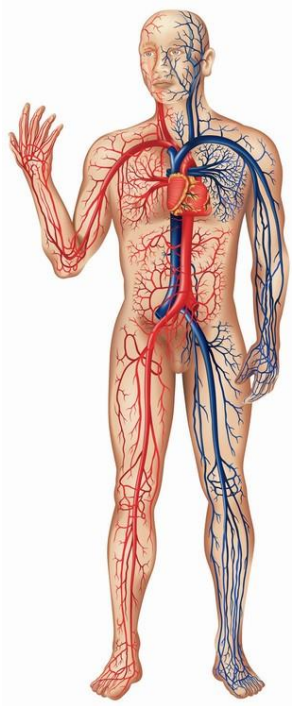
Embertan – órai jegyzet (1.8)

Gergely Tibor



A homeosztázis

A homeosztázis az szervezet szabályozott belső állandósága. Az embernél a változó külső körülmények ellenére is közel állandó a testfolyadékok (vér, szövetnedv)

térfogata,
ozmotikus koncentrációja,
pH-ja (7,4)
ionösszetétele,
szerves anyag-,
légzési gáz összetétele,
valamint a szervezet belső hőmérséklete,
és a vérnyomás.

Így a sejtek függetlenednek a külső környezet változásaitól.
A testnedvek dinamikus állandóságát jelenti a homeosztázis.
A homeosztázist főként a vesék és a máj szabályozzák, de tulajdonképpen minden szerv részt vesz a megfelelő értékek beállításában, fenntartásában.
Az *egészség* felfogható úgy is, mint *a normális értékre visszaálló homeosztázis*.
A beállítandó értékek változhatnak, pl. a téli álmot alvó állatoknál a testhőmérséklet lecsökken.

A bőr

Rétegei (kívülről befelé haladva):

I. Hám

- Többrétegű elszarusodó laphám.
- Az alsó réteg sejtjei folyamatosan osztódnak. Az idősebb sejtek közelebb kerülnek a felszínhez, laposabbak lesznek, csökken a víztartalmuk és nő a szaru (keratin nevű fehérje) mennyisége. A hám legkülső rétege szaruréteg, ez már elhalt sejtekből áll.
- A szaruréteg véd a:
  ⇒ kiszáradás,
  ⇒ kisebb mechanikai hatások,
  ⇒ vegyi hatások,
  ⇒ kórokozók ellen.
- Felülről kopik a szaruréteg, így eltávolítódnak rajta megtelepedett kórokozók is.
- A verejték- és faggyúmirigyek váladéka miatt a bőr felszíne enyhén savas, (4-6 pH-jú). Ez védelmet jelent a kórokozók ellen („savköpeny”).
- Kedvezőtlen lenne, ha tisztítószerrel minden baktériumot elpusztítanánk a bőrről.
- A hám alsó rétegében levő pigmentsejtek UV-sugárzás hatására sötét színanyagot (melanint) termelnek, mely védi az alatta levő sejteket az UV-sugarak ellen. (Nyáron 11-15 óra között nem tanácsos napozni!)
- Az emberi faj bőrszínskálája a biológiai sokféleség részét képezi.
- A hámban nincsenek erek, az irha erei táplálják diffúzióval.
- Nincsenek érzőidegvégződések a hámban, kivéve a szabad idegvégződéseket, melyek elágazóak, nincs kötőszövetes burkuk. Ezekkel érzékeljük a fájdalmat.

II. Irha

- Az irha hullámos felszínnel kapcsolódik a hámhoz, így nehezen válik el egymástól a két réteg, valamint nagyobb felületen történik a hám oxigénellátása és táplálása.
- Tenyéren, talpon, ujjakon sorokba rendeződnek az irha kiemelkedései, így alakul ki a bőrlécrendszer, ami egyénenként változik.
- Lazarostos kötőszövet építi fel az irhát. Minden irányba futnak kötőszöveti rostok, ezért rugalmas a bőrünk.
- Erek és idegek futnak benne, a hajszálerek táplálják az irhát és a hámot is.
- Kötőszövetes tokkal ellátott idegvégződések is vannak az irhában, ezek hideg-, meleg-, tapintás- és nyomásérzékelő receptorok.
- Ezen kívül szabad idegvégződések is vannak (a fájdalmat érzékelik).
- Nagy melegben az irha hajszálerei kitágulnak (a hajszálér simaizmai elernyednek). Ilyenkor ***sugárzással*** sok hőt ad le a bőrünk. Hidegben összehúzódnak a hajszálerek, csökken a hőleadás.
- A verejték sós víz, ha a felszínre jut, elpárolog, és hűti a testet. (A verejtékmirigyek a hám befelé növekedésével alakulnak ki, ezek összetett csöves mirigyek.)
- A szőrtüszők (hajtüszők) is a hám befelé növekedésével kialakuló, hámmal határolt csövek. Ennek az alján van a szőrhagyma (hajhagyma). Itt osztódó sejtek találhatók, ebből nő ki a szőr- és hajszál, amelyek már nem élő, hanem elszarusodott sejtekből állnak.
- A szőrzet a közötte lévő levegővel hőszigetel és mechanikai védőszerepe is van. Embernél ez már csak a hajnál érvényesül. Mechanikai ingerek felvételére is alkalmasak a szőrszálak/hajszálak.

- A szőrtüszőhöz szőrmerevítő simaizom kapcsolódik. Hidegben libabőrösek leszünk, kiemelkedik és kiegyenesedik a szőrszál amikor a simaizom összehúzódik. (Ezek a kicsi izmok kevés hőt termelnek ilyenkor.)
- Legtöbbször a szőrtüszőbe nyílik a faggyúmirigy a hám és az irha határán. Ennek zsíros váladéka vízlepergetővé, puhává teszi a bőrt, ill. a szőr- és hajszálakat.

III. Bőralja

- Döntően zsírszövet, kevés kötőszövetes rost is található a sejtek között.
- A zsír tartaléktápanyag, kétszer annyi energiát raktároz, mint a szénhidrát. Előnyös, hogy a bőraljában van a sok zsír, így ennek hőszigetelő és mechanikai védőszerepe is van.

Köröm: kemény, lapos szarulemez

Emlők:

- 12-15 tejmirigy van, és mindegyiknek külön kivezető csöve fut az emlőbimbóhoz. Nem szoptató nőknél sok zsírszövetet tartalmazhat az emlő a mirigyek között. Szoptatáskor a mirigyállomány növekszik meg.
- Anyatejben sok víz van, ásványi sók, szénhidrátok (laktóz), fehérjék (közöttük immunfehérjék is) vannak. Az anyatej a csecsemők legjobb tápláléka, hat hónapos korig kizárólagosan a szoptatást javasolják.
- Ha a baba szopik, a tejmirigyek kiürülnek, akkor termelődik újra tej.
- A csecsemő szopása elősegíti, hogy később megfelelően fejlődjön a fogazat (az anyatej „folyékony fogszabályozó”).

Égési sérülések

I. fokú égés: bőrpír
II. fokú égés: hólyagos a bőr
III. fokú égés: elpusztult a bőr
(IV. fokú égés: szenesedés)

Elősegélye: Több percig hideg folyó víz alá kell tartani az égett részt, ez csökkenti a fájdalmat és megakadályozza a mélyebb részek károsodását. Nem szabad mindenféle házi szert, élelmiszert rakni az égett felületre, esetleg külön erre szolgáló Irixet, Naxolt. Ha lehet, el kell távolítani a ruházatot. Ha a hólyagok felrepednek, steril kötést kell alkalmazni. Súlyos esetben orvoshoz kell fordulni.

Az égés veszélyei

- A hajszálerek kitágulnak, sok vért fogad be a bőr, s a szervezet más részén vérhiány lesz: Nagyobb felületű égésnél sokk vagy akár halál is bekövetkezhet.
- Ha felrepednek a hólyagok, fertőzésveszélyt jelent.
- Égési sérülés miatt sok folyadékot veszít a szervezet.
- Mérgező égéstermékek is kerülhetnek a szervezetbe.

A mozgás

A mozgás aktív szervei az izmok, passzív szerve a csontváz.
A csontváz: részben megszabja a test alakját; véd; kívülről hozzá tapadnak a vázizmok; vérsejteket termel.

Az ember váza

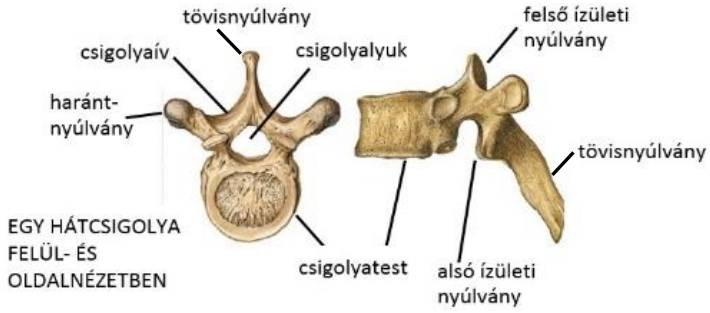
1. Koponya
   a) Agykoponya: Védi az agyvelőt. Lapos csontok alkotják, amelyek varratokkal kapcsolódnak össze.
      Csontjai:
      - homlokcsont (1db)
      - falcsont (2db)
      - halántékcsont (2db): Része a sziklacsont, nagyon kemény, ebben van a belső fül.
      - nyakszirtcsont (1db): Nyílása az öreglyuk, innen ered a gerincvelő.
      - ékcsont (1db): Ebbe mélyed a török nyereg, ebben van az agyalapi mirigy.

   b) Arckoponya
      Jelentősebb csontjai:
      - 2db orrcsont
      - 2db könnycsont
      - 2db járomcsont
      - 2db felső állcsont: Ebben foglal helyet a felső fogsor, ürege az arcüreg.
      - 1db állkapocs: A koponya egyetlen mozgatható csontja, a halántékcsonthoz kapcsolódik ízülettel.

      + nyelvcsont (Nem a koponya része, de a koponya közelében van.)

2. Törzs váza
   a) Gerincoszlop:
      Csigolyákból épül fel.

      A csigolyatestek között porckorong van. Csak kicsit képes elmozdulni két csigolya egymáshoz képest, de ezek a mozgások összeadódnak, ezért hajlékony a gerincoszlopunk.



A gerincoszlopnak kettős S alakú görbülete van.
Emiatt rugalmas a koponya és a mellkas felfüggesztése.

32-35 db csigolyánk van:
- 7 nyakcsigolya
  (I. fejgyám: Két homorú felszíne van a koponya két bütykének.
  II. forgó: Nyúlványa felfelé a fejgyámhoz kapcsolódik.)
- 12 hátcsigolya: Ezekhez kapcsolódnak a bordák, mindegyikhez egy pár.
- 5 ágyékcsigolya
- 5 keresztcsonti csigolya: Keresztcsonttá nőttek össze.
- 3-6 farokcsont: Ezek is összenőttek.

b.) Mellkas: A hátcsigolyákhoz kapcsolódó 12 pár borda alkotja és a szegycsont.
Véd, fontos a légzésben.
A bordák hátul ízülettel kapcsolódnak a hátcsigolyákhoz.
Az alsó 2 pár borda nem kapcsolódik a szegycsonthoz, ezeket lengőbordának is nevezik.
A többi borda porcon keresztül kapcsolódik a szegycsonthoz.

3. Végtagok váza:
Mindegyik végtagnak van függesztőöve, ami nem mozdul el + szabad végtag, ami mozog.
a.) felső végtag:
- függesztőöve: vállöv: kulcscsont + lapocka
- szabad végtag: ← vállízület
felkarcsont
← könyök ízület
alkar: orsócsont (közel a hüvelykujjhoz)
singcsont
←csukló ízület
8 kéztőcsont: kicsi köbös csontok
5 kézközépcsont
14 ujjperc

b.) alsó végtag:
- függesztőöve a medenceöv: 1 keresztcsont+ 2 medencecsont (csípőcsont, ülőcsont és szeméremcsont összenövéséből)
- szabad végtag:
← csípőízület
combcsont
térdkalács ←térdízület
lábszár: sípcsont, szárkapocscsont
← bokaízület
7 lábtőcsont (A legnagyobb a sarokcsont, amihez az Achilles-ín kapcsolódik.)
5 lábközépcsont
14 ujjperc

A férfi és a női medence különbségei: A női medence szélesebb, ez megkönnyíti a szülést.

Csontok felépítése

Szivacsos állomány: A lapos csontok belsejében és a csöves csontok végénél van. Csontlemezek, csontgerendák építik fel, ezek terhelés irányának megfelelően rendeződnek. Ha változik a terhelés, néhány hónap alatt átépülnek. Kevés csontállománnyal nagy szilárdság így érhető el. Szivacs állomány könnyű. Itt található a vörös csontvelő.
Tömör állomány: A csontok felszínén van, kemény, a csöves csontok középső részének falát ez alkotja. Felszínén dudorok, kiemelkedések vannak az inak és szalagok kapcsolódásához.
Csonthártya: Kívülről borítja a csontokat, ez döntően kötőszövet, benne erek és idegek futnak, melyek táplálják a csontot. Fontos a csont vastagodásánál és regenerálódásánál (csonttörés után).
Csontüreg: A csöves csontokban található (kivéve a két végét), benne sárga csontvelő van.

Csontvelő

a) Vörös csontvelő: Születéskor csak ez található a csontokban, később ennek jelentős része átalakul sárga csontvelővé. Felnőtteknél a szivacsos állományban van vörös csontvelő (a lapos csontokban és a csöves csontok végeinél). Feladata: vérsejtek képzése.
b) Sárga csontvelő: felnőtteknél a csöves csontok középső szakaszában található (a csontüregben). Nagy része zsír, hézagkitöltő szerepe van, nagy vérveszteség után visszaalakul vörös csontvelővé.

A csontok csoportosítása alakjuk szerint

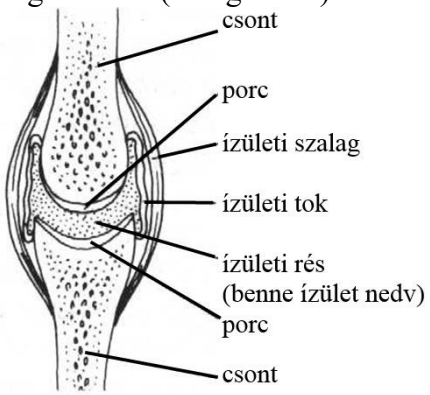
1. Lapos csontok:
   - agykoponya csontjai
   - medencecsont
   - lapocka
   - bordák
   - szegycsont
2. Csöves csontok:
   - a végtagok hosszú csontjai
3. Köbös csontok (széle, hossza egy):
   - kéztőcsontok

(4. Szabálytalan alakú csontok: csigolya, keresztcsont)

Csontkapcsolatok

I. Folyamatos
   a) Porcos csontkapcsolat (kis elmozdulást tesznek lehetővé):
      - a gerinccsigolyák között a porckorongok jelentik a kapcsolatot
      - a bordák és a szegycsont között
   b) Varratos kapcsolat (nem mozdítható): az agykoponya csontjai kapcsolódnak varratokkal egymáshoz.
   c) Összenövés (nem mozdítható):
      -keresztcsont 5 csigolya összenövéséből jött létre
      -medencecsont (csípőcsont, ülőcsont, szeméremcsont összenövéséből)

II. Megszakított (mozgatható) csontkapcsolat: ***ÍZÜLET***



Ennek köszönhető a vázrendszer nagyfokú mozgékonysága.
Az ízesülő csontvégeket üvegporc borítja (védi a kopástól, és könnyen csúsznak egymáson a porcfelszínek).
Az ízületi tok zsákszerűen körülveszi a csontvégeket, zárt, belső felszíne termeli az ízületi nedvet, ez csökkenti a súrlódást.

Az ízületek eltérő mozgékonyságúak:

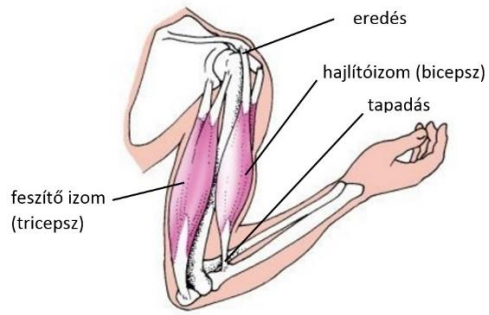
1. Egytengelyű (hengerízület)
   - térdízület
   - könyökízület
   - az ujjpercek közötti ízületek
2. Kéttengelyű:
   a) tojásízület: csuklóízület

b) nyeregízület: a hüvelykujj tövénél, a kéztő-, és kézközépcsont között van, 2 homorú felület alkotja

3. Gömbízület (háromtengelyű, soktengelyű ízület)
   -csípőízület
   -vállízület

Izmok

Egy izom részei: középen az izomhas (harántcsíkolt izomszövet, hússzínű),
két végén ín (tömöttrostos kötőszövet, fehér).



Az izmok inakkal kapcsolódnak a csontokhoz. Az az izomkapcsolódási pont, amely nem mozdul el az izom összehúzódásakor, az eredés.
Az az izomkapcsolódási pont, amely elmozdul az izom összehúzódásakor, a tapadás.
Hajlításkor közelednek egymáshoz a csontvégek, a feszítőizom távolítja egymástól a csontvégeket (kiegyenesíti a végtagot).

Az ember főbb izmai

1. <u>A fej izmai:</u>
   - Mimikai izmok vannak az arcon, ezek többsége bőrön ered és tapad.
   - Gyűrű alakú záróizmok a száj és a szemek körül találhatók.
   - Rágóizom: az állkapcsot mozgatja.
   - Fejbiccentő izom: a nyak külső oldalán található kétoldalt.
2. <u>Törzs izmai:</u>
   - nagy mellizom
   - egyenes hasizom
   - ferde hasizom
   - fűrészizom
   - csuklyásizom (trapézizom)
   - széles hátizom
   - rekeszizom
   - bordaközi izmok

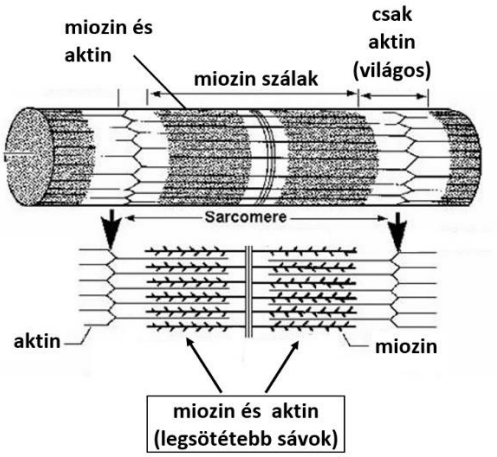
     } a légzésben fontosak
   - gát: A medence alsó részét lezáró izmokat és kötőszövetes részt nevezzük gátnak.
3. <u>Végtagok izmai:</u>
   - deltaizom
   - bicepsz (kétfejű karizom): ez hajlítóizom, a felkar elülső felszínén van
   - tricepsz (háromfejű karizom): az felkar hátulsó felszínén van, ez a feszítőizom
   - nagy farizom
   - kétfejű combizom: a comb hátulsó felszínén van, hajlító izom
   - négyfejű combizom: a comb elülső felszínén van, feszítőizom
     (szalaggal kapcsolódik a térdkalácshoz)

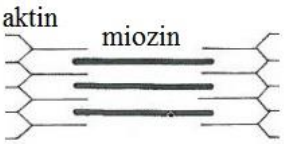
Az izmokat kívülről *izompólya* borítja, ez kötőszövetes hártya.
Az izmon belüli kötőszövetes rész *izomnyalább*okat különít el.
A kötőszövetes részben erek és idegek is futnak.

Az izomnyalábot sok izomrost alkotja. A harántcsíkolt izomszövet egységei az izomrostok. Az izomrostot sejthártya határolja, mint minden sejtet. Sokmagvú képződmény az izomrost. A sejtmagok a felszín közelében, a sejthártya alatt vannak.
Az izomrostok átmérője 10-100 µm között változik, hosszúságuk elérheti a 12 cm-t.

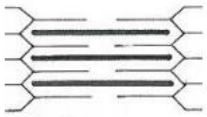
A szabályosan rendezett izomfonalak (izomfehérjék) a rost hossztengelyével párhuzamosak: az *aktin* vékonyabb a *miozin* vastagabb. Az izomrostok harántcsíkoltságát az aktin és miozin molekulák szabályos elrendeződése alakítja ki.

Felül az izomrost csíkoltsága, alul ugyanezen sávokban az izomfehérjék elhelyezkedése



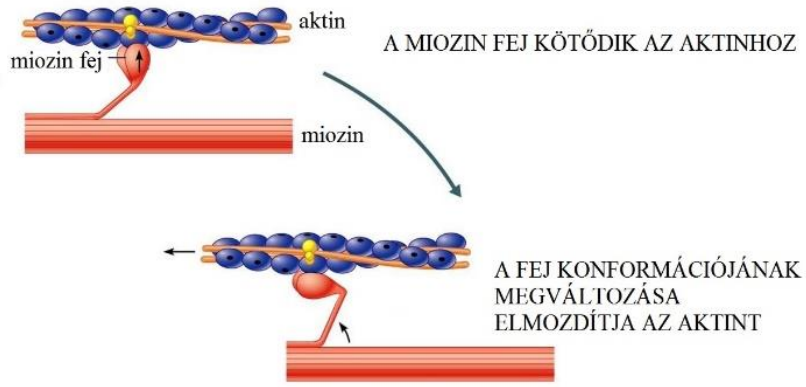


Az izomfehérjék helyzete elernyedt izomnál.



Az izomfehérjék helyzete összehúzódott izomnál.

Az izomműködés folyamata
A harántcsíkolt izomrostokhoz idegek juttatják el az összehúzódás parancsát. Ez az ingerület átjut az izomrost membránjára, ott végighalad, ennek hatására az endoplazmatikus retikulumból Ca^{2+} jut ki. Ennek köszönhető, hogy az aktin és miozin összekapcsolódik. (Később a Ca^{2+} visszaszívódik az endoplazmatikus retikulumba.)



Izom összehúzódáskor kalciumion hatására a miozin molekula nyúlványa (feje) kapcsolódik az aktinhoz. Majd a miozin ATP-t hidrolizál, s így jut energiához, s emiatt változik a fej helyzete (konformációja), így a miozin fonalak közé csúsznak az aktin molekulák, → megrövidül az izomrost. De az aktin és miozin molekulák hossza nem változik!
(A miozin tehát tekinthető egyúttal ATP bontó enzimnek is.)

Az izomrostban találhatók:

- ***glikogén szemcsék***, mint tartalék tápanyag (kötésekben energia van tárolva, ezt az izom csak saját céljára használja fel).
- ***mioglobin***: az izom saját oxigéntároló molekulája, amely hasonlít a hemoglobinhoz (de csak egy alegységből áll), szintén piros színű.
- ***kreatin-foszfát***: az izom saját energiatároló vegyülete.
  ATP + kreatin ⇆ kreatin-foszfát + ADP
  (Amikor az izom nyugalomban van, ötször annyi kreatin-foszfátot tartalmaz, mint ATP-t. Ha szükséges, nagyon gyorsan tud ATP-t képezni az izomrost KP segítségével.)

Intenzív izomműködésnél hamar elfogy az ATP, ami kreatin-foszfátból pótlódik, majd glikogén bontásából jut energiához a sejt. Ehhez felhasználja a mioglobinban tárolt oxigént.
Ha továbbra sem elegendő az oxigénellátás, tejsavas erjedéssel nyer energiát a sejt. Az izomláz egyik oka a tejsav felhalmozódása.
Mozgás után az izmok energia- és oxigén-raktárait fel kell tölteni, ezért egy ideig még intenzív a légzés és a keringés.

A vázizmok működésének formái

- *Rángás*: egy idegimpulzus hatására kialakuló izom-összehúzódás. Nem jellemző izmaink működésére a rángás. Ez kísérletben kiváltható, illetve félálomban fordul elő.
- *Tartós izom-összehúzódás*: gyors, sorozatos ingerlés hatására alakul ki. Ezen alapul izmaink működése. Ekkor az izom jobban megrövidül, mint a rángásnál.
- *Izomtónus*: vázizmok enyhe feszítettségi állapota. (Egyszerre az izomrostok kb.10%-a működik, váltakozva az izomtónusnál.)
  – Segíti a testhelyzet megőrzését a gravitáció ellenében.
  – Valamennyi izommozgás alapvető háttere az izomtónus, azaz izomtónus megléte esetén gyorsan indítható erős izom-összehúzódás.
  (Alvásnál lecsökken, ájulásnál megszűnik az izomtónus.)

Rángásnál, egy ingerület hatására a hosszú izomrostnak csak egy része húzódik össze éppen (ez a rész vastagabb ekkor). Két egymás utáni ingerület következtében már két összehúzódott rövid szakasz figyelhető meg. Tartós izom-összehúzódásnál a sűrű ingerlés miatt a sok összehúzódott rész már egybeolvad, így jobban megrövidül az izomrost.

A táplálkozás

Táplálék: a táplálkozással felvett összes anyag.
(Ennek egy része nem hasznosul, salakanyag lesz. De a fel nem szívódó anyagok is lehetnek hasznosak: a növényi rostok csökkentik a vastagbélrák kockázatát.)

Tápanyagok: a táplálkozás során felszívódó, hasznosuló anyagok.
A testünk felépítéséhez és energiaigényének fedezéséhez szükségesek a tápanyagok.

A tápanyagok fajtái:
- szénhidrátok
- zsírok
- fehérjék
- vitaminok
- ásványianyagok
- víz

Alapanyag csere: a szervezet fenntartásához szükséges energiamennyiséget biztosítja nyugalomban. Értéke felnőttnél 7000 kJ/nap.
16 órája éhező, nyugalomban lévő emberen mérik 20 ^{o}C-os helyiségben. (Hogyha a mérés előtt evett volna, akkor nem tudnánk az alapanyagcserét mérni, hiszen az emésztőnedvek termelése és a bélmozgások is energiaigényesek.)

Átlagos tevékenységet végző felnőtt energiaigénye 10 000 - 12 000 kJ/nap.
Nehéz fizikai munkát végzőknél akár napi 20 000 kJ lehet a napi energiaigény.
(1 kalória = 4,2 Joule)

Mennyiségi éhezés: ha a szervezet kevesebb energiához jut, mint ami a test fenntartásához kell.
Ekkor fogyás következik be.

Minőségi éhezés: a táplálék elegendő az energiaigény fedezéséhez, de a tápanyagok minősége, aránya nem megfelelő. Hiányozhatnak:
- esszenciális aminosavak
- esszenciális zsírsavak
- vitaminok
- ásványi anyagok

Tartós hiányuk hiánybetegségeket okoz.

Azt javasolják, hogy a következő mennyiségi sorrendben fogyasszuk a táplálékokat:
1. szénhidrátok
2. zöldség, gyümölcs
3. fehérjék
4. zsírok

A különböző tápanyagok hiánya vagy túlzott fogyasztása is káros következménnyel jár.

Tápanyagok természetes forrásai

Fehérjék

Tej, tejtermékek, hús, tojás, hal, hüvelyesek (bab, borsó, szója, lencse).
Mivel szervezetünkben folyamatosan képződnek és bomlanak fehérjék, naponta legalább

annyi g fehérjét kell fogyasztani, ahány kilósak vagyunk.
A növényi fehérjék sokszor nem teljes értékűek.

Szénhidrátok

Gabonák, barna kenyér, tésztafélék, burgonya,rizs.
Keményítő tartalmú finomítatlan növényi táplálék formájában célszerű fogyasztani szénhidrátokat, mert ez tartalmaz rostokat, vitaminokat és ásványi anyagokat is.
A sok cukor, édesség fogyasztása növeli az elhízás és a fogszuvasodás kockázatát.

Zsírok

Az állati eredetű zsírok sok telített zsírsavat és koleszterint tartalmaznak. Ezek növelik az érelmeszesedés és így a szívinfarktus kockázatát is. Ezért tanácsos sütéshez, főzéshez növényi eredetű olajokat használni, ezekben telítetlen zsírsavak vannak, ennek hatására a vér koleszterintartalma is csökken.

Ásványi anyagok

Ca, Mg, P, Na, K, Cl, Fe.
Zöldségekben, gyümölcsökben, tojásban, májban, húsban, tejben, tejtermékekben találhatók meg.

Vitaminok

Kis mennyiségben szükségesek, de nélkülözhetetlenek.

a) Vízben oldódó vitaminok: B és C
   Vízzel kiürülnek, nagyjából naponta kell fogyasztani őket. Kicsi a túladagolás veszélye.
b) Zsírban oldódó vitaminok: A, D, E, K (DEKA)
   Nem szükséges naponta fogyasztani, mert szervezetünk elraktározza. A túladagolás veszélye fennállhat.

Egészséges ember vitaminszükségletét kielégíti a változatos táplálkozás (esetleg télen lehet szükség a D-vitamin pótlására).

A-vitamin

Hiánya esetén farkasvakság (szürkületi vakság) alakul ki, vagyis félhomályban nem lát jól az ember.
A-vitamin + opszin (fehérje) ⇆ rodopszin (látóbíbor)
Valamint A-vitamin hiányában repedezett lesz a bőr.
Előfordulása: tej, vaj tojássárgája.
Előanyaga a karotin, ez megtalálható sütőtökben, sárgarépában.

B_1-vitamin

Hiányában izombénulás, érzékelési zavarok következnek be. Depresszió, beriberi betegség alakul ki.
Előfordulása: élesztő, barna kenyér

B_6-vitamin

Hiánya idegrendszeri zavarokat okoz, álmatlanság, izomgörcsök.
Hányinger ellen hatásos.
Előfordulása: élesztő, barna kenyér

B_{12}-vitamin

Hiánya vészes vérszegénységet okoz.
A vastagbélben élő baktériumok termelnek B_{12}-vitamint.
Előfordulása: hús, máj

Folsav (a B-vitaminok közé tartozik)

Vízben oldódó vitamin, hiánya vérképzési zavarokat okoz.
Hiánya a magzatnál velőcsőzáródási rendellenességet okoz. Ezért magzatvédő vitaminként adják a folsavat terhes nőknek.
Előfordulása: Növényi levelek, máj, barna kenyér

C-vitamin (aszkorbinsav)
Hiánya fertőzésre való hajlamot, fogínyvérzést, lassúbb sebgyógyulást okoz.
Antioxidáns. Hiánybetegsége a skorbut: kiesnek a fogak.
A legtöbb állat számára nem vitamin, mert elő tudják állítani.
Szent-Györgyi Albert izolálta (elkülönítette: paprikából kivonta) a C- vitamint, így kiderült, hogy az azonos a régóta ismert aszkorbinsavval.
Hőre bomlik. Sokkal többet kell fogyasztani ebből, mint más vitaminokból.
Előfordulása: friss zöldségek, gyümölcsök, paprika, csipkebogyó, citrom, narancs, savanyúkáposzta, kivi

D-vitamin
Hatására a vékonybélből felszívódik a Ca^{2+}, így emeli a vér Ca^{2+} koncentrációját, majd a kalcium beépül a csontokba, tehát fontos szerepe van a csontképzésben. (Egyéb jótékony hatásai is vannak pl: idegrendszer működésére.)
Előanyagából a bőrben UV-sugarak hatására képződik. Mivel szervezetünk is képes előállítani, ezért nem igazi vitamin, D-vitamin *hormon*nak is nevezik.
Hiánya esetén angolkór alakul ki: a gyermekek csontjai fejletlenek, görbültek.
Előfordulása: halak májában, tejben, vajban. Előanyaga növényi olajokban található.

E-vitamin
Hiányában zsíranyagcsere zavara jön létre. Kísérleti állatoknál vetélés is megfigyelhető. Előfordulása: dió, mogyoró.

K-vitamin
Hiányában vérzékenység alakul ki. A protrombin képződéshez kell. (A protrombin a májban képződik K-vitamin jelenlétében, és a véralvadáshoz szükséges.)
A vastagbél baktériumai is előállítják, onnan felszívódik.
Előfordulása: káposzta, karfiol.

