

Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity

Katedra biológie

Biológia človeka pre učiteľské kombinácie

s biológiou II.



Názov: Biológia človeka pre učiteľské kombinácie s biológiou II.

Autori:

doc. PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.

doc. PaedDr. Pavol Prokop, PhD.

Mgr. Mário Szikhart

Recenzenti:

prof. RNDr. Alfréd Trnka, PhD.

PaedDr. Milan Kubiátko, PhD.

druhá časť 2. prepracovaného vydania

Trnava, 2017

ISBN 978-80-568-0092-8

Obsah

Tráviaca sústava (Systema digestorium).....	4
Vylučovacia sústava (Organa uropoetica).....	34
Endokrinná sústava – žľazy s vnútorným vylučovaním (glandulae sine ductibus)	42
Pohlavná sústava	50
Kožná sústava (Cutis).....	63
Nervová sústava (Systema nervosum)	70
Zmyslové orgány (Organa sensuum)	84
Vyskúšajte sa.....	91
Zoznam obrázkov	96
Použitá a odporúčaná literatúra	98

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 (tuky, cukry, bielkoviny) 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:

1. Trávenie.

Je chemické štiepenie (hydrolýza) zložitých vysokomolekulových látok obsiahnutých v potrave (bielkoviny, tuky, cukry) na látky jednoduché, nízkomolekulové. Prebieha v rôznych častiach tráviacej sústavy za účasti enzýmov a vody.

2. Na trávenie nadväzuje **vstrebávanie** (resorpcia), pri ktorom produkty trávenia, vitamíny, minerálne látky a voda, prechádzajú sliznicou tráviacej sústavy a vstupujú do krvi.
3. Nestráviteľné, nestrávené zložky potravy a odpadové látky sú **odstraňované** z tráviacej sústavy.

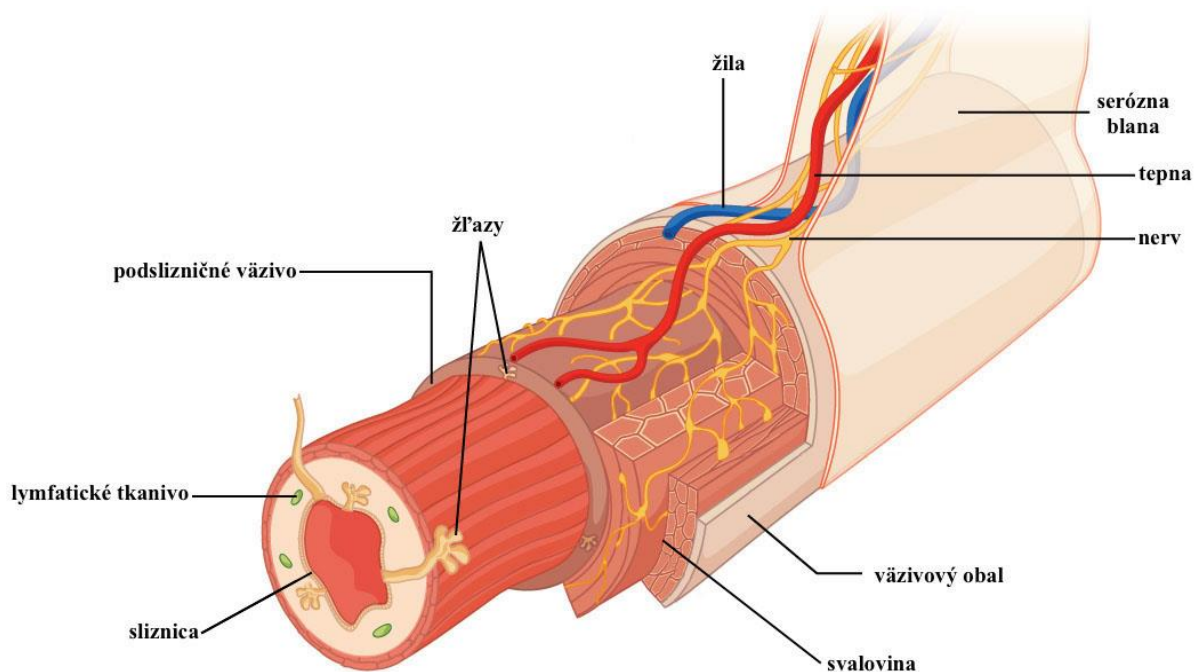
Tráviaca sústava má trubicovitý vzhľad, pričom jej stena (obr. 1) má v celom svojom priebehu, okrem ústnej dutiny a hltanu, jednotnú stavbu. Tvoria ju vrstvy: sliznica, podslizničné väzivo, svalová vrstva a vonkajší obal, ktoré sú v jednotlivých častiach tráviacej rúry špecificky upravené.

Prvú vrstvu tvorí **sliznica** (*tunica mucosa*), ktorá 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 pokrytá viacvrstvovým dlaždicovým epitelom, ostatná časť je tvorená sliznicou s valcovitým

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

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

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

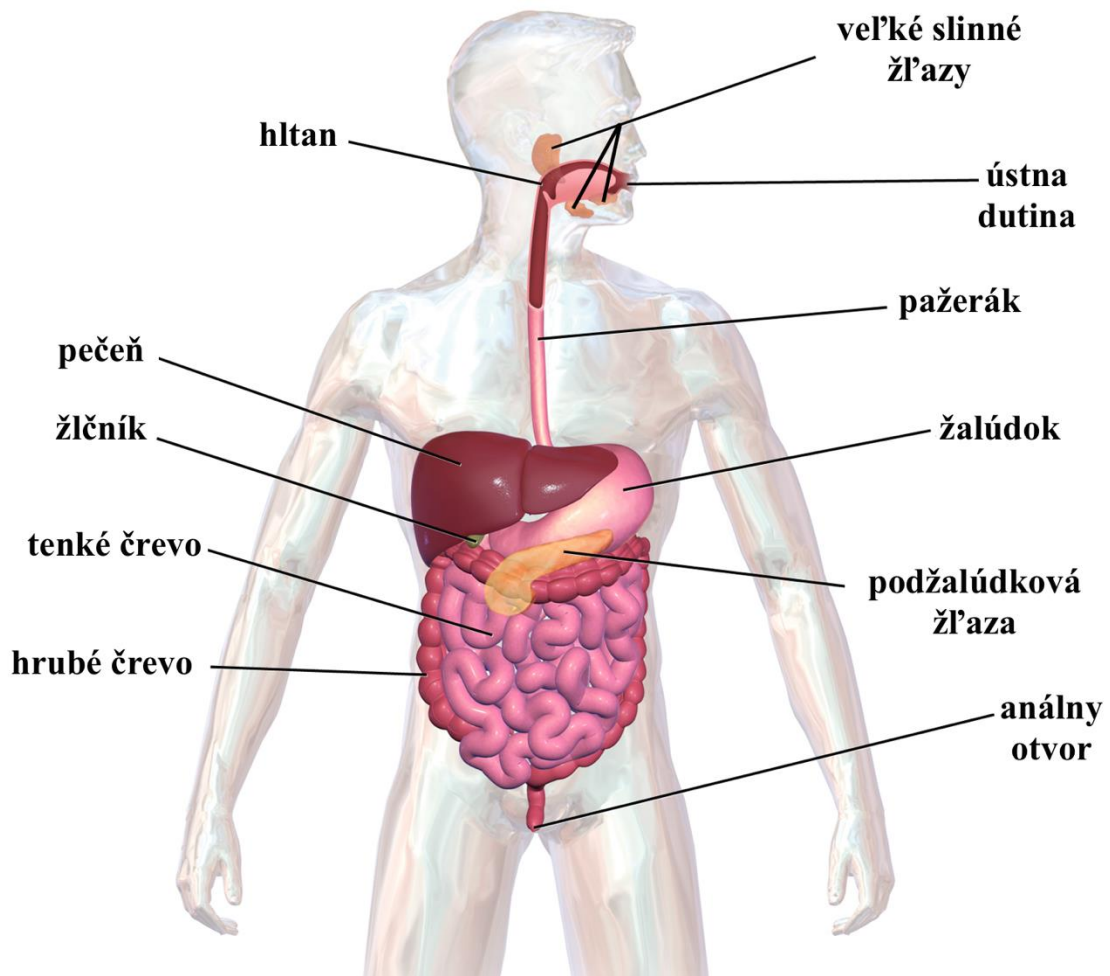


Obrázok 1 Prierez stenou tráviacej rúry

Časti tráviacej sústavy

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 (obr. 2). 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. Patria sem tri páry slinných žliaz, pečeň a podžalúdková žľaza. Produktmi drobných žliaz nachádzajúcich sa v stene orgánov tráviacej sústavy a veľkých žliaz uložených mimo tráviacich orgánov sú tráviace šťavy.

Tráviace šťavy obsahujú účinné látky enzýmy (fermenty). Pôsobenie enzýmov je podmienené mechanickým rozdrobením potravy a následným zriedením vodou.



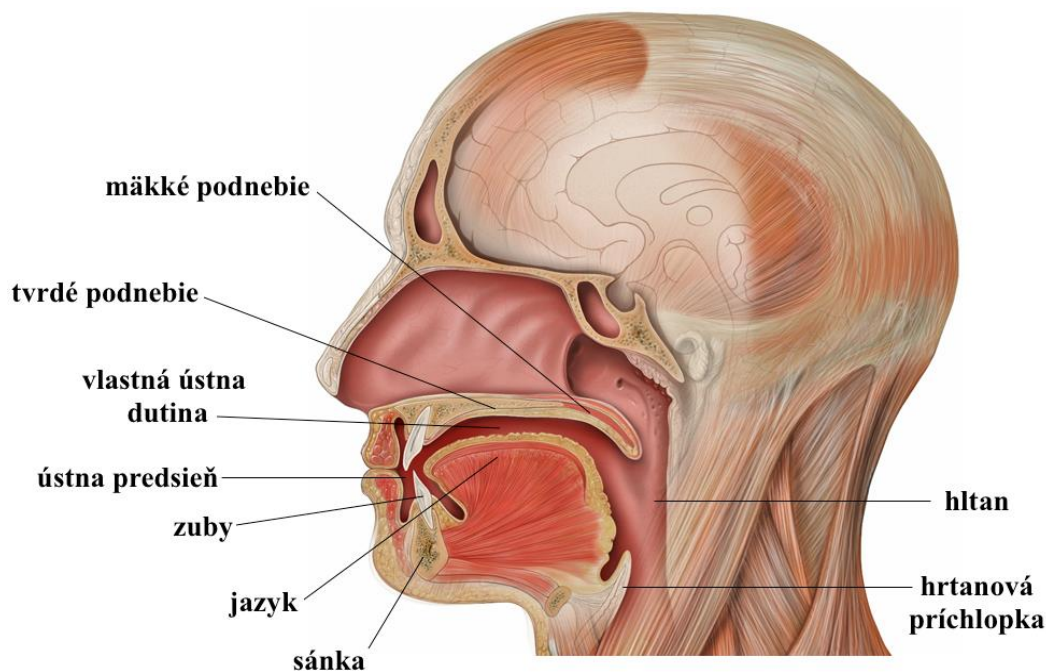
Obrázok 2 Časti tráviacej sústavy

Ústna dutina (*cavum oris*)

Ústna dutina (obr. 3) sa skladá z **ústnej predsiene** (*vestibulum oris*) podkovovitého tvaru a **vlastnej ústnej dutiny** (*cavum oris proprium*). Vlastná ústna dutina sa nachádza smerom od zubov k hltanovej úžine, pričom jazyk je zdola pripojený svalmi k sánke a k spodine ústnej dutiny. Zo spodiny ústnej sa k spodnej ploche jazyka pripája tenká slizničná riasa **uzdička** (*frenulum linguae*), ktorej podkladom je sval.

Kostený podklad tvoria podnebné výbežky čeľustných a podnebných kostí. Kostený strop ústnej dutiny tvorí **tvrdé podnebie** (*palatum durum*). Je mierne klenuté. Ak sa klenutie zbieha do ostrej hrany nazýva sa gotické podnebie. Vyskytuje sa pri niektorých odchýlkach v počte chromozómov napr. pri Downovom syndróme. Na kosť nasadá hrubá sliznica, ktorá tvorí

pokračovanie d'asien. Sliznica pokrývajúca tvrdé podnebie vybieha vzadu v **mäkké podnebie** (*palatum molle*). Mäkké podnebie vytvára **podnebnú oponu** (*velum palatinum*), ktorá pri prehĺtaní oddeľuje nosovú časť nosohltanu od ústnej časti. Pri dýchaní mäkké podnebie visí a dotýka sa koreňa jazyka. Podkladom je väzivová blana a podnebné svaly, ktorých činnosťou sa podnebie dvíha a vytvára **podneбноhlatný uzáver**. Má voľný zadný okraj, ktorý vybieha do pohyblivého čapíka (*uvuly*). Od čapíka zostupujú po stranách dve slizničné riasy, medzi ktorými je v prehĺbenine uložená párová **podnebná mandľa** (*tonsilla palatina*). Mandle obsahujú miazgové tkanivo, ktorého funkcia je ochrana pred infekciou. V ich rozbrázdnenom povrchu sa udržiavajú epitelové bunky, lymfocyty, leukocyty a baktérie. Pri zmnožení baktérií sa mandle zduria a pri prehĺtaní bolia. Po puberte sa lymfatické tkanivo redukuje a mandle sa zmenšujú.



Obrázok 3 Ústna dutina

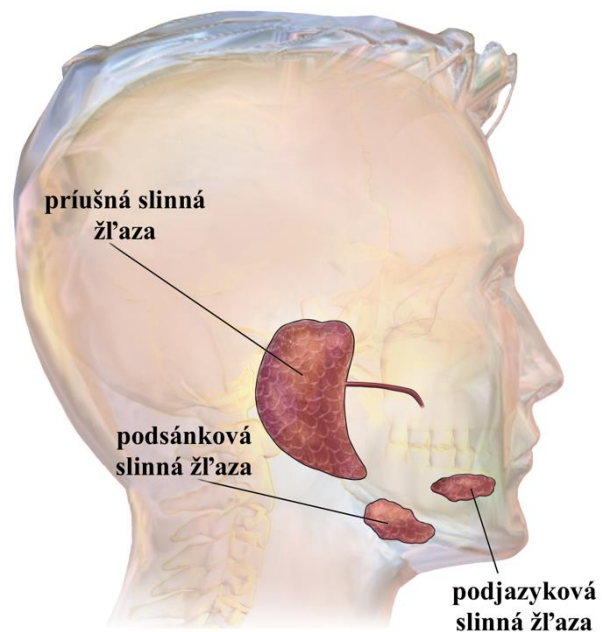
Zadný okraj podnebia, podnebné oblúky a koreň jazyka ohraničujú **hltanovú štrbinu** (*isthmus faucium*), za ktorou sa nachádza hltan. Tvrdé a mäkké podnebie oddeľuje ústnu dutinu od nosovej.

Ústna dutina je pokrytá sliznicou s početnými žliazkami. Vonkajšie steny predsieni i vlastnej ústnej dutiny tvoria **pery** (*labia*) a **lica** (*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 pier.

V ústnej dutine sa začína trávenie, je sídlom chuťového analyzátoru a zúčastňuje sa na tvorbe reči.

Ústne žľazy (*glandulae oris*)

Do ústnej dutiny ústia vývody troch párov veľkých **slinných žliaz** (obr. 4) umiestených mimo ústnej dutiny, s ktorou sú spojené vývodmi. **Príušná žľaza** (*glandula parotis*) vyúsťuje vo výške druhej hornej stoličky, pod sánkou sa nachádza **podšánková žľaza** (*glandula submandibularis*), a tretia **podjazyková žľaza** (*glandula sublingualis*), vyúsťuje pod jazykom po stranách a pod hrotom jazyka. Malé ústne žľazy sú rozptýlené v sliznici, podslizničnom väzive líc a



Obrázok 4 Veľké slinné žľazy

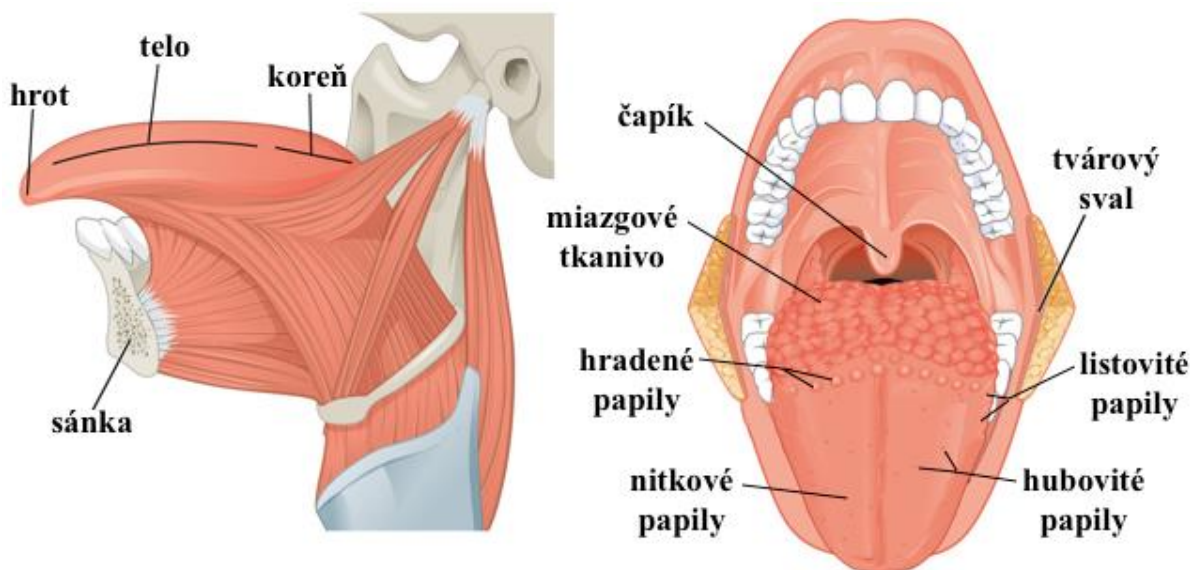
podnebia predsiene ústnej dutiny. Veľké aj malé ústne žľazy produkujú do ústnej dutiny viskóznou tekutinu, **sliny** (*saliva*). Denne sa vytvorí 0,5 – 2 l slín.

Sliny sú zložené prevažne z vody (99 %). Okrem vody sú tvorené organickými (0,7 %) a anorganickými látkami (0,3 %). Z organických látok je to predovšetkým mucín (hlienovitá bielkovina), ktorý ovplyvňuje viskozitu, lepivosť a hustotu slín. Tvorí sa najmä v podčelústnej a podjazykovej žľaze a vďaka nemu môže prežutá potrava prejsť cez pažerák bez toho, aby ho poškodila. Ďalšou zložkou slín je enzým **ptyalín** (zmes amyláz) tvoriaci sa najmä v príušnej žľaze, ktorý štiepi škroby (zložené cukry) na jednoduché cukry. Anorganické látky (vápenaté, sodné, draselné a fosforečné soli) sa okrem iného podieľajú na vzniku zubného kameňa. Úlohou slín je zvlhčovať ústnu dutinu, zmäkčovať potravu a tým umožniť prehĺtanie. Rozpúšťajú tiež pevné látky, čím umožňujú dráždenie chuťových receptorov, riedia zásady a neutralizujú kyseliny. Sliny tiež zabraňujú poraneniu sliznice ostrými úlomkami potravy, čistia ústnu dutinu od zvyškov jedál a ničia (lyzozýmom) baktérie, majú dezinfekčné účinky a podporujú hojenie rán. Optimálne pH slín je v rozmedzí 7,0 až 8,0, ideálne nad 7,5. Hodnota pH nižšia ako 7,0 indikuje buď vyšší príjem kyslotvorných látok, zanedbaný pitný režim, alebo nevyhovujúci zdravotný stav.

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. nepodmiienený reflex s centrom v predĺženej mieche. Pri prehĺtaní je mäkké podnebie zdvihnuté a hrtanová príchlopka uzatvorí vchod do hrtana, aby sa sústo nedostalo do dýchacích ciest. Pohybmi hltana sa sústo dostáva do pažeráka. Sústo napne na začiatku pažeráka jeho steny a tým vzbudí zvieranie kruhovitých svalových snopcov. Toto zvieranie postupuje ako tzv. peristaltická vlna nadol po pažeráku.

Jazyk (*lingua*)

Je nepárový svalový orgán tvorený priečne pruhovanými svalmi. Na jazyku (obr. 5) rozlišujeme **koreň** (*radix linguae*), **telo** (*corpus linguae*) a **hrot** (*apex linguae*). Koreň jazyka je upevnený k jazyčke. K spodine ústnej dutiny ho pridržiava slizničná riasa, uzdička. Je pokrytý sliznicou v ktorej sa nachádzajú slinné (serózne) a mucinózne žliazky, vyvýšeniny – bradavky (*papillae*), v ktorých sú skoncentrované chuťové poháriky. Chuťové poháriky v stenách papíl obsahujú zmyslové bunky, reagujúce podráždením na rozpustné látky potravy. Rozlišujeme štyri základné chute: na hrote jazyka vnímame sladkú chuť, po stranách slanú a kyslú a na koreni jazyka horkú chuť. Podľa najnovších výskumov sa však vývinom rôznych potravín u človeka vyvinuli na jazyku aj nové chuťové receptory. Piatou z chutí by mala byť chuť **umami**, čo je vlastne vnímanie glutamanu sodného. Šiesta novo objavená chuť je chuť **ostrá** alebo páľivá a siedmou chuťou je **tučná** alebo chuť tuku. Tú zabezpečujú špecializované zmyslové bunky CD36, ktoré reagujú na molekuly tuku.



Obrázok 5 Jazyk

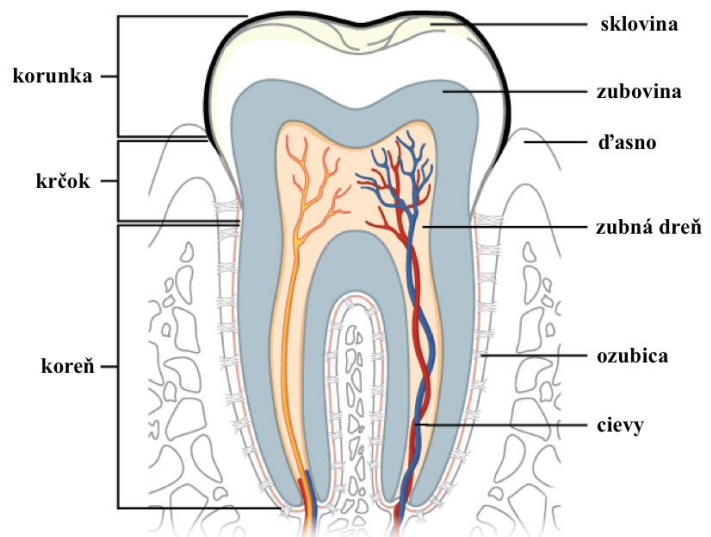
Najväčšie papily na jazyku sú tzv. hradené papily nachádzajúce sa na koreni jazyka v podobe písmena V. Nitkovité papily sú rozptýlené najmä vpredu na hrote a listovité papily sa nachádzajú po stranách jazyka v zadnej časti. U človeka sú však zredukované. Hubovité papily sú rozložené v oblasti hrotu a po stranách jazyka. Rozbrázdnený jazyk (*lingua scrotalis*) majú deti s Downovým syndrómom. Belavý povlak na jazyku sa objavuje pri niektorých ochoreniach a je tvorený zrohovateným epitelom a mikroorganizmami. V sliznici jazyka sú uložené početné drobné slinné žľazy. Pohyby jazyka sú ovládané vôľou. Inervácia je motorická (svaly), senzitivná (hmat, vysoká citlivosť) a senzorická (chuť).

V kľudovej polohe je celá ústna dutina vyplnená jazykom. Leží na spodine ústnej, chrbát sa dotýka podnebia a okraje naliehajú na medzizubnú štrbinu, voľne visiace mäkké podnebie nalieha na koreň jazyka. Pri cumľaní prstov u detí je kľudová poloha narušená, keďže sa otvára jej predný a zadný uzáver, čím sa vzduch nasáva i ústami. U niektorých detí začína prevládať ústne dýchanie nad nosovým čím dochádza i k vychýleniu horných zubov dopredu.

Funkcie jazyka: podieľa sa na mechanickom spracovaní potravy, tvorbe reči a vnímaní chute. Mechanické spracovanie potravy pozostáva z rozomieľania potravy, jej miešania so slinami, obaľovania a vtláčania potravy do hltana. Okrem toho je sídlom chuti (pozri vyššie) a najdôležitejším orgánom pri tvorbe hlások (označuje sa ním i ľudská reč vôbec – slovensky jazyk). Pri reči je buď pripravený na tvorbu hlásky alebo sám hlásky tvorí.

Zuby (*dentes*)

Sú najtvrdšou časťou tela. Sú upevnené v alveolárnych oblúkoch čelústí v **zubných ložiskách** (*alveoli dentales*) a zoradené do horného (eliptického oblúka) a dolného (parabolického oblúka). Koreň zapadá do zubného ložiska a je upevnený tuhým väzivom **ozubicou** (*periodontium*).



Obrázok 6 Stavba zubu

Zub (obr. 6) sa skladá z **korunky** (*corona dentis*) vyčnievajúcej z d'asna do ústnej dutiny, **krčka** (*collum dentis*) a **koreňa** (*radix dentis*) (počet 1, 2 až 3). Črenové zuby (koreň majú jeden, iba prvý horný má dva korene)

a stoličky majú dva až tri korene (dolné stoličky majú dva korene, horné tri). Podľa tvaru a funkcie zuby delíme na **rezáky** (*dentis incisivi*) plochého tvaru, ktoré slúžia na rezanie a prvotné hryzenie potravy, **očné zuby** (*dentis canini*) valcovitého tvaru slúžiace na trhanie potravy, **črenové zuby** (*dentis premolares*) a **stoličky** (*dentis molares*) slúžiace na drobenie a drvenie potravy.

Ľudský chrup je **heterodontný**, čo znamená, že jednotlivé zuby sa líšia tvarom, a zároveň **difyodontný**, t.j. vyskytujú sa dve generácie zubov. Prvú generáciu zubov tvoria dočasné zuby – **mliečny chrup** (*dentis decidui*) zložený z 20 zubov (8 rezákov, 4 očné zuby a 8 stoličiek, črenové zuby chýbajú). Prerezávanie sa začína v 4 – 6 mesiaci a končí v dvoch rokoch života. Definitívny chrup – **trvalý chrup** (*dentis permanentes*) je tvorený 32 zubmi (8 rezákov, 4 očné zuby, 8 črenových, 12 stoličiek). Nahrádzanie detského mliečného chrupu definitívnym sa začína medzi 6. – 7. rokom a končí medzi 15. – 18. rokom. V šiestich rokoch začínajú ubúdať korene mliečnych zubov vplyvom tlaku trvalých zubov, ktoré sa vyvíjajú pod dočasným chrupom. Mliečne zuby sa začínajú hýbať, ich korene sa resorbujú a vypadajú iba korunky s krčkom. Ako prvé sa začnú prerezávať prvé stoličky, potom rezáky, zuby črenové a očné zuby. Druhé stoličky narastajú okolo 14. roku života. Tretie stoličky (tzv. zuby múdrosti) (*dentis serotinus*) vyrastajú oveľa neskôr, ich prerezanie nie je pravidlom a v chrupe súčasného človeka sa objavujú zriedkavejšie. Tretia stolička sa prerezáva 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**, neúplný počet zubov **oligodontia** a chýbanie ojedinelých zubov **hypodontia**.

