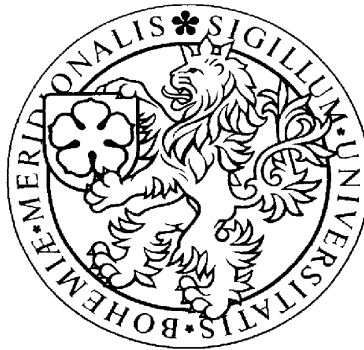


**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zdravotně sociální fakulta**



FYZIOLOGIE

*doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia
studijního programu „B5345 – Specializace ve zdravotnictví“*

studijního oboru „Radiologický asistent“

prof. MUDr. Jaroslav Pokorný, DrSc.

Buňka, tkáň, orgány, orgánové soustavy

Lidské tělo se skládá z více než 50 000 miliard vzájemně spolupracujících buněk. Každá z nich je mikroskopickým světem, ve kterém organizovaně probíhají tisíce chemických reakcí.

Buňky jsou nejmenšími samostatně fungujícími jednotkami těla. Typická buňka obsahuje tekutinu nazývanou cytoplazma, která obsahuje jádro a je obklopena tenkou plazmatickou membránou. Ta dovoluje vybraným látkám pronikat dovnitř nebo ven z buňky. V těle je mnoho různých druhů buněk, které vykonávají mnoho různých činností. Různé buňky nejsou promíchány náhodně, ale jsou uspořádány do skupin nazývaných tkáň. Buňky se množí dělením.

Struktury uvnitř buňky (**buněčné organely**) vykonává určitý úkol při udržování života buňky. Organely také oddělují různé chemické procesy tak, aby se chemické reakce vzájemně neovlivňovaly. Podle funkce buňky se počet a druhy organel liší.

Cytoplazma tvoří obsah buňky mimo plazmatickou membránu a jádro. Cytoplazma je gelovitá tekutina, ve které jsou obsaženy organely. Často v buňce proudí. Tvoří ji ze skoro 90% voda a obsahuje rozpuštěné ionty a organické sloučeniny.

Cytoskelet představuje síť jemných vláken uvnitř buňky. Při silném zvětšení mikroskopu lze v cytoplazmě rozeznat síť velmi jemných vláken a tubulů. Ty jsou základem buněčné chemické "kostry". Vláknata udržují buněčné organely ve správné pozici, a umožňují jejich pohyb během buněčného dělení. Jsou odpovědné také za změny tvaru buňky.

Endoplazmatické retikulum (ER) je souvislá síť zprohýbaných membrán, sloužících jako velká pracovní plocha uvnitř buňky. Jsou dva druhy ER. **Drsné (granulární) endoplazmatické retikulum** je pokryto dalším typem organel - ribosomy. V nich probíhá tvorba bílkovin. **Hladké (agranulární) endoplazmatické retikulum** nese ribosomy a účastní se tvorby lipidů.

Ribosomy patří k nejmenším buněčným organelám, jsou však velmi četné. Mohou být rozptýleny v cytoplazmě nebo připojeny k endoplazmatickému retikulu. Ribosomy mají hlavní úlohu při tvorbě bílkovin, kdy translaci převádějí instrukci z mRNA na proteinový řetězec. Buňky s hojnou tvorbou bílkovin obsahují mnoho ribosomů, které dodávají jejich cytoplazmě klopenatý vzhled.

Golgiho aparát je tvořen membránami, ve kterých jsou tyto látky uskladněny a přesouvány z buňky. V Golgiho aparátu vznikají také lyzosity.

Jádro (nucleus, množ.č. nuclei) je největší buněčnou organelou a také často jedinou, která je v běžném světelném mikroskopu vidět. Uchovává a zpracovává chemické informace uložené v molekulách DNA. Tyto vláknité molekuly jsou v některé fázi vývoje buňky viditelné jako chromozomy. Jádro je od cytoplazmy odděleno **jadernou membránou**, která prostřednictvím jaderných pórů umožňuje přenos látek mezi jádrem a jeho okolím.

Lyzosity obsahují účinné enzymy, které mohou trávit organické látky. Rozkládají opotřebované organely nebo cizí látky, které buňka pohltila při fagocytóze. Lyzosity někdy zničí i buňku, která je obsahovala. Tomu se říká "samonatravení" neboli **autolýza** a vyskytuje se běžně během časných stadií vývoje.

Mitochondrie jsou místem, kde probíhá aerobní dýchání, při kterém se uvolňuje energie. Mitochondrie se skládají ze dvou membrán, zevní je hladká, vnitřní se skládá do řady záhybů,

kterým se říká **kristy**. Ty jsou místem kde probíhá vlastní dýchání. Při zvýšené potřebě energie se mohou mitochondrie zvětšovat a dělit.

Řasinky (cilium, mn.č. cilia jsou krátké výběžky, které se pohybují vpřed a vzad. Buňky používají řasinky) k posunu částecek podél svého povrchu. Řasinky se nacházejí ve vejcovodech nebo v dýchacích cestách.

Bičík (flagellum, mn.č. flagella je dlouhý, vláskovitý výběžek, používaný hlavně k pohybu. Je obvykle jen jeden a svým pohybem ze strany na stranu posouvá celou buňku. Bičík je součástí spermíí.

Mimobuněčná hmota vyplňuje prostor mezi buňkami. V některých tkáních představuje řídkou gelovitou hmotu, některé buňky jsou však obklopeny i pevnou hmotou, obsahující bílkoviny, např. keratin, kolagen, elastin nebo některé minerální látky.

Buněčné membrány tvoří ochranou vrstvu, která dovoluje některým látkám pohyb dovnitř nebo ven z buňky, jiným však v pohybu brání. Přes svůj křehký vzhled jsou buněčné membrány velmi pevné a při porušení se většinou samy zacelí.

Plazmatická membrána obklopuje buňku a odděluje ji od okolí. Je tvořena dvojitou vrstvou fosfolipidových molekul. Tyto molekuly do sebe zapadají jako částčky pohyblivé mozaiky a mohou rychle zacelit jakékoliv drobné poškození povrchu. Plazmatické membrány obsahují i jiné lipidy, např. cholesterol, a také četné proteiny. Některé proteiny slouží jako kanály umožňující průnik látek dovnitř nebo ven z buňky.

Membrány s výběrovou propustností je semipermeabilní, tj. dovoluje volný průnik iontů a malých molekul. Tento výběrový způsob výměny látek mezi buňkou a jejím okolím je podmínkou existence buňky. Na rozdíl od neživých membrán, je činnost plazmatické membrány řízena např. prostřednictvím hormonů nebo histaminu. Ty mění propustnost membrány a v důsledku toho i chemickou rovnováhu v buňce.

Difuze se vyskytuje jak v živých těle, tak v neživých systémech. Nevyžaduje dodávky energie. Během difuze se molekuly látky od sebe oddalují, aby dosáhly rovnoměrného hustoty. Při facilitované difuzi "napomáhá" pohybu látek, např. glukózy, přes plazmatickou membránu zvláštní bílkovina. Podobně jako normální difuze, ani tento děj nevyžaduje dodávku energie.

Osmóza je formou difuze mezi dvěma různě koncentrovanými roztoky, které jsou odděleny membránou s výběrovou propustností. Membrána brání průniku velkých molekul rozpuštěné látky, ale nebrání průniku molekulám vody. Ty se pohybují přes membránu tak dlouho, až se v koncentraci obou roztoků dosáhne rovnováhy. Osmóza se vyskytuje jak v těle, tak v neživých systémech. Nevyžaduje dodávku energie. Pohybují-li se molekuly vody rychleji ven z buňky než do ní vstupují, buňka se svrašťuje a stává se hrbolatou.

Aktivní transport je způsob přenosu molekul přes membránu, který může koncentraci roztoku zvyšovat. To vyžaduje přísun energie, uvolňované většinou štěpením ATP. Aktivní transport užívají buňky při shromažďování látek ze svého okolí, nebo naopak při jejich pumpování z

buňky ven. Přenos látky obvykle vykonávají specializované molekuly bílkovin v membráně. Tak pracuje např. sodíko-draslíková pumpa v nervových buňkách.

Osmotický tlak je tlak, který zastaví pohyb vody přes semipermeabilní membránu. Čím je počet částic rozpuštěné látky v daném objemu roztoku vyšší (=vyšší koncentrace), tím více molekul vody do něj proniká a tím vyšší je i jeho osmotický tlak.

Isotonický roztok je roztok o stejném osmotickém tlaku, obvykle jako má krevní plasma. Osmotický tlak v buňkách a v tělesných tekutinách je trvale registrován a upravován. Tomuto ději se říká osmoregulace. Buňky jsou normálně isotonické se svým prostředím a proto v důsledku osmózy ani nezískávají, ani neztrácejí vodu. Stanou-li se však vzhledem k prostředí **hypotonické**, je nitrobuněčná tekutina méně koncentrovaná než okolí. Voda se v důsledku osmózy pohybuje ven z buňky a ta se začne srašťovat. Stane-li se buňka **hypertonickou**, nitrobuněčná tekutina má vyšší koncentraci než tekutiny okolí. Voda se bude pohybovat do buňky a ta bude mít snahu se zvětšovat.

Pinocytóza patří k mechanismům, kterými může buňka přesouvat látky přes membránu. Při pinocytóze buňka obklopí kapičku tekutiny a zavezme ji do svého těla. Buněčná membrána se při tom vchlipuje a vytvoří dutinku, označovanou jako **vezikl**. Jeho obsah je postupně stráven. Pinocytóza je možná téměř u všech tělních buněk, fagocytózy jsou schopny jen specializované buňky.

Fagocytóza je pohlcování částiček buňkou. Mnoho buněk může ze svého okolí vstřebávat nejen jednotlivé molekuly, ale i pohlcovat drobné částičky nebo celé buňky. Mohou tak být např. odklizeny zbytky poškozených tkání. Při fagocytóze vysílá buňka tenké výběžky (**pseudopodia**, jedn.č. **pseudopodium**), které částičku obklopí a zavezmou do buňky. Pohlcený materiál je obklopen membránou a tvoří vezikl. K němu se připojují lyzosomy, jejichž enzymy obsah veziklu rozloží. Buňky, které se na fagocytózu specializují se jmenují fagocyty.

Buněčné dělení je způsob množení buněk. Buňky se dělí dvěma způsoby - mitózou a meiózou. Mitóza má význam pro růst a obnovu. Jedním dělením při ní vznikají dvě nové buňky. Některé z nich v dělení pokračují, jiné se dále vyvíjejí neboli **specializují** pro určitou činnost a při tom ztrácejí schopnost se dále dělit. Meióza se uplatňuje při reprodukci. Zahnuje dvě dělení, při kterých vznikají čtyři nové buňky.

Buněčný cyklus je průběh života buňky. Podobně jako celé tělo, mají i jeho jednotlivé buňky svůj vlastní životní cyklus. Délka tohoto cyklu je u různých druhů buněk odlišná. Buňky, které se rychle opotřebovávají, např. buňky povrchních vrstev kůže nebo trávicího traktu, jsou tvořeny v cyklu přibližně 24 hodin. Vysoce specializované buňky se většinou nedělí tak často. Například neurony se po svém vzniku nedělí již vůbec. Samotné buněčné dělení trvá asi jednu hodinu. Ve zbývajících částech buněčného cyklu zvaném **interfáze**, vykonává každá buňka svoji normální činnost. Vytvoří rovněž kopie svých chromozomů a tím se připraví na další dělení.

Somatické buňky tvoří většinu buněk v těle. Jsou tvořeny při meióze. Přestože se specializují na různé činnosti a často mají velmi odlišný vzhled, jsou geny somatických buněk identické. Jsou to buňky diploidní, což znamená, že obsahují dvojitou sadu chromozomů. Somatické buňky nemají přímý vztah k pohlavnímu rozmnožování a proto nemohou své geny předat následující generaci.

Mitóza je dělení buněčného jádra, při kterém vznikají dvě totožné buňky. Má význam pro růst a obnovu. Během mitózy vzniknou z jedné somatické buňky dvě nové, s totožnými chromozomy. Než mitóza začne, každý z chromozomů vytvoří svoji kopii. Původní chromozom a jeho kopie ustaví strukturu v podobě X, která se jmenuje chromatida. Během mitózy se chromatidy zpevní neboli kondenzují. Pak se oddělí a vzniknou dvě jádra. Následuje dělení cytoplazmy, při kterém se dvě nové buňky zcela oddělí.

Mióza je způsob buněčného dělení, při kterém vznikají odlišné buňky. Meióza se odehrává v reprodukčním systému a vznikají při ní pohlavní buňky. Zahrnuje dvě buněčná dělení po sobě, při nichž vznikají čtyři nové buňky. Každá z nich je haploidní, což znamená že obsahuje jednoduchou sadu chromozomů. U samců je meióza součástí spermatogeneze, probíhající ve varlatech. U samic je částí oogeneze a probíhá v ovariích.

Orgánové systémy

Skupina orgánů, vykonávajících jednu hlavní společnou funkci. Tělo má několik úrovní organizace. Nejvyšší představuje více než 12 orgánových systémů. Každý z nich vykonává jednu z životně důležitých funkcí, jako je např. trávení, vylučování nebo rozmnožování. Každá systém se skládá z orgánů. Většina orgánů je součástí jen jednoho systému, některé, např. pankreas, se uplatňuje ve více z nich. Orgány se skládají z různých tkání, každá tkáň je pak složena z odlišných typů buněk.

Orgán je soubor několika tkání, vykonávajících jednu hlavní společnou funkci. Oči, plíce, žaludek, ledviny, kůže jsou příkladem orgánů. Orgány se skládají z několika druhů tkání a každý vykonává určitou specifickou funkci, důležitou pro přežití organismu. Buňky jednotlivých orgánů jsou specializovány pro určitou činnost.

Tkáně jsou skupiny buněk, které mají jednu společnou funkci. Tkáně se skládají z různých druhů buněk, které spolupracují při určité specifické činnosti. Jsou čtyři hlavní druhy tkání - epitel, pojivová tkáň, svalová tkáň a nervová tkáň. Je-li některá tkáň poškozena, např. roztržena kůže, buňky se dělí a poškozenou oblast obnoví. Tento proces se označuje jako **regenerace** a výsledkem je **obnova tkání**. Někdy jsou nové buňky odlišné od původních a tvoří tak **jizvu**, která trvale označuje poškozenou oblast. Schopnost regenerovat je u různých tkání odlišná. Pojivová tkáň regeneruje dobře, nervová tkáň špatně.

Epitel je těsně uspořádaná vrstva buněk, která tvoří povrch orgánů nebo těla. Může mít tloušťku jedné buňky nebo může být tvořen několika řadami buněk. Mezi epitely počítáme kůži, výstelku trávicího traktu, výstelku dýchacího traktu, zárodečnou tkáň tvořící mužské a ženské pohlavní

buňky i vrstvu buněk vnitřního povrchu žláz. Epitely chrání povrch a např. brání mikroorganizmům proniknout do těla. Jejich buňky se stále dělí a nahrazují tak buňky odloučené z povrchu.

Pojivová tkáň tvoří konstrukční základ těla, vzájemně spojuje jeho orgány a chrání je před poškozením. Při tom se uplatňuje kost a chrupavka, které tvoří vlastní kostru, a některé další tkáně, chránící a vyztužující tělní orgány. Některé buňky pojiva tvoří kolagenní a elastinová vlákna, které dodávají tkáni pevnost a pružnost. **Tuková tkáň** je druhem pojivové tkáně a obsahuje zásobu tuku. Krev bývá označována jako tekutá pojivová tkáň, která obíhá v těle.

Svalová tkáň je zdrojem pohybu. Buňky svalové tkáně se po podráždění prostřednictvím nervů nebo hormonů smršťují (kontrakce). Když se zkrátí, mohou bud pohybovat částmi těla, nebo změnit tvar dutého orgánu. Existují tři druhy svalové tkáně a všechny mají buňky protáhlého tvaru. Kosterní sval je připojen ke kostře, hladký sval tvoří stěny orgánů, srdeční svalovina se nachází jen v srdci.

Nervová tkáň tvoří a přenáší elektrické signály. Nervová tkáň je nejdůležitějším komunikačním systémem v těle. Skládá se z neuronů přenášejících vzruchy a z gliových buněk, které neurony obklopují a chrání. Neurony patří k největším buňkám v těle. Na rozdíl od jiných buněk se po dozrání již nedělí.

Systém pokryvu těla chrání povrch těla. Skládá z kůže a jí vytvářených struktur, jako jsou chlupy (vlasy) a nehty.

Kůže tvoří zevní plášť těla. Je nepropustná pro vodu, takže brání vyschnutí těla. Rovněž chrání před fyzikálními poškozeními, před mikroorganismy, které mohou způsobit infekci a před slunečním ultrafialovým zářením. Kůže se podílí na termoregulaci a obsahuje čivé buňky, které zaznamenávají tlak, teplotu a bolest. V dospělosti měří kožní povrch okolo 2 m².

Pokožka je zevní část kůže, tvořený alespoň čtyřmi buněčnými vrstvami. Nejspodnější je **Malpighiho** neboli **bazální vrstva**. Sestává z jedné řady stále se dělicích buněk, takže nové buňky jsou vytlačovány k povrchu. Nad Malpighiho vrstvou je **trnitá vrstva**, čili **stratum spinosum**, tvořená 8-10 řadami buněk s trnovitými výběžky. Když jsou tyto buňky vytlačeny k povrchu, vstupují do **granulární vrstvy**. Zde ztrácejí jádro a začínají obsahovat keratin. Až buňky postupně dosáhnou nejpovrchnější vrstvy, zvanou **rohová vrstva**, jsou zcela ploché a odumřelé. Nejpovrchnější buňky se neustále olupují a jsou zesponu nahrazovány novými dorůstajícími buňkami.

Škára je vnitřní část kůže. Je silnější než pokožka a tvoří ji pouze živé buňky. Obsahuje hustou síť krevních vlásečnic, vlasové folikuly a potní žlázy (objevil je J.E.Purkyně 1833). Jsou zde rovněž volná nervová zakončení a čidla registrující tlak, teplotu a bolest. Vlákna kolagenu a elastinu ji činí pružnou a schopnou vracet se do původního tvaru.

Melanin je hnědo-černý pigment vytvářený v kůži, ve vlasech a také v sítnici a duhovce oka. Absorbuje škodlivé ultrafialové sluneční záření, čímž brání poškození organismu. Při vystavení

ultrafialovému světlu stoupá produkce melaninu a kůže tmavne čili se opaluje. Kůže tmavých lidí obsahuje melaninu více. Lidé se světlou kůží mají pigmentu málo, případně je koncentrován do malých kožních skvrnek, označovaných jako **pihy**.

Mazové žlázy produkují tukovité látky, které vyměšují svůj sekret zpravidla do vlasové pochvy. Produkují mastnou tekutinu zvanou **maz**, která udržuje kůži a vlasy hebkými a poddajnými. Mazové žlázy se nacházejí po celém těle s výjimkou dlaní a plosek nohou. Žlázy jsou menší v kůži končetin a trupu, naopak větší počet i velikost mají žlázy v obličeji a na krku.

Potní žlázy leží ve škáře. Každá z nich ústí na povrch svým krátkým **potním vývodem** v jamce zvané **potní pór**. Když se tělo přehřívá, žlázy produkují slanou tekutinu, zvanou **pot**. Ten pomalu vytéká na kůži a odpařuje se. Tím, že se mění v páru, odnímá teplo z krve proudící v povrchních částech kůže a ochlazuje tělo. Proces tvorby potu se nazývá perspirace.

Vlasy, chlupy a nehty jsou vlákna či destičky z přeměněných buněk, zakotvená v kůži. Chrání kůži a pomáhají hmatovým vjemům při dotyku na povrchu kůže. Jsou tvořeny přeměněnými buňkami obsahujícími keratin.

Kostra je pevná a pružná struktura, která je oporou těla. Určuje a zabezpečuje tvar našeho těla a umožňuje jeho pohyb. Kostra je živá část těla, přizpůsobující se nárokům každodenního života a při poškození je schopna nápravy

Kost představuje tvrdou tkáň, která dává kostře její pevnost. Kost je živá pojivová tkáň složená z kolagenu a z minerálií vápníku a fosforu. Kolagenní vlákna, uložená mezi plochými, rozložitými buňkami zvanými **osteocyty**, dávají kosti její pevnost. Kost je trvale tvořena buňkami zvanými **osteoblasty** a odbourávána **osteoklasty**.

Plášť kosti je tvořen **hutnou kostí** neboli **povrchní kostí** (kompakta). Kompakta je tvořena soustavou paralelních struktur, zvaných **Haversův systém**. Ten je složen z drobných kostních destiček, zvaných také **lamely**, které jsou rourovitě uspořádány do soustředných vrstev kolem krevních cév a nervových vláken.

Vnitřek kosti je zpravidla tvořen houbovým materiálem (**spongiosní kost**). Ta je méně hustá než kompakta, takže snižuje hmotnost kostí. Prostory ve spongiosní kosti jsou často vyplněny červenou kostní dřeví. Uvnitř spongiosní kosti a v centrální, čili dřevěné dutině dlouhých kostí se nachází **kostní dřeví**. V červené kostní dřeví vznikají krvinky, žlutá kostní dřeví je tvořena tukovou tkání.

Povrch kosti s výjimkou kloubů je pokryt vazivovým listem, označovaným jako okostice (periost). Je místem připojení pro šlachy. Má zásadní význam pro růst a hojení kosti a obsahuje vlásečnice, které kost vyživují.

Fraktura (zlomenina kosti)

Je-li kost vystavena nadměrnému tlaku, může se zlomit. Zhojí se většinou sama, léčba však lépe zajistí návrat do původního tvaru. Lomné plochy jsou často mimo osu a je nutné je přidržit u sebe až do úplného zhojení. Při otevřené neboli komplikované zlomenině proráží zlomená kost skrze kůži; při jednoduché čili uzavřené zlomenině tomu tak není.

Osifikace je proces novotvoření kosti. Kostra má na počátku charakter chrupavky či vaziva. Osifikace nastupuje u plodu ve stáří 6 týdnů a pokračuje až do dospělosti. V průběhu osifikace osteoblasty ukládají minerální látky mezi chrupavčitý základ, který přeměňují v kost. Díky změnám ve vylučování hormonů může v pozdějším věku docházet k řidnutí kostí, které se snadněji lámou. Tento proces se nazývá **osteoporóza** a týká se především starších lidí.

