

Živočíšne tkanivá

Telá väčšiny živočíchov sú tvorené z veľkého množstva buniek, ktoré sa diferencujú do súborov, v ktorých majú bunky rovnaký tvar a funkciu. Tieto skupiny buniek nazývame tkanivá. Vzájomnú výmenu látok medzi bunkami sprostredkúva tkanivový mok, nachádzajúci sa v medzibunkových priestoroch.

Epitelové tkanivo

Jeho typickým znakom je vrstevnaté uloženie buniek. Bunky sú k sebe tesne priložené, a preto je málo medzibunkovej hmoty. Toto tkanivo nemá vlastné cievné zásobenie a jeho bunky sú vyživované hlbšie uloženými tkanivami. Podľa funkcie rozoznávame:

- krycí epitel - pokrýva vnútorný aj vonkajší povrch tela (napr. pokožka)
- resorpčný epitel - je tvorený bunkami, ktoré majú schopnosť prijímať látky a odovzdávať ich do ďalších tkanív alebo orgánov (napr. vnútorný povrch čreva)
- riasinkový epitel - tvoria ho bunky, ktoré majú značné množstvo riasiniek (vystieľa napr. steny dýchacích ciest)
- zmyslový epitel - obsahuje bunky schopné reagovať na podnety a meniť ich na nervový vzruch (napr. sietnica oka)
- žľazový epitel - tvoria ho bunky špecializované k sekrécii (je funkčným základom žliaz)

Spojivové tkanivá

Majú veľké medzibunkové priestory, ktoré sú vyplnené medzibunkovou hmotou. Tá je produktom spojivových buniek. Spojivá spájajú orgány navzájom alebo vypĺňajú priestory medzi nimi, sú oporou pre iné časti tela. Poznáme 3 typy spojivových tkanív:

- väzivo
- chrupka
- kosť

Väzivo má prevahu medzibunkovej hmoty, v ktorej sú vlákna (fibrily) kolagénové aj elastické. Kolagénové fibrily sú dobre odolné na ťah a elastické podmieňujú pružnosť. Väzivo tvorí púzdra orgánov, šľachy, závesy pre jednotlivé orgány. Lymfoidné väzivo tvorí základ miazgových uzlín.

Chrupka. Chrupavkovité bunky (chondrocyty) sú obalené púzdrom. Väzivová chrupka má prevahu kolagénových vlákien. Vyskytuje sa napr. v medzistavcových platničkách. Elastická chrupka s prevahou elastických fibríl tvorí u živočíchov napr. ušnicu a hrtanovú príchlopku. Hyalinná chrupka má v medzibunkovej hmote veľa tenkých kolagénových vlákien a tvorí chrupky dýchacích ciest a pokrýva kíby.

Kostné tkanivo sa od väziva a chrupky líši tým, že jeho základná hmota obsahuje značné množstvo minerálnych látok, hlavne uhličitan vápenatý, zlúčeniny fosforu, horčíka a sodíka. Vzniká z chrupavkovitého tkaniva mineralizáciou medzibunkovej hmoty.

Svalové tkanivo

Tvoria ho svalové bunky - myocyty. Cytoplazma svalových buniek obsahuje jemné bielkovinové vlákna myofibrily, ktoré svalovému tkanivu dodávajú schopnosť kontrakcie. Podľa stavby a funkcie rozoznávame 3 typy svalového tkaniva:

- hladké
- priečne pruhované
- kombinované srdcové

Hladké svalové tkanivo je tvorené z jednojadrových buniek. u človeka steny vnútorných orgánov (žalúdok, močový mechúr a i.).

Priečne pruhované svalové tkanivo je tvorené z mnohoadrových, často veľmi dlhých vlákien. Tvorí pohybový aparát stavovcov a človeka.

Srdcové svalové tkanivo má medzi jednotlivými svalovými vláknami priečne prepážky. Tvorí základ srdca stavovcov.

Nervové tkanivo

Nervové tkanivo tvoria nervové bunky a gliové bunky. Základnou vlastnosťou nervových buniek - neurónov - je schopnosť vytvoriť nervový vzruch a preniesť ho do ďalšej nervovej bunky. Gliové bunky sa nachádzajú v centrálnom nervovom systéme spolu s nervovými bunkami. Zabezpečujú výživu neurónov a niektoré majú schopnosť fagocytózy.

Otázky:1.Charakterizujte usporiadanie ľudského tela a popíšte základné druhy tkanív.

Oporná sústava človeka

Opornú sústavu človeka tvorí kostra, ktorá predstavuje pasívny pohybový aparát tela, poskytuje oporu mäkkým častiam tela a chráni dôležité telesné orgány. Kostra je súbor väzív, chrupiek, kostí a kostných spojení. Kostru človeka tvorí približne 206 kostí.

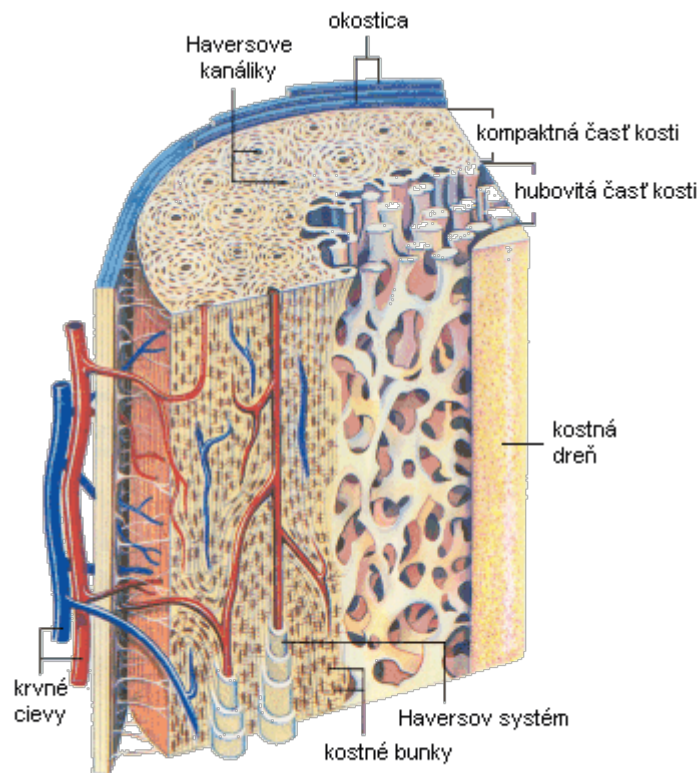
Tvar kostí

Podľa tvaru rozoznávame kosti:

- dlhé (napr. ramenná kosť, stehenná kosť)
- krátke (napr. zápästné a priehlavkové kosti)
- ploché (napr. lopatka)
- vzdušné (pneumatické) (napr. čelová kosť)

Stavba kostí

Každú kosť tvoria 3 základné zložky. Povrch kosti pokrýva väzivový obal - okostica (periosteum). Je bohato prekrvená a prechádzajú ňou nervy. Zabezpečuje výživu a inerváciu kostí. Pod okosticou je vlastné kostné tkanivo, tvorené z kompaktnej kosti, ktorá sa skladá z Haversovho systému (osteón) a v dlhých kostiach uzatvára dreňovú dutinu vyplnenú kostnou dreňou. Vlastné kostné tkanivo nemá nervy. V plochých kostiach a hlavičkách dlhých kostí je pod kompaktnou kosťou ešte hubovitá hmota, ktorú tvorí množstvo navzájom sa prelínajúcich trámčekov. Kostná dreň vyplňa dreňové dutiny dlhých kostí a drobné priestory medzi trámčkami hubovitej kosti. Je tvorená zo siete väzivových vlákien a rozvetvenej siete ciev. V mladosti má červenú farbu. Červená kostná dreň je krvotvorným orgánom. Postupne je nahrádzaná tukovým tkanivom a mení sa na žltú až sivú kostnú dreň. V tej už neprebíha krvotvorba.



Obr. Stavba dlhej kosti

Rast kostí

Každá kosť vzniká z chrupavkovitého modelu procesom osifikácie, čiže kostnatenia. Osifikácia prebieha postupne z povrchu chrupky aj z jej vnútra. Tu vznikajú malé osifikačné centrá. Z nich sa premena chrupavky na kosť šíri všetkými smermi. Na dlhej kosti tak vzniknú dve koncové časti - epifýzy (nákončia) a stredová časť diafýza. Medzi telom kosti a kĺbovými koncami sa zachováva neosifikovaná chrupkovitá platnička - rastová chrupavka. Tá zabezpečuje rast kosti do dĺžky. Jej činnosť je ovplyvňovaná rastovým hormónom. Rast kostry je väčšinou ukončený medzi 18. až 20. rokom života. Vtedy osifikuje aj rastová chrupavka. Rast kosti do hrúbky-apozícia sa deje pomocou okostice.

Spojenie kostí

Kosti sa spájajú pohyblivým alebo nepohyblivým spojením. Nepohyblivo môžu byť kosti navzájom spojené:

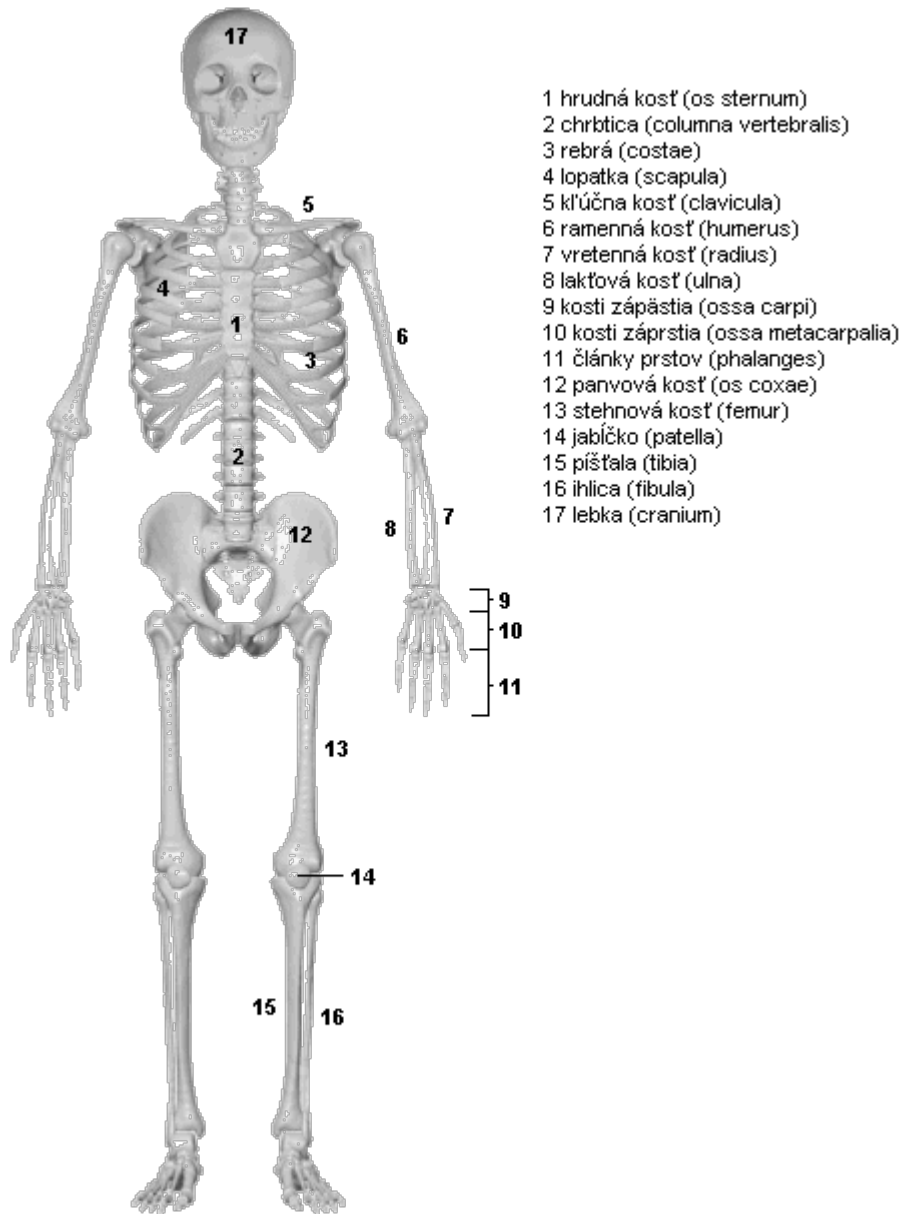
- väzivom, napr. kosti lebky sú spojené švami
- chrupkou, napr. spojenie rebier s hrudnou kosťou
- kostným tkanivom - kosti navzájom zrastajú, napr. panvu tvoria tri zrastené kosti

Pohyblivé spojenie kostí sa uskutočňuje v kĺbe. V ňom sa kosti navzájom iba dotýkajú. Dotykové plochy sú tvarovo prispôbosené pohybu. Jedna dotyková plocha tvorí kĺbovú jamku a na druhej kosti sa nachádza kĺbová hlavica. Dotykové plochy tvorí hyalinná chrupavka a po okraji dotykových plôch sú kosti spojené kĺbovým púzdrom.

Prehľad kostry

Kostru človeka možno rozdeliť do troch celkov:

1. kostra trupu (chrbtica, rebrá, hrudná kosť)
2. kostra končatín
3. kostra hlavy (lebka)



Obr. Kostra človeka

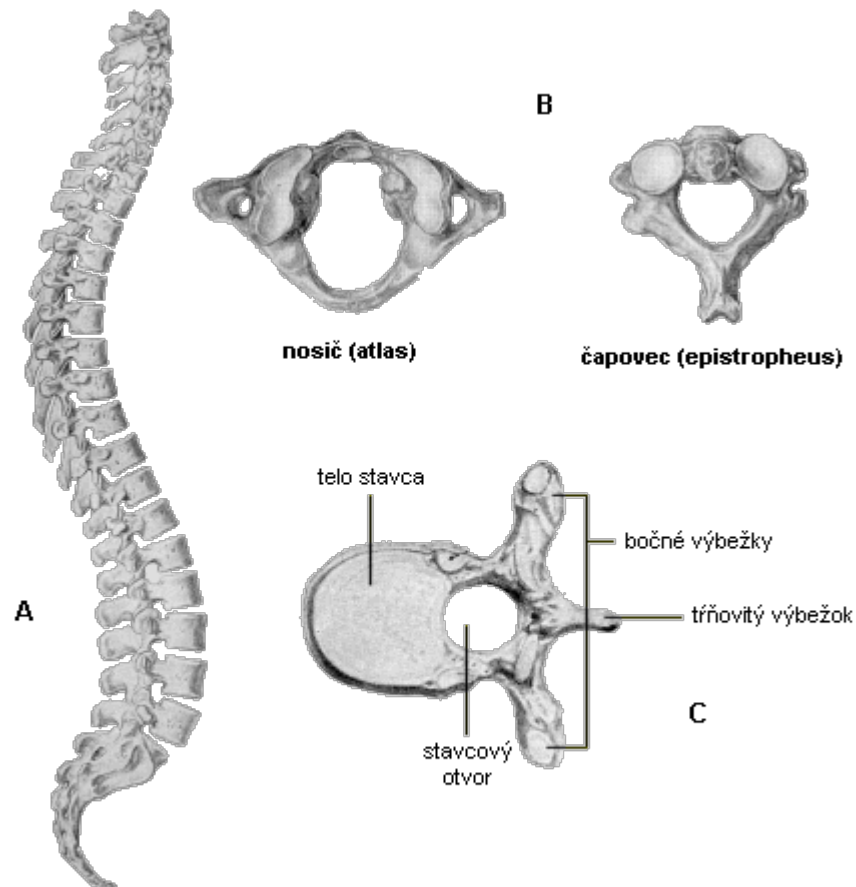
Kostra trupu

Chrbtica

Chrbtica (columna vertebralis) tvorí os tela. Je tvorená z 33–34 stavcov. Stavce (vertebrae) sú krátke kosti, z ktorých vyčnievajú 2 bočné výbežky a 1 trňovitý výbežok. Stredom stavcov prechádza otvor. Otvory v jednotlivých stavcoch vytvárajú spolu chrbticový kanál, v ktorom je uložená miecha. Chrbtica je zložená zo:

- 7 krčných stavcov (v. cervicales), z ktorých prvé dva, nosič (atlas) a čapovec (epistropheus), sú prispôsobené na otáčanie hlavy do strán a kývavé pohyby smerom hore-dole
- 12 hrudníkových stavcov (v. thoracicae)
- 5 driekových stavcov (v. lumbales)
- 5 krížových stavcov (v. sacrales), ktoré sú zrastené do krížovej kosti (os sacrum), ktorá je vsadená medzi kosti panvy
- 4-5 kostrčových stavcov (v. coccygae) zrastených do kostrče (os coccygis)

Chrbtica je dvakrát esovite prehnutá. Prenutie dopredu sa nazýva lordóza a prehnutie dozadu kyfóza. Rozoznávame krčnú a driekovú lordózu, hrudníkovú a krížovú kyfózu. Chorobné vybočenie chrbtice do strany nazývame skolióza.



Obr. Chrbtica a stavce

A chrbtica (zo strany), B nosič a čapovec (pohľad zhora),
C stavba stavca (znázornený je hrudný stavec) (pohľad zhora)

Hrudník

Základom hrudníka (thorax) je 12 párov rebier (costae). Sú to oblúkovité kosti, ktoré sú kĺbom spojené s hrudnými stavcami a vpredu sú prirastené chrupavkovitým spojením na hrudnú kosť. Poznáme 3 druhy rebier podľa spôsobu pripájania sa na hrudnú kosť:

- pravé rebrá (7 párov) sa pripájajú jednotlivo priamo na hrudnú kosť

- nepravé rebrá (3 páry) sa pripájajú na chrupavkovité časti vyššie položených rebier
- voľné rebrá (2 páry) sú voľne uložené v brušnej dutine

Hrudná kosť (os sternum) uzatvára prednú časť hrudníka. Skladá sa z rukoväti, tela a mečovitého výbežku.

Kostra končatín

Horná i dolná končatina majú podobný stavebný plán. Ku kostre trupu sú pripojené pletencami, na ktoré sa pripája vlastná voľná končatina.

Horná končatina

Pletenec hornej končatiny

Na kostru trupu sa pripája lopatkovým pletencom, ktorý tvoria: lopatka a kľúčna kosť. Lopatka (scapula) je plochá kosť a na jej chrbtovej strane je veľký hrebeňový výbežok. Kľúčna kosť (clavicula) je dlhá, esovite prehnutá kosť. Tiahne sa od lopatky k hornému okraju hrudnej kosti. Svojím spojením s lopatkou vytvára záves pre voľnú končatinu.

Vlastná voľná končatina

Ramenná kosť (humerus) sa spája s dvomi kosťami predlaktia, s vretennou kosťou (radius) a lakťovou kosťou (ulna). Vretenná kosť smeruje k palcu a lakťová k malíčku. Kosti predlaktia sa spájajú s ramennou kosťou v lakťovom kĺbe. Dolné konce lakťovej a vretennej kosti spolu tvoria jamku zápästného kĺbu, kde sa spájajú s kostrou ruky. Tá je tvorená zo zápästných kostí, záprstných kostí a článkov prstov.

Kostí zápästia (ossa carpi) je 8 a sú uložené vo dvoch radoch po štyri. Kosti záprstia (ossa metacarpalia) je 5. Články prstov (phalanges) - každý prst tvoria 3 články, len palec 2.

Dolná končatina

Pletenec dolnej končatiny

Panvový pletenec tvorí panvu (pelvis). Ženská panva je nižšia a širšia, mužská vyššia a užšia. Panvová kosť (os coxae) vzniká zrastením troch samostatných kostí: bedrovej kosti (os ilium), sedacej kosti (os ischii) a lonovej kosti (os pubis).

Vlastná voľná končatina

Stehnová kosť (femur) je najdlhšia kosť ľudského tela. Spája sa v kolennom kĺbe s píštalou (tibia) a ihlicou (fibula). Je to najzložitejší kĺb celého tela, ktorý spevňuje ešte ďalšia kosť - jabíčko (= čiaška) (patella).

Priehlavkových kostí (ossa tarsi) je 7. Predpriehlavkových kostí (ossa metatarsalia) je 5. Články prstov (phalanges) sú kratšie ako na ruke.

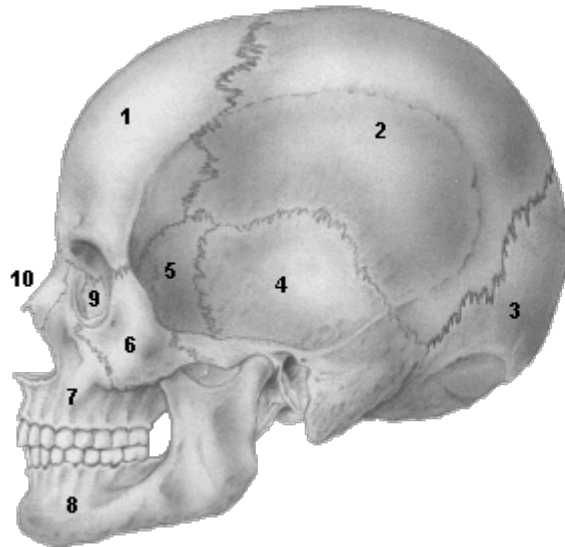
Kostra hlavy

Lebka (cranium) má dve časti: mozgovú a tvárovú.

Mozgovú časť lebky tvoria: záhlavová kosť (os occipitale), spánkové kosti (ossa temporalia), temenné kosti (ossa parietalia), čelová kosť (os frontale),

klinová kosť (os sphaenoidale), čerieslo (vomer), čuchová kosť (os ethmoidale), slzné kosti (ossa lacrimalia), nosové kosti (ossa nasalia).

Tvárovú časť lebky tvoria: čeľusť (maxilla), sánka (mandibula), jarmové kosti (ossa zygomatica), podnebné kosti (ossa palatinum) a jazykka (os hyoideum).



- 1 čelová kosť (os frontale)
- 2 temenná kosť (os parietale)
- 3 záhlavová kosť (os occipitale)
- 4 spánková kosť (os temporale)
- 5 klinová kosť (os sphaenoidale)
- 6 jarmová kosť (os zygomaticum)
- 7 horná čeľusť (maxilla)
- 8 dolná čeľusť - sánka (mandibula)
- 9 slzná kosť (os lacrimale)
- 10 nosová kosť (os nasale)

Obr. Kostra hlavy

- Otázky:
1. Popíšte stavku kosti a kostného tkaniva a základnú jednotku kostného tkaniva – osteón
 2. Popíšte osovú kostru – chrbtica a kostra lebky
 3. Charakterizujte kostru končatín – hornú končatinu, dolnú končatinu
 4. Popíšte spojenia kostí a choroby kĺkov

Pohybová sústava človeka

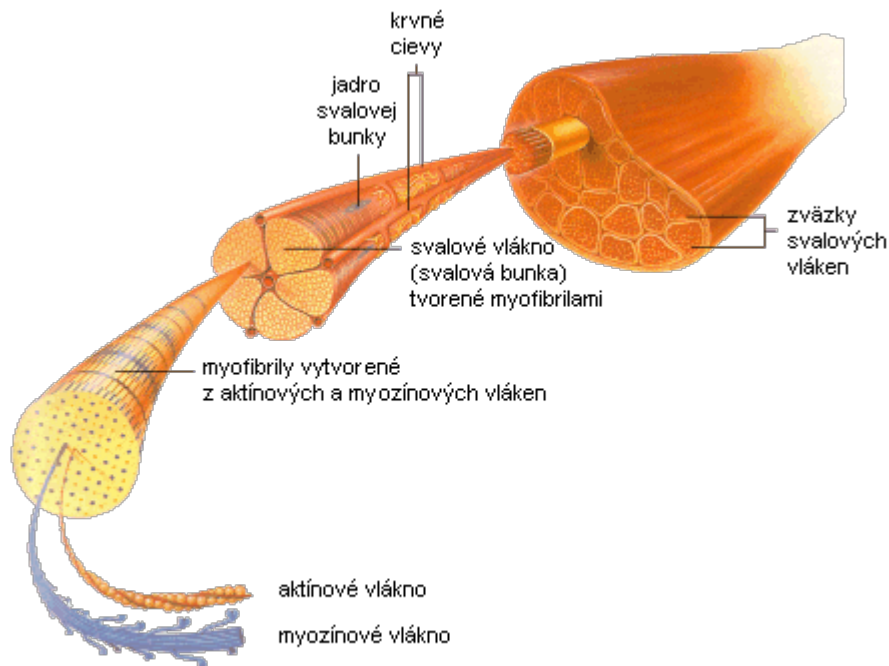
Podľa funkcie rozoznávame v ľudskom tele:

- priečne-pruhované (kostrové) svaly
- hladké svaly
- srdcový sval (myokard)

Priečne pruhované svaly

Priečne pruhované svaly tvoria u mužov asi 36% a u žien 32% hmotnosti tela. Všetkých svalov je asi 600.

