

Patofyziologie respiračního systému/SŠ (sestra)



Tento článek je určen pro studenty středních a vyšších odborných škol oboru zdravotní sestra

Prosíme, neprovádějte věcné editace, nemáte-li potřebnou kvalifikaci.
Editujte s rozvahou. Věcné změny nejprve projednejte v diskusi.

Znění otázky: Definice, dělení, terminologie, etiopatogeneze. Dýchání zevní (respirace, ventilace, mechanické dýchání, difuze, perfuse), vnitřní dýchání. Klinický obraz hypoxie, hypokapnie, hyperkapnie, dyspnoe, ortopnoe, cyanózy. Poruchy vnitřního prostředí – respirační alkalóza, respirační acidóza.

- Dýchací systém slouží jako výměník plynů mezi okolním prostředím a vnitřním prostředím organismu.
- Dýchání je proces, kterým dochází k výměně plynů. Pod tímto pojmem zahrnujeme **ventilaci** (vnější dýchání) a **respiraci** (vnitřní dýchání).

Horní cesty dýchací

Dutina nosní = cavum nasi.

- Slouží k ohřevu dýchací směsi.
- Slouží k očištění vdechované směsi.
- Smyslové buňky čichu.
- Podráždění čichových buněk vyvolá kýchnutí.
- Epitel produkuje hlen, do kterého se zachycují drobné částice nečistot (př. prachu).
- Při nadechnutí dráždivé látky je vyvolána reflexní zástava dechu.

Dutina ústní = cavum oris.

- Používána při námaze a obstrukci nosní dutiny.

Hltan = pharynx.

- 3 části.
- Vzduch směřuje do plic a potravu do jícnu.

Hrtan = larynx.

- Příklopka hrtanová (epiglottis) brání vniknutí potravy do dýchacích cest.
- Hlasivkové vazy umožňují tvorbu řeči.

Dolní dýchací cesty

- Při podráždění n. vagus je vyvolán obranný reflex – kašel.

Průdušnice = trachea.

- Tvořena chrupavkami.
- Řasinkový epitel, který umožňuje posouvat hlen směrem k dutině ústní.

Průdušky = bronchy.

- Pravá a levá průduška, levá svírá s tracheou ostřejší úhel.
- Řasinkový epitel.
- Hladká svalovina ovlivňována vegetativním nervovým systémem (parasymptikus vyvolává konstriktci, sympaticus dilataci).
- Rozvětvují se dále až na malé průdušinky.

Plíce = pulmones.

- Párový orgán tvořen plicními sklípky (alveoly).
- Místo výměny plynů.
- Rozvinuté plicní sklípky udržuje surfaktant.

Ventilace

- Cyklický děj při němž se opakuje nádech a výdech.

Nádech

- Inspirium, aktivní děj.
- Hlavními dýchacími svaly jsou bránice a mezižební svaly, pomocné dýchací svaly jsou tvořeny svaly prsními, podklíčkovými a kývači hlavy.
- Při nádechu bránice klesá, mezižební svaly vytáčí žebra do stran a dopředu.

Objem jednoho nádechu se vypočítává vzorcem... $5 - 7 \text{ ml} / \text{kg}$. (84 kg. vážící člověk bude mít optimální dechový objem mezi 420 a 588 ml vdechované atmosférické směsi)

- Vdechovaný objem cca 500 ml.
- Mrtvý prostor má objem cca 150 ml (prostor, kde nedochází k výměně plynů).
- Shodný pohyb hrudníku a plic umožňuje negativní tlak v interpleurálním prostoru.

Výdech

- Expirium, děj pasivní,
- břišní orgány vytlačují bránici zpět nahoru, vlastní elasticita hrudníku vrací žebra do původní polohy,

→ minimálně svalově náročný. Bránice a mezižební svaly ochabnou, hrudník klesne vlastní hmotností, bránice se vyklene zpět do hrudníku. Objem se zmenší, tlak v plicích se vyrovná vůči zevnímu prostředí vydechnutím až do opětovného vyrovnání tlaků.