Chrupavka je tuhá, ale pružná tkáň, sloužící opoře a pohybu těla. Chrupavka je jako ostatní pojiva složená z buněk zvaných **chondrocyty**. Obsahuje bílkovinná vlákna kolagenu, uložená v rosolovité hmotě. Ta zajišťuje chrupavce pružnost, zatím co kolagen odolnost. Chrupavka obsahuje jen málo cév a žádná nervová vlákna.

Sklovitá čili hyalinní chrupavka je nejrozšířenější typ. Má "porcelánový" vzhled a tvoří hladký, jakoby vyleštěný povrch většiny kloubů. To umožňuje kostem hladce po sobě klouzat.

Vazivová chrupavka pohlcuje nárazy. Vyskytuje se v meziobratlových ploténkách a rovněž ve vnitrokloubních destičkách kolena a zápěstí.

Elastická chrupavka obsahuje pružná a na tah odolná vlákna bílkoviny elastinu. Nalézá se v hrtanové příklopce a tvoří podklad ušního boltce.

Kostra

Zpevnění a oporu těla představuje pevná vnitřní kostra

Kostra se skládá z osového skeletu, kostry končetin a lebky. Tvoří ji hlavně kostní a chrupavčitá tkáň. Kostra určuje siluetu těla, chrání vnitřní orgány a je místem pro upevnění svalů, které umožňují pohyb těla. Je také zásobárnou minerálních látek a místem tvorby krvinek.

Sval

Tkáň, která svým stahem (kontrakcí) vyvolá pohyb nebo napětí. Svaly přeměňují chemickou energii v pohyb a teplo. Některé svaly pracují jenom pokud to chceme jiné pracují neustále, aby udržely organismus při životě.

Svaly jsou tvořeny z dlouhých buněk, nazývaných **svalová vlákna**. Jedno vlákno obsahuje stovky tenkých vláken, nazývaných **myofibrily**. Každá myofibrila je složena ze dvou typů bílkovin, **aktinu** a **myosinu**. Jakmile sval dostane signál - obvykle z nervu - vlákna se zkrátí, což vede ke kontrakci svalu. Velikost kontrakce je různá podle toho, zda uvádí do pohybu část těla, udržuje ho na místě nebo mění jeho tvar. Jsou tři druhy svalů - srdeční, kosterní a hladký. U srdečního a kosterního svalu neběží aktinová a myosinová vlákna přes celou myofibrilu, ale jsou uspořádány do opakujících se krátkých úseků - **sarkomer**. Stavba hladkého svalu je méně pravidelná a sval nemá sarkomery.

Srdeční sval

Srdeční svalovina je obsažena pouze v srdci. Má protáhlá rozvětvená vlákna, která v mikroskopu jeví příčné pruhování. Srdeční sval se stahuje a uvolňuje automaticky a nikdy se neunaví. Nemůže být řízen vůlí. Má vlastní frekvenci, která může být měněna činností nervů a některých hormonů.

Kosterní svaly jsou také nazývány **volními svaly**, protože je můžeme vědomě stahovat či uvolňovat. Jsou připojeny na kostru a zajišťují pohyb těla. Svalová vlákna jsou dlouhá a příčně pruhovaná. Lidské tělo obsahuje více než 600 jednotlivých svalů. Představují více než 40 % tělesné hmotnosti a produkují mnoho tepla. Kosterní svaly mohou táhnout, ale nemohou tlačit. Pro zajištění pohybu, jsou uloženy proti sobě v párech nebo skupinách, nazývaných **antagonisté**. Svaly každého páru pracují protichůdně, takže když se jeden kontrahuje, jiný se uvolňuje.

Hladký sval se nachází se ve stěnách vnitřních orgánů. Hladký sval **nepodléhá vůli**, namísto toho je řízen autonomním nervovým systémem a hormony. Jeho vlákna mají protáhlé konce, pod mikroskopem **nemají příčné pruhování**. Hladká svalovina tvoří dvojistou vrstvu ve stěně dutých orgánů, jako je trávicí trubice a krevní cévy. Vlákna v těchto dvou vrstvách jsou různě uspořádána, takže výsledek kontrakce je rozdílný. Hladká svalovina prístaltickými pohyby posouvá potravu trávicím systémem a zajišťuje mnoho dějů homeostázy.

Šlacha připojuje kosterní svaly ke kostem a také k ostatním svalům. Jsou tvořeny pevnou pojivovou tkání. Při svalové kontrakci, táhne šlacha kost a vyvolává pohyb v kloubu. Některé šlachy jsou široké a ploché, ale většina má tvar úzkého kabelu. Šlachy rukou a nohou jsou dlouhé a jsou obklopeny **synoviální pochvou**, která napomáhá klouzavému pohybu šlachy při ohýbání prstů.

Svalová kontrakce je dvojího typu.. Během **izotonické kontrakce** je síla tahu stálá a svaly se velmi zkracují. Během **izometrické kontrakce** je velká síla tahu nebo napětí, ale svaly jsou zkráceny málo. I v klidu má většina svalů určitou základní aktivitu – klidový svalový **tonus**. Uvolnění, naše svaly jsou stále lehce kontrahovány a udržují **polohu** těla. Tato částečná kontrakce vyvolává svalové napětí neboli **tonus**, což brání zhroucení těla vlivem gravitace. Stah nebo zvýšení napětí svalového vlákna je výsledkem vzájemného posunu aktinových a myozinových vláken cytoskeletu, spouštěném vápníkovými ionty při uvolňování energie z ATP.

ATP pro svalový stah je tvořeno reakcí glukózy s kyslíkem v procesu nazývaném aerobní dýchání. Během mohutné kontrakce však svaly spotřebují více kyslíku než jim tělo dodává. Pak využívají anaerobního dýchání, kterým se vytváří odpadní produkt kyselina mléčná, ta se hromadí ve svalové tkáni a zastavuje pracovní výkon. Dokud sval není v klidu a zásoben kyslíkem není dostatečné, nemůže být kyselina mléčná odbourávána.

Nervový systém

Centrální nervový systém je složen z nervových a gliových buněk.

Periferní nervový systém je tvořen nervovými vlákny, která vedou signály ke svalům (odstředivá, hybná – motorická vlákna) a informace z čidel (dostředivá, sensorická, - citlivá vlákna).

Autonomní (vegetativní) nervový systém řídí činnost útrobních orgánů. Obsahuje jak dostředivá a odstředivá vlákna, tak pleteně nervových a gliových buněk. Autonomní nervový systém řídí hladké svaly útroh, reguluje srdeční frekvenci, krevní tlak a ovlivňuje činnost různých žláz. Dělí se na dvě části - **sympatický** a **parasympatický nervový systém**. Účinky obou jsou většinou opačné a společně pomáhají udržovat rovnováhu tělesných činností.

Nervové buňky (neurony) jsou specializovány pro příjem, zpracování a přenos signálů v nervovém systému. Neurony mají **tělo** obsahující jádro a další buněčné organely, krátká vlákna nazývaná **dendrity**, která přenáší signály směrem k buněčnému tělu a dlouhé vlákno nazývané **axon**, které obvykle vede podněty od těla neuronu. Na rozdíl od většiny buněk se již zformované neurony nemohou dělit. Při stárnutí nejsou odumřelé neurony nahrazovány a jejich počet postupně klesá.

Axon, či **nervové vlákno**, je částí nervové buňky, která přenáší signál (nervový vzruch). Axony mohou být velmi krátké (kratší než 1 mm), některé však dosahují délky přes 1 m. Ty jsou často obklopeny pochvou z tukové látky nazývané **myelin**. Myelin pomáhá zvyšovat rychlost přenosu vzruchu po nervovém vláknu.

Gliové buňky zajišťují stálost mikroprostředí nervové tkáně, napomáhají činnosti nerových buněk některé typy gliových buněk vytvářejí myelinové pochvy nervových vláken.

Nervové vzruchy

Membrána nervové buňky (iontové pumpy a iontové kanály) je zodpovědná za nerovnoměrnou koncentraci iontů uvnitř a vně buňky. Vysoká koncentrace draslíku uvnitř buňky a vysoká koncentrace sodíku mimo ni jsou výsledkem činnosti systém aktivního transportu nazývaném **sodíko-draslíková pumpa**. Při omezené propustnosti membrány pro ionty a při trvalém čerpání se vytváří klidový membránový potenciál (nitro je proti povrchu buňky negativnější asi o 80 mV). Je-li buňka podrážděna, začnou sodíkové ionty téci přes membránu do buňky. To převrátí znaménka nábojů na obou stranách membrány a tato elektrická změna, neboli **akční potenciál** postupuje po axonu rychlostí až 100 m/s. Když dojde na synaptické zakončení, může na sousedním neuronu vyvolat další podnět.

Synapse je spojením, které umožní jednomu neuronu spustit podnět ve druhém. Je tvořena malým rozšířením na konci axonu, které nasedá na membránu sousedního neuronu. Když nervový podnět dojde k synapsi, spustí uvolňování látky nazývané **neurotransmitter**. Ta přejde šterbinou mezi dvěma buňkami a za méně než jednu milisekundu spustí aktivitu druhého neuronu. Některé neurony mají stovky nebo tisíce synapsí. Synapse převádějí signál vždy jedním směrem; opačně pracovat nemůže. Změny účinnosti synaptického přenosu jsou pravděpodobným mechanismem tvorby paměťových stop.

Také spojení axonu motorického neuronu se svalovým vláknem má charakter synapse - **nervosvalové spojení**, motorická ploténka.

Senzorické neurony jsou také nazývány **aferentní neurony** (aferentní znamená "vedoucí k"). Přenášejí nervové podněty z různých částí těla do centrálního nervového systému (CNS). Některé senzorické neurony jsou drážděním spouštěny přímo. Jiné jsou spouštěny nepřímou tzv. **receptory**, což jsou speciální buňky nebo neurony. Některé receptory jsou rozprostřeny po celém těle, jiné jsou soustředěny do speciálních smyslových orgánů, jako jsou oči a uši.

Motorické neurony jsou též označovány jako **eferentní neurony** (eferentní znamená "vedoucí od"). Přenášejí nervové podněty z CNS do struktur nazývaných efektorů. Nejdůležitějšími efektorů jsou svaly a žlázy.

Spojovací neuron (interneuron) převádějí signály z jednoho neuronu na druhý. Interneurony umožňují nervovému systému zpracovávat signály, třídít, porovnávat a snad i uchovávat.

Páteřní mícha přenáší informace z těla do mozku a naopak, má však i vlastní řídicí funkce. Pomocí reflexního řízení udržuje polohu těla, řídí obranné reakce a umožňuje činnost autonomního nervového systému.

Mícha je prodloužením mozku, Mícha probíhá od baze lební k bodu nacházejícímu se těsně za polovinou zad a je chráněna kostěným kanálem tvořeným obratli. Její šíře je proměnlivá, ale uprostřed je přibližně tak silná jako prst. Mícha obsahuje velké množství nervových buněk (neuronů), vycházejí z ní párové míšní nervy, které se větví celým tělem.

Mícha je na příčném řezu přibližně oválná. Uprostřed se nachází tmavá oblast ve tvaru H, tvořená šedou hmotou. Šedá hmota obsahuje těla nervových buněk přepojuje informace mezi míchou a míšními nervy. Okolní bílá hmota obsahuje hlavně axony dostředivých a odstředivých drah. Axony v bílé hmotě jsou obklopeny myelinem, který dává bílé hmotě její bílou barvu.

Cerebrospinální mok

Celý mozek plave v plášti tvořeném průzračnou cerebrospinální tekutinou (CST). Tato tekutina má dvě funkce. Působí jednak jako tlumič nárazů, chránící míchu a mozek před náhlými otřesy. Přenáší také živiny přicházející z krve a odvádí odpadní produkty. Dospělý člověk má v nervovém systému přibližně šálek CST. Ta protéká okolo míchy a mozku v dutině zvané **subarachnoidální** prostor. Teče také úzkým kanálem v míše, který je nazýván centrální kanál.

Reflex je základní prvek činnosti nervového systému kde adekvátní podnět vyvolá stereotypní odpověď. Reflexy jsou obvykle spouštěny v jednoduchých nervových drahách nazývaných reflexní oblouky. Mnohé z nich nezahrnují mozek, ale pouze míchu.

Reflexní oblouk se v nejjednodušší podobě skládá z čidla (receptor), dostředivé dráhy, neuronů centra, odstředivé dráhy a výkonného prvku (efektor).

Napínací reflex - je-li sval náhle protažen, napne se v odpověď. To zpomalí jeho protahování a pomáhá chránit před poškozením. Patelární reflex je reflex napínací. Při jeho vyšetřování lékař klepne na vaz pod česku. To stáhne česku dolů a krátce napne stehenní sval. Je-li reflex funkční, stehenní sval se prudce kontrahuje a noha vykopne vzhůru.

Únikový reflex - při dotyku něčeho horkého nebo působícího bolest, způsobí tento ochranný reflex odtažení ruky. Únikový reflex byl prokázán na mnoha částech těla, nejzřetelnější je však na rukou a nohou.

Vrozený (nepodmíněný) reflex - každý se rodí se souborem reflexů zabudovaných v nervovém systému těla. Některé z nich se projevují pouze u dětí, jiné přetrvávají po celý život.

Podmíněný reflex vzniká v průběhu života jedince zpravidla na podkladě reflexů nepodmíněných procesem učení. Rozšiřují nepodmíněné reflexy o nové spouštěcí signály.

Mozek

Mozek obsahuje přes 1 000 miliard nervových buněk, které spotřebovávají kolem 20% z celkového množství energie spotřebované celým organismem. Mozek je organizován do několika oddílů, které řídí různé části těla.

Mozek se dělí se na tři oblasti - mozkový kmen, mozeček a přední mozek. Podobně jako páteřní mícha je mozek tvořen šedou a bílou hmotou. V mozkové kůře jsou uspořádány do oddělených vrstev.

Mozkový kmen řídí základní děje podstatné pro život, jako jsou dýchací a srdeční frekvence a krevní tlak. Nejnižší částí mozkového kmene je **medulla oblongata, prodloužená mícha**. Prodloužená mícha zajišťuje tyto vitální funkce a je místem, kde se kříží mnoho nervových vláken. Nad ní je rozšíření nazývané **pons**, což znamená "most". Most převádí informace mezi mozkem a páteřní míchou. Nejvyšší částí mozkového kmene je **střední mozek**, který se podílí na mnoha reflexech.

Mozeček – Cerebellum zajišťuje rovnováhu těla a koordinaci pohybů. Přijímá stále obnovované informace o poloze a pohybech těla. Svou činností upravuje postoj a udržuje plynulost a koordinaci pohybů. Má pravděpodobně význam pro pohybových paměťových stop (naučené pohyby).

Přední mozek - většina předního mozku je tvořena koncovým mozkem (**cerebrum**), kde probíhá vědomá myšlenková činnost. Pod ním jsou uloženy dvě mnohem menší struktury - hypothalamus a thalamus.

Koncový mozek tvoří přibližně 85% hmotnosti celého mozku. Skládá se ze dvou polovin nazývaných **mozkové hemisféry**. Ty sestávají ze záhybů označovaných jako **gyry** (jedn.č. **gyrus**), úzkých žlábků nazývaných **sulci** (jedn.č. **sulcus**) a hlubších štěrbin - **fisur**. Povrchová vrstva obou hemisfér je tvořena šedou hmotou a je známa jako mozková kůra. Zde koncový mozek zpracovává informace. Pod kůrou je střední vrstva bílé hmoty a hluboké oblasti šedé hmoty jsou označovány jako bazální ganglia. Nervové dráhy propojují různé části obou hemisfér a spojují také obě hemisféry.

Sensorické oblasti přijímají informace ze smyslových orgánů a dalších receptorů po celém těle. Třídí a analyzují informace tak, aby mohly být chápány. Informace různých smyslů jsou spravovány různými částmi kůry. Například signály z očí jsou primárně zpracovávány v **optickém laloku (zrakové kůře)**, který se nachází v zadní části mozku.

Motorické oblasti kontrolují kosterní svaly těla. Motorické dráhy se při výstupu z mozku kříží, takže motorické oblasti se nacházejí na druhé straně než jsou části těla, které kontrolují. Je-li motorická oblast poškozena - např. mrtvicí (ictus) - pak se příslušná část těla přestává normálně hýbat.

Asociační oblasti nás udržují v plné bdělosti a pozornosti. Umožňují nám analyzovat zkušenosti a nazírat věci logicky nebo umělecky. Na rozdíl od sensorickým a motorických oblastí nejsou na

obou stranách mozku totožné. U většiny lidí je levá hemisféra zaměřena na logiku a pochopení, pravá zpracovává vnímání tvarů a pocitů.

Hypothalamus je malá, ale důležitá oblast uložená pod thalamem. Sleduje takové faktory jako jsou tělesná teplota a příjem potravy, vydává instrukce, které opravují jakoukoliv nerovnováhu. Hypothalamus pracuje tak, že jednak vysílá podněty autonomním nervovým systémem a jednak spouští uvolňování hormonů ze sousedící hypofýzy.

Thalamus vysílá informace ze smyslových orgánů do sensorických oblastí mozkové kůry a motorické signály směřuje opačným směrem.

Dutiny centrálního nervového systému mozkové komory a jeho obaly

Mozek není celý kompaktní. Obsahuje čtyři komory propojené navzájem a s prostorem kolem mozku a páteřní míchy. Komory produkují cerebrospinální mok. Je to čirá tekutina absorbující nárazy, která je v neustálém pohybu.

Celý centrální nervový systém je chráněn třemi membránami nazývanými meningy. Zevní membrána se nazývá **dura mater**, je spojena s vnitřní stěnou mozkové dutiny lebky a tvoří trubici kolem páteřní míchy. Pod tvrdou plenou je **arachnoidea**, tvořená pavučině podobnou sítí buněk. Vnitřní membrána, **pia mater**, je bohatě zásobena krví a je připojena na povrch mozku a páteřní míchy.

Mozek a chování

V každém bdělém okamžiku jsme v interakci s okolním světem. Mozek přijímá vjemy z vnitřku a vnějšku našeho těla, zpracovává a na jejich základě uzpůsobuje naše chování.

Vědomí

Pokud je známo jsou lidé jedinými živými tvory, s **vědomím** umožňujícím plně si **uvědomovat** svou vlastní existenci. Vědomí je produktem koncového mozku a je nejvyšší úrovní mentální aktivity. Je provázeno **podvědomou** mentální aktivitou, která se objevuje bez toho, že bychom ji přímo mohli sledovat. Při **bezvědomí** tělo žije, ale mozek není informován o svém okolí a nereaguje na ně. **Koma** je stav hlubokého bezvědomí, který může být vyvolán úrazem nebo chorobou.

Chování

Chování některých zvířat lze často snadno předvídat, protože pracují zcela podle vrozených "instrukcí" nazývaných **instinkty**. Lidé mají také **instinktivní** nebo **vrozené chování**, které se projevuje hlavně u novorozenců. Velká část našeho chování se však vyvíjí jiným způsobem - na základě **učení**. Na rozdíl od většiny živočichů, roste člověk dlouho. V tomto období se učíme jak soužití navzájem a vytváříme dovednosti potřebné pro další život.

Emoce

Radost, zklamání, naděje a hněv to vše jsou emoce. Emoce jsou obvykle spouštěny známými událostmi, mohou však být ovlivněny dalšími faktory jako jsou např. léky. Emoce jsou

kontrolovány částí předního mozku nazývanou **limbický systém**. Limbický systém se také podílí na vnímání pachů a kontroluje instinktivní chování.

Paměť

Mozek je schopen přijímat a ukládat obrovská množství informací. Dosud není přesně známo jak a kde to dělá. Vědci však znají dva hlavní typy poměti. **Krátkodobá paměť** ukládá většinu, nebo dokonce vše to o čem se dozvíme, avšak jen na krátkou dobu. **Dlouhodobá paměť** obsahuje pouze vybrané informace, ale ty může uložit na mnoho let.

Cirkadiánní rytmy

Většina tělesných aktivit sleduje cirkadiánní rytmy. Lidé spí každých 24 hodin po přibližně stejnou dobu. Krevní tlak a tělesná teplota také stoupají a klesají ve 24 hodinovém cyklu. Předpokládá se, že v hypothalamu se nacházející chemický mechanismus nazývaný **biologické hodiny**, tyto vnitřní rytmy řídí.

Spánek

Spánek umožňuje tělu odpočívat a dovoluje mozku "dobít baterie". Spánek není totožný s bezvědomím, protože spící osoba se může probudit. Normální spánek je organizován do cyklů. Každý cyklus začíná obdobím spánku bez rychlých pohybů očních (**non-rapid eye movement, NonREM fáze**), který je znám též jako **hluboký spánek**. Během tohoto stadia jsou mozek a oči prakticky neaktivní, ale tělo se může hýbat. Po 90-120 minutách přichází náhle salva rychlých pohybů očních - **spánek rychlých očních pohybů (REM)**, nazývaný též **lehký spánek**. Během této fáze se oči prudce pohybují a oční víčka kmitají. Mozek je vysoce aktivní, tělo však zůstává v klidu. REM trvá 10-60 minut a pak cyklus probíhá znovu.

Během REM fáze spánku se mohou objevovat sny. Při snu mozek propojuje předměty a zkušenosti, případně spojuje staré a současné události. Existují studie, které prokazují, že spánek a sny napomáhají tvorbě paměťových stop.

Elektrická aktivita doprovázející činnost mozku (EEG)

Činností nervových buněk vznikají rozdíly potenciálů jednotlivých míst mozku. Dynamika této aktivity se zaznamenává pomocí přístroje nazývaného **elektroencefalograf** nebo **EEG**, který produkuje záznam zvaný **elektroencefalogram**. Aktivita nervových buněk je na něm vidět v podobě vln a rytmických oscilací. Jsou čtyři základní rytmy mozkových vln. **Alfa** - objevují se při klidné bdělosti, **delta** - během NonREM fáze spánku, **beta** - je známkou aktivně bdělého mozku a **theta** rytmus se objevuje za zvláštních okolností.

