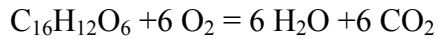
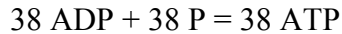


Soustava dýchací

Dýchání potřebuje člověk mnohem více než potravu. Hladem je možné být poměrně dlouho, zastavit dýchání může člověk jen na několik minut. Dýchání zásobuje tělo kyslíkem, který je potřeba pro oxidační pochody v organismu.



Tyto rovnice ukazují, že tělo potřebuje kyslík aby mohlo změnit energii z glukosy na energii fosfátové vazby. Čím více energie tělo vydá, tím více potřebuje kyslíku. Dospělá osoba spotřebuje v klidovém stavu (ve spánku) za minutu průměrně 250 ml kyslíku a vydá 200 ml CO₂. Cvičení a jídlo zvedá potřebu kyslíku. Průměrné množství kyslíku spotřebované člověkem při obvyklé denní aktivitě (ne při cvičení nebo namáhavé tělesné práci) činí 500 ml kyslíku za minutu. Z rovnice výše je patrné, že buňky produkují oxid uhličitý. Tento konečný produkt metabolismu musí být z těla odveden pryč. Vdechovaný vzduch obsahuje přibližně 21% kyslíku. Vydechovaný vzduch obsahuje kyslík též a to z 16%. 5% tvoří oxid uhličitý, vyloučený ze tkání. Protože při jednom nádechu spotřebuje člověk jen 5% vdechnutého kyslíku musí se nadechnout v klidu (to znamená při odpočinku nebo ve spánku jednou za 3 - 4 vteřiny, kdežto po běhu nebo jiném namáhavém fyzickém výkonu i dvakrát za vteřinu. Celkově se dýcháním myslí proces transportu kyslíku k buňkám a zpětné vylučování oxidu uhličitého z těla. Dýchání se skládá z následujících částí:

1. Vlastního dýchání, to znamená vstupu a výstupu vzduchu z plic
2. Vnější dýchání - výměna plynů mezi vzduchem a krví
3. Vnitřní dýchání - výměna plynů mezi krví a tkáňovým mokem
4. Transport krevním oběhem ke tkáním
5. Buněčné dýchání - produkce ATP v buňkách

Vývoj dýchacího ústrojí

Dýchací ústrojí se skládá z horních cest dýchacích (nos, dutina nosní, hltan), dolní cesty dýchací (hrtan, průdušnice, průdušky) a plíce. Horní cesty dýchací se vyvíjejí spolu s dutinou ústní ze společného základu v obličejové části zárodku.

Plíce a dolní cesty dýchací se vyvíjejí v embryonálním vývoji jako vakovité vychlípeniny trávicí trubice na rozhraní hltanu a jícnu. Při nitroděložním vývoji se vzduchem nenaplňují a zůstávají až do porodu splasklé (plíce). Rozvíjejí se až s prvním vdechem po porodu.

Dýchání

Optimálně se člověk nadechne asi 14x až 20x za minutu. Dýchání se skládá z nasátí vzduchu při vdechu a vypuštění vzduchu při výdechu. Vydechovaný vzduch obsahuje méně kyslíku a více oxidu uhličitého než vdechnutý vzduch. (**obr. 8.2 schéma dýchání**)

Při vdechu a výdechu se vzduch pohybuje do plic a z plic množstvím dutin, kanálků a otvorů (**tab. 8.1, obr. 8.3**), které jsou vystlány sliznicí, která má na sobě řasinkový epitel a hlenové žlázy. Vzduch se na této cestě filtruje, ohřívá a zvlhčuje. Filtraci provádějí řasinky sliznice v nosní dutině a řasinky ve sliznici nosu a průdušnici (trachea). V nose chloupky a řasinky působí jako kartáčky, zadržují prach a jiná cizí tělíčka, která vdechneme z vnějšího prostředí. V průdušnici řasinky sliznice jsou postaveny proti přicházejícímu vzduchu vzduchu a zachycují prach, hleny a částice potravy, které se omylem vydají špatnou cestou místo do hltanu. Hleny produkované hlenovými žlázami dýchacích cest slouží k vylučování nečistot z dýchacího ústrojí ven. Pokud vdechneme větší částice nečistot, nebo pokud se v dýchacích

cestách nahromadí větší množství hlenu, vyvolá to kašel, což je nepodmíněný reflex, který vypudí nečistoty z dýchacího traktu do úst.