- **Ventilaci** rozumíme dopravu kyslíku ze zevního prostředí do alveolů a dopravu CO_2 opačným směrem. Má ze všech funkcí organismu nejvyšší rezervu.
- **Mechanika dýchání** → dýchání je zajišťováno dýchacími pohyby, uskutečňováno činností příčně pruhovaných dýchacích svalů. Probíhá v rytmickém cyklu nádech – výdech – velmi krátká pauza. Při klidném dýchání je aktivní svalová činnost významná jen při vdechu. Nárokuje pouze 5 % celkové spotřeby kyslíku v organismu.
 - Bránice – je řízena nervově z oblasti prvního až čtvrtého obratle krční páteře, její křečovitě stahy vyvolávají škytavku, což je vlastně deformovaný výdech.
 - Mezižební svaly jsou zásobeny nervy z oblasti hrudní páteře.
 - Obtížné dýchání nebo značně prohloubené dýchání zapojuje do dýchací činnosti i pomocné dýchací svaly. Pro vdech jsou to svaly krku, pletence pažního a zad, pro výdech svaly břišní stěny. Výdech se stane aktivním. Spotřeba kyslíku v dýchacích svazech stoupá až na 40 % celkové spotřeby kyslíku v organismu. Fyzická námaha se projeví vyhledáváním vhodné polohy – vsedě a opřením, zpocením, tachykardií, postupným vyčerpáním a druhotnou dechovou nedostatečností.
- Difuze – průchod vdechovaných a vydechovaných plynů z plicních sklípků do plicních kapilár a opačně skrze alveokapilární membránu. Za normálního stavu je rychlá a účinná. Difúze kyslíku se podstatně zhoršuje při plicním edému při srdečním levostranném selhávání, při vzniku vlhké plíce např. po tonutí, při plicních fibrózách.
- Perfúze – průtok krve plicním kapilárním řečištěm. Rozhoduje o přílivu a odlivu krevních plynů a odplavení inhalačních anestetik z plic. Perfúze musí být v přiměřené rovnováze k ventilaci, aby na obou stranách alveokapilární membrány nedošlo k nevýhodnému nepoměru. Typické klinické příklady kritického nepoměru jsou:
 - Neprůchodnost DC znemožňující ventilaci. Kyslík se nedostane na výměnnou plochu. I když je perfúze dostatečná, nemocný je vystaven nedostatku kyslíku.
 - Embolie plicní tepny. Nemocný ventiluje dokonce zvýšeným úsilím, kyslík je přiveden až do alveolů. Krevní proud je však zaklíněným embolem zastaven a kyslík nemůže být transportován do tkání.
- Distribuce – rozdělování vdechované směsi v plicích. Ani za fyziologického stavu není přesně rovnoměrné. V nevhodné operační poloze nebo při umělém dýchání je distribuce značně nerovnoměrná, části plic jsou ventilovány velmi nekvalitně. Při poloze rovně na zádech jsou nejhůře provětrávány dolní laloky v oblasti podél páteře. Proto jsou nesmírně důležité změny polohy a občasné prodávání prohloubenými vdechy. V hůře ventilovaných oblastech jinak snadno vznikají atelektázy a bronchopneumonie. Distribuce probíhá nejvýhodněji v poslední třetině vdechu. Proto se při UPV volí pomalejší frekvence a krátké pozdržení v poslední třetině umělého vdechu.

Základní pojmy:

- Eupnoe = normální, klidové dýchání.
- Tachypnoe = zrychlené dýchání.
- Hyperpnoe = prohloubené dýchání.
- Apnoe = bezdeší.
- Ortopnoe = namáhavé dýchání se zapojením pomocných dýchacích svalů.
- Dyspnoe = dušnost.
- Vitální kapacita plic /vc/ = dechový objem + rezervní expirační objem + rezervní inspirační objem.
- Funkční reziduální kapacita = reziduální objem + rezervní inspirační objem.
- Normoxemie = normální koncentrace O_2 v krvi.
- Hypoxemie = nedostatek O_2 v krvi.
- Normoxie = normální hodnota O_2 v tkáních.