Základnou jednotkou kostrového svalstva sú aktínové (majú bielu farbu) a myozínové (majú červenú farbu) kontraktilné vlákna. Tieto vlákna sa spájajú do zväzkov nazývaných myofibrily. Medzi nimi sú v bunke zásoby glykogénu, a mitochondrie, ktoré za prítomnosti kyslíka získavajú spaľovaním glykogénu energiu. Myofibrily sa spájajú do ďalších zväzkov nazývaných svalové vlákna, čo sú vlastne mnohojadrové svalové bunky. Svalové vlákna sa ďalej združujú do svalových snopcov obalených spojivovým tkanivom. Malý sval môže tvoriť iba niekoľko snopcov vlákien, kým objemné svaly, ako je najväčší sedací sval, tvoria stovky snopcov. Kostrové svaly sú výborne prekrvené a inervované motorickými nervami.



Obr. Stavba kostrového svalu

Svaly sú tvorené z hrubšieho svalového bruška a užších úponov - šliach - pomocou ktorých sa svaly pripájajú ku koži a ku kostiam a zabezpečujú tak pohyb (mimický, lokomočný, dýchací). Šľacha (tendo) je tvorená z tuhého väziva a je mimoriadne odolná na ťah. Skôr sa pri námahe pretrhne sval ako šľacha v mieste spojenia s kosťou.

Mechanizmus kontrakcie

Základnou vlastnosťou svalu je schopnosť kontrahovať sa a konať prácu. Pri svalovej kontrakcii dochádza k väzbe medzi aktínom a myozínom, ktoré sa navzájom do seba zasúvajú. Z myozínu vychádzajú smerom k aktínu priečne myozínové mostíky. Myozínové mostíky sú zakončené hlavicami, na ktoré sa viaže ATP zabezpečujúce energiu pre svalovú prácu. Vznikne komplex aktinomyozín a tým sa celé svalové vlákno skrúti alebo napne. Reakcia medzi aktínom a myozínom je vratná a jej uskutočnenie závisí od prítomnosti ATP a iónov Ca²⁺. Chemická energia ATP sa premení na mechanickú a súčasne sa uvoľňuje teplo potrebné na udržiavanie stálej teploty tela. Primárnym podnetom pre svalovú kontrakciu je vzruch, ktorý sa vo forme nervového signálu šíri nervovými dráhami ústrednej nervovej sústavy (z mozgu a miechy). V každej svalovej bunke sa končí jedno svalové vlákno osobitným orgánom - nervovosvalovou platničkou, ktorá pracuje na princípe jednoduchého nervového spojenia. Celý súbor funkčného spojenia nervu so svalom sa nazýva motorická jednotka. Je to vlastne funkčný prvok pohybovej sústavy. Celý sval tvorí veľký počet takýchto motorických jednotiek.

Pri svalovej kontrakcii sa sval tvarovo mení. Môže sa skrútiť až na 65% pôvodnej dĺžky. Typy kontrakcie sú rôzne:

- izotonická kontrakcia - mení sa dĺžka svalu, ale napätie svalu zostáva rovnaké
- izometrická kontrakcia - mení sa napätie svalu, ale dĺžka svalu sa nemení
- auxotónia - mení sa dĺžka svalu aj jeho napätie

Podľa funkcie, akú sval vykonáva, rozoznávame:

- ohýbače (flexory)
- rozširovače (dilatátory)
- vystierače (extenzory)
- priťahovače (adduktory)
- zvierajúce (sfinktory)
- odťahovače (abduktory)

Prehľad najdôležitejších svalov ľudského tela

Svaly hlavy

Tvorí dve funkčné skupiny: žuvacie a mimické svaly.

Žuvacie svaly majú za úlohu pohybovať sánkou. Patria k nim spánkový sval (musculus temporalis), žuvací sval (m. masseter) a dva krídlové svaly (m. pterygoidei).

Mimické svaly sa pripájajú na kožu tváre. Pri kontrakcii pohybujú kožou a dodávajú tvári výraz. Patria k nim očný kruhový sval (m. orbicularis oculi), ústny kruhový sval (m. orbicularis oris), trubačský sval (m. buccinator) a ďalšie menšie svaly.

Svaly krku

Táto skupina svalov zabezpečuje úklony a predklony hlavy. Sú uložené do niekoľkých vrstiev. Najvýraznejšími sú pravý a ľavý kývač hlavy (m. sternocleidomastoideus).

Svaly hrudníka

Sú tiež uložené vo vrstvách. Vonkajšia vrstva spája hornú končatinu s hrudníkom a vnútorná vrstva tvorí svaly steny hrudníka. K vonkajšej vrstve patria veľký prsný sval (m. pectoralis major), malý prsný sval (m. p. minor) a predný pílovitý sval (m. serratus anterior). Svaly steny hrudníka tvoria vonkajšie a vnútorné medzirebrové svaly (m. intercostales). Kontrakciou vonkajších medzirebrových svalov sa dvíhajú rebrá, sú to teda svaly vdychové. Vnútorné medzirebrové svaly sú výdychové, sťahujú rebrá na pôvodné miesto.

Svaly brucha

Sú to ploché svaly, ktoré tvoria stenu brušnej dutiny. Patria k nim vonkajší a vnútorný šikmý sval brucha (m. obliquus abdominis externus, m. o. a. internus), priečny sval brucha (m. transversus) a priamy sval brucha (m. rectus abdominis).

Svaly chrbta

Sú uložené v niekoľkých vrstvách pozdĺž chrbtice. Povrchovo sú uložené napr. lichobežníkový sval (m. trapezius) a najširší sval chrbta (m. latissimus dorsi). Pod ním sú uložené zadné pílovité svaly (m. serratus posterior).

Svaly hornej končatiny

Sú veľmi početné a tvoria ich svaly ramena, svaly predlaktia a svaly ruky. K svalom ramena patria deltový sval (m. deltoideus), dvojhlavý sval ramena (m. biceps brachii), trojhlavý sval ramena (m. triceps brachii). Medzi svaly predlaktia patria lakťový ohýbač zápästia (m. flexor carpi radialis), ramennovretenný sval (m. brachioradialis). Svaly ruky sú drobné a zabezpečujú presné pohyby prstov.

Svaly dolnej končatiny

Umožňujú chôdzu. Tvorí ich štyri skupiny: bedrové svaly, stehnové svaly, svaly predkolenia, svaly nohy.

Bedrové svaly zabezpečujú pohyb v bedrovom kĺbe. K nim patria bedrovodriekový sval (m. iliopsoas), najväčší sedací sval (m. gluteus maximus), stredný sedací sval (m. gluteus medius) a najmenší sedací sval (m. gluteus minimus).

Stehnové svaly zabezpečujú pohyb v kolennom a bedrovom kĺbe. K nim patria štvorhlavý sval stehna (m. quadriceps femoris), krajčírsky sval (m. sartorius), dvojhlavý sval stehna (m. biceps femoris), poloblanitý sval (m. semimembranosus) a pološľachovitý sval (m. semitendinosus).

Svaly predkolenia pohybujú nohou a prstami. Patria k nim predný píšťalový sval (m. tibialis anterior), vystierače palca (m. extensor digitorum), trojhlavý sval lýtky (m. triceps surae). Trojhlavý sval lýtky sa pripája na päťovú kosť Achilovou

šľachou.

Svaly nohy. K nim patria svalové skupiny palca, malíčka a kĺbové svaly nohy. Zabezpečujú klenbu nohy.

Hladké svaly

Hladké svalstvo sa skladá z buniek vretenovitého tvaru, ktoré nemajú zreteľnú povrchovú membránu, ale membrána sa tvorí okolo viacerých vláken. Vlákná sú vzájomne usporiadané do zväzkov. Sú ovládané autonómnymi nervami a rôznymi hormónmi, ich činnosť neovplyvňujeme vôľou. Spôsobujú zužovanie ciev, pohyby žalúdka a čriev (peristaltika), ovládajú priesvit priedušiek, vyprázdňovanie močového mechúra, vytlačanie plodu z maternice. Hladké svaly sú i v dúhovke (zrenicový reflex), patrí sem i akomodačný sval, ktorý spôsobuje vyklenutie očnej šošovky. Sťahy hladkých svalov sú pomalšie, slabšie a vytrvalejšie ako kostrových svalov.

Srdcový sval

Stavba srdcového svalu (myokard) je pri pozorovaní pod mikroskopom rovnaká ako u kostrového svalu, ale s tým rozdielom, že vlákna sú usporiadané priečne. Bunky myokardu obsahujú okrem svalového tkaniva aj vodivé bunky, ktoré zabezpečujú neustále sťahy srdca. Je to tzv. prevodový systém srdca. Srdcový sval sa vyznačuje nepretržitou prácou nezávislou od vôle človeka.

Otázky: 1. Popíšte mikroskopickú stavbu svalového tkaniva a základný stavebný plán kostrového svalu

2. Charakterizujte kontrakciu a relaxáciu myofibrily a únavu svalu

3. Vymenujte a ukážte na obraze základné svaly hlavy a krku

4. Vymenujte a ukážte základné svaly hrudníka a brucha

5. Vymenujte a ukážte základné svaly chrbta

6. Vymenujte a ukážte základné svaly hornej končatiny

7. Vymenujte a ukážte základné svaly dolnej končatiny

Dýchacia sústava človeka

Z funkčného hľadiska možno dýchaciu sústavu rozdeliť na dve časti:

1. Dýchacie cesty, ktoré z nosa a úst privádza kyslík do pľúc.
2. Pľúca (pulmo), v ktorých dochádza k výmene dýchacích plynov.

Dýchacia rúra

Dýchacia rúra je tvorená z nosovej dutiny (cavum nasi), nosohltana (nasopharynx), hrtana (larynx), priedušnice (trachea) a priedušiek (bronchy). Vo všetkých oddieloch má rovnaký výstavbový plán. Jej základ tvorí chrupavkový skelet, ktorý zabraňuje zúženiu dýchacích ciest. Na chrupavkovitom základe je uložené podsliznicové väzivo, ktoré obsahuje uzlíky miazgových buniek a je silne prekrvené. Vnútorňý povrch dýchacej rúry vystiela sliznica mukóza pokrytá riasinkovým epitelom. Sliznica tvorí značné množstvo hlienu zachytávajúceho nečistoty vdychovaného vzduchu.

Nosová dutina

Nosová dutina (cavum nasi) je nosovou priehradkou rozdelená na dve polovice. Nosová dutina je spojená s prínosovými dutinami umiestnenými v čelovej, čuchovej a klinovej kosti. Dutinu nosa vystiela sliznica, ktorá obsahuje veľa hlienových žliazok. V hornej časti nosovej dutiny je čuchové pole, ktoré tvoria čuchové bunky. Vzduch sa prechodom cez nosovú dutinu prehrieva, zvlhčuje a zbavuje prachu.

Nosohltan

Nosohltan (nasopharynx) je horný oddiel hltana, do ktorého ústia choány nosovej dutiny. Z oboch strán ústi do nosohltana Eustachova trubica, ktorá ho spája s dutinou stredného ucha. Pri vyústeniach Eustachových trubíc sú uložené nosohltanové mandle tvorené z miazgového tkaniva.

Hrtan

Hrtan (larynx) je asi 6 cm dlhý, rúrovitý. Tvorí ho súbor hrtanových chrupaviek (štítňa, prstienková, hlasivkové chrupavky). Od hltana je hrtan oddelený hrtanovou príchlopkou (epiglottis), čo je chrupavka, ktorá sa pri prehĺtaní preklápa cez vchod do hrtanu a zabraňuje vniknutiu potravy alebo tekutín do ďalších častí dýchacej sústavy.

Hrtanová dutina je v strede zúžená (v priereze má tvar presýpacích hodín). V zúženej časti sú napnuté hlasivkové väzy. Ich rozochvením vydychovaným vzduchom vzniká základný tón hlasu. Jeho výška závisí od rýchlosti prúdiaceho vzduchu a napätia väzov. Tento základný tón sa zosilňuje v rezonančných dutinách (hrtan, ústna dutina) a pomocou jazyka, zubov a pier vzniká artikulovaná reč.

Priedušnica

Priedušnica (trachea) nadväzuje na prstienkovitú chrupavku hrtana a je uložená pred pažerákom. Je asi 12 cm dlhá, asi 1,5 cm široká a tvorí ju 15-20 podkovovitých chrupaviek. Po jej oboch stranách sú laloky štítnej žľazy. Vo výške 4.-5. hrudníkového

stavca sa rozdeľuje na priedušky (bronchy), ktoré vstupujú do pľúc. Tu sa mnohonásobne vetvia a tvoria bronchiálny strom.

Pľúca

Pľúca (pulmo) sú špongiovitý, párový orgán tvorený z pravých a ľavých pľúc. Medzi nimi je medzipľúcie, priestor, v ktorom je uložené srdce. Horná časť pľúc – pľúcne hroty, siaha až nad okraj kľúčnych kostí a dolná časť – báza pľúc, nasadá na bránicu. Pľúca sú hlbokými zárezmi rozdelené na laloky, pravé pľúca na 3 a ľavé na 2 laloky. Povrch pľúc pokrýva blana – popľúcnica.

Priedušky sa po vstupe do pľúc vetvia na stále jemnejšie vetvy. Bronchy s priemerom asi 1 mm sa nazývajú priedušničky (bronchioly). V ich stenách sa už nenachádza chrupavka. Priedušničky sú zakončené polgulovitými vačkami – pľúcnyimi mechúrikmi (alveoly). Ich stenu tvoria väzivové vlákna, medzi ktorými je spleť krvných vlásočníc. Dutinu alveoly vystieľa vrstva respiračného epitelu. Tu dochádza k výmene dýchacích plynov medzi krvou a pľúcami.

Mechanizmus dýchania

Dýchanie delíme na 4 čiastkové procesy:

1. ventilácia pľúc – doprava vzduchu z ovzdušia do pľúc a opačne
2. vonkajšie dýchanie – výmena dýchacích plynov medzi alveolami a krvou
3. vnútorné dýchanie – výmena dýchacích plynov medzi krvou a tkanivami
4. bunkové (celulárne) dýchanie – rozklad živín v bunkách

Ventilácia pľúc

Pri normálnom, pokojovom dýchaní vymení dospelý človek jedným dychom a výdychom asi 500 ml vzduchu pri frekvencii 14–18 dychov/min. Minútový dychový objem je teda 7–9 l vzduchu.

Vitálna kapacita pľúc je množstvo vzduchu, ktoré vymeníme pri maximálnom výdychu po maximálnom nádychu. U žien predstavuje asi 3,5 l a u mužov priemerne 5 l. Závisí od telesnej výšky a hmotnosti, od tvaru a rozmerov hrudníka, od spôsobu zamestnania a od trénovanosti.

Celková kapacita pľúc sa skladá zo 4 zložiek:

1. respiračný (dychový) objem (500 ml) – množstvo vzduchu, ktoré prejde pľúcami pri jednom nádychu a výdychu v kľude
2. expiračný rezervný objem (1.000–1.200 ml) – množstvo vzduchu pri max. výdychu
3. inspiračný rezervný objem (3.000 ml) – množstvo vzduchu pri max. nádychu
4. reziduálny (zvyškový) objem – zostáva v pľúcach i po max. výdychu – nedá sa ovplyvniť

Dýchanie je regulované z centier v predĺženej mieche. Činnosť dýchacieho centra ovplyvňujú aj podnety z kôrových a podkôrových oblastí mozgu. Vôľou môžeme preto regulovať frekvenciu dýchania aj hĺbku nádychu a výdychu.

Pri prehĺbenom a zrýchlenom dýchaní sa môže v pľúcach vymeniť za minútu až 150 l vzduchu. Je to maximálny minútový dychový objem. Dýchanie sa však nesmie veľmi zrýchliť (horná hranica je asi 60 dychov za minútu), lebo potom sa stáva povrchným a ventilácia pľúc sa zhoršuje.

Obranné dýchacie reflexy

Dýchacie cesty sa bránia prítomnosti pevných častíc, ako aj dráždivých látok, ktoré sa nádychom dostávajú do organizmu. Bránia sa určitými obrannými reflexami, ktoré pracujú na základe voľných nervových zakončení.

Dráždenie sliznice nosa vyvoláva kýchanie, podráždenie sliznice hrtana, priedušnice a priedušiek kašeľ. Pri oboch reflexoch sa jedná o prudký hlučný výdych, ktorého cieľom je odstrániť tieto dráždivé látky z dýchacích ciest.

Choroby dýchacích ciest

Väčšina infekčných ochorení dýchacích ciest sa prenáša tzv. kvapôčkami. Sú to drobné kvapôčky hlienu a slín, ktoré pri reči, kašli a kýchaní prudko vydychujeme. Kvapôčky z úst chorých obsahujú choroboplodné zárodky. Najmenšie kvapôčky sa vznášajú vo vzduchu, takže ich ostatní ľudia vdychujú, väčšie padajú k zemi, vysychajú a miešajú sa s prachom. Kvapôčky sú zvyčajne zdrojom nákazy ľudí, ktorí prichádzajú do blízkosti choreho doma, v škole, v dopravných prostriedkoch, v kinách a pod. Pretože zostávajú vo vzduchu dlho, sú príčinou rozsiahlych epidémií. Kvapôčkovou infekciou sa šíri nádcha, chrípka, zápal mandlí, mnohé detské infekčné choroby, tuberkulóza a pod. Najčastejšie sú chrípkové epidémie. Chrípka je akútne horúčkové ochorenie postihujúce najmä dýchacie orgány. Niekedy ju sprevádza ťažký celkový stav a často aj komplikácie. Chrípku zapríčiňujú vírusy. Vírusové ochorenia dýchacích ciest nezanechávajú imunitu. Na dýchacie orgány aj na obehovú sústavu má veľmi nepriaznivý vplyv fajčenie.

Otázky: 1. Vymenujte a popíšte časti dýchacej sústavy

2. Definujte pľúcne objemy a kapacity, charakterizujte najbežnejšie ochorenia dýchacích ciest

3. Popíšte význam dýchania a opíšte čiastkové procesy dýchania

Srdcovo-cievny systém

Krvný obeh zabezpečuje zásobovanie všetkých častí tela krvou. Tvoria ho:

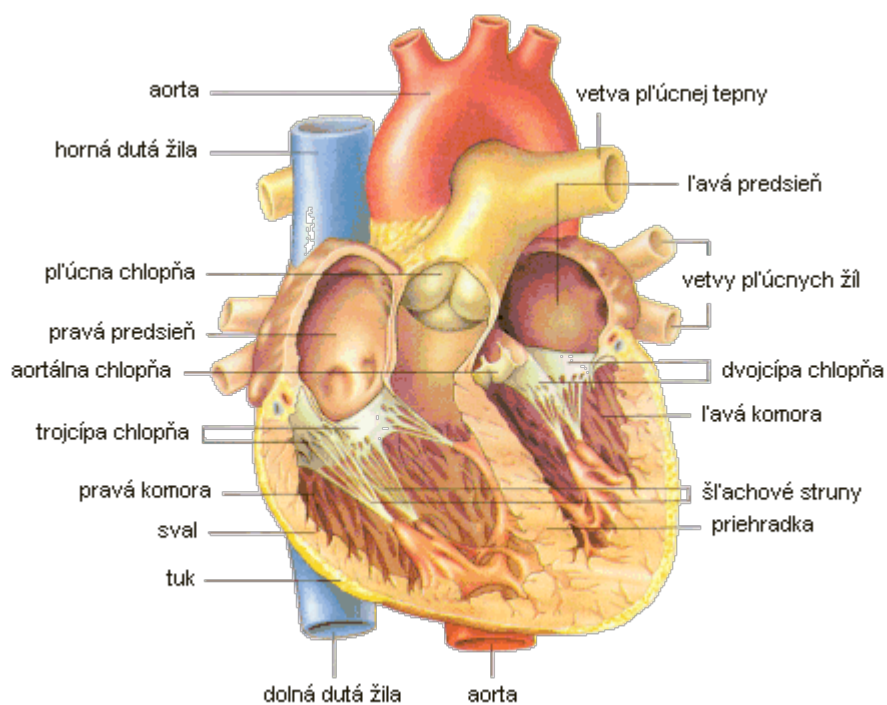
1. Srdce (cor), ktoré je centrálnym orgánom obehovej sústavy.
2. Krvné cievy (tepny, žily, vlásočnice), tvoriace periférny systém rúrok.

Srdce

Srdce (cor) je uložené v medzipleúcii. Leží na stredovej línii tela, väčšou časťou vľavo. Váži asi 340 g u mužov a o niečo menej u žien. Jeho dĺžka od bázy k hrotu je asi 14 cm. Srdce je dutý sval tvorený osobitnou priečne pruhovanou svalovinou - myokard. Vnútorňú výstelku srdca tvorí endokard. Je to tenká blana, z ktorej sú tvorené aj chlopne medzi predsieňami a komorami. Vonkajší povrch srdca pokrýva väzivo epikard. Celé srdce je uložené v blanitom vaku - osrdcovníku (perikard). Medzi epikardom a perikardom je malé množstvo tekutiny.

Srdce má štyri dutiny. Pozdĺžnou predsieňovou a komorovou priehradkou je rozdelené na pravé a ľavé srdce. V každej časti sa nachádza predsieň (atrium) a komora (ventriculum). Srdce sa neustále rytmicky zmrštuje (systola) a ochabuje (diastola), a tak zabezpečuje nepretržité prečerpávanie krvi. V čase diastoly sa celé srdce plní krvou, ktorá priteká zo žíl. Systola začína zmrštením predsiení. Tým sa z nich krv vytlačí do komôr. Potom nasleduje systola komôr, ktoré vypudzujú krv do tepien. Svalovina komôr je oveľa silnejšia ako svalovina predsiení, ľavá komora má svalovinu najmohutnejšiu, lebo z nej musí srdce vytlačiť krv do celého tela (veľký krvný obeh).

Predsienie a komory srdca sú od seba oddelené chlopňami, ktoré zabráňujú spätnému prúdeniu krvi. Medzi pravou predsieňou (PP) a komorou (PK) je trojcípa (trikuspidálna) chlopňa, medzi ľavou predsieňou (ĽP) a komorou (ĽK) je dvojcípa (mitrálna) chlopňa. Chlopne fungujú ako jednosmerné ventily. Pri systole predsiení sa ich cípy spoja a zabránia spätnému nasatiu krvi do predsiení.



Obr. Prierez srdca

Krvný obeh

Krvný obeh rozdeľujeme na:

- malý (pľúcny)
- veľký (telový)

Pľúcny krvný obeh začína v PK, z kade sa krv pri systole vypudí pľúcnicovým kmeňom do pľúcnych tepien a nimi do pľúc, kde sa okyslíči. Na rozhraní medzi PK a pľúcnicovým kmeňom je polmesiačikovitá chlopňa, ktorá zabráňuje spätnému prúdeniu krvi do PK. Krv sa z pľúc vracia pľúcnymi žilami do ĽP.

Telový krvný obeh začína v ĽK, z kade sa krv pri systole vypudí srdcovnicou (aorta) do celého tela. Aj na jej začiatku je polmesiačikovitá chlopňa. Krv sa z tela vracia hornou a dolnou dutou žilou do PP.

Súčasťou veľkého krvného obehu je *vrátnicový obeh*. Svojím charakterom je to žilový obeh. Začína sieťou kapilár v nepárnych orgánoch brušnej dutiny, ktoré sa spájajú do mohutnej žily – *vrátnice*, tá vstupuje do pečene a opäť sa rozvetvuje na sieť vlásočníc. Takto sa dostávajú do pečene na ďalšie spracovanie živiny vstrebané do krvi z tráviacich orgánov.

Trvalá činnosť srdca vyžaduje stály a dostatočný prívod kyslíka a živín do srdcovej svaloviny a súčasne plynulé odvádzanie sploďín metabolizmu. Preto má srdce *vlastný krvný obeh*. Sú to *vencovité (koronálne) tepny*, ktoré vystupujú priamo z aorty a svojimi vetvami privádzajú krv do vlásočníc, ktoré bohato pretkávajú srdcový sval.

Ak sa uzavrie koronárna tepna alebo jej vetva, vzniká *srdcový infarkt*. Uzavretie najčastejšie spôsobuje upchatie tepny pri *arterioskleróze* (zhrubnutím tepny a vznikom krvnej zrazeniny). Príslušný úsek srdcovej svaloviny prestáva byť zásobovaný kyslíkom a živinami, tkanivo odumiera a miesto sa neskôr hojí jazvou. Infarkt sa poruší srdcová činnosť. Prežitie závisí od umiestnenia ložiska infarktu, od jeho rozsahu, od veku a od celkového stavu organizmu. Nesprávna životospráva (nadvýživa, nedostatok pohybu, duševné vypätie, fajčenie a iné činitele) sa výrazne podieľa na vzniku infarktu.