Vdechnutý vzduch je ohříván teplem z krevních vlásečnic, které leží v blízkosti sliznice dýchacích cest a je zvlhčován z povrchu těchto cest. Když vdechnutý vzduch dosáhne dolního konce průdušnice, je z 99.5% nasycen vodou.

Vydechnutý vzduch se podstatně více ochlazuje a ztrácí vlhkost. Když se ochlazuje, odevzdává svou vlhkost sliznici dýchacích cest (průdušnici a nosním dutinám). Ale ponechává si tolik vlhkosti, že v chladném dni můžeme pozorovat obláčky páry jdoucí od nosu.

Každá součást dýchacích cest má svou vlastní funkci a strukturu.

Tabulka 8.1 způsob proudění vzduchu dýchacími cestami

Nos

Má dutinu, která se skládá z rovných kanálů se zahnutými stěnami a tyto od sebe odděluje septum. Nahoře v rovných kanálech nosních dutin jsou specializované řasinkové buňky, které pracují jako čichové receptory. Nervy, vedoucí z těchto buněk vedou do ústí do mozku, kde jejich impulsy jsou interpretovány jako čichové podněty (pachy) (**obr. 12.5**).

Ve stropě nosních dutin je dírkovaná ploténka kosti čichové. Slzy, které produkují slzné žlázy vstupují do nosních dutin prostřednictvím slzovodů. Z tohoto důvodu když pláčeme, spustí se nám z nosu rýma. Nosní dutiny se otevírají do dutin lebečních, což jsou dutiny v lebce vyplněné vzduchem, a ústí do nosohltanu, komory přesně pod měkkým patrem. Eustachova trubice ústí do nosohltanu ze středního ucha.

Hltan

Dutina nosní přechází zadními nosními otvory v hltan. Horní část se nazývá nosohltan, střední je ústní část a dolní hrtanová. Nosohltan je od patrové části hltanu oddělen patrohltanovým uzávěrem. Ten tvoří měkké patro, to při dýchání visí volně dolů, při polykání a mluvení je zdviženo vzhůru. V hltanu, přesně v její ústní části se kříží zaživací a dýchací cesty, otvírá se do ní dutina ústní. Na hrtanovou část navazují hrtan a jícen. Vchod do hrtanu je při polykání uzavřen příklopkou hrtanovou. V klenbě nosohltanu se nachází větší množství mízní tkáně, která je známa pod názvem nosní mandle nebo hltanová mandle. Pokud je u dítěte slině zvětšená, omezuje spojení mezi dutinou nosní a dítě dýchá místo nosem ústy. Dýchání ústy vede k poruchám ve vývoji a to jak tělesném tak duševním, zpomaluje se vývoj hrudníku, ochabuje mezižeberní svalstvo, dochází k poruchám zakřivení páteře, nedostatek kyslíku dráždí nervovou soustavu a vede k podrážděnosti, pocitu unavenosti a někdy až k apatii a poruchám spánku. Takovéto poruchy se řeší odoperováním nosní mandle.

Hrtan

Hrtan je trubice, která leží mezi laloky štítné žlázy a na povrchu má svaly jazylky. Podkladem hrtanu jsou chrupavky z nichž největší je chrupavka štítná, která je trojúhelníkovitého tvaru její vrchol jde směrem dopředu na přední stranu krku, kde tvoří hrbol (adamovo jablko, ohryzek). U mužů je tento hrbol silně nápadný. Pod štítnou chrupavkou se nachází tzv. chrupavka prstencová a na ni se připojují dvě chrupavky hlasivkové (trojboké). Dutina hrtanu má tvar přesípacích hodin. V jeho nejužším místě se nacházejí nepravé řasy hlasové, pod nimi jsou připjaty pravé řasy hlasové, hlasivky. Při příjmu potravy jsou hlasivky přikryty chrupavkou, které se říká epiglotis (příklopka hrtanová, má podobu lžice na boty) tak aby se žádný kus potravy nedostal do hrtanu. Pokud by se potrava nebo jiná substance dostaly do přece jen do hrtanu, člověk začne reflexně kašlat a tím dostane tuto substanci ven. Pokud tento reflex není dostatečně silný musíme postiženému pomoci a to buď silným úderem do zad nebo stlačením bránice (**obr. 8.4**) jinak by se udusil. Postižený musí stát nebo sedět,