A táplálkozás folyamata:
- táplálék felvétele
- emésztés
- felszívódás: a tápcsatorna üregéből a testfolyadékba jutnak tápanyagok
- salakanyagok ürítése

I. Előbél

Szájüreg

Ide juttatja váladékát 3 pár nagy nyálmirigy:
- nyelv alatti mirigy
- állkapocs alatti mirigy
- fültőmirigy

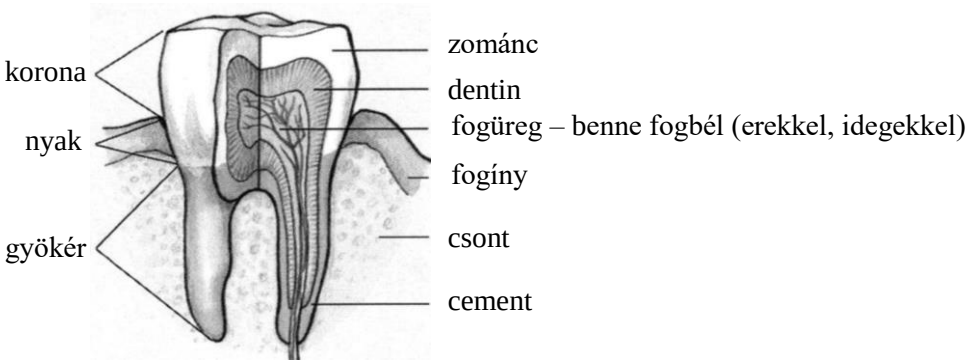
A nyál nagyrészt víz, ásványi sók is vannak benne, valamint fehérjék:

Amiláz enzim: megkezdi a keményítő bontását. Enyhén lúgos, közel semleges pH az optimális számára. (A gyomor savas közegében fokozatosan befejeződik az amiláz tevékenysége.)
A sokáig rágott kenyérhéj édessé válik, mert az amiláz bontja a keményítőt maltózra.

Mucin nevű fehérje (glükoproteid) is van a nyálban, ez falattá ragasztja össze a megnedvesített táplálékot, így válik majd lehetővé a nyelés. (A tápcsatorna többi részében is termelődik mucin, feladata a tápcsatorna falának védelme az enzimekkel szemben.)
Lizozim: baktériumölő hatású fehérje a nyálban.

Nyelv: ízérző szerv. A táplálékot összekeveri a nyállal, és a nyelést elősegíti. A beszédnél is fontos és a szerelemben is.

Fogak: mederben ülő, gyökeres fogai vannak az embernek.
(Az emlősöknek és krokodiloknak vannak gyökeres fogaik. A többi gerincesnek ránőtt fogai vannak.)



Egy felnőttnek 32 foga van. Egy fognegyedben (középről indulva):
2 metszőfog
1 szemfog
2 kisőrlő (előzápfog)
3 nagyőrlő (utózápfog) (a 8. a bölcsességfog)
A zápfogak gumós felszínűek, ez mindenevő táplálkozásra utal.

Felnőtt fogképlete: $\frac{2\,1\,2\,3}{2\,1\,2\,3}$ (A fogképlet a felső és az alsó fogsor jobb oldali felét tartalmazza.)

6 hónapos kortól jelennek meg a tejfogak. 20 tejfog van. 6 éves kortól kezdődik a fogváltás.
6-13 év között nőnek ki a maradandó fogak + bölcsességfog a 20. év körül.
((tejfogazat fogképlete: $\frac{2102}{2102}$))

Garat
Az orr- és a szájüreg mögött helyezkedik el. Itt kereszteződik a táplálék és a levegő útja.
(Felső részén találhatók az orrmandulák, és innen indul a középfülbe a nyomáskiegyenlítő fülkürt.)

Nyelés: A nyelv hátratolja a falatot, és ha az hozzáér a nyelvcsaphoz, akkor innen reflexesen folytatódik a folyamat. A lágyszájpad elzárja az orrüreg felé vezető utat. A gége felemelkedik, ekkor a gégefedő elzárja a légcsőbe vezető utat. A garat perisztaltikus mozgása a nyelőcsőbe továbbítja a táplálékot.

Nyálkahártya: az üreges szervek belső felszínét borítja (tápcsatorna, légutak, húgy-, és ivarutak). Hám, kötőszövet és simaizom építi fel. A hámban nyálkatermelő mirigysejtek vannak. Ezek mindig nedvesen tartják a felszínt, nem szarusodik el. A hám alatt levő erek áttűnnek, ezért rózsaszínűnek látszik.

Nyelőcső
Felépítése: belül nyálkahártya borítja, majd kötőszövetes réteg, izomréteg (a nyelőcső kezdeténél harántcsíkolt izom, a nyelőcső további részénél simaizom van), kötőszövetes réteg, végül savós hártya (síkos felszínű). A nyelőcső perisztaltikus mozgással továbbítja a gyomor felé a táplálékot: a táplálék előtt elernyed, mögötte összehúzódik az izomzat, így préseli a gyomor felé.

Gyomor

A hasüreg felső részén, a rekeszizom alatt, (főként) a baloldalon található. Kezdetét – a gyomorszájat – izmos gyűrű zárja le.

A gyomor falában változatos lefutású simaizom-rétegek vannak. Ezek mozgása keveri a táplálékot, illetve ha elfolyósodott, továbbítja a vékonybélbe. A perisztaltikus hullámok a vékonybél felé haladnak. (kb. 20 másodpercenként).

A gyomor nyálkahártyájában gyomormirigyek vannak, ezek termelik a gyomornedvet:

- *Sósav*: 1-2 pH-t alakít ki a gyomorban, az amiláz aktivitása megszűnik, a bejutott élőlényeket elpusztítja (fedősejtek termelik).
- Pepszinogén: sósav hatására *pepszin*né alakul, ami fehérjebontó enzim, bizonyos aminosavak mellett hasít, így a fehérjéből oligopeptidek lesznek (fősejtek termelik). A pepszin számára az erősen savas közeg optimális.
- *Mucin* (glükoproteid): védi a gyomor falát a megemésztődés ellen (melléksejtek termelik).

Felszívódás is történik a gyomorból: alkohol, víz, egyes gyógyszerek, bizonyos sók szívódnak fel a gyomor falán keresztül.

A gyomor és a középbél határát is simaizomgyűrű zárja el.

II. Középbél (vékonybél):

Itt a kémhatás kb. 8-as pH-jú, fokozatosan megszűnik a pepszin működése ebben az enyhén lúgos közegben. ((A vékonybél 6-7 méter hosszú, 3-5 centiméter átmérőjű))

Mozgásai: keverő (szegmentáló) mozgás és
perisztaltikus mozgás, ami továbbítja a táplálékot az utóbél irányába.

Részei:

- patkóbél
- éhbél
- csípőbél

A középbél funkciói:

A) ***Emésztés*** (energiaigényes folyamat)

1. Epe: a máj termeli, az epehólyagban tárolódik és besűrűsödik (kb. tizedére), majd a patkóbélbe jut.
   A máj a rekeszizom alatt, a hasüreg felső részén, döntően jobb oldalon van. A legnagyobb emésztőmirigyünk, de a fő funkciója nem ez, hanem az anyagátalakítás.
   Az epe zöldessárga színű, keserű ízű. A színét az epefestékek adják, amik a hemoglobin porfirin vázának maradványaiból képződnek. A vasat a máj eltárolja.
   A zsírokat döntően a gyomor és a patkóbél mozgásai emulgeálják (apró zsírcseppekre oszlatják. Az epesav sók stabilizálják a zsíremulziót (emellett az epesavak emulgeálják is a zsírokat).
   Az epesavak szteroidok, amfipatikusak. A szteránváz apoláris, a hozzá kapcsolódó savas rész poláris. A szteránvázas rész a zsír felé fordul, a savas rész a víz felé, így nem engedi egyesülni a zsírcseppeket. A kisméretű, nagy felületű zsírcseppeket könnyebb megemészteni.
   Az epesavak aktiválják a zsírbontó lipáz enzimet.
   Az epe az emésztőnedv, de emésztőenzimet nem tartalmaz.
2. Hasnyál: a hasnyálmirigy termeli. Mindenféle táplálék emésztését végzi.
   Emésztőenzimei:
   - (hasnyálmirigy) amiláz: keményítőt bont maltózra
   - tripszin: fehérjebontó enzim, fehérjét oligopeptidekre bontja

- lipáz: zsírokat bont, úgy hogy egy neutrális zsír molekulából egy monoglicerid és két zsírsav keletkezik, a szélső zsírsavak lehasításával. (Monoglicerid: glicerinhez középen kapcsolódik egy zsírsav)
- nukleáz: nukleinsavakat bont először nukleotidokra, majd ezeket építőegységeikre (pentózra, foszforsavra, N-tartalmú szerves bázisra).

((Napi 1,5 l hasnyál termelődik.))

3. A tápanyagok emésztését a vékonybél hámsejtek felszínén levő enzimek fejezik be:
   - ***maltáz*** enzim: a maltózt 2 glükózra bontja
   - ***laktáz*** enzim: a tejcukrot emészti glükózra és galaktózra
   - ***membránpeptidázok***: a di- és tripeptideket aminosavakra bontják

   Ezeknek a vékonybél-sejtek membránjához kötött emésztőenzimeknek a pH-optimuma: 8.

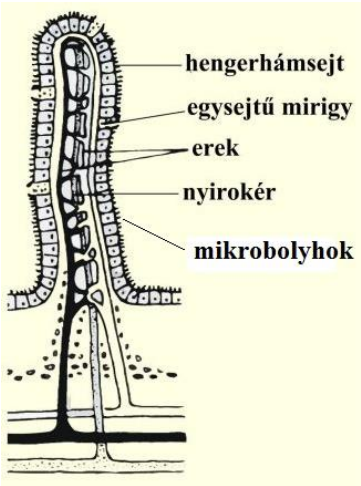
   (((Régebbi tankönyvekben az a már meghaladott nézet szerepel, hogy ezeket az enzimeket a vékonybél falában termelődő bélnedv tartalmazza.)))

Az emésztés és felszívás energiaigényes, később a sejtek lebontó folyamatai termelnek ATP-t. A tápcsatornában zajló emésztés a nagyobb tápanyag-molekulák hidrolízisét jelenti, az emésztőenzimek hidrolázok.

B) ***Felszívás***

A vékonybél falán keresztül történik.

- A monogliceridek és zsírsavak, valamint a zsírban oldódó vitaminok aktív transzporttal a nyirokerekbe jutnak.
- A víz passzív transzporttal a vérkeringés hajszálereibe jut
- a többi tápanyag (monoszaharidok, aminosavak, különböző sók, nukleotidok alkotórészei) aktív transzporttal a vérkeringés hajszálereibe jutnak.



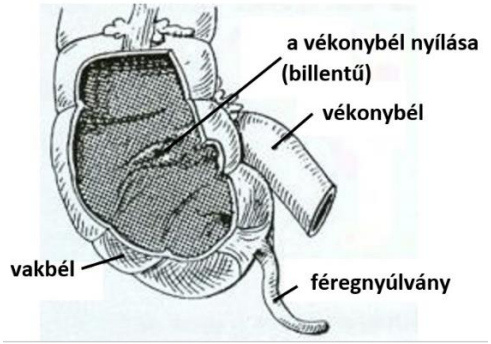
Hogyha a középbél sima falú cső lenne, akkor 0,5 m^2 volna a felülete, de nyálkahártyaredők, bélbolyhok és mikrobolyhok 200 m^2-re növelik a középbél felszívó felületét.

A bélbolyhok a középbél nyálkahártyájának betüremkedései. Hengerhámsejtek határolják, ezek felszínéről mikrobolyhok nyúlnak ki, amik a hámsejtek plazmanyúlványai. a bélbolyhokban hajszálerek futnak, és nyirokhajszálerek is indulnak belőle. Simaizom is található a bélbolyhokban, ez percenként négyszer-ötször összehúzza a bélbolyhot (idegi parancsra), így az mindig a béltartalom újabb részével kerül kapcsolatba. Ez is segíti a felszívást. Az összehúzódás tovább is préseli az erekben a felvett anyagokat.

III. Utóbél

Részei:

- Vakbél ((7 cm))
- vastagbél (remese bél) ((1,5 m)))
- végbél ((20 cm))



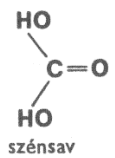
A vakbél az embernél rövid, a hasüreg jobb oldalán van és hozzákapcsolódik a vékony féregnyúlvány: ez nyirokszerv, a védekező rendszer része.
A vastagbélben nincsenek bélbolyhok, nem termelődnek emésztőenzimek. Víz és ásványi sók felszívása történik itt, szerves anyagok itt nem szívódnak fel. Besűrűsödik a béltartalom.
Nagyon sok bélbaktérium él itt (ezek szimbionta, velünk együtt élő baktériumok) (az ún. bélflórát alkotják):

- B_{12} és K vitamint termelnek
- cellulózt is bontanak (saját hasznukra)
- jelenlétükkel megakadályozzák a kórokozó baktériumok elszaporodását
- a bélgázokat termelik

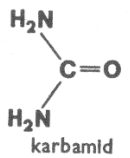
Ritkán haladnak perisztaltikus hullámok az utóbélben.
A végbélben gyűlik össze a széklet. Székeléskor nemcsak a perisztaltikus mozgás, hanem a hasprés is segíti a széklet távozását. A végbélnyílásnál először beljebb egy simaizom gyűrű van (ez akaratunktól függetlenül működik), kicsit kijjebb egy harántcsíkolt izomgyűrű van (ez akaratunktól függően működik).

A máj funkciói

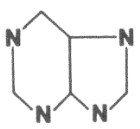
1. Termeli az epét.
2. A vérben feleslegben lévő glükózból glikogént állít elő, így raktározza a szénhidrátot. Ha kevés a vérben a glükóz, akkor a glikogén lebomlik, és a vérbe jut a szőlőcukor.
3. Aminosavakból és zsírokból is glükózt képez a máj szükség esetén (glükoneogenezis).
4. A máj átalakítja egymásba az aminosavakat.(Esszenciális aminosavakat nem tud létrehozni.)
5. A vérplazma fehérjéinek nagy részét a máj szintetizálja.(Különösen fontos a véralvadásért felelős fehérjék létrehozása.)
6. Csak a májban képződik az aminosavak bomlásából karbamid.
   A nitrogéntartalmú szerves bázisok bomlásából pedig a májban húgysav képződik.
   Ezek a vérrel a vesébe jutnak és kiválasztódnak.
   $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ szénsav $H_2CO_3 + 2\ NH_3\ -2\ H_2O \rightarrow CO(NH_2)_2$ kabamid



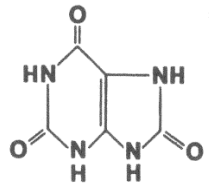
szénsav



karbamid



purinváz



húgysav

7. A máj méregtelenít: feldarabolja, vízben oldhatóvá teszi a mérgező vegyületeket. (Ennek során károsodhatnak a májsejtek.)
8. Karotinból A-vitamint állít elő a máj.
9. A növekedési hormon hatására a máj szomatomedineket állít elő, ezek hatnak közvetlenül a sejtekre: segítik a szervezet növekedését.
10. A zsírsavakat is átalakítja egymásba.

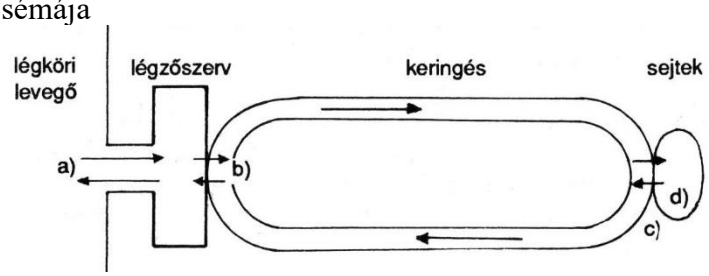
A gyomortól, a középbéltől és az utóbél elülső 2/3-ától a vénákon át távozó vér *májkapuér*be szedődik össze. A vénás vér itt bejut a májba, így a máj azonnal tud méregteleníteni, ill. beállítja a belektől érkező vér jellemzőit, pl.: glükóz tartalmát. A máj O_2 dús vért is kap a szívtől a *májartériá*n keresztül. A kétféle vér keveredik és a *májvéná*n keresztül távozik. (Az epe pedig az epeutakon keresztül távozik.)
Mivel a végbéltől nem jut közvetlenül a májkapuérbe a vér (hanem a szív felé halad), ezért a máj nem tud azonnal méregteleníteni (illetve a gyógyszereket hatástalanítani), így a végbélkúp tartalmazhat kevesebb hatóanyagot (nem bomlik le olyan gyorsan), mint a szájon keresztül adott gyógyszer.
A máj szerkezeti-és működési egységei az 1-2 mm-es *májlebenykék*. Ezeket sugaras elrendeződésű sejtlemezek építik fel. Itt nagy felületen érintkeznek a sejtek a vérrel.

Sárgaság
A bőr és a nyálkahártyák sárgás elszíneződése. (A szem fehér ínhártyájánál látszik legelőször.)
A hemoglobin bomlásakor keletkező epefestékek a vérben szállítódnak, sárgaság akkor alakul ki, hogyha nem választódnak ki az epébe, túl sok epefesték ((bilirubin, biliverdin)) marad a vérben, ezért látjuk sárgának a beteget.
(A csecsemőknél súlyos esetben agykárosodást okozhat.)
A sárgaság okai:

1. Májsejtek gyulladása.
2. Epeutak elzáródása.
3. Sok vörösvérsejt szétesése.
   Születés után sok vörösvérsejt feleslegessé válik, ezek lebomlanak, így a legtöbb újszülöttnél kisebb-nagyobb fokú sárgaság megfigyelhető. Enyhébb esetben UV-fénnyel kezelik, súlyosabb esetben vérátömlesztés szükséges.
4. Az Rh-összeférhetetlenség is súlyos sárgaságot okozhat.

A légzés

A légzés általános sémája



a) Légcsere: be- és kilégzés
b) Külső gázcsere: a tüdő levegője és a vér között történik.
c) Belső gázcsere: a vér és a szövetnedv között zajlik.
d) Sejtlégzés: a sejt O_2-t felhasználó, lebontó anyagcseréje, ami energiát szolgáltat (biológiai oxidáció).

Felső légutak

Orrüreg

Nyálkahártya béleli, ennek felszínén csillós hengerhám van. Mirigyek tartják nedvesen ezt a nyálkahártyát. Alatta sok hajszálér található. A belélegzett levegőt az orr
felmelegíti (a hám alatti hajszálereknek köszönhetően),
párásítja (a felszínén levő folyadékrétegnek köszönhetően),
és tisztítja (a csillók csapkodásával).
(Az arcüreg és más melléküregek is melegítik a belélegzett levegőt.)
Szaglóhám van az orrüreg felső részén.
((Nyálkahártyával borított kagylók növelik az orrüreg felszínét.))
Ha sok O_2 szükséges, akkor a szánkon keresztül is veszünk levegőt. De az orron keresztüli légzés előnyösebb, mert ha a szájon át történik a belégzés, akkor párásítás, melegítés és tisztítás sokkal kisebb mértékben történik, így a torok- és mandulagyulladásnak nagyobb a veszélye.

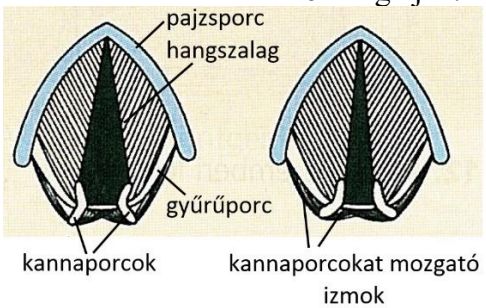
Garat

Itt kereszteződik a táplálék és a levegő útja.
A szájüreg mögött található.

Alsó légutak

Gége (egyesek a felső légutakhoz sorolják a gégét)
Hangadó szerv. Vázát porcok alkotják, de a belső felszínét nyálkahártya béleli.
A gége porcai

- 1 gégefedő: nyeléskor elzárja a légcsőbe vezető utat, így a táplálék a nyelőcsőbe kerül.
- 1 pajzsporc: gége legnagyobb porca, hajóorr alakú („ádámcsutka" férfiaknál nagyobb).
- 1 gyűrűporc: pecsétgyűrűhöz hasonló, a hátulsó része szélesebb.
- 2 kannaporc: gyűrűporc hátulsó része fölött helyezkedik el. A kannaporcokat a gége harántcsíkolt izmai forgatják.



⇦ a gége felülnézetben (fekete jelöli a hangrést)

A gégét vízszintes helyzetű hangszalagok osztják ketté. A hangszalagok elől a pajzsporchoz, hátul a kannaporcokhoz rögzülnek. A hangrés tágasságát a kannaporcok mozgása változtatja.
Nyugodt légzésnél nyitott a hangrés (távol vannak egymástól a hangszalagok).

Hangadáskor közel vannak egymáshoz a hangszalagok, s a kiáramló a levegő megrezegteti a hangszalagokat, így a levegő áramlása szakaszos lesz, s a hangszalagok fölötti levegőben alakulnak ki hangrezgések (ezek longitudinális rezgések).
A kiadott hang jellemzői

- *Hangmagasság*: ha szűk a hangrés, feszesebbek (illetve rövidebbek) a hangszalagok, akkor magasabb hangot adunk ki.
  Mértékegysége a Hz, a másodpercenkénti rezgések száma. A magasabb hang nagyobb rezgésszámú. (80-1000Hz között vannak hangjaink. 100-300 Hz közöttiek az emberek beszédhangjai. A zenei A hang 440Hz-es.)
  Mutálás: a hang mélyül a gége növekedése miatt a kamasz fiúknál.
- *Hangerő*: a kiáramló levegő mennyiségével/sebességével arányos.
- *Hangszín*: a felhangoktól függ. Az orrüreg és a szájüreg rezonanciája alakítja ki.
  (A hangszínnek köszönhető, hogy csupán hangjuk alapján felismerjük az embereket.)

A beszédhangok képzésénél fontos még a nyelv, fogak, az ajkak és az orrüreg szerepe is.

Légcső: C alakú porcok merevítik, belül csillós hám borítja (az alsóbb légutakat is).
A légcső 2 főhörgőre ágazik, s így lép a 2 tüdőfélbe.
Tüdő
A tüdőben többszörös elágazásokkal hörgők jönnek létre. A hörgőket gyűrű alakú porcok merevítik. A legkisebb hörgőkből hörgőcskékbe jut a levegő, ezekben nincs porc, gyűrű alakú simaizom található itt. (Ha kevesebb levegőre van szükségünk, akkor a simaizom idegi parancsra szűkíti a hörgőcskéket). A hörgőcskékből a léghólyagocskákba (alveolusokba) jut a levegő. Ezek szőlőfürtszerűen rendeződnek el. Egyrétegű laphám borítja ezeket. Ezen keresztül történik a gázcsere. A léghólyagocskák együttes felülete 100 m^2.

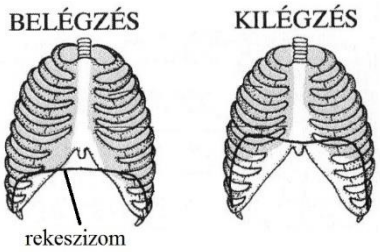
> Parciális nyomás: Ha a rendelkezésre álló teret a gázelegy egyik összetevője egyedül töltené ki, akkor ekkora nyomást fejtene ki. A légköri levegő nyomása 100 kPa, 21% O_2 → 21 kPa az O_2 parciális nyomása a szabad légkörben.

A léghólyagocska laphámján keresztül a léghólyagocskát körülvevő gazdag hajszálérhálózatba diffundál az O_2, a hajszálérből a léghólyagocskákba CO_2 diffundál.
Diffúzióval mozognak ezek a légzési gázok (passzív transzport), a nagyobb koncentrációjú helyről a kisebb koncentrációjú helyre jut a CO_2 ill. az O_2. Csak a koncentrációkülönbség (parciális nyomások különbsége) játszik szerepet a gázcserében.
A tüdőbe érkező vérben a CO_2 parciális nyomása 6 kPa, az O_2-é 5 kPa. A léghólygocskák belsejében a CO_2 parciális nyomása 5 kPa, az O_2-é 13 kPa. Nagy felületen történik a gázcsere, így a tüdőből távozó vérben is ugyanazok a parciális nyomásértékek figyelhetők meg, mint a léghólyagocskákban, CO_2: 5 kPa, O_2: 13 kPa.

	belélegzett levegőben	kilélegzett levegőben
O_2	21 %	16 %
CO_2	0,04 %	4-5 %

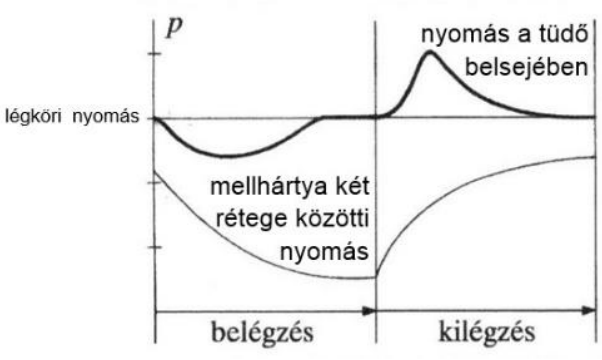
Az alveolusok felületét felületaktív anyag vonja be, ez csökkenti a felületi feszültséget, megakadályozza a léghólyagocskák falának összetapadását. Dohányzás miatt csökken a felületaktív anyag mennyisége, és emiatt csökken a légzőfelület is.
(A bal tüdőfél 2 lebenyű, a jobb 3 lebenyű.)
A tüdőt *mellhártya* veszi körül, ez két vékony hámréteg. Egyik rétege a tüdőhöz nőtt hozzá, a másik a mellkas falához, ill. a rekeszizomhoz nőtt hozzá. A két réteg között kevés savós folyadék van, és alacsony közöttük a nyomás. Így összetapadnak, könnyen elcsúsznak egymáson, de nem válnak el egymástól.
Mellkas: csontok által határolt. Mellüreg: ha alulról rekeszizom zárja el.

Légzés folyamata



Belégzés: A külső bordaközi izmok összehúzódnak, kissé megemelkednek a bordák, tágul a mellkas (nő a gerincoszlop és a szegcsont közötti távolság). Belégzéskor a rekeszizom is összehúzódik, lefelé mozdul el, emiatt is tágul a mellüreg. A tüdő passzívan követi a mellüreg tágulását, mert a mellhártya két rétege egymáshoz van tapadva. Ezek miatt megnő a tüdő térfogata, csökken a nyomás kezdetben, így a nyitott légutakon keresztül beáramlik a külső nagyobb nyomású levegő a tüdőbe. A nyomás pedig fokozatosan azonossá válik a külső légkörével.

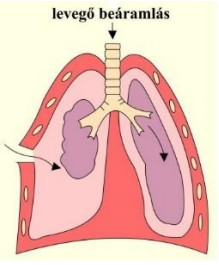
Kilégzés: Elernyednek a bordaközi izmok, lesüllyednek a bordák, így csökken a mellkas térfogata. Elernyed a rekeszizom is, és a hasüregi szervek nyomása miatt felemelkedik, jobban bedomborodik a mellüregbe, ez is csökkenti a mellüreg térfogatát. Csökken a tüdő térfogata is, megnő a nyomás a tüdőben a kilégzés kezdetén, így a nyitott légutakon keresztül kiáramlik a levegő. A nyomás pedig fokozatosan azonossá válik a külső légkörével.



Hasi légzés: Amikor főként a rekeszizom elmozdulásának köszönhető a légzés. A férfiaknál ez a jelentősebb.
Mellkasi légzés: Amikor főként a bordák elmozdulásainak köszönhető a légzés. A nőknél ez a jelentősebb (feltehetően azért, mert a terhesség alatt nehezített a hasi légzés).
(Mindkét folyamat jellemző egy emberre.)

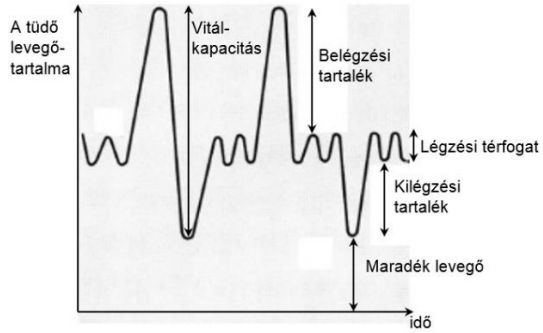
*Nehézlégzés*nél (erőltetett be- és kilégzésnél) feltűnő a légzési segédizmok szerepe. Ilyenkor belégzésnél a nyak és a mell izmai segítenek felemelni a kulcscsontot és a bordákat. (Nagy mellizomnak és a fejbiccentő izomnak is szerepe van).
Erőltetett kilégzésnél a hasizmok összehúzódása és a belső bordaközi izmok összehúzódása is segít kipréselni a levegőt. (Például, ha fel kell fújni valamit.)
A mellhártya két rétege között kisebb a nyomás, mint a tüdőben, ez tartja kifeszítve a tüdőt, ezért nem válik el a mellüreg falától a tüdő. A tüdőben vannak rugalmas rostok, amelyek összehúzzák a tüdőt, ez segít a kilégzésnél.

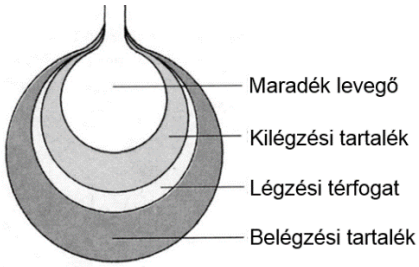
Légmell



A mellhártya két rétege közé levegő kerül. Például sérüléskor: megszúrnak valakit, az eltörött borda átszúrja a tüdőt. Vagy TBC miatt belülről lyukad ki a mellhártya.
Elválik egymástól a mellhártya két rétege, ekkor a tüdő „összeesik” (összezsugorodik) a rugalmas rostok miatt. Megszűnik a sérült tüdőfél mozgása, nincs légcsere. Ha mindkét tüdőfélnél bekövetkezik, akkor halált okoz.

Térfogatváltozások a légzés során
Nyugodt légzésnél kb. 0,5 l levegő cserélődik egyszerre. Ez a légzési térfogat.
Belégzési tartalék: nyugodt belégzés után erőltetve még ennyi levegőt tudunk beszívni, 2,5 l.
Kilégzési tartalék: nyugodt kilégzés után még ennyi levegő tudunk kifújni, 1 l.
Ezek együtt teszik ki a vitálkapacitást, ami egy átlagos felnőttnél kb. 4 l.
Maradék levegő: ami élettani körülmények között nem távolítható el. Ez 1-1,5 l.



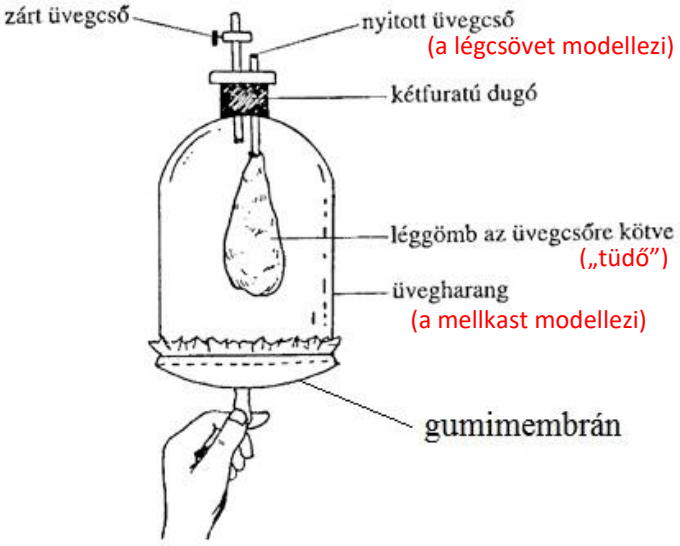


A vitálkapacitás mérése: maximális, erőltetett belégzés után erőltetett kilégzéssel, annyi levegőt fúj a műszerbe, amennyit csak bír.
A férfiak vitálkapacitása átlagosan nagyobb, mint a nőké. Edzéssel növelhető a vitálkapacitás. Nagy oxigénigény esetén az edzetlen ember gyorsan lélegzik, kevés levegő cserélődik egyszerre, könnyen elfárad. Edzett ember kisebb légzésszámmal, mély lélegzetvételekkel jut ugyanannyi levegőhöz. Ez a kedvezőbb.

Légzési perctérfogat: az egy perc alatt kicserélődött levegő mennyiségét jelenti.
Nyugodt légzésnél tizenhatszor veszünk levegőt, 16 * 0,5 l = 8 l a légzési perctérfogat.
Terhelés hatására ez jelentősen megnövekszik.