Smysly umožňují reagovat na okolní svět a měnit vnitřní prostředí těla. Lidé mají pět **zvláštních smyslů** - zrak, sluch, rovnováhu, chuť a čich. Tyto smysly pracují pomocí receptorů umístěných ve zvláštních **smyslových orgánech**. Jsou také **obecné smysly** jako dotykový, pracující pomocí receptorů rozestých po celém těle.

Zrak

Pro většinu lidí je z pěti "zvláštních smyslů" nejdůležitější zrak. Zrak používáme pro tvorbu obrazu okolního světa. Tyto obrazy jsou tvořeny signály z očí a pomáhají nám pohybovat se a také komunikovat.

Při **vidění** je světelná energie od pozorovaného objektu zachycena a zaostřena okem tak, že tvoří **obraz na sítnici**, které vysílají signály do mozku.

Oko sestává z **oční koule**, **bulbu** o poloměru asi 2,5 cm, usazené v kostěném jamce lebky, nazývané očníce, orbita. Povrch bulbu má tři vrstvy. Zevní, **sklera (bělima)**, vytváří oční bělmo a je tuhá a kluzká. Střední vrstva, **chorioidea (cévnatka)**, zásobuje oko krví. Vnitřní vrstva, **retina (sítnice)** obsahuje světločivé buňky. Bulbus je čočkou rozdělen na dva nestejně prostory.

Rohovka tvoří přední část oka, je kryta membránou nazývanou **spojivka**, která pokrývá i přední stěnu bulbu a vnitřní části víček. Spojivka je smáčena **slzami**, které snižují tření oka. Slzy obsahují látku lysozym, který pomáhá zabíjet bakterie a tím brání infekci. Slzy jsou tvořeny **slznými žlázami**. Po zvlhčení oka stékají do **slzného váčku** a dále do nosu.

Duhovka (iris) mění velikost **zornice** - otvoru, který umožňuje světlu vstoupit do oka. Obsahuje **hladké svaly**, pracující na základě reflexů. Duhovka v ostrém světle zužuje zornici a v šeru ji rozšiřuje. Obsahuje také pigmenty, které dávají očím jejich barvu.

Čočka lomí světelné paprsky a spolu s ostatními lomnými prostředími oka zobrazuje předměty na sítnici. Optická mohutnost (lomivost) čočky může být měněna pomocí prstenčitého **ciliárního svalu** (řasnaté těleso) - akomodace. Pružnost čočky se s věkem snižuje a pohled do blízka proto vyžaduje brýlí.

Sítnice je pokryta 125 miliony fotoreceptorů. Tyto světločivé buňky jsou spojeny s optickým nervem, kterým posílají signály do mozku. Střed sítnice nazývaný **fovea** je velmi účinný při vnímání detailů za dobrých světelných podmínek. Hůře pracuje za šera.

Slepá skvrna - v oblasti, kde zrakový nerv opouští sítnici nejsou světločivé buňky a proto na této části sítnice není obraz vnímán. Normálně si slepou skvrnu neuvědomujeme, protože mozek tuto malou mezeru ve zrakovém poli korigujeme očními pohyby.

Fotoreceptory obsahují barevný **zrakový pigment (rodopsin)**, který po osvětlení mění svoji strukturu. Tato změna spouští nervové podněty, které jsou přenášeny do mozku. V oku jsou dva typy fotoreceptorů - **tyčinky** a **čípky**. Tyčinek je více než čípků a pracují i za velmi slabého světla, zajišťují však pouze "černobílé" vidění. Čípky umožňují barevné vidění.

Sklivec je průhledná látka vyplňující prostor oka mezi čočkou a sítnicí. Dává oku tvar a udržuje čočku v její poloze. Část oka před čočkou je vyplněna tekutinou nazývanou komorová voda (**humor aqueus**), která je pod lehkým tlakem a udržuje vyklenutí rohovky.

Oční víčka jsou tvořena kožní řasou chránící a chrání oči několika způsoby. Téměř okamžitě se uzavírají, když se něco blíží k očím. Zavírají se též při usínání a při velmi silném světle. Při mrknutí víčka otřou oči a očistí tak prach a jiná tělíška. Za silného světla omezují jeho přístup do oka i **řasy** a **obočí**.

Akomodace - světlo je při vstupu do oka lámáno (**refrakce**) rohovkou a čočkou. Tvar rohovky je pevný, tvar čočky však mohou měnit nitrooční svaly. Tyto změny se nazývají akomodace. Při pohledu na vzdálenou krajinu jsou přicházející světelné paprsky prakticky rovnoběžné. Čočka zůstává tenká a plochá, jakoby nemusela výrazněji ohýbat paprsky. Při pohledu na blízký objekt vstupují do oka velmi rozbíhavé paprsky. Ciliární sval se stáhne a čočka se předozadně rozšíří a výrazněji zakříví. Paprsky se proto silněji lomí a vytvoří na sítnici ostrý obrázek.

Krátkozrakost je též označována jako **myopie**. Krátkozraká osoba nevidí vzdálené předměty jasně, protože její oči zaostřují světlo před tím než projde sítnicí. Výsledkem je rozmazaný obrázek na sítnici. Krátkozrakost je obvykle způsobena tím, že oční bulbus je příliš dlouhý, nebo čočka příliš silná. Postihuje lidi každého věku a může být korigována používáním brýlí nebo kontaktních čoček.

Astigmatismus - osoba s astigmatismem nemůže zaostřit stejně v celém svém zrakovém poli. Některé oblasti se jeví ostré a jiné rozmazané. Astigmatismus je způsoben rohovkou s asymetricky zakřiveným povrchem. Může být korigován nošením brýlí nebo kontaktních čoček.

Dalekozrakost - dalekozraká osoba nevidí jasně blízké předměty, protože její oči zaostřují světlo za sítnici. Jsou dva typy dalekozrakosti. Při **hyperopii (hypermetropii)** je oční bulbus ve vztahu k čočce příliš krátký. Čočka nemůže zaostřit světlo od blízkých objektů, takže ty vypadají rozmazaně. Hypermetropie postihuje lidi každého věku, může však být korigována nošením brýlí. Při **presbyopii**, která se obvykle vyvíjí po 45. roce života, má oční bulbus správnou délku, ale čočka začíná ztrácet svou schopnost zaostřovat. Oko se může zaostřit na vzdálený bod, takže vzdálené objekty vidí poměrně dobře, ale nezaostří se na objekty blízké. Presbyopie je korigována nošením brýlí při práci nablízko, např. při čtení. Někteří starší lidé potřebují **bifokální** brýle s oddělenými čočkami pro blízké a vzdálené předměty.

Barevné vidění

Světelná energie se šíří v podobě vln a vzdálenost mezi nimi určuje jeho barvu. Pro rozlišení různých barev využívají oči buňky označované jako čípky. Čípky obsahují typ zrakového pigmentu, který se vyskytuje ve třech formách. To čípkům umožňuje reagovat buď na světlo o vlnové délce odpovídající barvě červené, nebo zelené a nebo modré. Mozek spojí signály z čípků tak, aby vznikl barevný obraz. Čípky pracují pouze v jasném světle. Proto v šeru nelze rozlišit barvy.

Barvoslepost

Osoba barvoslepá nebo s **poruchou barvocitu**, neumí rozpoznávat některé barvy. Je to tím, že jí chybí některé čípky využívané pro barevné vidění. Nejběžnější forma, **porucha vnímání červené a zelené**, je vrozená a také pohlavně vázaná. Je častější u mužů a vzácná u žen. Úplná barvoslepost, kdy oči mohou vidět pouze černou a bílou, je vzácná.

Binokulární vidění

Každé oko se dívá z poněkud jiné pozice. Mozek porovnává signály z obou očí a využívá této informace k posouzení vzdálenosti objektu. Obě oči hledí normálně stejným směrem, takže se jejich zraková pole definovaně překrývají. U lidí, u nichž se vyvinulo **šilhání (strabismus)**, jsou oči zaměřeny různými směry. V takovém případě mozek často ignoruje signály z jednoho oka.

Adaptace na tmu

Změna v oku vyvolaná nízkými úrovněmi osvětlení

Při příchodu do kina můžeme mít problémy s nalezením cesty ke svému sedadlu. Přibližně po 15 minutách však již vidíme normálně. Je to tím, že se oči adaptovaly na šero. Fotoreceptory v očích zvýšily množství zrakového pigmentu. Tím se staly citlivějšími a umožnily nám tím lépe vidět v přitmě. V jasném světle probíhá opačný děj a fotoreceptory svou citlivost omezí. Porucha schopnosti vidět ve slabém světle je označována jako **šeroslepost**. Šeroslepý jedinec má obtíže s adaptací na přitmě, takže v temnu špatně vidí. Šeroslepost může být někdy způsobena nedostatkem vitamínu A, který je zapotřebí pro tvorbu zrakového pigmentu rodopsinu.

Sluch umožňuje vnímat signály představované vlněním vzduchu. Zvuk je tvořen tlakovými vlnami pohybuujícími se vzduchem, tekutinami i pevnými látkami. **Hlasitost** zvuku závisí na síle jeho vln. Kvalita (**výška**) zvuku závisí na **frekvenci** vln. Frekvence je mírou toho jak rychle následuje jedna vlna druhou. Většina lidí slyší zvuky o frekvenci mezi 20 a 20 000 Hz (vln za sekundu). Během stárnutí se schopnost slyšet vysoké tóny snižuje.

Ucho se skládá ze tří částí. Zevní ucho je viditelné, ale střední a vnitřní jsou ukryty hluboko uvnitř lebky. Receptory zajišťující vnímání zvuku se nacházejí pouze ve vnitřním uchu.

Zevní ucho sbírá zvukové vlny a převádí je dovnitř do lebky. Sestává z chrupavčité chlopně nazývané **pinna** (boltec), ústící do kanálku nazývaného zevní **zvukovod**.

Bubínek (membrana tympani) je tenká, okrouhlá a pevně napnutá tkáň mezi zvukovodem a středním uchem. Po vstupu zvukových vln do ucha se bubínek rozkmitá. Tyto kmity jsou pak středním uchem přenášeny do ucha vnitřního, aby mohly být vnímány. Bubínek je velmi jemný a při náhlých změnách tlaku vzduchu nebo při infekci může prasknout nebo být **proražen**. Stane-li se to, je do uzdravení bubínku poškozen sluch.

Střední ucho – v dutince za bubínkem jsou tři jemné kosti, nazývané **sluchové kůstky**. Ty přenášejí chvění bubínku do vnitřního ucha. Kůstky jsou pojmenovány podle svého tvaru.

Malleus, nebo **kladívko** je nejbližší bubínku, pak následuje **incus (kovadlinka)** a nakonec **stapes** neboli **třmínek**. Třmínek je 5 mm dlouhý a je nejmenší kostí těla.

Eustachova trubice spojuje střední ucho s nosohltanem a umožňuje vnikání vzduchu do středního ucha a tím na obou stranách bubínku udržovat stejný tlak. Trubice není otevřena trvale, takže se může dočasně vytvořit tlakový rozdíl. Například v letadle můžeme mít nepříjemné pocity v uších a zároveň částečně ztrácet sluch. Po polknutí nebo zívnutí se Eustachova trubice otevře, při vyrovnání tlaků to v uchu "cvakne" a sluch se vrací do normálu.

Vnitřní ucho je také označováno jako **labyrint**. Je vyplněno tekutinou a tvořeno částmi jako jsou **cochlea (hlemýžď)**, polokruhovitě kanálky a vestibulum. Chvění z bubínku je do vnitřního ucha přenášeno ušními kůstkami. Jedna z nich, třmínek, zapadá do otvoru ve vnitřním uchu, nazývaném **oválné okénko**. Jak se třmínek pohybuje dovnitř a ven, vytváří ve vnitřním uchu tlakové vlny a receptory tyto vlny přeměňují na nervové podněty. Výsledkem těchto dějů je vnímání zvuku.

Hlemýžď (cochlea) je tou částí vnitřního ucha, která vnímá zvukové signály. Uvnitř jsou tři prostory, z nichž jeden obsahuje spirálovitý **Cortiho orgán**. Ten se skládá z mechanoreceptorů, nazývaných vláskové buňky, které jsou připojeny na membránu. Tlakové vlny procházející tekutinou v hlemýždi, rozkmitávají jeho membránu a dráždí na ní uložené vláskové buňky. Ty pak vysílají signály do mozku, který je interpretuje jako zvuky.

Vláskové buňky jsou receptorové buňky, které vnímají chvění vnitřních membrán hlemýžďe a jednotlivě jsou naladěny na vnímání tónů jen úzkém rozsahu. Navazující nervové buňky přenášejí informaci prostřednictvím **sluchového nervu** po přepojení až do sluchové oblasti mozkové kůry.

Dotyk a rovnováha

Smysly pro dotyk a rovnováhu jsou využívány k detekci tlaku, polohy a pohybu. Při jízdě na horské dráze vnímáme pomocí dotykového čítí sedadlo na kterém sedíme, zatímco rovnovážné ústrojí nám říká, kam se pohybujeme i když máme zavřené oči.

Dotyk je smysl, který tělo informuje o jeho fyzikálním okolí. Je to obecný smysl, takže pracuje pomocí receptorů rozestřených po celém těle. Některé z nich reagují na jemný dotyk, jiné na silnější tlak. **Mechanoreceptory** vyvolávají nervové podněty, když jsou tlačeny, nataženy nebo smáčknuty, jsou užívány pro rozeznání polohy těla a jeho částí, rovnováhy a zvuku. **Meissnerova tělíska** jsou blízko povrchu kůže a rozeznávají, která část těla se něčeho dotýká. **Paciniho tělíska** jsou v kůži umístěna hlouběji a rozeznávají tlak. **Tahové receptory**, či **proprioceptory** ve svalech a šlachách rozpoznávají postavení těla. Vlásokové buňky ve vnitřním uchu jsou využívány pro vnímání rovnováhy a pro slyšení.

Rovnováha - smysl pro gravitaci a pohyb sleduje vyváženost polohy těla v relaci mezi gravitační silou a směrem jeho pohybu. Obě tyto "modality" jsou vnímány ve vnitřním uchu.

Sacculus a jeho partnerský orgán **utrículus** jsou komůrky uvnitř části vnitřního ucha nazývané **vestibulum**. Jsou vystlány vláskovými buňkami, které jsou v kontaktu s vrstvou minerálních krystalů nazývaných **otolity**. Gravitace přitahuje krystaly a vláskové buňky vnímají jejich pohyb. Vlásokové buňky posílají signály do mozku, které informují o tom, kde je nahoře a kde dole.

Polokruhové kanálky obsahují receptory pro vnímání změn rotačního pohybu hlavy. **Přední, zadní a postranní polokruhový kanál** zaujímají vůči sobě pravé úhly. Každý má rozšířenou základnu, toto rozšíření se nazývá **ampula**. Obsahuje vláskové buňky obklopené gelovitým pahrbkem nazývaném **kupula**. Při pohybu hlavy se kupula a tekutina v kanálcích pohybují. Vlásokové buňky tento pohyb vnímají a posílají signály do mozku. Když se rychlost pohybu dlouhodobě mění, kanálky bez ustání vysílají podněty a může vzniknout **kinetóza**, neboli **nemoc z pohybu** (mořská nemoc).

Bolest je ochranný smysl rozeznávající a varující před možným poškozením těla. Bolest je vnímána nervovými zakončeními v kůži a jiných částech těla. Náhlá bolest může varovat před nebezpečím poranění. Může spustit reflexní děj, který sníží pravděpodobnost poškození.

Chuť a čich rozeznávají chemických látek ve vzduchu a v potravě a napomáhají rozlišit věci, které jsou jedlé od věcí, které mohou být škodlivé. Pachové signály jsou v živočišné říši důležitým prostředkem komunikace

Jazyk je svalový orgán, nutný pro pohyb potravy v ústech, tvorbu řeči a chuť. Účastní se zpracování a polykání potravy a má důležitou úlohu při řeči. Je také hlavním místem vnímání chuti. Jeho povrch je pokryt chuťovými pohárky, které obsahují receptorové buňky. Chuťové pohárky jsou shluky buněk obsahující chemoreceptory. Většina chuťových pohárků je na jazyku - celkem asi 10 000. Každá má otvor označovaný jako **chuťový pór**, kterým rozpuštěné chemické látky vstupují do pohárku, kde dráždí chuťové buňky. Malé orgány vyčnívající z jazyku se nazývají **papily**. **Vláknité papily** jsou uspořádány v řadách na povrchu jazyka; **hrozené a houbovité papily**, které obsahují chuťové pohárky jsou rozesety mezi nimi.

Chemoreceptory na jazyku a v nose reagují na chemické látky v potravě, nápojích a ve vzduchu. Obsahují mikroskopické vlásky, které při kontaktu s příslušnou molekulou spouštějí nervové podněty. Některé z těchto receptorů odpovídají na široké spektrum chemických látek, jiné jsou však specifičtější.

Čich umožňuje rozeznávat ve vzduchu rozptýlené chemické látky. Přípravuje tak tělo na trávení potravy; umožňuje rozpoznat přítomnost pozitivních či negativních pachových látek, může hrát úlohu při rozmnožování. Čichem vnímáme chemické látky ve vzduchu, a proto pouze látky, které uvolňují do vzduchu své molekuly je mohou podráždit. Čichové signály jsou zpracovávány v limbickém systému mozku, který též souvisí s emocemi a pamětí.

Vzduch se do těla dostává normálně tak, že nozdrami vstupuje do nosní dutiny. Zde protéká kolem výstelky nazývané čichová membrána, která obsahuje chemoreceptory označované jako **čichové buňky**. Řasinky na těchto buňkách zachycují látky nesené vzduchem a spouštějí podněty posílané cestou čichových nervů do dvou **bulbi olfactorii**. To je pár malých laloků, vystupující z přední části mozku. Signály z čichového receptoru interpretuje mozek jako vůně nebo pachy.

Homeostáza

Bez ohledu na okolní prostředí, jsou podmínky uvnitř těla téměř neměnné. Tato stabilita je dosahována tzv. homeostatickými ději a je nezbytná pro život.

Buňky pracují nejlépe ve velmi úzkém rozmezí podmínek. Nesmí být v přílišném teple ani chladu a jejich okolí musí obsahovat chemické látky v přesně správném poměru a množství. Takové podmínky jsou udržovány homeostatickými mechanismy. Homeostasis znamená "zůstat stejný". To zahrnuje fyzikální a chemické procesy, které udržují buňky ve stabilním stavu, takže tělo může normálně fungovat.

Vnitřní prostředí je představováno tekutinami, které jsou ve styku s jednotlivými buňkami těla. Je tvořeno krví, tkáňovým mokem a ostatními tekutinami. Díky homeostáze jsou i při změnách zevního prostředí udržovány stálé podmínky v prostředí vnitřním.

Zpětnovazebný systém

Tělo reaguje na změny svého stabilního stavu použitím mechanismů nazývaných zpětnovazebné systémy. Každý systém sleduje určitou hodnotu, jako je např. teplota, a udržuje ji v nastavených mezích. Zpětnovazebné systémy těla užívají hormonů a nervů. Prakticky všechny tyto systémy pracují na základě negativní **zpětné vazby**, neboli převracení účinek náhodných změn prostředí. Poměrně málo zpětnovazebných systémů (jako je např. kontrola kontrakcí při práci) obsahuje pozitivní **zpětnou vazbu**. Ta znamená, že změna je zesilována dokud není dosaženo nového stavu.

Termoregulace

Lidé jsou **endotermní** (homiootermní) živočichové. To znamená, že jejich těla si udržují poměrně stálou teplotu bez ohledu na zevní podmínky. Průměrná tělesná teplota je 37°C a je řízena oblastí mozku nazývanou hypothalamus. Hypothalamus pracuje jako termostat. Způsobuje, že tělo produkuje více tepla, když se ochladilo, nebo jej více ztrácí, když se příliš

ohřálo. Při horečce je tělesný termostat přestaven, takže udržuji vyšší teplotu než obvykle. To pomáhá v boji proti šíření mikroorganismů během infekce. Při **úpalu** a **hypotermii** přestává termostat pracovat, takže se tělo nebezpečně přehřívá nebo prochlazuje. V takových případech je třeba pomocí zevních prostředků uvést tělesnou teplotu zpět k normě.

Perspirace nebo **pocení** je jednou z cest, kterou tělo vydává teplo. Při pocení vydávají potní žlázy pot na povrch kůže. Při odpařování absorbuje pot teplo z krve a kůže. Pocení je neúčinnější v suchém vzduchu. Je-li vzduch velmi vlhký, pot se obtížně odpařuje a nemůže proto odvádět tolik tepla.

Při zvýšení tělesné teploty se kožní krevní cévy rozšíří (dilatují) a přivádějí více krve k povrchu. Krev odvádí teplo ze svalů. Jak protéká kůží vydává část tepla do zevního prostředí. Při ochlazování probíhá opačný děj. Krevní cévy se zužují, tím se snižuje tok krve do kůže a zmenšují se tepelné ztráty. To se nazývá **vazokonstrikce**.

Třes je naopak známkou toho, že se tělo snaží zahřát. Při třesu se svaly stahují v opakovaných "salvách" a tím tvoří teplo. To je pak po těle rozváděno krví. Třes je často doprovázen husí kůží.

Vylučování

Podobně jako všechny živé organizmy, produkuje tělo soustavně chemický odpad. Ten může být jedovatý a proto musí být odstraňován. Tvoří se dvěma způsoby. Odpadní látky vznikají jednak při metabolismu buněk, jednak jsou to látky, které tělo přijímá rychleji než je spotřebovává. Odpadu se tělo zbavuje pomocí **vylučovacích orgánů**. K nim patří plíce, které odstraňují oxid uhličitý, kůže, která vydává vodu a soli, játra, která odstraňují mnoho chemických látek. Ledviny vylučují vodu, soli a dusíkaté odpadní látky.

Dýchání

Všechny živé buňky musí být zásobovány kyslíkem a zbavovány oxidu uhličitého. To se uskutečňuje za pomoci krve. Aby krev mohla tento úkol vykonávat, musí v ní být správný **poměr a množství kyslíku a oxidu uhličitého**. Tato rovnováha je životně důležitou částí homeostázy. Hladina obou plynů je vnímána speciálními čidly a řízena dechovým centrem v mozku

Endokrinní systém

Jednotlivé buňka, tkáně, orgány a orgánové soustavy jsou řízeny a koordinovány dvěma vzájemně propojenými řídicími systémy. Nervový systém umožňuje rychlé a přesné řízení a ke své činnosti využívá nervové vzruchy. Endokrinní systém využívá k přenosu signálu chemické látky nazývané hormony. Hormony obvykle pracují mnohem pomaleji než nervy, ale jejich účinek je dlouhodobější.