postavíme se za něj a ruce prostrčíme pod pažemi, ruce skřížíme a spojíme na jeho břicho, kousek pod hrudníkem, nyní zatlačíme na břicho směrem vzhůru to několikrát opakujeme. Hlasivky, jsou pokryty hlenitou membránou. Skládají se z elastických vláken a hlasivkového svalu (**Obr. 8.5**). Hlasivky se táhnou ze zadu do předu po straně hrtanu. Mezi nimi je úzká hlasová štěrbin, která je při dýchání široce rozevřena. U každého člověka má jiný průřez. Hrtanové svalstvo mění postavení chrupavek hrtanu a tím i průměr hlasové štěrbin a hlasivky se buďto napínají a uvolňují. Před tím než vydáme první zvuk (než začneme mluvit) se hlasová štěrbin uzavře. Při průchodu vzduchu hlasivkou (Při výdechu) se její vlákna proudem vzduchu rozechvějí. Jejich vibrace rozechvívají vzduch v dýchacích cestách nad hlasivkami. Teprve jeho vibrace vytváří zvuky. Tón vytvořený hlasivkami je slabý. Vlastní tón lidského hlasu vytváří až vibrace vzduchu v rezonančních dutinách hltanu a dutiny ústní. Výška nebo hloubka hlasu člověka závisí na délce, tloušťce a stupni elasticity těchto vláken a na síle, která je napíná. Hlasitost neboli intenzita hlasu závisí na jejich vibrační amplitudě (na rychlosti jejich vibrace). Artikulace hlásek se tvoří až v rezonančních dutinách pomocí jazyka patra, rtů a zubů.

V období puberty roste hrtan a hlasové řasy u chlapců mnohem rychleji než u dívek, což způsobuje že u mužů ohryzek vystupuje silněji dopředu a je zřetelněji viditelný a mužinmají též hlubší hlas. Mladým mužům v období puberty přeskakuje hlas, říkáme že mužové mutují, protože v důsledku rychlého růstu těchto orgánů nejsou schopni ovládat delší hlasové řasy, to se později srovná. Mutace probíhá i u děvčat, ale je kratší a mnohem méně nápadná, takže ji často ani nezpozorujeme. Hlas je jedním z druhotných pohlavních znaků člověka. Muži mají hlas poměrně hluboký, kdež to ženy spíše vyšší.

Průdušnice

Hrtan pokračuje dále tracheou - průdušnicí, trubicí dlouhou asi 12 cm a průměru asi 2 cm. Je pružná a po celé délce ji vystužují drobné prstencové chrupavky, spojené vazivem. Na dorzální straně probíhají svaly, které ji zkracují nebo prodlužují. Tracheu vystýlá obrvená hlenitá membrána. U zdravého člověka řasinky čistí tracheu od vdechnutých nečistot. Kouření tyto řasinky (brvy) ničí a potom se splodiny z cigaretového kouře usazují v plicích. Jestliže se průdušnice zablokuje při nemoci nebo když člověk vdechne cizí předmět, který nejde vykašlat, nebo při otoku průdušnice a hrtanu, můžeme mu v nejakutnějším případě zachránit život provedením tzv. tracheostomie - to znamená zavedením trubičky řezem do trachey. Tato trubička slouží jako umělý kanál pro vdechovaný a vydechovaný vzduch. (**Obr. 8.6**).

Bronchi (průdušky)

Průdušnice se dělí asi ve výši čtvrtého a pátého hrudního obratle na dvě průdušky, které vstupují do pravé a levé plice a v nich se větví do malých kanálků - průdušinek (bronchioly). Průdušky mají stejnou strukturu jako průdušnice, ale jak se dělí na jejich stěny se stávají tenšími a tenšími a nejsou vystuženy chrupavkami. Každá průdušinka je zakončena trubičkou, která přechází v polštářky naplněné vzduchem, plicní sklípky (průměr 0,1 - 0,9 mm), z nichž jsou složeny celé plice. V nich dochází k vlastní výměně plynů mezi plicemi a krví.

Plice

(**Obr. 8.9**) Plíce leží uvnitř hrudní dutiny. Mají z vnějšku kónický tvar a leží na obou stranách srdce v hrudníku. Jsou dvě, pravá má tři laloky a levá dva.