Pre názorné vyjadrenie počtu zubov sa používa zubný vzorec. Zuby sa v ňom označujú začiatočnými písmenami ich latinských názvov – malými písmenami mliečne zuby a veľkými písmenami zuby trvalého chrupu. Zubný vzorec: v každej polovici čeluste pri mliečnom chrupe: 2102, pri trvalom: 2123.

Anatómia zuba (obr. 6)

Prevažná časť a zároveň základná stavebná hmota zuba **zubovina** (*dentin*) svojou štruktúrou pripomína kosť, avšak ide o tkanivo oveľa 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 sa nachádza **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 voči kyselinám a chráni sklovinu. Povrch krčka a koreňa pokrýva vrstva zubného cementu, ktorý obsahuje 70 % anorganických látok. Vnútro zuba je tvorené **dutinou** (*cavum dentis*), ktorá je vyplnená **zubnou dreňou** (*pulpa dentis*) tvorenou z riedkeho rôsolovitého tkaniva bohato inervovaného a zásobeného krvou. Nervy (trojklanný nerv) a cievy vstupujú otvormi na zubných koreňoch a vyživujú zuby.

Zuby sú uložené tesne vedľa seba bez väčších medzier a tvoria zuboradie. Pri zovretí čelustí sa u väčšiny (80%) ľudí zuby horného oblúka kladú pred zuby dolného oblúka. Tento skus sa nazýva **nožnicový** (*psalidodonthia*). Pri **kliešťovom skuse** (*labidodonthia*) nasadajú žuvacie plochy rezákov na seba. Za anomálny skus sa považuje **horný predkus** (*opistodonthia*), pri ktorom je dolná čelusť krátka a dolné rezáky sú príliš vzadu za hornými rezákmi. Veľká a dopredu vystupujúca dolná čelusť vysúva dolné rezáky pred horné rezáky a spôsobuje **dolný predkus** (*progenia*). **Otvorený skus** je vývinová vada, pri ktorej majú čeluste normálne postavenie, ale predné zuby sa vôbec nedotýkajú. Medzi nimi zostáva medzera. Anomálie čeluste, zubov i skusu spôsobujú poruchu reči, najmä výslovnosti.

Hlavnou funkciou zubov je mechanické spracovanie potravy, jej odhryznutie a žuvanie. Zuby sa zúčastňujú aj na tvorbe hlások. Dostatočné rozomietanie potravy zubami je nevyhnutné pre správne využitie potravy v ďalších častiach tráviacej sústavy, najmä v žalúdku. Strata zubov tak zapríčiňuje nedostatočné trávenie, dochádza k znižovaniu čelusti, čím je ovplyvnený i celkový vzhľad tváre.

Hltan (*pharynx*)

Je lievikovito rozšírená svalovo-väzivová rúra, ktorá je súčasťou tráviacej aj dýchacej sústavy. Delí sa na tri časti: **nosovú časť** (*nosohltan, 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. Nosohltan prostredníctvom dvoch otvorov v lebke (choán) komunikuje s nosovou dutinou. Na zadnej strane hltana je najmä v detstve zostúpené lymfatické tkanivo, ktoré vytvára nosohltanovú mandľu

Prostredníctvom hltanu sa hltacím reflexom transportuje sústo z ústnej dutiny do pažeráka.

Pažerák (*oesophagus*)

Je svalová rúra spájajúca hltan so žalúdkom, dlhá 20 – 28 cm. Prechádza cez medziplúcie v hrudnej dutine, prestupuje bránicou do brušnej dutiny, kde sa lievikovito zužuje, otáča doľava a nakoniec ústi do žalúdka. Chrupavkovitá trubica, vo vnútri vystlaná sliznicou, je špecificky zriadená, čím nastáva zväčšenie povrchu sliznice. Sliznica obsahuje početné **žliazky** (*glandulae oesophageae*) slúžiace na zvlhčovanie potravy. Prostredníctvom vytvoreného hlienu sa sústo lepšie kľže smerom nadol. Horná časť pažeráka je z 2/3 tvorená priečne pruhovanou svalovinou, v dolnej tretine prechádza do hladkej svaloviny. Posúvaniu potravy napomáhajú *peristaltické vlny* (postupujúce priečne zaškrcovanie kruhovej svaloviny).

Žalúdok (*gaster, ventriculus*)

Je plochý vakovitý orgán ležiaci v hornej časti brušnej dutiny pod bráničnou klenbou. Tento svalový vak s objemom 1 – 2,5 litra tvorí najširšiu časť tráviacej rúry. Vpravo od žalúdka sa nachádza pečeň, vľavo slezina, pod ním podžalúdková žľaza.

Pažerák prechádza do zúženého úseku označovaného ako vchodový otvor **kardia** (*ostium cardiacum*). Naň nadväzuje vlastné **telo žalúdka** (*corpus ventriculi*). Smerom nadol sa zužuje do rúrovitého konca **vrátnika** (*pylorus*), ktorým žalúdok pokračuje do tenkého čreva. Vrátnik od tela žalúdka oddeľuje **zárez** (*incisura angularis*).

Vnútro žalúdka je vystlané hrubou sliznicou, ktorá sa riasi do krkvičiek, ktoré miznú pri náplni žalúdka. 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 slabou alkalickou reakciou. Hlien chráni sliznicu žalúdka pred účinkami kyseliny chlorovodíkovej (HCl) a tráviacich enzýmov. Žľazy *glandulae gastricae propriae* v klenbe a v 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). 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 čím premiešava potravu.

Funkcie žalúdka

Chemická funkcia: je zabezpečovaná produkciou **žalúdočnej šťavy** (*succus gastricus*). Žalúdočná šťava je číra, bezfarebná, mierne nažltlá tekutina silne kyslej reakcie (pH = 1 – 1,5). Priemerne sa vyprodukuje 1,5 – 2 litre šťavy za 24 hodín. Obsahuje viac ako 99 % vody a 1 % vo vode rozpustných látok ako HCl, enzým pepsín, chymozín, žalúdočnú lipázu, mucín a rôzne soli.

Kyselina chlorovodíková v koncentrácii 0,5 % spôsobuje napučovanie 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 mnoho choroboplodných mikroorganizmov, čím 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 však chýba a jeho účinok je sporný. Okrem pepsínu a chymozínu slúži na trávenie bielkovín aj enzým *katepsín*, ktorý pripravuje bielkoviny na štiepenie pepsínom.

Žalúdočná **lipáza** slabo štiepi tuky na glycerol a mastné kyseliny. Jej účinnosť je nízka.

Mucín je zásaditý hlien, ktorý odoláva tráviacim účinkom pepsínu aj HCl.

Mechanická funkcia: V žalúdku sa zhromažďuje väčšie množstvo naraz prijatej potravy, čo umožňuje prijímať pokrmy vo väčších intervaloch (raňajky, obed a pod.). Svalstvo žalúdka vykonáva pomalé rytmické sťahy (dva až štyri za minútu). Potrava sa ukladá najskôr pozdĺž stien, potom do stredu. Steny sa pritlačia, nastupuje peristaltická vlna odhora dole a nastáva miešanie. Hodinu po naplnení žalúdka začína žalúdočná peristaltika. Prvé miešanie trvá 15 – 20 minút. Pohyblivosť žalúdočného svalstva je ovplyvnená priamo náplňou žalúdka (kvantitou i kvalitou). So zväčšujúcim sa objemom dochádza k intenzívnejšiemu dráždeniu žalúdočnej steny a sťahy sú silnejšie. Vznikne riedka kašovitá **trávenina** (*chymus*). Sťahy žalúdka najviac tlmia tuky, menej bielkoviny a najmenej cukry. Trávenie v žalúdku prebieha rôzne dlho. Tekutiny žalúdkom iba prechádzajú, potrava bohatá na tuky odchádza zo žalúdka o 5 – 7 hodín,

potrava bohatá na cukry už o 3 – 4 hodiny. Najkratšie v žalúdku teda zostávajú škrobovité jedla, potom bielkovinové a najdlhšie tučné. Po uvedenom čase sa začne rytmicky uvoľňovať kruhový zvierač vrátnika a trávenina je po malých dávkach zo žalúdka vypúšťaná do prvého oddielu tenkého čreva – dvanástnika.

Dôležitým reflexným ochranným dejom je **zvracanie** (*regurgitácia*). Je to vyprázdňovanie žalúdka pažerákom a ústami von z tela. Zvracanie nastáva najmä pri neprimeranom podráždení žalúdka nadmerným obsahom, požitím dráždivých látok alebo aj dráždením iných častí tráviacej sústavy. Zvracanie má ochranný význam a slúži k odstráneniu nevhodných a škodlivých látok zo žalúdka. Nemusí byť vyvolané len podráždením žalúdka, môže nastať i pri podráždení hltanu, čreva, žlčníku, obličiek, ale aj pri dlhotrvajúcom dráždení polohového a pohybového analyzátoru. V tomto prípade ide o nepodmienенý reflexný dej s centrom v predĺženej mieche. Môže byť tiež stimulované vizuálnymi alebo pachovými podnetmi z prostredia a prebieha ako podmienený reflex cez mozgovú kôru. Časté zvracanie však spôsobuje stratu minerálnych látok, tekutín a kyseliny chlorovodíkovej.

Riadenie a sekrécia žalúdočnej šťavy je nervové aj látkové. K nervovému patria reflexné podráždenia prostredníctvom rôznych receptorov (čuchový, chuťový a pod.). Klud a dobrá nálada sekrečnú činnosť podporujú, naopak, hnev, strach alebo rozrušenie ju znižujú. Taktiež niektoré látky v potrave ako korenie či alkohol, sekréciu povzbudzujú. 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*)

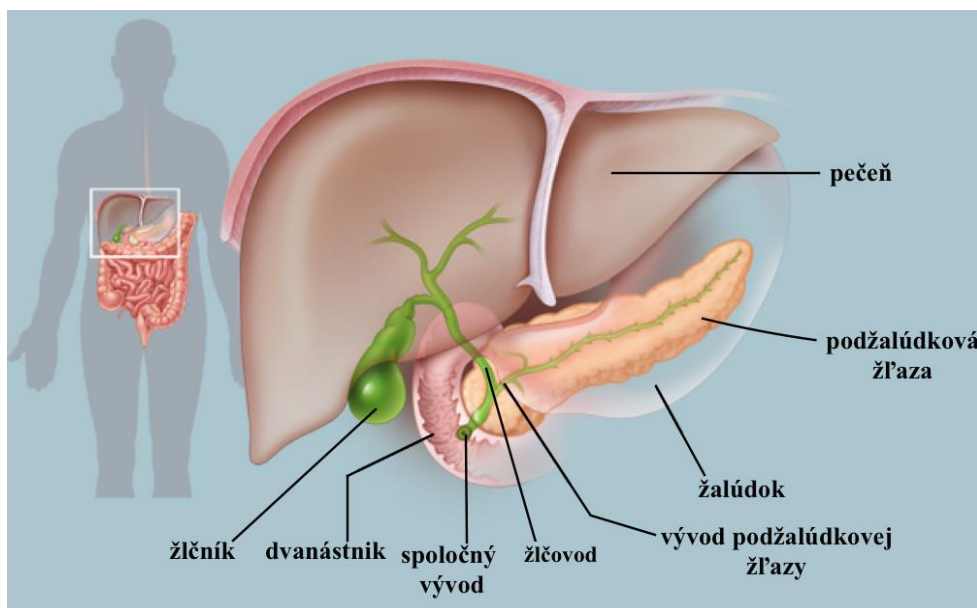
Je mnohonásobne poprehýbaná a stočená svalová rúra spájajúca žalúdok s hrubým črevom. Sliznica tvorí početné kruhové krkvy, ktoré zväčšujú resorpčnú plochu tenkého čreva o 35 %. Najviac ich je v dvanástniku a smerom k hrubému črevu počet ubúda. Okrem nich sa na sliznici nachádzajú vysoké črevné **klky** (*villi intestinales*), ktoré taktiež zväčšujú resorpčnú plochu až o 600 %. Do každého klku vstupuje tepna, rozvetvujúca sa na vlásočnicovú sieť. Žilová krv z tenkého čreva sa zbiera do vrátnicovej žily, ktorá odvádza krv do pečene. V každom klku je aj začiatok miazgových ciev. V sliznici sa tiež nachádzajú drobné tubulárne žliazky produkujúce črevnú šťavu.

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

Svalovina tenkého čreva zabezpečuje pohyby čreva. Povrch tvorí **serózna blana** patriaca k pobrušnici.

Tenké črevo je 4 – 5 m dlhé, 3 – 3,5 cm široké. Skladá sa z troch na seba nadväzujúcich úsekov – dvanástnik (*duodenum*), lačník (*jejunum*) a bedrovník (*ileum*).

Dvanástnik je približne 30 cm dlhý (jeho názov pochádza práve z jeho dĺžky: 30 cm = asi 12 palcov). Je to málo pohyblivá časť tenkého čreva, uložená pod žalúdkom. Má tvar podkovy, ktorá leží naprieč cez bedrovú chrbticu. Do dvanástnika ústí vývod žlčovodu (*ductus choledocus*) a podžalúdkovej žľazy (obr. 7). Prebieha v ňom intenzívne trávenie živín a začína sa aj vstrebávanie. Má najväčší podiel na štiepných procesoch.



Obrázok 7 Vývod žlčovodu a podžalúdkovej žľazy

Lačník – názov je odvodený od faktu, že pri pitve býva obvykle prázdny – lačný. Prevažuje v ňom resorpcia rozložených látok do krvného a lymfatického obehu. Prebieha tu najintenzívnejšie trávenie a vstrebávanie živín do krvi.

Bedrovník je najkratšou časťou tenkého čreva. Čiastočne sa v ňom vstrebávajú živiny. Vyúsťuje v pravej bedrovej jame do hrubého čreva. Lačník a bedrovník sú svalové rúry pokryté pobrušnicou a pohyblivo upevnené k zadnej brušnej stene. Takýto spôsob upevnenia umožňuje tenkému črevu peristaltické pohyby.

Tenké črevo vykonáva lokálne 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 je obsah posúvaný.

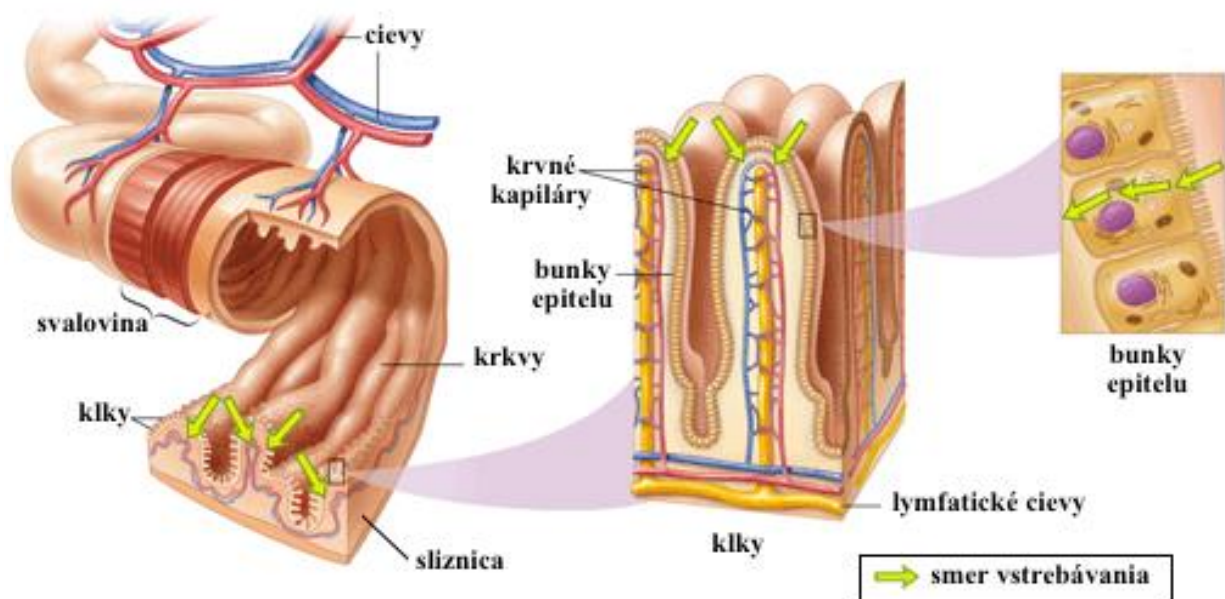
Črevná šťava, ktorá je produkovaná črevnými žliazkami sliznice tenkého čreva v celom jeho rozsahu a to v množstve asi tri litre denne. Dokončuje trávenie všetkých živín na ich základné zložky. Obsahuje enzým **erepsín**, štiepiaci natrávené bielkoviny na aminokyseliny, enzýmy **maltázu, sacharázu a laktázu** štiepiace cukry na glukózu, ďalej **lipázu**, ktorá štiepi posledné zvyšky tukov na glycerol a mastné kyseliny a **enterokinázu**, ktorá aktivuje ostatné tráviace enzýmy. **Mucín** v črevnej šťave chráni sliznicu pred mechanickým a chemickým poškodením.

Pankreatická šťava je produktom *podžalúdkovej žľazy (pankreas)*. Je najdôležitejšou tráviacou šťavou zásaditej reakcie, ktorá sa dostáva do dvanástnika. Obsahuje soli, ktoré neutralizujú kyslú tráveninu, a enzýmy štiepiace všetky živiny. Ďalej obsahuje lipázu, amylázu a trypsinogén. Trypsinogén je v tenkom čreve aktivovaný enterokinázou na *trypsin*, ktorý 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. Sekrécia pankreatickej šťavy je riadená nervovo a látkovo. Látkové riadenie má väčší význam. Podieľajú sa na ňom pankreatické hormóny **pankreozymín** a **sekretín**, ktoré vznikajú v dvanástniku.

Žlč (*fel, bilis, chole*) sa tvorí v **pečeni** (*hepar*), zhromažďuje a zahusťuje sa v žlčníku a 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, pretože podstatne znižujú povrchové napätie, čím rozptyľujú tuky na jemné kvapôčky, **emulgácia tukov**. Tým sa uľahčuje pôsobenie enzýmov, ktoré trávia tuky. Ak sa do dvanástnika dostane potrava obsahujúca tuk, reflexne sa uvoľní žlč a kontrakciami žlčníka je výpúšťaná do dvanástnika. Žlč spolu s pankreatickou šťavou neutralizuje kyslý chýmus. Bilirubín vzniká z červeného krvného farbiva po odlúčení železa. Žlč nie je pravou tráviacou šťavou, keďže neobsahuje enzýmy, avšak je nevyhnutná pre trávenie tukov, ktoré rozptyľuje na drobné kvapky a tým umožňuje dokonalejšie pôsobenie ďalších tráviacich štiav. Žlč zároveň neutralizuje kyslý chýmus.

Vstrebávanie látok z tenkého čreva

Tenké črevo je hlavným miestom **vstrebávania** (obr. 8) látok vzniknutých chemickým spracovaním živín. Sliznica tenkého čreva je na vstrebávanie prispôbena svojou veľkou plochou a bohatým prekrvením. Vstrebávanie je založené na pasívnom prenikaní vody a jednoduchých látok cez stenu tenkého čreva. Aktívne prenikanie nastáva za prítomnosti látkového prenášača. Tieto látky sa vstrebávajú v klkoch do krvi. Do miazgy sa vstrebávajú produkty štiepenia tukov.

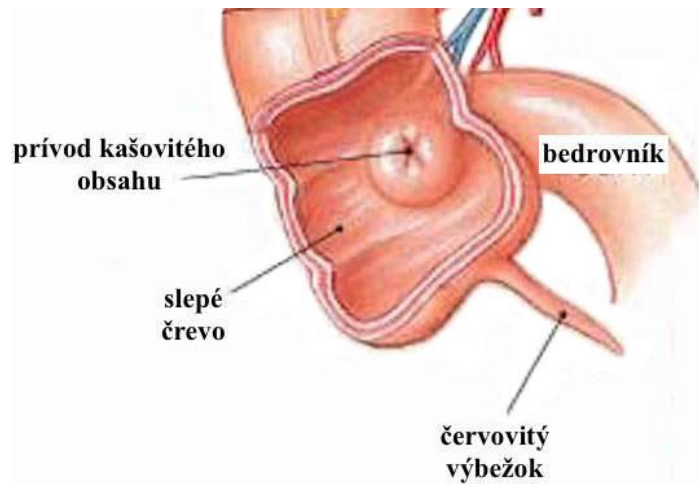


Obrázok 8 Vstrebávanie látok

Hrubé črevo (*intestinum crassum, colon*)

Začína sa v pravej bedrovej jame vakovitou slepou rozšíreninou **slepým črevom** (*caecum*) s červovitým výbežkom, z **výstupnej časti** (*colon ascendens*) smerom k pečeni, ohýba sa takmer v pravom uhle a prechádza do **priečnej časti** (*colon transversum*) popod pečeň a žalúdok až k slezine, kde sa ostro ohýba a prechádza do **zostupnej časti** (*colon descendens*). Odtiaľ pokračuje do malej panvy ako **esovitá časť** (*colon sigmoideum*) až do **konečníka** (*rectum*), análneho kanálu a končí **análnym otvorom** (*anus*). Dĺžka hrubého čreva je 150 cm a šírka 5 – 8 cm.

Slepé črevo (obr. 9) je prvou časťou hrubého čreva z hrotu ktorého odstupuje **červovitý výbežok** (*appendix vermiformis*). Je dlhý približne 8 – 10cm a v jeho stene sa nachádzajú zoskupené miazgové uzlíky, ktoré reagujú na patologické stavy v orgáne. Počas prenatálneho vývinu plní funkciu endokrinnnej žľazy.



Obrázok 9 Slepé črevo

Zápal slepého čreva je hovorový výraz, ktorý používa široká verejnosť. Je to však nesprávne označenie, pretože v skutočnosti ide o **zápal „červovitého príviesku“ slepého čreva**, apendixu. 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 nevyklučuje 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 príviesku. Podslizničné väzivo je silné.

Do hrubého čreva prichádza kašovitý obsah tvorený nestráviteľnými zvyškami potravy (časti šliach, väziva, buničina), určitým množstvom nevstrebávaných živín a minerálnych látok, vodou, zvyškami tráviacich štiav, žlčovými farbivami, odlúpenými výstelkovými bunkami a pod. Začína sa naplňať 4 – 8 hodín po požití jedla. Dochádza tu k **spätnej resorpcii vody** a **minerálnych látok** (Na, K, Ca, Cl), čím sa obsah zahusťuje a mieša sa s hlienom. Vstrebávací schopnosť sliznice sa využíva pri podávaní liekov v čípkoch. Na obsah hrubého čreva výrazne pôsobí činnosť baktérií, ktoré v ňom stále normálne žijú. Sú to kvasné baktérie (*Escherichia coli*), ktoré vyvolávajú kvasenie cukrov, a hnilobné baktérie spôsobujúce hnitie nestrávených bielkovín. Niektoré črevné baktérie vytvárajú vitamíny komplexu B a vitamín K.

Do hrubého čreva sa baktérie dostávajú až niekoľko dní po narodení. U dojčeného dieťaťa prevládajú baktérie mliečneho kvasenia. Po zavedení ďalšej výživy sa objavia aj hnilobné baktérie. Činnosťou baktérií, premiešavaním s hlienom, kvasením, hnitím a zahusťovaním sa obsah hrubého čreva mení na kašovité 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.

Hrubé črevo vykonáva kývavé a peristaltické pohyby, ktoré sú však pomalšie ako u tenkého čreva. Kývavé pohyby miešajú obsah čreva a peristaltické pohyby črevný obsah posúvajú. Veľké posunové pohyby sa opakujú 3 – 4 krát denne. Objavujú sa najmä po naplnení žalúdka novým jedlom. Pohyby sú vyvolané mechanickým a chemickým dráždením. Veľké mechanické dráždenia spôsobujú zvyšky, ktoré obsahujú väčšie množstvo nestráviteľnej buničiny z rastlinnej potravy. Chemicky dráždi väčší obsah skvasených látok, vysoký obsah tukov i koncentrované cukry. Obsah hrubého čreva sa pomalými pohybmi posúva, 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**. Defekácia je na začiatku života nepodmieneným reflexným úkonom vyvolaným nahromadením stolice v konečníku. Neskôr je činnosť vonkajšieho análneho zvierača (sfinktera) ovládaný silou vôle, uzatváraním vonkajšieho análneho zvierača, môže človek tento defekačný reflex potlačiť. Centrum defekačného reflexu je v bedrovokrížovom oddiele miechy. Svalovina konečníka sa zmrští a pri súčasnom ochabnutí vnútorného a vonkajšieho zvierača sa konečník vyprázdni. Dlhodobé alebo opakované zadržiavanie stolice 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.

Pobrušnica

Prevažná časť tráviacej sústavy pod bránicou je uložená v dutine brušnej. Pokrýva ju tenká lesklá blana pobrušnica, ktorá zasahuje až do panvovej dutiny. V niektorých miestach vytvára pobrušnica rozsiahle riasy na ktorých sú jednotlivé orgány zavesené.

Počas prijímania a spracovania potravy nastáva vylučovanie tráviacich štiav. Poznáme dva mechanizmy vylučovania tráviacich štiav: **nervové a látkové riadenie**. Nimi je zabezpečené, aby každý úsek tráviacej sústavy vstúpil do činnosti v určitom čase a aby sa jeho činnosť udržala dovtedy, kým v ňom neskončí trávenie. Oba mechanizmy vzájomne a neoddeliteľne súvisia. U človeka prevláda nervová regulácia.

1. Nervové riadenie činnosti tráviacej sústavy

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

b) Podmienená reflexná sekrécia je vyššou formou reflexnej činnosti, vyžadujúcou účasť mozgu a mozgovej kôry. Nie je vrodená, vyvíja sa postupne až po narodení na základe skúseností, bez priameho dráždenia receptorov v tráviacej trubici potravou. Vylučovanie tráviacich štiav nastáva podnetmi, ktoré pôsobia súčasne pri podávaní potravy – vôňou, farbou, úpravou pokrmu, čistotou jedálne. Dochádza takto k spojeniu podnetov priamych, pôsobiacich na chuťový receptor (nepodmienených reflex), a iných podnetov (zrakové, sluchové, čuchové) a po určitom počte spojení sa vybaví podmienený reflex. Tento mechanizmus vedie k tomu, že tráviace šťavy sa začnú vylučovať už pred požitím či podaním jedla. Zabezpečí sa tak dostatok tráviacich štiav už na začiatku prijímania potravy. Na základe uvedeného je potrebné pamätať na stravovanie detí a vytvárať im príjemné a kľudné prostredie s pestrou stravou, aby sa zabránilo vzniku poruchy príjmu potravy.