Donders-féle tüdőmodell

Egy üvegharangot alul gumimembrán zár le. Belül a nyitott üvegcsőre léggömb van rögzítve (esetleg frissen kipreparált nyúltüdő). A modell azt mutatja meg, hogy hogyan mozoghat a tüdő passzívan, csak követve a nyomás-változásokat.
Ha lefelé mozdítjuk a membránt, csökken a nyomás az üvegharangban, emiatt a levegő áramlik a „tüdőbe". Ez a belégzést modellezi.
Ha felfelé mozdítjuk a membránt, nő a nyomás az üvegharangban, emiatt a levegő kifelé áramlik a „tüdőből". Ez a kilégzést modellezi.
A gumimembrán a rekeszizmot modellezi.



Ha megnyitjuk a másik üvegcső csapját, akkor az üvegharang belsejében lévő nyomás azonossá válik a külső nyomással. Ha ilyenkor mozgatjuk a membránt, az üvegharang belsejében nem változik a nyomás, a tüdő nem mozog. Ez a légmellet modellezi.

A vér

A vér kötőszövet, amelynek folyékony sejtközötti állománya van. 5-5,6 l vére van egy embernek.

Vérplazma

A vér térfogatának kb. 55%-át teszi ki.

A vérplazma 90%-a víz, 10%-a oldott anyagok:

a) Ionok: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Cl^-, HCO_3^- ,PO_4^{3-}

b) Kis szerves molekulák: glükóz (1g/liter a vérben a mennyisége), aminosavak, bomlástermékek: húgysav, karbamid

c) Fehérjék

- Albuminok: egyszerű fehérjék (csak aminosavak építik fel), fontosak a vér ozmotikus jelenségeiben. Epesavakat, zsírsavakat szállítanak.
- Globulinok: összetett fehérjék.
  Az alfa és a béta globulinok anyagok szállítását végzik, mint például rézionokét.
  A gamma globulinok ellenanyagként szolgálnak, a védekezésben fontosak.
- Fibrinogén: egyszerű fehérje. Ennek a kicsapódása okozza a véralvadást.

Vér sejtes (alakos) elemei

Ezek teszik a vértérfogat 45%-át.

Vörösvérsejtek ((eritrociták))

Vörösvértesteknek is nevezik ezeket, mert nincs sejtmagjuk.

Korong alakúak, melynek közepe besüllyedt, a hiányzó sejtmag miatt. ((Fánkoz hasonlóak.)) 7-8 μm átmérőjűek, 2 μm vastagságúak. 1 mm^3 vérben 5 millió van (a nőknek kevesebb). (A 4000 méteren élőknél 6 millióra nő meg a számuk, a kevesebb oxigénhez alkalmazkodva.)

A vörös csontvelőben képződnek. 4-5 napig tart az érés, ezalatt eltűnik a DNS tartalmuk, a sejtmagjuk. A gerincesek többségénél van sejtmagja a vörösvérsejteknek, az emlősöknél nincs. Más sejtalkotók is hiányoznak, mint mitokondrium, endoplazmatikus retikulum. Nagyon sok hemoglobin halmozódik fel a vörösvértestben ((a szárazanyag-tartalom 95%-a)). Aktív mozgásra nem képesek.

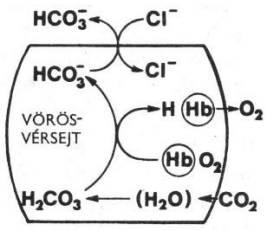
A **hemoglobin** 4 alegységből áll.

Mindegyik alegységben van hem rész: vastartalmú porfirin váz.

Másik része a globin, ami polipeptid lánc. → A hemoglobin összetett fehérje.

Egy hemoglobin molekula 4 O_2-t tud felvenni. Könnyen veszi fel és adja le. A tüdőben nagy az oxigén parciális nyomása (13 kPa), ott felveszi az oxigént a hemoglobin. A nagyvérkör hajszálerei mentén kicsi (5 kPa) az oxigén parciális nyomása, s ott könnyen leadja. Az oxigén leadását szén-dioxid felvétele is elősegíti.

A szén-dioxid szállításában is fontos szerepe van a vörösvértesteknek, bár a szén-dioxid nagy része HCO_3^--ion formájában a vérplazmában szállítódik.



A vörösvérsejt felvesz szén-dioxidot. Ezt enzim szénsavvá alakítja, ami disszociál HCO_3^--ionra és protonra. A proton elősegíti, hogy a hemoglobin leadja az oxigént. HCO_3^--ok felhalmozódnak a sejtben, de ha sok van, akkor kilépnek. Azonban, hogy a vörösvérsejtek töltésviszonyai ne változzanak, kloridionok lépnek be helyettük. Ez nagyvérkör hajszálereiben történik.

A tüdőben fordítva zajlanak a folyamatok. A vérplazmából HCO_3^--ion jut a vörösvérsejtbe (ezt kloridionok leadása ellensúlyozza). A HCO_3^--ionból szénsav, majd CO_2 keletkezik, ami a vérplazmába, majd a léghólyagocskákba kerül.

Egy vörösvérsejt 120 napig él. A lépben bontódik le. A porfirinvázból epefesték lesz, a vasat elraktározza a máj, a globin rész új vörösvérsejtek képződésénél felhasználódik.

Vérszegénység (anémia): Kevés a vörösvérsejt, vagy kevés bennük a hemoglobin.

a) A vörösvérsejt (vagy hemoglobin) képződése nem megfelelő.
- Ez aminosavak, vas, vitamin hiánya miatt következhet be. A B_{12} vitamin nagyon fontos a vérképzésben.
- Ez megelőzhető sokoldalú táplálkozással: máj, tojás, barna kenyér, spenót fogyasztása javasolt.
- A vörös csontvelő károsodása is vérszegénységet okoz, pl.: radioaktív sugárzás miatt.

b) Sok vörösvérsejt pusztul el.
- A vörösvérsejt sejthártyája károsodik, kifolyik a sejt tartalma, így elpusztul a sejt, ez a hemolízis.
- Oka lehet: ozmotikus viszonyok miatt szétpukkan a vörösvérsejt. Egyes növényi mérgek, kígyók, méhek mérge okozhatja.

Fehérvérsejtek ((leukociták)):

Van sejtmagjuk, színtelenek, mert nincs bennük hemoglobin. Jelentős részük aktív mozgásra, állábas mozgásra képes.

Sokféle fehérvérsejt van (kb. 4000-9000 db/mm^3 egészséges embernél). Megfázás, gyulladás esetén néhányszorosára nő a számuk, hiszen a védekezésért felelősek.

(Fehérvérűség – leukémia – esetén tartósan nagyon magas a fehérvérsejtszám, ezek éretlen sejtek, nem hasznosak. Ez a vér „rákja”. Sokszor csak csontvelő átültetéssel lehet gyógyítani. Bizonyos fajtái halált okozhatnak.)

Granulociták (mikrofágok)

9-12 mikrométeresek. A vörös csontvelőben keletkeznek, a vérbe kerülnek, sérülés helyének közelében amőboid mozgással kilépnek a hajszálerek falán át, s endocitózissal bekebeleznek idegen anyagokat vagy kisebb sejteket, majd enzimeikkel lebontják.

Monociták (makrofágok)

20 mikrométeresek. A vörös csontvelőben keletkeznek, majd rövid ideig tartózkodnak a vérben. Amőboid mozgással a hajszálerek falán át különböző szövetekbe vándorolnak (pl.: lazarostos kötőszövetbe). Szükség esetén bekebeleznek nagyobb idegen sejteket, és lebontják azokat.

A granulocitákat és monocitákat együtt falósejteknek nevezzük. Sok kórokozó bekebelezése után elpusztulnak, így alakul ki a genny, ami elhalt falósejtekből, baktériumokból és szövetrészekből álló váladék.

Nyiroksejtek (limfociták)

A specifikus védekezést szolgálják. Egy sejt csak egyfajta idegen anyag, vagy egyfajta idegen sejt ellen veszi fel a küzdelmet.

B-limfociták: ellenanyagokkal védekeznek. Nyirokcsomókban, mandulákban, féregnyúlványban jönnek létre.

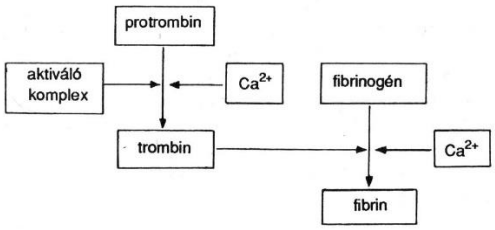
T-limfociták: sejt sejt elleni küzdelemben védekeznek. A csecsemőmirigyben képződnek (Thymus).

Vérlemezkék ((trombociták))

2-4 mikrométeresek, kb. 300 000 db van 1 mm^3 vérben. A vörös csontvelőben keletkeznek. Szabálytalan alakú sejttörmelékek, van sejthártyájuk, de nincs sejtmagjuk. Sérülés esetén az érfalhoz kapcsolódnak, sűrű masszát képeznek, elzárják elsődlegesen a vér útját kisebb sérüléseknél. Többek között a belőlük kiszabaduló anyagok indítják a véralvadást.

A véralvadás: A fibrinogén molekulák oldhatatlan fibrinszálakká alakulnak. Ezek egymáshoz kapcsolódnak kovalens kötésekkel is, az így kialakuló hálózat foglyul ejti a vérsejteket. Így jön létre a vérlepény (véralvadék). Ez sötétvörös színű. Az ebből kiszűrődő folyadék a vérszérum (vérsavó), ami fibrinogén mentes vérplazma. Áttetsző, sárgás színű.

Kb. 5-10 perc alatt következik be a véralvadás.



Aktiváló komplex és a Ca^{2+}-ionok hatására a protrombinból trombin lesz. A trombin és Ca^{2+}-ionok hatására a fibrinogénből fibrin hálózat jön létre. Az aktiváló komplexben többféle molekula található, amelyek egymás utáni reakciója váltja ki a véralvadást. Ennek beindulásában a vérlemezkékből kijutott anyagok és a sérült érfal is szerepet játszik.
A protrombin képződéséhez K-vitamin szükséges, K-vitamin hiányában vérzékenység alakul ki. (Régen a véralvadást a piócákból kivont hirudinnal akadályozták meg.) Ma a Ca^{2+}-ionokat kötik meg K-oxaláttal vagy Na-citráttal a véralvadás gátlása során.

A keringés

A keringési rendszernek közvetítő szerepe van.
Szállítja: - légzési gázokat,
- tápanyagokat,
- hormonokat és
- salakanyagokat.

Zárt keringési rendszerünk van. A szív áramoltatja a vért az erekben.
szív → verőerek (artériák) → hajszálerek (kapillárisok) → gyűjtőerek, visszerek (vénák) → szív

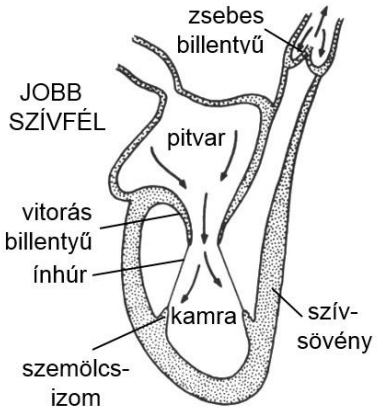
Szív
A mellüregben található, a középvonaltól kb. 2/3-a bal oldalra esik. Kívülről láthatók a szívizomzatot ellátó koszorúerek.

A szívfal felépítése
a) A ***szívburok*** található legkívül. Két rétege között kevés folyadék van, ez csökkenti a súrlódást. A szívburok belső rétege hozzá van nőve a szív izomzatához.
b) ***Szívizomzat***: a szívfal legvastagabb rétege. A kívülről is látható koszorúerek táplálják.
c) ***Szívbelhártya***: Vékony kötőszövetes hártya, ez érintkezik közvetlenül az áramló vérrel. Ennek kettőzeteként jöttek létre a szívbillentyűk.

- Négyüregű a szív: felül 2 pitvar, alul 2 kamra van.
- A szív jobb és bal oldalát a *szívsövény* választja el.
- A kamrák izomzata vastagabb, különösen a bal kamráé, annak kell ugyanis a legnagyobb munkát végeznie, nagy ellenállással szemben kell továbbítania a vért a test minden részébe.

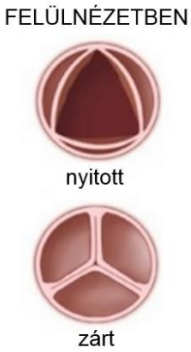
A **szívbillentyűk** egyirányúvá teszik a vér áramlását.

Vitorlás (hártyás) billentyűk



- A pitvarok és a kamrák között vannak.
- A pitvarból a kamrába átengedik a vért, de vissza nem. Amikor a pitvar összehúzódik, és a kamra elernyed, vitorlás billentyű nyílik, ilyenkor a vékony vitorlák nem jelentenek akadályt, a kamrába áramlik a vér. Majd a pitvar elernyed, a kamra összehúzódásakor megnő benne a vérnyomás, ennek hatására összesimulnak a vitorlás billentyű szegélyei, nem jut vissza a vér a pitvarba. A vitorla szegélyéhez kapcsolódó ínhúrok akadályozzák meg a vitorlás billentyűk átcsapását. Az ínhúrok másik vége a szemölcsizmokhoz kapcsolódik.
- (A bal oldalon kéthegyű billentyű, a jobb oldalon háromhegyű billentyű található.)

Zsebes (félhold alakú) billentyűk



- A bal kamrából induló aorta és a jobb kamrából induló tüdőartéria kezdeténél találhatók.
- A kamrából kijuthat a vér, de a zsebes billentyűk nem engedik visszaáramlani.
- 3 zsebes billentyű van együtt (egy érnél).
- Működésük: Ha a kamrában nagy a nyomás, a vékony zsebek félrenyomódnak, és akadálytalanul kijut a vér a kamrából. Elernyedésekor csökken a nyomás a kamrában, visszaáramlana oda a vér, azonban mindhárom zseb megtelik vérrel, a széleik egymáshoz simulnak, és elzárják a vér útját a nagy erekből a kamra felé.

A szívbillentyűket a vérnyomás változásai mozgatják.
Egy tompább, erősebb hang hallható a vitorlás billentyűk és valamivel magasabb, gyengébb hang a zsebes billentyűk záródásakor.

Szívműködés:

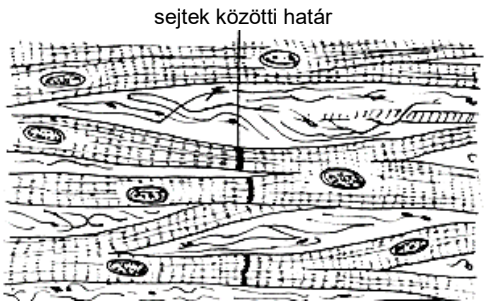
- Először a két pitvar húzódik össze,
- majd a 2 kamra,
- és ezután kb. 1/6 másodpercet pihen a szív.

Nyugalomban a szív 72-75-ször húzódik össze 1 perc alatt, a kamra egy alkalommal 70-80 ml vért lök ki.

Keringési perctérfogat	=	szívfrekvencia (pulzusszám)	•	verőértérfogat (pulzustérfogat)		
nyugalomban		72	•	70-80 ml	=	(kb. 5 liter)

Terhelés hatására nő a pulzusszám és a kilökött vér mennyisége is, így a keringési perctérfogat a nyugalmi érték négyszeresére is növekedhet.

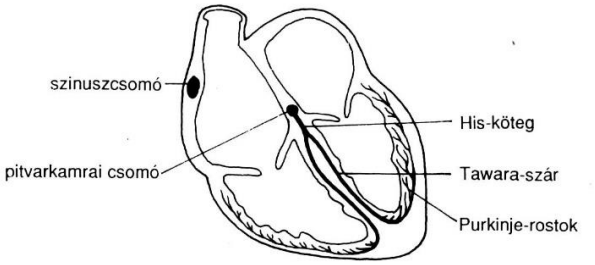
Szívizomszövet



A szívizom erőteljes, gyors, nem fáradékony.
Egymagvúak a szívizomsejtek (szívizomrostok), harántcsíkoltak, elágazóak, hálózatot alkotnak.
A szívizomsejtek átadják egymásnak az ingerületet.
Előnyös, hogy hálózatot alkotnak, mert egy üreg térfogatát csökkentik összehúzódásuk során.
A szívizomzatban tartós izom-összehúzódás nem alakítható ki.

A szív önálló ingerületkeltő és -vezető rendszere

Nem kell külső ingerület a szív összehúzódásához. Idegi és hormonális hatások csak gyorsítják vagy lassítják a szív működését. (Ezért is lehetséges a szívátültetés.)
Az ingerületkeltő- és vezető rendszer részei módosult szívizomszövetből állnak.
Az ingerületkeltő központ a szinuszcsomó, ez a jobb pitvar falában, felül található. Percenként kb. 72-szer indul ingerület innen. Ez átterjed a pitvarok izomzatára, a sejtek továbbítják egymásnak az ingerületet, s egyúttal össze is húzódik a két pitvar. A pitvarról közvetlenül nem jut át az ingerület a kamra izomzatára, a kötőszövetes rész miatt, ami szigetel.

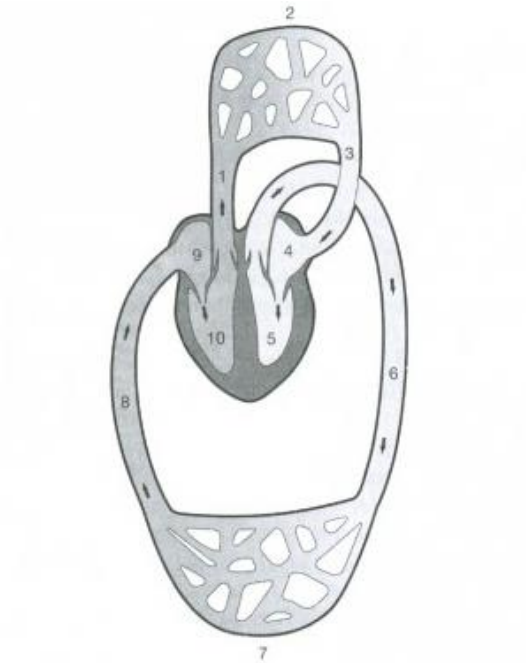


Az ingerület eljut a pitvar-kamrai csomóhoz (AV-csomó). Ez a jobb pitvar falában, a kamrához közel található. Innen az ingerületet gyorsan továbbítják a pitvar-kamrai kötegeken a kamra izomzatához, ezért a két kamra egyszerre, nagy erővel húzódik össze.
(A pitvar-kamrai kötegek részei: *His-köteg*, két *Tawara szár és a Purkinje rostok.)*
(A szinuszcsomó 72 ingerületet állít elő percenként, de ha leállna a szinuszcsomó, akkor az AV-csomó 45 összehúzódást produkálna, de ha ez sem szolgáltat ingerületet, akkor a szívizomszövet spontán módon 25 összehúzódást produkál percenként.)

Pacemaker (szívritmus-szabályozó)

Elektromos jeleket juttat a szívizomzatba, megfelelő ütemben. Ezzel korrigálhatók a különböző szívritmuszavarok.

A kamra összehúzódásakor a szívhez közeli nagy verőerek kitágulnak, sok vért fogadnak be. A kamra összehúzódása után a nagy erek átmérője rugalmasságuknál fogva csökken, így a korábban befogadott sok vér folyamatosan továbbítódik, ezért nem áll le a véráramlás a kamra elernyedésekor sem a verőerekben. Változó sebességgel és változó nyomással, de állandóan áramlik a vér.
Pulzus: a verőerek ritmikus lüktetése, amit a kamra-összehúzódások okoznak. A csukló fölött és a nyaki verőérnél tapintható. Száma megegyezik a szívösszehúzódások számával.
A bal kamrából kilépő nagy verőér az *aorta*.
A jobb kamrából kilépő nagy verőér a *tüdőartéria*.



1 – tüdőartéria • 2 – a tüdő hajszálérhálózata • 3 – tüdővéna • 4 – bal pitvar • 5 – bal kamra • 6 – aorta, nagyvérkör-artéria • 7 – a nagyvérkör hajszálérhálózata • 8 – nagyvérkör-véna • 9 – jobb pitvar • 10 – jobb kamra

A ***vérkörök*** egyszerűsített rajzán a sötétebb szín a szén-dioxidban dús, a fehér szín az oxigénben gazdag vért jelzi (színes rajzokon kék, illetve piros színt használnak). Két vérkörünk van.

Nagy vérkör: a bal kamrából indul az oxigén-dús vér → aorta → verőerek → hajszálerek (oxigént adnak le és szén-dioxidot vesznek fel a nagy vérkör hajszálerei) → vénák (a legnagyobbak az un. alsó és felső üres véna) → jobb pitvar

Kis vérkör: a jobb kamrából indul a szén-dioxidban dús vér → tüdőartéria → tüdő hajszálerei (szén-dioxidot adnak le, és oxigént vesznek fel a kis vérkör hajszálerei) → tüdővéna → bal pitvar

A két vérkör természetesen összekapcsolt, a vér folyamatosan áramlik a keringési rendszerünkben. (Azonos vérmennyiség jut át a szív különböző részein pl. egy perc alatt.)

A szív bal felén tehát oxigén dús vér, a jobb oldalán pedig szén-dioxidban gazdag vér áramlik. (Az ábrán egy velünk szemben levő ember szerveit látjuk, tehát a bal testfél az ábra jobb oldalán van.)

Vérnyomásmérés

A felkarra felfújható mandzsettát helyeznek, majd ebben erősen megnövelik a nyomást (felfújják) annyira, hogy a könyökverőérben már nem áramlik a vér. Majd fokozatosan csökkentik a nyomást. Amikor a könyökverőérben hallhatóvá válik a véráramlás, akkor olvasható le a szisztolés érték. Majd tovább csökkentjük a nyomást és a véráramlás hangja megszűnik a könyökverőérben, ekkor olvasható le a diasztolés érték, mert ekkor már annyira kicsi a nyomás a mandzsettában, hogy még a kamra elernyedésekor is akadálytalanul áramlik a vér a könyökartériában. (Ez közvetett vérnyomásmérés.)

A vérnyomás normál értéke nyugalomban levő felnőttnél: 120 Hgmm / 80 Hgmm (higanymilliméter)
16 kPa / 11 kPa
szisztolés érték / diasztolés érték
(a bal kamra összehúzódásakor / elernyedésekor mérhető érték)

Az erek felépítése

Artériák és vénák rétegei (belülről kifelé haladva):

1. egyrétegű laphám (endotélium)
2. kötőszövet
3. simaizom
4. kötőszövet

Az artériák fala vastagabb, keresztmetszetük kör alakú, bennük rugalmas rostok vannak és vastagabb a simaizomréteg, mint a vénákban.

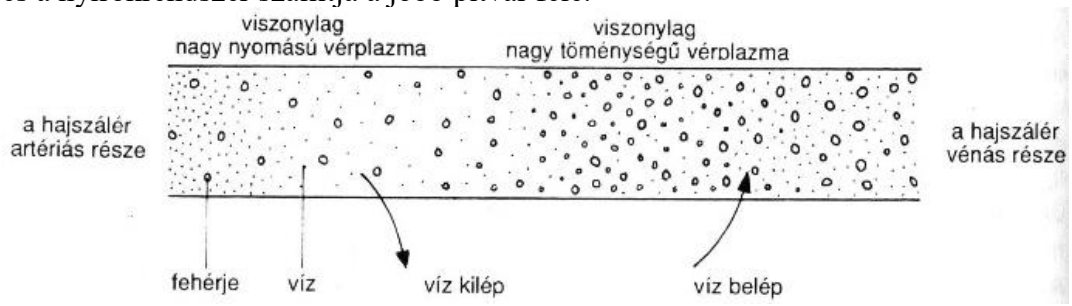
A vénák fala vékonyabb, könnyebben összenyomhatóak, keresztmetszetük ovális, egy részükben billentyűk vannak (zsebes billentyűk). A végtagok vénáiban vannak billentyűk, a törzsben nincsenek. Valószínűleg azért, mert az ember ősei négy lábon jártak és a vízszintes törzsben nem szükségesek a billentyűk. A függőleges végtagokban a vénabillentyű megakadályozza a vér visszafolyását, csak a szív felé engedi továbbítani a vért.

A hajszálerek falát egyrétegű laphám alkotja. Ezen kívül helyenként simaizom esetleg kötőszövet is lehet.

A véráramlás tényezői

A verőerekben a szív által létrehozott nagy nyomás áramoltatja a vért gyorsan. Az erek fala vastag és az áramlás is gyors, itt nem történik anyagkicserélődés.

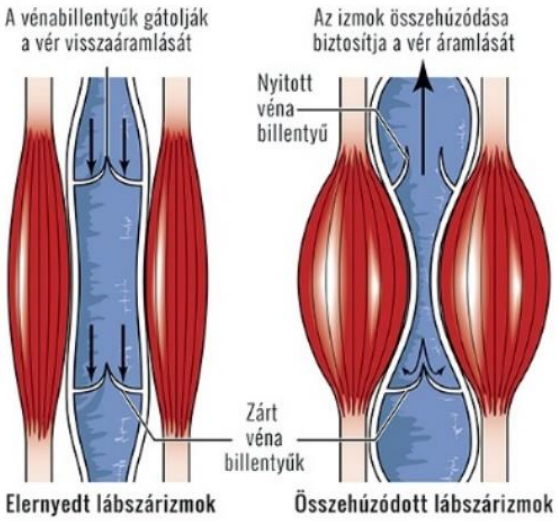
A hajszálerek: A vékony falúak és itt a leglassabb az áramlás, ez kedvező az anyagkicserélődés szempontjából. A hajszálerek fala féligáteresztő hártyaként viselkedik. A vérsejteket és fehérjéket nem engedi át. Vizet és más kisebb molekulájú anyagokat átenged a hajszálér fala. A kiszűrődő szövetnedv gyakorlatilag fehérjementes vérplazma, *szűrlet.*
A hajszálér kezdeténél nagyobb a vérnyomás, mint a vérplazma ozmotikus nyomása, ezért víz és tápanyagok jutnak ki a hajszálérből. Emiatt sűrűbb lesz a vér, s nagyobb lesz az ozmotikus nyomása (ozmotikus szívóereje) a hajszálér további részén. A nagyobb sűrűség miatt a vérplazma szívó hatást gyakorol a szövetek közötti folyadékra, emiatt víz és bomlástermékek jutnak vissza a hajszálerekbe. A hajszálér kezdeténél kijutott folyadék nem teljes mennyisége jut vissza az erekbe: a szövetnedv egy kisebb részét (kb. 10 %) a nyirokhajszálerek veszik fel és a nyirokrendszer szállítja a jobb pitvar felé.



A tüdőben lévő hajszálerek oxigént vesznek fel és szén-dioxidot adnak le. A test hajszálerei oxigént adnak le, s szén-dioxidot vesznek fel. A légzési gázok diffúzióval mozognak. A parciális nyomások különbsége idézi elő a mozgásokat. A tüdőbe érkező vérben az O_2 parciális nyomása 5 kPa, a szén-dioxidé 6 kPa. A tüdő léghólyagocskáiban 13 kPa az oxigén és 5kPa a szén-dioxid parciális nyomása, így a tüdőből távozó vérben is ilyen értékek alakulnak ki.
Az oxigénben dús vér élénkpiros a szén-dioxidban gazdag vér sötétpiros.

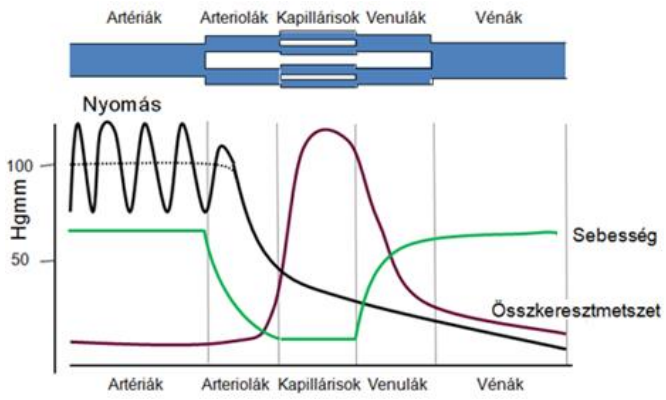
A vénákban a véráramlást

- a kis nyomáskülönbség tartja fenn: 2 kPa-tól → 0 kPa-ig csökken a vérnyomás.
- Az izompumpa is segíti a vénák jelentős részében a véráramlást: a működő vázizmok összenyomják a végtagok vénáit, a vénákban lévő billentyűk egyirányúvá teszik a vér áramlását (csak a szív felé engedik a vért).
- A mellkas szívóhatása belégzéskor szintén segíti a vénás áramlást.



A szív koszorúerei a nagyvérkörhöz tartoznak, aorta kezdetétől erednek, végül a jobb pitvarba viszik a vért.

Az ábra a nagy vérkör néhány jellemzőjét mutatja a bal kamrától a jobb pitvarig.



Az egyes erek közül a kapillárisok (hajszálerek) átmérője a legkisebb. Azonban rengeteg kapilláris van, ezért ennek az értípusnak az összesített keresztmetszete a legnagyobb. A véráramlás sebességének görbéje az összkeresztmetszethez képest fordított lefutású: a hajszálerekben a leglassabb a véráramlás, mert ugyanazon vérmennyiség jut át a nagy vérkör minden részén, így a nagyobb összesített keresztmetszetű részen (az azonos vérmennyiség) lassabban áramlik át.

A vérnyomás az artériáknál nagy ingadozást mutat (16-11 kPa = 80-120 Hgmm). A kapillárisok kezdeténél – az artériákhoz közel – 4 kPa, a kapillárisok végénél – a vénákhoz közel – 2 kPa.
(Arteriola: kis verőér, verőerecske. Vénula: kis véna.)

***Keringésátrendeződés*:** Az egyes szervek oxigén és tápanyagigénye időről időre változik, ezért módosul a vérellátásuk is. A hajszálerek egy része simaizomgyűrűvel zárható. Ha sok vér kell az adott területre, akkor ezek a hajszálerek nyitottak. Ha kevesebb szükséges, akkor ezen hajszálerek kezdetét simaizomgyűrű zárja el.
A bőr hajszálereibe melegben több vér jut, így kisugározzák a hőt. Hidegben pedig kevesebb.
Meneküléskor, támadáskor a működő vázizmokba több vér jut, a bőrbe és a belekhez kevesebb (a vegetatív idegrendszer szimpatikus hatása).
Pihenéskor, energia-felhalmozáskor az izmokba kevesebb, a tápcsatornához több vér jut (paraszimpatikus hatás).

EKG (elektrokardiogramm): A szív működése során keletkező gyenge elektromos változásokat elvezetik, s ezt papíron görbeként ábrázolják. A szívműködés rendellenességeire lehet következtetni. 2 karra és 1 lábra tesznek elektródot, esetleg a szív fölé is.

A nyirokrendszer és az immunitás

A nyirokrendszer

Zártan kezdődő nyirokhajszálerekben indul meg a nyirok áramlása. A szövetnedv (sejtek közötti folyadék, nyirok) jut be a nyirokhajszálerekbe. Ezek egyre nagyobb nyirokerekké egyesülnek, majd a legnagyobb nyirokér az un. mellvezeték, a test fővénájába juttatja a nyirkot, közvetlenül a jobb pitvar előtt. A nyirokrendszer tulajdonképpen a vénás rendszer kiegészítője.
A vékonybél falában a nyirokhajszálerek zsírsavakat és monogliceridéket vesznek fel aktív transzporttal.

A nyirokáramlás tényezői:

- aktív transzporttal anyagokat vesznek fel a nyirokhajszálerek, s ez a sűrű folyadék ozmotikus szívóhatást gyakorol
- a nyirokerek saját simaizmai összehúzódnak, ez is segíti a nyirok áramlását
- izompumpa is segíti (a működő vázizmok összenyomják a nyirokereket), billentyűk biztosítják az egyirányú áramlást
- a mellkas szívóhatása jelentkezik belégzésnél
- a vénák szívóhatása is megfigyelhető

Nyirokcsomók
600-700 van egy emberi testben, ezek pár mm-esek, akár 1-2 centiméteresre is megduzzadhatnak betegség esetén. Sok nyirokcsomó van a nyaknál, hónaljban és lágyéknál. A nyirokerek előbb-utóbb nyirokcsomókba torkollanak. Több nyirokér lép be és egy lép ki. Billentyűk biztosítják az egyirányú áramlást. A nyirokcsomóban nyiroktüszők vannak, ezekben szaporodnak a nyiroksejtek. Ezeket a tüszőket bonyolult üregrendszer veszi körül. Leggyakrabban a nyirokcsomóban találkozik az idegen anyag és a védekező sejtek.
(Kis artéria táplálja a nyirokcsomót).