Funkčná charakteristika srdca

Srdce je schopné reagovať na podnety, ktoré vznikajú priamo v ňom alebo na podnety z vonkajšieho prostredia. Na podráždenie srdce reaguje kontrakciou. Srdce reaguje len na prahové a nadprahové podnety. Tieto vyvolávajú *maximálnu kontrakciu*. Je to rozdiel od kostrových svalov, ktoré sa môžu kontrahovať rôznou intenzitou. Srdcový sval reaguje *maximálnym stiahnutím*.

Srdce, ako všetky vnútorné orgány, je inervované vegetatívnymi nervami (sympatikus a parasympatikus). Sympatikus zvyšuje výkonnosť srdca, parasympatikus pôsobí opačne. Podnety k vlastnej kontrakcii myokardu vznikajú však vo vlastnej svalovine, vo zvláštnom *vodivom tkanive*, ktoré tvorí *prevodový systém srdca*. Toto tkanivo sa stavbou podobá svalovému tkanivu a funkčne nervovému tkanivu. Svojím metabolizmom má schopnosť vyvolávať tvorbu elektrických vzruchov spôsobujúcich kontrakciu.

Prevodový systém srdca začína na začiatku pravej predsieni *sínusovým uzlom*. Odtiaľ prechádza svalovinu predsieni k *predsieňovokomorovému uzlu*, ktorý leží v prepážke medzi predsienami. Z neho vychádza *predsieňovokomorový zväzok (Hisov mostík)*, ktorý sa v medzikomorovej priehradke delí na pravé a ľavé ramienko. Oba ramienka smerujú k hrotu srdca a rozvetvujú sa do siete *Purkyněho vlákien*. V prípade, že prevodový systém srdca nefunguje správne, môže dôjsť v ľubovoľnom čase ku krátkej zástave srdca, čo môže spôsobiť bezvedomie až smrť. V takomto prípade sa použije *kardiostimulátor*. Je to malé elektronické zariadenie, ktoré sa umiestni na telo a katódou sa pripevní na srdce k sínusovému uzlu. Funguje tak, že v prípade krátkodobého "výpadku" sínusového uzla, vyšle elektrický signál, ktorý odštartuje srdcovú kontrakciu. Inteligentné kardiostimulátory sa aktivujú len vtedy, keď sínusový uzol prestane fungovať, a vypnú sa automaticky, keď zasa "naskočí".

Minútový objem

Za minútu prečerpá srdce asi 5 l krvi, čo sa označuje ako minútový srdcový objem. Toto množstvo krvi sa môže podľa potrieb organizmu značne zvýšiť. Zvýšenie môže nastať jednak zrýchlením srdcovej činnosti, jednak zosilnením sťahov a zvýšením objemu krvi prečerpávaného jednou systolou.

Najsilnejším podnetom, ktorý zvyšuje minútový srdcový objem, je svalová práca. Pri nej stúpajú nároky na prekrvenie, na prívod kyslíka a živín. Pri veľmi náročných špičkových telesných výkonoch sa môže zvýšiť minútový objem až na 30, príp. 40 l. Trénovaným ľuďom sa minútový objem zvyšuje najmä zosilnením srdcovej činnosti, čo je hospodárnejšie, u netrénovaných jej zrýchlením. Minútový objem sa o niečo zvyšuje aj napr. po požití potravy, v teple a pod.

Krvný tlak

Srdce každou systolou vháňa vo veľmi krátkom čase do veľkých tepien určitý objem krvi. Vzhľadom na odpor, ktorý kladú úzke tepny a tepničky, nestačí celé množstvo krvi odtiecť okamžite do žíl a pružné steny veľkých tepien sa napnú. Tento tlak na steny, ktorý spôsobuje ich pružné napätie, sa nazýva tlak krvi.

Ako tlak krvi označujeme u človeka tlak v ramennej tepne, ktorý meriame pomocou tlakomeru (tonometra). Normálne hodnoty zdravého dospelého človeka sú systolický tlak 14-16 kPa, diastolický 8-11 kPa (100-120 a 60-80 mm Hg).

Tlak krvi sa mení vplyvom mnohých činiteľov. Je to predovšetkým telesná práca a vek. Pri veľkej námahe stúpa systolický tlak. Tlak sa zvyšuje s vekom, najmä v starobe, keď sa zmenšuje pružnosť tepien a zvyšuje sa tak ich odpor. Muži majú tlak o niečo vyšší ako ženy.

Tep

Pri každej systole sa vypudenou krvou rozšíri začiatok aorty. Tento kmit postupuje ako tzv. tepová vlna po stene aorty a prechádza aj na jej vetvy. Na povrchových tepnách môžeme tep - pulz - hmatať, najlepšie na vretennej tepne na zápästí. Pri telesnom pokoji má zdravý dospelý človek priemerne 70 tepov/min. Pri telesnej práci, v teple, pri horúčke, pri rozčúlení sa činnosť srdca, a teda aj tep zrýchľuje.

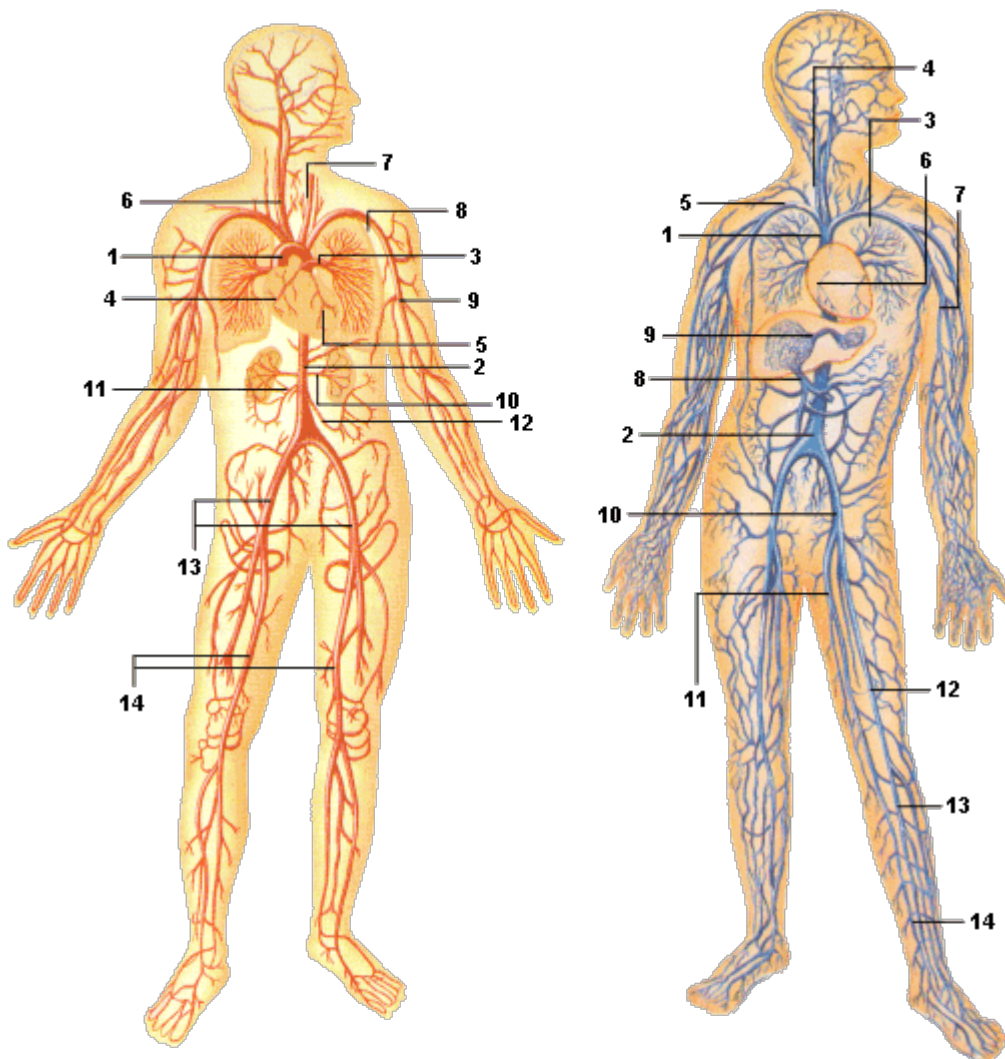
Krvné cievy

Krvné cievy predstavujú uzavretý systém rúrok, ktorými prúdi po tele krv. Stena ciev je zložená z troch vrstiev:

1. endotelová vrstva - vnútorná, je dokonale hladká
2. svalová vrstva - je tvorená kruhovito a špirálovito usporiadanou svalovinou
3. vonkajší väzivový obal - prechádzajú z tadeť nervy do hladkej svaloviny

Cievy delíme podľa funkcie na 3 skupiny:

1. tepny (artérie)
2. žily (vény)
3. vlásoknice (kapiláry)



- 1 oblúk aorty
- 2 aorta
- 3 pľúcna tepna
- 4 pravá vencovitá tepna
- 5 ľavá vencovitá tepna
- 6 pravá krčnica
- 7 ľavá krčnica
- 8 podkľúčna tepna
- 9 ramenná tepna
- 10 obličková tepna
- 11 horná tepna okružia
- 12 dolná tepna okružia
- 13 bedrové tepny
- 14 stehnové tepny

- 1 horná dutá žila
- 2 dolná dutá žila
- 3 pľúcna žila
- 4 hrdlová žila
- 5 podkľúčna žila
- 6 koronálna žila
- 7 kráľovská žila
- 8 vrátnica
- 9 pečenevá žila
- 10 spoločná bedrová žila
- 11 veľká skrytá žila
- 12 stehnová žila
- 13 zákolenná žila
- 14 predné píšťalové žily

Obr. Krvné cievy

Tepny

Tepny (artérie) sú krvné cievy, ktoré vedú okysličenú krv zo srdca ku cieľovým tkanivám - výnimku tvorí pľúcna tepna, ktorá vychádza z PK srdca a vedie odkysličenú krv do pľúc. Najmohutnejšou tepnou tela je srdcovnica (aorta) vychádzajúca z ĽK srdca, ktorá vytvára oblúk doľava dozadu a otáča sa k chrbtici. Z oblúka aorty vystupujú smerom ku hlave tri tepny: rameno-hlavová tepna, ľavá spoločná krčnica a ľavá

podklúčna tepna. Oblúk aorty pokračuje smerom nadol ako hrudníková aorta, a tá ako brušná aorta, z ktorej vystupujú ďalšie a ďalšie menšie tepny.

Žily

Žily (vény) sú krvné cievy, ktoré vedú odkysličenú krv z tkanív do srdca - aj tu tvoria výnimku pľúcne žily, ktoré vedú z pľúc do PK srdca okysličenú krv. K najväčším žilám ľudského tela patria horná a dolná dutá žila. Osobitnú časť žilového obehu tvorí vrátnica, ktorá zbiera krv z orgánov tráviacej sústavy a vedie ju do pečene, kde sa opäť rozvetvuje na sieť vlásočníc.

Niektoré žily vytvárajú na niektorých miestach chlopne, ktoré zabraňujú spätnému toku krvi.

Vlásočnice

Vlásočnice (kapiláry) nemajú vytvorenú svalovú ani vonkajšiu väzivovú vrstvu. Majú dôležitú úlohu pri výmene dýchacích plynov v tkanivách. Ich plocha v tele dosahuje vyše 6000 m².

Choroby ciev

Najčastejšou zmenou, ktorá postihuje tepny, je artérioskleróza. U starých ľudí je to sprievodný jav starnutia, môže však postihnúť aj osoby mladšie. Pri artérioskleróze stena tepien hrubne, pretože sa do nej ukladajú najmä látky tukového (ale aj anorganického) charakteru. Tepny sa tým zužujú a strácajú pružnosť. Zúžením tepny klesá prietok krvi postihnutou oblasťou a znižuje sa tak aj zásobenie kyslíkom a živinami. Z toho vyplývajú poruchy činnosti príslušného tkaniva alebo orgánu (napr. mozgu). Zdravý spôsob života, striedma strava bohatá na ovocie a zeleninu, telesný pohyb a šport sú najlepšou prevenciou pred artériosklerózou. Riziko vzniku artériosklerózy zvyšujú faktory, ako vysoký krvný tlak, tučnota, fajčenie a ochorenie na cukrovku.

Častým ochorením žíl (10% obyvateľstva nad 18 rokov) sú kľúčové žily (varixy). Sú to vakovité rozšírenia povrchových žíl na dolných končatinách. Príčinou je menejcennosť žilových stien. Vznik varixov podporuje všetko, čo zvyšuje tlak v žilách dolných končatín, zamestnanie v stoji, gravidita a pod. Na mieste kľúčovej žily môže vzniknúť krvná zrazenina a upchanie žily, jej zápal alebo pre poruchu výživy kože vred predkolenia.

Angina pectoris. Postupné zužovanie niektorej vencovitej tepny vedie k tomu, že prísun okysličenej krvi k určitej oblasti srdcového svalu je síce dostatočne v pokoji, ale pri veľkej námahe už nepostačuje. To sa prejaví zníženým výkonom srdcového svalu a subjektívne vznikom tlakovej, zvieravej a páľčivej bolesti, ktorá po prerušení námahy rýchlo ustúpi.

Cyanózou nazývame modravé sfarbenie pier, niekedy i špičky nosa a posledných článkov prstov, predovšetkým nechtov a nechtových lôžok. Vzniká tým, že sa krv nedostatočne okyslíči pri prietoku pľúcami alebo sa v srdci mieša okysličená krv s neokysličenou. U dospelých osôb je úmrtnosť na choroby srdca a ciev vyššia ako na rakovinu, úrazy a infekčné choroby spolu.

Miazgovo-cievny systém

Miazgovo-cievny alebo lymfatický systém sa skladá z lymfatických ciev a vysoko špecializovaných lymfoidných orgánov a tkanív, vrátane detskej žľazy, sleziny a mandlí. Miazgová sústava odvádza z tkanív veľké molekuly alebo častice, ktoré nemôžu preniknúť stenou kapilár (bielkoviny, kvapôčky tukov), a časť lymfatického moku.

Zloženie miazgy - lymfy - je v podstate rovnaké ako zloženie krvnej plazmy, len bielkovín je v miazge menej. Obsahuje veľa lymfocytov. Miazgové cievy začínajú v tkanive slepými výbežkami ako jemné vlásoknice, ktoré sa zbiehajú do silnejších. Z nich vznikajú miazgové kmene, ktorých sútok vytvára hrudníkový miazgovod. Ním miazga odteká do žilovej krvi.

V sústave miazgových ciev je veľa miazgových uzlín, v ktorých sa miazga filtruje. Miazgové uzliny zachytávajú mikroorganizmy, toxíny, prachové častice, ktoré vnikli sliznicami do tela a pod.

Slezina

Slezina je jedným z hlavných filtrov krvi. Nachádza sa pod rebrami na ľavej strane tela. Za normálnych okolností sa nedá nahmatať, pri chorobe sa však zväčšuje.

Jej úloha spočíva v zneškodňovaní prevažne červených krviniek, ale aj rôznych abnormálnych teliesok plávajúcich v krvnom prúde, preto hrá dôležitú úlohu pri zbavovaní tela škodlivých baktérií. Napomáha pri tvorbe protilátok. Za určitých okolností sa podieľa (spolu s pečňou) na tvorbe červených krviniek, keď je chorá kostná dreň.

Detská žľaza

Detská žľaza (thymus) sa nachádza v hornej časti hrudníka za hrudnou kosťou. Najväčšiu úlohu zohráva v prvých piatich rokoch života, v dospelosti zaniká. Jej funkcia spočíva v produkcii lymfocytov a riadení imunitných reakcií v organizme.

Krv

Krv tvorí 8-9% hmotnosti tela, čo predstavuje asi 5-6 l. Ženy majú v priemere asi o 10% krvi menej ako muži.

Krv má tieto funkcie:

- transport kyslíka z pľúc ku tkanivám a orgánom
- zber CO₂ z tkanív a jeho prenos do pľúc
- rozvoz živín z tráviacej sústavy ku tkanivám
- zber odpadových látok metabolizmu a ich transport do obličiek
- rozvoz hormónov, vitamínov a iných dôležitých látok
- rozvoz tepla z tepelného jadra po tele
- udržiavanie stálych osmotických pomerov v organizme
- udržiavanie stáleho pH vnútorného prostredia
- obrana pred cudzorodými organizmami a látkami (imunitná funkcia)

Krv človeka tvoria:

- krvná plazma (52-54%)
 - anorganické látky (voda, soli, ...)
 - organické látky (bielkoviny, glukóza, tuky, vitamíny, hormóny, ...)
- krvné bunky (48-46%)
 - červené krvinky (erytrocyty)
 - biele krvinky (leukocyty)
 - granulocyty (neutrofilné, bazofilné, eozinofilné)
 - agranulocyty (lymfocyty, monocyty)
 - krvné doštičky (trombocyty)

Krvné telieska sú rozptýlené v krvnej plazme. Pomer medzi objemom krvnej plazmy a objemom krvných buniek sa nazýva hematokrit.

Krvná plazma

Krvná plazma je tekutina žltkastej farby (žlté zafarbenie spôsobuje farbivo bilirubín) tvorená anorganickými aj organickými látkami.

Asi 90% plazmy tvorí voda, ktoré je buď viazaná na bielkoviny (albumíny) alebo voľná. Vo vode sú rozpustené soli, najmä chlorid sodný a uhličitan sodný. Soli sú potrebné pre udržiavanie stálych osmotických pomerov a pH v krvi (7,4). Dôležitou zložkou plazmy je vápnik. Je nevyhnutný pre zrážanie krvi, činnosť svalov a správnu stavbu kostí. Organickú zložku tvoria hlavne bielkoviny, glukóza, tuky, vitamíny, hormóny, žlčové farbivá, močovina a kyselina močová.

Z bielkovín sú v krvnej plazme zastúpené: albumíny, globulíny, fibrinogén, protrombín. Albumíny vznikajú v pečeni a viažu na seba vodu. Okrem toho sú prenášačmi enzýmov a viažu sa na ne niektoré hormóny (napr. pohlavné). Globulíny sú produktom lymfocytov a majú dôležitú úlohu v imunitnom systéme človeka.

Imunoglobulíny (gamaglobulíny) majú schopnosť zneškodniť antigény, ktoré sa dostanú do organizmu. Ich množstvo sa zvyšuje pri infekcii organizmu. Fibrinogén a protrombín majú veľký význam pri zrážení krvi.

Glukóza je najrýchlejší dostupný zdroj energie pre bunky. Hladina glukózy v krvi – glykémia je regulovaná hormonálne (inzulín, glukagón, adrenalín, noradrenalín). Glukóza je významným zdrojom energie a je neustále odoberaná tkanivami. Po prijatí potravy nastáva dočasné zvýšenie jej hladiny. Ak je hladina glukózy vysoká, účinkom inzulínu sa glukóza ukladá vo forme glykogénu do pečene a svalov. V opačnom prípade dochádza k vyplavovaniu glykogénu z pečene do krvi a jeho rozkladu na glukózu. Pri poruchách v tvorbe inzulínu nastáva trvalá hyperglykémia, čo sa prejaví ochorením cukrovka (diabetes mellitus).

Krvné bunky

Červené krvinky

Červené krvinky (erytrocyty) sú pri pohľade zvrchu okrúhle, z boku majú piškótovitý tvar. V strede sú preliačené, čím sa zväčšuje ich povrch, a teda aj plocha pre styk s kyslíkom. U cicavcov, a teda aj u človeka, sú bezjadrové. (Súvisí to s fylogenezou,

pretože jadro červených krviniek odoberá časť prepravovaného kyslíka pre vlastný metabolizmus červenej krvinky. Erytrocyty cicavcov teda pracujú efektívnejšie.) Kyslík sa viaže na červené krvné farbivo hemoglobín (centrálna časť hemovej zložky obsahuje železo) a vzniká oxyhemoglobín. Táto väzba je vratná a v krvných vlásočniciach zaniká, čím sa kyslík z hemoglobínu uvoľňuje. Schopnosť oxidu uhličitého (a hlavne oxidu uhoľnatého) naviazať sa na hemoglobín je oveľa vyššia ako kyslíka, a preto dochádza k častým otravám v miestach, kde sa tieto plyny zdržiavajú – sú to hlavne pivnice a nižšie položené nevetrané miesta, pretože sú ťažšie ako vzduch a sú bez zápachu. Pri naviazaní CO na hemoglobín vzniká karboxyhemoglobín a len veľmi ťažko sa odbúrava.

Červené krvinky vznikajú v červenej kostnej dreni dlhých a plochých kostí. Vo vyššom veku sa ich produkcia znižuje. Ich tvorba je regulovaná tkanivovým hormónom erytroproteínom, ktorý sa tvorí v obličkách. Jeho tvorba závisí od atmosférického tlaku, preto sa pri pobyte vo vyšších nadmorských výškach zvyšuje tvorba erytroproteínu, a teda tvorba samotných červených krviniek. Tento stav pretrváva istý čas aj po prechode do nižších nadmorských výšok, čo sa využíva pri niektorých športoch na zlepšenie výkonu.

Normálny počet červených krviniek u dospelého muža je 5 mil/mm^3 a u žien $4,5 \text{ mil/mm}^3$. Životnosť červených krviniek človeka je asi 100–120 dní. Zanikajú v slezine.

Biele krvinky

Biele krvinky (leukocyty) sú bunky s jadrom a majú rôzny tvar. V krvi je ich okolo $6-8 \text{ tis/mm}^3$, ale pri chorobe sa ich počet zvyšuje na $15-20 \text{ tis/mm}^3$. Biele krvinky sa tvoria v kostnej dreni, lymfocyty aj v slezine a lymfatických uzlinách. Ich životnosť závisí od druhu - 10 dní až 5 mesiacov. Leukocyty sú súčasťou obranného systému tela.

Rozdeľujú sa na granulocyty a agranulocyty.

Granulocyty sa nazývajú aj polymorfonukleárne leukocyty. Tvoria viac ako 70% všetkých leukocytov. Aktívne sa pohybujú, majú schopnosť meniť tvar, môžu prenikať cez steny vlásočnic mimo krvný obeh - diapedéza - a fagocytujú. Vytvárajú hnis, ktorý sa tvorí v mieste infekcie a skladá sa prevažne z odumretých leukocytov. Po zafarbení pozorujeme v cytoplazme granulocytov hrudky (granuly). Podľa toho, akým farbivom ich možno zafarbiť, rozoznávame granulocyty neutrofilné, bazofilné a eozinofilné (acidofilné). Neutrofilily pohlcujú baktérie a tvoria chemické látky, ktoré ich ničia.

Eozinofily okrem iného tlmia účinok histamínu, látky, ktorá sa uvoľňuje pri reakcií protilátok s antigénmi, a ktorá môže vo väčšom množstve vyvolať alergickú reakciu.

Bazofily tvoria iba 1% všetkých bielych krviniek. Produkujú heparín, ktorý zabraňuje zrážaniu krvi vnútri krvných ciev.

Agranulocyty delíme na lymfocyty a monocyty. Lymfocyty tvoria približne 1/4 bielych krviniek. Dodávajú telu prirodzenú odolnosť voči chorobám, vytvárajú protilátky a chemické látky, ktoré pomáhajú chrániť bunky tela, aby nepodľahli bakteriálnej invázii. Funkcia monocytov spočíva v pohlcovaní baktérií a odstraňovaní trosiek buniek po útoku baktérií.

Činnosťou granulocytov a monocytov pri kontakte s choroboplodnými baktériami vzniká zápalová reakcia, ktorá je odpoveďou tela na lokálne poškodenie. Činnosť lymfocytov pri invázii mikroorganizmov a iných látok je známa ako imunitná reakcia.

Imunitná reakcia

Ľudský organizmus má schopnosť brániť sa proti rôznym mikroorganizmom, ich škodlivým produktom i proti iným cudzorodým materiálom. Organizmus tak chráni stálosť svojho vnútorného prostredia a neporušenosť svojich buniek a tkanív. Táto schopnosť sa nazýva imunita. Cudzorodé látky schopné navodiť v organizme imunitnú odpoveď nazývame antigény. Imunitu rozoznávame nešpecifickú a špecifickú. Nešpecifická imunita je vrodenná. Je to prirodzená odolnosť organizmu proti pôvodcom infekcií a iným cudzorodým bunkám. Dôležitým nástrojom prirodzenej odolnosti je schopnosť bielych krviniek (granulocytov a monocytov) pohlcovať choroboplodné mikroorganizmy, mŕtve bunky a iné častice - fagocytóza. Fagocytujúce bunky najprv putujú k cudzorodým telieskam; biele krvinky vystupujú z vlásočnic - diapedéza. Toto putovanie (migrácia) je podporované pôsobením látok, ktoré vznikajú pri metabolizme baktérií, pri zápalovej reakcii a pod. Také pôsobenie sa nazýva pozitívna chemotaxia. Fagocyt potom k cudziemu teliesku príľne a pohltí ho do svojho tela, kde ho svojimi enzýmami rozruší.