2. Látkové riadenie činnosti tráviacej sústavy

Špecializované bunky tráviacich orgánov, najmä v žalúdku a dvanástniku, vytvárajú tzv. tkanivové hormóny, ktoré ovplyvňujú sekréciu tráviacich štiav. Majú riadiace účinky, nie sú ani zdrojom energie, ani stavebnou súčasťou živej hmoty. 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** sú produkované v žľazách s vnútornou sekréciou, t.j. v endokrinných žľazách. **Tkanivové hormóny** vytvárajú bunky alebo skupiny buniek v orgánoch, ktoré majú inú ako vnútorne sekretorickú funkciu. Patria medzi ne napr. hormóny, ktoré sa vytvárajú v sliznici žalúdku alebo tenkého čreva, ktoré ovplyvňujú funkcie častí tráviacej sústavy, látky, ktoré sa uvoľňujú na nervových zakončeniach, mnoho peptidov vytváraných v mozgu a iné.

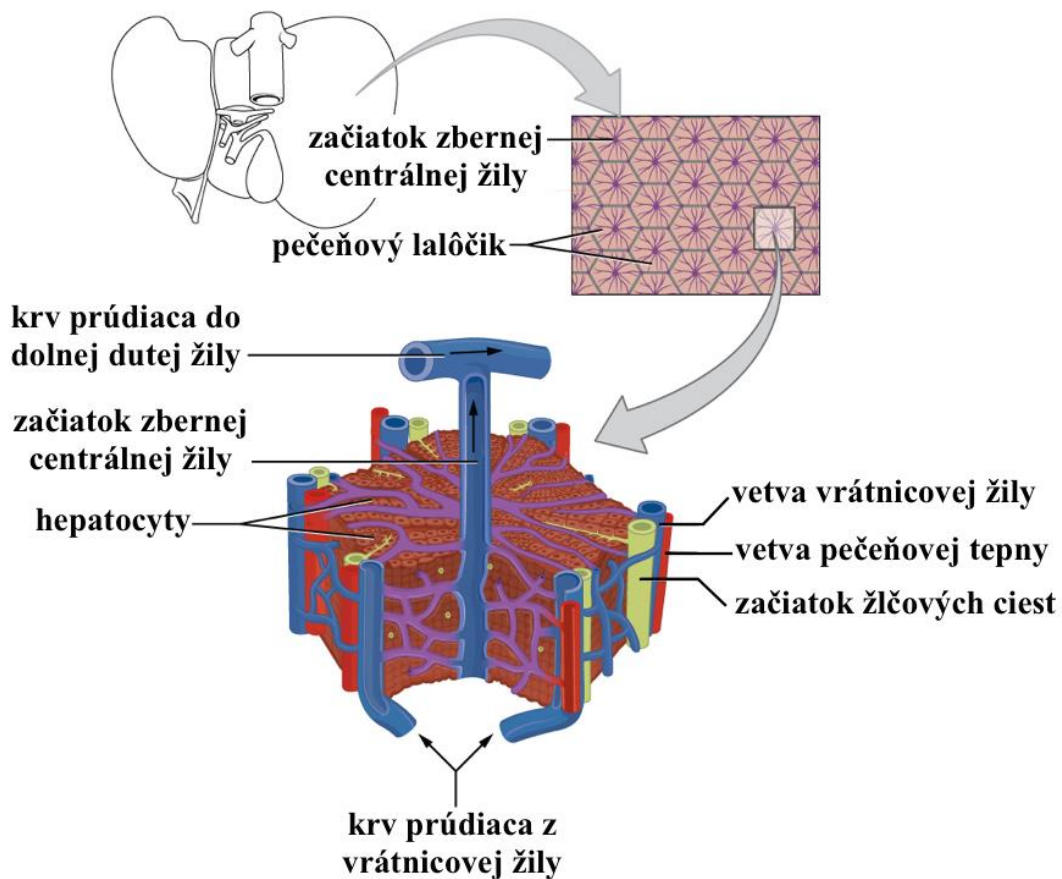
Pečeň (*hepar*)

Je uložená v pravej bráničnej klenbe. Zreteľne je rozdelená na **pravý** (väčší) (*lobus hepatis dexter*) a **ľavý** (menší) (*lobus hepatis sinister*) **lalok**. Na spodnej ploche pravého laloku sa nachádza **jama** (*fossa vesicae felleae*), v ktorej je umiestnený žlčník. Uprostred dolnej plochy sa nachádza pečeňová bránka, ktorou do pečene vstupuje pečeňová tepna a vrátnicová žila, lymfatická cieva a vystupuje žlčovod. Pečeňová tepna je vetvou brušnej zostupnej aorty a je pre pečeň dodávateľom krvi. Z pečene odchádza krv pečeňovou žilou do dolnej dutej žily.

Má hnedočervenú farbu, je hladká, pevná, pružná a krehká. Je najväčšou žľazou ľudského tela, vážiaca 1,5 kg. Pečeň je dôležitou zásobárňou krvi (približne 3/4 litra krvi).

Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou pečene je **pečeňový lalôčik** (*lobuli hepatis*), ktorý má tvar nepravidelného mnohostena (5 – 7 boký hranol) s veľkosťou 1 – 2,5 mm (obr. 10). Lalôčik sa skladá z trámecv pečeňových buniek, **hepatocytov**. 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 tri susediace lalôčiky prebieha rovnobežne so žilou **medzilalôčková tepna a žila** (*arteria a vena interlobularis*) a *ductus interlobularis*, ktorý je začiatkom žlčových 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** pečenej bunky. Na protíľahlom konci pečenej bunky sa v štrbinách vnútri trámecov začínajú pečenevé žľčovody. Tieto póly buniek sa nazývajú ako tzv. **žľčové póly**. Žľčovody sa teda začínajú ako intercelulárne štrbiny, ktorých stenu tvoria priamo membrány žľčových buniek. Až v priestoroch medzi lalôčkmi pečene majú žľčovody vlastnú, epitelom vystlanú stenu. Vo vnútri medzi pečenevými bunkami, ktoré produkujú žľč, sú žľčové vlásočnice, ktorými odchádza žľč k periférii lalôčkov do žľčových kanálikov, ktoré sa spájajú a vytvárajú **pravý a ľavý pečenevý vývod** (*ductus hepaticus dexter et sinister*). Obidva (pravý aj ľavý) pečenevé vývody vystupujú z pravého a ľavého laloka pečene. Po ich spojená vzniká **spoločný pečenevý vývod** (*ductus hepaticus communis*). K spoločnému pečenevému vývodu sa pripája vývod **žľčníka** (*ductus cysticus*). Spojením spoločného pečenevého vývodu a žľčníkového vývodu vzniká **žľčovod** (*ductus choledochus*). Žľčovod sa spája s vývodom pankreasu a jediným vývodom ústia dvanástnika.



Obrázok 10 Pečenevý lalôčik

Funkcie pečene

- Pečeňové bunky neustále tvoria žlč, ktorá sa hromadí a zahusťuje v žlčníku na spodnej strane pečene.
- V pečeni prebieha hlavná časť premeny vstrebávaných látok, ktoré do nej privedie vrátnicová žila z tráviacich orgánov (slezina, žalúdok, tenké črevo). Tie sú pečeňovými bunkami spracované, premenené, uložené alebo vrátené naspäť do krvi.
- Prebieha v nej premena glukózy na živočíšny cukor glykogén, syntéza mnohých bielkovín, tukov a cholesterolu, koncentrovanie 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. Je jedným z najteplejších orgánov.
- Má silnú regeneračnú schopnosť (schopnosť obnovovať bunky). Pre život sú nevyhnutné. Pečeňové bunky poškodzuje alkohol a jedy.

Žlčník (*vesica fellea*)

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

Podžalúdková žľaza (*pancreas*)

Je uložená na ľavej strane, pod žalúdkom a čiastočne za ním, 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 podlhovastý tvar, dĺžky 20 cm. Hlavný vývod pankreasu ústi spolu vývodom žlčníka do zostupnej časti dvanástnika. 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). Ide o exokrinnú funkciu pankreasu. Okrem toho je aj endokrinnou žľazou, žľazou s vnútorným vylučovaním – produkuje hormón inzulín a glukagón (viď podrobnejšie v kapitole o endokrinnnej sústave).

Trávenie

Keďže prijatá potrava obsahuje chemicky zložité látky, ktoré by v takejto podobe nemohli prejsť črevnou stenou a vstúpiť do vnútorného prostredia, musia byť najskôr rozložené na jednoduchšie zložky. Dochádza tak k ich enzymatickému štiepeniu.

Cukry (sacharidy) prijímame v podobe polysacharidov (škrob), disacharidov (napr. sacharóza) a čiastočne i monosacharidov (glukóza, fruktóza). Škroby sa začínajú štiepiť v ústnej dutine za účasti enzýmu ptyalín (α -amyláza) ako katalyzátora. Žalúdočná šťava neobsahuje žiadny enzým pre trávenie škrobov a tak hlavné štiepenie cukrov prebieha v tenkom čreve účinkom enzýmov v pankreatickej a črevnej šťave. Konečným produktom trávenia cukrov sú jednoduché cukry (napr. produktom trávenia škrobu je glukóza).

Trávenie bielkovín (proteíny) sa začína v žalúdku pôsobením pepsínu, ktorý reakciu katalyzuje a dokončuje sa v tenkom čreve za prítomnosti najmä enzýmu trypsínu a erepsínu. Bielkoviny sa rozložia až na aminokyseliny.

Nepatrné množstvo **tukov** (lipidov) sa rozštiepi v žalúdku vplyvom žalúdočnej lipázy avšak ich hlavné trávenie prebieha v tenkom čreve za prítomnosti pankreatickej a črevnej lipázy a žlče. Tuky sa rozkladajú na glycerol a mastné kyseliny.

Vstrebávanie (resorpcia) je prenikanie rozložených živín, vody, solí a vitamínov stenou tráviacej sústavy do krvi a miazgy. Vstrebávanie môže prebiehať v ktorejkoľvek časti tráviacej trubice, avšak najdôležitejšie vstrebávanie prebieha v tenkom čreve, a je uľahčené práve veľkým povrchom sliznice tenkého čreva. Odtiaľto sú vstrebané látky odvádzané vrátnicovým obehom do pečene a miazgovým obehom do krvi. Väčšinou sa jedná o aktívny transport, pri ktorom sa spotrebuje veľké množstvo energie. Po prijatí potravy stúpa prekrvenie tráviacich orgánov a to presunom krvi z oblastí nezúčastnených spracovania potravy, najmä zo svalov. Práve preto po jedle pocíťujeme celkovú malátnosť.

Metabolizmus

Všetky životné prejavy ľudského organizmu majú chemický základ, tj. premenu látok a energie, ktoré prebiehajú neustále ako chemické premeny. Ľudský organizmus (ako každý živočíšny organizmus) získava energiu v podobe zložitých chemických zlúčenín, ktoré sa v tele premieňajú. Látky, ktoré sa vstrebať do telových tekutín, prechádzajú ďalšími chemickými zmenami. Sú použité ako zdroj energie, slúžia na stavbu tkanív, vytvárajú sa z nich biologicky

významné látky ako hormóny, enzýmy, bielkoviny, krvná plazma alebo sa ukladajú do zásob. Rast, svalová činnosť, prejavy dráždivosti, bioelektrické deje, vylučovanie, každá funkcia, každý fyziologický dej závisí priamo od premeny látok. Metabolizmus má dve základné zložky: anabolizmus a katabolizmus.

Štiepenie zložitých látok na jednoduché sa nazýva **katabolizmus**. 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 produktmi sú oxid uhličitý a voda. Oxidácie v tele sú pomalé a postupné a uvoľňujú energiu v malých množstvách. Celý proces prebieha za pomoci bunkových enzýmov, **biokatalyzátorov**, a deje sa vo vnútri bunkových štruktúr.

Uvoľnenú energiu nevyužíva organizmus priamo, ale ju prenáša na ďalšie zlúčeniny, ktoré sú schopné viazať značné množstvo energie. Tieto zlúčeniny obsahujú **makroergické fosfátové väzby**. Ide o organické zlúčeniny zložené z dusíkatej bázy, cukru ribózy a troch zvyškov kyseliny trihydrogenfosforečnej. Z nich najdôležitejšou je **kyselina adenozintrifosforečná (ATP)**. Len takto viazanú energiu môže organizmus využiť pre akúkoľvek činnosť a výstavbu živej hmoty a na všetku potrebnú činnosť.

Anabolizmom označujeme procesy, pri ktorých sa z jednoduchších látok tvoria nové, telu vlastné zložené organické látky. Pri týchto dejoch sa energia spotrebúva, keďže je potrebná k ich syntéze.

Intenzita látkovej premeny je závislá na rôznych podmienkach vonkajšieho a vnútorného prostredia, od stavu a potrieb organizmu. Je závislá od faktorov akými sú vek, pohlavie, telesná hmotnosť, výška, fyzická práca, teplota prostredia i čas, ktorý uplynul od prijatia potravy.

Anabolické a katabolické deje sú v dospelom zdravom, primerane živom a primerane činnom organizme v rovnováhe. V detstve prevládajú anabolické deje s veľkým nárokom na energiu, ktoré umožňujú rast a tvorbu novej telesnej hmoty. V dospelosti je katabolizmus a anabolizmus v rovnováhe. V starobe katabolické deje prevažujú a metabolizmus sa spomaľuje.

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

v riadení metabolizmu je predovšetkým tyroxín (hormón štítnej žľazy), inzulín (Langerhansove ostrovčeky), rastový hormón (z hypofýzy), testosterón a hormóny kôry a drene nadobličiek. Nervová sústava reguluje metabolizmus najmä z centier v medzmozgu prostredníctvom sympatika a parasympatika.

Metabolizmus nutný k udržaniu základných životných funkcií ako činnosť srdca, obehovej sústavy, obličiek, dýchacieho svalstva i nervovej sústavy sa nazýva **bazálny metabolizmus**. Bazálny metabolizmus je minimálny stupeň metabolickej aktivity organizmu pri ideálnych vonkajších podmienkach, 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),
- indierentná teplota (20 – 22 stupňov pri oblečení, 30 stupňov neoblečený), ktorú organizmus subjektívne nepociťuje ani ako teplo ani ako chlad; objektívne sa ani nepotí ani netrasie chladom,
- pri telesnom a duševnom pokoji.

Udáva sa v absolútnych hodnotách v kJ za časovú jednotku alebo v relatívnych hodnotách na m² povrchu tela. Takýto výdaj sa denne pohybuje okolo 6270 – 7500 kJ (1500 – 1800 kcal). U mužov viac ako 6000 kJ/24 hod., u žien 5500 kJ/24 hod.

Metabolizmus cukrov

Cukry sú pre organizmus najdôležitejším a najpohotovejším zdrojom energie. Dospelý organizmus nimi pokryje až 55 % dennej energetickej potreby. Hlavným produktom ich trávenia je glukóza. Vstrebaná glukóza sa vrátnicovou žilou dostáva do pečene, kde sa premení na zásobný cukor glykogén, ktorý je tak k dispozícii pre potrebu všetkých tkanív. V prípade potreby sa glykogén opäť mení na glukózu, ktorá sa dostáva do krvi. Menšie množstvo glykogénu sa tvorí i vo svaloch, kde slúži ako pohotová rezerva energie, ale len pre svalovú prácu. Zásoba glykogénu v tele človeka nie je veľká, približne 400 g. U detí je táto zásoba ešte menšia vzhľadom na menej vyvinuté svaly a pečeň. Práve preto sa deti nemajú zaťažovať vytrvalostnou a namáhavou telesnou aktivitou. Zásoba glykogénu sa pri veľmi intenzívnej svalovej práci môže vyčerpať už za dve hodiny. Glykogén sa v tele vytvára aj z tukov

a bielkovín. Avšak prijímané sacharidy sa môžu v tele premieňa i na tuk, ktorý sa ukladá do zásob a to vtedy, ak organizmus vydá menšie množstvo energie ako v potrave prijal.

V krvi sa udržiava stála koncentrácia glukózy – hladina cukru v krvi sa označuje ako **glykémia** (jeden gram glukózy na jeden liter krvi, 3,5 – 6,7 mmol/l). Hodnota prechodne stúpa po jedle a znižuje sa pri telesnej práci. Stálosť glykémie je zabezpečená hormónom **inzulínom**, ktorý glykémiu znižuje tak, že pomáha pri syntéze pečeňového a svalového glykogénu. Štiepenie glykogénu vo svaloch a zvýšenie glykémie umožňuje **adrenalin**. Pankreatický **glukagón** podporuje štiepenie glykogénu v pečeni.

V potravinách sú sacharidy obsiahnuté v podobe monosacharidov, disacharidov a polysacharidov. Odporúčaná denná dávka je daná vekom, pohlavím a fyzickou aktivitou: v detstve predstavuje 12 g/kg a v dospelosti 6 g/kg a nemala by prekračovať rozmedzie dané výživovými normami, keďže sa z nadbytočných cukrov tvoria v tele tuky a zvyšuje sa riziko obezity.

I vlákna, ako celulóza či pektíny, je z chemického hľadiska polysacharid, ktorý však organizmus nevie využiť. V dennej dávke by však malo byť najmenej 15 g vlákniny, pretože napomáha črevnej peristaltike a zabezpečuje vyprázdňovanie čriev. Jej hlavným zdrojom je zelenina, ovocie, zemiaky alebo obilniny.

Metabolizmus bielkovín

Bielkoviny sú hlavnou stavebnou súčasťou buniek, enzýmov, hormónov a krvi. V tráviacej sústave sú štiepené na aminokyseliny a vstrebané do krvi. Malá časť aminokyselín koluje v krvi v stálom množstve, ktoré sa nemení ani po požití väčšieho množstva bielkovín. Aminokyseliny kolujúce v krvi sú zadržované v pečeni, kde sa určitá časť použije k prestavbe na sacharidy a tuky. Časť aminokyselín prejde pečeňou a krvným obehom, následne je zanesená do tkanív, kde sa vytvoria tkanivové bielkoviny. Časť aminokyselín, ktorá nebola použitá ani k syntéze bielkovín ani k prestavbe na sacharidy a tuky, je využitá ako zdroj energie. Konečnou splodinou metabolizmu bielkovín je močovina tvoriaca sa v pečeni a vylučujúca sa obličkami.

Najintenzívnejšie prebieha tvorba bielkovín z aminokyselín u detí, ktoré rastú a zväčšuje sa ich hmota telesných tkanív. U dospelých ide najmä o obnovu opotrebovaných tkanív. Keďže sa bielkoviny v organizme nevytvárajú premenou ostatných živín, a organizmus ich nedokáže ani ukladať do zásoby, je nutné zabezpečiť ich každodenný príjem v určitom množstve. Množstvo

potrebných bielkovín je vyššie u detí ako u dospelých, v dospelosti sa zvyšuje najmä v tehotenstve, pri intenzívnej športovej činnosti, namáhavej fyzickej práci a po väčšom krvácaní.

Niektoré z aminokyselín, ktoré sú základnými stavebnými jednotkami bielkovín, si organizmus sám vytvoriť nevie. Nazývajú sa esenciálnymi aminokyselinami a sú obsiahnuté v plnohodnotných bielkovinách živočíšneho pôvodu, napr. v mäse, mlieku, vajciach. Obsah týchto aminokyselín zvyšuje biologickú hodnotu bielkovín. Rastlinné bielkoviny neobsahujú všetky esenciálne aminokyseliny a predstavujú tak bielkoviny neplnohodnotné.

Denný príjem bielkovín, ktoré za akýchkoľvek okolností zaručuje plnú výkonnosť organizmu sa označuje ako tzv. **hygienické bielkovinové minimum**. Jeho relatívne množstvo (na jeden kilogram telesnej hmotnosti) vyjadrené v gramoch klesá s vekom a zvyšuje sa pri energeticky náročnej činnosti. V detstve sú potrebné 2 g/kg, počas dospievania 1,5 g/kg a v dospelosti 0,6 g/kg.

Metabolizmus tukov

Tuky sú v tele súčasťou buniek ako ich stavebný materiál alebo sa ukladajú v podkožnom väzive, okolo orgánov do zásob. Zásobný tuk je rezervou energie a pri nedostatočnom prísune živín v potrave sa uvoľňuje a spotrebúva. Poskytujú dvakrát viac energie ako sacharidy. Tuky sa trávením štiepia na glycerol a mastné kyseliny. V jednom litri krvi je 6 g tuku, pričom sa množstvo zvyšuje po požití tukov už za niekoľko hodín. Z krvi sa tuk dostáva do tukového tkaniva.

V prípade potreby využitia tukov, sú uvoľnené i z tukových zásob a transportované do pečene, ktorá obsahuje enzým lipázu. V pečeni sa tuky štiepia opäť na glycerol a mastné kyseliny. Ich oxidáciou sa uvoľňuje energia. Tuky môžu vznikáť i zo sacharidov a bielkovín. Pri riadení metabolizmu tukov sa najviac uplatňuje hormón tyroxín, ktorý povzbudzuje oxidačné deje v organizme a tým zvyšuje i metabolizmus tukov. Do metabolizmu zasahujú i ďalšie hormóny ako inzulín a hormóny kôry nadobličiek.

V tukoch sú rozpustené niektoré vitamíny, obsahujú i nevyhnutné esenciálne mastné kyseliny, ktoré si organizmus nevie sám vytvoriť ako napr. kyselinu linolovú a linolénovú. Obsah týchto látok udáva ich tzv. **biologickú hodnotu**.

V potravinách sú obsiahnuté živočíšne i rastlinné tuky. Pre výživu sú najvýhodnejšie tuky rastlinné a to pre ich obsah esenciálnych mastných kyselín. Denná doporučená dávka tukov je závislá od veku, pohlavia, druhu vykonanej práce a klimatických podmienkach. V chlade sa ich potreba zvyšuje. Od narodenia potreba tukov klesá od 4 g/kg až po 1,5 g/kg v dospelosti.

Metabolizmus vody

Voda je v organizme potrebná ako rozpúšťadlo, transportný prostriedok a k udržiavaniu telesnej teploty. Umožňuje vstrebávanie, presun látok z krvi do tkanív, vylučovanie odpadových látok obličkami a látkovú premenu. Nedostatok vody vedie už za dva dni k ťažkým poruchám a po týždni jej nedostatku i k smrti.

Voda má najväčší podiel na celkovej telesnej hmotnosti, v detstve predstavuje 80 % a v dospelosti 60 % hmotnosti tela. Približne tretina celkového množstva vody je obsiahnutá v bunkách, mimo bunky je súčasťou miazgy, krvnej plazmy a tkanivového moku. Organizmus prijíma vodu v tekutinách i v pevnej strave. Menšia časť vody vzniká i pri metabolizme živín. Voda sa vstrebáva v črevách, prechádza do vrátnicovej žily, do pečene a dostáva sa tak do celého krvného obehu.

Potreba vody sa mení vekom. Dojča má dennú potrebu odpovedajúcu 15 – 20 % jeho telesnej hmotnosti, dieťa 10 – 15 % a dospelý 2 – 4 %. Väčšia strata vody je práve u dojčiat veľmi nebezpečná. Deti reagujú na nedostatok tekutín únavou a ospalosťou. Príjem a výdaj vody je v zdravom organizme v rovnováhe. Pri jej väčšom príjme sa zvýši vylučovanie vody obličkami. Na jej nedostatok reaguje organizmus smädом. Voda, ktorá sa v tele nezadrží, odchádza obličkami, kožou, pľúcami a istá časť i stolicou. K väčším stratám dochádza pri práci v teple, pri športe, ochoreniach, zvracaní či hnačke, i počas kojenia.

Výmena vody je riadená nervovo z ústredia v hypotalame, ktoré je vo vzťahu k hypofýze, v ktorej sa vylučuje antidiuretický hormón riadiaci spätnú resorpciu vody v obličkách z primárneho moču. Hormón kôry nadobličiek aldosterón pôsobí na hospodárenie s vodou nepriamo tým, že v celom organizme zadržuje chlorid sodný.

Obsah solí sa v organizme zvyšuje od narodenia do dospelosti 40-krát (ich príjem je väčší ako výdaj). **Sodík** je katión, ktorý spolu s chlóróm ovplyvňuje osmotický tlak telesných tekutín a stálosť vnútorného prostredia (pH). Soli sodíka na seba viažu vodu. Spolu s iónmi draslíka, vápnika a horčíka ovplyvňuje sodík nervovosvalovú dráždivosť. Prirodzená strava obsahuje

málo sodíka, preto sa do stravy pridáva chlorid sodný (kuchynská soľ). O dojčiat je postačujúci jeho obsah v materskom mlieku. Potreba sodíka stúpa pri práci v teple, pri silnom potení, zvracaní a hnačkách, pretože spolu s vodou sa stráca aj chlorid sodný.

Draslík je dôležitým vnútrobunkovým kationom, ktorý udržiava osmotický tlak. Spolu so sodíkom zvyšuje nervovosvalovú dráždivosť. Je nevyhnutný pre činnosť srdca. Zasahuje do metabolizmu cukrov tým, že napomáha ukladaniu glykogénu v pečeni. Potreba draslíka je pokrytá bežnou stravou.

Chlór, anión mimobunkových tekutín, sa podieľa na udržovaní osmotického tlaku. Je súčasťou kyseliny chlorovodíkovej v žalúdočnej šťave. Je dodávaný kuchynskou soľou. Obsah sa znižuje zvracaním a hnačkami. Metabolizmus sodíka, draslíka a chlóru je riadený hormónmi kôry nadobličiek.

Vápnik ako minerálnej látky je v tele najviac a je z 99 % uložený v nerozpustnej forme v kostiach a zuboch. Ióny vápnika obsiahnuté v krvnej plazme, sú dôležité pri premene protrombínu na trombín pri zrážaní krvi. Vápnik znižuje nervovosvalovú dráždivosť, takže pri jeho nedostatku sa zvyšuje svalový tonus a môže dôjsť ku kŕčom. Jeho hlavným zdrojom v potrave je mlieko a mliečne výrobky. Približne polovica prijatého vápnika sa nevstrebáva a práve preto sa musí denne prijímať potravou aby sa aspoň časť vstrebala. Potreba vápnika súvisí najmä s rastom a osifikáciou kostry, preto je vyššia v období akcelerovaného rastu. Zvyšuje sa tiež v tehotenstve a v období dojčenia. Metabolizmus vápnika je riadený predovšetkým parathormónom prištítnych teliesok.

Z ďalších minerálnych látok sú pre organizmus vo väčšom množstve potrebné fosfor, horčík, síra a v menšom množstve železo, meď, jód, fluór, kobalt, zinok, mangán, arzén (stopové prvky).

Fosfor je obsiahnutý najmä v kostiach a zuboch v podobe nerozpustných fosforečnanov. V organizme sú dôležité i organické zlúčeniny fosforu, makroergické fosfátové zlúčeniny adenzinotrifosfát a kreatinfosfát, ktoré po rozštiepení uvoľňujú značné množstvo energie. Fosfor sa tiež viaže na tuky, cukry a bielkoviny.

Horčík je obsiahnutý v kostiach a vo svaloch. Znižuje nervovosvalovú dráždivosť.

Železo ako súčasť hemoglobínu a myoglobínu zabezpečuje prenášanie kyslíka. Ostatné železo je v tele uložené ako zásobné a to v pečeni, slezine a kostnej dreni.

