

Biológia človeka pre učiteľské kombinácie s biológiou

PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.
Doc. PaedDr. Pavol Prokop, PhD.

Katedra biológie

2010

Názov: Biológia človeka pre učiteľské kombinácie s biológiou

Autor:

PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.

Doc. PaedDr. Pavol Prokop, PhD.

Recenzenti:

Prof. RNDr. Alfréd Trnka, PhD.

PaedDr. Milan Kubiátko, PhD.

ISBN 978-80-8082-398-6

Obsah

Úvod	4
1. Stavba ľudského tela	5
2. Prehľad orgánových sústav	
Kostrová sústava	12
Svalová sústava	21
Krv a obehová sústava	25
Miazgová sústava	40
Dýchacia sústava	43
Tráviaca sústava	53
Endokrinná sústava	75
Kožná sústava	83
Vylučovacia sústava	92
Pohlavná sústava	99
Nervová sústava	112
Zmyslové orgány	128
3. Ľudský organizmus ako celok	137
4. Použitá a odporúčaná literatúra	138

Úvod

Predložený učebný text „Biológia človeka pre učiteľské kombinácie s biológiou“ je určený predovšetkým študentom 1. ročníka magisterského štúdia študujúcim biológiu ako druhý aprobačný predmet v študijnom programe učiteľstvo akademických programov a ostatným študentom, ktorí majú biológiu človeka v rámci všeobecného základu a tiež učiteľom v praxi.

Učebný text obsahuje základné informácie o anatómii a fyziológii orgánových sústav potrebné na pochopenie komplexnosti fungovania ľudského tela. Záujemcov o podrobnejšie štúdium anatómie a fyziológie človeka odkazujeme na literatúru uvedenú v závere týchto skrípt a na iné dostupné literárne zdroje. Nevyhnutné obrazové prílohy s poskytnutím ich autorských práv sme získali z portálu www.rodinka.sk. Ide zväčša o schematické znázornenie najzákladnejších orgánov ľudského tela. Pre podrobnejšie štúdium odporúčame čitateľa na rôzne ilustrované atlasy, prípadne webové stránky zamerané na problematiku ľudského tela.

Veríme, že predložený text bude prehľadným a ľahko dostupným zdrojom základných poznatkov o stavbe ľudského tela a uľahčí samotné štúdium biológie človeka.

Autori

1 Stavba ľudského tela

Živý organizmus je systém tvorený prvkami, medzi ktorými existujú vzájomné vzťahy. Jednotlivé prvky sú usporiadané stupňovite od bunky, cez tkanivá, orgány, orgánové sústavy až po organizmus. Medzi živým systémom a prostredím dochádza k výmene látok, energie, informácií. Prostredie pôsobí podnetmi na receptory, riadiaca sústava informáciu spracuje a vytvorí výstupnú informáciu, ktorá prebehne na výkonných orgánoch ako reakcia na pôsobenie podnetov. Reakcia opäť smeruje do prostredia v ktorom podnet vznikol. Systém preto označujeme ako otvorený.

Činnosť všetkých orgánov človeka je koordinovaná tak, že jedinec vytvára integrovaný celok. Riadenie činnosti jednotlivých orgánov a sprostredkovanie výmeny informácií medzi prostredím a organizmom človeka je zabezpečené nervovou sústavou a žľazami s vnútorným vylučovaním.

Bunka (*cellula*) je základnou stavebnou a funkčnou jednotkou živej hmoty, schopná vykonávať všetky základné životné prejavy ako pohyb, látkovú premenu, dráždivosť, adaptáciu, rast a rozmnožovanie. Bunka je najmenší anatomický a fyziologický celok schopný samostatného života. Ľudský organizmus však nie je tvorený jednou bunkou, ale veľkým množstvom rôznych buniek (približne 45 biliónov buniek) – je mnohobunkovým organizmom. Bunky sú mikroskopické útvary viditeľné a pozorovateľné pod mikroskopom. Priemerná veľkosť bunky ľudského tela je približne 20 μm. Najmenšou bunkou je červená krvinka s priemerom 7,5 μm a najväčšou bunkou je ženská pohlavná bunka (vajíčko) s veľkosťou 300 μm.

Tvar buniek je rozmanitý a závisí od funkcií, ktorú vykonávajú. Základný guľovitý tvar môže mať len bunka, ktorá je voľná, ničím nestláčaná. Bunky nachádzajúce sa v redšom prostredí majú tvar mnohostena, iné bunky majú tvar vretenovitý, hruškovitý, okrúhly, valcovitý, s výbežkami a pod. Takmer všetky bunky majú tvar stály. Biele krvinky majú tvar premenlivý.

Počas života sa bunky neustále delia vznikajú nové, ktoré vykonávajú svoju funkciu, starnú a zanikajú. Schopnosť deliť sa nie je u všetkých buniek rovnaká. Bunky krvotvorných

orgánov sa delia po celý život, nervové bunky naopak len krátko po narodení, ďalej sa už nedelia. Približne každých sedem rokov sa vymení celá telesná hmota človeka.

Bunka ľudského tela sa skladá z bielkovinovej cytoplazmy, jadra a orgánov, v ktorých sa nachádzajú organizované štruktúry a produkty bunkového metabolizmu. Je ohraničená tenkou cytoplazmatickou bunkovou membránou, ktorá má vlastnosť polopriepustnej membrány.

Cytoplazma bunky je bezfarebná, priehľadná, polotekutá hmota obsahujúca bielkoviny, nukleové kyseliny, cukry, tuky, minerálne látky a vodu. Okrem toho sa v nej nachádzajú drobné útvary – pomocné orgány bunky tzv. organely. Medzi organely bunky patria ribozómy (funkčné jednotky syntézy bielkovín), lyzozómy (obsahujúce enzýmy, ktoré regulujú rozklad bielkovín), mitochondrie (krátke tyčinky, zúčastňujúce sa na metabolizme bunky), Golgiho aparát (systém kanálikov okolo bunkového jadra, ktorému sa pripisuje vylučovacia činnosť bunky), vakuoly (drobné dutinky, obsahujúce látky určené na vylúčenie alebo vstrebané látky), centrioly (podieľajúce sa na delení bunky). Vedúcu úlohu medzi vnútrobunkovými štruktúrami cytoplazmy má jadro. Vo vnútri jadra sú uložené jadrové chromozómy, ktorých počet je druhovo špecifický. U človeka je to 46 chromozómov, t.j. 23 párov. Jadro obsahuje jedno alebo viac jadriok. V cytoplazme sa tiež objavujú útvary vzniknuté bunkovou sekréciou a exkréciou ako tuk, glykogén apod.

Rozmnožovanie buniek sa uskutočňuje priamym (amitóza) alebo nepriamym (mitóza) delením. Priame delenie je u človeka výnimočné a obmedzuje sa na pohlavné bunky. Pri ňom sa rozdelí jadro a hmota na dve bunky. Častejším spôsobom je nepriame delenie, pričom v jadre prebehne niekoľko fáz delenia, až nakoniec dôjde k úplnému rozdeleniu dedičných jednotiek bunky. Najskôr sa rozdelí jadro a jeho štruktúry na dve jadrá a nakoniec sa rozdelí hmota na dve nové bunky. Mitóza má štyri fázy, ktoré na seba plynulo nadväzujú: profáza, metafáza, anafáza, telofáza.

Vo fáze profázy sa najskôr centriola rozdelí na dve rovnaké polovice, ktoré sa začnú pohybovať pozdĺž jadra k opačným pólom bunky. Z povrchu jadra zmizne jadrová membrána a centrioly sa spoja jemnými, vretenovitými vláknami deliaceho vretienka. Z hrudiek chromatínu, ktorá bola rozptýlená v bunkovom jadre sa vytvoria stužkovité útvary chromozómy. V metafáze sa chromozómy usporiadajú uprostred deliaceho vretienka do jednej roviny. V anafáze sa každý chromozóm pozdĺžne rozdelí na dve rovnaké časti, ktoré sa od seba oddialia a začnú smerovať k pólom deliaceho vretienka. Počas telofázy sa dcérske

chromozómy zhlnú okolo bunkových pólov a deliace vretienko zaniká. Okolo zhlnkov chromozómov sa vytvorí jadrová membrána dvoch dcérskych jadier, v ktorých sa chromozómy rozpadnú na hrudky chromatinovej hmoty. Na rozdelenie jadra nadväzuje rozdelenie celej bunky, čím vzniknú dve dcérske bunky. Nové vzniknuté bunky sa počas doby, v ktorej sa nedeli nachádzajú vo fáze označovanej ako interfáza.

Pohlavné bunky spermie a vajíčka vznikajú redukčným delením meiózou. Cieľom meiózy je zníženie počtu chromozómov na polovičný haploidný počet (23 chromozómov). V prvej časti tohto delenia dochádza k tomu, že nerozdelené párové chromozomy sa rozchádzajú k opačným bunkovým pólom, čím sa počet chromozómov redukuje na polovicu. V druhej časti prebehne mitotické delenie. Pri splynutí dvoch pohlavných buniek sa počet chromozómov v oplodnenom vajíčku doplní na diploidný počet chromozómov (46).

Bunky ľudského tela nie sú prispôsobené k samostatnému životu, ale sa zoskupujú do väčších súborov – tkanív. Súbor buniek rovnakého tvaru a pôvodu špecializované na vykonávanie určitej funkcie označujeme ako tkanivo. V ľudskom organizme rozlišujeme päť typov tkanív: epitelové, spojivové, svalové, nervové a tekuté tkanivo – krv.

Tkanivá

Epitel je tkanivo zložené z tesne na seba naliehajúcich buniek, pričom medzibunkovej hmoty je málo. Výživa prebieha pomocou látok, ktoré prenikajú do epitelov z nižšie položených tkanív. Podľa **tvaru** delíme epitely na plochý (dlaždicový), kubický a cylindrický. Plochý epitel vystieľa hrudníkovú a brušnú dutinu, kubický epitel tvorí hlbšie vrstvy pokožky, epitel s riasinkami je typický pre dýchacie cesty alebo vajcovody. Okrem uvedených epitelov existuje aj tzv. prechodný epitel vystielajúci duté orgány, ktorý mení svoj tvar podľa náplne dutého orgánu (napr. vývodné močové cesty).

Podľa **počtu vrstiev** delíme epitel na jednovrstvový a viacvrstvový. Jednovrstvový dlaždicový epitel napr. vystieľa vnútorný povrch ciev. Viacvrstvový dlaždicový epitel sa nachádza na povrchových vrstvách kože.

Podľa **funkcie** rozoznávame krycí (napr. pokožka), výstelkový (napr. vnútorný povrch tráviacej rúry), žľazový (tvorí základ žliaz), resorbčný (vnútorný povrch dutých orgánov) a zmyslový epitel (napr. očná sietnica).

Spojivové tkanivo

Skladá z buniek, beztvarej a vláknitej medzibunkovej hmoty. Medzibunková hmota je produktom aktivity buniek spojivového tkaniva. Patrí sem väzivo, chrupka a kosť.

Väzivo je tvorené väzivovými bunkami (napr. fibrocytmi a pod.) a vláknami, ktoré môžu mať kolagénový, retikulárny alebo elastický charakter. Ak prevažujú kolagénové vlákna, hovoríme spravidla o **tuhom väzive**, ktoré je pevné a odolné a tvorí základ šliach, väzov a kĺbových puzdier. V **riedkom väzive** je vlákien málo a nachádza sa často v štrbinách medzi orgánmi. V **elastickom väzive** prevažujú elastické vlákna. Sú veľmi pružné a nachádzajú sa napr. v niektorých väzoch chrčtice. **Tukové väzivo** sa skladá zo zvláštnych buniek obsahujúcich kvapôčku alebo kvapôčky tuku. Tvorí základ podkožného väziva. **Lymfoidné väzivo** je tvorené jemnými retikulárnymi vláknami a väzivovými bunkami. Je základom lymfatických (miazgových) uzlín.

Chrupka je tvorená najmä kolagénovými a elastickými vláknami. Chrupky neobsahujú cievy a nervy. Ich povrch je pokrytý väzivovým obalom (perichondrium). Ak v chrupke prevláda beztvará hmota, ide o **sklovitú (hyalínovú) chrupku** v ktorej sú tenké kolagénové vlákna. Tento typ chrupky sa vďaka tvrdosti a krehkosti nachádza na kĺbových plochách kostí, v chrupke dýchacej sústavy a pod. V ľudskom tele je to najrozšírenejší typ chrupky. Prevažia elastických vláken naznačuje, že ide o **elastickú chrupku**, ktorá je pružná a ohybná a tvorí napr. podklad ušnice a hrtanovej príchlopky. **Väzivová chrupka** obsahuje veľa pevných kolagénových vláken. Je odolná voči tlaku a ťahu a vyskytuje sa napr. v medzistavcových platničkách.

Kostné tkanivo

Je najtvrdšie zo spojivových tkanív. Drobné kostné bunky sú vzájomne poprepájané. Základom medzibunkovej hmoty je organická látka oseín tvorená kolagénymi vláknami. Dodáva kosti pružnosť. Tvrdosť kostí je podmienená prítomnosťou minerálnych (anorganických) látok (fosforečnan a uhličitan vápenatý), ktoré sa ukladajú v medzibunkovej hmote. S postupujúcim vekom anorganických látok v kostiach pribúda. Kosť vzniká už počas prenatálneho vývinu osifikáciou (kostnaténím) chrupky alebo väziva.

Svalové tkanivo.

Základnou vlastnosťou svalového tkaniva je schopnosť kontrakcie (zmrštenia a skrátienia). Skrátienie je vyvolané nervovými podnetmi a umožňujú ho jemné svalové vlákna - myofibrily, uložené v cytoplazme svalových buniek alebo svalových vlákien. V ľudskom tele sú tri druhy svalových vlákien:

A. Hladké svaly sú tvorené jednojadrovými pozdĺžnymi bunkami. Bunky sú vzájomne spojené riedkym väzivom. Tieto svaly tvoria svalovinu vnútorných orgánov, napr. črevá, mechúr, maternica alebo cievy. Pracujú pomaly, a nedajú sa ovládať vôľou človeka. Ich výkon je nízky, ale pracujú takmer nepretržite. Sú inervované vegetatívnymi nervami.

B. Priečne pruhované svaly nazývame aj kostrové. Tvoria ich pomerne veľké pozdĺžne viacjadrové bunky dlhé až 0,5 – 20 cm. Tieto svaly sú ovládateľná vôľou človeka, dokážu podať vyšší výkon, ale iba na pomerne krátku dobu. Ich činnosť je riadená mozgovými a miechovými nervami, preto ich môžeme ovládať vôľou.

C. Svalovina srdca (myokard) nachádza sa iba v srdci. Tvoria ju priečne pruhované vlákna, ktoré sa zmršťujú bez kontroly vôle. Obsahujú jedno alebo dvojjadrové bunky. Pod mikroskopom vyzerá srdcová svalovina ako hybrid predošlých dvoch typov svalovín.

Nervové tkanivo

Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou nervovej sústavy je neurón. Okrem neurónov sa v centrálnej nervovej sústave (CNS) nachádzajú aj tzv. neuroglie alebo gliové bunky, ktoré síce nevedú vzruch, ale zúčastňujú sa na výžive nervových buniek. Telo neurónu (*neurocyt*) obsahuje cytoplazmu s organelami typickými aj pre iné typy buniek a zreteľné jadro. Krátke rozvetvené výbežky, ktorých je obvykle veľké množstvo, vstupujúce do neurocytu sa nazývajú dendrity. Spolu s neurocytmi tvoria v mozgu sivú hmotu. Dlhý výbežok odstupujúci z neurocytu sa nazýva axón alebo neurit. Väčšina nervových buniek má jeden axón, ktorý môže byť dlhý až 1m. Axón je rozvetvený až na konci a rozvetvenia sa nazývajú telodendrony. Vzruchy sú vedené smerom od dendritov do neurocytu a odtiaľ do axónu. Neurity sú obalené bielou myelínovou pošvou tukovej povahy. V centrálnej nervovej sústave tvoria bielu hmotu. Neurity majú často ešte aj druhý obal tvorený plochými Schwannovými bunkami medzi ktorými sú Ranvierove zárezy. Nervové bunky majú schopnosť deliť sa iba počas prenatálneho vývinu.

Neuróny sú v CNS vzájomne poprepávané. Miesto spojenia medzi dendritom jedného neurónu a axónom (resp. telodendronom) iného neurónu sa nazýva synapsia. V synapsiách dochádza k prevodu vzruchu z jedného neurónu do druhého.

Vzruch (impulz) je špecializovaná forma podráždenia, ktorá sa vyvinula z potreby prenosu informácií v organizme. Z receptorov sa prenášajú vzruchy nervovou cestou dostredivým vláknom do centra a z neho odstredivým vláknom do výkonných orgánov – efektorov (napr. sval). Podľa reflexnej teórie je reflex, t.j. prenos vzruchu z receptora nervovou dráhou na efektor, základným prvkom nervovej sústavy. Vzruch sa v synapsiách prenáša prostredníctvom chemickej látky – mediátora. Najčastejšími mediátormi sú acetylcholín, noradrenalín a dopamín. Keď prejde vzruch na koniec axónu, z tzv. presynaptickej membrány (napr. na konci telodendronu) uvoľní sa mediátor do synapsie a viaže sa na postsynaptickú membránu (napr. na dendrite ďalšej nervovej bunky). Tu vyvolá podráždenie alebo útlm. Mediátor je následne premenený na neúčinnú látku alebo vstrebaný do presynaptickej membrány. Vzruch prechádza vždy iba jedným smerom. Na jednom neuróne môže byť aj niekoľko tisíc synapsií.

Telové tekutiny

K telovým tekutinám zaraďujeme krv, miazgu (lymfu) a tkanivový mok. Sú tkanivom, ktorých medzibunková hmota je tekutá. Telové tekutiny preberáme podrobnejšie v kapitole o krvi a obehovej sústave.

Združovaním viacerých tkanív, zúčastňujúcich sa na určitom type činnosti do jedného celku, vznikajú orgány. Orgán je priestorovo ohraničený útvar vykonávajúci hlavnú funkciu. Obyčajne sa na jeho stavbe zúčastňuje väčšina tkanív, ale len jedno z nich má pre činnosť orgánu rozhodujúci význam. Ostatné tkanivá orgánu jeho činnosť podporujú a dopĺňajú. Viac orgánov, ktoré svojou činnosťou naväzujú na činnosť iných orgánov a spolupracujú navzájom pri vykonávaní určitej funkcie vytvárajú väčší anatomický funkčný celok - orgánovú sústavu. Orgánové sústavy tvoria organizmus človeka. Jednotu organizmu zabezpečujú riadiace sústavy: látková a nervová. Tieto sústavy zabezpečujú anatomickú a funkčnú koordináciu a integráciu jednotlivých funkcií.

Rozlišujeme niekoľko orgánových sústav, ktoré vytvárajú jednotný celok. Sú to:

Kostrová sústava

Svalová sústava

Krv a obehová sústava

Miazgová sústava

Dýchacia sústava

Tráviaca sústava

Endokrinná sústava

Kožná sústava

Vylučovacia sústava

Pohlavná sústava

Nervová sústava

Zmyslové orgány

2 Prehľad orgánových sústav

Kostrová sústava(Systema sceleti)

Funkcia kostry

Kostrová sústava je pasívny pohybový aparát zložený z kostí, ktorých má ľudské telo približne 206. Súbor kostí ľudského tela tvorí kostru. Najmenšou ľudskou kostičkou je strmienok nachádzajúci sa v strednom uchu. Je to 3 mm dlhá kosť vážiaca približne 3 gramy. Najväčšou a najsilnejšou kosťou je stehnová kosť, ktorej dĺžka môže byť až 50 cm v závislosti od výšky človeka. Kostra má nasledovné funkcie:

1. pohyb organizmu, ktorý sa uskutočňuje spoločne so svalmi,
2. opora mäkkých častí tela (napr. lebka chráni mozog, hrudný kôš chráni pľúca a srdce),
3. zásobáreň minerálnych látok (napr. počas gravidity sa uvoľňuje do krvi vápnik z kostí matky, a dostáva sa priamo do tvoriacej sa kostry dieťaťa).

Delenie kostí

Podľa tvaru a dĺžky delíme kosti na **dlhé** (napr. stehnová kosť), **ploché** (napr. lopatka, hrudná kosť, rebrá) a **krátke** (napr. stavce, články prstov). Na dlhých kostiach rozlišujeme strednú, dlhšiu časť – **diafýzu**, a krátke koncové zakončenia – **epifýzy**.

Povrch kostí

Kĺby sú pokryté chrupkou, ale ostatné časti kosti sú pokryté **okosticou** (periost). Okostica je väzivová blana bohato zásobená cievami a nervami, ktoré prenikajú hlbšie do kosti. Vnútoraná časť okostice obsahuje aktívne kostné bunky, vďaka ktorým môže kosť hrubnúť. Regeneračná schopnosť okostice umožňuje tvorbu nového kostného tkaniva pri zlomeninách. Pri transplantáciách kostí sa uplatňuje okostica pri prijímaní cudzieho tkaniva a zrastom s novou kosťou.

Vnútorná stavba kostí

Kosti sú tvorené kostným tkanivom, ktoré vzniká z kostných buniek (osteocytov). Osteocyty sú od seba oddelené medzibunkovou hmotou, ktorá obsahuje organické látky a anorganickú hmotu (hlavne uhličitan a fosforečnan vápenatý). V detstve obsahuje kostra viac organickej hmoty, vďaka ktorej je kostra pružná. V dospelosti prevažujú anorganické látky, vďaka ktorým je kostra tvrdšia, ale zároveň krehkejšia. Medzibunková hmota vytvára tzv. lamely, v ktorých sú drobné dutinky s kostnými bunkami. Na priereze kostí rozlišujeme hubovitú a kompaktnú kosť.

Hubovitá (spongiózna) kosť tvorí tenké trámce, ktoré sa vzájomne krížia a vytvárajú priestorovú sieť. Usporiadanie trámecov nie je náhodné, ale vytvára špecifickú kostnú architektúru. Už pred viac ako 100 rokmi si G. Mayer všimol, že v hornom konci stehnových kostí sú kostné trámce usporiadané do oblúkov. Prepočtami sa zistilo, že vďaka kostnej architektúre si kosti udržiavajú maximálnu odolnosť voči zaťaženiu. Pri zlomeninách sa môže architektúra kostí zmeniť. Hubovitá kosť vyplní najmä epifýzy dlhých kostí a vnútorné časti plochých a krátkych kostí.

Kompaktná kosť je zložená z husto usporiadaného kostného tkaniva. Tvorí najmä povrchovú časť krátkych a plochých kostí a podstatnú časť diafýz dlhých kostí.

Vnútro kostí je tvorené dreňovou dutinou, v ktorej je kostná dreň. Obsahuje krvotvorné tkanivo červenej farby, ktoré má schopnosť krvotvorby. Pôvodne prebieha krvotvorba vo všetkých kostiach (u detí), ale s vekom sa schopnosť krvotvorby postupne obmedzuje na krátke a ploché kosti (najmä rebrá, stavce a hrudná kosť, kosti lebky, krížové kosti, panvové kosti, horné konce dlhých kostí). Do kostnej drene sa neustále ukladajú kvapôčky tuku a schopnosť krvotvorby preto klesá. V tele dospelého človeka je asi 2,6 kg kostnej drene.

Vývin kostí

Väčšina kostí vzniká z chrupky, menej z väziva (iba časť kľúčnej kosti a kosti lebečnej klenby) a tvoria sa už počas vnútro maternicového vývinu. Premena chrupky a väziva na kosť prebieha tzv. osifikáciou. Do chrupky vniknú cievy a pozdĺž nich vnikajú kosťotvorné bunky osteoblasty. Približne v strede kosti sa utvorí tzv. osifikačné jadro kostného tkaniva, odkiaľ postupuje osifikácia smerom k okrajom kosti. U novorodencov je väčšina kostí

osifikovaných, výnimku tvoria niektoré krátke kosti, okraje niektorých plochých kostí a niektoré epifýzy dlhých kostí.

Po prvotnej osifikácii ostávajú na rozhraniach diafýzy a epifýz tenké platničky rastovej chrupky. Vďaka nim rastie kosť do dĺžky. U dievčat definitívne kostnatej rastové chrupky približne v 16. roku a u chlapcov v 18. roku života. Rast celkový vývin kostí je ovplyvnený predovšetkým hormonálne (hormóny hypofýzy, štítnej žľazy a prištítnych teliesok) a obsahom vitamínov (vitamín D) a minerálnych látok (najmä vápnika a fosforu) v tele.

Spojenia kostí

Kosti sú spolu spojené viacerými spôsobmi:

Pevné spojenia dvoch alebo viacerých kostí sa vyskytuje najmä na takých miestach, kde tvoria kosti oporu vnútorným orgánom. Uskutočňuje sa pomocou chrupky (napr. spojenie rebier s hrudnou kosťou), väzivom (spojenie kostí lebečnej klenby) alebo definitívnym zrastom kostí (panvová kosť vzniká zrastom kostí sedacej, lonovej a bedrovej).

Pohyblivé spojenia sa uskutočňujú v kĺbe a umožňujú pohyb kostí

Kĺb (*articulatio*) sa skladá z kĺbových plôch, kĺbového puzdra a kĺbovej dutiny. Kĺbové plochy sú pokryté chrupkou a pokrývajú vypuklú časť jednej kosti (kĺbovú hlavicu) a vyhlbenú časť druhej kosti (kĺbovú jamku), ktoré do seba zapadajú. Najpohyblivejším kĺbom ľudského tela je ramenný kĺb. Kĺb je obalený väzivovým puzdrom, ktoré sa upína na okraje kĺbových plôch. Jeho vnútorná vrstva produkuje maz, ktorý znižuje trenie kĺbových plôch zvyšuje prínavosť kĺbovej hlavice ku kĺbovej jamke. Maz obsahuje zároveň výživné látky kĺbových chrupiek.

Opis kostry

Kostru delíme na:

1. osovú kostru (chrbtica)
2. kostru lebky
3. kostru končatín

1. Osová kostra:

Chrbtica (*columna vertebralis*) je umiestnená na zadnej strane trupu. Je tvorená stavcami a stavce na chrbtici sa delia v závislosti od toho kde sa nachádzajú:

krčné stavce (7) (*vertebrae cervicales*)

hrudné stavce (12) (*vertebrae thoracicae*)

bedrové /driekové stavce (5) (*vertebrae lumbales*)

krížové stavce (5) sú zrastené do jednej **krížovej kosti** (*os sacrum*) (úplný zrast nastáva okolo 20-teho roku života)

kostrčové stavce (4-5) sú zrastené a tvoria **kostrč** (*os coccygis*)

Medzi stavcami sú medzistavcové platničky, ktorých je 23. Chýbajú medzi zrastenými stavcami a medzi prvým a druhým krčným stavcom (nosič (*atlas*) a čapovec (*axis*)). Platničky majú chrupavčitý základ, ich funkciou je predovšetkým tlmiť nárazy tela.

Stavce (*vertebrae*) sú zložené z tela, oblúku a výbežkov. Telo stavca smeruje dopredu (t.j. smerom do brušnej dutiny), oblúk s výbežkami je obrátený dozadu. Oblúk s telom uzatvára stavcový otvor. Stĺpce stavcov vytvárajú kostný chrbticový kanál, v ktorom je uložená miecha, jej obaly a korene miechových nervov. Do bokov vystupujú dva priečne výbežky a dozadu jeden tŕňový výbežok. Okrem nich majú stavce aj štyri kĺbové výbežky. Výbežky umožňujú vzájomné spojenie stavcov a aj kostné plochy na upevnenie svalov. Najmenšie telá majú krčné stavce, najväčšie driekové stavce.

Odlišnú stavbu majú spomínané prvé dva krčné stavce. Nosič nemá telo stavca a na hornej ploche má dve kĺbovité plôšky, ktorými sa napája na záhlavnú časť lebky a umožňuje kývavé pohyby. Na dolnej strane sú dve jamky na kĺbové spojenie s čapovcom. Z tela čapovca vyrastá smerom hore valcovitý výbežok, tzv. **zub** (*dens axis*). Zub sa kĺbovitou plôškou dotýka vnútornej strany predného oblúku čapovca a umožňuje otáčavé pohyby hlavy.

Zakrivenia chrbtice

Človek sa rodí s rovnou chrbticou, ale počas ontogenézy dochádza k jej prirodzeným zakriveniam, ktoré sú pre človeka typické a líši sa nimi od ostatných primátov. Rozoznávame dva druhy prirodzených zakrivení chrbtice:

- krčná a bedrová lordóza (zakrivenie smerom dovnútra)
- hrudná a krížová kyfóza (zakrivenie smerom von)

Ako prvá sa vyvíja krčná lordóza a to u novorodencov v čase, keď dvíhajú hlavičku. Bedrová lordóza vzniká ako druhá v čase, keď začínajú deti sedieť (t.j. približne v 6. mesiaci života). Kyfózy vznikajú prirodzene v ďalšom období a tvar chrbtice sa fixuje v 6. roku života. Zakrivenie chrbtice súvisí s vzpriameným držaním tela, podporuje pružnosť a tlmí nárazy pri chôdzi.

Okrem prirodzených zakrivení chrbtice poznáme aj abnormálne zakrivenia v sagitálnej rovine (t.j. pri pohľade z boku) (tzv. mačací chrbát). Môžu vznikáť z rôznych dôvodov:

- zaoblením chrbtice v dôsledku staroby, t.j. opotrebovania platničiek
- nesprávnym držaním tela
- pri športe, napr. intenzívnou cyklistikou môže vzniknúť mačací chrbát
- v niektorých druhoch zamestnaní, kde dochádza k dlhodobému a jednostrannému prehnutiu chrbtice (napr. stolári)

Skolióza vzniká zakrivením chrbtice v čelovej rovine. U detí k nej môže dôjsť nesprávnym držaním tela alebo nosením extrémne ťažkých aktoviek.

Kosti trupu

Trup, resp. hrudný kôš je tvorený **hrudnou kosťou** (*sternum*), ktorá sa v hornej časi napája na kľúčové kosti. Zboku sa na hrudnú kosť napájajú rebrá. Skladá sa z rukoväte, tela a mečovitého výbežku, ktorý osifikuje pomerne neskoro.

Rebrá (*costae*) sú ploché, oblúkovito ohnuté kosti. Je ich celkovo 12, pričom všetky sa vzadu napájajú na stavce. Podľa spojenia s hrudnou kosťou ich delíme na **pravé rebrá** (prvých 7 párov rebier), pretože sa napájajú priamo na hrudnú kosť, **nepravé rebrá** (8, 9 a 10 pár), pretože sa napájajú na predošlé rebrá, t.j. nepriamo na hrudnú kosť a **voľné rebrá** (11 a 12 pár), ktoré končia voľne v brušnej dutine.

2. Kostra lebky

Lebka (*cranium*) sa delí na **mozgovú** (*neurocranium*) a **tvárovú časť** (*splanchnocranium*). Všetky kosti lebky okrem dolnej čeľuste sú spojené nepohyblivo pomocou švov.

Mozgová časť lebky tvorí ochranné puzdro mozgu. Rozdeľuje sa na **lebečnú klenbu** a **lebečnú spodinu**. Lebečnú spodinu tvorí vpredu čelová kosť, dve kosti temenné, spánkové kosti, čuchová kosť a vzadu záhlavná kosť.

Záhlavná kosť (*os occipitale*) uzatvára lebečnú dutinu vzadu a dole. Jej spodná časť má **záhlavný otvor** (*foramen magnum*), ktorý spája lebečnú dutinu s chrbticou. Po bokoch otvoru sú kĺbovité hrbolčeky – **hlavice záhlavnej kosti** (kondyly), ktorými sa napája záhlavná kosť na prvý **krčný stavec** (*atlas*).

Klinová kosť (*os sphenoidale*) tvorí stredný úsek lebečnej spodiny. Skladá sa z kockovitého tela, v ktorom je dutina tvoriaca súčasť systému prínosových dutín. Strop kosti je prehĺbený do sedlovitej jamy, tzv. tureckého sedla (*sella turcica*), v ktorom je uložená podmozgová žľaza hypofýza. Od tela vybiehajú do strán veľké a malé krídla, ktoré sa pripájajú k čeľusti a k temennej, čelovej a spánkovej kosti.

Spánková kosť (*os temporale*) je párová kosť, ktorá uzatvára lebečnú dutinu na spodine a po stranách. Ihlanovitá časť kosti je veľmi tvrdá a nazýva sa aj skalná kosť. Vonkajšia časť je tenká, šupinovitá. Na spodnej strane spánkovej kosti je hlávkový výbežok a pred ním násadcový výbežok na ktorom je zavesená jazyčka a hrtan.

Čuchová kosť (*os ethmoidale*) sa zúčastňuje na výstavbe prednej časti lebečnej spodiny a stropu nosovej dutiny.

Čelová kosť (*os frontale*) tvorí strop očnice a kostený základ čela. V nadočnicovej časti sú čelové dutiny. Temenná kosť tvorí vrchol lebečnej klenby.

Tvárová časť lebky je relatívne malá v porovnaní s mozgovou časťou lebky.

Čeľusť (*maxilla*) je najväčšou časťou horného oddielu tvárovej časti lebky. Nachádza sa v nej dutina patriaca k prínosovým dutinám. Dolný okraj vybieha do d'asnovitého výbežku, na ktorom sú vsadené zuby čeľuste. Spodná plocha tvorí základ podnebia.

Jarmová kosť (*os zygomaticum*) je párová kosť, ktorá odspodu a zvonka ohraničuje očnicu.

Slzná kosť (*os lacrimale*) tvorí vnútornú časť kostenej očnice. V jej jamke leží slzník.

Nosové kosti (*ossa nasalia*) sú základom koreňa nosa.

Podnebná kosť (*os palatinum*) a **čerieslo** (*vomer*) tvoria steny nosovej dutiny. Podnebná kosť sa podieľa na tvorbe tvrdého podnebia.

Sánka (*mandibula*) je dolný oddiel tvárovej časti lebky. Má výbežok pre zuby a bradový výbežok.

Jazykka (*os hyoideum*) je drobná kostička uložená pod sánkou. Väzmi je pripojená k lebečnej spodine. Tvorí záves pre hrtan a začínajú sa na nej krčné svaly.

Pohlavné rozdiely v lebke

Muži (1450 cm^3) majú v priemere väčšiu lebku ako ženy (1300 cm^3). Najväčšiu lebku však mala paradoxne žena (6800 cm^3) a najmenšiu muž (405 cm^3), ktorý bol však klasifikovaný ako idiot (t.j. mal extrémne nízke IQ a nedokázal a o seba postarať). Intersexuálne rozdiely u detí však nie sú veľmi viditeľné a vznikajú až neskôr.

3. Kostra končatín

Kostra hornej končatiny

Kostra hornej končatiny sa k osovej kostre pripája pomocou **pletenca hornej končatiny**. Je ním lopatka a kľúčna kosť. **Lopatka** (*scapula*), plochá trojuholníkovitá kosť, ktorá sa pohyblivo (kĺbom) pripája jednou stranou na ramennú kosť a druhou stranou na kľúčnu kosť. **Kľúčna kosť** (*clavicula*) je mierne esovito prehnutá kosť dlhá 12 – 16 cm. Jedným koncom sa pripája na nadpažok lopatky, druhým na hrudnú kosť. Pomerne ľahko sa láme.

Ramenná kosť (*humerus*) je dolným koncom spojená s kosťami predlaktia. Kosti predlaktia sú tvorené **lakt'ovou kosťou** (*ulna*) a **vretennou kosťou** (*radius*). **Vretenná kosť** je na palcovej strane a je tenšia ako lakt'ová kosť. **Lakt'ová kosť** je hrubšia a je umiestnená na malíčkovej strane.

Zápästné kostičky (*ossa carpi*) sú umiestnené po štyroch v dvoch radoch. Tvoria **zápästie** (*carpus*). Prvý rad kostičiek sa kĺbovo spája s kosťami predlaktia, na druhý rad nadväzujú záprstné kosti. **Záprstných kostí** (*os metacarpale*) je päť. Rozšírenými bázami sa spájajú so zápästnými kosťami, na ich hlavičky nadväzujú **články prstov** (*phalanges*). Kostru palca tvoria dva články, ostatné prsty majú tri články (*falangy*).

Viete, kde sa nachádza sedlovitý kĺb?

Palec ako jediná časť tela má takzvaný sedlovitý kĺb. Umožňuje priečne a tiež protichodné postavenie palca oproti ostatným prstom ruky. Umožňuje pevné uchopenie predmetov.

Kostra dolnej končatiny

Pletencom dolnej končatiny je **panva** (*pelvis*). Panvový pletenec je zložený z dvoch panvových kostí a krížovej kosti. Panva žien je širšia, panva mužov je relatívne menšia a užšia. Panvová kosť vznikla zrastom **bedrovej** (*os ilium*), **sedacej** (*os ischii*) a **lonovej kosti** (*os pubis*). **Lonová spona** (*symfýza*) je doštičkovitá chrupka spájajúca susediace lonové kosti.

Stehnová kosť (*femur*) zapadá do **kĺbovej jamy** (*acetabula*) na panvovej kosti guľovitou hlavou. V oblasti kolena je **jablčko** (*patella*), ktoré je vsunuté do štvorhlavého svalu stehna a tvorí prednú plochu kolenného kĺba. Kostru predkolena tvorí **ihlica** (*fibula*) a **píšťala** (*tibia*). Píšťala je umiestnená na palcovej strane predkolena a je celkovo mohutnejšia ako ihlica. Ihlica je na malíčkovej strane, ľahko sa láme. Pre stabilitu končatiny nemá väčší význam. **Priehlavkových kostí** (*ossa tarsalia*) je sedem. Najväčšia je **pätová kosť** (*calcaneus*), ktorá vybieha do hrboľa pätovej kosti. Ďalšími kosťami sú **členková kosť** (*talus*), tri klinovité kostičky, kockovitá a člnkovitá kosť. Na päť **predpriehlavkových kostí** (*ossa metatarsalia*) chodidla nasadajú články prstov, ktoré sú trojčlánkované s výnimkou palca. Druhý a tretí článok malíčka často sekundárne zrastá.

Prečo praskajú prsty, keď ich prepíname?

Kĺby prstov sú obklopené kĺbovým puzdrom v ktorom sa nachádza kĺbový maz, ktorý je pod tlakom a obsahuje vzduchové bubliny. Pri prepínaní prstov sa puzdro pretiahne a tlak sa zníži. Bublínky vzduchu sa rozštiepia na menšie čo sa prejaví prasknutím. Opätovné prasknutie je možné až po vyrovnaní tlaku v kĺbovom puzdre.

Svalová sústava (*Systema musculorum*)

Je objemovo najmohutnejšou sústavou ľudského tela. Základnou funkciou svalového tkaniva je schopnosť zmršťovať sa a skracovať (tzv. svalové kontrakcie). Túto funkciu majú vláknité myofibrily uložené v cytoplazme svalových buniek. Ľudské telo má tri druhy svalového tkaniva: hladké, priečne pruhované a svalovinu srdca.

V ďalších častiach sa budeme venovať výlučne priečne pruhovaným svalom, ktoré spolu s kostrou umožňujú pohyb človeka. Tvoria asi 35 % celkovej hmotnosti tela človeka. Telo človeka tvorí asi 600 svalov.

Svaly podľa funkcie delíme na ohýbače (*flexory*), ňahovače (*extenzory*), odťahovače (*abduktory*), priťahovače (*adduktory*) a zvierajúce (*sfinktery*). Podľa tvaru delíme svaly na dlhé, ploché a krátke. Niektoré svaly vykonávajú prácu súčasne v jednom smere (*synergisti*) alebo pôsobia proti sebe (*antagonisti*).

