződések a környezet fizikai-kémiai *ingereit felveszik*, élettani folyamattá, vagyis *idegingerületté alakítják* és így *vezetik tovább*.

A MEMBRÁNPOTENCIÁL

Az élő sejtek sejthártyájának, azaz membránjának külső és belső oldala között elektromos *feszültség- (potenciál) különbség* mérhető. A sejt belseje elektronegatív a külső felszínhez viszonyítva. Az idegrost/axon sejthártyája, az axolemma polarizált, ezt nevezzük *membránpotenciálnak* (90 mV, mikroelektrodával lehet mérni). A polarizáltság oka az ionok egyenlőtlen eloszlása a membrán két oldalán lévő folyadékterek között, ez a *nyugalmi membránpotenciál* (belső nagyobb a K^+ , kívül viszont a Na^+ koncentráció).

A nyugalmi potenciál a K-potenciál, ekkor a membrán a Na számára nem permeábilis (permeábilis: átjárható, áteresztő). Az idegrost membránja, az axolemma ingerületvezetés közben megváltoztatja elektromos tulajdonságait. Ezt *akciós membránpotenciálnak*, vagyis működés közben létrejött feszültségváltozásnak nevezzük. (A pozitív töltésű ionok, a kationok a membrán negatív töltésű oldalára vándorolnak, a negatív töltésű anionok pedig a pozitív oldalra áramlanak át.)



10.3. ábra. Membránpotenciál

Az akciós potenciál összehúzódást vált ki az izomban, az idegben pedig továbbfutó ingerületi állapotot okoz.

Az ingerület tehát nem más, mint az idegrost sejtmembránján végigfutó potenciálváltozás.

Kísérletileg igazolták, hogy a neuron membránján ingerületvezetés közben a következő változások mennek végbe:

- **Nyugalmi membránpotenciál:** Ilyenkor nincs ingerületvezetés, az idegrost belseje elektronegatív a külsejéhez képest. Az idegrost membránja polarizált, a K^+ -ionok belül, a Na^+ -ionok kívül helyezkednek el.
- **Depolarizáció:** Inger hatására potenciálváltozás következik be, nő a membrán átjárhatósága (permeabilitása), ionok áramlanak át rajta. Belseje elektropozitív, külseje negatívvá válik, átjárható lesz a Na számára. Így a Na^+ -ionok vándorolnak belülré, és K^+ -ionok vándorolnak a membránon kívülre. Az ionok vándorlása a membrán résein, az ún. *ioncsatornákon* történik. A depolarizáció – mint egy hullám – végigfut az idegen, ez maga az *idegingerület*, más néven idegimpulzus.
- **Repolarizáció:** Ismét visszaáll a membránon belüli elektronegatív és a külső elektropozitív állapot, a K^+ -ionok ismét a membránon belül, a Na^+ -ionok pedig kívül helyezkednek el. Az ún. „nátriumpumpa” kihajtja a Na^+ -ionokat az idegrost külső oldalára, és helyreáll a nyugalmi potenciál. A repolarizáció lassabban megy végbe, mint a depolarizáció.

Az idegingerület mindig csak egy irányban haladhat. Az ingerület sebessége 0,5–100 m/s. Minél vastagabb az idegrost, annál gyorsabb az ingerületvezetés. Az ingerület a Schwann- és velőshüvelyű idegrostokban „ugrásszerűen” terjed a (Ranvier-féle) befűződési pontokon, átugorva a két befűződés közötti velős szakaszt, ezért ezekben az idegrostokban igen gyors az ingerületvezetés. (A narkotikumok blokkolják az ingerületvezetést.)

Az idegrostok működésük során hő termelnek, anyagcserét folytatnak.

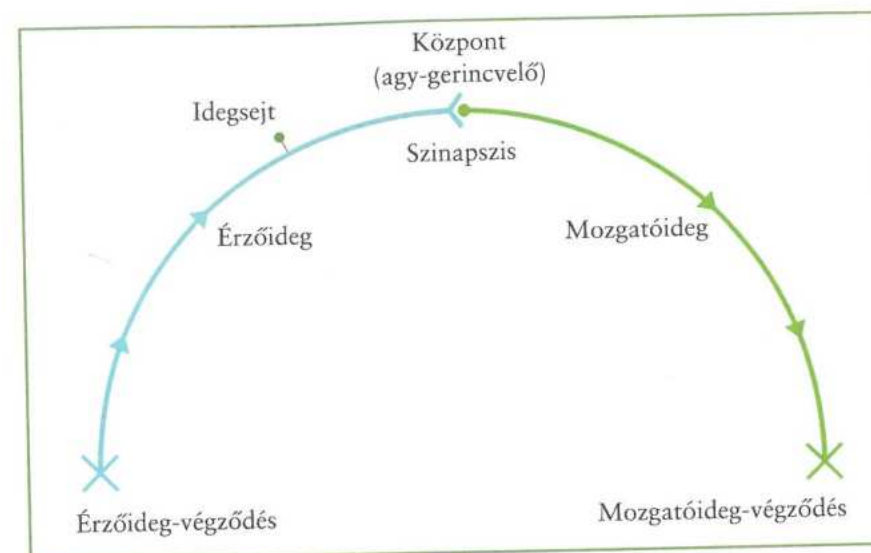
REFLEX, REFLEXÍV

A reflex fogalma: Az idegrendszer alapvető működése, az idegműködés élettani alapja. A reflexműködés anatómiai alapja a reflexív.

A reflexív fogalma: Út, amelyen az ingerület végigfut, az ingerlés helyétől a végrehajtó szervig. A reflexív egymásba kapcsolódó neuronokból áll.

A neuronok fajtái működés szerint:

- **Érzőneuronok:** Feladatuk az érzőingerületek szállítása.
- **Mozgatóneuronok:** Mozgatóingerületet szállítanak.
- **Átkapcsoló- (intercalaris) neuronok:** Az érző- és mozgatóneuronokat kapcsolják össze.



10.4. ábra. Az egyszerű (elemi) reflexív sémája

AZ EGYSZERŰ (ELEMÍ) REFLEXÍV RÉSZEI

Az egyszerű reflexív öt részből áll: érzőideg-végződés (receptor), érző- (afferens) ideg, reflexközpont, mozgató- (efferens) ideg, mozgatóideg-végződés (effektor). Mivel az agy- és gerincvelői (cerebrospinalis) idegrendszerre jellemző, *cerebrospinalis reflexívnek* is nevezik. A reflexívet vázlatosan félkörívvel szokták ábrázolni.

Érzőideg-végződés

Az érzőideg-végződés az ingerfelvétel helye. Bőrben, izomban és zsigerekben található. Felveszi a fizikai, kémiai, mechanikai ingereket és *idegingerületté alakítja*. Ide tartoznak az érzékszervek megfelelő ingerre reagáló érzőideg-végződése is. Általában jól alkalmazkodnak az ingerekhez, így a hideg-meleg hatást meg lehet szokni, a fájdalmat kiváltó ingerekhez azonban nem lehet hozzászokni.

Az ingerek erősségét *küszöbértékkel* lehet meghatározni:

- **A küszöb alatti inger:** Olyan gyenge intenzitású inger, amely még nem érzékelhető.
 - **Az ingerküszöb (vagy küszöbinger):** Olyan erősségű inger, amely már érzékelhető (mivel elérte a határértéket).
 - **Különbségi küszöb:** Olyan változás az inger erősségében, amelyet érzékelni tudunk.
 - **Felső küszöb:** Az a legnagyobb ingererősség, amit még érzékelni tudunk.
- A *maximális inger* olyan erősségű inger, amelyet tovább növelve nem változik a válaszadás erőssége.

Érzőideg

Az érzőideg az ingerületet a környéki részek (periféria) felől az *idegrendszeri központok felé továbbítja*. Többnyire olyan érzőneuron része, amely álegynyúlványú, idegsejtje a csigolyák közötti dúcban vagy pedig az agyidegek dúcában helyezkedik el, idegrostjának egyik ága a periféria felé, a másik a központ felé fut.

Reflexközpont

A reflexközpont a központi idegrendszerben (agy- és gerincvelőben) található, az ingerület átkapcsolási helye, itt az ingerület egyik neuronról áttevéődik a másikra.

Mozgatóideg

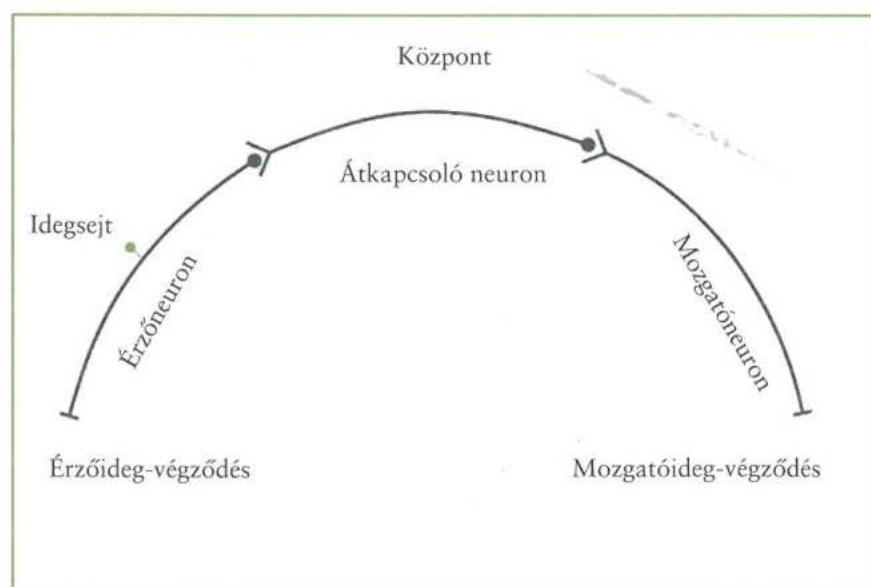
A mozgató- (motoros) ideg az ingerületet a központok felől továbbítja a periféria felé. Olyan neuron része, amelynek az idegsejtje a gerinc- vagy az agyvelőben található.

Mozgatóideg-végződés

A mozgató- vagy végrehajtóideg-végződések a reflex válasz helyén, a vázizomban, a simaizomban (pl. az érfalban) és a mirigyekben találhatók. A mozgatóideg-végződéseket mozgató-neuronok végelágazásai, végfáscskái alkotják.

A REFLEXEK JELLEMZŐI

- Az egyszerű, elemi reflexívekben egy érzőneuron kapcsolódik egy mozgatóneuronhoz. Ezek a kétneuronos, *egyszinapszisos* (monoszinaptikus) reflexívek.
- Az összetett reflexívekben az érző- és mozgatóneuron között egy vagy több átkapcsoló neuron található. Ezek a többneuronos, *többszinapszisos* (poliszinaptikus) reflexívek. A szervezetben gyakoribbak az összetett reflexívek. Az inger hatásától a reflexmozgásig eltelt idő a *reflexidő*. A térdreflex ideje 0,02 s.
- Legalacsonyabb szintűek a *gerincvelői reflexek*, magasabb szintűek az *agytörzsi reflexek*, legmagasabb szintűek az *agykérgi reflexek*. A szintek egymásra épülnek. Az agy működése befolyásolja a reflextevékenységet, ilyen pl. a köhögés és tüsszentés visszatartásának a képessége.



10.5. ábra. Többneuronos reflexív

- A működő reflexekkel szemben érvényesülnek a *gátló reflexek*, amelyek a reflextevékenységgel egy időben hatnak, de akadályozzák az ingerületi folyamatokat.
- A reflexek olyan idegfolyamatok, amelyek inger hatására akarattól függetlenül váltják ki a szervek reakcióját. A válaszreakció mindig egyformán következik be, a szervezet védelmét, megfelelő működését szolgálja (könnyezés, nyáleválasztás, védekező mozgások). Ezek az ismérvek a *veleszületett* (feltétlen) reflexekre jellemzőek. A feltétlen reflexekre épülnek az élet során a *tanult* (feltételes) reflexek.

Az idegrendszer alapjelensége, a reflex öröklött sajátosság. Bár az ember tudattal rendelkező, gondolkodó lény, szervezetének működése mégis többségében reflextevékenység.

AZ IDEGRENSZER FELOSZTÁSA

Az idegrendszer anatómiai és élettani szempontból egységes egész, tanítási-tanulási szempontok miatt mégis indokolt felosztani.

Agy- és gerincvelői idegrendszer (cerebrospinalis)				Vegetatív idegrendszer			
központi		környéki		központi		környéki	
gerincvelő	agyvelő	gerincvelő-idegek	agyidegek	szimpatikus	para-szimpatikus	szimpatikus	para-szimpatikus

10.1. táblázat. Az idegrendszer felosztása

AZ IDEGRENSZER ANATÓMIAI FELOSZTÁSA

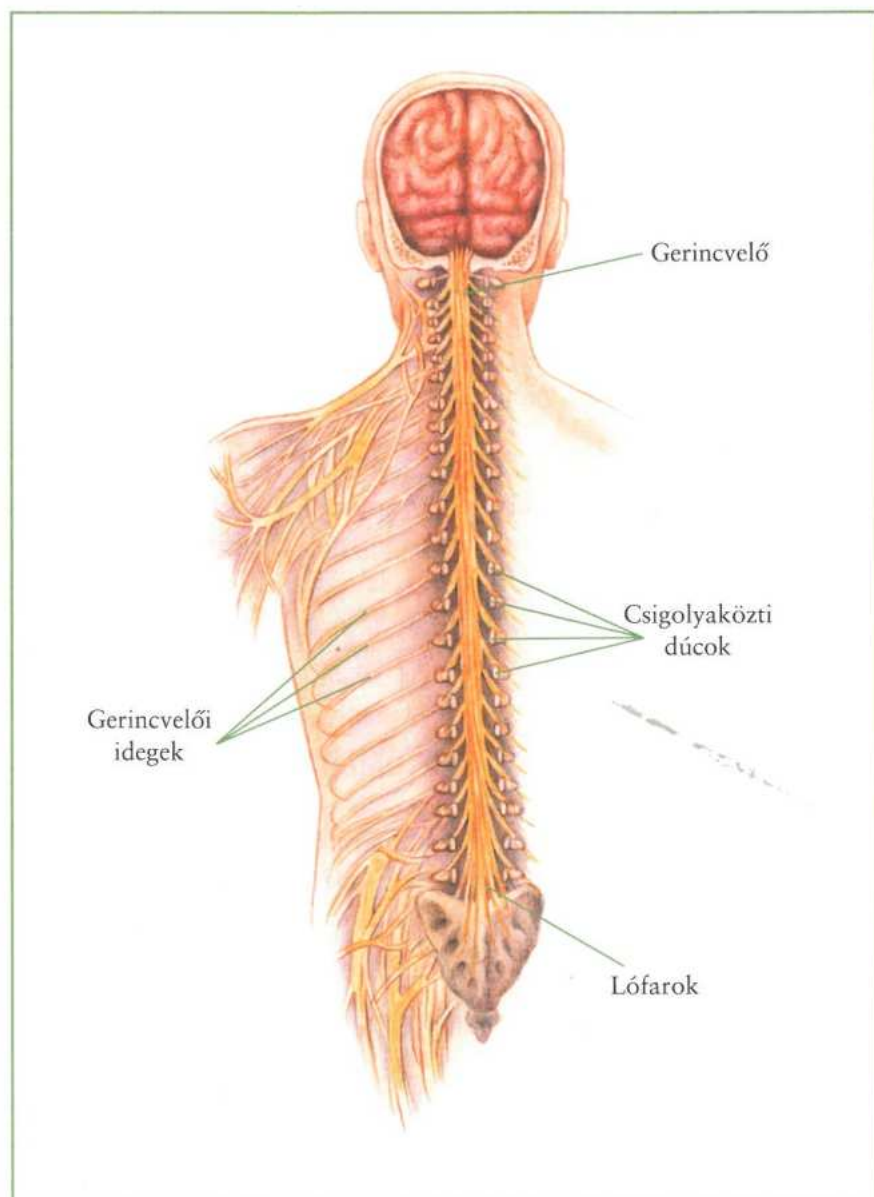
A *központi* (centrális) idegrendszerhez tartozik a *gerincvelő* és az *agyvelő*. A *környéki* (perifériás) idegrendszerhez tartozik a 31 pár *gerincvelői ideg* és a 12 pár *agyideg*.

AZ IDEGRENSZER MŰKÖDÉSI FELOSZTÁSA

- A *testi* (szomatikus) idegrendszerhez tartoznak a külvilág ingereire akaratlagos testmozgásokkal reagáló idegműködések.
- A *vegetatív* idegrendszerhez tartoznak az akarattól független életműködések.

KÖZPONTI IDEGRENDSZER: A GERINCVELŐ

A GERINCVELŐ FELÉPÍTÉSE



10.6. ábra. A gerincvelő hátulnézetben

A gerincvelő (medulla spinalis) a központi idegrendszernek a gerinccsatornában elhelyezkedő része. Kisujjnyi vastag, hengeres test, az öreglyuktól az 1–2. ágyéki csigolyáig húzódik, ahol kúpszerűen elkeskenyedve végződik. Hosszirányban nem tölti ki teljesen a gerinccsatornát. Az 5–6. nyakcsigolya és a 12. hátcsigolya magasságában duzzanat látható rajta, innen erednek a felső és az alsó végtagot ellátó nagy idegek.

- Három kötőszöveti burok veszi körül, amely védi és rögzíti. (Szerkezete hasonló az agyvelő burkaihoz, ezért ott kerül ismertetésre.)
- A gerincvelő *szakaszainak* elnevezése megegyezik a csigolyák elnevezésével, vagyis *nyaki, háti, ágyéki, keresztcsonti és farki* szakaszra osztható.
- *Szelvényezettsége* a be-, ill. a kilépő 31 pár gerincvelői ideggel magyarázható, ennek megfelelően 31 szelvényre tagolódik.

Mivel az első nyaki idegpár a nyakszirtcsont és az első nyakcsigolya között lép ki, a nyaki szelvények száma nyolc (nem hét, mint a nyakcsigolyák száma).

A SZAKASZOK ÉS A SZELVÉNYEK JELÖLÉSE

- A *nyaki* (cervicalis) szakasz 8 szelvényből áll (C_1-C_8).
- A *mellkasi/háti* (thoracalis) szakasz 12 szelvényből áll (Th_1-Th_{12}).
- Az *ágyéki* (lumbalis) szakasz 5 szelvényből áll (L_1-L_5).
- A *keresztcsonti* (sacralis) szakasz 5 szelvényből áll (S_1-S_5).
- A *farki* (coccygealis) szakasz csökevényes, 1 szelvényből áll (Coc).

Az egyes szelvények 1–2 cm hosszúak. A gerincvelői idegek a csigolyák közötti nyílásokon lépnek ki. Mivel a gerincvelő szelvényei rövidebbek, mint egyes csigolyák hossza, ezért ahhoz, hogy az idegek a saját nevüknek megfelelő csigolya közötti nyíláson lépjenek ki, előbb függőlegesen lefelé kell haladniuk. Így jön létre a gerinccsatorna alsó részében a lefelé futó, lófarok-szerűen elhelyezkedő idegek összessége, a *lófarok* (cauda equina).

A gerincvelő teljes hosszában barázdák húzódnak végig.

A gerincvelő barázdái

- Elöl középen a gerincvelő hosszán egy mély *mellső hasadék* fut végig.
- Hátul középen egy sekélyebb *hátsó barázda* húzódik hosszirányban.
- Mindkét oldalon egy hátsó és egy elülső hosszirányú *oldalbarázda* található, az idegek be- és kilépési helyének vonalában.

A mellső hasadék és a hátsó barázda a gerincvelőt jobb és bal szimmetrikus félre osztja.

A GERINCVELŐ KERESZTMETSZETÉNEK MAKROSZKÓPOS SZERKEZETE

A gerincvelőben *belül a szürkeállomány* (substantia grisea), *kíül a fehérállomány* (substantia alba) helyezkedik el.

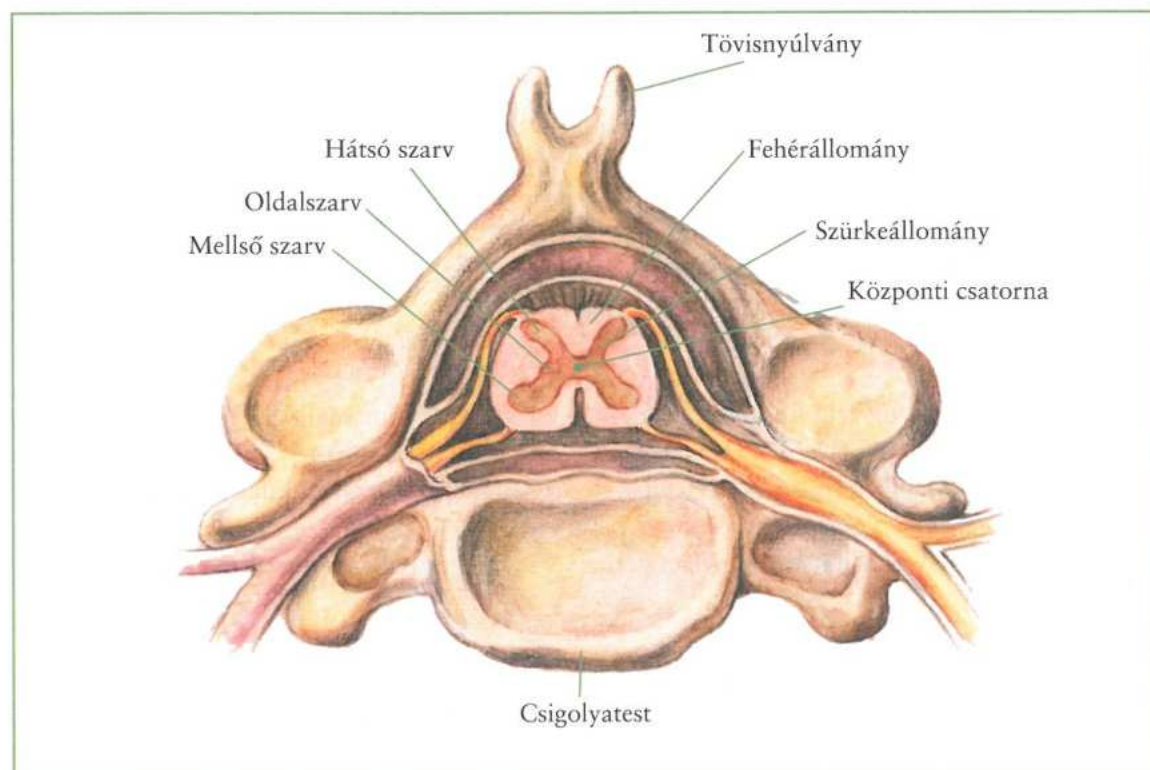
A gerincvelő keresztmetszeti képén szabad szemmel jól megkülönböztethető belül a pillangó alakú szürkeállomány és a körülvevő külső fehérállomány. A gerincvelő a középsík mentén szimmetrikus felépítésű.

A szürkeállomány részei

- A *hátsó szarvak*: Két keskenyebb, hosszabb kitüremkedés hátirányban.
- A *mellső szarvak*: Két vastagabb, domborúbb kitüremkedés mellirányban.
- Az *oldalsó szarvak*: Két tompább, rövidebb oldalirányú kitüremkedés.
- A *központi csatorna* (canalis centralis): Tűszúrásnyi csatorna, a gerincvelő közepén fut végig hosszirányban.

A gerincvelőn lefelé haladva a szürkeállomány aránya nő, míg a fehérállományé csökken.

A *fehérállományt* a szürkeállomány mellső és hátsó szarvai *négy hosszanti kötegre* osztják: az elülső, a hátulsó és a két oldalsó kötegre.



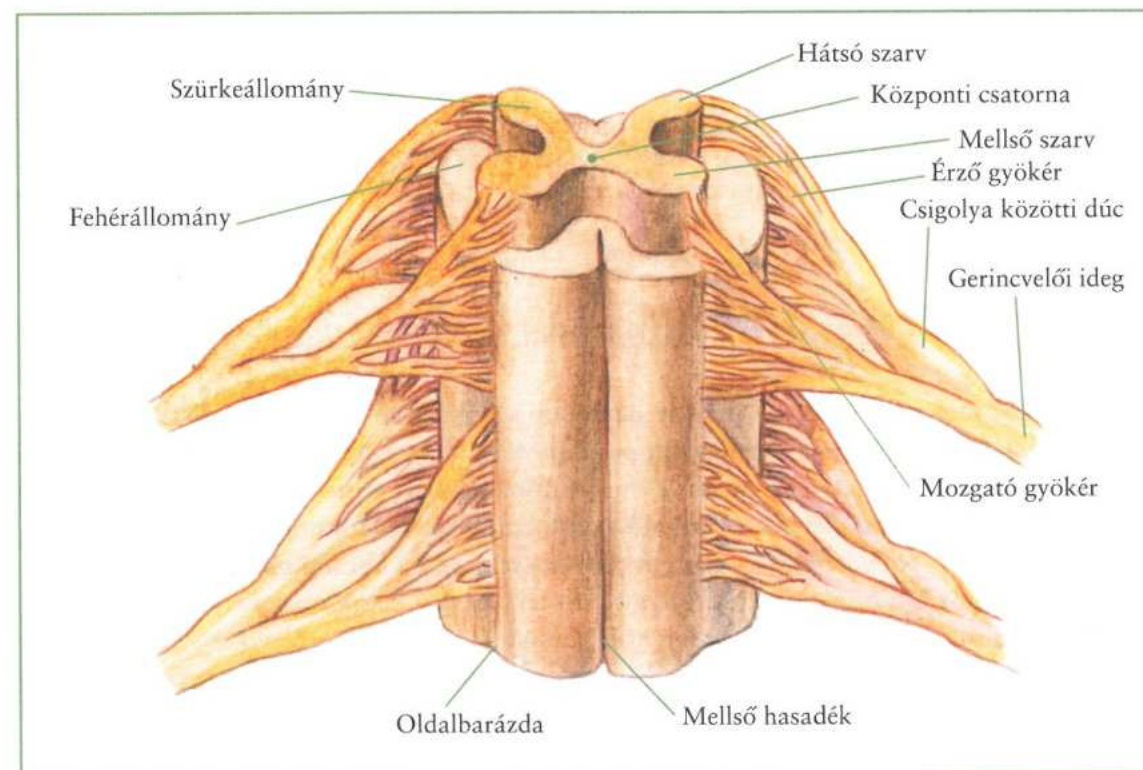
10.7. ábra. A gerincvelő keresztmetszete: a gerincvelő a gerincscsatornában

A GERINCVELŐ MIKROSZKÓPOS SZERKEZETE

- A *szürkeállományt* szövettanilag a neuronok *sejttestei* építik fel:
 - A hátsó szarvban *érzőidegsejtek* találhatók.
 - A mellső szarvban *mozgatóidegsejtek* helyezkednek el.
 - Az oldalsarvak a *vegetatív idegsejteket* tartalmazzák.
 A szürkeállományban találhatók még a gerincvelő egyes részeit összekötő neuronok sejttestei is.
- A *fehérállományt* szövettanilag a neuronok *nyúlványai* építik fel, amelyek a gerincvelőben idegpályákat alkotnak.

A GERINCVELŐ PÁLYARENSZERE

A pályarendszerek pályákból épülnek fel. A periféria és a magasabb agyközpontok között teremtenek kapcsolatot. A fehérállományban három pályarendszer fut: a *felszálló*, a *leszálló* és a *belső/saját* pályák.



10.8. ábra. A gerincvelő keresztmetszete: a gerincvelő és a gerincvelői idegek

A FELSZÁLLÓ- VAGY ÉRZŐPÁLYARENSZER

A felszálló- (afferens), érzőpályarendszerek a *periféria felől érkező ingerületeket szállítják az agyközpontok felé*. A gerincvelői idegek érző idegrostjai érzőgyökérrel lépnek be a hátsó szarvba, innen indulnak a felszálló pályák, amelyek a fehérállományban az agy irányába többféle úton haladnak tovább.

- A pályák idegrostjainak egy része *azonos oldalon* halad felfelé, így a jobb testfélből induló ingerület a gerincvelő jobb oldalán haladó pályán fut, a bal testfélből pedig a bal oldalon.
- A pályák idegrostjainak más részei kereszteződve, az *ellenkező oldalon* haladnak felfelé, így a jobb testfélből induló ingerület a bal oldalon (és fordítva) fut tovább. Ezért fordulhat elő, hogy a gerincvelő féloldali sérülésekor a sérülés alatt, az ellenkező testfélen jelentkezik a hővel és fájdalommal szembeni érzéketlenség.
- A *hátsó köteg pályái* a nyúltvelő irányába haladnak, innen kereszteződve a köztiagy részén (thalamus) át az agykéregig futnak. A megismerő (gnosticus) érzések (helyzet-, súly-, alakérzékelés) ingerületeit szállítják az agykéregbe. A tudatosuló érzések ingerületeit vezetik az agykéregbe.
- Az *oldalsó köteg pályái* részint azonos oldalon, részint kereszteződve haladnak a kisagyhoz. A törzs és a végtagok izmai, ízületei felől az egyensúly és izomtónus megtartásához szükséges ingerületeket szállítják. A nem tudatosuló érzések ingerületeit vezetik a kisagyba.
- Az *elülső köteg pályái* a veleszületett érzések (fájdalom, hőérzékelés) érzőingerületeit szállítják. Kereszteződve, a köztiagyon át az agykéregbe futnak.

Az érzőingerületek többségét (helyzet, mozgás, súly, alak, tapintás, fájdalom) közvetítő felszállópályarendszer a nyúltvelőig, innen kereszteződve, a talamuszon át egészen az agykéreg érzőközpontjába, a nagyagyban lévő *hátsó központi tekervénybe* (gyrus postcentralis) érkezik. Az érzékelt jelenségek itt tudatosodnak.

A LESZÁLLÓ-, MOZGATÓPÁLYA-RENDSZEREK

A leszálló-, mozgató- (efferens) pályarendszerek az *agyközpontok és a periféria között teremtenek kapcsolatot*. Az agy mozgatóközpontjaitól indulnak, a gerincvelő elülső szarvának mozgató idegsejtjeinél, illetve az agyidegek mozgatómagjaiban végződnek. Átadják az agyból jövő mozgásos válaszingerületet a gerincvelő mellső szarvában lévő mozgatóidegsejteknek.

Két mozgatópályarendszer és a vegetatív pályák tartoznak a leszálló pályákhoz.

- A *piramispályarendszer* pályái a nagyagyban lévő *elülső központi tekervény* (gyrus precentralis) piramis alakú agykérgi sejtjeitől indulnak, mozgatóingerületeket szállítanak. Az idegrostok többsége az agytörzsben – más része a gerincvelőben – *keresztezi egymást* és *ellenkező oldalon* halad lefelé (egyoldali agyvérzés következtében az ellenkező oldali testfél bénul).

A rendszer leghosszabb pályája, a *piramispályá* a gerincvelő elülső szarvának mozgatósejtjeihez szállít akaratlagos mozgatóimpulzusokat.

A piramispályarendszer az *akaratlagos, tanult, nagy alapmozgások* ingerületeit szállítja, az emberben igen fejlett.

- Az *extrapiramidális pályarendszer* pályái a kéreg alatti dúcokból indulnak (a nyúlt-, a közép- és a kisagyból), szintén mozgatóingerületeket szállítanak. Egy részük kereszteződve halad a gerincvelő mellső szarvához. Az extrapiramidális rendszer sokkal összetettebb, mint a piramispályarendszer, a részmozgásokat harmonikus egésszé rendezi, az automatikus kísérő mozgásokat kivitelez. Olyan mozgásokért felelős, amelyek a tanulás során automatikussá válnak (tánc, úszás, járás stb.). E pályarendszer szállítja továbbá a védekező, a támadási, a menekülési mozgások ingerületeit, valamint az érzelmeket kifejező gesztusokét is (pl. vállvonogatás, arcfintor).
- A *vegetatív pályák* szintén a leszálló pályákhoz tartoznak. Rostjai az agy vegetatív központjaitól haladnak az agytörzsön, a gerincvelőn lefelé az oldalszárny vegetatív sejtjeiig, ahonnan a gerincvelői és az agyidegekkel együtt futnak, mint vegetatív idegek, a perifériára. A vegetatív pályák által szállított ingerületek szabályozzák a zsigerek pl. a gyomor-bélrendszer, a légzőrendszer, a nemi szervek, a húgyhólyag, valamint a szív, az erek és a verejtékmirigyek működését.

A BELSŐ, SAJÁT PÁLYARENSZEREK

A belső pályák rövidek, szemben a fel- és leszálló pályákkal, amelyek hosszúak. A gerincvelőben erednek és itt is végződnek, nem futnak az agyba. A gerincvelő egyes szelvényeinek működését hangolják össze.

- Az *eresztéki pályák* (comissurális) összekapcsolják a gerincvelő jobb és bal oldalát, ezenkívül összeköttetést teremtenek egyes szelvények között is.
- A *társító pályák* (asszociációs) felelősek pl. az alsó és felső végtagok összerendezett mozgásáért.