Jód je dôležitý pre tvorbu hormónu štítnej žľazy. Organizmus potrebuje pre správnu činnosť ďalšie anorganické látky, ktoré prijíma v nepatrných množstvách.

Vitamíny ako organické látky sú väčšinou rastlinného pôvodu. Organizmus ich potrebuje k zabezpečeniu priebehu mnohých metabolických dejov. Nie sú zdrojom energie a neslúžia ani ako stavebné látky. Sú potrebné len vo veľmi malých množstvách, avšak organizmus ich musí denne prijímať v potrave, keďže väčšinou si ich nevie sám vytvoriť.

Nedostatok vitamínov vedie k poruchám metabolizmu a tým k vzniku chorobných prejavov. Úplný nedostatok vitamínov sa nazýva **avitaminóza**, ich čiastočný nedostatok sa označuje pojmom **hypovitaminóza**. Obmedzene sa vitamíny ukladajú do niektorých orgánov, ich nadbytok sa vylučuje stolicou, močom či potom. Nadmerný prísun vitamínov, **hypervitaminóza**, je zbytočný a pri niektorých vitamínoch dokonca škodlivý. K predávkovaniu môže dôjsť iba podávaním vitamínových preparátov, nie prijímaním bežnej stravy. Zvýšená spotreba vitamínov nastáva v období rastu, v tehotenstve, počas dojčenia a pri horúčkach. Ich potreba závisí od veku, pohlavia a celkového zdravotného stavu. Zdrojom vitamínov je predovšetkým rastlinná strava, sčasti živočíšna, do ktorej sa dostávajú z rastlinnej potravy. Niektoré vitamíny sú v rastlinách obsiahnuté v neúčinnnej forme ako provitamíny, a z nich si organizmus účinné vitamíny vytvorí.

Vitamíny označujeme veľkými písmenami abecedy a rozdeľujeme ich na vitamíny rozpustné v tukoch (A, D, E, K) a vo vode (ostatné).

Energetická hodnota potravín je daná obsahom základných živín a ich vzájomným pomerom (bielkoviny 12– 15 % v celkovej dennej dávke potravín, tuky 30 – 35 % a cukry 50 – 55 %). Komplexné údaje o priemernej dennej potrebe energie, živín a ostatných zložiek potravy poskytujú doporučené výživové dávky, označované ako výživové normy. Vyjadrujú výživovú potrebu zdravého človeka podľa veku, pohlavia a namáhavosti práce, ktorú vykonáva.

Po kvalitatívnej stránke musí potrava obsahovať okrem živín aj vodu, minerálne soli a vitamíny. Mnoho týchto látok si organizmus nevie sám vyrobiť a je odkázaný na ich príjem.

Podvýživa tvorí prechod medzi primeranou výživou a hladovaním. Býva spôsobená buď celkovým znížením množstva prijímanej potravy – kvantitatívna podvýživa alebo nedostatočným zastúpením niektorej nevyhnutnej zložky najmä bielkovín – kvalitatívna podvýživa. Pri dlhotrvajúcej podvýžive sa stráca zásobná tuková vrstva a človek chudne.

Neskôr ubúda i aktívna telesná hmota, a to najmä bielkoviny. Podvyživený človek sa ľahšie unaví, je menej výkonný a menej odolný voči infekciám. Nedostatočná výživa v tehotenstve, či u detí sa prejavuje spomaleným rastom, nedokonalým vývinom nervovej sústavy a ďalšími poruchami. Extrémna podvýživa nastáva u dievčat s psychickou poruchou príjmu potravy akou je napr. mentálna anorexia či bulímia.

Obezita je najčastejšie spôsobená prejedaním sa a nedostatočnou pohybovou aktivitou, kedy príjem živín, najmä cukrov a tukov, je väčší ako odpovedá výdaju energie. Menej často je spôsobená geneticky alebo poruchami žliaz s vnútornou sekréciou. Nadmerne prijímané živiny sa v tele ukladajú ako zásobný tuk. Obezita predstavuje veľkú záťaž pre srdce, cievy a kĺby. Obézni ľudia trpia poruchami obličiek, vysokým krvným tlakom a cukrovkou.

Vylučovacia sústava (*Organa uropoetica*)

Ľudské telo za jeden deň vyprodukuje priemerne: jeden liter slín, dva litre žalúdočných štiav, pol litra žlče, 1,5 litra pankreatickej šťavy, strácame 90 vlasov, 10 gramov odumretých čiastočiek pokožky. Aby nedošlo k akumulácii odpadových látok v tele (čo môže spôsobiť otravu) vzniknutých počas metabolizmu, musia sa odstraňovať, čím sa zabezpečí vnútorná rovnováha. Na vylučovaní (exkrécii) splodín metabolizmu a na regulácii sa podieľa niekoľko sústav:

1. Vlastná vylučovacia sústava – obličky a močové cesty.
2. Ostatné sústavy – tráviaca, dýchacia a kožná sústava.

Vlastná vylučovacia sústava

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

Obličky (*renes, nephros*)

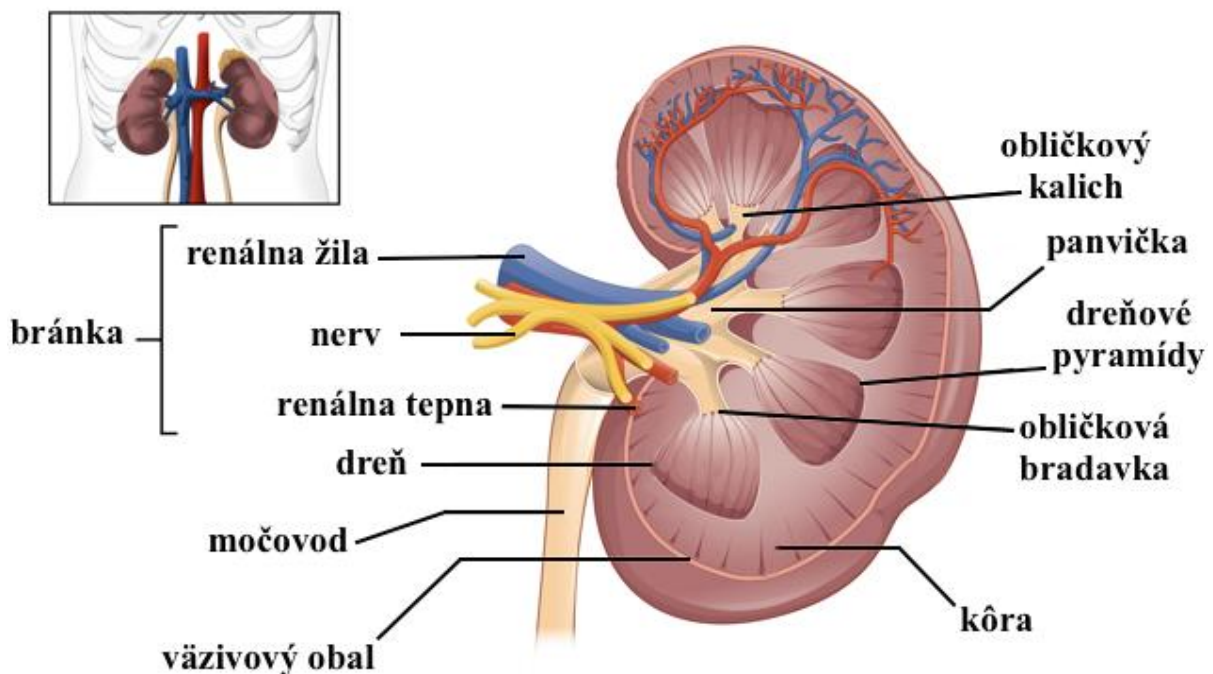
Obličky sú párovým orgánom hnedočervenej farby, typického fazuľovitého tvaru, uloženými po obidvoch stranách driekovej chrbtice vo výške prvého až tretieho driekového stavca. U dospelých sú umiestnené o niečo vyššie ako u detí, a to tesne nad okrajom panvových kostí. Pomocou hornej časti zadnej plochy nasadajú pod bránicu. Obe obličky sú v brušnej dutine fixované. Fixačný aparát sa však môže uvoľniť, napr. pri prudkej strate tukovej vrstvy môže oblička vykĺznuť zo svojho miesta – tzv. **blúdivé obličky** (*ren migrans*) (uvedené sa vyskytuje najmä u žien).

Priemerná veľkosť obličky je 12×6×3 cm (d×š×v) a hmotnosť 150 g. Obličky sú obalené **tukovým vankúšom** (*capsula adiposa*), ktorý má ochrannú funkciu pred mechanickým poškodením či únikom tepla. Pod ním sa nachádza pevný **väzivový obal** (*capsula fibrosa*) formujúci tvar obličiek. Na tukovú vrstvu zvonka nasadá jemná **väzivová blana** (*fascia renalis*). Do dvoch rokov sú obličky na povrchu laločnaté, neskôr majú hladký povrch.

Obličky sú pripojené mohutnými renálnymi tepnami na brušnú aortu a renálnymi žilami na dolnú dutú žilu. Na strane ku chrbtici je zárez – **bránka** (*hilus renalis*), cez ktorú vstupujú

a vystupujú cievy, močovody a lymfatické cievy. Smerom do obličky sa bránka prehlbuje 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 (obr. 11) sú viditeľné dve časti. Povrchová vrstva, ktorá je bledočervená, svetlejšia, zrnitej štruktúry, tzv. **kôra** obličky. Obsahuje kľbká vlások, ktoré sú vložené do miskovito prehnutých Bowmanových vačkoch, a začiatky odvodných kanálikov. Vo vnútri sa nachádza tmavočervená, pruhovaná časť, tzv. **dreň** obličky, v ktorej sú uložené ďalšie časti odvodných kanálikov.



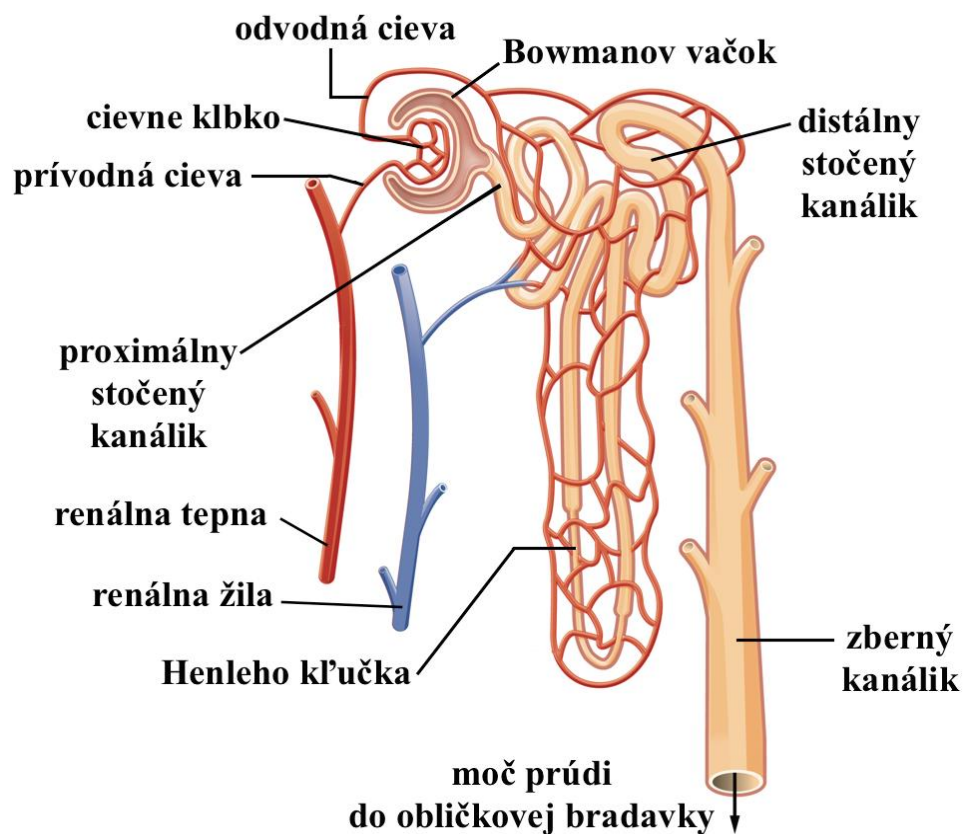
Obrázok 11 Stavba obličky a začiatok močových ciest

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. Každá pyramída sa vejárovito zbieha k zaoblenému vrcholku, obličkovej bradavke, ktorá smeruje k bránke. V otvoroch bradaviek končia odvodné kanáliky obličiek. Vrchol pyramídy obsahuje otvory ako vyústenia zberných kanálikov, a 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 jeden milión mikroskopických základných funkčných

a stavebných jednotiek obličiek tzv. **nefrónov**. Jeden nefrón meria približne 3 až 10 cm a ich počet je definitívny už po narodení.

Nefrón (obr. 12) je zložený z **telieska obličky** (*corpusculum renis*) a z **obličkových kanálikov** (*tubuli renales*). Teliesko obličky je tvorené **cievnym klbkom** – klbkom vlásočnic (*glomerulus*) a **puzdrom klbka** (*capsula glomeruli* – Bowmanov vačok). Dĺžka kanálikov vo svojom súbore predstavuje približne desať kilometrov. Klbko vlásočnic je vtlačené do začiatku obličkových kanálikov – dvojvrstvového Bowmanovoho vačku. Vnútorň list vačku nalieha na kapiláry glomerulu a vonkajší list tvorí obal telieska obličky. 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.



Obrázok 12 Nefrón

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 kĺbka glomerula, z ktorého sa krv odvádza pomocou **odvodnej cievy** (*vas efferens*). Prívodná tepna je širšia ako odvodná, čím sa v glomerule udržiava dostatočne vysoký filtračný tlak krvi. 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 kĺbka **odvodný kanálik** (*proximálny tubulus*) sa nazýva **močový pól** (*polus urinarius*). Jeho prvá časť je **stočená** (*pars contorta*), t.j. je to stočený kanálik prvého rádu, ktorý 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 kanáliku** (*tubulus colligens*), ktorý zbiera moč z viacerých nefrónov. Do každého zberného kanáliku ústi 5 – 10 nefrónov. Niekoľko susedných kanálikov sa spája v spoločný zberný kanálik, ktorý prechádza do obličkovej bradavky. Na vrchol 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 dostávajú cez stenu kapilár a vnútornú stenu Bowmanovho vaku do štrbiny vaku a odtiaľ do kanáliku tubulárneho aparátu obličky. Stena kapilár a vaku neprepúšťa krvné bunky (napr. erytrocyty, v opačnom prípade má človek „krv v moči“) a nefiltrujú sa tu prakticky žiadne plazmatické bielkoviny.

Moč sa tvorí činnosťou nefrónov, v ktorých prebieha 1. **glomerulárna filtrácia**, 2. **vstrebávanie v kanálikoch** (*tubulárna resorpcia*), 3. **vylučovanie v kanálikoch** (*tubulárna exkrécia*). **Glomerulárna filtrácia** prebieha v cievnom kĺbku. Tekutina prefiltrovaná do štrbiny v Bowmanovom vaku sa nazýva primárny moč. Za jednu minútu sa vytvorí 0,12 l filtrátu, čo denne predstavuje približne 180 litrov tekutiny, tzv. 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 hodín je 1000 – 1500 ml. Do krvi sa tak vracia 99 % vody, 100 % glukózy a 99,5 % NaCl, čím sa moč zahusťuje. Filtrácia je závislá od filtračného tlaku, ktorým pôsobí tekutina na steny kapilár a vnútorný list Bowmanovho vaku. Súčasne so spätným vstrebávaním v kanálikoch prebieha i vylučovanie (**tubulárna exkrécia**) niektorých iónov solí i látok prijatých do tela.

Výsledkom týchto troch dejov je definitívny moč. Okrem resorpcie majú odvodné kanáliky aj sekrečnú funkciu. V proximálnom tubule sa do moču vylučuje kreatinín, niektoré liečivá (napr. penicilín), a v distálnom kanáliku draslík, amoniak.

Definitívny moč obsahuje približne 95% vody, močovinu, NaCl, organické látky (kyselina močová), šŕavelan vápenatý, anorganické látky (Na, K, Ca, amoniak). Moč nesmie obsahovať bielkoviny (vyskytujú sa pri zápaloch obličiek), glukózu (vyskytuje sa pri cukrovke), krv či hnis. Množstvo vytvoreného moču sa nazýva **diuréza** a vekom sa mení. Vo veku od jedného do troch rokov je to 0,5 l/24 hod., v dospelosti okolo 1,5 l/24 hod. Závisí od mnohých faktorov: od teploty prostredia, množstva a kvality prijatých tekutín, rôznych psychofyziologických faktorov a pod. V spánku, pri intenzívnej telesnej práci a pri silnom potení je diuréza nižšia, v stave väčšieho nervového podráždenia a pri chlade je vyššia. Zvyšuje sa i po väčšom príjme tekutín, vplyvom látok s močopudným účinkom (diuretiká). Farba moču závisí od obsahu urochrómu a od hustoty, ktorá závisí od príjmu a vylučovania tekutín. Výlučovanie moču je pre organizmus nevyhnutné. Zastavenie činnosti obličiek vedie behom niekoľkých hodín k smrti.

Tvorba moču je ovplyvňovaná rôznymi činiteľmi. Obličky citlivo reagujú na zmenu vnútorného prostredia organizmu a významne prispievajú k udržiavaniu jeho stálosti. 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 v kanálikoch čím dochádza k zníženiu diurézy. V prípade jeho nedostatku dochádza k dehydratácii organizmu, keďže dochádza k enormnému vylučovaniu vody. Táto hormonálna porucha sa nazýva **močová úplavica** (*diabetes insipidus*). **Aldosterón** kôry nadobličiek podnecuje zadržiavanie Na⁺ a vylučovanie K⁺.

Funkcia obličiek

Obličky sú jediným orgánom, ktorý úplne odstraňuje odpadové látky vznikajúce pri metabolizme bielkovín, solí a rôznych nadbytočných 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 ich koncentrácie v telesných tekutinách udržiavajú stály osmotický tlak.

Okrem vylučovacej funkcie majú ďalšiu funkciu: bunky stočených kanálikov vytvárajú tkanivový hormón **renín**, ktorý vyvoláva zvýšenie krvného tlaku a **erytropoetín**, ktorý podporuje vznik erytrocytov.

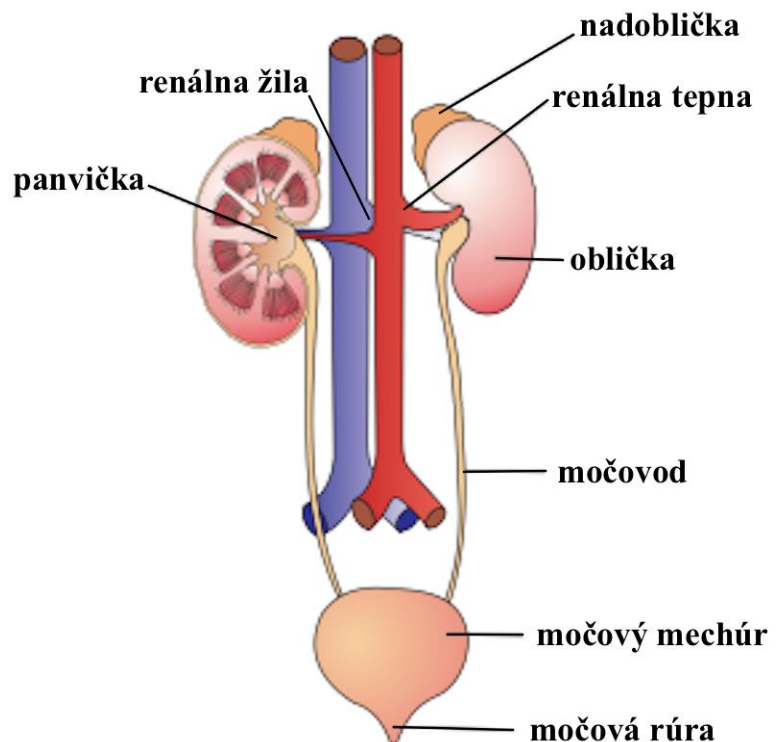
Moč z obličiek sa dostáva do močovodov.

Odvodné močové cesty

Začínajú sa v obličkových kalichoch, ktoré sa spájajú do obličkovej panvičky, ktorá sa zužuje do močovodu (obr. 13).

Močovod (*ureter*)

Je párový trubicovitý svalový orgán mierne zvlnený s tromi zúženiami (práve v nich vznikajú močové kamene) s priemernou dĺžkou 25 – 30 cm a s priemerom 5 – 7 mm. Na povrchu je pokrytý väzivovým obalom pod ktorým sa nachádza mohutná vrstva hladkej svaloviny, zabezpečujúca posun moču kontrakciami. Bohato prekrvená skrkvaná sliznica po 30 cm vstupuje do močového mechúra.



Obrázok 13 Odvodné močové cesty

Močový mechúr (*vesica urinaria*)

Je dutý svalový orgán uložený za lonovou sponou, ktorý slúži ako rezervoár moču. U detí leží vyššie ako u dospelých, a to medzi pupkom a horným okrajom symfýzy. Stavbu má podobnú ako močovody. Zvonka pokrýva močový mechúr väzivová blana, hornú a dolnú časť zadnej plochy pokrýva pobrušnica.

Hladké svalstvo mechúra, umiestnené v troch vrstvách, je bohato zásobené sympatickými a parasympatickými nervami. Okrem toho je v spojení s krížovou časťou miechy, v ktorej sa signalizuje stav naplnenosti močového mechúra. Vyprázdňovanie mechúra, **močenie** (mikcia), je (s

výnimkou malých detí u ktorých je nepodmieneným reflexom s centrom v krížovej mieche) pod kontrolou mozgovej kôry. Deti sa ku koncu dojčenského veku učia ovládať močenie, ktoré sa potom stáva podmieneným reflexom. U ťažko mentálne retardovaných detí nie je možné tento podmienený reflex vytvoriť. Mikcia tak u nich prebieha kedykoľvek je močový mechúr naplnený (nastáva inkontinencia moču – neschopnosť udržať moč v močovom mechúre).

Podnetom pre mikciu je tlak náplne na steny močového mechúra. Po dosiahnutí fyziologickej náplne sa podráždia baroreceptory (nervové receptory na vnímanie tlaku), ktoré nervovou cestou vyvolávajú sťah vypudzovaného svalstva mechúra. Otvorí sa cesta z močového 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 ovládajú dva zvierače, vnútorný a vonkajší. Vnútorný zvierač z hladkého svalstva sa uvoľňuje pri pocite nutkania na močenie a vonkajší z priečne pruhovaného svalstva je ovládaný vôľou. Po uvoľnení tohto zvierača je moč sťahmi hladkého svalstva v stene močového mechúra vypudený do močovej trubice. Vyprázdňovaniu močového mechúra napomáha brušný lis. Vylučovanie moču nie je riadené len nervovo, ale aj hormonálne. Obličky samostatne vylučujú tkanivový hormón renín, ktorý vplýva na napätie cievnych stien.

Moč je z močovodu neustále po kvapkách privádzaný do močového mechúra. Kapacita močového mechúra pri narodení je približne 20 – 50 ml, u dospelého 250 – 450 ml. Nútenie k močeniu sa dostavuje pri náplni asi 300 ml (fyziologická kapacita), skutočná kapacita je však vyššia. Napnutie stien vyvoláva vypudzovací reflex, ktorý vôľou môžeme tmiť 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.

Močová rúra (*urethra*)

Začína sa na dne močového mechúra. V ďalšom priebehu 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 (12 – 20 cm) a prechádza 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.

Močové kamene vznikajú najčastejšie pri infekcii a zvýšenej koncentrácii vápnika v krvi. Bolesť je pociťovaná v strede pod pupkom pri močení, vyskytuje sa i krv v moči. Moč obsahuje vysokú koncentráciu vápnika. Príčina vzniku močových kameňov nie je známa, predpokladá sa však, že ide o nedostatočný metabolizmus vápnika, vplyv stravy a infekcie.

Umelá oblička je zariadenie na odstraňovanie odpadových látok z krvi, z dôvodu nefunkčnosti obličiek. Predstavuje ju systém prístrojov tvorený z dialyzačného monitoru a pumpy, ktorá poháňa krv cez filtračnú časť hemodialyzátor, ktorý je tvorený zo sústavy polopriepustných membrán.

Endokrinná sústava – žľazy s vnútorným vylučovaním (*glandulae sine ductibus*)

Riadenie funkcií je zabezpečované dvoma riadiacimi systémami: endokrinnou a nervovou sústavou. Navzájom úzko spolupracujú, dokonca niektoré časti nervovej sústavy (napr. hypotalamus, dreň nadobličiek) plnia funkciu endokrinných žliaz.

Endokrinné (hormonálne) regulácie sú fylogeneticky staršie a podriadené mladšej nervovej sústave. Ústredné postavenie medzi endokrinnými žľazami má **hypotalamo-hypofyzárny systém**. Jedným zo základných princípov riadenia je princíp **spätnej väzby**. Spätná väzba predstavuje taký postup informácií, keď riadiaci člen dostáva informácie o regulovanej veličine a spätne ich uplatňuje v riadení.

Endokrinné žľazy (obr. 14) – **žľazy s vnútorným vylučovaním (*glandulae sine ductibus*)** ovplyvňujú činnosť rôznych orgánov tela, prenášajú informácie vo vnútri tela s cieľom zabezpečiť v organizme stálosť vnútorného prostredia, **homeostázu**.

Produktmi endokrinných žliaz sú biologicky aktívne látky, **hormóny**, ktoré sú vylučované priamo do krvi (prípadne do miazgy či tkanivového moku), a následne 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, nové funkcie však nevytvárajú. Pôsobia buď ako inhibítory alebo aktivátory.