Elsődleges nyirokszervek
Itt nem zajlik védekezés.
- Vörös csontvelő: itt képződnek a B-limfociták és a T-limfociták őssejtjei
- Csecsemőmirigy (Thymus): itt képződnek a T-limfociták. A szegycsont alatt lévő, két lebenyből álló szerv. Kamaszkorig növekszik a mérete, felnőtt korban jelentősen lecsökken, de továbbra is fontos, nélkülözhetetlen, mert itt termelődnek a T-limfociták.

Másodlagos nyirokszervek:
A védekezés jelentős része itt zajlik a fehérvérsejtek segítségével. Ezekben *sok nyiroktüsző* van.
- mandulák: orr-garat mandula (orrmandula)
  torok mandula (szájpadmandula)
- nyirokcsomók
- féregnyúlvány
- bélfal nyirokképződményei

} itt képződnek a B-limfociták

- lép: a gyomor mögött van, páratlan szerv. A vörös részében bomlanak le a vörösvérsejtek, ez egyúttal vérraktár is.
- tüdő nyirokképződményei

Az immunrendszer

Az immunrendszer (védekező rendszer) a szervezetbe jutott idegen anyagokat és sejteket ismeri fel és semmisíti meg.
Az idegen anyagokat, amik kiváltják a védekezést, **antigén**eknek, **immunogén**eknek nevezzük. Az antigén nagy molekulájú anyag, ennek egy jellegzetes részét ismeri fel az immunrendszerünk. A legtöbb antigén fehérje, de szénhidrát vagy lipid makromolekulák is lehetnek antigének.
Az idegen makromolekulák a tápcsatornában megemésztődnek, és csak kisebb építőegységek jutnak a vérkeringésbe, amelyeket már nem tekint idegen anyagnak a szervezetünk. Például a fehérjemolekulák aminosavakra bomlanak, így szívódnak fel a vérbe, majd sejtjeink ezekből építik fel saját fehérjéinket.

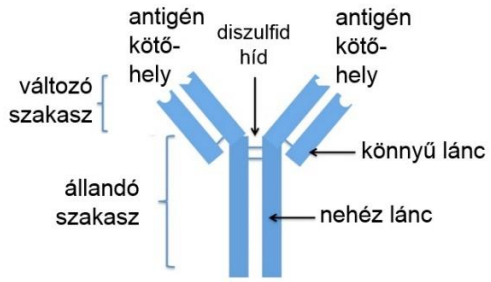
A) Az idegen anyag megtalálása
Ez a fehérvérsejtek feladata. Állandó őrjáratot végeznek a fehérvérsejtek: a vérben legömbölyödve sodródnak, majd a vérkeringés hajszálereinek falán át a sejtek, a szövetek közé jutnak amőboid mozgással. Idővel pedig a nyirokerekbe jutnak amőboid mozgással a fehérvérsejtek, és nyirokcsomókon áthaladva végül visszajutnak a vérkeringésbe. A nyirokcsomókban találkoznak a védekező sejtek leggyakrabban az idegen molekulákkal, sejtekkel.

B) Idegen anyag felismerése

Ez főként a B-limfociták által termelt ***ellenanyag*** (immunglobulin, ***antitest***) segítségével történik ((γ-globulin))**.**

(A T-limfocitákban is képződnek hasonló módon és hasonló szerepű molekulák, mint az ellenanyag-molekulák.)

A B-limfociták képződésekor az ellenanyag-molekulát kódoló gén (a DNS egy szakasza) megváltozik. Eredetileg ez a gén sok apró részből áll, a B-limfocita képződésekor bizonyos részek eltűnnek, több kisebb rész sorrendje pedig megváltozik, így akár 100 millió féle ellenanyag-molekula jöhet létre. (Így szinte mindenféle lehetséges idegen anyag ellen tud védekezni a szervezetünk.) A létrejött B-limfocita, és az összes utódsejtje már csak ugyanazt az egyfajta ellenanyag-molekulát fogja termelni. Az ellenanyag-molekula a B-limfocita sejthártyájának külső felszínére kerül több példányban is. A keletkezett B-limfocita a képződési helyén találkozik a szervezet saját anyagaival. Amelyik B-limfocita ellenanyag-molekulája képes kapcsolódni saját anyaggal, az a sejt elpusztul. (Ezért nincsenek olyan védekező sejtek egészséges emberben, amelyek a szervezet saját molekuláit támadják meg.) Ezt klónszelekciónak nevezzük.



Az antitest két könnyű (rövid) és két nehéz (hosszú) láncból álló fehérjemolekula. A változó szakaszokhoz specifikusan tud kötődni egyfajta idegen anyag (antigén): a molekulának két ilyen *felismerő helye* van.

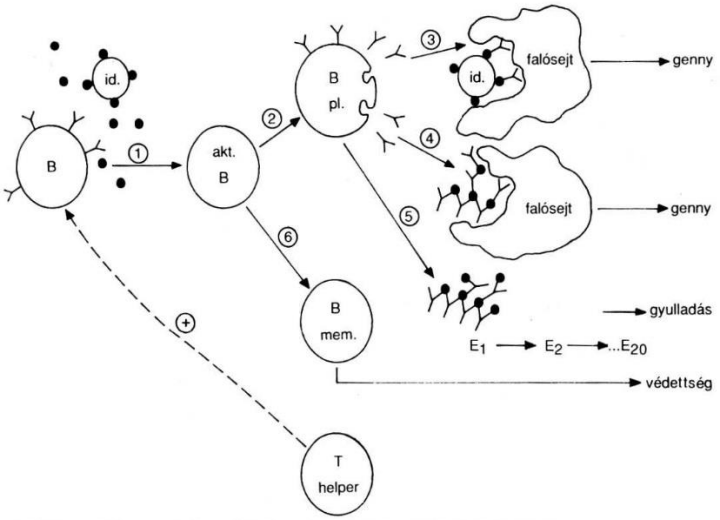
(A változó szakasz: amelynek génje jelentősen átrendeződött a B-limfocita képződése előtt.)

A védekezést, az idegen anyagok felismerését az is segíti, hogy falósejtek a bekebelezett idegen anyag vagy sejt bizonyos molekuláit, molekularészeit kiteszik a felszínükre. Az idegen anyagot így mutatják be a falósejtek saját jellegzetes MHC molekuláik mellett. Így a többi védekező sejt könnyebben észleli az antigén jelenlétet, a limfociták könnyebben aktiválódnak.

(((MHC: major histocompatibility complex, azaz fő szövet-összeférhetőségi komplex.)))

C) Az idegen anyag megsemmisítése

1. ***Humorális immunválasz*** (ellenanyaghoz kötődő immunválasz)
   B-limfociták hajtják végre ezt az immunválaszt. A szervezetbe bejut valamilyen idegen anyag, találkozik olyan B-limfocitával, amelynek felszínén levő antitest molekula felismeri az antigént (kapcsolódni tud hozzá), akkor ez a kapcsolódás aktiválja a B-limfocitát. Így aktivált B-limfocita jön létre. Az ábrán az ①-es nyíl mutatja.



A fehérjemolekula, az immunglobulin-molekula és a sejtek aránya torzított!
fekete pont: idegen fehérje: Y alakú vonal: immunglobulin; B: B-limfocita; id.: idegen sejt (pl. baktérium); akt. B: aktivált B-limfocita; B pl.: plazmasejtté alakult B-limfocita; B mem.: memóriasejtté alakult B-limfocita; E_1, E_2, E_{20}: szérum komplement rendszer;

a) Gyors, sokszori osztódás eredményeként sok plazma B-limfocita keletkezik ②. Ezek nagyon sok ellenanyag molekulát termelnek, és ezeket exocitózissal a testnedvekbe juttatják. (Az ábrán Y alakúak az ellenanyagok.) Ezek az ellenanyag molekulák kötődnek egyfajta idegen anyagokhoz. Ez az idegen anyag lehet oldott formában vagy egy sejt felszínén. Humorális immunválasznál a testfolyadékba kerülő oldott ellenanyag molekulákkal védekezik a szervezet. A falósejtek mindenféle idegen sejtet, anyagot képesek felismerni, de ha ezekhez ellenanyag molekula kötődik, akkor sokkal könnyebben, sokkal gyorsabban felismerik és bekebelezik az idegen sejtet ③.

b) Az oldott idegenanyag molekulákat kicsapják az ellenanyag molekulák. Nagyméretű molekulahalmaz keletkezik, amiben együtt vannak idegen anyagok és ellenanyagok. Ezt a kicsapódott molekulahalmazt a falósejtek könnyen felismerik, bekebelezik, és enzimekkel lebontják ④.

c) Az ellenanyag és idegen anyag kicsapódott halmaza aktiválja az ún. szérum-komplement rendszert. Ez több egymás után működő molekula, mindegyik egy meghatározott kötés mellett hasít, majd aktiválja a következő molekulát. Így lebontják, megsemmisítik az idegen anyagot ⑤.

Az aktivált B-limfocitákból memóriasejtek is keletkeznek (memória B-limfociták) ⑥. Ezek nagyon sokáig megmaradnak. Ha később újra ugyanaz az idegen anyag vagy kórokozó jut a szervezetbe, akkor ezek a memória B-limfociták felismerik, és nagyon gyorsan megindítják ellene a védekezést. Ez a másodlagos immunválasz. Pl.: ilyenkor nincs idejük elszaporodni a kórokozóknak, ezért nem alakul ki ugyanaz a betegség.

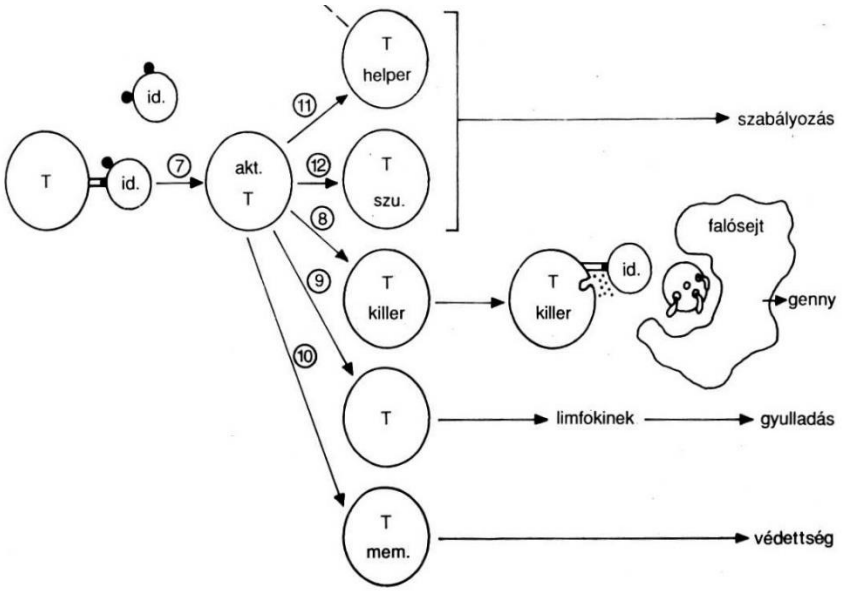
2. ***Celluláris immunválasz:*** (sejthez kötődő immunválasz)

Ezt a T-limfociták hajtják végre. Itt sejt, sejt ellni küzdelem folyik.

- baktériumok (és más idegen sejtek) ellen
- vírussal fertőzött saját sejtek ellen
- rákossá vált saját sejtek ellen küzdenek a T-limfociták.

(A vírussal fertőzött sejtek a külső felszínükre kiteszik a vírus fehérje-molekuláit, az ilyen sejteket már idegennek tekinti az immunrendszer. A rákos sejtek felszínén is megjelennek olyan molekulák, amelyek miatt már idegennek tekinti ezeket is a védekező rendszer.)

A T-limfocita felszínén van egyfajta molekula, amely idegen, vagy idegenné vált sejt felszínén lévő molekulához tud kötődni. (felismeri az idegen sejtet), így aktivált T-limfocita jön létre, amely gyorsan osztódik, és különböző sejttípusok jönnek létre. ⑦



fekete pont: idegen fehérje; id.: idegen sejt (pl. baktérium);
akt. T: aktivált T-limfocita; T szu.: szuppresszor T-limfocita; apró pontok: porin;
T mem.: memóriasejtté alakult T-limfocita

a) Sok „Killer" T-limfocita jön létre. Ezek kötődnek az idegen sejtekhez. Majd olyan fehérjét termelnek ((porin)), amelyből 13 egymás mellé kapcsolódik az idegen sejt felszínén és kilyukasztják a sejtmembránt. Kifolyik a sejtplazma. Az elpusztult sejtet falósejt kebelezi be. ⑧

b) Memória T-limfociták: Ezek sokáig megmaradnak. Ugyanazt az idegen anyagot képesek felismerni, mint a T-limfocita. Ha később ugyanolyan idegen sejt jut a szervezetbe, akkor ezek a memóriasejtek gyorsan megindítják a védekezést. (Ez a másodlagos immunválasz.) Nincs ideje elszaporodni a kórokozónak, nem alakul ki a betegség. ⑩

c) Helper T-limfociták: Ezek a B-limfociták aktivitását segítik, azt fokozzák. A HIV vírus ezeket a helper T-limfocitákat támadja meg, ekkor alakul ki az AIDS. (Egy egyszerű nátha is halált okozhat ilyenkor, vagy bőrrák alakul ki nagy gyakorisággal.) (11)

d) Szupresszor T-limfociták: Ezek visszafogják az immunrendszert, gátolják a működését. Allergia alakulhatna ki, ha túlságosan aktív lenne az immunrendszer. (12)

e) Egyes T-limfociták gyulladás keltő anyagokat, termelnek. ⑨

I. Természetes, veleszületett immunválasz (Nem specifikus immunválasz)

Az ebben résztvevő sejtek, illetve molekulák nem csak egy fajta idegen anyaggal illetve sejttel szemben lépnek fel.

a) Lizozim: A könnyben és a nyálban lévő baktériumölő fehérje.
b) Interferon: A sejtek vírusok ellen termelt fehérjéje.
c) Szérum-komplement rendszer
d) Granulociták } falósejtek
e) Monociták }

II. Adaptív immunválasz (Specifikus immunválasz)

Az ebben résztvevő sejtek, molekulák csak egy bizonyos fajta idegen anyaggal vagy sejttel szemben lépnek fel.

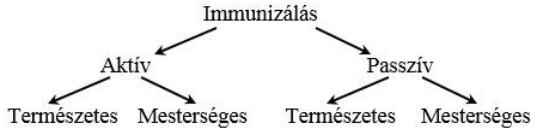
a) B-limfociták
b) T-limfociták
c) ellenanyag molekulák

A természetes és az adaptív immunválasz résztvevői együttműködnek. (Lásd a korábbi két ábrát!)

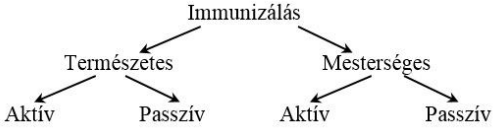
Gyulladás

Gyulladást keltő anyagok (pl. hisztamin) váltják ki a gyulladást. Ezeket T-limfociták termelik vagy falósejtek a védekező működésük során. A gyulladás a védekezést szolgálja, egy intenzív védekezési forma. A gyulladás helyén vérbőség alakul ki, tágasak lesznek a hajszálerek, sok vér jut oda, így sok fehérvérsejt is. Az erek átjárhatósága növekszik, hogy a fehérvérsejtek könnyen átjuthassanak a falukon. Egyúttal több folyadék is jut át, ezért duzzadt lesz a gyulladás helye. Megemelkedik a hőmérséklet (ez fokozza a fehérvérsejtek aktivitását). Gátolt a fehérvérsejtek távozása erről a helyről. Sok fehérvérsejt kötőszöveti sejtté alakul, hogy elszigeteljék a gyulladás helyét.

Immunizálás („védetté tevés")



vagy:



Aktív immunizálás: a szervezet sejtjei védekeznek.

Természetes: amikor átesünk egy fertőző betegségen, megmaradnak a memóriasejtek, s ugyanazon kórokozó ellen gyors védekezés indul be ennek köszönhetően.

Mesterséges: megelőző védőoltások segítségével történik. Elölt vagy legyengített kórokozókat juttatnak a szervezetbe. Ezek ellen megindul a védekezés, memóriasejtek maradnak vissza. Amennyiben akár évekkel később ugyanazon kórokozó veszélyes formája jut a szervezetünkbe, gyorsan megkezdődik a védekezés ellene, nincs ideje elszaporodni a kórokozóknak, nem alakul ki betegség. Megelőző védőoltás = vakcina

A következő betegsége ellen adnak kötelező védőoltást Magyarországon:

- kanyaró
- hepatitisz B (fertőző májgyulladás)
- járványos gyermekbénulás ellen Sabin-cseppet adnak
- rózsahimlő
- mumpsz (fültőmirigy gyulladás)

} vírus okozza

- diftéria (torokgyík)
- szamárköhögés
- tetanusz
- TBC ellen: BCG oltás

} baktérium okozza

Passzív immunizálás: nem a szervezet védekezik, hanem kész ellenanyag jut be.

Természetes: méhlepényen átjut a magzatba, vagy az anyatejjel kap ellenanyagot a csecsemő. Nem bontja le a csecsemő tápcsatornája az ellenanyagot, hanem az bontás nélkül felszívódik.

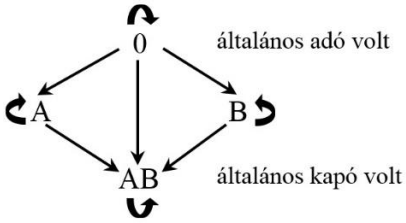
Mesterséges: amikor nincs idő a szervezetnek a védekezésre, kész ellenanyagot kap (ez a szérum). Például kígyómarás esetén, vagy tetanuszfertőzés veszélye esetén.
(Ellenanyag előállítása: pl. lóba kevés kígyómérget fecskendeznek, ellenanyagot termel a ló, és azt a véréből kivonják.)

AB0 vércsoportrendszer

A vörösvértestek külső felszínén fehérjéhez kötődő A vagy B jelű szénhidrát molekulák lehetnek. Ezeket *vércsoport-antigének*nek nevezzük.
A vérplazmában pedig az idegen vércsoportú vér ellen ellenanyag lehet.

Vércsoport	Antigén a vörösvérsejt felszínén	Antitest a vérplazmában
0	nincs	anti A és anti B
A	A	anti B
B	B	anti A
AB	A és B	nincs

((1901-ben fedezték fel az AB0 vércsoportrendszert.))
Vérátömlesztésnél az adó vörösvérsejtjeit és a kapó vérplazmáját kell figyelembe venni. Ha nem megfelelő vért kap valaki, akkor a kapott vörösvértesteket a kapó vérplazmája kicsapja, apró vérrögök keletkeznek, ez halált is okozhat. (Mivel néhány deci vért adnak egyszerre, az adó vérplazmája felhígul, ez nem okozna problémát.)
Ma már csak ***azonos vércsoportú vért adnak*** vérátömlesztéskor.
A vérátömlesztés ***régi*** sémája (ma csak szükséghelyzetben adhatnak más vércsoportú vért):



Rh vércsoportrendszer

Ezt is a vértest felszínén lévő fehérjéhez kötődő szénhidrát alakítja ki. (D vércsoport-antigénnek nevezzük.)

Vércsoport	Rh-antigén a vörösvérsejtben	Antitest a vérplazmában
Rh-pozitív	van	nincs
Rh-negatív	nincs	nincs

Sem az Rh^+, sem az Rh^- emberek vérében sincs anti-D ellenanyag. Az Rh^- személyek vérében megjelenik az anti-D ellenanyag, hogyha tévedésből Rh^+ vért kapott, illetve Rh-összeférhetetlenség esetén.
Az AB0 vércsoportrendszertől függetlenül öröklődik. Így AB0 és Rh vércsoportrendszerek tekintetében nyolcféle lehet az emberek vércsoportja, például A Rh^+, A Rh^-, stb.
((Először a **Rh**esus – rézusz - majmoknál fedeztél fel ezt a vércsoportrendszert, ezért Rh a jele.))

Rh-összeférhetetlenség

Rh^- anya és Rh^+ magzata között alakulhat ki. Első ilyen terhességnél nem jelentkezik probléma, mert az anyai vérben nincs anti-D ellenanyag. Szüléskor az anyai szervezetbe jut magzati vér.
Régen: Az Rh^- anya szervezete védekezett a gyermek Rh^+ vörösvérsejtjei ellen, ellenanyag termelődött és visszamaradtak memóriasejtek is. Az Rh^- anya második vagy további Rh^+ magzatai károsodtak, meg is halhattak, mert az anyából a méhlepényen át anti-D ellenanyag jutott a magzatba, ami károsította a vörösvérsejtjeit. (az anti-A és anti-B ellenanyag nagyobb, nem jut át a méhlepényen, az anti-D kisebb molekula.)
Ma: Ezt a problémát megelőzi az orvoslás. Az Rh^- anyának, amennyiben Rh^+ gyermeke született, kész anti-D ellenanyag-injekciót adnak. (Ez mesterséges passzív immunizálás.) Az anya szervezete észre sem veszi, hogy Rh^+ vér került be, így nem termel anti-D ellenanyagot, nem lesznek memóriasejtek sem, ezért a következő Rh^+ gyermeke sem károsodik.

Vércsoport meghatározás – AB0 vércsoportrendszer

Háromféle, különböző ellenanyagot tartalmazó csepphez (anti-A, anti-B, anti-A és anti-B tartalmú) keverjük a vizsgálandó vért, és a kicsapódási reakciók, vagy a kicsapódás elmaradása alapján határozzuk meg a vércsoportot.

(Kétféle vizsgáló anyagot használhatunk, csak a kiindulás eltérő, a kimutatás lényege azonos:

a) Papírlapon beszárított ellenanyagok foltok vannak, amikhez egy vércseppet és fiziológiás sóoldat egy cseppjét adjuk. (Serafol néven forgalmaznak ilyen tesztkártyát.)
b) Folyékony ellenanyagokat cseppentünk egy csempelapra, és ehhez keverjük a vizsgálandó vér egy-egy cseppjét.)

Össze kell keverni az ellenanyagot (antitestet) és vért, de úgy hogy a keverő pálcával ne vigyünk át ellenanyagot a másik részhez. Döntögetéssel is segítjük a vér és az antitestek keveredését, reakcióját, vigyázva, hogy ne fussanak össze a folyadékok.

Külön értékeljük mindhárom rész reakcióját: Ha nincs kicsapódás, egyenletes rózsaszín, kicsapódáskor rögös, szemcsés mintázatnak látszik.

A következő táblázatban + jelöli a kicsapódást, – jelöli, ha nem történt kicsapódás.

	anti-A antitest	anti-B antitest	anti-A és anti-B antitest
A-vércsoportú vér	+	–	+
B-vércsoportú vér	–	+	+
AB-vércsoportú vér	+	+	+
0-ás vércsoportú vér	–	–	–

Vércsoport meghatározás – Rh vércsoportrendszer

A kimutatás menete hasonló az AB0 vércsoportrendszer meghatározásánál leírtakéval.

Itt anti-D ellenanyaghoz (antitesthez) adják a vizsgált vért.

	anti-D
Rh^+ vércsoportú vér	+
Rh^- vércsoportú vér	–

A vírusok és baktériumok által okozott betegségek eltérő kezelése

Baktériumok ellen antibiotikum alkalmazható.

Vírusok ellen nem hatásos az antibiotikum. Ilyenkor az immunrendszert erősíti az orvos.

Abból adódik az eltérés, hogy a baktériumoknak van a miénktől eltérő anyagcseréjük, így léteznek olyan antibiotikumok, amelyek a baktériumokat elpusztítják vagy szaporodásukat gátolják, de az emberi (állati) sejteket nem károsítják.

(A vírusoknak nincs önálló anyagcseréjük, csak a megfertőzött gazdasejtben történik megsokszorozódásuk, ezért csak a vírussal fertőzött saját sejtjeinket kellene támadni, úgy hogy a többi sejtünk ne károsodjon.)

Autoimmun betegségek

Megbetegedés miatt a védekezőrendszer a szervezet saját sejtjei ellen támad, hibásan azok ellen védekezik.

Egyik ilyen betegség sclerosis multiplex (SM), itt az idegsejtek védőszigetelését (velőshüvelyt) támadja meg az immunrendszer. Lassan kialakuló, halálos betegséget okoz. Egyeseknél évtizedekig nem következik be drasztikus állapotromlás, mások néhány év alatt tolókocsis mozgássérültté válnak.

Ízületi gyulladások bizonyos fajtáit is autoimmun betegség okozza.

Szervátültetés

Átültethető szervek:

bőr
szaruhártya
vese
szív
máj (vagy annak egy része)
tüdő
csontvelő
(vérátömlesztést is tág értelemben szervátültetésnek tekinthetjük)

Allergia

Az allergia az immunrendszer túlérzékenységi reakciója. Veszélytelen, vagy kevéssé veszélyes anyag ellen is indokolatlanul hevesen védekezik a szervezet.

Allergének: az allergiát kiváltó anyagok. Pl.: pollen, házi por, állatszőr, toll, poratka, bizonyos ételek, gyógyszerek, kozmetikumok, darázsméreg.

A környezetszennyezés miatt több allergén éri a szervezetünket (például a fokozódó légszennyezettség miatt). A kozmetikumok miatt is több allergén anyag jut a bőrünkre.

Allergia megnyilvánulásai:

- bőrkiütés (ételallergiánál, gyógyszereknél);
- szénanátha: tüsszögés, a szem viszket, a könny folyik (levegőben terjedő allergének miatt)
  → következtében később asztma is kialakulhat;
- gégeduzzanat (méhcsípésnél)

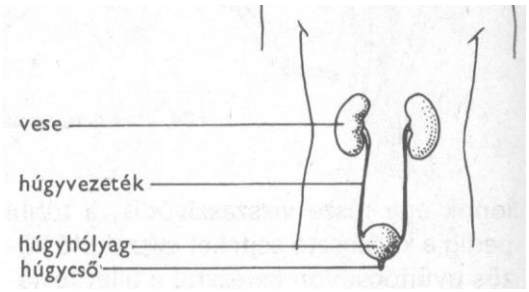
A kiválasztás

A Kiválasztás (exkréció) a felesleges anyagok és bomlástermékek eltávolítását jelenti.
A kiválasztás segít megőrizni a szervezet homeosztázisát.
A kiválasztásban szerepük van:

- Elsősorban a kiválasztó szervrendszer végez kiválasztást (itt legfontosabb a vese).
- A bőr verejtékezéssel távolít el anyagokat.
- A máj az aminosavak nitrogénjét karbamidba építi be, a nukleotidokból húgysavat képez. Ezek az anyagok a keringéssel eljutnak a vesébe és a vizelettel távoznak
- A tüdő szén-dioxidot távolít el. De egyéb anyagok is távoznak itt, például alkohol, ezt mutatja ki az alkohol-szonda.
- A végbélen keresztül távoznak a táplálkozás salakanyagai.

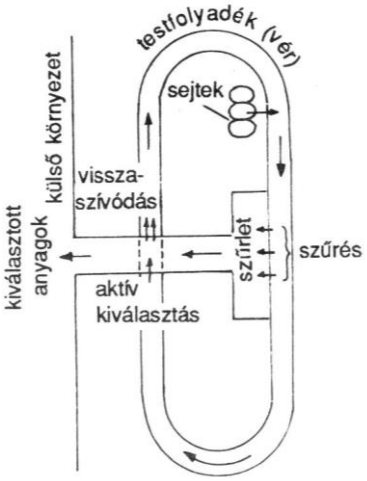
Az ember kiválasztó szervrendszerének részei:

- vese
- húgyvezeték
- húgyhólyag
- húgycső



A kiválasztás részfolyamatai:

1. szűrletképzés (a testfolyadékból sok anyag kerül a kiválasztószerv belsejébe)
2. visszaszívás (hasznos, nélkülözhetetlen anyagok visszajutnak a tesfolyadékba
3. aktív kiválasztás (további felesleges, mérgező anyagok távolítódnak el aktív transzporttal)



A kiválasztás elvi sémája:

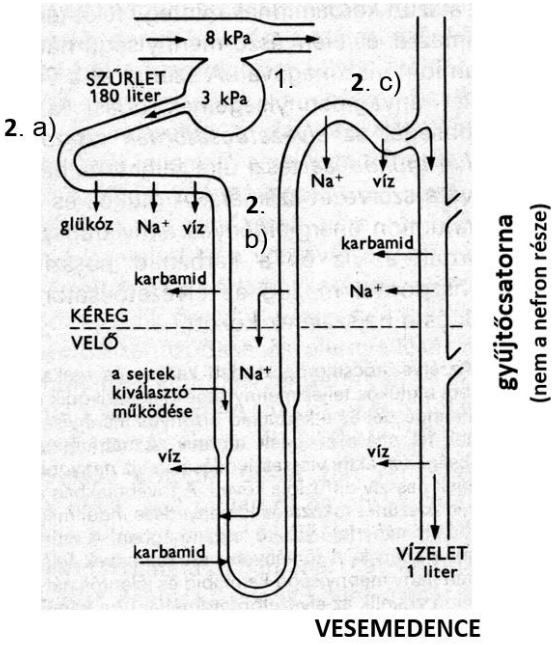
Vese részei (kívülről befelé haladva):

- kötőszövetes tok
- kéregállomány (viszonylag vékony), ez szemcsézett
- velőállomány, ez csíkolatos
- legbelül a vesemedence, ebben gyűlik össze a vizelet

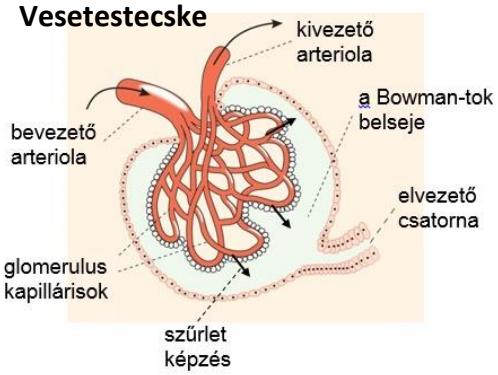
A vese működési egységei a nefronok. Egy vesében kb. 1 millió nefron van.

A nefron felépítése

1. Vesetestecske (Malpighi-testecske)
   a) hajszálérgomolyag (glomerulusz)
   b) kettős falú tok (Bowman-tok)
      a hajszálérgomolyagot veszi körül
2. Elvezető csatorna
   a) elsődleges kanyarulatos csatorna
      (közeli kanyarulatos csatorna)
      ((proximális tubulus))
   b) Henle-kacs (leszálló-, felszálló ág)
   c) másodlagos kanyarulatos csatorna
      (távoli kanyarulatos csatorna)
      ((disztális tubulus))



A vese működése



1. Szűrletképzés: a vesetestecskében zajlik.
A hajszálérgomolyagból a kettős falú tokba jut a szűrlet az apró pórusokon át (filtráció).
A hajszálérgomolyagban 8 kPa a nyomás, a kettős falú tokban 3 kPa. Ennek a nyomás-különbségnek köszönhető a szűrletképzés.
A hajszálérgomolyagba bevezető ér tágasabb, a kivezető szűkebb, ezért olyan nagy ott a nyomás. A vesetestecskék hajszálereinél nincs visszaszívás a nagy vérnyomás miatt.
Szűrlet: fehérjementes vérplazma. (A vérsejtek és a fehérjék sem jutnak át a szűrletbe.)
180 liter szűrlet képződik naponta a két vesében. (A hajszálérgomolyagon áthaladó vérplazma 1/5-e válik szűrletté.)

2. Visszaszívás
A hajszálérgomolyagból kivezető ér is verőér, majd ez az ér szétágazik hajszálerekre, amelyek körülfonják az elvezető csatornát, és az ezekből összeszedődő vér vénákba távozik.
Az elvezető csatornából a körülötte levő hajszálerekbe jutnak vissza anyagok. A víz visszaszívását megkönnyíti, hogy a hajszálérgomolyagból viszonylag sűrű folyadék távozik, nagy az ozmotikus nyomása, így könnyen tudja visszaszívni a vizet.
Aktív transzporttal szívódik vissza az elvezető csatornából:
- glükóz,
- Na^+,
- aminosavak.