A GERINCVELŐ MŰKÖDÉSE, GERINCVELŐI (ELEMI) REFLEXEK

A gerincvelő a feltétlen reflexműködés központi szerve. A feltétlen reflexek veleszületett sajátosságok, már az újszülöttnél is működnek. Működésük kizárólag a gerincvelőhöz kötött (az agy működése nélkül is kiválthatók).

Ide tartoznak az *izomeredetű*, a *bőreredetű* és a *vegetatív* (zsigeri) reflexek.

AZ IZOMEREDETŰ REFLEXEK

Az izomeredetű (proprioceptív) reflexek, más néven saját reflexek, kétneuronos reflexívek, vagyis egy érző- és egy mozgatóneuronból állnak. Jelentőségük, hogy megvédik az izmokat a rájuk ható passzív erőttől, biztosítják az izmok hosszát és az ízület helyzetét egy meghatározott testtartásban. Ide tartoznak a *feszítési* vagy *ínreflexek*.

A feszítési vagy *ínreflexek* a megfelelő testtartásért felelősek, az izomtónust tartják fenn, főleg a törzs, a nyak és az alsó végtag feszítőizmaiban.

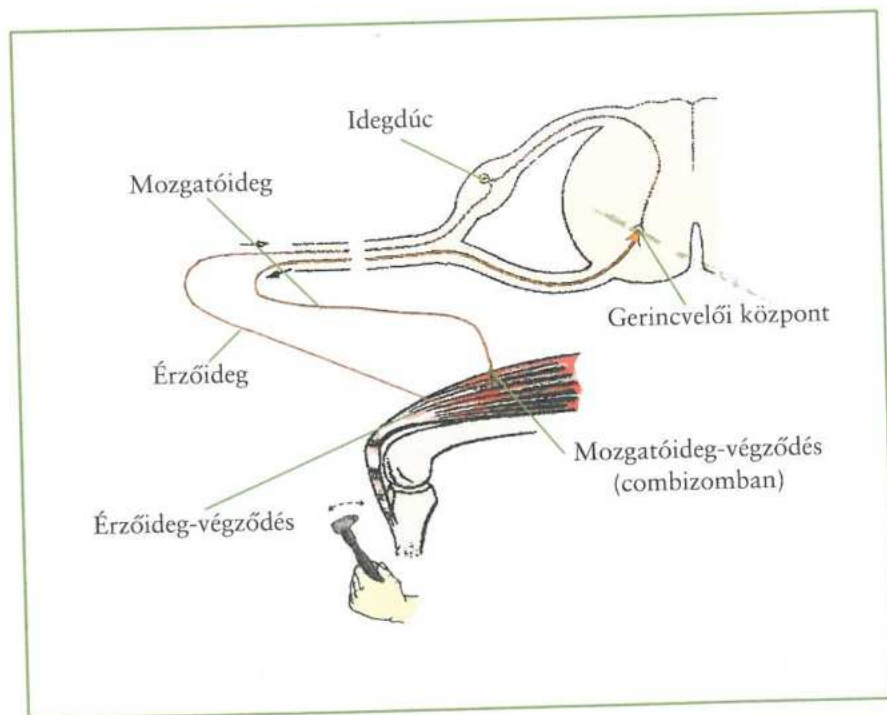
Reflexívében az *érző- és a mozgatóideg-végződés is az izomban* található. Az izom ingerfelvő érzőideg-végződése az ún. *izomorsók és ínorsók*.

A feszítési reflex lényege, hogy az izmok nyújtása (feszítése) ingerületben tartja az izom érzőideg-végződéseit. Az érzőingerület befut a gerincvelőbe, áttevődik a mozgató- neuronra, a mozgatóideg válaszingerülete pedig a mozgatóideg-végződés révén ugyanazon izom feszességét tartja fenn. Az izomfeszességnek köszönhető pl. a testtartás vagy olyan egyszerű jelenség, amikor egy tárgyat hosszabb ideig tartunk kézben anélkül, hogy leejtenénk.

Ide tartozik az orvosi gyakorlatban legtöbbször vizsgált *térdreflex* (patellareflex). Vizsgálatkor a reflexkalapáccsal a combizom térdkalács alatt tapadó inas részét *inger* éri (enyhén megütik) ennek következtében a comb feszítőizma, a négyfejű combizom megnyúlik, az izomorsók ingerületi állapotba kerülnek, ez váltja ki a reflexet. Az *ingerület* az érzőidegen keresztül befut a gerincvelőbe, majd a mozgatóidegre áttevődve a comb feszítőizmában lévő végrehajtó ideg-végzésekbe jut, aminek hatására a combizom összehúzódik, a lábszár előrelendül, ez a *reflexválasz*. A reflexet ülő helyzetben, keresztbe tett combokkal vizsgálják.

Az ínreflexek könnyen kiválthatók. A reflexív bármelyik részének károsodása, hibás működése esetén nem jön létre reflexválasz.

Ha egy izom összehúzódik, akkor a vele ellentétes működésű izom elernyed, mivel egy hajlítóizmot működtető reflexszel szemben mindig hat egy *gátló reflex*, amely ellazult állapotban



10.9. ábra. Térdreflex

tartja ugyanazon testrész feszítőizmát. Ez a *reciprok beidegzés elve*. Így pl. az alkar hajlítása-kor összehúzódik a kétfejű karizom, és gátolt a vele ellentétesen működő feszítőizom, a háromfejű karizom.

Az izomzat alaptónusának, az ízületek helyben tartásának érdekében viszont a hajlító- és feszítőizmoknak egyszerre kell összehúzódni, ami csak úgy lehetséges, ha az említett gátló hatás megszűnik, és az ellentétesen működő izmok együtt húzódnak össze. Ezt egy bonyolult idegi mechanizmus biztosítja, ugyanis a gátlás gátlása érvényesül (Eccles-féle disinhibíció).

A BÖREREDETŰ REFLEXEK

A bőreredetű (exteroceptív vagy nociceptív) reflexeket másképp idegen reflexeknek is nevezzük. Reflexívük *többneuronos*: az érző- és mozgatóneuron között átkapcsoló neuronok is vannak.

Az *érzőideg-végződés a bőrben*, a *mozgatóideg-végződés az izomban* található. A recepto-
rok a bőrben elhelyezkedő hő, fájdalom és tapintó érzőideg-végzések.

A klinikai gyakorlatban gyakran vizsgált bőrreflexek

- *Hasbőrreflex*: A hasbőr ingerlésére az azonos oldali hasizom összehúzódik.
 - *Talpreflex*: A belső talpszél ingerlésére a lábujjak behajlanak.
 - *Cremaster-reflex*: A comb belső részének ingerlésére a herezacskó azonos oldala felhúzódik.
- A bőringerek kiváltására az ún. érzésvizsgálót használják, amelynek az egyik vége hegyes, tűhöz hasonló, a másik pedig ecetszerű.

Védekező reflexek (flexor reflexek)

Többsége bőreredetű reflex, hatására a forró vagy hegyes tárgyak érintésére visszarántjuk a kezünket. A reflexválasz olyan mozgás, amely elhárító jellegű, távolodik az ingertől. Ha pl. a lábunk nagyujját fájdalominger éri, akkor azt a végtagunkat reflexesen visszahúzzuk, behajlítjuk, ezzel egy időben a másik végtag megfeszül, ledobbant, ami támaszul szolgál.

A VEGETATÍV REFLEXEK

A vegetatív (akarattól független) működéseket szabályozó reflexekről kevesebbet tudunk, mivel a reflexválasz lassan jön létre, és a gerincvelő elemi reflexeire magasabb rendű agyi reflexek épülnek rá, ami tanulmányozásukat megnehezíti.

A vegetatív reflexek alapjai többneuronos reflexívek.

Az *érzőideg-végződés* és a *végrehajtóideg-végződés* is a belső szervben, vagyis zsigerekben, izmokban, vagy bőrben található.

A vegetatív reflexív *érző ága* a periféria felől a gerincvelő hátsó szarvába a hátsó gyökéren lép be. *Mozgató ága* átkapcsoló neuronokon keresztül az oldalszarv vegetatív sejtjeiről a gerincvelői ideggel együtt fut vissza a periféria felé.

A reflexív efferens (kivezető, elvezető) ága két részből, egy *dúc előtti* és egy *dúc utáni neuronból* áll. (l. a 10.24. ábrát)

A vegetatív reflexek egy része a zsigereket idegzi be, más részük a testfal vegetatív beidegzéséért felelős.

Gerincvelői vegetatív reflexek

- *Hashártya* (peritonealis) *reflex*, a hashártya által fedett szerv betegsége esetén a hashártya gátolja a szomszédos szervek működését (pl. vakbélgyulladásnál csökken a bélműködés).
- *Izomvédekezési* (défense musculaire) *reflex*: valamely hasi szerv betegsége esetén a szerv feletti hasizom keménnyé (néha deszkakeménnyé) válik, mintegy védve az alatta lévő beteg szervet. A beteg szerv feletti bőrterület általában fájdalmas lesz.
- A *vizelet- és székletürítési reflexek* központjai a gerincvelő ágyéki és keresztcsonti szakaszán vannak.
- A *nemi működés reflexközpontja* az ágyéki és keresztcsonti szelvényekben található.

A gerincvelő alsó szakaszainak sérülései vizelet- és széklet-visszatartási képtelenséggel, férfiaknál a nemi működés képtelenségével (impotentia) járnak.

KÖZPONTI IDEGRENDSZER: AZ AGYVELŐ

Az agyvelő (encephalon) a központi idegrendszer koponyaüregben elhelyezkedő része. Fejlődéstörténetileg az idegrendszer legfiatalabb képződménye az agykéreg, vagyis annak bizonyos részei, mert a törzsfejlődés során a legkésőbbi időkben fejlődött ki. Az emberi agyvelő 1200–1500 g tömegű (az emberszabású majmoké 300–800 g). Az emberré válás folyamatában az arckoponya és az agykoponya aránya megváltozott, az agykoponya nagyobbá vált.

Az élővilágban az emberi agyvelő (testtömeghez viszonyított) tömege a legnagyobb. Legfejlettebbek az előagyhoz tartozó nagyagyféltekék, amelyeknek a kérgi részében alakult ki a *beszéd* és *gondolkodás* képessége.

Az újszülöttek agyvelőtömege 360–370 g, kilenck hónapos korban ennek a kétszerese, nyolcéves korban a háromszorosa. Végleges tömegét 18–20 éves korban éri el.

Mivel az idegsejtek nem osztódnak, a tömeggyarapodás az idegrostok velősődésével és kötőszövetének gyarapodásával magyarázható.

Átlagosan ötvenéves kortól az agyvelő tömege lassan csökken, 80 éves korra akár 80 g is lehet a tömegvesztés.

AZ AGYVELŐ FEJLŐDÉSE

Az emberi agy fejlődése során, a méhen belüli életben a velőcső feji részén három *elsődleges* (primer) *agyhólyag* keletkezik, amelyből öt *másodlagos* (secunder) *agyhólyag* fejlődik ki, és ebből jönnek létre az egyes agyrészek. Ennek megfelelően alakul ki az *elő*-, a *közép*- és az *utóagy*. (A primer agyhólyagok a 7 mm hosszúak embrióban, a szekunder agyhólyagok a 10 mm-es embrióban már elkülönülnek.)

Az embrionális kor közepéig az agy felszíne sima, ettől kezdve jelennek meg a felszínén a *tekervények* és a *barázdák*.

Az agyban a *szürkeállomány kívül*, a *fehérállomány belül* helyezkedik el (fordítva, mint a gerincvelőben).

A halak, a kételtűek és a hüllők előagyának eltávolítása nem jár az életműködések megváltozásával, a madaraknál ebben az esetben a tanult reflexek nem működnek. A kutyák tájékozódó képessége megszűnik, az összes tanult reflex hiányzik az előagy eltávolítása után. Agykérgi működés nélkül az ember élete elképzelhetetlen (de lehetséges).

AZ AGYVELŐ FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

Az agy felosztható fejlődéstani és anatómiai szempontok alapján.

- | | |
|------------------------------|---|
| I. Utóagy (rhombencephalon) | ➤ híd, kisagy (metencephalon)
➤ nyúltagy (myelencephalon) |
| II. Középagy (mesencephalon) | |
| III. Előagy (prosencephalon) | ➤ nagyagyféltekék/végagy (telencephalon)
➤ köztiagy (diencephalon) |

10.10. ábra. Az agy részei fejlődéstani felosztás szerint

- | | |
|-------------------------------|--|
| I. Agytörzs (truncus cerebri) | ➤ nyúltagy (medulla oblongata)
➤ híd (pons)
➤ középagy (mesencephalon) |
| II. Kisagy (cerebellum) | |
| III. Köztiagy (diencephalon) | ➤ thalamus
➤ hypothalamus |
| IV. Nagyagy (cerebrum) | |

10.11. ábra. Az agy részei anatómiai felosztás szerint

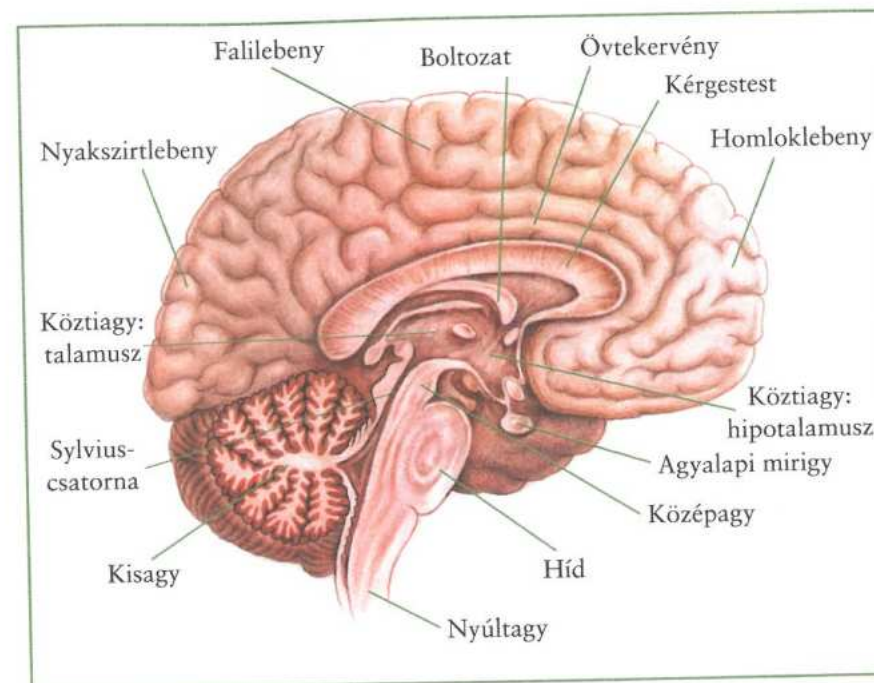
A következőkben az ismertetés az anatómiai felosztást követi.

AZ AGYTÖRZS

Az agytörzs részei: a nyúltvelő (vagy nyúltagyvelő, nyúltagy), a híd és a középagy.

A NYÚLTVELŐ

A nyúltvelő (medulla oblongata) a gerincvelő folytatása, az öreglyuktól a hídig terjed. Felfelé szélesedő, csonkakúp alakú agyrész. Az öreglyuknál keresztmetszetén belül még a gerincvelőre jellemző, pillangó alakú szürkeállomány látható, amely feljebb fellazul, hálózatos sejtszerkezert alkot (*formatio reticularis*). Ez a sejtszerkezet az agytörzsben végig megtalálható.



10.12. ábra. Az agy középsíkú metszete

A gerincvelő hasadéka és barázdái jól láthatóan folytatódnak a nyúltvelőn is. A gerincvelő fel- és leszálló pályák áthaladnak rajta. A piramispálya kereszteződése előtt, dudor formájában a nyúltvelő gerincvelői végénél szabad szemmel is felismerhető.

A nyúltvelő oldalsó szélén a híd alatt ovális duzzanat emelkedik ki (oliva). Négy pár agyideg ered innen, amelyek gyökereit a kilépés helyén szabad szemmel is látni lehet (a IX., X., XI. és a XII. agyideg).

A nyúltvelőben található a létfontosságú légző- és érmozgató központ, ezenkívül a védekező és táplálkozási feltétlen reflexműködések központja.

A HÍD

A híd (pons) gesztenye alakú és nagyságú, domború kiemelkedés az agyalon a középvonalban, a nyúltagy és a középagy között. Alakja régi kőhídhöz hasonlít. Harántul rovátkolt felszínén közepesen hosszirányban egy sekély barázda húzódik.

A híd összekötő pályákat közvetít a nagyagy és a kisagy között. Kétoldalt elkeskenyedek és az ún. hídkarokkal benyomul a kisagy állományaiba. A híd négy pár agyideg kilépési helye (az V., VI., VII. és VIII. agyideg).

A KÖZÉPAGY

A középagy a híd és a köztiagy közötti agyrész, a III. és IV. agykamrát összekötő Sylvius-csatornát veszi körül. A középagy az agyalapon a középvonalban jól látható.

A középagy részei:

- Az *agykocsányok*, amelyeknek a szárai a hídtól a nagyagy felé haladnak. Két, ujjnyi vastag, fehér, hengeres test alkotja.
- Az *ikertesteket* négy kiemelkedő gumó alkotja az agykocsányok fölött. A *felső kettő* a látás, az *alsó kettő* a hallás reflexfolyamatában vesz részt. A felső két ikertest között helyezkedik el a tobozmirigy.
- A *magvakat* az agykocsányban lévő idegsejtcsoportok képezik. A festéktartalmú *feketemag* és a *vörösmag* az extrapiramidális mozgások központi helye. A középagyból lép ki a III. és IV. agyidegpár.

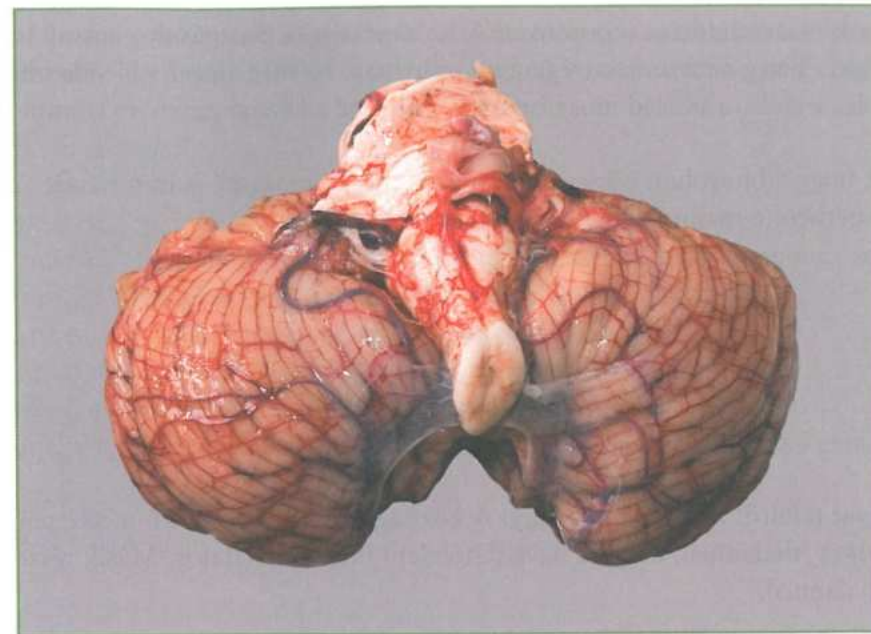
AZ AGYTÖRZS MŰKÖDÉSE

Az agytörzs, vagyis a nyúltagy, a híd és a középagy működési egységet alkot, ez a feltétlen reflexközpontok helye.

- *Életfontosságú központjai* a nyúltvelőnél már említett légző- és keringési központ.
- *Védekezőreflexek:*
 - A tüsszentési reflexet az orr nyálkahártyáját izgató inger váltja ki.
 - A köhögési reflex a felső légutakat izgató anyagok ingerére jön létre.
 - A könnyezési, pislogási reflexet a szembe kerülő idegen anyagok váltják ki.
 - A szaruhártya- (cornea) reflex, amikor a szem szaruhártyáját érő ingerekre a szemhéj záródik.
 - A pupillareflex lényege, hogy a pupilla (szembogár) fény hatására szűkül, sötétben kitágul.
- *Táplálkozási reflexek:*
 - A nyáleválasztási reflex kiváltó ingere a szájüregbe jutó táplálék.
 - A nyelési reflexet a nyelvgyököt ingerlő táplálék váltja ki.
 - A hányási reflex kóros állapotban a szervezet védekező reflexe.
 - A szopási reflex: a csecsemő, ha ajkait megérintik, szopómozgást végez (még alvás közben is).

A KISAGY

A kisagy (cerebellum) a nyakszirtcsont homorulatában, a nagyagy által takartan, a híd és a nyúltagy mögött helyezkedik el. A nagyagytól mély, harántul futó hasadék választja el. Környezetéhez: a középagyhoz, a hídnak és a nyúltagyhoz egy-egy pár karral, vagyis idegrostkötéssel kapcsolódik. Bennük futnak a kisagyba beérkező és onnan induló pályák. A kisagy két



10.13. ábra. A kisagy, nyúltagy és a híd boncképe

féltekéből (hemispherium) áll. A féltekéket középen egy kisujnyi vastag, harántul rovátkolt, gilisztához hasonló test köti össze, a *féreg* (vermis).

A kisagy felszínét 1 mm vastag, szürke *kéregállomány* alkotja, amelyen párhuzamosan futó, keskeny barázdák láthatók. Belül, a kéreg alatt van a *fehérállomány*, benne szürke magok találhatók.

Ha a kisagyat a féreg mentén, középen átvágják, szembe tűnővé válik a fehér- és a szürkeállomány jellegzetes, a tujafa ágához hasonló rajzolata „az élet fája”. A híd, a nyúltagy és a kisagy a IV. agykamra üregét fogja közre.

A KISAGY MŰKÖDÉSE

A kisagy fő feladata a mozgás szabályozása. Fejlődéstörténetileg ősből része a féreg, amelynek a működése a gerincvelővel kapcsolatos. A féltekék fiatalabb képződmények, működésük az agykéreggel áll kapcsolatban.

A kisagykarak révén a kisagy az agy szinte minden részével működési kapcsolatban áll. Áthaladnak rajta a felszálló pályák idegimpulzusai, ezenkívül információk érkeznek az érzékszervek felől is, gyűjtőhelye a szervezet állapotát jelző ingerületeknek. Működése hatással van a piramis- és extrapiramidális pályarendszerekre, azaz minden mozgási tevékenységre.

A kisagy feladatai

- Az egyensúlyi helyzet biztosítása (alkohol hatására ez a funkció zavarttá válik).
- Az izomtónus fenntartása.

- A mozgások összerendezése (koordináció), az akaratlagos mozgások pontosítása (kóros állapot, mikor a beteg nem tudja a végtagjait irányítani: ha meg akar fogni valamit, mellényúl).
- A testtartás, a járás, a beszéd mozgásainak, valamint a kézmozgások és szemmozgások irányítása.
- Valószínű, hogy a bonyolult, összetett mozgások „programozása” is itt történik. A kisagyféltekék az emberben (a majmokhoz képest is) igen fejlettek.

A KÖZTIAGY

A köztiagyat felülről takarja a nagyagy. A köztiagy az agy középsíkú metszetén jól látható. Része a *talamusz* (thalamus), magyar neve (látótelep) nem használatos. Másik része a *hipotalamusz* (hypothalamus).

A TALAMUSZ

A III. agykamra körül elhelyezkedő, két, tojásdad alakú, szürke magkomplexum. A féltekék állományába beágyazottan helyezkedik el. Hátsó pólusa alatt két kisebb szürkemag, az ún. *térdestest* található, amely a hallási és a látási reflexek átkapcsolási helye, de a halló- és látórendszer kéreg alatti központja is.

A talamuszon az *agykéreg felé futó érzőpályák mind áthaladnak és átkapcsolódnak*. Szoros, kölcsönös működési kapcsolatban áll az agykéreggel. Az *érzelmek* itt a talamuszban nyerik el színezetüket, árnyaltságukat, vagyis kellemes vagy kellemetlen érzetüket, szubjektivitásukat. A *fájdalomérzés közvetítésében* is szerepet játszik.

A HIPOTALAMUSZ

A talamusz alatt elhelyezkedő, az agyalap felől látható, páratlan agyrész. Elülső részén van a látóideg kereszteződése.

A híd közelében két fehér, domború gumó emelkedik ki, a két *emlőbimbótest* (corpus mamilare), amely a *szaglópálya átkapcsolási helye*, egyben a limbikus rendszer (leírását lásd a Kéreg alatti dúcok-nál) része. A hipotalamuszhoz nyéllel kapcsolódik az agyalapi mirigy. A hipotalamusz idegsejtjei hormonokat termelnek (neurosecretio), ezek a *neurohormonok*. A neurohormonok egy része (oxytocin, ADH) a neuronok mentén az agyalapi mirigy hátsó lebenyébe jut. Más részük, a *releasing hormonok*, a portális keringéssel jutnak az agyalapi mirigy elülső lebenyébe, ahol szabályozzák az ott termelődő hormonok kiürülését. Ugyancsak a portális keringés révén jutnak a *gátló- (inhibiting) hormonok* az elülső lebenybe.

A hipotalamusz az akartól függetlenül végbemenő, *vegetatív életműködések legfelső* – még elkülöníthető – *központja*. (Feljebb már keverednek az akartól függő és független működések.)

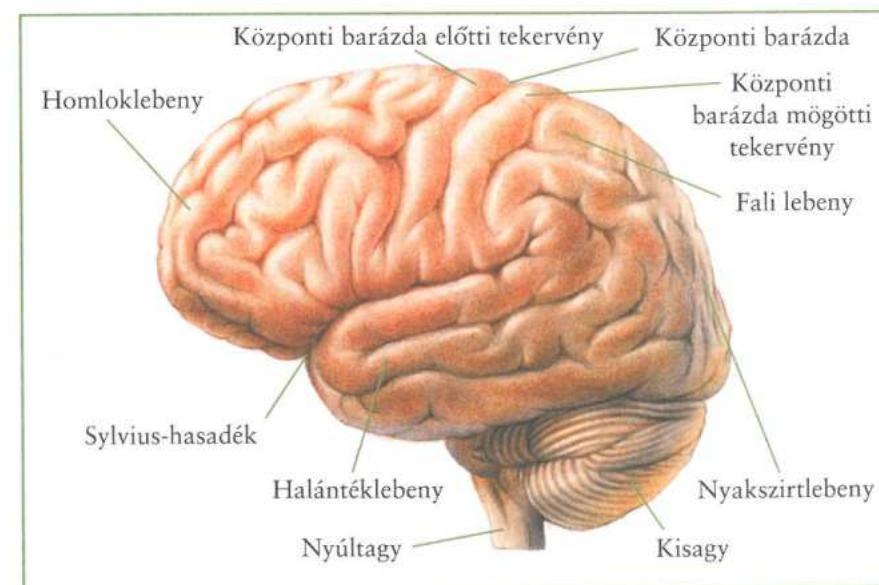
A *hipotalamusz szabályozza*:

- A vérnyomást és a szívritmust.
- Az anyagcserét.
- A testhőmérsékletet, első részében a hűtő-, a hátsó részében a fűtőközpont van.
- A vízháztartást (a vese kiválasztását és a vízfelvételt).
- A táplálkozást (éhség- és a jóllakottság-központok).
- A viselkedést: az érzelmi, a szexuális reakciókat, ingerületi állapotokat.
- A pszichikus működéseket, az emberekhez való viszonyt.
- A hormonális rendszer működését: releasing hormonjai révén hat a belső elválasztású mirigyekre.

A NAGYAGY

A nagyagy (cerebrum) az agy fő tömegét alkotja (végagynak is nevezik). Két agyféltekéből (hemispherium) áll. A két féltekét közepén egy *hosszanti hasadék*, a kisagytól egy *vízszintes hasadék* választja el.

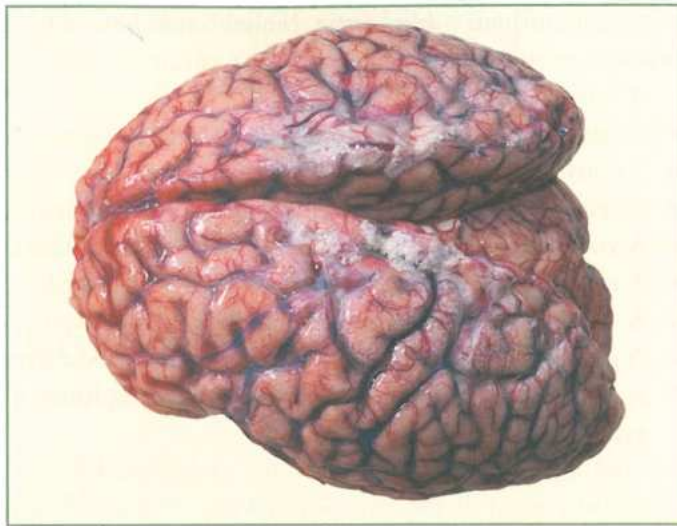
A nagyagyat a szürkeállományból álló agykéreg (cortex cerebri) köpenyként (pallium) veszi körül.



10.14. ábra. A nagyagy domború felszíne

A nagyagy felszínén *tekervények* (gyrus), köztük kisebb bemélyedések, vagyis *barázdák* (sulcus) és nagyobb bemélyedések, *hasadékok* (fissura) láthatók.

A tekervények és barázdák mutatnak bizonyos egyéni eltéréseket, de csak az emberre jellemző számon, alakon és elhelyezkedésen belül. Az újszülöttek tekervényei már születéskor megvannak, később nőnek, idősebb korban pedig sorvadnak.



10.15. ábra. A nagyagy domború felszínének boncképe. A féltekék között a kisagy látható

Mindkét féltekének három felszíne van:

- Domború felszín (facies convexa).
- Koponyaalapi felszín (facies basalis).
- Belső, középen egymás felé néző felszín (facies medialis).

A féltekéket *lebenyek* alkotják, amelyek a nevüket a felettük lévő koponyacsontokról kapták. A lebenyeket barázdák és hasadékok határolják el egymástól.

A NAGYAGY LEBENYEI

- A *homloklebeny* (lobus frontalis) és a *fali lebeny* határán fut harántul a *központi barázda* (sulcus centralis).

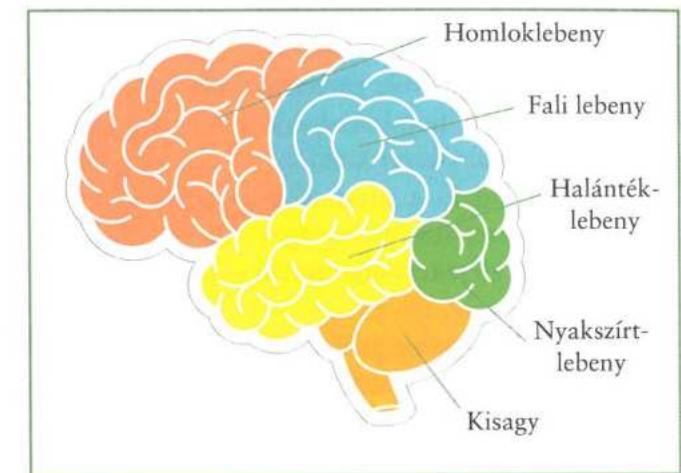
A lebeny nagyobb tekervényei:

- Az *elülső központi tekervény*, amely párhuzamosan fut a központi barázdával (l. később, a domború felszínnél).
- A *felső, középső és alsó homloktekervények*, amelyek a központi barázdára merőleges első-hátsó irányban haladnak.

A homloklebeny mindhárom agyfelszín alkotásában részt vesz.

- A *fali lebenyben* (lobus parietalis) a központi barázdával párhuzamosan fut a hátsó központi tekervény.
- A *nyakszirtlebeny* (lobus occipitalis), a nagyagy hátsó pólusa. A nyakszirt- és a fali lebenyt mély hasadék határolja (fissura parietooccipitalis).
- A *halántéklebeny* (lobus temporalis). Domború felszínét három, alapi felszínét két egymással párhuzamosan futó tekervény alkotja. A halántéklebenyt a fali lebeny felé a Sylvius-hasadék határolja.

- A *szigetlebeny* (lobus insularis, röviden: insula). A halántéklebeny felső részének és a homloklebeny alsó részének széthúzásával válik láthatóvá. A törzsfejlődés során az agy felszínéről a mélyebb rétegébe került, hosszúkás kérgi rész. Ugyanolyan tekervényes és kéreggel borított, mint a féltekék. Feltételezett kapcsolatban áll a szaglás reflexfolyamatával.