Delíme ich na:

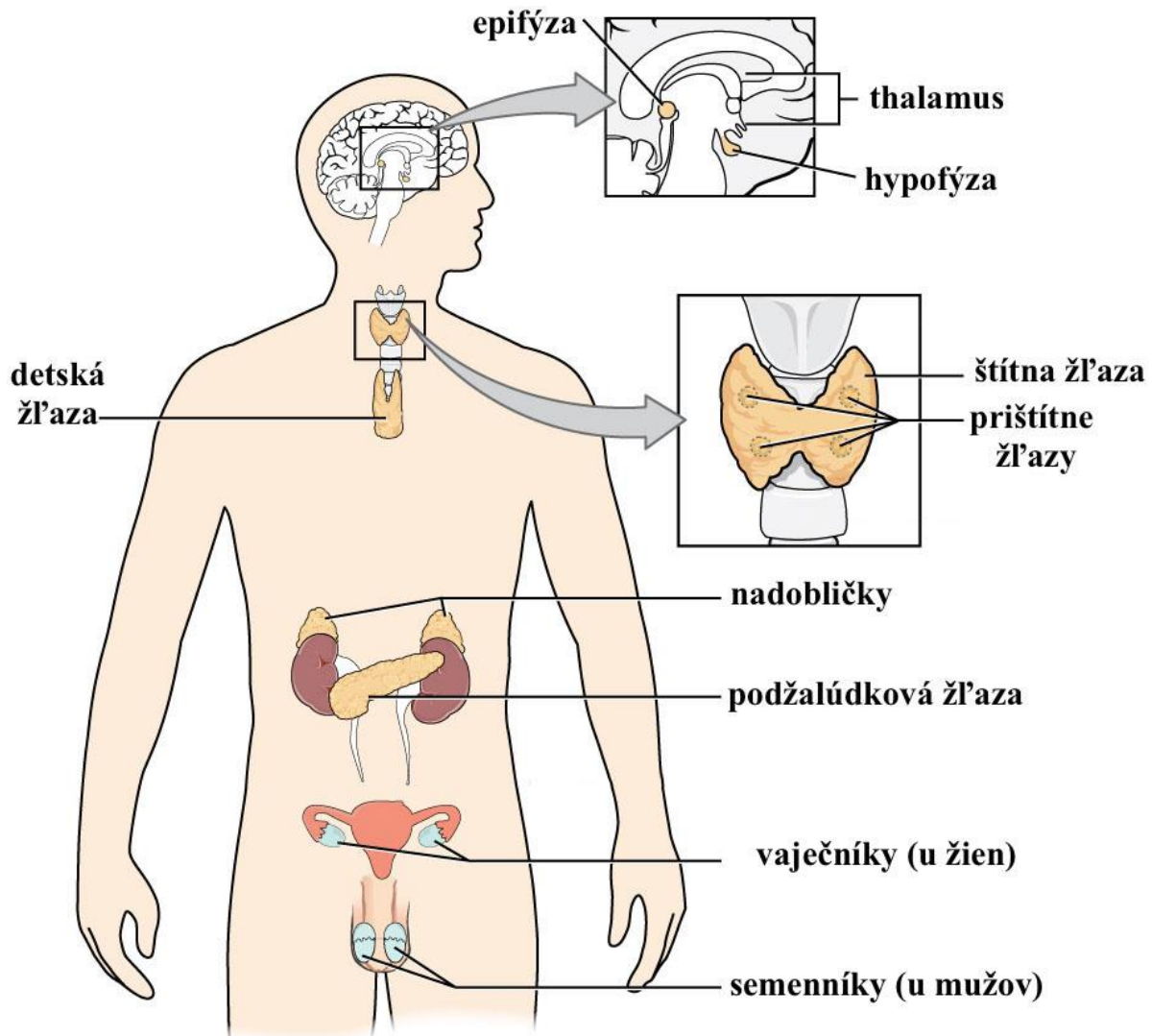
- Hormóny **peptidogénne** (s bielkovinovou podstatou): napr. rastový hormón, hormóny štítnej žľazy, pankreasu a prštitých teliesok.
- Hormóny odvodené od **aminokyselín**: hormóny kôry nadobličiek. Sú rozpustné vo vode.
- Hormóny **steroidnej povahy**: hormóny pohlavných žliaz. Sú rozpustné v tukoch.

Mechanizmus účinku hormónov

- Môžu aktivovať zmenu priepustnosti bunkovej membrány (týmto mechanizmom hormóny zvyšujú napríklad prísun cukrov, vody alebo iónov do bunky – využijú sa pri metabolizme).
- Môžu aktivizovať niektorý enzým, ktorý sám spúšťa konkrétne biochemické reakcie.

- Môžu priamo zasahovať do bunkového jadra alebo do bunkových organel (napr. ovplyvnenie syntézy bielkovín).

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



Obrázok 14 Endokrinné žľazy

Hormóny hypofýzy

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

Hypofýza sa nachádza v lebečnej dutine pod mozgom v **tureckom sedle** (*sella turcica*) klinovej kosti. Je tvorená dvomi lalokmi: **väčší predný lalok** (*adenohypophysis*), je tvorený epitelovými

bunkami a menšia **zadná časť** (*neurohypophysis*), je tvorená nervovými elementami a veľkým množstvom gliových buniek obsahujúcich pigmentové zrná. Stredný lalok ako samostatný útvar u človeka, na rozdiel do nižších stavovcov, a je tvorený malými dutinkami. Hypofýza má fazuľovitý tvar veľkosti jeden centimeter. **Krátkou stopkou** (*infundibulum*) je spojená s medzimozgom.

Je centrom hormonálnej regulácie, jej hormónmi sú riadené a ovplyvňované iné žľazy s vnútornou sekréciou. Do hypofýzy tiež prichádzajú informácie z orgánov, ktoré kontroluje.

Predný lalok hypofýzy, adenohipofýza, produkuje hormóny:

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

Nízka produkcia somatotropného hormónu 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 a podporuje rast.

Luteinizačný hormón (LH) – ovplyvňuje rast a vývin folikulov, dozrievanie vajíčka a tvorbu žltého telieska. Vyvoláva prasknutie folikulu. 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 spermiogénu. 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 spojený s predným lalokom hypofýzy, ale hormóny sa v nej primárne netvoria. Preto hovoríme o sekundárnom spojení. Hormóny neurohypofýzy vznikajú primárne v jadre medzmozgu. 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 vylučovania hormónov – udžiava sa vysoká produkcia oxytocínu potrebná na vyprázdňovanie mliekovodov prsníkovej žľazy.

Hormóny štítnej žľazy (*glandula thyreoidea*)

Štítna žľaza, uložená v dolnej prednej časti krku, prilieha k priedušnici a štítnej chrupavke. Je tvorená dvoma lalokmi kužeľovitého tvaru. 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 sa nachádzajú parafolikulárne bunky tvoriace hormón kalcitonín. Epiteliálne bunky folikulov separujú z krvi jódu. Štítna žľaza je bohato zásobená krvou a inervovaná vegetatívnymi nervami. Váži približne 30 – 40 g.

Štítna žľaza je ovplyvňovaná tyreotropným hormónom (hormónom adenohipofýzy). Je jedinou endokrinnou žľazou priamo závislou od prísunu prvku získaného výlučne z potravy – jódu.

Štítina žľaza produkuje hormóny:

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

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

Tyrokalcitonín – bráni odbúravaniu kostného tkaniva a znižuje hladinu vápnika v krvi.

Kalcitonín – znižuje koncentráciu vápnika v krvi.

Prištítne žľazy (*glandula parathyreoidea superior et inferior*)

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

- **Účinok na obličky.** Parathormón ovplyvňuje priepustnosť buniek obličkových kanálikov pre vápnik a fosfor. Jeho vplyvom sa znižuje spätné vstrebávanie fosforu, ktorý sa vylučuje močom. Zároveň sa zvyšuje spätná resorpcia vápnika
- **Účinok na kosti** spočíva v aktivácii osteoklastov. Spolu s vitamínom D, ktorý riadi obsah fosforu, regulujú tvorbu kostného tkaniva. Nadprodukcia parathormónu spôsobuje odbúravanie vápnika z kostí, čím 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.
- **Účinok na črevá.** Parathormón zvyšuje prenos vápnika cez črevnú stenu a tak vplýva na jeho využitie z prijímanej potravy.
- **Účinok na šošovku** spočíva v eliminácii ukladania vápnika v tejto časti oka. Nedostatok parathormónu zapríčiňuje zákal šošovky.

Hormóny nadobličiek (*glandula suprarenales*)

Nadobličky sú párové endokrinné žľazy, uložené na horných póloch oboch obličiek. Pravá nadoblička 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 tvoriace trámce. Sfarbenie kôry je zlatožlté, dreň je sivastá. Tkanivo nadobličiek obsahuje veľké množstvo kyseliny askorbovej (vitamínu C). Nadobličky majú vlastnú **autonómnú nervovú sieť** (*plexus suprarenalis*) a sú bohato cievne zásobované.

Hormóny kôry nadobličiek (kortikosteroidy):

Kôra produkuje viac ako 30 látok steroidnej povahy, chemicky blízkyh pohlavným hormónom.

Delíme ich do troch skupín:

1. Mineralokortikoidy

Úlohou mineralokortikoidov je udržiavanie rovnováhy medzi sodíkovými a draslíkovými soľami. Hlavným predstaviteľom mineralokortikoidov je hormón **aldosterón**. Jeho pôsobenie sa obmedzuje na obličky. Podporuje zadržiavanie sodíka (Na) v tele a vylučovanie draslíka (K) obličkami.

2. Androgény

Sú to pohlavné hormóny. U žien sa prejavujú vysoké hladiny androgénov maskulinizáciou a u mužov spôsobuje veľké množstvo estrogénov feminizáciu.

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 a tlmia fagocytózu.

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 krvného obehu.

Adrenalín – rozširuje svalové cievy a podporuje činnosť srdca, pôsobí stimulujúco na centrálny nervový systém. Zvyšuje ventiláciu pľúc, pôsobí i na hladké svalstvo priedušiek. Mobilizuje zásoby glykogénu, čím zvyšuje hladinu krvného cukru.

Noradrenalín – naopak, vyvoláva celkové zúženie ciev.

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

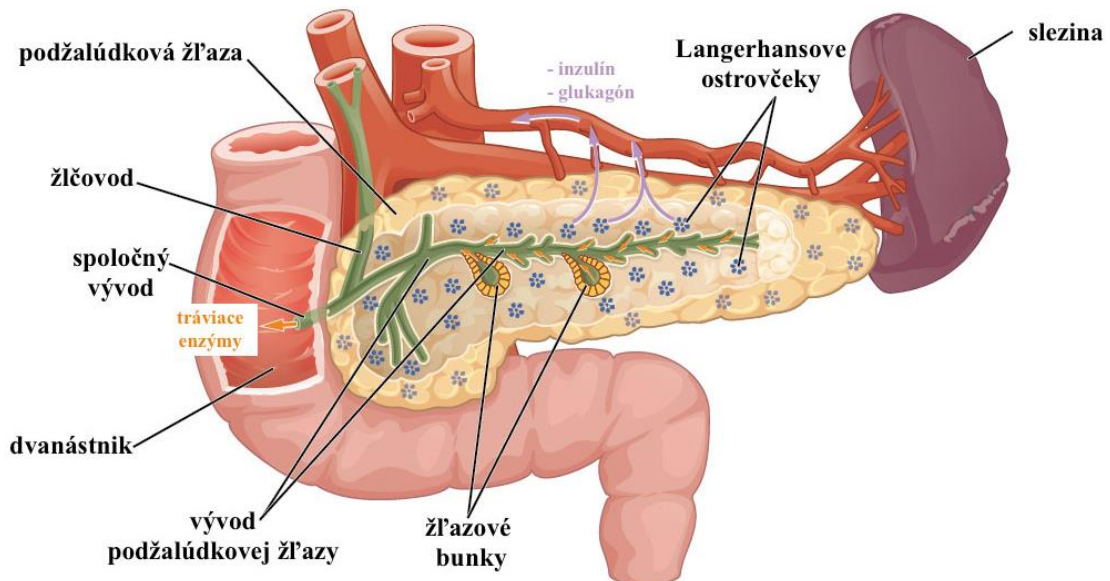
Fylogenéza poplachových reakcií:

Primárnymi obrannými reakciami človeka v minulosti sú 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 adrenalínu a noradrenalínu sa zvýši metabolizmus v srdcovom svale, zväčší sa lúmen ciev vo svaloch a v prieduškách a nakoniec sa uvoľnia 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.

Podžalúdková žľaza (*pankreas*)

Je zmiešanou žľazou, endokrinnou i exokrinnou (obr. 15). Jej vonkajšiu časť tvoria žľazové bunky, ktoré produkujú pankreatickú šťavu do tráviacej rúry a vnútornú tvoria zhľuky buniek tvoriace ostrovčeky (Langerhansove ostrovčeky), ktorých produkty sa vstrebávajú priamo do krvi. Majú priemer približne 0,3 mm, v počte milión. U človeka sú tvorené bunkami: A-bunky tvoria **glukagón**, ktorý pôsobiaci antagonisticky, zvyšuje hladinu krvného cukru. B-bunky produkujú životne dôležitý hormón **inzulín**, ktorý znižuje hladinu krvného cukru tým, že povzbudzuje ukládanie rezerv glykogénu v pečeni, brzdí glykogenézu (tvorbu glykogénu z bielkovín a tukov), podnecuje a zlepšuje využitie glukózy v tkanivách. Podstata regulácie

koncentrácie cukru v krvi spočíva v schopnosti inzulínu zvyšovať priepustnosť tkanivových buniek pre glukózu a aminokyseliny. Inzulín nie je nevyhnutný pre metabolické procesy, môžu prebiehať aj bez jeho prítomnosti, avšak v oveľa menšej miere. 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**.



Obrázok 15 Podžalúdková žľaza

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

Hormonálna činnosť iných orgánov

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

Pohlavná sústava

Mužské pohlavné orgány (*Organa genitalia masculina*)

Pohlavná sústava je tvorená z pohlavných žliaz a prídavných pohlavných orgánov. Pohlavné žľazy produkujú pohlavné bunky (gaméty) a pohlavné hormóny. Ženské pohlavné orgány majú i ďalšiu funkciu, dochádza v nich k splynutiu mužskej a ženskej pohlavnej bunky, zabezpečujú vývin nového jedinca pred narodením a umožňujú jeho vypudenie počas pôrodu.

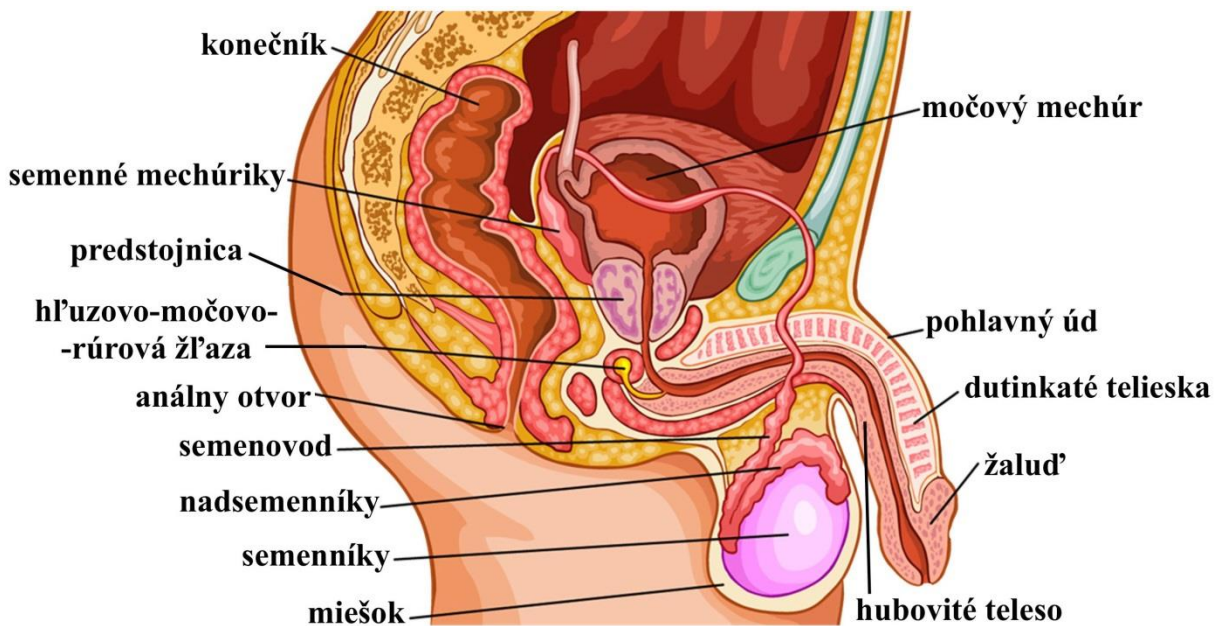
Vývin pohlavných žliaz je úzko spätý s vývinom močovej sústavy. Obe sústavy sa zakladajú z párovej mezodermovej lišty v zárodočnom období. V štvrtom týždni sa z nej začína odlišovať základ semenníkov (ak je prítomný chromozóm Y) a v desiatom týždni základ vaječníkov. Obe pohlavné žľazy sa zakladajú v brušnej dutine v bedrovej oblasti. Ešte počas vnútromaternicového vývinu zostúpia vaječníky do malej panvy. Semenníky začínajú zostupovať koncom siedmeho mesiaca, a u donoseného novorodenca je ich zostup dokončený. V období detstva až do puberty sú pohlavné žľazy v rastovom a funkčnom klúde. Ich rýchly rast a vstup do funkcie začína v puberte. Od konca puberty sú v plnej funkcii a organizmus sa nachádza v období pohlavnej zrelosti, tvorí pohlavné hormóny pod vplyvom gonadotropných hormónov hypofýzy, a tvorí pohlavné bunky. V 45. roku života začína u žien postupne vyhasínať činnosť pohlavných žliaz (nastáva klimaktérium) a prestávajú sa tvoriť pohlavné bunky, ustáva produkcia hormónov a nastáva menopauza. U mužov dochádza k pozvoľnému zníženiu hormonálnej činnosti a tvorby spermíí, avšak tieto funkcie nikdy úplne nezanikajú tak ako u žien.

Pohlavné orgány (obr. 16) rozdeľujeme na vnútorné a vonkajšie. Medzi **vnútorné mužské pohlavné orgány** patria: semenníky, nadsemenníky, semenovody, semenné mechúriky, hľuzovo-močovo-rúrové žľazy a predstojnica. **Vonkajšími pohlavnými orgánmi** sú pohlavný úd a miešok.

Pohlavný úd (*penis*)

Je erektilný kopulačný orgán cylindrického tvaru. Prebieha cez neho močová rúra. Skladá sa z dvoch **dutinkatých telies** (*corpora cavernosa penis*) a jedného **hubovitého telesa** (*corpus spongiosum penis*), ktoré sú obalené väzivovou blanou. Na nej sa nachádza beztukové

podkožné tkanivo, ktoré umožňuje pohyb kože proti základu. Na povrchu sa nachádza jemná, posuvná pigmentovaná koža.



Obrázok 16 Pohlavné orgány muža

Pohlavný úd sa skladá z **fixovanej časti koreňa** (*radix penis*) a voľnej, kožou pokrytej **pohyblivej časti** (*corpus penis*). Kužeľovité zakončenie údu, **žalud'** (*glans penis*), prekrýva kožná duplikatúra **predkožka** (*preputium*). Na spodnej strane je predkožka pripojená **uzdičkou predkožky** (*frenulum preputii*).

Ochabnutý penis meria od lonovej spony 10 – 12 cm, pri obvode 8 – 9 cm. Erigovaný penis je priemerne, podľa posledných výskumov, 13,12 cm dlhý a má obvod 10 – 13 cm. Historicky, najdlhší dokumentovaný penis mal pri erekcii 34,3 cm.

Mechanizmus erekcie

Podnetom k erekcii môže byť priame dráždenie povrchu penisu, ktorý je bohato inervovaný, alebo tiež zodpovedajúcimi psychickými podnetmi. Dutinkaté a hubovité telieska sú tvorené väzivom s veľkým množstvom **dutínek** (*kaverny*), ktoré sa pri pohlavnom vzrušení plnia krvou. Ich vyprázdňovanie a napĺňanie zabezpečujú tepny a žily tak, že krv sa vlieva cez tepny do dutinkatých telies. Naplnenie dutín krvou je sprevádzané **stoporením penisu** (*erekciou*). Odvodné žily sa stlačia, čo sťažuje spätný odtok krvi. Ochabnutie penisu je vyvolané opätovným zvýšením tonusu hladkého svalstva tepien. Týmto sa krvný prítok znižuje a krv odteká z komôrok do žíl, čo spôsobí ochabnutie pohlavného údu.

Miešok (*scrotum*)

Je vakovitý útvar tvoriaci obal pre semenníky, nadsemenníky a semenovody. Párové dutiny oddeľuje väzivová priehradka mieška. Povrch tvorí koža, na ktorej je predozadne prebiehajúci šev (*raphe scroti*). Koža je jemná, zvrásnená, tmavšia, riedko ochlpená obsahujúca potné a mazové žľazy.

Semenníky (*testes*)

Sú párové žľazy vajcovitého tvaru, uložené v miešku mimo brušnej dutiny. Ľavý semenník, v porovnaní s pravým, je väčší, ťažší a nižšie uložený. Má veľkosť približne 4 – 5 cm, hmotnosť 25 g. Definitívnu veľkosť dosahujú semenníky medzi 20. – 30. rokom života.

Z tkaniva semenníka vystupujú väzivové priehradky, ktoré vnútro semenníka členia na semenníkové lalôčky (200 – 300). Vnútro týchto lalôčkov vyplňajú tenulinké, stočené **semenovodné kanáliky** (*tubuli seminiferi contorti*), ktorých stena je tvorená bazálnou membránou, na ktorú zvnútra nasadajú mužské pohlavné bunky v rôznom štádiu vývinu. Pri zadnom okraji semenníkov sa spájajú a spoločne vyúsťujú do kanálikov nadsemenníka. V stene semenovodných kanálikov rozlišujeme dva typy buniek v rôznom štádiu vývinu (**zrelé spermie** a **Sertoliho nezrelé pohlavné bunky**).

Zrelé spermie sú uvoľňované do semenovodných kanálikov a zatlačované do nadsemenníka. Vo väzive semenníkov, ktoré vyplňajú priestory medzi semenovodnými kanálikmi, sa nachádzajú tzv. **Leydigove bunky** tvoriace endokrinné tkanivo semenníka. Ich hlavným produktom je mužský pohlavný hormón **testosterón** vylučovaný priamo do krvi. Testosterón ovplyvňuje vývin pohlavných orgánov, dozrievanie spermií, vznik sekundárnych pohlavných znakov (napr. ochlpenie, typ postavy a pod.). Svojim pôsobením na osifikáciu rastových chrupaviek 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.

Dozrievanie spermií (spermiogenéza) je nepretržitým procesom, ktorý sa začína v období puberty a trvá až do neskorého veku. Dozrievanie spermií iniciuje **luteotropný hormón** vylučovaný predným lalokom hypofýzy. 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 približne 74 dní. Podmienkou normálnej

tvorby spermií je prísna teplotná regulácia. Spermie dozrievajú len pri teplote asi o štyri 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 ďalej vyvíjať ako chlapec.

Nadsemenníky (*epididymis*)

Je párová trubica uložená na hornej a zadnej ploche semenníka, dĺžky približne päť centimetrov. Trubica 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.

Nadsemenník je tvorený mnohonásobne **stočenými trubičkami** (*ductus epididymidis*), dĺžky 4 – 5 m, spájajúcich sa do jedného vývodu nadsemenníkov – semenovodu. Určitý čas sa v ňom zdržiavajú a ukončujú svoje dozrievanie spermie. Sekrét buniek nadsemenníkov má osobitný význam pre látkový metabolizmus spermií a ich schopnosť pohybu. Zrelé spermie si udržujú v nadsemenníkoch úplnú funkčnú schopnosť 40 dní a pri ejakulácii sú reflexne vytláčané kontrakciou svaloviny.

Semenovod (*ductus deferens*)

Je svalová rúra dlhá 35 – 40 cm prebiehajúca od nadsemenníkov do brušnej dutiny. Pod močovým mechúrom ústi do močovej rúry, ktorá prechádza prostatou. 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 ústi do semenovodu. Tieto žľazy produkujú alkalický sekrét, ktorý sa primiešava k ejakulátu, zvyšuje mobilitu spermií a pravdepodobne zabezpečuje aj ich výživu.

Predstojnica (*prostata*)

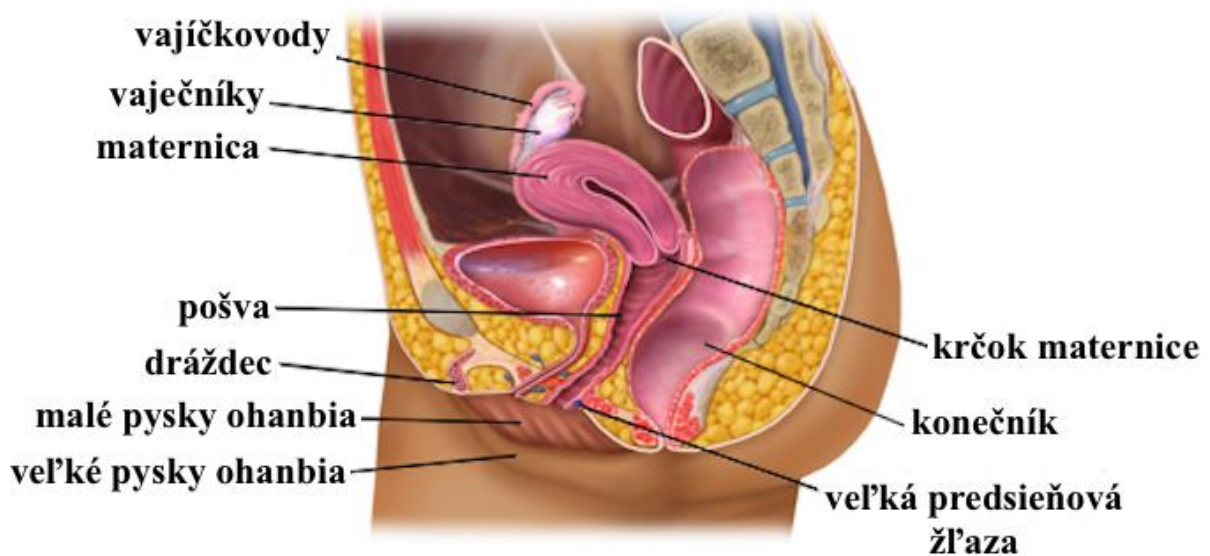
Je svalovo-žľazový orgán veľkosti vlašského orecha (vážiaci 25 g) bledohnedej farby, uložený pod dnom močového mechúra. Tvorí ju 30 – 50 tubulo-alveolárnych žľazok, ktoré prostredníctvom 15 – 20 vývodov (*ductuli prostatici*) vyúsťujú do močovej rúry. Žľazy produkujú zakalený alkalický sekrét, ktorý 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 sekrety nadsemenníkov, semenných mechúrikov, prostaty a hľuzovo-močovo-rúrových žľaz. Samotné spermie tvoria len 5 % ejakulátu. Jeho množstvo sa pohybuje od 2 – 3 ml a je priamo úmerné veľkosti semenníkov. Každý mililiter ejakulátu obsahuje viac ako 120 miliónov spermií, t.j. pri pohlavnom styku sa uvoľní 300 – 400 miliónov spermií. Ak je v dávke ejakulátu menej ako 40 – 50 miliónov spermií hovoríme o **impotencii**. V nadsemenníkoch je uložené množstvo spermií postačujúcich približne na šesť ejakulácií počas 24 hodín.

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

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

Ženské pohlavné orgány (*Organa genitalia feminina*)

Sú zložené z vonkajších a vnútorných pohlavných orgánov (obr. 17). 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, malé a veľké predsieňové žľazy a hľuza pošvy.