Žebra, která se pojí na dorzální straně k páteři a zepředu se chrupavčitě připojují ke sternu spolu se svaly, které leží mezi nimi, vytvářejí vrchol a stěny hrudní dutiny. Bránice, horizontální sval kopulovitého tvaru vytváří dno hrudní dutiny. Plíce samotné jsou obaleny pleurálními membránami, jedna z nich těsně přiléhá na stěny hrudníku a nazývá se

pohrudnice. Druhá, která kryje povrch plic se nazývá poplicnice. Tyto dvě pleurální vrstvy leží velice blízko u sebe a prostor, který je mezi nimi se nazývá mezihrudní prostor. Tento je vyplněn velice tenkou vrstvou řídkého tukového vaziva. Obvykle intrapleurální tlak je nižší než tlak atmosferický. Důležitost tohoto rozdílu můžeme demonstrovat, když např. při úrazu vnikne vzduch do intrapleurálního prostoru: plíce potom již nejsou schopny se při vdechu rozpínat a kolabují.

Uvnitř plic se průdušky větví a průdušinky a ty dále přecházejí v tenké trubičky, tzv. alveolární chodbičky, které ústí do plicních sklípků. Povrch plicních sklípků celkem tvoří asi plochu 80 m². Jejich aktivní dýchací plocha je asi 60m². Rozdíl mezi aktivní dýchací plochou plic a jejich celkovou plochou (25%) tvoří rezerva pro horší časy, kdy tělo má zvýšené nároky na příjem kyslíku.

Uvnitř plic je každý plicní sklípek tvořen kapsou z epitelu, obkrouženou krevními vlasečnicemi. V kapilárách dochází k výměně plynů mezi alveolami a krví.

Tenoučká vrstva lipoproteinů, která která vystýlá savčí plíce, snižuje povrchový tlak (povrchové napětí) a zabraňuje jim splasknout. Některým novorozencům, zvláště nedonošeným dětem (předčasně narozeným) tento film chybí a dostávají tzv. kolaps plic. Toto se jmenuje dětský respirační stresový syndrom, který často vede k jejich smrti.

V plicích se nachází více než 700 000 000 plicních sklípků. To odpovídá 75 asi 100 násobku povrchu těla. Protože obsahují velké množství vzduchu, jsou velice lehké, když vhodíme kousek plicní tkáně do vody, tak plave. Větve plicní tepny doprovázejí průdušky a formují kapilární síť okolo plicních sklípků. Tyto kapilární síť jsou zde pro výměnu plynů, ne pro zásobování plic krví. Kyslíkem plíce zásobuje průdušková tepna. Čtyři plicní žíly shromažďují krev z těchto kapilár a pouštějí ji do levé srdeční předsíně. (**Obr. 8.8**)

Mechanismus dýchání

Před tím než můžeme si vysvětlíme způsob, jakým vzduch vstupuje do těla a zase se dostává ven, musíme si připomenout, že když dýcháme, prochází dýchacími cestami souvislý proud vzduchu, to znamená, že dýchací cesty jsou otevřené.

Vdech

Můžeme říci, že primárními stimuly pro dýchání jsou ionty vodíku a oxidu uhličitého, které se nahromadí v krvi. Když koncentrace CO₂ a H⁺ dosáhne určité hladiny v krvi, dýchací centrum v prodloužené míše je porážděno. Toto centrum není ovlivněno nízkou hladinou kyslíku, ale dostává podněty z chemoreceptorů umístěných na krkavicích a aortě, které zaznamenávají nízkou přítomnost kyslíku v krvi v poměru k CO₂ a vodíkovým iontům.

Dýchání ovlivňují též senzitivní zakončení bloudivého nervu v plicích (10. pár mozkových nervů), dýchací pohyby může též ovlivňovat mozková kůra, to znamená, že můžeme úmyslně zadržet dech nebo změnit frekvenci vdechů a výdechů, ale jen na krátkou dobu (**Obr. 8.9 a 10**)

Když dojde k podráždění dýchacího centra, to vyšle nervový podnět do bránice a hrudníku. V relaxovaném (klidovém) stavu má bránice kopulovitý tvar, po stimulaci se stáhne a posune dolů. Když se stáhnou mezižeberní svaly, hrudník se pohybuje nahoru a směrem ven. Oba tyto stahy slouží ke zvětšení hrudní dutiny. Když se kapacita hrudníku zvětší, plíce se roztáhnou. Když se plíce roztáhnou, tlak vzduchu uvnitř zmenší plicní sklípky a je okamžitě vyrovnán vzduchem, který vchází ústy nebo nosem..