Passzív transzporttal szívódik vissza:
- víz,
- karbamid.

Az elsődleges kanyarulatos csatornából visszaszívódik az összes glükóz, Na^+ jelentős része, ezt követi a víz visszaszívása is, valamint a karbamid.
A Henle-kacs leszálló ágában egyre töményebbé válik a folyadék, ugyanis itt víz szívódik vissza, de karbamid és Na^+ lép be az elvezető csatornába.

A vesemedencéhez legközelebbi részen lesz a legtöményebb az oldat, az elvezető csatornában és a csatornák közötti szövetnedvben is.
A Henle-kacs felszálló ága nem engedi át a vizet, de a Na^+ kilép, ismét hígabb lesz az oldat.
Így a Henle-kacsban koncentráció grádiens alakul ki: a vesemedencéhez közel nagy töménységű az oldat, attól távolodva egyre kisebb töménységű a folyadék.
A másodlagos kanyarulatos csatornából Na^+ visszaszívódik az aldoszteron nevű hormon hatására a szervezet szükségleteinek megfelelően. A Na^+ visszaszívását víz visszaszívása követi. Karbamid is visszaszívódik.
A folyadék a gyűjtőcsatornába jut. A másodlagos kanyarulatos csatorna és a gyűjtőcsatorna fala ADH hormon hatására átjárhatóvá válik a víz számára. ((ADH: antidiuretikus hormon.))
Ha kevés a víz a szervezetben, akkor kerül a vérbe ADH, ilyenkor a gyűjtőcsatorna falán keresztül sok víz szívódik vissza, kevés, tömény vizelet képződik. Azért lép ki a víz ilyenkor a gyűjtőcsatornából, mert a vesemedencéhez közel nagyon sűrű a szövetnedv és a Henle-kacsban levő folyadék is.
Ha sok a folyadék a szervezetben, akkor nem kerül ADH a vérbe, a gyűjtőcsatorna fala nem engedi át a vizet, itt már nincs visszaszívás, ezért sok híg vizelet képződik.

Aktív kiválasztás

A hajszálerekből az elvezető csatorna belsejébe az elvezető csatorna falán át aktív transzporttal további felesleges, illetve mérgező anyagok kerülnek. Pl.: festékanyagok, gyógyszer-maradványok;
és H^+-ok is kerülnek így az elvezető csatornába, ez fontos a vér pH-jának beállításában.

A vizelet a vesemedencében gyűlik össze. Innen a húgyvezeték továbbítja a vizeletet perisztaltikus mozgással a húgyhólyagba.
A húgyhólyag tágulékony falú.
(A húgyhólyag belső hámja az urothelium.) Amikor üres a hólyag, akkor henger alakúak a hámsejtek, ha telt a húgyhólyag, akkor esernyő formát vesznek fel.
A hólyag telítődése vizelési ingert vált ki. Nyílnak a húgycső záróizmai, és a hólyag falában levő simaizmok is összehúzódnak, így távozik a vizelet.
A húgycső kezdeténél simaizomgyűrű van, ez akaratunktól függetlenül működik, kicsivel lejjebb harántcsíkolt izom van, ami akaratunktól függően működik.

A vizelet főbb összetevői:

- víz
- karbamid
- Na^+ , K^+, Cl^- ionok
- hormonok
- gyógyszerek

A vizelet összetétele nem állandó, a szervezet szükségleteinek megfelelően változik. (A vizelet sárgás színét és a széklet barnás színét az epefestékek okozzák.)

A vizelet összetételét és mennyiségét befolyásolja:

- ⇒ folyadékbevitel
- ⇒ verejtékezés
- ⇒ táplálkozás (sok só → több Na^+ a vizeletben; több fehérje → több karbamid)
- ⇒ betegségek
  Cukorbetegségnél glükóz van a vizeletben. Nem tudja az elsődleges kanyarulatos csatorna aktív transzporttal az összes glükózt visszaszívni. (Ha egészséges ember nagyon sok szénhidrátot fogyasztott, akkor átmenetileg megjelenik a vizeletében a glükóz.)

Miért jelenhet meg a vizeletben?

- ☹ Fehérje: a szűrletképzés (filtráció) zavarara miatt.
- ☹ Glükóz: cukorbetegségnél nem tud visszaszívódni a teljes mennyiség.
- ☹ Vér: gyulladás, hámsérülés, esetleg rák miatt. (Pl. vesekő miatt megsérül a hám,vagy rosszindulatú daganat miatt lehet még vér.)
- ☹ Fehérvérsejtek is gyulladáskor kerülhetnek a vizeletbe.

Vizeletvizsgálattal több betegségre lehet következtetni.

A szaporodás

A váltivarúság előnyös, mert növeli az utódok változatosságát. A két szülő tulajdonságai keverednek az utódban, nagyobb esély van a populáció fennmaradására.

A hímivarszervek

Here

A férfiak ivarmirigye a here. A herezacskóban – a hasüregen kívül – helyezkedik el. Galambtojás alakú és nagyságú. A magzati élet utolsó hónapjában kerül a herezacskóba a here, „leszáll" a here a lágyékcsatornán keresztül.
A here számára 34-35 C° az optimális. (Hogyha a hasüregben marad – „rejtettheréjűség" – , akkor a magasabb hőmérséklet meddőséget okozhat.)
A here csatornás felépítésű, több száz méter herecsatorna van benne.
A herecsatornák között hormontermelő sejtcsoportok is vannak. Ezek termelik a tesztoszteront.

A spermiumok a herecsatornák falában keletkeznek meiózissal (a diploid hímivarsejt kezdeményből, 4 haploid hímivarsejt keletkezik). Mind a négy érett spermiummá alakul. Az osztódás után még nagyjából gömb alakúak a keletkezett sejtek, és érési folyamaton mennek át, amíg kialakul a jellegzetes alakjuk. Közben nagy glikogén tartalmú dajkasejtek ((Sertoli-sejtek)) táplálják őket, amelyek benyúlnak a herecsatornába.
Az érett spermium részei:

- Fej: itt található az örökítőanyag.
  (A fejben elől van az úgynevezett akroszóma, ami a petesejt burkát bontó enzimet tartalmaz.)
- Nyak: tartalmazza a sejtközpontot, amit spirálisan elrendeződött mitokondriumok vesznek körül (amelyek az ATP-t biztosítják a mozgáshoz).
- Farok: tulajdonképpen egy ostor, ennek csapkodásával jutnak előre a hímivarsejtek. Itt sejthártyával borított 9 x 2 fehérjecsövecske található.

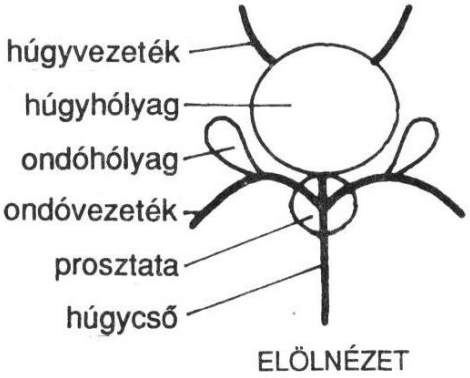
Egy spermium 50 μm (azaz 1/20 mm) hosszú. Teljes kifejlődése kb. 10 hétig tart (ezért fontos a férfi egészsége életmódja is a megtermékenyítés előtt).

Mellékhere

A mellékhere a here hátulsó és felső részén található. Csatornás felépítésű ((kb. 5 m csatorna)). Itt tárolódnak az érett hímivarsejtek, ezek itt mozdulatlanok. Az elöregedett spermiumok felszívódnak, ha nem történt kielégülés.

Ondóvezeték
A mellékheréből a húgycsőbe továbbítja a spermiumokat. Izmos falú cső (simaizom van itt). Perisztaltikus mozgással, néhány lökéshullámmal továbbítja a spermiumokat magömléskor (ejakuláció).

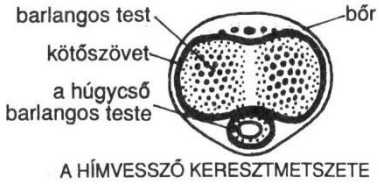
Ondóhólyag
Váladéka az ondóvezetékbe jut, hozzáadódik a spermiumokhoz. A váladék fruktózt tartalmaz, ami a spermiumok tápláléka (monoszacharid → édes). Az ondóhólyagba a hímivarsejtek nem jutnak be.



ELÖLNÉZET

Prosztata ((dülmirigy)) A húgyhólyag alatt van, keresztülhalad rajta a húgycső.
Váladéka az ondó 2/3-át adja:
- A spermiumok mozgását serkentő anyagot tartalmaz.
- Lúgos kémhatásúvá teszi az ondót. (A hüvely savas kémhatású, ez pusztítja a kórokozókat és a spermiumokat is. Így védi a spermiumokat az ondó lúgos kémhatása.)
- Kocsonyássá teszi az ondót, hogy ne folyjon ki a hüvelyből.

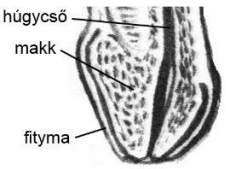
Itt a (prosztatában) torkollik bele a két ondóvezeték a húgycsőbe.
A húgycső a hímvesszőn keresztül továbbítja az ondót.



A HÍMVESSZŐ KERESZTMETSZETE

Hímvessző (latinul pénisz)(görögül fallosz)
A hímvesszőben barlangos testek vannak: két nagyobb, és a húgycső körül is van. A barlangos testek szivacsos felépítésűek, nemi izgalom hatására vérrel telnek meg, ez a merevedés (erekció). Ilyenkor a vér elfolyása gátolt.

erekció



A hímvessző végén található a kiszélesedő makk. Vékony bőr borítja, felszíne idegvégződésben gazdag érzékeny rész, fontos a nemi izgalom fokozásában.
Ha nem merev a hímvessző, akkor a makkot ← bőrkettőzet, fityma borítja.

(A hímvessző kezdeténél van két kisebb Cowper-mirigy, nemi izgalomkor távozik az általuk termelt előváladék, ami sikamlóssá teszi a makkot.)

Kielégüléskor (ejakuláció) ondó távozik, amely tartalmazza:
- a hímivarsejteket,
- az ondóhólyag váladékát,
- a prosztata váladékát.

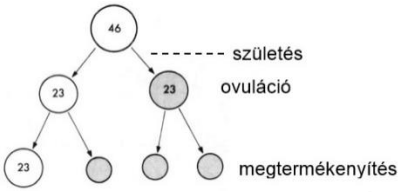
Kb. 3 ml ondó távozik magömléskor, ebben kb. 200 millió spermium van. A hímivarsejtek magömlés után 48 óráig termékenyítőképesek a női szervezetben.
(Kétnaponta érdemes szeretkezni, ha gyermeket szeretnénk, mert ennyi idő alatt képződik elegendő hímivarsejt.)
Meddőség gyanúja esetén először ondóvizsgálatot végeznek. Normál esetben 60-80 millió spermium van 1 ml ondóban (40 millió kevés, 20 millió nagyon kevés → természetes úton ekkor már nem termékenyítőképes a férfi). A férfiak ivarsejttermelése a serdüléssel kezdődik és az öregedéssel fokozatosan szűnik meg.

A női ivarszervek

Petefészek

A nők ivarmirigye a petefészek, két mandula nagyságú szerv, a medencében található. Ezekben alakulnak ki a petesejt-kezdemények már a magzati élet során.

Egy újszülött lánynak kb. 400 000 petesejt-kezdeménye. Ezek meiózisa megindul, de egy nagyon korai szakaszban megáll, majd serdülés után 28 naponként felváltva a két petefészekben megérik egy-egy petesejt. Ez a klimaxig tart.

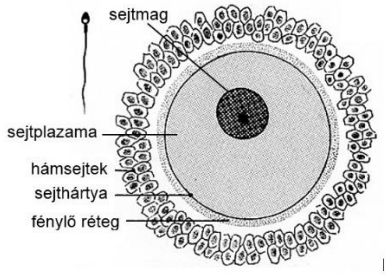


Egy petesejt-kezdeményből egy petesejt keletkezik, a másik három kis sejt elsorvad. Így az egyetlen keletkezett petesejt nagyméretű, sok tartalék tápanyagot tartalmaz.

A meiózis azért szükséges, hogy a megfelelő kromoszómaszám kialakuljon. Az érésben levő petesejtet hámsejtekből álló gömb, tüsző veszi körül, ez megnövekszik 1,5-2 cm-esre.

A tüsző hámsejtjei termelik az ösztrogén nevű hormont.

A ciklus kb. 14. napján a tüszőből és így a petefészekből is kilökődik az érett petesejt, ez az *ovuláció*. Ekkor a tüszőben levő folyadék kisodorja a petesejtet. Az érett petesejt kb. 200 mikrométeres = 0,2 mm. Aktív mozgásra nem képes.



A petesejtet sejthártya (sejtmembrán) határolja, amit fénylő/átlátszó réteg vesz körül (ez glikoproteidekből áll), majd legkívül hámsejtekből álló réteg található.

A kilökődött petesejt 24 óráig termékenyíthető meg.

Ovuláció után a petefészekben maradó tüsző sárgatestté alakul ((corpus luteum)).

A sárgatest a progeszteron nevű hormont termeli.

Ha nem történik megtermékenyülés, akkor a sárgatest elsorvad, lecsökken a progeszteron koncentráció, emiatt következik be a menstruáció.

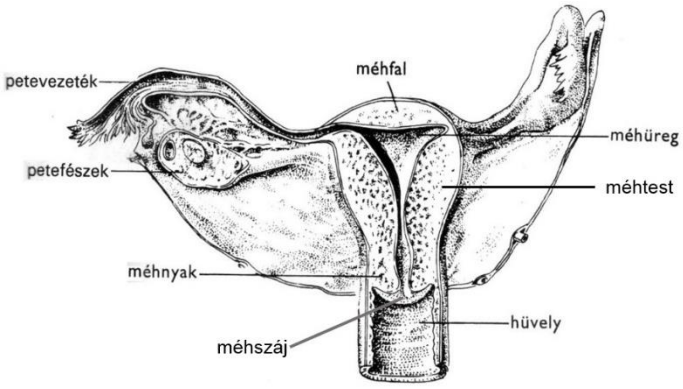
Petevezeték (méhkürt)

A vége rojtos és kiszélesedő. A petevezeték nincs hozzánőve a petefészekhez. Ovuláció idején ez a kiszélesedő vég rásimul a petefészekre, s normál esetben idejut a kilökődött petesejt.

A megtermékenyítés a petevezeték felső szakaszában következik be. A petevezeték továbbítja a petesejtet a méhbe perisztaltikus mozgással, és csillók csapkodásával. De nagyon lassan, 5 nap alatt jut a petesejt a méhbe.

Méh ((uterus))

Körte alakú és nagyságú, a húgyhólyag és a végbél között van. Vastag simaizom-réteg alkotja a méh falát, tágulékony, be tudja fogadnia a fejlődő magzatot.

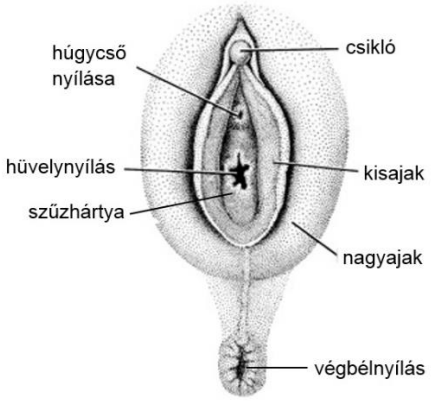


Viszonylag szűk belső üregét nyálkahártya béleli. Ha nincs terhesség, akkor a nyálkahártya felső rétege kb. 28 naponta vérzés kíséretében leválik, ez a menstruáció. A menstruáció kezdetétől számítják a női nemi ciklust.

Nagyobbik része a méhtest, az elkeskenyedő rész a méhnyak. A hüvely végénél van a méhszáj (orvosi vizsgálatkor a hüvelyen keresztül tapintható.)

A méhnyakat általában nyákdugó dugaszolja el, hogy ne jussanak fel a kórokozók. Menstruáció és ovuláció tájékán hígabb lesz, feljuthatnak a spermiumok.

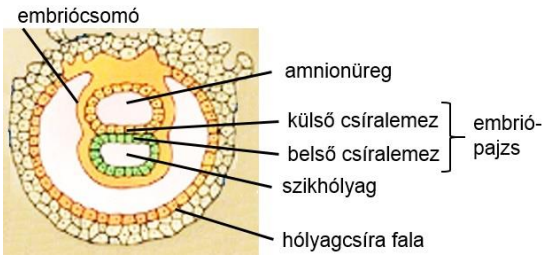
Hüvely (vagina)
Izmos falú cső, kb. 10 cm hosszú. Nagyon tágulékony. Benne tejsavas baktériumok élnek, így savas kémhatás uralkodik itt. Ez megöli a kórokozó baktériumokat, gombákat, spermiumokat. Nemi izgalom hatására mirigyek nedvesítik.
A hüvely nyílását szűzhártya ((hymen)) szűkíti, ami véd a kórokozóktól. Változatos méretű és alakú nyílás, esetleg nyílások lehetek rajta. Ez az első közösüléskor vérzés kíséretében felreped.
A hüvely nyílása előtt van a húgycső nyílása, ezt a szeméremtájékot ***kisajkak*** védik.
A kisajkak elülső találkozásánál (a húgycső nyílása előtt) található a ***csikló*** (klitorisz). A csiklóban barlangos test található, nemi izgalom hatására merevedésre képes.
A nemi izgalom fokozásában szerepe van: a csiklónak, a hüvelynek és a kisajkaknak.
A ***nagyajkak*** zsírszövete védelmi feladatot lát el. Ez természetes állapotában serdüléstől szőrözött. (Hasonló eredetű a férfiaknál a herezacskó, de annak két fele összenőtt.)



Megtermékenyítés és embrionális fejlődés

Mivel a spermiumok kb. 48, a petesejt pedig kb. 24 óráig termékenyítőképes, ezért szabályos 28 napos ciklusnál a 10-17. napot tekintik termékeny időszaknak, ekkor valószínű a teherbeesés. (Azonban a ciklus egyik napján sem lehet kizárni a teherbeesés lehetőségét, például egy rendkívüli ovuláció miatt, ezért a nem kívánt terhesség ellen védekezni kell.)
Közösüléskor (koitusz) a hüvely hátsó részéből (a méhszájtól) a méhen keresztül a petevezetékbe jutnak a spermiumok ostoros mozgással. A petevezeték felső szakaszában történik a megtermékenyítés. A sok (legalább ezer) spermium váladékával bontja a petesejt burkát.
Az első spermium bejutása után nagyon gyors változások zajlanak a petesejt burkában, ezért további spermiumok nem tudnak behatolni. A spermiumnak csak a feji része jut be a petesejtbe. A nyak és a farok kinn marad. Így a mitokondriumok sem jutnak be (nyakban vannak).
A megtermékenyített petesejt a ***zigóta***. Ez azonnal elkezd osztódni, *barázdálódik*. Kialakul a ***szedercsíra*** a harmadik napon.
A belső sejtek elhalásával létrejön a ***hólyagcsíra*** az ötödik napon. Ekkor érkezik a méhbe. Ennek mérete ugyanakkora, mint a zigótáé.

A ***7-14. nap:*** ekkor történik a hólyagcsíra beágyazódása a méhnyálkahártyába. Ekkor alakulnak ki a csíralemezek.
A hólyagcsírában kialakul az embriócsomó. Abban létrejön két üreg, az amnionüreg és a szikhólyag. Ezek egymással érintkező felszínét nevezzük embriópajzsnak. Itt alakulnak ki a csíralemezek. Az amnionüreg falának egy részéből lesz a külső csíralemez, a szikhólyag falának egy részéből a belső csíralemez.



Majd a sejtek befelé vándorlásával közöttük létrejön a középső csíralemez.

3. hét: Az embriópajzsban, a középső csíralemezben kialakul a gerinchúr ((corda dorsalis)). Felette a külső csíralemez egy sávja velőlemezzé alakul. A velőlemez szélei felemelkedek, közepe egy hosszú sávban besüllyed, majd szélei összezáródnak. Így létrejön a velőcső, ami az idegrendszer kezdeménye. Az elülső részéből agyvelő, a többiből gerincvelő alakul ki majd.

Az embriópajzs szélei egymás felé hajlanak: az eddigi lapos embriópajzsból cső alakú embrió keletkezik. Az embriópajzs csővé záródása után elől majd a szájnyílás alakul ki, hátul pedig a végbélnyílás.

A 22. napon kezd el lüktetni az ér, amiből később a szív kialakul.

A 4. héten egyre inkább benyomul az embrió az amnionüregbe. Az amnionüreg fala alkotja a belső magzatburkot, a hólyagcsíra fala a külső magzatburkot. Ahogy növekszik az embrió, ez a két burok összesimul, s egységes magzatburokról beszélünk. A szikhólyag elsorvad.
A magzatburok belső rétege (amnion) termeli a ***magzatviz***et, ami védi a magzatot, és lehetővé teszi a mozgását is, (szüléskor síkosítja a szülőcsatornát).

Méhlepény
Az 1. hónap végétől elkezdődik a méhlepény kialakulása, a 3. hónapra teljesen kialakul.
A külső magzatburok és a méhnyálkahártya egy részének közös képződménye. A magzat vére a köldökzsinóron keresztül halad a méhlepény felé. Hajszálerekre ágazik szét. Ezek visszaforduló érhurkot képeznek a méhlepényben. A méhlepény másik oldalán az anyai vérrel telt üregek találhatók. A magzat hajszálerei összeszedődnek, s a köldökzsinóron keresztül halad vissza a vér. Nem keveredik a magzati és anyai vér, de vékony rétegen keresztül anyagkicserélődés történik. Az anyából a magzatba oxigén és tápanyagok jutnak, visszafelé szén-dioxid és bomlástermékek. Sokféle káros anyag is átjuthat a méhlepényen, ezért fontos az anya egészséges életmódja.
A köldökzsinórban a magzat szíve áramoltatja a vért.

Az egyes csíralamezekből kialakuló szervek:
- külső csíralemezből: kültakaró, idegrendszer;
- középső csíralemezből: keringési rendszer, kiválasztás, szaporodás, mozgás szervei;
- belső csíralemezből: táplálkozás, légzés szervei.

A ***2. hónapban*** tovább növekszik az embrió.
A ***3. hónapban*** már megjelennek a végtagok is → ember formája lesz.
(A választékos szóhasználatban a terhesség első szakaszában embriónak nevezzük, majd a 12. terhességi héttől már magzatnak.)
A ***4. hónapban*** már megállapítható a magzat neme.
Az ***5. hónapban*** veszi észre az anya a magzat mozgásait.
A ***9. hónap*** végéig tart az magzati fejlődés. Ekkor a magzat 3 kg-os és 50 cm-es.

A terhesség a megtermékenyüléssel kezdődik, de leggyakrabban az *utolsó vérzés első napjától számítják*! Általában a 40. terhességi hét végén – a 280. napon – történik a szülés. (Valójában a fogantatástól eddig a napig kb. 14 nappal kevesebb, tehát 266 nap telt el, ez a magzat kora.)

Az embrió/magzat növekedésének üteme holdhónapokban (egy holdhónap 4 hét)

1. holdhónap végén 1 cm
2. holdhónap végén 4 cm
3. holdhónap végén 9 cm
4. holdhónap végén 16 cm
5. holdhónap végén 25 cm (Eddig négyzetesen növekedett.)
6. holdhónap végén 30 cm (Ettől kezdve négy hetente 5 centivel növekszik.)
7. holdhónap végén 35 cm
8. holdhónap végén 40 cm
9. holdhónap végén 45 cm
10. holdhónap végén 50 cm (40. hét, 280. nap)

A szülés

Általában a 40. terhességi héten következi be. Legtöbbször fejjel a szülőutak irányába helyezkedik el a magzat: a méhnyak és a hüvely felé van a fej.

1. Tágulási szakasz
   Ekkor megreped a magzatburok és elfolyik a magzatvíz. Szakaszosan jelentkeznek a méhösszehúzódások, fájások. Először hosszabb, később rövidebb szünetek vannak köztük. Fokozatosan egy vagy néhány órán át kitágul a méhnyak, méhszáj.
2. Kitolási szakasz
   Ekkor a méhösszehúzódások eredményeként világra jön a magzat. A méhösszehúzódásokat az oxitocin nevű hormon idézi elő. A megszületés után felsír az újszülött, megindul a tüdő működése. Majd két csipeszek elszorítják a köldökzsinórt és közöttük elvágják.
3. Lepényi szakasz
   A méhlepény is világra jön a méh összehúzódásainak eredményeként, kb. fél órával a baba születése után.

(Vetélés: a terhesség 24. hete előtti megszakadása. A koraszülöttek a 37. terhességi hét előtt születettek. 42. terhességi hét után túlhordásról van szó.)

Ikerterhességek

Kétpetéjű ikrek: Egyszerre két petesejt érik meg, s ezeket különböző spermiumok termékenyítik meg. Külön magzatburkok lesznek. Tulajdonképpen egy időben született testvérek.
Egypetéjű ikrek: Egy petesejt és egy hímivarsejt egyesül. Néhány sejtes állapotban kettéválik, két embrió fejlődése indul meg. Örökítőanyaguk megegyezik, biztos, hogy azonos neműek. A magzatburkok lehetnek közösek.

Klónozás

a.) Növénynél: egy vagy néhány sejtből új egyedet hoznak létre.
b.) Állatoknál: eltávolítják a petesejt magját, helyébe egy testi sejt magját ültetik, így megtermékenyítés nélkül indulhat fejlődésnek a petesejt. Az utód genetikailag teljesen azonos azzal az egyeddel, amely a diploid sejtmagot szolgáltatta.

A hormonrendszer

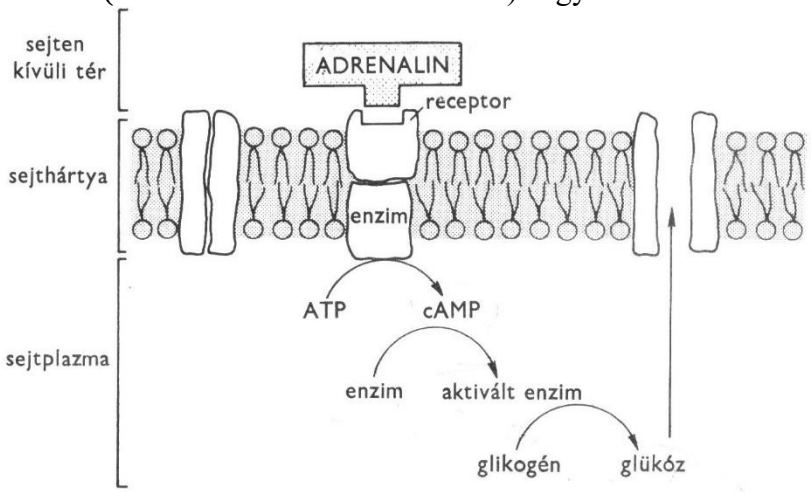
A ***hormon*** a szervezet meghatározott sejtjeiben, szerveiben termelődő anyag, amely s testnedvekkel eljut a test többi részébe is, és általában a keletkezési helyétől távol fejti ki hatását. Befolyásolja a szervezet anyagcseréjét, növekedést, szaporodást, egyedfejlődést.

Kémiailag hormonok lehetnek:
- aminosav származékok
- peptidek vagy fehérjék
- szteroidok

A hormonok hatása kétféle módon érvényesül:

a) A legtöbb hormon a célsejt külső felszínén lévő receptorfehérjéhez kapcsolódik. A kapcsolódás elindít egy változást. A sejtben a hormon hatását úgynevezett *másodlagos hírvivő* molekula továbbítja: cAMP (ciklikus adenozin monofoszfát) vagy Ca^{2+} ion.

A hormonhatás egyik példája: Az adrenalin hormon miatt glükóz jut a vérbe a májsejtekből.



b) A szteroid hormonok átjutnak a sejthártyán, sőt a sejtmaghártyán is átjutnak és közvetlenül befolyásolják a gének aktivitását.

Az idegrendszer befolyásolja a hormonrendszer működését, a hormonok pedig visszahatnak az idegrendszerre. Együttesen ezt *neuroendokrin* rendszernek nevezzük.
Az ember hormonrendszerének központja a *hipotalamusz* (az agy alsó részén) és a *hipofízis* (agyalapi mirigy).

Agyalapi mirigy (hipofízis)
Nyéllel kapcsolódik a hipotalamuszhoz, babszem nagyságú. (Az ékcsont töröknyereg nevű üregében található.) Két fő része van.
Elülső lebeny
Hám eredetű, jó vérellátású, valódi mirigy. A hormonjai a peptidek. A hipotalamusz kisméretű neuroszekréciós sejtjei által termelt szabályozófaktorok, a sejtek nyúlványain keresztül a hipofízis nyelén át az elülső lebeny hajszálérhálózatába jutnak. Általában egy hormon termelését serkentő- és gátló faktor pár befolyásolja.
((Neuroszekréciós sejt: hormon termelésére módosult idegsejt.))

Növekedési hormon (STH): Elősegíti a csont és izomfehérjék képződését, fokozza a zsírbontást energianyerés céljából. Növeli a vércukorszintet.
A növekedési hormon hiánya fiatalkorban törpenövést okoz, de szellemileg ép a beteg (hipofizer törpe).
Túltermelődése fiatalkorban óriásnövést eredményez (gigantizmus).

Felnőttkori túltermelődése akromegáliát okoz, a csúcsi részek növekednek meg: orr, áll, kézfej, lábfej, nyelv.

Pajzsmirigyserkentő hormon (TSH): Serkenti a pajzsmirigy tiroxin termelését.

Mellékvesekéreg-serkentő hormon: (ACTH)

Tüszőserkentő hormon (FSH):

Nőkben serkenti a petesejt és a tüsző érését. Elősegíti az ösztrogén termelődését is.
Férfiakban a spermiumtermelést serkenti.

Sárgatest serkentő hormon: (LH)

Nőkben kiváltja az ovulációt, serkenti a progeszteron termelődését.
Férfiakban segíti a tesztoszteron termelését.

Prolaktin (tejelválasztást serkentő hormon, LTH = laktotróp hormon):

Nőkben kiváltja a tejtermelést, fokozza az anyai gondoskodó viselkedést.
Férfiakban is van, de hatása nem ismert.

Hátsó lebeny

Idegszövet eredetű. A hipotalamusz nagyméretű neuroszekréciós sejtjei által termelt váladék a hipofízis nyelén át a sejtek nyúlványain a hátulsó lebenybe jut. Ott tárolódik, és szükség esetén a vérbe kerül. Tehát nem maga termeli a hátulsó lebeny a hormonjait, hanem a hipotalamusz. A hátulsó lebeny hormonjai peptidek.

ADH ((antidiuretikus hormon)) más néven ***vazopresszin***

Termelődését a vér nagy ozmotikus nyomása, illetve a lecsökkent vérmennyiség váltja ki. Átjárhatóvá teszi a víz számára a gyűjtőcsatorna falát, így sok víz szívódik itt vissza, kevés, sűrű vizelet keletkezik. Ha elegendő víz van a szervezetünkben, nem jut a vérbe ADH, ezért sok vizelet képződik.

Hiánya esetén 15-20 liter vizelet keletkezhet naponta → kiszáradás.

Oxitocin

A méh és emlő simaizomzata összehúzódik a hatására.

Fontos szüléskor (a szülés elősegítésére néha infúzióban adják).

Nem tejtermelést, hanem a tejmirigyek kiürülését segíti elő (a tejmirigy körüli simaizmok összehúzódását).

Termelődésének ingere a méhnyak és az emlő mechanikai ingerlése. Szoptatáskor is keletkezik, a méh összehúzódását, regenerálódását is segíti szülés után. Ez kedvező a szoptató nő számára.

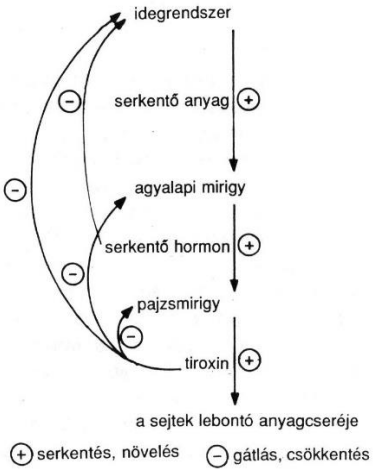
Pajzsmirigy

A pajzsporc, illetve a légcső előtt helyezkedik el. Apró, hámsejtekkel határolt hólyagok építik fel ((0,3 mm-esek)). A keletkező tiroxin hormon ezen üregek belsejében, fehérjéhez kötötten tárolódik. Majd szintén fehérjéhez kötötten szállítódik a vérben.