Obrázok 17 Pohlavné orgány ženy

Ženské ohanbie (pudendum femininum)

Vrch ohanbia (mons pubis) je kožná vyvýšenina umiestnená pred symfýzou lonových kostí. Smerom dozadu prechádza v pozdĺžne kožné záhyby podložené tukovým väzivom, do **veľkých pyskov ohanbia** (*labia majora pupendi*). Na vonkajšej strane sú tmavšie sfarbené a od puberty sú ochlpené. Ide o terciárne ochlpenie (*pubes*), ktoré prechádza až na vrch ohanbia. Medzi sebou uzatvárajú **štrbinu ohanbia** (*rima pudendi*), v ktorej prekrývajú **malé pysky ohanbia** (*labia minora pudendi*). Sú to tenké kožné valy, ohraničujúce vchod do pošvy. Ich podklad tvorí väzivo, ktoré neobsahuje tukové bunky. Obsahujú mazové žľazy. Smerom dopredu smerujú k dráždca a vytvárajú **predkožku** (*preputium clitoridis*) a **uzdičku** (*frenulum clitoridis*) **dráždca**. Smerom dozadu sa zužujú a prechádzajú do veľkých pyskov.

Dráždec (*clitoris*) je tvorený dvoma **dutinkatými telieskami** (*corpora cavernosa clitoridis*) močovej rúry, ktoré sú podobné dutinkatým telesám penisu. Spájajú sa a tvoria **telo dráždca** (*corpus clitoridis*), na ktoré nasadá zakrpatený **žalud'** (*glans clitoridis*). Má podobnú stavbu

(i ontogenetický vývin) ako penis, preto ho označujeme ako homologický orgán penisu. Podobnosť je najlepšie viditeľná počas prenatálneho vývinu – až do štvrtého mesiaca života plodu sa penis a klitoris prakticky nedajú rozoznať, preto sa prenatálna diagnostika pohlavia plodu pred štvrtým mesiacom nerobí. V dráždci a v 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.

Medzi malými pyskami je uložená predsieň pošvy, pred ktorou sa nachádza vývod močovej trubice. V sliznici predsieni sa nachádzajú početné **malé predsieňové žľazy** (*glandulae vestibulares minores*), v spodine malých pyskov je uložená dlhá **hl'uzá predsieni** (*bulbus vestibuli*) tvorená spleťou žíl a za hl'uzou, pri dolnom okraji pošvového vchodu, je uložená párová **veľká predsieňová žľaza** (*glandula vestibularis major*, známa ako aj **Bartoliniho žľaza**). Predsieňové žľazy vylučujú hlienovitý sekrét, ktorý zvlhčuje vchod do pošvy.

Pošva (*vagina*)

Svalovo-väzivová trubica dĺžky 12 – 14 cm, ktorá tvorí spojenie medzi vonkajšími a vnútornými pohlavnými orgánmi. Uložená je medzi močovou cestou a močovým mechúrom z jednej strany a konečníkom a análnym otvorom z druhej strane. Začína sa od krčku maternice, popri ktorom vytvára vagína **klenbu** (*fornix vaginae*) a vyúsťuje do **predsieni pošvy** (*vestibulum vaginae*) medzi malými pyskami ohanbia. Pošva s maternicou zvierá 90° uhol (*anteversio uteri*).

Sliznicu pošvy pokrýva viacvrstvový dlaždicový epitel, ktorý prechádza do epitelu vystielajúceho dutinu maternice. Neobsahuje žľazky, ale i napriek tomu je celá pokrytá vrstvou hlienu produkovaným krčkom maternice. Hlien a odlúpené bunky sliznice spolu tvoria belavý sekrét, ktorý rozkladá mikroorganizmy, bežne 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. Na sliznici pošvy prebiehajú zmeny, ktoré súvisia s menštruačným cyklom, a práve podľa nich je možné určiť fázu menštruačného cyklu. Riedky hlien je typický pre ovuláciu, počas ktorej sa môžu spermie ľahšie dostať cez krčok maternice. Naopak, počas luteálnej (sekrečnej) fázy, je hlien hustejší.

Vchod do pošvy čiastočne uzatvára sliznicová riasa tzv. **panenská blana** (*hymen*), v ktorej je malý otvor (*hymen seminularis*) umožňujúci odtok menštruačnej krvi. Táto riasa má individuálny tvar, veľkosť a pevnosť. Pri prvom pohlavnom styku sa obyčajne radiálne trhá, a

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. Biologický význam hymenu nie je známy, ale podľa niektorých, dodnes nepotvrdených hypotéz môže hymen u malých dievčat blokovat' prechod (fekálnych) baktérií do pošvy a ochraňovať tak vnútorné pohlavné orgány pred infekciou.

Je kopulačným orgánom ženy, slúži k zavedeniu spermií do dutín ženských pohlavných orgánov, a zároveň je vývodnou pôrodnou cestou pri vypudzovaní plodu z maternice. V okolí pošvy sa nachádza riedke väzivo umožňujúce veľkú rozťahovateľnosť pri pôrode.

Vnútorné 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, po stranách maternice. Fixované sú pomocou väziva.

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. Slúži k výžive vaječníkov.

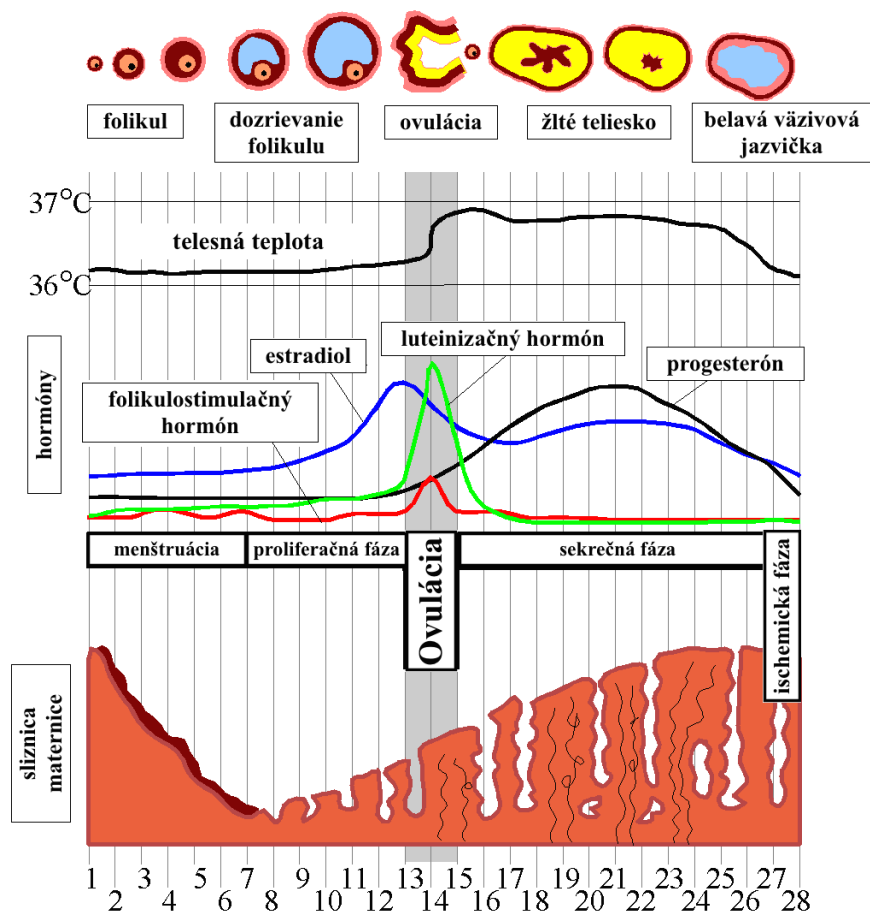
V kôre vaječníkov sa nachádza približne 300 – 400 primárnych folikulov – **Graafove folikuly** (*folliculi ovarici primarii et vesiculosi*). Každý primárny folikul je tvorený drobnými folikulárnymi bunkami, medzi ktorými sa nachádza **nezrelá ženská pohlavná bunka – vajíčko** (oocyt), ktoré sa však v detstve ďalej nevyvíjajú. Niektoré z folikulov zanikajú a niektoré sa menia na *folliculi ovarici vesiculosi*, obsahujúce **zrelú pohlavnú bunku** vajíčko (ovulum).

Veľkosť, tvar a povrch vaječníkov sa mení podľa ich veku a funkčného stavu. Najväčšie sú medzi 20. a 30. rokom, pomaly sa zmenšujú, a najmenšie sú po klimaktériu. Úplne vyvinutý vaječník je 2,5 – 5 cm dlhý, 1,5 cm široký, 1 cm hrubý, vážiaci 6 – 10 g. Povrch vaječníkov je do puberty hladký, v období pohlavnej dospelosti sa mení, je zbrázdený drobnými jazvičkami po uvoľnených vajíčkach a od vyčnievajúcich folikulov.

Vaječníky sú nielen pohlavnými žľazami produkujúcimi pohlavné bunky, ale sú aj významnými endokrinnými žľazami.

Menštruačný cyklus (obr. 18) sa začína v puberte (medzi 12. – 14. rokom) a končí medzi 40. – 50. rokom života ženy (v menopauze). V období embryonálneho vývinu je v každom vaječníku 6 – 7 miliónov nezrelých vajíčok, pri narodení už len 700 tisíc a do začiatku puberty sa ich počet zníži na 300 – 400 000. Počas celého fertillného obdobia ženy však dozrie len 400 – 500 vajíčok, t.j. väčšina folikulov degeneruje. Dodnes sa nepodarilo objasniť, ktoré folikuly sú určené na dozretie a akým mechanizmom sa vyberajú. Podľa niektorých hypotéz však ide o selekciu najživotaschopnejších vajíčok, čo sa však vzhľadom k úrovni dnešných technológií zatiaľ nedá testovať.

Do obdobia puberty majú nezrelé pohlavné bunky diploidný počet chromozómov. V puberte sa dokončuje redukčné delenie (meióza), pričom z každého oocyty vzniká len jedna pohlavná bunka. V priebehu ovulačného cyklu sa zvyčajne jeden folikul začne účinkom folikulostimulačného a luteinizačného hormónu zväčšovať a približovať sa k povrchu vaječníka. Vo folikule vznikne drobná dutinka s malým množstvom tekutiny. Graafov folikul produkujúci estrogény dosahuje na konci svojho vývinu veľkosť 10 – 15 mm. V čase dozretia vajička stúpajúci tlak tekutiny vo folikule napokon zapríčini jeho prasknutie, folikulárna tekutina vystrekne a vyplaví zrelé vajičko do pobrušnicovej dutiny. Tento proces sa nazýva **ovulácia** (nastáva medzi 9 – 14 dňom ovulačného cyklu). Vajičko je zachytené brušným koncom vajičkovodu odkiaľ sa dostáva do dutiny maternice. Prasknutý Graafov folikul sa po vypudení vajička zacelí a vytvorí **žlté teliesko** (*corpus luteum*), ktoré pôsobí ako dočasná endokrinná žľaza produkujúca hormón progesterón. V prípade, ak nedošlo k oplodneniu, žlté teliesko po desiatich dňoch zaniká, a mení sa na **belavú väzivovú jazvičku** (*corpus albicans*). Ak dôjde k oplodneniu, žlté teliesko sa mení na žlté teliesko gravidity a funguje do 5. – 6. mesiaca vývinu plodu. Po tomto období jeho funkciu preberá placenta. Progesterón počas gravidity inhibuje (brzdí) dozrievanie ďalších vajíčok a pôsobí na sliznicu maternice, v ktorej sa vyvíja embryo.



Obrázok 18 Menštruačný cyklus

Fázy menštruačného cyklu sa počítajú vždy od prvého dňa začatia ovulácie a trvá spravidla 28 dní.

1. **Fáza: menštruácia** – odlúčenie, odstránenie poškodenej sliznice maternice a strata menštruačnej krvi (priemerne 50 – 100 ml). Trvá približne 3 – 5 dní.
2. **Proliferačná (folikulárna) fáza** – nastáva rast novej sliznice maternice, ktorá je pod vplyvom estrogénov, a dozrievanie Graafovho folikulu. V 14. deň cyklu obvykle Graafov folikul praská a dochádza k ovulácii. Samotná ovulácia trvá len 12 – 24 hodín.
3. **Sekrečná (luteálna) fáza** – sliznica maternice sa zväčšuje (dosahuje hrúbku až 5 mm), prekrvuje sa. Tieto zmeny sú ovplyvnené progesterónom vylučovaným žltým telieskom. Trvá od 14. – 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 kŕčovité 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.

Vajíčkovody (*tubae uterinae*)

Sú párové svalové orgány upevňujúce sa na tzv. rohy maternice, smerujúce k bočnej stene panvy, pričom sú voľne zavesené v pobrušnicovej riase, fixované **pobrušnicovým závesom** (*mesosalpinx*).

Stena vajíčkovodu je vystlaná sliznicou, ktorá je na povrchu krytá jednovrstvovým riasinkovým epitelom. Tvorená je špirálovito usporiadaným hladkým svalstvom, ktoré svojím rytmickým zmršťovaním posúva vajíčko smerom k maternici.

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 prikladajú 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.

Pohyb vajíčka, ktorý trvá 3 – 5 dní uľahčujú práve kmitajúce riasinky na vnútornej stene vajíčkovodu. K oplodneniu dochádza približne vo vonkajšej tretine vajíčkovodu. Ak k oplodneniu nedôjde, vajíčko je vstrebané sliznicou vajíčkovodu alebo maternice.

Maternica (*uterus*)

Je nepárový dutý svalový orgán hruškovitého tvaru, uložený medzi močovým mechúrom a konečníkom v malej panve, naklonený mierne dopredu. Je fixovaná pomocou väzivových pruhov od krčka maternice k bočným stenám malej panvy a ku križovej kosti.

Stena maternice má štyri vrstvy: vonkajšia vrstva **primaterničné väzivo** (*perimetrium*), pod ňou sa nachádza **podserózný povlak** (*parametrium*), nasleduje hrubá **svalová vrstva** (*myometrium*) a nakoniec najvnútornejšia vrstva **sliznica** (*endometrium*).

Sliznica, vystielajúca dutinu 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 **uhniezďuje** (*niduje*) oplodnené vajíčko. Sliznica, prostredníctvom tubulóznych žliazok,

vplyvom progesterónu produkuje sekret do dutiny maternice, ktorý nidáciu uľahčuje. Ak však nedošlo k oplodneniu a nidácii vajíčka, odlupuje sa funkčná časť sliznice, odchádza s neoplozeným vajíčkom a krvou z porušených ciev z tela von. Na sliznicu nasadá svalová vrstva, ktorá tvorí najhrubšiu časť steny maternice. Je tvorená hladkými svalovými bunkami uloženými v troch vrstvách. Väzivová vrstva prechádza z maternice na konečník a močový mechúr a vytvára medzi nimi väzivové záhyby.

Na maternici rozlišujeme tri časti. Prvou je **telo maternice** (*corpus uteri*) trojuholníkovitého tvaru, druhou časťou je **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 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.

U žien, ktoré ešte nerodili, má maternica dĺžku 6 – 8 cm, šírku 4 – 5 cm a hrúbku 2,5 – 3 cm, a hmotnosť 40 – 50 g. Svoje rozmery mnohonásobne zväčšuje počas gravidity (hmotnosť sa zvýši až na 1000 g), a zasahuje do brušnej dutiny až pod bránicu. Po pôrode sa dostáva do svojho pôvodného tvaru, pričom zostáva väčšia o jeden centimeter väčšia a o 30 g ťažšia.

Pohlavné hormóny

Regulujú pohlavné funkcie a s nimi súvisiace deje v organizme. Rozdeľujú sa na ženské (estrogény a gestagény) a mužské (androgény) pohlavné hormóny. Obe pohlavia však tvoria mužské aj ženské pohlavné hormóny, ale v rôznych koncentráciách. 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, formujú tiež telesné proporcie. V dospelosti je tvorba testosterónu potrebná na udržanie vitality spermií.

Najdôležitejšími ženskými hormónmi sú **estrogény (estradiol a estrón)** a **gestagény**. Medzi gestagény patrí hormón žltého telieska **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 u oboch pohlaví rovnaká. V dospelosti ich 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. Zasahujú aj do riadenia cyklických zmien na sliznici maternice. Estrogény determinujú špecifické sexuálne správanie ženy. Vplývajú tiež na vývin mliečnych žliaz, rozloženie tuku, rast prsníkov a formovanie telesných proporcií. Regulujú vývin sekundárnych pohlavných znakov vrátane terciárneho ochlpenia tela (t.j. ochlpenia v podpazuší a v okolí pohlavných orgánov).

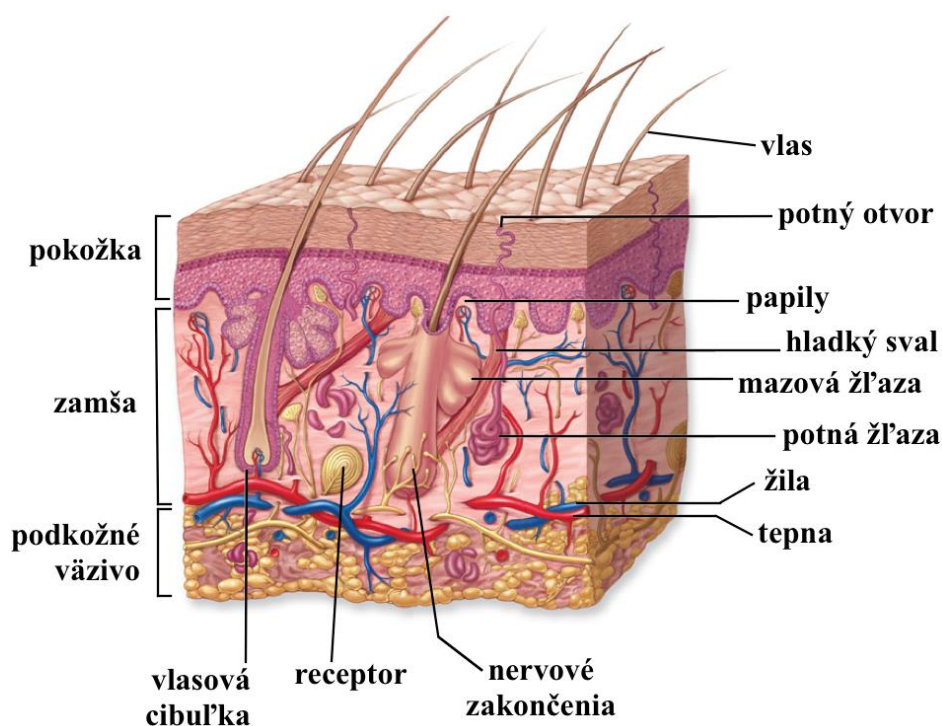
Progesterón sa tvorí v žltom teliesku, v kôre nadobličiek a v placente. Najvyššia koncentrácia je na konci gravidity a pred menštruáciou. Udržiava funkčnú časť endometria v sekrečnej fáze, rozširuje alveoly prsnej žľazy, zrýchľuje dýchanie a pulzovú frekvenciu.

Počas gravidity sa v placente tvorí **choriogonadotropín**, stúpa tiež tvorba estrogénov a progesterónu. Zabezpečujú udržanie maternice na vývin plodu, zastavujú dozrievanie ďalších primárnych folikulov a pripravujú mliečnu žľazu na produkciu mlieka. Na produkciu mlieka tesne pred a po skončení gravidity vplýva luteotropý hormón (prolaktín).

Kožná sústava (*Cutis*)

Koža (*cutis, derma*)

Je najväčším plošným orgánom ľudského tela, predstavujúcim plochu 1,5 – 1,8 m². Koža novorodenca je veľmi tenká, postupne však hrubne (1 – 4 mm) a dosahuje hmotnosť 4 – 4,5 kg (až 36 % kože pripadá na dolné končatiny). V detstve a dospelosti je pružná, avšak v starobe sa pružnosť znižuje a koža sa skladá do vrások. Skladá sa z troch vrstiev: z povrchovej pokožky, zo zamše a z podkožného väziva (obr. 19).



Obrázok 19 Stavba kože

1. Pokožka (*epidermis*)

Je povrchová vrstva kože tvorená mnohvrstvom dľaždicovým epitelom. Bunky na povrchu odumierajú, rohovatejú a odlupujú sa. Rohovina **keratín** je veľmi odolná voči tlaku a iným mechanickým i chemickým vplyvom, čím zvyšuje ochrannú funkciu kože. Pokožka malých detí má nižšiu vrstvu zrohovatených buniek a preto je ich koža zraniteľnejšia ako u dospelých.

Spodná vrstva obsahuje živé, deliace sa epitelové bunky, ktoré vytlačajú staršie vrstvy k povrchu. Zabezpečujú tiež dopĺňanie zrohovatej vrstvy i regeneráciu pri poranení. Hlbšie

vrstvy pokožky obsahujú pigment **melanín**. Farba kože závisí od jeho množstva, hĺbky 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. Pigment chráni kožu pred účinkami ultrafialového žiarenia. Pokožka malých detí obsahuje malé množstvo melanínu, preto je veľmi citlivá na ožiarenie ultrafialovým svetlom. Melanínu v koži pribúda, ale nie je rozložený rovnomerne. Takmer úplne chýba na dlaniach a chodidlách. Pokožka nie je všade rovnako hrubá. Najhrubšia je na chodidlách a na dlaniach, na iných častiach tela je relatívne tenká (očné viečka). Pokožka neobsahuje krvné kapiláry.

2. **Zamša** (*corium*)

Skladá sa z väzivových buniek a elastických vlákien. Elastické vlákna zabezpečujú pružnosť, rozťahovateľnosť, mechanickú odolnosť. Zamšou prechádza veľké množstvo krvných a lymfatických ciev a nervových zakončení. Cievne riečisko má význam i pri termoregulácii. Pri vyššej teplote vonkajšieho prostredia alebo pri namáhavej fyzickej práci sa krvné vlásoknice rozširujú (vazodilatácia), koža sčervená a teplo vyžaruje do prostredia. Počas chladu sa kožné vlásoknice sťahujú a prietok krvi sa znižuje. V zamši sú umiestnené receptory, ktoré reagujú na rôzne podnety. Jej povrch nie je hladký, ale vybieha do pokožky mnohými výbežkami, do rôznych **vysokých a hustých papíl** (*pars papilaris*). Najviac sa ich nachádza na miestach zvýšenej citlivosti, na dlaniach, na chodidlách a na bruškách prstov sa papily usporadúvajú do tzv. papilárnych líst, ktoré vytvárajú **dermatoglyfické obrazce**. Zo zamše vyrastajú vlasy, chlpy a nechty. V zamši sú uložené dva typy kožných žliaz:

1. **Mazové žľazy**

Umiestnené sú na celom tele, okrem miest, kde nie sú ani vlasy ani chlpy. Chýbajú na dlaniach a chodidlách. Žľazy ústia krátkymi vývodmi do puzdra vlasu alebo chlpu, odkiaľ sa maz dostáva na povrch kože. Maz má polotekutý charakter, obsahuje tukové látky, bielkoviny a soli. Denne sa vytvorí 1 – 2 g mazu, ktorý má predovšetkým ochrannú funkciu. Maz nedostatočne prepúšťa vodu, čím chráni kožu pred vysychaním a premočením. Kožu premasťuje, zvláčňuje a chráni vlas pred lámavosťou. Osobitné zloženie má maz vylučovaný žľazami na koži vonkajšieho zvukovodu a vonkajších pohlavných orgánov. V čase pohlavného dospievania sa činnosť mazových žliaz zvyšuje.

2. Potné žľazy

Sú rozložené nerovnomerne. Najviac sa ich nachádza na dlaniach, čele a na chodidlách (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 (apokrinné) žľazy** vylučujú aromatické látky. **Potné (ekrinné) žľazy** produkujú sekret **pot** (*sudor*). Potná žľaza má tubulózny tvar a vytvára 2 mm pod povrchom pokožky klbko, zanorené do zamše. Na povrch tela ústi **potným otvorom** (*porus sudoriferus*).

Pot sa tvorí z tkanivového moku. Obsahuje predovšetkým vodu (98 %), chlorid sodný (NaCl), z organických látok kyselinu mliečnu a močovú, kreatinín, amoniak, mastné kyseliny, aminokyseliny, a pod. Čerstvo vylúčený pot zdravého človeka nezapácha, charakteristický pach spôsobujú baktérie na povrchu kože. Pot sa začína tvoriť v potných žľazách pri teplote kože 34,5 °C. Potné žľazy sa významne podieľajú pri riadení telesnej teploty a zasahujú i do hospodárenia s vodou (pri vysokej teplote sa môže vylúčiť 10 litrov potu za 24 hodín a práve odparovaním sa potu sa koža ochladzuje). Vplyvom potu je koža vláčna a vlhká, pričom sa pot neustále odparuje.

3. Podkožné väzivo (*tela subcutanea*)

Zamša plynulo prechádza v podkožné väzivo. Je tvorené sieťou kolagénnych a elastických vlákien, medzi ktorými sú roztrúsené väzivové bunky, ktoré spájajú kožu s orgánmi ležiacimi pod ňou. Podkožné väzivo je tvorené tromi vrstvami. Povrchová vrstva z tukového väziva (v podkožnom väzive sa ukladá veľké množstvo tukových kvapôčok), zabezpečuje tepelnú a mechanickú izoláciu a energetickú zásobáreň organizmu. Pod ňou sa nachádza väzivová blana a pod ňou vlastné podkožné väzivo, tvorené riedkym väzivo, umožňujúce pohyb kože proti podkladu.

Funkcie kože:

1. **Mechanická** – zmierňuje vplyvy prostredia, tvorí bariéru medzi vonkajším a vnútorným prostredím organizmu, chráni tkanivá pred mechanickým, chemickým a termickým poškodením, a organizmus chráni pred vstupom toxických látok a baktérií.
2. **Termoregulačná** – chráni pred prehriatím organizmu a pred prenikaním škodlivého žiarenia do hlbších vrstiev. Prostredníctvom termoregulačných mechanizmov zabezpečuje konštantnú telesnú teplotu.

3. **Schopnosť resorpcie a exkrécie** – prostredníctvom potných žliaz dochádza k exkrécii solí, vody a produktov metabolizmu.
4. **Zásobná funkcia.** Spodná vrstva obsahuje zásobný tuk, ktorý je energetickou rezervou organizmu.
5. **Zmyslový orgán** – zachytáva podnety z okolia, vďaka veľkému počtu receptorov i teliesok na vnímanie tepla, chladu, a pod. Nervové zakončenia sprostredkujú pocit bolesti.
6. **Vylučovacia** – obsahuje žľazy – potné a mazové, ktorými sa odstraňuje voda, minerály. Zabraňuje nadmernému vyparovaniu vody z vnútorného prostredia. Koža napomáha vylučovacej funkcii obličiek.
7. **Vstrebávacía** – vstrebávanie látok z povrchu kože ako napr. masti, liečivá. Čiastočne slúži aj na dýchanie.
8. Je miestom, kde sa **vitamín D** tvorí pôsobením slnečného žiarenia z provitamínu D.
9. V mliečnej žľaze sa ku koncu tehotenstva a po narodení dieťaťa **vytvára mlieko**.

Regulácia telesnej teploty

Udržiavanie stálej telesnej teploty (37°C) vyžaduje dynamickú rovnováhu medzi tvorbou tepla a jej stratou. V priebehu dňa sa vytvára určitý fyziologický rozdiel teplôt, ktorý je ovplyvnený svalovou prácou, ovulačným cyklom, psychickými stavmi a pod. Existuje i rozdiel medzi teplotou povrchových častí tela, ktoré sú chladnejšie a medzi teplotou v tzv. jadre tela, kde je teplota vyššia (pečeň je najteplejším orgánom). Smrteľné následky môžu byť pri zvýšení telesnej teploty nad 41°C a znížení pod 25°C. Teplo sa vytvára pri energetickom metabolizme najmä v pečeni a vo svaloch. Krv, ktorá prechádza svalmi a pečeňou, preberá teplo a odvádza ho k povrchu tela, do kože. Kožným povrchom teplo strácame. Ide najmä o odparovanie potu.