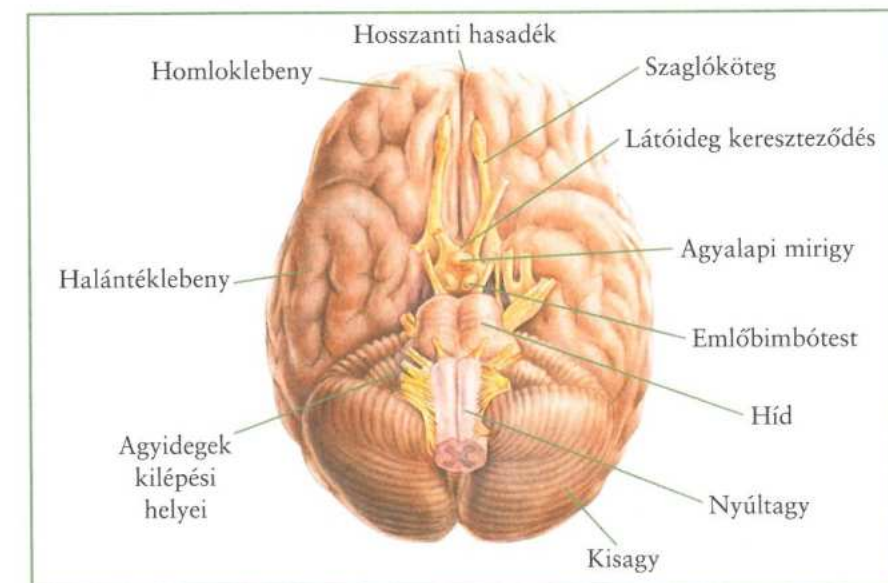
10.16. ábra. A nagyagy lebenyei

A NAGYAGY FELSZÍNEI

- A *domború felszín* domborulata a falcsontot követi. Jól láthatók felszínén a tekervények, barázdák és hasadékok.

Nagyobb hasadéakai, barázdái, tekervényei:

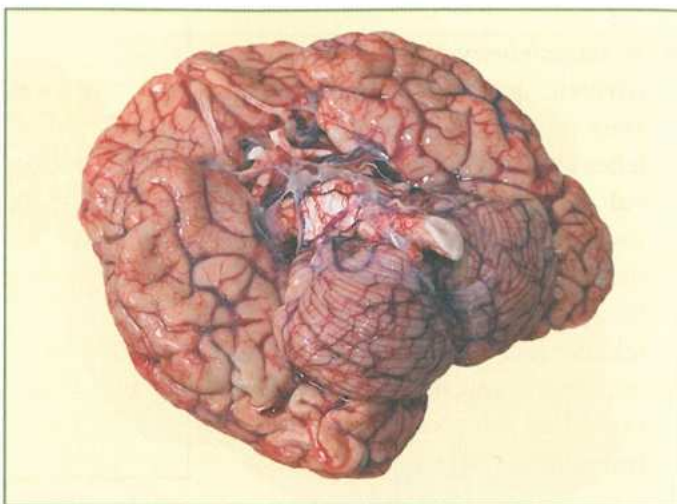
- Az *oldalhasadék* (Sylvius-hasadék) a halánték- és a fali lebeny határán húzódik mindkét oldalon.
- A *központi barázda* (sulcus centralis) a homlok- és fali lebeny határán húzódik, mindkét féltekén.



10.17. ábra. Az agy alapi felszíne

– Az *elülső központi tekervény* (gyrus precentralis) a központi barázda előtt, vele párhuzamosan fut a homloklebenyben. *Mozgató kérgi központ*. Innen indul ki a piramispálya-rendszer, amely a mozgásos ingerületeket szállítja a gerincvelő felé.

– A *hátsó központi tekervény* (gyrus postcentralis) a központi barázda mögött, vele párhuzamosan fut a fali lebenyben. *Testérző kérgi központ*, ide érkeznek a felszálló pályák, amelyek az érzőingerületeket szállítják a gerincvelő felől.



10.18. ábra. Az agyalap boncképe

- Az *alapi felszín* alkotásában a fali lebeny kivételével mindegyik lebeny részt vesz. A *két szaglóköteg* (tractus olfactorius) a homloklebeny alapi részén jól láthatóan húzódik végig, nyílirányban. Elülső része kissé kiszélesedik, ide érkeznek az orrüreg felől a szaglóideg rostjai, hátsó végétől indul a szaglópálya az agyközpontok felé. Az alapi felszín belesimul a csontos koponyaalapba, benyomatai követik annak rajzolatát.
- A *belső, középen egymás felé néző felszín* középsíkú metszetén egy görbült, 1 cm-nél vastagabb fehértest látható, amely benyomul a féltekék állományába, ez a *kérgestest* (corpus callosum). Összeköttetést létesít a két félteke között. A kérgestest alatt vékony, hajlott rostköteg, a *boltozat* (fornix) található. Az *övtekervény* (gyrus cinguli) a kérgestestet körülvevő tekervény neve (lásd a 10.12. ábrát).

A NAGYAGY FEHÉRÁLLOMÁNYA

Az ember agyának fő tömege a fehérállomány. A fehérállományt velőhüvelyes rostokból álló *pályák* alkotják. A rostok teljes hossza 360 000 km (ami több, mint a Föld–Hold távolság).

A nagyagy pályái

- A *társító (asszociációs) pályák* ugyanazon félteke különböző pontjait kötik össze, kapcsolatot teremtenek egyes lebenyek, központok között (pl. a jobb látó- és hallóközpont, vagy a halló- és beszédközpont között).
- Az *összekötő (commissuralis) pályák* a két félteke azonos pontjait kötik össze. Legjelentősebbek a kérgestestben futó pályák (pl. a jobb és bal hallóközpont között). A kommisszúrák révén az egyik félteke általában fölénybe kerül a másikkal szemben. A bal félteke dominanciája a pályák kereszteződése miatt a jobbkezesekben, a jobb félteke dominanciája, fölénye

a balkezesekben mutatkozik meg. A beszédképesség csak az egyik – rendszerint a bal – féltekében alakul ki, ekkor ez a domináns agyfél.

- A *vetületi (projekciós) pályákhoz* tartozik az összes gerincvelőnél már ismertetett fel- és leszálló pálya.
 - A *felszálló pályák* a gerincvelő felől haladnak az agyban tovább, felfelé, így a periféria felől „vetítik” fel az ingerületeket az agyközpontok felé.
 - A *leszálló pályák* az agyközpontoktól indulnak, az agyban haladnak lefelé a gerincvelő felé, így az agyközpontok ingerületeit szállítják, „vetítik” a periféria felé.

Meg kell említeni az ún. *monoaminerg pályákat*, ahol ingerületátvivő az adrenalin, noradrenalin, a dopamin és a szerotonin. Idegsejtjei az agytörzsben találhatók, idegrostjai behálózzák a központi idegrendszert. Szerepük van a hormonális működés, a mozgások, a hangulat, az alvás, az ébrenlét és a figyelem szabályozásában.

A NAGYAGY SZÜRKEÁLLOMÁNYA

A nagyagy szürkeállományát az *agykéreg* és a *kéreg alatti dúcok* alkotják.

A KÉREG ALATTI DÚCOK

A kéreg alatti, más néven törzsdúcok idegsejtekből álló nagy, központi, szürke magvak, amelyek az agykéreg alatt, a fehérállományban helyezkednek el, működésüket az agykéreg irányítja.

- A *farkos mag* (nucleus caudatus) az oldalkamrák homorulatánál húzódik, körülveszi a talamuszt.
- A *lencse mag* (nucleus lentiformis) a farkos magtól oldalra helyezkedik el. Az agy vízszintes metszetén, a lencse mag mellett, mintegy annak belső tokját képezi egy V alakú fehérállományrész, a *capsula interna*. Fel- és leszállópálya-rendszerek alkotják. Ez a terület igen fontos, mivel az agyvérzések gyakori helye.
- A *csíktott testet* (corpus striatum) a farkos mag és a lencse mag külső része (putamen) együttesen alkotja. *Extrapiramidális központként* működik, irányítja az akarattól független, automatikus mozgásokat.
- A *mandulamag* (nucleus amygdaloideum) a halántéklebeny elülső végében lévő, mandula alakú mag. Működése a *szaglásérzékeléssel* kapcsolatos.

A limbikus rendszer

A limbikus szó jelentése: széli helyzetű. Limbikus rendszer néven foglaljuk össze a kérgestestet körülvevő *övtekervényt*, a *mandulamagot*, vagyis a köztiagyra ráboruló agyféltekék széli részeit. Működésükről régebben azt hitték, hogy kizárólagosan a szaglással kapcsolatos. Szerepe van a nemi funkciók, a szexuális magatartás, az érzelmek, ösztönök, a hormonműködés szabályozásában, valamint az emléknymok agykérgi rögzítésében, a tanulásban és a szervezet vész-

reakcióiban. A limbikus rendszer érző része a szagló- és az elemi bőr-, tapintási ingerületeket vivő (spinothalmicus) pályarendszer, ilyen az újszülött tapadása az anyjához (bőrkontaktus), vagy az ajkainak emlőbimbót kereső mozgása.

A limbikus rendszer szerepet játszik továbbá a figyelem folyamatában és hatással van a tanulmány működésére, így az érzelmi funkciókra is.

AZ AGYKÉREG

– Az agykéreg (cortex cerebri) az agyféltekék külső részét képező, 4 mm vastag, 6 sejtrétegből álló szürkeállomány. Kb. 9 milliárd idegsejt építi fel.

– Törzsfejlődés szempontjából az agy *legfiatalabb része* (neocortex) az embernél érte el a fejlettség legmagasabb fokát. Irányítja, integrálja az összes érző-, mozgató- és érzékszervi működést, valamint a beszédet és gondolkodást mint magasabb rendű idegtevékenységet.

– Brodmann német neurológus (1868–1918) az agykéreg felületét *mezőkre* osztotta. Az agykéreg megfelelő kéregmezőikhez mint különböző tevékenységekért felelős agyi központokhoz, meghatározott működések tartoznak. Brodmann 1909-ben 47 mezőre osztotta működés és szerkezet alapján a kérget (Brodmann-mezőket). Ma több mint 200 kéregmezőt különböztetnek meg, melyek szerkezet és működés tekintetében eltérnek egymástól.

– Az *elsődleges központok* a tudatosításért, a *másodlagos kérgi központok* az emlékképek tárolásáért felelősek. A *harmadlagos központok* a képzetársítás (asszociáció) és a fogalomalkotás helyei, gondolkodómezőknek is nevezik őket.

Az agykéreg központjai

A mozgató kérgi központ

Helye a homloklebenyben, az elülső központi tekervényben van.

- Az *elsődleges mozgatóközpont* sejteiről indulnak a leszálló akaratlagos mozgató- (piramis-) pályák. A tudatos testmozgásokért felelősek.
- A *másodlagos központ* sejtei ugyancsak ebben a tekervényben, az elsődleges sejtek körül helyezkednek el, a mozgásos emlékképeket tárolják. Működésüknek köszönhető, hogy a mozgásokat nem kell mindig újra megtanulni, a már megtanult mozgásokat emlékezetből felidézzük.

Az érző kérgi központ

Helye a fali lebenyben, a hátulsó központi tekervényben van.

- Az *elsődleges központ* sejteihez érkeznek a felszálló és érzőpályák. Itt tudatosodnak az érzékelt jelenségek, mint a hő, a fájdalom, a tapintás stb.
- A *másodlagos központ* sejtei ugyancsak ebben a tekervényben, az elsődleges sejtek körül helyezkednek el, tárolják az emlékképeket, így tapasztalatból tudjuk, hogy a tűz forró, a kés éles stb.

Az érzékszervi központok

- Az *elsődleges látóközpont* helye a *nyakszirtlebenyben* van. Itt történik a látott kép tudatosítása.
- A *másodlagos látóközpont* szintén a *nyakszirtlebenyben* van. A látott képekre való emlékezésért (memória) felelős. Az *olvasás központja* a *fali lebenyben* van, szintén másodlagos látóközpont, mivel az olvasás nem más, mint a látott betűk felidézése.

- Az *elsődleges hallóközpont* a *halántéklebenyben* van, itt történik a hallottak, vagyis a hangképek tudatosítása.
- A *másodlagos hallóközpont* szintén a *halántéklebenyben* van, a hallottak emlékképeit tárolja (hangok, dallamok felismerése).
- A *beszéd érzőközpontja* a *halántéklebenyben*, *mozgatóközpontja* a *homloklebenyben* van csak egy oldalon (többnyire jobbkezeseknél a bal oldalon).

Ha külön-külön károsodnak, előfordulhat, hogy a beteg hallja, amit mondanak, de nem tud válaszolni, és fordítva is lehet, beszélni tud, de nem érti, amit mondanak neki. A beszéd érző- és mozgatóközpontjának működése a hallóközponttal kapcsolódik.

- A *szaglás központja* a *halántéklebenyben* található.
- A *fájdalom* pszichés megélésének központja a *homloklebenyben* van.
- Az *intellektuális működések központja* szintén a *homloklebenyben* van.
- A *számolás és írás* tevékenységének kérgi központja a *fali lebenyben* van.

A *harmadlagos központok* a nagyagykéreg kétharmad részét foglalják el. A magasabb idegműködés helyei, ugyanis a beszéd és a gondolkodás asszociációjáért felelősek.

Az első és a második jelzőrendszer

Az agykérget fejlődéstörténetileg két részre oszthatjuk. Az egyik rész az ún. *ősi rész*, a másik, fiatalabb rész a kéreg *új képződménye* (neocortex).

A magasabb idegtevékenység klasszikus élettani kutatásai Ivan Petrovics Pavlov (1849–1936) orosz fiziológus nevéhez fűződnek.

- Az *agykéreg ősi része* az állatoknál és az embernél is megtalálható. Az érzékszervek működéséhez kapcsolódik az *érzékelés*. Mivel az érzékelés (látás, hallás, szaglás stb.) a külvilág jelzése a szervezet számára, Pavlov ezt a működést *első jelzőrendszernek* nevezte.
- A *neocortex* sejtei a magasabb idegtevékenység központjai. Csak az embernél fejlődött ki. Működésének köszönhető a *gondolkodás* és a *beszéd*. Pavlov ezt a működést *második jelzőrendszernek* nevezte. A beszéd lényegében az első jelzőrendszer szavakkal való jelzése (vagyis a jelzések jelzése).

Az első és a második jelzőrendszer működése szoros kapcsolatban áll egymással, a *fogalomalkotás* élettani alapjául szolgálnak.

A feltételes reflexek

A törzsfejlődés során, a változó környezethez való alkalmazkodáshoz, a fajfenntartáshoz nem bizonyultak elegendőnek a feltétlen, veleszületett reflexek. Kialakultak a feltételes reflexek, amelyek agykérgi tevékenység révén, tanulással jönnek létre.

A feltételes reflex működése során a *feltételes inger* (pl. az étel látványa) megelőzi a *feltétlen ingert* (az étel elfogyasztása), és megindul a nyáleválasztás. Pavlov állatkísérleteket folytatva tárta fel a feltételes reflex működésének törvényszerűségeit. Klasszikus kísérlete, amely során a kutya elé tett étel elfogyasztásával (feltétlen reflex) egy időben hangjelzést is működtetett (feltételes inger). A sokszori ismétlés (megerősítés) után, az étel megmutatása nélkül, csupán hangjelzésre is bekövetkezett a nyáleválasztás. Ha viszont a csengővel egy időben többször nem kapott táplálékot az állat, elmaradt a nyáleválasztás.

A kísérlet során a kutya agykérgi hallóközpontja és a nyúltagyban lévő nyáleválasztási központja között időleges kapcsolat jött létre. A kapcsolat egy idő után megszűnt, kialudt, miután a hangjelzést sokáig nem követte a táplálék, mint feltétlen inger.

Ez a kísérlet magyarázza azt a tényt, hogy a tanult dolgokat elfelejtjük, ha nem nyernek megerősítést (ezért fontos a tanultakat ismétlése, gyakorolása).

A feltételes reflexek jellemzői

- Nem veleszületettek, az élet során nyert tapasztalások alapján kell megtanulni.
- A születéskor már működő feltétlen reflexekre épülnek.
- Tanulással időleges kapcsolatok jönnek létre az agyi központok között.
- Kialakulásukhoz állandó ismétlésre (megerősítésre) van szükség, ennek hiányában a reflex elfelejtődik, „kialszik”.

Az embernél egymásra épül a feltételes reflexek sokasága. Működésük az agykéregnek köszönhetően, a gondolkodás és az asszociációs képesség révén, tudatos, magasabb rendű idegműködéssé válik. Következésképpen az ember képes munkát végezni, környezetét saját céljainak, igényeinek megfelelően átalakítani.

Az ingerület és a gátlás két ellentétes folyamat. Az ingerület aktív idegrendszeri folyamat, a gátlás szintén, de amíg az ingerület a feltételes reflex működésére, addig a gátlás a megszűnésére irányul. A két folyamat eredményeképpen képes az ember a folyton változó környezetéhez alkalmazkodni. Egyes reflexek kialszanak, ezzel egy időben mások előtérbe kerülnek.

Az alvás védőgátlás, alvás közben az agykéregben szétterjed a *gátlási folyamat*. Ebben az állapotban pihen, regenerálódik a szervezet.

EEG (elektroencefalográfia)

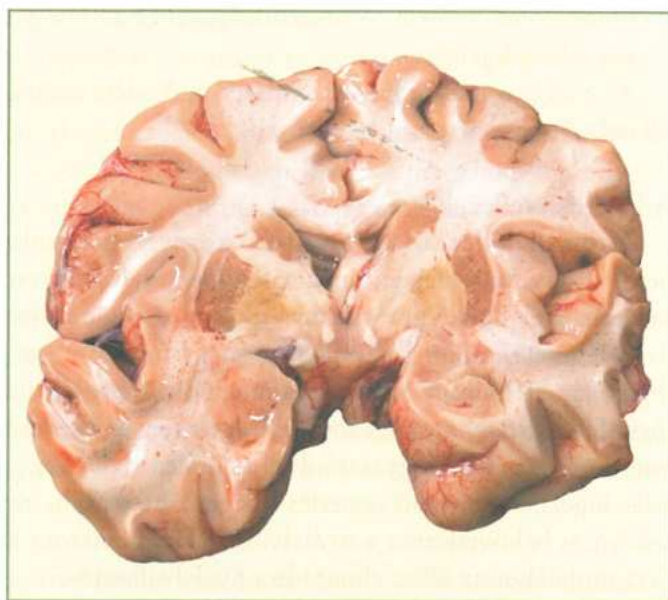
Az elektroencefalográf az agyi tevékenységet vizsgáló műszer.

Az agy működése során az agykéregben keletkező potenciálváltozások a koponyatető bőrére helyezett elektródok segítségével elvezethetők és regisztrálhatók. Az így készült görbe az elektroencefalogram, amely ritmikus változásokat mutat.

Az EEG főbb hullámtípusai fel-
nőtteken:

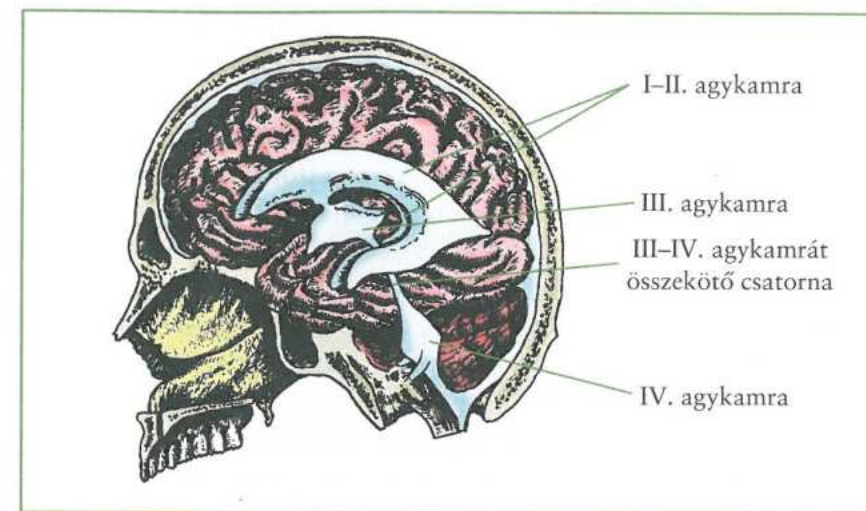
- Az *alfa-hullámok* az ébren lévő, de behunyt szemmel pihenő embernél keletkeznek.
- A *béta-hullámok* az éber, nyitott szemű, figyelő, gondolkodó emberre jellemzőek.
- A *delta-hullámok* alvás közben észlelhetők.
- A *theta-hullámok* az alvás és az ébrenlét határán regisztrálhatók.

Az EEG változásaiból következtetni lehet az idegrendszer egészséges vagy kóros működésére. A vizsgálat segítségével megállapíthatók bizonyos kóros agyi folyamatok, mint az epilepszia, vagy pl. az agyhalál állapota.



10.19. ábra. Az agy szeletelt bonctani képe

AZ AGYKAMRÁK



10.20. ábra. Az agykamrák

Az agykamrák (ventriculus) az agy állományában, az embrionális agyhólyagok belsejében képződött üregek.

Az agykamrák üregében érfonatok találhatók (plexus choroideus), amelyek az agy- és gerincvelői folyadékot (liquor cerebrospinalis, röviden liquor) termelik.

- Az *I. és II. agykamra*, más néven oldalkamrák az *agyféltekék állományában* helyezkednek el. Páros, szimmetrikus, nagy kiterjedésű üregek. Görbült fő részből, valamint a homlok-, a halánték- és a nyakszirtlebe nyúló szarvából állnak. Üregük két nyíláson keresztül (Foramen Monroi) közlekedik a harmadik agykamra üregével.
- A *III. agykamra* a *köziagyban* elhelyezkedő páratlan üreg (rés). Oldalát a két talamusz, fenekét a hipotalamusz képezi. Az üreg lefelé egy keskeny csatornában (aqueductus cerebri) folytatódik. Más néven ez a Sylvius-csatorna, amely a IV. agykamrával köti össze.
- A *IV. agykamra* az *utóagyban* elhelyezkedő, sátor alakú üreg. Kivezető nyílásai az agyhártya belső és középső burkai között lévő résbe nyílnak, itt jut ki a liquor a kamrákból az agy burkai közé.

A IV. agykamra alapját alkotó rombusz alakú, bemélyedt terület (fossa rhomboidea) a korábban már említett létfontosságú központok helye (légzés, keringés, nyelés). Itt találhatók a V-XII. agyidegek magvai is.

A kamrák összefüggő üregrendszert alkotnak, mivel közlekednek egymással.

AZ AGY ÉS A GERINCVELŐ BURKAI

Az agyvelőt és a gerincvelőt három kötőszövetes burok, az ún. *agyhártya* (meninx) veszi körül. Az agyhártya lemezei védik és rögzítik az agy- és a gerincvelőt.

AZ AGY- ÉS A GERINCVELŐI BUROK RÉTEGEI

- A *kemény agyburok* (dura mater) kívülről borítja be az agy- és a gerincvelőt, egyben a koponyacsontok belső felszínének a csonthártyáját képezi. Benyúlik az agy egyes részei közé, így a nagy- és kisagy féltekéi között az ún. *agysarlókat* alkotja. Kisagyra boruló lemeze benyúlik a nyakszirtlebe és a kisagy közé és a *kisagysártort* képezi.

A dura mater az agy felől az öreglyukon át a gerinccsatornába érkeve két lemezre válik: külső lemeze a csigolyákkal összenőtt, azok csonthártyája, a belső lemez a durazsák (mintegy zsákot képez a gerincvelő számára). A durazsák a gerinccsatornában a 2. keresztcsonti csigolyánál U alakú tasakban vakon végződik.

A két lemez között található az *epidurális rés*, az epidurális érzéstelenítés alkalmazásának helye. Ilyenkor a beavatkozás alatt a beteg éber, de fájdalmat nem érez.

- A *lággyagburok* (leptomeninx) a dura mater alatt helyezkednek el, két lemezük van.
 - A *pókhálórés* (arachnoidea), a lággyagburok külső lemeze. Tulajdonképpen ez a középső agyburok. Vékony lemez, amely áthidalja az agy- és a gerincvelő barázdáit, nem követi a behúzódásokat. A kemény agyburok és a pókhálórés között található keskeny résnek (cavum subdurale) élettani jelentősége nincs.
 - A *lággyagburok* (pia mater) a lággyagburok belső lemeze. Vékony burok, szorosan összenőtt az agy- és gerincvelő felszíneivel, benyúlik a barázdáiba. Benne futnak az agy erei. A lággyagburok gyulladása a meningitis.

Mivel a belső burok szorosan követi az agy domborulatait, a középső pedig nem, közöttük résrendszer van, ez a *subarachnoideális rés*, amelyet az agy- és gerincvelői folyadék (liquor cerebrospinalis, röviden: liquor) tölt ki.

A rés néhol tág üreget (cisterna) képez. A legtágabb üreg a kisagy és a nyúltagy közötti *cisterna*, ahonnan vizsgálat céljára liquort lehet nyerni (cisterna punctio). A másik gyakori liquorvételi hely a durazsák alsó vége, itt végzik a gerinccsapolást (lumbal punctio). Az agy- és gerincvelői folyadék laboratóriumi vizsgálatából több kórkép megállapítható, pl. az agyhártyagyulladás.

A LIQUOR

A liquor víztiszta, színtelen folyadék. Összetétele hasonlít a vérplazmához. Napi mennyisége felnőttben 150–200 ml.

A liquor tölti ki az agykamrák üregeit, a középső és belső burkok közötti rést, valamint a gerincvelő központi csatornáját.

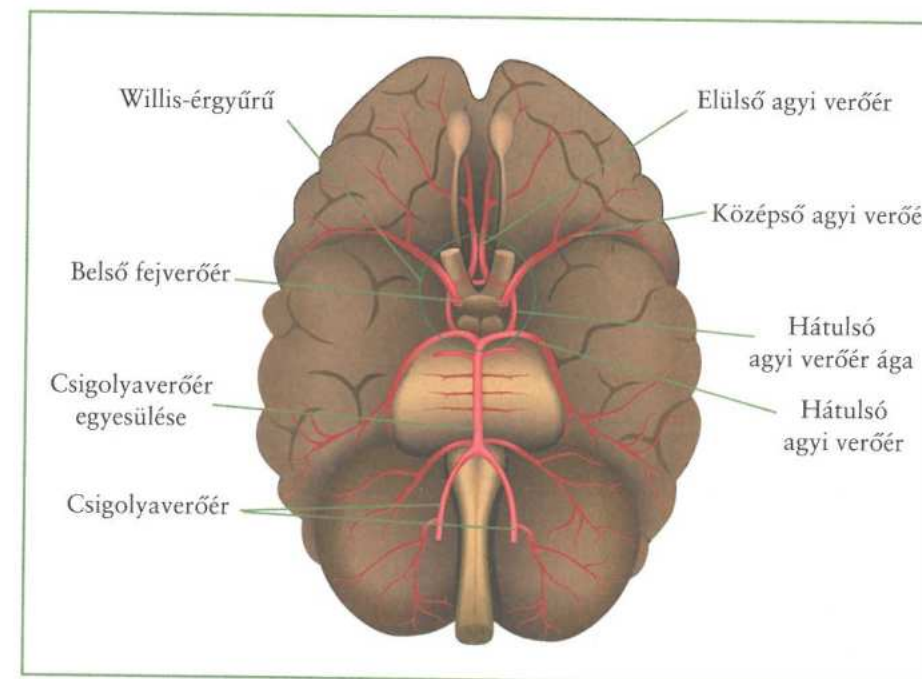
A kamrák érfonatai által termelt liquor az oldalkamrák Monro-féle nyílásain kerül a III. kamrába, ahonnan a Sylvius-vezetéken jut a IV. kamrába, innen pedig három nyílás vezet a subarachnoideális résbe. A pókhálórés bolyhain visszaszívódik a vénás keringésbe. Mivel termelődése és visszaszívódása folyamatos, mennyisége állandó.

Szerepe az idegszövet anyagcseretermékeinek szállításában van, valamint védelmet nyújt a központi idegrendszer számára a hő- és mechanikai hatásokkal szemben.

A liquor, mivel körülveszi az agy- és gerincvelőt, kitölti az agykamrákat is, így az archimedesi elv alapján a kb. 1400 g tömegű agy ténylegesen csak kb. 500 g-os.

AZ AGY VÉRELLÁTÁSA

Az agy verőeres és visszeres vérellátása igen jó. Az agyi keringés zavarai súlyos, sokszor életveszélyes következményekkel járnak.



10.21. ábra. Az agy nagyobb verőerei

AZ AGY VERŐEREI

Négy verőér biztosítja az agy verőeres vérellátását. A jobb és bal belső *fejverőér* a sziklacsonton át, a jobb és bal *csigolyaverőér* az öreglyukon át, a nyak felől jutnak be az agyba, ahol az agyalap közepén egy érgyűrűt (circulus arteriosus Willisii) alkotnak. Az érgyűrűből három pár artéria ered: az *elülső*, a *középső* és a *hátsó agyi verőér*. Ezek ágai látják el az agyat friss vérrel. Az agysejtek csak néhány percig tűrik tartós károsodás nélkül az oxigénhiányt.

AZ AGY VISSZEREI

A visszerek tágult vénás öblökbe (sinus) ömlenek. A sinusok endothellel bélelt duraüregek a koponyában. Az agyi sinusok vérét a mély nyaki visszér vezeti el.

A vénás elvezetés fontos, mert ennek hiányában életveszélyt jelentő agyi vizenyő alakulhat ki.

A KÖRNYÉKI IDEGRENSZER

A környéki idegrendszer a gerincvelőből kiinduló 31 pár gerincvelői idegből és a 12 pár agyidegből áll. (Az idegekkel együtt kipreparált gerincvelő úgy néz ki, mintha jobbra és balra 31 pár „zsinór” lógna ki belőle, ezek a gerincvelői idegek, a kipreparált agy alapjából pedig 12 pár „zsinór”, az agyidegek vezetnek ki.)

Mivel a környéki idegrendszer az idegi központok és a periféria között létesít kapcsolatot, *perifériás idegrendszernek* is nevezik.

A GERINCVELŐI IDEGEK

A 31 pár gerincvelői ideg (nervus spinalis) a környéki idegrendszer része. Főleg a vázizomzatra hatnak és részben a vegetatív reflextevékenység szolgálatában állnak.

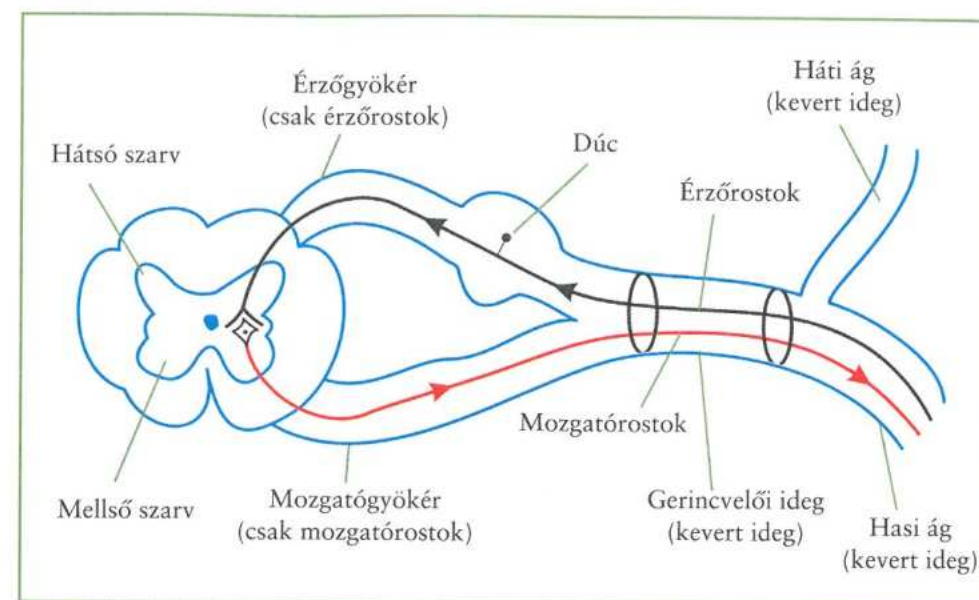
A gerincvelői idegek ún. *kevert idegek*, mivel *érző-, mozgató- és vegetatív* idegrostokat is tartalmaznak.

A gerincvelői idegek *jelölése, számozása* hasonló a gerincvelői szelvényekéhez:

- 8 pár nyaki ideg (nervus cervicalis): C₁–C₈.
- 12 pár mellkasi/háti ideg (nervus thoracalis): Th₁–Th₁₂.
- 5 pár ágyéki ideg (nervus lumbalis): L₁–L₅.
- 5 pár keresztcsonti ideg (nervus sacralis): S₁–S₅.
- 1 pár farki ideg (nervus coccygealis): Coc.

A GERINCVELŐI IDEGEK FELÉPÍTÉSE

- A gerincvelői idegek *érzőideg-végződéssel* kezdődnek a periférián, amelyek a bőrben, az izomban, vagy az ínban helyezkednek el.
- Az *érzőideg* az érző idegvégződéstől a gerincvelő felé szállítja az érzőingerületet.
- Az érzőideg két csigolya közé eső részén megvastagodás látható, ez a *csigolyák közötti idegdúc* (ganglion spinale), benne idegsejtek találhatók (ezek az ún. álegynyűlványú sejtek).
- Az érzőideg a *hátsó gyökérrel* lép be a gerincvelőbe, ahol a hátsó szarvhoz kapcsolódik.
- A gerincvelőben mint idegi központban az érző ingerület átvivődik egy mozgató idegsejtre.
- A mozgatóidegsejt *mozgatógyökérrel* lép ki az elülső szarvból.