Tiroxin: aminosav származék. (1 tirozin aminosav + 4 jód)

A szervezetbe jutott jód nagy része gyorsan eljut a pajzsmirigybe (vizsgálatkor radioaktív jód útját követik).

Termelődését a TSH váltja ki. Ha sok a vérben a tiroxin, az gátolja a központ (hipotalamusz és hipofízis) ilyen irányú működését, kevesebb TSH termelődik, így a pajzsmirigy is kevesebb tiroxint állít elő. Ez ***negatív visszacsatolás*** (negative feedback).
Más hormonoknál is érvényesül negatív visszacsatolási mechanizmus. Ha valamilyen irányú eltérés van a normál értéktől, akkor ezzel ellentétes, negatív irányú változás indul meg, ezért nevezzük negatív visszacsatolásnak. Ha túlságosan kevés van valamely hormonból, akkor a mennyiségének növelésére indul meg a változás.



A tiroxin hatásai
- növeli a mitokondriumok külső membránjának átjárhatóságát →
- fokozódik a lebontó anyagcsere
- nő a szervezet oxigén felhasználása (fokozódik a légzés)
- gyorsul a vérkeringés
- nő a testhőmérséklet
- kipirultabb, élénkebb lesz az ember
- megnövekedik a vércukorszint
- nagy hidegben magasabb tiroxinszintet állít be a szabályozás

Felnőttkori tiroxin túltermelődés:
Szokásos táplálkozás mellett is csökken a testsúly. Élénk, ingerlékeny, kipirult lesz a beteg. Ez a Basedow-kór (kidülledt szem is jellemzi).

Felnőttkori tiroxin hiány:
Elhízik a beteg, sápadt lesz a bőre. (Lassú lesz a beteg, a nem vágy is csökken.) Ezt mixödémának nevezik. (Ödéma: a bőr alatti kötőszövetben sok a víz, s ha megnyomják nyomot hagy a bőrben.)

Gyermekkori tiroxin hiány:
Kreténizmus alakul ki. Kretén: szellemileg visszamaradott aránytalan törpe, mert a tiroxin is szükséges a szervek fiatalkori fejlődéséhez.
Tiroxinhiány akkor is kialakulhat, ha a táplálékban nincs elég jód. (Magyarország egyes területein az ivóvíz nem tartalmaz elég jódot.) Ezért forgalmaznak jódozott konyhasót.

Kalcitonin: A pajzsmirigy által termelt fehérjehormon
- A vér magas Ca^{2+} ion szintje váltja ki a termelődését.
- Csökkenti a Ca^{2+} ion koncentrációt a vérben, mert elősegíti a kalcium beépülését a csontokba, a csontképződéshez fontos.
  (A D-vitamin is fontos, mert elősegíti a vékonybélből a kalcium felszívódását)

Mellékpajzsmirigy
Négy, rizsszem nagyságú test a pajzsmirigy hátulsó felszínén.

Parathormon: A mellékpajzsmirigy által termel fehérjehormon.
- Termelődését a vér alacsony Ca^{2+} ion koncentrációja váltja ki.
- Növeli a vér Ca^{2+} ion szintjét. Úgy, hogy a csontokból szabadít fel kalciumot.
- Hiánya esetén izomgörcsök keletkeznek, ha ezek a légző izmokra is átterjednek, akkor meghal a beteg. ((Ez a betegség a tetánia.))

Hasnyálmirigy

A nagyobb része külső elválasztású mirigy: termeli a hasnyálat.

A *Langerhans-szigetek* hormontermelő sejtcsoportosulások, inzulint és glukagont képeznek.

Inzulin: 51 aminosavból álló polipeptid.

A vér magas glükóz koncentrációja váltja ki az inzulin termelődését. (Szénhidrátok fogyasztása után magas a vércukorszint, így növekszik az inzulin termelődése is.)

Hatásai

- Szükséges, hogy a sejtek fel tudják venni a glükózt a vérből. →
- Csökkenti a vércukorszintet (az egyetlen ilyen hatású hormon).
- Elősegíti glükóz oxidációját, lebontását.
- Elősegíti a feleslegben levő glükóz raktározását: A máj és izomsejtekben serkenti a glikogénszintézis enzimeit, gátolja a glikogénbontó enzimeket.
- A zsírsejtekben zsír keletkezik hatására a feleslegben levő szőlőcukorból: A glükóz kettéhasad 2 glicerinaldehid-foszfátra, majd ehhez kapcsolódik 3 zsírsav, így neutrális zsír molekula keletkezik.

Cukorbetegség (diabétesz)

I. típusú cukorbetegség

Nem termelődik elég inzulin, így tartósan magas a vércukorszint, a normális érték néhányszorosa is lehet. A vizeletben tartósan megjelenik a cukor. Szomjas a beteg, sok vizet iszik.

Inzulin hiányában a sejtek nem tudják felvenni a cukrot, éheznek a sejtek, zsírok lebontásával nyernek energiát, ekkor káros anyagcseretermékek keletkeznek. Akár el is ájulhat a beteg. Ez a diabétesz kóma. Ilyenkor a beteg lehelete acetonos. Inzulininjekciót kell neki adni.

Ha az inzulin beadása után nem táplálkozott megfelelően, nagyon csökken a vércukorszint, emiatt is rosszul lehet, ilyenkor nincs acetonos lehelete. Ekkor cukrot adnak neki.

A rendszeres inzulininjekciózás vagy adagoló használata megfelelő életminőséget biztosít a cukorbetegeknek, amihez rendszeres diétát kell társítani.

(Az inzulin szájon át nem hatásos, mert a gyomor megemészti.)

Tartósan kezeletlen cukorbetegség szövődményei:

- vakság alakulhat ki;
- végtagok erei elzáródhatnak, üszkösödés léphet fel, (le kell vágni);
- szívinfarktus;
- vesebetegség.

II. típusú cukorbetegség

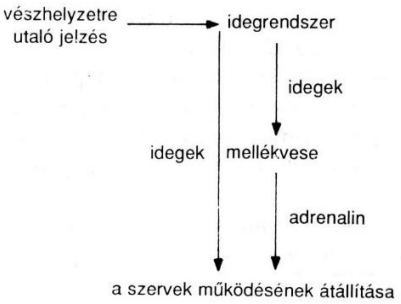
Általában elhízott felnőtteknél jelentkezik. Sokszor diéta hatására rendeződik a beteg állapota.

Glukagon: Polipeptid, a hasnyálmirigy szigetei termelik. Termelődését a vér alacsony glükóz koncentrációja váltja ki. Növeli a vércukorszintet, úgy, hogy a májban lévő glikogén glükózra bomlik, és a vérbe kerül.

Mellékvese

A vesecsúcsán levő belső elválasztású mirigy. Nincs közvetlen működési kapcsolatban a vesével.

A) Mellékvese velőállománya



Adrenalin: a mellékvese-velő legfőbb hormonja (aminosav származék), idegi hatásra termelődik. Vészhelyzetben termelődik. A vegetatív idegrendszer szimpatikus hatásával együtt szabadul fel az adrenalin.

A szimpatikus idegrendszer hatása és az adrenalin hatása nem választható el egymástól. (szimpatiko-adrenális rendszer)

Az adrenalin hatásai:

- mozgósítja a szervezetet támadásra vagy védekezésre
- fokozódik a lebontó anyagcsere
- gyorsul a szívműködés
- a tüdő hörgőcskéi tágulnak, tehát fokozódik a légzés
- nő az O_2 felhasználás
- emelkedik a vércukorszint (A hormonhatásnál levő ábra mutatja a folyamatot.)
- a működő vázizmokba több vér jut
- a pupilla tágul
- a bőr hajszálerei szűkülnek
- lassul a bélperisztaltika, azaz csökken az emésztőnedvek kiválasztása
- kevesebb vér jut a nemi szervekbe is

A tartós szimpatikus hatás (stressz) betegségeket okoz.

((***Noradrenalin***: a mellékvese-velő másik hormonja. Hatása hasonló az adrenalinéhoz, de szűkíti a vázizmok ereit.))

B) Mellékvese kéregállománya

Szteroid hormonok termelődnek itt.

Só- és vízháztartásra ható hormonok (mineralokortikoidok) ((kortikosz=kéreg))

Legfontosabb ilyen az ***aldoszteron*** hormon.

A vér lecsökkent Na^+ ion koncentrációja váltja ki a termelődésüket.

Hatásukra a vese elvezető csatornáinak távoli részében fokozódik a Na^+ ionok és a víz visszaszívása.

Hiányukban a vér besűrűsödik, vese- és szívelégtelenség következik be.

A kéreg legkülső rétegében termelődnek.

Szénhidrát anyagcserére ható hormonok (glükokortikoidok)

Termelődésüket az ACTH serkenti. A kéregállomány középső rétegében termelődnek.

Legfontosabb ilyen hormonok a ***kortizon*** és a ***kortizol***.

Hatásukra:

- fehérjékből és zsírokból is glükóz képződik (glükoneogenezis)
- emelkedik a vércukorszint
- fokozódik a szervezet szénhidrát raktározása (a májban és az izomsejtekben glükózból glikogén képződik)
- gátolja a szénhidrát-bontó enzimek aktivitását
- hatására felhalmozódnak a szénhidrát készletek a szervezetben
- + Gátolják az immunrendszer működését, így gyulladáscsökkentő és antiallergiás hatásúak, szervátültetéskor is alkalmaznak ilyen kezelést a kilökődés megelőzésére.

(Tartós stressz megnöveli a mellékvesekéreg méretét, így nő a glükokortikoidok termelődése, és azért alakulnak ki könnyebben betegségek, mert az immunrendszer működését visszafogják.)

Szexuálszteroidok

Termelődésüket az ACTH serkenti.

Férfias hatású hormonok, férfiakban és nőkben is termelődnek. A nőkben ezeknek a hatását ellensúlyozzák a petefészek hormonjai. (Klimax után a petefészek hormontermelése csökken, ezért idős hölgyeknek pl.: bajusza nő)

Hatásaik:

- szőrzetnövekedés
- csont és izomzat növekedés
- fokozzák a nemi vágyat

A mellékvesekéreg legbelső rétegében termelődnek.

Hasonló mesterséges vegyületek az anabolikus szteroidok, főleg a testépítők használják izomnövelésre. Ezek veszélyesek, mert felborítják a hormonháztartást.

Here

Fő feladata a hímivarsejtek termelése. Ez a herecsatornákban történik.

A csatornák közötti (Leydig-féle) sejtcsoportok ***tesztoszteron***t termelnek.

Ez szteroid, az LH váltja ki termelődését. (Gyermekkorban nem termelődik tesztoszteron.) Az LH, és így a tesztoszteron termelődése is a serdüléstől indul meg és *folyamatos*. Az öregedéssel lassan szűnik meg a termelődés.

Hatására:

- nő az izomzat mennyisége,
- erősebb csontozat alakul ki,
- fokozott a szőrzetnövekedés,
- a hang mélyül,
- nő az agresszivitás,
- nemi vágyat serkenti, a nemi aktivitásához szükséges a tesztoszteron.

(A magzati életben is termelődik a fiúknál tesztoszteron. Ennek hatására alakulnak ki a férfi nemi szervek. Ha a fiú magzat nem termel tesztoszteront, nem fejlődnek a hímivarszervek, külsőleg teljesen nőies lesz.)

Petefészek

Ösztrogén: szteroid női nemi hormon.

A tüsző hámsejtjei termelik, termelődését az FSH váltja ki.

Serdüléskor elősegíti a női nemi szervek fejlődését.

Segíti a nőies jellegek kialakulását és megőrzését.

Minden ciklus első felében (a menstruáció után) elősegíti a méhnyálkahártya regenerálódását.

Progeszteron: szteroid hormon. AZ LH hatására termeli a sárgatest.

Előkészíti a méhnyálkahártyát a megtermékenyített petesejt (a hólyagcsíra) befogadására a ciklus második felében. Ekkor kissé vastagítja a méh nyálkahártyáját.

0,5 °C-kal emeli a testhőmérsékletet.

Női nemi ciklus szabályozása:

A női nemi működések ciklusosak. Ez megnyilvánul az agyalapi mirigy és a petefészek ivari hormontermelésében, valamint a méhnyálkahártya változásaiban.

Az FSH és LH termelődése serdüléskor indul meg. A női nemi ciklusok ettől kezdve a klimaxig zajlanak. A ciklus elejétől FSH hatására petesejt-és tüszőérés zajlik. A tüsző sejtjei ösztrogént termelnek. Ennek hatására újra vastagszik (regenerálódik) a méhnyálkahártya a menstruációt követően.

A ciklus közepén sok LH szabadul fel az agyalapi mirigyből, ez kiváltja az ovulációt. A visszamaradó tüszőből sárgatest lesz, ami progeszteront termel. Ez kissé emeli a

testhőmérsékletet, és felkészíti a méhnyálkahártyát a hólyagcsíra befogadására, azaz még inkább megvastagítja a méhnyálkahártyát.
Ha nem volt megtermékenyülés, akkor a sárgatest elsorvad, gyorsan csökken a progeszteronszint. Ez kiváltja a menstruációt, ami már a következő ciklus kezdetét jelenti.
Ha túl sok az ösztrogén, akkor ez csökkenti az FSH termelődését. Ez negatív visszacsatolás. Ha sok a vérben a progeszteron, akkor az LH szintje csökken.

Kombinált hormontartalmú fogamzásgátló szerek az ösztrogénhez és a progeszteronhoz hasonló vegyületet tartalmaznak. Így gátlódik az FSH és LH termelődése, ezért nincs tüszőérés és ovuláció sem. Legelterjedtebb adagolás: 21 napig minden nap szedni kell, majd 7 nap kimarad. Ekkor jelentkezik egy kis megvonásos vérzés.

A terhesség alatti hormonális változások
A hólyagcsíra fala már korán megkezdi a hCG termelését (a 2. hónapban a legnagyobb a hCG szint). Ez az anyai vérkeringésbe bekerül, s emiatt nem sorvad el a sárgatest, sőt fokozódik a hormontermelése. A terhesség 3-4. hónapjáig sok progeszteront termel a sárgatest.
A 3. hónaptól a méhlepény sok ösztrogént és progeszteront termel. Ez tartja fenn a terhességet. Mivel a terhesség alatt sok progeszteron és ösztrogén van az anyai szervezetben, ezért az FSH és LH termelése gátolt. Így nincs újabb tüszőérés, ovuláció, nem következhet be újabb terhesség. (Hasonló állapotot hoznak létre a fogamzásgátlók.)
A terhesség vége fekl oxitocin termelődik, s ez váltja ki a méhösszehúzódásokat → később a szülést. A terhesség legvégén és utána is prolaktin is termelődik, ez indítja meg az anyatej képződését.

A vércukorszint hormonális szabályozása

Növeli a vér glükóz tartalmát:

- adrenalin
- tiroxin
- glukagon
- glükokortikoidok
- növekedési hormon

Csökkenti a vér glükóz tartalmát: egyedül az inzulin

Elősegítik a glikogén glükózzá bontását (a glükóz mobilizálását):

- adrenalin
- tiroxin
- glükagon

Elősegítik a glükóz oxidálódását:

- adrenalin
- inzulin
- tiroxin

Gyakorlatilag minden szerv képes hormont előállítani.

Például: A vese termeli a renin nevű hormont, ami a várnyomást növeli. A gyomor termeli a gasztrin nevű hormont, ez serkenti az emésztőnedvek termelését és a tápcsatorna mozgásait. A máj növekedési hormon hatására termeli a szomatomedineket, a növekedési hormon ezen keresztül fejti ki hatását a sejtekre.

Ugyanaz a hormon más szervben más hatást fejthet ki (***receptor-különbség***)
Erre jó példa az adrenalin: a pupillatágító simaizmok összehúzódását váltja ki, ugyanakkor a tüdő hörgőcskék simaizmai elernyednek adrenalin hatására. Az alfa típusú receptorok serkentő hatást váltanak ki, a béta típusú adrenalin-receptorok pedig gátlást váltanak ki

A hormonok csoportosítása kémiailag:

- Aminosav származékok: adrenalin ((noradrenalin))
  tiroxin ((trijód-tironin))
- Szteroidok: ivarmirigyek hormonjai
  mellékvesekéreg hormonjai
- Peptid vagy fehérje: az összes többi hormon

Az idegrendszer

Az idegszövet idegsejtekből (neuronok) és támasztó (glia) sejtekből áll.

Idegsejtek típusai alak szerint:

egynyúlványú (unipoláris) idegsejt (gerinctelenek)

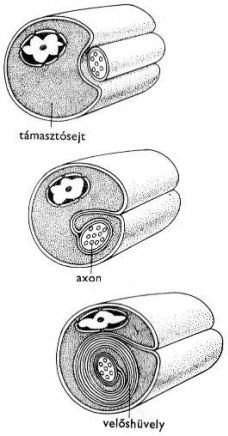
kétnyúlványú (érző) idegsejtek:

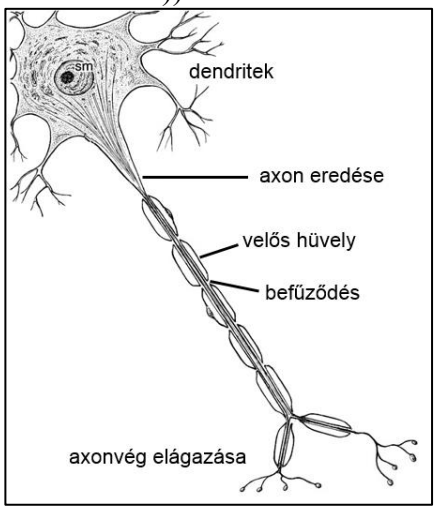
((bipoláris neuron))

((pszeudounipoláris neuron))

soknyúlványú idegsejt (multipoláris neuron)
a leggyakoribb
(mozgató- és interneuronok)

Idegrost: Velőshüvellyel körülvett axon.
Kialakulása: Az axon támasztó sejtbe süllyed, maga előtt tolva annak membránját, majd a támasztó sejt membránja meghosszabbodva az axon köré tekeredik. Lehet, hogy csak néhány rétegben, de kár 70-80 réteg is kialakul.
A hosszú axon mentén sok támasztósejt alakítja ki a velőshüvely részeket. A befűződéseknél nem borítja velőshüvely az axont, ezért csak itt érintkezik az axon membránja és a sejtközötti folyadék. ((kb. milliméterenként vannak befűződések)).





sejttest — A dendrit és a sejttest fogad más sejtektől ingerületet.
Az axon pedig továbbítja más neuronokhoz, izomhoz, mirigyhez.

idegrost — Az axon vége szétágazó, így sok sejthez szállít ingerületet.
Egy idegsejt dendritjein, sejttestjén sok neuron axonja végződhet.

Elemi idegjelenségek

Az idegsejt membránjának két oldalán kialakuló potenciálkülönbséget, azaz feszültséget úgy mérik, hogy az egyik elektródát a sejten kívül helyezik el, a másik elektróda végét a sejtbe juttatják.

Nyugalmi potenciál

A nyugalmi potenciált az eltérő ioneloszlás alakítja ki.

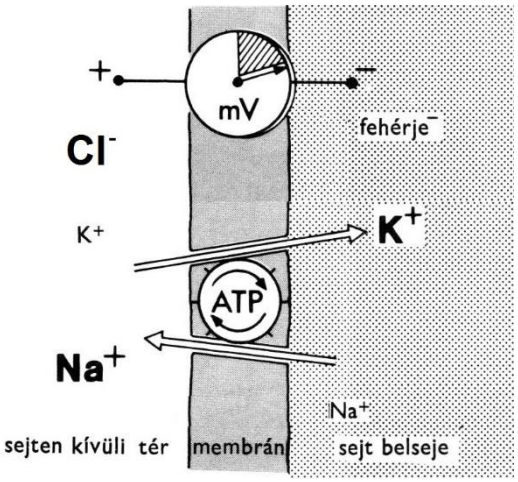
A sejten kívül nagy a Na^+ ion és a Cl^- ion koncentrációja.

A sejten belül pedig magas a K^+ ion aránya.

A sejtben lévő fehérjék általában negatív töltésűek. Ennek eredményeként a sejt belseje lesz negatívabb: -90mV. Főként a fehérje-anionok miatt negatívabb a sejt belseje. A fehérjék nem jutnak át a sejthártyán, a Na^+ és K^+ ionok korlátozottan.

Ezt az eltérő ioneloszlást a Na-K-pumpa hozza létre, és tartja fenn. Ez egy aktív transzport folyamat, ami ATP energiáját használja fel, Na^+ ionokat juttat ki és K^+ ionokat juttat be a sejtbe.

A nyugalmi potenciál minden élő sejtre jellemző.

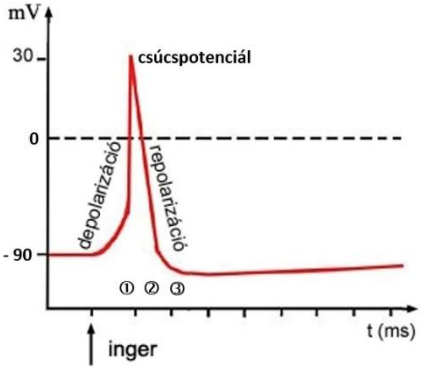


Akciós potenciál

Az idegsejtek axonján, szívizomsejt és izomrost membránján haladhat akciós potenciál. Ekkor ingerlés hatására gyorsan megváltoznak a töltés- és feszültségviszonyok. Ez továbbterjed a membránon, ez az alapja az ingerületvezetésnek.

A membrán egy pontján figyeljük a változásokat:

1. Inger hatására a membrán Na^+ ion áteresztő-képessége több százszorosára nő (megnyílnak a gyors Na- csatornák). Passzív transzporttal bejutnak a sejtbe a Na^+ ionok (bezúdulnak). Csökken a sejt belsejében a negatív töltéstöbblet, megszűnik a polarizáltság, *depolarizáció* következik be.
   Sőt, egy időre a sejt belseje válik pozitívabbá. Ez a csúcspotenciál (+20 - +30 mV).
2. Ezt követően megnő a membrán K^+ ion áteresztőképessége, kiáramlanak sejtből a K^+ ionok passzívan. Ismét a sejt belseje lesz negatívabb: -90 mV, vagy annál nagyobb feszültség-különbség jön létre. Ez a repolarizáció.

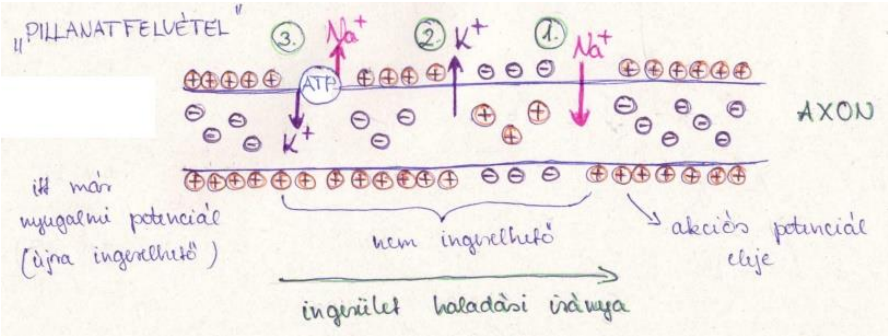


3. Először a membrán Na^+ ion, majd a K^+ ion áteresztőképessége visszaáll az eredeti értékre. A Na-K-pumpa bejuttat K^+ ionokat, kijuttat Na^+ ionokat, így helyreáll az eredeti töltéseloszlás, ismét nyugalmi potenciál figyelhető meg. Amíg vissza nem áll az eredeti, töltés eloszlás addig a membránnak ez a pontja nem ingerelhető újra.

A membrán egy pontján az akciós potenciál fent leírt folyamata egy vagy néhány ezred másodpercig alatt zajlik le.

Az ingerület vezetése

a) Csupasz axon (szívizomsejt illetve izomrost) membránján az akciós potenciál pontról pontra terjed. Folyamatosan halad a depolarizációs hullám a membránon. (Nem fordul vissza ez a hullám, mert a nemrég ingerelt membránrész még nem ingerelhető, amíg vissza nem áll a nyugalmi potenciál.)



b) Velőshüvellyel borított axonon az ingerület ugrálva terjed, csak a befűződéseknél mozognak az ionok. Így gyorsabb az ingerület vezetése. (Ez a sejttől kevesebb energiát igényel.) Tehát az idegrost sokkal gyorsabban vezet, mint a csupasz axon.

Minél vastagabb az axon, annál gyorsabb az ingerületvezetés, de a velőhüvely-borítás sokszorosára növeli az ingerületvezetés sebességét. (((2 m/s – 100 m/s)))

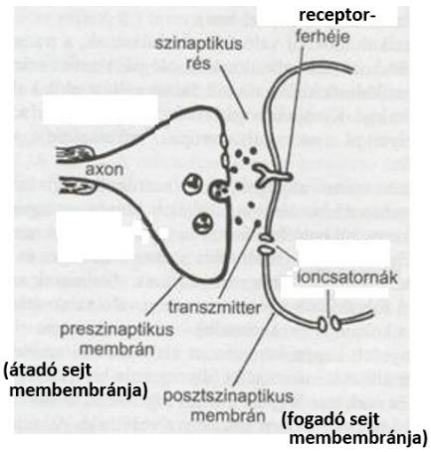
Az ingerület átadása

Szinapszis: Az a hely, ahol az egyik sejtről a másikra átkerül az ingerület. Legtöbbször egyik idegsejtről a másikra, vagy idegsejtről izomra kerül át az ingerület.

Az axonvégben, a szinaptikus hólyagokban ingerületátvivő anyag (neurotranszmitter) van. Ha az idegroston ide érkezik az ingerület akciós potenciál formájában, akkor szinaptikus hólyagokból exocitózissal ingerületátvivő anyag jut a szinaptikus résbe, és ott diffúzióval továbbítódik. (Az ingerület továbbítása itt egy kicsit késedelmet szenved, ezt nevezik szinaptikus késésnek.) A szinaptikus rés kb. 20-30 nm széles (egy sejthártya 10 nm vastag).

Az ingerületátvivő anyag a fogadó sejt membránjának receptorfehérjéjéhez kötődik specifikus módon, és ott elindít valamilyen változást.

Egyirányú az ingerületvezetés az axontól a másik sejt felé, mert csak az axonból szabadul fel ingerületátvivő anyag.



A szinaptikus résbe került ingerületátvivő anyagot specifikus enzim lebontja idővel, vagy visszaszívódik az axonvégbe. Ezután jöhet a következő ingerület. (Ha nem tűnne el a szinaptikus résből az ingerületátvivő anyag, akkor folyamatos lenne az ingerlés.)

Az ingerületátvivő anyag típusa, és az általa előidézett változások alapján megkülönböztetünk serkenő- és gátló szinapszist. Mindkét típusnál a megegyezik a folyamatok kiindulása: Az ingerületátvivő anyag az axon végből a szinaptikus résen keresztül a fogadó sejt membránjához jut, ott kötődik specifikus receptormolekulához és elindít valamilyen változást.

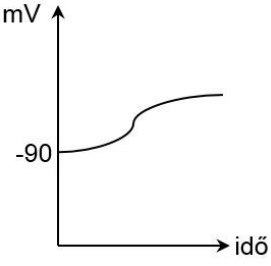
Serkentő szinapszis

Ingerületátvivő anyaga: acetil-kolin, (dopamin, szerotonin, noradrenalin).

Ezek hatására a fogadó sejt membránjának (lassú) Na^+ ion-csatornái megnyílnak, így kevés Na^+ ion jut sejt belsejébe.

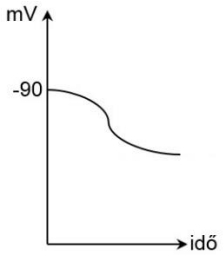
Ez <u>hipopolarizációt</u> eredményez, azaz a fogadó sejt sejthártyájának két oldalán csökken feszültségkülönbség (a polarizáltság csökken).

A feszültségkülönbség mértékét az abszolútérték mutatja, ezért beszélünk csökkenésről, holott a görbe emelkedik.



Gátló szinapszis

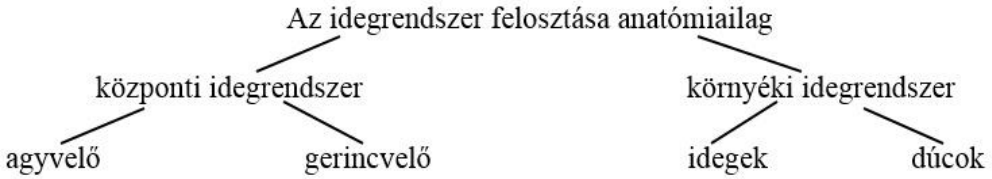
Ingerületátvivő anyaga: gamma-aminovajsav, (glicin).
Ezek hatására a gátló szinapszisban Cl^- ion csatornák nyílnak meg. A sejt belsejébe jut kloridion, így a sejt belseje még negatívabb lesz. Ezt nevezzük hiperpolarizációnak. Az abszolútérték nagyobb lett, nőtt a polarizáltság.

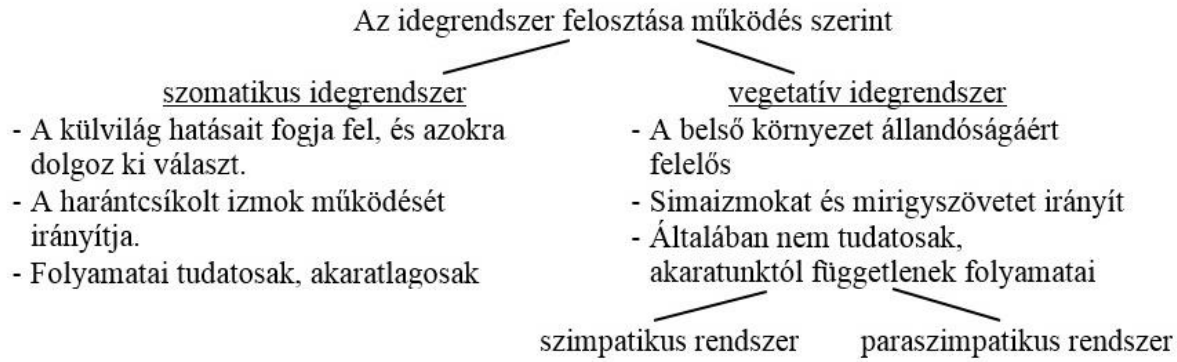


A helyi potenciál

A hiper- és a hipopolarizációt együtt helyi potenciálnak nevezzük.
A helyi potenciál a neuron dendritjén vagy sejttestjén minden irányba terjed, egyre gyengül, egyre csillapodik. Hiperpolarizációs illetve hipopolarizációs hatások egymást erősíthetik, gyengíthetik vagy kiolthatják. (A neuron sejttestjén általában nem alakul ki akciós potenciál.)
Az, hogy az idegsejt kisül-e vagy sem, attól függ, hogy az axon eredésénél a hipopolarizáció elér-e egy bizonyos küszöbértéket (-50 - -30 mV). Ha nem éri el ezt az értéket, akkor nem indul akciós potenciál az axonon. Ha eléri ezt az értéket, akkor elindul az akciós potenciál és végighalad az axonon a depolarizációs hullám, vagyis az ingerület. Az axon „a minden vagy semmi" elv alapján működik. Ha elindul ingerület az axonon, annak sebessége, erőssége csak az axon tulajdonságaitól függ.
Az axonon a vezetés módja digitális.
A sejttest membránján viszont nagyon sokféle feszültség-érték kialakulhat, attól függően, hogy éppen hány serkentő vagy gátló szinapszis működik. Itt az információtovábbítás analóg, az ingerléssel arányos a potenciálváltozás.
Amikor sok serkentő hatás éri a neuront, tartós hipopolarizáció alakul ki az axon eredésnél, sűrűn indulnak akciós potenciál hullámok.
Az inger erősségét az axonon nem az akciós potenciál erőssége vagy gyorsasága kódolja, hanem az akciós potenciálok szaporasága (frekvenciája), gyakorisága.
(Hogyha sok serkentő szinapszis működik éppen, de az axon eredésnél néhány gátló szinapszis is működésbe lép, akkor ezek kioltják a serkentő szinapszisok hatását.)