Špecifická imunita je uskutočňovaná zložitými dejmi, v ktorých sú rozhodujúce biele krvinky - lymfocyty. Podľa spôsobu vzniku a funkcie ich rozdeľujeme na B a T. B-lymfocyty vykonávajú protilátkovú obranu. Stykom s antigénom, ktorý prenikol do tela, aktivujú sa, premieňajú sa na plazmatické bunky a vytvárajú protilátky bielkovinového charakteru - imunoglobulíny. Tie cirkulujú v krvi a dostávajú sa do rôznych telových sekrétov. Protilátky antigén viažu a zneškodňujú. Ak sa stretne organizmus s tým istým antigénom druhýkrát, tvoria sa protilátky rýchlejšie a vo väčšom množstve. Protilátková imunita má pre špecifickú obranu organizmu proti infekcii zásadný význam.

T-lymfocyty vykonávajú bunkovú obranu. Rozoznávajú cudzorodé bunky a produkciou cytotoxických látok ich ničia. Preto napr. spôsobujú neprijatie transplantovaných orgánov a tkanív. Pomocou zvláštnych látok (imunopresívnych) možno túto činnosť T-lymfocytov obmedziť alebo potlačiť.

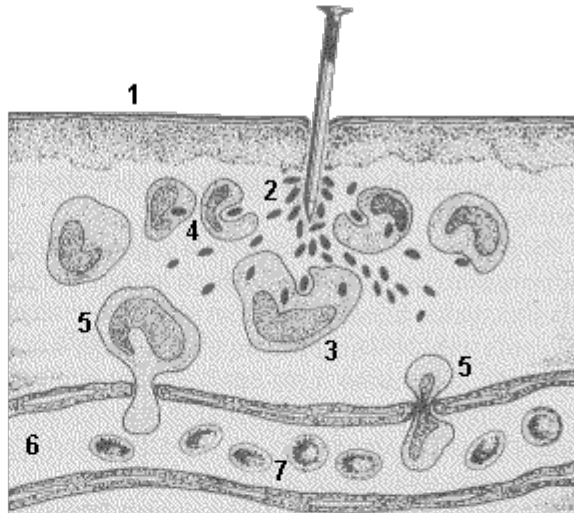
Antigén môže v citlivom organizme spôsobiť tzv. precitlivosť, ktorá sa prejavuje rozličnými príznakmi, ako sú kožné zmeny (napr. žihľavka), krč priedušničiek (astma) a pod. Hovoríme o alergii. Alergie vznikajú v disponovanom organizme väčšinou vdýchnutím určitých látok (napr. peľu z rastlín) alebo ich požitím (niektoré ovocie, ryby a pod.).

Na dejoch protilátkovej imunity je založené očkovanie. Vpravenie usmrtených alebo oslabených choroboplodných zárodkov do tela vyvolávame imunitné reakcie, ktoré organizmus po určitú dobu, niekedy veľmi dlho, chráni. To je aktívna imunizácia, ktorá tiež vzniká, keď jedinec danú infekčnú chorobu prekoná. Táto imunita je založená na existencii tzv. pamäťových buniek, čo sú B-lymfocyty, ktoré zostali na aktivovanej úrovni. Pri pasívnej imunizácii sa vpravujú ohrozenému alebo chorému človeku hotové protilátky.

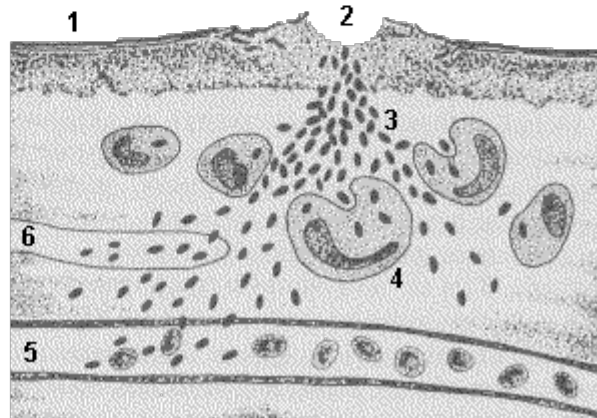
Pri infekčných, zápalových, nádorových a iných ochoreniach sa stupňuje tvorba bielych krviniek a zvyšuje sa ich počet. Všetky vplyvy, ktoré poškodzujú kostnú dreň, odkiaľ pochádzajú kmeňové bunky pre všetky krvinky a kde sa krvinky vytvárajú, znižujú

obranyschopnosť organizmu. Takto pôsobí ionizujúce žiarenie, rozličné priemyselné jedy a niektoré lieky podávané dlhý čas alebo vo veľkých dávkach.

Obr. Ochranné deje po preniknutí choroboplodných zárodkov kožou
 1 koža, 2 choroboplodné baktérie,
 3 veľký fagocyt, 4 malé fagocyty,
 5 fagocyt vystupujúci z cievy,
 6 cieva, 7 červené krvinky



Obr. Pri rozsiahlejšom poranení obrana fagocytov nestačí a choroboplodné zárodky sa šíria miazgovou a krvnou cestou
 1 koža, 2 poranené miesto, 3 choroboplodné baktérie, 4 biela krvinka,
 5 krvná cieva, 6 miazgový kanálik



Krvné doštičky

Krvné doštičky (trombocyty) nie sú pravé bunky. Vznikajú v červenej kostnej dreni oddeľovaním časti cytoplazmy z veľkých buniek. Tvoria sa, ako všetky krvné bunky, v kostnej dreni. Ich počet je 100–300 tis/mm³ a životnosť asi 4 dni. Sú veľmi krehké. Pri poškodení cievy narážajú na okraje rany a lámu sa. Pri ich rozpade sa uvoľňujú látky, ktoré sa zúčastňujú pri zrážaní krvi.

Zastavenie krvácania

Zastavenie krvácania je životne dôležité, lebo chráni organizmus pred stratou krvi, či dokonca pred vykrvácaním pri poranení. Pri zastavení krvácania sa zúži cieva na poranenom mieste, nahromadia sa krvné doštičky a krv sa zrazí. Výsledok všetkých týchto troch dejov a stupeň ich uplatnenia závisí od druhu, rozsahu a miesta poranenia. Tam, kde nie je poranená väčšia tepna, v ktorej je krv pod značným tlakom, stačia uvedené deje na zastavenie krvácania a poranenie sa môže zahojiť.

Dôležitým dejom pri zastavení krvácania je činnosť krvných doštičiek. Doštičky prilnú k trhline v cievnej stene, zhlukujú sa a spájajú sa do masy, ktorá je potom spevnená vláknami fibrínu vznikajúcimi pri zrážaní krvi.

Podstatou zrážania krvi je premena rozpustnej plazmatickej bielkoviny - fibrinogénu - účinkom trombínu na nerozpustný vláknitý fibrín. Reťazec chemických dejov končiacich premenou fibrinogénu na fibrín je veľmi zložitý a uplatňuje sa pri ňom mnoho iných látok obsiahnutých v krvnej plazme, v krvných doštičkách aj v tkanivách (celkovo asi 20 faktorov). Vytvorená zrazenina upcháva poranenú cievu a zakryje poranené miesto. Tým sa zabráni ďalšiemu krvácaniu. Keď sa otvor v poranenej cieve zahojí, zrazenina sa rozpustí a odstráni.

Krvné skupiny

Jedným z prejavov vrodenej imunity človeka sú skupinové antigény, ktoré dávajú jedincovi imunologickú individualitu. Pretože reakcie vyvolané týmito antigénmi sú najzávažnejšie v červených krvinkách, takto boli aj objavené, nazývame ich krvnými skupinami.

Podstata systému vlastnosti krvných skupín je existencia dvoch zložiek, antigénu a protilátky. Antigény - aglutinogény - sú molekuly nachádzajúce sa na povrchovej membráne červených krviniek, protilátky - aglutiníny - sú prítomné v krvnej plazme. Aglutiníny zhlukujú červené krvinky - aglutinácia - iného človeka nesúce im zodpovedajúce aglutinogény.

Poznáme niekoľko systémov krvných skupín. Najdôležitejšie z nich sú:

- AB0 systém
- Rh faktor systém
- MN systém

AB0 systém

U človeka sa na povrchu červených krviniek môžu nachádzať dva typy aglutinogénov: aglutinogén A a aglutinogén B. U jedného jedinca môžu byť prítomné oba typy alebo len jeden typ, prípadne červené krvinky nemusia obsahovať ani jeden z uvedených aglutinogénov. Protilátkou voči aglutinogénu A je aglutinín anti A (označuje sa aj ako aglutinín β), protilátkou proti aglutinogénu B je aglutinín anti B (označuje sa aj ako aglutinín α). V plazme jedného človeka nie sú aglutiníny proti vlastným aglutinogénom.

Tab. AB0 systém

krvná skupina	Aglutinogény	aglutiníny	výskyt u nás (%)
A	A	anti B	41,5
B	B	anti A	14,1
AB	A a B	-	6,6
0	-	anti A a anti B	37,8

Rh faktor systém

Okrem antigénov A, B je v červených krvinkách niektorých ľudí prítomný aj systém antigénov, ktorý nazývame Rh systém. Názov pochádza z názvu opice *Macacus rhesus*, u ktorej bol prvýkrát pozorovaný. Ak je tento faktor v červených krvinkách prítomný, hovoríme, že krv je Rh pozitívna (Rh+), čo je asi u 80-85% populácie. Ak tento faktor nie je v krvi prítomný, hovoríme, že krv je Rh negatívna (Rh-). Pri transfúzii je nutné rešpektovať aj Rh faktor. Pacientovi s krvnou skupinou Rh negatív nemožno podať krv Rh pozitívnu. Telo pacienta nepozná Rh faktor, ten je teda voči jeho organizmu antigénom, telo začne proti nemu vytvárať protilátky, ktoré spôsobia rozklad červených krviniek (hemolýzu). To sa môže stať nebezpečné pri opakovaných transfúziách alebo pri podaní väčšieho množstva krvi.

MN systém

Podľa krvných aglutinogénov M a N sa rozdeľuje krv do troch skupín: M, N, MN. Tieto aglutinogény nemajú prirodzené aglutiníny. Poznanie týchto krvných faktorov sa využíva pri určovaní otcovstva a pri transfúziách.

- Otázky:
1. Charakterizujte krv a jej funkcie
 2. Aký význam má stálosť vnútorného prostredia
 3. Popíšte krvné cievy, veľký a malý krvný obeh a choroby ciev
 4. Charakterizujte srdce, jeho funkcie, obeh krvi v ňom a najčastejšie choroby srdca
 5. Vymenujte najdôležitejšie telové tekutiny, charakterizujte ich a vysvetlite vzťahy medzi nimi
 6. Miazgová sústava – jej funkcia a stavba, popíšte úlohy lymfy

Tráviaca sústava človeka

Tráviacu sústavu človeka tvoria orgány tráviacej rúry a pomocné žľazy. Tráviacu rúru tvorí: ústna dutina (cavum oris), hltan (pharynx), pažerák (oesophagus), žalúdok (gaster), tenké črevo (intestinum tenue) a hrubé črevo (intestinum crassum). Najväčšie žľazy tráviacej sústavy sú pečeň (hepar) a podžalúdková žľaza (pankreas). V ústnej dutine sa nachádzajú pomocné slinné žľazy.

Ústna dutina

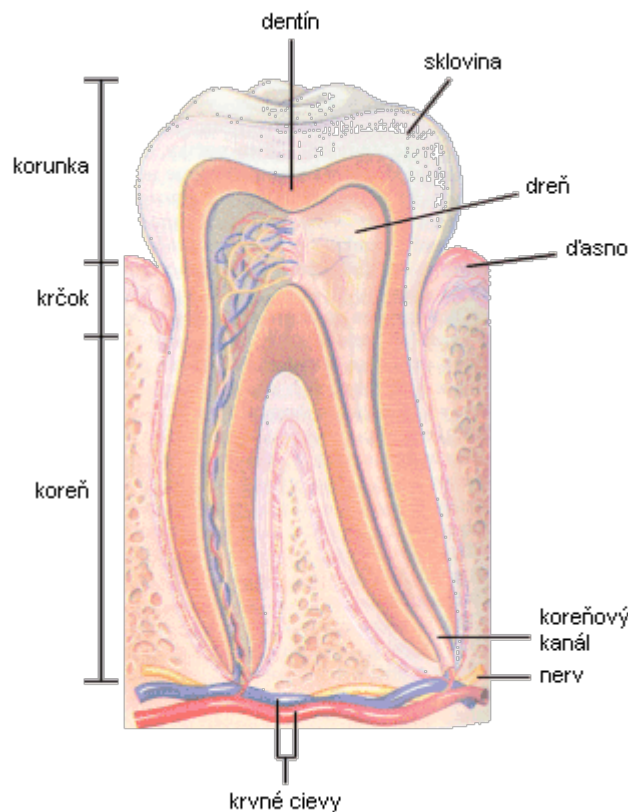
V ústnej dutine (cavum oris) začína tráviaca cesta. Zabezpečuje príjem potravy. V ústnej dutine prebieha mechanický reflex – žuvanie. Súčasťou ústnej dutiny sú zuby a jazyk.

Jazyk

Jazyk (lingua) je tvorený z priečne-pruhovaných svalov a pripevnený je k jazyčke. Nachádzajú sa na ňom chuťové poháriky s chuťovými bunkami. Jazyk sa podieľa spolu s hltacím reflexom pri hltaní potravy.

Zuby

Funkciou zubov (dentes) je mechanické spracovanie potravy, pričom sa podieľajú aj na artikulácii. Zub tvorí koreň, krčok a korunka. Na povrchu je zub pokrytý zubnou sklovinou. Stavebným materiálom zubov je zubovina - dentín. Vo vnútri zubu sa nachádza zubná dreň. V koreni zuba sa nachádza otvor, ktorým do dreňovej dutiny vstupujú cievy a nervy.



Obr. Prierez zubu

Podľa tvaru rozoznávame 4 druhy zubov:

- rezáky (dentes incisivi)
- očné zuby (dentes canini)
- črenové zuby (dentes premolares)
- stoličky (dentes molares)



Obr. Druhy zubov

1 rezák, 2 očný zub, 3 črenový zub, 4 stolička

Dočasný (mliečny) chrup má 20 zubov, definitívny (trvalý) chrup má 32 zubov. Prerezávanie prvých zubov sa začína asi v 6. mesiaci života a končí v dvoch rokoch. Medzi šiestym a siedmym rokom života začína postupná výmena za definitívny chrup. Táto výmena je ukončená do 18. roku.

Slinné žľazy

Do ústnej dutiny ústia vývody 3 párov veľkých slinných žliaz (príušná, podsánková, podjazyková). Ich produktom sú sliny. Sliny sú dôležité, lebo navlhčujú a zmäkčujú potravu, a tým uľahčujú žuvanie. Obsah hlienu v slinách robí hlt klzkým a pomáha tak pri prehltaní. Sliny rozpúšťajú v potrave rôzne látky a zosilňujú tak dráždenie receptorov. Pomáhajú čistiť zuby aj ústa od zvyškov jedál a ničia (lyzozýmom) a splachujú baktérie. Začínajú trávenie škrobov, lebo obsahujú enzým ptyalín (amyláza).

Hltan

Hltan (pharynx) je lievikovito rozšírená rúra, ktorá je súčasťou tráviacej aj dýchacej sústavy. Delí sa na nosovú časť (nosohltan), ústnu časť a hrtanovú časť. Medzi hrtanom a hltanom sa nachádza hrtanová príchlopka (epiglottis), ktorá bráni preniknutiu potravy do dýchacích ciest.

Pažerák

Pažerák (oesophagus) je 20-25 cm dlhá rúra, ktorá zabezpečuje spojenie s hltanom a žalúdkom. Prechádza medzi pľúcami a branicou, dostáva sa do brušnej dutiny a nasadá na žalúdok. Posúvaniu potravy napomáhajú peristaltické vlny.

Žalúdok

Žalúdok (gaster) je svalovitý vak s obsahom 1-2 l. V sliznici žalúdka je mnoho žliazok. Prvou funkciou žalúdka je zhromaždiť a zadržať väčšie množstvo naraz prijatej potravy. Tým sa umožní prijímať pokrmu vo väčších intervaloch (raňajky, obed a pod.). Ďalej sa

potrava pohybmi steny žalúdka premiešava so žalúdočnou šťavou, ktorá ju chemicky mení na tráveninu - chýmus - vhodnú na ďalšie spracovanie v tenkom čreve. Trávenina je po malých dávkach zo žalúdka vypúšťaná do dvanástnika.

Hlavnými súčasťami žalúdočnej šťavy je kyselina chlorovodíková (HCl), enzým pepsín a hlien (mucín). HCl má mnohostranný význam. Vytvára v žalúdku silne kyslé prostredie nevyhnutné pre pôsobenie pepsínu, uľahčuje vstrebávanie niektorých minerálnych látok (napr. premenou na rozpustnú soľ), bráni znehodnocovaniu vitamínov B1, B2 a C a ničí veľa choroboplodných mikroorganizmov, a tak zabraňuje ich prieniku do čreva.

Pepsín sa vylučuje ako neúčinný pepsinogén, ktorý sa aktivuje v silne kyslom prostredí na účinný pepsín. Štiepi bielkoviny na jednoduchšie, vo vode rozpustné polypeptidy. Zráža mlieko, ktoré sa ako zrazenina v žalúdku dlhšie udrží a čiastočne sa trávi. V žalúdku dojdú zráža mlieko enzým chymozín. Okrem pepsínu a chymozínu slúži na trávenie bielkovín aj enzým katepsín, ktorý pripravuje bielkoviny na štiepenie pepsínom.

Mucín je zásaditý a v súvislej vrstve pokrýva sliznicu žalúdka. Odoláva tráviacim účinkom pepsínu aj kyseline chlorovodíkovej a chráni pred nimi sliznicu žalúdka.

Sťahy svalov steny žalúdka spôsobujú rozdrobovanie obsahu žalúdka a jeho premiešavanie so žalúdočnou šťavou. Tieto sťahy (peristaltika) prebiehajú ako priečne zaškrcovanie obvodu smerom od žalúdočného vchodu k vrátniku. Začínajú po jedle a spôsobujú aj prerušované vypudzovanie tráveniny žalúdka do dvanástnika.

Dôležitým reflexným ochranným dejom je zvracanie. Je to vyprázdňovanie žalúdka pažerákom a ústami von z tela. Zvracanie nastáva najmä pri neprimeranom podráždení žalúdka nadmerným obsahom, požitým dráždivých látok alebo aj podráždením iných častí tráviacej sústavy.

Tenké črevo

V tenkom čreve (intestinum tenue) sa dokončuje trávenie všetkých živín. Tenké črevo je 4 až 5 m dlhé a 3 až 3,5 cm široké. Jeho sliznica tvorí mnohé riasy a je v nej mnoho jemných výbežkov - klkov. Do začiatkovej časti tenkého čreva, dvanástnika (duodenum), priteká šťava z podžalúdočnej žľazy a žlč. Žľazky sliznice tenkého čreva produkujú črevnú šťavu.

Pankreatická šťava - produkt podžalúdočnej žľazy (pankreas) - je najdôležitejšou tráviacou šťavou. Obsahuje soli, ktoré neutralizujú kyslú tráveninu, a enzýmy štiepiace všetky živiny. Enzým trypsin pokračuje v trávení bielkovín na jednoduchšie peptidy a aminokyseliny. V pankreatickej šťave je aj zmes amyláz štiepiacich škroby na jednoduché sacharidy a lipáz, ktoré rozkladajú tuky na glycerol a mastné kyseliny.

Žlč sa tvorí v pečeni (hepar) a zhromažďuje a zahusťuje sa v žlčníku. Obsahuje anorganické soli, žlčové farbivá a iné organické látky. Z nich najdôležitejšie sú soli žlčových kyselín, lebo podstatne znižujú povrchové napätie, a tak rozptyľujú tuky na jemné kvapôčky (emulgácia tukov), emulziu. Tým sa uľahčuje pôsobenie enzýmov, ktoré trávia tuky.

Črevná šťava obsahuje enzýmy štiepiace najmä peptidy, nukleové kyseliny a disacharidy.

Tenké črevo vykonáva miestne a celkové pohyby. Striedavým zvieraním a ochabovaním susedných úsekov čreva sa obsah prelieva z miesta na miesto a premiešava sa s tráviacimi šťavami. Peristaltickou vlnou (postupujúce priečne zaškrcovanie kruhovej svaloviny) sa obsah posúva na veľkú vzdialenosť.

Vstrebávanie látok z tenkého čreva

Hlavným miestom vstrebávania (resorpcie) je tenké črevo, v ktorom sa trávenina zdržuje najdlhšie, pomaly sa pohybuje a výdatne sa premiešava. Trávenie živín, tj. rozklad na jednoduché látky rozpustné vo vode, dokončuje sa v tenkom čreve. Sliznica tenkého čreva je na vstrebávanie prispôsobená svojou veľkou plochou a bohatým prekrvením. Vstrebávanie je založené na pasívnom prenikaní vody a jednoduchých látok cez stenu tenkého čreva, ale je aj aktívne, čo znamená, že nastáva za prítomnosti látkového prenášača a závisí od energie, ktorú uvoľní pri metabolizme v črevných bunkách. Vstrebané látky odvádza krv a miazga.

Hrubé črevo

Hrubé črevo (intestinum crassum) je asi 1,5 m dlhé a 5-7 cm široké. Jeho sliznica nemá klky. Nevylučujú sa do neho žiadne tráviace šťavy. Začína sa naplňať 4 až 8 hodín po požití jedla. Do hrubého čreva prichádzajú z tenkého čreva nestráviteľné zvyšky potravy (časti šliach, väziva, buničina), určité množstvo nevstrebaných živín a minerálnych látok, vody, zvyšky tráviacich štiav, žľčové farbivá, odlúpené výstelkové bunky a pod.

V hrubom čreve prebieha ešte v obmedzenej miere vstrebávanie (solí, vody, niektorých vitamínov a niektorých liekov podávaných v podobe čípkov alebo klystíru). Pre výživu nemá toto vstrebávanie význam. Na obsah hrubého čreva výrazne pôsobí činnosť baktérií, ktoré v ňom stále normálne žijú. Sú to kvasné baktérie (*Escherichia coli*) a hnilobné baktérie. Niektoré baktérie vytvárajú vitamíny komplexu B a vitamín K. Činnosťou baktérií a zahusťovaním sa obsah hrubého čreva mení na výkaly. Pri kvasení vzniká značné množstvo plynov (oxid uhličitý, metán). Časť sa ich vstrebáva, časť z tela odchádza. Plyn napínajú stenu hrubého čreva a povzbudzujú jeho pohyby. Pôsobením hnilobných baktérií sa uvoľňujú z aminokyselín látky, ktoré môžu po vstrebaní pôsobiť v organizme nepriaznivo (amoniak, sulfán, fenol a pod.). U zdravého človeka sa tieto látky zneškodňujú v pečeni.

Obsah hrubého čreva sa pomalými pohybmi posúva a o 18 až 30 hodín po jedle sa dostáva do esovitej kľučky a z nej do konečníka. Naplnenie konečníka vzbudí pocit nutkania na stolicu. Keď sa tomuto pocitu vyhovie, uplatní sa vyprázdňovací (defekačný) reflex. Svalovina konečníka sa zmrší a pri súčasnom ochabnutí vnútorného a vonkajšieho zvierača sa konečník vyprázdni. Činnosť vonkajšieho zvierača je ovládaná vôľou. Zadržiavanie stolice dlho alebo opakovane má za následok zápchu. Pre podnecovanie pohybu čriev a pre dobré vyprázdňovanie hrubého čreva je dôležitá tzv. hrubá vláknina potravy (celulóza, pektíny, lignín), ktorá bráni aj nadmernému rozmnožovaniu baktérií a vstrebávaniu ich toxínov do krvi. Opak zápchy, preháňanie,

zvyčajne vyvoláva zrýchlený prechod črevného obsahu. Najčastejšou príčinou je porucha trávenia alebo požitie potravín, na ktoré je črevo precitlivené.