Vdech je aktivní fázi dýchání. To nastává v okamžiku, kdy se stahuje bránice, stahují se i mezižeberní svaly a plíce se roztahují a vzduch se valí dovnitř. Podtrhněme, že protože plíce se již roztáhly, vzduch plíce neroztahuje. Proto se někdy říká, že člověk dýchá v důsledku

negativního tlaku. To znamená, že v plicích nastává částečné vákuum, které vsává vzduch do plic.

Výdech

Když jsou plíce roztaženy, alveoly stimulují speciální receptory ve svých stěnách. Tyto receptory vyvolají nervové impulsy od naplněných plic do dýchacího centra v prodloužené míše. Když se impuls dostane do prodloužené míchy, její činnost se zastavuje to znamená, že přestává vysílat signály bránici a hrudníku. Bránice se vrací do původního stavu (**Obr. 8.9 a 10**). Břišní orgány se přitlačí k bránici. Hrudník se posunuje do klidové polohy. Elastické plíce se stáhnou a vzduch je vytlačen ven. (**Tab. 8.2**). Je jednoznačné, že vdech je aktivní fází dýchání a výdech je pasivní fází dýchání a začíná relaxací bránice a hrudníku. U rychlého hlubokého dýchání se obě fáze stávají aktivními, protože se aktivizuje jiná sada mezižeberních svalů, jejichž stahy posunují hrudník dopředu a dozadu To znamená, když kontrahují svaly zádové stěny hrudníku zvětšuje se tlak který pomáhá vydechnout. Dýchací centra by měla stimulovat hlubší a rychlejší dýchání nebo se tak děje samovolně. Rozlišujeme dva druhy dýchání a to brániční dýchání taky někdy břišní dýchání a žeberní, beboli hrudní dýchání. Břišní dýchání převládá u dětí, u dospělých většinou převládá hrudní, ale též se vyskytuje smíšené, muži většinou dýchají břichem, kdežto ženy hrudníkem.

Každý člověk za jednu minutu vdechne a vydechne 16 krát. Děti dýchají rychleji než dospělí, protože mají menší plíce (v 1 roce např. 26 - 27 x za minutu, v 6 letech 22 - 21x za minutu a dechové frekvence dospělých dosahují až okolo 18. roku). Rychlost dýchání se zvyšuje při těžké práci, v teplém prostředí a při nemocech. Objem vzduchu, který projde plicemi za 1 minutu se nazývá minutový objem. Počítá se z dechové frekvence a objemu vdechnutého a vydechnutého vzduchu a v průměru se pohybuje okolo 7 litrů.

V dýchacích cestách se nachází určitý prostor, ve kterém se nic neděje neboli prostor, který obsahuje vzduch, který nebyl použit k výměně plynů. Když se podíváme (**obr. 8. 11**) na následující obrázek, vidíme, že tento hluchý prostor se nachází na vrcholu hltanu až k určité části plic (a a b). Ne všechen tento čerstvý vzduch se tedy dostává do plicních sklípků. A abychom to ještě více zkomplikovali, v plicích ještě určitý objem vzduchu, který plíce nikdy neopustí (1 - 2 l). Nazývá se reziduální vzduch (c). To znamená, že jen objem vzduchu mezi úrovněmi c a b zásobuje plíce kyslíkem. Normální člověk vdechne 500 cm³ vzduchu. Z tohoto množství se 350cm³ bezprostředně dostane do plicních sklípků. Hlubokým nádechem můžeme do sebe vsát 1,650 cm³ vzduchu. To znamená, že člověk nemůže dýchat přes dlouhou trubici. Každý nástroj, který zvětší objem mrtvého prostoru dýchacích cest vede ke smrti, protože vdechnutý vzduch se nikdy nedostane k plicním sklípkům.