Endokrinní systém sestává z devíti hlavních žláz. Chemické signální molekuly však mohou vznikat i v buňkách jiných tkání a orgánů. Všechny žlázy produkují tucty chemických posílů nazývaných hormony, které jsou uvolňovány přímo od krve. Endokrinní systém hraje důležitou roli v homeostáze. Reguluje pomocí chemické zpětné vazby rychlost mnoha tělesných dějů a hraje klíčovou úlohu v růstu a pohlavní reprodukci.

Hormony jsou chemické látky využívané endokrinním systémem k řízení tělesných dějů. Hormony jsou v těle přenášeny krví. Po dosažení svého cíle, nazývaného **cílová buňka** nebo **cílová tkáň**, zapadne hormon do specifického místa na plasmatické membráně, které se nazývá **receptor**. To způsobí chemické změny uvnitř buňky a spustí specifickou odpověď jako např. je kontrakce hladké svaloviny. Hormon může mít jednu nebo více cílových struktur.

Exokrinní žlázy tvoří chemické látky a uvolňují je do krve. Vydej hormonů jednotlivými žlazami je přesně řízen dalšími žlazami, mechanismy zpětné vazby nebo nervovým systémem.

Hypofýza - podvěsek mozkový (hypofýza) je ústředím endokrinního systému. Uvolňuje přinejmenším devět hormonů majících významné účinky pro tělo. Některé z nich řídí tělesné funkce přímo; ostatní spouštějí v jiných žlázách produkci jejich vlastních hormonů. Například **thyreoidea stimulující hormon**, známý také jako **thyreotropin (TSH)** stimuluje štítnou žlázu. **Adrenokortikotropin (ACTH)** stimuluje nadledviny. Hypofýza se dělí na dvě části. **Přední lalok, adenohypofýza**, tvoří převážnou část žlázy a uvolňuje většinu jejích hormonů. V menším **zadním laloku, neurohypofýze**, jsou hormony pouze skladovány, ale nejsou tam tvořeny. Neurohypofýza propojuje přes hypothalamus nervový systém s endokrinním.

Růstový hormon řídí růst těla tak, že podněcuje dělení buněk. Zvyšuje také hladinu glukózy v krvi. Má-li dítě nedostatek růstového hormonu, nemůže jeho tělo normálně růst. To může vést ke stavu nazývanému **trpaslictví (nanismus)**. Nadbytek růstového hormonu může způsobit, že tělo roste více než je běžné. Výsledkem je stav nazývaný **gigantismus**.

Folikuly stimulující hormon (FSH), je tvořen muži i ženami. U mužů stimuluje ve varlatech tvorbu spermií. U žen podněcuje vaječníky k tvorbě vajíček naplněných tekutinou a obsahujících vajíčka (ova), které se nazývají **folikuly**.

Luteinizační hormon (LH) stimuluje ovulaci, což je uvolnění vaječných buněk z vaječnicků žen. Podněcuje též vaječníky ke tvorbě žlutého tělíska (corpus luteum). Žluté tělísko během svého vývoje tvoří pohlavní hormony, které připravují ženské tělo na těhotenství. LH u mužů stimuluje tvorbu mužských pohlavních hormonů.

Prolaktin je jedním z několika hormonů, které řídí tvorbu mléka - laktaci. Kojení samo také stimuluje hypofýzu k tvorbě většího množství prolaktinu, takže mléko je tvořeno po celou dobu, kdy je dítě kojeno.

Oxytocin stimuluje během porodu stahy hladké svaloviny dělohy (uteru). Tyto kontrakce spouštějí uvolňování většího množství oxytocinu. Pozitivní zpětná vazba udržuje tento cyklus dokud není porod dítěte ukončen. Při kojení stimuluje oxytocin výdej mléka z mléčné žlázy.

Antidiuretický hormon (vasopressin, ADH) zvyšuje množství vody, které ledviny navrací zpět do krve. Způsobuje také stah hladké svaloviny tepének a může vést ke zvýšení krevního tlaku.

Štítná žláza (tyreoidea) se nachází na přední straně krku, těsně pod hrtanem. Tvoří dva hormony - thyroxin a calcitonin. **Thyroxin** zrychluje tělesný metabolismus, zvyšuje dělení buněk, zlepšuje výkonnost nervového systému, zvyšuje frekvenci srdeční činnosti a krevní tlak. Jeho molekula obsahuje jod. **Calcitonin** zpomaluje odbourávání kostí. To snižuje množství vápníku rozpuštěného v krvi.

Příštitná tělíska jsou uložena na povrchu štítné žlázy (dva páry). Tvoří **parathyroidální hormon (PTH, parathormon)**, který zvyšuje rychlost odbourávání kostí. Výsledkem je zvýšené

uvolňování vápníku do krve. Parathormon spolupracuje s kalcitoninem ze štítné žlázy. Oba hormony mají opačné účinky. Pomocí negativní zpětné vazby udržují stálou hladinu vápníku v krvi.

Glukagon hraje důležitou roli při udržování správné hladiny cukru v krvi. Je tvořen pankreatem, žlázou, která je součástí systému endokrinního a trávicího. Pankreas uvolňuje glukagon, když začne klesat hladina cukru v krvi. Glukagon způsobuje uvolnění glukózy z jaterních buněk tím, že v nich spouští přeměnu glykogenu na glukózu. Glykogen je zásobní formou glukózy. Výsledkem je vzestup hladiny krevního cukru. Glukóza obsažená v krvi stačí jen na přežití po dobu 15 minut. Jakmile je však její část použita, je okamžitě nahrazována uvolněním ze zásob.

Inzulín je polypeptid tvořený pankreatem. Je uvolňován při vzestupu hladiny krevního cukru a snižuje jeho hladinu dvěma způsoby. Jednak zvyšuje vstup glukózy do buněk a jednak zvyšuje ukládání glukózy v játrech formou přeměny na glykogen. Inzulín a glukagon mají opačné účinky. Společně vytvářejí systém negativní zpětné vazby, který udržuje hladinu krevního cukru v nastaveném rozmezí. U lidí s cukrovkou (diabetes mellitus), nepracuje tento kontrolní systém správně. Proto někteří mohou pro udržení hladiny glukózy v krvi potřebovat denně injekci inzulínu.

Pohlavní hormony jsou tvořeny pohlavními žlázami. Na rozdíl od ostatních hormonů nejsou pohlavní hormony ve významnějším množství uvolňovány do věku 10 -11 let. Během růstového období nazývaného puberta, stimulují prudký vývoj. To vytváří fyzické změny nazývané **druhotné pohlavní znaky**. Jejich vznik je součástí přípravy těla k reprodukčním funkcím. U dívek zahrnují tyto znaky zvětšení prsou a rozšíření pánve. U chlapců zahrnují prohloubení hlasu a růst vousů.

Ženské pohlavní hormony regulují ovulaci a připravují tělo na těhotenství. Mnohé z nich jsou uvolňovány v měsíčních cyklech. Hormony **estrogeny** stimulují vývoj druhotných pohlavních znaků a jsou ve vaječnicích buňkami obklopujícími zrající vajíčko. **Progesteron** řídí děje umožňující zachycení oplozeného vajíčka v děloze. Je tvořen žlutým tělískem, což jsou buňky v místě uvolněného vajíčka z vaječníku.

Mužský pohlavní hormon (testosteron) je uvolňován varlaty. Stimuluje vznik druhotných pohlavních znaků a řídí vývoj spermií.

Nadledviny jsou párový orgán nacházející se na horním pólu ledviny. Tyto žlázy sestávají ze dvou částí a každá z nich tvoří jiné hormony. Zevní část, nazývaná **kůra**, produkuje hormony nazývané **kortikosteroidy**. Ty mění koncentraci iontů v krvi a pomáhají řídit metabolismus. Vnitřní část, nazývaná **dřeň**, tvoří hormon adrenalin.

Adrenalin připravuje tělo na nebezpečí nebo zátěž (stres). Zrychluje dýchání a srdeční činnost a přivádí další krev do svalů. V tutéž dobu zpomaluje trávení a způsobuje uvolnění glukózy z jater do krve, takže je k dispozici více pohonné látky pro stahy svalů. Adrenalin spolu s nervovým systémem zvyšují aktivitu systému těla při nebezpečí nebo stresu.

System krevního oběhu

Oběhový systém udržuje krev v pohybu a přivádí ji k jednotlivým buňkám, kterým přináší nezbytné zdroje a odstraňuje odpad. Současně krev odděluje od ostatních tekutin vnitřního prostředí.

Krev je komplexní tekutina, která zásobuje a udržuje tělní buňky. Je také označována jako tekutá pojivová tkáň, která obsahuje miliardy buněk suspendovaných ve vodné tekutině. Zajišťuje zásobování každé části těla kyslíkem a živinami ze strávené potravy a odnáší odpadní produkty určené k vyloučení. Krev také roznáší teplo po celém těle, účastní se procesů řízení přenosem hormonů a je důležitou složkou obrany organismu. Dospělý člověk má okolo 6 l této životně důležité tekutiny

Červené krvinky (erythrocyty) přenášejí kyslík a oxid uhličitý. Červená krvinka je okrouhlá, ze stran promáčklá a nemá jádro. Obsahuje hemoglobin - bílkovinu, která váže kyslík, když červená krvinka prochází plicemi a uvolňuje jej, když prochází ostatními částmi těla. Červené krvinky vznikají v červené kostní dřeni. Jsou menší než většina ostatních buněk těla, jejich tvar však způsobuje, že mají relativně velký povrch. To jim umožňuje snadněji získávat kyslík a v případě potřeby jej uvolňovat. Každá červená krvinka žije přibližně čtyři měsíce a pak je nahrazena novou.

Hemoglobin je transportní bílkovina, která obsahuje železo. Nachází se v cytoplazmě červených krvinek. Na molekuly hemoglobinu se v plicích váže kyslík a vzniká tak sloučenina nazývaná **oxyhemoglobin**. Oxyhemoglobin v krvi roznáší po těle kyslík a uvolňuje jej, kdekoliv je zapotřebí. Krev v tepnách obsahuje mnoho oxyhemoglobinu, což jí dává jasně červenou barvu. Krev v žilách jej obsahuje mnohem méně a proto je tmavší.

Anemie je častá porucha, která krvi znemožňuje přenášet normální množství kyslíku. Anemická osoba má buď málo červených krvinek, nebo v nich má málo hemoglobinu. Důsledkem je to, že anemičtí lidé jsou často bledí a snadno se unaví. Anemie je často způsobena nedostatkem železa, nebo nedostatkem vitaminů potřebných pro tvorbu červených krvinek.

Bílé krvinky (leukocyty) jsou větší než červené krvinky a je jich mnohem méně. Neobsahují hemoglobin, ale mají jádro. Na rozdíl od červených krvinek mohou bílé krvinky měnit tvar. Obíhají v krvi, ale pro dosažení různých částí těla mohou prostoupit stěnami kapilár. Je mnoho druhů bílých krvinek mezi něž patří lymfocyty, granulocyty a monocyty. Jejich život trvá od několika málo dní až po mnoho týdnů. Dohromady tvoří pohyblivou obrannou sílu, která chrání tělo proti infekci.

Lymfocyty hrají důležitou úlohu při obraně těla. Většina druhů lymfocytů produkuje bílkoviny nazývané protilátky, které jsou užívány k ničení bakterií a ostatních cizích buněk. Lymfocyty se vyvíjejí v lymfatickém systému, ačkoliv jsou původně vytvořeny v kostní dřeni. Neobíhají pouze v krvi, ale vyskytují se i v mnoha jiných částech těla.

Granulocyty jsou tvořeny v červené kostní dřeni a mají jádro se dvěma nebo více velkými laloky. Název granulocyty dostaly proto, že jejich cytoplazma obsahuje mnoho malých zrněk. Mnoho granulocytů fagocytuje, to znamená že změnou svého tvaru oblévají a pohlcují částice. Takto odstraňují cizorodé částice, bakterie a mrtvé buňky těla.

Monocyty jsou bílé krvinky s jádrem bez laloků. Diferencují se v tkáních z **cirkulujících makrofágů** se mění se v buňky nazývané **tkáňové makrofágy**. Fagocytují velká množství bakterií a tkáňové drtě. Některé části těla, včetně sleziny a lymfatických uzlin, obsahují buňky nazývané **fixní makrofágy**. Ty také pohlcují pronikající buňky a částice, zůstávají však stále na stejném místě.

Krevní destičky (trombocyty) jsou velké asi jako jedna třetina červené krvinky. Jsou obvykle ploché, okrouhlé a nemají jádro. Destičky napomáhají koagulaci krve, shlukují se a uzavírají poranění drobných krevních cév, tím že se slepí do pevné hmoty nazývané **destičková zátka**.

Krevní plazma je tekutá část krve. Obsahuje rozpuštěné látky, jako jsou živiny získané trávením, ionty a **plazmatické bílkoviny**. Součástí plazmatických bílkovin je **fibrinogen**, který je rozhodující pro koagulaci a albumin, který pomáhá tvořit důležitou část osmotického tlaku krve. Plazma také obsahuje protilátky.

Koagulace (srážení krve). Při poranění krevní cévy vznikne na místě rány pevná hmota nazývaná **krevní sraženina**. Sraženina vzniká, když se destičky v místě poranění slepí a vytvoří destičkovou zátku. V téže chvíli aktivuje krev a poškozené buňky chemické látky nazývané **faktory krevního srážení**. Ty přemění rozpustnou plazmatickou bílkovinu fibrinogen na nerozpustný **fibrin**. Fibrin vytváří dlouhá vlákna, která spojují krevní buňky a buněčnou drť do sraženiny. Na povrchu sraženiny vzniká tvrdá vrstva nazývaná **strup**. Lidem s onemocněním krve zvaným **hemofilie** se pomaleji sráží krev, protože jim chybí jeden srážecí faktor.

Trombóza představuje vznik sraženiny uvnitř krevní cévy. Normálně se krev v cévách nesráží. Je-li však céva poškozena nebo zúžena tukovou usazeninou může dojít k trombóze. Vzniklá sraženina se nazývá **trombus**. Trombóza může být nebezpečná, protože se sraženina může uvolnit a putovat po toku proudu krve. Uvázne-li pak v cévě, může zablokovat zásobování důležitých orgánů krví. **Mrtvice** je mozková příhoda, která je často způsobena trombem. Obvykle postihuje jednu stranu mozku a k jednostrannému poškození činnosti těla.

Protisrážlivá činidla zabraňují srážení krve v cévách. Srážení krve může být nebezpečné a tak krev obsahuje látky zvané **antikoagulanty** (protisrážlivá činidla). Ty zabraňují vzniku nežádoucího krevního srážení. Tyto látky zabraňují přeměnu fibrinogenu ve fibrin. Lidé náchylní k trombóze, nebo kteří se podrobili operaci srdce, často pro udržení tekutosti krve užívají antikoagulanty.

Krevní skupiny jsou založeny na různých povrchových znacích krvinek a jiných tělních buněk. Červené krvinky nesou komplexní sloučeniny bílkovin a cukrů nazývané antigeny. Krevní plazma obsahuje odlišné bílkoviny - protilátky. Lidé mají přes 200 různých skupin krevních antigenů a ty navzájem příbuzné tvoří více než 20 **systémů krevních skupin**. Nejdůležitější

system - **AB0 systém** obsahuje pouze dva antigeny A a B a tvoří čtyři krevní skupiny A, B, AB a 0. Lidé s krevní skupinou A mají antigen A, se skupinou B mají antigen B, lidé se skupinou AB mají oba antigeny a lidé se skupinou 0 nemají antigen žádný. Krevní plasma v tomto systému pak obsahuje přirozené protilátky proti opačné krevní skupině (např. lidé s krevní skupinou A mají protilátky proti antigenu B, atd.). Bez nebezpečných následků si mohou vyměnit krev (krevní transfúze) pouze lidé se stejnou krevní skupinou. Výměna krve mezi lidmi s různými skupinami není možná, protože jejich krev může být **inkompatibilní** (neslučitelná). To by vedlo ke vzájemné reakci a spojení převládajících antigenů a protilátek a důsledkem by bylo slepování červených krvinek nazývané **aglutinace**.

Rhesus (Rh) systém byl poprvé objeven u opic *Maccacus rhesus*. Asi 85% lidské populace je **Rh pozitivních**. To znamená, že jejich krvinky obsahují D antigen, neboli rhesus antigen. Ostatních 15% populace nemá tento antigen a tito lidé jsou proto **Rh negativní**. Rh systém může způsobit problémy během těhotenství. Je-li plod Rh pozitivní a jeho matka Rh negativní mohou matčiny protilátky proniknout do krevního oběhu plodu a napadnout jeho červené krvinky. V závažných případech musí dítě ještě před narozením podstoupit kompletní výměnu krve.

Krevní transfúze je způsob převedení krve jedné osoby osobě druhé. Ztratí-li tělo malé množství krve, může ji brzy doplnit. Jsou-li však ztráty větší než 1 litr, je obnovení normálního objemu krve naléhavě potřebné. Proveďte se to pomocí transfúze krve jiné osoby, která se nazývá **dárce krve**. Krev musí být testována, zda neobsahuje bakterie nebo viry. Krevní skupiny dárce i příjemce musí být stejné krevní skupiny, tak aby při transfúzi nedošlo k aglutinaci.

Agglutinace je shlukování krvinek v důsledku reakce antigenu a protilátky u dvou inkompatibilních vzorků krve. Aglutinace, která by proběhla v těle příjemce transfúze může být smrtelná, protože shluky buněk mohou zablokovat krevní cévy a uvolněný draslík blokovat činnost srdce.

Krevní analýza podává informace o stavu těla a může odhalit podrobnosti i o jeho předchozím zdravotním stavu. Analýzou může lékař stanovit krevní skupinu pacienta, vyšetřit jeho krvinky a určit, které rozpuštěné látky jeho krev obsahuje. Neobvyklé hladiny některých látek často ukazují, že určitý orgán nepracuje normálně. Když krev obsahuje protilátky proti určitému organismu způsobujícímu onemocnění, znamená to, že tělo s již dříve bylo ve styku.

System krevního oběhu nebo též **kardiovaskulární systém** se sestává ze srdce, krve a rozsáhlé sítě krevních cév. Dodává živiny a kyslík všem buňkám celého těla a odvádí od nich zplodiny jejich činnosti. Proudění krve oběhovým systémem má charakter osmičky či dvou smyček. První tvoří průtok plicemi, druhou průtok ostatkem těla. Červená krvinka potřebuje průměrně méně než jednu minutu, aby proběhla oběma okruhy.

Srdce je svalová pumpa nutící krev obíhat tělem. Je tvořeno srdeční svalovinou, která se automaticky stahuje přibližně jednou za sekundu. Je obaleno tuhou blánou **perikardem**. Srdce pracuje jako jediný celek, ale ve skutečnosti to jsou to dvě pumpy, jedna vedle druhé, oddělené svalovou stěnou nazývanou **septum**. Jedna z pump čerpá krev do plic a druhá do celého těla.

Srdeční síně (předsíně, atria) jsou menší než srdeční komory a mají poměrně tenké stěny. Do levé předsíně přitéká okysličená krev z plic a do pravé odkysličená krev z těla. Na počátku každého srdečního stahu se stahují obě předsíně, které vypuzují krev komor.

Komory jsou tvořeny stěnami ze silné svaloviny. Přijímají krev z předsíní a vypuzují ji dále do oběhového systému. Pravá komora pumpuje odkysličenou krev do plic a levá do celého těla. Protože okysličená krev musí urazit delší dráhu, je levá komora větší a silnější než pravá.

Srdeční chlopně brání zpětnému toku krve. Srdce má dvě sady chlopní. Každá z nich se otvírá, aby umožnila krvi vytéct z příslušného oddílu a poté se automaticky zavře a zabráni zpětnému toku krve. **Trojcípá** a **dvojcípá chlopně** brání návratu krve z komor do síní. Plicní poloměsíčitá a aortální poloměsíčitá chlopně nedovolí aby se krev vypuzená komorami do velkých tepen vrátila do komor. Jestliže se chlopně správně neotvírají nebo nezavírají klesá průtok krve srdcem. Poškozenou chlopně lze dnes nahradit umělou chlopní.

Srdeční stah (srdeční revoluce) má dvě fáze, které se cyklicky opakují. Během první fáze, zvané **diastola**, se plní síně krví a část krve jimi protéká do komor. Ve druhé fázi se nejprve stahem (**systolou**) síní krev vypuzuje do komor a vzápětí při **systole komor** se stahuje svalovina komor a krev je vypuzována ze srdce. Když tato fáze skončí, srdce znovu vstupuje do diastoly.

Elektrokardiograf je přístroj, který zaznamenává elektrickou aktivitu srdce. Je používán k rozpoznání poruch srdeční činnosti. Elektrické svody, **elektrody**, se připojí k pacientovu hrudníku a končetinám. Elektrokardiograf zaznamenává elektrické změny vyvolané srdeční činností. Takový záznam se jmenuje **elektrokardiogram** neboli EKG.

Srdeční frekvence představuje počet srdečních stahů za určitý čas. Srdeční nebo také **tepová frekvence** se mění podle toho jak mnoho kyslíku je potřeba. V klidu může být srdeční frekvence pomalá, přibližně kolem 60 stahů za minutu. Při namáhavé práci se srdeční frekvence může i více než zdvojnásobit. Frekvenci srdce zvyšuje ale i snižuje autonomní nervový systém. Ovlivňují ji také hormony, např. adrenalin.

Sinoatriální uzlík nazývaný také srdeční **pacemaker** (udavač rytmu) je malý okrsek specializované svalové tkáně ve stěně pravé síně, který generuje elektrické impulzy. Ty se šíří po srdci a působí postupný stah srdečních oddílů. Špatně fungující pacemaker může být dnes nahrazen elektronickým přístrojkem - umělým pacemakerem.