Metabolizmus

Všetky životné prejavy ľudského organizmu majú chemický základ, tj. premenu látok a energií. Ľudský organizmus (ako každý živočíšny organizmus) získava energiu v podobe zložitých chemických zlúčenín, ktoré sa v tele premieňajú. Každú chemickú reakciu sprevádza zmena energie. Preto je premena látok - *metabolizmus* - nerozlučne spätá s premenou energií. Rast, svalová činnosť, prejavy dráždivosti, bioelektrické deje, vylučovanie, každá funkcia, každý fyziologický jav závisí priamo od premeny látok. Štiepenie zložitých látok na jednoduché prebieha za prítomnosti kyslíka. Živočíšny organizmus oxiduje sacharidy, tuky a bielkoviny a uvoľňuje tak energiu potrebnú na životné deje. Konečný postup oxidácii je pre všetky živiny rovnaký a uskutočňuje sa v tzv. *Krebsovom cykle*. Konečnými splodinami sú oxid uhličitý a voda. Oxidácie v tele sú pomalé a postupné a uvoľňujú energiu v malých a použiteľných množstvách. Tieto deje označujeme ako *katabolizmus*. (Časť energie sa vždy uvoľňuje v podobe tepla.) Takto uvoľnená energia nemôže byť v organizme priamo využitá, ale prenáša sa na zlúčeniny, ktorých chemické väzby sú schopné viazať jej značné množstvo - *makroergické fosfátové väzby*. Makroergické fosfáty sú v každej bunke. Až túto energiu uloženú vo forme makroergických väzieb môže organizmus využiť na výstavbu živej hmoty a na všetku činnosť. *Anabolizmom* označujeme procesy, pri ktorých sa z jednoduchších látok tvoria nové, telu vlastné zložené látky. Pri týchto dejoch sa energia spotrebúva.

Premena látok, ktorá ustavične prebieha vo všetkých bunkách, zahŕňa tieto hlavné deje:

1. Z jednoduchých vstrebaných látok sa vytvárajú látky telu vlastné. Sú to stavebné súčasti buniek a tkanív. Vo zvýšenej miere sa to deje napr. pri raste, ale aj v dospelom organizme sa všetky súčasti buniek ustavične obnovujú. Ďalej sa tvoria látky, ktoré majú pre organizmus biologický význam, ako sú enzýmy, hormóny, krvné farbivo, plazmatické bielkoviny a pod. Pri každej tejto syntéze sa spotrebúva energia.
2. Pri štiepení zložitých látok na jednoduché sa uvoľňuje energia, ktorá umožňuje všetky životné deje.
3. Niektoré látky sa hromadia v organizme do zásoby. Odtiaľ sa môžu v prípade potreby uvoľniť a použiť na predchádzajúce ciele. Zásobné látky sú tuky a sacharidy (živočíšny škrob - glykogén).

Úroveň premeny látok v živom organizme sa neustále mení v závislosti od podmienok vonkajšieho a vnútorného prostredia, od stavu a potrieb organizmu. Ak je človek v pokoji, metabolizmus sa znižuje, pri činnosti sa zvyšuje. Anabolické a katabolické deje sú v dospelom zdravom, primerane živom a primerane činnom organizme v rovnováhe. V období rastu sú zvýšené anabolické deje a potreba energie stúpa. V starobe sa metabolizmus znižuje.

Metabolizmus je riadený hormonálne a nervovo. Metabolické reakcie treba usmerňovať, urýchľovať alebo spomaľovať. Tým sa reguluje rovnováha celého systému. Súčasne sa udržiava stálosť vnútorného prostredia, a to vzhľadom na premenlivosť prívodu živín a ich spotreby. Zásoby živín sa musia podľa potreby včas nielen mobilizovať,

ale aj dopĺňať. Nervy ovplyvňujú metabolizmus najmä prostredníctvom hormónov, ktorých sekréciu riadia.

Premenu látok najviac zvyšuje svalová práca, požitie potravy a vysoká aj nízka teplota prostredia. Pokles premeny látok nastáva najmä pri hladovaní.

Premena sacharidov

Ústredné postavenie v premene sacharidov má glukóza. Nachádza sa vo všetkých telových tekutinách. V krvi je jej množstvo veľmi stále, prechodne sa zvyšuje po požití potravy. Glukóza je najpohotovejší a najdôležitejší zdroj energie pre mnoho tkanív. Nepostrádateľná je pre ústrednú nervovú sústavu. Zásobným zdrojom glukózy je glykogén. Táto zložitá látka sa tvorí z jednoduchých sacharidov a ukladá sa v bunkách (najmä v pečeni) a kostrových svaloch. Glykogén sa podľa potreby rozkladá na glukózu.

Premena tukov

Tuky tvoria v tele stavebnú časť všetkých buniek (cytoplazmy a membrán), ale sa aj ukladajú do zásoby. Sú výdatným zdrojom energie. Najviac je neutrálnych tukov. V krvnej plazme je určité stále množstvo tukov z potravy a zo zásobného tukového tkaniva. Nadbytočný tuk sa ukladá do zásoby v bunkách tukového tkaniva, najmä pod kožou, v brušnej dutine a na iných miestach tela. Zásobný tuk je hlavnou energetickou rezervou organizmu. Od jej veľkosti napr. závisí v značnej miere čas, ktorý môže jedinec prežiť pri úplnom hladovaní. Človek má zásobného tuku priemerne 10 až 12% hmotnosti tela, u tučných ľudí je tento podiel väčší.

Premena bielkovín

Bielkoviny sú najdôležitejšie súčasti živej hmoty. Sú chemicky najzložitejšie a okrem uhlíka, kyslíka a vodíka obsahujú ešte dusík. V ľudskom tele na ne pripadá najväčší podiel (20%) pevných látok. Tvorí hlavnú súčasť buniek, uplatňujú sa ako enzýmy, hormóny, patrí medzi ne hemoglobín a pod. Pre život organizmu sú nevyhnutné. V krvi je stále určitá hladina aminokyselín (z potravy a z telových bielkovín). Aminokyseliny môžu byť aj zdrojom energie. Bielkoviny sa v tele neukladajú do zásoby.

Zloženie potravy

Pri posudzovaní potreby výživy nemožno brať do úvahy len množstvo ale treba dbať na to, aby zloženie potravy bolo správne. Pomer živín v potrave kolíše a je ovplyvnený osobnými, rodinnými a národnými zvykmi. U nás sú priemerné hodnoty živín v dennej potrave približne takéto: 10-12% bielkoviny, 30-35% tuky, 55-60% sacharidy.

Bielkoviny

Bielkoviny nemožno nahradiť žiadnou inou živinou. Optimálny prívod bielkovín za deň je u dospelého človeka 1 g / 1 kg hmotnosti tela. Deti ich majú dostávať 3-4 g / 1 kg hmotnosti tela.

Biologická hodnota bielkovín je daná obsahom tzv. nepostrádateľných aminokyselín. To sú aminokyseliny, ktoré si organizmus nemôže sám vytvárať. Najlepšia bielkovinová potrava je však taká, ktorá obsahuje zmes všetkých aminokyselín, nepostrádateľných aj postrádateľných, vo vhodnom vzájomnom pomere. Asi tretinu

potrebného množstva bielkovín v potrave tvoria živočíšne bielkoviny (mäso, mlieko, vajcia), ktoré sú najstráviteľnejšie a biologicky najvhodnejšie.

Tuky

Tuky sú energeticky najbohatšou zložkou potravy. Okrem toho je v nich rozpustených niekoľko vitamínov (A, D, E, K). Obsahujú aj niektoré nenasýtené mastné kyseliny, ktoré organizmus potrebuje a nie je schopný ich sám vyrábať.

Pre optimálny príjem tukov nie je jednotné pravidlo. Celkovo platí, že čím je vyšší energetický výdaj u ťažko pracujúcich osôb, tým viac tukov má byť v potrave. Ak je spotreba energie do 12,5 MJ dene, má byť v potrave približne 25% tukov, nad 12,6 MJ 30% a viac. Treba však pamätať, že k prejedaniu tukmi dochádza veľmi ľahko.

Sacharidy

Sacharidy sú najpohotovejším a najbežnejším zdrojom energie. Sú bežnou súčasťou potravy, ich podiel je 55-60%. Prijímame ich najmä ako zložené sacharidy (škroby) v chlebe, počive, obilninách a zemiakoch. Treba si však uvedomovať, že z nadbytočných sacharidov sa tvoria v tele tuky.

Minerálne látky

Minerálne látky aj keď nie sú zdrojom energie, sú stálou a nevyhnutnou súčasťou všetkých buniek a telových tekutín. Minerálne látky tvoria asi 4,7% hmotnosti tela. Najviac je solí vápniku a fosforu, ktoré sú uložené v kostiach a zuboch a dodávajú im tvrdosť a pevnosť. Ďalej je v tele sodík, draslík, síra, chlór, horčík a v menšom množstve železo, jód, zinok, meď, kobalt. Niektoré prvky majú špecifický význam (napr. železo v molekule hemoglobínu, jód v hormóne štítnej žľazy, zinok v inzulíne a pod.). Normálna pestrá strava obsahuje zvyčajne potrebné množstvo minerálnych látok. Na zvýšený prívod najmä vápnika a železa treba dbať v období rastu, v gravidite a počas dojčenia.

Tab. Prehľad minerálnych látok

Mineráln y prvok	Význam pre zdravie	Príznaky nedostatku	Príznaky nadbytku
MAKROPRVKY			
vápnik	Zúčastňuje sa na stavbe kostí a zubov, je nevyhnutný pre prenos nervových vzruchov, zrážanie krvi a činnosť svalov.	Svalová ochabnutosť, bolesti chrbta, mäkké a krehké kosti, zlomeniny a osteoporóza.	Nijaké: nadbytok vápnika sa nevstrebáva do tela.

chloridy	Chloridový aniont sa zúčastňuje na udržiavaní rovnováhy tekutín a elektrolytov v tele. Nevyhnutný na tvorbu žalúdočnej kyseliny.	Pri bežnej strave sa nedostatok nevyskytuje.	Nijaké: Nadbytočné chloridy sa vylúčia v moči.
horčík	Dôležitá zložka kostí a zubov. Zúčastňuje sa na prenose nervových vzruchov, dôležitý pre svalové sťahy.	Apatia, slabosť, kŕče a svalová triaška (tetánia), ktoré vedú až ku kŕčovitému záchvatu.	Nie sú známe.
fosfor	Zúčastňuje sa na tvorbe zdravých kostí a zubov a pomáha ich udržiavať zdravé. Nevyhnutný na uvoľnenie energie v bunkách a vstrebávanie mnohých živín.	Nedostatok je vzácny, ale môže ho spôsobiť dlhodobé užívanie antacidových prípravkov.	Nadmerný príjem fosforu môže negatívne ovplyvniť využitie vápnika, potláča sa vstrebávanie horčíka.
draslík	Spolu so sodíkom udržiava rovnováhu tekutín a elektrolytov a zdravý krvný tlak. Má vplyv na srdcový rytmus. Nevyhnutný na prenos všetkých nervových vzruchov.	Apatia, slabosť, zmätenosť a extrémny smäd. V ťažkých prípadoch srdcová arytmia a iné srdcové a dýchacie ťažkosti.	Môže spôsobovať letargiu, pomalý tlkot srdca, ochrnutie a zlyhanie srdca.
sodík	Spolupôsobí s draslíkom pri regulácii rovnováhy tekutín, je nevyhnutný na nervovú a svalovú činnosť.	Nedostatok je zriedkavý, ale môže viesť k nízkemu krvnému tlaku, dehydratácii a svalovým kŕčom.	Zadržiavanie tekutín, vysoký krvný tlak, ktorý môže viesť až k infarktu. Zlyhanie srdca a obličiek.
MIKROPRVKY			
chróm	Dôležitý na reguláciu hladiny cukru v krvi, zúčastňuje sa na úprave krvnej hladiny cholesterolu.	Môže spôsobovať alergiu na glukózu a zvyšovať krvnú hladinu cholesterolu.	Nie sú známe.

meď	Nevyhnutná na rast kostí a tvorbu spojivového tkaniva. Zlepšuje vstrebávanie železa z potravy. Prítomná v mnohých enzýmoch, chrániacich pred voľnými radikálmi.	Nedostatok je zriedkavý a väčšinou sa vyskytuje iba u nedonosených detí a novorodencov s poruchami vstrebávania.	Vysoký príjem medi nie je pravdepodobný, nadbytok medi by však mohol poškodiť pečeň a obličky, a tak spôsobiť otravu.
fluoridy	Chráni pred kazením zubov.	Kazenie zubov.	Slabé a škrvnuté zuby, krehké kosti.
jód	Nevyhnutná súčasť hormónov štítnej žľazy.	Hrvoľ, niekedy aj hrubá pokožka a vlasy, apatia.	Vysoký príjem môže spôsobiť hypertyreózu.
železo	Nevyhnutná zložka hemoglobínu a mnohých enzýmov, zúčastňujúcich sa na energetickom metabolizme.	Dýchavičnosť, únava, málokrvnosť z nedostatku železa, znížená odolnosť proti nákazám.	K otrave železom väčšinou dochádza, keď si deti zmýlia tablety železa s cukríkmi.
mangán	Nevyhnutná zložka rozličných enzýmov, zúčastňujúcich sa na premene energie, sú prítomné pri tvorbe kostí a spojivového tkaniva.	Nie sú známe.	Nijaké: nadbytočný mangán je vylučovaný z tela.
molybdén	Nevyhnutná zložka enzýmov, zúčastňujúcich sa na syntéze DNA a RNA, pravdepodobne chráni pred kazením zubov.	Nedostatok nie je v praxi známy.	Vysoký príjem molybdénu môže vyvolať nedostatok medi.
selén	Antioxidant, chráni bunky pred poškodením voľnými radikálmi. Nevyhnutný na zdravý pohlavný vývoj.	Nedostatok je zriedkavý. Zastavenie rastu, oneskorený pohlavný vývoj a znížená plodnosť.	Vypadávanie vlasov, depigmentácia pokožky, únava.

síra	Zložka dvoch esenciálnych aminokyselín, obsiahnutých v mnohých bielkovinách. Nachádza sa vo všetkých bunkách.	Nedostatok nie je známy.	Nijaké.
zinok	Nevyhnutný na zdravý rast, rozmnožovanie a činnosť imunitného systému. Zúčastňuje sa na činnosti mnohých enzýmov.	Strata chuti do jedla, u dospievajúcich sa spomaľuje rast a vývoj a oslabuje sa imunitný systém.	Nehrozí nebezpečenstvo, ak sa nepredávkujete umelým prípravkom.s

Vitamíny

Vitamíny sú účinné vo veľmi malých množstvách a uplatňujú sa ako súčasť enzýmových systémov pri premene látok. Niektoré sú pre život nevyhnutné.

Potreba vitamínov je rozličná. Závisí najmä od veku, pohlavia, hmotnosti tela a od intenzity premeny látok. Ich množstvo v potrave má nielen brániť príznakom nedostatočného prívodu, tj. hypovitaminóze (nadbytok určitého vitamínu sa nazýva hypervitaminóza), ale má byť optimálne, tj. zaručovať dobrý vývin, výkonnosť a odolnosť. V každom ročnom období musíme preto dbať na dostatočný podiel ovocia a zeleniny, ale aj zložiek živočíšnej potravy, ktoré obsahujú väčšie množstvo vitamínov.

Tab. Prehľad vitamínov

Vitamín	Význam v organizme	Príznaky nedostatku	Príznaky nadbytku
A	Nevyhnutný pre rast a bunkový vývoj, zrak a imunitné funkcie. Pomáha udržiavať zdravú kožu a sliznice dýchacích, tráviacich a močových ciest. Karotén sa v organizme môže správať ako dôležitý antioxidant.	Šeroslepota, zvýšené riziko infekcie, dýchacie ťažkosti, poškodenie zraku a v extrémnych prípadoch slepota.	Otupenosť, padanie vlasov, zvracanie, poškodenie pečene a kostí. Zvýšené riziko potratu a poškodenia plodu. Nadbytok karoténu môže spôsobiť žlté zafarbenie pokožky.

C	Potrebný na tvorbu kolagénu (bielkoviny nevyhnutnej pre zdravé zuby, kosti, ďasná, chrupavky a kožu) a pre funkcie neurotransmitterov - napr. noradrenalín a sérotonín. Dôležitý antioxidant. Pomáha pri absorpcii železa z potravy.	Únava, strata chuti do jedla, bolesti kĺbov, zápaly ďasien, šupinatosť kože, pomalé hojenie rán, zvýšená vnímavosť na infekcie. Závažný nedostatok môže vyvolať duševné poruchy a vnútorné krvácanie, vedúce k málokrvnosti. Nebezpečenstvo náhlejš smrti na srdcové zlyhanie.	Nadbytok vitamínu sa bezpečne vylúči močom. Obrovské dávky však môžu u citlivých ľudí vyvolať tvorbu obličkových kameňov, spôsobiť bolesti hlavy a privodiť poruchy spánku. Nemajú sa podávať ani ťarchavým ženám.
B1	Nevyhnutný na získavanie energie zo sacharidov, tukov a alkoholu. Bráni v tele tvorbe toxických látok, ktoré môžu poškodzovať srdce a nervový systém.	Strata chuti do jedla, zmätenosť, opuchy končatín, strata vnímania, nervové poruchy, svalová slabosť a zväčšenie srdca. Časté u alkoholikov.	Príznaky nie sú známe. Každý nadbytok sa vylučuje obličkami.
B2	Pomáha uvoľňovať energiu z potravy a je nevyhnutný pre funkciu vitamínu B6 a niacínu.	Suché, popraskané pery, krvou podliate oči, dermatitída, mierna málokrvnosť.	Toxicita nie je známa: nadbytky sa vylučujú močom, v ktorom spôsobujú jasnožlté zafarbenie.
B6	Pomáha uvoľňovať energiu z bielkovín, je dôležitý pre imunitné funkcie organizmu, pre nervový systém a tvorbu červených krviniek.	U dospelých je nedostatok vzácny, no môže k nemu dôjsť pod vplyvom protiplesňových a protituberkulózných liekov. K príznakom patrí málokrvnosť, depresia a zmätenosť.	Nervové poškodenie. Dlhodobé podávanie vysoké dávky vedú k poruche vnímania a funkčným poruchám v končatinách.

niacín	Nevyhnutný pre tvorbu energie v bunkách a na tvorbu neurotransmitterov. Pomáha udržiavať zdravú kožu a dobré fungovanie tráviaceho ústrojenstva.	Únava, depresia, pigmentovaná kožná vyrážka (najmä po slnečnom ožiarení), dermatitída, hnačky a v pokročilých prípadoch demencia.	Vysoké dávky kyseliny nikotínovej môžu spôsobiť sčervenanie kože a poškodenie pečene.
kys. pantoténová	Pomáha uvoľňovať energiu z potravy, nevyhnutná na syntézu cholesterolu, tuku a červených krviniek.	Nedostatok je extrémne vzácny a môže viesť k zníženiu citlivosti a páleniu prstov na nohách.	Príznaky nie sú známe.
biotín	Potrebný na uvoľňovanie energie z potravy, dôležitý pre syntézu tuku a cholesterolu.	Pri normálnej strave nie je nedostatok známy, ale môže byť vyvolaný pravidelným požívaním surového vaječného bielka. K príznakom patrí dermatitída a vypadávanie vlasov.	Príznaky nie sú známe.
kys. listová	Nevyhnutná na bunkové delenie a tvorbu DNA, RNA a telesných bielkovín. Osobitne dôležitá pred počatím a počas ťarchavosti na prevenciu defektov nervového systému.	Megaloblastická málokrvnosť, poškodenie čriev, vedúce k poruche vstrebávania živín. Spájaný aj s defektami tvoriaceho sa nervového systému plodu.	Nadbytok nie je toxický, ale môže maskovať nedostatok vitamínu B12 a vyvolávať kŕče u epileptikov.
B12	Životne dôležitý pre tvorbu DNA, RNA a myelínu. Nevyhnutný aj na bunkové delenie a transport kys. listovej a jej derivátov do buniek.	Únava, megaloblastická málokrvnosť, "mravčenie" v končatinách, poruchy čuchu. Degeneratívne zmeny nervového systému.	Príznaky nie sú známe.

D	Nenahraditeľný na vstrebávanie vápnika a fosforu, na tvorbu kostí a zubov.	Svalová slabosť a svalové napätie. Mäknutie kostí, pôsobiace bolesti a zlomeniy (osteomalácia). U detí vedie k deformáciám kostry (rachitis).	Vysoké hodnoty vápnika v krvi vedú k ukladaniu vápnika a nenapraviteľnému poškodeniu mäkkých tkanív, ako srdca, pľúc a obličiek.
E	Pomáha zabraňovať oxidácii polynenasýtených mastných kyselín voľnými radikálmi v bunkových membránach a tkanivách.	Iba u ľudí s neschopnosťou vstrebávať tuk a nedonosených detí. Príznaky: hemolytická málokrvnosť a nervové poškodenie.	Nie je priveľmi toxický, ale vysoké dávky môžu spôsobiť nedostatok vitamínu K.
K	Životne dôležitý pri tvorbe niektorých bielkovín, nevyhnutný na normálnu zrážanlivosť krvi.	V extrémnych prípadoch jeho nedostatku je redukovaný protrombín (dôležitý činiteľ zrážanlivosti) a tým vzniká porucha zrážania krvi. U dospelých býva príčinou jeho nedostatku ochorenie alebo medikamentózna liečba.	Možná súvislosť medzi novorodencami, ktorým dali injekcie vitamínu K, a stúpajúcim výskytom leukémie v detskom veku.

- Otázky: 1. Charakterizujte tráviacu sústavu, jej časti a popíšte ich funkcie.
2. Vymenujte základné funkcie tráviacej sústavy, popíšte tráviace žľazy a choroby tráviacej sústavy.
3. Opíšte základné metabolické deje v ľudskom tele.
4. Popíšte základné živiny, ktoré by mala obsahovať potrava.
5. Vysvetlite význam vitamínov a minerálnych látok.

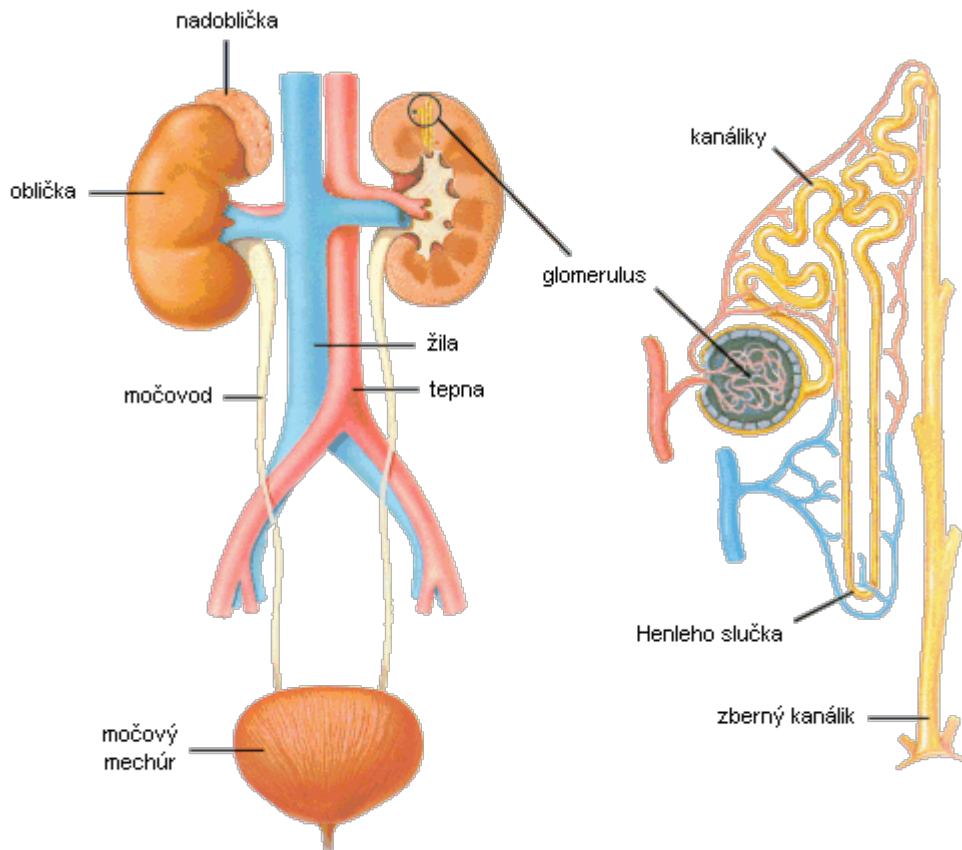
Vylučovacia sústava človeka

Pri metabolizme látok neustále vznikajú splodiny, ktoré by pri nahromadení pôsobili škodlivo. Preto je nevyhnutné tieto látky v potrebnej miere z tela vylučovať. Ale aj látky pre telo potrebné sa môžu vyskytnúť v nadbytku a tento nadbytok treba vylúčiť. Vylučovanie prebieha najmä obličkami, pľúcami, kožou, pečeňou a tráviacimi orgánmi. Vylučovaciu sústavu tvoria obličky (renes), močovody (ureter), močový mechúr (vesica urenaria) a močová rúra (urethra).