Objem vzduchu, který najednou vdechneme nebo vydechneme se nazývá vitální kapacita plic. Její velikost se u lidí od sebe silně liší a závisí na trénovanosti toho kterého člověka (u sportovců je podstatně vyšší než u lidí netrénovaných) a též se liší u mužů a žen a též klesá s věkem. Měříme ji spirometrem a její hodnota se skládá ze tří částí:

1. z tzv. respiračního vzduchu
 2. vzduchu doplňkového - po klidném vdechu lze do sebe nasát hlubokým vdechem ještě okolo 2 l vzduchu
 3. vzduchu zásobního, po klidném výdechu ze sebe dostaneme ještě aspoň litr vzduchu
- Součtem všech těchto 3 složek dostaneme vitální kapacitu plic.

Zajímavé je čím je způsobeno kýčání, škytání , zívání a smích. Všechny tyto projevy člověka souvisí právě s dýchací soustavou a jsou vyvolávány jejími orgány a proudem vzduchu.

Kýchání

je to nepodmíněný reflex, který vyvolává většinou cizí těleso nebo nečistota, která blokuje dýchací cesty. Při kýchnutí máme ucpané dýchací cesty v důsledku toho se zvýší tlak v plicích. Ten svou silou pohne tím co ucpalo dýchací cesty a pod velkým tlakem vyfoukne z nosu všechny přebytečné odpadky.

Škytání

Při nadměrném jídle nebo pití začne tlačit žaludek na bránici a podráždí ji. Ta se začne stahovat rychleji než obvykle a vyvolá škytání. To znamená, že v rychlých intervalech nutí tělo ke krátkým výdechům.

Zívání

Zívání je většinou způsobeno únavou, kterou patrně způsobuje nahromadění CO₂ v těle.

Smích

Smích vyvolávají náhlé záškuby bránice, které vytlačují vzduch do průdušnice do průdušnice a hrtanu. Často to není silnější záchvaty smíchu potlačit.

Důležitým faktem je, že dýchání vyvolává přítomnost oxidu uhličitého v krvi. Tudíž je nezbytné při zástavě dýchání postiženému dodat kyslík s příměsí CO₂. Směs plynů stimuluje obnovení dýchání, kdežto čistý kyslík tak nečiní.

Vnitřní a vnější dýchání

Vnější dýchání

Termín vnitřní dýchání označuje výměnu plynů mezi vzduchem a plicními sklípkami a krví v plicních kapilárách (**obr. 8,3**). Stěna sklípku se skládá z jedné vrstvy tenkostěnných buněk a stejně jako kapilární stěna. Výměna plynů se děje difuzí. Aktivní absorpce a sekrece buňkami zde jak se zdá nehraje žádnou roli. Ovšem směr, kterým se plyny pohybují je určen tlakem nebo poměrem mezi gradienty krve a vdechnutého vzduchu.

Atmosferický vzduch obsahuje malé množství CO₂, ale krev, která přitéká do plic je z větší části nasycena tímto plynem. Z toho důvodu CO₂ difunduje pryč z krve do plicních sklípků. Stejným způsobem přechází kyslík do krve. Krev, která přitekla do plicních kapilár je chudá na kyslík a vzduch ve sklípcích je naopak kyslíkem velice bohatý. To znamená, že kyslík z plicních sklípků difunduje do kapilár. Dýchání ve vysokých nadmořských výškách je méně efektivní než v níže položených místech, protože se děje pod menším tlakem, tím tělo přijímá kyslík v menší koncentraci a méně kyslíku se dostává do krve. Netrénovaný člověk může dostat tzv. (horskou nemoc). Ta se projevuje únavou, bolestmi hlavy, zrychleným tepem a lapáním po dechu. Dále člověk modrá, zvrací a dostává křeče. Pokud se okamžitě nedostane do nižších poloh může zemřít. Tato nemoc je vyvolána nízkým tlakem kyslíku ve velkých nadmořských výškách. V nížinných oblastech má člověk v krvi 21% kyslíku, kdežto na horách (3 000 m nad m) jen 14%.

Problémy s dýcháním se objevují též v letadlech, protože v kabině je vytvořen tlak uměle tak aby vyrovnal vnější tlak. Zde jsou ovšem k dispozici dýchací přístroje v případě takových potíží.

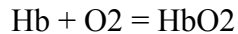
Když se krev dostane do plicních kapilár (**obr. 8,13**) (nezapomenout, že erytrocyty mají průměr 7,5 mikro m, zatím co kapilára asi 7,2 mikro m a tudíž erytrocyt je tam napresovaný a povrchem svých stěn se dotýká kapilárních stěn a umožňuje tak efektivnější výměnu plynů) má

na sebe navázané CO₂ v podobě hydrogenuhličitanového aniontu HCO₃⁻. Jakmile začne CO₂ difundovat ven dochází k následující reakci:



Tuto reakci urychluje (katalyzuje) enzym anhydráza, která se nachází v červených krvinkách. Když tato reakce proběhne, hemoglobin se zbaví vodíkových iontů, které nese a z Hhb se stane Hb.