Srdeční mrtvice (infarkt myokardu) je náhlé odumření části srdeční svaloviny zpravidla proto, že do něj byla přerušena dodávka kyslíku. Příčinou je většinou ucpání věnčité (koronární) tepny, nejčastěji trombem. Infarkt může někdy vyvolat fibrilaci komor, při níž se komory stahují tak rychle, že se nestačí naplnit krví a tedy ani žádnou krev vypuzovat. Pokud **fibrilace** komor přetrvává, postižený rychle umírá. Po srdeční mrtvici se u postiženého může rozvinout **srdeční nedostatečnost**, při níž srdce nestačí vypuzovat do oběhu dostatečné množství krve.

Krevní cévy prostupují celé tělo jako systém trubic a udržují zásobování a tím i život jednotlivých buněk. Největší krevní cévy jsou silnější než prst, ale ty nejmenší jsou tak tenké, že je lze vidět pouze pod mikroskopem.

Krev se normálně nachází jenom uvnitř krevních cév. Tyto cévy vytvářejí v těle síť, která se dostane do blízkosti každé buňky. Pumpována srdcem, obíhá krev touto sítí a dodává buňkám výživu a odvádí od nich zplodiny. Hlavními typy cév jsou tepny (arterie), žíly (veny) a vlásečnice (kapiláry). Struktura jejich stěny se sice liší podle toho jakou mají funkci, všechny však mají dutinu (lumen), kterou protéká krev.

Arterie (tepny) mají silnou stěnu a vedou krev pod vysokým tlakem od srdce. Dělí se na menší cévy nazývané arterioly (tepénky). Tepny a některé tepénky mají ve svých stěnách hladkou svalovinu. Kolem tepének vytvářejí svalová vlákna prstence. Když se takový sval stáhne, zúží cévu a tím zmenší průtok krve. Tato změna průřezu cévy se nazývá vasokonstrikce a pomáhá udržovat tělesnou teplotu. Většina tepen vede **okysličenou krev**, t.j. krev bohatou na kyslík.

Kapiláry (vlásečnice) jsou nejmenší krevní cévy. Jsou tak tenké, že krevní buňky musí často změnit svůj tvar, aby se jimi protlačily. Vlasečnice přebírají okysličenou krev z tepének a dovádějí ji do blízkosti téměř každé buňky těla. Na rozdíl od jiných cév tvoří stěnu kapilár pouze jediná vrstva buněk a proto jsou tyto cévy "propustné". Dovolují látkám rozpuštěným v krvi aby přestupovaly z cév do tkáňového moku a zpět. Krev z nich odtéká do žil.

Veny (žíly) vedou krev po jejím průtoku kapilárami k srdci. Žíla má stěny tenčí než tepna. Obvykle vede **odkysličenou krev**, krev chudou na kyslík, což dává žilám modré zabarvení. Krev v žilách má malý tlak, tedy síla ženoucí krev kupředu je malá. Mnohé žíly - zvláště v nohou - obsahují chlopně bránící zpětnému toku krve pod vlivem gravitace.

Krevní tlak je vytvářen činností srdce a udržuje krev v pohybu. Je nejvyšší v tepnách, nižší v žilách a nejnižší v srdci při jeho plnění. Tento rozdíl zajišťuje jednosměrný tok krve. Krevní tlak stoupá při každém srdečním stahu a poté do začátku následujícího stahu klesá. Mění se i v delších časových úsecích, tak jak se tělo přizpůsobuje různým činnostem. Stoupá při vzrušení a cvičení a klesá v klidu. Krevní tlak je řízen nervovým systémem a hormony.

Tonometr je přístroj měřící krevní tlak pomocí nafukovací manžety přiložené na paži. Manžeta tonometru se přiloží na paži a je plněna vzduchem tak dlouho, dokud tlak, který se na paži přenáší, nezabrání průtoku krve pažní tepnou. Poté je vzduch z manžety pomalu vypouštěn. Když tlak v manžetě klesne pod arteriální tlak, krev začíná znovu protékat, což lze slyšet fonendoskopem. Tlak v manžetě v této chvíli odpovídá nejvyššímu tlaku v tepně. Tento tlak označujeme jako **systolický krevní tlak** - tlak ve chvíli srdečního stahu. Když je tlak v manžetě tak nízký, že průtok krve tepnou vůbec neovlivňuje, můžeme změřit nejnižší tlak. To je **diastolický krevní tlak** - tlak v období mezi stahy.

Hypertenze je choroba jejíž příznakem je abnormálně vysoký krevní tlak. Ačkoliv často probíhá bez zjevných příznaků, zvyšuje riziko srdeční nebo mozkové mrtvice. Hypertenze nemá často zřejmou příčinu.

Oběhový šok je náhlý pokles množství krve přečerpaného srdcem. Během šoku krevní tlak obvykle klesá na tak nízké hodnoty, že postižení mohou ztratit vědomí. Šok může být nebezpečný. K léčbě patří udržování tělesné teploty a v případech, kdy byl ztracen velký objem krve i podání krevní transfúze.

Hemoragie je lékařský název pro jakékoliv krvácení. **Externí hemoragie** znamená krvácení na povrch těla, interní hemoragie krvácení do tělních tkání. **Vnitřní krvácení** může zvyšovat tlak na okolní orgány a je zvláště nebezpečné, když k němu dojde v mozku.

Plicní (malý) oběh začíná v pravé komoře, která vhání krev do plicního řečiště, odkud je odváděna do levé srdeční síně. V plicním oběhu odkysličená krev putuje do plic dvěma tepnami zvanými **levá a pravá plicní arterie**, pak prochází plicními kapilárami, kde přijímá kyslík a odevzdává oxid uhličitý. Okysličená krev se vrací k srdci dvěma levými a dvěma pravými **plicními žilami**. Ze srdce je pak pumpována do zbytku těla. Zvláštností plicní cirkulace je, že její arterie vedou odkysličenou krev a její žíly okysličenou, což je opakem situace ve velkém oběhu.

Systémový (velký) oběh rozvádí okysličenou krev do všech částí těla a vrací odkysličenou krev zpět do srdce. Krev opouští srdce srdečnicí (aortou) a vrací se do něj dvěma žilami - horní a dolní dutou žilou (venae cavae).

Koronární arterie (věnčité tepny) zásobují srdce krví. Dvě věnčité tepny vystupují z aorty a vějířovitě se rozbíhají po srdečním povrchu. Krev, která proteče srdečním svalem, se sbírá do žíly - **koronárního sinusu**. Tou se krev odvádí do pravé síně. Koronární cirkulace umožňuje srdci vykonávat práci. Ucpání koronární arterie krevní sraženinou (**koronární trombóza**), může to vyvolat srdeční mrtvici.

Aorta (srdečnice) je tepnou, kterou krev opouští levou komoru. U dospělého má ve svém nejširším místě průměr 2.5 cm. Krev přijímá ze srdce pod velkým tlakem. Aorta má pevné, ale elastické stěny, které brání jejímu prasknutí. Po výstupu ze srdce směřuje aorta vzhůru k hlavě, pak se obloukovitě otáčí a pokračuje před páteří dolů k nohám. Z oblouku aorty odstupují cévy zásobující hlavu a srdce, z dolních partií cévy pro trup a dolní končetiny.

Duté žíly (venae cavae) vracejí krev z těla do pravé síně. Jejich průměr může být až 2.5 cm. Horní dutá žíla (**vena cava superior**) sbírá krev z hlavy, krku, rukou a horních oblastí trupu, dolní dutá žíla (**vena cava inferior**) ze zbytku těla.

Obrana proti nemocem

Od okamžiku kdy se narodíme, jsme vystaveni snahám mikroskopických vetřelců o proniknutí do našeho organismu. Naše těla naštěstí mají četné možnosti obrany. Některé z našich obranných reakcí jsou účinné proti každému mikroorganismu, jiné mohou být uzpůsobeny proti specifickým cílům.

Resistance brání naše tělo před infekcí. Má dva hlavní typy. **Specifická resistance** sestává z komplexu obranných mechanismů, které specificky rozpoznávají ty patogeny, se kterými mohou a mají reagovat. Tento druh resistance je uskutečňován imunitním systémem. **Nespecifická resistance** sestává z obecných fyzikálních a chemických bariér, které tvoří překážku pronikání patogenním mikroorganismům.

Mechanická resistance je zprostředkovaná fyzikálními faktory jako je fyzikální bariérou je kůže. Nejpovrchnější rohová vrstva kůže se sestává ze silně modifikovaných neživých buněk a představuje nepřekonatelnou překážku pro většinu mikroorganismů. Nepřetržitý proud slz smývá mikroorganismy z povrchu oka. Buňky vystylající vnitřní povrch průdušnice jsou vybaveny řasinkami a produkují lepkavý hlen. Mikroorganismy uvězněné ve vrstvě hlenu jsou odstraňovány z **dýchacích cest** neustálým pohybem řasinek.

Chemická resistance je založena na tělem vytvářených chemických látkách, které jsou pro bakterie toxické. Například kůže je chráněna produkcí kyselého olejovitého kožního mazu. Kožní maz některé druhy bakterií usmrcuje, jiným druhům brání v pomnožení. Pot, slzy a sliny obsahují chemickou látku zvanou **lyzozym**, která ničí mnohé druhy bakterií tím, že rozkládá jejich buněčnou stěnu. Dalším z mechanismů chemické resistance, účinným proti řadě bakterií, je sekrece kyseliny solné buňkami sliznice žaludku.

Interferony jsou bílkoviny poskytující ochranu proti četným druhům virových infekcí. Jsou produkovány buňkami infikovanými virem a stimulují sousední buňky ke tvorbě látek, které zastaví množení virů a ty postupně vymírají.

Zánět představuje základní obrannou reakci proti infekci. Buňky, které byly napadeny a poškozeny patogenními mikroorganismy, uvolňují do okolí různé působky, jako je např. **histamin**. Uvolňované látky vyvolají rozšíření krevních cév - vazodilataci. Tak se zvýší průtok krve do poškozené oblasti, což se projeví zarudnutím a otokem. Z krevního oběhu jsou do místa infekce **přivolávány** fagocyty buňky. Ničí tam mikroorganismy vyvolávající poškození. Souhrn zánětlivých reakcí vede ke **zhojení** postižené oblasti.

Fagocyty jsou buňky, které pohlcují jiné buňky a jejich zbytky. Většina fagocytů je druhem bílých krvinek. Fagocyty zbavují organismus cizorodého materiálu jako jsou patogenní mikroorganismy, prach a mrtvé buňky. V procesu nazývaném fagocytóza, fagocyty pohlcují a rozkládají mrtvý nebo cizorodý materiál. Nahromaděním většího množství odumřelých fagocytů vzniká bělavá vazká tekutina - **hnis**.

Komplement je skupina krevních bílkovin pomáhajících zneškodnit patogenní mikroorganismy, které pronikly do organismu. Komplement sestává z více než 24 bílkovin které cirkulují v krevním oběhu. Účinek komplementu je nespecifický a je aktivován celou řadou patogenů. Komplement aktivuje fagocyty a účastní se tak na vzniku zánětu. Podílí se však i na specifických obranných reakcích imunitního systému. Mechanismem účinku komplementu je porušení

celistvosti bakteriální stěny, takže bakterie nejsou chráněny před vnějším prostředím a rozpadají se.

Bakteriální flóra osidluje povrch těla a výstelky otevřených tělních dutin. Tyto normálně neškodné bakterie se na obraně proti infekci účastní tím, že patogenním mikroorganismům brání usadit se na těchto površích. Nebezpečnými však mohou stát i bakterie normální flóry pokud proniknou z tělesných povrchů do organismu.

Horečka je zvýšení tělesné teploty nad normální hodnotu. Je vyvolávána účinkem pyroxenů, které jsou produkovány bílými krvinkami a mění nastavení tělesného "termostatu" v hypothalamu. Tak může teplota našeho těla vystoupit až na 40° C. Při takto vysoké teplotě se bakterie nemohou množit. Současně je však nepříznivě ovlivněna činnost mozku, což může vyústit až ve stav zvaný delirium.

Lymfatický (mízní) systém odvádí část mimobuněčné tekutiny zpět do krve a odstraňuje z ní cokoli, co může vyvolat nemoc. Mízní oběh je jednosměrný, vrací tekutinu do krevního oběhu. Pomáhá také imunitnímu systému bojovat s infekcí a přenáší tuky vstřebané ve střevech.

Extracelulární (mimobuněčná) tekutina zahrnuje tkáňový mok, mízu (lymfa) a krevní plasmu. Patří k ní i mozkomíšní (cerebrospinalní) mok, kloubní (synoviální) tekutina a produkty žláz. Tyto tekutiny tvoří 30% tělesné vody. Zbytek 70% je tvořen buněčnou vodou.

Tkáňový mok je také nazýván **intersticiální tekutinou**, protože se nachází v prostorech mezi buňkami - intersticiu. Vzniká z tekutiny, která vystupuje z krevních kapilár. Většina této tekutiny se vrací zpět do kapilár, pouze menší část vstupuje do mízních cév. Složením je tkáňový mok podobný plazmě, obsahuje však méně bílkovin. Prochází jím látky z kapilár do buněk a tvoří prostředí, které buňky potřebují ke svému životu.

Lymfa (míza) je tekutina proudící lymfatickým systémem. Obsahuje mnohé rozpuštěné látky, bílé krvinky zvané lymfocyty a zbytky mikroorganismů, které vnikly do těla. Míza má mléčné zabarvení, protože obsahuje mikroskopické kapénky tuku, zvláště po jídle.

Lymfatické (mízní) cévy přijímají tekutinu ze tkání, která je obklopují. Tekutina je sbírána do malých cév - **mízních vlásečnic**, pak postupuje do větších cév - mízních kmenů a nakonec do dvou největších mízních cév - mízovodů (**hrudního mízovodu** a **pravostranného mízovodu**). Většina mízy protéká hrudním mízovodem, který končí v žilách blízko srdce. Na rozdíl od krevního oběhu, mízu neprohání systémem žádná pumpa. Pohání ji stahy svalů v těsné blízkosti příslušných cév. V cévách jsou také chlopně, které brání zpětnému toku mízy.

Lymfatické cévy tenkého střeva leží uvnitř klků tenkého střeva sbírají drobné kapénky vstřebaného tuku. Ten pak putuje lymfatickými cévami do krve.

Lymfatické uzliny jsou zařazeny v systému lymfatických cév a působí jako filtry protékající mízy. Lymfa přichází do uzliny, kde jsou buňky těla cizí i jejich zbytky nejprve vycíťány a

později likvidovány. Na tomto očistném procesu se podílejí specializované bílé krvinky - lymfocyty a fagocyty. Jakmile je lymfa profiltrována, odtéká z uzliny. Uzliny jsou rozmístěny v celém těle, velmi početné jsou v podpaží a v tříslích.

Slezina je součástí lymfatického systému a tvoří se v ní lymfocyty i fagocyty určené k boji s infekcí. Před narozením se ve slezině vytvářejí i červené krvinky. Po narození je tvorba červených krvinek ve slezině ukončena. Slezina pak filtruje krev a odstraňovat přestárlé krevní buňky, které již nemohou účinně fungovat.

Thymus (brzlík) je žláza umístěná za horní částí prsní kosti (sterna). Je značně velká u menších dětí, v dospělosti je relativně menší. Thymus se podílí na činnosti dvou rozdílných systémů. Jako součást lymfatického systému pomáhá produkovat T buňky, které brání infekci. Jako součást endokrinních žláz produkuje hormony, které umožňují dozrávání T lymfocytů.

Lymfatická tkáň dutiny ústní, nosohltanu a střeva napomáhají chránit trávicí a dýchací systém před infekcí. Má významnou úlohu v celkových obranných mechanismech organismu.

Imunitní systém je součástí specifické obrany organismu. Tvoří lymfocyty, které rozpoznávají cizí antigenní molekuly a reagují s nimi. Imunitní systém si rovněž ukládá do paměti informace o antigenech, se kterými se setkává. Tak se stáváme **imunní** vůči určité nemoci, což znamená, že ji nemůžeme dostat podruhé. Již při narození máme tzv. **přirozenou imunitu** k některým chorobám a později během života získáváme **adaptivní imunitu** k ostatním nemocem. Adaptivní imunitní systém má dvě složky - protilátkovou imunitu a buněčnou imunitu.

Antigen je jakákoliv, která vyvolá reakci imunitního systému. Většina antigenů jsou bílkoviny a tvoří na příklad složky povrchu bakterií nebo virů.

Protilátka (imunoglobuliny) se specificky vážou na molekuly antigenu. Jsou produkovány lymfocyty, které je uvolňují do krve a dalších tělních tekutin. Každá protilátka má specifickou rozpoznávací strukturu a je tak schopna reagovat pouze s určitým antigenem patogenu. Protilátka buďto sama patogen zneschopní, nebo napomůže jeho zničení fagocyty nebo komplementem.

Imunitní odpověď je reakce imunitního systému na cizí antigen. Když se imunitní systém setká s určitým antigenem poprvé, vytváří proti němu protilátky. Tato tzv. **primární odpověď** vyžaduje několika dnů, během nichž může antigen vyvolat onemocnění. Jestliže se však imunitní systém setká s tímž antigenem podruhé, reaguje ve velmi krátké době tvorbou velkého množství účinné protilátky. Tato tzv. **sekundární odpověď** je většinou stačí zabránit vstupu způsobilý další onemocnění - neonemocníme tedy podruhé.

Humorální imunita je jednou ze složek imunitního systému, která používá ke zničení vstřelců protilátky. Je také nazývána **protilátková imunita**. Tato forma obrany je účinná proti většině patogenních bakterií a také proti některým virům. Je založena na činnosti **B lymfocytů**, které po styku s infikujícími mikroorganismy přemění na **plazmatické buňky** produkující protilátky. Současně se jiné B lymfocyty přemění v **paměťové buňky**. Ty si "zapamatují" antigeny původce

nákazy, takže při opakované infekci mohou na opětné proniknutí stejných mikroorganismů urychleně reagovat tvorbou účinných protilátek. Zatímco plazmatické buňky přežívají jen několik dnů, paměťové buňky žijí měsíce až roky.

Buněčná imunita je zprostředkována buňkami, které mohou přímo napadat a ničit jiné buňky, rozpoznané jako cizí nebo poškozené. Chrání naše tělo před některými druhy virů, bakterií a je rovněž prostředkem likvidace vlastních buněk postižených nádorovým procesem. Jejím nástrojem jsou **T lymfocyty**.

Autoimunitní poruchy jsou způsobeny tím, že imunitní systém vytváří protilátky proti vlastním buňkám a tkáním. Buňky jsou tak poškozovány nebo ničeny. Patří sem některá neurologická, kožní i endokrinní onemocnění,

Imunizace, vakcinace (očkování) je způsob zvyšování resistance organismu proti určité infekci. Rozeznáváme dva druhy imunizace. Při **aktivní imunizaci** obsahuje vakcína antigeny patogenních mikroorganismů, které jsou však tak upraveny, že nemohou vyvolat onemocnění. Organismus reaguje tvorbou protilátek a je tak do budoucnosti chráněn před vznikem onemocnění. Při **pasivní imunizaci** se podávají hotové účinné protilátky proti určitému patogenu, získané od osob nebo zvířat, které onu infekci již prodělali. Takto získaná imunita nechrání tak dlouho jako ta získaná aktivní imunizací, protože podané protilátky jsou postupně odbourávány a nové se netvoří.

Alergie je abnormální imunitní odpověď na antigen. Je při tom uvolňována látka zvaná histamin, která mění činnost některých tělesných systémů. Látky, které vyvolávají alergické reakce jsou nazývány alergeny. Vyvolávají celou řadu symptomů (příznaků), od zarudnutí kůže nebo kýchání až k astmatu či ztrátě vědomí. Některé typy alergických odpovědí nastupují téměř okamžitě, jiné se projeví až po několika hodinách.

Anafylaktický šok je život ohrožující alergická reakce, při které imunitní systém reaguje produkcí velkého množství histaminu a dalších působků. Ty způsobují silné rozšíření krevních cév, což vede k šoku. Anafylaktický šok nastupuje během minut a rychle se stává nebezpečným. Způsobují ho silné alergeny jako je jed v žihadlech hmyzu, některá farmaka a určité druhy mořských jídel.

Odvržení cizorodé tkáně mechanismy imunity je jedním z problémů při transplantaci tkání nebo orgánu. Po transplantaci reaguje imunitní systém příjemce na cizí buňky tak silně, že je usmrcuje. Odhojení transplantované tkáně nazýváme rejekce (odvržení). Tato reakce je slabší v případě, že dárce a příjemce jsou blízkými příbuznými, protože pak mají společné některé buněčné znaky, působící v úloze antigenu. Reakci lze farmakologicky tlumit.

Dýchací (respirační) systém

Respirační systém ve spolupráci s oběhovým systémem dodává jednotlivým buňkám kyslík a tím umožňuje aerobní metabolismus. Zbavuje také tělo oxidu uhličitého, který je odpadním produktem metabolismu.

Dýchací cesty umožňují výměnu vzduchu mezi okolním prostředím a plicemi. Začínají nosní dutinou, odtud vzduch proudí do nosohltanu, hrtanu, pňdušnice, pňdušek a dále až do

mikroskopických váčků v plicích zvaných alveoly. Membrána vystýlající většinu dýchacích cest vytváří hlen, který zachytává cizorodá tělíška, jako jsou bakterie a prach. Hlen je transportován do nosohltanu kmitáním řasinek výstelky dýchacích cest.

Při vdechu nosem proudí vzduch nejprve vzduchem vyplněným prostorem, nosní dutinou, kde se ohřívá a zvlhčuje. Po průchodu nosohltanem vstupuje do hrtanu, který je spojen s tracheou (průdušnicí). Hrtan (larynx) obsahuje vazy hlasové a je zdrojem lidského hlasu. Vstup do hrtanu může být při polykání uzavřen chrupavčitou příklopkou zvanou epiglotis.

Trachea (průdušnice) je zpevněna chrupavčitými prstenci a přechází v bronchy a jejich větve.

Plíce jsou uloženy v hrudní dutině a jsou chráněny hrudním košem. Každou plíci obaluje vazivová blána, která také vystýlá vnitřní povrch hrudní dutiny (pohrudnice). Úzký prostor mezi nimi vyplňuje vrstvička tekutiny, která usnadňuje vzájemné posuny obou blan při dýchání.