10.22. ábra. A gerincvelői ideg részeinek sémája

- A mozgatógyökértől mint *mozgatóideg* halad vissza a periféria felé. Az érző- és mozgatóidegrostok együtt, de ellentétes irányba haladnak a gerincvelői idegben.
- A periférián mint *mozgatóideg-végződés* az izmokban végződik, átadja az ingerületet a végrehajtó szervnek.

A GERINCVELŐI IDEGEK JELLEMZŐI

- A gerincvelői idegek a gerincvelő két oldalán szimmetrikusan, két gyökérrel erednek: a hátsó az érzőgyökér, az elülső a mozgatógyökér.
- Az érző- és mozgatógyökér (a csigolyák közötti dúc felső végén) egyesül és a csigolyák között kilépve, a periféria felé haladva a tulajdonképpeni gerincvelői ideget alkotja. Ezután vékonyabb *háti* és vastagabb *hasi* ágra oszlik. Mindkét ág tartalmaz érző- és mozgatórostokat is.
- A hátsó gyökér belépő rostjainak csak egy része kapcsolódik át a gerincvelőben közvetlenül a mozgatóneuronokra, más részük, mint felszálló pályák az agy felé haladnak és magasabb idegközpontokkal teremtenek kapcsolatot. Így miután az érzőingerület a perifériáról a gerincvelői idegen beérkezett a gerincvelő hátsó szarvához, többségük innen kiindulva a felszálló pályákon az agyi központokba jut. A tudatos válaszingerületek pedig az agyi központokból indulnak el és a leszálló pályákon keresztül jutnak a gerincvelő mellső szarvához, ahonnan a kiinduló gerincvelői idegek juttatják el a válaszingerületet a perifériára. Tehát a gerincvelői idegek megteremtik az idegrendszer központjai és a periféria közötti kapcsolatot.
- A gerincvelői idegen belül az érző- és mozgatóidegrostokhoz még vegetatív rostok is társulnak. A gerincvelői idegek eredésüknek megfelelően egy-egy testszelvény beidegzését (inner-

válását) végzik. Erek módjára behálózzák a szervezetet, közvetítik a tapintás-, hő-, fájdalom- és izomérzékeléseket, valamint az ezekkel kapcsolatos mozgásokat.

- A gerincvelői idegek hátsó ágai rövidek, a nyak és a hát bőrének, izmainak beidegzését végzik.
- A gerincvelői idegek mellső, vastagabb ágai a mellkasi (thoracalis) szakaszon (Th_1 – Th_{12}) egyesével futnak a bordák között, de a többi helyen *idegfonatot* (plexus) képeznek, ami azt jelenti, hogy több szelvény idegei összefonódva haladnak, mielőtt szétágnak az ellátandó területek felé. A nyak, az alsó és a felső végtag idegei ilyen fonatokból erednek.

GERINCVELŐI IDEGFONATOK

- A *nyaki fonat* (plexus cervicalis) a C_1 – C_4 ágainak összefonódásával jön létre. A nyak izmainak, bőrének beidegzésében vesz részt, egyik ága (nervus phrenicus) a rekeszizomhoz szállít mozgatóingerületet.
- A *karfonat* (plexus brachialis) a C_5 – C_8 és a Th_1 egy részének összefonódása. A hónaljárokban elágazik, beidegzi a felső végtagot és a mellkasfalat.
- Az *ágyéki fonat* (plexus lumbalis) a Th_{12} egy részéből és az L_1 – L_4 ágaiból alakul ki. A comb, a hasfal izmait és bőrét idegzi be. Fő ága a combideg (nervus femoralis).
- A *keresztcsonti fonat* (plexus sacralis) az L_{4-5} és az S_1 – S_4 ágainak összefonódásából jön létre. Ágai a kismedencei szervek beidegzését is ellátják. Leghosszabb és legvastagabb ága az ülőideg (nervus ischiadicus), amely hátul végighalad a combon, a térdhajlatban két ágra oszlik, az egyik elöl és oldalt, a másik hátul fut végig a lábszáron a láb felé. (Az ideg betegségeit nevezik isiásznak.)

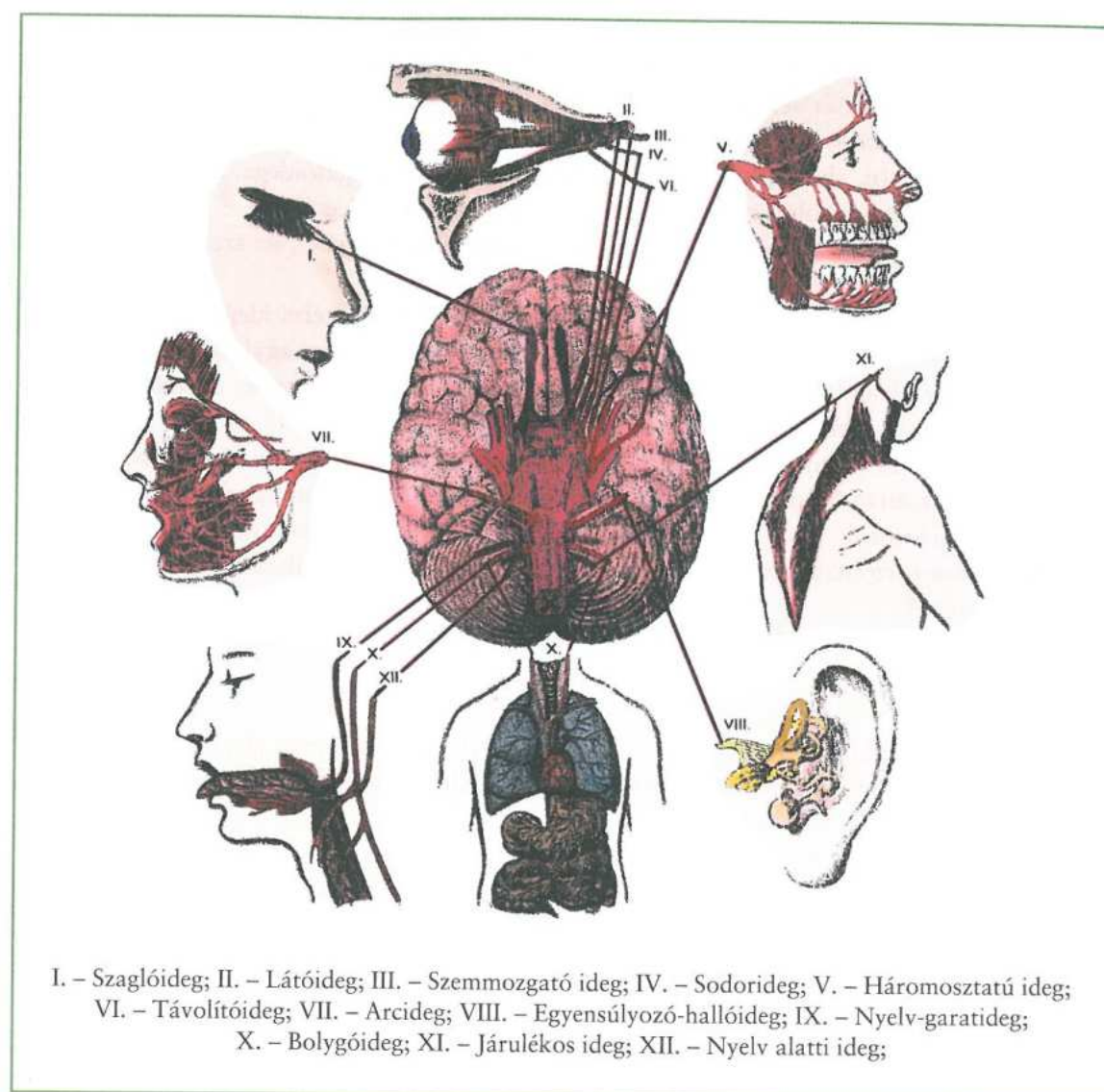
A gerincvelői idegek megbetegedéseit zsibbadás, erős fájdalom, érzés- és mozgászavarok, valamint bénulósos tünetek jelzik. A környéki idegek bizonyos mértékű regenerációra képesek.

AZ AGYIDEGEK

A 12 pár agyideg (nervus cerebrales) – a gerincvelői idegekkel együtt – a környéki idegrendszerhez tartozik. Az agyidegek az agyból erednek és a koponya nyílásain lépnek ki a periféria felé.

Az agyidegek:

- Egy része *érzékszervi ideg* ezek csak *érzőidegrostokat* tartalmaznak.
 - Egy része *mozgatóideg* ezek csak *mozgatóidegrostokat* tartalmaznak.
 - Egy része *kevert ideg* ezek *érző- és mozgatóidegrostokat* is tartalmaznak.
- Az idegek neve utal a működésükre, jelölésük római számokkal történik.



10.23. ábra. A 12 pár agyideg

A 12 pár agyideg

- I. *Szaglóideg* (n. olfactorius): Érzékszervi ideg, a szaglórendszer része. A szaglás ingerületét az orrüregből a szaglóközpontba vezeti.
- II. *Látóideg* (n. opticus): Érzékszervi ideg, a látórendszer része. A látás ingerületét vezeti a szem ideghártyájától a látóközpontig.
- III. *Szemmozgató ideg* (n. oculomotorius): Mozgatóideg, a szemmozgató izmok többségét működteti, és a szem belső izmait is.
- IV. *Sodorideg* (n. trochlearis): Mozgatóideg, a felső ferde szemmozgató izom beidegzését végzi.

- V. *Háromosztatú ideg* (n. trigeminus): Kevert ideg, vagyis érző és mozgató feladatai vannak, mint ahogy a neve is utal rá, három ága van. Az *első ága* a homloktájék, a szemgolyó és az orrüreg érzőbeidegzését végzi, a *második ága* a felső fogak és az arc középső részének érzőidege, míg a *harmadik ága* a rágóizmok mozgató-, illetve az alsó fogak és a nyelv érzőidege.
- VI. *Távolítóideg* (n. abducens): A külső egyenes szemizom mozgatóidege. A III., IV. és a VI. agyidegek a szem bonyolult mozgásait irányító szemmozgató idegek.
- VII. *Arcideg* (n. facialis): Kevert ideg, az arc mimikai izmait látja el, de szerepe van az ízérzés ingerületének vezetésében és a nyáleválasztásban is.
- VIII. *Egyensúlyozó- és hallóideg* (n. vestibulocochlearis): Érzékszervi ideg, a halló-egyensúlyozó rendszer része. A hallás és egyensúlyozás ingerületeit vezeti az agyközpontok felé.
- IX. *Nyelv-garatideg* (n. glossopharyngeus): Kevert ideg, amely a garat és a nyelv érző-mozgató beidegzését végzi. Részt vesz a nyáleválasztásban is.
- X. *Bolygóideg* (n. vagus): Kevert ideg, a leghosszabb agyideg, szinte mindegyik belső szervhez ad ágakat. Érző-, mozgató- és vegetatív rostjai közül túlsúlyban vannak a vegetatív paraszimpatikus rostok.
- XI. *Járulékos ideg* (n. accessorius): Mozgatóideg, ágai főként a nyak- és a hátizmok működését idegzi be.
- XII. *Nyelv alatti ideg* (n. hypoglossus): A nyelv izmainak és a nyelvcsont alatti nyakizmoknak a mozgatóidege.

Az idegek károsodása (sérülése, gyulladása) sok esetben fájdalommal jár, az általuk ellátott terület kiesik a működésből (parézis). Az idegi eredetű fájdalom a neuralgia.

A VEGETATÍV IDEGRENSZER

A vegetatív idegrendszer elnevezése (akaratától független, zsigeri idegrendszer) részben működésére, részben felépítésére utal.

A vegetatív idegrendszer biztosítja a szervezet belső állandóságát, alkalmazkodását a környezethez. Nagyan hozzájárul a szervezet belső egyensúlya, a homeosztázis megteremtéséhez és fenntartásához.

Szabályozza a belső szervek, azaz a zsigerek, valamint a mirigyek és az erek működését, vagyis az akaratától függetlenül végbemenő életműködéseket.

A vegetatív idegrendszer, mivel akaratától függetlenül működik, bizonyos fokú önállósággal rendelkezik, ezért autonóm idegrendszernek is nevezik.

A vegetatív idegrendszerben nagy számban fordulnak elő idegdúcok.

A VEGETATÍV IDEGRENSZER ANATÓMIAI FELOSZTÁSA

- *Központi része az agy- és a gerincvelőben található.*
- *Környéki részét a vegetatív idegek képezik, amelyek a periféria és az idegközpontok között teremtenek kapcsolatot. A környéki részhez tartoznak az idegdúcok, amelyeket érző-, illetve mozgatóidegsejt-csoportok alkotnak.*

A vegetatív idegrendszer a központi idegrendszerből való kilépés alapján a következő részekre osztható:

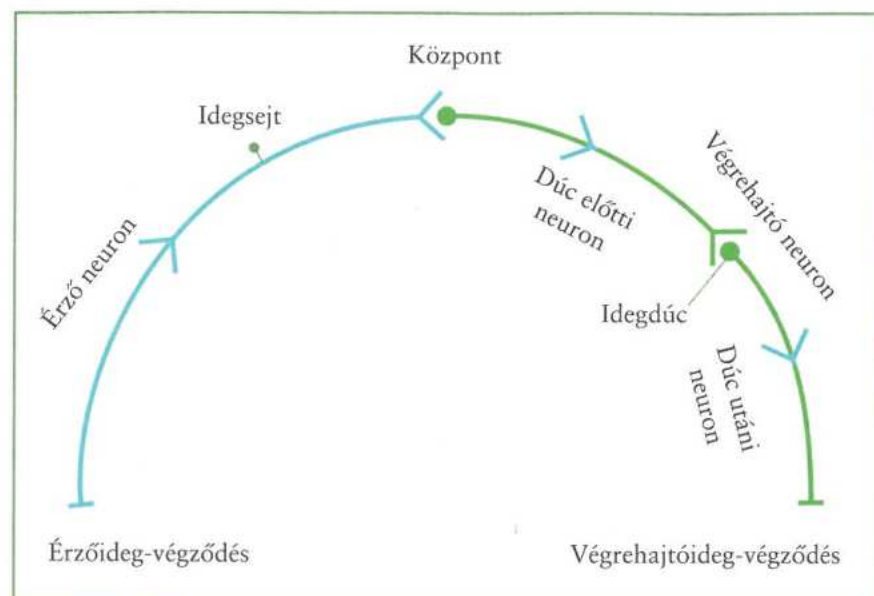
- *Feji* (cranialis), más néven agytörzsi rész.
- *Háti-ágyéki* (thoracolumbalis) rész.
- *Keresztcsonti* (sacralis) rész.

A VEGETATÍV IDEGRENSZER MŰKÖDÉSI FELOSZTÁSA

- *Szimpatikus része a háti és ágyéki szakasz, illetve az onnan kilépő vegetatív idegek.*
- *Paraszimpatikus része a feji és keresztcsonti szakasz, illetve az onnan kilépő vegetatív idegek.*

A vegetatív idegrendszer alapvető működése – ugyanúgy, ahogyan az agy-gerincvelői (cerebrospinalis) idegrendszerénél is – a reflex, anatómiai alapja pedig a reflexív.

A VEGETATÍV REFLEXÍV



10.24. ábra. A vegetatív reflexív sémája

A vegetatív reflexív háromneuronos, vagyis egy érző és két mozgatóneuron alkotja.

A vegetatív reflexív részei

- Az érzőideg-végződés (receptor) a belső szervekben, illetve a testfalban található.
- Az érző- (afferens) ideg a vegetatív központok felé szállítja az ingerületet.
- A reflexközpont a gerincvelőben és az agyvelőben helyezkedik el.
- A mozgató- (efferens) ideg kétneuronos, részei a közte lévő idegdúc alapján:
 - A dúc előtti (preganglionaris) neuron.
 - A dúc utáni (postganglionaris) neuron.

Ebben különbözik az agyvelői-gerincvelői (cerebrospinalis) reflexektől, ott nem szakítja meg a mozgatószárat idegdúc.

- A mozgató-, végrehajtóideg-végződés (effektor) a zsigerekben, illetve a testfalban található.

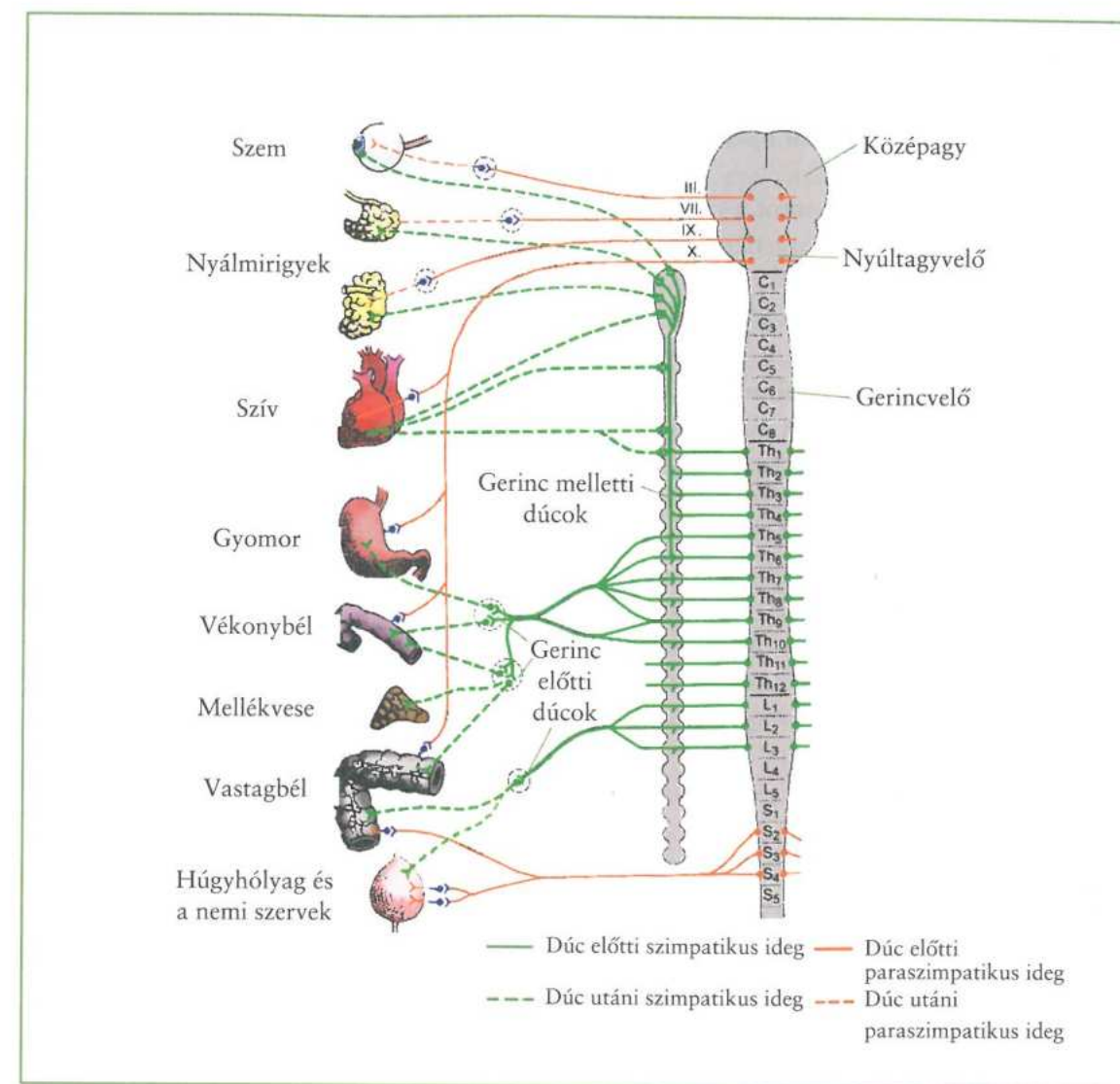
A SZIMPATIKUS IDEGRENSZER

A szimpatikus idegrendszer központja a gerincvelő háti és ágyéki szakaszában található (az oldalszárny vegetatív sejtjei).

Környéki részét a periférián található szimpatikus idegek és a dúcok képezik.

Szimpatikus dúcok

- A határköteg/határlánc (truncus sympathicus) a csigolyák mellett, a gerinc két oldalán (paravertebralis) húzódó dúclánc. Döntően a feji, nyaki, mellüregi szervek, a testfal és a végtagok beidegzését végzik.



10.25. ábra. A vegetatív idegrendszer

- A csigolyák előtti dúcokhoz (praevertebralis) a csigolyák előtt a hasüregben egymás alatt elhelyezkedő három nagy dúc tartozik. Főleg a hasüregi és kismedencei zsigerek beidegzését végzik.

A szimpatikus idegrendszer szinapszisaiban az ingerületátvivő anyag az *adrenalin* és a *noradrenalin*.

A szimpatikus idegek többsége *serkentőleg hat a szervezetre*, fokozza a szervek működését (a gyomor-bélrendszer kivételével). Mozgósítja a szervezet tartalék energiáit, fokozza a szellemi és fizikai teljesítőképességet (pl. a „vizsgadrukk” is teljesítménynyfokozó hatású).

A stresszt kiváltó ingerek (stresszorok) által okozott stresszállapotban intenzívebben kezd működni a szimpatikus idegrendszer, és a mellékvese is fokozott mértékben termel adrenalin. Az adrenalin szervekre gyakorolt hatása megegyezik a szimpatikus idegrendszeri hatással.

A PARASZIMPATIKUS IDEGRENSZER

A paraszimpatikus idegrendszer *központja* az agytörzsben és a gerincvelő keresztcsonti szakaszában van. Az agytörzsi részt a III., VII., IX. és X. agyidegek paraszimpatikus magjai alkotják.

A *környéki részt* a központot a perifériával összekötő paraszimpatikus idegek és dúcok képezik. *Dúcai* többségében közvetlenül a *zsigerek előtt* (a zsigerek kapujában), vagy pedig a *zsigerek falában* találhatók.

A paraszimpatikus szinapszisok ingerületátvivő anyaga az *acetilkolin*.

A paraszimpatikus beidegzés nagy részét a X. *bolygóideg* rostjai végzik, ágakat adnak a nyaki, mellüregi és hasi szervek nagy részéhez. A hasüreg alsó részének és a medenceüreg szerveinek paraszimpatikus rostjai a keresztcsonti szakasról erednek. A feji szervek paraszimpatikus beidegzését a III., VII. és IX. agyideg biztosítja.

A paraszimpatikus idegrendszer általában *gátolja a szervek működését* (a gyomor-bélrendszer kivételével.)

Szerveinkhez szimpatikus és paraszimpatikus idegek szállítják a működésüket szabályozó serkentő és gátló ingerületeket, így *kettős beidegzésűek*. Egészséges állapotban a szervezet harmonikusan működik. Az egyensúly felborulása során szimpatikus vagy paraszimpatikus túlsúly alakulhat ki (inkább az előző a gyakori).

A VEGETATÍV IDEGRENSZER HATÁSA A SZERVEK MŰKÖDÉSÉRE

Szervek	Szimpatikus hatás	Paraszimpatikus hatás
Szív	fokozott működés	csökkent működés
Erek	szűkülnek (a koszorúserek tágulnak)	–
Vérnyomás	emelkedik	csökken
Gyomor- és bélműködés	csökken	fokozódik
Vércukorszint	emelkedik	–
Pupilla	tágul	szűkül
Hörgők	tágulnak	szűkülnek
Verejtékmirigyek	fokozott elválasztás	–

10.2. táblázat. A vegetatív idegrendszer hatása

A szimpatikus és paraszimpatikus idegek hatása ellentétes. A vegetatív idegrendszer egyensúlyi állapotának megbomlása idegrendszeri működészavarokhoz (neurózis) vezethet. A neurózishoz vezető főbb okok pl. a konfliktushelyzetek, a kimerülés, a kritikus élethelyzetek.

A hosszú ideig fennálló stresszes életmód mindazon szervek elváltozásaihoz vezethet, amelyek kitettek a gyakori adrenalin/szimpatikus hatásnak (pl. erek, szív).

PSZICHOSZOMATIKUS ELVÁLTOZÁSOK

A vegetatív idegrendszer autonómiája csak viszonylagos, mivel igen szoros működési kapcsolata van a központi idegrendszerrel. Erre utal az agykéreg és a belső szervek (corticovisceralis) kapcsolata, ami azt jelenti, hogy az idegrendszert, vagyis az agykérget ért hatások befolyásolják, megváltoztathatják a szervek működését, de fordítva is igaz, a szervek működése is hatással van az idegrendszer állapotára. Az idegrendszer és a szervezet működése közötti kölcsönös kapcsolattal foglalkozik az orvoslás és a pszichológia határtudománya, a pszichoszomatika. A pszichoszomatika nemcsak tudomány, hanem szemlélet és gyógy mód, amely a betegségek kezelésénél a testi és a lelki tényezőket egyaránt figyelembe veszi.

A lélek (psziché) és a test (szóma) egészséges állapotban erősítik a szervezet jóléti állapotát, ha viszont az egyik működésében zavar keletkezik, negatív hatást gyakorol a másikra. Az agykérgi központok e hatások következtében a vegetatív idegek útján megváltoztathatják egyes szervek működését. Így jönnek létre a pszichoszomatikus kórképek.

A pszichoszomatikus betegségek kialakulásában egyrészt a külvilág negatív hatásai, másrészt az egyén lelki problémái játszanak szerepet. Jó példa erre az álterhesség ritka kórképe, amikor valaki nagyon szeretné a gyermekáldást, és ennek hiányában terhességi jeleket „produkál”: elmarad a havi vérzése, nő a haskörfogata, hányinger jelentkezik.

Tipikus pszichoszomatikus betegség pl. a tüdőasztma (asthma bronchiale), a fekélyes vastagbélgyulladás (colitis ulcerosa), a magas vérnyomás, vagy a nyombélfekély (ulcus duodeni). Gyermekeknél gyakran előfordul, hogy az őket ért negatív pszichés hatás következtében nem szívesen mennek óvodába, iskolába, ezért valós testi tünetek lépnek fel (pl. láz, hasmenés, hányás).

A pszichoszomatikus betegségek kezelése, illetve a különböző betegségek pszichoszomatikus úton való gyógyítása szakmai felkészültséget és türelmet igényel, sokszor hosszú ideig tartó folyamat, mivel a pszichés okok feltárása, rendezése nélkül nem gyógyul meg a testi betegség.

ÉRDEKESSÉGEK

- Az *epilepszia*, az agy működészavara (nem elmebetegség), jelenleg véglegesen még nem gyógyítható, de kezelhető krónikus idegrendszeri betegség. Az agy különböző helyein fordulhatnak elő epilepsziás gócok, amelyek működésében időnként ingerületi túlsúly alakul ki. A tünetek rohamokban nyilvánulnak meg. A tünetek sokfélék lehetnek: enyhe tudatzavar, kisebb izomrángások a felső végtagon, vagy egy testrészen. Tipikus tünet a kis- és a nagyroham. Az utóbbinál a beteg elvágódik, egész teste rángatózik, szája habzik, eszméletét veszti. Az ókorban már ismerték a betegséget, az istenek

ajándékának tekintették, innen a neve *morbus sacer*: szent betegség (rég magyar neve: nyavalyatörés, frász). Oka lehet agykárosodás (pl. sérülés, daganat, gyulladás), de lehet genetikai oka is. Előfordulása gyermekeknél gyakori. Roham esetén az elsősegélynyújtás szabályai szerint kell eljárni. A diagnózis felállításához segít az EEG-vizsgálat: elkülöníti az epilepsziát a betegségre hasonlító rohamoktól. Az MR- (mágneses rezonancia) vizsgálat segítségével kizárható vagy megállapítható a betegség organikus háttere. Gyógyszeres kezeléssel a rohamok megelőzhetők. Műtét ritkán lehetséges, csak akkor ha ismert az epilepsziás góc és ez operálható helyen található. A betegek kezelése, gondozása neurológiai centrumokban, epilepszia szakambulanciákon történik.

- A *szklerózis multiplex* (SM) autoimmun betegség, mely során az agy- és a gerincvelő idegrostjainak velőshüvelye roncsolódik több helyen (az idegrost megkeményedik, az ingerületvezetés károsodik). Előfordulása 20–40 éves nőknél gyakoribb. Az „ezerarcú kór” tünetei, lefolyása nagy változatosságot mutat. Általános tünetei a kór előrehaladtával egyre súlyosbodnak: látás-, beszéd-, nyelés-, mozgás- és egyensúlyozási zavarok, inkontinencia. A betegek többsége idővel rokkant lesz, életvitelében segítségre szorul. A betegség MR-vizsgálattal, gerinccsapolással megállapítható. Az SM jelenleg nem gyógyítható, de gyógyszerekkel a tünetek csökkennek, a lefolyás lassítható. A betegek kezelése, gondozása neurológiai központokban történik.

- Az *Alzheimer-kórt* Alzheimer német orvos írta le 1907-ben. A központi idegrendszer krónikus, jelenleg nem gyógyítható betegsége. Lassan kezdődő, majd gyorsuló leépülési folyamat (dementia), mely során az agyban lerakódások, elhalások, kemény göcök keletkeznek. A diagnózis felállításához agyi képalkotó vizsgálatokat (MRI, CT, PET) végeznek, biztos eredményt a szövettan nyújt. A 65 év felettiek 5%-a, a 80 felettiek 20%-a betegszik meg. Gyakran összetévesztik az öregség élettani jeleivel (feledékenység, figyelmetlenség stb.) és a beteg későn kerül szakorvoshoz. A beteg néhány év alatt fokozatosan súlyos állapotba kerül: elbutul, beszéde zavart lesz, környezetét nem ismeri meg, szükségleteit nem tudja ellátni, testileg is leépül, állandó felügyeletre szorul. Gyógyszeres kezeléssel a folyamat lassítható.

Kezelése, gondozása neurológiai centrumokban, Alzheimer-szakambulanciákon történik. Kezelésében eredményes lehet az összejtbeültetés.

- A *Parkinson-kórt* Parkinson brit orvos írta le 1817-ben. A középagy idegsejtjeinek elhalása miatt nem termelődik dopamin (ingerületátvivő), és az extrapiramidális rendszer működése károsodik. A betegség lassú állapotromlással jár. Két fő típusa van. Egyik típusának a tünetei: izomfeszesség a végtagokon, törzsön és egyensúlyzavarok, másik típusnál: fő tünet a remegés (tremor) az arcon, végtagokon, ajkakon, nyelven. Mindkettőre jellemző a mozgáslassulás, a fej és törzs előrehajlik, a hát görbült. Értelmi hanyatlás is gyakran tapasztalható. Gyakran kezdődik ízérzékelési, beszéd-, nyelési és mozgászavarokkal. Gyógyszerekkel nem gyógyítható, de az állapotromlás lassítható. A betegség gondozása neurológiai centrumokban, Parkinson-szakambulanciákon történik. Kezelésében eredményes lehet az összejtbeültetés.

- Az *arcidegbénulás* a VII. agyideg/arcideg ártalma, amikor általában a fél oldal betegszik meg. Nagy fájdalommal járó, lassan gyógyuló betegség. Ilyenkor az ideg ártalma, bénulása következtében a beteg arcfél izomtónusa megszűnik, petyhüdt, kifejezéstelen lesz, teljesen különbözik az egészséges arckifejezéstől. Ezt nevezik Janus-arcnak.

- *Cannon-féle vészreakció*: Veszélyhelyzetben az emberi/állati szervezet a küzdelemhez vagy a meneküléshez szükséges szervei erőteljesen működnek (adrenalin hatás). Az adrenalin hatása elegendő energiát szolgáltat akár a megküzdéshez, akár a meneküléshez. A vészreakció nagy szerepet játszott a törzsfajlás során a fajok fennmaradásában, illetve kipusztulásában. A szervezet választ a vészhelyzetre először Walter Bradford Cannon amerikai kutatóorvos írta le 1915-ben. Róla nevezték el Cannon-féle vészreakciónak. Az ő kutatási eredményeinek figyelembevételével dolgozta ki Selye János a stresszelméletét.
- Selye János (1907–1982), magyar származású kutatóorvos, endokrinológus (apja magyar, anyja osztrák volt) korának nemzetközileg elismert tudósa volt. Kanadában élt, sokrétű munkássága során számos szakkönyvet és tudományos cikket írt. 1936-tól a stresszkutatás megalapozójává vált. 1956-ban Kanadában angol nyelven kiadott, majd 1964-ben magyarul is megjelent *Életünk és a stressz* c. nagy sikerű könyvében írta le a nagyközönség számára is érthetően a szervezetünkben stressz hatására létrejött válaszreakciókat, az ún. vészreakciókat. Több mint harminc könyvet írt és számtalan tudományos cikke jelent meg a stresszel kapcsolatban.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az idegrendszer legfelső szinten összehangolja, szabályozza az életműködéseket.