Centrum termoregulácie je v hypotalame, kde sú umiestnené termoreceptory reagujúce na zmenu teploty krvi, ktorá prichádza z vnútorných orgánov. Ďalšie informácie sem prichádzajú z termoreceptorov v koži a miechy. Termoregulačné centrum podlieha i vplyvom kôry koncového mozgu. Hypotalamus tieto informácie integruje a vyhodnocuje aktuálnu telesnú teplotu. Ak telesná teplota stúpa, zvyšuje sa výdaj tepla potením a sálaním pri zvýšenom prekrvení kože (kožné vlásoknice sa rozširujú). Ak telesná teplota poklesne, znižujú sa straty tepla obmedzením potenia a zmenšením prietoku krvi v koži (kožné vlásoknice sa zúžia). Vzniká svalová triaška s rýchlou frekvenciou svalových sťahov.

Telesná teplota je ovplyvňovaná i vedomou činnosťou človeka, a to oblečením či teplotou miestnosti. Po narodení nie je termoregulácia ešte plne vyvinutá, preto sa novorodenec veľmi ľahko prehreje alebo podchladí. S rozvojom nervovej sústavy sa zlepšuje termoregulácia telesnej teploty a okolo jedného roku dosiahne plného rozvinutia. U novorodenca a dojčiat nie sú dostatočne vyvinuté svaly a preto nemôžu vytvárať potrebné množstvo tepla. Vzniká teplo metabolickou aktivitou hnedého tuku uloženého na chrbte medzi lopatkami.

Zmyslové orgány kože

Pocity dotyku, tlaku, tepla, chladu a vnímanie bolesti sprostredkujú zmyslové orgány kože. Kožné receptory sú buď voľnými nervovými zakončeniami alebo sú to špeciálne upravené hmatové telieska. Vzruchy z kožných receptorov sú vedené senzitívnymi dostredivými vláknami miechových a hlavových nervov do centrálnej nervovej sústavy. Zabezpečujú exteroreceptívne zmyslové vnímanie, ktoré napomáha aj pri udržiavaní rovnováhy a zdokonaľuje predstavu vlastného tela v priestore.

V najspodnejších vrstvách pokožky sa nachádzajú voľné nervové zakončenia, ktoré majú na koncoch zhrubnutia – **hmatové telieska** (*corpuscula tactus*), slúžiace na vnímanie dotyku. Najviac ich je na koži a sliznici orgánov, ako napr. brušková prstov, okolo vlasových cibuliek (u novorodencov na perách, jazyku, okolí úst).

V papilách zamše sa nachádzajú oválne **Meissnerove telieska**. Sú to hmatové receptory zachytávajúce ľahký tlak. V podkoží sa nachádzajú eliptické hľuzovité telieska **Vater-Paciniho telieska** na vnímanie silnejšieho **ťahu a tlaku**. Pod papilami zamše sa nachádzajú **chladové receptory Krausove telieska** (vnímajú teploty nižšie ako je teplota kože), nachádzajúce sa v koži, očnej spojivke, sliznici ústnej dutiny a jazyka, v koži pier a hrtanovej príchllopke. Najcitlivejšie na chlad sú očné viečka, koža chrbta ruky, predlaktie, koža dolných končatín. O niečo nižšie v zamši sa nachádzajú **Ruffiniho telieska** na vnímanie **tepla** (vnímajú teplotu vyššiu ako je teplota kože). Ovplyvňujú 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 sa nachádzajú **svalové vretienka** a reagujú na **natiehnutie svalu**. V šľachách sú **šľachové telieska**, dráždené natiahnutím svalu a jeho kontrakciou.

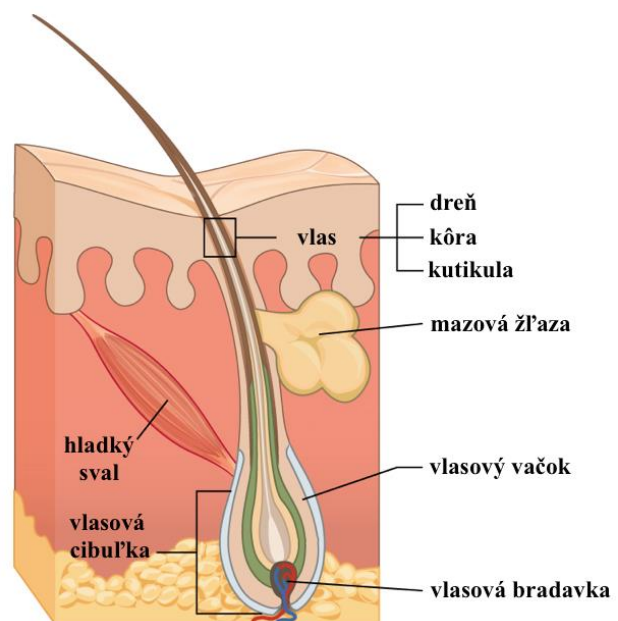
Prídavné orgány kože: mliečne žľazy, vlasy, nechty.

Prsníková žľaza (*glandula mammaria*) je párová laločnatá žľaza uložená v tukovom vankúši na prednej ploche hrudníkovej steny. Kožu vyklenuje 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 v bradavke 15 – 20 drobnými otvormi.

Na hrote dospelého prsníka sa nachádza 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 (*capili*) a **chlpy** (*pili*)

Vyrastajú z vlasových vačkov uložených v zamši. Vlasy (obr. 20) sú dlhé, tenké, valcovité útvary prerastajúce nad povrch tela. Vlas sa skladá z vnútornej drene a zo zrohovatených buniek kôry. Rozlišujeme na ňom vlasovú cibulku (z ktorej vlas rastie), vlasovú bradavku do ktorej vrastajú cievy vyživujúce vlasovú cibulku, vlasový vaček cez ktorý vlas rastie smerom na povrch a vlasovú kutikulu na povrchu vlasu. Do vlasového vačku, v blízkosti jeho vyústenia na povrch kože, vyúsťuje mazová žľaza. Pod



Obrázok 20 Vlas

ňou sa na vlasový vaček upína hladký sval. Prostredníctvom nervových zakončení okolo vlasovej cibulky sa vlasy a chlpy zúčastňujú na hmatovom vnímaní.

Hustota, hrúbka, dĺžka vlasov je individuálne a rasovo variabilná. Farba vlasov a chlpov je determinovaná množstvom a druhom pigmentu melanínu, ktorý je uložený prevažne v zrohovatených bunkách vlasovej kôry. Šedú a bielu farbu vlasov spôsobujú vzduchové

bublínky. Vlasy sa nachádzajú na celom povrchu tela s výnimkou dlaní, chodidiel, nechtov, bočných plôch prstov, žalúďa, predkožky, dráždca a predsiene pošvy. Podľa postupnosti vývinu ochlpenia (v procese ontogenézy) rozoznávame:

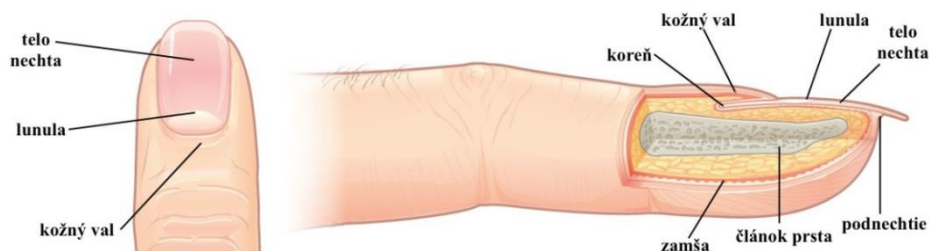
Primárne ochlpenie – lanugo, je jemné ochlpenie na povrchu tela plodu. Začína sa vytvárať v štvrtom mesiaci tehotenstva a pred pôrodom (zhruba v ôsmom mesiaci tehotenstva) vypadáva. Jeho funkciou je pravdepodobne ochrana plodu pred plodovou vodou.

Sekundárne ochlpenie – patria sem vlasy, riasy, obočie a drobné chlčky na povrchu tela.

Terciárne ochlpenie – vyvíja sa až po puberte a v dospelosti. Tvoria 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.

Necht (*unguis*)

Je zrohovatená platnička na koncových článkoch prstov, vyrastajúca z **nechtového lôžka** (*matrix unguis*). Na nechte (obr. 21) 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. Funkciou nechtu je mechanická ochrana koncových článkov prstov.



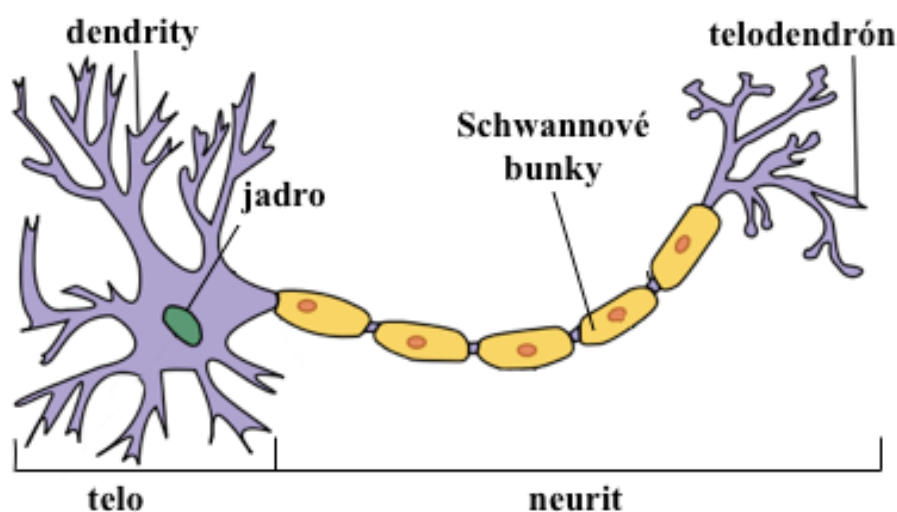
Obrázok 21 Necht

Nervová sústava (*Systema nervosum*)

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

Jednou zo všeobecných vlastností živej hmoty je schopnosť odpovedať na zmeny vo vonkajšom alebo vnútornom prostredí. Odpoveď organizmu na podráždenie je sprostredkovaná práve 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**. Skladá sa z tela, z ktorého výstupujú krátke a dlhé výbežky (obr. 22). Telo je bohaté na cytoplazmu, uprostred



Obrázok 22 Stavba neurónu

ktorej sa nachádza jadro. Okrem organel sa v cytoplazme nachádzajú jemné vlákna **neurofibrily** a drobné hrudky **Nisslovej hmoty**. Neurofibrily prechádzajú z tela do krátkych a dlhých výbežkov. Hmota mizne pri vyčerpaní nervových buniek, pričom po zotavení sa opäť obnovuje. Krátke a rozvetvené výbežky sa nazývajú **dendrity**. Odstupujú z tela neurónu a vedú vzruchy smerom do nervovej bunky. Spolu s telami buniek tvoria v mozgu a v mieche šedú hmotu. Dlhý výbežok, **neurit** (väčšina buniek má iba jeden, a môže byť aj jeden meter dlhý), sa vetví až na konci a vedie vzruchy z bunky. Neurity v mozgu a v mieche sú obalené **myelínovou pošvou** tukovej povahy (myelín). V centrálnej nervovej sústave tvorí bielu hmotu. V obvodových nervoch majú neurity ešte druhý obal, tvorený plochými **Schwannovými**

bunkami. Nervové bunky sa rozmnožujú delením v období vntútramaternického vývinu človeka. Po narodení strácajú schopnosť deliť sa a ich počet je definitívny. Poškodenie alebo zánik neurónu sa už nenahradí. Regeneračnú schopnosť majú iba neurity, ak nie je poškodené ich spojenie s telom bunky. V nervovej sústave sa neuróny spájajú do zložitých reťazcov, ktoré sú anatomickým podkladom ich reflexnej činnosti.

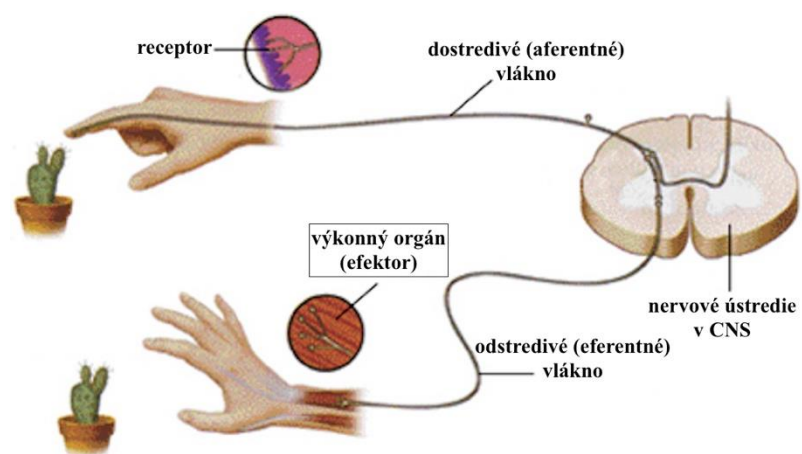
Neuróny sú v centrálnej nervovej sústave (CNS) vzájomne poprepájané. Miesto spojenia medzi dendritom jedného neurónu a axónom (resp. telodendrónom) iného neurónu, alebo jeho telom, sa nazýva **synapsia**. V synapsiách dochádza k prevodu vzruchu z jedného neurónu do druhého.

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).

Táto dráha sa nazýva **reflexný oblúk** (obr. 23) a dej, ktorý po nej prebieha ako **reflex**. Reflex je reakciou organizmu na podráždenie sprostredkované nervovou sústavou. Umožňujú reakciu organizmu na zmeny prostredia.

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 –

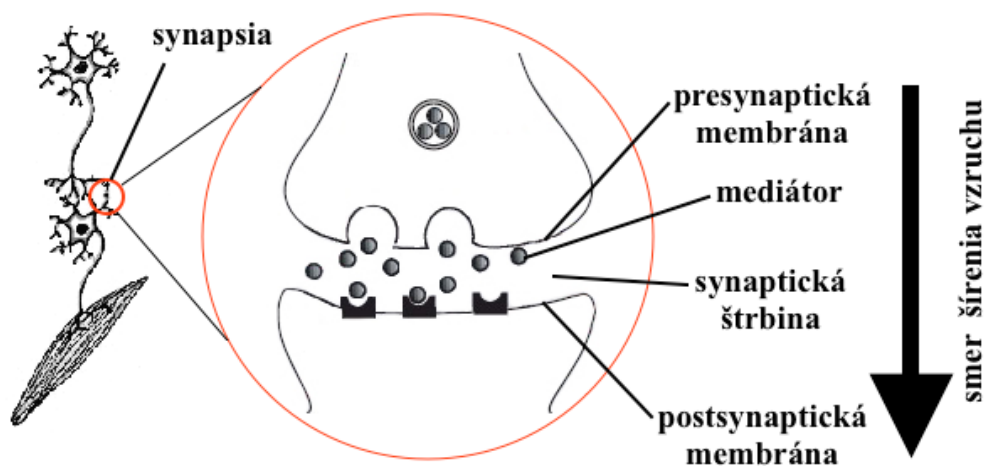


Obrázok 23 Reflexný oblúk

efektorov (napr. do svalu). 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** (obr. 24). Najčastejšími mediátormi sú acetylcholín, noradrenalín a dopamín. Keď vzruch prejde 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) a 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 synapsíí.

Receptory, ktoré sa na prenose vzruchov zúčastňujú, delíme na:



Obrázok 24 Synapsia

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

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

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.

Centrálna 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 človeka spotrebuje približne jednu štvrtinu celkovej energie, ktorú denne prijímame, napriek tomu, že pri porovnaní s celým telom je pomerne malý. Mozog je uložený v lebke a je chránený obalmi pleny.

Vonkajšia tvrdá plena (*dura mater*) vystieľa lebečnú dutinu. Pre mozog tvorí pevný obal a okolo miechy vytvára miechový vak. Pod tvrdou plenou sa nachádzajú dve mäkké pleny: vonkajšia a vnútorná.

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

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

Miazgovomiechový mok (*liquor cerebrospinalis*) je číra bezfarebná tekutina. Bežne neobsahuje takmer žiadne bunky, len 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)

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

Chrbtová miecha (*medulla spinalis*)

Je tvorená 40 – 45 cm dlhým valcovitým povrazcom nachádzajúcim sa v kostenom kanáli, ktorého horný koniec plynulo prechádza do predĺženej miechy. Dolný koniec sa kužeľovito zužuje a končí vo výške druhého bedrového stavca (práve 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 šesť pozdĺžnych rýh. Rozdelenie miechy na dve polovice naznačuje hlboká ryha. Na každej z týchto polovic môžeme pozorovať ďalšie dve plytké brázdy (prednú a zadnú). Z prednej brázdy vystupujú motorické (pohybové) odstredivé vlákna, zadnou vstupujú do miechy senzitivne 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**.

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 tri 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 vlákien, 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 nervovej sústavy – **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.

Vzostupné dráhy

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

2. Spinocerebrálna dráha vedie do mozoku 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 orgánoch).

Zostupné dráhy (motorické)

Vychádzajú 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, cez 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. Extrapyramídová dráha zahŕňa ostatné zostupné dráhy. Vychádzajú z rôznych útvarov šedej hmoty mozgu (okrem kôry koncového mozgu), najmä zo stredného mozgu a 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.

Mozog (*encephalon*)

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 delíme na predĺženú miechu, Varolov most, mozoček, stredný mozog, medzimotoz a koncový mozog (telencephalon). Predĺžená miecha, Varolov most a stredný mozog tvoria **mozgový kmeň** (*truncus cerebri*).

Predĺžená miecha (*medulla oblongata*)

Je plynulým pokračovaním chrbtovej miechy, dĺžky 20 – 25 mm. Zvrchu je prekrytá mozočkom a je s ním spojená mozočkovými ramienkami. Vo vnútri sa nachádza IV. mozgová komora a z prednej strany vystupuje VI. – 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 prístupujú ďalšie dráhy z polohových, pohybových a sluchových receptorov vnútorného ucha). Na zadnej strane, ktorá tvorí dno mozgovej komory, je šedá hmota. Nachádzajú sa 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** (*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 vlákna, ide o tzv. nešpecifický senzitivny systém. Z prostredia však pôsobí na organizmus veľké množstvo podnetov. 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*)

Varolov most je s mozočkom spojený ramienkami. Vystupuje z neho V. pár mozgových nervov – **trojklanný 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 udržovaní rovnováhy. Je dôležitý pri koordinácii vôľou riadených pohybov, najmä jemných, rýchlych a presných. Prichádzajú doň 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 koncového mozgu. Veľmi dôležité je prepojenie mozočku s kôrou koncového mozgu. V uvedenom spojení sa uplatňuje princíp spätnej väzby. Jej vplyv môže byť povzbudzujúci alebo tlmivý.

Dôsledkom poškodenia mozočku sú ťažké poruchy v spôsobe vykonávania pohybov, hypotónia (znížený tonus svalstva), porušenie koordinácie svalov hovoriť – nepravidelnosť prejavu. Intoxikácia etylalkoholom spôsobuje zmeny v koordinácii pohybov.

Stredný mozog (*mesencephalon*)

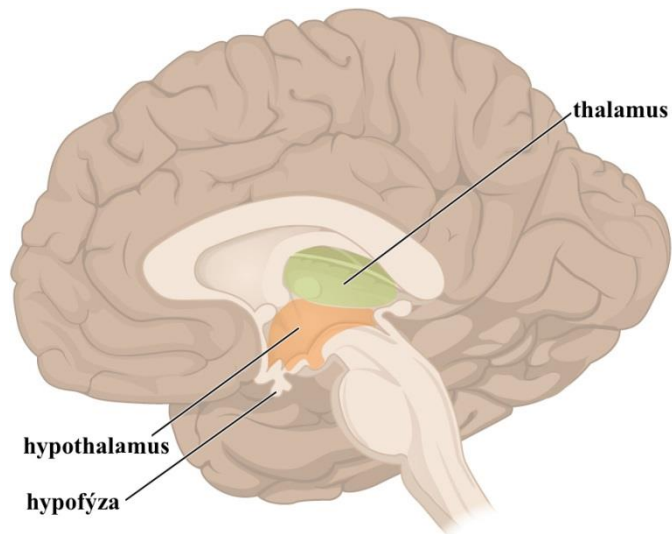
Je najmenším oddielom mozgu. Spodná časť je tvorená bielou hmotou – sprostredkúva spojenie vzostupných a zostupných dráh. V strednej časti sú jadrá III. a IV. páru mozgových nervov (**okohybné nervy**). Uprostred strednej časti leží červené jadro (zhluk šedej hmoty a retikulárnej formácie), z ktorého vychádza rubrospínálna extrapyramídová motorická dráha, regulujúca svalové napätie, a prechádza ním Sylviov kanálik spájajúci IV. a III. mozgovú komoru. Na hornej strane stredného mozgu sa nachádzajú dva páry hrbolkov tzv. štvorhrbolie. Do ich prednej časti vstupujú niektoré vlákna zrkového nervu, do zadnej časti niektoré nervy sluchovej dráhy. Štvorhrbolie je podkôrové centrum, ktoré na zrkové a sluchové podnety sprostredkúva 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 medzimotozgu (obr. 25) sa nachádza III. mozgová komora. Strop komory je blanitý a je k nemu pripojená **šištička** (*epifýza*), ktorej funkcia nie je celkom istá. Epifýza produkuje **melatonín**, hormón inhibujúci aktivitu pohlavných hormónov. Jeho produkcia je závislá od

dĺžky svetelného dňa – čím je dlhší (napr. v lete), tým je jeho produkcia nižšia. Bočné steny mezimozgu tvoria pravý a ľavý mezimozgový hrbol – **thalamus**, a spodnú stenu spodina mezimozgu – **hypothalamus**.

Talamus je spojený s mozgovou kôrou, čo znamená, že do mozgovej kôry prepája vzruchy z nižších oddielov centrálného nervstva, ale jeho činnosť je zároveň riadená mozgovou kôrou. Predovšetkým je prepojovacou stanicou takmer všetkých aferentných vlákien vedúcich z receptorov do mozgovej kôry. V ňom nadobúdajú všetky vzruchy citové zafarbenie. Pri prudkých citových reakciách (afektoch) vyvoláva



Obrázok 25 Medzimozog

vegetatívne a motorické reakcie (zblednutie, plač, búšenie srdca) tým, že vysiela impulzy k vegetatívne aj extrapyramídovému systému.

Pod hypothalamom sa nachádza **mozgový prívesok – hypofýza**. Zadný lalok hypofýzy je s hypothalamom spojený **stopkou**. Hypotalamus je najdôležitejším nadradeným koordinačným centrom vegetatívnych funkcií. **Parasympatické nervy** majú regulačné centrá v predných lalokoch hypotalamu, sympatické nervy v zadnej časti hypotalamu. Dráždením parasympatika sa cievy rozširujú, 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 sa nachádzajú 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.

Predné laloky hypotalamu zabezpečujú potenie a rozširovanie ciev pri zvýšení teploty, zadné laloky vyvolávajú produkciu tepla – zvýšenie metabolizmu a kontrakciu svalstva.

Ďalšími funkciami hypotalamu sú riadenie objemu telesných tekutín, príjmu vody, riadenie stáleho osmotického tlaku, a riadenie afektívneho a sexuálneho správania.

Predný mozog (*prosencephalon*) alebo **koncový mozog** (*telencephalon*)

Tvorený je dvomi hemisférami, ktoré sú navzájom spojené **svorovým telesom** (*corpus callosum*), ktoré predstavuje zhluk bielej hmoty. Na povrchu hemisfér je šedá hmota, **plášť** (*pallium*) a vnútro vyplňa biela hmota. V spodnej časti sa nachádzajú jadrá šedej hmoty (spodinové uzliny, bazálne gangliá).

Povrch hemisfér tvoria **brázdy** (*sulci*), medzi ktorými sú **závity** (*gyri*). Najväčšou brázdou je **centrálna** (Rolandova) brázda, na prednej strane približne uprostred, medzi predným a zadným pólom pologule. 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 temenný lalok, pod postrannou jamou leží spánkový lalok, a vzadu za spánkovým a temenným lalokom záhlavný lalok.

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 hypotalamom a talamom. Zúčastňuje sa na koordinácii vegetatívnych a somatických funkcií pri emocionálnom správaní. Hoci sú emotívne prejavy tlmené mozgovou kôrou, nedajú sa ani iniciovať ani utlmiť. Uplatňujú sa pri riadení sexuálneho správania, strachu a pod.

Biela hmota predného mozgu

Podľa smeru vedenia vzruchov 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 oboch pologúl.

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

Mozgová kôra

Fylogeneticky strašia časť *allocortex*, mladšia *neocortex* – fylogeneticky najmladšou a najdokonalejšou časťou mozgu. Je hrubá 2 – 5 mm, z histologického hľadiska je tvorená šiestimi vrstvami buniek.

Kôra riadi činnosť organizmu, 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, **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 záhlavnom laloku. Končí sa v ňom zraková dráha. Tesne vedľa zrakového centra leží v dominantnej hemisfére vizuálne centrum reči.

Sluchové centrum sa nachádza v spánkového laloku. Vedú doň vlákna z vnútorného ucha. V zadnej časti sluchového centra je v dominantnej hemisfére oblasť **akustického centra reči**. Sluchové centrum vníma všetky zvuky, okrem zvukov ľudskej reči.

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

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

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

Rozlišujeme 12 párov nervov, pričom I. – V. pár vystupuje z mozgu, VI. – XII. vystupuje 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. Vedú čuchové vzruchy.
- II. **Zrakový nerv** (*nervus opticus*) – začína sa receptormi v sietnici oka, vstupuje do lebečnej dutiny, kde si vymieňa niektoré vlákna s druhostranným zrakovým nervom a zakončuje v nižších zrakových oblastiach mozgu.
- 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 senzitívnych a jednej zmiešanej vetvy. Je hlavným senzitívnym nervom hlavy. Senzitívne vlákna sa začínajú pri receptoroch kože tváre a sliznici ústnej a nosovej dutiny. Senzitívne vlákna inervujú oči aj zuby. Senzitívne aj motorické vlákna ležia na spodine štvrtej mozgovej komory.
 1. Vetva – senzitívne vlákna z receptorov kože čela, horných mihalníc a nosového koreňa.
 2. Vetva – senzitívne vlákna z receptorov tváre, vonkajšieho nosa, podnebia a zubov hornej čelusti.
 3. Vetva je zmiešaná – dolná čelusť, jazyk, motorické vlákna zo žuvacích svalov.
- VI. **Odt'ahujúci 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. Senzitívne vlákna inervujú časť jazyka a sekretorické vlákna a slinné žľazy (podsánkovú a podjazykovú).