- Hypoxie = nedostatek O_2 v tkáních.
- Hyperoxie = nadbytek O_2 v tkáních.
- Normokapnie = normální koncentrace CO_2 v krvi.
- Hypokapnie = nedostatek CO_2 v krvi.
- Hyperkapnie = nadbytek CO_2 v krvi.

Biochemie dýchání

Běžně dýcháme atmosférický vzduch za normálního atmosférického tlaku 0,1 MPa v tomto složení: kyslík 21 %, dusík 78 %, vzácné plyny 1 %, oxid uhličitý, vodní páry. V anesteziologii, při UPV, v hyperbarické komoře, lze do plic přivádět i jinou směs a za změněných podmínek tlaků.

- Při hodnocení krevních plynů se běžně v klinické praxi nepoužívá jejich množství, nýbrž jejich parciálních tlaků (pO_2 , pCO_2).

Kyslík

- Spotřeba souvisí s metabolickými nároky organismu (různé org. či tkáně mají různou relativní spotřebu).
 - Čím je orgán aktivnější, tím větší potřebu má a tím může být i nedostatkem více či dříve poškozen.
- Největší množství je vázáno na hemoglobin → oxyhemoglobin; udává transportní kapacitu krve.
 - Minimální množství je transportováno v plazmě.
 - Přestupuje do buněk a vstupuje do enzymatických metabolických buněčných dějů. Jestliže člověk vdechuje čistý kyslík, stoupne množství kyslíku fyzikálně rozpuštěného, ale množství vázané na hemoglobin se nezvýší, protože i při vdechování vzduchu je již veškerý hemoglobin kyslíkem obsazen.
 - Jestliže se navíc zvýší tlak kyslíku nad atmosférický (např. hyperbarické komory), zvýší se množství rozpuštěného kyslíku v plasmě mnohonásobně.

Oxid uhličitý

- Vzniká při metabolismu.
- Je transportován do plic k vydýchání.
 - V plazmě volně rozpuštěn fyzikálně jen v minimálním množství.
 - Vazba na hemoglobin jako karboxyhemoglobin.
 - Většina je v krvi vázána v chemické vazbě jako bikarbonát – HCO_3^- .

Hodnoty v ASTRUPu

- Při dýchání atmosférického vzduchu s 21% kyslíku, tj. s inspirační frakcí kyslíku $FIO_2 = 0,21$ za tlaku 0,1 MPa a za fyziologických poměrů ventilace a perfuze dosáhne člověk těchto hodnot:
 - **Tepenná krev:**
 - $paO_2 = 13,3$ kPa,
 - $paCO_2 = 5,3$ kPa,

→ nutno posuzovat individuálně!!!

- Hodnoty svědčící pro nedostatečnou výměnu krevních plynů:
 - paO_2 nižší než 8,0 kPa,
 - $paCO_2$ vyšší než 8,0 kPa.

Řízení dýchání

- Dýchací centrum uloženo v prodloužené míše, v mozkovém kmeni je pneumotaxické centrum.
- Volní kontrolu dýchání zajišťuje mozková kůra.
- Emocionální vlivy jsou přenášeny z center vegetativního nervového systému – hypotalamu a limbického systému.
- Deflační a inflační receptory plic → n. vagus → dechové centrum,
 - zajištění střídání nádechu a výdechu = autoregulační Hering-Breuerův dýchací reflex.
- Periferní chemoreceptory v oblouku aorty a v rozvětvení krkavic a centrální chemoreceptory v dýchacím centru reagující na hladinu CO_2 .

Hypoxie

Hypoxie je pojem vyjadřující nedostatek kyslíku v buňkách.