Svaly hlavy

Žuvacie svaly sa začínajú na kostiach mozgovej časti lebky a po preklenutí spánkovosánkoveho kĺba sa upínajú na sánku a umožňujú jej pohyblivosť. Patrí sem **spánkový sval** (*musculus temporalis*), **žuvací sval** (*musculus masseter*) a **krídlivé svaly** (*musculi pterygoidei*).

Mimické svaly smerujú od lebečných kostí do kože na tvári. Po zmrštení pohybujú kožou a ovplyvňujú aktuálny výraz tváre. Majú význam aj pre rast a formovanie čeľustí a chrupu. Patrí sem napr. čelový sval, **kruhový sval očný** (*musculus orbicularis oculi*), **kruhový sval ústny** (*musculus orbicularis oris*), ktorý tvorí podklad hornej a dolnej pery alebo najväčší mimický sval – **tvárový sval** (*musculus buccinator*).

Krčné svaly sa nachádzajú pred krčnou chrbticou medzi lebkou a hrudníkom. Pod kožou na prednej strane krku je **podkožný sval krku** (*musculus platysma*). Patrí sem ďalej pravý

a ľavý **zdvíhač hlavy** (*musculus sternocleidomastoideus*), skupina nadjazylkových svalov, ktoré vytvárajú dno ústnej dutiny, dvíhajú hrtan a sťahujú sánku. Podjazylkové svaly priťahujú hrtan a jazyku nadol. Po bokoch krčnej chrbtice sú **šikmé svaly** (*musculi scaleni*), ktoré napomáhajú pri ohyboch hlavy. **Dlhý sval krku a dlhý sval hlavy** (*musculus longus colli et musculus longus capitis*) spájajú krčné stavce s hornými hrudnými stavcami.

Svaly hrudníka sú uložené vo viacerých vrstvách. Delia sa aj na vlastné svaly hrudníkovej steny a svaly začínajúce sa na kostre hrudníka, ale upínajúce sa na ramennú kosť (svaly pletenca hornej končatiny). Vlastné svaly hrudníka tvoria vnútorné a vonkajšie **medzirebrové svaly** (*musculi intercostales*). Dvíhaním rebier umožňujú dýchanie. **Veľký prsný sval** (*musculus pectoralis major*) a **malý prsný sval** (*musculus pectoralis minor*) sú pomocnými dýchacími svalmi a zúčastňujú sa na priťahovaní lopatky a hornej končatiny k trupu. Prednú stenu hrudníka tvorí predný **pílovitý sval** (*musculus serratus anterior*) otáča lopatku a napomáha vzpaženie prednej končatiny. **Bránica** (*diaphragma*) je plochý sval, ktorý oddeľuje hrudnú dutinu od brušnej. Stred bránice tvorí plochá šľacha, na ktorú nasadá srdce. V bránici sú tri otvory na prechod pažeráka, aorty a dolnej dutej žily. Je to najdôležitejší dýchací sval.

Svaly brucha sú ploché, doskovité svaly, nachádzajúce sa medzi dolným okrajom hrudníka a hornými okrajmi panvových kostí. Bočnú brušnú stenu tvorí **vonkajší a vnútorný šikmý sval** (*musculus obliquus externus et internus abdominis*). Strednú časť steny vpredu dotvárajú priame svaly brucha (*musculi recti*). Sťahovanie brušných svalov má význam pri vyprázdňovaní vnútorných orgánov (črevá, močový mechúr, maternica). Vypudzovacia sila svalov sa nazýva aj brušný lis. Najhlbšiu vrstvu bočných stien brucha tvorí **priečny brušný sval** (*musculus transversus abdominis*). V zadnej strane brušnej dutiny je pozdĺž chrbtice umiestnený **štvorhlavý bedrový sval** (*musculus quadratus lumborum*). Driekovú časť chrbtice ohýba do bokov alebo ju napriamuje.

Svaly chrbta sú rovnako umiestnené v niekoľkých vrstvách. **Trapézový sval** (*musculus trapezius*) je veľký plochý sval trojuholníkovitého tvaru. Spolu s najširším **svalom chrbta** (*musculus latissimus dorsi*) zabezpečujú záklon a úklony hlavy, pritiahnutie ramena a dvíhanie trupu. V hlbších vrstvách sú **vzpriamovače chrbtice** (*musculus erector spinae*).

Svaly hornej končatiny tvoria svaly **ramenného kĺba** (deltový sval, *musculus deltoideus*). Ďalšími svalmi sú svaly ramena. V prednej skupine týchto svalov sú ohýbače predlaktia a ohýbače ramenného a lakt'ového kĺba. Ide o **dvojhlavý sval ramena** (*musculus*

biceps brachii), **ramenný sval** (*musculus brachialis*) a **zobákovoramenný sval** (*musculus coracobrachialis*). Svaly zadnej skupiny vystierajú predlaktie a sú tvorené **trojhlavým svalom ramena** (*musculus triceps brachii*).

Svaly predlaktia sa delia do troch skupín. Na dlaňovej strane ležia ohýbače prstov a ruky, ktorých dlhé šľachy sú voľne hmatateľné. Palcovú stranu tvoria vystierače ruky. Chrbtovú stranu tvoria ňahovače ruky a ňahovače prstov. Ich dlhé šľachy sú na chrbte ruky veľmi nápadné.

Svaly ruky sú malé, krátke svaly spojené do skupiny svalov palca, malíčka a do skupiny hĺbkových svalov dlane. Tieto svaly zabezpečujú jemné a veľmi presné pohyby prstov. Jednou z evolučne najvýznamnejších funkcií je schopnosť prŕahovania a opozície palca voči ostatným prstom. Pri uchopení predmetu a manipulácie s ním.

Svaly bedrového kĺba tvoria zo zadnej strany sedacie svaly. Mohutný je najväčší **sedací sval** (*musculus gluteus maximus*), ktorý sa podieľa na chôdzi.

Svaly stehna sa delia do viacerých skupín. Do prednej skupiny svalov patrí **štvorhlavý sval stehna** (*musculus quadriceps femoris*), ktorý je vystieračom kolenného kĺba a ohýbačom bedrového kĺba. V úponovej šľache tohto svalu je vsunuté jabĺčko. Do vnútornej skupiny patria svaly prŕahujúce dolnú končatinu, t.j. umožňujúce prinoženie. Svaly na zadnej ploche stehna ohýbajú predkolenie a pomáhajú pri vystieraní končatiny v bedrovom kĺbe. Šikmo cez stehno prechádza **krajčírsky sval** (*musculus sartorius*), ktorý je najdlhším svalom ľudského tela. Svaly na vnútornej strane stehna prŕahujú kolená k sebe. Začínajú na lonovej kosti a upínajú sa na rôznych častiach stehnovej kosti. Najdlhší z nich je **veľký prŕahovač** (*musculus adductor magnus*), a **štíhly stehnový sval** (*musculus gracilis*). Na zadnej strane stehna sú ohýbače, ktoré ohýbajú koleno. Hlavným z nich je dvojhlavý **stehnový sval** (*musculus biceps femoris*). Jednou stranou sa upína na sedaciu kosť, druhou na stehnovú kosť spoločne sa upínajú na hlavicu pŕšťaly.

Na **predkolení** sú svaly, ktoré umožňujú pohyb končatiny. Najväčší sval **trojhlavý lýtkový sval** (*musculus triceps surae*) je na povrchu zadnej strany predkolenia. Tzv. Achillovou šľachou sa upína k hrbolu pätovej kosti. Je najsilnejším ohýbačom nohy a pomocným ohýbačom kolena. Predná skupina svalov vystiera nohu a prsty nohy. Podobnú funkciu majú aj svaly na malíčkovom okraji predkolenia. Obidve skupiny svalov udržiavajú svojim napätím priečnu klenbu nohy.

Svaly nohy sú tvorené svalovými skupinami palca, malíčka a hĺbkovými svalmi nohy. V porovnaní s rukou sú tieto svaly určené predovšetkým na zabezpečenie pozdĺžnej klenby nohy.

Je smiech pre náš organizmus prospešný?

Pri smiechu sa pohybuje viac ako 80 svalov, dych sa zrýchľuje až na 100km/h a v krvi sa tvorí oveľa viac protilátok ako inokedy čím je telo lepšie chránené pred vírusmi. Dospelí sa zasmejú približne 20-krát, pričom deti viac ako 400-krát za deň.

Krv a obehová sústava (*Systema circulatorium*)

Krv (*sanguis*)

Je hlavnou súčasťou vnútorného prostredia organizmu. Vývoj živej prírody od najjednoduchších prejavov života až po najzložitejšie organizmy sprevádza premena látok spojená s nevyhnutnosťou privádzať bunkám potrebné živiny a kyslík a odstraňovať splodiny látkového metabolizmu. Na nižších vývojových stupňoch zabezpečuje výmenu látok jednoduchá difúzia. U mnohobunkovcov zabezpečujú premenu látok prúdiace tekutiny vnútri tela. Na vyššom stupni (u väčšiny bezstavovcov) je prítomná hemolymfa, ktorá sa voľne rozlieva v telovej dutine. Táto tekutina už obsahuje rozpustené bielkoviny a voľné krvné bunky, ktoré sa podobajú krvinkám stavovcov. Na prenos kyslíka, ktorý sa vo vode rozpúšťa len veľmi málo, sa v živočíšnej ríši vyvinulo niekoľko typov bielkovín obsahujúcich ťažké kovy ako železo, meď. Najrozšírenejším typom krvného farbiva je hemoglobín (červené farbivo obsahujúce železo) a medný hemogamín.

U všetkých stavovcov vrátane človeka je vnútorné prostredie veľmi zložitá a netvorí ho jednotná tekutina. Tekutiny ktoré slúžia výžive a látkovej výmene a prúdia v tele stavovcov sú krv, tkanivový mok a miazga (lymfa). Krv prúdi v uzavretých rúrkach a predovšetkým sprostredkúva prenos látok a dýchacích plynov medzi vonkajším a vnútorným prostredím. Úlohu vnútorného prostredia má u stavovcov tkanivový mok, ktorého prostredníctvom sa uskutočňuje látková výmena buniek. Miazga, ktorá sa vyskytuje len u stavovcov vzniká z tkanivového moku. Obieha v miazgových cievach, ktoré ústia do krvného riečiska.

Krv je nepriehľadná, červená a viskózna tekutina prúdiaca v uzavretom systéme ciev a je najdôležitejšou zložkou vnútorného prostredia. Je to tekutý orgán, ktorý sa skladá z krvnej plazmy a krvných elementov. Pri nedostatku krvi ako zásobárne krvi slúžia pečeň, slezina, podkožné väzivo.

Objem krvi dospelého muža obsahuje 5-6 litrov, ženy majú v priemere o 10% krvi menej ako muži, asi 4,5 litrov krvi. Tento rozdiel vzniká v puberte. Krv tvorí 1/12 – 1/13 celkovej hmotnosti tela. Organizmus znesie bez komplikácií stratu krvi do 550 ml. Náhle straty krvi presahujúce 1500 ml ohrozujú život človeka. Pomalý úbytok krvi znáša ľudský organizmus lepšie a prekonáva straty až 2500 ml.

Krv tvorí jednu desatinu telesnej hmotnosti človeka. Všetka krv v ľudskom tele sa cez obidve obličky prefiltruje asi 300-krát za deň. Toto množstvo predstavuje objem 1500 litrov.

Krv je tvorená z tekutej zložky plazmy a formovaných elementov – červenými krvinkami (erytrocytmi), bielymi krvinkami (leukocytmi) a krvnými doštičkami (trombocytmi). V jednom litri krvi tvoria erytrocyty u mužov 44% objemu, u žien 39% objemu. Táto hodnota sa nazýva **hematokrit**. Novorodenec má hematokrit o 10% vyšší. **Hematokrit** je hodnota vyjadrujúca percentuálny podiel erytrocytov v krvi.

Krvná plazma

Plazma je tekutá zložka krvi. Je to žltkastá viskózna priehľadná tekutina zložená z vody (91%) a 9% organických a anorganických látok (z toho 8% organických látok – z toho 7% bielkovín – albumíny a globulíny). Krví dáva slabo alkalickú reakciu pH 7,4.

Z **anorganických** látok tvorí 99% plazmy voda a 1% soli. Plazma obsahuje najviac chloridu sodného (NaCl) a uhličitanu sodného (Na₂CO₃), ktorý udržiava stály osmotický tlak a udržiavanie reakcie krvnej plazmy – slabo zásaditej. Obidve soli majú význam pri udržiavaní stáleho osmotického tlaku a pH krvi.

Organickými látkami sú predovšetkým bielkoviny. Podľa chemickej stavby rozdeľujeme plazmatické bielkoviny na albumíny (4,8%), globulíny (2,8) (obrana organizmu) a fibrinogén (0,03%). Hlavnou funkciou bielkovín je viazanie a transport rôznych látok, najmä vody v plazme. Funkcia globulínov je pri tvorbe protilátok proti bakteriálnym toxínom alebo cudzím bielkovinám. Albumín slúži tiež na transport kovov, mastných kyselín, bilirubínu, enzýmov, liekov. Fibrinogén má dôležitú úlohu pri zrážaní krvi. Niektoré bielkoviny sa podieľajú na transporte hormónov. Krvné bielkoviny sú prítomné v koloidálnom stave a nemôžu za normálnych okolností prechádzať cez steny kapilár. Viskozita, ktorú krvi dávajú bielkoviny, je faktorom regulácie krvného tlaku. Albumíny, fibrinogén a protrombín sú produkované v pečeni. Aminokyseliny sa v krvi nachádzajú ako produkty trávenia bielkovín.

Okrem bielkovín sa v plazme **nachádzajú nedusíkaté organické látky ako glukóza, tuky a cholesterol**. **Glukóza** je v krvi v koncentrácii 4,4-5,5 mmol/l. Hladinu cukru v krvi nazývame glykémia. Ak je glykémia nízka, cukor sa uvoľňuje z pečene a glykémia sa zvyšuje. V opačnej situácii sa cukor ukladá v pečeni v podobe glykogénu. **Glykogén** je v pečeni rezervoárom schopným okamžite uvoľňovať cukor.

Hlavné funkcie krvi

1. Transport dýchacích plynov (O₂ a CO₂).
2. Transport výživných látok do celého organizmu.
3. Transport splodín metabolizmu.
4. Transport hormónov, vitamínov, a pod.
5. Vytváranie a udržiavanie stálosti vnútorného prostredia.
6. Vyrovnávanie teplotných rozdielov.
7. Udržiavanie telesnej teploty – termoregulácia, vyrovnávanie teplotných rozdielov medzi orgánmi a časťami tela.
8. Obranná funkcia – odolnosť organizmu voči patogénom, ktoré sa dostanú do organizmu. Obranná funkcia sa uskutočňuje najmä fagocytózou a imunitou.

Fagocytóza je schopnosť pohlcovať cudzorodé látky, zvyšky buniek vlastného tela, baktérie a spracovať ich prostredníctvom enzýmov. Mikrób je chemicky pritiažený k leukocyту, je ním pohltý, usmrtený a napokon strávený.

Imunita je jav, keď organizmus reaguje na prítomnosť cudzorodých látok antigénov tvorbou špecifických látok protilátok. Môže byť vrodená lebo získaná. Vrodená imunita je vlastná všetkým jedincom a vznikla v priebehu fylogenetického vývoja. Získaná môže byť pasívna a aktívna. O pasívnej imunite hovoríme v prípade, že do organizmu vpravená hotová protilátka. V prípade aktívnej imunity reaguje organizmus na prítomnosť antigénov a to buď prekonaním choroby alebo očkovaním, keď sa do organizmu vpraví oslabený kmeň, ktorý vyvolá tvorbu protilátok, ale nie sú schopné vyvolať ochorenie v plnom rozsahu (napr. osýpky, kiahne, čierny kašeľ, tuberkulóza a iné).

Krvné elementy

Krvné bunky leukocyty a erytrocyty a trombocyty sú rozptýlené (suspendované) v krvnej plazme. Trombocyty nie sú skutočnými bunkami, ale drobné telieska, ktoré vznikajú oddelením časti tela určitého typu buniek kostnej drene.

Erytrocyty – červené krvinky (erythrocyty) sú diskovité, jednobunkové, bezjadrové útvary. Ich funkcia je transport dýchacích plynov. Jadro majú len nezrelé červené krvinky, predpokladá sa, že dospelé erytrocyty jadro nemajú z ekonomických dôvodov – odčerpávalo by energiu. Ich životnosť je 100-120 dní. V cytoplazme obsahujú červené krvné farbivo –

hemoglobín, na ktorý sa viaže kyslík a oxid uhličitý. Vznikajú v hemopoetickom tkanive kostnej drene.

V prenatálnom období prebieha krvotvorba najskôr v žltkovom vaku plodu a neskôr v pečeni a slezine. Neskôr u detí vo všetkých kostiach. U dospelých sa krvotvorba obmedzuje najmä na červenú dreň krátkych a plochých kostí. Tento proces sa nazýva erytropoéza, je riadená hormónom **erythropoetínom**, ktorý vzniká v obličkách a jeho produkcia závisí od množstva kyslíka. Keď tlak kyslíka klesá (napr. vo vysokých nadmorských výškach), tvorí sa viac erytroproteínu, ktorý povzbudzuje kostnú dreň k intenzívnejšej tvorbe erytrocytov. Druhým regulátorom krvotvorby je samotná koncentrácia erytrocytov v krvi.

Erytrocyty sa počas svojho života postupne opotrebovávajú a rozpadávajú sa v slezine. Jednotlivé zložky rozpadávajúcich sa krviniek organizmus využíva na stavbu nových erytrocytov. Nevyužiteľné časti červeného farbiva sa v pečeni premieňajú na žltové farbivá (bilirubín).

Normálny počet erytrocytov v tele dospelého muža je $5,5 \text{ mil/mm}^3$, u ženy $4,5 \text{ mil/mm}^3$ a novorodenec 7 mil/mm^3 .

Počet erytrocytov stúpa počas dlhodobého pobytu vo väčších nadmorských výškach (nad 1000 m n.m.). Tento jav je reverzibilný, t.j. pri pobyte v nižších nadmorských výškach počet erytrocytov opäť klesá. Dôsledkom patologickej redukcie erytrocytov je anémia (chudokrvnosť).

Červené krvinky sú tvorené krvným farbivom hemoglobínom.

Hemoglobín tvoria dve zložky: bielkovina globín a hém – vlastný pigmentu. Molekula hému obsahuje železo, na ktoré sa v pľúcach viaže kyslík. Táto väzba je voľná, takže kyslík sa v tkanivách ľahko uvoľňuje.

Ak sa na hemoglobín naviaže O_2 vzniká oxyhemoglobín.

Ak sa na hemoglobín naviaže CO_2 vzniká karboaminohemoglobín.

Ak sa na hemoglobín naviaže CO vzniká karboxyhemoglobín.

Spotreba v pokoji $4 \text{ ml O}_2/\text{min}$ na 100 g tkaniva, silná fyzická záťaž 10ml.

Biele krvinky (leukocyty)

Vznikajú v kostnej dreni, slezine a lymfoidnom tkanive a majú jadro. V obehu žijú len niekoľko hodín až 100 dní. Zanikajú rovnako v lymfatických uzlinách a v slezine. Počet 4-10 000 ml. Ich počet sa zvyšuje pri vniknutí infekcie do organizmu. Patologickým následkom zvýšenia počtu leukocytov je **leukocytóza**. Leukémia vzniká v dôsledku zhubného množstva tkanív produkujúcich leukocyty. Nedostatok leukocytov sa nazýva **leukopénia/leukocytopénia**.

Leukocyty delíme podľa tvaru jadier, farbitelnosti drobných granuliék v cytoplazme a veľkosti buniek na dva typy buniek: granulocyty a agranulocyty.

Granulocyty sú najpočetnejšie, majú laločnaté (podkovovité) jadro a v ich plazme sa vyskytujú granulé. Tvoria približne 75% z celkového množstva bielych krviniek. Podľa farbitelnosti granúl ich delíme na:

1. **Neutrofilné** granulocyty sú najpočetnejšie a najdôležitejšie. Tvoria 50-70% z celkového množstva bielych krviniek. Farbia sa neutrálnymi farbivami, vyznačujú sa amébovitým pohybom a sú schopné fagocytózy (obklopiá cudzorodú látku a rozložia ju enzýmami). Vznikajú v kostnej dreni. Neutrofilné granulocyty majú však navyše schopnosť prenikať mimo krvných ciev. Tento jav nazývame **diapedéza** (nešpecifická obrana). V prípade, že do organizmu vnikne baktéria, neutrofilné leukocyty sú chemotakticky priťahované k tomuto miestu, kde napádajú cudzie elementy priamo v krvnom obehú alebo prestupujú cievnyimi stenami (diapedéza) k miestu zápalu a tam prebieha fagocytóza baktérií. Zároveň je v kostnej dreni aktivizovaná tvorba leukocytov.
2. **Eozinofilné** (1 – 9%) patria k najväčším granulocytom. Farbia sa kyslými farbivami. Nemôžu prenikať cez steny ciev, majú funkciu pri vnikú alergénov do organizmu. Ich počet vzrastá pri infekčných chorobách a alergických ochoreniach.
3. **Bazofilné** granulocyty sú najmenšie, častokrát je ich výskyt u človeka vzácny. Farbia sa bázickými farbivami. Spoločným znakom neutrofilných a eozinofilných granulocytov je schopnosť fagocytózy. Funkcia bazofilných granulocytov nie je dostatočne známa (obsahujú protizrážavú látku heparín).

Agranulocyty tvoria 25% leukocytov a majú guľaté jadro. Ich plazma neobsahuje farbitel'né zrnká granuly, ale podľa tvaru jadier ich možno rozlíšiť na lymfocyty (20-40% z celkového počtu bielych krviniek) a monocyty (2 – 8%).

1. **Lymfocyty** sú početné malé bunky, ktoré vznikajú v lymfoidnom tkanive, majú rozhodujúcu funkciu pri tvorbe špecifických protilátok, t.j. proti konkrétnej cudzorodej látke. Sú to imunologicky kompetentné bunky. Majú guľovité jadro, s úzkym lemom cytoplazmy bez granúl. Pohybujú sa améboide, nemajú schopnosť fagocytózy a neprodukujú proteolytické enzýmy. Vznikajú v týmuse (detská žľaza), v lymfatických uzlinách a čiastočne v kostnej dreni.
2. **Monocyty (makrofágy)** sú najväčšie leukocyty s veľkým jadrom. Sú menej početné ako lymfocyty. Charakteristický je amébovitý pohyb a schopnosť fagocytózy – tzv. obranná línia druhého sledu – prenikajú na miesto určenia po neutrofilných leukocytoch.

Krvné doštičky (trombocyty)

Sú to bezjadrové malé telieska nepravidelného tvaru. Vznikajú v kostnej dreni oddeľovaním časti cytoplazmy obrovských buniek drene. Nejde o pravé bunky, ale o úlomky, čiastočky buniek. Zanikajú v slezine. Ich počet je 300 000/ml krvi. Životnosť je asi 4 dni. Majú dominantný význam pri zrážaní krvi – zabraňujú vykrvácaniu alebo krvácaniu mimo steny cievy (vnútorné). Ich tvorba je riadená látkou v krvnom obehu – **trombocytopoetínom**, ktorý sa tvorí v obličke.

Proces zrážania krvi:

Zrážanie krvi je zložitý mechanizmus, ktorý je dôležitý pri poškodení obehového systému, kedy vzniká nebezpečenstvo straty krvi. U stavovcov vznikol ochranný mechanizmus zastavenia krvácania pozostávajúci z chemických a fyzikálnych pochodov. Začína sa poškodením steny kapiláry. Keď *trombocyty* narazia na poškodenú stenu cievy, zlomia sa, začnú sa rozpadávať a do krvnej plazmy vylúčia enzým trombokinázu, ktorý spôsobí, že sa v krvi prítomná doposiaľ neúčinná bielkovina *protrombín* zmení na aktívny enzým *trombín*. *Trombín* spôsobí premenu *fibrinogénu*, rozpustnej bielkoviny v krvnej plazme tvoriacej sa v pečeni, na nerozpustný vláknitý *fibrín*. Fibrín vytvorí sieť fibrínových vlákien, ktorými upchá

poškodenú časť cievy. Fibrínové vlákna vytvoria sieť a v nej sa zachytávajú krvné častice a vytvárajú krvný koláč.

Sedimentácia alebo usadzovanie erytrocytov je vyvolaná hmotnosťou erytrocytov, ktoré vplyvom gravitácie klesajú ku dnu. Rýchlosť sedimentácie závisí predovšetkým od množstva fibrinogénu a globulínu v plazme a od množstva a tvaru erytrocytov. Normálne hodnoty sú za prvú hodinu u mužov 3-10 a u žien 5-15. Hodnoty o dve hodiny sú približne dvojnásobne vyššie. Znížené hodnoty bývajú pri zahustenej krvi - tzv. polyglobúlii. Zvýšené hodnoty zase znamenajú, že vo vašom organizme sa odohrávajú nejaké zápalové procesy, onkologické ochorenie či ťažká anémia -chudokrvnosť. Extrémne vysoké hodnoty bývajú pri rakovine kostnej drene a pri reumatickej polyartritíde. Zvýšené hodnoty sedimentácie možno vždy považovať za príznak nejakého ochorenia, len v tehotenstve a v staršom veku môže byť vyššia sedimentácia bez chorobnej príčiny.

Osmotická odolnosť krviniek

V erytrocytoch je osmotický tlak 707 kPa. V prípade, ak má okolitý roztok nižší osmotický tlak, prúdi voda do erytrocytov, ktoré praskajú a strácajú hemoglobín – hemolyzujú. Osmotická rezistencia erytrocytov sa pri niektorých chorobách znižuje a krvinky hemolyzujú. K hemolýze dochádza tiež v opačnom prípade – ak je osmotická hodnota okolitého prostredia vyššia. Hemolýzu zapríčiňujú faktory poškodzujúce cytoplazmatickú membránu, napr. niektoré hadie jedy, rádioaktívne žiarenie, chloroform, tukové rozpúšťadlá, silné zásady, nízka teplota a pod.

Krvné skupiny

Bunky vo svojich membránach obsahujú rozličné typy antigénov. V membráne erytrocytov sú antigény, ktoré nazývame *aglutinogény*. Najdôležitejšie sú aglutinogény označené A a B.

Erytrocyty skupiny A obsahujú aglutinogén A, erytrocyty skupiny B obsahujú aglutinogén B. Ak sú v membráne erytrocytov prítomné obidva antigény, ide o erytrocyty skupiny AB. Absencia obidvoch typov aglutinogénov signalizuje skupinu O.

Aglutinogény patria medzi sacharidy. Existujú aj pomerne časté varianty aglutinogénu A označované ako A₁, A₂. Krvné skupiny objavil Ján Jánky. Základným typom

krvnoskupinového systému erytrocytov je systém ABO. Existuje teda 6 skupín A₁, A₂, B, O, A₁B a A₂B.

Protilátky v krvnej plazme nazývame aglutiníny. Aglutiníny v krvi skupiny A aglutinizujú (zhlukujú) erytrocyty skupiny B. Nazývame ich aglutiníny antiB. Krv skupiny B obsahuje v plazme aglutiníny antiA. Krv skupiny O má aglutiníny antiA aj antiB a je všeobecným darcom. Skupina AB je bez aglutinínov a je univerzálnym príjemcom.

Rh systém

Okrem antigénov A a B je v erytrocytoch aj systém antigénov nazývaný Rh systém (*rhesus faktor*). Tento systém sa skladá z 13 antigénov, z ktorých najdôležitejší je antigén D. Prítomnosť aglutinogénu D označujeme ako Rh⁺ (pozitív) a jeho absencia ako Rh⁻. Proti antigénu D existujú protilátky aglutiníny. Používajú sa na určenie Rh⁺ a Rh⁻ podobne ako pri krvných skupinách. Približne 80% príslušníkov našej populácie je Rh⁺. V prípade nerešpektovania Rh systému pri transfúzii krvi dochádza k enormnej tvorbe protilátok s hemolýze. Ak žena Rh⁻ je a muž Rh⁺ a matka nosí plod, ktorý je po otcovi Rh pozitívny, matka vytvára protilátky proti Rh⁺ plodu, dochádza k aglutinácii (k zrážaniu) erytrocytov a môže dôjsť k úmrtiu dieťaťa po pôrode. Prevencia: sledovanie krvi plodu, ak treba transfúzia počas gravidity alebo po pôrode. U prvého dieťaťa sú protilátky, t.j. nie je až tak ohrozené, avšak pri každom ďalšom dieťati sa zvyšuje ohrozenie života uvedeným antigénom.

Obehová sústava

Obehová sústava tvorí uzatvorený systém, ktorého centrálnym miestom je srdce. Privádza tekutiny obsahujúce látky potrebné pre život.

Krv prúdi v uzavretej sústave rúrok, zabezpečuje prísun látok a odvoz splodín látkového metabolizmu, výmenu plynov, atď. Pohyb krvi v cievach zabezpečuje srdce. Je to pôvodne cieva, ktorej fylogenéza úzko súvisí s vývojom dýchacích orgánov a s potrebou oddeliť cievne riečisko pľúc od ostatných orgánov.

Srdce (cor, kardiium)

Je nepárový dutý svalový orgán kužeľovitého tvaru uložený v hrudnej dutine v interpleurálnom priestore (mediastine), medzi pľúcami. Dno mediastína tvorí bránica. V hrudi je lokalizované centrálne, posunuté viac doľava a dolu zaobleným hrotom. Srdce má tuhú konzistenciu, je červenohnedej farby, veľkosti päste človeka ktorému patrí.

Stena srdca je tvorená tromi vrstvami: **vonkajšou** (*epicardium*), **strednou** (*myocardium*) a **vnútornou** (*endocardium*). Výstelka srdca **endokard** – **vnútro srdie** je tvorená endotelovými bunkami. Endokard ako serózna blana vystieľa srdcové dutiny a medzi predsieňami a komorami tvorí cípovité chlopne. Strednou vrstvou steny srdca je srdcová svalovina **myokard**, ktorú tvoria vlákna navzájom pospájanými do siete. Je to osobitný druh prične pruhovaného svalstva, ktoré je ovládané vegetatívnym nervstvom. Svalovina predsiení je tenšia ako svalovina komôr. Najhrubšia je svalovina ľavej komory, pretože vytláča krv do aorty odkiaľ sa krv dostáva do celého tela. Myokard môže zmohtnieť fyzickou námahou (zväčšovanie srdca je fyziologická adaptácia). Povrch srdca kryje väzivo – tenká serózna blana **epikard** – **osrdie**, ktorá vychádza pozdĺž ciev vstupujúcich do srdca a vystupujúcich z neho do vonkajšieho obalu srdca **perikardu**. Štrbinovitý priestor medzi perikardom a epikardom tvorí tzv. dutinu perikardu s malým množstvom tekutiny, ktorá umožňuje hladký, klzavý pohyb obidvoch listov. Tiež medzi nimi býva uložené tukové tkanivo.

Srdce človeka je rozdelené do štyroch dielov (obr.1): má 2 predsieňe (atrium) a 2 komory (ventriculus). Pravá a ľavá strana srdca je oddelená srdcovými priehradkami (septum):

predsieňová priehradka (lat. *septum interatriale*)

komorová priehradka (lat. *septum interventriculare*)

Prepážky medzi predsieňami a komorami sa nazývajú *septum atrioventriculare* a v nich sa nachádzajú otvory (*ostium*), ktorými prúdi krv z predsiení do komôr. Krv v srdci nikdy neprechádza z pravej na ľavú stranu alebo naopak. Predsieňe sú od komôr oddelené cípovitými chlopňami, ktoré zabraňujú spätnému toku krvi. Medzi **pravou predsieňou** (*atrium dexter*) a **pravou komorou** (*ventriculus dexter*) je **trojcípa chlopňa** (*valva tricuspidalis*). Medzi **ľavou predsieňou** (*atrium sinister*) a **ľavou komorou** (*ventriculus sinister*) je **dvojcípa chlopňa** (*valva atrioventricularis sinistra – valva mitralis*). Cípy chlopní sú lievikovito vnorené do komôr. Pri prietoku krvi z predsieňe do komory sa cíp

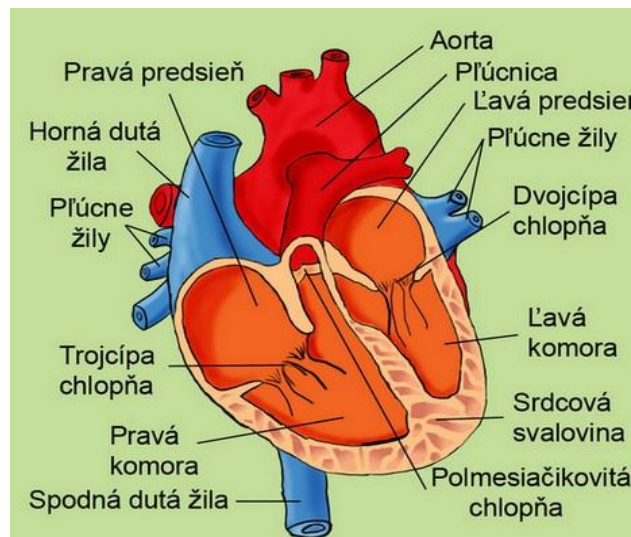
chlopne zatvorí, aby sa nezmrštili. Pri výstupe veľkých ciev zo srdca sú tzv. polmesiačikovité chlopne. Chlopne vo všeobecnosti zabraňujú spätnému toku krvi.

Pravá predsieň je tvorená dvoma časťami: zadnou, do ktorej ústi horná a dolná dutá žila a prednou časťou, ktorá vybieha do pravého uška (*auricula dextra*). Na predsieňovej priehradke je **plytká jama** (*fossa ovalis*) ako pozostatok z fetálneho obehu.

Pravá komora má na priereze polmesiačikovitý tvar a delí sa na dve časti: vtoková (väčšia), do ktorej vteká krv z predsieni, a menšia výtoková (*pars glabra*), kuželovitého tvaru, tvorená hladkými stenami. Vyteká z nej krv do **plúcnice** (*truncus pulmonalis*). Končí sa vchodom **plúcnicového kmeňa** (*ostium trunci pulmonalis*) a je uzatvorený **polmesiačikovými chlopňami** (*valvulae semilunares*).

Ľavá predsieň je menej priestranná ako pravá a na jej zadnej strane sa nachádzajú vyústenia **4-5 plúcnych žíl** (*venae pulmonales*). Ľavé uško je dlhšie a štíhlejšie.

Ľavá komora má na priereze oválny tvar a zužuje sa k srdcovému hrotu. Je rozdelená na vtokovú časť a na výtokovú časť, ktorá komunikuje s aortou cez **otvor** (*ostium aortae*) v ktorom je **chlopňa** (*valva aortae*) tvorená tromi polmesiačikovými chlopňami.



Obrázok 1: Stavba srdca

Prítok krvi do srdca

Do pravej predsieni priteká hornou a dolnou dutou žilou **odkysličená** krv (v atlasoch označovaná modrou farbou) z orgánov a tkanív tela. Stiahnutím pravej predsieni sa krv vypudzuje do pravej komory a po jej zmrštení pľúcnicovým kmeňom a pľúcnyimi tepnami do pľúc. Na začiatku pľúcnicového kmeňa je vreckovitá polmesiačkovitá chlopňa, ktorá zabraňuje spätnému toku krvi z kmeňa do pravej komory. Z pľúc sa okysličená krv vracia štyrmi pľúcnyimi žilami do ľavej predsieni srdca. Pri kontrakcii ľavej predsieni sa krv prečerpáva do ľavej komory. Z nej vystupuje srdcovnica (aorta), ktorou sa krv rozvádza do tepien celého tela. Aj na začiatku aorty je vreckovitá polmesiačkovitá chlopňa, ktorá má podobnú funkciu ako chlopňa v pľúcnicovom kmeni.

Funkcia srdca

Srdce pracuje ako dve čerpadlá v usporiadanom slede, po stlačení (systole) predsiení nasleduje systola komôr, kým predsieni relaxujú (diastola). Pravá predsieň sa plní krvou pritekajúcou dutými žilami pri jej ochabnutí (diastole). V predsieňach, ktoré sú v diastole je tlak nízky a krv prúdi do nich z veľkých žíl. Po naplnení sa pravá predsieň kontrahuje, nastáva jej systola, takže krv sa vypudí do pravej komory. Pri prietoku krvi do komory je trojcípa chlopňa otvorená a komora je rozťahnutá v diastole. Pri diastole komôr je taktiež tlak v komorách nižší ako v predsieňach. Po naplnení komory sa stúpajúcim tlakom krvi chlopňa uzavrie. Nasledujúca systola pravej komory zvýši tlak krvi v nej natol'ko, že krv prekoná odpor chlopne v pľúcnicovom kmeni a krv sa vypudí do pľúcneho obehu. Z pľúcneho obehu sa krv nasáva do ochabnutej ľavej predsieni (v diastole) a podobne ako v pravom srdci po jej naplnení nasleduje systola ľavej predsieni a krv preteká cez otvorenú dvojcípu chlopňu do ľavej komory, ktorá je vtedy ochabnutá – diastolická.

Pri systole ľavej komory sa krv cez polmesiačkovitú chlopňu dostáva do aorty a tým do celého tepnového riečiska. Jeden cyklus systol predsiení a komôr a diastol predsiení a komôr tvorí tzv. srdcovú revolúciu. Pri činnosti srdca vznikajú srdcové ozvy. Prvá, mierne predĺžená ozva, je spôsobená uzatvorením chlopní medzi predsieňami a komorami. Na začiatku systoly komôr nastáva a druhá, kratšia ozva, ktorá je vyvolaná uzatvorením polmesiačkovitých chlopní po skončení systoly komôr.

Determinantom optimálneho priebehu srdcovej revolúcie je presná časová nadväznosť systol a diastol, správna funkcia chlopňového aparátu a predovšetkým správna funkcia prevodového systému. Činnosť srdca je do značnej miery automatická riadená prevodovým systémom srdca.

Pri pokojovom stave organizme vystrekne komora pri kontrakcii 80 ml krvi (pulzový objem). Pri pokojovom pulze (69 tepov/min) je to 5,5 l/min (srdcový výdaj).

Prevodový systém srdca

Tvorí ho sinoatriálny a atrioventrikulárny (predsieňovokomorový) uzol a predsieňovo komorový zväzok s jeho ramienkami a vláknami. Sinoatriálny uzol leží v stene pravej predsieňe pri ústí hornej dutej žily do pravej predsieňe. Atrioventrikulárny uzol je umiestnený na rozhraní pravej predsieňe a komory v zadnom úseku srdcovej priehradky. Z atrioventrikulárneho uzla vychádza predsieňovokomorový zväzok vlákien (Hisov mostík), ktorý sa v medzikomorovej priehradke delí na pravé a ľavé ramienko. Vlákná oboch ramienok prebiehajú k svalovine komôr a pokračujú rozvetvením do siete Purkyňových vlákien. Pravé a ľavé ramienko prebieha pod endokardom komôr. Purkyňove vlákna vedú elektrické impulzy do svaloviny komôr, kde sa tieto vlákna končia.

Látková premena na základe ktorej vznikajú v sinoatriálnom uzle vzruchy je rozhodujúca pre rytmus srdcových sťahov v pokoji. Tento uzol vysiela asi 70 elektrických impulzov za minútu, ktoré vyvolávajú rovnaký počet systol. Pretože sinoatriálny uzol určuje základný rytmus srdcovej činnosti, nazývame ho uzol primárnej srdcovej automatiky (časovač rytmu – pacemaker). Okrem spomínanej autoregulácie je srdce závislé od nervovej sústavy – vstupujú sem vegetatívne nervy, ktoré inervujú vnútorné orgány. Sympatické vegetatívne nervové vlákna sú zodpovedné za zrýchlenie činnosti srdca. Naopak, parasympatické vegetatívne nervové vlákna spomaľujú činnosť srdca. Pracujú protichodne, t.j. antagonosticky.