Szövettanilag nyulványokkal rendelkező idegsejt, a neuron építi fel.

Az idegrendszer alapvető működése a *reflex*. A reflex anatómiai alapja, a *reflexív* teszi lehetővé az idegrendszer működését.

Az *egyszerűlelemis reflexív* működése: Az érzőideg-végződésben történik az inger felvétele és ingerület alakítása. Az ingerület az érzőidegeken jut a központokba, ahonnan mozgatóidegek vezetnek a válasz-, vagyis mozgató ingerületet a végrehajtó szervben lévő mozgatóideg-végződésig. A *vegetatív reflexív* részei hasonlóak, kivéve a mozgatóideget, amely egy dúc előtti és egy dúc utáni neuronból áll.

Az ingerületvezetés élettani alapja a *membránpotenciál*, vagyis az idegrost sejtmembránjának elektromos feszültségváltozása, amelyet a kálium- és nátriumionok sejthártyán át történő vándorlása tesz lehetővé.

Könnyebb tájékozódni az idegrendszerben, ha tudjuk, hogy az idegrendszeri központok mindig az agy- és gerincvelőben vannak, a perifériát az ettől távol eső területek jelentik. A *fehérállományt* a neuron nyulványai alkotják, amelyek a központban idegpályákat, a periférián idegeket alkotnak. A *szürkeállományt* (ami a valóságban szürkés-drappos színű) a neuron sejttestei alkotják. Az agykéregben, a gerincvelő belsejében és az ún. törzsdúcokban találunk szürkeállományt. Az idegrendszer részei között anatómiai felosztásuk ellenére rendkívül szoros működési kapcsolat van.

A *gerincvelő* belső szürkeállományának szarvai érző, mozgató és vegetatív idegsejteket tartalmaznak. Külső fehérállományában futnak a pályarendszerek, amelyek fel- és leszálló pályái a periféria és az agyközpontok között teremtenek kapcsolatot, belső pályái pedig a gerincvelő egyes részeinek működését hangolják össze. A gerincvelő a feltétlen reflextevékenység központja. Az izomeredetű és bőreredetű reflexek, mint pl. a térdreflex, könnyen kiválthatók, ezért az ideggyógyászatban rutinvizsgálatnak számítanak.

Az agyhoz tartozik az agytörzs (nyúltvelő, híd, középagy), a kisagy, a köztiagy (talamusz, hipotalamusz) és a nagyagy.

Az agytörzs nyúltagi részében van a légző- és érmozgató központ, ezenkívül a védekezési és táplálkozási reflexek központja.

A kisagy az egyensúlyi mozgások és mozgáskoordinálás központi helye.

A köztiagy hipotalamusz részének működése révén a vegetatív életműködések legfelső központja.

A nagyagy az agykéregből és a kéreg alatti dúcokból áll. Fehérállományában futnak tovább a felszálló és leszálló pályák, amelyek a gerincvelővel teremtenek kapcsolatot. A társító és összekötő pályák az agyféltekék működésének összehangolásáért felelősek.

Az agykérget alkotó szürkeállomány az érző-, mozgató- és érzékszervi működések központi helye. Több tevékenység kérgi központjának pontosan ismert a helye, de sok a feltáratlan terület (pl. az emlékezés agyi folyamatait pontosan nem ismerjük). A feltételes reflexek működése az agykéreghez kötött. Veszélytett, feltétlen reflexekre épülnek, mint pl. a vizelet- és a székletürítés. A feltételes reflexek megtanulhatók, de sajnos elfelejthetők, így előfordulhat, hogy az előbb említett reflexek pl. agyi, keringési zavarok (agyvérzés, érszűkület) következtében „kialszanak”, ilyenkor előfordulhat, hogy a beteg inkontinens lesz, székletét és/vagy vizeletét nem tudja visszatartani.

Az agykéreg fejlődéstanilag fiatal képződményének, a neocortexnek köszönhető a gondolkodás és a beszéd, mint csak az emberre jellemző képesség.

A kéreg alatti dúcok működésileg az agykéreg irányítása alatt álló központok az agy fehérállományában.

A központi idegrendszert agy- és gerincvelői burok veszi körül. Rétegei: Kívül a kemény agyhártya, középen a pókhálósárta (a lágy agyhártya külső lemeze) és belül a lágy agyhártya belső lemeze. Az utóbbi kettő között, valamint az agyban lévő négy üregben, az agykamrákban is agy- és gerincvelői folyadék, liquor található. A folyadék állandó mozgásban van, ezért lehetséges az, hogy gerinccsapólásból megállapítható az agyhártyagyulladás. A burkok és a köztük lévő folyadék mechanikai védelmet jelentenek a központi idegrendszer számára.

A környéki idegrendszer a gerincvelőből eredő 31 pár gerincvelői ideg és az agyvelőből eredő 12 pár agyideg révén a periféria és az idegközpontok között létesít kapcsolatot.

A gerincvelői idegek kevert idegek, mivel egy idegben együtt haladnak érző-, mozgató- és vegetatív idegrostok is. Az agyidegek vagy csak érzékszervi, vagy csak mozgató, vagy kevert (érző-, mozgató és vegetatív) idegrostokat tartalmaznak.

A gerincvelői idegek gerincvelőből történő kilépésük után – a háti szakasz idegeinek kivételével – fonatokat alkotnak, majd hosszabb-rövidebb úton haladnak az általuk ellátandó területek felé.

A vegetatív idegrendszer az akarattól független életműködések szabályozza. A belső szervekhez, mirigyekhez egyaránt futnak szimpatikus és paraszimpatikus vegetatív idegek, amelyek egyrészt serkentő, másrészt gátló ingerületeket szállítanak. Ez a „kettős” beidegzés biztosítja a szervek kiegyensúlyozott működését.

A pszichoszomatika a lelki és a testi működés kapcsolataival foglalkozó tudomány. Főleg a stresszes életmód miatt gyakran alakulnak ki a test és a lélek nem megfelelő kapcsolatából eredő pszichoszomatikus tünetek, betegségek.

KULCSFOGALMAK

Neuron, neurocyta, rövidnyúlvány, hosszúnyúlvány, végfácska, szinapszis, ingerület-átvivő anyag, acetilkolin, membránpotenciál, reflex, cerebrospinális reflexív, vegetatív reflexív, gerincvelői reflexek, érzőideg-végződés, mozgatóideg-végződés, érzőideg, mozgatóideg, kevert ideg, cerebrospinális, központi idegrendszer, környéki idegrendszer, felszálló pályák, leszálló pályák, barázda, hasadék, durazsák, környéki idegrendszer, agykérgi központok, neocortex, feltétlen és feltételes reflexek, vegetatív idegrendszer, szimpatikus hatás, paraszimpatikus hatás, pszichoszomatika.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja le az egyszerű reflexív félkörseimáját, és jelölje rajta mind az öt részét! (Végezzen önellenőrzést a 10.4. ábrán!)
2. A 10.14. ábrán a magyar szakkifejezések mellé írja oda a tanultakat latinul is!
3. A 10.12. ábrán satírozza be az agytörzs részeit!
4. A 10.7. ábrán jelölje be a fehérállomány elülső, hátulsó és két oldalsó kötegét!
5. Miben különbözik a vegetatív és az agyi-gerincvelői (cerebrospinalis) reflexív?
6. Az újszülöttnak már megszületéskor működik a nyáleválasztási reflexe. A későbbi években elegendő az étel illatát megérezni és megindul a nyáleválasztás. Mi az azonoság és a különbség a két reflexfolyamat között?
7. Magyarázza el, milyen idegéletani folyamatok mennek végbe attól kezdve, hogy valaki megszúrja az ujját, addig, amíg hirtelen, védekezéséppen elrántja a kezét!
8. A 10.13. és a 10.19. ábra boncképein jelölje be az agy alapon és az agy metszetén felismert anatómiai részeket!
9. Miben különbözik a piramis- és az extrapiramidális pályák működése?
10. Mi az oka annak, hogy egyoldali agyvérzés esetén az ellenoldali testfél bénul?
11. Gyakorlati órán – lehetőség szerint – gyakorolja a térdreflex kiváltását: társa (vagy ön maga) keresztbetett alsó végtagján reflexkalapáccsal, vagy tenyere kisujji élével fejtsen ki mérsékelt mechanikai ingert a térdkalács alatti inas területre. Miben nyilvánul meg a reflexválasz? Ismertesse az ingerület útját az ingerlés helyétől a végrehajtó izomig!
12. A testi és lelki (pszichoszomatikus) változások milyen kölcsönhatásban állnak egymással? Mutassa be példákon keresztül!
13. Milyen idegrendszeri oka lehet az időskori vizelet- és széklet-visszatartási képtelenségnek?
14. Tanulmányozza a 10.2. táblázatot! A hosszú ideig tartó stresszes életmód (fokozott adrenalinhatás) mely szervek betegségeihez vezethet?
15. Mutassa be agymoddellen az agy részeit!
16. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az idegrendszer képeit és animációit!

OLVASMÁNY

PAVLOV MUNKÁSSÁGA

Ivan Petrovics *Pavlov* (1849–1936), orosz fiziológus, pszichológus, belgyógyász. A pszichofiziológia és a kísérleti pszichológia egyik megalapítója. A feltételesreflex-kutatás, a magatartáskutatás kiemelkedő alakja.

Lelkészcsalád sarjaként teológiai tanulmányait félbehagyva kémia-élettan szakon tanult, itt szerezte doktorátusát, majd a szív- és keringési rendszert vizsgálva neves sebésszé vált.

Kiállt amellett, hogy az állatok szakszerű műteti eljárásban részesüljenek, és felhívta a figyelmet az operáció utáni gondozás és egészségmegőrzés fontosságára is. Pavlov kísérletezési „művészetének” egyik fő sajátossága az volt, hogy kutyákon végzett megfigyeléseit és méréseit hosszú hetekig, hónapokig, esetleg évekig megszakítás nélkül ugyanazon az állaton végezte. Kísérletei során altatás alatt, tehát sebészi narkózisban a vizsgálni kívánt emésztőszerv kivezető-csővét kivarrt a bőrre. A kutya a narkózisból felébredve további életében fájdalom vagy kellemetlenség nélkül hordta a bőrére kivarrt nyálsipolyt, gyomornyílást vagy hasnyáلكivezetést. A Pavlov-féle laboratóriumban szabályos, pompásan felszerelt kutyaklinika működött. Minden kutyának neve volt, a bőséges táplálékról és a tökéletes higiénáról képzett személyzet gondoskodott, hiszen egy-egy operált állat nagy értéket képviselt, a tudományos megfigyelést szolgálva évekig zavartalanul élt az állatházban. Pavlov az állatvédelem előfutárának is tekintendő.

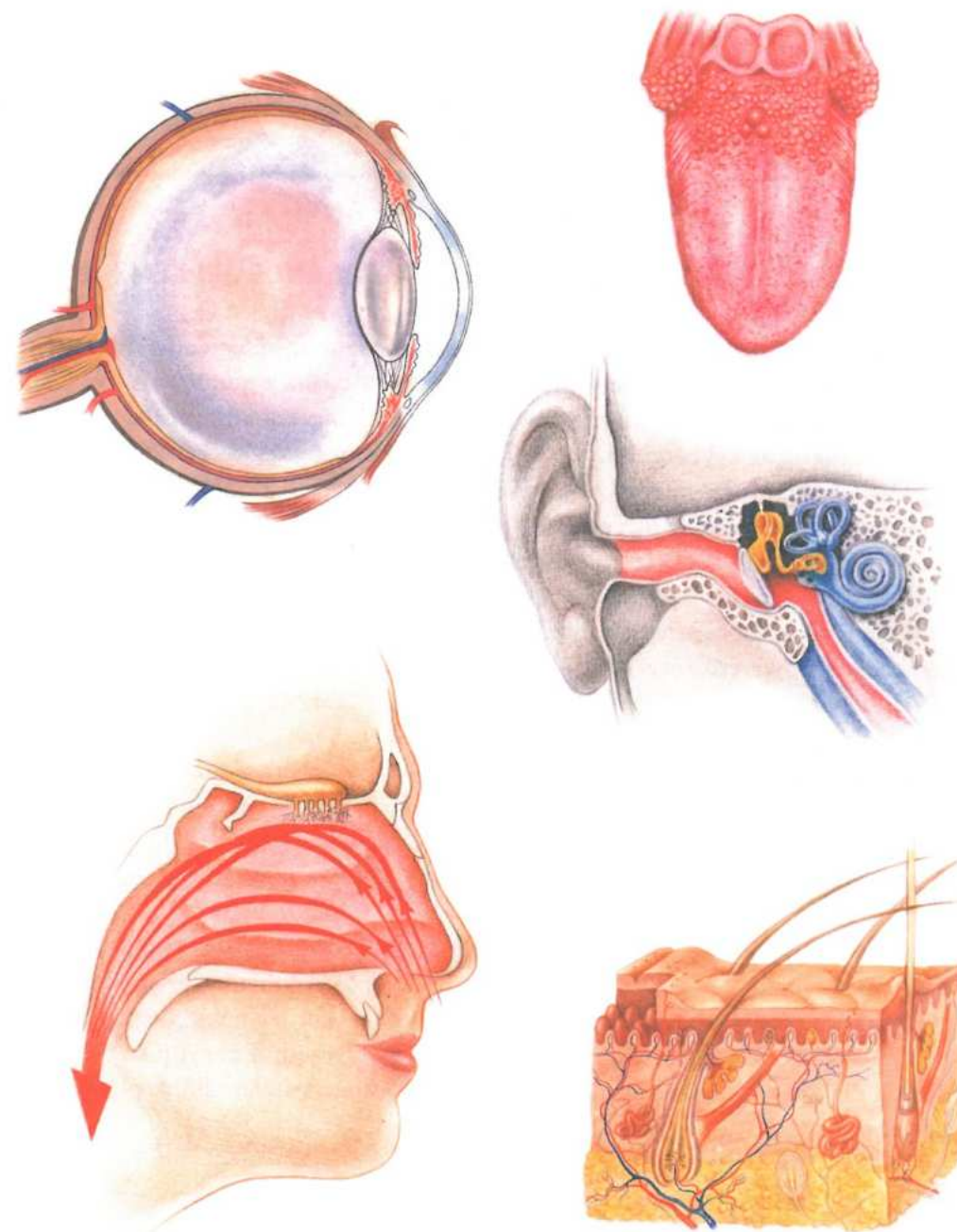
A szeretet és megbecsülés kifejezésekként felállított egy impozáns, oldalán dombozművekkel díszített szobrot az emberiséget szolgáló „névtelen” kutya tiszteletére (ez a híres „kutyaemlékmű”). A szobor a szentpétervári orvosi egyetem kertjében áll.

Sokrétű tudományos tevékenységet folytatott. A feltételes reflexek természetét, működését kutatta kísérletei során. Leírta a nyálmirigyek tevékenységét, a gyomormirigyek működésének szabályait, az emésztőnedvet elválasztó hasnyálmirigy életfontosságú szerepét. A feltételes reflexekben a magasabb idegműködés megnyilvánulását látta, amelyet azonosnak velt a lelki tevékenységgel.

Az emésztés élettanával, a feltételes reflexekkel kapcsolatos munkásságának elismeréséül 1904-ben orvosi Nobel-díjat kapott. Kutatásai ma is érvényesek, eredménnyel alkalmazzák a tudományos életben.

11. FEJEZET

AZ ÉRZÉKSZERVEK



AZ ÉRZÉKSZERVEK

Kapcsolódó közismereti, szakmai tartalmak

- Az érzékelés. Az érzékelőrendszerek (biológia)
- A reflexív. Az agykéreg. A környéki idegrendszer: agyidegek (e tankönyv 10. fejezete)
- Az érzékszervek latin szakkifejezései (orvosi latin)

AZ ÉRZÉKSZERVEK JELENTŐSÉGE ÉS ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A környezetből származó ingerek nagy része nem közvetlenül az idegrendszerre hat, hanem az ingerek és az idegrendszer közé iktatott érzékszervekre.

Az érzékszervek (organa sensuum) *receptorai* felveszik az ingereket, ingerületté alakítják és megfelelő *idegpályákon* az agykérgi központokba vezetik, ahol *érzet* keletkezik.

Az *érzékszervek receptorai* ingerfelvevő készülékek, amelyeket speciális hám, az *érzékhám* épít fel. A receptorok felfogják az ingereket és ingerületté alakítják.

Pavlov az érzékszerveket analizátoroknak (elemzőknek) nevezte.

Az érzékszervek csak a nekik megfelelő, specifikus, ún. *adekvát ingerre* reagálnak (pl. a szem adekvát ingere a fény, a hallószervé a hang).

Az ingereknek bizonyos erősséget (küszöbértéket) kell elérniük ahhoz, hogy érzetet keltsenek.

Az *érzékszervek közvetítik a külvilág változásait* az idegrendszer felé. Segítségükkel tájékozódunk, alkalmazkodunk az élő szervezetek a környezetükhöz.

Az *érzékszervek* a külvilág változásainak ingereit érzékelik (exteroceptorok).

- *Fizikai ingerekre* reagál a látó-, a halló- és az egyensúlyozó szerv, valamint a bőr.
- *Kémiai ingereket* vesz fel a szagló- és ízlelőszerv. Mivel érzőideg-végződése levegőben oldott gázokra-gőzökre, illetve oldott anyagokra reagálnak, ezért ezeket *kemoreceptoroknak* is nevezzük.

Az érzékszervek együttes működése nyújt valóságos képet a világról. Egy időben számtalan ingert fognak fel, azonban az agykéreg tudati működésének köszönhetően ezek nem külön-külön érzékletként, hanem összehangolt érzékszervi működésként jelennek meg, segítségükkel észleljük környezetünket és alkalmazkodunk hozzá. A környezetből nagyon sok információt veszünk fel, de csak egy részük tudatosul. Különösen sok ingert szelektálunk pl. összpontosított figyelem esetén.

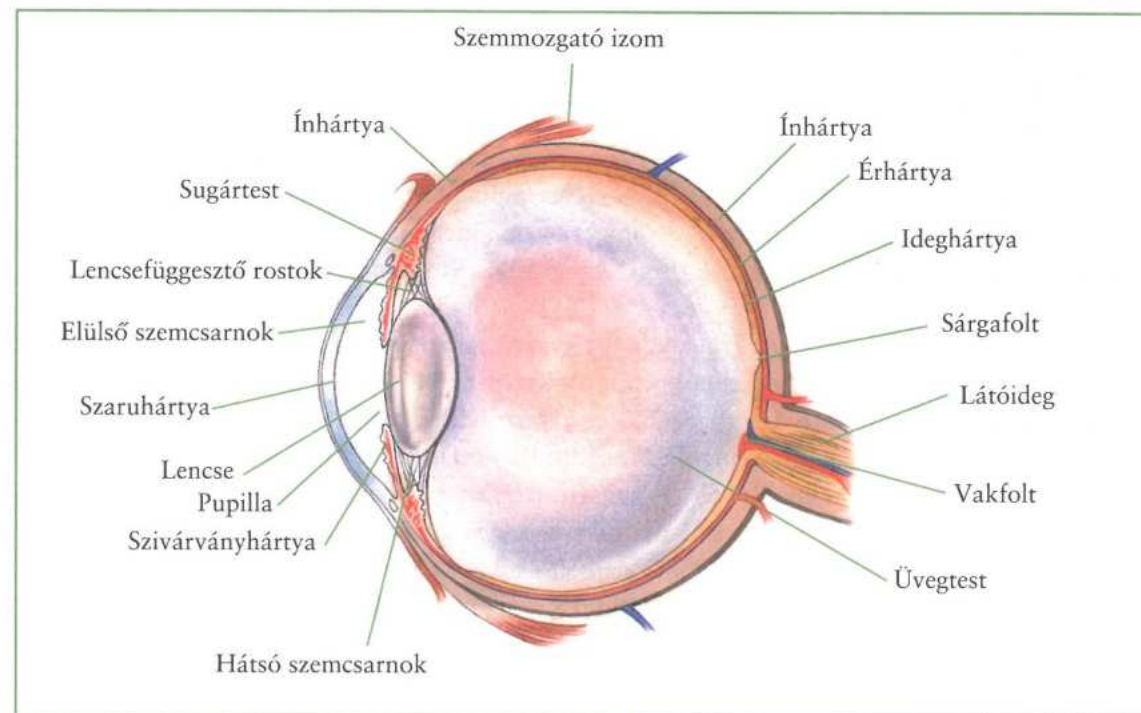
AZ ÉRZÉKSZERVEK EGYÜTTES MŰKÖDÉSE

Érzékszerveink külön-külön fogják fel az ingereket. Az agyközpontokban egy időben keletkezett tudatos érzetek azonban nem elszigetelten, hanem integráltan jelenítik meg a külvilág történéseit. Az érzékelés nem mozaikszerű, hanem *komplex folyamat*, mint pl. a művészetek élvezete.

Az érzékszervek együttműködésének köszönhetően az egyén könnyen tájékozódik szűkebb-tágabb környezetében, képes alkalmazkodni a környezeti körülmények változásaihoz. Csökkent vagy hiányzó érzékszervi működés következtében nehezebbé válik az életvitel. Egy érzékszervi működés kiesése magával vonja a többi érzékszerv kifinomultabb működését (pl. a vakok tapintása, szaglása és hallása igen jól fejlett).

A LÁTÓSZERV

A látószerv (organum visus), a fényérzékelés szerve. Adekvát ingere a *fény*. A szem részei: a szemgolyó, a fénytörő közegek, a látóideg, a szemmozgató izmok és a szem védőkészüléke. A fénytörő közegek a szem optikai rendszerét képezik.



11.1. ábra. A szemgolyó felépítése

A SZEMGOLYÓ

A szemgolyó (bulbus oculi) a szűkebb értelemben vett látószerv, gömb alakú, 24 mm átmérőjű test, a csontos szemüregben helyezkedik el. A szemgolyót három burok építi fel: a külső, a középső és a belső.

Külső, védőburok

A külső, védőburok *részei*: az ínhártya és a szaruhártya.

- Az *ínhártya* (sclera) fehér, erős, rostos kötőszövet. Ereken és idegekben gazdag. A külső burok 4/5 részét alkotja. Ez a „szemfehérje”.
- A *szaruhártya* (cornea) a külső burok elülső részén óraüvegszerűen illeszkedő, domború, egyenletes felszínű, átlátszó hártya. Átmérője 13 mm, vastagsága kb. 1 mm. Idegekben gazdag, ereket nem tartalmaz. Táplálása diffúzióval történik. Kívülről a könny, belülről a csarnokvíz állandóan nedvesen tartja. A szaruhártyát érő mechanikai ingerre, mint az érintés, a szem becsukódik (cornea reflex), pislogni, könnyezni kezd.

Középső, táplálóburok

A középső, táplálóburok *részei* (hátról előre haladva): az érhártya, a sugártest és a szivárványhártya.

- Az *érhártya* (choroidea) ereken és pigmentben gazdag, kb. az ínhártyával megegyező kiterjedésű, vékony hártya a külső ínhártya és a belső ideghártya között.
- *Feladata* a szem – főleg az ideghártya – táplálása.
- A *sugártest* (corpus ciliare) 6–7 mm széles körbefutó izomgyűrű az érhártya és a szivárványhártya között. Két feladata van: érfonatai *csarnokvizet termelnek*, simaizom elemei pedig a *szemlencsét függesztik* és lehetővé teszik – a szemlencse domborúságának változtatásával – a szem alkalmazkodását a távolsághoz.
- A *szivárványhártya* (iris) a szemgolyó elülső részén, a szaruhártya mögött jól láthatóan helyezkedik el. Lapos, gyűrű alakú, 6–7 mm széles lemez. A szem színét a benne lévő pigment mennyisége adja. A kék szemben kevés, míg a barna, illetve a fekete szemben sok a pigment (nincs kék vagy barna színű festékanyag). Az újszülöttek szeme általában kék, mert kevés a szivárványhártya pigmentje.
- *Elülső és hátsó szemcsarnokra* osztja a szivárványhártya a szaruhártya és a szemlencse közötti teret. Mindkét szemcsarnokot csarnokvíz tölti ki, a pupillán át közlekednek egymással. Az *elülső csarnok* a szivárvány- és a szaruhártya közötti rés, a szaruhártya belső felszínén keresztül innen kapja táplálékát, diffúzió útján. A *hátsó csarnok* a szivárványhártya és a szemlencse közötti rés. A sugártest érfonatai által termelt csarnokvíz a szemcsarnokokból a vénás rendszerbe szívódik vissza. Folytonos termelődése és elvezetődése révén mennyisége és nyomása állandó.
- Ha a csarnokvíz elvezetése akadályozott, növekszik a szem belnyomása, és létrejön a zöldhályog (glaucoma). A betegségnek több fajtája ismert. Látási panaszok mellett járhat fejfájással, hányással is. A kezeletlen zöldhályog vakasághoz vezet.
- A *szembogár* (pupilla) a szivárványhártya közepén található kerek, változó átmérőjű nyílás. A pupilla fényre szűkül és sötétben tágul, így szabályozza a szembe jutó fény mennyiségét. A szivárványhártya izmai szimpatikus idegi hatásra tágítják, paraszimpatikus hatásra

szűkítik a pupillát.

- A *pupillareflex* a szem gyors alkalmazkodása (adaptáció) a fényerősséghez. Vizsgálata során pupillalámpával a szembe világítanak, a fényingerre a pupilla beszűkül.
- A pupilla mögött található 9 mm átmérőjű, átlátszó, rugalmas test a *szemlencse* (lens). A lencse közellátásnál domborúbb, távolba nézéskor laposabb.

Belső, ingerfelvevő burok

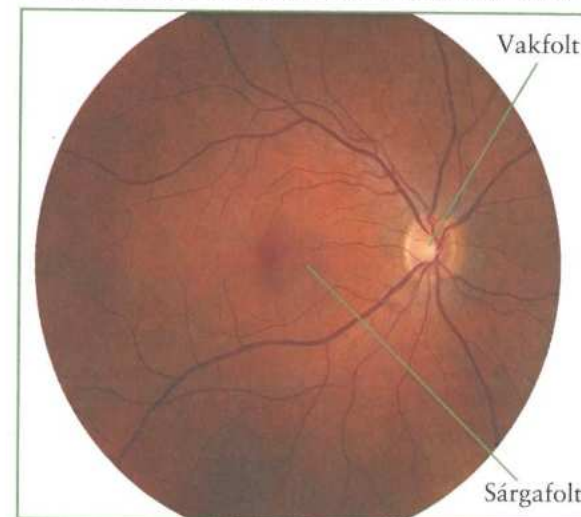
A belső, ingerfelvevő burkot vékony, sima hártya, az *ideghártya* (retina), más néven *recehártya* alkotja.

Külső, érhártya felőli rétege a *pigmentréteg*, belső rétege a tulajdonképpeni *ideghártya*. Az ideghártya hátsó, érhártyával lazán kapcsolódó része fényérzékeny, a szivárványhártyával és a sugártesttel érintkező része nem fényérzékeny.

- Az ideghártya *receptorai* a *fényérzékeny pálcikák* (számuk 120 millió) és a *színérzékeny csapok* (számuk 6 millió). Nevüket az alakjukról kapták. Fotopigmenteket tartalmaznak, amelyek fontos szerepet játszanak a fényinger ideg ingerületé alakításában.
- A *látóidegfő*, a látóideg (n. opticus) kilépési helye a belső burok hátsó részén. Az idegrostok látóideget alkotva itt lépnek ki a szemgolyóból. Ezen a helyen haladnak át a szem erei is. Ezt az 1,6 mm átmérőjű kerek foltot, mivel receptorokat nem tartalmaz és nem vesz részt a fényérzékelésben, *vakfolt*nak nevezzük.
- A *sárgafolt* (macula lutea) a szem belső burkán, a vakfolttól kissé oldalra, a pupillával szemben lévő, 2 mm átmérőjű, ellipszis alakú terület. Közepén található a *látógödör* (fovea centralis), amely pontszerű bemélyedés, itt van az *éles látás helye*. A látásélesség az ideghártya távolabbi pontjai felé haladva fokozatosan csökken. A sárgafolton csak csapok találhatók, az ideghártya többi részén a csapok és a pálcikák vegyesen helyezkednek el.
- A *látóbíbor* (rhodopsin) fényérzékeny, bíborvörös vegyület a pálcikákban. A látóbíbor *fény hatására lebomlik, sötétben újraképződik*, amihez A-vitamin szükséges. Félhomályban – a látóbíbornak köszönhetően – fényérzékenyebb a szem, a tárgyak szürkének látszanak. A-vitamin hiányában nem termelődik látóbíbor, szürkületben nincs látásérzékelés. Ez a betegség a *farkasvakság* (szürkületi vakság).

A csapok színérzékeny vegyületének hiánya, hiányos működése okozza a *színvakságot* és a *színtévesztést*.

Az ideghártyát szemfenékvizsgálattal lehet megtekinteni. A vizsgálattal nagyított szemfenék képén felismerhetők a kóros, főként érelváltozások.



11.2. ábra. Az ideghártya : szemfenékvizsgálati kép

A SZEM FÉNYTÖRŐ KÖZEGEI

Különböző közegekben különböző a fény terjedési sebessége, optikailag sűrűbb közegben lassabban, ritkább közegben gyorsabban terjed, megtörik a fény (pl. a víz törésmutatója 1,33). A szembe érkező fény a fénytörő közegeken áthatolva jut be az ideghártyára. A normál fénytörésű szem a beérkező fénysugarakat összegyűjti és az ideghártyán egyesíti. A fénytörő közegek (a szem optikai rendszere) részei: a szaruhártya, a csarnokvíz, a szemlencse és az üvegtest.

A szaruhártya

A szembe jutó fény elsőként a szaruhártyán halad át. A szaruhártya felszínének görbületi egyenetlensége az asztigmia. Az egyenetlenséget megfelelő módon csiszolt (cilinderes) lencsével lehet korrigálni.

A csarnokvíz

A csarnokvíz az elülső és a hátsó szemcsarnokot kitöltő, víztiszta folyadék, a sugártest érfonatai termelik. A szaruhártyát követően itt halad tovább a szembe behatoló fény. A csarnokvíz *kismértékben megtöri a fényt*.

A szemlencse

A szemlencse a szem fontos fénytörő közege (törésmutatója 1,416). A szivárványhártya és az üvegtest között helyezkedik el. Átlátszó, víztiszta, *kétszer domború* (bikonvex), rugalmas test. Átmérője 9–10 mm. Tok veszi körül. A sugártesthez kapcsolódó *lencsefüggesztő rostok* laposan tartják, ez a lencse nyugalmi (távolba látó) állapota. A lencsében nincsenek erek, a csarnokvíz táplálja. A lencse homályosodásával járó betegség a szürke hályog (cataracta). Az elhomályosodott lencsét eltávolítják és műanyag lencse beültetésével pótolják. Időskorban a lencse rugalmassága csökken, ez okozza az időskori távollátást.

Az üvegtest

Az üvegtest a szem belsejét kitöltő, a burkokat feszesen tartó, a szemgolyó alakjának állandóságát biztosító, átlátszó, kocsonyás anyag. 98%-a víz. Elöl, a szemlencse illeszkedésénél bemélyedés van rajta. A vízhez hasonlóan csak *kismértékben töri meg a fényt*. Fénytörő szerepe elhanyagolható. Szerepe van a térlátásban.

Az ínhártya sérüléseivel, ha az üvegtest kifolyik, a szemgolyó összeesik (főleg gyermekbalesetekenél fordul elő). Az üvegtestet a szervezet nem tudja pótolni.

A szem egyszerű optikai rendszer, a működése is ennek megfelelő. A szem fénytörő képességét *dioptriában* (D) mérjük. A dioptria a méterben megadott fókusztávolság (gyújtótávolság) reciproka értéke. Például egy 2 m gyújtótávolságú szőlőlencse $-0,5$ D-s, az ugyanilyen gyújtólencse $+0,5$ D-s (a dioptria szemüvegrendelésnél összeadható és kivonható). A szem fénytörése 60 D. Ebből 40 D az elülső szemcsarnok és a szaruhártya fénytörése. A lencse törőképessége 20 D, de ez domborúságának megfelelően változik.

A LÁTÓIDEG

A látóideget (II. agyideg) az ideghártya ganglionsejtjeinek idegrostjai alkotják, számuk kb. fél-millió. A látóideg fehér, hengeres ideg, a szemgolyó hátsó felszínétől kezdődik, kilép a csontos szemüreg hátsó nyílásán. Ezután *rostjainak egy része* a töröknyereg előtt – az agyalapon jól láthatóan – *keresztelkedik* (chiasma opticum), és mint két *látóköteg* (tractus opticus) halad tovább úgy, hogy mindkét ága mindkét szemből jövő rostot tartalmazza. A látópálya innen továbbhaladva és a térdtestben átkapcsolódva a nyakszirtleány kéri részében lévő *látóközpontba* érkezik.