Rozdělení podle příčin a působení

- Hypoxická – příčinou je nedostatek kyslíku v atmosféře → do krve přestupuje málo kyslíku → nízký pO_2 v arteriální krvi.
 - Horská nemoc, onem. plic vede k hypoxii systémové.
- Anemická (transportní) – v krvi je nedostatek volného hemoglobinu → normální pO_2 v arteriální krvi, snížená hodnota celkového O_2 v arteriální krvi (CaO_2).
 - Anémie, otrava CO_2 způsobuje systémovou hypoxie.
- Cirkulační (stagnační) – malý průtok krve tkáněmi a maximálním odběrem kyslíku → normální pO_2 v arteriální krvi.
 - Srdeční selhávání nebo šok → celková hypoxie.
 - Trombóza, embolie, trauma → místní hypoxie.
- Histotoxická (cytotoxická) – vážne využití kyslíku v buňkách, ačkoli dodávka O_2 je dostatečná, buňky ho neumí využít pro tvorbu ATP → vysoký pO_2 .
 - Otrava kyanidy, cyankali.
- Hypermetabolická – nároky tkání jsou tak vysoké, že běžná dodávka O_2 nestačí.
 - Thyreotoxická krize, sepsa.

Klinický obraz

Nedostatek kyslíku → přeměna aerobního metabolismu na anaerobní → hromadění kyselin → acidóza,

→ nedostatek energie způsobený neefektivním využitím ATP → omezení funkce buněk → ireverzibilní změny.

- Rychle vzniklá únava, spavost, bezvědomí, křeče.
- Deprese, zmatenost, neklid, halucinace.
- Bradykardie či tachykardie, srdeční zástava.
- Zpočátku hypertenze pak hypotenze.
- Hyperventilace, tachypnoe, postupně lapavé dechy.
- Cyanóza – při poklesu střední koncentrace hemoglobinu pod 0,7 mmol/l.
- Průběh je různý podle závažnosti hypoxie a rychlosti jejího nástupu.
- V celkové anestezii jsou příznaky hypoxie neobvykle chudé, chybí obranná aktivizace organismu. Tentýž nenápadný, maskovaný průběh je u nemocných v těžkém stavu v resuscitační péči na ventilátorech a u neurologicky postižených. Jedinými projevy je lehký neklid, nesoulad s ventilátorem, event. cyanóza, bradykardie, zástava oběhu.

Hypoxie je stav bezprostředně ohrožující život. I subakutní hypoxie může být smrtící, zejména trvá-li nepovšimnuta delší dobu. Nemusí být doprovázena cyanózou, její projevy mohou být chudé. Neklid je paradoxním projevem hypoxie. Je-li pacient neklidný, je nutno vyloučit hypoxii dříve, než ho budeme uklidňovat nebo napomínat ke kázni.

Hyperoxie

Stav charakterizovaný déletrvající nadbytečnou hodnotou kyslíku v krvi. Za nebezpečný se považuje pO_2 v tepenné krvi vyšší než 33 kPa, trvající několik hodin. → toxicita kyslíku

Hyperkapnie

= zvýšený obsah oxidu uhličitého v krvi.

- Hypoventilace → zvýšené množství CO_2 → vasodilatace, respirační acidóza.
- Klinický obraz: Vzestup nitrolebního tlaku, krevního tlaku, bolest hlavy, zčervenání, popř. pocení, později se objeví oblužení, útlum dýchání, bezvědomí, srdeční zástava.
 - V anestezii a v resuscitační péči jsou příznaky chudé a mohou se omezit jen na postupující vzestup krevního tlaku s velmi tvrdým tepem a nesouhru s ventilátorem.

Hypokapnie

= Snížený obsah oxidu uhličitého v krvi.

- Je důsledek hyperventilace. Snadno vzniká, jestliže je pac. v anestezii nebo resuscitační péči ventilován příliš velkými objemy.
- Klinický obraz: Bledost, hypotenze.

- Subjektivně brnění v rukou a kolem úst, svalová ztuhlost, později se objeví tetanie s „porodnickou rukou“, svalové záškuby, celkové křeče, bezvědomí. Stav může způsobit srdeční zástavu.
- Za nebezpečnou hladinu se považuje hodnota $p\text{CO}_2$ v tepenné krvi pod 2,6 kPa.