Nyní je hemoglobin připraven navázat kyslík a stát se oxyhemoglobinem.

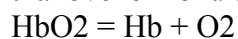


Dalším zajímavým faktem je, že hemoglobin snadněji váže hemoglobin v neutrálním prostředí a nízké teplotě v plicích. Na druhé straně vydává kyslík mnohem snáze v kyselém prostředí a teplejších tkáních (plíce 7,40 pH teplota 37C, tkáň 7,38 pH teplota 38C)

Důležité je též říci, že hemoglobin na sebe snadněji váže oxid uhelnatý než kyslík a vytváří s ním pevnou vazbu, to znamená, že krvinky, které na sebe navázaly oxid uhelnatý již jsou nepoužitelné pro transport kyslíku ke tkáním a organismu se potom nedostává kyslíku a dusí se. Nejčastější příčiny oxidem uhelnatým jsou v současné době smogové kalamity v průmyslových oblastech způsobené exhalacemi z velkých továren a výfukové plyny automobilů při velké koncentraci dopravy. V minulosti byly příčinou otrav netěsnící komíny a kouřící kamna v bytech.

Vnitřní dýchání

Když krev vstupuje do tkáňových kapilár kyslík opouští hemoglobin a difunduje do tkáňového moku to je vlastně vnitřní dýchání.



Difúze kyslíku do krve a do tkání se děje protože tlak kyslíku v tkáňové tekutině je nízký protože buňky jej vypotřebují při buněčném dýchání. Na druhé straně tlak CO₂ je vysoký, protože CO₂ neustále produkují buňky. To znamená, že CO₂ bude difundovat do krve. Malé množství CO₂ je ve formě carbaminohemoglobinu, ale většina CO₂ se slučuje s vodou na kyselinu uhličitou. Ta se rozkládá na vodíkový radikál a hydrogen uhličitanový aniont. Enzym uhličitá anhydráza, která je v erytrocytech tuto reakci katalyzuje:



Globin, součást hemoglobinu se slučuje s vodíkovým kationtem a z Hb se stává Hhb. Tímto způsobem se Ph v krvi udržuje konstantní. Bikarbonátový aniont HCO₃⁻ difunduje z červených krvinek ven a je přenášen plasmou.

Hypoxie a anoxie

Hypoxie je vyvolána snížením hladiny kyslíku v krvi, ne však pod její kritickou hodnotu. Jako anoxii označujeme naprostý nedostatek kyslíku v organismu, který způsobuje smrt. Pro vznik hypoxie může být hodně příčin. Jak z vnějšího prostředí, tak vyvolané onemocněními srdce, anémie a pod. Hypoxie se projevuje modráním sliznic a kůže. Ve fetálním období hypoxie těžce poškozuje mozek a celý centrální nervový systém. Nejcitlivější na nedostatek kyslíku je z organismu mozková tkáň, v níž mozkové buňky začínají odumírat již po několika vteřinách. Delší hypoxie a anoxie je nenapravitelně poškozuje. Obr. 78.

Dýchání a zdraví

Nyní víme, že všechny dýchací cesty jsou vyloženy teplou vlhkou hlenitou výtelkou, která je neustále v kontaktu s vnějším vzduchem. Kvalita vzduchu většinou podmiňuje zdraví

člověka. Vzduch obsahuje v současné době škodlivé látky a choroboplodné zárodky, které se dostávají do dýchacích cest a napadají je a vyvolávají onemocnění.

Záněty horních cest dýchacích

zachvacuje nosní dutiny, hrtan, průdušnici a průdušky. Pokud je tato infekce virového původu, antibiotika nepomáhají. Patří mezi ně např.:

Nachlazení

Jedná se o virové onemocnění, které obvykle začíná škrábáním v krku a silnou rýmou. Zřídka kdy je doprovázeno zvýšenou teplotou a jeho průběh obvykle nebývá dramatický, většinou nevyžaduje lékařské ošetření. Nachlazení má krátké trvání, ale také imunita proti němu není valná. Je známi 150 virů způsobujících nachlazení je velmi obtížné je izolovat abychom potlačili infekci.