A tartós memória (emlékezet) valószínűleg a szinapszisok változásán alapszik. Ha megtanulunk valamit, akkor több szinapszis keletkezik, nagyobbak lesznek az axonvégek (végtalpak), vagy könnyebben átjárhatóak lesznek a szinapszisok.





	Idegsejtek sejttesteinek csoportosulása	Idegrostok csoportjai
Központi idegrendszerben	szürke állomány vagy kéreg alatti magvak	pálya (fehér állomány)
Környéki idegrendszerben	dúc	ideg

A gerincvelő

A csigolyák által alkotott gerinccsatornában helyezkedik el. A második ágyéki csigolyánál véget ér a gerincvelő, ez alatt már csak a lejjebb futó gerincvelői idegek találhatók a gerinccsatornában.
Három kötőszöveti burokréteg veszi körül.
A két belső között agy-gerincvelői folyadék van, amely:

- Védi a gerincvelőt nehogy hozzá nyomódjon a csontos részhez.
- Elszállítja az idegsejtek anyagcseretermékeit a vérerekhez.

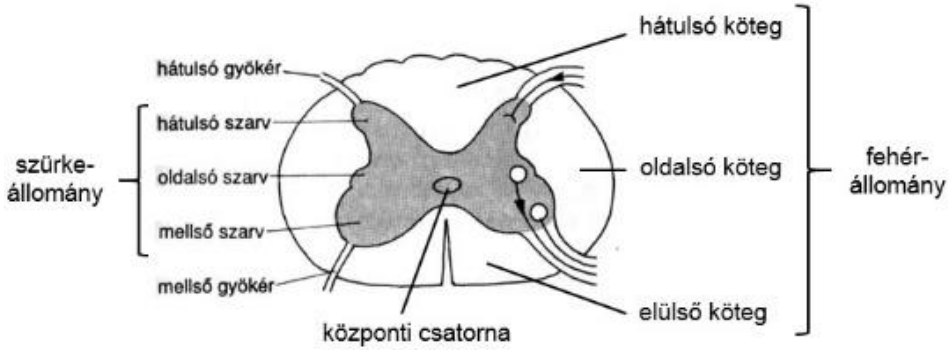
A gerincvelő szelvényezett, idegek kilépése jelzi az egyes szelvényeket. 31 pár gerincvelői idegünk van, amelyek kevert idegek.
A gerincvelő szakaszai:

- nyaki
- mellkasi
- ágyéki
- keresztcsonti ((Aszerint osztják így be, hogy hol lépnek ki az idegek.))

A gerincvelő keresztmetszete

A szürke állományban neuronok sejttestjei vannak, a fehér állományban idegrostok kötegei. A A központi csatornában pedig agy-gerincvelői folyadék áramlik.
A szürkeállomány hátulsó szarvában interneuronok vannak, az elülső (mellső) szarvban pedig szomatikus mozgató neuronok. Az oldalsó szarvban központi vegetatív neuronok találhatók.
Fehérállományt a ki- és belépő idegrostok osztják háromféle részre:
Az elülső (mellső) kötegben az agy felől érkező leszálló, azaz mozgatópályák haladnak.
A hátulsó kötegben az agy felé haladó felszálló, érző pályák haladnak.
A két oldalsó kötegben pedig fel és leszálló pályák is futnak.
Az érző neuronok sejtestjei a gerincvelő közelében, a csigolyaközi dúcokban csoportosulnak, a gerincvelői ideg hátulsó gyökerénél. A gerincvelői ideg elülső (mellső) gyökerében mozgató neuronok rostjai és a központi vegetatív neuronok rostjai hagyják el a gerincvelőt. Az elülső és

a hátulsó gyökér gerincvelői ideggé egyesül a gerincvelőn kívül. A gerincvelői idegek szelvényes lefutásúak a testben.



Az agyvelő

A nyakszirtcsont nyílása az öreglyuk, itt kapcsolódik egymáshoz az agyvelő és a gerincvelő. Az agyvelőt is 3 kötőszövetes réteg veszi körül. Két belső réteg között agyfolyadék van.

Rétegek nevei kívülről: -kemény agyhártya
-pókhálóhártya
-lágy agyhártya

Az agy-gerincvelői folyadék az agykamrákban keletkezik, hátul az agytörzs és a kisagy között kilép a folyadék és a két belső agyburok közé kerül, illetve a gerincvelő központi csatornájában is áramlik ez a folyadék.

Érettségi követelmény az agy részeinek felismerése az agy nyílirányú metszetén (középvonalú metszetén).

Az agyvelő kívülről is látható részei:

- agytörzs
- kisagy
- nagyagy

(kívülről nem látható agyrész a köztiagy)

Az ***agytörzs*** részei: nyúltvelő, híd, középagy.

Nyúltvelő ((nyúltagy))

A gerincvelő közvetlen folytatása.

Elől két hosszanti kiemelkedés húzódik, ezt nevezik a nyúltvelő piramisának, itt leszálló mozgatópálya halad, az úgynevezett piramispálya rostjai futnak itt. A nyúltvelő hátulsó részénél felszálló pályák haladnak.

A nyúltvelőben létfontosságú vegetatív központok találhatók:

- kilégző központ
- belégző központ
- vérnyomásnövelő központ (érszűkítő központ)
- vérnyomáscsökkentő központ (értágító központ)
- nyálkahártya-reflexek központjai: nyelés, köhögés, tüsszentés, hányás, szopás (babák)

Híd

A kisagy és a nagyagy, valamint a nyúltvelő és a nagyagy közötti rostok rajta keresztül haladnak. (Ezért kapta a híd nevet.)

Feladata a nyúltvelői központok működésének összehangolása: ki- és belégzés, a légzés és a nyálkahártya reflexek összehangolása.

Középagy

Testtartási, járás, futás reflexközpontjai találhatók itt. Valamint a szemmozgató idegek magjai vannak itt. Itt található az akkomodációs és a pupillareflex központja.

Agytörzsi hálózatos állomány

Ez kiterjed az agytörzs mindhárom részére, sőt még a köztiagyra is.
Az agytörzsben nem különül el élesen a fehér és a szürkeállomány. A fehérállomány rostjai között van az agytörzsi hálózatos állomány: ezt laza szerkezetű neuroncsoportok alkotják, amelyek egymással, valamint a fel- és leszálló pályákkal is kapcsolatban állnak.
A hálózatos állomány sejtjei idegsejt-hálózatotkat alkotnak.
Feladata ébrenlét fenntartása és az izomtónus fokozása.

Kísérlet: Állatoknak átvágták a hálózatos állomány és a nagyagy közti kapcsolatait. → Nem lehetett felébreszteni az állatokat, holott a felszálló érző pályák épek maradtak, az érzékszervektől eljutott az ingerület az agykéregbe.

Kóma (eszméletlenség): Az agytörzsi hálózatos állomány károsodása okozza. Legtöbbször anyagcserezavar miatt alakul ki (cukorbetegség, vese-rendellenesség). Általában tartósan fennáll.
(Ez nem azonos az ájulással. Az ájulás rövid ideig tart, és reflexek ekkor kiválthatók.)

Köztiagy

A köztiagynak két része van: a talamusz, és az alatta található hipotalamusz.

Talamusz

Két tojás alakú szürke mag. A felszálló érző pályák utolsó átkapcsolódási helye az agykéreg előtt. Itt az információk csoportosítása és előrendezése is történik.
Egyedül a szaglóideg nem kapcsolódik itt át, minden más érzőinformáció átkapcsolódik.
(Átkapcsolódás: a neuron axonjáról egy másik neuronra jut át az ingerület szinapszison át.)

Hipotalamusz

A legfőbb vegetatív központ, a hormonrendszer legfőbb szabályozója. (Tölcsérszerűen elkeskenyedik a hipofízis felé.)
Itt van az éhség és a jóllakottság központja.
Itt van a fűtőközpont (ami egyúttal a szimpatikus rendszer központja is).
A hűtő központ (paraszimpatikus rendszer központja is).
Ozmoregulációs központ = a vízforgalom szabályozásának központja (ADH segítségével gyakorol hatást).
((Érzelmi reakciók központjai is vannak itt (pl. fájdalom és düh.))

Kisagy

Az agykoponya hátulsó, alsó részében van.
Két féltekéje van, és erősen barázdált felszínű. Kívül van a kéreg, ez szürkeállomány.
Belül van a fehérállomány, ami vékony, faág szerű keresztmetszetben. ((Az élet fájának is nevezik.))
A kisagy a mozgáskoordinációért felelős, és az úgynevezett célvezérelt mozgások pontos végrehajtásáért, (pl. a labda kosárra dobásakor).
A kisagy pontosítja a már elkezdett mozgásokat, simává teszi azokat.
Segíti az egyensúly megőrzését.
A felszállópályáktól és a nagyagy mozgatóközpontjától is kap információkat, és a nagyagy mozgatóközpontjának működését befolyásolja.
Alkoholfogyasztás hatására először a kisagy funkciói károsodnak.

Nagyagy

Felszíne az agykéreg, ez szürkeállomány, 2-4 mm vastag. Felületét besüllyedő barázdák és kiemelkedő tekervények növelik. Az ember agya a legbarázdáltabb a főemlősök között, a nagy felület miatt sok idegsejt fér el itt.

A kéreg alatt van a fehérállomány. Idegrostok kötegei alkotják. (Sok kéreg alatti mag is van a fehérállományban.)

Egy hosszanti, központi mély hasadék 2 féltekére osztja a nagyagyat. A két féltekét a *kérgestest* köti össze.

Mindkét féltekén négy lebenyt különböztetünk meg:

- homloklebeny
- fali lebeny
- halántéklebeny
- nyakszirtlebeny

A nagyagy fehérállományának pályái:

1. Felszálló érző-, és leszálló mozgatópályák.
2. Egy féltekén belüli pályák: ezek teszik lehetővé a különböző információk társítását. Pl.: a citrom látványát és ízét tudjuk társítani – így alakul ki a feltételes reflex.
3. A két félteke szimmetrikus pontjait összekötő pályák: Ezek zöme a kérgestesten át halad.

A nagyagykéreg sejtoszlopai: Ezek a kéreg működési egységei, szövettani metszeten nem láthatók, mikroelektródás vizsgálatokkal különíthetők el. Egy sejtoszlophoz tartozik az adott pillanatban egyszerre működő 5-10 ezer idegsejt. Egy sejtoszlop körül a szomszédos sejtoszlopok gátoltak. A sejtoszlopok mintázata pillanatról-pillanatra változik, sőt határaik is változnak. A teljes agykérget átéri egy ilyen sejtoszlop, ((szélessége kb. 0,1 mm)). Ezek a sejtoszlopok idegsejthálózatok.

A sejtoszlopok legfontosabb sejtjei a piramissejtek: A dendrit a kéreg felszíne felé halad, arra merőleges. Az axon ellenkező irányba fut, a fehérállományba, és más sejtoszlopokkal létesít kapcsolatot.

Egy sejtoszlop néhány száz másiktól kap információt, és néhányszáz másiknak küld ingerületet. Ez az alapja az agykéreg bonyolult feldolgozó-képességének.

Az agykéreg felépítése szerint réteges (látható a 6 réteg a szövettani metszeteken), működése szerint oszlopos az agykéreg. Az agykéreg minden részén találhatóak apró szemcsesejtek (ezek interneuronok) valamint piramissejtek is, amelyek főként a mozgatókéregben találhatók. Az agy minden részén megvan a kéreg 6 rétege, de ezek eltérő vastagságúak az egyes területeken.

A környéki idegrendszer

Gerincvelői idegek

- Ezek a kevert idegek: érző, mozgató és vegetatív rostokat tartalmaznak.
- 31 pár van.
- Hátulsó érzőgyökérrel erednek. A hátulsó gyökérben van a csigolyaközi dúc, amiben érzőneuronok sejtestjei vannak.
- Az elülső gyökéren mozgatóneuronok és központi vegetatív neuronok rostjai hagyják el a gerincvelőt.
- A két gyökér gerincvelői ideggé egyesül, majd szétágaznak a test különböző részeibe. A gerincvelői idegek szelvényes lefutásúak.

Agyidegek12 pár agyidegünk van. Az agy alsó részéről erednek.
Csak érzőrostokat tartalmaznak:

I. Szaglóideg
II. Látóideg
} az agy „kihelyezett részei”
VIII. Egyensúlyozó- és hallóideg

Sok agyideg kevert ideg. Ezek érző, mozgató és vegetatív rostokat is tartalmaznak. A legjelentősebb kevert agyideg a X., a bolygóideg: a test belső szerveihez fut.
Több olyan agyideg van, amely csak mozgatórostokat tartalmaz:
A szemeket mozgató agyidegek csak mozgatórostokat tartalmaznak (III., IV., VI. agyideg).
Szintén csak mozgató rostokat tartalmaz a XII. agyideg.

A vegetatív idegrendszer

A szervezet belső állandóságának megőrzéséért felelős. Simaizmokat és mirigyeket irányít döntően. A létfenntartó működésekért felelős a vegetatív idegrendszer:

- légzés
- keringés
- kiválasztás
- emésztés

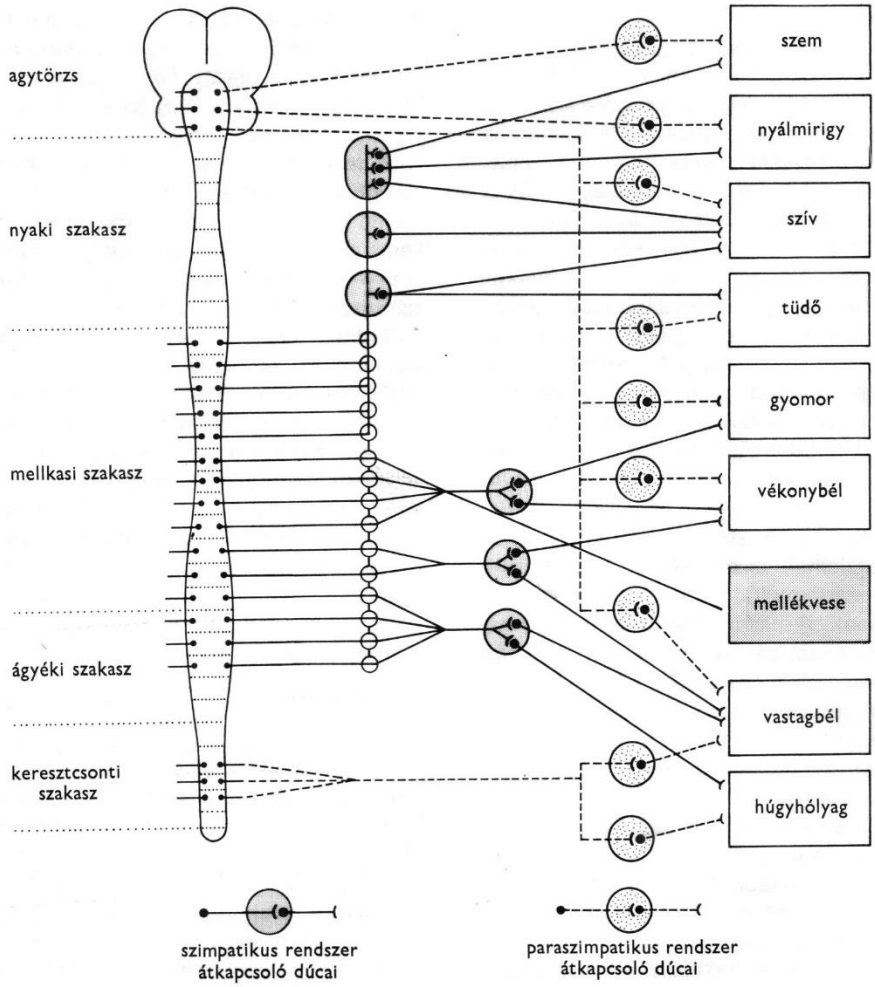
A szomatikus idegrendszer rostjaihoz hasonlóan jutnak be a központi idegrendszerbe az érzőrostok, például a gerincvelőbe hátulsó gyökéren keresztül.
A központi idegrendszert elhagyó rostjai azonban nem jutnak el közvetlenül a beidegzett szervhez, hanem a környéki idegrendszer vegetatív dúcaiban átkapcsolódnak.
(A szomatikus rendszer rostjai a központból közvetlenül a harántcsíkolt izmokig futnak.)
A vegetatív idegrendszer szimpatikus és paraszimpatikus rendszerre osztható.

Szimpatikus idegrendszer

A központi idegrendszerből induló rostjai a gerincvelő mellkasi és ágyéki szakaszából erednek. Ezek a gerincvelő két oldalán lévő dúclláncban, vagy a hasüreg vegetatív dúcaiban kapcsolódnak át.
Ingerületátvivő anyaga a célszervek felé a noradrenalin (hasonlít az adrenalinhoz).
A szimpatikus rendszer feladata a szervezet mozgósítása támadás vagy védekezés érdekében. (A szimpatikus hatást nevezik Cannon-féle vészreakcióknak is.)
A szimpatikus idegrendszer hatása és a mellékvesevelő adrenalin hormonjának hatása együtt jelentkezik, egymástól elválaszthatatlanok. ((Szimpatiko-adrenális rendszert alkotnak.))
Egyetlen szerv, ami előtt a szimpatikus idegrendszer kifutó rostjai nem kapcsolódnak át, a mellékvesevelő. Ide csak szimpatikus rostok futnak.

Paraszimpatikus idegrendszer

Központi idegrendszerből induló rostjai a gerincvelő keresztcsonti szakaszából és az agytörzsből erednek (pl. a bolygóideg).
Átkapcsolódásuk a szervek közelében, vagy a szervek falában lévő vegetatív dúcokban történik.
Ingerületátvivő anyaga a célsejtek felé az acetil-kolin.
Feladata a tartalékolás, az energiakészletek feltöltése.

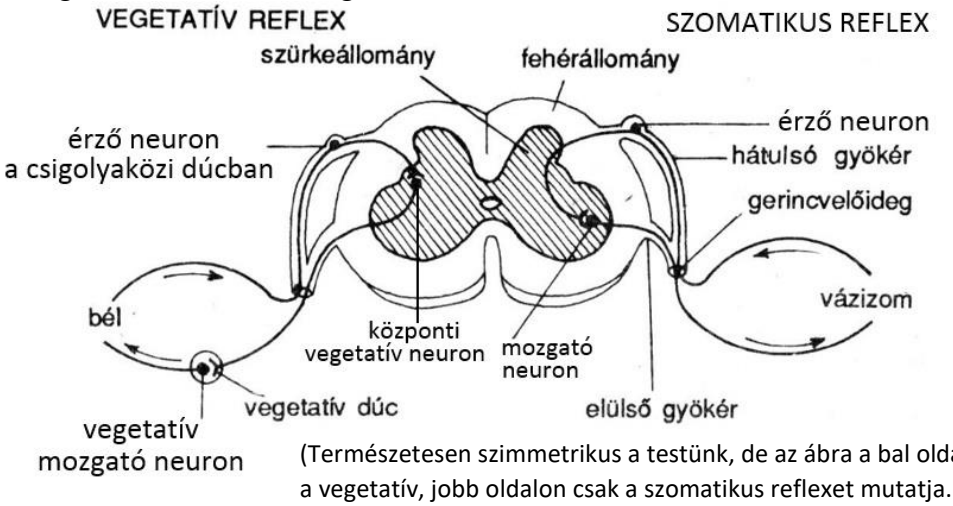


	Szimpatikus hatás	Paraszimpatikus hatás
Fő feladata	mozgósítja a szervezetet	tartalékolás, energia készletek feltöltése
Hatása az anyagcserére	fokozza a lebontó anyagcserét (biológiai oxidációt)	felépítő anyagcserét serkenti
Oxigénfogyasztást	növeli	csökkenti
Tüdő hörgőcskéi	tágulnak	szűkülnek
Szívműködés	gyorsul	lassul
Szénhidrát anyagcsere	glikogénből glükóz képződik	glükózból glikogén képződik
Vércukorszint	növekszik	csökken
Vázizmok hajszálerei	tágulnak	szűkülnek
Hőtermelés	nő	csökken
Bőr hajszálerei	szűkülnek	tágulnak
Bélperisztaltika	lassul	gyorsul
Emésztő nedvek elválasztása	csökken	fokozódik
Pupilla	tágul	szűkül
Nemi szervek vérellátása	csökken	növekszik

A belső szervekhez paraszimpatikus és szimpatikus rostok egyaránt futnak (kettős beidegzésűek). Mindkét rendszer hatást gyakorol a létfenntartó szervekre. Étkezés után, pihenéskor paraszimpatikus túlsúly érvényesül, veszély esetén pedig szimpatikus túlsúly érvényesül. (A mellékvese-velőhöz csak szimpatikus rostok futnak.)
Ha a bolygóideget (paraszimpatikus rendszer része) ingereljük, a szívműködés lassulni fog. Állatkísérletben átvágták a bolygóideget, gyorsult a szívműködés.

A vegetatív idegrendszer hierarchikus felépítésű

a) ***Gerincvelő***: egyszerű vegetatív reflexek központjai találhatók itt.
Például: nagy felületen lehűl a bőr → szűkülnek a bőr hajszálerei (szimpatikus reflex).
Nemi szervek mechanikai ingerlése → vérbőség keletkezik. Ez paraszimpatikus hatás.
(A magasabb idegrendszeri központok is befolyásolják).
A vegetatív és szomatikus gerincvelői reflexek összehasonlítása:



(Természetesen szimmetrikus a testünk, de az ábra a bal oldalon csak a vegetatív, jobb oldalon csak a szomatikus reflexet mutatja.)

b) ***Agytörzs***
Nyúltvelő: be- és kilégző, vérnyomás növelő- és csökkentő központ, nyálkahártyareflexek központja.
Híd: összehangolja a nyúltvelői központok működését.
Középagy: pupilla reflex, akkomodációs reflex központja.

c) ***Hipotalamusz:***
- fűtőközpont (szimpatikus hatás központja)
- hűtőközpont (paraszimpatikus hatás központja)
- éhség, jóllakottság központ (Ingerlésével a megfelelő viselkedés kiváltható.)
- ozmoregulációs közont
- az agyalapi mirigy működését irányítja a hipotalamusz

d) ***Limbikus rendszer***: a vegetatív idegrendszer hipotalamusz feletti irányító központja.

Hőszabályozás

A hipotalamusz hűtő- és fűtő központjának sejtjei érzékelik a test belső hőmérsékletét, de a bőr hőreceptoraitól is kapnak információt.
Ha túlságosan magas a testhőmérsékletünk, a hűtőközpont kerül ingerületbe, ez csökkenti a lebontó anyagcserét. Kitágulnak a bőr hajszálerei, sugárzással több hőt adunk le. Fokozódik a verejtékezés is. (A hűtőközpont a paraszimpatikus hatás központja is.)
Ha alacsony a testhőmérséklet, akkor a fűtőközpont kerül ingerületbe. Fokozódik a test hőtermelése, gyorsul a lebontó anyagcsere, a bőr hajszálerei szűkülnek, hogy csökkenjen a hővesztés. (A fűtőközpont a szimpatikus hatás központja is.)

Kiválasztás Az ozmoregulációs központ sejtjei érzékelik a vérplazma ozmotikus nyomását. Ha ez magas, vagyis kevés a szervezetünkben a víz, akkor fokozódik az ADH vérbe jutása. A vesékben gyűjtőcsövek falán keresztül víz szívódik vissza (kevés, tömény vizelet keletkezik).
Ha kevés a vérben a Na^+ ion, a mellékvesekéregben aldoszteron termelődik, ez fokozza az elvezető csatornákból a Na^+ ion visszaszívását.
A vizelet képzése hormonális szabályozás alatt áll.

Keringés
Az aorta és a nyaki verőér elágazásánál lévő receptorok érzékelik a vér nyomását. Az aortában vannak az oxigénhiányra érzékeny kemoreceptorok, amelyek ingerülete eljut a nyúltvelő vérnyomást növelő központjába.
Ha nagyon alacsony a vérnyomás, akkor a nyúltvelő vérnyomásnövelő központja kerül ingerületbe. Összehúzódnak az erek simaizmai, szűkülnek az erek, és gyorsul a szívműködés.
Ha túlságosan magas a vérnyomás, akkor a nyúltvelő vérnyomáscsökkentő központja kerül ingerületbe, ez gátolja a vérnyomásnövelő központot. Az erek simaizmai elernyednek és lassul a szívverés, csökken a vérnyomás, visszaáll a normál értékre.
A kívánatos vérnyomás és keringési sebesség a terheléstől függően változik. Nagyobb oxigénigény esetén ezek fokozódnak.

Légzés
Az aortában lévő kemoreceptorok érzékelik a vér oxigén koncentrációját. A nyúltvelő légzőközpontjainak sejtjei pedig közvetlenül érzékelik a vér szén-dioxid koncentrációját.
A magas szén-dioxid szint, illetve az oxigén alacsony koncentrációja vált ki belégzést.
Hogyha levegővel telt a tüdő, léghólyagocskák falában lévő mechanikai receptorok feszülést érzékelnek, ez kiváltja a kilégzést.
A belégző- és a kilégző központ a nyúltvelőben található. A híd hangolja össze ezek működését.
A légzőmozgásokat akaratlagosan is tudjuk befolyásolni.

Táplálkozás
Az éhségérzetet az alacsony vércukorszint váltja ki, valamint, ha a mechanikai receptorok azt érzékelik, hogy a gyomor üres.
A táplálék szájba kerülése váltja ki a nyálelválasztást (feltétlen reflex). Feltételes reflex is kiválthat nyálelválasztást. A gyomornedvtermelést a táplálék gyomorba kerülése okozza. A gyomor gasztrin nevű szövethormont termel, ami serkenti a gyomorműködést, valamint az epe és a hasnyál bélbe kerülését is.
A táplálkozás szabályozása:
- A hipotalmuszban található az éhség- és a jóllakottság központja. (Ezek működését befolyásolja az agykéreg is: például a táplálék látványa, illata fokozza az étvágyat.)
- Az emésztőnedvek termelését, a salakanyagok ürítését paraszimpatikus hatás serkenti. Ez a hatás a bolygóideggel (X. számú agyideg) jut el az emésztőszervekhez.
  A székletürítést akaratlagosan tudjuk befolyásolni.
- Az emésztőnedvek termelését, salakanyagok ürítését szimpatikus hatás gátolja.

Az idegrendszer mozgatóműködése

Rángás: egy idegimpulzusra létrejövő összehúzódás.
Tartós izomösszehúzódás: gyors, sorozatos ingerlés hatására alakul ki. Ez a vázizmaink működésének a lapja. Ekkor jobban megrövidül az izom, mint rángásnál.
(A szívizomban nem alakulhat ki tartós izomösszehúzódás.)
Izomtónus: a vázizmok enyhe feszítettségi állapota. Segíti a testhelyzet megőrzését a gravitáció ellenében. Valamennyi izommozgás alapvető háttere az izomtónus, azaz izomtónus állapotából gyorsan indítható erős izom-összehúzódás.

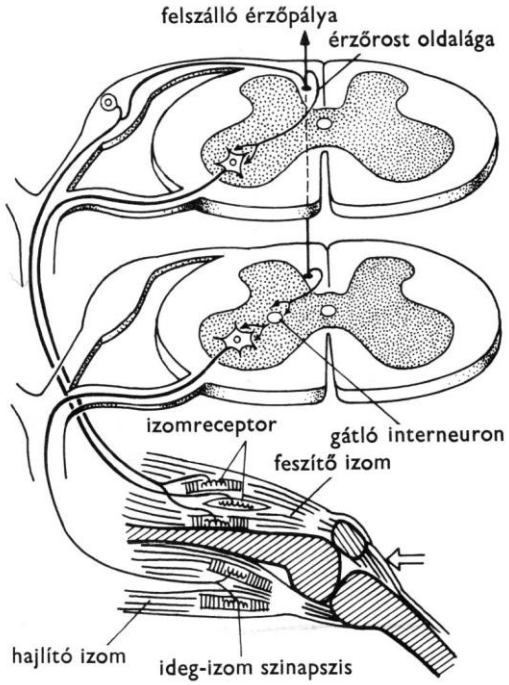
Szomatikus gerincvelői reflexek

Izomeredetű reflex
Az izomeredetű reflexek feladata a testhelyzet megőrzése a gravitációval szemben. (Az orvosok az idegrendszer épségét vizsgálják segítségével.)
- térdreflex
- (Achilles-ín reflex)

Bőreredetű reflex (keresztezett hajlító-feszítő reflex)
A végtagot érő fájdalom, vagy erős nyomás váltja ki.
A fájdalmat elszenvedő végtag hajlítása, és az ellenkező oldali végtag feszítése következik be.
A hajlítás eltávolítja a végtagot a fájdalom forrásától (pl. gyorsan felemeljük a lábunkat, ha legó kockára léptünk), a másik végtag feszítése pedig segít megőrizni a testhelyzetünket.

((Ezeket feltétlen a reflexnek nevezzük, de akaratlagosan meggátolhatók. Például nem dobjuk le a fazekat, bármilyen forró is a füle.))

Térdreflex
Enyhe ütést mérünk a térdkalács alatti ínra, így megnyúlik a hozzá kapcsolódó combfeszítő izom. Az ebben lévő izomorsó érzékeli a megnyúlást, és érző neuronon keresztül ingerület jut a gerincvelőbe. Az érzőneuron rostja több irányba elágazik.
Az egyik ilyen elágazás a gerincvelő hátulsó kötegén keresztül az agy felé juttat ingerületet.
A másik elágazás belép a gerincvelő szürkeállományába, és serkentő szinapszison keresztül kapcsolódik az elülső szarvban lévő mozgató neuronhoz. Ennek a rostja jut vissza a combfeszítő izomba, és azt összehúzódásra készteti.
Egy újabb elágazás a gerincvelő alsóbb szelvényében a szürkeállomány interneuronján keresztül gátló szinapszissal kapcsolódik az elülső szarvban lévő mozgató neuronhoz, melynek rostja a combhajlító izomba jut. Ez megakadályozza a hajlítóizom összehúzódását.
Ezek eredményeként előrelendül a láb.



Átkapcsolódás: egyik neuronról egy másikra jut az ingerület szinapszison keresztül.
Átkereszteződés: az érző vagy mozgatópálya rostjai átlépik a test középvonalát, a test másik oldalán haladnak tovább.
Mind a mozgatópályák, mind az érzőpályák ***átkereszteződnek***. Ezért a bal testfélből a jobb agyféltekébe futnak az információk és ez a félteke testünk bal oldalának működését irányítja. És viszont: a bal félteke a jobb testféltől kap információkat és oda küld mozgatóparancsokat. (Ez az elv megfigyelhető a látóideg kereszteződésnél is.)

Az agy mozgatórendszerei
Ezek a pályák a homloklebeny hátulsó részén levő mozgatóközpont piramissejtjeiből indulnak.
Piramisrendszer (Piramispálya)
A mozgatókéregből indulnak a rostjai, és a nyúltvelő piramisán haladnak át (innen a neve).

A rostok többsége a nyúltvelőben átkereszteződik, majd a gerincvelő szürkeállományának elülső szarvában lévő mozgató neuronokhoz futnak ezek a rostok, és szinapszisban adják át az ingerületet.
(A rostok egy része már az agytörzsben átkereszteződik és átkapcsolódik más neuronokra. Ezek rostok agyidegekkel hagyják el a központi idegrendszert.
Néhány rost nem kereszteződik át a nyúltvelőben, hanem a gerincvelőben közvetlenül a mozgatóneuron előtt kereszteződik át.)
A piramisrendszer pályája mentén egy szinapszis található (monoszinaptikus rendszer). Feladata az akaratlagos finom mozgások végrehajtása, amelyek még nem automatizáltak. Összehangolja az ellentétes működésű izmokat. Fokozza az izomtónust.
Ez a fiatalabb rendszer, később alakult ki az evolúció során.

Extrapiramidális rendszer

Ez is a nagyagykéreg mozgatóközpontjából indul ki, szintén piramissejtekkel kezdődik.
Rostjai többszörösen átkapcsolódnak:
- nagyagyban
- kisagyban
- köztiagyban
- agytörzsi hálózatos állományban

és még át is kereszteződnek.

Ezek a rostok a nyúltvelő piramisát kikerülve haladnak lefelé a gerincvelő elülső szarvának mozgató neuronjaihoz.