Alveolus (plicní sklípek) je tenkostěnný váček s vnitřním povrchem potaženým vrstvičkou kapaliny, který umožňuje výměnu plynů mezi vzduchem a krví. Skupina alveolů vypadá jako drobný hrozen obklopený sítí kapilár. Alveoly jsou sice velmi malé, jejich počet je však obrovský. Plíce dospělého člověka obsahují více jak 300 milionů alveolů a celková plocha jejich povrchu je asi 70 m².

Alveolární (alveolokapilární) membrána odděluje vzduch a krev. Je složená ze stěny alveolu a stěny přilehlé kapiláry a je zpravidla tenčí než 0,001 mm. Plyny přes ní snadno přestupují difuzí. Na straně obrácené do alveolu lemují alveolokapilární membránu vrstvička tekutiny. V ní se kyslík rozpouští, když přes membránu přestupuje.

Dýchání a výměna plynů je nepřetržitý proces, který přivádí do plic čerstvý vzduch a vyměňuje jej za vypořebený. Vdechovaný vzduch obsahuje kyslík, který přechází do krve a s ní pak do těla. Vydechovaný vzduch obsahuje oxid uhličitý, který putuje opačným směrem.

Dýchání (ventilace) je pohyb vzduchu dovnitř a ven z plic. Plíce nemají vlastní svaly. Vzduch do nich i z nich proudí v důsledku změn objemu hrudní dutiny. Takové změny jsou vyvolávány činností bránice a interkostálních (mezižeberních) svalů. Na hlubokém dýchání se podílejí i další svaly. Krční svaly objem hrudní dutiny zvětšují, zatímco břišní jej zmenšují.

Bránice je vyklenutá svalová přepážka oddělující thorax (hrudník) od břicha. Když se nadechujeme bránice se stahuje a tím oplošťuje. To zvětšuje objem hrudní dutiny a nasává vzduch do plic. Při normálním dýchání spolupracuje bránice s interkostálními svaly, které zdvihají žebra.

Vdech (inspirium) je pohyb vzduchu do plic. Při vdechu se bránice stahuje a zevní mezižeberní svaly zdvihají žebra. Společně tyto dva pohyby zvětšují objem hrudní dutiny. Následuje zvětšení objemu plic a pokles tlaku v jejich nitru. Atmosferický vzduch má pak vyšší tlak než vzduch uvnitř plic. Dokud se tlaky vně a uvnitř nevyrovnají, vzduch proto proudí dýchacími cestami do plic.

Výdech (expirium) je pohyb vzduchu ven z plic. Během výdechu povolí stah bránice a mezižeberních svalů a objem hrudní dutiny se zmenší. Plíce jsou stlačovány, tlak vzduchu v nich stoupá až převyšuje tlak v okolní atmosféře. Důsledkem toho proudí vzduch ven z plic. Výdech je

normálně pasivní (nestahují se při něm žádné svaly), při hlubokém dýchání se však mohou aktivovat i výdechové svaly. Ty pak výdech urychlí a stlačí hrudník na menší objem. Následující vdech pak může přivést do plic více vzduchu.

Dechová frekvence je počet dechů za jednotku času - v klidu je asi 12-15 krát za minutu. Při námaze se frekvence dechů více jak zdvojnásobuje. Frekvence dýchání je určována **respiračním** (dechovým) **centrem** v mozkovém kmeni. I když je možné dýchání ovlivňovat vůlí, mozkový kmen dýchání neustále kontroluje.

Výměna plynů se uskutečňuje uvnitř plic procesem, zvaným difúze. Vzduch, který vdechujeme (inhalujeme) obsahuje přibližně 21% kyslíku, ale vydechaný (exhalovaný) vzduch má kyslíku jen 16%. Zbylých 5% přestupuje z alveolů tenkou kapilární stěnou do krve. Odsud je kyslík roznášen do celého těla. Současně přestupuje opačným směrem oxid uhličitý. Vzduch, který vydechujeme obsahuje přibližně stokrát více oxidu uhličitého, než vdechovaný vzduch.

Celková kapacita plic je objem vzduchu v plicích na vrcholu maximálního nádechu. Přesná hodnota závisí na věku, pohlaví a stavbě těla, většina dospělých však má celkovou kapacitu plic kolem 6 litrů. Objem vzduchu, který se vymění jedním dechem se jmenuje **dechový objem**. Dechový objem je mnohem menší než celková kapacita. U dospělého člověka činí kolem 0,5 litru.

Vitální kapacita je objem vzduchu, který dokážeme v plicích vyměnit. Při namáhavé práci je dýchání podstatně hlubší než normálně. Plice se při nádechu více roztahují a při výdechu se více smršťují. Vitální kapacita je objem, který při takovém dýchání dokážeme jedním dechem vyměnit. U většiny lidí je asi desetinásobkem dechového objemu.

Reziduální (zbytkový) objem je minimální objem vzduchu, který vždy zůstává v plicích a nelze jej vydechnout. U dospělých představuje tento reziduální objem přibližně 1 litr.

Kašlán je reflexní činnost, která očišťuje horní úseky dýchacích cest. Začíná neobvykle hlubokým nádechem. Pak se hlasivky stáhnou a uzavře se hlasová štěrbina, takže se vzduch zadržuje v plicích. Současně se začnou stahovat výdechové svaly a zvyšují tlak vzduchu v plicích. Hlasová štěrbina se náhle otevře a proud vzduchu vyletí z úst rychlostí až 160 km/hod. **Kýchnutí** je podobné kašli, ale vzduch při něm prochází spíše nosem.

Trávicí systém

Všichni musí jíst aby žili, požití potravy je však jen prvním stupněm k jejímu využití. Téměř vše, co je požit, musí být rozloženo předtím než to může být využito. To je prováděno trávicím systémem. Většina potravin se skládá z látek, tvořených komplexními molekulami. Před tím než tělo může tyto látky vstřebat, rozloží je na menší jednotky. Jakmile je štěpení dokonáno, mohou živiny ze strávené potravy přestupovat do těla.

Trávicí systém je systém orgánů, které spolupracují na trávení potravy. Hlavní částí trávicího systému je trubice nazývaná **gastrointestinální trakt** nebo **alimentární kanál**. Tato trubice probíhá od úst k řiti a je okolo 9 m dlouhá. Její struktura se mění tak, aby dostála různým účelům. Například esofagus (jícen) má stěny ze silné svaloviny, která je využívána při polykání,

zatímco tenké střevo je lemováno klky, které vstřebávají strávenou potravu do těla. Trávicí systém také obsahuje další orgány, které se podílejí na rozkladu potravy. Jsou to jazyk, zuby, slinné žlázy, játra, žlučník a pankreas.

Peritoneum (pobřišnice) je vazivová blána, která vystýlá dutinu břišní a ukotvuje trávicí trakt ke stěně břišní dutiny. Obsahuje nervy, krevní a lymfatické cévy. Část z něj tvoří tzv. okruží **mesenterium** spojující stěnu břicha s břišní částí trávicího traktu a udržující trávicí orgány na správném místě.

Přijímání potravy - požití potravy začíná jejím polknutím a tím začíná i její cesta trávicím traktem. Ta trvá do dvou dnů. Do jejího ukončení jsou všechny využitelné látky z potravy ztráveny a vstřebány.

Trávení cukrů (sacharidů) probíhá hlavně v tenkém střevě a podílí se na něm následující enzymy: slinná amyláza, pankreatická amyláza, maltáza, sacharáza a laktáza. Komplexní řetězce polysacharidů jsou štěpeny na disacharidy, které jsou štěpeny dále na monosacharidy. Monosacharidy mají dostatečně malou molekulu, aby mohly být beze změn vstřebány. Některé sacharidy nemohou být tráveny. Ty pak tvoří vlákninu potravy.

Trávení bílkovin probíhá v žaludku a v tenkém střevě a podílí se na něm kyselina chlorovodíková a následující enzymy: pepsin, trypsin a další peptidázy. Molekuly proteinů jsou štěpeny na krátké peptidické řetězce a posléze na jednotlivé aminokyseliny, které mohou být vstřebány v nezměněné podobě.

Trávení tuků probíhá v tenkém střevě a podílí se na něm soli žlučových kyselin a enzym lipáza. tuky jsou štěpeny tak, že vznikají mastné kyseliny a monoacylglyceroly. Obě látky jsou v podobě jemných kuliček nazývaných **micely**. Strávené tuky se nedostávají přímo do krve. Procházejí stěnou trávicího traktu do lymfatických cév nazývaných miznic.

Resorpce je přesun strávené potravy z trávicího traktu do těla. Při vstřebávání přestupují cukry a aminokyseliny z proteinů stěnou trávicího traktu do krve, zatímco tuky se dostávají do lymfy. Živiny jsou pak přenášeny do míst, kde jsou využívány. Krev rozvádí živiny do tkání po celém těle, kde se dostávají do tkáňového moku a pak do jednotlivých buněk. Zde mohou být rozloženy buněčnými oxidacemi ("buněčné dýchání") při získávání energie, nebo využity pro tvorbu nových látek, které buňka potřebuje.

Zuby rozměňují potravu tak, aby mohla být polykána. Také ji žvýkají a vytvářejí tím větší povrch pro činnost trávicích enzymů. Zuby se tvoří v čelistech. Tkáň, která kosti čelistí pokrývá se nazývá **dásněň**. Když jsou zuby dostatečně vyvinuty, prorůstají (**prořezávají se** - erupce) dásněmi. Jakmile je zub zcela prořezán, přestává se zvětšovat. Během života člověk vystřídá dva typy chrupu složené celkem z 52 zubů. Počet, uspořádání a tvar zubů je označován jako **dentice** a zubní lékaři ji zaznamenávají v podobě **zubního vzorce**.

Povrchu zubů je kryt **sklovinou**. Sklovina je nejtvrďší materiál v těle. Je tvořena téměř výhradně vápenatými solemi a pokrývá **korunku** zubu, která je částí zubu nad dásně. Na rozdíl od všech ostatních částí zubu není sklovina živá. Chrání zub před oděrem a zároveň ochraňuje měkčí tkáň uvnitř.

Dentin (zubovina) je v zubu nejhojnější tkání a dává mu jeho základní tvar. Není tak tvrdý jako sklovina, přesto je však velmi pevný. Tvoří vrstvu pod zubní korunkou a vybíhá dolů, kde tvoří ukotvení nazývané kořeny. Dentin obsahuje vápenaté sole a na rozdíl od skloviny i živé buňky.

Dřeň obsahuje krevní cévy, lymfatické cévy a nervy. Tvoří dentin a udržuje naživu vnitřní část zubu. Většina dřeně (zubní pulpa) je umístěna ve **dřeňové dutině**. Prostorami nazývanými **kořenové kanály** se dřeň dostává i do zubních kořenů.

Cement (tmel) pokrývá zubní kořeny. Vychází z něj vlákna, která kořeny zakotvují do dutiny v čelisti - **zubního lůžka**. Vazivo mezi zubním lůžkem a cementem je označováno **periodontium** (ozubice) jehož součástí je tzv. **periodontální vaz**. Ten při kousání působí jako tlumič nárazů.

Dentes decidui (mléčné zuby) se začíná se prořezávat v přibližně 6 měsících věku a jsou obvykle kompletní ve 32 měsících. Celkem je tvoří 20 zubů a sestává v horní i dolní čelisti ze 4 řezáků, 2 špičáků a 4 stoliček. Mléčné zuby mají velmi krátké kořeny. Před tím než jsou vytlačeny a nahrazeny definitivními zuby jsou jejich kořeny zčásti resorbovány. To usnadňuje jejich ztrátu při různých nehodách.

Trvalé zuby (definitivní chrup) jsou tvořeny 32 zuby. Začínají se objevovat v 6 letech a dentice je úplná v časně dospělosti. V každé čelisti se nachází 4 řezáky, 2 špičáky, 4 zuby třenové a 6 stoliček. Řezáky, špičáky a třenové zuby nahrazují zuby mléčné, ale stoličky vyrůstají navíc a vyvíjejí se při prodlužování čelisti. Trvalé zuby mají delší kořeny než zuby mléčné a jsou velmi pevně zakotveny v čelistech.

Zubní kaz (karies) je porušení skloviny a dentinu v zubu. V těžkých případech je vnitřek zubu infikován a odumírá.

Ústa jsou vstupem do trávicího systému. Prostor uvnitř úst se nazývá **dutina ústní**. Stejně jako ve většině částí trávicího traktu je v ústech mnoho bakterií. V ústech je potrava před polknutím drcena zuby a promíchána se slinami. Jazyk hraje roli při jídle a hovoru a jsou na něm chuťová čidla. Chuťové pohárky na jeho povrchu reagují na látky, které jsou součástí potravy. Při řeči tvoří hlasivky základní zvuky, které jazyk modifikuje změnou prostoru uvnitř úst.

Slinné žlázy tvoří sliny, které patří mezi trávicí šťávy a pomáhají potravě sklouznout do hltanu. Obsahují enzym **slinnou amylázu**, která rozkládá škrob. Sliny jsou tvořeny hlavně třemi páry žláz spojených s ústy krátkými vývody (dukty). **Příušní žlázy** jsou ve tvářích, **žlázy podjazykové** jsou pod jazykem a **žlázy podčelistní** jsou také pod jazykem, blízko jeho kořene. Sliny jsou tvořeny průběžně, jejich tvorba se výrazně zvýší při pocítění vůně potravy, nebo při pohledu na ni. Takové náhlé spuštění tvorby slin způsobí jejich "sbíhání" v ústech.

Polykání je přesun potravy nebo nápoje z úst do jícnu. Na polykání se podílí jak vůlí řízené, tak i automatické pohyby. Jazyk pod kontrolou vůle pohybuje potravou směrem ke konci dutiny ústní. Potrava se dostává do hltanu, kde spustí peristaltickou vlnu, která ji vtlačí do jícnu a jícnem do žaludku. Ve stejný okamžik uzavírá epiglotis (záklopka hrtanová) vstup do průdušnice. Tím zabrání vniknutí potravy do plic. Při **zvracení** probíhá celý děj opačně a obsah žaludku se vyprazdňuje. Tento reflexní děj je důležitou obranou proti škodlivým látkám. Může však být spuštěn i mnoha onemocněními.

Jícen (esofagus) převádí pomocí peristaltiky potravu z úst do žaludku. Na rozdíl od průdušnice (trachea), která je před ním, nemá vyztužené stěny a pokud nepracuje je naplocho smáčknut.

Žaludek je jedním z nejelastičtějších orgánů v těle. Jakmile je naplněn potravou, začíná trávení. Žaludek se nachází pod bránicí, na vrcholu dutiny břišní. Jeho horní konec je spojen s jícnem a dolní s duodenem. Žaludek skladuje potravu, a tvoří silnou trávicí šťávu, která rozkládá proteiny. Svalovina ve stěnách je velmi silná, takže dokáže rozmačkat potravu tak, aby mohla být trávena. Svalovina je podle směru vláken rozdělena na tři vrstvy - podélnou, kruhovou a šikmou.

Žaludeční šťáva je tvořena **žaludečními žlázkami** ve sliznici žaludku. Žlázy jsou umístěny v **žaludečních jamkách**. Žlázy produkují **pepsin**, enzym štěpící bílkoviny na menší molekuly nazývané peptidy. Pepsin nejlépe pracuje v kyselém prostředí, které je zajišťováno současně produkovanou **kyselinou chlorovodíkovou**. Kyselina také zabíjí bakterie požitě společně s potravou. Žaludek se sám nestráví, protože pepsin nepracuje dokud se nsmísí s kyselinou a také díky tomu, že žlázy produkují hlen, který vytváří na stěně ochrannou vrstvu.

Chymus je tekutý obsah trávicí trubice. Vzniká v žaludku promísením potravy se žaludeční šťávou.

Dolní svěrač jícnu kontroluje množství potravy vstupující do žaludku. **Pylorický svěrač** je kruhový sval, uzavírající dolní část žaludku. Při požívání jídla uzavírá pylorický svěrač spojení mezi žaludkem a duodenem. Když je potrava natrávena, pootevře se svěrač a umožní tak průtok chymu. Potraviny bohaté na tuk nebo bílkoviny mohou zůstat v žaludku až tři hodiny, zatímco potraviny bohaté na cukry se obvykle nezdrží déle než hodinu.

Pohyby stěny trávicího traktu

Větší část alimentárního kanálu je obklopena dvěma vrstvami hladké svaloviny. Při peristaltice tyto svaly spolupracují a tlačí potravu dopředu. Vnitřní vrstva **kruhové svaloviny** se stahuje za potravou a zužuje tak kanál. Současně se před potravou stáhne zevní vrstva **podélné svaloviny** a kanál tak rozšíří. Výsledkem je pohyb potravy vpřed. Peristaltika je využívána také v jiných částech těla jako např. v uretotech, které přenášejí moč z ledvin do močového měchýře.

Játra a pankreas se podílejí na trávení, hrají však životně důležitou roli při vyrovnávání kolísání chemického složení krve. Tyto dva orgány společně zajišťují, že je vyváženo složení krve tak, aby tělo mohlo pracovat s maximální účinností.

Játra jsou největším vnitřním orgánem těla a u dospělých váží okolo 1,4 kg. Jsou rozdělena na dva laloky a vyplňují většinu pravé horní části břicha (abdomen). Játra provádějí stovky chemických reakcí a skladují do chvíle než jsou zapotřebí životně důležité chemické látky jako jsou vitamíny a glykogen. Na trávení se podílejí pouze sekrecí žluči. Jejich hlavní úlohou je pomocí portálního oběhu sbírat krev z alimentárního kanálu a před tím než se dostane do zbytku těla vyrovnávat její chemické složení.

Žluč je žlutozelená tekutina tvořená játry. Obsahuje okolo 97% vody. Žluč obsahuje vylučované látky včetně cholesterolu a barviva **bilirubinu**, který je tvořen při rozkladu červených krvinek. Tato látka dává žluči její barvu. Žluč také obsahuje **žlučové kyseliny**, tvořené játry a využívané při trávení. Žluč vytéká do duodena, které je částí tenkého střeva. Tam žlučové kyseliny **emulgují** tuky; to znamená, že je převádějí do co nejmenších kapiček, které lze snadněji strávit.

HLAVNÍ FUNKCE

JATER

Funkce	Vykonávaná činnost	Funkce	Vykonávaná činnost
Regulace hladiny glukózy v krvi	Resorbují nadbytečnou glukózu; uvolňují ji, pokud její hladina v krvi poklesne	Metabolismus bílkovin	Shromažďují aminokyseliny a užívají je pro tvorbu bílkovin; pomocí deaminace rozkládají nadbytečné aminokyseliny
Metabolismu s tuků	Přeměňují tuky do skladovatelné podoby, nebo je pro uvolnění energie rozkládají; tvoří většinu cholesterolu v těle	Tvorba žluči	Tvoří žluč a soli v ní rozpuštěné
Skladování vitamínů	Skladují několik vitamínů včetně A, D a B ₁₂	Detoxikace	Odstraňují jedovaté chemické látky z krve a rozkládají je
Skladování minerálů	Ukládá se v nich železo a měď, dva prvky potřebné k tvorbě hemoglobinu	Rozklad hormonů	Odstraňují hormony z krve a rozkládají je

Obrázek na pozadí:
mikrofotografie ukazující řez játry

Slinivka břišní (pankreas) je protáhlý, štíhlý orgán ležící vodorovně pod žaludkem. Je součástí trávicího i endokrinního systému. Pankreatické buňky, soustředěné v exokrinní části žlázy (acinech) secernují enzymy využívané při trávení. **Acinus** (mn.č. **acini**) je tvořen kulatým shlukem buněk, které trubicí nazývanou **pankreatický vývod** uvolňují pankreatickou šťávu do duodena. Buňky, které tvoří hormony jsou součástí endokrinní části pankreatu, nazývané **Langerhansovy ostrůvky** a uvolňují hormony přímo do krve. Tvoří hormony inzulín a glukagon, které řídí hladinu glukózy v krvi.

Pankreatická šťáva obsahuje vodu, enzymy a NaHCO₃. Mezi enzymy pankreatické šťávy jsou **pankreatická amyláza**, která tráví škrob, **lipáza**, trávící tuky a **trypsin** rozkládající bílkoviny. Bikarbonát způsobuje to, že šťáva je lehce alkalická, takže může neutralizovat kyselinu přicházející ze žaludku. Uvolňování pankreatické šťávy je odpovědí na hormonální a nervové podněty tvořené při vyprazdňování žaludku.

Střevo tvoří okolo 80% celkové délky trávicího traktu. Nachází se v dolní části dutiny břišní a je svinuto a naskládáno tak, aby se vešlo do tohoto omezeného prostoru.

Tenké střevo začíná za pylorickým svěračem těsně pod žaludkem a končí slepého střeva. Dělí se na tři části - duodenum, jejunum a ileum. U dospělého je tenké střevo dlouhé téměř 6,5 m, ale napříč má pouze 2,5 cm. Tenké střevo dokončuje proces trávení a umožňuje vstřebávání živin,

vody a některých dalších látek do krve. Jeho buňky produkují různé trávicí enzymy. Mezi ně patří **peptidázy**, které štěpí bílkoviny na části nazývané peptidy, **maltáza**, která štěpí maltózu a sacharáza, která štěpí řepný cukr (sacharózu). Děti a většina dospělých také produkují laktázu, která štěpí laktózu.

Duodenum je první část tenkého střeva, dlouhá asi 25 cm. Dostává se do něj chymus ze žaludku, trávicí šťávy z pankreatu a žluč ze žlučníku. Uvolňuje také vlastní trávicí enzymy. Sliznice duodena tvoří chlopněvitě klky a je pokryta zásaditým hlenem. Ten jí chrání před kyselinou a enzymy.

Jejunum je střední část tenkého střeva a tvoří enzymy, které dokončují proces trávení.

Ileum je okolo 4 m dlouhé. Jeho hlavní funkcí je vstřebávání látek uvolněných z potravy trávením v žaludku, duodenu a jejunu. Ileum končí **ileoceokálním svěračem**, přes který je spojeno se slepým střevem.

Tlusté střevo je trubice přibližně 1,5 m dlouhá a 6,5 cm široká. Neprobíhá v něm trávení, ale vstřebávají se látky, jako je např. vitamín K, produkované bakteriemi z nestrávených zbytků. Tlusté střevo také vstřebáváním vody pomáhá udržet rovnováhu tekutin v těle. Skládá se ze čtyř částí - slepého střeva, kolon, rekta a řitního kanálu.