Obličky

obličky (renes) sú párový orgán uložený po bokoch driekového oddielu chrbtice. Ich veľkosť u dospelého človeka je asi 12 x 6 x 3 cm. Majú typický fazuľovitý tvar, na povrchu sú obalené tukovým tkanivom. Na reze obličiek môžeme rozoznať dve odlišné vrstvy: kôru a dreň. Kôra obličky obsahuje nefróny. Dreň obličky tvorí 8-18 pyramídových útvarov (obličkové ihlany), ktoré základňou smerujú k povrchu a vrcholom do stredu obličky. Vrcholy ihlanov objímajú obličkové kalichy, ktoré zbierajú definitívny moč vytvorený v nefrónoch. Kalichy ústia do obličkovej panvičky.

Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou obličky je nefrón. V obidvoch ľudských obličkách sú v dreni asi dva milióny nefrónov. Nefrón sa skladá z malpighiho telieska a systému kanálikov. Malpighiho teliesko je tvorené Bowmanovým vačkom a kľbkom krvných kapilár - glomerulom. Z kapilár glomerula sa pomerne pod veľkým tlakom filtruje tekutina z krvi do dutiny vačku. Zloženie tejto tekutiny je rovnaké ako zloženie krvnej plazmy bez bielkovín. Potom filtrát odketá do systému kanálikov, ktoré sú zložené z kanálikov I. a II. stupňa spojených Henleho slučkou, a zberných kanálikov, ktoré sa spájajú do močovodu a ústia do močového mechúra. V tomto systéme kanálikov prebieha úprava primárneho moču, z ktorého sa postupným filtrovaním a zbavovaním vody stáva definitívny moč. Človek vylúči z tela za deň 1 až 1,5 l moču.



Obr. Vylučovacia sústava (vpravo stavba nefrónu)

Poruchy obličiek a odvodných ciest

Obličky sú orgán pre život nevyhnutne dôležitý. Ak sa zastaví ich činnosť, nastane rozsiahla porucha vnútorného prostredia - urémia - a postihnutý pomerne za krátky čas umiera. V takýchto prípadoch musí pacient chodiť na dialýzu, kde je napájaný na umelú obličku. Jeho krv sa vedie do špeciálneho prístroja, v ktorom sa zbavuje odpadových látok a očistená sa vracia späť do tela.

V močových cestách sa môžu nachádzať močové kamene, ktoré ich upchávajú. V súčasnosti sa účinne odstraňujú ultrazvukom, ktorý ich rozbije a menšie kamienky sa potom vylúčia močom. "Blúdivé obličky" spôsobujú zmenu polohy obličky, a tým sa upchávajú odvodné cesty.

Močovod

Močovod (ureter) je tenká rúrka, ktorá vystupuje z obličkovej panvičky. Močovody sú dlhé asi 30 cm a ich stenami prechádzajú peristaltické vlny s frekvenciou 1-5 sťahov za minútu. To znamená, že moč do močového mechúra nevteká pasívne, ale je vtlačovaný, čo je dôležité vtedy, ak je močový mechúr naplnený a musí prijať ešte ďalšie množstvo moču.

Močový mechúr

Močový mechúr (vesica urenaria) je dutý svalový orgán. Jeho objem je asi 500 ml, ale môže prijať aj väčšie množstvo moču. Už pri naplnení asi 150 ml človek pociťuje nútenie

na močenie. Na dne močového mechúra začína močová rúra (urethra), ktorá začína svalom zvieračom. Vyprázdňovaním močového mechúra - mikcia - je vyvolané stúpajúcim tlakom v močovom mechúre. Stiahnutím steny močového mechúra a uvoľnením zvierača močovej rúry začne moč odtekať do močovej rúry. Močenie je riadené centrami v mieche.

Otázky: 1. Popíšte časti a funkcie vylučovacej sústavy, charakterizujte nefrón a choroby vylučovacej sústavy

Koža človeka

Koža patrí k plošne najväčším orgánom ľudského tela. U dospelého človeka dosahuje 1,6–1,8 m².

Koža plní niektoré dôležité funkcie:

- chráni organizmus pred mechanickým a chemickým poškodením,
- chráni telo pred účinkami UV-žiarenia,
- bráni vniknutiu mikroorganizmov do tela,
- vylučuje niektoré odpadové látky,
- zúčastňuje sa na termoregulácii,
- je zásobným orgánom tela.

Koža je zložená z troch vrstiev: pokožky (epidermis), zamše (corium) a podkožného väziva.

Pokožka

Pokožku (epidermis) tvorí niekoľko vrstiev buniek. Vrchné vrstvy rohovatejú a odlupujú sa. Bunky spodných vrstiev sa neustále delia a nahrádzajú zrohovatené bunky. Povrchové bunky pokožky obsahujú bielkovinu keratín, ktorá je vo vode nerozpustná a koža je preto nepriepustná pre vodu. Bunky spodných vrstiev obsahujú zrná hnedého farbiva melanínu, ktoré bráni prenikaniu UV-žiarenia. Ak je koža vystavená UV-žiareniu, tvorba melanínu sa zvyšuje a koža hnedne. Do pokožky nezasahujú ani krvné cievy, ani nervové vlákna.

Zamša

Hranica medzi pokožkou a zamšou (corium) nie je hladká. Zamša v týchto miestach vytvára podlhovasté valy - papilárne línie. Na niektorých miestach tela (brušná prstov) vytvárajú papilárne línie typické kresby. Tvorba línií je daná geneticky a charakter obrazcov, ktoré sa na povrchu kože tvoria (dermatoglyfické obrazce), je typický pre každého jedinca a je právne uznaný pre identifikáciu osoby. Charakter obrazcov sa počas života nemení. V zamši sa nachádzajú krvné a miazgové cievy, nervy a receptory. Zamšou prechádza aj mnoho elastických vlákien, ktoré dodávajú koži elasticnosť a pevnosť. Súčasťou zamše sú potné a mazové žľazy.

Potné žľazy. V celej koži ich je vyše dvoch miliónov. Sú rozmiestnené nerovnomerne, najhustejšie sú v koži čela, dlaní a na chodidlách. Ústia na povrch tela a ich produktom je pot. Pot sa tvorí z tkanivového moku. Hlavnou zložkou potu je voda a v nej rozpustený chlorid sodný, kreatinín, močovina, aminokyseliny a mastné kyseliny, kyselina mliečna a propiónová. Pri odparovaní potu z povrchu tela sa organizmus ochladzuje, čím sa potné

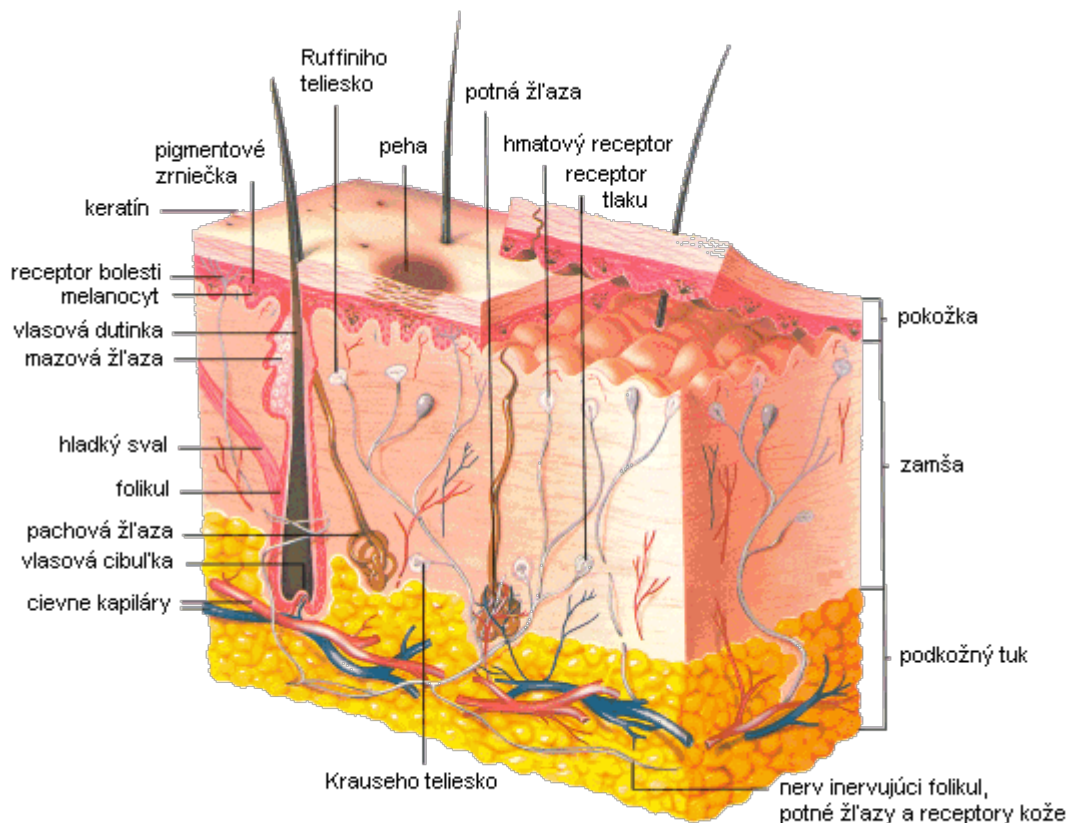
Žľazy významne podieľajú na termoregulácii. Množstvo vytvoreného potu závisí od teploty prostredia a pohybuje sa od 1-10 litrov i viac za deň.

Mazové žľazy vyúsťujú do vlasového púzdra (púzdra chlpu) a odtiaľ sa popri vlase (chlpe) dostáva ich produkt na povrch tela, nenachádzajú sa v koži dlaní a stupají. Denne sa v koži vytvorí asi 2 g mazu, ktorý chráni kožu pred vysychaním a zvláčňuje ju. Maz obsahuje tukové látky, bielkoviny a rôzne soli.

Podkožné väzivo

Tvoria ho väzivové bunky, medzi ktorými prebieha veľa kolagénových a elastických vlákien. V bunkách väziva sa ukladá zásobný tuk. Od množstva zásobného tuku závisí aj hrúbka tejto vrstvy kože.

Súčasťou kože sú kožné deriváty: vlasy (capilly), chlpy (pilly), nechty (unguis) a u žien prsníková žľaza (glandula mammaria). Vlasy a chlpy vyrastajú z vlasových vačkov v zamši. Vlas i chlp sú tvorené z drene a zo zrohovatelej kôry. Farba vlasov je podmienená typom a množstvom pigmentu v bunkách kôrovej vrstvy. Necht je zrohovatená doštička na koncoch prstov a zabezpečuje mechanickú ochranu. Prsníková žľaza tvorí základ prsníka u žien. Tvorí ju 15-20 lalokov, z ktorých vychádzajú mliekovody a tie vyúsťujú v prsníkovej bradavke.



Obr. Štruktúra kože

- Otázky: 1. Charakterizujte stavbu a funkcie kože, vysvetlite spojenie kože s vnútornými orgánmi.
2. Vysvetlite mechanizmus termoregulácie u človeka

Látkové riadenie činnosti organizmu

Látkové riadenie sa uskutočňuje prostredníctvom hormónov, ktoré sú nositeľmi chemickej informácie. Majú len riadiace účinky, nie sú teda ani zdrojom energie, ani

stavebnou súčasťou živej hmoty. Tvoria sa v špeciálnych tkanivách, odtiaľ ich rozváža krv. Pôsobia len na bunky svojich cieľových tkanív a orgánov. Tieto bunky majú špecifické molekulové štruktúry - receptory, ktoré viažu len určitý im zodpovedajúci hormón.

Hormóny delíme na žľazové a tkanivové. Žľazové hormóny sa produkujú v špeciálnych orgánoch - žľazách s vnútornou sekréciou (endokrinných). Tzv. tkanivové hormóny vytvárajú bunky alebo skupiny buniek v orgánoch, ktoré majú inú ako vnútorne sekretorickú funkciu. Medzi ne patria napr. hormóny, ktoré sa vytvárajú v sliznici žalúdka alebo tenkého čreva, ktoré ovplyvňujú funkcie častí tráviacej sústavy, látky, ktoré sa uvoľňujú na nervových zakončeníach, mnoho peptidov vytváraných v mozgu a iné.

Hormóny delíme podľa účinku:

- hormóny riadiace premenu živín:
inzulín, glukagón, tyroxín, rastový hormón, glukokortikoidy
- hormóny riadiace premenu anorganických látok a vody:
mineralokortikoidy, antidiuretický hormón, parathormón, tyreokalcitonín
- hormóny sympatiko-adrenálneho komplexu:
adrenalín, noradrenalín
- glandotropné hormóny hypotalamo-hypofýzového komplexu:
rastový hormón, adrenokortikotropný, tyreotropný, folikulostimulačný, luteinizačný, prolaktín, oxytocín
- pohlavné hormóny:
estrogén, progesterón, testosterón, choriogonadotropín

Žľazy s vnútornou sekréciou:

- adenohipofýza:
rastový hormón, prolaktín, adrenokortikotropný, tyreotropný, folikulostimulačný, luteinizačný hormón
- neurohipofýza:
antidiuretický hormón, oxytocín, spúšťacie a tlmiace hormóny
- štítna žľaza:
tyroxín, tyreokalcitonín
- detská žľaza (thymus)
- prištítna telieska:
parathormón
- podžalúdková žľaza (pankreas):
inzulín, glukagón
- kôra nadobličiek:
glukokortikoidy, mineralokortikoidy
- dreň nadobličiek:
adrenalín, noradrenalín

- vaječníky:
estrogén, progesterón
- placenta:
choriondonadotropín, estrogén, progesterón
- semenníky:
testosterón

Podmozgová žľaza

Podmozgová žľaza - hypofýza - je malé oválne teliesko (asi 1 cm) uložené na lebečnej spodine. Obidva jej laloky sú vývojovo, štruktúrne aj funkčne od seba odlišné.

Predný lalok hypofýzy

Predný lalok hypofýzy - adenohypofýza - je pravou žľazou s vnútornou sekréciou. Vylučuje šesť dôležitých hormónov, z ktorých väčšina riadi činnosť ostatných žliaz s vnútornou sekréciou. Preto má adenohypofýza ústredné postavenie v hormonálnych reguláciách. Sama podlieha riadiacemu vplyvu hypotalamu (podlôžko - súčasť medzmozgu), v ktorého tesnej blízkosti sa nachádza a s ktorým je spojená krvnými cievami. V hypotalame sa tvoria regulačné hormóny, ktoré sa krvou dostávajú do adenohypofýzy a tam ovplyvňujú tvorbu a uvoľňovanie jej hormónov. Na hypotalamus pôsobia zasa vplyvy z ostatných oblastí mozgu. Tak je sprostredkované pôsobenie ústrednej nervovej sústavy na žľazy s vnútornou sekréciou.

Medzi hormóny adenohypofýzy patrí rastový hormón (somatotropný hormón, STH), ktorý podporuje súmerný rast kostry a mäkkých orgánov, čo súvisí s jeho metabolickými účinkami (zvyšuje tvorbu bielkovín). Nadbytok rastového hormónu v mladosti spôsobuje nadmerný vzrast - gigantizmus. Naopak pri jeho nedostatku vzniká trpasličí vzrast - nanizmus.

Prolaktín vyvoláva u ženy na konci gravidity rozvoj buniek mliečnej žľazy a vylučovanie mlieka.

Adrenokortikotropný hormón riadi činnosť kôry nadobličiek, najmä sekréciu glukokortikoidov.

Tyreotropný hormón riadi činnosť štítnej žľazy.

Folikulostimulačný a luteinizačný hormón riadia funkciu vaječníkov a semenníkov. Účinkom týchto hormónov dozrievajú vo vaječníkoch ženy folikuly, dochádza k vyplaveniu vajíčka a k vytvoreniu žltého telieska, u muža dozrievajú spermie a nastáva sekrécia mužského pohlavného hormónu - testosterónu.

Zadný lalok hypofýzy

Zadný lalok hypofýzy - neurohypofýza - nie je pravá žľaza s vnútornou sekréciou. Obidva jej hormóny sa tvoria v hypotalame a do neurohypofýzy sa dostávajú nervovými vláknami. V neurohypofýze sa ukladajú a z nej sa dostávajú do krvi.

Antidiuretický hormón riadi hospodárenie s vodou. Vylučuje sa ho viac, keď má organizmus nedostatok vody. Antidiuretický hormón potom zvýši v obličkových

kanálikoch spätné vstrebávanie vody do krvi. Moču je málo a má väčšiu hustotu. Hormón teda pôsobí proti vylučovaniu vody močom. Po vypití väčšieho množstva vody prebiehajú opačné deje, sekrécia hormónu sa utlmí a nadbytok vody sa obličkami vylúči.

Druhým hormónom neurohypofýzy je oxytocín, ktorého účinky sa zistili len u žien. Podnecuje sťahy svalov maternice, čo je dôležité pri pôrode, a sťahy svalových buniek v mliečnej žľaze, a tak vystrekovanie mlieka do vývodov, čo má význam pri dojčení.

Štíttna žľaza

Štíttna žľaza sa skladá z dvoch lalokov priložených k hrtanu a začiatku priedušnice. Produkuje hormóny, najmä tyroxín, ktoré vo svojej molekule obsahujú jód. Tyroxín je nevyhnutný pre normálny priebeh premeny látok. Povzbudzuje celkovú premenu živín, zvyšuje spotrebu kyslíka a tvorbu tepla v tkanivách. V skorých vývinových štádiách má aj rastové účinky. Činnosť štítnej žľazy je riadená z predného laloka hypofýzy. Silným podnetom pre vylučovanie tyroxínu je chlad.

Nedostatok jódu vo vode a v potrave má za následok zníženú tvorbu hormónov štítnej žľazy a prejavy ich nedostatku. Preto sa kuchynská soľ jodizuje. Nedostatočná činnosť štítnej žľazy u novorodencov a malých detí spôsobuje oneskorenie telesného a duševného vývinu, až kretenizmus. U dospelého človeka sa prejaví znížením premeny látok, útlmom mnohých telesných funkcií. Nadmerná sekrécia štítnej žľazy vedie k opačným prejavom: dráždivosť, nepokoj, zrýchlenie srdcovej činnosti, chudnutie a pod. Nadbytkom tyroxínu vzniká hypertyreóza - Basedova choroba - prejavujúca sa navonok zväčšenou štítnou žľazou a vystúpenými očnými guľami.

V štítnej žľaze sa taktiež produkuje tyreokalcitonín, ktorý má opačné účinky ako parathormón, produkovaný prištítnymi telieskami.

Prištítnne telieska

Prištítnne telieska sú malé oválne útvary, zvyčajne štyri, uložené na zadnej strane štítnej žľazy. Vytvárajú parathormón, ktorý riadi premenu vápnika v organizme. Prejavuje sa to najmä udržiavaním stálej hladiny vápnika v krvi a v mimobunkovej tekutine. Parathormón podnecuje podľa potreby uvoľňovanie vápnika z kostí. Vylučovanie parathormónu je riadené hladinou vápnika v krvi (spätná väzba).

Podžalúdková žľaza

Podžalúdková žľaza je jednou z najväčších žliaz v tele. Okrem vytvárania pankreatickej šťavy, ktorá pôsobí ako tráviaca šťava v tenkom čreve, má aj endokrinnú funkciu. V Langerhansových ostrovčekoch sa produkujú inzulín a glukagón. Inzulín pôsobí na prenikanie glukózy do buniek, a tým zvyšuje jej využitie a znižuje jej hladinu v krvi. Stupňuje vytváranie tukov zo sacharidov a podporuje tvorbu bielkovín.

Nedostatok inzulínu alebo porušenie jeho účinku na bunky zapríčiňuje cukrovku (diabetes mellitus). Je to vážne ochorenie charakterizované celkovou poruchou látkovej premeny. Pri neliečení cukrovka zapríčiňuje postupne také zmeny vnútorného prostredia, ktoré môžu zapríčiniť smrť. K príznakom cukrovky patrí vysoká hladina glukózy v krvi a jej výskyt v moči. Cukrovka sa lieči najmä diétou a podľa typu a stupňa ochorenia pravidelným podávaním inzulínu alebo špeciálnych liekov. Cukrovka je pomerne časté

ochorenie, je ňou postihnutých asi 2% ľudí. U tučných ľudí je úmrtnosť na cukrovku 6-krát väčšia ako u ostatných.

Glukagón pôsobí opačne ako inzulín, tj. zvyšuje hladinu glukózy v krvi. Na rozdiel od inzulínu nie je pre život nevyhnutný.

Nadobličky

Nadobličky sú párové žľazy uložené na hornom póle obličiek. Majú dve časti, kôru a dreň, ktorých vývojový pôvod je odlišný a vylučujú svoje vlastné hormóny.

Kôra nadobličiek

Bunky kôry nadobličiek produkujú dve skupiny hormónov: glukokortikoidy (najmä kortizol) a mineralokortikoidy (aldosterón).

Aldosterón riadi hospodárenie s minerálnymi látkami, a to so sodíkom a draslíkom. Podnecuje zadržiavanie sodíka v organizme (obmedzuje jeho straty, najmä obličkami) a zvyšuje vylučovanie draslíka. Aldosterón je pre život nevyhnutný. Jeho sekrécia je riadená priamo obsahom sodíka v tele.

Akútny nedostatok mineralokortikoidov vedie k stratám sodíka, a tým aj vody z organizmu. Postupne nastáva rozvrat vnútorného prostredia, ktorý má za následok poruchy telesných funkcií a napokon aj smrť.

Glukokortikoidy - kortizol - majú širší rozsah pôsobenia. Zasahujú do premeny živín, najmä bielkovín a tukov. Zvyšujú rozpad bielkovín a zo zásobární uvoľňujú tuky. Tým mobilizujú vnútorné rezervy zdrojov energie a udržiavajú hladinu glukózy najmä v situáciách, keď sú na organizmus kladené zvýšené nároky. Vo väčších dávkach tlmia zápalové a alergické procesy, čo sa využíva pri liečbe.

Sekrécia glukokortikoidov je riadená z medzimizgu cez predný lalok hypofýzy.

Dreň nadobličiek

Dreň nadobličiek je vlastne prispôbené nervové tkanivo a produkuje adrenalin a noradrenalin. Obidva tieto hormóny povzbudzujú činnosť obehovej sústavy. Menia prievitnosť ciev a zvyšujú činnosť srdca. Zväčšujú prietok krvi činnými svalmi, v iných oblastiach väčšinou cievy zužujú. Rozširujú priedušky ochabnutím hladkých svalov v ich stenách. Pôsobia aj na premenu látok. Zvyšujú hladinu krvného cukru a rozklad tukov v tukovom tkanive. Uvoľnené látky môžu byť zdrojom energie. Činnosť drene nadobličiek je riadená sympatickými nervami.

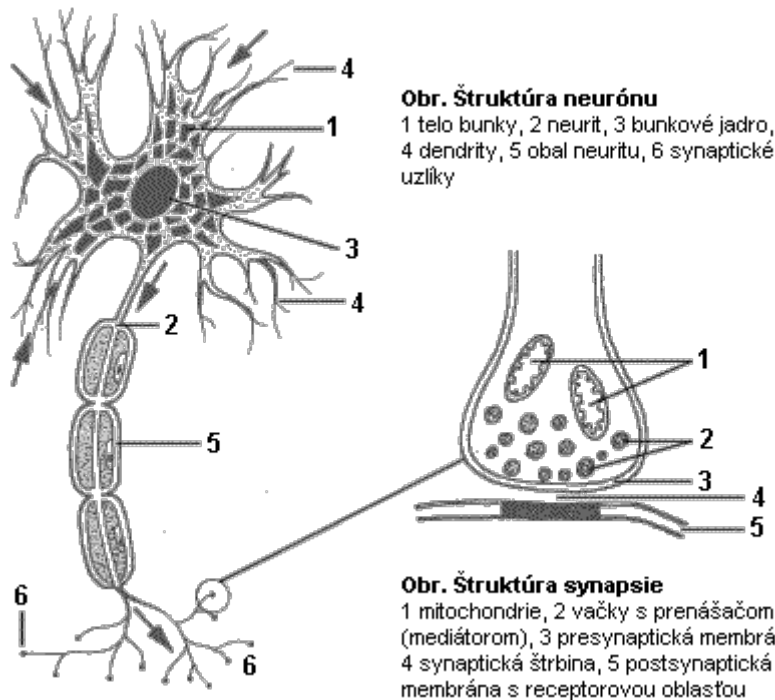
Hormóny drene nadobličiek a glukokortikoidy zvyšujú odolnosť organizmu proti stresu, čo vyplýva z ich účinkov: mobilizujú zdroje energie, povzbudzujú obehovú sústavu, zlepšujú dýchanie, povzbudzujú aj činnosť mozgu. Stress je záťaž organizmu, ktorá môže byť spôsobená najrozličnejšími podnetmi a procesmi. Je to napr. poranenie, chirurgický zákrok, infekcia, pracovné preťaženie fyzické alebo psychické a pod.

