

**MUNI  
MED**

# Oxygenoterapie

Michal Pospíšil

# Úvod

- Léčebná metoda zajišťující zvýšení frakce kyslíku ve vdechované směsi vzduchu vhodnými metodami.
- Zajištění vyšší frakce než v atmosférickém vzduchu (respektive zvýšit dostupnost v dané nadmořské výšce) a udržení  $p_{aO_2}$  v hodnotách 10 – 13,3 kPa s ohledem na pH krve.
- Tato metoda je součástí komplexní péče při zajišťování potřebné dodávky kyslíku tkáním = vždy je nutno řešit příčinu poruchy výměny plynů.
- Stejně jako většina terapeutických výkonů má svá rizika.

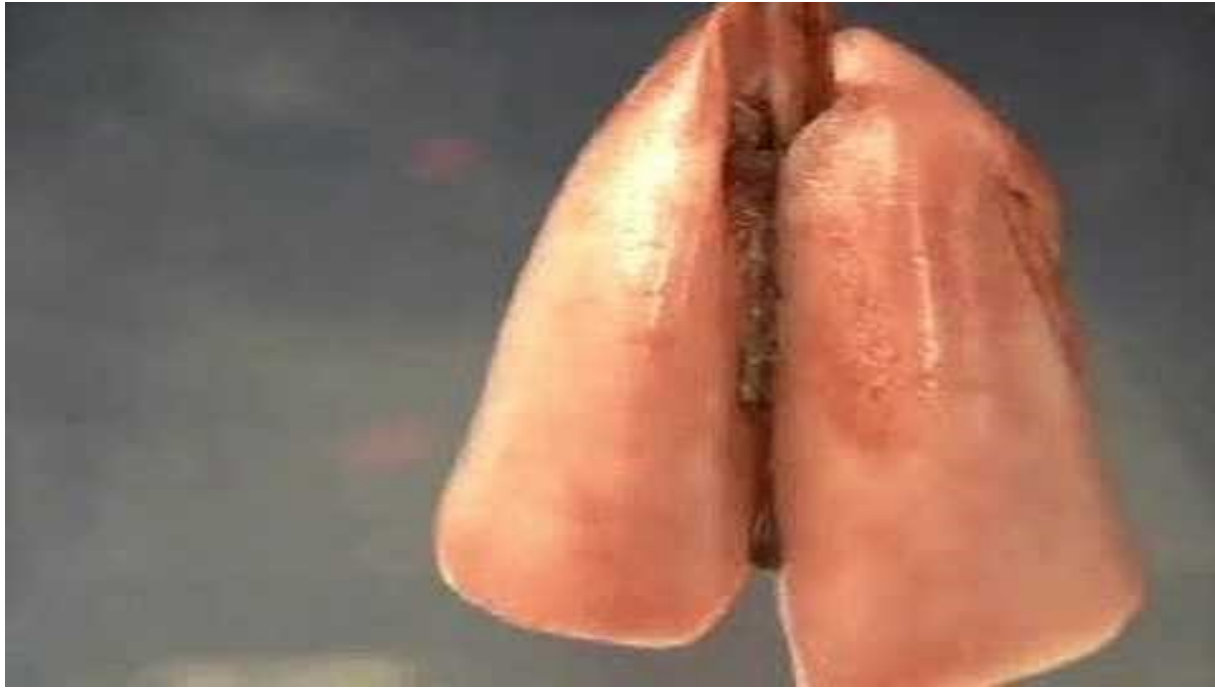
# Fyziologie dýchání stručně

- Zevní dýchání (ventilace): difuze plynů mezi vzduchem a krví v obou směrech – ovlivněno pohyby (tvarem) hrudníku, dýchacími svaly a stavem plicní tkáně (perfuze).
- Inspirium je vždy aktivní děj, vytváří v dutině hrudní podtlak do vyrovnání tlakových gradientů v alveolech => nasátí vdechované směsi, jedná se o aktivní pohyb řízený a kontrolovaný CNS.
- Expirium je za fyziologických podmínek pasivní děj.

# Fyziologie (2)

- Vnitřní dýchání (tkáňové): výměna plynů na úrovni krve a buněk. Zajišťují jej přenašeči krevních plynů a enzymatický systém v buňkách.
- Buněčné dýchání je mimo jiné ovlivněno parciálními tlaky jednotlivých plynů v krvi.