Slepé střevo je krátký, slepě končící vak. Z něj odstupuje úzký trubicovitý výběžek nazývaný **appendix**. Slepé střevo a ani appendix nemají u lidí pro trávení velký význam.

Kolon (tračník) je široká trubice, která nejdříve stoupá k vrcholu dutiny břišní, pak ji kříží až nakonec klesá dolů. Dělí se na čtyři části - **tračník vzestupný**, **tračník příčný**, **tračník sestupný** a **esovitá klička (sigmoideum)**. Z přicházejících nestrávených zbytků vstřebává tračník 90% tam obsažené vody, a změní je tak z tekutiny v pevnou **stolici (faeces)**

Rektum je poslední část tlustého střeva. Zadržuje se v něm stolice před tím, než je z těla vypuzena procesem nazývaným **defekace**.

Výživa a metabolismus

Metabolismus (látková přeměna) zahrnuje procesy uvolňování energie živin i tvorbu a obměnu vlastních složek těla. Zahrnuje i chemické pochody procesů řízení v těle.

Anabolismus je ta část metabolismu, při níž jsou chemické látky v těle tvořeny. Příkladem anabolických reakcí jsou tvorba bílkovin z aminokyselin a tvorba glykogenu z glukózy.

Katabolismus je ta část metabolismu, při níž jsou chemické látky v těle rozkládány. Tyto reakce obvykle uvolňují energii, kterou tělo může využít pro reakce anabolické. Některé z nich také poskytují chemické stavební kameny, které mohou být užity pro tvorbu jiných sloučenin. Příkladem katabolické reakce je rozklad glukózy a škrobu.

Bazální metabolismus je měřena za standardních podmínek za tělesného klidu je naměřená hodnota uvolněné energie. Ukazuje kolik tělo potřebuje energie za časovou jednotku pro základní pochody jako jsou dýchání a pohon krve. Ve zdravém těle jsou metabolické reakce pečlivě regulovány, takže látky jsou ve správnou chvíli tvořeny správnou rychlostí.

Respirace je pochod, při kterém je kyslík dopravován k jednotlivým buňkám, aby jej mohly využít při oxidaci živin. **Buněčná** neboli **vnitřní respirace** (dýchání) probíhá v buňkách. Složky potravy, např. glukóza jsou při tom odbourávány řadou chemických reakcí, z nichž většina vyžaduje přívod kyslíku. Tyto reakce uvolňují energii, kterou pak tělo využívá. **Zevní respirace** dodává kyslík buňkám těla a tím umožňuje respiraci vnitřní. Její součástí je i ventilace, kterou uskutečňuje respirační (dýchací) systém.

ATP (adenosintrifosfát) obsahuje velké množství chemicky vázané energie. Je tvořen spřežením procesů oxidace a fosforylace. ATP uchovává energii a dopravuje ji, kam je třeba. Molekula ATP může energii uvolnit při buněčných pochodech jako je přenos přes membránu, syntéza látek nebo při činnosti buněčné kostry (stah svalu).

Výživa a dieta

Tělo potřebuje trvalý přísun látek, které představují stavební látky pro růst a obnovu a jsou zdrojem energie pro tělesné pochody.

Živiny jsou zdrojem chemicky vázané energie, mohou však být i stavebními látkami. **Vitamíny a minerály** tělo nemůže samo tvořit a proto jsou nezbytnou součástí potravy. Hrají důležitou roli při chemických dějích v těle. Je jich zapotřebí pouze malá množství, ale nedostatek i jen jednoho z nich může poškodit zdraví. **Minerální látky** jsou většinou anorganické sloučeniny, které jsou získávány z potravy, kuchyňské soli a pitné vody. Minerální látky jsou stavebními složkami a jsou nezbytné pro činnost mnoha enzymů.

Klíčové prvky

Prvek	Zdroj	Funkce	Symptomy nedostatku
Kalcium (Ca)	Mléčná jídla, listová zelenina, mořské ryby, ořechy, pitná voda	Pomáhá při tvorbě kostí a zubů; podílí se na nervové činnosti	Špatný vzrůst; křivice, osteoporóza, křeče
Chlór (Cl)	Kuchyňská sůl, mořské ryby, mléko, maso, vejce	Udržuje rovnováhu iontů v těle; tvoří v žaludku kyselinu	Svalové záškuby; apatie, zhoršená chuť k jídlu
Měď (Cu)*	Játra, maso, ryby, cereálie, houby, pitná voda	Podílí se na tvorbě kostí a produkci hemoglobinu	Anemie
Fluor (F)*	Mořské ryby, mořská sůl, pitná voda	Posiluje zuby a kosti	Zubní kaz (dental caries)
Jód (I)*	Ryby, koryši, mořská sůl	Nezbytný pro thyroxin	Zpomalení metabolismu; zvětšená štítná žláza (struma)
Železo (Fe)*	Červené maso, játra, listová zelenina, zrní,	Nezbytná část hemoglobinu	Anemie

	ořechy		
Hořčík (Mg)*	Maso, listová zelenina, celozrnné cereálie	Pomáhá při tvorbě kostí; umožňuje nervovou činnost	Zastavení růstu; poruchy chování; slabost
Mangan (Mn)*	Zelenina, ořechy zrní	Aktivuje mnohé enzymy	malý vzrůst
Fosfor (P)	Maso, mléko, mléčné produkty, ryby, cereálie	Pomáhá při tvorbě kostí; nezbytná součást DNA a ATP	Slabé a znetvořené kosti
Draslík (K)	Maso, mléko, cereálie, ovoce, zelenina	Udržuje rovnováhu iontů v těle; využíván při nervové činnosti	Svalová slabost
Sodík (Na)	Většina potravin s výjimkou ovoce	Udržuje rovnováhu iontů v těle; využíván při nervové činnosti	Svalové záškuby; apatie; snížená chuť k jídlu
Síra (S)	Maso, mléko, vejce, ořechy	Nezbytná část některých bílkovin	Poškozená tvorba bílkovin
Zinek (Zn)*	Maso, vejce, ryby, cereálie	Nezbytná část některých enzymů; podporuje hojení	Růstové poruchy; opožděná puberta; ztráta chuti k jídlu

Vitamíny rozpustné v

tucích

Vitamín	Zdroj	Funkce	Symptomy nedostatku
A (retinol)	Zelená a žlutá zelenina, rybí olej, žloutek, játra mléko	Důležitý pro růst a tvorbu zubů a kostí; využíván pro vidění; pomáhá předcházet infekcím	Šeroslepost, suchá, drsná kůže; snížená odolnost vůči infekci
D (Kalciferol)	Rybí tuk, žloutek; též je tvořen v kůži při oslunění	Reguluje využití fosfátů a vápníku při tvorbě kostí; pomáhá vstřebávání vápníku z potravy	Křivice - choroba při níž kosti a další pevné části těla rostou vadně
E (alfa tokoferol)	Listová zelenina, rostlinné oleje, celozrnné cereálie	Nezbytný pro tvorbu červených krvinek; umožňuje funkci	Rozpad červených krvinek

		některých enzymů; brání rozkladu mastných kyselin v buňkách	
K	Listová zelenina; též tvořen bakteriemi ve střevech	Podílí se na tvorbě látek umožňujících srážení krve	Neschopnost systému krevního srážení, vedoucí někdy ke krvácení z povrchu těla

Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamín	Zdroj	Funkce	Symptomy nedostatku
B ₁ (thiamin)	Celá zrna, játra, hrách, lusky, kvasnice, ořechy	Nezbytný pro funkci enzymů podporujících štěpení cukrů; pomáhá normální činnosti nervové a svalů	Beriberi - choroba způsobující slabost a záněty nervů
B ₂ (riboflavin)	Mléko, listová zelenina, vejce, sýry; též tvořen bakteriemi ve střevech	Pomáhá při tvorbě enzymů kontrolujících tvorbu a rozklad cukrů a bílkovin	Rozpraskaná kůže; poruchy vidění
Niacin	Libová masa, pšeničné klíčky, cereálie, ryby, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů zajišťujících tkáňové dýchání	Pellagra - choroba způsobující poruchy kůže a průjmy
B ₆ (pyridoxin)	Celozrnné cereálie, játra, žloutek	Pomáhá při tvorbě enzymů rozkládajících mastné kyseliny a aminokyseliny	Anemie, křeče
B ₁₂ (cyankobalamin)	Játra, ledviny, ryby, vejce, mléko, maso, ústřice	Pomáhá při tvorbě enzymů tvořících bílkoviny; podporuje tvorbu červených krvinek a využití cukrů	Anemie; poruchy funkce nervového systému
Kyselina pantotenová	Maso, celozrnné cereálie, zelenina, ořechy, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů štěpících cukry a tuky; podílí se na funkci nervů a tvorbě pohlavních hormonů	Poruchy nervového a trávicího systému
Kyselina listová (folová)	Listová zelenina, játra, pšeničné klíčky, ovoce, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů podílejících se na tvorbě nukleových kyselin; hraje roli při tvorbě červených krvinek	Anemie, defekty epitelu v ústech

Biotin	Játra, vejce, mléko, celá zrna, kvasnice; též tvořen bakteriemi ve střevech	Pomáhá při tvorbě enzymů štěpících tuky a cukry	Únava; deprese; nevolnost; poruchy kůže
C (kyselina askorbová)	Citrusové plody, rajská jablka, brambory, listová zelenina	Podporuje tvorbu kolagenu; podporuje růst kostí, zubů a krevních cév je nezbytný pro normální činnost mnoha enzymů; podporuje hojení ran	Oteklé dásně a krvácení z nosu; vážný nedostatek vyvolává onemocnění kurděje , které způsobuje vnitřní krvácení a otoky kloubů

Vylučovací systém

Všechny živé buňky tvoří chemické odpady, které jsou odváděny krví. Odpadní látky jsou potenciálně jedovaté a dříve, než se začnou v těle hromadit, musí být vyloučeny (exkrece). Vylučovací systém se skládá k ledvin, močových, močového měchýře a močové trubice. Odstraňuje dusíkaté odpadové látky v tekutině, kterou označujeme jako moč. Vylučovací systém odvádí rovněž nadbytečnou vodu a sole. Tím napomáhá udržovat stálý objem a osmotický tlak tělních tekutin. Na vylučování se podílejí i další orgány.

Moč je tekutina tvořená v ledvinách, obsahující rozpuštěné odpadní látky. Skládá se z vody (95%), solí a **močoviny**, která obsahuje dusík. Moč vzniká v ledvinách a její množství je řízeno hormony. Je-li krev koncentrovanější, hypofýza zvýší tvorbu antidiuretického hormonu (ADH). Ten sníží množství vytvořené moči a zadrží vodu v těle. Při snížené koncentraci osmoticky aktivních látek v krvi se tvorba ADH sníží a množství moče vzroste.

Ledviny jsou uloženy po obou stranách páteře na zadní straně břišní dutiny. Jsou hnědé a mají fazolovitý tvar. Tvorbou moče odstraňují z krve odpadní látky, sole a vodu. Každá ledvina je kolem 12,5 cm dlouhá a obsahuje přes 1 milion mikroskopických kanálků, kterým říkáme nefrony. Ve vnější části ledviny (v **kůře**) je krev filtrována do nefronů. Ve vnitřní části (ve **dřeni**) jsou látky pro tělo prospěšné vstřebány zpět do krve. Tekutina, která v nefronech zbyla je prostřednictvím trubic zvaných močovody odvedena do močového měchýře.

Nefron je funkční jednotkou ledvin. Skládá se ze tří částí - glomerulu, Bowmanova váčku a ledvinových tubulů. Bowmanův váček sbírá tekutinu filtrovanou z krevních vlásečnic. V průběhu ledvinových tubulů jsou z tekutiny zpětně vstřebávány tělu užitečné látky jako je glukóza, a spolu s nimi kolem 99% vody. Na konci tubulů tekutina obsahuje jen ty látky, kterých se tělo potřebuje zbavit.

Glomerulus je mikroskopické klubíčko kapilár na začátku nefronu. Tlak krve vytlačuje tekutinu z kapilár do nefronu. Stěny glomerulu tak působí jako filtr, který propouští vodu a sole, ale brání průchodu krevních buněk a většiny plazmatických bílkovin.

Ledvinové tubuly jsou mikroskopické trubičky tvořící nefron. Tekutina odtékající z Bowmanova pouzdra obsahuje řadu užitečných látek, jako je glukóza, sole a také velké množství vody. Při průtoku této tekutiny tubuly se vstřebává zpátky do krve všechna glukóza, většina vody a některé soli. Tubuly nefronu mají tři části. **Proximální tubulus** a **distální tubulus** jsou poměrně široké. Střední část, kterou tvoří **Henleova klička**, je dlouhá a tenká.

Ureter odvádí moč z ledvin do močového měchýře. Párové uretery mají stěnu tvořenou hladkou svalovinou a peristaltickými pohyby posouvají moč do močového měchýře.

Močový měchýř je pružný vak v dolní části břišní dutiny. Moč do něj přitéká dvěma uretery, ústíci na jeho zadní stěně. Při vyprazdňování odtéká moč **uretrou** (močovou trubicí). Vstup je do ní v klidu uzavřen stahem dvou svalových svěračů (sfinktery). Během **močení** se svěrače uvolní a moč může odtékat.

Dialýza je umělý způsob odstraňování odpadních látek a přebytečných tekutin z krve. Při ledvinovém selhání se v těle začnou hromadit odpadní látky. Bez léčení vzniká proto velmi nebezpečná situace. Dialýza je způsob léčení této poruchy. Nejběžnější je metoda **hemodialýzy**, při které prochází pacientova krev dializačním zařízením, neboli **umělou ledvinou**. Tam je krev zbavována odpadních látek a vrací se zpět do těla. Jedno takové léčení může trvat několik hodin a musí se pravidelně po několika dnech opakovat.

Reprodukční systém

Člověk se reprodukuje **pohlavním rozmnožováním**. Jeho součástí je tvorba pohlavních buněk, které jsou u muže a u ženy odlišné. Po pohlavním spojení tyto buňky splývají, dělí se a vzniká z nich nový jedinec. Reprodukční systém ženy vytváří během těhotenství vhodné prostředí pro vyvíjející se plod.

Pohlavní buňky (gamety) jsou tvořeny při **gametogenezi**. Ta zahrnuje zvláštní druh buněčného dělení, označovaného jako meióza. Při ní se buňky stávají haploidní, t.j. proti ostatním buňkám v těle mají jen polovinu chromozomů. Při pohlavním rozmnožování se mužská pohlavní buňka (spermie) spojuje s ženskou pohlavní buňkou (vajíčkem) a vytvoří jednu novou buňku s plným počtem chromozomů.

Spermie (spermatozoa, jedn.č. spermatozoon) jsou mužské pohlavní buňky. Mají oválnou hlavičku obsahující jádro, válcovitou střední část, ve které jsou mitochondrie, a štíhlý bičík. U dospělého muže se každý den vytvoří kolem 250 milionů spermií. Tomuto ději se říká **spermatogeneza**.

Varlata (testes, jedn.č. testis) jsou uložena v šourku (**scrotum**) mimo břišní dutinu. Mají proto poněkud nižší teplotu, než je teplota v dutině břišní. To je důležité pro tvorbu spermií. Každé varle obsahuje soubor stočených kanálků (**tubuli seminiferi**), ve kterých vznikají spermie. Ty pak putují do nadvarlete (**epididymis**), kde dozrávají. Z nadvarlete pokračuje trubice tvořená

hladkou svalovinou - **ductus deferens**, odvádějící spermie do močové trubice. Ve varlatech vznikají také mužské pohlavní hormony, které jsou důležité pro rozmnožování.

Prostata je žláza, která se u mužů podílí na tvorbě seminální tekutiny neboli spermatu (**semene**). Ta brání vysychání spermií a dodává jim sacharidy, které jsou hlavním zdrojem energie pro pohyb spermií uvnitř ženského pohlavního ústrojí. Prostata je uložena pod močovým měchýřem a tvoří se v ní část seminální tekutiny. Další část vzniká ve dvou žlázách, nazývaných **semenné váčky**.

Penis slouží přenosu spermií do ženského těla. Středem penisu (pyje) prochází močová trubice (**uretra**). Je obklopena houbovitou tkání, která se před pohlavním stykem naplní krví a způsobí ztopoření (erekcí) penisu. Ten pak může být zasunut do pochvy a pomocí stahů svalů obklopujících močovou trubici vystříknout sperma do ženského těla (ejakulace).

Vajíčko (ovum, mn.č. ova) je ženská pohlavní buňka. Je okrouhlé, asi 0,1 mm velké a obsahuje jedinou sadu chromozomů. Je obklopeno gelovitou vrstvou, nazývanou **zona pellucida** a zevní vrstvou malých buněk původního foliklu. Vajíčko vzniká z buňky, která se jmenuje **oocyt** procesem zvaném **oogeneza**. Oogeneza probíhá již před narozením, vajíčka jsou však uvolňována až při ovulaci, která nastává až po dosažení určitého stupně pohlavní zralosti. Je-li vajíčko oplozeno, začne se vyvíjet v embryo.

Vaječník (ovarium, mn.č. ovaria) jsou párové žlázy asi 3 cm dlouhé, uložené po stranách dělohy a částečně obklopené trychtýřovitými ústími vejcovodů. Vaječníky obsahují při narození kolem milionu nezralých vajíček. To je mnohem více, než je třeba, nová se již však v dalším životě netvoří. Vaječníky uvolňují od puberty přibližně jednou za měsíc jedno zralé vajíčko. Ve vaječnicích vznikají také ženské pohlavní hormony, které řídí činnost pohlavních orgánů a připravují tělo na těhotenství.

Uterus (děloha) je dutý orgán jehož stěna je tvořena hladkou svalovinou. Do horní části dělohy ústí vejcovody, dolní užší konec zasahuje do pochvy a nazývá se hrdlo (**cervix**). U ženy, která není těhotná, je děloha téměř plochá, asi 8 cm dlouhá. V těhotenství se děloha podstatně zvětšuje.

Vejcovod je trubice, přenášející vajíčka od ovaria do dělohy. Tento párový orgán je asi 7,5 cm dlouhý a má nálevkovité ústí s třásňovitými výběžky (**fimbriae**, jedn.č. **fimbria**). Když vajíčko opustí vaječník, řasinky na výstelce fimbrií je zachytí a posunou do vejcovodu, který jej pak svými stahy přenesení až do dělohy. Ve vejcovodech je vajíčko obvykle oplozeno.

Vagina (pochva) je trubice mezi dělohou a zevním pohlavním ústrojím ženy. Během pohlavního spojení je sperma vstříkováno do vaginy. Při porodu se vagina roztáhne a vytvoří cestu procházejícímu plodu. Vstup do pochvy je obklopen dvěma kožními záhyby (velké pysky - **labia majora**), mezi kterými jsou menší podobné útvary (malé pysky - **labia minora**). Vpředu

mezi velkými pysky je uložen poštváček (**clitoris**), který se při pohlavním vzrušení zvětšuje. Všechny tyto útvary jsou součástí ženského zevního pohlavního ústrojí.

Reprodukční cyklus připravuje tělo ženy na vytvoření, ochranu a výživu nového života. Skládá se z řady vzájemně souvisejících změn vedoucích k uvolnění vajíčka a případně k vytvoření vhodného prostředí pro vývoj plodu.

Po dosažení puberty začnou ovaria uvolňovat vajíčka v pravidelném cyklu - obvykle po 28 dnech. Ovariální cyklus začíná zvýšenou sekrecí folikulostimulačního hormonu z hypofýzy. Ten aktivuje vývoj foliklu ve vaječniku. Další hormon hypofýzy, luteinizační hormon, stimuluje ovulaci. Nedojde-li k oplození, cyklus se opakuje.

Vajíčka jsou obklopena buněčným útvarem zvaným **folikl**, který je vyživuje a chrání před poškozením. Na začátku každého ovariálního cyklu začíná růst kolem 24 vajíček. U každého z nich se z **primárního foliklu**, který je souvislým shlukem buněk, vytvoří **sekundární folikl**, obsahující tekutinou vyplněný prostor. Pouze jeden sekundární folikl se však zvětší natolik, že pod povrchem ovaria vytvoří puchýřkovitý útvar, nazývaný **Graafův folikl**. Při ovulaci Graafův folikl praskne, vajíčko se uvolní a vejcovodem se dostane do dělohy.

Ovulace je uvolnění vajíčka z vaječniku. Ovaria se v uvolňování vajíček zpravidla střídají. To znamená, že v každém z nich dozraje a uvolní se jedno vajíčko za dva měsíce.

Menstruační cyklus je důsledek cyklických změn výstelky dělohy. Menstruační cyklus trvá přibližně 28 dní. Výstelka dělohy (**endometrium**) se v něm připravuje na zachycení vyvíjejícího se vajíčka. Cyklus začíná zvyšováním tvorby estrogenu v primárních foliklech. Jeho působením roste tloušťka děložní sliznice. Progesteron, který se tvoří po ovulaci ve žlutém tělísku, zvyšuje průtok krve v endometriu. Zachytí-li se v děloze oplozené vajíčko, cyklus se až do porodu zastaví. Pokud k tomu nedojde, většina sliznice se odloučí (**menstruace**) a cyklus začne znovu. Silná vrstva sliznice děložní při menstruaci zaniká a spolu s krví odchází z těla pochvou. Množství takto ztracené krve je obvykle malé a je rychle nahrazeno. Menstruace normálně trvá asi 5-7 dní.

Žluté tělísko (corpus luteum) vzniká z buněk foliklu po ovulaci. Tvoří se v něm hormon progesteron, který napomáhá připravit děložní sliznici pro implantaci a těhotenství.. Nedojde-li k oplození, žluté tělísko do 10 dnů po ovulaci zanikne. Je-li vajíčko oplozeno, žluté tělísko přetrvává a pokračuje v tvorbě progesteronu.

Menarché je období, kdy poprvé začne menstruační cyklus. Většina dívek má svoji první menstruaci ve věku kolem 12 let. Toto období se nazývá menarché. Přestože tělo ještě plně nedozrálo, reprodukční systém od tohoto okamžiku již funguje.

Menopauza je období, kdy menstruační cykly ustávají. Ve věku mezi 45 a 55 lety přestávají cykly a ztrácí se schopnost reprodukce. Při menopauze se mění hladina pohlavních hormonů v těle.