Otázky:1.Charakterizujte hormonálne riadenie činnosti organizmu

Nervové riadenie činnosti organizmu

Na čele riadiacich systémov organizmu je nervová sústava. Má schopnosť prostredníctvom receptorov prijímať informácie o zmenách vonkajšieho a vnútorného prostredia, tieto informácie triediť a spracúvať a vytvárať výstupné signály, ktoré privádza k výkonným orgánom, čím primerane usmerňuje ich činnosť. Tieto schopnosti sú dané štruktúrnymi a funkčnými vlastnosťami nervovej sústavy. U človeka dosiahol vývin nervovej sústavy najvyšší stupeň dokonalosti. Človek má schopnosť abstraktného myslenia, ktoré je spojené s rečou a s pracovnými výkonmi. To mu umožňuje vedecké poznanie prírody a jej aktívne ovplyvňovanie.

Anatomickou a funkčnou jednotkou nervovej sústavy je nervová bunka – neurón. Nervová bunka sa skladá z tela bunky a jej výbežkov. U stavovcov zabezpečujú príjem vzruchov dostredivé výbežky – dendrity. Odstredivé vlákno – neurit – vedie vzruch z bunky ďalej. Je chránené obalom, myelínovou pošvou, ktorá je na rozdiel od sivého tela bunky biela. Na myelínovej pošve sa nachádzajú Ranvierove zárezy. Neurit sa na konci vetví, a k dendritu ďalšieho neurónu sa pripája gombíkovitými spojmi – synapsiami. V týchto miestach sprostredkujú prenos vzruchu mediátory (napr. acetylcholín, noradrenalín).



Prenos nervového vzruchu

Neuróny s výbežkami a ich vzájomné spojenie synapsiami tvoria štruktúru, na ktorej sa uskutočňuje funkcia nervovej sústavy. Každý neurón môže byť synapsiami spojený aj s niekoľko tisícmi ďalších neurónov. Nervová bunka prijíma podráždenie od zmyslovej alebo od inej nervovej bunky a odovzdáva ho ďalej nervovej, prípadne svalovej alebo žľazovej bunke. Celý tento princíp sa deje na princípe reflexného oblúka: podráždenie zmyslových buniek – receptora – sa v podobe vzruchu prenáša dostredivými nervovými vláknami do ústredia nervovej sústavy (miechy, mozgu), tam vznikne odpoveď, ktorú odstredivé nervové vlákna prenesú na výkonný orgán – efektor

(svalové alebo žľazové bunky).

Z funkčného hľadiska má neurón tri úseky: oblasť dendritov a tela bunky prijíma informácie v podobe vzruchov – vstupný úsek, neurit ich prenáša niekedy aj na veľkú vzdialenosť – vodivý úsek, k nervovým zakončeniam – výstupný úsek. Prejavom činnosti nervovej bunky je vzruch. Základom šírenia vzruchu po nervovom vlákne je rýchly pohyb iónov K^+ a Na^+ cez polopriepustnú nervovú membránu. Jej povrch je v pokoji elektropozitívny, vnútro elektronegatívne. Rozdiel obidvoch potenciálov – pokojový potenciál – má vtedy hodnotu asi -70 až -80 mV a je výsledkom rozdielnej koncentrácie iónov vnútri membrány a na povrchu membrány. V okamihu prechodu vzruchu po nervovom vlákne sa priepustnosť membrány pre ióny K^+ a Na^+ zmení a nastane ich rýchly pohyb cez membránu, ktorý sa prejaví veľmi krátkou elektrickou aktivitou – akčným potenciálom ($+ 30$ mV).

Nervovú sústavu človeka možno rozdeliť na:

- ústrednú (centrálnu) nervovú sústavu (CNS) (miecha, mozog)
- obvodovú (periférnu) nervovú sústavu (mozgové a miechové nervy; vegetatívne nervy)

Centrálna nervová sústava

Centrálna nervová sústava sa skladá z mozgu (cerebrum) a miechy (medulla spinalis). S organizmom je spojená prostredníctvom periférnych nervov.

Miecha

Miecha (medulla spinalis) je dlhá asi 45 cm a je uložená v chrbticovom kanáli. Povrchom miechy prechádzajú dve hlboké brázdy a v každej polovici miechy ešte dve ďalšie, plytšie brázdy. Na priečnom priereze sa miecha skladá z bielej hmoty na povrchu a zo sivej hmoty vo vnútri. Sivá hmota má na priereze tvar písmena H a jej stredom prechádza centrálny kanálik miechy.

Bielu hmotu miechy tvoria nervové dráhy, ktoré majú prevodovú funkciu. Miechové dráhy v každej polovici miechy sú zoskupené do troch povrazcov:

- predné povrazce – prechádzajú nimi dráhy vychádzajúce z mozgovej kôry a končiacie vo svaloch končatín a trupu. Vedú príkazy k vedomým pohybom týchto orgánov. Sú to teda zostupné dráhy.
- zadné povrazce – prechádzajú nimi dráhy začínajúce v receptoroch a vedú do vyšších oddielov mozgu. Sú to teda vzostupné dráhy.
- bočné povrazce – obsahujú vzostupné aj zostupné dráhy

Nervové bunky tvoriace sivú hmotu sú sústredené do ohraničených zoskupení, ktoré v mieche vytvárajú predné a zadné miechové rohy. V predných rohoch sú motorické (hybné) nervové bunky a v zadných rohoch končia senzitivne vlákna miechových nervov.

Miecha okrem prevodovej funkcie je aj dôležitým reflexným ústredím. Sú v nej reflexné centrá pre pohyby končatín a trupu, bránicové, zrenicové a potové centrá. Miecha reguluje reflexne aj vyprázdňovanie močového mechúra a konečníka. Je aj centrom niektorých pohlavných reflexov (erekcia, ejakulácia).

Prednými a zadnými koreňmi miechy vychádza 31 párov miechových nervov. Tie sa po krátkom priebehu spájajú do spoločného nervu.

Mozog

Mozog (cerebrum) podobne ako miecha má na svojom povrchu tri pleny. Vonkajší obal sa nazýva tvrdá mozgová plena (dura mater) a prilieha ku kostiam lebky. Pod ňou je stredný obal, v ktorom sú sieťovito usporiadané vlákna – pavúčnica (arachnoidea). Priamo povrch mozgu (miechy) sleduje tretia plena – cievnatka (pia mater). Priestor medzi cievnatkou a pavúčnicou je vyplnený mozgovomiechovým mokom - likvor. Mozog dospelého človeka má hmotnosť asi 1400 g a je tvorený z niekoľkých oddielov: predĺžená miecha (medulla oblongata), zadný mozog, stredný mozog (mesencephalon), medzimotozog (diencephalon) a predný mozog (telencephalon).

Predĺžená miecha

Predĺžená miecha (medulla oblongata) je pokračovaním miechy. Z miechy mozgu prechádza plynule, bez ostrejšieho rozdielu. Centrálny kanál miechy sa tu rozširuje a vytvára 4. mozgovú komoru. Dolnú plochu predĺženej miechy obklopuje Varolov most. Bielou hmotou predĺženej miechy prechádzajú vzostupné aj zostupné nervové dráhy. V sivej hmote sú jadrá, v ktorých začínajú alebo končia vlákna hlavových nervov. Nervové bunky medzi jadrami vytvárajú sieťovitú retikulovú formáciu. Tu sú centrá pre reflexy obžívne (cicanie, hltanie, slinenie), obranné (kýchanie, kašľanie, zvracanie) a riadiace (dýchanie, srdcová činnosť, krvný tlak). Z predĺženej miechy vystupujú niektoré hlavové nervy.

Zadný mozog

Zadný mozog tvorí Varolov most (pons Varoli) a mozoček (cerebellum). Mozoček (cerebellum) je tvorený z dvoch pologúl (hemisfér). Jeho povrch pokrýva kôra. Biela hmota je vo vnútri a rozvetvuje sa do sivej hmoty, kde vytvára charakteristický útvar v tvare rozkonáreného stromu - "strom života". Mozoček koordinuje napätie kostrových svalov, podieľa sa na udržiavaní vzpriamenej polohy tela a na vzájomnej súhre pohybov tela. Do mozočka prichádzajú informácie zo statokinetického receptora, zo svalových a šľachových receptorov a kožných mechanoreceptorov.

Stredný mozog

Stredný mozog (mesencephalon) je krátky oddiel mozgového kmeňa. Nachádza sa medzi Varolovým mostom a pologulami mozočka. Cez stredný mozog prechádza Sylviovu kanál, ktorý spája 4. a 3. mozgovú komoru. V hornej časti stredného mozgu sú dva páry hrbolčiek, ktoré nazývame štvorhrbolie. V prednom páre hrbolčiek sú uložené nižšie sluchové centrá. V strednom mozgu je centrum nepodmienených zrkavých a sluchových reflexov napr. pohyby očí, pohyb hlavy za sluchovým alebo zrkavým podnetom. Zo stredného mozgu vystupujú nervy, ktoré inervujú okohybné svaly.

Medzimotozog

Medzimotozóg (diencephalon) je obklopený hemisférami predného mozgu, takže vidno len jeho spodnú časť. V medzimotozgu je 3. mozgová komora, ktorá je otvormi spojená s mozgovými komorami v pravej i ľavej hemisfére predného mozgu.

Medzimotozóg tvoria lôžko (thalamus) a podlôžko (hypothalamus).

Lôžko (thalamus) je dôležitou "prepájacou stanicou". Križujú sa v ňom všetky senzitívne dráhy (vzostupné dráhy), ktoré vedú do mozgovej kôry. Podnety prichádzajúce do medzimotozgu lôžko buď prepustí do mozgovej kôry alebo ich utlmí. Lôžko preto nazývame "bránou vedomia". Lôžko takto sprostredkúva reakcie na rozličné podnety (čuchové, chuťové, dotykové, bolesť a pod.).

Podlôžko (hypothalamus) je na dne 3. mozgovej komory. Na jeho spodnej časti je stopkou pripojená podmozgová žľaza - hypofýza, s ktorou sa hypothalamus spája pomocou ciev a nervových vlákien. Hypothalamus má endokrinnú i riadiacu funkciu.

Endokrinná funkcia spočíva v tom, že v ňom vznikajú hormóny oxytocín a antidiuretický hormón. Riadiaca funkcia spočíva v riadení činnosti autonómnych nervov, a tým činnosti viacerých vnútorných orgánov a priebehu dôležitých životných funkcií: termoregulácia, funkcia srdca, ciev a iné. V podlôžku sú centrá nasýtenia, hladu a centrum spánku.

Predný mozog

Predný mozog (telencephalon) je najväčšou časťou mozgu. Tvoria ho dve mozgové poglobule (hemisféry) oddelené hlbokým zárezom. V pravej aj ľavej hemisfére sú bočné mozgové komory, spojené s 3. mozgovou komorou v medzimotozgu.

Mozgové hemisféry sú zo sivej hmoty, ktorá tvorí mozgovú kôru a z bielej hmoty, uloženej pod kôrou.

Mozgová kôra pokrýva obe poglobule mozgu v hrúbke 2-5 mm a tvorí ju 13-15 mld nervových buniek, ktoré vytvárajú obrovské množstvo nervových spojení. Jedna nervová bunka z mozgovej kôry môže vytvoriť synapsie s 5000 ďalšími nervovými bunkami.

Mozgová kôra je najvyšším riadiacim centrom ľudského tela. Je poprehýbaná do mnohých závitov, na povrchu je zvrásnená, čo sa nazýva gyrifikácia kôry. Každá hemisféra je rozdelená závitmi na laloky: čelový, temenný, záhlavový a spánkový lalok.

Neuróny mozgovej kôry vytvárajú určité funkčné oblasti - kôrové analyzátory. Sú to miesta s analyticko-syntetickou schopnosťou. K nim patria:

1. Motorický analyzátor, ktorý je uložený v čelovom laloku. Vychádzajú z neho dlhé nervové bunky, ktoré tvoria pyramídové dráhy. Tá prechádza z kôry mozgu až do predných rohov miechy. Cez pyramídovú dráhu prechádzajú z kôry podnety na vedomé pohyby kostrových svalov.
2. Analyzátor citlivosti kože. Nachádza sa v temennom laloku. V ňom končia nervové dráhy sprostredkujúce pocity tepla, chladu, dotyku a bolesti.
3. Zrakový analyzátor, leží v záhlavovom laloku. V ňom končia vlákna zrakových dráh.
4. Sluchový a polohový analyzátor sa nachádza v spánkovom laloku. Sem prichádzajú vnemy zo sluchových ústrojov a informácie o polohe tela.

5. Čuchový analyzátor. Leží v čelovom laloku a končia v ňom nervové vlákna vedúce čuchové podnety.

Biela hmota je uložená pod mozgovou kôrou a tvoria ju vlákna, ktoré vstupujú do kôry alebo z nej vystupujú a dráhy, ktoré prepájajú jednotlivé časti mozgu. Obe hemisféry mozgu sú navzájom spojené svorovým telesom.

V bielej hmote sú vnorené útvary sivej hmoty, označované ako bazálne gangliá.

Najväčšie z nich sú chvostnaté jadro a šošovkovité jadro. Ich funkcia nie je dnes celkom jasná, pravdepodobne sa zúčastňujú na riadení pohybov.

Vyššia nervová činnosť

Základom nervovej činnosti sú reflexy, reflexná činnosť. Nimi človek reaguje na zmeny prostredia a prispôsobuje sa im. Vrodená forma prispôsobenia je daná nepodmienenými reflexmi. Získaná forma je daná reflexmi, ktoré nazývame podmienené. Tieto reflexy objavil, preskúmal a opísal na začiatku 20. storočia ruský fyziológ Ivan Petrovič Pavlov, zakladateľ učenia o vyššej nervovej činnosti.

Nepodmienené reflexy

Nepodmienené reflexy sú vrodené a prebiehajú po vopred anatomicky danom reflexnom oblúku. Ten môže byť rozlične zložitý, ale je vždy rovnaký. Touto základnou vlastnosťou je dané, že počet reflexov je nemenný a stály, reflexy sú trvalé, na určitý podnet sa dostaví vždy rovnaká odpoveď. Nepodmienené reflexy majú všetky jedince toho istého druhu, to značí, že tieto reflexy sú druhovo špecifické. Z toho vyplýva, že prispôsobovanie organizmu pomocou nepodmienených reflexov je veľmi obmedzené.

Podmienené reflexy

Podmienené reflexy sa vytvárajú až počas života jedinca po narodení.

Jednoduchý podmienený reflex vzniká pôsobením dvoch podnetov, z ktorých jeden je pre organizmus indiferentný, to značí nevýznamný, druhý má biologický význam a vyvoláva určitú charakteristickú odpoveď. Ak pôsobia obidva podnety na organizmus v časovej súhre (indiferentný podnet časovo o niečo predchádza biologicky významný podnet) a ak sa toto pôsobenie opakuje, vytvára sa v ústrednej nervovej sústave dočasné spojenie medzi oblasťami, ktoré sa pôsobením obidvoch podnetov aktivujú. Odpoveď, ktorá sa dostavovala na biologicky významný podnet, objaví sa už po aplikácii podnetu pôvodne indiferentného, z ktorého sa tak stal podmienený podnet, t.j. signálny podnet. Tento podnet vlastne signalizuje nastávajúci príchod podnetu biologicky významného, nepodmieneného. Organizmus sa tak účelne a s časovým predstihom pripravuje na určitú činnosť, ktorú vyvolávajú situácie, podmienky (podmienené podnety), v ktorých opakovane prebieha. Čím častejšie sa také spojenie podnetov opakuje, tým je vzniknutý podmienený reflex pevnejší a stálejší.

Ak podmienený reflex prestane byť spájaný s podnetom nepodmieneným, teda posilňovaný, stráca svoj signálny význam, podmienená odpoveď slabne, až prestáva, reflex sa utlmí čiže vyhasína.

Podmienené reflexy sú súčasne *individuálne*, pretože sa vytvárajú vždy u jedinca podľa podmienok jeho existencie. Keďže ide o spojenie dočasné, môže byť ich počet počas života prakticky neobmedzený. A pretože na ich vytvorenie treba určitú súhrnu podnetov, na rovnaký podnet sa môže dostaviť rôzna odpoveď. Prispôsobenie organizmu zmenám prostredia formou podmienených reflexov je teda oveľa mnohotvárnejšie a výhodnejšie, kvalitatívne vyššie.

Vytváranie podmienených reflexov u človeka je *učenie*, *pamäť*, ktorá zachytáva individuálnu skúsenosť organizmu; *zabúdanie* je vyhasínanie podmienených reflexov. Pri vzniku podmieneného reflexu je dôležitá mozgová kôra za úšasti nižších oddielov ústrednej nervovej sústavy. Pri vytvorení podmieneného reflexu je dôležitý aj stav organizmu, stav ústrednej nervovej sústavy. Ľahšie sa napr. vypracuje podmienený potravinový reflex u hladného jedinca ako u sýteho. Dôležitá je aj situácia, pri ktorej podmienený reflex vzniká. Ľahšie a rýchlejšie si niečo zapamätáme, ak je spôsobenie podnetu spojené so silným citovým účinkom, s nejakým zážitkom či radostným, alebo nemilým. Trvalosť pamäťových stôp závisí aj od veku; v starobe sa schopnosť zapamätania zhoršuje; naopak deti a mladí ľudia si zapamätajú ľahšie a viac.

Podmienené reflexy sa vytvárajú aj u zvierat, a to aj reflexy pomerne veľmi zložitú.

Podmienené podnety - signály, na ktoré zviera vypracovalo podmienené reflexy, vytvárajú u všetkých živočíchov celú sústavu signálov - *signálovú sústavu*. U zvierat sú tieto signály len konkrétne. Až človek dokáže vytvárať nové reflexné spoje na *abstraktné podnety - slová*, pričom slovo je odrazom objektívnej reality, závisí od existencie človeka ako jednotlivca a od existencie celej ľudskej spoločnosti. Slovo obsahuje mnoho konkrétnych podnetov, je signálom, ktorý pôsobí nie akusticky alebo vizuálne, ale svojím obsahom. Slovo umožňuje abstrakciu a zovšeobecnenie konkrétnych podmienených podnetov - signálov. Slovo je teda signálom signálov; preto hovoríme u človeka o *druhej signálovej sústave*. Druhá signálová sústava predstavuje sústavu signálov vyššieho rádu a je základom *myslenia, reči, práce v spoločenskom zmysle slova*. Myslením sa odrážajú vonkajšie a vnútorné skutočnosti a formujú sa zodpovedajúce reakcie, konanie, správanie. Reč umožňuje človeku nielen označenie konkrétnych vecí, varovať, volať o pomoc, ale aj používať pojmy vyjadrujúce všeobecne platné skúsenosti a vlastnosti vecí a dejov. Správanie človeka sa nevyznačuje okamžitým konaním; človek môže predvídať, plánovať, posudzovať veci spolu s ostatnými ľuďmi, môže prijať mnoho možných riešení a predstaviť si účinok ich budúcich uskutočnení.

Obvodová nervová sústava

Obvodové (*periférne*) nervy sú tvorené z nervových vlákien. V jednom nerve môže byť až tisíc nervových vlákien, ktoré sú navzájom oddelené väzivom. Väzivovým obalom je pokrytý aj povrch nervu.

Nervy, ktoré vystupujú z mozgu, označujeme ako *mozgové nervy* a nervy vystupujúce z miechy ako *miechové nervy*.

Mozgové nervy

Z mozgu vystupuje 12 párov mozgových nervov:

1. čuchový nerv – jeho vlákna začínajú v čuchovej sliznici nosa a končia v čuchovom analyzátore kôry mozgu
2. zrakový nerv – jeho vlákna začínajú v sietnici oka a končia v zrakovom analyzátore mozgovej kôry
3. okohybný nerv – vychádza zo stredného mozgu a inervuje štyri okohybné svaly
4. kladkový nerv – vychádza zo stredného mozgu a inervuje horný šikmý očný sval
5. trojklanný nerv – vychádza z predĺženej miechy a rozdeľuje sa na tri vetvy: očnicový nerv, čeľustný nerv a sánkový nerv
6. odťahujúci nerv – vychádza z predĺženej miechy a inervuje okohybné svaly
7. tvárový nerv – vychádza z jadier na spodine 4. mozgovej komory (predĺžená miecha) a inervuje mimické svaly
8. polohovosluchový nerv – jeho vlákna vystupujú zo sluchového ústroja a polohového ústroja a končia v kôre mozgu v sluchovom a polohovom analyzátore
9. jazykovohltanový nerv – inervuje sliznicu hltana a slinné žľazy
10. blúdivý nerv – po vystúpení z lebky prechádza pozdĺž krčnice a vstupuje do hrudníka. Popri pažeráku prechádza ďalej, až cez bránicu prejde do brušnej dutiny. Tento nerv nadväzuje na receptory v hrtane, pľúcach, srdci, žalúdku, cievach a v močových cestách.
11. vedľajší nerv – vystupuje z predĺženej miechy a inervuje hltan, hrtan, mäkké podnebie, lichobežníkový sval a kývač hlavy
12. podjazykový nerv – inervuje svaly jazyka

Miechové nervy

Z miechy vystupuje 31 párov miechových nervov. Podľa toho, z ktorého oddielu chrbtice vystupujú, rozoznávame:

1. krčné nervy – je ich 8 párov a inervujú svaly hornej končatiny, hlavy a krku
2. hrudníkové nervy – je ich 12 párov a inervujú medzirebrové svaly, kožu, svaly chrbta a hrudníka
3. driekové nervy – je ich 5 párov, inervujú svaly a kožu brucha, stehna a kožu pohlavných orgánov
4. krížové nervy – je ich 5 párov a inervujú svaly a kožu dolnej končatiny a sedacie svaly
5. kostrčový nerv – je to len 1 pár a u človeka je bez funkcie

Vegetatívne nervy

Vegetatívne (autonómne) nervy motoricky inervujú hladké svaly, v stenách vnútorných orgánov, ciev a vývodov žliaz. Vegetatívne nervy vychádzajú z centrálnej nervovej sústavy spolu s mozgovými a miechovými nervami, ale sa od nich oddeľujú a tvoria samostatné nervy. Vegetatívnu nervovú sústavu tvoria dva funkčné celky:

sympatikus a parasympatikus.

Vlákná sympatika vychádzajú z krčnej, hrudníkovej a driekovej časti miechy. Vo vláknach sympatika sa uplatňuje ako mediátor noradrenalín. Vlákná parasympatika vychádzajú z mozgového kmeňa a krížového oddielu miechy. Vo vláknach parasympatika sa uplatňuje ako mediátor acetylcholín.

Tab. Pôsobenie sympatika a parasympatika

Funkcia alebo orgán	sympatikus	parasympatikus
obehová sústava, srdce	zrýchlenie činnosti	spomalenie činnosti
krvný tlak	zvýšenie	zníženie
kožné a brušné cievy	stiahnutie	uvoľnenie
Hladké svaly:		
- zrenice	rozšírenie	zúženie
- priedušiek	ochabnutie	stiahnutie
- žalúdka	ochabnutie	stiahnutie
- čriev	ochabnutie	stiahnutie
- močového mechúra	uvoľnenie	stiahnutie
Žľazy:		
- slinné	-	vylučovanie
- v stenách žalúdka	-	vylučovanie
- podžalúdková	-	vylučovanie
- potné	vylučovanie	-
- dreň nadobličiek	vylučovanie	-
- Langerhansove ostr.	-	vylučovanie
hospodárenie s cukrami	hyperglukémia	hypoglykémia
Metabolizmus	katabolizmus	anabolizmus
teplota tela	zvyšuje	znižuje
Sekrécia	znižuje	zvyšuje

- Otázky: 1. Popíšte neurón, základný princíp reflexného oblúku a charakterizujte funkcie nervovej sústavy
2. Charakterizujte jednotlivé časti nervovej sústavy, popíšte riadenie činnosti vnútorných orgánov a vyššiu nervovú činnosť.
3. Vysvetlite princíp činnosti vegetatívnej nervovej sústavy.

Reprodukčná sústava ženy

Reprodukčnú sústavu ženy tvoria vnútorné a vonkajšie pohlavné orgány. Tie zabezpečujú tvorbu pohlavných hormónov a vajíčok. Zároveň vytvárajú vhodné prostredie pre oplodnenie a celý vnútromaternicový vývin nového jedinca.

Vnútorné pohlavné orgány tvoria vaječníky (ovaria), vajíčkovody (tuba uterina), maternica (uterus) a pošva (vagina), vonkajšie pohlavné orgány veľké pysky ohanbia (labia majora), malé pysky ohanbia (labia minora) a dráždec (klitoris).