Funkciója:
- a betanult, automatikus mozgások irányítása
- az érzelmeket kifejező mozgásokért felelős
- a nagytömegű izmokat megmozgató mozgásokért felelős
- csökkenti az izomtónust

Ez az ősibb rendszer, ez alakult ki hamarabb az evolúció során.

A két rendszer együtt hozza létre a különböző mozgásokat. A mozgás jellegétől függ, hogy melyik a túlsúlya érvényesül. A piramisrendszer nélkül nem tudnánk megtanulni az újszerű mozgásokat (pl. járás, tánc), az extrapiramidális rendszer nélkül pedig nem válnának önkéntelenné, automatikussá a mozgásaink.

Nagyagykéreg mozgatóközpontja

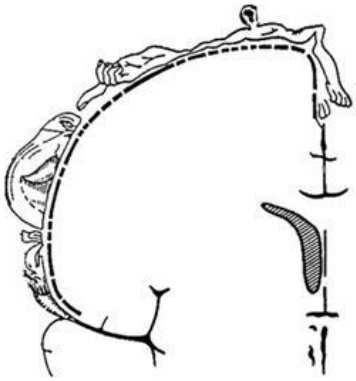
A homloklebeny hátulsó részénél található, a fali lebeny közelében. Itt az egyes izmok képviselete pontszerű (adott kéregrész ingerlése egy meghatározott izom összehúzódását eredményezi). Az arc vagy a kéz sok apró izmot tartalmaz, ezért a mozgatóközpont nagyobb területe irányítja ezeket, mint például a hát izmait.

Az idegrendszer érző működése

A testérzékelés a bőrből, izomból érkező információk feldolgozását jelenti.
A bőrből, izmokból érkező ingerületek döntően gerincvelői idegen keresztül jutnak a központi idegrendszerbe.
a) A bejutó információ gerincvelői reflexek kialakításában vesz részt.
b) A bőr felszíni rétegeiből érkező mechanikai- és hőreceptorokból eredő ingerület a gerincvelő hátulsó szarvához fut, átkapcsolódik, majd átkereszteződik, és az ellenkező oldali a fehérállomány oldalsó kötegében felszállópályán halad az agy felé. Eljut a talamuszig ez az ingerület.
c) A bőr mélyebb rétegeiből és az izmokból érkező információ a gerincvelő fehérállományának hátulsó kötegében halad az agy felé, ez a nyúltvelőben átkapcsolódik, majd átkereszteződik, és így jut el a talamuszhoz.

A ***talamusz*** az érzőpályák utolsó átkapcsolódási helye az agykéreg előtt.
A talamuszban az ingerületek csoportosítása, előrendezés is történik. A szaglás kivételével minden érzőinformáció átkapcsolódik a talamuszban.

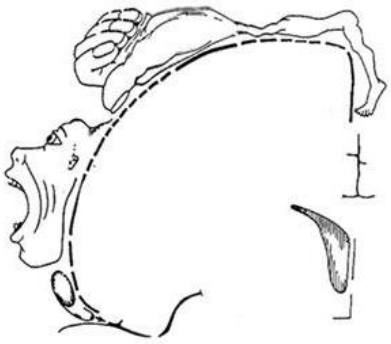
Érzőközpont (elsődleges szomatikus érzőmező)
A fali lebeny elülső részénél található.
Itt az érzőinformációk pontszerűen vetülnek, nagyobb a képviselete az érzőközpontban annak a testterületnek, ahol több receptor található.



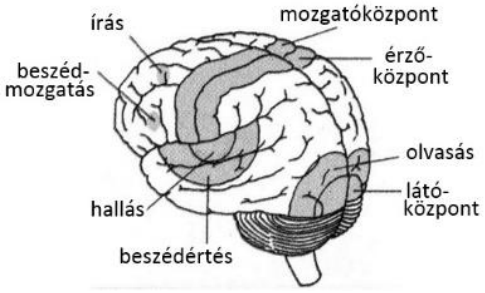
Az érző- és a mozgatóközpont egyik felének homlokkal párhuzamos metszete. A rajzok mutatják, hogy melyik testrésszel tart kapcsolatot az adott agyi terület.

← érzőközpont

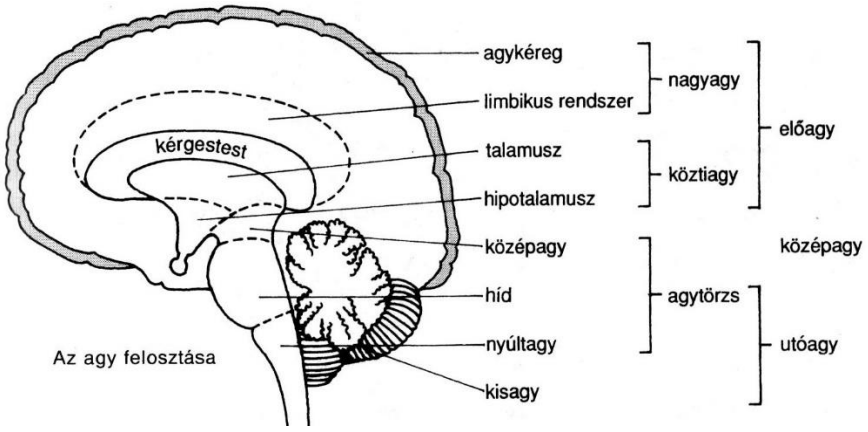
mozgatóközpont→



Az *elsődleges érzőközpontok*ban, érzőmezőkben (pl. halló, látó) az érzetek alapvonásai alakulnak ki (pl. érzékeljük a hang magasságát, erősségét, gyorsaságát, de nem tudjuk itt felfogni a tartalmát).
A *másodlagos érzőmezők*ben (pl. olvasás központja, beszédértés központja) az eltárolt emlékek segítségével már felismerjük a beérkező információt (értjük a beszédet vagy el tudjuk olvasni a szöveget).



Másodlagos mozgatóközpontok: a beszédmozgató központ és az írás központja. Itt összetettebb mozgások információi tárolódnak.
A homloklebeny hátulsó részénél van az *elsődleges mozgatóközpont*. Innen már konkrét, meghatározott izmokhoz indul az ingerület. Innen ered a piramidális és az extrapiramidális pálya.



Az agy felosztása

Limbikus rendszer

A Limbikus rendszer egy működési egység. A nagyagykéreg köztiagyból való kiindulási helyét gyűrűszerűen körülvevő agykérgi terület.

a) Külső köre: a vegetatív idegrendszer hipotalamusz fölötti irányítója, hatással van a hipotalamusz működésére is és a hormonrendszerre is. Különböző érzelmi reakciók központjai is itt találhatók (pl. fájdalom, düh, öröm, félelem). Az egyes területek ingerlése a megfelelő érzelmi reakciót váltja ki.
b) Belső köre: elősegíti az emléknyomok rögzülését. (De nem itt rögzülnek az emlékek.)

Az emlékek többsége az agykéregben rögzül.

- Rövid távú memória: valószínűleg egymással kapcsolatban álló idegsejtek körében cirkulál az ingerület.
- Hosszú távú memória: valószínűleg a szinapszisok módosulásával rögzítődik az információ.

A magasabb rendű idegi működések, például a gondolkodás, az agykéreghez köthetők.

Agyi aszimmetria

A főemlősök agyának felépítése és működése még szimmetrikus. Az embernél különbség van a két félteke között.

A bal féltekében található:
- beszédértés
- beszédmozgatás központja
- írás
- elvont gondolkodás helye

A tudat a bal féltekéhez köthető.
A bal félteke a jobb testfelet irányítja.

Jobb agyfélteke:
- térbeli tájékozódás
- muzikalitás
- művészeti képességek
- érzelmi viszonyok feldolgozásának helye

Bal testfél irányítását végzi.

Idegrendszer általános jellemzői:

Specifitás: egyes funkciók meghatározott agyi területekhez köthetők.

Redundancia: a feltétlenül szükségesnél több kapcsolat van az egyes agyi részek között, több információt tárol az agyunk. (Ez teszi lehetővé, hogy agyvérzés után valamelyest helyreállítódjanak az károsodott funkciók.)

Plaszticitás: Egy komolyabb sérülés után a funkciók egy részét át tudja venni valamelyik másik agyi terület. Fiataloknál, és akik többet tanulnak, nagyobb mértékű a plaszticitás.

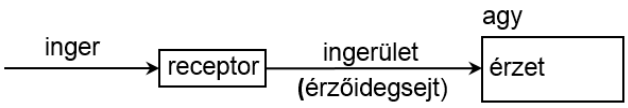
EEG (elektorenkefalográfia): A koponya felszínéről elektromos jeleket vezetnek el. Az agyi aktivitást, rendellenességeket vizsgálják ezzel a módszerrel.

Az érzékelés

Inger: az a <u>környezeti hatás</u>, amely válaszreakciót vált ki a szervezetből.

Fajtái: mechanikai (tapintás, nyomás, hangrezgések)
kémiai (szagok, ízek)
fény
hő
elektromos (ehhez nincs speciális receptorunk)

Ingerület: inger hatására a szervezet érintett sejtjeiben bekövetkező anyagcsere változás.
Idegsejtek és izomsejtek membránján haladó feszültségváltozással terjed főként az ingerület.
Receptor(sejt): az ingert ingerületté alakítja.
Érzékszerv = receptor + segédberendezés (pl. a szem egyik segédberendezése a lencse)
Érzet az érzékelés tudatos eredménye, amely az agykéregben alakul ki.



Ingerküszöb: az a legkisebb erősségű inger, amely ingerületet vált ki.
Adekvát inger: az az inger, amelyre a legérzékenyebb az adott receptor, amelyre a legkisebb az ingerküszöbe. Például a szem adekvát ingere a fény, mert nagyon kis energiájú fény ingerületet vált ki a szemben. A mechanikai inger nem adekvát ingere a szemnek, csak a fotonnál jóval nagyobb energiájú ütést érzékel a szemünk („csillagokat látunk" a szemet ért ütés hatására).
Külső és belső hatások megváltoztatják az ingerküszöböt:
Tartós ingerlés növeli az ingerküszöböt. Például erős fényben emelkedik szemünk ingerküszöbe, ezért félhomályos helységbe lépve kezdetben semmit sem látunk.
Az ingerküszöb változhat attól függően is, hogy mennyire vagyunk fáradtak, milyen a hangulatunk és érdeklődésünk. Például, ha valaki éhes, akkor érzékenyebb az ételek illatára, csökken az ingerküszöb.

A szem

A szemüregben helyezkedik el. A szemhéjak védik a szemgolyó elülső felszínét. Ide jut a könny, és pislogással keni szét a szemhéj a szaruhártyán. A könny véd a kiszáradástól, baktériumölő anyagot is tartalmaz. A szemhéj belső felszínét és a szemgolyó elülső fehér részét kötőhártya borítja.
Szemhéjzáró reflex: Hogyha valami hirtelen közelít a szemünkhöz, vagy hozzáér, akkor gyorsan lecsukjuk a szemhéjat. Ez a szem védelmét szolgálja. (Hirtelen erős fény hatására is bekövetkezik.) Ez feltétlen reflex, nem tanult viselkedés.

A szemgolyó falának rétegei
Legkülső réteg
Ínhártya: fehér, a szemgolyó nagy részét borítja, ez védi a szemet. Hozzá tapadnak a szemmozgató izmok. (3 pár szemmozgató izom kapcsolódik egy szemhez.)
Szaruhártya: elől található, átlátszó (az ínhártya folytatása). Itt törik meg a fény először.
Középső réteg
Érhártya: a szem táplálását szolgálja. Verőerek, hajszálerek, gyűjtőerek találhatók itt. Az érhártya legbelső részén pigmenthám van, ez a sötét rész választja el az ideghártyától, elnyeli a fényt, ez biztosítja, hogy jól lássunk.
Az érhártya folytatásában a középső rétegben elől található a sugártest és a szivárványhártya.
Sugártest: gyűrű alakban elrendeződő simaizmok alkotják, lencsefüggesztő rostokkal kapcsolódik hozzá a szemlencse.
Szivárványhártya (írisz): a szem fényrekesze. Nyílása a pupilla (szembogár).
Pupillareflex: a szivárványhártyában tágító és szűkítő simaizmok vannak, erős fény hatására csökken a pupilla mérete, félhomályban nő. Ez védi a szemet az erős fénytől.
Az íriszben pigment látható. A kék szem kevesebb pigmentet tartalmaz, a fekete vagy barna többet.
Szemcsarnok: a szaruhártya és a szemlencse között van. Az írisz előtt az elülső-, mögötte a hátulsó szemcsarnok van. A sugártestből sejtjei termeli a csarnokvizet, ez tölti ki a szemcsarnokot.

Ideghártya (retina): ez a szemgolyó falnak legbelső rétege.
Itt vannak a fotoreceptorok, amelyekkel a fényt érzékeljük. Az ideghártyán van a sárga folt, ami az éleslátás a helye. Itt vékonyabb az ideghártya. Vakfolt: itt nincsenek receptorok, itt lépnek ki a látóideg rostjai.

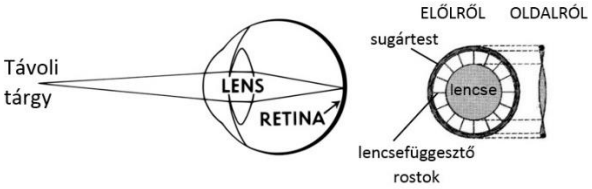
A szem belsejét a kocsonyás ***üvegtest*** tölti ki.

A fény útja:

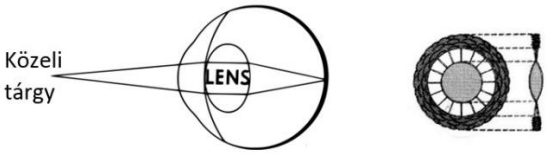
⇒ a szaruhártya elülső felszínén lép be a fény, ez az első fénytörő felszín.
⇒ az elülső szemcsarnokba jut
⇒ áthalad a pupillán
⇒ a szemlencse elülső és a hátulsó felszínén is megtörik a fény
Változtatható a szemlencse domborúsága, és így változik a fénytörő képessége is.
⇒ üvegtest
⇒ ideghártya
A retinán *fordított állású, kicsinyített, valódi kép* keletkezik.

Akkomodáció
A szem alkalmazkodása a nézett tárgy távolságához.

Távoli tárgy nézésekor ((10 m vagy annál messzebb))
A sugártest izmai elernyednek, ezért nagyobb az átmérője, a hozzá kapcsolódó lencsefüggesztő rostok megfeszülnek, és a szemlencse laposabb lesz. Így kisebb a lencse fénytörése. A távolról érkező kevésbé széttartó fénysugarak a retinán egyesülnek.



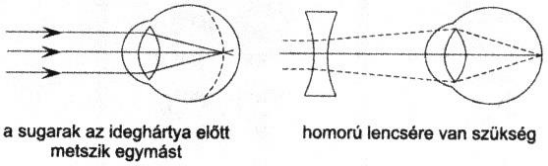
Közeli tárgy nézésekor
A sugártest izmai összehúzódnak, kisebb lesz az átmérője, a lencsefüggesztő rostok lazák lesznek, és a szemlencse saját rugalmasságánál fogva domborúbbá válik, így nagyobb lesz a fénytörése. A nagyobb fénytörés miatt a közeli tárgyról érkező széttartóbb sugarak a retinán egyesülnek. (A látótér közepéről érkező fény most is a sárgafoltba érkezik.)



Szemüveggel korrigálható fénytörési hibák

Rövidlátás (közellátás)
A közeli tárgyakat jól látja, a távoliakat nem látja élesen.
Oka: a szemtengely túlságosan hosszú, vagy a szemlencse illetve a szaruhártya az egészségesnél domborúbb, jobban töri a fényt, ezért az ideghártya előtt egyesülnek a sugarak. Korrigálása homorú lencsével történik. (Ez szórólencse, a dioptriáját negatív szám jelöli: „mínuszos”.)

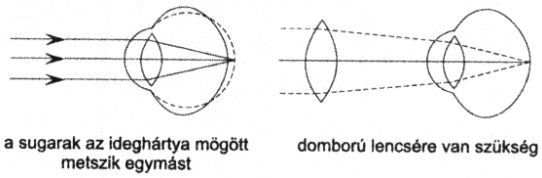
Rövidlátó szem távoli tárgy nézésekor



Távollátás
Távolra élesen lát, de a közeli tárgyakat nem látja élesen.
Oka: túlságosan rövid a szemtengely, vagy kicsi a szem fénytörő képessége. Ilyenkor a közeli tárgyról érkező széttartó sugarak az ideghártya mögött egyesülnének.

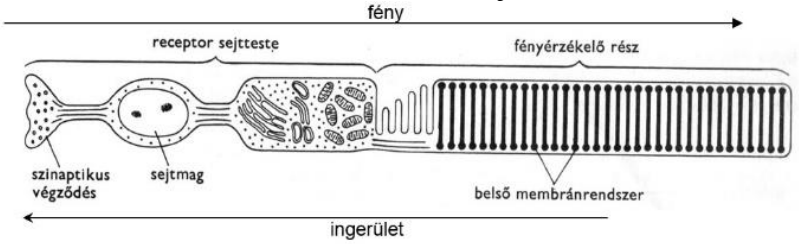
Korrigálása domború lencsével történek, ez növeli a fénytörést, így már a közeli tárgyról érkező sugarak is az ideghártyán fognak egyesülni. (Ez gyűjtőlencse, a dioptriáját pozitív szám jelöli: „pluszos”.)
Idős korban csökken a szemlencse víztartalma, kevésbé rugalmas, nem domborodik eléggé, ezért alakul ki az *időskori távollátás*.

Távollátó szem közeli tárgy nézésekor



Az ideghártya receptorai

A receptorsejteknek két része van.
Fényérzékelő rész: A fény irányára merőleges korongokként helyezkednek el a membránok. Ezekben találhatók a fényérzékeny összetett fehérjemolekulák. A foton megváltoztatja a fényérzékeny molekula szerkezetét, ez a változás láncreakciószerűen továbbterjed, így ingerület alakul ki.
Sejttest: vezeti az ingerületet.
(A sejtmag is itt található.)
A pálcikák fényérzékeny anyaga: rodopszin ⇆ opszin + A-vitamin (látóbíbor)
A csapok fényérzékeny anyaga a jodopszin (A-vitamin és színenként eltérő fehérje).

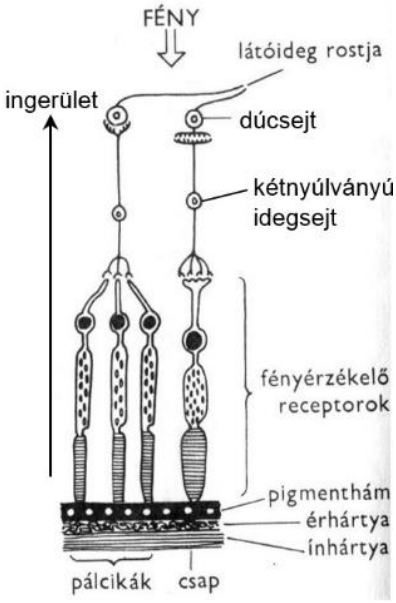


A receptorsejtek két típusa

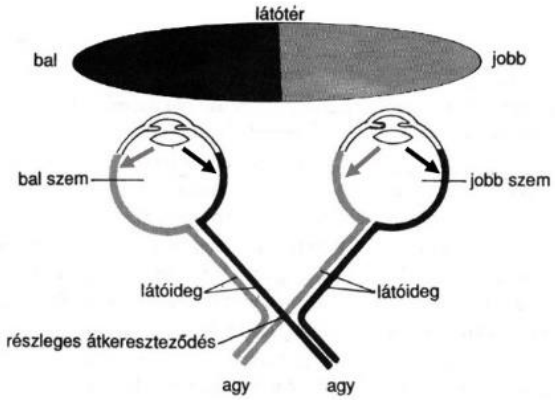
Csap: Szélesebb, kúpos a fényfelvevő része. Legalább 4-6 foton vált ki ingerületet. A csapokkal érzékeljük a színeket: van zöld, kék és piros fényre érzékeny csap, és ezek ingerületéből alakul ki az összes szín.
Pálcika: Keskenyebb, akár egy foton ingerületet vált ki, nem látunk színeket a pálcikákkal.
A sárgafoltban csak csapok vannak, attól távolodva egyre kevesebb a csap. A sárgafolton kívül sok a pálcika. (Egy szemben 130 millió receptor van, a szemidegben 1 millió rost halad.)

A retina szerkezete

A receptorsejtről bipoláris (kétnyúlványú) neuronra kerül az ingerület. Majd innen dúcsejtre adódik át az ingerület. A dúcsejtek nyúlványai szemidegként hagyják el a szemet.
A receptorsejtek a pigmenthám közelében helyezkednek el, mielőtt ideér a fény, áthalad a retina idegsejtjein is. Ezért mondhatjuk azt, hogy a gerincesek szeme inverz hólyagszem. (inverz = fordított)



A látóideg kereszteződés részleges, a retina orrhoz közeli részéről érkező látóideg-rostok átkereszteződnek, a retina halánték felőli oldaláról érkező rostok nem kereszteződnek át. Ezért a látótér bal oldaláról érkező információk a jobb agyféltekébe kerülnek, és fordítva. Lehetősége van az agynak összehasonlítani a két szemből érkező képet, így jöhet létre a térlátás, ez teszi lehetővé a távolság megállapítását is. (Közeli tárgynál a két szem által továbbított kép jelentősen, távoli tárgynál alig vagy egyáltalán nem tér el egymástól.)



Szürkehályog

A szemlencse fokozatosan többé-kevésbé átlátszatlanná válik (a szemlencsét fehérje és víz alkotja). Főleg idős korban alakul ki. Hosszabb idő után az adott szemmel már csak fényeket lát a beteg. Ekkor műtéttel eltávolítják a szemlencsét, és a helyébe állandó görbületű műanyag lencsét tesznek. Az UV fény növeli a szürkehályog veszélyét.

Zöldhályog (glaukóma)

Megnő a csarnokvíz nyomása, mert annak elfolyása akadályozott. A szaruhártya rétegei elcsúsznak egymáson, ezért a fényforrás körül színes köröket lát a beteg. Fejfájás, szemfájás is jelentkezhet. A nagy nyomás miatt az ideghártya is károsodik, idővel megvakulhat a beteg.

A fül

A fül részei:

Külső fül

A fülkagyló és a külső hallójárat alkotja. A dobhártyához irányítja a hangrezgéseket.

Középfül

A dobhártyával kezdődik. Itt vannak a hallócsontocskák: kalapács, üllő, kengyel. A kalapács a dobhártyához kapcsolódik, a kengyel talpa pedig a belső fül ovális ablakához.

A hallócsontocskák továbbítják a rezgéseket a dobhártyától az ovális ablakig (ez egy hártya). A hallócsontocskák felerősítik a rezgéseket, mert a dobhártya felülete nagyobb, mint az ovális ablak felülete.

A hallócsontocskákhoz izmok kapcsolódnak, amelyek nagyon erős rezgésnél kiemelik a hallócsontocskákat, így tompítják a belső fület érő hatást, védik a belső fület.

A középfül üregét dobüregnek is nevezik, ezt levegő tölti ki.

A fülkürt összeköti a középfület a garattal. Ezen keresztül kiegyenlítődik a nyomás a dobhártya két oldala között. (Nyeléskor, ásításkor nyílik a fülkürt). Felfelé haladva csökken a külső nyomás, lefelé haladva növekszik. Hogyha a középfülben nem változik a levegő nyomása, akkor a dobhártya két oldalán levő levegő nyomáskülönbsége nehezíti a dobhártya mozgását, és kellemetlen érzést is okoz.

Belső fül

A halántékcsontban van (annak úgynevezett sziklacsont nevű részében).

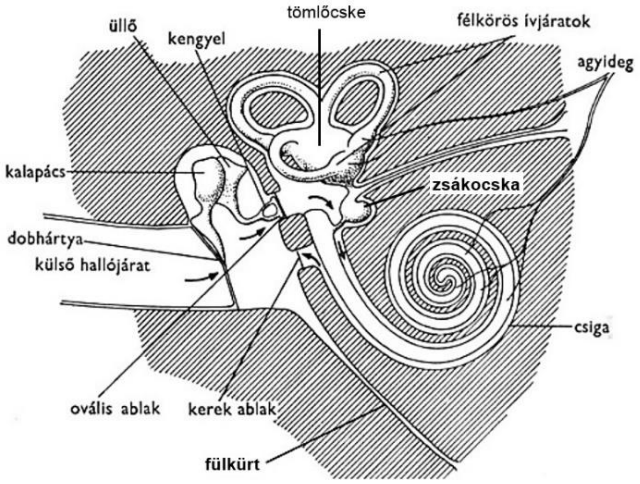
Részei:

- csiga
- zsákocska
- tömlőcske
- három félkörös ívjárat

Ezekben mechanikai receptorok vannak.

(A belső fület labirintusnak is szokták nevezni.)

A belső fület folyadék tölti ki.

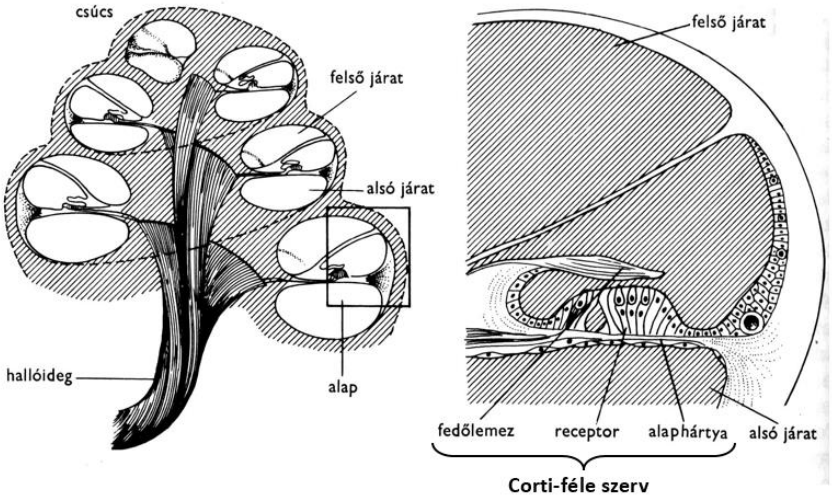


A ***hallószerv*** a csigában van, ez egy feltekeredett cső.

Az ovális ablaktól a rezgések a csiga felső járatában haladnak a csiga csúcsa felé, ott egy nyíláson át átkerülnek az alsó járatba. Ez a középfül felé a kerek ablakban végződik. A kerek ablak egy hártya, aminek nyomáskiegyenlítő szerepe van a középfül felé, illetve megakadályozza rezgések visszaverődését.

A különböző magasságú hangok a csiga más-más részein okozzák az alaphártya maximális kilengését: a csiga alapjánál érzékeljük a magas hangokat, a csiga csúcsánál (az ovális ablaktól távoli részen) érzékeljük a mély hangokat.

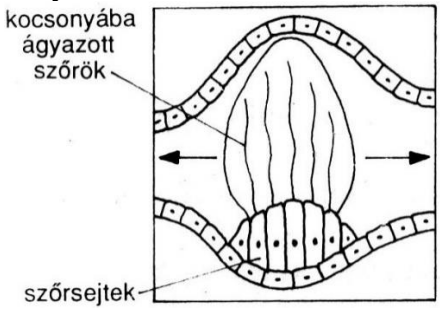
Az alaphártya nagy kilengésénél a receptorsejtek (szőrsejtek) szőrnyúlványai a fedőlemezhez nyomódnak, ezért ingerület keletkezik, és ezt az ingerületet a hallóideg (VIII. agyideg) rostjai vezetik az agyba.



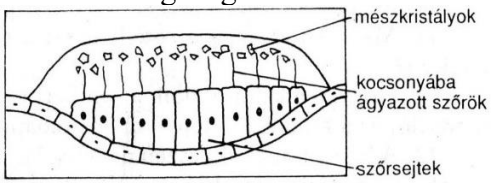
16 Hz – 20 000 Hz magasságú hangokat érzékel egy egészséges (fiatal) ember.
(mély) (↑magas hang)

Helyzetérzékelés (Ingerületei a fali lebenybe jutnak.)

1. <u>A fej gyorsuló vagy lassuló mozgásának érzékelése</u> a három félkörös ívjáratban történik. Ezek 90°-os szöget zárnak be egymással, mintha egy koordináta-rendszer 3 síkjában lennének. Az ívjáratok folyadéka közlekedik a tömlőcske folyadékával.
   Mindegyik ívjárat egyik vége kiszélesedő (ampulla), szőrsejtek vannak benne, és ezek nyúlványait kocsonyás réteg veszi körül. Ha a fej elmozdul hirtelen, akkor a folyadék is elmozdul a receptorokhoz képest, ez az áramló folyadék félrenyomja a kocsonyás kúpot, a szőrsejtek nyúlványai is elmozdulnak, és bennük ingerület keletkezik. (A folyadék a tehetetlensége miatt egy ideig a helyén marad, így a fej mozgásával ellentétes irányba mozdítja el a kocsonyás kúpot.)



2. A fej statikus helyzetének érzékelése a tömlőcske és a zsákocska segítségével történik.
   Mindkét szervben van receptormező: kocsonyás burok veszi körül a szőrsejteket, de mészkristályok is vannak a kocsonyás részben. Itt érzékeljük a gravitáció irányát, mert a fej helyzetétől függően nyomó-, vagy húzóerők keletkeznek, ami ingerületet kelt a receptorsejtekben (szőrsejtekben).



   A tömlőcskében és a zsákocskában levő mezők egymáshoz képest 90°-os szöget zárnak be.
   A tömlőcske a félkörös ívjáratokhoz, a zsákocska a csigához van közel.

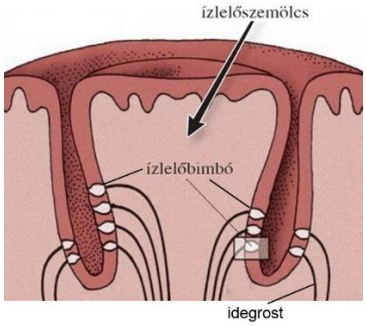
Tapintás, látás valamint az izmok, inak receptorai is kiegészítik a helyzetérzékelést.

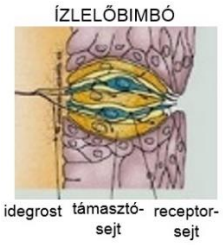
Szaglás

Az orrüreg felső részében van az ún. szaglómező, itt csoportosulnak a receptorsejtek.
A levegőből a molekulák a szaglómező nyálkarétegébe kerülnek, ott oldódnak, és így jutnak el a receptorsejtekhez. Néhány ezer féle szagot tudunk érzékelni.
A szagokhoz könnyen hozzászokunk.

Ízek érzékelése

Főként a nyelvünkkel érzékeljük az ízeket. A nyelv felszínén ízlelő szemölcsök vannak. A hengeres ízlelő szemölcsök körülárkoltak, a szemölcsök oldalán vannak az ízlelőbimbók. Ezek tartalmazzák a receptorokat (és támasztósejteket). Az ízanyagok a nyálban oldódnak.





Az édes ízt a nyelven elől, oldalt elől a sós ízt, oldalt hátul a savanyú ízt, a nyelv hátulsó részénél a keserű ízt érzékeljük. (Ezért érdemes a bevonat nélküli keserű gyógyszert nyelv csúcsára tenni, majd sok folyadékkal bevenni, mert ha a nyelv tövénél marad, akkor a keserű ízt érzékeljük, ez hányingert válthat ki.) Az ingerület a nyelvtől a fali lebenyben levő érző központba jut.

Izomorsó

A harántcsíkolt izomrostot spirálisan veszi körül az izomorsó, és az izom megnyújtása kelt benne ingerületet.

Ínorsó

Az ín körül helyezkedik el spirálisan. Ingerületet kelt, ha az izom megfeszül vagy megnyújtódik.
A helyzetérzékelést kiegészítik az ínorsó, izomorsó információi is.

Bőr

Kötőszövetes tokkal ellátott receptorok vannak az irhában: hideg-, meleg-, tapintás- (a felszínhez közelebb) és nyomásérzékelő receptorok (mélyebben).
Ezen kívül a fájdalmat érzékelő szabad (csupasz) idegvégződések vannak az irhában és a hámban is. (Fájdalom minden, ami károsítja a szöveteket.)