Centrum pre reguláciu srdcovej činnosti je v predĺženej mieche.

Činnosť srdca je ovplyvnená viacerými faktormi, akými sú pohlavie, vek, fyzická záťaž, potrava, emóciami, bolestivými podnetmi, a pod.). Normálna pulzová frekvencia mužov je 70 – 80 tepov za minútu, u žien je o niečo rýchlejšia. Zrýchlená tepová frekvencia srdca sa nazýva tachykardia. Činnosť srdca sa meria pomocou elektrokardiografu.

Veľký (telový) krvný obeh

Začína aortou, ktorá vystupuje z ľavej komory smerom hore až do výšky 2. rebra, stáča sa doľava a dozadu a tvorí oblúk **aorty** (*arcus aortae*) – v tomto mieste vystupujú z aorty 3 cievy venovité žily:

1. Hlavoramenný kmeň – hlavoramenná pravá tepna (mohutnejšia) sa vetví na ramennú tepnu a krkavicu, ktorá ide smerom dohora (výživa hlavy – pravá strana hlavy a pravá horná končatina).
2. Ľavá krkavica (ľavá strana hlavy).
3. Podkľúčna tepna – ľavá horná končatina.

Okrem toho z aorty odstupujú vetvy – tepny, ktoré zásobujú vlastný srdcový sval.

Aortou a artériami je krv rozvádzaná do celého tela do siete vlásočníc. Aorta, ktorá je najmohutnejšou tepnou tela, sa oblúkom stáča dole, otvorom v bránici prechádza cez hrudnú dutinu – cez otvor v bránici ide ďalej ako brušná aorta. V oblasti 4. stavca sa rozvetvuje do obidvoch dolných končatín, do vnútorných orgánov a panvy. V oblasti hrudnej a brušnej aorty sú vetvy – párové (krv vedú do párových orgánov) a nepárové (napr. do sleziny).

Pečeňový portálny obeh

Krv zo steny žalúdka, čriev, sleziny, podžalúdkovej žľazy odteká žilami, ktoré sa za hlavou pankreasu spájajú a tvoria **vrátnicovú žilu**. Táto krv je obohatená o živiny vstrebané črevnou sliznicou. Vrátnicová žila sa rozvetvuje a prechádza pečeňou (heparom), pričom ju obohacuje o spomínané živiny. Krv sa po výstupe z pečene vlieva do žíl. Žily vychádzajúce z dolných končatín sa spájajú, k nim sa pripájajú prípojky z iných orgánov a vytvárajú dolnú **dutú žilu** (*vena cava inferior*). Tá sa vlieva do pravej predsieni. Žily z hlavy a horných končatín sa spájajú do hornej dutej žily, tá vstupuje do pravej predsieni srdca.

Horná dutá žila (*vena cava superior*) odvádza krv z hlavy, krku, horných končatín, hrudnej steny, z prednej brušnej steny a driekovej oblasti.

Malý pľúcny krvný obeh

Krv v tkanivách odovzdá kyslík a prijíma oxid uhličitý. Krv, ktorá prišla do srdca sa musí dostať do pľúc, kde sa okyslíči a odtiaľ do srdca. Malý obeh sa začína v pravej komore odkiaľ sa odkysličená krv dostáva pľúcny kmeňom, ktorý sa rozvetvuje na 2 pľúcne tepny vstupujúce do pravých a ľavých pľúc, kde sa okyslíči. Pľúcne žily sa v pľúcach rozvetvujú na najjemnejšie vlásočnice, ktoré obklopujú mechúriky, prostredníctvom ktorých dochádza k výmene plynov (prijímanie O₂ a odovzdávanie CO₂). Vlásoknice sa opäť spájajú do ciev privádzajúcich krv do ľavej predsene.

Jedným z regulačných mechanizmov riadiacich rýchlosť cirkulácie krvi je vysoká koncentrácia oxidu uhličitého v krvi a následné podráždenie chemoreceptorov (v oblasti aorty). Tie vedú impulz do riadiaceho centra, srdce začína intenzívne pracovať a zvýši sa cirkulácia krvi do pľúc, nastáva zrýchlenie výmeny plynov.

Krvné cievy (*vasa sanguinea*)

Krvné cievy tvoria rozvetvený systém väzivosvalových rúrok, z ktorých prúdi krv po tlakovom spáde. Potrebný tlak zabezpečuje srdce. Z hľadiska stavby a funkcie rozdeľujeme krvné cievy na tepny, žily a vlásočnice.

Stena ciev je tvorená z troch vrstiev:

1. Endotelová, vnútorná vrstva, ktorá je dokonale hladká.
2. Svalová vrstva. Túto vrstvu tvorí kruhovito a špirálovito usporiadaná svalovina. Tepny majú túto vrstvu hrubšiu ako žily.
3. Vonkajší väzivový obal. Cez väzivový obal prechádzajú nervy do hladkej svaloviny. Jednotlivé typy ciev sa svojou stavbou od seba čiastočne odlišujú.

1. **Tepny (*arteriae*)** sú cievy vychádzajúce zo srdca. Vo všeobecnosti vedú okysličenú krv. Lumen aorty je 30mm, rýchlosť prietoku krvi 60-80cm/s. Majú pevnú, hrubú a pružnú stenu tvorenú svalovými a elastickými vláknami. Je vystlaná **endotelom** (*tunica intima*), vrstvou elastických vlákien. Strednú vrstvu tvorí **hladká svalovina** (*tunica muscularis*), ktorá je mohutnejšia ako u žíl. Elastické vlákna a vonkajší obal sú väzivového charakteru (*tunica adventitia*). Vnútorná stena je vystlaná epitelom.

Keďže je krv do nich vhaňaná, má určitý tlak, musia mať preto pevnú a pružnú stenu. Tlak krvi na stenu tepny sa nazýva **krvný tlak**. Kolíše v závislosti od fázy srdcovej činnosti. Tlak je najvyšší pri systole, má hodnotu 13-21 kPa (120 torrov). Najnižší pri diastole 9-12 kPa (70 torrov). Všeobecne platí, že vekom sa tlak zvyšuje pretože sa znižuje pružnosť ciev. Krvný tlak zisťujeme tzv. tonometrom a zapisujeme v tvare napr. 120/70.

2. **Žily** (*venae*) vedú väčšinou odkysličenú krv a vstupujú do srdca. Majú tenšiu stenu ako tepny a ich prierez je väčší. Stena žily má tenšiu svalovú vrstvu ako tepna, elastické vlákna chýbajú. Tlak krvi v žilách je menší, dokonca pred vstupom krvi do srdca, t.j. v hrudnej oblasti, je hodnota tlaku záporná. Vytlačanie krvi v žilách sa realizuje kontrakciou svalstva. V nohe pôsobí gravitácia, vytlačanie krvi k srdcu sa deje kontrakciou svalstva, do srdca sa krv nasáva. Spätnému chodu krvi zabraňujú žilové chlopne – vakové vychlípeniny zabraňujúce spätnému toku krvi. U ľudí, ktorí musia dlhšie stáť sa chlopne od seba oddialia a vytvoria kľčové žily. Oddialením chlopní sa vytvoria kľčové žily.

3. **Vlásočnice** sú tenúcke rúročky s malým lumenom a pomalým prietokom krvi. Ich celkový prierez je 700-1000 krát väčší ako lumen aorty. Tvorí spojky medzi arteriálnym a venóznym obehom. Rozvetvením sa tok krvi spomaľuje - spomalenie prietoku krvi je účelové, pretože tu dochádza k difúzii plynu medzi krvou a medzibunkovými (intercelulárnymi) priestormi. Bunková stena vlásočnic je tenká, umožňuje ľahký prestup kyslíka do tkanív a oxidu uhličitého z tkanív do krvi a tiež splodín látkového metabolizmu.

Miazgová sústava (systema lymphaticum)

Miazgová sústava plní funkciu drenážnu a imunologickú. Drenážnu vykonáva sústava lymfatických ciev. Začína sa sieťou miazgových vlások kde sa tvorí miazga a jej pokračovaním sú zberné miazgové cievy, ktoré prepravujú miazgu cez **miazgové uzliny** (*nodi lymphatici*). V nich sa miazga zbaví škodlivých látok (toxíny, baktérie, rakovinové bunky) a obohatí sa krvnými bunkami, hlavne lymfocytmi. Zberné miazgové cievy sa zlievajú do dvoch **miazgových kmeňov** (*trunci lymphatici*): **hrudníkový miazgovod** (*ductus thoracicus*) a **pravý miazgovod** (*ductus lymphaticus dexter*).

Imunologickú funkciu zabezpečuje detská žľaza (týmus), miazgové uzliny a slezina.

Krvné kapiláry majú steny priepustné pre isté množstvo bielkovín a krvnej plazmy. Prefiltrovaná plazma sa dostáva do intercelulárnych priestorov, kde tvorí tekuté prostredie pre tkanivový mok. Z jeho častí vzniká miazga, ktorú z tkanív odvádzajú miazgové cievy. Tie sa začínajú v intercelulárnych priestoroch. Tkanivový mok je tekutina presakujúca všetkými tkanivami, vstupujúca do styku so všetkými bunkami. Sprostredkúva látkovú výmenu tkanív, krvi a lymfatického systému. Má podobné zloženie ako plazma, ale má menej bielkovín. Lymfa prúdi v lymfatických cievach, zbiera sa z celého tela a vracia sa do krvi. Má podobné zloženie ako plazma, počet krviniek je však nižší. Má vysoký obsah oxidu uhličitého. V tele je asi 10,5 litra tkanivového moku. Lymfa (miazga) prúdi v uzavretých systémoch v miazgových lymfatických cievach.

Miazga obsahuje menej bielkovín ako plazma a väčšie množstvo tukových kvapôčok. Tiež obsahuje lymfocyty (obranná funkcia) a niektoré ďalšie krvné bunky. Je to bezfarebná tekutina, zložením sa podobá krvnej plazme, vzniká z tkanivového moku odoberaním metabolitov, ktoré vznikajú v bunkách, ktoré sa z vnútorných orgánov dostávajú pomocou lymfatických ciev až na miesto, kde lymfatické cievy vstupujú do žíl. Lymfatické cievy sú prestúpené lymfatickými uzlinami z lymfatického tkaniva (uzlíky na a pred ušným lalokom, v podpazuší, pozdĺž brušnej aorty, atď.). Slúžia ako filter, zachytávajú odpadové látky, bunky, baktérie atď.

Funkcia miazgy je predovšetkým transportná. Z tkanív odvádzajú vstrebané látky, splodiny látkového metabolizmu do krvi a odvádzajú prebytočné tuky z tenkého čreva. Svojím zložením

sa zúčastňuje na udržaní stáleho vnútorného prostredia tkanív a orgánov – homeostáza. Miazga odteká miazgovými cievami do žilovej krvi.

Miazgové cievy sa začínajú slepo v intercelulárnych priestoroch tkanív. Cievky z dolnej polovice tela sa spájajú v brušnej dutine pod bránicou, kde vzniká hrudníkový miazgovod. Pravostranný miazgový koreň odvádza miazgu z hlavy a trupu. Oba sa vlievajú do sútoku žíl – predkľúčnej a hrdelnej. Do priebehu lymfatických ciev sú vsunuté malé belavé uzlíky – lymfatické uzliny. V uzlinách sú nahromadené lymfocyty.

Detská žľaza (thymus)

Je založená za hrudnou kosťou, dobre vyvinutá v detstve. V období puberty redukuje až atrofuje. Má význam pri obrane organizmu. Po narodení produkuje lymfocyty, ktoré sa odtiaľto dostávajú do lymfatického tkaniva. Zodpovedá za bunkovú obranu, odtiaľto do ostatných častí lymfatického tkaniva v tele. Deti potrebujú viac obranných mechanizmov, sú citlivejšie ako dospelí. Pod vplyvom detskej žľazy sa kmeňové bunky diferencujú na lymfocyty a sú označované ako T-lymfocyty.

Slezina (lien)

Je to sekundárny lymfatický orgán, tiež zbavuje krv poškodených krviniek a čistí ju od rôznych látok, ktoré sa dostali do krvi. Je uložená v hornej časti brušnej dutiny vľavo pod bránicou. Je to mäkký purpurovočervený orgán, dĺžky 10-12 cm, široký 7-8 cm a hrubý 3-4 cm je pokrytý väzivovým puzdrom. Tvarom sa podobá kávovému zrnku, má bôbovité tvar. Slezina je vyplnená červenou a bielou dreňou. Je zásobárňou krvi (asi ½ litra), jej tvar sa mení podľa objemu krvi. Nie je však nevyhnutná pre život človeka, po jej odobratí preberajú funkciu sleziny iné lymfoidné systémy a pečeň. Väzivový obal smerom dovnútra vytvára prepážky – v nich sú aj svalové bunky, svojou aktivitou vypudzujú krv von. Medzi týmito väzivovými trámami je retikulárne väzivo, červená dreň sleziny.

Červená dreň je tvorená širokými cievami vyplnenými erytrocytmi. Steny ciev sú pre krvné bunky a plazmu obojstranne priepustné. Tento prestup je regulovaný.

Bielu dreň tvoria uzlíčky miazgového tkaniva zloženého prevažne z lymfocytov. V slezine zanikajú opotrebované a poškodené erytrocyty. V období vývinu plodu a u novorodencov je miestom intenzívnej krvotvorby.

V lymfatickom tkanive sa nachádzajú imunokompetentné bunky lymfocyty, ktoré sa na antigénny podnet menia na imunologicky aktivované bunky.

Dýchacia sústava (*Systema respiratorium*)

Dýchanie je proces, pri ktorom organizmus získava a spotrebúva vzdušný kyslík a vylučuje oxid uhličitý. Každá živá bunka organizmu musí byť zásobovaná kyslíkom, aby mohla vykonávať svoje funkcie. V tkanivách nastáva oxidácia organických látok získaných z potravy, pri ktorej sa uvoľňuje energia. Po oxidácii vzdušným kyslíkom v tkanivách zostáva voda a oxid uhličitý. Vodu vylučujú z tela predovšetkým močové orgány, koža (pot) a pľúca (vodná para), oxid uhličitý sa vydychuje.

Počas minúty sa človek nadýchne a vydýchne približne 16krát.

Kvantita spotreby kyslíka je závislá od veľkosti organizmu. Funkcie transportu kyslíka v organizme plnia dýchacie orgány, telové tekutiny, a obehový systém. Z funkčného hľadiska sa proces dýchania skladá z troch na seba nadväzujúcich procesov: vonkajšieho dýchania, rozvádzanie dýchacích plynov a vnútorného dýchania.

Vonkajšie dýchanie (ventilácia) (pľúcne): dochádza k výmene plynov medzi atmosférou a krvou. Uskutočňuje sa iba v pľúcach. Ventiláciu umožňujú dýchacie pohyby hrudníka pri ktorom sa vzduch nasáva – nadýchnutie (inspirácia) a vypudzuje – vydýchnutie (expirácia).

Vnútorné (tkanivové dýchanie): zabezpečuje výmenu plynov medzi krvou a tkanivovými bunkami, ako aj intracelulárne oxidačné procesy prebiehajúce vo vnútri bunky. Krv transportuje dýchacie plyny až do najmenších kapilár, tu ich odovzdáva do medzibunkových priestorov cez stenu kapiláry a opačne.

Rozvoz dýchacích plynov: uskutočňuje sa medzi vnútorným povrchom pľúc a bunkami tkanív a je zabezpečovaný krvou. Prenos plynov je obojstranný (recipročný).

Vonkajšie dýchanie a spojenie medzi vonkajším dýchaním a pľúcami je zabezpečované dýchacou sústavou, ktorá je tvorená:

- a) hornými a dolnými dýchacími cestami
- b) pľúcami
- c) pomocnými dýchacími svalmi

a) **Horné dýchacie cesty** začínajú nosovou dutinou, pokračujú nosohltanom. Dolné dýchacie cesty začínajú v mieste kde sa križuje dýchacia sústava s tráviacou.

Nos (*nasus*)

Má tvar trojstrannej pyramídy (trojbokého ihlanu) nasadajúcej na tvár **základňou** (*basis nasi*), ktorej bočné strany sú tvorené **krídlami nosa** (*alae nasi*). Krídla nosa sa zbiehajú do **chrbáta nosa** (*dorsum nasi*), ktorý je kraniálne (t.j. smerom k lebke) ohraničený **koreňom nosa** (*radix nasi*) (je to najvyšší bod, najbližšie k čelu) a kaudálne vybieha do **nosného hrota** (*apex nasi*).

Vonkajší nos (*nasus externus*) je vystužený chrupkovitým skeletom, nosnými kostičkami, na povrchu je krytý kožou, ktorá prechádza do nosovej dutiny.

Nosová dutina (*cavum nasi*)

Je priestor ohraničený kostnými výbežkami čeľuste. Predná časť dutiny, ktorá je tvorená dvoma nosovými otvormi – **nozdrami** (*nares*) pod nosovými krídlami prechádza do vonkajšieho nosa, vzadu pokračuje nosová dutina dvoma zadnými **nosovými otvormi** – **choánami** (*choanae*) do nosohltanu. Nosová dutina je oddelená od ústnej dutiny podnebí. Spodinu nosovej dutiny tvoria kosti tvrdého a mäkkého podnebia – oddeľujú nosovú a ústnu dutinu. Strop nosovej dutiny tvorí klinová kosť, čelová kosť a čuchová kosť.

V prednej časti nosovej dutiny je **predsieň nosa** (*vestibulum nasi*), za ňou je **vlastná nosová dutina** (*cavitas nasi proprium*). Predsieň je pokrytá kožou prechádzajúcou z povrchu a nachádzajú sa tu tuhé chlpy (*vibrissae*), ktoré slúžia ako filter na zachytávanie prachových častíc a nečistôt. Vlastná nosová dutina je **nosovou priehradkou** (*septum nasi*) rozdelená na dve nerovnaké asymetrické časti, ktoré horizontálne členia nosové mušle (*conchae*) na horný, stredný a dolný nosový priechod. Priehradka je v zadnej časti tvorená kosteným podkladom a v prednej časti je chrupkovitá a blanitá.

Nosová dutina je spojená s priestormi v niektorých kostiach lebky. Tieto priestory, tzv. **prínosové dutiny** (sínusy) (*sinus paranasales*), majú rovnakú stavbu ako nosová dutina a komunikujú s nosovou dutinou. Najväčšie dutiny sa nachádzajú v **čeľusti** (*sinus maxillaris*), menšie sú v **čelovej kosti** (*sinus frontalis*) ako aj v **čuchovej kosti** (*sinus ethmoidalis*) a **klinovej kosti** (*sinus sphenoidalis*). Sínusy sa vyvíjajú až v neskoršom detstve, pričom ich konečná veľkosť sa fixuje až po puberte; u novorodenca ešte nie sú

vytvorené. Celý systém slúži na odľahčenie lebky (keďže sú duté), rezonanciu hlasu a má význam pri vzpriamenej chôdzi a správnom držaní tela.

V strope nosovej dutiny má určitá časť sliznice odlišné zloženie, je to tzv. **čuchové pole** (*regio olfactoria*), ktoré sú tvorené špecializovanými nervovými bunkami – čuchovými a seróznymi žliazkami. Je žltkastej farby a nachádzame v nej početné čuchové bunky citlivé na plynné látky.

Dolná **dýchacia oblasť** (*regio respiratoria*) zaberá zvyšok nosovej dutiny, je ružovo-červená, bohato cievne prekrvená respiračná sliznica slúžiaca na zahrievanie vdychovaného vzduchu. Tvorená je riasinkovým epitelom a početnými žľazami, ktoré zabezpečujú vlhký povrch sliznice a vychytávanie drobných častíc z vdychovaného vzduchu. V sliznici nosa sú aj početné žliazky produkujúce hlien. Vzduch sa pri vdychovaní zbavuje tuhých látok, ktoré sa zachytávajú na chlípky. Množstvo patogénov sa prilepí na hlien. Riasinky nachádzajúce sa na sliznici tieto nečistoty zachytávajú, kmitajú. Vzduch sa zároveň zvlhčuje a otepľuje (preto majú ľudia žijúci na severnej pologuli väčšie nosy ako černosi).

Funkcie nosovej dutiny:

1. Prehrievanie vdychovaného vzduchu.
2. Zachytávanie mechanických nečistôt a mikroorganizmov hlienom nachádzajúcim sa na povrchu sliznice.
3. Zvlhčovanie extrémne suchého vzduchu.
4. Dráždenie čuchových buniek.
5. Eliminácia patogénov imunoglobulínmi obsiahnutými v hliene.

Čo spôsobuje kýchanie?

Kýchanie je mimovoľná reflexná reakcia organizmu na podráždenie. Chlípky v nosnej dutiny sú dráždené prachovými častočkami a organizmus sa snaží týchto nečistôt zbaviť a to práve kýchnutím.

Nosohltan (nasopharynx)

Je horný lievikovitý úsek hltana, do ktorého choánami prúdi vzduch z nosovej dutiny. Hranicou medzi nosohltanom a ústnou časťou hltana je mäkké podnebie a čapík. Pri prehltaní sa svalovina mäkkého podnebia dvíha a úplne oddeľuje ústnu dutinu od nosovej. Na obidvoch stranách ústia do nosohltana párová sluchová (Eustachova) trubica, ktorá spája stredné ucho s nosohltanom. Táto trubica vyvoláva zmeny tlaku vzduchu v stredoušnej dutine. Pri ústiach týchto trubíc sú nahromadené lymfatické uzlíky nazývané ako nosohltanová mandľa (*tonsila pharyngea*). Tieto mandle sú bariérou proti pôvodcom niektorých infekcií. Pri podráždení sliznice nastáva kýchnutie. Je to reflexný dej s centrom v predĺženej mieche ktorého cieľom je rýchle a efektívne prečistenie dýchacích ciest.

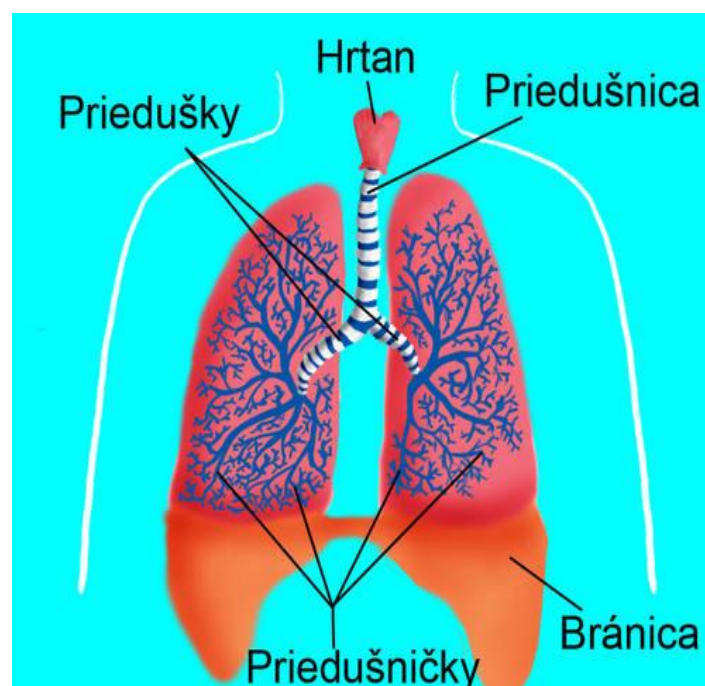
Dolné dýchacie cesty

Hrtan (larynx)

Má typický rúrkovitý tvar a nachádza sa na prednej strane krku (obr.2). Má tvar trojbokého ihlanu, ktorého horné ústie je otvorené do dolnej časti hltana a dolný úsek prechádza plynulo do priedušnice. Dutina hrtana je vystlaná sliznicou tvorenou riasinkovým epitelom. Je spevnený súborom chrupiek, svalov a väzov. Kostru hrtana tvoria početné hrtanové chrupky, ktoré vystužujú a zabezpečujú aby dýchacie cesty boli stále otvorené. Najväčšia z nich je **štítina chrupka** (*cartilago thyroidea*), tvoriaca vonkajšiu kostru hrtana. Sú to akoby dve strechovito spojené platničky, ktoré sa v mediálnej rovine stretávajú v **hrane** (*prominentia laryngea*) – hrtanový výčnelok, ohryzok). Hrana je nápadná u mužov (Adamovo jablko), u žien je obľejšia. Za štítnou chrupkou je uložená štítna žľaza. Pod ňou sa nachádza **prstienkovitá chrupka** (*cartilago cricoides*) (má tvar pečatného prsteňa), ktorá tvorí vnútornú kostru hrtana. Ku nej sú na zadnom obvode kĺbovito pripojené dve trojboké hlasivkové chrupky. Od nich sa k štítnej chrupke rozbiehajú dva hlasivkové väzy, ktoré sa pripájajú k okrajom štítnej chrupky.

Hrtanová dutina je tvorená **predsieňou** (*vestibulum laryngis*) a **hrtanovou komorou** (*ventriculus laryngis*). Medzi nimi sa nachádza zúžená časť tvorená hlasivkami – dva páry horné (pravé) a dolné (nepravé) hlasivkových rias, medzi ktorými je **štrbina predsieni** (*rima vestibuli*). Štrbina medzi hlasivkami sa nazýva ako vlastná **hlasivková štrbina** (*rima glottidis*). Táto štrbina má v pokojovom stave tvar písmena V. Hlasivkové riasy sú akoby

natiahnuté špagáty, v mieste hlasivkovej štrbiny, čo je zároveň najužšie miesto dýchacích ciest. Hlas vzniká tak, že vzduch pretláčaný medzi hlasivkami ich rozochveje a ich vibrácie sa prenášajú na vzduchový stĺpec nad nimi (pri zápaloch hlasiviek nemôžu vibrovať). Ženské hlasivky sú kratšie a bližšie k sebe, výsledkom je vyšší hlas. Výška zvuku závisí od mnohých faktorov, pri artikulovaní je nevyhnutná spolupráca s perami, jazykom, zubami, a pod. Dutinu hrtana od hltana oddeľuje ďalšia veľká elastická chrupka **hrtanová príchlopka** (*epiglottis*). Jej funkciou je uzatvoriť vchod hrtanu, aby sa nedostal kúsok potravy do dýchacích ciest pri vdychu a opačne. Má tvar hrotu kopije smerujúcim smerom nadol. Opačný (kraniálny) koniec je voľný a široký. Tento pri prehĺtaní prekryje vchod do hrtanu.



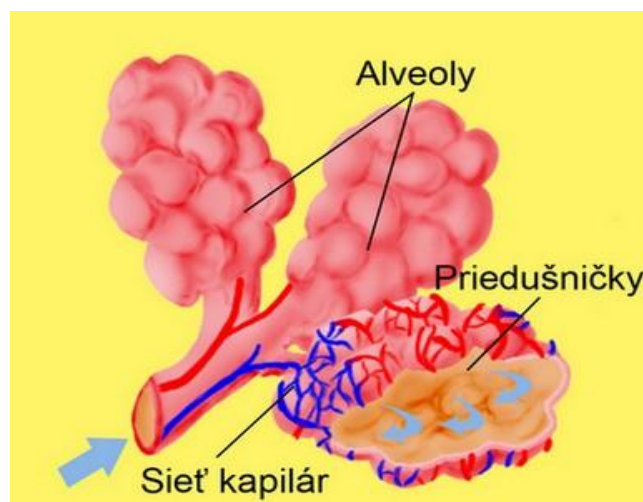
Obrázok 2: Časti dýchacej sústavy

Priedušnica (trachea)

Trubica, ktorá nadväzuje na prstienkovitú chrupku, je tvorená podkovovitými chrupkami (v tvare písmena C), spojené svalmi a väzivom. Celá priedušnica je vystlaná sliznicou s riasinkami a hlienovitými žliazkami (tzv. riasinkový epitel). U fajčiarov sa riasinkový epitel poškodzuje, riasinky strácajú schopnosť zachytávať nečistoty, ktoré sa následne dostávajú priamo do pľúc a nastáva vykašľávanie hlienov (tzv. fajčiarsky kašeľ). Avšak zmeny na riasinkovom epitely sú reverzibilné, t.j. epitel sa u abstinujúcich fajčiarov obnovuje. Priedušnica sa začína vo výške 6. krčného stavca a vstupuje do hrudníka, kde sa vetví (v

oblasti 3.– 4. hrudného stavca) na **pravú priedušku** (*bronchus principalis dexter*) a **ľavú priedušku** (*bronchus principalis sinister*), ktoré prenikajú do pľúc. Priedušnica je dlhá približne 13 cm a široká 1,5 – 1,8 cm.

Priedušky (*bronchi*) sú pokračovaním priedušnice. Rozchádzajú sa pod uhlom 60-90°, pričom pravá pokračuje v priebehu priedušnice a ľavá uhyba doľava. Pravá sa vetví na tri lalokové priedušky a ľavá na dve lalokové priedušky. **Lalokové priedušky** (*bronchus lobalis*) sa vetvia na **segmentálne (úsekové) priedušky** (*bronchi segmentales*) (vstup do segmentu pľúc), ktoré zásobujú presne ohraničený úsek pľúc. Takto sa vetvia na priedušničky (*bronchioli*) na menšie a menšie segmenty – priedušinky – priedušničkové trubičky – priedušničkové vačky, až na malé komôrky, tzv. pľúcne mechúriky (*alveoly*), v ktorých dochádza k výmene plynov medzi vzduchom a krvou tzv. difúziou (obr. 3). Difúzia v pľúcach je pasívny transport kyslíka (O_2) a oxidu uhličitého (CO_2) ovplyvnený predovšetkým rozdielom tlaku kyslíka v alveolách a v krvi, ktorá preteká pľúcnymi kapilármi. Čím je tento pomerný tlak vyšší, tým viac kyslíka sa naviaže na červené krvné farbivo. Priemer alveoly je asi 1mm. Na vnútornej strane alveoly je tenká vrstva respiračného epitelu (dýchacieho tkaniva). Cez tento epitel prechádzajú molekuly plynu z dutiny mechúrika do krvi pretekajúcej kapilármi. Alveol je veľa – veľká dýchacia plocha (celková plocha na výmenu dýchacích plynov je približne $130m^2$), dostatočná cirkulácia krvi (bežne 4 l/min), pri námahe 25-30 litrov. Bronchi priemeru menšieho ako 1mm sa nazývajú priedušničky. Sú vystužené drobnými chrupavkami, pri poklese praskajú a sú neustále naplnené vzduchom (čiastočne aj po smrti).



Obrázok 3: Pľúcne mechúriky

Pľúca (pulmo, pulmones)

Sú párové orgány kužeľovitého tvaru vyplňujúce prevažnú časť hrudníkovej dutiny a sú vlastným orgánom vonkajšieho dýchania. Sú chránené hrudným košom a tvorené pľúcny tkanivom. Rozšírená časť (*basis pulmonis*) leží na bránici a vrcholky pľúc nazývané **pľúcne hroty** (*apex pulmonis*) presahujúce horné okraje obidvoch kľúčnych kostí. Mierne prehĺbené zaguľatené plochy, ktorými pľúca priliehajú k bránici tvoria bázu pľúc. V strede je tzv. **pľúcna bránka** (*hilus pulmonis*) cez ktorú vstupujú do pľúc priedušky, cievy a nervy. Tieto útvary sa spoločne nazývajú ako **pľúcny koreň** (*radix pulmonis*). Medzi pravými a ľavými pľúcami je hrudná prepážka **medzipľúcie** (*mediastinum*). Prepážka siaha od chrbtice k hrudnej kosti a vytvára dve **pohrudnicové dutiny** (*cavum pleurae*) – pravú a ľavú. Pľúca sú pokryté tenkou väzivovou blanou **popľúcnicou** (*pleura pulmonalis*), ktorá prechádza až na vnútornú plochu hrudného koša (vnútorná stena) a vytvára **pohrudnicu** (*pleura parietalis*). Okolo pľúc je celkom uzavretá dutina, ktorej steny tvorí pľúcna a nástenná pohrudnica. Medzi popľúcnicou a pohrudnicou je pohrudnicová dutina, ktorej objem tvorí asi 10-15ml tekutiny. V pohrudnici je podtlak (97,5 kPa pri vdychu a 99,4 kPa pri výdychu). Pľúca pasívne sledujú pohyby hrudníka, dýchacie steny sa rozširujú a vzduch prúdi do pľúc. Vďaka podtlaku pri vdychu pľúca kopírujú pohyb hrudníka. Pri porušení hrudníkovej steny nastáva vyrovnanie tlaku a **spľasnutie pľúc** (*pneumothorax*) a udusenie.

Pľúca vážia 600-700 g a majú pôvodne svetloružovú farbu. S vekom ich farba prechádza do sivastej až šedej v dôsledku usadenín vdychovaných nečistôt.

Pľúca sú hlbokými zárezmi rozdelené na laloky: pravé pľúca na 3 laloky a ľavé na 2 laloky – horný a dolný. Horný lalok pravých pľúc má 3 segmenty, stredný 2, dolný 5. Horný lalok ľavých pľúc má 5 segmentov a dolný 4-5 segmentov. Ľavé pľúca sú menšie keďže je tam uložené srdce.

Vonkajšie dýchanie zahŕňa tri procesy: pľúcnu ventiláciu, distribúciu a difúziu.

1. Ventilácia pľúc

Je vlastná výmena vzduchu medzi pľúcami a vonkajším prostredím. Uskutočňuje sa dejmi ako vdych a výdych, zväčšovaním a zmenšovaním hrudníkovej dutiny. Oba dýchacie procesy sa navzájom reflexne podmieňujú.

Mechanika dýchania

Pri **vdychu** (*inspiratio*) sa rozmery hrudníka zväčšujú a do pľúc sa nasáva vzduch. Inspírium je aktívny proces, úplne závislý od svalov, ktoré svojou kontrakciou zväčšujú objem hrudníka. Je to bránica, vonkajšie medzirebrové svaly, prsné svaly a niektoré svaly krku a chrbta. **Bránica** (*diaphragma*) je plochý sval, ktorý sa začína na chrbtici a relatívne oddeľuje hrudníkovú dutinu od brušnej dutiny. Je mierne vyklenutá dopredu a hore. Pri zmršťovaní sťahuje rebrá a pohybuje sa kaudálnym smerom (nadol), takže zväčšuje priestor hrudníkovej dutiny. Bránica pracuje ako piest a zabezpečuje až 80% ventilácie pľúc. **Výdych** (*expiratio*) je pasívny dej, na ktorom sa zúčastňuje predovšetkým bránica, medzirebrové svaly a elasticnosť hrudníkovej steny a pľúc. Rebrá a bránica sa vracajú do normálnej polohy a vzduch je vytlačený z pľúc.

Kostálne dýchanie (hrudníkové) je častejšie u dospelých, najmä u žien.

Abdominálne dýchanie (brušné) je častejšie u detí a mužov.

Dychový objem je množstvo vzduchu, ktorý človek vydýchne jedným výdychom. Pri telesnom pokoji je to 500ml.

Vitálna kapacita pľúc je maximálne množstvo vzduchu, ktoré môžeme vydýchnuť z pľúc po predošlom maximálnom nádychu (u mužov približne 4200 ml, v rozmedzí medzi 3500 a 5000 ml, u žien medzi 2500 a 4000 ml). Avšak aj po maximálnom výdychu zostáva v pľúcach približne 1500 ml vzduchu, ktorý sa označuje ako **kolapsový** vzduch (uniká z pľúc pri kolapse). Aj v skolabovaných pľúcach zostáva určité množstvo **alveolárneho** vzduchu. Vitálnu kapacitu pľúc meriame spirometrom.

Minútová ventilácia je súčet dychových objemov pri pokojovom dýchaní za minútu. U človeka je to približne 6-8 l vzduchu, pri námahe až 80 l. **Maximálna vôľová ventilácia** – je najväčší objem vzduchu, ktorý možno predýchať pri usilovnom dýchaní za minútu. U dospelého 125-170 l vzduchu.

2. Distribúcia

Zabezpečuje rovnomerné rozdelenie vdýchnutého vzduchu do všetkých alveol.

3. Difúzia

Je výmena plynov cez alveolárno-kapilárnu membránu. Plyny difundujú z oblasti vyššieho tlaku do oblasti s nižším tlakom. Parciálny tlak kyslíka je v dýchacích cestách vždy vyšší ako v tkanivách a v dôsledku tohto spádu kyslík difunduje z vonkajšieho prostredia do organizmu. V pľúcach sa viaže na hemoglobín. Difúzia CO₂ prebieha 20-násobne ľahšie ako difúzia kyslíka.

Prenos dýchacích plynov

Krv transportuje kyslík z pľúc do tkanív a oxid uhličitý z tkanív do pľúc. Transport sa uskutočňuje prostredníctvom červených krviniek. Kyslík prechádza z alveol do krvnej plazmy do červených krviniek, kde sa viaže na železo obsiahnuté v hemoglobíne a vzniká oxyhemoglobín. Tento je prenášaný krvným prúdom do tkanív. V tkanivách, kde je nízky parciálny tlak sa kyslík uvoľňuje z erytrocytov do tkanivového moku, z ktorého je absorbovaný tkanivom. Väzbu kyslíka na hemoglobín ovplyvňujú viaceré faktory ako napr. teplota, pH krvi, obsah solí aj CO₂.

Pri styku hemoglobínu s CO vzniká väzba karboxylhemoglobín (karboxyhemoglobín), ktorá je 300-násobne pevnejšia ako väzba s kyslíkom.

Oxid uhličitý, ktorý sa tvorí v tkanivách difunduje do tkanivového moku a z neho cez steny kapilár vstupuje do krvnej plazmy, kde časť preniká do erytrocytov a viaže sa na hemoglobín za vzniku karbaminohemoglobínu.

Regulácia dýchania

Dýchanie je reflexným dejom. Hlavnú úlohu na regulácii dýchania má dýchacie centrum v predĺženej mieche v oblasti Varolovho mostu (*pons Varoli*). Impulzy prichádzajú do dýchacieho centra z receptorov vnútorných orgánov, z centrálného nervového systému a z vonkajšieho prostredia. Frekvencia dýchacích podnetov – dychová frekvencia (počet dychov za minútu), sa v pokoji pohybuje v rozpätí 12 – 16. Závisí však od mnohých faktorov ako vek, pohlavie, výživa, teplota prostredia, a pod. Počas spánku klesne dychová frekvencia o jednu štvrtinu. Impulzy sú vedené do dýchacích svalov, následne na to sa uskutoční

kontrakcia a naopak. Chemické riadenie činnosti dýchacieho centra sa uskutočňuje zmenami zloženia krvi pretekajúcej centrom a tiež chemoreceptormi v aorte, svaloch. Podľa zloženia krvi sa dýchanie reguluje. Ak je v tkanivách vysoká koncentrácia CO_2 , nastáva zrýchlenie dýchania. Dochádza k aktivizácii dýchacieho centra a následnému zvýšeniu dychovej frekvencie. Regulácia z predĺženej miechy je autonómna, ale dýchanie môžeme po určitú hranicu ovládať aj sami (takto sa však neudusíme). Na činnosť dýchacieho centra vplývajú aj podmienené reflexy a emócie.

Pravidelné dýchanie pri normálnej koncentrácii CO_2 nazývame **eupnoe**, zvýšená koncentrácia CO_2 vyvoláva zrýchlenie dýchacích pohybov sa označuje ako **polypnoe**. Zníženie dychovej frekvencie označujeme ako **oligopnoe**, ktoré môže viesť ku krátkodobej zástave dychu – **apnoe**.