Vaječníky

Vaječníky (ovaria) sú párové žlazy veľkosti slivky. Ich funkcia spočíva v produkcii vajíčok (ženských pohlavných buniek) a v produkcii ženských pohlavných hormónov estrogénov. Činnosť vaječníkov je cyklická.

V kôrovej vrstve vaječníkov sa už pri narodení dievčaťa nachádza asi 700 000 nezrelých vajíčok (folikulov). Ich počet sa postupne znižuje a do nástupu puberty ich zostáva asi 300 000. S nástupom puberty dozrievajú vajíčka približne v 28 dňových cykloch, čo nazývame ovulačný cyklus.

Vajíčkovod

vajíčkovod (tuba uterina) je párový orgán, ktorý spája vaječníky s maternicou. Je to asi 13 cm dlhá rúra, ktorej steny tvorí hladká svalovina. Vajíčkovod začína lievikovito rozšíreným koncom, ktorý obklopuje vaječník a vyúsťuje v rohoch maternice. Jeho úloha je transportná, má dopraviť vajíčko pri ovulácii do maternice.

Maternica

Maternica (uterus) je orgán hruškovitého tvaru, ktorý slúži na uhniesenie (nidáciu) oplodneného vajíčka a na celý embryonálny vývin nového jedinca. Maternicu tvorí: telo maternice, dno maternice a krčok maternice. Stenu maternice tvoria 3 vrstvy:

- vnútorná vrstva (endometrium) je sliznica, ktorá sa cyklicky pripravuje na prijatie oplodneného vajíčka
- stredná vrstva (myometrium) je tvorená hladkou svalovinou
- vonkajšia vrstva (parametrium) je väzivová

Sliznica maternice prechádza pravidelnými zmenami, cieľom ktorých je pripraviť vhodné podmienky na prijatie oplodneného vajíčka. Tieto cyklické zmeny nazývame menštruačný cyklus.

Menštruačný cyklus

Čas od prvého dňa jednej periódy po prvý deň nasledujúcej sa označuje ako menštruačný cyklus. Počas tohto cyklu prechádzajú reprodukčné orgány sériou zmien, pri ktorých sa uvoľňuje vajíčko a prechádza do maternice. Ak je vajíčko oplodnené spermiami, sekréty z buniek vystielajúcich maternicu ho vyživujú, kým sa neusídli vo výstelke maternice, kde ho vyživuje krvný obeh matky. Ak vajíčko nie je oplodnené, výstelka maternice sa odlupuje a vylučuje menštruačným krvácaním. Umožňuje to rast

novej výstelky pripravenej živiť ďalšie vajíčko.

Tento zložitý cyklus riadi mozgové centrum v hypotalame, ktoré funguje ako menštruačné hodiny. Hodiny pôsobia cez hypofýzu, ktorá uvoľňuje niekoľko hormónov. Dva z nich sú mimoriadne dôležité pre reprodukciu. Jeden stimuluje rast a dozrievanie niekoľkých malých vajíčok vo vaječníkoch (folikulostimulačný hormón - FSH) a druhý stimuluje uvoľňovanie dozretého vajíčka (luteinizačný hormón - LH). Vajíčka, ktoré dozrievajú počas menštruačného cyklu, obklopujú bunky produkujúce hormóny. Vajíčko spolu s týmito bunkami sa nazýva Graafov folikul. Hlavný hormón, ktorý produkuje tento folikul, je estrogén. Zvýšená produkcia estrogénu počas cyklu zodpovedá za stimuláciu rastu a formovanie žliaz vo výstelke maternice. Mení tiež sekréciu v krčku maternice, čím uľahčuje spermiam prechod do maternice a stretnutie s vajíčkom. Približne 15 dní pred začiatkom periódy uvoľňuje hypofýza veľké množstvo LH, ktorý stimuluje uvoľnenie vajíčka - ovulácia - o 36 hod neskôr. Vajíčko potom putuje vajíčkovodom do maternice. Oplodnenie prebieha väčšinou vo vajíčkovode. Bunky vo vaječníku, ktoré vytvorili Graafove folikuly, teraz podliehajú zmenám, vrátane vstrebávania tuku. Označujú sa ako žlté teliesko (corpus luteum). Stále ešte produkujú estrogén, ale tvoria aj hormón progesterón. Progesterón má v menštruačnom cykle dve hlavné funkcie. Prvou je zmena hlienu v krčku maternice, ktorý je príliš hustý na to, aby mohli spermie preniknúť do maternice. Druhou je tvorba tekutiny v žľazách výstelky maternice, ktorá vyživuje oplodnené vajíčko. Ak nedôjde k oplodneniu, žlté teliesko degeneruje. Malé krvné cievy v tejto oblasti sa stiahnu, takže bunky tvoriace výstelku maternice nedostávajú kyslík a odumierajú. Potom sa odlupujú a vylučujú s časťou krvi pri menštruácii a cyklus a končí. Všetky hormóny vylúčené počas cyklu ovplyvňujú menštruačné hodiny.

Oplodnenie a vnútro maternicový vývin

Spermie sa po pohlavnom akte - koitus - dostávajú cez pošvu do vajíčkovodov. Tu zostávajú živé 3 dni a sú pripravené na spojenie s vajíčkom, ak nastane ovulácia. Ak je vo vajíčkovode vajíčko, oplodnenie nastáva okamžite.

Oplodnenie prebieha tak, že spermia prenikne cez povrch vajíčka. Každá spermia nesie enzým, ktorý rozpúšťa vonkajší povrch vajíčka a uľahčuje tak prienik spermie. Po oplodnení ostatné spermie hynú. Oplodnené vajíčko potom zostupuje do maternice. V tomto období na vajíčku rastú malé výbežky, ktoré umožnia jeho zahniezdenie - nidáciu - vo výstelke maternice. Po skončení tohoto procesu je počatie dovriešené a začína sa tehotenstvo - vnútro maternicový vývin.

Z buniek zárodka postupne vzniká nielen vlastné telo zárodka, ale aj prídavné orgány, tj. zárodočné obaly a placenta. Okolo zárodka sa vytvára amniový obal a v ňom tekutina, v ktorej zárodok pláva. Druhá zárodočná blana chorión zrastá so sliznicou maternice a vytvára plodový koláč - placentu. Placenta sprostredkúva spojenie medzi plodom a organizmom matky. Krv plodu sa v placente dostáva do bezprostrednej blízkosti matkinej krvi a odoberá z nej všetky živiny, kyslík, minerálne látky, vitamíny a vodu, a naopak do nej odovzdáva väčšinu svojich odpadových produktov, najmä oxid uhličitý a močovinu. Placenta plní teda pre plod funkciu pľúc, tráviacej sústavy a obličiek.

Reprodukčná sústava muža

Funkciou reprodukčnej sústavy muža je zabezpečiť tvorbu mužských pohlavných hormónov, spermatogézu (tvorbu spermií) a umožniť oplodnenie tj. realizáciu pohlavného spojenia. Podobne ako aj ženské pohlavné orgány tak aj mužské pohlavné orgány delíme na vonkajšie a vnútorné.

Vnútorné pohlavné orgány muža tvoria semenníky (testes), nadsemenníky (epididymis), semenovody (ductus deferens), predstojnica (prostata) a močová rúra (urethra). Vonkajšie pohlavné orgány tvoria miešok (scrotum) a pohlavný úd (penis).

Semenníky

Semenníky (testes) sú párový orgán, uložený mimo tela, v miešku. Vo vnútri semenníkov sú stočené semenotvorné kanáliky, v ktorých prebieha spermatogéza. Spermatogéza začína v puberte a končí až v starobe. Zrelá spermia je tvorená z hlavičky, krčku a bičika. V hlavičke je sústredený genetický materiál (chromozómy), krčok obsahuje energeticky bohaté látky a bičík zabezpečuje pohyb. Výživu dozrievajúcich spermií v semenotvorných kanálikoch zabezpečujú zvláštne bunky v stenách kanálikov (Sertolihov bunky). Jednotlivé semenotvorné kanáliky sa pri zadnom okraji semenníkov spájajú a vyúsťujú do kanálikov nadsemenníka.

V semenníkoch sa tvorí mužský pohlavný hormón testosterón. Na organizmus muža má podobné účinky ako estrogény na organizmus ženy. Je nevyhnutný pri vývine mužských pohlavných znakov (predstojnice, semenných vačkov, pohlavného údu a pod.) a sekundárnych pohlavných znakov v puberte, ako je napr. zväčšenie hrtna a hlbší hlas, rast fúzov, ochlpenie, hrubšia koža, mohutnejšie svaly kostry (testosterón podporuje tvorbu bielkovín) a pod. Vplyvom testosterónu na CNS vzniká mužské pohlavné cítenie.

Nadsemenník

Nadsemenník (epididymis) produkuje hlienovitú látku, ktorá sa zmiešava so spermiami. Z nadsemenníka sú spermie pri ejakulačnom reflexe vypudené do semenovodov.

Semenovod

Semenovod (ductus deferens) je kanálik, ktorý prechádza od nadsemenníka cez brušnú dutinu a vyúsťuje do močovej rúry. Jeho dĺžka je asi 40 cm. Steny semenovodov tvoria hladká svalovina. Pred vyústením do močovej rúry prechádza semenovod cez predstojnicu.

Predstojnica

Predstojnica (prostata) je uložená pod močovým mechúrom. Produkuje riedky, mliečne zakalený sekrét, ktorý sa zmiešava so spermiami a hlienovitou látkou vytvorenou v nadsemenníku, čím vzniká tekutina – ejakulát (semeno).

Pri pohlavnom vyvrcholení muža sa ejakulát dostáva do močovej rúry, ktorá prechádza pohlavným údom do pošvy ženy. Objem ejakulátu je asi 3 ml. V 1 ml ejakulátu sa nachádza približne 1 milión spermií.

Pohlavný úd

Pohlavný úd (penis) je toporivý orgán muža. Tvorí ho jedno párové a jedno nepárové dutinkaté teleso. Dutinkaté telesá tvoria tkanivo hubovitej štruktúry s bohatým krvným zásobením. Pri pohlavnom vzrušení sa zvýši prívod krvi do penisu, dutinky sa naplnia krvou a nastane erekcia – vzpriamenie penisu.

Miešok

Miešok (scrotum) je vak, v ktorom sú uložené semenníky. Semenníky v miešku majú asi o 4°C nižšiu teplotu ako je teplota tela. Spermie môžu dozrieť iba pri tejto teplote.

Pohlavné choroby

V súvislosti s rozmnožovacími sústavami treba upozorniť na niektoré prenosné pohlavné choroby. Celosvetovým problémom sa v ostatných rokoch stal syndróm získanej imunodeficiencie označovaný podľa anglického názvu skratkou AIDS. Je to vírusové ochorenie založené na úplnom zlyhaní obranyschopnosti organizmu následkom napadnutia buniek sprostredkujúcich imunitu - lymfocytov - vírusom ľudskej imunologickej nedostatočnosti - HIV. Vírusová infekcia sa v napadnutom organizme nepostrehnuteľne šíri a postupne spôsobuje stratu imunologickej obrany a nevyhnutne končí smrťou. V období zjavného ochorenia vznikajú zápalové spôsobené parazitmi, plesňami, kvasinkami a niektorými vírusmi. Najčastejšie bývajú postihnuté sliznice, pľúca a CNS. Častou komplikáciou je zhubný nádorový bujnenie. Samotný vírus HIV môže vyvolať ťažké mozgové príznaky. AIDS sa prenáša krvou. K nakazeniu stačia aj drobné odreniny. Rizikovými skupinami sú toxikomani, osoby liečené častými krvnými prevodmi a najmä homosexuáli. Aj pohlavný styk muža a ženy môže byť zdrojom nákazy. Možnosť šírenia nákazy AIDS ovplyvňuje migrácia obyvateľstva, turistika, náhodné známosti a pod.

Medzi dávno známe pohlavné choroby patrí závažné chronické infekčné ochorenie syfilis (lues). Jeho pôvodcom je mikroorganizmus *Treponema pallidum*. Ďalším ochorením je kvapavka (gonorea) spôsobená baktériami typu kokov. Obidve choroby sa prenášajú pohlavným stykom. Prevenciou je dôsledná hygiena a vyhýbanie sa pochybným známostiam a promiskuite.

Otázky: 1. Popíšte mužský a ženský reprodukčný systém a najbežnejšie pohlavné choroby

Zmyslové orgány človeka

Informácie o zmenách prostredia sa zachytávajú receptormi so špeciálnymi bunkami s veľkou dráždivosťou. Receptory sú citlivé najmä na podnety, ktoré označujeme ako podnety adekvátne, tj. pre receptor primerané.

Ku každému receptoru patrí aj dostredivá nervová dráha, po ktorej sú vedené informácie do ústredia v centrálnej nervovej sústave, kde sa robí ich rozbor. Na tomto rozbere sa podieľajú rôzne časti centrálnej nervovej sústavy.

Receptory rozdeľujeme na *exteroceptory*, ktoré prijímajú podnety z vonkajšieho prostredia, a na *interoceptory*, ktoré sú citlivé na zmeny vnútorného prostredia. Osobitným druhom interoceptorov sú svalové a šlachové *proprioceptory*.

Niektoré receptory reagujú po celý čas pôsobenia podnetu, u iných v priebehu jeho pôsobenia sa dráždivosť znižuje. Tento jav sa nazýva *adaptácia* a je typický napr. pre čuch alebo pre dotykové a tlakové receptory v koži (po určitom čase prestávame vnímať vôňu alebo zápach v miestnosti, nepociťujeme na koži odev, obuv a pod.). Iné receptory, najmä pre bolesť, a takmer všetky interoceptory sa vôbec neadaptujú alebo len veľmi pomaly. To je dôležité z hľadiska udržania stálosti vnútorného prostredia.

Čuch

Adekvátnym podnetom pre čuch sú prchavé látky vo vdychovanom vzduchu. Človek dokáže rozlíšiť niekoľko tisíc čuchových kvalít, ale vône a zápachy ako podnety sa presne klasifikovať nedajú. Len asi 50 látok dáva tzv. čisté čuchové pocity. Rozdeľujú sa na vône (pachy) koreninové, rastlinné, ovocné, živicové, hnilobné a spáleninové. Väčšina látok, ktoré voňajú alebo zapáchajú, vyvoláva zmiešané pocity, často kombinované s dráždením ďalších receptorov, najmä chuťových. Čuchové bunky sú v sliznici hornej časti nosovej dutiny a ich vlákna vedú do čuchového ústredia mozgu na spodnej ploche čelových lalokov.

Človek má v porovnaní s mnohými zvieratami čuch pomerne málo vyvinutý, no napriek tomu je jeho citlivosť dosť veľká. Význam čuchu pre človeka je pri vytváraní podmienene reflexného vylučovania tráviacich štiav a v obranných reakciách organizmu na dráždivé a škodlivé látky v ovzduší.

Chuť

Chuť je zvyčajne spojená s činnosťou čuchových receptorov a s dráždením dotykových a tepelných receptorov v ústach. Vlastný chuťový receptor tvoria *chuťové poháriky*, v ktorých sú *chuťové bunky*. Podnetom pre ne sú chemické látky rozpustené vo vode a slinách. Najviac chuťových pohárikov je v sliznici jazyka. Chuťové vnemy vznikajú v kôre temenných lalokov.

Rozoznávame 4 základné chuťové vnemy - sladko, horko, kyslo a slano. Ostatné chuťové vnemy sú zmiešané a možno ich z týchto odvodiť. Chuť má menšiu citlivosť ako čuch.

Chuť má význam pri reflexnom vylučovaní tráviacich štiav, najmä slín a žalúdočnej a pankreatickej šťavy.

Kožné receptory

V koži a slizniciach telových otvorov sú receptory na vnímanie dotyku, tlaku, chladu, tepla a bolesti. Dráždením týchto receptorov vznikajú aj kombinované pocity, ako je vnímanie hladkosti alebo drsnosti ohmatávaného povrchu, vlhkosť, suchosť, tvrdosť, chvenie a svrbenie. V citlivosti, a teda v hustote uloženia receptorov, sú na rôznych miestach povrchu tela značné rozdiely. Najcitlivejšia na dotyk a tlak je špička jazyka a končeky prstov na dlaňovej strane, na teplo je najcitlivejšie čelo, na bolesť očná rohovka.

Dotykové a tlakové receptory sú pomerne jednoduché telieska, ktoré sa dráždia deformáciou kože v mieste, kde sú uložené. Dotykové pocity nelokalizujeme do kože, ale na predmet, ktoré sa dotýkame. Pre tepelné pocity máme receptory na vnímanie chladu uložené blízko k povrchu a na vnímanie tepla v hlbokých vrstvách kože. Receptorov na vnímanie chladu je asi 3x viac. Na receptory pôsobia aj podnety z vnútra tela, preto máme napr. pri horúčke pocit tepla až horúčavy.

Veľký biologický význam pri ochrane organizmu a pri signalizácii poškodzujúcich vplyvov má pociťovanie bolesti. Voľné nervové zakončenia, ktoré toto pociťovanie sprostredkujú, sú okrem kože a sliznice takmer vo všetkých tkanivách a orgánoch tela. Preto hovoríme o bolesti povrchovej (koža), hlbokoj (svaly, šľachy) a vnútornostnej (vnútorné orgány). V koži je asi 50-100 bolestivých bodov na 1 cm². Podnety vyvolávajúce bolesť sú rôzne - mechanické, chemické, tepelné, elektrické. Pocity bolesti sú vždy nepríjemné a najmä silná bolesť je sprevádzaná rôznymi prejavmi, ako je potenie, zblednutie a pod. Vyvolávajú reakcie v zmysle úniku alebo odtiahnutia ohrozenej časti tela od škodlivého podnetu.

Informácie z kožných receptorov, termoreceptorov a z receptorov na vnímanie bolesti sú vedené do miechy a postupne sa dostávajú nervovými dráhami až do kôry temenného laloka, kde si pocity uvedomujeme.

Receptory pohybových orgánov

Proprioreceptory v svaloch - svalové vretienka - a v šľachách - šľachové telieska - ustavične vysielajú do CNS informácie o aktuálnom stave každého svalu. Tým sú všetky naše pohyby presne usmernené čo do sily aj rozsahu, pretože ustavičné dostredivé vzruchy z týchto receptorov umožňujú prostredníctvom CNS stálu kontrolu a úpravu ďalšej činnosti svalov podľa okamžitej situácie. Umožňujú nám aj vedomé vnímanie pohybov a polohy tela aj jeho jednotlivých častí. Informácie zo svalových a šľachových receptorov sa spracúvajú na rozličných úrovniach CNS až po temenný a čelový lalok mozgovej kôry.

Statokinetický receptor

Kinetické a statické orgány sú uložené spolu so sluchovým orgánom v labyrinte skalnej kosti lebky. Zmyslové bunky, ktorých vlásky vyčnievajú do polkruhových kanálikov kinetického receptora, sú dráždené prúdením endolymfy pri rotačných pohyboch hlavy, teda pri zmenách uhlového zrýchlenia. Ich dráždenie umožňuje informáciu o polohe osi rotácie a o uhlovom zrýchlení.

Statický receptor je vo vajcovitom a guľovitom vaku a tvoria ho nahromadené zmyslové bunky, ktorých vlásky sú čiastočne ponorené do rôsolovitej hmoty obsahujúcej drobné kryštálky minerálnych solí. Pri zmenách polohy hlavy a pri lineárnych zrýchleniach (pád, stúpanie) vznikajú zmeny tlaku a ťahu kryštálikov na vlásky, a tak sa zmyslové bunky dráždia.

Kinetický a statický receptor pracujú ako funkčný celok. Ich činnosť je dôležitá pre udržanie vzpriameného postoja a telesnej rovnováhy, a to ako v pokoji, tak aj pri rôznych pohyboch tela. Subjektívne vnímanie polohy hlavy a ich zmien sa uskutočňuje v spánkovom laloku mozgovej kôry.

Sluch

Pre človeka má sluch veľmi veľký význam nielen na vnímanie zvukov a priestorovú orientáciu, ale najmä umožňuje dorozumievanie, styk s ostatnými ľuďmi. Rozvíja myšlienkový a citový život, poskytuje nám estetické zážitky (napr. počúvanie hudby, recitácie, divadelné hry a pod.).

Podnetom pre sluch sú zvukové vlny, tj. pozdĺžne kmitanie molekúl vzduchu. Sluchom sme schopní rozoznať zvuky a tóny, ich intenzitu, výšku, zafarbenie, smer odkiaľ prichádzajú. Človek počuje a rozlišuje pri strednej hlasitosti tóny od kmitočtu (frekvencie) 16 Hz asi do 20 000 Hz. Maximálna citlivosť sluchu je pre tóny 1000-3000 Hz. Zvukové vlny rozochvievajú bubienok na konci vonkajšieho zvukovodu. Z neho sa kmity prenesú kostičkami stredného ucha na tekutiny vnútorného ucha, rozvlnenie tekutín rozkmitá membrány Cortiho orgánu v slimáku. Týmto mechanickým podnetom sa podráždia vláskové bunky Cortiho orgánu a tie potom aktivujú dostredivé vlákna sluchového nervu. Sluchové pocity a vnemy vznikajú v spánkovom laloku mozgovej kôry.

Zrak

Zrak je u človeka jedným z najdôležitejších receptorov. Zrakom vnímame svetlo, jeho intenzitu a farbu. Svetlo vychádza zo zdroja, alebo sa odráža od predmetov (sekundárne zdroje), takže môžeme rozoznávať tvar, veľkosť, farbu, priestorové usporiadanie, vzdialenosť a pohyb týchto zdrojov. Zrak nám umožňuje bohatý myšlienkový rozvoj, vzdelávanie, pozorovanie krásnych vecí, je nepostrádateľný pre väčšinu ľudských činností.

Podnetom pre zrakový receptor je svetelné (elektromagnetické) vlnenie v rozsahu vlnových dĺžok 400-700 nm. Svetelné lúče prechádzajú najprv zložitou optickou sústavou oka: rohovkou, zvlažovanou vrstvou síz, šošovkou, ktorá je

obklopená komorovou vodou, a sklovcom. Na rozhraní týchto svetlolomných prostredí sa svetelný lúč láme, takže na sietnici sa premieta ostrý, zmenšený a prevrátený obraz pozorovaného predmetu. Oko sa prispôsobuje videniu na rôznu vzdialenosť. Pri pohľade do blízka (bližšie ako 5 cm) sa šošovka pružne vyklenie (stiahnutím svalu vráskovcového opašeka sa uvoľní jej závesný aparát), a tým sa zvýši jej lomivosť. To sa nazýva akomodácia. V starobe pružnosť šošovky klesá, čím sa schopnosť akomodácie nablízko znižuje. Množstvo svetla vstupujúceho do oka riadi veľkosť zrenice, ktorá funguje ako clona. Na svetle sa zužuje a v šere sa rozširuje. Všetky tieto deje prebiehajú reflexne.

Vlastné svetlocitlivé bunky tyčinky a čapíky sa nachádzajú na zadnej ploche očnej gule v sietnici. Tyčinky, ktoré sú citlivejšie na svetlo, sú nepostrádateľné pri videní za šera, čapíky sú nevyhnutné pre farebné videnie. Miestom najostrejšieho videnia je ústredná jamka sietnice - žltá škvrna, v ktorej sú husto nahromadené len čapíky. Mediálne od nej je tzv. slepá škvrna, čo je miesto, kde vstupuje do oka zrakový nerv (a s ním cievy) a kde nie sú žiadne svetlocitlivé bunky. Zrakové informácie vedú zrakové nervy do záhlavového laloka mozgovej kôry.

Oko môže mať poruchy optického aparátu, tzv. refrakčné chyby. Pri predĺžení predozadnej osi oka vzniká obraz pred sietnicou a obraz na sietnici je neostrý. Je to krátkozrakosť a koriguje sa šošovkami rozptylkami. Pri ďalekozrakosti sa predmety zobrazujú za sietnicou. Očná os je v tomto prípade skrátaná. Chyba sa koriguje spojnými šošovkami. Astigmatizmus sa prejavuje nejasným videním a spôsobuje ho nerovnomerné zakrivenie rohovky.

Vnútorne receptory

Vo vnútorných orgánoch je mnoho receptorov citlivých na rôzne zmeny vnútorného prostredia. Pôsobia na iné tlakové, ťahové, tepelné, chemické podnety. Všetky tieto receptory sú dôležité na udržanie stálosti vnútorného prostredia. Nepostrádateľné sú pri reflexnom riadení činnosti srdca a ciev, pri hospodárení s vodou a soľami, pri udržiavaní teploty tela a pod. Pre riadenie týchto funkcií sú samozrejme dôležité aj informácie z vonkajšieho prostredia.