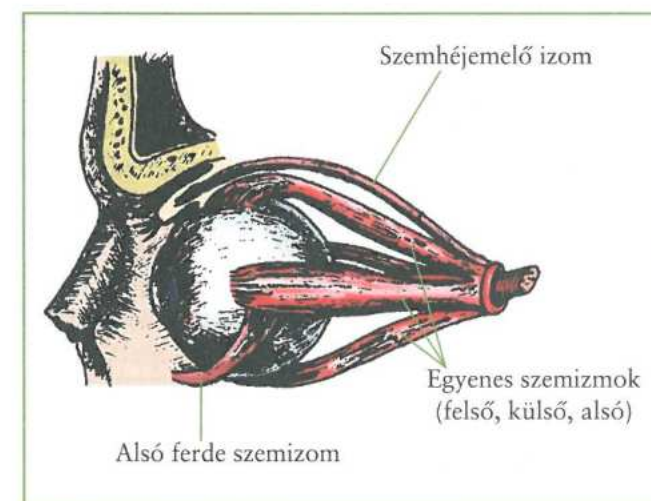
A SZEMMOZGATÓ IZMOK

Hat izom mozgatja úgy a szemet, hogy látótengelye a megfigyelni kívánt tárgy irányába essen, ezek a következők: négy egyenes (külső, belső, alsó, felső) és két ferde (felső, alsó) szemizom. A szemizmokhoz sorolható a felső szemhéjemelő izom is. A szemmozgató izmokat a III., IV. és a VI. agyideg látja el mozgatórostokkal. Az izmok a csontos szemüregen erednek és a szemgolyón tapadnak.

A két szem egymással tökéletes *összerendezettségben mozog* (pl. oldalra nézéskor az egyik szem befelé, a másik kifelé tekint).

Ahhoz, hogy a két szemmel látott kép – a látás eredményeképpen – egybeessen, a képnek a két szem ideghártyájának megfelelő (identikus) pontjaira kell kerülnie. Ebben játszik fontos szerepet a szemizmok összehangolt mozgása.

Olvasás közben intenzíven működnek a szemmozgató izmok. Egy sor elolvasásakor 5–6 ugrást (fixációt) végez a szem. A vízszintes sorokat könnyebb elolvasni, mint a függőlegest.



11.3. ábra. Szemmozgató izmok

A SZEM VÉDŐKÉSZÜLÉKE

A szem védőkészülékei a szemhéjak, a kötőhártya és a könnykészülék a szemet védik – főként – a mechanikai hatásokkal szemben.

A szemhéjak

A szemhéjak kívül bőrrel, belül kötőhártyával fedett redők, amelyek a szemrést fogják közre. Állományukat izom-, valamint rostos kötőszövet, a pillaváz alkotja. Sok bennük a verejtékes és a faggyúmirigy. A szemhéjak szélein levő pillaszőrök a szem védelmét szolgálják. Ugyanez a szerepe a felső szemhéz feletti szemöldök szőrzetének.

A *felső szemhéj* mozgékony, az *alsó szemhéj* nem. A szemhéjak szélén *pillaszőrök* találhatók. A két szemhéj közötti nyílás a *szemrés*, amelynek belső és külső végei a *szemzugok*. A belső szemzug tágabb, *könnytó* a neve, kiemelkedő része a *könnyhús*. A szemhéjak védik, melegen és nedvesen tartják a szemgolyót.

A szem „a lélek tükré”, tartja a mondás, pedig önmagában a szemgolyó kifejezéstelen. Érzelmeket tükröző, mimikai kifejezőképességét a szemhéjaknak és a szem körüli izmoknak köszönheti (a szem körüli terület eltakarásával felismerhetetlenné válik az arc).

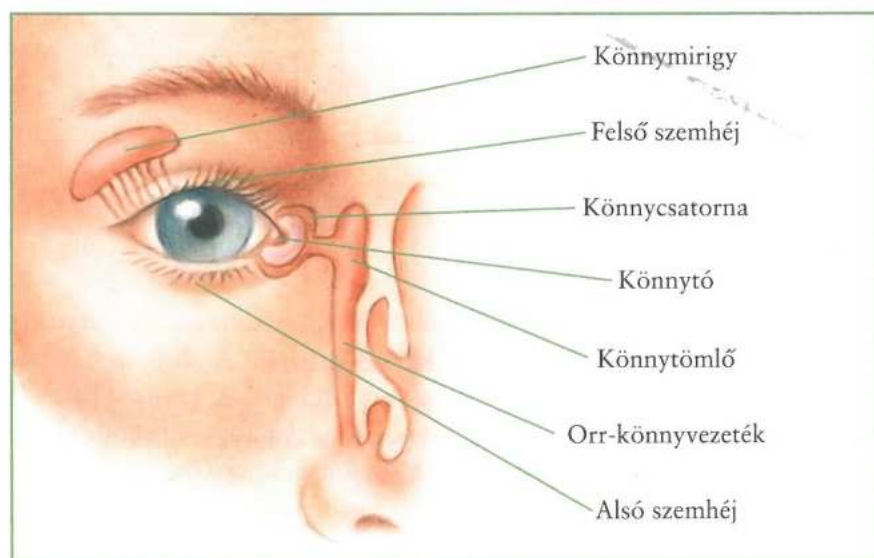
A kötőhártya

A kötőhártya (conjunctiva) tulajdonképpen ereken gazdag nyálkahártya, amely beborítja a szemgolyó szemrésben szabadon álló részét és a szemhéjak belső felszínét, de a szaruhártyát nem. Gyulladás (conjunctivitis) viszonylag gyakori, ilyenkor jól látszanak tágult erei. Erősen fertőző jellege és kellemetlen tünetei miatt a beteg szemészeti ellátásra szorul.

A könnykészülék

A könnykészülék feladata a könny termelése és elvezetése. Részei: a könnymirigy és a könnyelvezető rendszer.

- A *könnymirigy* (glandula lacrimalis). A szemüreg külső-felső részében elhelyezkedő, a nyálmirigyekhez hasonlítható mirigy. Váladéka a könny (lacrima), amely víztiszta, 1,3%-os sós folyadék. *Védi a szemet* a kiszáradástól, a porártalomtól és a kórokozók ellen (immunglobulin-A-t tartalmaz). Állandóan nedvesen tartja a szaruhártyát.
- A *könnyelvezető rendszer*. A könny pislogással szétkenődik a szemgolyón, majd összegyűlik a belső szemzugban elhelyezkedő tágult részben, a *könnytóban*. Innen két kis *könnycsatorna* indul (nyílásuk az alsó és a felső szemhéjon van), amely elvezeti a könnyet a tágabb *könnyzacskóba* (könnytömlő), ahonnan az *orr-könnyvezeték* juttatja az alsó orrjáratba. A könny az orron beszívott levegő páratartalmát biztosítja.



11.4. ábra. A könnykészülék

Pislogásnál a könnyzacskó mintegy szívóhatást fejt ki a könnytóra, könnybe lábadt szemnél reflexszerűen gyorsan pislogunk. Érzelmi hatásra, a szemet érő erős fényingerre vagy kémiai ingerekre, valamint az ornyálkahártya mechanikai ingerlésére fokozott könnyelválasztás indul meg. Ilyenkor a nagy mennyiségű könny nem tud elvezetődni, kicsordul. A könnycsatorna elzáródása esetén sem tud a könny elvezetődni, kifolyik az arcra.

A SZEM MŰKÖDÉSE

Látótérnek nevezzük azt a teret, amelyet mozdulatlan fej- és szemtartással, egy szemmel látunk. A két szemmel látott látóteret *binokuláris látótérnek* nevezzük.

A látás folyamata

A fény a fénytörő közegeken keresztül az ideghártyára jut, ahol a fénytörő közegeket alkotó optikai rendszer a sárgafoltban *fordított állású, kicsinyített képet* alkot a külvilágról. A *látópálya* receptorai a retinában lévő pálczák és csapok. Fény hatására a csapok színérzékeny vegyületeiben és a pálczák fényérzékeny vegyületeiben bonyolult fotokémiai folyamatok mennek végbe, a kép fényenergiáját, vagyis a *fény fizikai ingerét idegingerületté alakítják*. Az ingerületet az ideghártya kétnyúlványú idegsejtjei adják át a ganglionsejteknek, amelyeknek az idegrostjai alkotják a *látóideget*. A látóideg kilép a szemből, majd az agy alapon (részint kereszteződve) mint *látóköteg* halad tovább. *Átkapcsolódik a térdtestben* (a talamuszban) mint kéreg alatti látóközpontban. Innen jut el a nyakszirtelebenyben lévő kérgi *látóközpontba*, ahol a látott kép *tudatos érzéklete keletkezik*. A látás adekvát ingere tehát a fény.

A látás élettani jellemzői

- Bár az ideghártya sárgafoltján fordított állású kép keletkezik, mégsem fordítva látjuk a környezetet, mivel a tanulás és a tapasztalás eredményeként tudatunk az ideghártya kicsinyített, fordított állású képét a „talpára állítja” és felnagyítja.
- Az *éles látás* helye a sárgatest bemélyedése, a fovea centralis. A szemünket mindig úgy mozgatjuk, hogy a látni kívánt kép ide essen.
- A szem a *közelpont* (a legkisebb távolság, amelyet már élesen látunk, 10 cm) és a *távolpont* (a legtávolabbi pont, amelyet még élesen látunk) között tud éles képet alkotni úgy, hogy alkalmazkodik a távolsághoz.
- A szemnek azt a képességét, hogy a szemlencse – aktív működésének köszönhetően – domborúságának változtatásával alkalmazkodik a távolsághoz, *akkomodációnak* nevezzük.
- Az emberi szem a 400–700 nm hullámhossztartományba eső fénysugarakat képes érzékelni. Ennél hosszabb az infravörös, míg ennél rövidebb hullámhosszú az ultraibolya fénysugár, szemünk számára mindkettő láthatatlan.
- Látásunk *binokuláris*, mivel a szemlélt tárgyról a két szemünk két képet alkot, amely egy kép érzetét kelti a látóközpontban. A binokuláris látás eredményeként látásunk *sztereoszkópos térlátás*, vagyis három dimenziót érzékelünk. Ez úgy jön létre, hogy a jobb szem a tárgyak jobb oldalából, a bal szem a bal oldalából mutat többet. A két, kissé különböző kép a látóközpontban egymásra kerülve térlátást eredményez.

- A szem alkalmazkodóképessége a fényviszonyokhoz az *adaptáció*. Az alkalmazkodást két – már az előzőekben leírt – tényező biztosítja, a pálcikákban lévő látóbíbor és a pupilla tágu-lása, illetve szűkülése.
- Ha hirtelen erős villanófénybe nézünk, utána lehunyt szemmel is tovább látjuk a fényt, ez az *utókép*. Ha erős fény után fehér területre nézünk, fekete utókép keletkezik. Magyarázata, hogy az inger megszűnése után az ideghártya ingerületi állapota még egy ideig tart. Ezen alap-szik a mozgókép látványa, amikor a képek olyan gyorsasággal követik egymást (24 kép/má-sodperc), hogy folyamatos mozgásnak érzékeljük. Ha a képek gyorsabban követik egymást a felvétel alatt, akkor normál sebességgel visszajátszva lassított felvételt látunk, ha lassabban, akkor gyorsított képet látunk (pl. a bimbó virággá fejlődésének gyorsított felvétele).

A *színlátás* úgy jön létre, hogy az eltérő hullámhosszúságú fénysugarak a csapok különféle csoportjának ingerületi állapotát váltják ki, amelyek különböző színérzetnek felelnek meg. A három alapszínből (vörös, zöld, ibolya) jön létre a szem számára érzékelhető mintegy 130-féle szín.

Vannak komplementer, más néven kiegészítő színpárok, amelyek keverékéből fehér jön létre. Ilyen a vörös–zöld, a sárga–ibolya és a kék–narancs. Ha pl. egy kék foltot erős fényben nézünk és utána fehér papírra tekintünk, a foltot narancs színben fogjuk látni (ez a komplementer utó-kép).

A színlátást a Young- és Helmholtz-féle elmélettel magyarázzuk, miszerint a három alapszín a nekik megfelelő csapok három csoportját hozza – különböző mértékben – ingerületbe, így képes az ideghártya a három alapszínből felismerni a sokféle színt.

A szem hibái

A *normál látás* (emmetropia), amikor a látás folyamata zavarmentes. Ebben az esetben a kö-zelpont és a távolpont közötti tárgyakról az ideghártyán éles kép keletkezik, tehát a jól látó szem közel- és távollátásra egyaránt képes.

- A *közellátás* vagy *rövidlátás* (myopia) során a szem hossztengelyének megnövekedése miatt az ideghártyán életlen kép keletkezik. Az éles kép az ideghártya előtt keletkezik. Ebben az esetben a köznézés a könnyű. Közelre éles a látás, messzire nem. Csecsemőkorban kisebb a szemgolyó, de nagyobb a törőképesége. Serdülőkorban, a hirtelen fejlődés következtében előfordulhat átmeneti rövidlátás (a szem gyorsabban nő, mint ahogyan a törőképesége csökken).
- A *messzelátás* vagy *távollátás* (hypermetropia) oka, hogy a szem hossztengelyének rövide-sége miatt nem az ideghártyán, hanem mögötte jön létre az éles kép. Ebben az esetben az egyén sem közelre, sem távolra nem lát élesen. A szemnek állandóan alkalmazkodnia kell, ezért gyorsan fárad.
- Az *öregkori távollátás* (*presbiopia*) oka, hogy a szemlencse egy idő után elveszíti rugalmas-ságát, nem – vagy csak csökkent mértékben – képes domborúságát változtatni, ezért közelre rossz a látás. (Távollátó idős emberek szemüveg nélkül csak karnyújtásnyi távolságból tud-nak olvasni.)
- A *kancsalság* (strabizmus: görög szó, ferde nézést jelent) a kétszemes együttlátás hiánya, va-gyis ilyenkor a két szem fénytörése eltér, és félszemes tompalátás keletkezik. Előfordulhat felnőttéknél is szemizombénulásnál, de gyermekeknél gyakoribb. A két szem a kép nem

ugyanott, a látógödörben képződik. Ilyenkor a távolba néző két szem látótengelye (nézővo-nala) nem párhuzamos, eltér, az egyik bizonyos szögben ferdén néz, kancsalít. A kancsal szem fordulhat fel-, le-, ki- és befelé. Előfordulhat rejtett kancsalság is, amikor fennállnak a kancsalság tünetei, de a szemtengely ferdulése nem látható.

A kancsalság szakorvosi kezelése sokféle lehet: a jó szem takarásával általában erősödik a kancsal szem (gyakran lehet látni fél szemén leragasztott szemüveges gyermeket), de sor ke-rülhet műtéti megoldásra is.

A szemhibák mindig szempanaszokkal, látásproblémákkal jelentkeznek, de általános tüne-tek is kísérhetik, mint fejfájás, fáradékonyosság, szédülés. Feltétlenül szakorvoshoz kell fordulni, mivel a tünetek nem csak szemészeti, hanem más betegségekre is utalhatnak. A szemhibák kü-lönböző lencsékkel korrigálhatók (a közellátás szórólencsével, a távollátás gyűjtőlencsével). A korrekciós lencsék (szemüveg, kontaktlencse) biztosítják az éles látást.

Ajánlott évenkénti szemészeti kontrollvizsgálattal ellenőrizni a lencse megfelelőségét. A komputeres vizsgálatnak mindig kiegészítő része legyen az orvosi vizsgálat, mert a szem kü-lönböző betegségei csak orvosi vizsgálattal állapíthatók meg.

A HALLÓ- ÉS EGYENSÚLYOZÓ SZERV

A halló- és egyensúlyozó szervhez (organum vestibulocochleare) lényegében két érzékszerv tartozik: a *hallószerv* és az *egyensúlyozó szerv*.

- A hallószervet a külső, közép- és belső fül alkotja.
- Az egyensúlyozó szerv a belső fülben található.

Így a külső és a középfül kizárólag hallószerv, míg a belső fül egyben halló- és egyensúlyozó szerv.

A KÜLSŐ FÜL

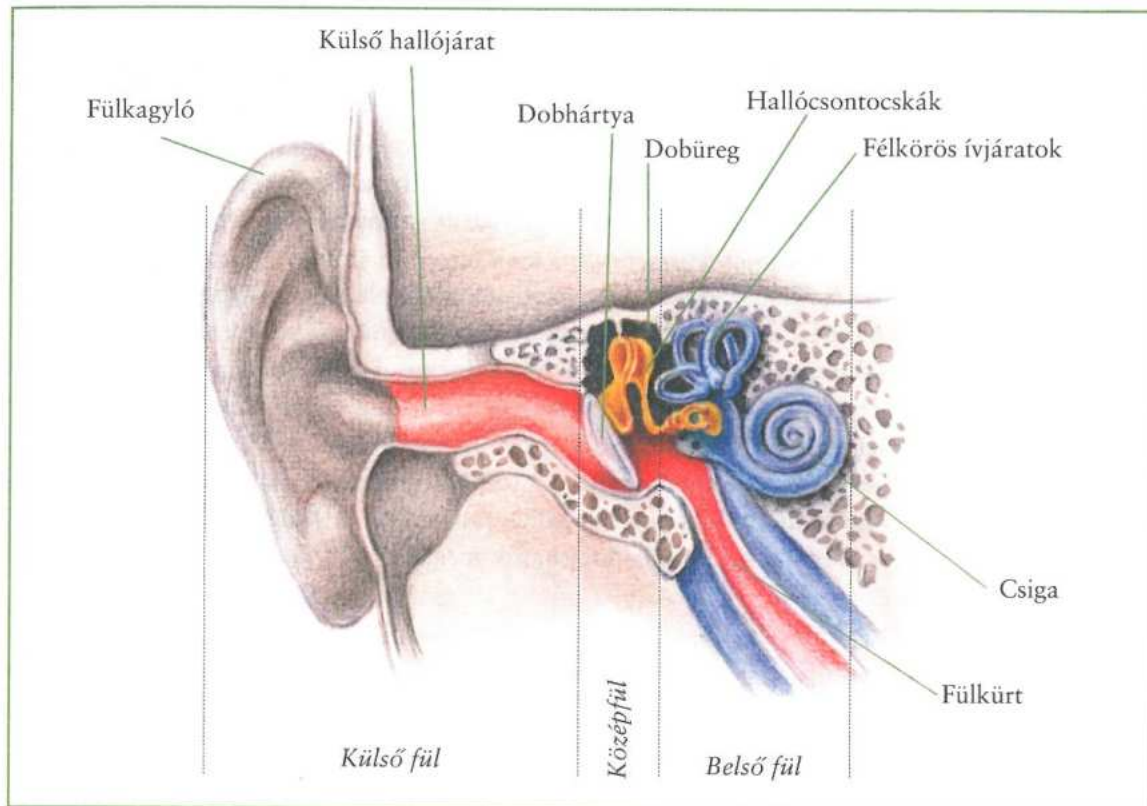
A külső fül (auris externa) *részei* a fülkagyló, a külső hallójárat és a dobhártya.

A fülkagyló

A fülkagyló (auricula) többszörösen görbült, bőrrel fedett, rugalmas porc. Feladata, hogy a hangot – hangtölcsérhez hasonlóan – a külső hallójáratba terelje. Alsó részén porcmentes, a bőrt zsírszövet tölti ki, ez a *fülcimpa*. Az ember fülmozgató izmai csökevényesek, az állatok egy része a fülkagylóját a hang irányába tudja fordítani.

A külső hallójárat

A külső hallójárat (meatus acusticus externus) 2,5 cm hosszú, ceruza vastagságú, görbült já-rat. A fülnyílással kezdődik, a középfül felé a dobhártya zárja le. Falában szőrszálak és faggyú-mirigyek vannak. A hallójárat véd a külső mechanikai hatásoktól, és a hanghullámokat a dob-hártya felé vezeti.



11.5. ábra. A halló- és egyensúlyozó szerv

A dobhártya

A dobhártya (membrana tympani) a külső és a középfül határa. Kerek, kívül bőrrel, belül nyálkahártyával fedett, feszes, szürkés, áttetsző hártya. Átmérője 10–11 mm, vastagsága 0,1 mm. A középfül felé tölcsérszerűen behúzódik, mivel belülről hozzánőtt a kalapács (hallócsont) nyele. A dobhártya a hanghullámok hatására rezgésbe jön.

A KÖZÉPFÜL

A középfül (auris media) a halántékcsonthoz helyezkedik el. Részei a dobüreg, a hallócsontocskák és a fülkürt.

A dobüreg

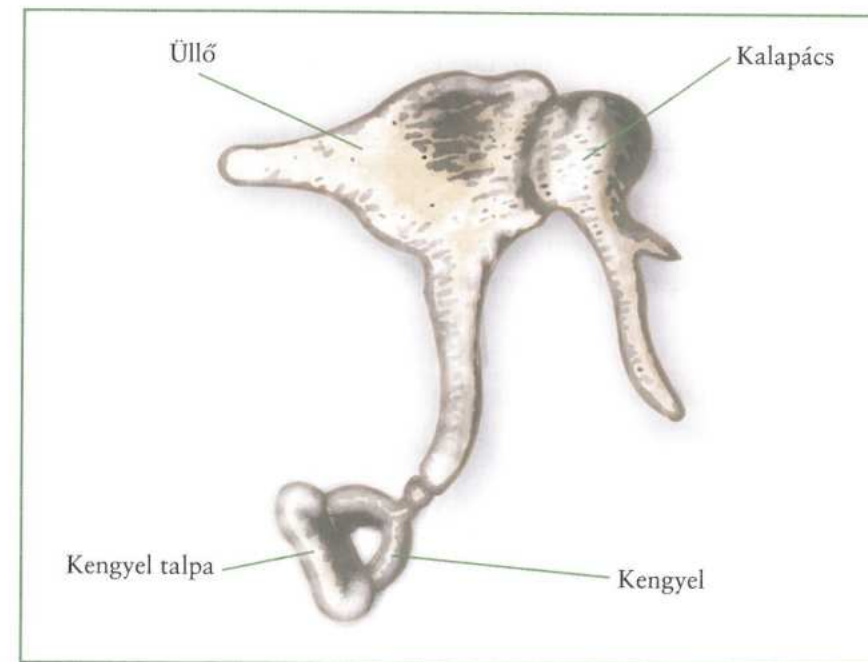
A dobüreg (cavum tympani) téglalakú, hatoldalú, nyálkahártyával bélelt, légtartalmú üreg. A külső fül felé a dobhártya zárja le. A fülkürtön keresztül közlekedik a garattal. A belső fül felé két, *hártyával lezárt nyílása* van:

- Az egyik a felső helyzetű *ovális ablak*, amelyet a kengyel (hallócsont) talpa zár le.
- A másik a *kerek ablak*, amely az ovális ablak alatt helyezkedik el, és a másodlagos dobhártya zárja le.

A hallócsontocskák

A hallócsontocskák: a kalapács, az üllő és a kengyel. Ezek feszes ízületekkel egymáshoz kapcsolódó, apró csontok, amelyek a *dobhártya rezgéseit közvetítik* a belső fül felé.

- A *kalapács* (malleus) alakja egy régies kalapácséhoz hasonlít. Nyele belülről hozzánőtt a dobhártyához.
- Az *üllő* (incus) az alakjáról kapta a nevét. A kalapácsot és a kengyelt kapcsolja össze.
- A *kengyel* (stapes) a nevét szintén az alakjáról kapta, talpával a belső fülbe vezető ovális nyílásba illeszkedik.



11.6. ábra. A hallócsontocskák

A fülkürt

A fülkürt (Eustach-kürt) 3–4 cm hosszú, nyálkahártyával bélelt, lapított cső. A dobüreg a garat orri részével köti össze. Nyugalmi helyzetben zárt, csak nyeléskor nyílik meg, ilyenkor „szellőzik” a dobüreg a garat felől. A fülkürt biztosítja, hogy belül a dobüregben lévő légnyomás azonos legyen a külső légköri nyomással. Hirtelen légnyomásváltozáskor, pl. repülőgépen fel- és leszálláskor úgy érezzük, hogy „bedugult a fülünk”, mivel a dobhártya feszül, mert két oldalán nem egyenlő a légnyomás. Ilyenkor szapora nyeléssel vagy ásítással siettetni lehet a nyomás kiegyenlítését. A túl hirtelen bekövetkező, nagy erősségű légnyomás-növekedés (pl. robbanás) hatására a dobhártya megrepedhet. Légúti fertőzések a fülkürt felől könnyen átterjednek a dobüregre, főként csecsemő- és kisgyermekkorban gyakori a középfülgyulladás. Ha genny gyülemlik fel a középfülben, a dobhártya felől átszúrással segítik kiürülését. A fülkürtgyulladás következtében a fülkürt összetapadhat, ami halláscsökkenéssel jár. Az orrüreg felőli átfújással a letapadás megszüntethető.

A BELSŐ FÜL

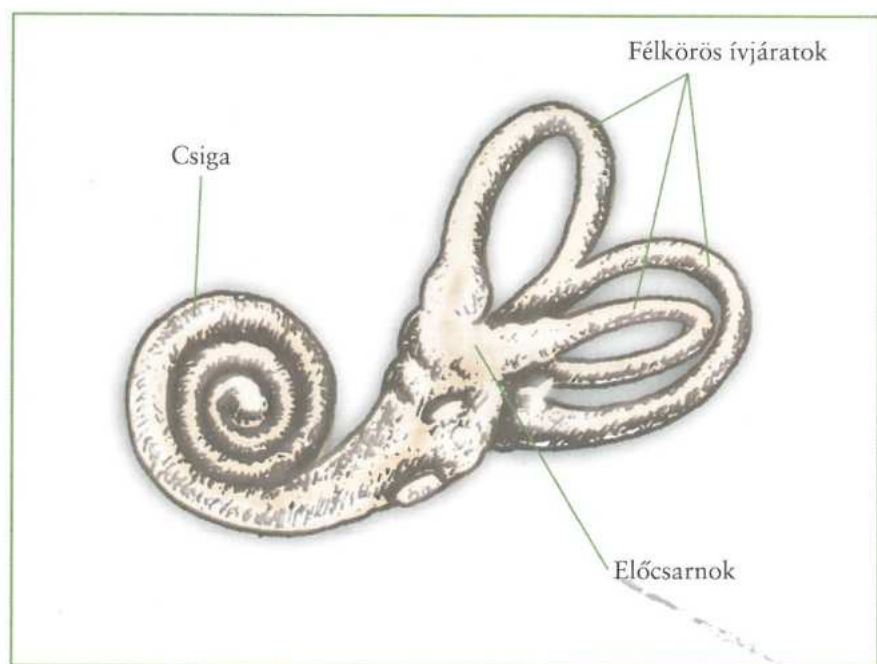
A belső fül (labyrinthus) latin neve is utal bonyolult felépítésére. A halántékcsontról helyezkedik el. *Részei:* kívül a *csontos labirintus*, belsejében foglal helyet a *hártyás labirintus* (a hallás és az egyensúlyozás érzőideg-végződéseit tartalmazza).

A csontos és hártyás labirintus közti teret *foliadék* (perilympha) tölti ki. Folyadék található a hártyás labirintuson belül is (endolympha).

A csontos labirintus

A csontos labirintus részei: az előcsarnok, a csontos ívjáratok és a csontos csiga.

- Az *előcsarnok* (vestibulum) körte alakú, tág, csontos üreg, előre felé a csiga, hátsó irányban a félkörös ívjáratok kapcsolódnak hozzá.



11.7. ábra. A belső fül (csontos labirintus)

- A *csontos ívjáratok* három félkörös ívjáratból (elülső, hátulsó, oldalsó) állnak. Mindhárom az előcsarnokból indul és oda tér vissza. A tér három fő síkjában, *egymásra merőlegesen* helyezkednek el.
- A *csontos csiga* a kerti csigához hasonló, felcsavarodott cső, a csigatengely körül 2 és 3/4 kanyarulatot ír le. A csiga belsejét egy csontos *spirális lemez* és az ehhez rögzült *hártyás lemez* harántirányban megfelezi és *két járatra osztja*: egy *felsőre* és egy *alsóra*.

A hártyás labirintus

A hártyás labirintus hártyás falú tömlőrendszer, a csontos labirintus csonttokjában található, alakja hasonló hozzá, de nem tölti ki egészen. A kettő közötti folyadéknak, a perilymfának nagy szerepe van a hallásban.

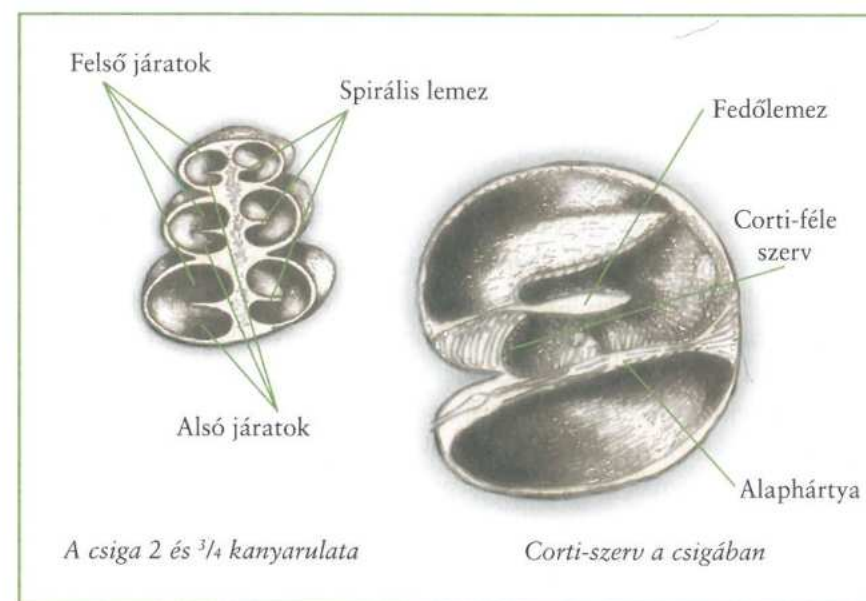
A hártyás labirintus részei

- A *tömlőcske* (utriculus) a csontos előcsarnokban található, nevét az alakjáról kapta.
- A *zsákocsk*a (sacculus) szintén az előcsarnokban helyezkedik el, neve utal az alakjára.
- A *hártyás ívjáratok* alakja a csontos ívjáratokéhoz hasonló, a tömlőcskéből indulnak ki és oda térnek vissza. A csontos ívjáratok belsejében található.
- A *hártyás csiga* alakja a csontos csigához hasonló, a zsákocskából indul ki. A csontos csiga belsejében található. A hártyás csigajárat átmetszetben háromszög alakú, alsó fala az *alaplemez* vagy *alaphártya* (lamina basilaris). A tömlőcske, a zsákocsk és a hártyás ívjáratok az egyensúlyozó szerv részei, míg a hártyás csiga a hallószerv része.

A VIII. agyideg (halló-egyensúlyozó ideg) a hártyás labirintusból indul ki, tartalmazza a hallás és az egyensúlyozás neuronjainak idegrostjait, majd két külön ideggé válik: a *hallóideg* a hallóközpontba, az *egyensúlyozó ideg* az egyensúlyérzékelő központba vezet.

A hallás központi szerve

A hártyás csigában lévő alaplemezben a csiga alapjától a csúcsa felé hosszabbodó *kereszt-húrok* feszülnek ki. Ezen az alaplemezen fekszik a hallás receptorait tartalmazó *Corti-féle szerv*. Támasztósejtrel körülvett *szőrsejtekből* áll. Az érzékhám fölé nyúlik egy ún. *fedőlemez* (membrana tectoria). Az érzékhám sejtjei a fedőlemezhez érnek.



11.8. ábra. A csiga felépítése

A HALLÓSZERV MŰKÖDÉSE

A hallásérzékelés folyamata

A hallás elméletét Békésy György magyar származású biofizikus kutató dolgozta ki, tevékenységéért 1961-ben Nobel-díjat kapott.

A hallás során a hanghullámok a külső fülön át jutnak el a dobhártyához, és azt rezgésbe hozzák. A dobhártya rezgését átveszik a hallócsontocskák (kalapács, üllő, kengyel), és a kengyel talpa az ovális nyíláson keresztül átadja a rezgést a perilimfának. A perilimfa megrezegteti a Corti-szervben lévő alaphártyát, ennek hatására az érzékszervi sejtek (szőrsejtek) súrlódnak a fedőlemezhez. Ekkor a szőrsejtek mint receptorok a fizikai ingert idegimpulzássá alakítják.

A szőrsejtek ingerületét a csigából kiinduló hallóideg vezeti a hallópályán keresztül előbb a hallóideg magjaiba, majd a középgyagban lévő alsó ikertesten keresztül a talamuszbeli térdestestbe mint kéreg alatti hallóközpontba. Innen a hallópálya a halántéklebeny kérgi hallóközpontjába vezet, ahol a hallott hang tudatos érzélete keletkezik. A hallás adekvát ingere tehát a hang.