Je výstup do vyšších nadmorských výšok zdraviu škodlivý?

Vzduch vo vyšších nadmorských výškach je redší, chudobnejší na kyslík a organizmus si veľmi ťažko zvyká na nedostatok kyslíka. Organizmus na tento nedostatok môže reagovať silnými bolesťami hlavy a môže byť ohrozený jeho život.

Tráviaca sústava (Systema digestorium)

Ľudský organizmus potrebuje stavebné látky a energiu na rast a obnovu vlastnej hmoty. Tieto látky prijíma prostredníctvom tráviacej sústavy. Tráviaca sústava spolu so sústavou obehovou, dýchacou a vylučovacou zabezpečujú látkovú premenu. Hlavnou funkciou tráviacej sústavy je prijímanie potravy, jej mechanické spracovanie, chemický rozklad živín a prevedenie týchto látok vzniknutých rozkladom spolu s vodou, minerálnymi látkami a vitamínmi do krvi alebo lymfy.

Pri **mechanickom** spracúvaní sa potrava rozomieľa v horných oddieloch tráviacej sústavy na menšie časti, navlhčuje sa a mení na kašovitú hmotu.

Pri **chemickom** spracúvaní sa potrava chemicky štiepi do takej podoby, aby sa mohli štiepne produkty resorbovať v tráviacej sústave a prejsť do telových tekutín.

Spracovanie prijatej potravy prebieha v troch za sebou nasledujúcich dejoch:

- trávenie,
- vstrebávanie,
- odstraňovanie nestráviteľných, nestrávených a odpadových látok z tela.

1. Trávenie je chemické štiepenie vysokomolekulárnych látok obsiahnutých v potrave (bielkoviny, tuky, cukry) na látky jednoduché. Prebieha v rôznych častiach tráviacej sústavy za účasti enzýmov a vody.

2. Na trávenie nadväzuje **vstrebávanie** (resorpcia). Je to dej, pri ktorom produkty trávenia, vitamíny, minerálne látky a voda prechádzajú sliznicou tráviacej sústavy a vstupujú do krvi.

3. Nestráviteľné a nestrávené zložky potravy a odpadové látky sú **odstraňované** z tráviacej sústavy.

Tráviaca sústava má trubicovitý vzhľad a jej stena sa skladá sa zo 4 vrstiev. Vrstvy sú pre celú rúru spoločné, len jednotlivé časti majú niektoré z vrstiev špecificky upravenú.

Prvú vrstvu tvorí **sliznica** (*tunica mucosa*). Vystieľa vnútorný povrch tráviacej rúry. Môže mať charakter hladký (napr. v ústnej dutine) alebo zložený do rias (žalúdok a hrubé črevo). V úseku tenkého čreva vybieha do **klkov** (*villi*). Sliznica tráviacich orgánov je až po žalúdok (ústna dutina, hltan a pažerák) pokrytá viacvrstvovým dlaždicovým epitelom. Ostatnú časť rúry vystieľa sliznica s valcovitým epitelom.

Druhú vrstvu tvorí **podslizničné väzivo** (*tela submucosa*). Pripevňuje sliznicu k svalovine. Sú v nej nahromadené uzlíky miazgového tkaniva.

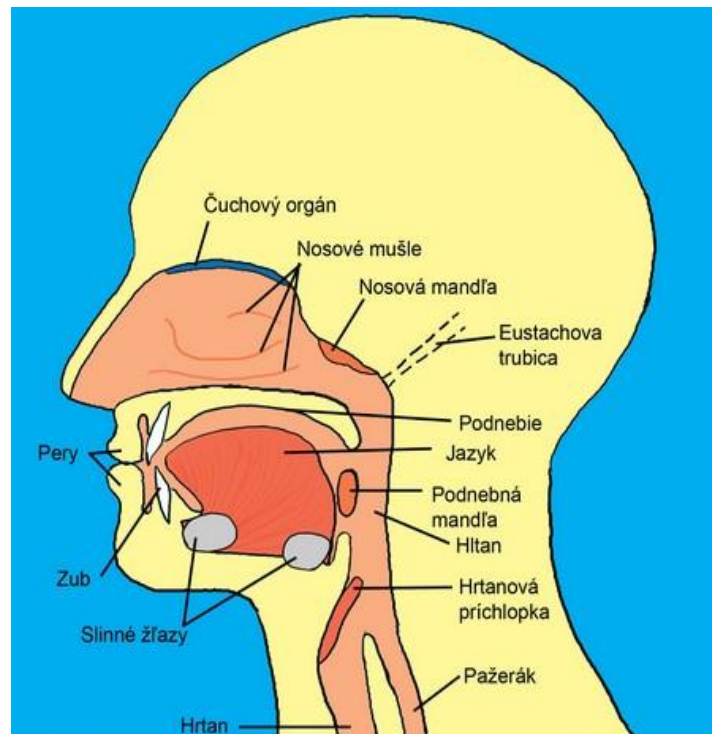
Svalovina (*tunica muscularis*) je najhrubšou vrstvou steny tráviacej rúry. Svalovina je tvorená z hladkého svalstva, vynímajúc hltan, pažerák a ústie hrubého čreva.

Štvrtú vrstvu tvorí **väzivový obal** (*tunica adventicia*) a niekedy aj tenká **serózna blana** (*tunica serosa*) obalujúca tráviace orgány.

Časti tráviacej sústavy (obr. 4)

Tráviacu sústavu človeka tvoria orgány tráviacej rúry a pomocné žľazy (do nej ústiace veľké a malé žľazy). Tráviacu rúru tvorí: ústna dutina, hltan, pažerák, žalúdok, tenké črevo a hrubé črevo. Malé tráviace žľazy sú uložené v stene tráviacej rúry. Veľké tráviace žľazy sú samostatnými orgánmi, ktoré vylučujú tráviace šťavy priamo do tráviacej rúry prostredníctvom vývodov. Najväčšie žľazy sú pečeň a podžalúdková žľaza, patria sem tiež ústne žľazy.

Tráviace šťavy obsahujú enzýmy (fermenty) ako zložité látky, ktoré vyvolávajú chemické reakcie alebo sa do nich priamo zapájajú. Enzýmy účinkujú na špecifické látky v určitej fáze látkovej premeny. Pôsobenie enzýmov je podmienené mechanickým rozdrobením potravy a následným zriedením vodou.



Obrázok 4: Časti tráviacej sústavy

Ústna dutina (*cavum oris*)

Je priestor ohraničený podnebíom (*palatum*), perami (*labia*) a lícami (*buccae*). Začína v nej trávenie, je sídlom chuťového analyzátoru a zúčastňuje sa na tvorbe reči. Ústna dutina sa skladá sa z **ústnej predsieni** (*vestibulum oris*) a **vlastnej ústnej dutiny** (*cavum oris proprium*). Predsieň je podkovitý priestor medzi zubami (*dentes*) a ďasnami (*gingivae*) a perami a lícami na druhej strane kruhový ústny sval, lícný sval, zvonka pokryté kožou, zvnútra sliznicou. Vlastná ústna dutina sa nachádza od zubov k hltanovej úžine, zdola jazyk, pripojený svalmi k sánke a spodina ústnej dutiny. Zo spodiny ústnej sa k spodnej ploche jazyka tiahne tenká slizničná riasa uzdička (*frenulum linguae*). Podkladom je sval, vystuženie tvorí horná čeľusť a sánka, strop tvorí tvrdé (*palatum durum*) a mäkké podnebie (*palatum molle*). Ústna dutina je pokrytá sliznicou s početnými žliazkami. Vonkajšie steny predsieni i vlastnej ústnej dutiny tvoria pery (*labia*) a líca (*buccae*), ktorých podkladom sú priečne pruhované svaly (mimické a žuvacie). Sliznica predsieni ústnej dutiny prechádza aj na okraj perí, kde cez ňu presvitajú krvné cievy, čo spôsobuje červeň perí. Smerom dozadu sa ústna dutina zužuje a zhora sem zasahuje výbežok (čapík) a to z okrajov mäkkého podnebia. Pri prehĺtaní sa pohybuje nahor.

Prečo človek chrápe?

Počas spánku sa uvoľnia svaly tela rovnako ako svaly jazyka a podnebia. Takto uvoľnený jazyk sklzázne dozadu do nosohltana čím prekáža v dýchaní. Chrápanie tak vzniká v dôsledku toho, že pri výdychu tlačí vzduch na ochabnuté podnebie a jazyk a tak ich rozkmitá.

Ústne žľazy (*glandulae oris*)

Do ústnej dutiny ústia vývody 3 párov veľkých *slinných žliaz* umiestených mimo ústnej dutiny, s ktorou sú spojené vývodmi: **príušná žľaza** (*glandula parotis*) vyúsťuje vo výške 2. hornej stoličky, pod sánkou **podšánková** (*glandula submandibularis*), **podjazyková** (*glandula sublingualis*) vyúsťuje pod jazykom po stranách a pod hrotom jazyka. Veľké aj malé ústne žľazy produkujú viskóznú tekutinu **sliny** (*saliva*) do ústnej dutiny. Denne sa vytvorí 0,5-2 l slín. Zloženie slín: prevažne voda 99%, 0,7% organických látok ako mucín (hlienovitá bielkovina) – viskozita, lepivosť, podmieňuje hustotu slín (tvorí sa hlavne v podčelustnej a podjazykovej žľaze), enzým **ptyalín** (zmesou amyláz) (tvorí sa najmä v príušnej žľaze), ktorý štiepi škroby (zložené cukry) na jednoduché cukry. Okrem toho sliny obsahujú 0,3% anorganických látok, ide o soli zúčastňujúce sa na tvorbe zubného kameňa. Úlohou slín je navlhčovať ústnu dutinu, potravu a tým umožniť prehĺtanie. Rozpúšťajú tiež pevné látky, čím umožnia dráždenie chuťových receptorov, riedia zásady a neutralizujú kyseliny. Sliny okrem iného zabraňujú poraneniu sliznice ostrými úlomkami potravy, čistia ústnu dutinu, majú dezinfekčné účinky a podporujú hojenie rán a obsahujú enzýmy, čím sa podieľajú na trávení.

Mechanicky rozdrobená, natrávená a so slinami premiešaná potrava vytvára sústo. Pri dotyku sústa o mäkké podnebie a koreň jazyka sa vyvolá hltací reflex. Je to vrodený, t.j. nepodmienený reflex s centrom v predĺženej mieche.

Malé ústne žľazy sú rozptýlené v sliznici, podslizničnom väzive líc, podnebia predsiene ústnej dutiny.

Sliny navlhčujú a zmäkčujú potravu a tým uľahčujú žuvanie. Obsah hlienu v slinách robí hlt klzkým a pomáha tak pri prehltaní. Sliny rozpúšťajú rôzne látky obsiahnuté v potrave a zosilňujú tak dráždenie receptorov. Pomáhajú čistiť zuby aj ústa od zvyškov jedál a ničia (lyzozýmom) a splachujú baktérie. Začínajú trávenie škrobov, pretože obsahujú enzým *ptyalín* (amyláza). Okrem ptyalínu sa vylučuje mucín hlienovitého charakteru, vďaka ktorému môže prežutá potrava prejsť cez pažerák bez toho, aby ho poškodila.

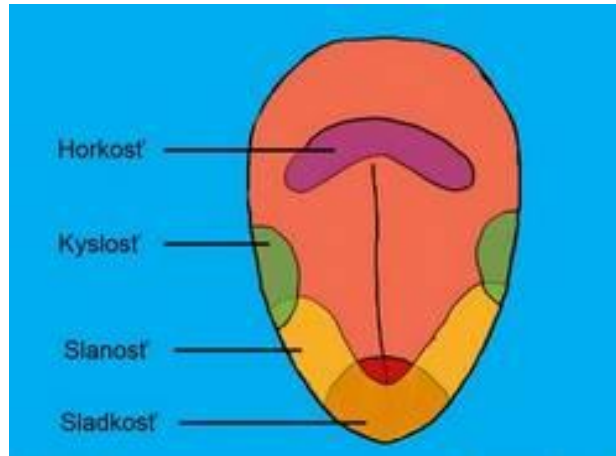
Je grganie chorobou?

Počas každých troch minút prehltneme sliny, pričom sa nám do žalúdka dostane tiež vzduch, ktorý sa nedá stráviť a tak sa vráti späť do ústnej dutiny, čo sa prejaví grgnutím.

Jazyk (*lingua*)

Je nepárový svalový orgán tvorený priečne pruhovanými svalmi. Podieľa sa na mechanickom spracovaní potravy, tvorbe reči a vnímaní chute. Na jazyku rozlišujeme **koreň** (*radix linguae*), **telo** (*corpus linguae*) a **hrot** (*apex linguae*). Koreň jazyka je upevnený k jazylke. K spodine ústnej dutiny ho pridržiava slizničná riasa – uzdička (*frenulum linguae*). Je pokrytý sliznicou v ktorej sa nachádzajú slinné žliazky (serózne) a mucinózne žliazky a vyvýšeniny – bradavky (*papillae*), v ktorých sú skoncentrované chuťové poháriky. Chuťové poháriky v stenách papíl obsahujú zmyslové bunky, ktoré reagujú podráždením na rozpustné látky potravy. Rozlišujeme 4 chute: hrot jazyka sladká, po stranách slaná a kyslá, koreň jazyka horká chuť (obr. 5). Papily na jazyku: najväčšie sú tzv. hradené papily nachádzajúce sa na koreni jazyka v podobe písmena V. Nitkovité papily sú rozptýlené najmä vpredu, listovité papily sú po stranách jazyka v zadnej časti. U človeka sú však zredukované. Hubovité papily sú rozložené v oblasti hrotu a po stranách jazyka. Pohyby jazyka sú ovládané vôľou. Inervácia je motorická (svaly), senzitívna (hmat, vysoká citlivosť) a senzorická (chuť).

Funkcie jazyka: obaľovanie potravy slinami, vtlačanie potravy do hltana, tvorba hlások.



Obrázok 5: Vnímanie chute na jazyku

Tvrdé a mäkké podnebie oddeľujú ústnu dutinu od nosovej. Kostný podklad tvoria podnebné výbežky čeľustných a podnebných kostí. Na kosť nasadá hrubá sliznica, ktorá tvorí pokračovanie d'asien.

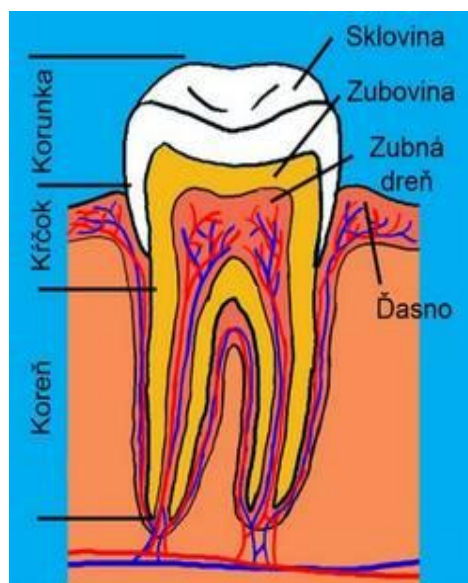
Mäkké podnebie (*palatum molle*) vytvára **podnebnú oponu** (*velum palatinum*), ktorá pri prehĺtaní oddeľuje nosovú časť nosohltanu od ústnej časti. Podkladom je väzivová blana a podnebné svaly, ktorých činnosťou sa podnebie dvíha. Má voľný zadný okraj a vybieha do čapíka (*uvuly*), je pohyblivé. Od čapíka zostupujú po stranách dve slizničné riasy, medzi nimi je v prehĺbenine uložená párová podnebná **mandľa** (*tonsilla palatina*) z lymfoidného tkaniva zachytávajúce baktérie. Zadný okraj podnebia, podnebné oblúky a koreň jazyka ohraničujú **hltanovú štrbinu** (*isthmus faucium*) za ktorou sa nachádza hltan.

Zuby (*dentes*)

Hlavná funkcia zubov je mechanické spracovanie potravy, jej odhryznutie a žuvanie a zúčastňujú sa tiež na tvorbe hlások. Sú najtvrdšou časťou tela. Sú upevnené v alveolárnych oblúkoch čeľustí v **zubných ložiskách** (*alveoli dentales*) a zoradené do horného (eliptického oblúka) a dolného (parabolického oblúka). Sú spevnené v lôžkach pomocou zubného tmelu.

Zub sa skladá z **korunky** (*corona dentis*) vyčnievajúcej z ďasna do ústnej dutiny, z **krčka** (*collum dentis*) a **koreňa** (*radix dentis*) (počet 1,2 až 3) (obr. 6). Črenové zuby (koreň majú jeden, iba prvý horný má dva korene) a stoličky majú 2-3 korene (dolné stoličky majú dva korene, horné tri). Koreň zapadá do zubného ložiska a je upevnený tuhým väzivom **ozubicou** (*periodontium*).

Podľa tvaru a funkcie zuby delíme na **rezáky** (*dentes incisivi*) plochého tvaru, ktoré slúžia na rezanie a prvotné hryzenie potravy, **očné zuby** (*dentes canini*) valcovitého tvaru slúžiace na trhanie potravy, **črenové zuby** (*dentes premolares*) a **stoličky** (*dentes molares*) slúžiace na drobenie a drvenie potravy.



Obrázok 6: Stvaba a časti zuba

Ludský chrup je **heterodontný**, čo znamená, že jednotlivé zuby sa líšia tvarom a zároveň **difyodontný**, t.j. u človeka sa vyskytujú dve generácie zubov. Niektoré živočíchy môžu mať chrup polyfyodontný, t.j. majú viac generácií zubov (napr. žraloky). Prvú generáciu zubov (tzv. dentíciu) tvoria dočasné zuby – **mliečny chrup** (*dentes decidui*) je zložený z 20 zubov (8 rezákov, 4 očné a 8 stoličiek, črenové zuby chýbajú). Prerezávanie sa začína v 4 – 6 mesiaci a končí v 2 rokoch života. Druhú dentíciu tvoria trvalé zuby – **trvalý chrup** (*dentes permanentes*), tvorený 32 zubmi (8 rezákov, 4 očné, 8 črenových, 12 stoličiek). Nahrádzanie detského mliečného chrupu definitívnym sa začína medzi 6-7 rokom a končí medzi 15-18

rokom. Tretie stoličky (zuby múdrosti) (*dentis serotinus*) vyrastajú oveľa neskôr, ich prerezanie nie je pravidlom. Prerezáva sa okolo 19 – 30 rokov a približne u 30% ľudí sa vôbec neprereže. Za správne žuvanie sa považuje 40-60 hryzov za minútu. Nedostatočne prežutá potrava môže spôsobiť nedostatočné strávenie a následne vstrebanie prijatej potravy.

Chýbanie všetkých zubov sa nazýva **anodontia**, chýbanie viacerých zubov **oligodontia** a chýbanie ojedinelých zubov **hypodontia**.

Zuby sú uložené tesne vedľa seba a tvoria zuboradie. Pri normálnom nožnicovom zhryze zuby nasadajú presne proti sebe s malým predsunutím horných rezákov.

Vzorec: v každej polovici čeľuste pri mliečnom chrupe: 2102, pri dočasnom 2123.

Anatómia zuba

Prevažná časť a zároveň základná stavebná hmota zuba **zubovina** (*dentin*) svojou štruktúrou pripomína kosť avšak je to tkanivo tvrdšie ako kosť. Určuje tvar zuba a obsahuje viac ako 72% anorganických látok. Vo vnútri dentínu sú bunky schopné deliť sa. Dentín je citlivý na tlak a teplotu. Na povrchu korunky je **sklovina** (*enamelum*). Je to tvrdé (najtvrdšia hmota ľudského tela) belavé tkanivo s 98% anorganických látok. Na povrchu skloviny je tenká vrstva organickej hmoty skloviny (*cuticula dentis*), ktorá je odolná proti kyselinám a chráni sklovinu. Povrch krčka a koreňa pokrýva vrstva zubného cementu, ktorý obsahuje 70% anorganických látok a podobá sa kostnému tkanivu. Vnútro zuba je tvorené **dutinou** (*cavum dentis*), ktorá je vyplnená **zubnou dreňou** (*pulpa dentis*) tvorenou z riedkeho rôsolovitého tkaniva bohato inervované a krvne zásobené. Nervy (trojklanný nerv) a cievy vstupujú otvormi na zubných koreňoch a vyživujú zuby.

Hltan (pharynx)

Je lievikovito rozšírená svalovo – väzivová rúra, ktorá je súčasťou tráviacej aj dýchacej sústavy. Zvnútra je vystlaná sliznicou. Delí sa na tri časti: **nosovú časť** (*pars nasalis*), **ústnu časť** (*pars oralis*) a **hrtanovú časť**. Medzi hrtanom a hltanom sa nachádza **hrtanová príchlopka** (*epiglottis*), ktorá bráni preniknutiu potravy do dýchacích ciest. Nosohltn prostredníctvom dvoch otvorov v lebke (choán) komunikuje s nosovou dutinou. Na zadnej strane hltana je najmä v detstve zostúpené lymfatické tkanivo, ktoré vytvára

nosovú mandľu (hltanovú mandľu, *tonsilla pharyngea*) (často sa u detí zdurí, čím obmedzuje dýchanie, dieťa dýcha ústami, nastáva chrápanie).

Prostredníctvom hltanu sa transportuje sústo z ústnej dutiny do pažeráka tzv. hltacím reflexom. Tento reflex má tri fázy: v prvej sa vytvorí sústo, ktoré podráždi koreň jazyka a podnebné oblúky, čím sa vyvolá reflex. V druhej fáze sa reflexne zdvihne mäkké podnebie a *epiglottis* uzavrie vchod do hrtana a kontrakciami hltanových svalov nastáva pohyb hltana a tlačenie sústa do pažeráka. V tretej fáze sústo napne steny pažeráka, čím sa sťahujú kruhové svaly pažeráka a persaltickými pohybmi je sústo tlačené do žalúdka.

Pažerák (oesophagus)

Je svalová rúra spájajúca hltan so žalúdkom. Je dlhý 20-28 cm a prechádza cez medziplúcie v hrudnej dutine, prestupuje bránicou do dutiny brušnej, kde sa lievikovito zužuje, otáča doľava a ústi do žalúdka. Chrupavkovitá trubica, vo vnútri vystlaná sliznicou, je špecificky zriasnená, čím nastáva zväčšenie povrchu sliznice. Sliznica obsahuje početné **žliazky** (*glandulae oesophageae*) slúžia na zvlhčovanie potravy, nastáva lepší pohyb smerom nadol prostredníctvom vytvoreného hlienu. Horná časť pažeráka asi z 2/3 tvorená priečne pruhovanou svalovinou. V dolnej tretine prechádza do hladkej svaloviny. Posúvaniu potravy napomáhajú *peristaltické vlny*.

Tráviaca sústava



Obrázok 7: Časti tráviacej rúry

Žalúdok (*gaster, ventriculus*)

Je plochý vakovitý orgán ležiaci v hornej časti brušnej dutiny pod bránicovou klenbou. Svalový vak s objemom 1-2,5 l tvorí najširšiu časť tráviacej rúry. V sliznici žalúdka je mnoho žliazok. Prvou funkciou žalúdka je zhromaždiť a zadržať väčšie množstvo naraz prijatej potravy. Tým sa umožní prijímať pokrmy vo väčších intervaloch (raňajky, obed a pod.). Ďalej sa potrava pohybmi steny žalúdka premiešava so žalúdočnou šťavou, ktorá ju chemicky mení na tráveninu - *chymus* - vhodnú na ďalšie spracovanie v tenkom čreve. Trávenina je po malých dávkach zo žalúdka vypúšťaná do dvanástnika.

Pažerák prechádza do zúženého úseku označovaného ako vchodový otvor **kardia** (*ostium cardiacum*). Na kardií nadväzuje vlastné **telo žalúdka** (*corpus ventriculi*) (vyklenuje sa do klenby (*fundus ventriculi*)). Smerom nadol sa zužuje do rúrovitého konca **vrátnika** (*pylorus*), ktorým žalúdok pokračuje do čreva. Vrátnik od tela žalúdka oddeľuje **zárez** (*incisura angularis*). Vo vrátniku sa potrava uskladňuje a premiešava s tráviacimi šťavami – chemické natravovanie.

Vnútro žalúdka je vystlané hrubou sliznicou, ktorá sa riasi do krkiev, ktoré miznú pri náplni žalúdka. Pozdĺžne riasy, ktoré zväčšujú plochu, sú v nich vyústenia žalúdočných žliaz – drobné žalúdočné žliazky produkujú žalúdočnú šťavu a žliazky produkujúce hlien (mucín) – tenká vrstva chrániaca stenu žalúdka pred natrávením. Sliznica je pokrytá cylindrickým epitelom, v ktorom sú vyústenia mnohých rúrkovitých žliazok. Rozoznávame tak tri druhy žalúdočných žliaz: *glandulae cardiacae* v oblasti kardia a *glandulae pyloricae* v pylorickej oblasti, ktoré produkujú mucinózny hlien so slabo alkalickou reakciou, ktorý chráni sliznicu žalúdka pred účinkami kyseliny chlorovodíkovej (HCl) a tráviacich enzýmov. *Glandulae gastricae propriae* na klenbe a na sliznici tela žalúdka produkujú HCl a tráviace enzýmy, najmä enzým pepsín v jeho neaktívnej forme ako pepsinogén, ktorý sa v kyslom prostredí mení na pepsín. Epitel má istú resorpčnú schopnosť, ale prakticky sa v žalúdku vstrebávajú iba látky, ktorých molekuly sú schopné prejsť cez stenu žalúdka (napr. alkohol, niektoré lieky a soli). Žľazy žalúdka produkujú žalúdočnú šťavu a hlien (mucín), ktorý chráni stenu žalúdka a enzýmy na štiepenie organických makromolekúl. Na sliznicu nasadá riedke väzivo, umožňujúce skrkvavenie sliznice. Obsahuje početné krvné, miazgové cievy a nervy. Povrch žalúdka je pokrytý **pobrušnicou** (*peritoneum*). Stena žalúdka je tvorená mohutnejšou svalovou vrstvou tvorenou hladkými svalovými bunkami, ktorá sa pohybuje a tak premiešava potravu. Svalovina pritláča steny žalúdka na potravu, premiešava, a peristaltickými pohybmi sa chýmus dostáva k vrátniku a po častiach prechádza do prvého oddielu tenkého čreva – dvanástnika.

Funkcie žalúdka:

- **Mechanická funkcia:** svalstvo žalúdka vykonáva pomalé rytmické sťahy (2 až 4 za minútu), ktorými sa trávenina premiešava a drobí. Potrava sa ukladá najskôr pozdĺž stien, potom do stredu, steny sa pritlačia a potom príde peristaltická vlna odhora dole, nastáva miešanie. Prvé miešanie trvá 15-20 min. Pohyblivosť žalúdočného svalstva je ovplyvnená priamo náplňou žalúdka (kvantitou a kvalitou). So zväčšujúcim sa objemom dochádza k intenzívnejšiemu dráždeniu žalúdočnej steny a sťahy sú mohutnejšie. Z chemických látok najviac tlmia sťahy žalúdka tuky, menej bielkoviny a najmenej cukry. Potrava bohatá na tuky odchádza zo žalúdka o 5-7 hodín, strava bohatá na cukry už o 3-4 hodiny.

- **Chemická funkcia:** je zabezpečovaná produkciou žalúdočnej šťavy. Priemerne sa vyprodukuje 1,5-2 litre šťavy/24 hodín. **Žalúdočná šťava** (*succus gastricus*) je číra,

bezfarebná, mierne nažltlá tekutina silne kyslej reakcie (pH = 1-1,5). Obsahuje vyše 99% vody a 1% vo vode rozpustných látok: HCl, enzým pepsín, chymozín, žalúdočnú lipázu a mucín a rôzne soli.

- HCl v koncentrácii 0,5% spôsobuje napučíavanie bielkovín obsiahnutých v mäsitej potrave, chráni vitamíny B1, B2, C. Zabraňuje kvaseniu žalúdočného obsahu, aktivizuje pepsinogén na pepsín. Vytvára v žalúdku silne kyslé prostredie, uľahčuje vstrebávanie niektorých minerálnych látok (napr. premenou na rozpustnú soľ) 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.
- Chymozín zráža u dojčiat mliečne bielkoviny na drobné vločky tvarohu a zadržiava ho v žalúdku, u dospelého človeka chýba a jeho účinok je sporný. Okrem pepsínu a chymozínu slúži na trávenie bielkovín aj enzým *katepsín*, ktorý pripravuje bielkoviny na štiepenie pepsínom.
- Lipáza slabo štiepi tuky na glycerol a mastné kyseliny. Jej účinnosť je nízka.
- Mucín je zásaditý hlien a v súvislej vrstve pokrýva sliznicu žalúdka. Odoláva tráviacim účinkom pepsínu aj HCl a chráni pred nimi sliznicu žalúdka.

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 dráždením iných častí tráviacej sústavy. Zvracanie má ochranný význam a slúži k odstráneniu nevhodných a škodlivých látok zo žalúdka. Môže byť tiež stimulované vizuálnymi alebo pachovými podnetmi z prostredia.

Riadenie a sekrécia žalúdočnej šťavy je nervové aj látkové. K nervovému patria reflexné podráždenia prostredníctvom rôznych receptorov (čuchový, chuťový a pod.). Látkové (chemické) riadenie tvorby žalúdočnej šťavy nadväzuje na nervové. Nastáva tak, že rozličné

látky uvoľňované z potravy pôsobia na žalúdočnú sliznicu, z ktorej sa uvoľní do krvi hormón gastrín. Krvou sa gastrín privádza opäť do steny žalúdka a vyvolá v nej tvorbu žalúdočnej šťavy.

Tenké črevo (*intestinum tenue*)

Je to mnohonásobne poprehýbaná a stočená svalová rúra spájajúca žalúdok s hrubým črevom. Tenké črevo je 4 až 5 m dlhé a 3 až 3,5 cm široké a dokončuje sa v ňom trávenie všetkých živín. Prebieha v ňom podstatná časť trávenia a vstrebávania. Črevná šťava podstatne zrieduje obsah čreva. Jeho sliznica tvorí mnohé riasy a je v nej mnoho jemných výbežkov – klkov. Skladá sa z troch na seba naväzujúcich úsekov dvanástnik, lačník a bedrovník. Do začiatkovej časti tenkého čreva, *dvanástnika* (duodenum), priteká šťava z podžalúdočnej žľazy a žľč.

Sliznica tvorí kruhové krkvy, najviac ich je v dvanástniku smerom k hrubému črevu ich počet ubúda. Zväčšujú resorpčnú plochu tenkého čreva o 35%. Okrem nich sa na sliznici nachádzajú vysoké črevné **klky** (*villi intestinales*), ktoré taktiež zväčšujú resorpčnú plochu až o 600%. V sliznici sa tiež nachádzajú drobné tubulárne žliazky produkujúce črevnú šťavu.

Na sliznicu nasadá poslizničné väzivo s krvnými a lymfatickými cievami a nervovými vláknami.

Svalovina zabezpečuje kyvadlovité pohyby čreva. Povrch tvorí **serózna blana** patriaca k pobrušnici (*tunica serosa*).

1. **Dvanástnik (*duodenum*)** je približne 30cm dlhý (názov na základe dĺžky asi 12 palcov = 30cm) a podkovovito zahnutý. Je to málo pohyblivá časť tenkého čreva. Ústi sem vývod žlčovodu (*ductus choledocus*) a v jeho ohybe je fixovaná rozšírená časť podžalúdočnej žľazy a prebieha v ňom intenzívne trávenie na glycerol a glukózu, rozptyl (emulgácia) tukov a začína sa aj vstrebávanie. Má najväčší podiel na štiepných procesoch.

2. **Lačník (*jejunum*)** – názov je odvodený od faktu, že pri pitve býva obvykle prázdny. Prevažuje resorpcia štiepných látok do krvného a lymfatického obehu. Prebieha tu najintenzívnejšie trávenie a vstrebávanie do krvi.

3. **Bedrovník (*ileum*)** je najkratšia časť tenkého čreva. Čiastočne sa v ňom vstrebávajú živiny, sú tu prítomné klky, v ktorých prebieha vstrebávanie. Obyčajne v ňom býva viac črevného obsahu.

Lačník a bedrovník sú svalové rúry pokryté pobrušnicou a pohyblivo upevnené k zadnej brušnej stene. Takýto spôsob upevnenia umožňuje tenkému črevu peristaltické pohyby.

Črevná šťava, ktorá je produkovaná črevnými žliazkami obsahuje enzýmy štiepiace najmä peptidy, nukleové kyseliny a disacharidy. Obsahuje enzýmy erepsín, maltózu, lipázu a enterokinázu, ktorá aktivuje ostatné tráviace enzýmy.

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.

Pankreatická šťava - produkt podžalúdkovej žľazy (*pankreas*) - je najdôležitejšou tráviacou šťavou, ktorá sa dostáva do dvanástnika. Obsahuje soli, ktoré neutralizujú kyslú tráveninu, a enzýmy štiepiace všetky živiny. Obsahuje lipázu, amylázu a trypsinogén. Trypsinogén sa v tenkom čreve aktivuje enterokinázou na *trypsin*. Enzým *trypsin* pokračuje v trávení bielkovín polypeptidov 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. Spomenutá funkcia sa nazýva exokrinná funkcia pankreasu.

Endokrinná funkcia spočíva v produkcii hormónov Langerhansovými ostrovčekmi priamo do krvi.

Žlč (*fel, bilis, chole*) sa tvorí v **pečeni (*hepar*)**, zhromažďuje a zahusťuje sa v žlčníku, vývodnými cestami sa dostáva do dvanástnika. Je to žltohnedá, horká, zásaditá tekutina. Obsahuje vodu, anorganické soli, žlčové farbivá ako bilirubín, biliverdín, a iné organické látky, cholesterol, lecitín. 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. Ak sa do dvanástnika dostane potrava obsahujúca tuk, reflexne sa uvoľní žlč a kontrakciami žlčníka je vstrekaná do dvanástnika. Žlč zároveň neutralizuje kyslý chýmus.

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, t.j. rozklad na jednoduché látky rozpustné vo vode, sa dokončuje 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 (*intestinum crassum, colon*)

Začína sa v pravej bedrovej jame vakovitou slepou rozšíreninou **slepým črevom** (*caecum*) a je asi 150cm dlhé a 5-8 cm široké. Skladá sa zo 6 častí: slepého čreva s červovitým výbežkom, z **výstupnej časti** (*colon ascendens*) ku pečeni, ohýba sa takmer v pravom uhle a prechádza do **priečnej časti** (*colon transversum*), ktorá prechádza popod pečeň a žalúdok až k slezine, kde sa ostro ohne a prechádza do **zostupnej časti** (*colon descendens*) a pokračuje do malej panvy ako **esovitá časť** (*colon sigmoideum*), ktorá pokračuje do **konečníka** (*rectum*) a prechádza do análneho kanálu a končí **análnym otvorom** (*anus*).

Slepé črevo (*caecum*) je prvou časťou hrubého čreva. **Appendix** (*appendix vermiformis*) odstupuje z hrotu slepého čreva a je tvorený lymfoidným tkanivom. Je dlhý približne 8-10cm a v jeho stene sa nachádzajú zoskupené miazgové uzlíky, ktoré reagujú na patologické stavy v orgáne. Počas prenatalného vývinu plní funkciu endokrinnnej žľazy.

Zápal slepého čreva je hovorový výraz, ktorý používa široká verejnosť. Je to však nesprávne označenie, pretože v skutočnosti ide o zápal „červovitého prívesku“ slepého čreva - apendixu. Tento prívesok má latinský názov appendix vermiformis a jeho zápal sa označuje ako „apendicitída“. K zápalu apendixu dochádza pri črevných infekciách vzhľadom na vysoký obsah lymfatického tkaniva v apendixe, podobne ako zápal krčných mandlí pri infekciách horných dýchacích ciest. Možnou príčinou je aj upchatie dutiny apendixu, napríklad kôstkami z hrozna alebo aj samotným črevným obsahom. Apendicitída najčastejšie postihuje populáciu vo veku 10 až 30 rokov, čo pochopiteľne nevylučuje chorobu u mladších detí ale aj starších ľudí.

Sliznica hrubého čreva nemá klky ani krkvy, sú v nej iba nízke riasy s malým množstvom resorpčných buniek. Je bledá a hladká. Sliznica obsahuje veľa pohárikových buniek, ktoré produkujú hlien a uzlíky lymfatického tkaniva, ktoré sú najpočetnejšie v slepom čreve a červovitom prívesku. Podslizničné väzivo je silné.

Do hrubého čreva prichádza kašovité obsah tvorený nestráviteľnými zvyškami potravy (časti šliach, väziva, buničina), určitým množstvom nevstrebateľných živín a minerálnych látok, vodou, zvyškov tráviacich štiav, žľčovými farbivami, odlúpenými výstelkovými bunkami a pod. Začína sa naplňať 4 až 8 hodín po požití jedla. Dochádza tu k spätnej resorpcii vody a minerálnych látok (Na, K, Ca, Cl,...), čím sa obsah zahusťuje. 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. Plyny 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 zmrští a pri súčasnom ochabnutí vnútorného a vonkajšieho zvierača sa konečník vyprázdni. Činnosť vonkajšieho zvierača (sfinktera) je ovládaná vôľou. Zadržovanie stolice dlho alebo opakovane má za následok zápchu (tzv. obstipácia). 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.

Čo spôsobuje nadúvanie tzv. vetry?

Príčinou nadúvania sú plyny, ktoré sa tvoria v črevách. Buď človek pri jedení prehltnie aj trochu vzduchu, ktorý sa dostane do čriev. Okrem toho sa činnosťou baktérií v hrubom čreve

vytvorí liter plynov za deň. Počas dňa sa vetry uvoľnia 8-10 krát. Dá sa tomu čiastočne predísť dlhým a intenzívnym žuvaním.

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 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 zložité 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 udržuje 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.

Bazálny metabolizmus je minimálny stupeň metabolickej aktivity organizmu pri ideálnych vonkajších podmienkach a telesnej i duševnej aktivite, obmedzenej na udržanie základných životných funkcií. U človeka je definovaný pri nasledujúcich podmienkach:

- nalačno (16 hodín bez príjmu potravy, 36 hodín bez príjmu bielkovín, ktoré majú výrazný špecifický dynamický efekt)
- indiferentná teplota (20-22 stupňov oblečený, 30 stupňov neoblečený), ktorú organizmus subjektívne nepocituje ani ako teplo ani ako chlad, objektívne sa ani nepotí ani netrasie chladom
- pri telesnom a duševnom pokoji

Takýto výdaj sa denne pohybuje okolo 6270-7500 kJ (1500-1800 kcal).

Počas prijímania a spracovania potravy nastáva vylučovanie tráviacich štiav. Poznáme dva **mechanizmy vylučovania tráviacich štiav:**

1. nervové (reflexné), ktoré sú dvojakého druhu:

- a) nepodmienené
- b) podmienené

2. chemické

Oba mechanizmy vzájomne a neoddeliteľne spolu súvisia a u človeka prevláda nervová regulácia, pretože je rýchlejšia, okamžite sa prispôbuje.