- VIII. **Predsieňovoslimákový nerv** (*nervus vestibulocochlearis*) je výlučne senzitívny nerv privádzajúci vzruchy zo sluchového statokinetického ústroja. Sprostredkúva počutie a vnímanie polohy tela.
- IX. **Jazykovohltanový nerv** (*nervus glossopharyngeus*) je zmiešaný. Jeho senzitívne vlákna prichádzajú do predĺženej miechy z chuťových receptorov sliznice jazyka a začiaku hltana. Autonómna časť nervu inervuje hladkú svalovinu vývodov príušnej žľazy.
- X. **Blúdivý 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. **Vedľajší nerv** (*nervus accesorius*) 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 osem párov krčných, dvanásť párov hrudných, päť párov driekových, päť párov krížových a jeden pár kostrčový. **Krčný pletenec** vzniká spojením predných vetiev prvých štyroch krčných nervov. Senzitívne vlákna inervujú kožu krku, temennú časť hlavy a motorické (odstredivé) nervy vedú k bránici a k svalom krku. **Ramenný pletenec** je tvorený z predných vetiev 5. – 8. páru krčných nervov a z prvého páru hrudných nervov. Inervuje kožu a svaly hornej končatiny. Predné vetvy ďalších hrudných nervov netvoria pletenec, ale samostatne inervujú medzirebrové svaly a kožu hrudníka. 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, oddeľujú sa od nich a tvoria samostané nervy. Podľa smeru vedenia vzruchu ich delíme na odstredivé a dostredivé. Odstredivé vlákna delíme na **parasympatické** a **sympatické** (viď vyššie).

Zmyslové orgány (*Organa sensuum*)

Činnosť nervovej sústavy je veľmi úzko prepojená s činnosťou zmyslových orgánov. Zmyslové orgány sprostredkujú nervovej sústave informácie o vonkajšom a vnútornom prostredí. Receptor tzv. analyzátor analyzuje adekvátne podnety prostredia (zrakový analyzátor reaguje na svetlo, sluchový analyzátor na zvuk).

Funkciou receptorov je prijímanie podnetov. Vzruchová aktivita, ktorá podnet vyvolá je vedená dostredivou dráhou do kôrového analyzátoru, kde prebieha spracovanie vzruchu. Následne vzniká v mozgovej kôre vnem a analýza vzruchu.

Zrak

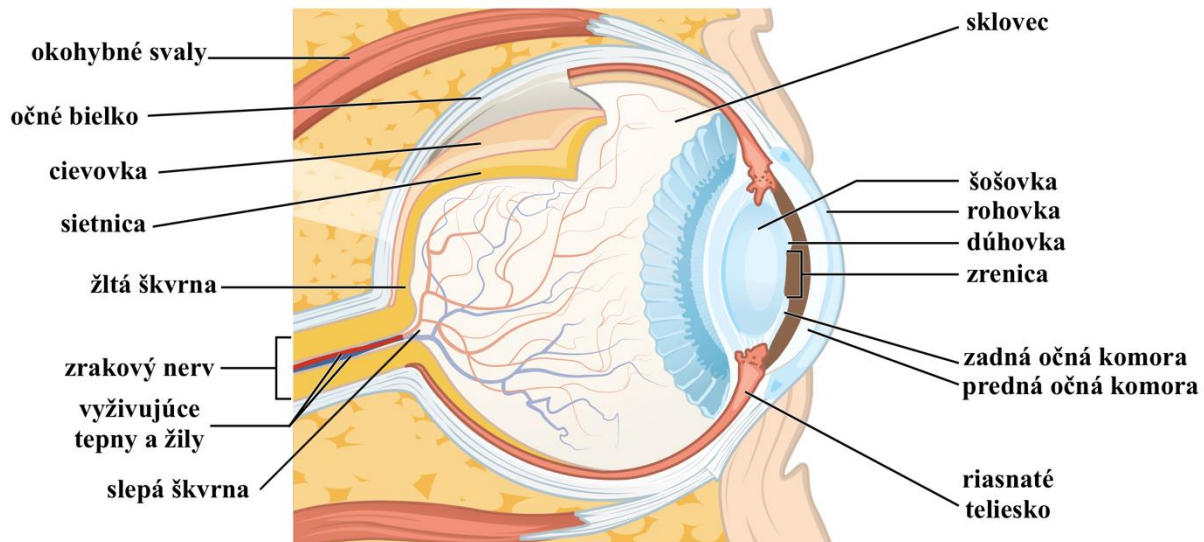
Zrakový orgán umožňuje vnímanie svetla, farieb, veľkosti, tvaru, vzdialenosti, zabezpečuje orientáciu v priestore. Fotoreceptory ľudského oka sú citlivé na svetelné vlny v rozsahu 400 – 760 nm.

Orgánom zraku je **oko** (*oculus*). Zložené je z očnej gule a prídavných orgánov. **Očná guľa** (*bulbus oculi*) je uložená v tvárovej časti lebky, v očnici. V hrote očnice sa nachádzajú otvory, ktorými je spojená s mozgovňou. Cez otvor vystupuje z oka zrakový nerv a žily a vstupuje nielen tepna privádzajúca krv, ale aj 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 dlhší a nazýva sa **očná os**.

Stena očnej gule (obr. 26) je tvorená tromi vrstvami. Vonkajšiu vrstvu tvorí bielok a rohovka, strednou vrstvou je ciefovka a vnútornú tvorí sietnica.

Očné bielko (*sclera*) zaberá približne 4/5 povrchu očnej gule. Je to tuhá biela väzivová blana, u malých detí namodravá, u starých ľudí nažltla od usadených kvapiek tuku. Jej hrúbka je 0,4 – 2 mm. Na bielko sa upínajú okohybné svaly, v zadnej časti ním prestupuje zrakový nerv. V prednej časti prechádza bielko v priehľadnú rohovku, ktorá tvorí 1/5 povrchu očnej gule.

Rohovka (*cornea*) nie je prestúpená cievami, je však inervovaná. Nepravidelné zakrivenie rohovky spôsobuje, že pozorovaný predmet vidíme rozmazaný (astigmatizmus). Pri dotyku reaguje rohovka reflexívne zatvorením mihalnice oka (nepodmienený rohovkový reflex).



Obrázok 26 Oko

Ciehovka (*chorioidea*) je strednou vrstvou oka. Vpredu prechádza v riasnaté teliesko a dúhovku. Obsahuje veľké množstvo ciev a pigmentových buniek, ktoré zabraňujú rozptylu svetelných lúčov vo vnútri oka. Má hnedočervenú farbu. **Riasnaté teliesko** alebo **vráskovec** (*corpus ciliare*) je lúčovito usporiadaný a tvorený hladkým svalstvom. Na povrchu má početné výbežky, na ktoré je tenkými vláknami zavesená šošovka. Svalovina telieska je dôležitá pre vykľnutie šošovky. Z krvi pretekajúcej vlásočnicami riasnatého telieska sa tvorí komorový mok.

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

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*).

V dúhovke sú rozptýlené pigmentové bunky, ktorých množstvo a hĺbka uloženia určujú jej 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 (dedičné ochorenie, ktoré sa prejavuje farebnou odchýlkou niektorých tkanív ľudského tela. Je spôsobený poruchou tvorby farbiva melanínu.) chýba pigment úplne a dúhovkou presvitá červená farba cievovky.

Vnútornú vrstvu očnej gule tvorí tenká a priehľadná **sietnica** (*retina*). Pri lekárskejších vyšetreniach 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, rozlišujú odtiene sivej a umožňujú videnie za šera. Činnosť tyčiniek je umožnená prítomnosťou farbiva **rodopsínu**, v nich uloženého. Vplyvom svetla sa rodopsín rozkladá a vzniká zrková žlt', 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*), ktorá neobsahuje tyčinky ani čapíky. Približne 4 – 5 mm vnútorne od nej sa nachádza miesto najostrejšieho videnia, **žltá škvrna** (*macula lutea*) kde je najväčšia hustota čapíkov.

Očná guľa je zložitým receptorom. Svetelné lúče, ktoré prejdú optickou sústavou oka, prejdú všetkými vrstvami a dopadnú na sietnicu, kde podráždia 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.

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 dvojbypuklá (bikonvexná) spojka s viac zakrivenou zadnou plochou. Ťahom závesných vlákien riasnatého telieska je splošťovaná. Pri ochabnutí závesného aparátu sa šošovka svojou pružnosťou vyklenie. 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 ôsmich centimetrov v detstve na 80 cm v starobe – starí ľudia často nevidia blízke predmety dostatočne ostro. Táto porucha videnia sa nazýva **starecká ďalekozrakosť**.

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

Farebné videnie je umožnené prostredníctvom čapíkov. 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 častejšou formou je **čiasočná farbosleposť** (daltonizmus), kedy je narušené rozlišovanie červenej a zelenej farby. Ide o dedičné ochorenie postihujúce hlavne chlapcov. Sietnica je schopná sa prispôbovať zmenám intenzity svetla (adaptácia sietnice). Neschopnosť adaptácie sa nazýva **šerosleposť** (*hemeralopia*). Porucha je spôsobená nedostatkom vitamínu A.

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 sa najdôležitejšia časť zorného pola 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 **prídavné orgány** oka patria okohybné svaly, mihalnice, spojovka a slzné orgány podieľajúce sa na správnej funkcii oka.

Okohybné svaly sú priečne pruhované svaly, ktoré začínajú pri hrote očnice a upínajú sa na očnú guľu v blízkosti rohovky. Rozlišujeme štyri priame svaly: horný, dolný vnútorný a vonkajší a dva šikmé svaly horný a dolný. Pri poruche ich koordinácie sa objavuje **škul'avosť** (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 zrenicou. 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 mihalníc a kryje prednú časť bielka až k rohovke. Je to slizničná blana ružovej farby. Infekcia, prudké ožiarenie alebo prach môžu vyvolať jej prekrvenie a **zápal** (*conjunctivitis*).

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

Sluch

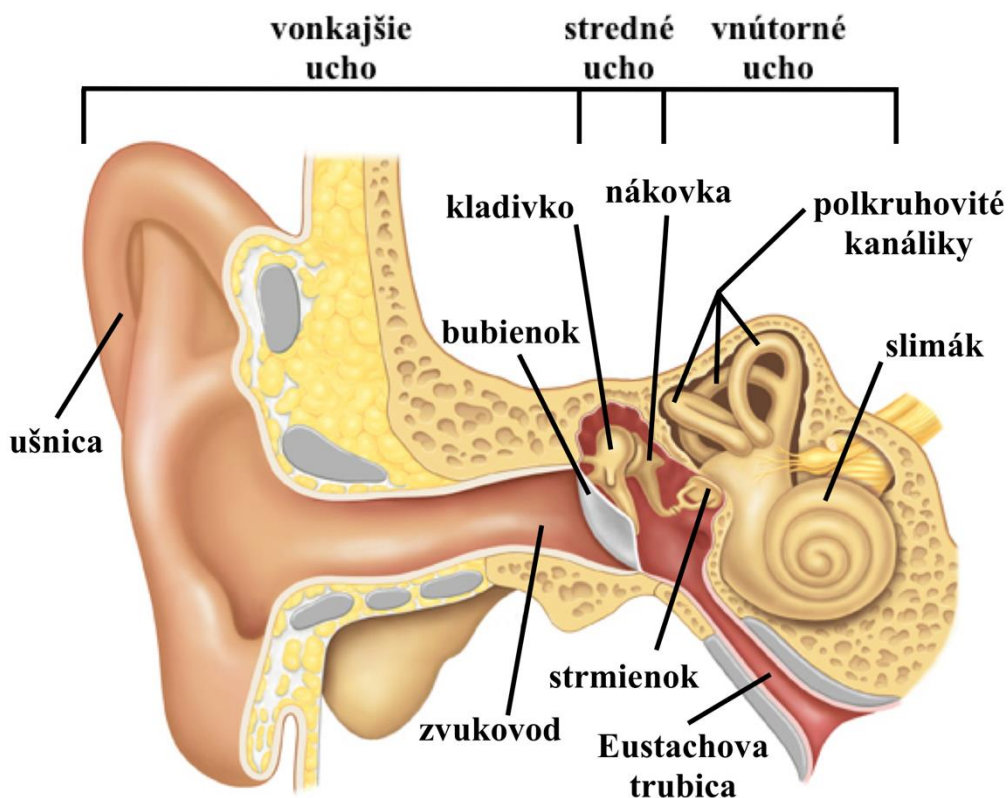
Sluch má význam pre vzájomnú komunikáciu v spoločnosti. Na základe sluchu sa vytvorila reč ako sluchový reflex. Dieťa, ktoré od narodenia nepočuje, sa samostatne nenaučí rozprávať. Receptorom sluchového analyzátora je **ucho** (*auris*, obr. 27), ktoré slúži na rozlišovanie zvukových vln. Rozdeľuje sa anatomicky aj funkčne na tri časti: vonkajšie ucho, stredné a vnútorné ucho.

Vonkajšie ucho (*auris externa*) sa skladá z ušnice a vonkajšieho zvukovodu. **Ušnica** slúži k zachytávaniu zvukových vln. Jej podkladom je elastická chrupavka pokrytá kožou, ktorej podkožné väzivo neobsahuje tuk. Dolný koniec ušnice 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 práve 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 je pokračovaním slizničnej výstelky bubienkovej dutiny. Zvukové vlny narážajú na bubienok a rozkmitávajú ho.

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 prehltaní 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 (výchylku) zvukových vln a zväčšujú ich energiu, keďže nedostatočná energia by nestačila na rozkmitanie tekutiny vo vnútornom uchu.



Obrázok 27 Ucho

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

Kostený labyrint sa skladá z **predsiene** (*vestibulum*), troch polkruhovitých kanálikov a **slimáka** (*cochlea*). V kostenej 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, čím sú zmyslové bunky dráždené.

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. Častokrát však dochádza k narušeniu zmyslového vnímania rovnováhy, čo sa prejavuje nevoľnosťou, a to najmä vtedy, keď pri jazde autom čítame knihu respektíve keď zrak upierame na nepohyblivý bod. Človek by sa mal teda pozerieť 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 frekvencie 16 Hz do 20 000 Hz. Zvukové vlny rozochvievajú bubienok na konci vonkajšieho zvukovodu. Z neho sa kmity prenesú sluchovými kostičkami stredného ucha na tekutiny vnútorného ucha. Strmienok rozkmitá oválne okienko a tým sa rozochveje perilymfa. Kmity perilymfy sa vyrovnajú vyklenutím okrúhleho okienka do dutiny bubienkovej. Vlnenie perilymfy rozkmitá endolymfu a to rozochveje bazálnu membránu v určitom úseku podľa výšky tónu. 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. Vzruchy, ktoré vzniknú sú vláknami sluchového nervu vedené do predĺzenej miechy až do centrálne kôrového analyzátoru. Sluchové pocity a vnemy vznikajú v spánkovom laloku mozgovej kôry.

Vyskúšajte sa

1. Z akých vrstiev je tvorená stena očnej gule? Vymenujte časti, ktoré ich tvoria.
2. Charakterizujte žlč (jej tvorba, účinnosť, obsah, význam, zhromažďovanie).
3. Uved'te spájanie vývodov: začnite od pravého a ľavého pečenevého žľčovodu a pokračujte až po vyústenie do dvanástnika.
4. Vysvetlite princíp činnosti tyčínok.
5. Vysvetlite vývoj čapíkov z evolučného hľadiska.
6. Definujte pojem antropológia.
7. Ktoré rebra sa označujú ako nepravé? Zdôvodnite.
8. Vypíšte delenie svalov podľa funkcie.
9. Vysvetlite proces zrážania krvi.
10. V ktorej časti tráviacej sústavy začína štiepenie cukrov a ktorou látkou?
11. Z akého typu svaloviny je tvorený pažerák?
12. V ktorých častiach je najviac potných žliaz a kde úplne chýbajú?
13. Uved'te homologický orgán k penisu u žien.
14. Napíšte názvy mozgových obalov.
15. Vysvetlite menštruačný cyklus od dozrievania vajíčka po jeho zánik, i hormonálne zmeny, ktoré ho sprevádzajú.
16. Čo môže byť príčinou častého močenia z endokrinologického hľadiska? Vysvetlite.
17. Vymenujte steny maternice.
18. V ktorej časti oka sú umiestnené receptory citlivé na svetlo?
19. Zomrel by človek po odstránení sleziny?
20. Vymenujte šesť hormónov predného laloku hypofýzy a ich funkcie.
21. Ktorý zo zmyslov by prestal fungovať po poškodení záhlavnej časti mozgu?
22. Nakreslite pľúca i ich vnútornú štruktúru.
23. Aký je rozdiel medzi *macula lutea* a *macula caecum*.
24. V ktorých častiach a akou látkou dochádza k tráveniu cukrov?
25. Vysvetlite, ako vzniká žlté teliesko, koľko funguje ak nedôjde k oplodneniu a na čo sa mení.
26. Čím sú produkované estrogény a aký je ich vplyv.
27. Aký je účinok tyroxínu.
28. Charakterizujte semenníky.

29. Charakterizujte tenké črevo (stavba, funkcia...)
30. Vymenujte funkcie krvi.
31. V ktorej časti ucha sa nachádzajú sluchové receptory?
32. Aký je rozdiel medzi žltou a slepou škvrnou?
33. Aké kosti tvoria mozgovú časť lebky?
34. Vysvetlite mechaniku dýchania.
35. Vymenuj časti cez ktoré odteká definitívny moč.
36. Z akých častí sa skladá hrubé črevo.
37. Bunky akého orgánu produkujú antidiuretický hormón?
38. Charakterizujte stavbu (povrch, veľkosť, tvar, uloženie) vaječnikov.
39. Ako delíme hormóny podľa charakteru, uveďte aj príklad.
40. Vymenujte hormóny nadobličiek.
41. Vymenujte orgány, na ktoré účinkuje parathormón.
42. Čo je to hematokrit? Uveďte hodnoty u človeka.
43. Do akej časti ústí vývod žlčových ciest.
44. Z akých kostí sa skladá pletenec hornej končatiny?
45. Na aké podrody rozdeľujeme rad primáty?
46. Aký je rozdiel medzi ontogenézou a fylogenezou.
47. Charakterizujte zub – jeho funkciu, časti, zubné vzorce.
48. Vymenujte časti dýchacích ciest.
49. Aké je zloženie žalúdočnej šťavy?
50. Uveďte a charakterizujte tri významné prvky v anatomickej stavbe organizmu primátov arboreálnou adaptáciou.
51. Uveďte a charakterizujte podrody radu primátov.
52. Ktorý z Australopithecus sa považuje za najstaršieho?
53. Z akých vrstiev je tvorená stena očnej gule?
54. Aké typy hormónov poznáme z chemického hľadiska?
55. Vypíšte hormóny nadobličiek.
56. Nakreslite nefrón a vysvetlite tvorbu moču.
57. Aký je rozdiel medzi vonkajším a vnútorným dýchaním?
58. Akými teóriami sa vysvetľuje vývoj primátov z hmyzožravých cicavcov? Každú aj charakterizujte.
59. Definujte Haecklov biogenetický zákon.

60. Vypíšte časti tenkého čreva.
61. Opíšte obeh krvi od momentu okysličenia krvi v pľúcach.
62. Vypíšte párové slinné žľazy uložené mimo ústnej dutiny, charakterizujte aj zloženie a funkciu slín.
63. Aký hormón stimuluje aktivitu štítnej žľazy a kde je vylučovaný?
64. Charakterizujte krvné doštičky.
65. Charakterizujte Baerov zákon.
66. Z akých kostí je zrastená panvová kosť?
67. Vymenujte vrstvy steny maternice.
68. Charakterizujte sliznicu maternice.
69. Ktoré hormóny vplývajú na dozrievanie folikulov?
70. Čo môže byť príčinou častého močenia z endokrinologického hľadiska?
71. Čo by sa stalo po odstránení pankreasu?
72. Uveďte funkcie kostry.
73. Ktoré časti spája eustachova trubica? Prečo? Zdôvodnite.
74. V ktorom orgáne sa cukor ukladá ako rezervoár.
75. Vysvetlite pojem imunita.
76. Aký je rozdiel medzi distribúciou a difúziou vonkajšieho dýchania?
77. Kde sa nachádza centrum zrenicového reflexu?
78. Kde sa nachádza centrum koordinácia pohybov.
79. Ako je možné, že sa pri konzumácii potrava nedostane do dýchacích ciest?
80. Čím je tvorená žalúdočná šťava?
81. Aký je význam parathormónu?
82. Vysvetlite pojem *diabetes insipidus*.
83. Nakreslite neurón a opíšte jeho časti.
84. Aký význam má enzým chymozín.
85. Ktoré hormóny vplývajú na hladinu cukru?
86. Vysvetlite funkciu žalúdka.
87. Charakterizujte rozvetvenie renálnej tepny po vstupe do obličky.
88. Ktoré svaly napomáhajú pri dýchaní?
89. Aká je stavba a funkcia maternice?
90. Vysvetlite vnútornú štruktúru pľúc.
91. Aký je vplyv estrogénov a čím sú produkované?

92. Vysvetlite pojem umelá oblička.
93. Ako vznikajú močové kamene?
94. Vysvetlite pojem blúdivá oblička.
95. Aký je rozdiel medzi tyčinkami a čapíkmi?
96. Vysvetlite princíp činnosti tyčiniek.
97. Uveďte názor agnostikov na evolúciu.
98. Uveďte predstavy Ch. Darwina o evolúcii.
99. Nakreslite chrbticu a naznačte skupiny stavcov.
100. Charakterizujte Homo erectus (stavbu a spôsob života).
101. Uveďte a charakterizujte tri etapy evolučných zmien, ktoré viedli ku vzniku druhu Homo sapiens zo živočíšneho predka.
102. Kde sa nachádzajú centrá: a) mikcie b) zrenicového reflexu c) dýchania d) emócií.
103. Vysvetlite proces dozrievania vajíčka až po ovuláciu.
104. Aké bunky sa nachádzajú v stene semenovodných kanálikov
105. Vypíšte časti tráviacej sústavy.
106. Aké hormóny sú vylučované štítnou žľazou?
107. Charakterizujte erytrocyty.
108. Vypíšte funkcie nosovej dutiny.
109. Nakreslite rez očnou guľou a opíšte jej časti.
110. Ako sa nazýva miesto očnej gule, kde vystupuje očný nerv?
111. Aké sústavy sa podieľajú na exkrécii?
112. Aké procesy prebiehajú v hrubom čreve?
113. Vymenujte šesť hormónov predného laloka hypofýzy a uveďte ich funkciu.
114. Aké je rozvetvenie priedušnice?
115. V ktorej časti oka sú rozmiestnené receptory na reagovanie svetla?
116. Z akej časti sa do krvného obehu uvoľňuje antidiuretický hormón?
117. Kde sa produkujú estrogény a aký je ich vplyv?
118. Aké kosti tvoria mozgovú časť lebky?
119. Ktoré svaly napomáhajú pri dýchaní?
120. Vysvetlite pojem apendicitída.
121. Aké procesy prebiehajú v hrubom čreve?
122. Vysvetlite pojem obstipácia.
123. Vysvetlite pojem diapedéza.

124. Vysvetlite pojem hyperglykémia.
125. Vypíšte hormóny nadobličiek
126. Ktorý orgán ľudského tela je najväčší?
127. Uved'te, cez ktoré časti odteká definitívny moč zo zberných kanálikov ... až po močenie.
128. Aký je rozdiel medzi atavizmom a rudimentom.
129. Uved'te delenie granulocytov podľa farbitelnosti granúl a každú skupinu charakterizujte.
130. Vysvetlite proces zrážania krvi.
131. Vysvetlite: ľudský chrup je heterodonrtný a difyodontný.
132. Vypíšte tri typy hymenov.
133. Vymenujte typy skusov.

Zoznam obrázkov

Titulný obrázok: Hodina anatómie u doktora Tulpa, Rembrandt, 1632

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/The_Anatomy_Lesson.jpg

Obrázok 1 Prierez stenou tráviacej rúry

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/2402_Layers_of_the_Gastrointestinal_Tract.jpg

Obrázok 2 Časti tráviacej sústavy

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Blausen_0316_DigestiveSystem.png

Obrázok 3 Ústna dutina

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Head_lateral_sagittal_mouth.jpg

Obrázok 4 Veľké slinné žľazy

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Blausen_0780_SalivaryGlands.png

Obrázok 5 Jazyk

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/1109_Muscles_that_Move_the_Tongue.jpg

Obrázok 6 Stavba zubu

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/2409_Tooth.jpg

Obrázok 7 Vývod žľčovodu a podžalúdkovej žľazy

Zdroj: http://displus.sk/priznaky_ochoreni/pancreas.jpg

Obrázok 8 Vstrebávanie látok

Zdroj: <http://bodell.mtchs.org/OnlineBio/BIOCD/text/chapter29/29images/29-07.gif>

Obrázok 9 Slepé črevo

Zdroj: <http://www.jouefct.com/wp-content/uploads/2015/12/Picture-Large-Intestine-Anatomy-sample-detail-ideas-cool-best-example.jpg>

Obrázok 10 Pečeňový lalôčik

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/2423_Microscopic_Anatomy_of_Liver.jpg

Obrázok 11 Stavba obličky a začiatok močových ciest

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/2610_The_Kidney.jpg

Obrázok 12 Nefrón

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/2611_Blood_Flow_in_the_Nephron.jpg

Obrázok 13 Odvodné močové cesty

Zdroj: https://www.kullabs.com/uploads/4470782_orig1.png

Obrázok 14 Endokrinné žľazy

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/1801_The_Endocrine_System.jpg

Obrázok 15 Podžalúdková žľaza

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/1820_The_Pancreas.jpg

Obrázok 16 Pohlavné orgány muža

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Human_reproductive_system_%28Male%29.jpg

Obrázok 17 Pohlavné orgány ženy

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Blausen_0400_FemaleReproSystem_02.png/1252px-Blausen_0400_FemaleReproSystem_02.png

Obrázok 18 Menštruačný cyklus

Zdroj: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/MenstrualCycle.png>

Obrázok 19 Stavba kože

Zdroj: <https://i.pinimg.com/originals/12/57/43/1257439a47a5eedaa085d091a974142d.jpg>

Obrázok 20 Vlas

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/506_Hair.jpg

Obrázok 21 Necht

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/507_Nails.jpg

Obrázok 22 Stavba neurónu

Zdroj: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b5/Neuron.svg/640px-Neuron.svg.png>

Obrázok 23 Reflexný oblúk

Zdroj:

http://moodle2.rockyview.ab.ca/pluginfile.php/64188/mod_book/chapter/25607/biology_30/images/m1/b30_m1_014_1.jpg

Obrázok 24 Synapsia

Zdroj: <https://pl-static.z-dn.net/files/d2b/5fb2d163a9cbeb1ba2ca6dfcd47b60d6.png>

http://gabinetzdrowia.net.pl/images/obrazki/wartowiedziec/jak_elementy_ukladu_nerwowego/1528.png.jpg

Obrázok 25 Medzimotozog

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/1310_Diencephalon.jpg

Obrázok 26 Oko

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/1413_Structure_of_the_Eye.jpg

Obrázok 27 Ucho

Zdroj: http://www.hunterdonent.com/wp-content/themes/hunterdon/images/Normal_ear_anatomy.jpg

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.

Ľudské 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.