A hallás élettani jellemzői

- A hang tulajdonképpen levegőrezgés. Az emberi fül a 16 Hz–20 000 Hz rezgésszámú hanghullámok felfogására képes (a hertz a rezgések, így a hangrezgés frekvenciájának mértékegysége). Fülünk a legérzékenyebb a 2000–5000 Hz tartományba tartozó hangokra. (A hangnyomás mértékegysége a decibel, rövidítve: dB).
- Az emberi fül számára az alacsony rezgésszámú infrahangok és a magas rezgésszámú ultrahangok nem érzékelhetők. Az ultrahangot (UH) sokrétűen alkalmazzák az orvoslásban.
- A hang légüres térben nem terjed, minden más közegben igen. A fülhöz levegővezetéssel jut el. Csontvezetéssel is terjed, de ez elhanyagolható a hallásérzékelésben.
- A hang erősségét, magasságát és színezetét tudjuk érzékelni.
- A hártás csiga alaplemezen sugárirányú hallóhúrok találhatók, számuk kb. 24 ezer. A húrok a csiga alapi részénél rövidebbek, a csúcsi résznél hosszabbak.
- A Helmholtz-féle rezonanciaelmélet a magas és mély hangok érzékelésére ad választ. Eszerint magas hangokra a csiga alján lévő rövid húrok, mély hangokra pedig a csiga csúcsában lévő hosszú húrok jönnek rezgésbe. A húrok rezgésének hatására a nekik megfelelő szőrsejtek kerülnek ingerületi állapotba, így érzékeljük a magas és a mély hangokat.

A hallószerv hibás vagy hiányos működése nagyothallást vagy süketiséget (siketséget) okoz. Halláshibák esetén – orvosi javaslatra – hallókészülék viselésére kerülhet sor. A készülékek kicsik, a fülkagylóhoz illesztve javítják a hallást. Eredményesek lehetnek a csigába műtétileg beépített hallásjavító implantátumok. Veszélyes süketek beszédképessége magától nem fejlődik ki, ez a süketnémaság. Nagyothallók, süketnémak beszédképessége szurdopedagógus segítségével fejleszthető.

AZ EGYENSÚLY-ÉRZÉKELÉS FOLYAMATA

Az egyensúlyozás reflexei irányítják a testtartást és az egyensúlyozást. Az egyensúlyozás érzékelése a hártás labirintusban történik. Receptorának érzékhámja támasztó- és szőrsejtekből

áll, amely a tömlőcske, a zsákocskó és a hártás ívjáratok falán található. Az érzékhámsejtek felszínét kocsonyás anyag borítja, ebbe nyúlnak a szőrsejtek, végükön mikroszkopikus nagyságú mézprizmákkal (kalcitkristályok), amelyek viszonylag nagy fajsúlyú mézszemcsék.

Az egyensúlyozás érzékelése folyamán a test mozgásaival egy időben a fej elmozdul. A mozgás hatására – tehetetlenségénél fogva – az endolimfa is elmozdul és sodorja a mézprizmákat, aminek következtében a mézprizmák elmozdulnak és húzzák a szőrsejteket. Az egyensúlyozás közvetlen ingere a mézprizmák elmozdulásának a szőrsejtekre ható húzóereje. A szőrsejtek a fizikai ingert idegimpulzássá alakítják.

A tömlőcske és a zsákocskó falában lévő receptorok a lineáris gyorsulást (függőleges mozgás és gravitáció), a félkörös ívjáratok receptorai a szöggyorsulást (forgómozgást) érzékelik.

Az ingerület a VIII. agyidegen, az egyensúlyozóidegen jut el a kisagy központokba, és létrejön az egyensúlyi helyzet. Az egyensúlyi helyzet kialakítása során az egyensúlyérzékelő központok olyan „utasításokat” küldenek az izmokhoz, amelyek létrehozzák vagy fenntartják az egyensúlyi helyzetet.

Túl gyors és intenzív helyzetváltozás esetén előfordul, hogy ez a folyamat nem képes az egyensúlyt megtartani (jó példa erre a botlást követő néhány lépés utáni elesés). Az egyensúlyozás adekvát ingere tehát a fej elmozdulása.

A SZAGLÓSZERV

Az ember szaglószerve (organum olfactus) az emlősállatokéhoz képest gyengén fejlett. A tulajdonképpeni szaglószerve lényegében nem az orr, hanem az orrüreg felső részének nyálkahártyájában elhelyezkedő érzékhám, a szaglómező (regio olfactoria).

A szaglómező kb. 2,5 cm² kiterjedésű, sárgásbarna színű terület, amelyet szövettanilag szaglősejtek és a körülöttük elhelyezkedő támasztósejtek alkotnak. A szaglősejtek végén szőrshálhoz hasonló nyúlványok tekintenek az orrüreg felé.

A SZAGLÁSÉRZÉKELÉS FOLYAMATA

A szaglás adekvát ingerét az orrüregbe jutó gázok, gőzök, azaz kémiai anyagok képezik. A beszívott levegő nagy része a felső orrjáraton áramlik át a szaglómezőhöz, amelynek a szaglősejtjei a kémiai ingereket idegimpulzássá alakítják.

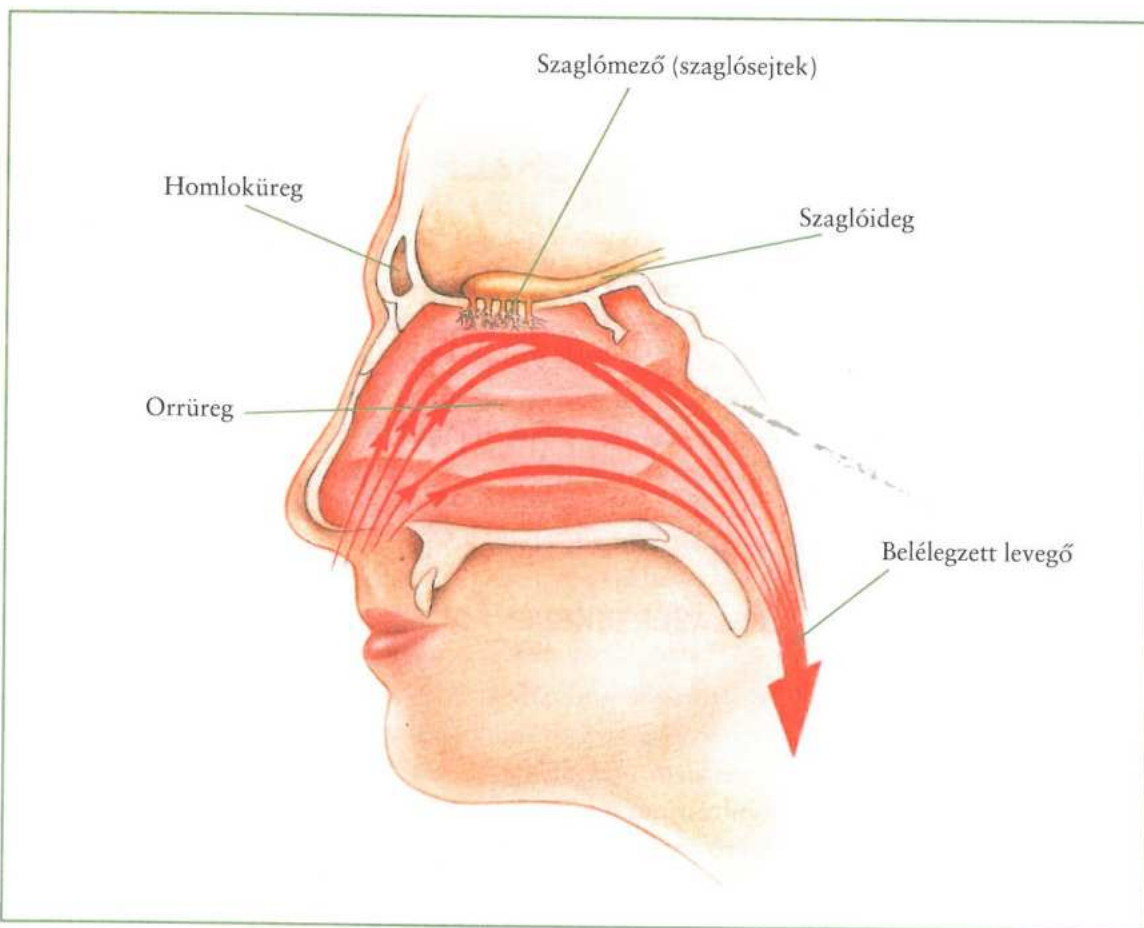
Az ingerület a szaglősejtek nyúlványain mint szaglőrostokon halad tovább. A szaglőrostok kilépnek az orrüreg tetejét alkotó rostacsont apró, szítaszerű nyílásain és a koponya alapon két vastag köteget alkotva (I. agyideg: szaglőkötég) haladnak tovább. Ezután az ingerület a szaglópályán keresztül eljut a talamuszba, majd a halántéklebeny kérgi részéhez és a szaglőközpont feltételezett helyére, a mandulamagba (kéreg alatti dúc), amely a limbikus rendszer része. Itt

keletkezik a *szag tudatos érzéklete*.

A szaglásnak fontos szerepe van a limbikus rendszer működésében, mivel a szagok szoros kapcsolatban állnak a magatartással, a szexuális viselkedéssel és az érzelmekkel.

A szaglás élettani jellemzői

- Ha valaminek érezni akarjuk a szagát, „szimatolunk”, mivel csak a *beáramló szaganyagok keltenek ingerületet*. Kilégzés alkalmával nincs szaglás.
- A szaglószerző több ezer szagot képes megkülönböztetni, amelyeket objektív mérce szerint nem lehet csoportosítani. A szagok jellegét mindig valamihez hasonlítjuk. A kellemes–kellemetlen szagok csoportosítása szubjektív, hiszen igen nagyok az eltérések az egyéni megítélésben (leszámítva néhány egyértelműen nagyon kellemetlen, rothadó, bűzös, undort keltő szagot).
- A *szaglószerző fáradékony*, vagyis a szagingeretekhez hamar hozzászokik (emiat következhethet be gázmérgezés, ugyanis a zárt helyiségben tartózkodó személy szaglószerző hozzászokik a szivárgó gáz szagához). Pontosabban, a szag „megszokása” a szaglókötegben lévő sejtek



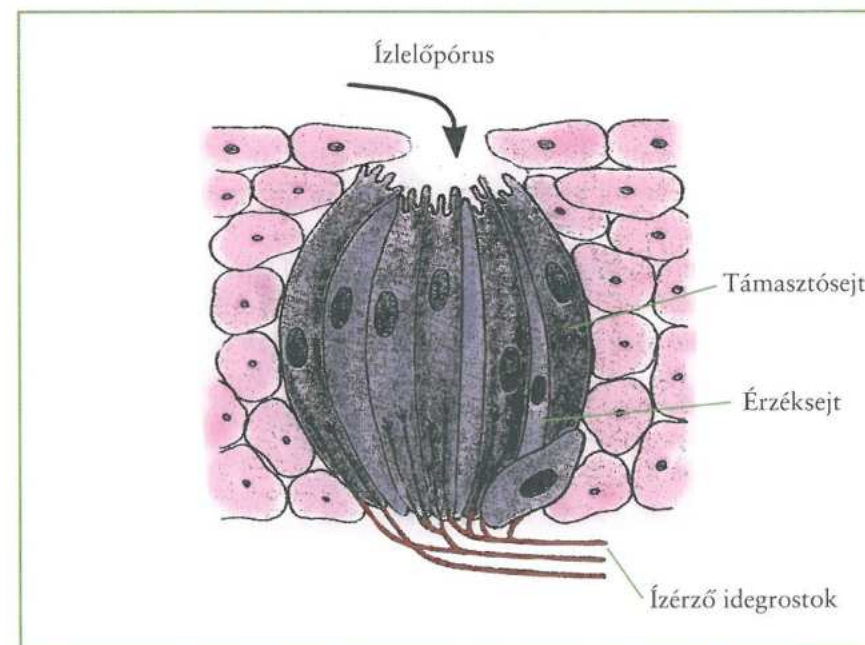
11.9. ábra. A szaglószerző

gátlásának eredménye.

- A szaglóképesség egyéni különbségei azzal is magyarázhatók, hogy a hurutos betegségek következtében sok szaglősejt elpusztul. Hormonális okok miatt a nők szaglása általában jobb a férfiakénál. Bizonyos anyagok, mint pl. az ammónia és a nikotin, csökkentik a szaglóképességet.
- A szaglószerző szoros kapcsolatban van az emésztőrendszerrel, bizonyos szagérzetek gátolhatják vagy fokozhatják az emésztést. A szagoknak sokféle szerepük van, pl. kiváltják a nyálérválasztást és a gyomornedvtermelést, felhívják a figyelmet a romlott ételre.
- A szag- és illatanyagok befolyásolják a szexuális magatartást. A szagok pszichikus hatást gyakorolhatnak a közérzetre, a vonzó illatok pozitív érzelmeket keltenek, míg a taszító szagok negatív érzelmi hatást váltanak ki.
- Légúti betegségeknel az orrnyálkahártya gyulladása miatt előfordul, hogy átmenetileg nincs, vagy csökkent a szaglásérzékelés. Allergének (pl. virágpör, szobapör) gyakori támadáspontja az orrnyálkahártya. Az allergiás eredetű folyamatok hurutot, gyulladást okoznak, aminek következtében károsíthatják a szaglást.

AZ ÍZLELŐSZERV

Az ízlelőszerv (organum gustus) a közhiedelemmel ellentétben nem az egész nyelv, hanem az *ízlelőbimbók*. A mikroszkopikus ízlelőbimbók a hámrétegben helyezkednek el, a nyelvháton



11.10. ábra. Az ízlelőbimbó

sűrűbben, a lágy szájpadon és a garat falában pedig ritkábban. Alakjuk hagymához hasonló. Az ízlelőbimbót támasztósejtekkel körülvett ízérző sejtek építik fel:

- Az *ízérző sejtek* orsó alakúak, a felszín felőli végükön bohólyszerű nyúlványok vannak.
- A *támasztósejtek* dinnyeszelet alakúak.

Az érző- és támasztósejtek úgy illeszkednek egybe, hogy az ízlelőbimbók közepén tűszúrásnyi nyílás vezet a hám felszínére. Így az ízérző sejtek érintkeznek a nyálban oldott anyagokkal. Az ízlelőbimbó ellenkező oldalán indulnak ki az idegrostok, amelyek a VII. és IX. agyidegben haladnak tovább.

AZ ÍZÉRZÉKELÉS FOLYAMATA

Az ízelelés *adekvát ingerét* a szájba jutott, vízben (nyálban) oldható vegyületek, vagyis *kémiai természetű anyagok* jelentik.

Az ízlelőbimbók *négy alapízre* reagálnak: az *édeset* és a *sósat* a nyelv hegyén, a *késérűt* a nyelv tövén, a *savanyút* a nyelv szélén lévő receptorokkal érzékeljük.

Az ízlelősejtek a szájba kerülő oldatok kémiai ingerét ideg ingerületté alakítják. Az ingerület az érzékszektől kiinduló *ízérzékelő idegek* (VII. és IX. agyideg) az ízérzékelő agyközpont felé, a *hátulso központi tekervénybe* vezetik azt, ahol az *íz érzete* keletkezik.

Az ízérzékelés élettani jellemzői

- A hőmérséklet befolyásolja az ízérzetet (pl. a teát melegen édesebbnek érezzük, mint hidegen).
- Az ízérzékelés szubjektív, nincs mértékegysége, különböző egyének az azonos ízeket eltérően értékelik. A kellemes ízekre fokozódik az emésztőnedvek elválasztása, a kellemetlen ízekre csökken.
- Ismeretes, hogy az étel képének látványa, leírása vagy elmondása is megindítja a nyáleválasztást (feltételes reflex). A kellemetlen íz is megindítja – védekezéséppen – a híg nyál termelését (pl. a szájba véletlenül bekerülő sav vagy lúg hatására).
- Az ízingerekhez könnyen hozzá lehet szokni, pl. sótlan diétára nehéz rászokni, de egy idő után a diétázó számára a sós étel tűnik élvezhetetlennek.
- A szagló- és ízlelőszerv működése szoros kapcsolatban áll egymással (pl. az illatok, az ízek és a zamatok együttes hatása adja az ételek élvezeti értékét). Az „aromás ízek” fogalma az ízek és illatok közös érzékelését jelenti, ami szintén a két szerv együttműködésére utal.
- Légúti gyulladásos betegségek hatására a szaglással együtt átmenetileg többnyire az ízérzékelés is kiesik, ami szintén a két érzékszerv kapcsolatát igazolja.

A BŐR

A bőr (integumentum commune, cutis, derma) nagy kiterjedésű, bonyolult felépítésű érzékszerv, felszíne kb. 2 m². A köztakaró, illetve kültakaró elnevezés is arra utal, hogy a testet kívülről borítja be. Vastagsága 0,5–5 mm közötti, a test nagy részén 2 mm, legvastagabb a terhelesnek kitett területeken (talp), a szemhéjon, pedig vékony, 0,5 mm.

A BŐR FELADATA

- *Véd* a mechanikai, hő-, kémiai és sugárhatásoktól.
- Festékanyagot (pigment) termel az ultraibolya sugarak kivédésére.
- Fontos *hőszabályozó szerepe* van: egyrészt a verejtékmirigyek váladékának elpárologtatásával, másrészt az erek tágasságának változtatásával (a kitágult erek több, a szűkült erek kevesebb hőt adnak le).
- A szervezet jelentős *só- és vízraktára*. A kiszáradás tünetei közé tartozik a bőr szárazsága, ráncosodása.
- *Kiválasztó szerepe* nem túl jelentős (ásványi anyagok és bizonyos vegyületek a bőrön keresztül, a verejtékkel választódnak ki).
- *Tapintó érzékszerv*, mivel tapintás-, hő- és fájdalomérzékelő idegvégződéseket tartalmaz.
- A bőr alatt felhalmozódó zsírszövet *tápanyagraktár*.
- Mirigyének váladéka savas vegyhatású (pH 5,5), mint egy savas köpeny *véd a kórokozók-
kal szemben* (a sérült bőrfelszín könnyebben fertőződik).

A BŐR RÉTEGEI

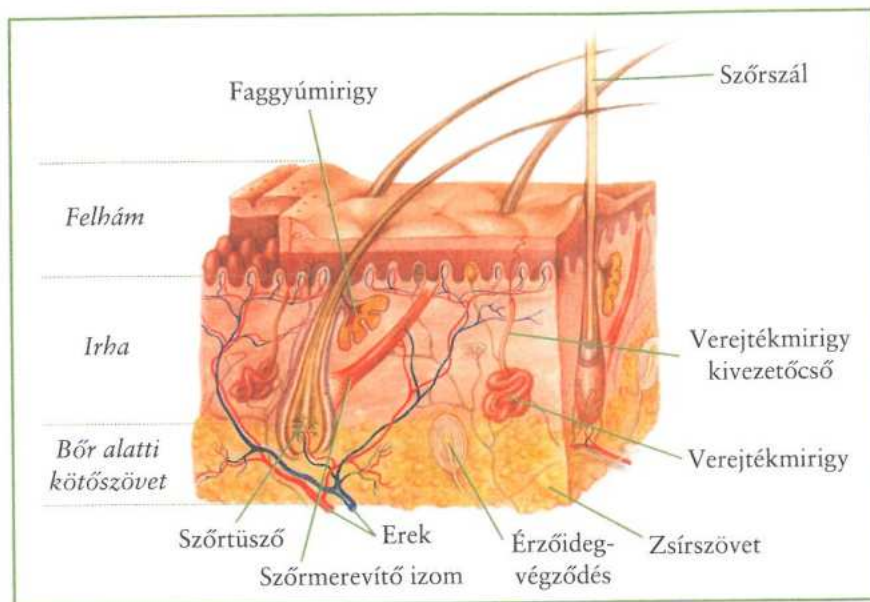
A bőr három rétege kívülről befelé haladva: a felhám, az irha és a bőr alatti kötőszövet.

A felhám

A felhám (epidermis) többretegű, elszarusodó laphám (öt rétege van). Felső rétege pikkelyszerűen állandóan hámlik. A mélyebb rétegek sejtjei mindig feljebb kerülve pótolják a levált rétegeket.

A felhám a tenyéren és a talpon a legvastagabb. A bőr színét adó *festékanyag* (pigment) a legalsó rétegben termelődik. Az ultraibolya sugárzás a bőrt fokozott pigmenttermelésre készíti, ez a barnaság átmeneti jellegű, szemben az emberfajtákra jellemző bőrszínért felelős állandó pigmentekkel, amelyek a bőr többi rétegében is megtalálhatók.

A felhám *ereket nem tartalmaz*, tápanyagát az alatta lévő kötőszövetből kapja. A felhám felszívó képessége igen jó, kenőcsök gyorsan felszívódnak rajta és a mélyebb rétegekbe hatolnak.



11.11. ábra. A bőr szerkezete

Az irha

Az irha (corium) a felhám alatti réteg, *erekben és idegekben gazdag*, rugalmas kötőszöveti rostokkal átszőtt. A bőr feszességét, rugalmasságát biztosítja. E réteg bőrléc-rajzolatot képez, amely a legjellemzőbb az ujjakon (ujjlenyomat). Minden egyén ujjlenyomata sajátos, másokétől eltérő rajzolatot mutat, ezért személyazonosításra használható.

A bőr érellátása gazdag, sokkal bővebb, mint amennyire szöveteinek ellátásához szükség lenne. Ennek oka, hogy a nagyszámú kis ér a hőszabályozásban vesz részt (különösen jelentős a kiugró arcérszék, az orr- és fülkagyló gombolyagszerű arterio-venosus összeköttetései).

Tetoválásnál általában ebbe a rétegbe juttatják be a festékanyagot.

A bőr alatti kötőszövet

A bőr alatti kötőszövet (subcutis) a legalsó réteg, laza rostos kötőszövetből és változó mennyiségű zsírszövetből áll. A bőrt az alatta lévő részekhez kapcsolja. Szorosan kapcsolódik pl. a tenyér, a talp és az ujjhegy bőre, lazán a kézháté.

A bőr alatti zsírszövet zsírpárnákat alkot (panniculus adiposus), amelyek másodlagos nemi jellegek, nőknél fejlettebbek, különösen az emlő és a csípő tájékán.

A BŐR MIRIGYEI

A bőr verejték- és faggyúmirigyekben gazdag. A mirigyek a bőr alatti kötőszövetben helyezkednek el.

A verejtékmirigyek

Testszerte mindenhol előfordulnak (az ajkak, illetve férfiaknál a makk kivételével). Váladékuk a verejték (sudar). Sűrűbben fordulnak elő a hajlatokban, a tenyéren, egy cm²-en akár 1000 mirigy is lehet. A szervezet hőszabályozásában van jelentős szerepük.

A fokozott verejtékezés, különösen nagy melegben vagy lázas állapotban komoly folyadékvesztést jelent a szervezet számára, amit pótolni kell. A verejtékmirigyek elválasztása izgalom hatására fokozódik.

A verejték vízből, konyhasóból és illó zsírsavból áll. A hónaljban koncentráltabb összetételű, a bőrön gyorsan elbomlik, szaga kellemetlen lesz.

Az *apokrin mirigyek* módosult verejtékmirigyek, a végbélnyílás körül és a hónaljban találhatók, illatanyagokat termelnek, ezért illatmirigyeknek is nevezik. Az állatvilágban nagy szerepük van a nemi vonzásban. Embernél nincs szerepe. Megfigyelték, hogy a mirigyek erőteljesebben működnek a nőknél, főként a terhesség alatt.

A faggyúmirigyek

Váladékukat, a faggyút kivezetőcsövükön át a bőrfelszínre juttatják. A faggyú védi a bőrt és rugalmassá teszi. Különösen sok a faggyúmirigy a testhajlatokban. Többségük szőrtüszőkkel áll kapcsolatban, minden szőrszállhoz kapcsolódik egy-két faggyúmirigy. A fejbőr faggyúmirigyének túlermelődése okozza a hajzsírosodást. A faggyúmirigy kivezetőcsövében megszilárdult faggyú a mitesszer (comedo), ha begyullad, kialakul a „pattanás”, amely gyakran fordul elő az arcon, a serdülőkorra jellemzően. Az arcbőr kezelését „nyomkodás” helyett ajánlott szakemberre (kozmetikus, bőrgyógyász) bízni, mivel a bőr elfertőződhet, és később is látható hegek maradhatnak vissza.

A bőr rendszeres, napi tisztántartása a személyi higiéné fontos része. Zuhanyozáskor (főleg fürdéskor) kioldódnak a bőr védőanyagai, elveszíti vegyhatását, kevésbé lesz ellenálló a kórokozókkal szemben. A védőréteg helyreállítása érdekében ajánlott testápolók (pH 5,5) használata.

A BŐR SZÁRMAZÉKAI

A bőr származékai a szőrzet (haj) és a köröm.

A szőrzet

A bőr fonálszerű képződménye. A szőrszálak az irharéteg mélyéről nőnek ki. A tenyéren és a talpon nincs szőrzet.

A szőr szerkezete

- A *szőrtüsző* a bőrben helyezkedik el. Alsó része a csíraréteg, ahol állandó sejtosztódás van.
- A *hajhagyma* (gyökér) a szőrszál vastagabb, alsó része, amely a szőrtüszőben helyezkedik el.
- A *szőr*, illetve *hajsza* a bőr feletti rész.
- A szőrszál külső része a *kéreg*, belső része a *velő*.

A szőr jellemzői

- A szőrzet mint másodlagos nemi jelleg a két nemnél különböző. Nőkön inkább pehelyszőrzet található, a férfiakon testszerte erősebb a szőrzet. A haj, a szemöldök és a szempillák már születéskor megvannak, a hónalj, a szeméremszőrzet és férfiakon az arc szőrzete serdülőkortól fejlődik ki.
- A szőr, azaz a *haj* színét a kéreg és a velő *melanintartalma* határozza meg. Mennyiségétől függ a hajszín: a szőkéknak kevés, a feketéknek sok a festékanyaga. Őszüléskor a kéreg melanintartalma megfogyatkozik, a velő visszafejlődik, helyét levegő tölti ki. Ritkán előfordulhat, hogy lelki megrázkódtatásra hirtelen őszülés következik be.
- A *szőrtüszőkbe faggyúmirigyek* nyílnak, és *simaizomrostok* kapcsolódnak hozzá, amelyek hidegben és izgalom hatására összehúzódnak és felegyenesítik a szőrszálat (lúdbőrösség). A jelenség szimpatikus idegi hatásra jön létre.
- A szőrszál a tüsző csírárétege felől (kihúzása után is) állandóan növekszik. A növekedést csak a szőrtüsző kiirtásával lehet megakadályozni.
- A magzatot a méhen belüli életben a 4-5. hónaptól finom szőrzet, az ún. *magzatpehely* (lanugo) borítja, amely a születés előtti utolsó hónapban kihullik (koraszülöttek testén jól látható).

A köröm

A köröm (unguis) elszarusodott, lapos, enyhén hajlított lemez, amely az utolsó ujjpercen (körömperc) található. A *körömágyba* illeszkedik, itt van a *körömgyökér*, félhold alakú rajzolata élesen elüt a körömlemeztől. A köröm a körömgyökér csírárétege felől állandóan növekszik. A szaruanyagokat általában – így a körmöt és a szőrt is – keratin építi fel, amely kénben gazdag, fehérjetermészetű anyag. A köröm segíti az ujjbeggyel való fogást.

A BŐR MINT ÉRZÉKSZERV

A bőr mint tapintó érzékszerv hideg-, meleg-, tapintás (nyomás) és fájdalomérzékelő idegvégződéseket tartalmaz.

A hideg és a meleg érzékelése

A bőrben különálló hideg- és melegérzékelő érzőideg-végződések (termoreceptorok) vannak. Ingerük a bőrt érő hőhatás. A hideget érzékelők egyenletesebben és felületesebben helyezkednek el, ezek a *hidegpontok* (Krause-féle végződések). A meleget érzékelők egyenetlenebbül helyezkednek el, számuk kevesebb és mélyebb fekvésűek, ezek a *melegpontok* (Ruffini-féle végződések). Nagyon alacsony és nagyon magas hőmérséklet hatására fájdalomérzet keletkezhet. A hőérzékelő idegvégződéseknek nagy az *alkalmazkodóképessége*, ezért a hideg víz után a langyosat melegnek érezzük, majd egy idő után hidegnek.

A tapintás (nyomás) érzékelése

A tapintás különböző anyagok által keltett érzet. A nyomásérzékelő végződések a bőrben az ún. *nyomásponthoz* (Meissner-féle testecskék). A bőrfelszínre gyakorolt nyomás következtében deformálódik a bőr, ez jelenti a tapintás ingerét.

A mélyebben fekvő rétegekben is keletkezik nyomásérzés (izom, ízületérzés), így tájékozódunk testünk helyzetéről a Vater–Pacini-féle végződések segítségével. A bőrrel huzamosabb ideig érintkező tárgyak nyomása egy idő múlva észrevétlenné válik (pl. szemüveg, karóra viselése).

A fájdalom érzékelése

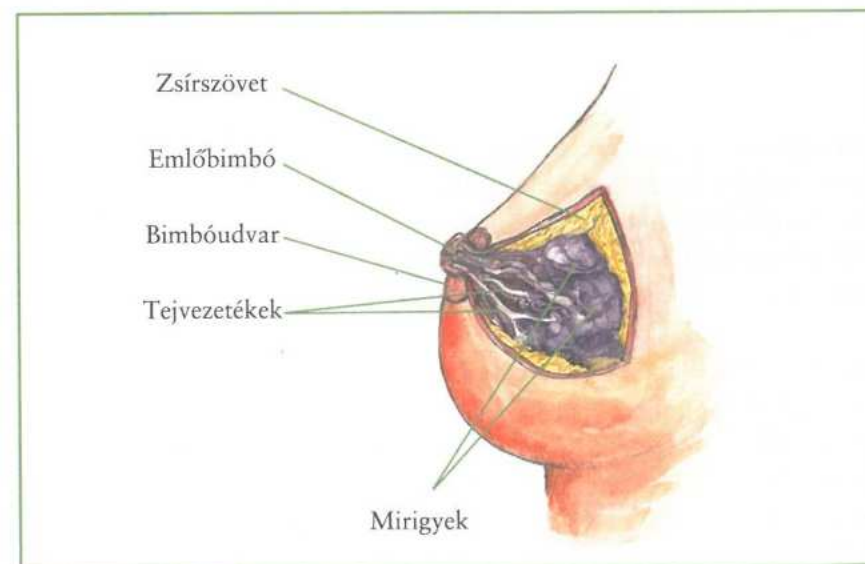
A fájdalom érzőideg-végződései nemcsak a bőrben, hanem testszerte mindenhol megtalálhatók. Valamennyi *inger*, ha elér bizonyos *erősséget*, *fájdalmat* vált ki. A fájdalom tünet, amelyet a szervezetet érő károsodás vált ki, jelzi a szervezet kóros állapotváltozásait. Receptorai az ún. *szabad idegvégződések*. 1 cm² bőrfelületen kb. 20–200 *fájdalompont* található.

A bőreredetű és a mélyebb, izom és zsigeri eredetű fájdalmakat kísérheti kisugárzás (pl. a veséből a combok felé).

A fájdalom objektív módon nem mérhető, érzékelése *szubjektív*. Vannak olyan egyének, akik túlérzékenyek, és rosszul tűrik a fájdalmat, mások viszont jól (a fájdalomküszöbük magas). Vannak közismerten elviselhetetlenül erős fájdalmak, mint pl. az epeköves vagy a veseköves roham.

A fájdalomhoz nem lehet hozzászokni, csillapítása az egészségügyi ellátásban szakmai-etikai kötelesség.

AZ EMLŐ



11.12. ábra. Az emlő

Az emlő (mamma) módosult *bőrmirigy*. A gerincesek törzsén belül az emlősök osztálya innen kapta a nevét. A női emlő másodlagos nemi jelleg, serdülőkorban fejlődésnek indul, de mirigyállománya csak a terhesség második felétől, illetve a szoptatás alatt éri el teljes fejlettségét. A férfi emlőmirigy-állománya nem fejlődik ki. A *női emlő* a 3–6. borda magasságában helyezkedik el.

Az emlő részei:

- Legkiemelkedőbb részén található a 2–5 cm átmérőjű, kerek, pigmentált *bimbóudvar*.
- A bimbóudvar közepén kúpszerűen kiemelkedik a szintén barnásan pigmentált *emlőbimbó*.
- Az emlő állományát *tejmirigyek*, *kötőszövet* és *zsírszövet* építi fel.
- A *tejmirigyek* kivezetőcsövei a *tejvezeték*ek, melyek 15–20 pontszerű nyílással az emlőbimbó felszínére nyílnak.

Szülés után hormonális hatásra megindul a tejelválasztás. Az első néhány napon sűrű, sárgás tápanyagdús előtej (colostrum) ürül, ezután indul meg a viszonylag állandó összetételű anyatej termelése.

A tejelválasztás legjobb ingere maga a szoptatás, vagyis az emlő kiürülése. Szoptatáskor az emlőbimbó simaizmai összehúzódnak, kiemelik a bimbót, alkalmassá teszik a szoptatásra.