1. Nervové riadenie činnosti tráviacej sústavy

a) Nepodmienená reflexná sekrécia vzniká priamym podráždením príslušných receptorov potravou v stene orgánov tráviacej sústavy. Uplatňuje sa teda len vtedy, ak potrava prichádza do tráviacej sústavy. Nervový vzruch sa šíri dostredivými nervovými vláknami do ústredia pre vylučovanie tráviacich štiav (v predĺženej mieche), odtiaľ po odstredivých nervových vláknach ide impulz k príslušnej žľaze. Súčasne sa informácia dostáva do chuťového analyzátoru mozgovej kôry. Nepodmienené reflexy sú vrodené, stále a udržiavajú sa celý život. Centrum v predĺženej mieche riadi vylučovanie tráviacich štiav pomocou vegetatívnych vlákien. Vegetatívne nervstvo sa skladá z dvoch systémov pôsobiacich v podstate antagonisticky: parasympatikus povzbudzuje trávenie a zvyšuje sekréciu tráviacich štiav, sympatikus tlmí činnosť tráviacej sústavy.

b) Podmienená reflexná sekrécia sa u človeka vyvíja postupne až po narodení. Je to vyššia forma reflexnej činnosti, vyžadujúca účasť mozgu a mozgovej kôry. Nie je vrodená, ale vzniká a zaniká počas života za istých podmienok. Vylučovanie tráviacich štiav nastáva aj pri podráždení iných receptorov, a to podnetmi, ktoré súvisia s prijímaním potravy. Dochádza takto k spojeniu podnetov priamych, pôsobiacich na chuťový receptor (nepodmienených reflex), a iných podnetov (zrakové, sluchové, čuchové) a potom po určitom počte spojení sa vybaví *podmienený reflex*. Tento mechanizmus vedie k tomu, že tráviace šťavy sa začnú vylučovať už pred jedlom.

2. Látkové riadenie činnosti tráviacej sústavy

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. Tvorí 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 žľazách s vnútornou sekréciou, t.j. v endokrinných žľazách. 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.

Pečeň (hepar)

Je najväčšou žľazou ľudského tela, vážiaca 1,5 kg. Je uložená v pravej bránicovej klenbe. Má hnedočervenú farbu, je hladká, pevná, pružná a krehká. Zreteľne je rozdelená na pravý (väčší) (*lobus hepatis dexter*) a ľavý (menší) (*lobus hepatis sinister*) lalok. Na spodnej ploche pravého laloku je **jama** (*fossa vesicae felleae*), v ktorej je umiestnený žľčník. Pečeň je dôležitou zásobárňou krvi (3/4 l). Vstupuje sem vrátnicová žila so živinami a tiež lymfatická cieva s látkami z tenkého čreva. Je dôležitá z hľadiska premeny látok a tiež sa zúčastňuje na trávení v tenkom čreve.

Z tráviacej rúry sa do pečene dostáva veľká časť vstrebaných látok. Tie sú pečevými bunkami spracované, premenené, uložené alebo vrátené naspäť do krvi. Mnohé látky cirkulujúce v krvi sú v pečeni odbúrané a ich metabolity sú obličkami z organizmu vylučované. Časť metabolitov vylučuje pečeň v podobe žlče do dvanástnika.

Pečeň je tvorená pečevými bunkami hepatocytmi, ktoré spolu vytvárajú lalôčky (*lobuli hepatis*). Základnou stavebnou jednotkou pečene je pečevý lalôčik, ktorý má tvar nepravidelného mnohostena (5-7 boký hranol) s veľkosťou 1-2,5mm. Lalôčik sa skladá z trámec pečevých buniek. Bunky pečene sú metabolicky veľmi aktívne. Vetvy vrátnicovej žily (*vena centralis*) prebiehajú pomedzi trámce a v strede lalôčikov sa spájajú do

pečeňových žíl ústiacich do dolnej dutej žily. V mieste, kde sa stretávajú 3 susediace lalôčky prebieha rovnobežne so žilkou **medzilalôčková tepna a žila** (*arteria a vena interlobularis*) a *ductus interlobularis*, ktorý je začiatkom žľčových ciest. Tieto tri útvary sa nazývajú *trias hepatis*. Pečeňové bunky majú so zreteľom na ich usporiadanie do trámca dva póly. Krv pretekajúca medzi pečeňovými trámcami „obmýva“ v každom trámci iba ten pól bunky, ktorý je privrátený k vlásočnici – tzv. krvný pól pečeňovej bunky. Na protíľahlom konci pečeňovej bunky sa začínajú v štrbinách vnútri trámcov pečeňové žľčovody. Tieto póly buniek sú tzv. žľčové póly. Žľčovody sa teda začínajú ako intercelulárne štrbiny, ktorých stenu tvoria priamo membrány žľčových buniek. Až v priestoroch medzi lalôčkami pečene majú žľčovody vlastnú, epitelom vystlanú stenu. Vo vnútri medzi pečeňovými bunkami, ktoré produkujú žľč, sú žľčové vlásočnice, ktorými odchádza žľč k periférii lalôčkov do žľčových kanálikov, ktoré sa spájajú až vytvoria pravý a ľavý pečeňový vývod (*ductus hepaticus dexter et sinister*). Obidva (pravý aj ľavý) pečeňové žľčovody vystupujú z pravého a ľavého laloka pečene. Po ich spojení vzniká spoločný pečeňový vývod (*ductus hepaticus communis*). K spoločnému pečeňovému vývodu sa pripája vývod žľčníka (*ductus cysticus*). Spojením spoločného pečeňového vývodu a žľčníkového vývodu vzniká žľčovod (*ductus choledochus*), ktorým pokračujú žľčové cesty do dvanástnika. Žľčovod sa spája s vývodom pankreasu a jediným vývodom ústia dvanástnika.

Funkcie pečene: tvorba žľče, premena glukózy na živočíšny cukor glykogén, syntéza mnohých bielkovín, tukov a cholesterolu, koncentrácia vitamínov (napr. B12) a minerálov (železo, meď, kobalt), detoxikácia látok. Vzhľadom k intenzívnej chemickej aktivite vzniká v pečeni asi 1/7 tepla z celkového množstva v ľudskom tele. Má silnú regeneračnú schopnosť (schopnosť obnovovať bunky).

Žľčník (*vesica fellea*)

Nachádza sa pod spodnou časťou pečene, má hruškovitý tvar. Je zásobárňou žľče, ktorá sa vylučuje do dvanástnika v prípade potreby. Žľč je potrebná na neutralizáciu kyslého prostredia chýmusu v dvanástniku, na vstrebávanie tukov a v nich rozpustných vitamínov.

Podžalúdková žľaza (pancreas)

Má podlhovastý tvar, dĺžku asi 20 cm a je uložená na ľavej strane, pod a čiastočne za žalúdkom. Je uložená priečne od ohybu dvanástnika po slezinu. Rozoznávame hlavu (*caput*), telo (*corpus*) a chvost (*cauda*) pankreasu. Je to akoby laločnatá, mäkká žľaza, na povrchu ktorej sa nachádza väzivová blana. Má exokrinnú aj endokrinnú funkciu. Z lalôčikov vystupujú vývody, ktoré sa spájajú do hlavného pankreatického vývodu a vyúsťujú do dvanástnika vedľa žlčového vývodu. Hlavný vývod pankreasu ústi spolu s *ductus choledochus* do zostupnej časti dvanástnika. Okrem spomínaného hlavného vývodu, ktorý odvádza sekrét z hlavy, tela i chvosta pankreasu existuje aj vedľajší pankreatický vývod odvádzajúci sekrét z časti hlavy pankreasu. Sekrét obsahuje silne zásaditú pankreatickú šťavu zloženú z trypsínu (štiepenie bielkovín), pankreatickej lipázy (štiepenie emulgovaných tukov na glycerol a mastné kyseliny) a pankreatickej amylázy (štiepi podobne ako ptyalín škrob na jednoduché cukry, ktoré sa pôsobením ďalších enzýmov rozkladajú až na glukózu). Pankreas je aj endokrinnou žľazou, žľazou s vnútorným vylučovaním – hormón inzulín a glukagón (viď podrobnejšie v kapitole o endokrinnnej sústave).

Endokrinná sústava –

žľazy s vnútorným vylučovaním (*glandulae sine ductibus*)

Je sústava endokrinných žliaz – **žliaz z vnútorným vylučovaním** (*glandulae sine ductibus*). Tieto žľazy produkujú biologicky aktívne látky – **hormóny**, ktoré ovplyvňujú činnosť rôznych orgánov tela a prenášajú informácie vo vnútri tela. Ich úlohou je zabezpečiť v organizme stálosť vnútorného prostredia, tzv. **homeostázu**. Žľazy úzko spolupracujú s nervovým systémom, dokonca niektoré časti nervovej sústavy (hypotalamus, dreň nadobličiek) majú funkciu endokrinných žliaz.

Riadenie rôznych funkcií je zabezpečované dvoma riadiacimi systémami: endokrinnou a nervovou sústavou.

Hormonálne regulácie sú fylogeneticky staršie a podriadené mladšej nervovej sústave (ktorá má u človeka vedúcu úlohu). Ústredné postavenie medzi endokrinnými žľazami má **hypotalamo-hypofyzárny** systém. Riadenie a regulácia v ľudskom organizme sú nevyhnutné na udržanie rovnováhy – **homeostázy** organizmu. Jedným zo základných princípov riadenia je princíp **spätnej väzby**. Spätná väzba znamená taký postup informácií, keď riadiaci člen dostáva informácie o regulovanej veličine a spätne ich uplatňuje v riadení.

Produktami endokrinných žliaz sú hormóny, ktoré sú vylučované priamo do krvi (prípadne do miazgy alebo miazgovomiechového moku) a tak sa dostávajú do celého organizmu. Hormóny sú špecificky aktívne látky zúčastňujúce sa na regulácii organizmu. Sú to chemicky presne definované látky, ktoré majú špecifický účinok na určité orgány a tkanivá. Ich účinok je pomalý, avšak už nepatrné množstvo hormónu vyvolá silnú reakciu. Pôsobia ako regulátory špecifických funkcií, nevytvárajú však nové funkcie. Pôsobia buď ako inhibítory alebo aktivátory.

Delíme ich na:

1. Hormóny **peptidogénne** (s bielkovinovou podstatou): rastový hormón, hormóny štítnej žľazy, pankreasu a prištítnych teliesok.
2. Hormóny odvodené od **aminokyselín**: hormóny kôry nadobličiek. Sú rozpustné vo vode.
3. Hormóny **steroidnej povahy**: hormóny pohlavných žliaz. Sú rozpustné v tukoch.

Mechanizmus účinku hormónov:

- a) Môžu vyvolávať zmenu priepustnosti bunkovej membrány (týmto mechanizmom hormóny zvyšujú napríklad prísun cukrov, vody alebo iónov do bunky, kde sa využijú v metabolizme).
- b) Môžu aktivizovať niektorý enzým, ktorý sám spúšťa konkrétne biochemické reakcie.
- c) Môžu priamo zasahovať do bunkového jadra alebo do bunkových organel (napr. ovplyvnenie syntézy bielkovín).

K žľazám s vnútornou sekréciou zaraďujeme hypofýzu, štítnu žľazu, prítitne žľazy, nadobličku, zhluky hormonálne aktívnych buniek v podžalúdkovej žľaze, semenníkoch, vaječníkoch. Ako dočasná žľaza pôsobí aj placenta.

Hormóny hypofýzy

Hypotalamus je s hypofýzou spojený 2 cestami: cievnymi sieťami s predným lalokom hypofýzy, nervovými vláknami so zadným lalokom hypofýzy.

Samotná hypofýza je asi 1 cm veľká žľaza spojená **krátkou stopkou** (*infundibulum*) s medzimizgo. Má fazuľovitý tvar. Leží v lebečnej dutine pod mozgom v **tureckom sedle** (*sella turcica*) klinovej kosti. Je centrom hormonálnej regulácie a jej hormónmi sú riadené a ovplyvňované iné žľazy s vnútornou sekréciou. Do hypofýzy tiež prichádzajú informácie z orgánov, ktoré kontroluje. Je tvorená dvomi lalokmi, **väčší predný lalok** (*adenohypophysis*) je tvorená epitelovými bunkami. Menšia **zadná časť** (*neurohypophysis*) je tvorená nervovými elementami a veľkým množstvom gliových buniek obsahujúce pigmentové zrná. Stredný lalok je u človeka tvorený malými dutinkami, ako samostatný útvar neexistuje na rozdiel do nižších stavovcov.

Predný lalok hypofýzy – adenohypofýza produkuje:

Somatotropný hormón (STH) nepriamo podporuje rast tela a hojenie poškodených tkanív, transport bielkovín, zvyšuje látkovú premenu. Urýchľuje osifikáciu kostí (u dospelých pôsobí len na látkovú premenu bielkovín). Stimuluje produkciu ribonukleovej kyseliny (RNA) a tým aj proteosyntézu. Produkcia je riadená z CNS.

Nízka produkcia STH spôsobuje hypofyzárny nanizmus (trpasličí vzrast), vysoká produkcia naopak gigantizmus (nadmerný vzrast). V prípade, ak sa STH nadmerne vylučuje aj po dosiahnutí dospelosti, môže spôsobiť akromegáliu (rast okrajových častí tela, napr. prstov, nosa, brady, a pod.).

Luteotropný hormón (prolaktín) (LTH) – stimuluje rast a sekrečnú aktivitu prsníka v priebehu tehotenstva (u mužov rast prostaty, mechúrikovitých žliaz). Podnecuje produkciu progesterónu v žltom teliesku.

Adrenokortikotropný hormón (ACTH) – riadi sekréciu hormónov z kôry nadobličiek (najmä glukokortikoidov a androgénov).

Tyreotropný hormón (TTH) - stimuluje aktivitu štítnej žľazy, podporuje rast.

Luteinizačný hormón (LH) – ovplyvňuje rast a vývin folikulov, dozrievanie vajíčka a tvorbu žltého telieska. Vyvoláva prasknutie folikulu. Žlté teliesko produkuje progesterón. U mužov pôsobí na bunky semenníka produkujúce testosterón.

Folikulostimulačný hormón (FSH) – ovplyvňuje dozrievanie, rast a vývin folikulov. Je nevyhnutný pre udržanie produkcie estrogénu. U mužov vplyvňuje rast semenovodných kanálikov v semenníku, povzbudzuje spermiogézu. Jeho produkcia závisí od koncentrácie estrogénov v krvi a nervových podnetov.

Stredný lalok hypofýzy produkuje:

Melanotropín – vplýva na intenzitu kožnej pigmentácie.

Zadný lalok hypofýzy – neurohypofýza je spojená s predným lalokom hypofýzy, ale hormóny sa v nej primárne netvorí. Preto hovoríme o sekundárnom spojení. Hormóny neurohypofýzy vznikajú primárne v jadre medzimizgu. Odtiaľ prúdia nervovými vláknami do neurohypofýzy, kde sa uvoľňujú z nervových zakončení do krvného obehu.

Antidiuretický hormón (vazopresín) (ADH) – zvyšuje priepustnosť obličky v distálnej (spodnej) časti obličky. Reguluje spätnú resorpciu vody v obličkových kanálikoch. Zvyšuje krvný tlak.

Oxytocín – vyvoláva rytmické sťahy maternice pri pôrode. Vyvoláva aj sťahy svalových buniek v stene mliekovodov. Dráždenie prsníkových bradaviek pri dojčení vyvoláva reflexné zvýšenie výdaja hormónov – udžiava sa vysoká produkcia oxytocínu potrebná na vyprázdňovanie mliekovodov prsníkovej žľazy. Vzniká v hypotalame a koncentruje sa v neurohypofýze.

Hormóny štítnej žľazy (glandula thyreoidea)

Štítna žľaza je uložená v dolnej prednej časti krku, prilieha k priedušnici a štítnej chrupke. Je tvorená dvoma lalokmi kužeľovitého tvaru. Váži približne 30 - 40 g. Na povrchu sa nachádza väzivové puzdro, ktoré je pokryté svalmi krku. Základnými stavebnými a funkčnými jednotkami štítnej žľazy sú mechúriky (folikuly). Každý z nich je vystlaný jednovrstvovým epitelom. Vo vnútri folikulov sa nachádza koloid, v ktorom sa zhromažďujú hormóny štítnej žľazy. Mimo folikulov sú parafolikulárne bunky tvoriace hormón kalcitonín. Epiteliálne bunky folikulov separujú z krvi jód. Štítna žľaza je bohato zásobená krvou a inervovaná autonómnymi nervami.

Štítna žľaza je ovplyvňovaná tyreotropným hormónom (hormón adenohipofýzy). Je jedinou endokrinnou žľazou priamo závislou od prísunu prvku získaného výlučne z potravy –jódu. Najdôležitejší je hormón tyroxín, ktorý obsahuje veľké množstvo jódu.

Štítna žľaza produkuje nasledujúce hormóny:

Tyroxín (tetrajodtyronín) a trijódtyronín. Ich účinok sa dá rozdeliť do niekoľkých úrovní.

1. Metabolický účinok – priame pôsobenia na jadro bunky a ovplyvňovanie syntézy bielkovín, zvyšovanie spotreby kyslíka a urýchľovanie vstrebávania sacharidov v tráviacej sústave. Zvyšujú rozpad tukov.
2. Termoregulačný účinok – tvorba tepla.
3. Rastový účinok – obidva zvyšujú tvorbu bielkovín, ktoré vo zvýšenej miere spotrebúva organizmus v období rastu.
4. Maturácia tkaniva CNS, kostného tkaniva. Nedostatok tyroxínu spôsobuje kretenizmus, kedy sa zastavuje epifyzáry rast kostí, rozvoj orgánov, svalstva, mozgu, a pod. Nadbytok spôsobuje Basedovovu chorobu.
5. Zabezpečujú hospodárenie s vodou.

Tyrokalcitocín – bráni odbúravaniamu kostného tkaniva a znižuje hladinu vápnika v krvi.

Kalcitonín – enormná tvorba ani absencia kalcitonínu nespôsobuje žiadne ochorenie. Znižuje koncentráciu vápnika v krvi.

Prištítné žľazy (glandula parathyreoidea superior et inferior)

Sú dva páry hráškovitých útvarov na zadnej strane štítnej žľazy. Produkujú hormón **parathormón**, ktorý zvyšuje priepustnosť buniek pre vápnik a fosfor. Pôsobí na koncentráciu vápnika v krvi. Najznámejší je účinok parathormónu na obličky, kosti, črevá a šošovky.

1. **Účinok na obličky:** ovplyvňuje priepustnosť buniek obličkových kanálikov pre vápnik a fosfor. Vplyvom parathormónu sa znižuje spätné vstrebávanie fosforu, ktorý sa vylučuje močom. Zároveň sa zvyšuje spätná resorpcia vápnika, tak, že sa kumuluje v organizme.
2. **Účinok na kosti:** spočíva v aktivácii osteoklastov – kostných buniek, ktoré odbúrávajú kostné tkanivo. Spolu s vitamínom D, ktorý riadi obsah fosforu, regulujú tvorbu kostného tkaniva. Nadprodukcia parathormónu spôsobuje odbúravanie vápnika z kostí. Hrozí demineralizácia a poškodenie kostného tkaniva. Pri nedostatku vápnika a nadbytku fosforu v krvi uvoľňuje parathormón vápnik z kostí a zubov. Nadbytok vápnika a pokles fosforu tlmí činnosť prištítnych žliaz.
3. **Účinok na črevá:** parathormón zvyšuje prenos vápnika cez črevnú stenu a tak vplýva na jeho využitie z prijímanej potravy.
4. **Účinok na šošovku:** spočíva v eliminácii ukladania vápnika v tejto časti oka. Nedostatok parathormónu zapríčiňuje zákal šošovky. Hladinu parathormónu riadi samotná koncentrácia vápnika a fosforu v krvi.

Hormóny nadobličiek (glandula suprarenales)

Nadobličky sú párové endokrinné žľazy uložené na horných póloch obidvoch obličiek. Pravá je mierne trojhranná (opiera sa o dolnú dutú žilu), ľavá je polmesiačkovitá. Rozlišujeme **kôru** (*cortex*) a fylogeneticky staršiu **dreň** (*medula*) nadobličiek. Kôra tvorí približne 90% nadobličky a je tvorená epitelovými bunkami, ktoré tvoria trámce. Sfarbenie je zlatožlté spôsobené obsahom lipidov. Dreň je tvorená svetlými bunkami a má sivastú farbu. Celé tkanivo nadobličky obsahuje veľké množstvo kyseliny askorbovej (vitamínu C). Nadobličky

majú vlastnú **autonómnu nervovú spleť** (*plexus suprarenalis*), sú bohato cievne zásobované.

Hormóny kôry nadobličiek:

Označujeme ich ako kortikosteroidy. Kôra produkuje viac ako 30 látok steroidnej povahy chemicky blízkyh pohlavným hormónom.

Delíme ich do troch skupín:

1. Mineralokortikoidy

Úlohou je udržiavanie rovnováhy medzi sodíkovými a draslíkovými soľami a zadržiavať v organizme sodíkové soli. Hlavným predstaviteľom mineralokortikoidov je aldosterón. Jeho pôsobenie sa obmedzuje na obličky. Podporuje zadržiavanie Na a vylučovanie K obličkami (Na zostáva v organizme a K sa vylučuje z tela von).

2. Androgény

Tieto hormóny pravdepodobne nemajú podstatný fyziologický význam. U žien sa prejavujú vysoké hladiny androgénov maskulinizáciou a u mužov veľké množstvo estrogénov feminizáciou. Produkcia estrogénov je nízka.

3. Glukokortikoidy

Pôsobia na hladinu cukru, ktorú zvyšujú tým, že podnecujú premenu bielkovín na cukry. K najdôležitejším patrí kortizol. Glukokortikoidy mobilizujú tkanivové bielkoviny. Pôsobia protizápalovo, tlmia fagocytózu a majú protizápalové účinky.

Hormóny drene nadobličiek

Medzi hormóny drene nadobličiek patria adrenalín a noradrenalín, ktoré sa tvoria aj na sympatických nervových zakončeníach a vo vegetatívnych centrách hypotalamu. Podporujú svalový tonus orgánov a všetky funkcie srdca a obehu.

Adrenalín – rozširuje svalové cievy a podporuje činnosť srdca, pôsobí stimulačným na centrálny nervový systém. Zvyšuje silu srdcového svalu, zvyšovaním kontrakcie hladkého svalstva arteriol zvyšuje krvný tlak. Pôsobí na hladké svalstvo priedušiek, zvyšuje ventiláciu pľúc (rozširuje lúmen bronchov). Mobilizuje zásoby glykogénu, čím zvyšuje hladinu krvného cukru.

Noradrenalin – naopak vyvoláva celkové zúženie ciev a zvyšuje krvný tlak.

Obidva hormóny zvyšujú krvný tlak, no len noradrenalin zvyšuje aj tlak diastolický (podáva sa pri náhlom poklese tlaku – šok). Majú tiež význam pri vnútornej eliminácii stresových situácií. Zúčastňujú sa tzv. poplachových reakcií.

Fylogénéza poplachových reakcií:

Primárnymi obrannými reakciami človeka boli boj alebo útek resp. činnosti, ktoré vyžadovali značnú fyzickú aktivitu. Preto sa pri poplachových reakciách aktivizujú predovšetkým také procesy, ktoré zvyšujú látkovú premenu v kostrových svaloch a zvyšujú celkovú mobilitu. Pôsobením adrenalinu a noradrenalinu sa zvýši metabolizmus v srdcovom svale, zväčší sa lúmen ciev v svaloch a v prieduškách a nakoniec sa uvoľňujú rezervné látky (tuky, sacharidy) determinujúce zvýšenú aktivitu CNS a svalov. Zvyšuje sa i prietok krvi mozgom, čím sa zefektívňuje orientácia a koordinácia svalových pohybov. Zároveň sa aktivizuje kôra nadobličiek a uvoľňujú sa ďalšie hormóny. Pri dlhodobom vystavení stresu dochádza k ochoreniam (žalúdočné vredy, nedokrvenosť srdcového svalu a pod.).

Podžalúdočná žľaza (pankreas)

Je zmiešanou žľazou, ktorá vylučuje tráviace enzýmy do tráviacej rúry a tiež obsahuje zhluky buniek tvoriace ostrovčeky v tkanice podžalúdočnej žľazy (Langerhansove ostrovčeky). Ich produkty sa vstrebávajú priamo do krvi. Podžalúdočná žľaza sa skladá z dvoch odlišných častí. Vonkajšiu časť tvoria žľazové bunky, ktoré produkujú pankreatickú šťavu. Tento sekrétny produkt odteká vývodom pankreasu do dvanástnika. Vnútorou sekrétnou časťou pankreasu sú Langerhansove ostrovčeky. Majú priemer asi 0,3 mm, ich počet je približne milión. U človeka sú tvorené tromi druhmi buniek:

A-bunky tvoria **glukagón**, pôsobiaci antagonisticky, ktorý zvyšuje hladinu krvného cukru.

B-bunky produkujú životne dôležitý hormón **inzulín**, ktorý znižuje hladinu krvného cukru tým, že povzbudzuje ukladanie rezerv glykogénu v pečeni, brzdí glykogenézu (tvorbu glykogénu z bielkovín a tukov) a podnecuje a zlepšuje využitie glukózy v tkanivách. Reguluje koncentráciu cukru v krvi. Podstata spočíva v schopnosti inzulínu zvyšovať

priepustnosť tkanivových buniek pre glukózu a aminokyseliny. Inzulín nie je nevyhnutný pre žiadne zmeny ani metabolické procesy. Všetky môžu prebiehať aj bez jeho prítomnosti, avšak v oveľa menšej miere.

Inzulín priamo zasahuje do metabolizmu bielkovín, cukrov, tukov, nukleových kyselín. Pri zvýšení hladiny inzulínu v krvi prejde do tkanív viac cukru a jeho koncentrácia v krvi poklesne. V tomto prípade hovoríme o **hypoglykémii**. V opačnom prípade, teda ak cukor nemôže prejsť do buniek a hromadí sa v krvi, hovoríme o **hyperglykémii**.

Pri poruche tvorby inzulínu nastáva ochorenie **cukrovka** (*diabetes mellitus*), ktorá má dva typy. Typ závislý od inzulínu je spôsobený nedostatočnou tvorbou inzulínu v Langerhansových ostrovcích. Typ nezávislý od inzulínu je spôsobený nedostatočnou citlivosťou cieľových tkanív na inzulín.

Detská žľaza (thymus)

Je párovým lymfatickým orgánom, dobre vyvinutým u novorodencov, uloženým na prednej ploche srdca. Maximálny rozvoj dosahuje v období 1. roka a v období puberty dochádza k jeho involúcii a premene na tukové tkanivo a to vplyvom pohlavných hormónov. Nie je známa žiadna látka, ktorú by produkovala. Pravdepodobne zohráva dôležitú úlohu pri raste a brzdí vývin pohlavných orgánov. Tvorbou protilátok sa zapája do imunitných reakcií organizmu.

Hormonálna činnosť iných orgánov

V niektorých orgánoch, ktoré majú úplne inú hlavnú funkciu, sa tvoria látky, ktoré majú podobnú funkciu hormónom. Tieto látky označujeme ako **tkanivové hormóny** (sérotónín, histamín, sekretín, gastrín,...). Najviac ich vzniká v sliznici tráviacej sústavy, kde regulujú činnosť tráviacej sústavy hormonálne. Napr. v obličkách v stene ciev glomerulov sa tvorí hormón **renín**, ktorý hormonálne zužuje cievy a zvyšuje krvný tlak.

Koža (cutis)

Vieš, ktorý orgán ľudského tela je najväčší?

Nie je to ani pečeň, ani črevá a nie sú to ani pľúca. Je ním orgán, ktorý pokrýva celé telo, ktoré chráni pred vonkajším prostredím, podieľa sa na dýchaní, regulácii telesnej teploty, vylučovaní potu a pokrýva plochu približne 1,6 m². Áno, je to koža.

Pokryv tela chráni organizmus nielen pred mechanickými a chemickým pôsobením, ale zúčastňuje sa aj na dýchaní, vylučovaní odpadových látok, termoregulácii a umožňuje prijímanie informácií z vonkajšieho prostredia. Pokrýva povrch tela ako bariéra medzi prostrediami, dáva telu tvar do istej miery veľkosť.

Koža (cutis, derma)

Je najväčší plošný orgán ľudského tela. Plocha kože je 1,5-1,8m², má hrúbku 1-4 mm a hmotnosť 4-4,5 kg (až 36% kože pripadá na dolné končatiny). Skladá sa z 3 vrstiev (obr.9):

1. Pokožka (epidermis)

Skladá sa z vrstiev plochých buniek, ktoré na povrchu odumierajú, rohovatejú a odlupujú sa. Povrchové bunky pokožky sú mechanicky odolné a obsahujú bielkovinu ťažko rozpustnú vo vode, preto je pre vodu prakticky nepriepustná. Spodná vrstva obsahuje živé, deliace sa epitelové bunky, ktoré zabezpečujú dopĺňanie zrohovatej vrstvy a tiež regeneráciu pri poranení. Hlbšie vrstvy pokožky obsahujú pigment melanín. Farba kože závisí od množstva pigmentu, hĺbky jeho uloženia a prekrvenia kože. Melanín je tvorený špecializovanými bunkami bazálnej vrstvy pokožky (*melanocyty*), ktoré svojimi výbežkami zasahujú do povrchových vrstiev pokožky. V melanocytoch a v ich výbežkoch sa nachádzajú melanínové granuly, ktorých veľkosť a počet určuje stupeň kožnej pigmentácie. Svetlo podporuje vznik pigmentu premenou aminokyseliny tyrozínu účinkom fermentu tyrozinázy, ktorý sa aktivizuje ultrafialovým žiarením. Pigment chráni hlboké vrstvy tela pred účinkami svetelného a iného žiarenia.

Pokožka nie je všade rovnako hrubá, ale na stupajach nôh a na dlaniach sa nachádza hrubá vrstva pokožky, na iných častiach tela je relatívne tenká. Pokožka neobsahuje krvné kapiláry.

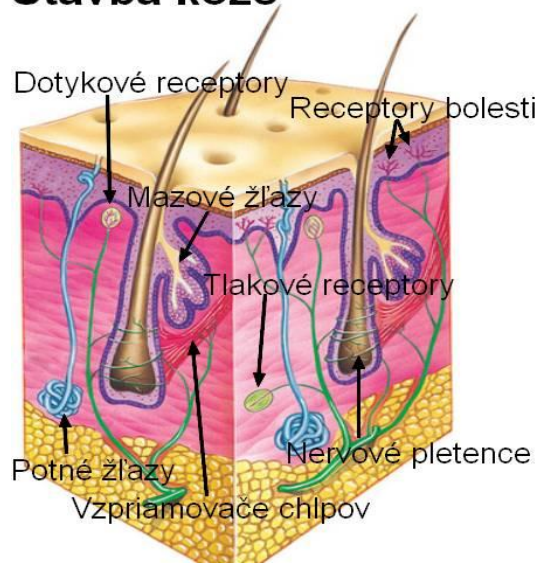
2. Škára – zamša (corium)

Je väzivová vrstva kože a skladá sa z väzivových buniek a elastických vlákien. Elastické vlákna zabezpečujú pružnosť, rozťahiteľnosť, pevnosť, mechanickú odolnosť a štiepateľnosť kože v určitých smeroch. V zamši sú bohaté cievne siete, koža je preto významnou zásobárňou krvi (asi 1 l). Zamša nemá hladký povrch, ale vybieha do pokožky mnohými bradavkovitými výbežkami, vybieha do rôzne **vysokých a hustých papil** (*pars papilaris*). Najviac ich je v miestach zvýšenej citlivosti. Na dlaniach, stupajach nôh a na bruškách nôh sa papily usporadúvajú do tzv. papilárnych líšt, ktoré vytvárajú **dermatoglyfické obrazce**, ktoré javia značnú individuálnu variabilitu. V zamši sú uložené 2 typy kožných žliaz:

1. Mazové žľazy uložené v zamši vedľa vlasov alebo chlupov. Chýbajú v koži dlaní alebo stupají. Žľazy ústia krátkymi vývodmi do puzdra vlasu alebo chlpu, odtiaľ sa dostáva maz na povrch kože, kde vytvára film. Má polotekutý charakter, obsahuje tukové látky, bielkoviny a soli. Denne sa vytvorí 1-2 g mazu, ktorý má predovšetkým ochrannú funkciu. Maz zle prepúšťa vodu, chráni kožu pred vysychaním, zvláča ju a chráni vlas pred lámavosťou. Osobitné zloženie má maz vylučovaný žľazami na koži vonkajšieho zvukovodu a vonkajších pohlavných orgánov.

2. Potné žľazy (obr. 8) sú rozložené nerovnomerne (približne 2 milióny). Najviac ich je v koži dlaní, čela a na stupajach (malé potné žľazy). Úplne chýbajú na okrajoch pier. Osobitnú skupinu žliaz tvoria veľké potné žľazy v podpazuší a v koži vonkajších pohlavných orgánov. Tieto tzv. sexuálne žľazy produkujú voňavé, aromatické látky. Potné žľazy produkujú sekret **pot** (*sudor*). Potná žľaza je tubulózneho tvaru a vytvára 2 mm pod povrchom pokožky kĺbko, zanorené do zamše. Na povrch tela ústi **potným otvorom** (*porus sudoriferus*).

Stavba kože

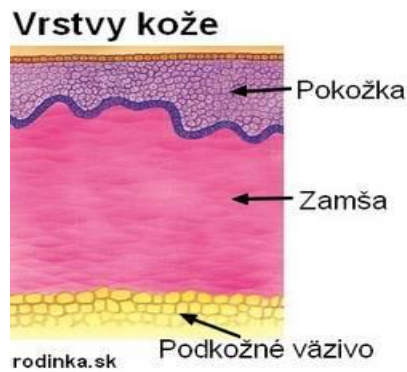


Obrázok 8: Stavba kože

Pot sa tvorí z tkanivového moku. Obsahuje predovšetkým vodu (98%) a NaCl. Z organických látok je v pote močovina, kyselina mliečna a močová, kreatinín, amoniak, mastné kyseliny, aminokyseliny, a pod. V pote sa nachádza aj kyselina, ktorá zabraňuje vzniku zápalu kože pôsobením slnečného žiarenia. Ak sa kúpaním zmýva, ľahšie dôjde k zápalu kože. Pot sa začína tvoriť v potných žľazách pri teplote kože asi 34,5°C. Potné žľazy sa významne podieľajú pri riadení telesnej teploty a zasahujú do hospodárenia s vodou (pri vysokej teplote sa môže denne vylúčiť asi 10 l potu, denne sa odlúpi z kože asi 10g odumretých buniek). Vplyvom potu je koža vláčna a vlhká, pričom sa pot neustále odparuje.

3.Podkožné väzivo (tela subcutanea)

Je tvorené sieťou kolagénnych a elastických vlákien, medzi ktorými sú roztrúsené väzivové bunky. Umožňujú posúvanie kože. Je tvorené tromi vrstvami. Povrchová tvorená tukovým väzivom (v podkožnom väzive sa ukladá veľké množstvo tukových kvapôčok), zabezpečuje tepelnú a mechanickú izoláciu a energetickú zásobáreň organizmu. Pod ním sa nachádza väzivová blana a pod ňou vlastné podkožné väzivo, tvorené riedkym väzivo, umožňujúce pohyb kože proti podkladu.



Obrázok 9: Vrstvy kože (prevzaté z www.rodinka.sk)

Funkcie kože:

1. Mechanická – zmierňuje vplyvy prostredia, tvorí bariéru medzi vonkajším a vnútorným prostredím organizmu, chráni telesné tkanivá pred mechanickým, chemickým a termickým poškodením. Chráni organizmus pred vstupom toxických látok a baktérií.

2. Termoregulačná – chráni prehriatím organizmu, pred prenikaním škodlivého žiarenia. Cez cievy v koži nastáva vyrovňavanie teplôt medzi telom a okolím, umožňuje pomocou termoregulačných mechanizmov regulovať teplotu, čím zabezpečuje konštantnú telesnú teplotu.

3. Schopnosť resorpcie a exkrécie – prostredníctvom potných žliaz dochádza k exkrécii solí, vody, produktov metabolizmu.

4. Zásobáreň krvi a vody

5. Zmyslový orgán – zachytáva podnety z okolia, keďže má veľa receptorov i teliesok na vnímanie tepla, chladu, na dotyk a pod. Okrem toho sú v koži aj bohato rozkonárené voľné nervové zakončenia, ktoré sprostredkujú pocity bolesti.

6. Vylučovacia – obsahuje kožné žľazy – potné, mazové, odstraňuje sa voda, minerály, zabráňuje nadmernému vyparovaniu vody z vnútorného prostredia. Koža napomáha vylučovacej funkcii obličiek. Vylučovanie a vyparovanie potu odoberá telu teplo potrebné na premenu tekutiny na paru.

7. Vstrebávacía – látky z povrchu – masti, liečivá, vstrebáva i škodliviny, čiastočne aj na dýchanie.

Je zdravé piť?

Potením strácame veľké množstvo, preto stratenú vodu musíme doplniť. Okrem vody sa však z organizmu vylučujú aj soli, preto ich musíme dopĺňať. Pri veľkých stratách vody môže človek dostať neuhasiteľný smäd a otravu vodou a môže zomrieť na nedostatok solí a minerálov a nadbytok vody.

Produkuje sveter teplo?

Organizmus človeka produkuje teplo, ktoré sa zachytáva medzi chlpmi svetra a smerom von neprepúšťa teplo a nepúšťa ani chlad dovnútra.

Prečo nám koža po dlhšom máčaní zvráskavie?

Organizmus človeka obsahuje viac solí ako voda na kúpanie. Pri kúpaní sa molekuly vody dostávajú cez kožu do tela, kožné bunky nasiaknu vodou a potrebujú viac miesta a tak sa uložia v záhyboch. Morská voda obsahuje viac solí ako ľudský organizmus, pokožka stratí vlhkosť a zvráskavie. Človek dostane smäd po strate vody.

Máme naozaj husiu kožu keď je nám zima?

Častokrát je nám zima a máme zimomriavky tzv. husiu kožu. Na pokožke pozorujeme drobné pupence a jemné chlípky sa nám postavia (ako živočíchky keď naježia srst' keď im je zima). Medzi chlpmi sa udržiava vzduch, ktorý má izolačné vlastnosti. V chladnom prostredí sa stiahnu kožné svaly.

Prídavné orgány kože: kožné žľazy, mliečne žľazy, vlasy, nechty vznikajú na podklade pokožky.

Kožné žľazy (*glandulae cutis*): malé a veľké potné žľazy (vylučujú látky so špecifickým zápachom), cirkumanálne žľazy (okolo konečníka), mazové žľazy ucha, žľazy prsníkového dvorčeka.

Prsníková žľaza (*glandula mammaria*) je párová laločnatá žľaza uložená v tukovom vankúši na prednej ploche hrudníkovej steny. Vlastná žľaza s tukovou poduškou vyklenuje kožu v oblasti prs a vytvára vyvýšeninu – prsník (*mamma*). Prsníková žľaza sa skladá z množstva drobných lalôčikov tvorených žľazovými bunkami. Vývody niekoľkých lalôčikov sa spájajú do spoločných mliekovodov, ktoré ústia na bradavke 15-20 drobnými otvormi.

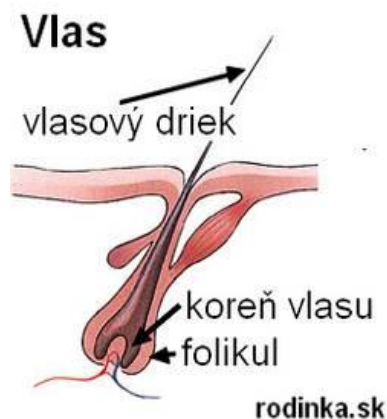
Na hrote dospelého prsníka je okrúhly prsníkový dvorec utvorený zvyčajne tmavšie pigmentovanou kožou, v ktorej sú hrbolčeky drobných mazových žliaz. V strede prsníkového dvorca je prsníková bradavka, ktorej základ tvorí svalovina napomáhajúca vzpriamovaním a vylučovaním mlieka z mliekovodov.