Růst a vývoj **Začátek života**

Každý člověk začíná svůj život jako jedna buňka. Procesem oplození se spojí zárodečné buňky dvou lidí a vznikne nová, jedinečná lidská bytost.

Oplození je spojení spermie a vajíčka. K tomu dochází obvykle ve vejcovodu. Spermie uvolňují enzymy, které rozpustí buňky foliklu obklopující vajíčko. Přestože se k vajíčku dostane mnoho tisíc spermií, pouze jedna z nich pronikne skrze zona pellucida, její jádro se spojí s jádrem vajíčka a vznikne nová buňka, označovaná jako zygota.

Zygota obsahuje od každého z rodičů jednu sadu chromozomů. Geny v těchto chromozomech obsahují všechny informace pro vznik a další existenci nového jedince. Dva pohlavní chromozomy, jeden od matky a jeden od otce, určují pohlaví dítěte. Pohlaví je tedy dáno již ve stadiu zygoty.

Oplozené vajíčko se nejprve dělí ve dvě buňky zvané **blastomery**. Tento proces se několikrát opakuje až vznikne útvar tvořený mnoha malými buňkami, který však není větší než původní vajíčko. Jeho růst začíná až po zanoření a úspěšném uchycení do výstelky dělohy (**implantace**).

Embryo se vyvíjí z buněčnéhovalu uvnitř blastocysty. Živiny získává nejdříve z mateřských buněk, trávených během implantace. Dokud nezačne plně pracovat placenta, t.j. v prvních 5-6 týdnech, je to hlavní cesta přísunu potřebných živin. Embryo rychle roste a všechny tělní orgány jsou vytvořeny již ke konci 8. týdne. Amnion a chorion vznikají rovněž velmi brzy a chrání rostoucí embryo.

Fetus je vyvíjející se plod ve stáří od osmého týdne života. Orgány, které byly založeny již u embrya, rostou v období fetálního vývoje velmi rychle. Na začátku je fetus kolem 3 cm dlouhý a váží asi 1 g. Když plod je připraven k porodu, je asi 50 cm dlouhý a přibližně 3000 x těžší.

V embryonálním období se buňky nejen množí, ale také přizpůsobují své budoucí úloze.

Tomuto ději se říká **diferenciace** (rozdružňování). Na počátku má embryo tři vrstvy: **ektoderm** (zevní list), **mezoderm** (střední list) a **entoderm** (vnitřní list). Z každé této vrstvy vznikají jiné tkáně. Z ektodermu vzniká nervová tkáň, kůže, nehty, vlasy a některé smyslové orgány. Z mezodermu se diferencují kosti, svaly, krev a také pohlavní buňky. Z entodermu se tvoří epitel trávicího traktu, plíce a ostatní duté orgány.

Těhotenství

Za devět měsíců se jedna oplozená buňka vajíčka přemění v dokonalou lidskou bytost. Během tohoto procesu se původní buňka mnohokrát dělí a vznikne více než 10 000 miliard nových buněk. Těhotenství začíná implantací oplozeného vajíčka (blastocysty) v děloze. Vajíčko se vyvíjí v embryo a pak ve fetus a při tom čerpá živiny z těla matky. V určitém okamžiku vývoje je dítě při porodu vypuzeno z matčina těla. Těhotenství trvá kolem 40 týdnů, kolem 10% těhotenství však končí porodem nedonošeného dítěte. Během těhotenství se matčino tělo přizpůsobuje rostoucímu plodu a připravuje se na období, kdy je dítě kojeno.

Placenta je plochý, houbovitý orgán, který se vyvíjí z obalů rostoucího embrya. Je napojena na cévy děložní sliznice a pupečnickem je spojena s embryem. Placenta je životně důležitá. Přivádí ke vzájemnému styku krev matky i plodu. Kyslík a živiny při tom difundují do krve plodu a do mateřské krve naopak odcházejí odpadní látky a CO₂. V placentě se tvoří i některé hormony. Napomáhají přizpůsobení těla matky úkolům těhotenství a připravují tvorbu mléka.

Spojení placenty s plodem obstarává **pupečník**. Pupečnicková žíla přenáší živiny z placenty k embryu a pupečnickové tepny odvádějí opačným směrem odpadní látky. Délka pupečníku je

kolem 60 cm. Po porodu se pupečník přestřihne. Jeho přerušení nebolí, protože neobsahuje nervy. Zbylá část pupečníku pak zaschne a odpadne. Výsledná jizva se nazývá **pupek (umbilicus)**.

Amnion obklopuje vyvíjející se embryo a později fetus, je však od něj oddělen prostorem, vyplněným amniovou tekutinou. Tekutina plod nadnáší a současně působí jako tlumič nárazů, chrání jej před poškozením. V průběhu těhotenství se někdy malé množství amniové tekutiny odebírá a vyšetřuje. Tomuto vyšetření říkáme **amniocentéza**. Vyšetřením buněk z amniové tekutiny mohou být některé dědičné poruchy embrya rozpoznány již v časném stadiu vývoje.

Chorion je zevní membrána obklopující embryo nebo fetus. Chorion má důležitou úlohu ve výživě rostoucího plodu. Jeho prstovité výběžky, označované jako **choriové klky**, vytvářejí část placenty. Klky přivádějí krev matky a plodu do těsného kontaktu a usnadňují tak difuzi látek. Vyšetření choriových klků je možné již od osmého týdne těhotenství a používá se při stanovení diagnózy některých dědičných poruch.

Mimoděložní (ektopické) těhotenství vzniká při implantaci blastocysty ve vejcovodu nebo vzácněji v dutině břišní. Embryo se mimo dělohu nemůže dostatečně vyvíjet a bez chirurgického zákroku může matka zemřít. Mimoděložních těhotenství je kolem 0,5 %.

Mnohočetné těhotenství vznikne při uvolnění a oplození více než jednoho vajíčka, případně dodatečným rozdělením jednoho oplozeného vajíčka. Nejčastějším typem mnohočetného těhotenství jsou **dvojčata**. Výskyt **trojčat** nebo **čtyřčat** je mnohem řidší, občas k němu dochází při léčbě neplodnosti. Mnohočetné těhotenství má vyšší riziko předčasného porodu.

Porod (partus), začíná obvykle po 38-42 týdnech těhotenství. Je spouštěn změnami hormonálních hladin v matčině krvi. Během porodu se děloha stahuje a dítě je vytlačováno hlavičkou napřed děložním hrdlem a vaginou. Porodní cesty jsou velmi těsné a proto je hlavička dítěte při průchodu matčinou pávní dočasně stlačena. Jakmile se dítě narodí, začne dýchat a plicními cévami začne proudit krev.

Stahy děložních svalů, označované také jako porodní bolesti, nastupují asi 12 hodin před porodem. Mohou začít i později, zvláště u matek při druhém a dalším porodu. Během **první doby porodní** se děloha rytmicky stahuje a hrdlo děložní se pomalu otevírá. Při **druhé době porodní** se nejprve objeví hlavička dítěte. Následující silné stahy dokončí vypuzení dítěte. Ve **třetí době porodní** odchází z těla placenta. Stahy děložních svalů jsou zesilovány hormonem oxytocinem, uvolňovaným z matčiny hypofýzy.

Potrat (abortus) je zánik plodu v časných stadiích vývoje. Spontánně tak zaniká tak asi 20% těhotenství. Většina potratů nastává v prvních 12 týdnech těhotenství. Embryo nebo fetus mohou odumřít následkem vrozené vady nebo v důsledku prodělané choroby matky.

Kolostrum je řídká tekutina předcházející tvorbu mléka. Obsahuje hodně protilátek a lymfocytů, které přispívají k ochraně dítěte před infekcí. Do jednoho týdne od porodu je kolostrum nahrazeno normálním mlékem.

Laktace je soubor dějů, souvisejících s tvorbou mléka. Mléko je tvořeno v mléčných žlázách mateřských prsů (**glandulae mammae**). V každém prsu je 15-20 žlázek, ústících společným

vývodem (**mlékovodem**) na vrcholu prsní bradavky (**mamilla**). Při kojení dráždí dítě bradavku sáním a stahy mlékovodů vytlačují mléko na povrch bradavky. Tento reflexní děj nastupuje asi do jedné minuty a důležitou roli v něm hraje hormon oxytocin.

Mléko je vyvážená potrava, kterou se dítě živí v prvních měsících života. Obsahuje velké množství cukrů (laktóza), tuků, bílkovin a malá množství protilátek.

Růst a stárnutí

Růst a vývoj se uskutečňují hlavně díky buněčnému dělení. Je řízen mnoha faktory, včetně hormonů a výživy. Místo stejnoměrného růstu během celého života, člověk roste různou rychlostí v různé době. Nejrychleji roste plod před narozením, v raném dětství je růst stále dosti rychlý, později se však zpomaluje. Druhé zrychlení růstu nastává v pubertě. Přestože se většina buněk dále dělí, je v dospělosti růst úplně ukončen.

Z jedné buňky zvané zygota se vyvine mnoho různých druhů buněk lidského těla. Vývoj zahrnuje diferenciaci, která požadovaným úkolům přizpůsobuje jak stavbu buňky tak i činnost jejích organel. Zahrnuje také rozdílnou rychlost růstu jednotlivých částí těla. Tím se mění jeho proporce. Růst a diferenciaci obvykle postupují ruku v ruce, občas se však mohou vyskytnout i odděleně. Například zygota se vyvíjí dříve než se začne zvětšovat.

Kojenec je dítě mladší jednoho roku. Dítě je v tomto období bezmocné a jak ve výživě, tak v potřebě ochrany je zcela závislé na rodičích.

Puberta je obdobím rychlého tělesného růstu a rozvoje, který je spouštěn pohlavními hormony. U dívek začíná obvykle ve věku 11 let, u chlapců asi o dva roky později. Puberta trvá přibližně tři roky, individuální rozdíly jsou však velké. Během puberty se vyvíjejí sekundární pohlavní znaky.

Adolescence zahrnuje období druhé desítky života, kdy tělesný a duševní vývoj mění jedince v dospělého člověka. Mladý člověk se v té době učí životu nezávislém na rodičích i řešit problémy spojené s dosažením pohlavní zralosti. Adolescence může být obtížným obdobím. Mnoho mladých lidí si v té době dělá starosti se svým zjevem a jejich rostoucí potřeba nezávislosti přináší často nesouhlas ze strany rodičů.

Dospělost je období života, kdy je růst a vývoj ukončen. V časně dospělosti se tělo ještě v malé míře vyvíjí. Tyto pozdní změny zahrnují osifikaci části hrudní kosti (sterna) a prořezání zubů moudrosti.

Stárnutí (senescence) je výsledkem opotřebení tkání a orgánů. Některé prvky stárnutí začínají jež ve středním věku. Stárnutí ovlivňuje všechny buňky těla a snižuje jejich výkonnost v každodenní činnosti. Výsledkem jsou změny celého těla. Kůže je méně elastická, svaly ztrácejí svoji sílu, kosti se stávají křehčími a klouby méně pohyblivými. Věda dosud přesně neví proč tělo stárne. Může to být tím, že buňky ztrácejí schopnost se dělit, nebo se mohou hromadit některé toxické vedlejší produkty a metabolity. Stárnutí ovlivňuje různé lidi různě a téměř jistě je řízeno příslušnými geny. Pravidelné cvičení a vyvážená dieta však může jeho důsledky zmenšit.

Smrt je důsledkem zhroucení jednoho nebo více orgánových systémů. Ostatní orgány proto nemohou pracovat a chemické děje v nich probíhající se zastaví. Tyto změny nenastávají

okamžitě a pokud nedošly příliš daleko, mohou být i zvráceny. Během **resuscitace** je pacientovo dýchání a činnost srdeční uměle obnovena a tím se obnoví i činnost ostatních orgánů.

Střední délka života je průměrná délka života nově narozeného jedince. V současné době je odhadována na 75 až 85 let.

Zdraví a nemoc

Nemoc je porušení rovnovážného stavu organismu. Ve zdravém těle se udržují homeostázou rovnovážné vztahy. Nastane-li však porucha normálních funkcí tělesných kontrolních systémů, homeostáza se zhroutí. Takové změny ve stavu organismu jsou nazývány nemoc. Některé nemoci jsou krátkodobé a organismus je snadno překoná. Jiné mohou být závažnější a k jejich překonání, popřípadě zmírnění jejich průběhu, je zapotřebí vnější pomoci.

Patogen je jakýkoliv organismus který může vniknout do těla a vyvolat onemocnění. Patogeny napadají naše buňky nebo produkují silné jedy zvané **toxiny**. Naprostá většina patogenů má mikroskopické rozměry a nazýváme je **mikroorganismy**. Nejdůležitější patogeny jsou bakterie a viry, některé nemoci jsou vyvolávány mikroskopickými plísněmi nebo jednobuněčnými organismy zvanými **protozoa**.

Bakterie jsou mikroskopické jednobuněčné organismy. I tělo zdravého jedince obsahuje nejméně 100 000 miliard bakterií. Jsou normálně nalézány na tělesných povrchích, jako je kůže a na sliznicích zažívacího traktu. Pokud však bakterie proniknou z těchto povrchů do organismu, stávají se **patogenními**, což znamená, že vyvolávají onemocnění.

Virus je jednotková sestava genetické informace a bílkovin vnikající do buněk. Viry jsou mnohem menší a jednodušší než bakterie. Každý virus sestává z malého množství nukleové kyseliny, obklopené bílkovinným obalem. Když virus infikuje buňku, jeho nukleová kyselina přebírá řízení buněčných biochemických procesů. Buňky jsou tak nuceny vyrábět kopie virů, což je často zcela zničí. Životní projevy virů se odehrávají výlučně uvnitř buněk.

Infekce

Pomnožení mikroorganismů vyvolávajících nemoci uvnitř těla nebo na jeho povrchích
Lidské tělo představuje ideální prostředí pro řadu mikroorganismů. Jestliže se mikroorganismům podaří proniknout přes obranné bariéry, mohou uvnitř těla velice rychle růst a množit se a vyvolat tak infekci. Pokud infekce není rychle potlačena, vzniká infekční onemocnění.

Inkubační doba je časová prodleva mezi infekcí a začátkem onemocnění. Poté, co patogen úspěšně pronikl do organismu, uplyne obvykle určitá doba, než se vyvine nemoc. Tento časový úsek se nazývá inkubační doba. U některých mikroorganismů je krátká a měříme ji v hodinách či dnech. U jiných patogenů trvá inkubační doba od jednoho do několika let. Během inkubační doby se mohou patogenem nakazit další osoby.

Infekční onemocnění je nemoc způsobená patogenem. Infekční nemoci jsou vyvolávány patogeny a rozšiřují se několika způsoby. Některé se přenášejí přímým fyzickým kontaktem. Mnohé jsou rozšiřovány **kapénkovým přenosem**. Maličké kapénky hlenu obsahující patogen jsou rozptýlovány do okolí např. kýcháním. Malý počet nemocí je přenášen živými **vektory**, např. komáry.

Přenosná onemocnění jsou infekční onemocnění přenášené kontaktem z jedné osoby na druhou. Přenos infekčního onemocnění je uskutečněn přenosem patogenu z jedné osoby na druhou. K tomu může dojít buď přímo, nebo prostřednictvím jiného živého vektoru. Většina infekčních onemocnění je přenosná. **Nepřenosné onemocnění** se nemůže šířit z osoby na osobu fyzickým kontaktem. Taková onemocnění jsou často způsobována mikroorganismy, které v těle (nebo na jeho površích) normálně nežijí.

Nakažlivé onemocnění jako je chřipka, spalničky nebo rýma jsou snadno přenášeny z jedné osoby na druhou. Jejich výskyt je často hromadný - dochází k **epidemiím**, při kterých na různě velkém území onemocnění současně mnoho lidí.

Neinfekční onemocnění není způsobeno patogenními mikroorganismy. Neinfekční onemocnění nevznikají stykem s patogeny. Jejich příčiny mohou být vnitřní nebo vnější. Prvotní vnitřní příčiny jsou zakódovány v genech jednotlivce. V prostředí ve kterém žijeme jsou nejčastějšími vyvolávajícími faktory chorob toxické chemikálie. Příkladem neinfekčních chorob je cukrovka a většina druhů rakoviny.

Symptom je projev či příznak onemocnění. Choroby postihují tělo různým způsobem a každá z nich je doprovázena typickou kombinací projevů. Například bolest v krku a rýma jsou typickými projevy nasytnutí, zatímco bolest hlavy a kloubů jsou typické pro chřipku. Projevy onemocnění si uvědomuje a pociťuje většinou pacient. **Příznaky** onemocnění pozoruje spíše lékař než pacient.

Diagnóza je rozpoznání onemocnění nebo poruchy lékařem. Aby lékař mohl učinit diagnózu, musí prohlédnout pacienta a pátrat po projevech a příznacích onemocnění. V úvahu musí vzít i jeho osobní anamnézu. Stanovení diagnózy je následováno výběrem patřičné léčby, neboli **terapie**. **Prognóza** je lékařův odhad průběhu choroby.

Klíčová slova

Lidské tělo

Buňky

Buněčné membrány

Systém pokryvu těla

Kůže, vlasy a nehty

Kosterní systém

Tkáně kostry

Klouby

System svalový
Svaly
Nervový systém
Nervy
Nervový systém
Páteřní mícha
Mozek
Mozek a chování
Smysly
Zrak
Sluch
Hmat a rovnováha
Chuť a čich
Homeostáza
Udržování stálých podmínek v těle
Homeostáza
Endokrinní systém
Endokrinní systém
Systém krevního oběhu
Krev
Srdce
Krevní cévy
Systém oběhu krve
Nemoci a obrana proti nim
Obrana proti nemocem
Lymfatický systém
Imunitní systém
Výživa a metabolismu
Metabolismus
Respirace
Výživa a dieta
Vitaminy a minerální látky
Respirační systém
Respirační systém
Plíce
Dýchání a výměna plynů
Trávicí systém
Trávení
Zuby
Ústa a jícen
Žaludek
Játra a pankreas
Střeva
Vylučovací systém
Reprodukční systém

Reprodukční cyklus

Růst a vývoj

Začátek života

Těhotenství

Porod

Růst a stárnutí

Na hmotnosti těla se nejvíce podílejí:

tuky

bílkoviny

§ voda

sacharidy

Krevní destičky se uplatňují při:

§ zastavování krvácení organismu

obraně organismu před infekcí

regulaci krevního tlaku

určování hematokritu

Krevní sérum získáme:

jako tekutou složku nesrážlivé krve

§ jako tekutou složku krve po jejím sražení

centrifugací po přidání citronanu sodného

po sedimentaci buněk v nesrážlivé krvi

Většina kyslíku v krvi je:

rozpuštěna

vázána na bílkovinu feritin

§ vázána na atomy Fe krevního barviva

vázána na atomy železa plazmatických bílkovin

Životnost lidských erytrocytů je přibližně:

§ 120 dní

1 rok

žádná z uvedených alternativ není správná

3–5 dní

Podstatou srážení krve je:

shlukování a rozpad bílých krvinek

shlukování červených krvinek při smíšení krve různých krevních skupin

shlukování červených krvinek v místě poranění cévy

§ změna rozpustného fibrinogenu na nerozpustný fibrin

Míza (lymfa):

se vyskytuje jen u nižších živočichů

obíhá v uzavřeném mízním řečišti

vzniká filtrací v mízních uzlinách

§ odvádí část tkáňového moku zpět do krve

Výměna látek mezi krví a tkáňovým mokem probíhá v:

mízních cévách

tepénkách

§ vlásečnicích

žádná z uvedených alternativ není správná

V období diastoly komor:

jsou uzavřené cípaté chlopně

žádná z uvedených alternativ není správná

§ se komory plní krví

jsou otevřené poloměsíčné chlopně

V období systoly komor:

se uzavírají poloměsíčitě chlopně

komory se plní krví

otevírají se cípaté chlopně

§ je krev vypuzována do velkých tepen

Okysličená krev z plic přitéká do:

§ levé síně

pravé síně

levé komory

pravé komory

Poloměsíčitě chlopně jsou v srdci:

mezi síněmi a komorami

§ v místě odstupu velkých tepen

v ústí velkých žil

mezi pravým a levým srdcem

Spotřeba kyslíku v klidu za minutu u dospělého člověka je asi:

§ 250 ml

2 l

20 ml

8 l

Úplný dětský chrup má:

§ 20 zubů

22 zubů

24 zubů

18 zubů

Žlučové kyseliny jsou důležité pro trávení:

cukrů

škrobu

§ tuků

bílkovin

Průtok ledvinami je:

nepříliš významný

kolísavý a výrazně závislý zejména na aktuálním příjmu tekutin

nejpodstatnější částí minutového srdečního výdeje, zejména při svalové námaze

§ významný a představuje asi jednu čtvrtinu srdečního výdeje

Šedá hmota nervového systému je tvořena:

výběžky neuronů

§ těly neuronů

buňkami mozkových zauzlin

buňkami mozkových plen

Mozeček se uplatňuje při:

vyšší nervové činnosti

řízení vegetativních funkcí

§ řízení rovnováhy a koordinaci pohybů

analýze podnětů zrakových, sluchových, čichových a chuťových

Nepodmíněné reflexy jsou:

naučené reakce na určité smyslové podněty

§ vrozené reakce, druhově specifické

všechny vrozené reakce organismu

běžné změny chování

Motorické centrum řeči je uloženo v:

§ mozkové kůře

mozečku

prodloužené míše

talamu

Senzitivní nervová vlákna:

řídí činnost hladkého svalstva

§ vedou vzruchy dostředivě

§ přenášejí informace z čidel

§ jsou součástí reflexního oblouku

Motorická nervová vlákna:

§ vedou vzruchy k příčně pruhovaným svalům

vedou vzruchy dostředivě

§ vedou vzruchy odstředivě

řídí činnost hladkého svalstva

Autonomní nervový systém:

§ řídí činnost žláz

§ řídí činnost hladkého svalstva

řídí pohyby očních bulbů

zahajuje polykací reflex

Reflexní oblouk se skládá z:

§ dostředivé dráhy

§ výkonného orgánu

§ čidla

§ odstředivé dráhy

Signály pro cílené pohyby rukou vycházejí z:

hypotalamu

mozečku

§ mozkové kůry

hrudní míchy