Mivel az anyatej a legtokéletesebb összetételű táplálék a csecsemő számára, és a szoptatás harmonikus kapcsolatot teremt az anya és gyermeke között, javasolt minden anya számára a szoptatással történő anyatejes táplálás (legalább az első félévben).

A szoptatás befejeztével az emlőmirigyek visszafejlődnek. (Az emlő alakja, feszsége alkati tulajdonság. Tévhit, hogy a szoptatással a mell elveszíti a rugalmasságát.)

Az *emlőrák* az emlő szövetállományának rosszindulatú daganatos betegsége. A nőgyógyászati *rákszűrés* része ugyan az emlő tapintásos vizsgálata, azonban nem helyettesíti a mellrákszűrést. A mellrákszűrés része a tapintásos vizsgálaton kívül a mammográfiás (röntgenképes) vizsgálat és az ultrahangvizsgálat.

ÉRDEKESSÉGEK

- Ha valaki élete során *rövidlátás* miatt szemüveget hordott, öregségére előfordulhat, hogy szeme „javulni kezd” és felesleges lesz a szemüveg. Ilyenkor a szokásos öregkori távollátás alakul ki, melynek folyamán az addig közellátó szem normál látóvá válik.
- *Színvakság* esetén a három alapszín (vörös, zöld, ibolya) érzékelésére a színvak egyén csak egyféle típusú csappal rendelkezik, vagyis nem képes a különböző hullámhosszú fény sugarakat érzékelni. *Szintévesztés* esetén a három alapszín érzékelésére a szintévesztő egyénnek csak kétféle típusú csapja van (a leggyakoribb a vörös és zöld szín tévesztése). (Európában kb. a nők 0,5%-a és a férfiak 8%-a szenved – többnyire öröklött – színvakságban).
- Ha csökken a könnytermelés, a szemszárazságot műkönnyel lehet megelőzni. Hosszas monitornézéskor keveset pislogunk, ezért hiányos a könny szétkenése a szemgolyón, ami szemirritációt okozhat.
- *Középfülgyulladásnál* azért kell „felszúrni” a dobhártyát, mert így a genny a pici, könnyen behámosodó szűrőcsatornán ürül ki. Ha a felgyülemelő genny spontán megrepeszt a dobhártyát, akkor a dobhártya hegesedéssel gyógyul. A többszörösen hegesedett dobhártya a későbbiekben halláskárosodást, akár siketséget okozhat.
- Az *emlők önvizsgálatát* minden nőnek ajánlatos megtanulnia és rendszeresen elvégeznie önmagán. Havonta, a havi vérzést követő héten, mindig azonos napon ajánlott elvégezni a vizsgálatot, ami megtekintésből és tapintásból áll. Azonnal orvoshoz kell

fordulni, ha az előző hónaphoz képest alakbeli elváltozás mutatkozik, csomót észlel a mirigyállományban, a bőr narancshéjszerűen behúzódot, hónalji vagy kulcscsont körüli nyirokcsomó-duzzanatot tapint, fájdalmat érez, vagy a bimbónál váladékozást tapasztal. A rendszeres tapintásos önvizsgálatot menopauza után is folytatni kell, mivel ezzel nagy valószínűséggel korán felismerhetők az emlő kóros elváltozásai.

- Hazánkban a *mellrák* a nők körében harmadik a rosszindulatú betegségek sorában, (évente kb. 7500 új megbetegedés és 2800 haláleset). Férfiak 1%-ánál is előfordul a betegség. A *mellrákszűrés* fájdalommentes, röntgensugárral működő mammográffal és kiegészítő ultrahangvizsgálattal történik. A mellrákszűrést ajánlott 40 éves kor felett évente (de legalább két évente) elvégezni, mert az időben felismert emlőrák műtéttel jó eséllyel gyógyítható, késői stádiumban viszont az esetek többsége gyógyíthatatlan.
- A napfény (főleg az ultraibolya-B sugárzás) nagyban hozzájárul a *bőr rosszindulatú daganatainak* kialakulásához. Ötvenéves kor felett gyakrabban fordul elő. Rosszindulatú elváltozásra utaló tünet, ha korábban meglévő anyajegy növekszik, színe, alakja változik, váladékozik, viszket, vagy fáj. Bőrgyógyászati onkológiai szűrővizsgálaton bőrre helyezhető kis mikroszkóppal (dermatoszkóp) átvizsgálják a testfelszínt, így korai időszakban felfedezhetők a kóros elváltozások.
- Az *albinizmus* örökletes betegség, a szem, a bőr és a haj festékanyaga a melanin részlegesen, vagy teljesen hiányzik a szervezetből. Az albinók fokozottan érzékenyek a nap-sugárra, könnyen megégnek. Életük során fontos az ultraibolyasugár-védelem.
- A *fájdalom mérésére* nincs objektív eszköz, de használható a „*fájdalomskála*”: 1-től 10-ig (vagy 1-től 5-ig) a beteg megjelöli a fájdalom erősségét jelző számot. Használják a „*fájdalom-arcok*” skálát is: fájdalmat kifejező szimbolikus arcok közül kiválasztja a beteg a fájdalmát leginkább ábrázoló képet. A „*vizuális analóg skála*” részekre (akár száz) osztott vízszintes vonal, kezdőpontjánál nincs fájdalom, végpontjánál elviselhetetlen a fájdalom, ezen a skálán jelzi a beteg, megítélése szerint mekkora a fájdalom mértéke.
- A halottak hajszálai viszonylag sokáig megmaradnak. A különböző vizsgálati eljárások segítségével értékes adatokat szolgáltathatnak az utókor számára.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az érzékszerveknek fontos szerepe van a környezethez való alkalmazkodásban. Az érzékszervek receptorai fizikai, kémiai ingereket vesznek fel, idegingerületté alakítják és az érzékszervi idegeken szállítják az agyközpontokba, ahol létrejön az érzéklet.

A *látószerv* része a *szemgolyó*, *külső védőburkát* a szaru- és ínhártya alkotja. A *középső táplálóburok* vérerei révén biztosítja a szem vérellátását, továbbá itt található a szivárványhártya és a sugártest. A sugártest a szemlencsét függeszti és a csarnokvizet termeli. A *belső*, ingerfelvevő burokrésze az ideghártya. Receptorai a fényérzékeny pálcák és a színérzékeny csapok. Az ideghártyán található a vakfolt, a látóideg kilépési helye és a sárgafolt, az éleslátás helye.

A *szemlencse* a szem fő fénytörő közege, elöl az üvegtest bemélyedésében található.

Az üvegtest kitölti és feszesen tartja a szemgolyót.

Látásunkra jellemző a színlátás és a két szemmel történő térlátás.

A szem képes alkalmazkodni a távolsághoz, a szemlencse domborúságának változtatásával, a fényviszonyokhoz pedig a pupilla nyílásának változtatásával.

A látás élettani folyamata során az adekvát inger, a fény bejut a szembe, áthalad a fénytörő közegeken, majd az ideghártyához ér, ahol a szem, mint optikai rendszer fordított állású, kicsinyített képet alkot. Az ideghártya receptorai a kép fényenergiáját idegimpulussá alakítják, az ingerületet a látóideg (II. agyideg) az agy látóközpontjába vezeti, ahol létrejön a talpára állított, normál nagyságú kép érzete.

A halló- és egyensúlyozó szerv a fül. A külső, középső és belső fül a hallás, míg a belső fül az egyensúlyozás szolgálatában is áll. A külső és a középfül a dobhártya határolja el egymástól. A középfülben található hallócsontok ízületekkel kapcsolódnak egymáshoz, a hangot a belső fülbe vezetik. A belső fülben a csontos labirintus a csigából, előcsarnokból és a félkörös ívjáratokból áll. A csontos labirintus belsejében a hártás labirintus található, melynek alakja hasonló a csontos labirintushoz, részei a tömlőcske, a zsákocskó, a hártás csiga és a hártás félkörös ívjáratok.

A hallás élettani folyamata során a hang mint adekvát inger a külső és középfülön át a belső fülbe jut. Itt a csontos és hártás labirintus közötti folyadék, a perilymfa átveszi a rezgést, majd a hártás csiga alaplemezen lévő Corti-szerv érzékszertjei a fizikai ingert idegimpulussá alakítják. Az ingerületet a hallóideg (VIII. agyideg) az agy hallóközpontjába vezeti, ahol létrejön a hang érzete.

Az egyensúlyozás folyamatát a fej elmozdulása indítja el. A belső fül érzékszertjei a tömlőcskében, zsákocskában és hártás ívjáratokban érzékelik az endolimfa mozgásának fizikai ingerét és idegimpulussá alakítják. Az ingerületet az egyensúlyozóideg (VIII. agyideg) a kisagy egyensúlyérzékelő központjába vezeti.

A szaglószer az orrüreg felső részében lévő szaglóméző. A szaglószer adekvát ingeret jelentő gőzök és gázok belégzéssel jutnak az orrüregbe. A szaglószer a kémiai ingert idegimpulussá alakítják, az ingerületet a szaglóideg (I. agyideg) szállítja az agy szaglóközpontjába.

Az ízezőszer az ajknyeregben, főleg a nyelven elhelyezkedő, ízező sejteket tartalmazó ízezőbimbók. Az ízező adekvát ingeret jelentő oldott anyagok kémiai ingerét az ízezősejtek idegimpulussá alakítják. Az ingerületet a VII. és IX. agyideg szállítja az agy ízezőközpontjaiba, ahol az íz érzete keletkezik.

A bőr (kültakaró) sokrétű szerepe közül kiemelkedik a hőszabályozásban, az érzékelésben, a vízháztartásban és a szervezet védelmében betöltött szerepe. Ez utóbbi miatt a szervezet első védelmi vonalának is szokták nevezni.

Rétegeit kívülről befelé a felhám, az irha és a bőr alatti kötőszövet alkotja. Mirigyei: a faggyú- és a verejtékmirigyek. Származékai a szőrzet, ideértve a hajat is és a köröm. Az érzékszervek csökkent működése rontja az életminőséget, működésük hiánya pedig megnehezíti, vagy akadályozhatja is az önálló életvitelt (pl. vakság, siketség).

Az emlő, mint módosult bőrmirigy nőknél kifejlődik, férfiaknál nem. A női emlő fő alkotóelemei a kötőszövet, a tejmirigyek és zsírszövet. A szülést követően a tejmirigyek anyatejet termelnek, ami a csecsemő számára a legkövetesebb táplálék. Az emlő daganatos betegségei nagy gyakorisággal fordulnak elő, korai felfedezésükben fontos szerepe van a rendszeresen végzett emlő-szűrővizsgálatnak, valamint az emlő önvizsgálatának.

KULCSFOGALMAK

Adekvát inger, sárgafolt, vakfolt, fénytörő közegek, fovea centralis, térlátás, színlátás, adaptáció, akkomodáció, szürkületi vakság, perilympha, Corti-szerv, a bőr mint érzékszerv.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Rajzolja le a szemgolyó nyírányú metszetét, és jelölje a a részeit! (Végezzen önellenőrzést a 11.1. ábra segítségével!)
2. Ismertesse a szembe hatoló fény anatómiai útját egészen addig, míg a látott kép a tudatunkban megjelenik!
3. Tekintse meg társa/ismerőse pupilláját, miközben hátat fordít a fénynek. Ezután kérje meg, forduljon szembe a fényvel és ismét tekintse meg a pupillát. Milyen változást észlel? Mi a magyarázata?
4. Tekintsen néhány másodpercre égő lámpába, majd utána egy fehér papírlapra! Mit tapasztal? Mi a magyarázata?
5. Nézzon kb. 20 mp-ig mozdulatlanul egy erősen megvilágított vörös színfoltot, majd hirtelen tekintsen egy fehér papírlapra. Mit lát? Mi a magyarázata?
6. Hogyan lehetséges, hogy – jól működő szemmel – közelre is élesen látunk (pl. olvasás), majd hirtelen egy több méterre lévő tárgy képét (pl. televíziót) is élesen látjuk?
7. Ismertesse a hang útját a külső fültől a perilymfáig!
8. Miért „dugul be” a fülünk légnyomás-változáskor?
9. Bizonyítsa be példákkal a szaglószer és az ízezőszer működésének szoros kapcsolatát!
10. Kánikulában hogyan vesz részt a bőr a hőszabályozásban?
11. Egészítse ki a táblázat üres celláit!

	Látás	Hallás	Szaglás	Ízezés
Receptorok helye		a Corti-szervben		
Adekvát ingere				oldatok
Az érzékelés objektív			nem	
Az agykp.-ba vezető ideg				VII. és IX. agyideg
Milyen ingerre reagál?	fizikai		kémiai	

12. Győzze meg nőismerőset az emlő rendszeres szűrővizsgálatának fontosságáról!
13. Anatómiai modellen mutassa be az érzékszervek részeit!
14. Nézze meg a tudasbazis.sulinet.hu oldalon az érzékszervek képeit és animációit!

TÁRGYMUTATÓ

acetilkolin 116, 316
 Achilles-ín 75, 82
 acidózis 156
 acromegalia 249
 Addison-kór 248
 adenosin-difoszfát (ADP) 71
 adenosin-trifoszfát (ATP) 71
 adrenalin 255, 315
 adrenerg mechanizmus 256
 adrenocorticotrop hormon (ACTH) 248
 adventitia 103
 agglutinin 131
 agglutinogén 131
 aggregáció 129
 agyalapi mirigy 293, 247
 agykéreg 302
 agykocsi 294
 agysarló 306
 agytörzs 292
 akkomodáció 331
 aktin 35, 70
 aktomiozin-komplex 71
 albinizmus 349
 albumin 126
 aldoszteron 207, 254
 alfa-amiláz 183
 alkalózis 156
 állkapocs 63
 állkapocs alatti mirigy 170
 alsó fővisszér 91
 alveolusok 148
 Alzheimer-kór 37, 318
 amiláz 165
 anaciditás 185
 anasztomózis 104, 119
 androgén 233
 angiotenzin 116, 206
 anoxia 156
 antagonista 245
 antidiuretikus hormon (ADH) 207, 249
 aorta 107
 aortaív 107
 apnoé 156
 apokrin mirigy 345
 arcideg 311, 312
 arcvisszér 111
 artéria 102
 artériás vérnyomás 115
 arteriográf 195
 arteriovenosus összeköttetés 104
 arteriola 103
 ártó hatású lipoproteinek (LDL) 126

artroszkóp 194
 arhythmia 98
 aspiráció 146
 asszimiláció 30
 asztigmia 328
 atlas 51
 automácia 97
 avitaminózis 165
 axis 51
 axolemma 274
 axon 273, 274
 axoplazma 274
 bal fülcse 89, 90
 bal kamra 90
 bal pitvar 90
 barlangos testek 235
 Bartholin-mirigy 231
 Basedow-kór 248, 251
 Bauhin-billentyű 176
 Bazofil granulocita 123
 bélbolyhok 175
 bélfordor 183
 belső elválasztású (endokrin) 162, 244
 belső légzés 142
 bilaterális szimmetria 23
 bilirubin 126, 181, 210
 binokuláris 331
 biokatalizátor 165
 B-lymphocita 125
 bolygóideg 311, 312
 bordák 52
 bordaközi izmok 76
 borsócsont 56
 Botallo-vezeték 117
 Bowman-tok 203
 bradycardia 98
 bronhoszkóp 194
 capsula interna 301
 célhormon 246
 célszerv 246
 cerebropinalis 281
 cirkadián 263
 cirkadián 263
 cisztoszkóp 194
 citoplazma 29
 clearance-vizsgálat 210
 combcsont 60
 combfeszítő izom 74, 82
 combhajlító izom 82
 combközeli izom 74, 82
 combverőér 109
 combvisszér 113
 Computer Tomográfia (CT) 196
 corpus cavernosum 235
 corpus spongiosum 235
 Corti-féle szerv 337
 Cowper-mirigy 236
 Cremaster-reflex 289

cretenismus 251
 Cushing-kór 248
 csarnokvíz 328
 csicsnyúlvány 63, 84
 csiga 334, 336
 csigolyaív 51
 csigolyalyuk 51
 csigolyatest 51
 csigolyaverőér 108
 csikolt test 301
 csillósörös hengerhám 146, 227
 csípőbél 174, 175
 csípőízületi árok 58
 csípőlapát 58
 csípőtaréj 58
 csípőtővisék 58
 csípőverőér 106, 109
 csípővisszér 106, 113
 decidua 230
 deltaizom 74, 80
 dendrit 274
 dentin 168
 depolarizáció 278
 dezoxikortikoszteron 254
 diasztolé 95
 DIC (disseminated intravascular coagulation) 130
 diploid 31
 diszacharid 163
 disszimiláció 30
 DNS 18, 29, 39
 DNS-profil 41
 dobhártya 334
 dobüreg 334
 dopamin 276, 318
 Douglas-üreg 183, 226
 Döderlein-bacilusok 223
 duraszák 306
 dülmirigy 201, 235
 Ebert-féle vonalak 35
 EEG (elektroencefalográfia) 304
 egyensúlyozó-hallóideg 311, 312
 egyszerűen telítetlen zsírok 164
 egyzsinapszis reflexív 280
 éhbél 174
 ékcsont 62, 63
 ekecsont 63, 64
 elasztáz 183
 elektroencefalográfia (EEG) 304
 elektrokardiográf (EKG) 99
 elektrolit-háztartás 215
 előagy 292

előfok 57, 59
 elsődleges nemi jelleg 220
 elülső koponyagödör (koponyaárok) 63
 elülső szemcsarnok 326
 embriológia 17, 21
 emlőbimbótest 296
 endokrin 162, 244
 endokrinológia 245
 endoszkóp 194
 endothel 102, 103
 enterogasztron 185
 enterokináz 186
 eozinofil granulocita 123
 epefesték 181
 epeutak 180
 epidurális rés 306
 epilepszia 317
 erepszin 165
 ergoszterin 164
 érhártya 325, 326
 érmozgató (vasomotor) központ 116
 érpólus 203
 erythrocyták (VVS vagy VVT) 122
 erythropoetin 123, 207
 esszenciális aminosav 163
 esszenciális zsírsav 164
 eunuchizmus 259
 Eustach-kürt 335
 exokrin 162
 excretio 30
 excretum 162
 extracardialis szabályozás 97
 extrapiramidális pályarendszer 287
 fagocitózis 30
 falcsont 63
 falilebeny 293, 298
 farkos mag 301
 feedback mechanizmus 246
 fehér pulpa 138
 fejbiccentő izom 83, 84
 fejcsont 56
 fejvisszér (v. cephalica) 111, 112
 feketemag 294
 felkarcsont 55
 felkarizmok 80
 felkari verőér 108
 felkari visszér 112
 félkörös ívjárat 336
 felső állcsont 64
 felső fővisszér 89, 91
 feltételes reflexek 303
 feltétlen reflexek 287-290
 feminizmus 255

fenotípus 238
 féregnyúlvány 176
 fibrilláció 98
 fibrin 129
 fibrinogén 126, 129
 fibroblaszt 34
 filtrációs nyomás 205
 foramen ovale 117
 foszfolipid 164
 főhőrgök 147
 follikulus stimuláló hormon (FSH) 228, 248, 257
 fundus-mirigy 173
 fülkagyló 333, 334
 fülkürt 171, 334, 335
 fültömör 170
 fűrészfű 74, 76
 garatív 171
 garatmandula 171
 gasztrin 185
 gasztroszkóp 194
 gátorüreg 89, 153
 gégefű 145
 gerincvelő 282
 gigantizmus 249
 gliasejt 275
 glikémiás index (GI) 264
 glikémiás terhelés (GL) 264
 glikogén 71, 163
 glikokortikoszteroid 254, 255
 globulin 126
 glomerulus 203
 glukagon 263
 glukóz 163
 glutaminsav 276
 golyva 251
 gonád 220
 gonadotrop hormon 248, 257
 gonadotrop releasing hormon (GnR) 257
 Graaf-tüsző 227
 gyomorfenék 173, 172
 gyomorkapu 173, 172
 gyomorszáj 173, 172
 gyomortest 173, 172
 gyűrű alakú izom 70
 gyűrűporc 145
 haematocrit (Htk) 127
 haemophilia 130
 hajszálerek 104
 halántékcsonk 63
 halántékizom 83, 84
 halántékilebeny 298, 299
 hallócsontocskák 334, 335
 hangredő 146
 hangrés 146
 hangszalagok 146
 haploid 31
 háromfejű izom 70
 háromszögletű ideg 311, 312

háromszögcsont 56
 hasi aorta 109
 hasizmok 74, 77
 határköteg/határlánc 314
 hátulsó szemcsarnok 326
 hátulsó koponyagödör (koponyaárok) 63
 Havers-csatorna 33
 Helmholtz-féle rezonanciaelmélet 338
 hemoglobin (Hgb) 122
 Henle-kacs 204
 here 232
 hibernáció 268
 híd 292, 293
 hímvessző 232, 235
 hiperglikémia 262
 hipervitaminózis 165
 hipofízis 247
 hipoglikémia 262
 hipotalamusz 246, 296
 hipovitaminózis 165
 His-nyaláb 98
 hisztamin 116, 185
 holdascsonk 56
 hólyagepe 180
 homeosztázis 206, 215
 homlokcsont 63
 homlokilebeny 293, 298
 hónalj verőér 108
 hónalji visszér 112
 horgascsonk 56
 hormonreceptor 245
 hörgőcskék 148
 hörgők 147
 Humán Papilloma Vírus (HPV) 239
 hypaciditás 185
 hyperaciditás 185
 hyperthermia 268
 hypertonia 115
 hypothermia 268
 hypotonia 115
 idegfónatok 310
 ideghártya 325, 327
 idegrost 274
 ikertestek 294
 immunoglobulin 125
 inhártya 325, 326
 inhibíció 246
 inhibiting hormon (IH) 246
 inhúr 92, 93
 inkontinencia 211
 ínorsó 71
 intersticiális 259
 intima 103
 intracardialis szabályozás 97
 inzulin 261
 ischaemiás 95
 IVF (In Vitro Fertilizáció) 238
 ízlelőbimbók 341, 342
 izohemagglutinin 131

izometriás izom-összehúzódás 72
 izomnyaláb 69, 70
 izomorsó 71
 izompólya 69, 70
 izomrost 69
 izotóniás sóoldat 127
 izotóniás izom-összehúzódás 72
 járomcsont 64
 járulékos ideg 311, 312
 jobb fülcse 89, 90
 jobb kamra 90
 jobb pitvar 90
 juxtaglomerularis apparatus (JGA) 206
 juxtaglomerularis sejtek (JGC) 206
 kalapács 335
 kalcitonin 251
 kannaporc 145
 karbamid 210
 katekolamin 255
 kedvező hatású lipoproteinek (HDL) 126
 kemény agyburok 306
 kengyel 335
 kéreg alatti dúcok 301
 kérgestest 293, 300
 kétfejű combizom 81, 82
 kétfejű izom 70
 kimozin 185
 királyvisszér 111
 kis mellizom 76
 kis rejtett visszér 112
 kisagy 293, 294
 kisagysátor 306
 kiscseplesz 183
 kiskutacs 65
 kistrapézcsonk 56
 kolecsiztokinin 186
 koleszterin 126
 kollagenáz 183
 kollaterális 104
 kolonoszkóp 194
 kolposzkóp 238
 koponyagödör 63
 koponyaüregi vénás öböl 111, 307
 korona- vagy koszorúarter 64, 65
 kortikoszteron 255
 kortizol (hidrokortizon) 255
 koszorúsbarázda 91
 koszorúerek 89, 94
 köbcsont 61
 köldökverőér 117
 köldökvisszér 117
 könyöknyúlvány 56
 középagy 292, 294
 középső koponyagödör (koponyaárok) 63
 középső könyökvisszér 111

közös fejverőér 107, 108
 köztiagy 292, 296
 kreatin-foszfát (CrP) 71
 kreatinin 210
 kromatinrög 29
 kulcsont 55
 kulcsont alatti verőér 107
 kulcsont alatti visszér 112
 külső elválasztású (exocrin) 162
 külső hallójárat 333, 334
 külső légzés 142
 kürtmandula 171
 lábakra (vádli) 75, 82
 lágy agyburok 306
 lágyékcatorna 76, 78
 laktáz 165
 lambdavarat 64, 65
 Langerhans-szigetek 181, 261
 laparoszkópia 239
 lapockacsont 55
 látóbíbor 327
 látógödör 327
 látóideg 311, 325
 lebenyhörgő 148
 lecitin 126
 lencsefüggesztő rost 325, 328
 lencsemag 301
 leukocyták (FVS) 123
 Leydig-féle sejtek 233, 259
 LH (luteinizáló hormon) 228, 248
 limbikus rendszer 301
 lipáz 165, 185
 lipid 29, 126, 164
 lipoid 164
 liquor 306
 Ludovicus-szöglet 53
 luteotrop hormon vagy prolactin (LTH) 248
 Mágneses Rezonancia (MR) vizsgálat 196
 májepe 180
 májkapuvisszér 114
 májvisszér 114
 makrofág 34
 makroszkópos anatómia 17, 21
 Malpighi-féle testek 203
 Malpighi-tüszők 138
 maltáz 165, 184
 mandulamag 301
 másodlagos nemi jelleg 220
 medenceöv 57
 media 103
 méhnyak 225
 méhtest 224
 meiosis 31
 Meissner-féle testecske 346

- melanin 249, 346
melanocita-stimuláló hormon (MSH) 249
mellékhere 233
mellhártya 152
mellkasi aorta 109
melatonin 261
membránpotenciál 277
memóriasejt 125
menopauza 258
menstruáció (menesz) 229
mesenterium 183
mesocolon 183
metabolikus szindróma 264
mikroszkópos anatómia 21
mimikai izmok 83
mineralokortikoszteroid 254
miozin 35, 70, 71
mitosis 31
monoaminerg 301
monocita 125
monoglicerid 164
monoszacharid 163
MPS (mononuclearis phagocita systema) 128
myofibrillum 34, 69
myxoedema 251
nagy farizom 75, 82
nagy mellizom 74, 76
nagy rejtett visszér 112
nagyagy 292, 297
nagyceplez 183
nagykutacs 65
nanismus 249
nefron 203
neurit 274
neuroendokrin rendszer 244
neuroglia 275
neurohormon 245
neuron 273
neutrális zsír 164
neutrofil granulocita 123
nómenklatúra 25
noradrenalin 255, 315
normaciditás 185
nukleáz 183
nyaki visszér 111
nyakszirtcsont 63
nyakszirtlebeny 293, 298
nyálamiláz 184
nyelv alatti ideg 311, 312
nyelv alatti mirigy 170
nyelvcsap 171
nyelvcsont 63, 145
nyelv-garatideg 311, 312
nyelvgyök 169, 170
nyílvarrat 64, 65
nyirokcsomók 136
nyirokerek 135
nyiroksejtek 123, 135
nyiroktörzs 135
nyiroktüsző 135
nyúltagyvelő 98, 116, 292
oldalkutacs 65
ondóvezeték 234
ondózsínór 234
Orális Glukóz Tolerancia Teszt (OGTT) 264
orracsúcs 143
orrgyök 143
orrhát 143
orrsövény 144
orrszárny 143
orsócsont 55, 56
orsócsonti verőér 108
orsócsonti visszér 112
ossein 46
oszteon 33
oszteoporózis 46
oxitocin 249
öreglyuk 63
ösztadiol 257
ösztrol 257
ösztrolion 257
ösztrogén 228, 257
övtékervény 300
pajzsporc 145
parafollicularis sejtek 251
parakrin hatás 245
paraszimpatikus idegrend-
szer 313, 316
parathormon 252
parciális nyomás 155
parenchymás szerv 162
parézis 312
Parkinson-kór 37, 318
patkóbél 174
pauza 96
pepszin 165, 185
peptid hormonok 245
perctérfogat 99
perifériás ellenállás 115
perisztaltika 172
Peyer-féle plakk 175
pia mater 306
pikkelyvarrat 64
piramispálya-rendszer 286
pirogén 268
pitvar-kamrai csomó 98
plazmasejt 125
plazmin 130
pókhálóhártya 306
polimorfizmus 41
poliszacharid 163
portális keringés 114
Pozitron Emissziós Tomo-
gráfia (PET) 197
primer thrombus 129
prostaglandin (PG) 263
prostatata 235
protein 163
prothrombin 126, 129
protoplazma 28
pszichoszomatikus 317
pupilla 325, 326
Purkinje-rostok 98
pylorus-mirigy 173
rágóizom 83, 84
Ranvier-féle befűződés 274
receptor 71, 275
reflex 278
reflexív 278
refrakter stádium 97
rekeszi felszín 149
rekeszizom 77
releasing faktor (RF) 246
releasing hormon (RH) 246
remesebél 175, 176
rendszeres anatómia 21
renin 206
renin-angiotenzinal-
doszteron rendszer 212, 254
repolarizáció 278
RES (reticulo-endothe-
lialis systema) 128
respirációs víz 155
reziduális 155, 211
Rh-összeférhetlenség 133
rombuszizom 79
rostacsont 63, 143
Ruffini-féle végződés 346
sajkacsont 56
sárga csontvelő 46
sárgafolt 325, 327
sárgatesthormon 228
sarokcsont 61
Schwann-hüvelyű rost 274
Schwann-sejt 274
secretio 32
secretum 162
sejtorganelum 29
singcsont 55, 56
singcsonti verőér 108
singcsonti visszér 112
sinus coronarius 91, 95
sípcsont 60
sípcsonti verőér 109
sípcsonti visszér 113
smegma 236
sodorideg 311
somatotrop hormon (STH) 249
sperma 237
spermiogenezis 259
spermium 233
stimuláció 246
stressz 256
strúma 251
subarachnoidealis rés 306
sugártest 325, 326
Sylvius-csatorna 294, 306
Sylvius-hasadék 297, 298
szabóizom 82
szacharáz 165
szaglóideg 311
szaglóköteg 299
szájpadsont 64, 144
szájpaddamula 171
számfelező sejtosztódás 31, 237
számartó sejtosztódás 31
szárkapocs 60
szarkomer 70, 71, 85
szaruhártya 325, 326
szcintigráfia 195
szegmentumhörgő 148
szegycsont 53
székletfesték 181
szekretin 186
szekrétum 162
szekunder thrombus 129
széles hátizom 75, 79
szemlencse 325, 328
szemmozgató ideg 311
szemmozgató izom 325, 329
szemölcsizom 92, 93
szerotonin 116
szexuálisan terjedő
betegségek (STD) 224
szexuál-kortikoszteroid 254, 255
szigetlebeny 299
szigmabél 175, 177
szimpatikus idegrendszer 313, 314
szinapszis 275
szinergista 245
szinuszcsonló 97
szisztolés 95, 96
szív saját visszere 91, 95
szívárványhártya 325, 326
szívburok 93
szívcsúcs 89, 90
szívfal 93
szívinfarktus 95
szívsövény 90
szklerózis multiplex (SM) 318
szomatikus sejtmagtransz-
fer 37
szomatosztatin 261, 263
szterkobilin 181
szteroid hormonok 245, 254
szubsztrátum 165
tachycardia 98
talamusz 248, 296
távolítóideg 311, 312
Tawara-száraz 98
taxis 30
tejsav 71, 116
telítetlen zsírok 164
telített zsírok 164
térdráki verőér 109
térdráki visszér 113
termoreguláció 267
testtömegindex 192
tesztoszteron 233
tetánia 253
thrombin 129
thrombocita 125
thromboplastin 129
thymosin 260
thyreotrop hormon (TSH) 248
thyreotrop releasing
hormon (TRH) 251
thyroxin (T4) 250
T-lymphocita 124, 260
többszinapszis reflexív 280
többszörösen telítetlen
zsírok 164
töröknyereg 63
tövisnyúlvány 51
transzmissziós elektron-
mikroszkóp (TEM) 36
trapézcsont 56
trapézizom v. csuklyási-
zom 79
triglicerid 126
trijódthyronint (T3) 250
tripszin 165, 183
tripszinogén 183, 186
trophormon 246
truncus pulmonalis 90, 91
tubulus 203, 204
tüdőalap 149
tüdőcsúcs 149
tüdőkapu 149
tüdőlégzés 142
tüdőverőér 91
tüdővisszér 91
tüszőhormon 228, 257
ugrócsont 61
ultrafiltráció 205
ultrafiltrátum 205
ultrahang (UH) 196
urobilin 181
urobilinogén 210
urokróm 210
utóagy 292
üllő 335
üveg (hyalin) porc 33
üvegtest 325, 328
vakbél 176
vakfolt 325, 327
varix 103
Vater-Pacini-féle
végződés 347
Vater-papilla 174
vazopresszin 116
végartériák 95, 104
végbél 177
véna 103
vénás szöglet 110
venula 103
véralvadás 129
vércsoportok 131
vérnyomás 115
verőterfogot 99
vérszérum 129
vesekapu 202
vesekhely 202
vesekereg 202
vesemedence 203
vesevelő 202
virilizmus 255
vitálkapacitás 155
vitorlás billentyűk 92
vizeletfesték 181
vizeleti pólus 203
vizuális analóg skála 349
vörös csontvelő 46
vörös pulpa 138
vörösmag 294
zigóta 237
zsebes billentyűk 92, 93
zsiger 35, 162