Vlasy, chlpy a nechty

Vlasy (*capili*) a chlpy (*pili*)

Vyrastajú z vlasových vačkov uložených v zamši (obr. 10). Vlasy sú dlhé, tenké, zrohovatené valcovité útvary prerastajúce nad povrch tela. Vlas sa skladá z vnútornej drene a zo zrohovatených buniek kôry. Vlas rastie vo vlasovej cibulke. Rozlišujeme: vlasovú cibulku, vlasovú bradavku do ktorej vrastajú cievy, ktoré vyživujú vlasovú cibulku a vlasový vačok cez ktorý vlas rastie smerom na povrch a vlasovú kutikulu na povrchu. Do vlasového vačku v blízkosti jeho vyústenia na povrch kože, vyúsťuje mazová žľaza a pod ňou sa na vlasový vačok upína hladký sval. Prostredníctvom nervových zakončení okolo vlasovej cibulky sa vlasy a chlpy zúčastňujú na hmatovom vnímaní.

Tvar prierezu vlasov je rôzny. Hustota, hrúbka, dĺžka je individuálne a rasovo variabilné. Farba vlasov a chlпов je determinovaná množstvom a druhom pigmentu melanínu, ktorý je uložený prevažne v zrohovatených bunkách vlasovej kôry. Šedú a bielu farbu vlasov spôsobujú vzduchové bublinky. Vlasy sa nachádzajú na celom povrchu tela s výnimkou dlaní, stupají, nechtov, bočných plôch prstov, žalúďa, predkožky, dráždca a predsiene pošvy.



Obrázok 10: Vlas (prevzaté z www.rodinka.sk)

Podľa postupnosti vývinu ochlpenia (v procese ontogenézy) rozoznávame:

Primárne ochlpenie – lanugo

Sekundárne ochlpenie – vlasy, riasy, obočie, drobné chlčky na povrchu tela

Terciárne ochlpenie – vyvíja sa až po puberte a v dospelosti. Tvorí ho chlpy v podpazuší, ochlpenie lonovej oblasti a vonkajších pohlavných orgánov, chlpy vo vonkajšom zvukovode, v nosovom vchode a fúzy. Vývin terciárneho ochlpenia je koordinovaný činnosťou endokrinných žliaz.

Prečo vlasy v starobe šedivejú?

Produkcia farbiva melanínu vo vlase sa v starobe znižuje a je nahradené vzduchom, ktorý odráža dopadajúce svetlo. Z tohto dôvodu sa vlasy javia ako sivé a biele.

Necht (unguis) (obr. 11)

Je zrohovatená platnička na koncových článkoch prstov vyrastajúca z **nechtového lôžka** (*matrix unguis*). Na nechte rozlišujeme zrohovatené **telo nechta** (*corpus unguis*), ktorého proximálna časť **koreň** (*radix unguis*) je krytá **kožným valom** (*vallum unguis*). Pri koreni nechta je necht svetlejší (*lunula*), keďže obsahuje vzduchové bublinky. Voľný okraj nechta prerastá koniec prstu. Medzi nechtom a kožou bruška prsta je **podnehtie** (*hyponychium*),

ktoré je silne inervované a citlivé. Funkcia nechtu je mechanická ochrana koncových článkov prstov.

Prečo strihanie nechtov nebolí?

Počas jedného týždňa narastie necht asi o jeden milimeter. Nehty nemajú žiadne živé bunky. Pozostávajú z rohoviny.



Obrázok 9: Vrstvy kože

Zmyslové orgány kože

Pocity dotyku, tlaku, tepla, chladu a vnímanie bolesti sprostredkávajú zmyslové orgány kože.

Kožné receptory sú buď voľné nervové zakončenia alebo sú to špeciálne upravené hmatové telieska. Zabezpečujú exteroceptívne zmyslové vnímanie, ktoré napomáha aj pri udržiavaní rovnováhy a zdokonaľuje predstavu vlastného tela v priestore.

Prečo sme šteklivý?

Najviac hmatových receptorov sa nachádza na chodidlách a tak pri jemnom dotyku prudko reagujú. Okrem chodidiel sa veľa hmatových receptorov aj na dlaniach, avšak na dlaniach sú oveľa viac „vytrénované“.

Vzruchy z kožných receptorov sú vedené senzitívnymi dostredivými vláknami miechových a hlavových nervov do CNS.

V najspodnejších vrstvách pokožky sa nachádzajú voľné nervové zakončenia, ktoré majú na koncoch zhrubnutia – **hmatové telieska** (*corpuscula tactus*), ktoré slúžia na vnímanie

dotykov. Najviac ich je na koži a sliznici orgánov, ktoré majú najdokonalejšie hmatové vnímanie ako napr. brušná prstov, okolo vlasových cibuliek (u novorodencov na perách, jazyku, okolí úst).

V papilách zamše sa nachádzajú oválne telieska **Meissnerove telieska**. V podkoží sa nachádzajú eliptické hľuzovité telieska **Vater-Paciniho telieska** na vnímanie **t'ahu a tlaku**. Pod papilami zamše sa nachádzajú kyjovité **chladové receptory Krausove telieska**, nachádzajúce sa v koži, očnej spojivke, sliznici ústnej dutiny, jazyka, koži pier, hrtanovej príchlöpke. Najcitlivejšie na chlad sú očné mihalnice, koža chrbta ruky, predlaktie, koža dolných končatín. Vnímajú teploty nižšie ako je teplota kože.

O niečo nižšie v zamši sa nachádzajú **Ruffiniho telieska** na vnímanie **tepla** (vnímajú teplotu vyššiu ako je teplota kože). Ovpływujú reakcie kožných ciev a od ich reaktivity závisí stav otužilosti.

Receptormi **vnímania bolesti** sú **voľné nervové zakončenia** umiestnené v takmer všetkých tkanivách tela. Nachádzajú sa v spodnej vrstve pokožky, v stenách a obaloch vnútorných orgánov a v nich samotných. Bolesť chráni organizmus pred ďalším poškodením. Bolesťivosť sprevádza reflexné rozšírenie zrenice, zmeny krvného tlaku, zrýchlenie srdcovej činnosti, potenie, úzkosť, obranný pohyb.

Vo svaloch sú **svalové vretienka** a reagujú na **natahnutie svalu**. Svalové vretienko je tvorené svalovými vláknami, na ktorých sa vetvia nervové zakončenia a sú obalené väzivovým puzdrom a sú v spojení s ostatnými vláknami. Súčasne s nimi mení dĺžku a napätie. V šľachách sú **šľachové telieska**, dráždené natihnutím svalu a jeho kontrakciou.

Je možné aby človek prežil zmrazenie?

Pri zmrazení vznikajú ostré kryštály ľadu, ktoré prepichnú bunky čím dôjde k ich porušeniu a tak človek zomrie.

Vylučovacia sústava (Organa uropoetica)

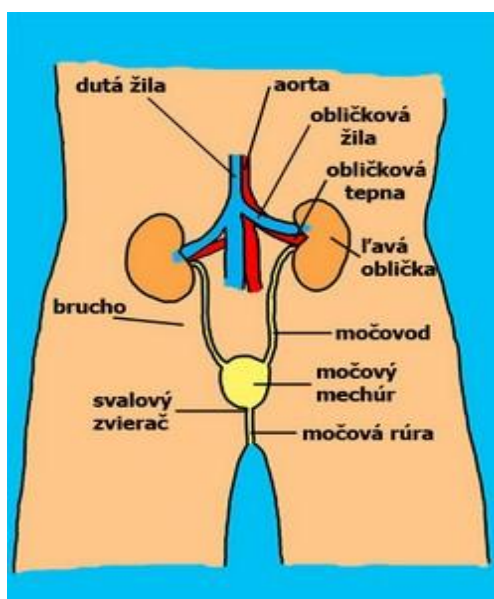
V priebehu metabolizmu sa v organizme vytvára množstvo odpadových látok. Aby nedošlo k akumulácii odpadových látok v tele (čo môže spôsobiť otravu) musia sa odstraňovať, čím sa zabezpečí vnútorná rovnováha.

Čo všetko vyprodukuje ľudské telo priemerne za jeden deň?

1 liter slín, 2 litre žalúdočných štiav, pol litra žlče, 1,5 litra pankreatickej šťavy, strácame 90 vlasov, 10 gramov odumretých čiastočiek pokožky. Počas štyroch týždňov vymeníme celú povrchovú vrstvu kože a po 10 rokoch sme úplne obnovení, práve aj tvrdé kosti sú nahradené novou substanciou.

Na vylučovaní (exkrécii) splodín metabolizmu a na regulácii sa podieľa niekoľko sústav. Rozlišujeme:

- Vlastnú vylučovaciu sústavu – obličky a močové cesty (obr. 12)
- Ostatné sústavy podieľajúce sa na exkrécii – tráviaca (exkrementy), dýchacia (vodná para) a kožná sústava (potné a mazové žľazy).



Obrázok 12: Časti vylučovacej sústavy

a) Vlastná vylučovacia sústava

Medzi orgány vlastnej vylučovacej sústavy zaraďujeme: obličky, obličkové kalichy, obličkovú panvičku, močovod, močový mechúr, močovú rúru.

Obličky (*renes, nephros*)

Obličky sú jediným orgánom, ktoré úplne odstraňuje odpadové látky vznikajúce pri metabolizme bielkovín, solí a rôznych nadbytočných a telu škodlivých látok. Taktiež eliminujú toxické látky prijaté z vonkajšieho prostredia a regulujú množstvo vody v organizme, čím zabezpečujú stále zloženie telových tekutín. Zabezpečujú rovnováhu obsahu solí predovšetkým sodíka (Na) a draslíka (K), riadením koncentrácie solí v telesných tekutinách udržiavajú stály osmotický tlak.

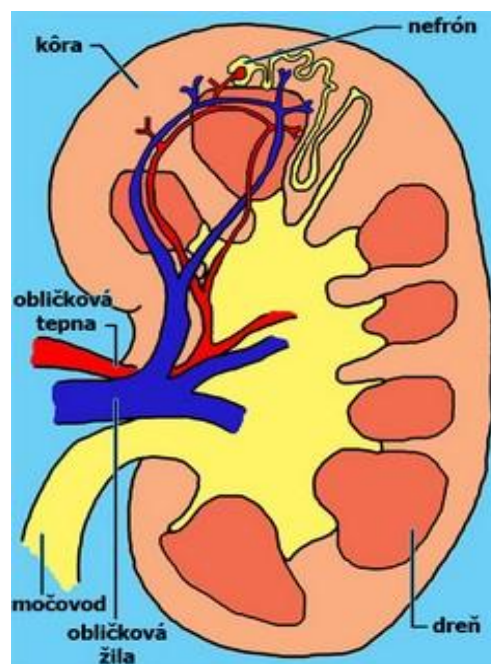
Obličky sú párovým orgánom hnedočervenej farby typického fazuľovitého tvaru uložené po oboch stranách drierkovej chrbtice. Na zadnej strane brušnej dutiny nad panvou pomocou hornej časti zadnej plochy nasadajú pod bránicu. Priemerná veľkosť obličky je 12×6×3 cm (d×š×v), hmotnosť je približne 150g. Obličky sú obalené **tukovým vankúšom** (*capsula adiposa*), ktorý má ochrannú funkciu ako ochrana pred mechanickým poškodením, únikom tepla. Pod ním je pevný **väzivový obal** (*capsula fibrosa*), ktorý utvára tvar obličiek. Na tukovú vrstvu zvonka nasadá jemná **väzivová blana** (*fascia renalis*). Do dvoch rokov sú obličky na povrchu laločnaté, potom majú hladký povrch. Obličky sú pripojené mohutnými renálnymi tepnami na brušnú aortu a renálnymi žilami na dolnú dutú žilu. Obe obličky sú v brušnej dutine fixované. Fixačný aparát sa však môže uvoľniť, napr. pri prudkej strate tukovej vrstvy môže byť oblička pohyblivá a vyklíznúť zo svojho miesta - tzv. **blúdivé obličky** (*ren migrans*) (najmä u žien). U dospelých sú umiestnené o niečo vyššie ako u detí (tesne nad okrajom panvových kostí). Na strane ku chrbtici je zárez (**bránka** *hilus renalis*), cez ktorú vstupujú a vystupujú cievy a hlavne močovody, ako vývodné močové cesty lymfatické cievy. Smerom do obličky sa *hilus renalis* prehĺbuje do *sinus renalis*. Je to priehlbina obkolesená obličkovým parenchýmom, ktorá obsahuje obličkovú panvičku, cievy, nervy, väzivo a tuk. Na povrchu obličiek sa nachádzajú nadobličky – žľazy s vnútorným vylučovaním.

Na reze obličky sú vidieť dve časti. Povrchová vrstva, ktorá je bledočervená, svetlejšia a zrnitejšia štruktúra, je tzv. **kôra** obličky. Vo vnútri je tmavočervená žíhaná, pruhovaná časť, tzv. **dreň** obličky.

Dreň je tvorená **kužeľovitými útvarmi – dreňovými pyramídami** (ich počet sa pohybuje v rozmedzí 10-20) (*pyramides renales*), ktoré sa skladajú z dolných častí stočených kanálikov, Henleho kľučky a zberných kanálikov. Vrchol pyramídy obsahuje otvory ako vyústenia zberných kanálikov, smeruje do *sinus renalis*, kde zapadá do obličkových kalichov. Báza pyramíd je orientovaná ku kôre do ktorej prestupuje.

Kôra vybieha medzi pyramídami vo forme stĺpcov až k *sinus renalis*. Je pokrytá tuhým väzivovým puzdrom, obsahuje približne 1 milión mikroskopických funkčných a stavebných jednotiek obličiek tzv. *nefrónov*. Jeden nefrón meria približne 3 až 10 cm.

Nefrón je zložený z **telieska obličky** (*corpusculum renis*) a z **obličkových kanálikov** (*tubuli renales*). Teliesko obličky je tvorené **cievnym kľbkom** – kľbko vlásočníc (*glomerulus*) a **puzdrom kľbka** (*capsula glomeruli* – Bowmanov vaček). Dĺžka kanálikov vo svojom súbore predstavuje približne 10 km (obr. 13).



Obrázok 13: Stavba nefónu

Kľbko vlásočníc (*glomerulus*) je vtlačené do slepého začiatku obličkových kanálikov – dvojvrstvého Bowmanovho vačku. Vnútorň list vačku nalieha na kapiláry glomerulu a vonkajší tvorí **obal telieska** obličky (*corpusculum renis*). Medzi týmito listami je priestor,

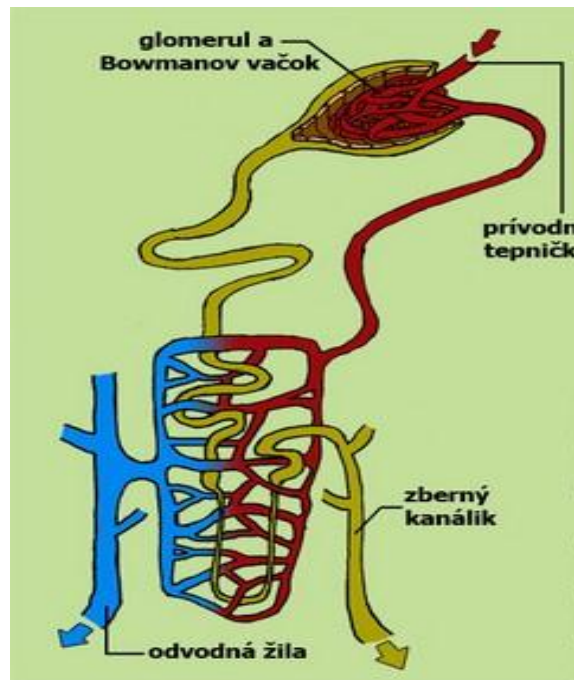
do ktorého sa z glomerulu dostáva ultrafiltráciou krvnej plazmy v cievach tzv. **primárny moč**. Z Bowmanovho vačku sa oddeľuje systém obličkových kanálikov: proximálny stočený kanálik, Henleho kľučka a distálny stočený kanálik.

Cievy vstupujúce do obličky sa nazývajú ako **obličkové (renálne) tepny**, ktoré privádzajú okysličenú krv z aorty. Naopak, odkysličená krv je z obličiek odvádzaná **obličkovými žilami** do dolnej dutej žily.

Renálne tepny sa po vstupe do obličky postupne rozvetvujú na čoraz drobnejšie vetvičky. Z každej z nich vystupuje v kôre obličky tzv. **prívodná cieva** (*vas afferens*), ktorá sa skrúca do zložitého cievneho kľbka glomerula, z ktorého sa krv odvádzá pomocou **odvodnej cievy** (*vas efferens*). Odvodná cieva sa rozvetvuje do kapilárnych sietí okolo obličkových kanálikov. Z týchto kapilár odteká krv do renálnych žíl a do dolnej dutej žily.

Miesto, kde vystupuje z puzdra kľbka odvodný kanálik (*proximálny tubulus*) sa nazýva *polus urinarius*. Jeho prvá časť je **stočená** (*pars contorta*) (stočený kanálik prvého rádu, pokračuje do **rovnej časti** (*pars recta*) v dreni obličky. Na rovnú časť nadväzuje zúžený kanálik, ktorý vytvára ohyb **Henleho kľučku** (niekedy označovaná aj ako Henleho slučka), ktorá sa prudko ohýba a pokračuje do rovnej a **stočenej časti distálneho tubulu** (stočený kanálik druhého rádu). Distálny kanálik ústi do **zberného kanálika** (*tubulus colligens*), ktorý zbiera moč z viacerých nefrónov (obr. 14).

Distálne kanáliky obličiek prechádzajú do zberných kanálikov, ktoré sa spájajú a ústia na vrcholkoch dreňových pyramíd obličky. Na vrcholčeky pyramídových dreňových výbežkov sa upínajú obličkové kalichy prechádzajúce do obličkovej panvičky a do močovodov. Cez kapiláry glomerúl preteká krv, ktorá sa v obličke filtráciou zbavuje látok, ktoré sa filtrovanou vodou dostávajú cez stenu kapilár a vnútornú stenu Bowmanovho vačku do štrbiny vačku a odtiaľ do kanálika tubulárneho aparátu obličky. Stena kapilár a vačku neprepúšťa krvné bunky (napr. erytrocyty, v opačnom prípade má človek „krv v moči“) a nefiltrujú sa tu prakticky žiadne plazmatické bielkoviny.



Obrázok 14: Kanáliky obličiek

Tekutina prefiltrovaná do štrbiny v Bowmanovom vačku sa nazýva primárnym močom. Za 1 minútu sa vytvorí 0,12 l filtrátu, každý deň je to približne 180 litrov tekutiny, t.j. primárneho moču. Prefiltruje sa všetko okrem krvných buniek a bielkovín. Primárny moč obsahuje vodu, rôzne soli, glukózu, vitamín C a malé množstvo aminokyselín. Vyše 99 % prefiltrovanej tekutiny sa však v **odvodných kanálikoch** (*tubuli renales*) vstrebáva späť, takže definitívne množstvo moču za 24 hod. je 1000-1500 ml. Filtrácia v glomerulách je závislá od filtračného tlaku, ktorým pôsobí tekutina na steny kapilár a vnútorný list Bowmanovho vačku. Okrem resorpcie majú odvodné kanáliky aj sekréčnú funkciu. V proximálnom tubule sa do moču vylučuje kreatinín, niektoré liečivá (napr. penicilín), v distálnom kanáliku draslík, amoniak.

Spätná resorpcia vody prebieha aktívnou činnosťou buniek v obličkových kanálikoch a je pod hormonálnou a nervovou kontrolou. Je podporovaná prítomnosťou **antidiuretického hormónu** vylučovaného zadným lalokom hypofýzy – neurohypofýzou. Pôsobí na distálnu časť nefrónu a vyvoláva zvýšenie spätnej resorpcie vody a tak dochádza k zníženiu diurézy. V prípade jeho nedostatku dochádza k dehydratácii organizmu, keďže dochádza k enormnému vylučovaniu vody. Táto hormonálna porucha sa nazýva *diabetes insipidus* (močová úplavica).

Definitívny moč obsahuje približne 95% vody, močovina, NaCl, organické kanáliky (kyselina močová), anorganické látky (Na, K, Ca, amoniak). Moč nesmie obsahovať bielkoviny, glukózu, krv, hnis. Množstvo vylúčeného moču závisí od mnohých faktorov (napr. teplota prostredia, množstvo a kvalita prijatých tekutín, rôzne psychofyziologické faktory a pod.). Farba moču závisí od obsahu urochrómu a od hustoty (tá závisí od príjmu a vylučovania tekutín). Množstvo vytvoreného moču sa nazýva **diuréza**.

Moč z obličiek sa dostáva do močovodov.

Odvodné močové cesty

Začínajú sa v obličkových kalichoch, ktoré sa spájajú do obličkovej panvičky vytvárajúcej lievikovitú nádržku zužujúcou sa do močovodu.

Močovod (ureter)

Je párový trubicovitý svalový orgán mierne zvlnený s 3 zúženiami (v nich vznikajú močové kamienky). Močovody tvoria dve sploštené rúrky dlhé okolo 25-30 cm s priemerom 5-7 mm a zostupujú do močového mechúra. Na povrchu sa nachádza väzivový obal, ďalej mohutná vrstva hladkej svaloviny, dôležitá na posun moču kontrakciami. Bohato prekrvená skrkvaná sliznica po 30 cm vstupuje do močového mechúra.

Močový mechúr (vesica urinaria)

Je dutý svalový orgán uložený za lonovou sponou, ktorý slúži ako rezervoár moču. Vnútorňa stena má tri otvory. Moč je do močovodu privádzaný do močového mechúra po kvapkách. Kapacita močového mechúra pri narodení je približne 20-50 ml, u dospelého je asi 250-450 ml. Hladké svalstvo mechúra, umiestnené v troch vrstvách, je bohato zásobené sympatickými a parasympatickými nervami. Okrem toho je v spojení s krížovou časťou miechy, kde sa signalizuje stav náplne močového mechúra. Vyprázdňovanie mechúra je (s výnimkou malých detí) pod kontrolou mozgovej kôry. Pri fyziologickom objeme 150-300 ml nastáva nutkanie na močenie. Napnutie stien vyvoláva vypudzovací reflex, ktorý vôľou môžeme tlmiť maximálne do kapacity 700– 1000 ml, potom nastáva pomočenie. U niektorých osôb, ktoré z profesionálnych dôvodov nemôžu vyhovieť fyziologickému núteniu na močenie, sa môže

kapacita močového mechúra zvýšiť až na 600 ml. Stavbu má podobnú ako močovody. Zvonku pokrýva močový mechúr väzivová blana, hornú a dolnú časť zadnej plochy pokrýva pobrušnica.

Močová rúra (urethra)

Umožňuje odtok moču z močového mechúra. Začína sa na dne močového mechúra. V ďalšom priebehu však jej dĺžka podlieha značným intersexuálnym rozdielom. U žien (*urethra feminina*) má dĺžku 3-5 cm a ústí pred vagínou do predsiene pošvy. U muža (*urethra masculina*) je dlhšia a má 12-20 cm. Prechádza z dna močového mechúra pod močovým mechúrom cez predstojnicu (*prostatu*) a vstupuje do penisu, kde končí na žaludi otvorom *ostium urethrae externum*. V časti od prostaty je močová rúra u mužov súčasne pohlavnou vývodnou cestou.

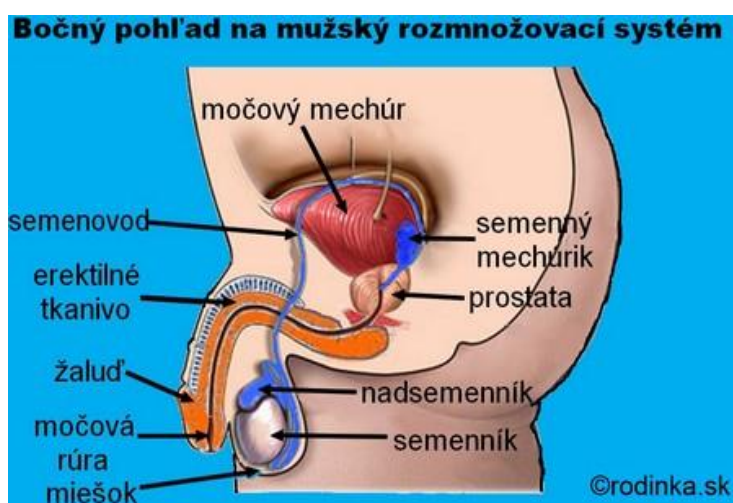
Stavba močovej rúry je rovnaká ako stavba močového mechúra. Odtok moču je ovládaný dvomi kruhovými svalovými zvieracmi. Zvieráč nachádzajúci sa pod močovým mechúrom pracuje reflexne (vnútorný tvorený z hladkej svaloviny), druhý nachádzajúci sa pred vyústením močovej rúry ovládaný vôľou (po určitú náplň) je tvorený priečne pruhovaným svalstvom.

Močenie je zložitý reťazový reflex. Po dosiahnutí fyziologickej náplne sa podráždia baroreceptory (nervové receptory na vnímanie tlaku), ktoré nervovou cestou vyvolávajú sťah vypudzovaného svalstva mechúra. Otvorí sa cesta z mechúra a moč sa vstrekuje do močovej rúry. Moč podráždi receptory v močovej rúre, odkiaľ sa podnety vedú do centrálnej nervovej sústavy, ktorá zabezpečí pretrvávanie kontrakcie svaloviny mechúra. Vyprázdňovanie močového mechúra sa nazýva mikcia. Vylučovanie moču nie je riadené len nervovo, ale aj hormonálne. Obličky samostatne vylučujú tkanivový hormón renín, ktorý vplýva na napätie cievnych stien.

Pohlavná sústava

Mužské pohlavné orgány (Organa genitalia masculina)

Pohlavné orgány sa rozdeľujú na vnútorné a vonkajšie. Medzi **vnútorné mužské pohlavné orgány** patria: semenníky, nadsemenníky, semenovody, semenné mechúriky, hľuzovo-močovo-rúrové žľazy a predstojnica. **Vonkajšie pohlavné orgány** sú pohlavný úd a miešok (obr. 15).



Obrázok 15: Pohlavná sústava muža

1. Vonkajšie pohlavné orgány

Pohlavný úd (penis)

Je erektilný kopulačný orgán cylindrického tvaru. Prebieha cez neho močová rúra. Skladá sa z dvoch **dutinkatých telies** (*corpora cavernosa penis*) a jedno **hubovité teleso** (*corpus spongiosum penis*), ktoré sú obalené väzivovou blanou. Na nej sa nachádza beztukové podkožné tkanivo, ktoré umožňuje pohyb kože proti základu. Na povrchu je jemná, posuvná pigmentovaná koža.

Vo všeobecnosti sa pohlavný úd skladá z **fixovanej časti koreňa** (*radix penis*) a voľnej kožou pokrytej **pohyblivej časti** (*corpus penis*). Kužeľovité zakončenie údu sa nazýva **žalud'**

(*glans penis*). Žalud' pokrýva kožná duplikatúra **predkožka** (*preputium*). Na spodnej strane je pripojená **uzdičkou predkožky** (*frenulum preputii*). Ochabnutý penis meria od lonovej spony 10-12 cm, pri obvode 8-9 cm. Erigovaný penis je priemerne 12,7 – 17,8 cm dlhý a má obvod 10-12 cm.

Mechanizmus erekcie:

Erekcia je nervový a cievny pochod. Podnetom k erekcii môže byť dráždenie povrchu penisu, ktorý je bohato inervovaný alebo zodpovedajúcimi psychickými podnetmi. Dutinkaté a hubovité telieska sú tvorené väzivom s veľkým množstvom **dutíniak** (*kaverny*), ktoré sa pri pohlavnom vzrušení plnia krvou. Ich vyprázdňovanie a napĺňanie realizujú tepny a žily tak, že krv sa vlieva cez závitové tepny do dutinkatých telies, čo spôsobuje ich naplnenie. Toto má za následok naplnenie lakún, čo je sprevádzané stoporením penisu (*erekciou*). Tým sa stlačia odvodné žily, čo sťažuje spätný odtok krvi. Ochabnutie stoporenia je vyvolané opätovným zvýšením tonusu hladkého svalstva tepien. Týmto sa krvný prítok znižuje a krv odteká z komôrok do žíl, čo spôsobuje ochabnutie údu.

Miešok (*scrotum*)

Je vakovitý útvar s párovou dutinou a semenníkmi vo vnútri dutiny. Tvorí obal pre semenníky, nadsemenníky a semenovody. Dutiny oddeľuje väzivová priehradka mieška. Povrch tvorí koža, na ktorej je predozadne prebiehajúci **šev** (*raphe scroti*). Koža je jemná, zvrásnená, tmavšia, riedko ochlpená a obsahuje potné a mazové žľazy.

2. Vnútorne pohlavné orgány

Semenníky (*testes*)

Sú párové žľazy vajcovitého tvaru, uložené mimo brušnej dutiny umiestené v miešku. Ľavý semenník býva väčší a ťažší. Uložený je o niečo nižšie ako pravý. Má veľkosť približne 4-5 cm, hmotnosť 25 g. Definitívnu veľkosť dosahujú semenníky medzi 20-30 rokom života.

Semenníky sú vo vnútri rozdelené na niekoľko častí. Zvnútra pletiva semenníka vystupujú väzivové priehradky, ktoré vnútro semenníka členia na semenníkové lalôčky (200-300). Vnútro týchto lalôčikov vyplňujú tenulinké stočené **semenovodné kanáliky** (*tubuli*

seminigeri contorti), ktorých stena je tvorená bazálnou membránou, na ktorú zvnútra nasadajú mužské pohlavné bunky v rôznom štádiu vývoja. Pri zadnom okraji semenníkov spájajú a spoločne vyúsťujú do kanálikov nadsemenníka. V stene semenovodných kanálikov rozlišujeme 2 typy buniek: zrelé spermie a Sertoliho nezrelé pohlavné bunky.

Dozrievanie spermií (spermiogenéza) je nepretžitým procesom, ktorý sa začína v období puberty a trvá až do neskorého veku. Dozrievanie spermií iniciuje luteotropný hormón vylučovaný predným lalokom hypofýzy (adenohypofýzou). Meióza spermií (redukčné delenie, pri ktorom sa diploidné bunky s plným počtom chromozómov rozdelia na haploidné bunky s polovičným počtom chromozómov) a ich ďalšie dozrievanie trvá asi 74 dní. Podmienkou normálnej tvorby spermií je prísna teplotná regulácia. Spermie dozrievajú len pri teplote asi o 4 stupne nižšej ako je teplota v brušnej dutine. Zrelé spermie obsahujú buď pohlavný chromozóm X alebo Y. Keďže ženské vajíčko má iba chromozóm X, pohlavie dieťaťa u človeka určuje muž. Ak s vajíčkom splynie spermia s pohlavným chromozómom X, oplodnené vajíčko bude mať sadu chromozómov XX, t.j. bude ženského pohlavia. Ak s vajíčkom splynie spermia Y, bude sa zygota (vyvíjajúce sa vajíčko) ďalej vyvíjať ako chlapec. Zrelé spermie sú uvoľňované do semenovodných kanálikov a zatlačované do nadsemenníka. Vo väzive semenníkov, ktoré vyplňajú priesory medzi semenovodnými kanálikmi sa nachádzajú tzv. Leydigove bunky. Leydigove bunky tvoria endokrinné tkanivo semenníka. Ich hlavným produktom je mužský pohlavný hormón **testosterón** prechádzajúci priamo do krvi. Ovplyvňuje vývin pohlavných orgánov, spermiogenézu a vznik sekundárnych pohlavných znakov (napr. ochlpenia, typ postavy a pod.). V dospelosti udržiava proces tvorby spermií. Svojím pôsobením na osifikáciu rastových chrupiek zastavuje rast tela a ovplyvňuje sexuálnu aktivitu muža. Testosterón vplýva na telo muža už počas prenatálneho vývinu. V tomto období však nejde o testosterón produkovaný Leydigovými bunkami, ale androgénmi nadobličiek.

Nadsemenník (epididymis)

Je párová trubica uložená na hornej a zadnej ploche semenníka dĺžky približne 5 cm. Má rozšírenú časť (*caput*) nasadajúcu na semenníky zhora, pokračuje do tela (*corpus*) a do chvosta (*cauda*), ktorý pokračuje do semenovodu. Do nadsemenníka ústia odvodné kanáliky semenníka. Je tvorený mnohonásobne **stočenými trubičkami** (*ductus epididymidis*), dĺžky 4-5 m. Určitý čas sa tu zdržiavajú a ukončujú svoje dozrievanie. Sekrét buniek nadsemenníkov

má osobitný význam pre látkový metabolizmus spermií a ich schopnosť pohybu. Zrelé spermie si udržujú v nadsemenníkoch úplnú funkčnú schopnosť asi 40 dní. Pri ejakulácii sú reflexne vytláčané kontrakciou svaloviny.

Semenovod (ductus deferens)

Je svalová rúra dlhá 35-40 cm prebiehajúca po oboch stranách semenníkov. Vede od nadsemenníkov do brušnej dutiny a pod močovým mechúrom ústí do močovej rúry, ktorá prechádza cez prostatu. Prebieha medzi dnom močového mechúra a konečníkom. Stena semenovodu sa skladá z hladkého svalstva, ktoré sa pri pohlavnom vzrušení zmršťuje. Zároveň nasáva z nadsemenníkov spermie a vypudzuje ich do močovej rúry.

Semenné mechúriky (glandulae vesiculosae)

Sú uložené na zadnej a spodnej strane močového mechúra. Väčšinou sú párové, 4-5 cm dlhé, obsahujúce poprehýbanú trubicu, ktorej vývod ústí do semenovodu. Tieto žľazy produkujú alkalický sekrét, ktorý sa primiešava k ejakulátu, zvyšuje mobilitu spermií a pravdepodobne zabezpečuje aj ich výživu.

Predstojnica (prostate)

Je svalovo-žľazový orgán veľkosti vlašského orecha (25 g) bledohnedej farby uložený pod dnom močového mechúra. Obaľuje močovú rúru a prestupujú ňou ejakulačné kanáliky. Tvorí ju 30-50 tubulo-alveolárnych žliazok, ktoré prostredníctvom 15-20 vývodov (*ductuli prostatici*) vyúsťujú do močovej rúry. Žľazy produkujú zakalený alkalický sekrét, ktorý vyprázdňujú počas rytmického zmršťovania svaloviny semenovodu a vypudzovania spermií z nadsemenníka pri pohlavnom akte. Sekrét zvyšuje životnosť a pohyblivosť spermií a neutralizuje kyslé prostredie pošvy. Obsah prostaty a semenných mechúrikov sa vyprázdňuje do močovej trubice. V nej sa premieša so spermiami a hlienovým sekrétom nadsemenníkov a vzniká **ejakulát** (*sperma*). Ejakulát je mierne alkalická lepkavá tekutina, obsahujúca sekréty nadsemenníkov, semenných mechúrikov, prostaty a hľuzovo-močovúrnych žliaz. Jeho množstvo sa pohybuje od 2-3 ml a je priamo úmerné veľkosti

semenníkov. Každý ml obsahuje viac ako 120 miliónov spermíí, t.j. pri pohlavnom styku sa uvoľní 300-400 miliónov spermíí. Ak je v dávke ejakulátu menej ako 40-50 miliónov spermíí hovoríme o impotencii. V nadsemenníkoch je uložené množstvo spermíí postačujúcich približne na 6 ejakulácií počas 24 hodín.

Hľuzovo-močovo-rúrová žľaza (*glandula bulbourethralis*)

Je párová žľaza veľkosti hrášku uložená za koreňom penisu. Vystupuje z nej kanálik, ktorý ústí do močovej rúry. Vylučuje lepkavý sekret primiešavajúci sa do ejakulátu.

Ženské pohlavné orgány (Organa genitalia feminina)

Sú zložené z vonkajších a vnútorných pohlavných orgánov. Medzi vnútorné ženské pohlavné orgány patria: vaječníky, vajíčkovody, maternica a pošva. Vonkajšie ženské pohlavné orgány sa nazývajú ženské ohanbie ku ktorému patria: vrch ohanbia, veľké a malé pysky ohanbia, predsieň pošvy, dráždec, malé a veľké predsieňové žľazy a hľuza pošvy (obr. 16).



Obrázok 16: Pohlavná sústava ženy

1. Vonkajšie pohlavné orgány

Ženské ohanbie (pudendum femininum)

Vrch ohanbia (*mons pubis*) je kožná vyvýšenina umiestnená pred symfýzou lonových kostí. Smerom dozadu prechádza do **veľkých pyskov ohanbia** (*labia majora pupendi*). Veľké pysky ohanbia sú pozdĺžne kožné záhyby podložené tukovým väzivom. Na vonkajšej strane sú tmavšie sfarbené a od puberty sú ochlpené, ochlpenie prechádza až na vrch ohanbia. Ide o terciárne ochlpenie (*pubes*). Medzi sebou uzatvárajú **štrbinu ohanbia** (*rima pudendi*).

Malé pysky ohanbia (*labia minora pudendi*) sú v štrbine ohanbia medzi veľkými pyskami, ktoré ich pokrývajú. Sú to tenké kožné valy, ktorých pigmentovaná koža má charakter sliznice. Ich podklad tvorí väzivo, ktoré neobsahuje tukové bunky. Obsahujú mazové žľazy. Sú to sliznicové riasy ohraničujúce vchod do pošvy. Pod sliznicou pošvového vchodu, najmä okolo vonkajšieho ústia močovej rúry, sú uložené predsieňové žľazy. V sliznici predsieni sú početné malé predsieňové žľazy (*glandulae vestibulares minores*) produkujúce hlien a udržiavajúce stálu vlhkosť **predsiene pošvy (*vulvy*)**. V spodine malých pyskov je uložená dlhá kvapkovitá hľuza predsieni (*bulbus vestibuli*) tvorená spleťou žíl. Za hľuzou je uložená párová **veľká predsieňová žľaza (*glandula vestibularis major*)**. **Veľká predsieňová žľaza (*Bartoliniho žľaza*)** sa nachádza pri dolnom okraji pošvového vchodu. Predsieňové žľazy vylučujú hlienovitý sekret, ktorý zvlhčuje vchod do pošvy. Smerom dopredu smerujú k dráždca a vytvárajú **predkožku (*preputium clitoridis*)** a **uzdičku (*frenulum clitoridis*)** **dráždca**. Smerom dozadu sa zužujú a prechádzajú do veľkých pyskov. Medzi malými pyskami je uložená predsieň pošvy do ktorej ústi vagína a pred ňou je vývod močovej trubice.

V mieste spojenia malých pyskov ohanbia je **dráždec (*clitoris*)**. Tvorený je dvoma **dutinkatými telieskami (*corpora cavernosa clitoridis*)** močovej rúry, ktoré sú podobné dutinkatým telesám penisu. Spájajú sa a tvoria **tele dráždca (*corpus clitoridis*)**, na ktoré nasadá zakrpatený **žalud' (*glans clitoridis*)**. Má podobnú stavbu i ontogenetický vývin ako penis, preto ho nazývame aj homologický orgán penisu. Podobnosť je najlepšie viditeľná počas prenatálneho vývinu – až do 4. mesiaca života plodu sa penis a klitoris prakticky nedajú rozoznať, preto sa prenatálna diagnostika pohlavia plodu pred 4. mesiacom nerobí. V dráždci a malých pyskoch ohanbia je veľké množstvo špecializovaných nervových zakončení z ktorých vychádzajú podnety k pohlavnému vzrušeniu sprevádzanému miernou erekciou dráždca a čiastočne aj malých pyskov ohanbia.