Dyspnoe

- Vyjadřuje subjektivní pocit namáhavého dýchání, prožívaný nemocným velmi nepříjemně, doprovázený pocitem nedostatku vzduchu.
- Pocit dušnosti může mít i pacient na ventilátoru při nesouladu s nastaveným režimem, při nedostatečné nabídce kyslíku atd.

Ortopnoe

- Vyjadřuje objektivně viditelný obraz namáhavého dýchání. Nemocný zapíná pomocné dýchací svaly, je vidět vlání chrupky. Vyhledává polohu vsedě s opřením rukou, v předklonu, dává DK do snížené polohy.

Cyanóza

- Vyjadřuje vzhled nemocného se zabarvením sliznic a kůže do višňové až modrošedavé barvy.
- Ve většině případů svědčí cyanóza o nedostatku kyslíku.
- Modré zbarvení získá hemoglobin i spojením s nitrity nebo se sloučeninami síry. K intenzivně modrému odstínu stačí podstatně menší množství takto změněného hemoglobinu.

Respirační alkalóza

- Podstatou je snížení $p\text{CO}_2 \rightarrow \text{HYPOKAPNIE}$
- Příčiny:
 1. Dráždění dechového centra – psychogenní vlivy, hypoxémie při onemocnění plic, VVV s pravo-levými zkraty, pobyt ve vysokých výškách.
 2. Nevhodně nastavená UPV – nejčastěji při hyperventilaci.
- Klinický obraz:
 - Hyperventilace \rightarrow hypokapnie \rightarrow vazokonstrikce mozkových cév \rightarrow možná ischemizace mozku \rightarrow další stimulace hyperventilace.
 - Při poklesu $p\text{CO}_2$ pod cca 3kPa dochází k významnému omezení perfuze mozku!
- Vyšetřování ABR:
 - alkalóza – vzestup pH,
 - pokles bikarbonátu,
 - snížení Base Excess (BE),
 - Kompenzace renální.

Respirační acidóza

- Příčinou je hromadění CO_2 v organismu \rightarrow vzniká při stavech, kdy dochází k hypoventilaci, omezující výměnu plynů v plicích.
 - hyperkapnie do cca 8kPa = stimulace dechového centra,
 - hyperkapnie nad 8kPa = deprese dechového centra, pacient ztrácí potřebu dýchat. Hypoxemie je jediným psychickým stimulem pro udržení ventilace. Cave (<https://cs.wiktionary.org/wiki/cave#latina>) na oxygenoterapii bez UPV u těchto nemocných! Mají-li dostatek kyslíku, přestávají dýchat.
- Příčiny:
 1. Alveolární hypoventilace – šoková plíce, akutní respirační insuficience, pneumothorax apod.
 2. Vdechování směsi plynů s vyšším obsahem CO_2 .
 - Vyčerpání natronového vápna v pohlcovači anesteziologického přístroje.
- Klinický obraz:
 - Cyanóza, dušnost, tachypnoe, neklid, poruchy vědomí, poruchy srdečního rytmu.
 - ASTRUP: nižší pH, vyšší $p\text{CO}_2$, pokles BE.
 - Renální kompenzace \rightarrow vyšší HCO_3 , BE stoupá, $p\text{CO}_2$ se nemění.

Odkazy

Související články

- Plicní objemy
- Mechanika dýchání
- Plicní poddajnost
- Poměr plicní ventilace - perfuze
- Vazba kyslíku na hemoglobin
- Transport O₂ krví
- Transport CO₂ krví
- Chemická regulace dýchání
- Nervová regulace dýchání
- Anoxie
- Asfyxie
- Akutní horská nemoc
- Kesonová nemoc
- Hypoxie (podrobně)

Použitá literatura

- MOUREK, Jindřich. *Fyziologie : učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 204 s. ISBN 80-247-1190-7.
- VOKURKA, Martin, et al. *Patofyziologie pro nelékařské směry*. 2. vydání. Praha : Karolinum, 2008. 217 s. ISBN 978-80-246-1561-5.
- KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetřovatelství v intenzivní péči*. 1. vydání. Praha : Grada, 2007. 350 s. ISBN 978-80-247-1830-9.