Chřipka

Je to taky virová infekce, která je rozšířena do celého těla a projevuje se lechtáním a bolestmi kloubů a horečkou. Trvá déle než nachlazení. Preventivní očkování není moc účinné, protože opět účinkuje jen proti jednomu typu virů. Čřipkové viry neustále mutují a mění se. Velice rychle se šíří a vyvolávají rozsáhlé nákazy.

Bronchitida (zánět horních cest dýchacích)

Virová infekce se může z nosní dutiny rozšířit do dutin lebečních, středního ucha (zánět středního ucha) do hrtanu (laryngitida) nebo do průdušek (bronchitida) Akutní bronchitida je většinou způsobena sekundární bakteriální infekcí průdušek, projevující se silným hleněním a kašlem. Obvykle se léčí antibiotiky, po ktrých příznaky rychle ustupují.

Chronická bronchitida nemusí být způsobena infekcí. Často ji zapříčiňuje permanentní dráždění výstelky průdušek výsledkem čehož jsou degenerativní změny a ztráta řasinek v epitelu, které čistí epitel. Je provázena častým kašlem a pacient je náchylný k onemocněním dýchacích cest. Nejčastěji jí trpí kuřáci.

Nemoci plic

Dvě infekční nemoci, které zachvacují plicní tkáň se jmenují pneumonie a tuberkulóza. Dřívka byly příčinou častých úmrtí velkého množství lidí. Nyní jsou léčeny antibiotiky. Druhé dvě nemoci, které nejsou způsobeny infekcí ale nejčastěji kouřením.

Pneumonie

Většina forem pneumonie je způsobena bakteriální nebo virovou infekcí. U pacientů s AIDS se objevuje relativně vzácná forma vyvolaná prvokem *Pneumocystis carinii*. Někdy pneumonie se objevuje jen na některé plicní laloky, které přestanou pracovat. Čím více nakažených laloků, tím vážnější infekce.

Tuberkulóza

Tuberkulózu způsobuje tuberkulózní bacil, je možné zjistit, zda osoba byla někdy postižena tuberkulózou a to testem na kůži tak, že extrakt z bacila se vstříkne pod kůži. Ten kdo nikdy neměl kontakt s bacilem neukáže žádnou reakci, kdežto ten kdo si vyvolal imunitu vůči němu objeví se na kůži červený flek v době do 48 hodin.

Pokud bacil zachvátí plíce, buňky začnou tvořit vápenité kapsle. Pokud je imunita organismu vysoká, tělo se z toho samo dostane, pokud ne tělo je napadeno. Proto se chodí ve školním věku na rentgeny plic, aby se terapií předešlo možnému rozvinutí choroby. Tuberkulóza se léčí streptomycinem.

Emphysema (rozedma)

Tato nemoc vyvolává destrukci plicní tkáně a je doprovázena záněty plic, kolapsem průdušinek. Proto jsou plicní sklípky odříznuty od přísunu čerstvého vzduchu a vzduch v nich je pořád stejný to má za následek popraskání plicních stěn.

Průchod vzduchu dýchacími cestami

Oddíl dýchacích cest	Funkce
Nosní dutiny	filtrace, ohřívání, zvlhčování
Nosohltan	průchod vzduchu z nosu do hltanu
Hltan	spojení s okolními trubicemi
Hlasivky	průchod vzduchu
Hrtan	tvorba hlasu
Průdušnice	průchod vzduchu do hrudní dutiny
Průdušky	průchod vzduchu do každé plice
Průdušinky	průchod vzduchu do každého plicního sklípku
Plicní sklípky	váčky sloužící k vlastní výměně plynů

Sled kroků při vdechu a výdechu

Vdech	Výdech
Prodloužená mícha stimuluje bránici a mezižeberní svalstvo	Receptory v plicích vysílají inhibiční podnět prodloužené míše
Bránice se stahuje a zplošťuje	Bránice se uvolňuje a zaujímá opět kopulovitý tvar
Hrudník se pohybuje nahoru a ven	Hrudník se pohybuje dovnitř a dolů
Plíce se roztahují	Plíce se smršťují do původní velikosti
Negativní tlak v plicích	Positivní tlak v plicích
Vzduch je nasáván dovnitř	Vzduch je vytlačen ven