Pošva (*vagina*)

Svalovo-väzivová trubica merajúca 12-14 cm, ktorá tvorí spojenie medzi vonkajšími a vnútornými pohlavnými orgánmi. Začína sa od krčku maternice, popri ktorom vytvára **vagína klenbu (*fornix vaginae*)** a vyúsťuje do **predsiene pošvy (*vestibulum vaginae*)** medzi malými pyskami ohanbia. Pošva s maternicou zvierá uhol 90° uhol (*anteversio uteri*). Je vývodnou pôrodnou cestou a zároveň kopulačným orgánom ženy, uložená medzi močovou cestou a močovým mechúrom z jednej strany a konečníkom a análnym otvorom z druhej

strane. V okolí pošvy je riedke väzivo umožňujúce veľkú rozťahiteľnosť pri pôrode. Sliznicu pošvy, ktorá vytvára krkvy, pokrýva viacvrstvový dlaždicový epitel, ktorý prechádza v oblasti pošvovej časti krčka do epitelu vystielajúceho dutinu maternice. Pošvová sliznica síce neobsahuje žľazky, ale i napriek tomu je celá povlečená vrstvičkou hlienu. Hlien je produkovaný krčkom maternice. Aj na sliznici pošvy prebiehajú zmeny, ktoré súvisia s menštruačným cyklom a práve podľa nich možno určiť fázu menštruačného cyklu. Riedky hlien je typický pre ovuláciu, počas ktorej sa môžu spermie ľahšie dostať cez krček maternice. Naopak, počas luteálnej (sekečnej) fázy je hlien hustejší. Hlien a odlúpené bunky sliznice spolu tvoria belavý sekrét, ktorý rozkladajú mikroorganizmy normálne žijúce v pošvovej sliznici, na kyselinu mliečnu. Takto vzniká v pošve kyslé prostredie predstavujúce prirodzenú ochranu pred patogénmi, ktoré môžu vniknúť do pošvy cez vonkajšie pohlavné orgány).

Vchod do pošvy čiastočne uzatvára sliznicová riasa tzv. **panenská blana** (*hymen*). V hymene je malý otvor (*hymen semircularis*), ktorý umožňuje odtok menštruačnej krvi. Táto riasa má individuálny tvar, veľkosť a pevnosť. Pri prvom pohlavnom styku sa obyčajne radiálne trhá, pričom mierne krváca. Po prvom pôrode sa prakticky celá stratí. Podľa tvaru okrajov delíme hymen na niekoľko typov: *hymen anularis*, *h. cribriformis*, *h. finubriatus* a *h. septus*. Ojedinele môže otvor v panenskej blane chýbať – v takom prípade hovoríme o poruche *atresia hymenalis*, ktorá sa odstraňuje chirurgicky, pretože v opačnom prípade nedochádza k odtoku menštruačnej krvi. Posudzovanie hymenu má význam v súdnom lekárstve.

2. ***Vnútorne pohlavné orgány***

Sú uložené v malej panve a susedia s konečníkom a močovým mechúrom.

Vaječníky (ovaria)

Sú párové pohlavné žľazy oválneho mandľovitého tvaru, ležiace na bočných stenách panvovej dutiny, v prehlbenine pobrušnice po stranách maternice. Vaječníky sú fixované pomocou väziva. Veľkosť, tvar a povrch vaječníkov sa mení podľa ich veku aj funkčného stavu. Najväčšie sú medzi 20. a 30. rokom, potom sa pomaly zmenšujú, najviac po klimaktériu. Úplne vyvinutý vaječník je 2,5-5 cm dlhý, 1,5 cm široký, 1 cm hrubý a váži 6-10 g. Povrch vaječníkov je do puberty hladký, v období pohlavnej dospelosti sa mení, je

zbrázený drobnými jazvičkami po uvoľnených vajíčkach a od vyčnievajúcich folikulov. Vaječníky sú nielen pohlavnými žľazami produkujúcimi pohlavné bunky, ale sú aj významnými endokrinnými žľazami. Povrch je pokrytý epitelom, pod ktorým sa nachádza tenká väzivová vrstva. Vaječník sa skladá sa z kôrovej a dreňovej časti.

Dreň vaječníkov je utvorená z väziva, ciev a nervov vstupujúcich do vaječníka, ako aj z malého množstva hladkej svaloviny.

V kôre sú už pri narodení uložené nezrelé vajíčka (oocyty), ktoré sa však v detstve ďalej nevyvíjajú. Oocyty majú až do obdobia puberty diploidný počet chromozómov. V tomto období sa iniciuje pôsobenie hormónov adenohipofýzy – folikulostimulačného (FSH) a luteinizačného hormónu (LH). V kôre vaječníkov sa nachádzajú Graafove folikuly (*folliculi ovarici primarii et vesiculosi*). V oboch vaječníkoch sa nachádza približne 300-400 primárnych folikulov. Každý primárny folikul je tvorený drobnými folikulárnymi bunkami, medzi ktorými sa nachádza drobná nezrelá ženská pohlavná bunka – vajíčko. Niektoré z nich zanikajú a niektoré sa menia na *folliculi ovarici vesiculosi*, ktorých bunky produkujú hormón estrogén a obsahujú zrelú pohlavnú bunku vajíčko (ovulum). V čase dozretia vajíčka folikul praskne, folikulárna tekutina vystrekne a vyplaví zrelé vajíčko do pobrušnicovej dutiny. Vajíčko je zachytené brušným koncom vajcovodu a odtiaľ sa dostáva do dutiny maternice. Prasknutý Graafov folikul sa po vypudení vajíčka zacelí a vytvorí **žlté teliesko** (*corpus luteum*), ktoré pôsobí ako dočasná endokrinná žľaza produkujúca hormón progesterón. Ukladá sa v ňom žlté farbivo. V prípade ak nedošlo k oplodneniu žlté teliesko asi po 10. dňoch zaniká a mení sa na **belavú väzivú jazvičku** (*corpus albicans*). Ak dôjde k oplodneniu, žlté teliesko sa mení na žlté teliesko gravidity a funguje do 5. – 6. mesiaca vývinu plodu. Potom jeho funkciu preberá placenta. Progesterón počas gravidity inhibuje (brzdí) dozrievanie vajíčok a pôsobí na sliznicu maternice, v ktorej sa vyvíja embryo.

Menštruačný cyklus sa začína v puberte (medzi 12 – 14. rokom) a končí medzi 40 - 50 rokom života ženy (tzv. menopauza). V období embryonálneho vývinu je v každom vaječníku asi 6 -7 miliónov nezrelých vajíčok (oocytov). Pri narodení je v kôre už len 700 tisíc oocytov a do začiatku puberty sa ich počet naďalej znižuje, zostáva ich iba 300-400 000. V puberte sa dokončuje redukčné delenie (meióza), pričom z každého oocytu vzniká len jedna pohlavná bunka. V priebehu ovulačného cyklu sa zvyčajne jeden folikul začne účinkom FSH a LH zväčšovať a približovať sa k povrchu vaječníka. Vo folikule vznikne drobná dutinka s malým množstvom tekutiny. Zrelý folikul s dutinkou, obalmi a vajíčkom

nazývame Graafov folikul. Počas celého fertillného obdobia ženy však dozrie len 400-500vajčiek, t.j. väčšina folikulov degeneruje. Dodnes sa nepodarilo objasniť, ktoré folikuly sú určené na svoje dozretie a akým mechanizmom sa vyberajú. Graafov folikul dosahuje na konci svojho vývinu veľkosť 10-15 mm. Stúpajúci tlak tekutiny vo folikule napokon zapríčini jeho prasknutie, pričom sa vajíčko uvoľní von. Tento proces nazývame *ovulácia*. Uvoľnené vajíčko preniká do vnútorného ústia vajíčkovodu. Graafov folikul sa mení na žlté teliesko (viď vyššie). Hormonálne zmeny: Graafov folikul produkuje estrogény, po jeho prasknutí a vzniku žltého telieska sa tvorí aj progesterón. Estrogény determinujú špecifické sexuálne správanie ženy. Ich vplyvom začínajú rásť prsníky a podmieňujú aj ukládanie tuku. Estrogény teda regulujú vývin sekundárnych pohlavných znakov vrátane terciárneho ochlpenia tela (t.j. ochlpenia v podpazuší a v okolí pohlavných orgánov). Zasahujú aj do riadenia cyklických zmien na sliznici maternice. Progesterón pôsobí predovšetkým na sliznicu maternice a sekrečné bunky prsníkovej žľazy. Ovulačný cyklus trvá spravidla 28 dní (samotná ovulácia prebehne medzi 11-15 dňom ovulačného cyklu). Posledný deň menštruačného cyklu sa nazýva ischemická fáza.

Fázy menštruačného cyklu sa počítajú vždy od prvého dňa začatia ovulácie:

1. **Menštruácia** – odlúčenie a odstránenie poškodenej sliznice maternice a menštruačnej krvi. Priemerná strata krvi je 50-100 ml. Trvá približne 3 - 5 dní.
2. **Proliferačná (folikulárna) fáza** – rast novej sliznice maternice, ktorá je pod vplyvom estrogénov, dozrievanie Graafovho folikulu. V 14. deň cyklu obvykle Graafov folikul praská a dochádza k ovulácii. Trvá od 5-6 do 14 dňa cyklu.
3. **Sekrečná (luteálna) fáza** – sliznica maternice sa zväčšuje (dosahuje hrúbku až 5 mm), prekrvuje a rastú žliazky produkujúce hlien. Tieto zmeny sú ovplyvnené progesterónom vylučovaným žltým telieskom. Trvá od 14 do 27. dňa cyklu.
4. **Ischemická fáza** trvá posledných 24 hodín a nastáva 27. – 28. deň cyklu. Sliznica maternice už nie je pod vplyvom progesterónu a zo zadného laloka hypofýzy sa uvoľňuje oxytocín, čo vyvoláva niekoľkohodinové krčovité stiahnutie ciev zásobujúcich sliznicu. Nedostatočne prekrvená sliznica maternice sa rozpadne a následne dochádza k jej odlupovaniu a menštruačnému krvácaniu, t.j. k začiatku nového cyklu.



Obrázok 17: Pohlavná sústava ženy spredu

Vajíčkovody (*tubae uterinae*)

Sú párové svalové orgány upevňujúce sa na tzv. rohy maternice a smerujú k bočnej stene panvy, pričom sú voľne zavesené v pobrušnicovej riase, fixované **pobrušnicovým závesom** (*mesosalpinx*). Ich priemerná dĺžka je 10-15 cm. Vonkajší, lievikovito rozšírený koniec vajíčkovodu má na svojom obvode 15-20 **strapcovitých výbežkov** (*fimbriae tubae*), ktoré sa pri ovulácii primkávajú k povrchu vaječníka a zachytávajú uvoľnené vajíčko. Tento koniec je voľne otvorený do **pobrušnicovej dutiny** (*ostium abdominale tubae*). Druhý koniec vajíčkovodu ústí do dutiny maternice. Stena vajíčkovodu sa skladá zo špirálovitého usporiadaného hladkého svalstva, ktoré svojím rytmickým zmršťovaním (peristaltickými pohybmi) posúva vajíčko smerom k maternici. Stena vajíčkovodu je vystlaná sliznicou, ktorá vytvára záhyby a na povrchu je krytá jednovrstvovým riasinkovým epitelom. Pohyb vajíčka uľahčujú práve kmitajúce riasinky na vnútornej stene vajíčkovodu, ktoré kmitajú smerom k maternici. Pohyb vajíčka vo vajíčkovode trvá 3-5 dní. K oplodneniu dochádza približne vo vonkajšej tretine vajíčkovodu. Ak k oplodneniu nedôjde, vajíčko je vstrebané sliznicou vajíčkovodu alebo maternice. Na väzivo nasadá **pobrušnica** (*peritoneum*).

Maternica (uterus)

Je nepárový dutý svalový orgán hruškovitého tvaru, dlhý 7-9 cm, uložený medzi močovým mechúrom a konečníkom v malej panve. Maternica je tu naklonená dopredu. Je fixovaná pomocou väzivových pruhov, ktoré sa tiahnu od krčku k bočným stenám malej panvy a ku krížovej kosti. U žien, ktoré ešte nerodili má maternica dĺžku 6-8 cm, šírku 4-5 cm a hrúbku 2,5-3 cm, váži 40-50 g. Svoje rozmery mnohonásobne zväčšuje počas gravidity (hmotnosť sa zväčší až na 1000 g) a zasahuje do brušnej dutiny až pod bránicu. Po pôrode sa dostáva do svojho pôvodného tvaru avšak zostáva väčšia o 1 cm a o 30 g ťažšia.

Má 3 časti: Prvou časťou je **telo maternice** (*corpus uteri*), ktorá má trojuholníkovitý tvar a druhou časťou **dno maternice** (*fundus uteri*). Medzi dnom a telom po stranách vstupujú do maternice vajíčkovody. V tomto mieste dutina maternice vybieha do tzv. rohov maternice. Smerom nadol sa maternica zužuje do tretej časti maternice, tzv. **krčka maternice** (*cervix uteri*). Krčok sa rozdeľuje sa na dve časti. Jedna sa vnára do pošvy, *pošvová časť* a zakončuje sa *čípkom maternice*, druhá prechádza do tela maternice *nadpošvová časť*. Na vrchole krčku maternice je **otvor** (*ostium uteri*), prostredníctvom ktorého komunikuje dutina maternice s pošvou.

Stena maternice má 4 vrstvy: vonkajšia vrstva **primaterničné väzivo** (*perimetrium*), pod ňou je **podserózný povlak** (*parametrium*). Potom nasleduje hrubá **svalová vrstva** (*myometrium*). Najvnútornejšia vrstva je **sliznica** (*endometrium*).

Sliznica vystiela dutinu maternice a súčasne so zmenami, ktoré prebiehajú vo vaječníkoch, mení sa jej stavba a funkčný stav. Sliznica maternice pod vplyvom pohlavných hormónov estrogénu a progesterónu prekonáva cyklické zmeny (viď menštruačný cyklus). Sliznica maternice je pokrytá epitelom s riasinkami, ktoré kmitajú k otvoru maternice. Rozlišujeme dve vrstvy sliznice: bazálnu, ktorá nasadá priamo na svalovinu a funkčnú, ktorá mení hrúbku, stav a stavbu v závislosti od menštruačného cyklu (prípadne gravidity). Jej zmeny sú riadené hormonálne. V prípade oplodnenia sa do sliznice maternice **uhniezdňuje** (*niduje*) oplodnené vajíčko. Sliznica prostredníctvom tubulóznych žliazok produkuje pod vplyvom progesterónu sekrét do dutiny maternice, ktorý uľahčuje nidáciu. Ak však nedošlo k oplodneniu a nidácii vajíčka, odumiera a odlupuje sa funkčná časť sliznice a odchádza s neoplodeným vajíčkom a krvou z porušených ciev von z tela. Na sliznicu nasadá myometrium, ktorá tvorí najhrubšiu časť steny maternice. Je tvorená hladkými svalovými bunkami uloženými v troch vrstvách.

Na svalovinu maternice zvonka nasadá **väzivová vrstva** (*perimetrium*). Prechádza z maternice na konečník a močový mechúr a vytvára medzi nimi väzivové záhyby.

Pohlavné hormóny

Pohlavné hormóny regulujú pohlavné funkcie a s nimi súvisiace deje organizmu. Rozdeľujú sa na ženské (estrogény a gestagény) a mužské (androgény). Obe pohlavia však tvoria mužské aj ženské pohlavné hormóny, ale v rôznych koncentráciách. Sú tvorené v semenníkoch, vaječníkoch, počas gravidity v placentе a v malom množstve v kôre nadobličiek.

V semenníkoch činnosťou Leydigových buniek vzniká **testosterón**. Produkciu a vyplavovanie testosterónu riadi luteotropný hormón hypofýzy. Podobný účinok má **androsterón a androgény** kôry nadobličiek. Testosterón a androsterón majú maskulizačný účinok v organizme. Spôsobujú vývin sekundárnych pohlavných znakov mužského typu, ochlpenie ohanbia, rast hrtanu (mutácia hlasu), rast fúzov a celkové ochlpenie tela a formujú sa telesné proporcie. V dospelosti je tvorba testosterónu potrebná na udržanie vitality spermií.

Najdôležitejšie ženské hormóny sú **estrogény estradiol a estrón** a hormón žltého telieska **gestagén progesterón**. Tvorja sa hlavne vo vaječníkoch, v placentе a v malom množstve v kôre nadobličiek, u mužov v semenníkoch. Ich tvorba je riadená z hypofýzo-hypotalamického systému. Produkcia estrogénu je v detstve rovnaká u oboch pohlaví. V dospelosti produkcia u žien kolíše v závislosti od veku a štádia menštruačného cyklu. V období puberty sa ich účinkom zväčšujú malé pysky ohanbia, zvyšuje sa sekrečná funkcia a prekrvenie žliaz predsiene pošvy. Vplývajú tiež na vývin mliečnych žliaz, rast prsníkov, rozloženie tuku a formujú sa telesné proporcie. Po puberte endometrium rastie a svalstvo maternice mohutnie.

Progesterón sa tvorí v žltom teliesku, v kôre nadobličiek a v placentе. Najvyššia koncentrácia je na konci gravidity a pred menštruáciou. Udržiava funkčnú časť endometria v sekrečnej fáze, rozširuje alveoly prsnej žľazy, zrýchľuje dýchanie, pulzovú frekvenciu.

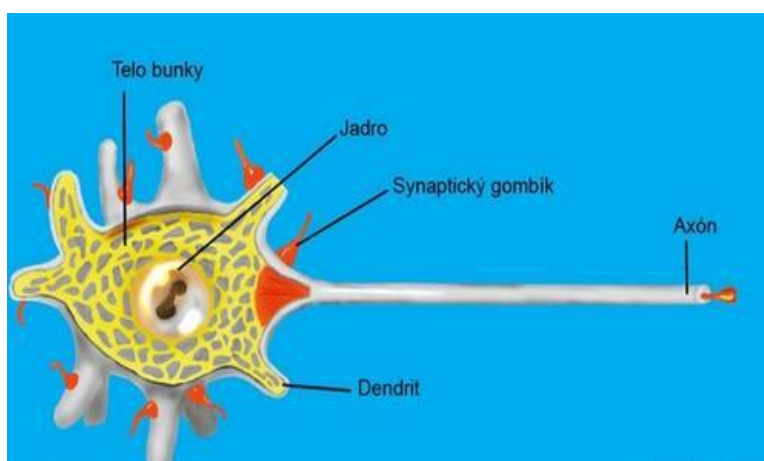
Počas gravidity sa v placentе tvorí **choriogonadotropín**, stúpa tvorba estrogénov, progesterónu a progesterónu žltého telieska. Zabezpečujú udržanie maternice vhodnú na vývin plodu, zastaviť dozrievanie ďalších primárnych folikulov a pripraviť mliečnu žľazu na produkciu mlieka. Na produkciu mlieka tesne pred a po skončení gravidity vplýva **prolaktín**.

Nervová sústava (*Systema nervosum*)

Nervová sústava je pravdepodobne najzložitejším systémom ľudského tela. Jej úlohou je zabezpečovať kontakt organizmu s prostredím, ale tiež zabezpečovať vnútornú integritu organizmu a koordináciu činnosti ostatných sústav.

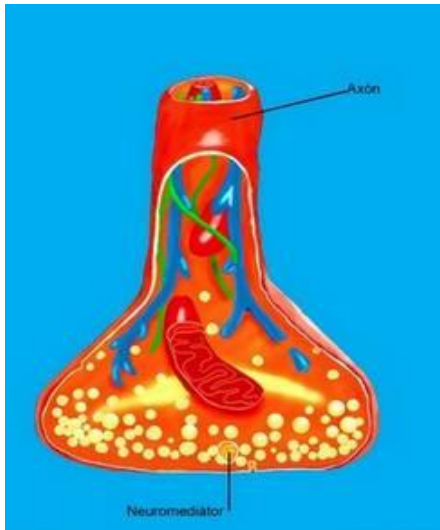
Jednou zo všeobecných vlastností živej hmoty je schopnosť odpovedať na zmeny vo vonkajšom alebo vnútornom prostredí. Živá hmota je dráždivá (iritabilita). Odpoveď organizmu na podráždenie je sprostredkované nervovou sústavou. Zmeny, ktoré vyvolávajú podráždenie nazývame **podnety** (*stimulus*). Podnety zaznamenávajú receptory (prijímače), ktoré ich spracúvajú na vzruchy.

Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou nervovej sústavy je **neurón** (obr. 18).



Obrázok 18: Stavba neurónu

Neuróny sú v CNS vzájomne poprepájané. Miesto spojenia medzi dendritom jedného neurónu a axónom (resp. telodendronom) iného neurónu sa nazýva synapsia. V synapsiách dochádza k prevodu vzruchu z jedného neurónu do druhého (obr. 19).



Obrázok 19: Synapsia

Na prenose vzruchu sa zúčastňujú:

1. receptor,
2. dostredivé (aferentné) vlákna obvodových nervov,
3. nervové ústredie v centrálnej nervovej sústave (CNS),
4. odstredivé (eferentné) nervové vlákna,
5. výkonný orgán (efektor).

Vzruch (impulz) je špecializovaná forma podráždenia, ktorá sa vyvinula z potreby prenosu informácií v organizme. Z receptorov sa prenášajú vzruchy nervovou cestou **dostredivým vláknom** do centra a z neho **odstredivým vláknom** do výkonných orgánov – **efektorov** (napr. sval). Podľa reflexnej teórie je reflex, t.j. prenos vzruchu z receptora nervovou dráhou na efektor, základným prvkom nervovej sústavy. Vzruch sa v synapsiách prenáša prostredníctvom chemickej látky – **mediátora**. Najčastejšími mediátormi sú acetylcholín, noradrenalín a dopamín. Keď prejde vzruch na koniec axónu, z tzv. presynaptickej membrány (napr. na konci telodendronu) sa uvoľní mediátor do synapsie a viaže sa na postsynaptickú membránu (napr. na dendrite ďalšej nervovej bunky). Tu vyvolá podráždenie alebo útlm. Mediátor je následne premenený na neúčinnú látku alebo vstrebaný do presynaptickej

membrány. Vzruch prechádza vždy iba jedným smerom. Na jednom neuróne môže byť aj niekoľko tisíc synapsí.

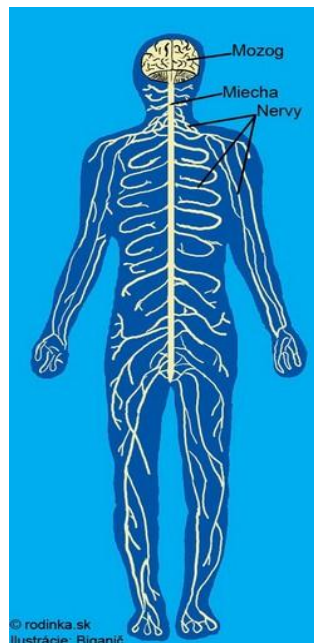
Receptory, ktoré sa prenose vzruchov zúčastňujú delíme na:

Exteroreceptory prijímajú podnety z vonkajšieho prostredia. Patrí sem receptor pre dotyk, tlak, teplo, chlad, bolesť, chuť. Zvláštnu skupinu tvoria telereceptory, ktoré prijímajú podnety zo vzdialeného zdroja (zrakový, čuchový, sluchový receptor).

Interoreceptory sú uložené na začiatku aorty, v rozvetvení krkavíc a v orgánoch. Zachytávajú podnety z vnútorného prostredia. Zaznamenávajú zmeny pH, zmeny napätia O_2 a CO_2 , zmeny osmotického tlaku krvnej plazmy, mozgovomiechového moku, chemického zloženia krvi, a pod.

Proprioreceptory sa nachádzajú vo svaloch, šľachách a kĺboch. Informujú o polohe a pohybe tela v priestore.

Z anatomického hľadiska môžeme nervovú sústavu rozdeliť na centrálnu nervovú sústavu (CNS) (mozog a miecha) a periférnu nervovú sústavu (spojenie CNS s ostatnými orgánmi tela – nervy mozgové, miechové, vegetatívne) (obr. 20).



Obrázok 20: Nervová sústava

Delenie nervovej sústavy je umelé, keďže funguje vždy ako neoddeliteľný celok. Vo všeobecnosti mozgové a miechové nervy inervujú priečne pruhované svalstvo a vegetatívne nervy inervujú hladké svalstvo.

Centrálne nervová sústava

Je tvorená mozgom a miechou a rozlišujeme v nej dva typy hmoty: bielu a šedú.

Šedá hmota je tvorená telami nervových buniek a ich krátkymi výbežkami. Jej funkciou je analýza a syntéza vzruchov. Tvorí kôru alebo jadrá vo vnútri mozgu.

Bielu hmotu tvoria dlhé výbežky nervových buniek, ktoré sa združujú do nervových dráh a vedú vzruchy.

Obaly centrálnej nervovej sústavy

Mozog je uložený v lebke a je chránený obalmi pleny.

Mozog človeka spotrebuje približne štvrtinu celkovej energie, ktorú denne prijímame, napriek tomu, že pri porovnaní s celým telom je pomerne malý.

Vonkajšia tvrdá plena (*dura mater*) vystieľa lebečnú dutinu, je k nej pritlačená. Tvorí pevný obal pre mozog. Okolo miechy vytvára miechový vak. Pod tvrdou plenou sú 2 mäkké pleny: vonkajšia a vnútorná.

Vnútorná (mäkká) plena (*pia mater*) obaľuje povrch mozgu aj miechy, je bohato prestúpená cievami. Na povrchu mozgu vniká do všetkých brázd.

Vonkajšia (mäkká) plena – pavúčnica (*arachnoidea*) nevníka do záhybov mozgu, takže medzi vonkajšou a vnútornou plenou vznikajú štrbiny. Sú vyplnené mozgovomiechovým mokom. Mozog a miecha sú mozgovomiechovým mokom obklopené, nadľahčované a chránené pred otrasmi a nárazmi.

Mozgovomiechový mok (*liquor cerebrospinalis*) je číra bezfarebná tekutina. Normálne neobsahuje takmer žiadne bunky, obsahuje nepatrné množstvo rozpustených bielkovín a glukózy. Zmeny v zastúpení týchto látok signalizujú zápal. Okrem priestorov medzi plenami vyplňa aj mozgové komory.

Mozgové komory (dutiny CNS)

IV. mozgová komora je v predĺženej mieche, prechádza úzkym kanálikom do III. mozgovej komory v medzimotozgu, ktorá otvorní komunikuje s dvomi postrannými mozgovými komorami (I. a II.) – každá je v jednej hemisfére predného mozgu. Mok sa v komorách neustále tvorí a jeho nadbytok je vstrebávaný do mozgových žíl a žilových splavov.

Chrbtová miecha (medula spinalis)

Je tvorená 40-45 cm dlhým valcovitým povrazcom v kostenom kanáli. Horný koniec plynule prechádza do predĺženej miechy. Dolný koniec sa kužeľovito zužuje a končí sa vo výške 2. bedrového stavca (preto je možné vpichom injekčnej ihly medzi 3. a 4. bedrovým stavcom odobrať mozgovomiechový mok k diagnostickým účelom bez toho, aby bola zasiahnutá miecha (lumbálna punkcia)).

Na povrchu miechy je 6 pozdĺžnych rýh. Na prednom a zadnom otvore miechy je viditeľná hlboká ryha, ktorá naznačuje rozdelenie miechy na 2 polovice. Na každej z týchto polovic môžeme pozorovať ďalšie dve (prednú a zadnú) plytké brázdy. Z prednej brázdy vystupujú motorické (pohybové) odstredivé vlákna. Zadnou brázdou vstupujú do miechy senzitívne vlákna – dostredivé. Spojením predných a zadných koreňov vznikajú miechové nervy, ktoré vystupujú medzistavcovými otvormi. Časť miechy, z ktorej vychádza jeden pár miechových nervov nazývame **miechový segment**.

Usporiadanie šedej a bielej hmoty

Stredom miechy prechádza centrálny kanálik, okolo ktorého je rozložená šedá hmota, ktorá na priereze pripomína písmeno H.

Biela hmota obklopuje šedú hmotu. V každej polovici je rozdelená na 3 časti: zadnú, postrannú a bočnú, pričom zo všetkých oddielov vychádzajú povrazce tvorené nervovými vláknami. Vlákna prechádzajú z miechy do mozgu alebo zostupujú z mozgu do miechy. Súbor vláken, ktoré vychádzajú z rovnakého miesta a smerujú spoločne do iného miesta sa nazývajú **nervová dráha**. Názov dráhy označuje odkiaľ a kam dráha smeruje.

Miechové nervové dráhy

Krátke dráhy spájajú miechové segmenty. Dlhé dráhy sa rozdeľujú na zostupné a vzostupné.

Zadné povrazce sa skladajú z dráh, ktoré prenášajú vzruchy z receptorov do vyšších oddielov NS – sú vzostupné. Ich úlohou je sprostredkovanie vnímania dotyku, tlaku a hmatových pocitov.

Predné povrazce obsahujú zostupné dráhy – impulzy z mozgovej kôry pre vedomé pohyby končatín a trupu.

Bočné povrazce obsahujú obidva typy dráh zostupné aj vzostupné.

Miecha teda plní dve základné funkcie: prevodovú a reflexnú.

Prevodová funkcia vyplýva zo stavby nervových dráh. Biela hmota sprostredkúva spojenie medzi miechou a vyššími oddielmi CNS (vyššie oddiely môžu kontrolovať činnosť šedej hmoty v mieche).

Reflexná funkcia spočíva v zabezpečovaní pokojového napätia vo svaloch a jednoduchých svalových pohybov predovšetkým obranného charakteru (obranný pohyb vyvolaný bolestivým podnetom). Miecha reguluje reflexne aj mikciu, defekáciu, erekciu a ejakuláciu. Anatomickým základom reflexu je reflexný oblúk.

Vzostupné dráhy

1. **Spinotalamická dráha** je senzitívna dráha, ktorá vedie vzruchy kožnej citlivosti (bolesť, teplo, chlad, tlak). Končí v medzimozgu, tu sa prepojením ďalšieho neurónu dostáva do temenného laloka.

2. **Spinocerebrálna dráha** vedie do mozočku a sprostredkúva vedenie vzruchov z kĺbových, svalových a šľachových proprioreceptorov. Podieľa sa na regulácii svalového napätia a svalovej koordinácii (prechádza postrannými povrazcami).

3. **Dráha hlbokaj citlivosti** vedie zadnými miechovými povrazcami. Touto dráhou prichádzajú do mozgu vzruchy z kože, kĺbov, šliach a svalov (hlboká bolesť v útrobach).

Zostupné dráhy (motorické)

Vchádzajú zo šedej hmoty mozgu, prebiehajú v predných a postranných povrazcoch miechy.

1. *Pyramídová dráha* (hlavná motorická dráha alebo dráha práce a reči)

Začína v pyramídových bunkách šedej mozgovej kôry, predovšetkým v zadnej časti čelového laloka. Prebieha cez bazálne gangliá koncového veľkého mozgu, stredný mozog a Varolov most.

Na hranici predĺženej a chrbtovej miechy sa pyramídová dráha kríži tak, že vlákna vedúce z pravej polovice veľkého mozgu vstupujú do ľavej polovice miechy a naopak (dráha práce). Časť vlákien (v predĺženej mieche) sa oddeľuje a vstupuje do svalov stimulujúcich artikuláciu reči (jadrá nervov ovládajú jazyk, prehĺtanie a mimické svaly).

Pyramídová dráha je fylogeneticky mladá, preto jej dozrievanie a myelinizácia prebieha až v postnatálnom vývine medzi 2. - 4. rokom života.

2. *Extrapiramídová dráha* zahŕňa ostatné zostupné dráhy. Vychádzajú z rôznych útvarov šedej hmoty mozgu (okrem kôry koncového mozgu), najmä zo stredného mozgu. Končia v predných stĺpcoch miechy.

Tieto dráhy sa podieľajú na udržiavaní svalového napätia, rovnováhy a ovládajú všetky mimovoľné automatické a poloautomatické pohyby ako sú chôdza, plávanie, tanec a pod.

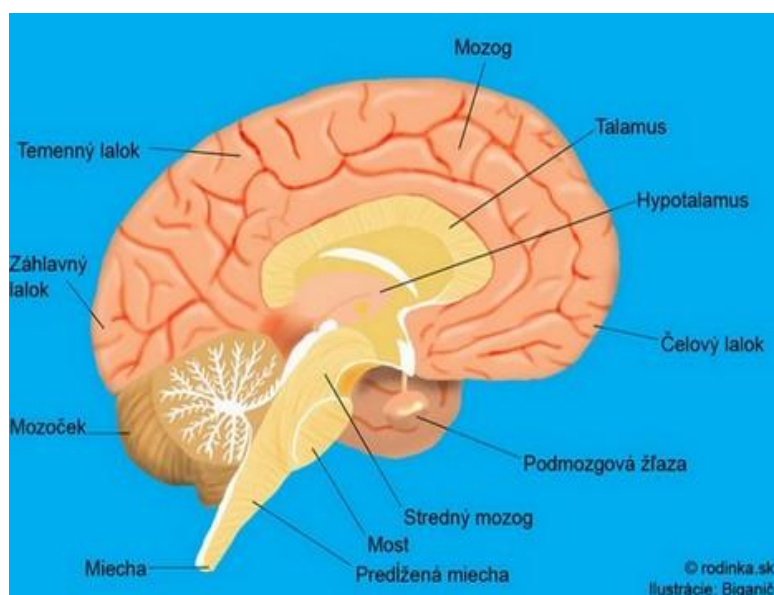
Funkcia chrbtovej miechy

U nižších stavovcov má riadiacu funkciu. U vyšších stavovcov sa v súvislosti s rozvojom mozgu miecha stáva hlavne spojovacím článkom medzi mozgom a ostatnými orgánmi tela a tiež má reflexnú funkciu.

Mozog (encephalon)

Je uložený v mozgovni. Hmotnosť mozgu dospelého človeka je 1500 g, u novorodenca 400 g. Počas ontogenetického vývinu vzniká z hlavového konca nervovej trubice, ktorá sa zakladá z ektodermu na chrbtovej strane embrya.

Mozog sa delí na predĺženú miechu, Varolov most, mozoček, stredný mozog, medzimotozog a koncový mozog (telencephalon). Predĺžená miecha, Varolov most a stredný mozog tvoria mozgový kmeň (*truncus cerebri*) (obr. 21)



Obrázok 21: Stavba mozgu

Predĺžená miecha (*medulla oblongata*)

Je plynulým pokračovaním chrbtovej miechy, dĺžky 20-25 mm. Zvrchu je prekrytá mozočkom a je s ním spojená mozočkovými ramienkami. Vnútri je IV. mozgová komora. Z prednej strany vystupuje VI. až XII. pár mozgových nervov.

Usporiadanie šedej a bielej hmoty je iné ako v chrbtovej mieche. Na prednej časti (na klinovej kosti) je prevažne biela hmota. Obsahuje vzostupné a zostupné dráhy (k týmto dráham pristupujú ďalšie dráhy z polohových, pohybových a sluchových receptorov vnútorného ucha). Na zadnej strane, ktorá tvorí dno mozgovej komory je šedá hmota. Sú v nej jadrá niektorých mozgových nervov a niektoré centrá životne dôležitých nepodmienených obranných reflexov (sanie, vylučovanie slín, prehĺtanie, sekrécia žalúdočných štiav, a pod.).

Retikulárna formácia

Pod súvislou vrstvou šedej hmoty na spodine IV. mozgovej komory je v bielej hmote sieťovito roztrúsená šedá hmota nazývaná retikulárna formácia (lat. *reticulum* – sieťka). Z predĺženej miechy siaha ďalej do ostatných častí mozgového kmeňa a medzimotozgu.

V retikulárnej formácii sú dve dôležité centrá: centrum dýchania a krvného obehu. Vzostupné dráhy, ktoré vedú z retikulárnej formácie do mozgovej kôry privádzajú vzruchy udržiavajúce mozgovú kôru v základnej aktivite (v bdení). Poškodenie retikulárnej formácie môže vyvolať dlhotrvajúci spánok (kóma).

Všetky nervové dráhy, ktoré smerujú k mozgovej kôre (vzostupné) vysielajú do retikulárnej formácie postranné (kolaterálne) vlákna, ide o tzv. nešpecifický senzitivný systém. Z prostredia však pôsobí na organizmus veľké množstvo podnetov, informácií. Uvedomujeme si však len niektoré z nich, pretože šedá hmota mozgového kmeňa aktivizuje mozgovú kôru len k prijatiu tých informácií, ktoré sú v danom okamihu potrebné a nevyhnutné.

Varolov most (pons Varoli)

S mozočkom je spojený ramienkami. Vystupuje z neho V. pár mozgových nervov – trojklaný nerv. Cez Varolov most prebiehajú vlákna pyramídovej dráhy. Je to dôležitý spojovací článok medzi mozgovou kôrou a nižšími časťami CNS, hlavne s mozočkom.

Mozoček (cerebellum)

Je uložený nad predĺženou miechou a Varolovým mostom. Skladá sa z dvoch hemisfér, ktoré sú v strednej časti spojené tzv. **mozočkovým červikom** (*vermis cerebelli*). Mozočkovými ramienkami je spojený s predĺženou miechou, mostom a stredným mozgom. Na povrchu mozočku je šedá hmota, vo vnútri je biela. Charakteristické rozvetvenie bielej hmoty na priereze mozočka vytvára tzv. **strom života** (*arbor vitae*). V hĺbke bielej hmoty sa nachádzajú zhluky nervových buniek, ktoré tvoria mozočkové jadrá.

Mozoček má významnú funkciu pri regulácii svalového napätia pri automatickom udržiavaní rovnováhy. Je dôležitý pri koordinácii vôľou riadených pohybov, najmä jemných, rýchlych

a presných. Prichádzajú sem vzruchy z rovnovážnych statokinetických orgánov vnútorného ucha, kĺbov, šľachových a svalových proprioreceptorov, receptorov kože, vegetatívnych orgánov, zraku a sluchu. Mozočková kôra integruje tieto vzruchy spolu s informáciami prichádzajúcimi z motorickej oblasti mozgovej kôry.

Do mozočku ústia niektoré vzostupné dráhy, no rovnako je súčasťou extrapyramídových a pyramídových dráh vedúcich z kôry telencephalonu. Veľmi dôležité je prepojenie mozočku s kôrou koncového mozgu. V spomenutom spojení sa uplatňuje princíp spätnej väzby. Jej vplyv môže byť povzbudzujúci alebo tlmivý.

Poškodenie: ťažké poruchy v spôsobe vykonávania pohybov, hypotónia (znížený tonus svalstva), porušenie koordinácie svalov hovoričiek – nepravidelnosť a prerývanosť prejavu. Intoxikácia etylalkoholom spôsobuje zmeny v koordinácii pohybov.

Stredný mozog (mesencephalon)

Je to najmenší oddiel mozgu. Spodná časť je tvorená bielou hmotou – sprostredkúva spojenie vzostupných a zostupných dráh. V strednej časti sú jadrá III. a IV. páru mozgových nervov (okoohybne nervy). Uprostred strednej časti leží červené jadro (zhluk šedej hmoty a retikulárnej formácie). Z tohto jadra vychádza rubrospinálna extrapyramídová motorická dráha, ktorá reguluje svalové napätie. Taktiež tadiaľto prechádza Sylviov kanálik spájajúci IV. a III. mozgovú komoru. Na hornej strane stredného mozgu sú dva páry hrbolkou tzv. štvorhrbolie. Do prednej časti hrbolkov vstupujú niektoré vlákna zrakového nervu, do zadnej časti niektoré nervy sluchovej dráhy. Štvorhrbolie je podkôrové centrum, ktoré na zrakové a sluchové podnety sprostredkuje pohybové reakcie očí, hlavy a celého tela. Pod predným párom hrbolkov je centrum zrenicového reflexu, ktorý sa prejavuje zúžením zrenice pri intenzívnejšom osvetlení.

Medzimotozog (diencephalon)

Vo vnútri je III. mozgová komora. Strop komory je blanitý a je k nemu pripojená šištička (*epifýza*), ktorej funkcia nie je celkom istá. Bočné steny tvoria pravý a ľavý medzimotozgový hrbol – thalamus, spodnú stenu spodina medzimotozgu – hypothalamus.

Thalamus je spojený s mozgovou kôrou, to znamená, že do mozgovej kôry prepája vzruchy z nižších oddielov centrálného nervstva, ale jeho činnosť je zároveň riadená mozgovou kôrou. Thalamus je predovšetkým prepojovacou stanicou takmer všetkých aferentných vlákien vedúcich z receptorov do mozgovej kôry. V thalame nadobúdajú všetky vzruchy citové zafarbenie. Pri prudkých citových reakciách (afektoch) vyvoláva thalamus vegetatívne a motorické reakcie (zblednutie, plač, búšenie srdca, a pod.) tým, že vysiela impulzy k vegetatívne aj extrapyramídovému systému.

Hypothalamus

Pod hypothalamom je **mozgový prívesok – hypofýza**. Zadný lalok hypofýzy je s hypothalamom spojený **stopkou**. Hypothalamus je najdôležitejším nadradeným koordinačným centrom vegetatívnych funkcií. **Parasympatické nervy** majú regulačné centrá v predných lalokoch hypotalamu, sympatické v zadnej časti hypotalamu. Dráždením parasympatika sa rozširujú cievy, zvyšuje sa pohyb (peristaltika) žalúdka a spomaľuje sa srdcová činnosť.

Sympatické nervy zvyšujú krvný tlak, zrýchľujú srdcovú činnosť a znižujú činnosť tráviacej sústavy (rozširujú cievy srdca a svalov, zužujú cievy vnútorných orgánov).

Niektoré jadrá hypotalamu vykazujú neurosekrečnú aktivitu. Produkujú hormóny, ktoré prechádzajú do zadného laloka hypofýzy (antidiuretický hormón a oxytocín).

V strednej oblasti hypotalamu sú centrá sýtosti a hladu (riadia metabolizmus tukov a sacharidov). Narušenie centra sýtosti vedie k abnormálne zvýšenej chuti do jedla. Porušenie funkcie centra hladu vedie k strate chuti a chudnutiu.

Termoregulačné ústredie v hypotalame: predné laloky spôsobujú pri zvýšení teploty potenie a rozširovanie ciev, zadné laloky vyvolávajú produkciu tepla – zvýšenie metabolizmu a kontrakciu svalstva.

Ďalšie funkcie: riadenie objemu telesných tekutín, stáleho osmotického tlaku, príjmu vody a riadenie afektívneho a sexuálneho správania.

Predný mozog (prosencephalon) alebo koncový mozog (telencephalon)

Je zložený z 2 hemisfér, ktoré sú navzájom spojené svorovým telesom (*corpus callosum*), ktoré predstavuje zhluk bielej hmoty. Na povrchu hemisfér je šedá hmota, plášť (*pallium*). Vnútro vyplní biela hmota. V spodnej časti sú jadrá šedej hmoty (spodinové uzliny, bazálne gangliá).

Povrch hemisfér tvoria brázdy (*sulci*), medzi ktorými sú závitky (*gyri*). Najaväčšou brázdou je centrálna (Rolandova) brázda. Je na prednej strane asi uprostred medzi predným a zadným pólom poglobule. Hlboká brázda po stranách sa označuje ako postranná jama (*fossa cerebri lateralis*). Tieto brázdy rozdeľujú hemisféry na jednotlivé laloky. Pred Rolandovou brázdou je čelový lalok, za ňou je temenný lalok, pod postrannou jamou leží spánkový lalok. Vzadu za spánkovým a temenným lalokom je tylový lalok záhlavový.

Evolúcia predného mozgu

Vývojovým základom každej hemisféry sú bazálne gangliá a plášť zo šedej hmoty, ktorá ich prekrýva. U rýb sa plášť rozlišuje na dve časti archipallium a paleopallium. Medzi nimi sa u plazov vyvíja neopallium. Najväčší rozvoj neopallia nastáva u cicavcov. U človeka zaujíma neopallium 90% hemisfér (*allocortex* a *neocortex*). Fylogeneticky staré útvary plášťa sú v mozgu človeka značne redukované a zatlačené na spodnú a vnútornú stranu hemisfér. Sú základom limbického systému.

Limbický systém

Je najstaršou časťou kôrového tkaniva a má jednoduchú stavbu. Skladá sa z kôrového lemu obklopujúceho spodnú časť mozgovej hemisféry a zo skupiny útvarov – *hippocampus* a *amygdala*. Najpočetnejšie spojenia sú medzi limbickým systémom a hypothalamom a thalamom. Zúčastňuje sa na koordinácii vegetatívnych a somatických funkcií pri emocionálnom správaní. Hoci sú emotívne prejavy tlmené mozgovou kôrou nedajú sa ani iniciovať ani zabrzdiť. Uplatňujú sa na riadení sexuálneho správania, strachu a pod.

Biela hmota predného mozgu

Podľa smerov vedenia vzručov rozdeľujeme nervové dráhy v bielej hmote na asociačné, komisurálne a projekčné.

Asociačné dráhy spájajú rôzne útvary kôry v tej istej hemisfére. Umožňujú analyticko-syntetickú činnosť kôry.

Komisurálne dráhy spájajú rovnaké miesta kôry obidvoch polorúľ.

Projekčné dráhy spájajú kôru s nižšími oddielmi CNC (kôra-bazálne gangliá).

Mozgová kôra

Fylogeneticky strašia allocortex, mladšia neocortex – je fylogeneticky najmladšia a najdokonalejšia časť mozgu. Je hrubá 2-5 mm, z histologického hľadiska je tvorená 6 vrstvami buniek.

Kôra riadi činnosť organizmu a je sídlom vyššej nervovej činnosti. Registruje, analyzuje a syntetizuje vzruchy, ktoré do nej prichádzajú, vydáva impulzy čím odpovedá na zmeny. V kôre sú miesta s identickou mikroskopickou stavbou a funkciou a nazývajú sa **kôrové projekčné miesta**. Väčšinou sú párové a sú uložené na rovnakých miestach v obidvoch hemisférach. Do týchto kôrových oblastí sa premietajú informácie z rôznych častí tela. Kôrové oblasti do ktorých prichádzajú vzruchy z rôznych nervových zakončení sa nazývajú **kôrové analyzátory**. Kôrové centrá zaujímajú malú časť kôry. Rozsiahlejšiu oblasť tvoria asociačné oblasti umožňujúce prepojenia rôznych častí kôry.

Motorické kôrové centrum je uložené v čelovom laloku pred centrálnou brázdou. Vychádzajú z neho zostupné vlákna pyramídovej dráhy.

Motorické **kôrové centrum reči** – Brokovo. Poškodením vzniká neschopnosť vyjadriť myšlienky hovorenou rečou (motorická afáza).

Kôrové centrum kožnej citlivosti leží v temennom laloku (bolesť, chlad, teplo, dotyk).

Zrakové centrum je uložené v tylovom záhlavovom laloku. Končí sa v ňom zraková dráha. Tesne vedľa zrakového centra leží v dominantnej hemisfére vizuálne centrum reči.

Sluchové centrum v hornom závite spánkového laloku. Vedú sem vlákna z vnútorného ucha (cez talamus). V zadnej časti sluchového centra je v dominantnej hemisfére oblasť **akustického centra reči**. Sluchové centrum vníma všetky zvuky okrem zvukov ľudskej reči.

Chuťové centrum nachádza sa nad postrannou jamou za zadným centrálnym závitom.

Čuchové centrum sa nachádza na spodine čelového laloku. Pri defektoch dochádza k strate identity, sebaujímania, chybnému vnímaniu okolia a cudzích jedincov.

Dominancia hemisfér a lateralita

Najvyššie funkcie človeka, schopnosť práce a reči sú lateralizované (umiestnené len na jednej strane). Sú na seba viazané lokalizáciou v tesnej blízkosti. Hemisféra, z ktorej sú riadené najvyššie funkcie je dominantná, má dokonalejšiu štruktúru. Pod funkčnou lateralitou rozumieme diferencie vo výkonnosti párových zmyslových a motorických orgánov.

Obvodové nervy

Delíme ich na mozgové, miechové a vegetatívne. Podľa smeru vedenia vzruchov rozlišujeme obvodové nervy na dostredivé, odstredivé a zmiešané.

Dostredivé nervy sú senzitívne, vedú podnety týkajúce sa tepla, chladu, dotykov, zraku a pod. z kože, svalov, šliach a útrobných orgánov a ďalších zmyslových receptorov.

Odstredivé nervy obsahujú vlákna odstredivé – vzruchy vedú k svalom (motorické vlákna) alebo k žľazám (sekretorické vlákna).

Väčšina obvodových nervov sú nervy zmiešané. Obsahujú dostredivé a odstredivé vlákna.

Mozgové nervy

Je ich 12 párov, I-V pár vystupuje z mozgu, VI-XII z predĺženej miechy.

I. Čuchové nervy (*nervi olfactori*) tvoria dostredivé senzorické výbežky čuchových buniek. Vystupujú z čuchovej oblasti nosovej sliznice, prechádzajú dierkovanou platničkou čuchovej kosti a končia v čuchovej oblasti mozgu (*bulbus olfactorius telencephalon*). Vedú čuchové vzruchy.

II. Zrakový nerv (*nervus opticus*) – začína sa na receptoroch v sietnici oka, vstupuje do lebečnej dutiny, kde si vymieňa niektoré vlákna s druhostranným zrakovým nervom a zakončuje sa v nižších zrakových oblastiach mozgu (časť vlákna smeruje do štvorhrbolia)

- III. Nerv okohybný (*nervus oculomotoricus*) inervuje väčšinu okohybných svalov.
- IV. Kladkový nerv (*nervus trochlearis*) inervuje jeden okohybný sval.
- V. Trojklaný nerv (*nervus trigeminus*) – vzniká spojením dvoch senzitivných a jednej zmiešanej vetvy. Je hlavným senzitivným nervom hlavy. Senzitivne vlákna sa začínajú pri receptoroch kože tváre a sliznice ústnej a nosovej dutiny. Senzitivne inervuje aj oko a zuby. Senzitivne aj motorické vlákna ležia na spodine štvrtej mozgovej komory (pons Varoli).
1. Vetva – senzitivne vlákna z receptorov kože čela, horných mihalníc a nosného koreňa.
 2. Vetva – senzitivne vlákna z receptorov tváre, vonkajšieho nosa, podnebia a zubov hornej čelusti.
 3. Vetva je zmiešaná – dolná čelusť, jazyk, spánky, motorické vlákna zo žuvacích svalov.
- VI. Odťahujúci nerv (*nervus abducens*) patrí k trojici nervov inervujúcich okohybné svaly. Ide najmä o motorické nervy, ktorých jadrá sú uložené v predĺženej mieche.
- VII. Tvárový nerv (*nervus facialis*) je prevažne motorický. Prechádza cez spánkovú kosť do príušnej slinnej žľazy. Inervuje mimické svaly tváre. Senzitivne vlákna inervujú časť jazyka a sekretorické vlákna a slinné žľazy (podsánkovú a podjazykovú).
- VIII. Predsieňovoslimákový (*nervus vestibulocochlearis*) je výlučne senzitivný nerv privádzajúci vzruchy zo sluchového statokinetického ústroja. Sprostredkúva pocity a vnímanie polohy tela.
- IX. Jazykovohltanový nerv (*nervus glossopharyngeus*) je zmiešaný. Jeho senzitivne vlákna prichádzajú do predĺženej miechy z chuťových receptorov sliznice jazyka a začiatku hltana. Autonómna časť nervu inervuje hladkú svalovinu vývodov príušnej žľazy.
- X. Blúdívý nerv (*nervus vagus*) je zmiešaný, najdlhší nerv vôbec. Doslova blúdi po rôznych telových dutinách. Dostredivé vlákna prichádzajú z receptorov tráviacej trubice a dýchacích orgánov. Nerv vysielá vlákna aj k srdcovej svalovine.
- XI. Prídatný nerv (*nervus accessorius*) má predovšetkým motorické vlákna, inervuje niektoré svaly krku (veľký trapézový sval).
- XII. Podjazykový nerv (*nervus hypoglossus*) je prevažne motorický, inervuje svaly jazyka.

Miechové nervy

Miechových nervov je 31 párov. Delíme ich na 8 párov krčných, 12 párov hrudných, 5 párov driekových, 5 párov krížových a 1 pár kostrčový. **Krčný pletenec** vzniká spojením predných vetiev prvých 4 krčných nervov. Senzitívne vlákna inervujú kožu krku, temennú časť hlavy a motorické (odstredivé) nervy vedú k bránici a svalom krku. **Ramenný pletenec** je tvorený z predných vetiev 5. – 8. páru krčných nervov a z 1. páru hrudných nervov. Inervuje kožu a svaly hornej končatiny. Predné vetvy ďalších hrudných nervov netvoria pletenec, ale samostatne inervujú medzirebrové svaly a kožu hrude. Najmohutnejší je **pletenec driekovokrížový**, ktorý vzniká z predných vetiev všetkých driekových, krížových nervov a z kostrčového nervu. Inervujú senzitívne aj motoricky svaly a kožu dolnej časti brušnej dutiny, dolnú časť panvy, vonkajšie pohlavné orgány a dolné končatiny. Z tohto pletenca vychádza aj sedací nerv (*nervus ischiadicus*), ktorý inervuje dolné končatiny.

Vegetatívne nervy

Vegetatívne (autonómne) nervy motoricky inervujú hladké svaly, steny 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. Podľa smeru vedenia vzruchu ich delíme na odstredivé a dostredivé. Odstredivé vlákna delíme na **parasympatické** a **sympatické** (viď vyššie).

Máme naozaj „mravce“ v nohách?

Chodidlá sú s mozgom spojené nervami. V prípade, že sa posadíme so skríženými nohami, nerv sa zalomí, chodidlo sa snaží vyslať signál do mozgu. Vodivé dráhy však nie sú voľné a mozog dostane nesprávnu informáciu, ktorú vnímame ako mravčenie.

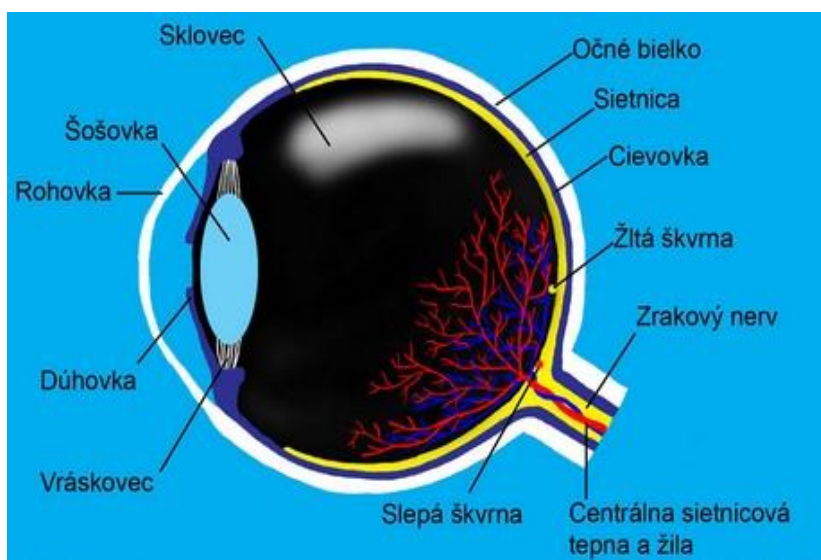
Zmyslové orgány (Organa sensuum)

Činnosť nervovej sústavy je veľmi úzko prepojená s činnosťou zmyslových orgánov. Zmyslové orgány sprostredkujú nervovej sústave informácie a vonkajšom a vnútornom prostredí. Receptor tzv. analyzátor analyzuje z rozmanitých podnetov prostredia adekvátne podnety prostredia (zrakový analyzátor reaguje na svetlo, sluchový analyzátor na zvuk). Každý zmyslový orgán sa skladá z troch častí: receptor, dostredivá dráha, kôrové projekčné centrum.

Receptory sú buď jednoduché nervové zakončenia alebo zložité zariadenia. Funkciou receptorov je prijímanie podnetov. Vzrušová aktivita, ktorá podnet vyvolá je vedená dostredivou dráhou do kôrového analyzátoru, kde prebieha spracovanie vzruchu. Potom vzniká v mozgovej kôre vnem a analýza vzruchu.

Zrak

Zrakový orgán je citlivý na svetelné vlny, umožňuje vnímanie svetla, farieb, veľkosti, tvaru, vzdialenosti, orientácia v priestore. Orgánom zraku je **oko** (*oculus*) (obr. 22).



Obrázok 22: Stavba oka

Oko je zložené z očnej gule a prídavných orgánov. **Očná guľa** (*bulbus oculi*) je uložená v tvárovej časti lebky v očnici. V hrote očnice sú otvory, ktorými je spojená s mozgovňou. Cez otvor vystupuje z oka zrakový nerv a žily a vstupuje tepna, ktorá privádza krv a nervy pre okohybné svaly a ďalšie drobné svaly v oku. Tieto útvary spolu s okohybnými svalmi a tukovým tkanivom vyplňajú priestor medzi očnou guľou a očnicou. Tvar očnej gule je približne guľovitý, pričom predozadný rozmer je najdlhší a nazýva sa **očná os**.

Stena očnej gule je tvorená tromi vrstvami. Vonkajšiu vrstvu tvorí bielok (*sclera*) a rohovka (*cornea*), stredná vrstva je ciefovka (*chorioidea*) a vnútorná vrstva sietnica (*retina*).

Bielok (*sclera*) zaberá približne 4/5 povrchu očnej gule. Je to tuhá biela väzivová blana, u malých detí namodralá, u starých ľudí nažltlá od usadených kvapiek tuku. Hrúbka 0,4 – 2 mm. Do bielka sa upínajú okohybné svaly, vzadu ju prestupuje zrakový nerv. Vpredu bielok prechádza v priehľadnú rohovku, ktorá tvorí 1/5 povrchu očnej gule.

Rhovka (*cornea*) nie je prestúpená cievami, je však inervovaná. Nepravidelné zakrivenie rohovky spôsobuje, že pozorovaný predmet vidíme rozmazaný (astigmatizmus). Pri dotyku rohovky sa vybavuje nepodmienený rohovkový reflex – zatvorenie viečok.

Ciefovka (*chorioidea*) je stredná vrstva oka. Vpredu prechádza v riasnaté teliesko a dúhovku. Obsahuje veľké množstvo ciev a pigmentových buniek, ktoré zabraňujú rozptylu svetelných lúčov vnútri oka. Má hnedočervenú farbu. **Riasnaté teliesko** alebo **vráskovec** (*corpus ciliare*) je lúčovito usporiadaný val z hladkého svalstva. Na povrchu má početné výbežky, na ktoré je tenkými vláknami zavesená šošovka. Svalovina telieska je dôležitá pre zvyšovanie lomivosti šošovka. Z krvi pretekajúcej vlásočnicami riasnatého telieska sa tvorí komorový mok.

Dúhovka (*iris*) má tvar medzikružia. Uprostred je kruhovitý otvor **zrenica** (*pupilla*). Lúčovite a kruhovito usporiadané hladké svaly v dúhovke spôsobujú rozšírenie alebo zúženie zrenice. Tento zrenicový reflex je vyvolávaný rôznou intenzitou svetla. Centrum zrenicového reflexu je v strednom mozgu.

V dúhovke sa nachádzajú pigmentové bunky, ktorých množstvo a hĺbka uloženia určujú ich farbu. Pri malom množstve a hlbšie uloženom pigmente je dúhovka modrá až šedá. Väčšie množstvo pigmentu vo vrchnej vrstve dodáva dúhovke farbu zelenú, hnedú až tmavohnedú.

Pri albinizme chýba pigment úplne a dúhovkou presvitá červená farba cievovky. Pigmentová vrstva dúhovky zabráňuje, aby svetlo prenikalo len cez zrenicu.

Vnútornú vrstvu očnej gule tvorí tenká a priehľadná sietnica (*retina*). Pri prehliadaní oftalmoskopom je ju vidieť ako očné pozadie oranžovej až červenej farby, v ktorej je sieť drobných tepien a žíl. Na sietnici sa nachádzajú receptory na vnímanie svetla a farby. **Tyčinky**, ktorých je približne 120 miliónov, sú určené na vnímanie svetla. Činnosť tyčiniek je umožnená prítomnosťou farbiva rodopsínu, ktoré je v nej uložené. Vplyvom svetla sa rodopsín rozkladá a vzniká zrková žltá, ktorá je derivátom vitamínu A. **Čapíky** je okolo 6 miliónov a slúžia na farebné videnie. V mieste, kde sa spájajú vlákna zrakového nervu, je belavá **slepá škvrna** (*macula caeca*). Približne 4 – 5 mm vnútorne od nej sa nachádza **žltá škvrna** (*macula lutea*) obsahujúca čapíky, ktorá je miestom najostrejšieho videnia.

Očné komory

Predná časť očnej gule je vo vnútri rozdelená dúhovkou na prednú očnú komoru (medzi rohovkou a dúhovkou) a zadnú očnú komoru (medzi dúhovkou a šošovkou). Sú to malé priestory vyplnené komorovým mokom. Medzi šošovkou a sietnicou je veľká dutina, ktorá obsahuje priehľadný rôsolovitý **sklovec** (*corpus vitreum*).

Optická sústava oka

Rohovka, komorový mok, šošovka a sklovec tvoria tzv. optickú sústavu oka. Umožňujú ostré zobrazenie predmetov v rôznej vzdialenosti od oka.

Šošovka (*lens*) je priehľadná dvojvypuklá (bikonvexná) spojka s viac zakrivenou zadnou plochou. Ťahom závesných vlákien riasnatého telieska je splošťovaná. Pri ochabnutí závesného aparátu sa šošovka svojou pružnosťou vyklenie a tak sa zväčší jeho lomná schopnosť (refrakcia). Optická schopnosť šošovky sa udáva v dioptriách.

Funkciou šošovky je lámať lúče tak, aby sa zbíjali na sietnici. Svojím základným tvarom je šošovka prispôbená ostrému zobrazeniu predmetov vzdialených viac ako 5 metrov. Pri pozorovaní bližších predmetov sa zakrivuje – akomoduje. Má však obmedzenú hranicu akomodácie. Lúče z predmetov ležiacich príliš blízko oka nie je možné na sietnici sústrediť

a preto nevidíme ostro. Bod ležiaci najbližšie k oku, ktorý môžeme pri najväčšej akomodácii ešte ostro vidieť sa nazýva blízky bod (*punctum proximum*). Vekom šošovka stráca pružnosť a tým aj schopnosť akomodovať, čím sa vzdialenosť blízkeho bodu mení z 8 cm v detstve na 80 cm v starobe – starí ľudia často nevidia blízke predmety dostatočne ostro. Táto porucha videnia sa nazýva starecká ďalekozrakosť (hypermetropia).

Poruchy lomivosti sa nazývajú refrakčné poruchy a upravujú sa okuliarmi. Krátkozrakosť (*myopia*) a ďalekozrakosť (*hypermetropia*) sú najbežnejšie poruchy pre ktoré je charakteristická dlhá alebo krátka očná os.

Farebné videnie je umožnené prostredníctvom čapíkov na sietnici. Slúžia na videnie počas dňa, keďže ku podráždeniu potrebujú značné osvetlenie. Tri druhy čapíkov rozlišujú tri druhy farieb: červená, zelená, modrá. Kombinovaním týchto farieb vznikajú rôzne farebné vnemy. Niektorí ľudia trpia poruchou farebného videnia (farbosleposť), ktorej častou formou je čiastočná farbosleposť (daltonizmus), kedy je narušené rozlišovanie červenej a zelenej farby. Sietnica je schopná sa prispôbovať zmenám intenzity svetla (adaptácia sietnice). Neschopnosť adaptácie sa nazýva šerosleposť (hemeralopia). Človek vidí v tme tak, ako zdravý človek po prechode zo svetla do tmy kým sa dostaví adaptácia. Porucha je spôsobená nedostatkom vitamínu A.

Ako vidia farboslepi?

V sietnici oka farboslepých ľudí čapíky nefungujú stopercentne. Ide o dedičné ochorenie postihujúce hlavne chlapcov. Úplná farbosleposť je výnimkou, častejšie majú ľudia poruchy vnímavosti červenej a zelenej farby alebo červenú a zelenú.

Priestor, ktorý môžeme vidieť bez toho aby sme pohli očami alebo hlavou sa nazýva **zorné pole**. Teoreticky by malo byť kruhové, ale v skutočnosti je na vnútornej strane obmedzené nosom a v hornej časti stropom očnice. Okohybné svaly nastavujú očnú guľu vždy tak, aby najdôležitejšia časť zorného pola sa zobrazovala v žltej škvrne. Napriek tomu, že sa na predmet pozeráme oboma očami vidíme ho len ako jeden predmet. Je to spôsobené tým, že vnútorná časť zorných polí oboch očí sa prekrýva a preto obrazy v tejto časti zorného pola splývajú v jeden obraz (binokulárne videnie), ktoré vidíme priestorovo.

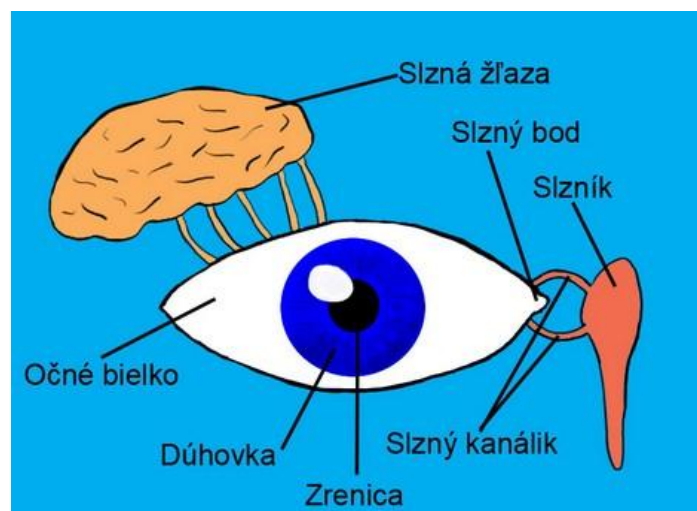
Medzi **prídátne orgány** oka patria okohybné svaly, mihalnice, spojovka a slzné orgány podieľajúce sa na správnej funkcii oka.

Okohybné svaly sú priečne pruhované, začínajú pri hrote očnice a upínajú sa na očnej guli blízko rohovky. Rozlišujeme štyri priame svaly horný, dolný vnútorný a vonkajší a dva šikmé horný a dolný. Pri poruche ich koordinácie sa objavuje škuľavosť (strabizmus).

Spredu je oko chránené hornou a dolnou mihalnicou (*palpebrae*), ktoré sa často nesprávne označujú ako viečka. Pri otvorených mihalniciach je vidieť časť bielka, celú rohovku a pod ňou dúhovku so zornicou. Podkladom mihalníc je kruhový sval očný, ktorý približuje mihalnice a uzatvára štrbinu oka. Voľné okraje mihalníc sú kryté riasami (ktoré sa nesprávne označujú ako mihalnice), do ktorých ústia mazové žľazy. Ich zápal je bolestivý a nazýva sa jačmeň (*hordeolum*).

Spojovka (*tunica conjunctiva*) pokrýva vnútornú plochu viečok a kryje prednú časť bielka až k rohovke. Je to slizničná blana ružovej farby. Infekcia, prudké ožiarenie alebo prach môžu vyvolať jeho prekrvenie a zápal (*conjunctivitis*).

Slzné orgány slúžia k zvlhčovaniu prednej steny oka a k ochrane pred infekciou. Slzy sú sekrétom slznej žľazy (*glandula lacrimalis*), ktorá je uložená pri hornom vonkajšom okraji očnice (obr. 23). Pohyby viečok sú slzami rozotierané a prebytok sa dostáva k vnútornému očnému kútiku. Odtiaľ odvodnými slznými cestami odtekajú slzy do dutiny nosnej.



Obrázok 23: Oko

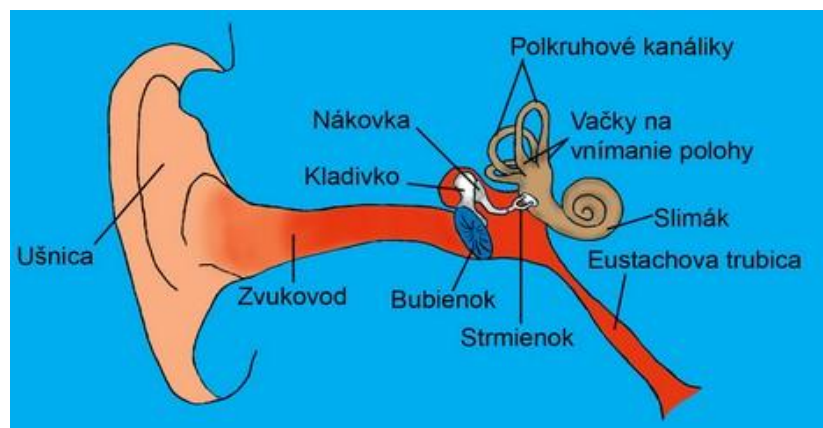
Potrebuje slzy?

Slzy slúžia na tvorbu ochranného filmu na oku. Pri každom žmurknutí pomocou viečka sa nanáša na oko slzná tekutina. Tým ho zvlhčuje a zároveň omýva od nečistôt.

Očná guľa je zložitým receptorom. Svetelné lúče, ktoré prejdú optickou sústavou oka, dopadajú na sietnicu a prejdú všetkými vrstvami, podráždia na sietnici tyčinky a čapíky, ktoré sú vlastnými fotoreceptormi. Z nich prechádza vzruch na nervové bunky sietnice a ich vlákna na zrakový nerv. Uvedomenie si obrazu nastane vtedy, keď sa vzruchy dostanú zrakovým nervom do kôrového zrakového centra.

Sluch

Má význam pre vzájomnú komunikáciu v spoločnosti. Na základe sluchu sa vytvorila reč ako sluchový reflex. Dieťa, ktoré od narodenia nepočuje sa samostatne nenaučí rozprávať. Receptorom sluchového analyzátoru je **ucho** (*auris*), ktoré slúži na rozlišovanie zvukových vĺn (obr. 24) Rozdeľuje sa anatomicky aj funkčne na tri časti: vonkajšie ucho, stredné a vnútorné ucho.



Obrázok 24: Stavba ucha

1. **Vonkajšie ucho** (*auris externa*) sa skladá z ušnice a vonkajšieho zvukovodu. **Ušnica** slúži k zachytávaniu zvukových vln. Podkladom je elastická chrupavka pokrytá kožou, v jeho podkožnom väzive chýba tuk. Dolný koniec tvorí ušný lalôčik do ktorého chrupavka nezasahuje. Pokračovaním ušnice je vonkajší zvukovod. Jeho priebeh je zakrivený. **Zvukovod** je pokrytý kožou, ktorá obsahuje početné mazové žľazy, ktorých produktom je žltohnedý ušný maz. Zvukovod vedie zvukové vlny k bubienku, pričom rezonanciou sa tu niektoré zvuky zosilňujú.

Bubienok (*membrana tympanii*) tvorí rozhranie medzi vonkajším a stredným uchom. Má priemer 10 mm a hrúbku 0,1 mm a je veľmi pružný. Na jeho vonkajšiu stranu prechádza tenká koža zvukovodu. Stredná vrstva je väzivová a vnútorná vrstva je pokračovaním slizničnej výstelky bubienkovej dutiny. Zvukové vlny narážajú na bubienok a rozkmitávajú ho.

2. **Stredné ucho** (*auris media*) je malý štrbinovitý priestor v spánkovej kosti (bubienková dutina), ktorý súvisí s početnými dutinkami v bradavkovom výbežku spánkovej kosti. Vpredu je sluchovou Eustachovou trubicou spojený s nosohltanom. Eustachova trubica sa pri prehĺtaní otvára a púšťa do stredoušnej dutiny vzduchovú bublinu a tak vyrovnáva tlak vzduchu pred bubienkom a za ním.

V strednom uchu sa nachádzajú tri sluchové kostičky, ktoré sú navzájom kĺbovo spojené. Nazývajú sa **kladivko** (*malleus*), **nákovka** (*incus*) a **strmienok** (*stapes*). Kladivko leží jedným koncom na bubienku, druhým je kĺbovo spojené s nákovkou, ktorá je kĺbovo spojená so strmienkom. Báza strmienka je pripojená na oválne okienko na rozhraní stredného a vnútorného ucha. Sluchové kostičky prevádzajú kmitanie bubienka na oválne okienko, pričom znižujú amplitúdu zvukových vln a zväčšujú ich energiu, keďže malá energia by nestačila na rozkmitanie tekutiny vo vnútornom uchu.

3. **Vnútorné ucho** (*auris interna*) je ohraničené pevným kosteným puzdrom v skalnej kosti tzv. kosteným labyrintom. V ňom je uložený blanitý labyrint a priestor medzi nimi vyplňa číra tekutina vonkajšia miecha (*perilymfa*).

Kostený labyrint sa skladá z **predsiene** (*vestibulum*), troch polkruhovitých kanálikov a **slimáka** (*cochlea*). V kostennej stene sa nachádza oválne a okrúhle okienko. Ich blanité výplne oddeľujú perilymfu od bubienkovej dutiny.

Zmyslové bunky, ktorých vlásky vyčnievajú do polkruhových kanálikov **pohybového 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.

Polohový receptor je vo vajcovitom a guľovitom vaku a tvoria ho nahromadené zmyslové bunky, ktorých vlásky sú čiastočne ponorené do rôsolovitej hmoty obsahujúcej drobné kryštáliky 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.

Prečo je nám v aute nevoľno?

Pri jazde autom telo vníma pohyb smerom dopredu a práve tento pocit musí byť v súlade s informáciou, ktorú prenáša zrak. Často však dochádza k narušeniu zmyslového vnímania rovnováhy a čo sa prejavuje nevoľnosťou. A to najmä vtedy, keď pri jazde autom čítame knihu respektíve zrak upierame na jeden nepohyblivý bod. Človek by sa mal teda pozeráť rovnakým smerom ako sa pohybuje.

Podnetom pre sluch sú zvukové vlny, t.j. pozdĺžne kmitanie molekúl vzduchu. Človek počuje a rozlišuje pri strednej hlasitosti tóny od kmitočtu (frekvencie) 16 Hz asi do 20 000 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.

Kmitanie bubienka sa prenáša na sluchové kostičky. Strmienok rozkmitá oválne okienko a tým sa rozechveje perilymfa. Kmity perilymfy sa vyrovnajú vyklenutím okrúhleho okienka do dutiny bubienkovej. Vlnenie perilymfy rozkmitá endolymfu a to rozechveje bazálnu membránu v určitom úseku podľa výšky tónu. Chvenie spôsobí, že bunky Cortiho orgánu narážajú svojimi vláskami na kryciu membránu a tým sa podráždia. Vzruchy, ktoré vzniknú

sú vláknami sluchového nervu vedené do predĺženej miechy až do centrálne kôrového analyzátora.

Aký je sluch človeka?

Ucho človeka reaguje oveľa rýchlejšie ako oko. Sluchom vnímame časové rozdiely jednej desaťtisíciny sekundy, čo nám umožňuje identifikovať odkiaľ zvuk prichádza. Je však veľmi citlivý a tak ľahko poškoditeľný nadmerným hlukom.

3. Ľudský organizmus ako celok

Živé jedince sú otvorenými sústavami s vysokým stupňom usporiadania, organizovanosti, so schopnosťou autoreprodukcie a vývoja. Medzi základné znaky života patrí metabolizmus, rast a vývoj, rozmnožovanie, premenlivosť a dedičnosť, dráždivosť a prispôsobivosť.

Medzi živým organizmom a prostredím prebieha neustála výmena látok a energie. Organizmus prijíma z vonkajšieho prostredia látky, ktoré premieňa a iné látky vylučuje späť do prostredia. Týmto spôsobom získava stavebné látky a energiu potrebnú k životu. Organizmus je so svojim prostredím veľmi úzko prepojený a tvorí s ním nerozlučný celok.

Vzájomné vzťahy existujú tiež medzi živou a neživou prírodou. Organizmus prijíma prvky neživej prírody, ktoré sa v organizme premieňajú na organické zlúčeniny, ktoré sú potravou pre iné organizmy. Mŕtve telá organizmov sa rozkladajú a činnosťou mikroorganizmov sa vracajú späť do prírody.

V ľudskom organizme nepracujú bunky, tkanivá, orgány samostatne a izolovane, ale vytvárajú väčšie celky, ktoré plnia určité funkcie. Žiadny orgán, ani sústava orgánov nie je schopná samostatnej existencie ani funkcie. Organizmus človeka tvorí neoddeliteľný celok zložený zo sústav, v ktorom jednotlivé časti závisia na celku a celok na jednotlivých častiach. Orgánové sústavy nepracujú samostatne, ale navzájom spolupracujú a sú na sebe závislé. Vytvárajú jednotný celok, hlavne funkčným prepojením a vzájomnou interakciou. Koordinácia medzi orgánmi a orgánovými sústavami je predpokladom pre zdravie celého organizmu. Členenie organizmu na jednotlivé tkanivá, orgány, orgánové sústavy má význam pre štúdium anatómie a fyziológie ľudského tela. Avšak organizmus je jeden nedeliteľný celok.

4 Použitá a odporúčaná literatúra

- Baer H.W.: Biologické pokusy ve škole. SPN, Praha, 1968.
- Cibis, N., Dobler H. J., Lauer V., Meyer R., Schmale E., Strecker H.: Člověk. Učebnice biologie člověka pro gymnázia a další střední školy. – Scientia Praha, 1996.
- CD ROM Lidské telo
- Dylevský, I.: Somatológia. Osveta Martin, 2003.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbachová, S., 1967: Antropologie. Academia. Praha;
- Hanulík, M. et al., 1982: Praktické cvičenia z antropológie. VŠ skriptá. PF UK;
- <http://cat.rulez.cz/k-klamy.htm>
- Jelínek, J., Zicháček V.: Biologie pro střední školy gymnaziálního typu. Praktická část. – Fin Publishing, Olomouc, 1996.
- Ludské telo – Komplexný sprievodca po ľudskom tele a jeho funkciách, Cesty 1996.
- Machová, J. Biologie člověka pro učitele. Univerzita Karlova v Praze, Praha, 2002.
- Machová, J.: Cvičení z biologie III. – SPN, Praha, 1984.
- Pospíšil, M., Drobná, M.: Antropológia I. Vysokoškolské skriptá, PriF UK, Bratislava, 1984.
- Valachovič, A., Pěgřím, R.: Anatomia a fyziológia človeka, Osveta Martin, 1980.
- Vondráková, M., Matejovičová, B., Slošková, A., Ambros, C.: Praktické cvičenia z antropológie. Vysokoškolské skriptá, FPV UKF v Nitre, Edícia prírodovedec č. 170, Nitra, 2005, ISBN 80 – 8050 – 849 – 6.
- Weston, T. Atlas ľudského tela, Fortuna print, Bratislava 1993.