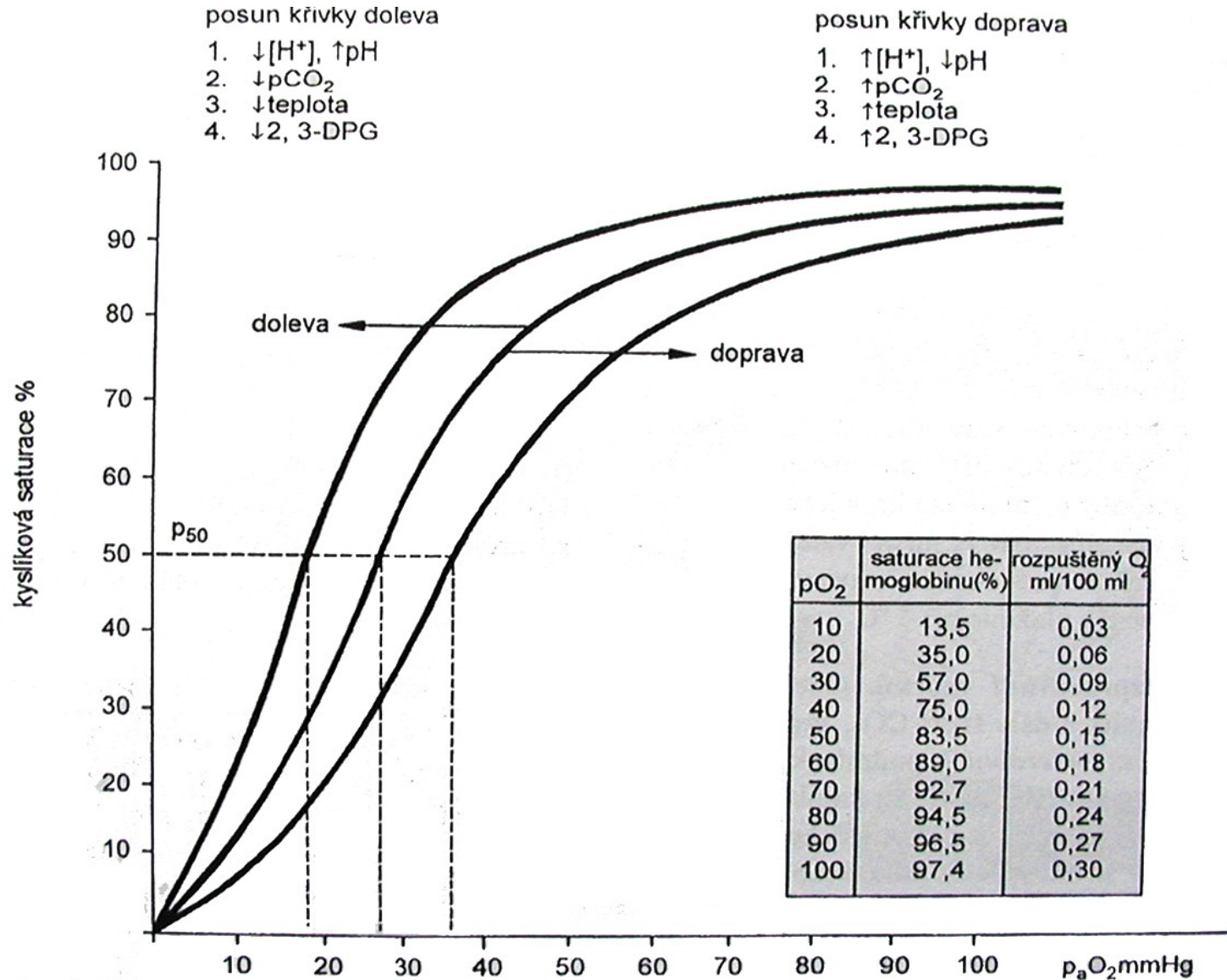
# ZEEP/ PEEP video



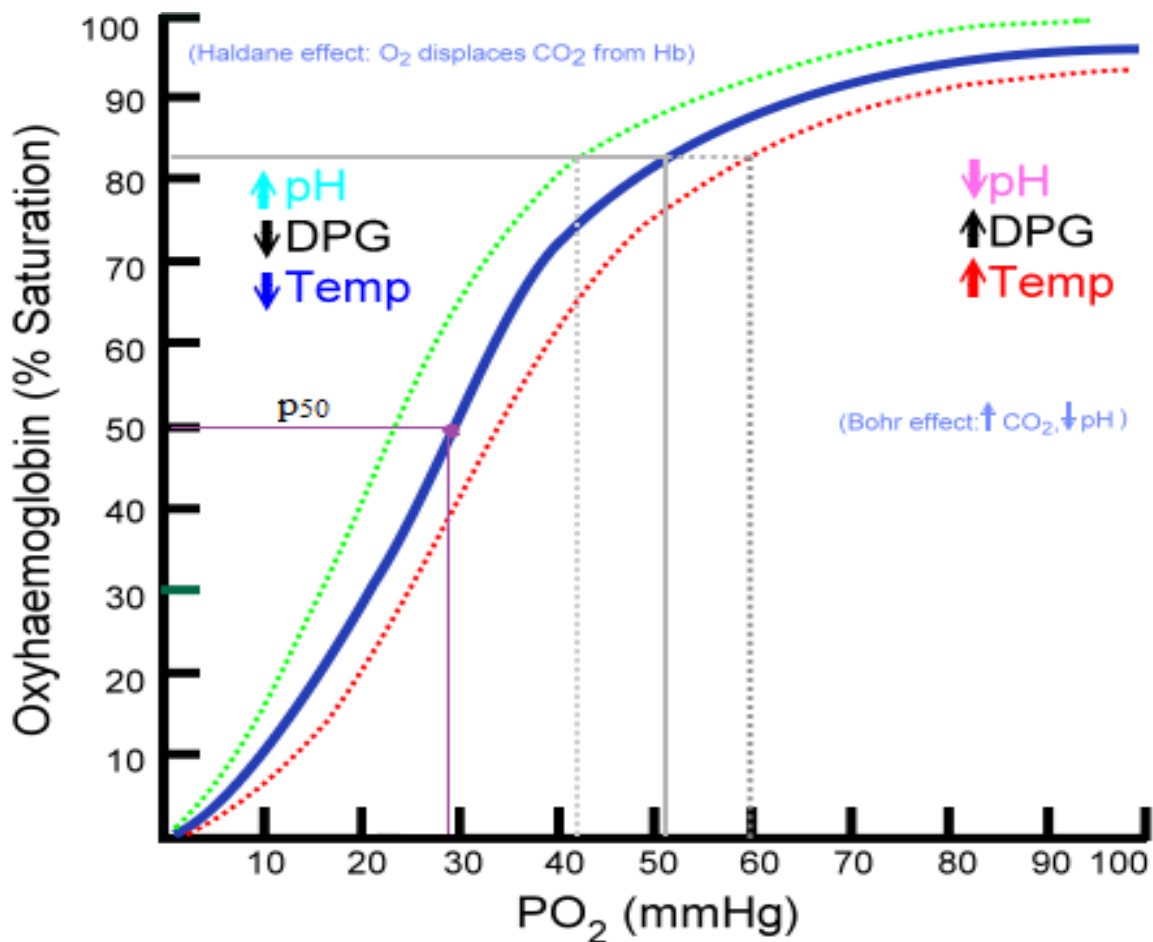
# Kyslík

- Základní prvek důležitý pro správnou funkci metabolismu všech tkání.
- V krvi je vázán na hemoglobin => oxyhemoglobin.
- V malém množství (cca 3 %) jako volně rozpuštěný plyn v plazmě.
- Afinitu kyslíku nejvíce ovlivňuje tělesná teplota, celkové množství Hgb, pH krve, parciální tlak CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> a atmosférický tlak.

# Disociační křivka



# Disociační křivka





# Toxicita kyslíku (1)

- Vysoké koncentrace v krvi – hyperoxie.
- Může mít za následek inhibici buněčné proliferace, poškození DNA a buňky.
- Za normálních okolností je metabolizován na vodu, při nepřiměřených dávkách mohou vznikat volné kyslíkové radikály.
- Bezpečná frakce není doposud vzhledem k individuálním potřebám jednotlivých organismů známa. Z hlediska dlouhodobé terapie jsou dobře tolerovány dle experimentů  $FiO_2 < 50 \%$ .

# Toxicita kyslíku (2)

- Stavy spojené s hyperoxií (zvýšené hodnoty v bb.) jsou nejčastěji spojovány s nekontrolovanou oxygenoterapií, hyperbarickou oxygenoterapií a potápěním.
- Projevy jsou spojovány se zhoršenou produkcí surfaktantu, se zvýšenou funkcí sympatiku a v některých případech neurologickou poruchou (křečové stavy).
- U novorozenců se doporučuje v prvním cyklu resuscitace použít atmosférickou frakci O<sub>2</sub> a postupně navyšovat až po několika minutách.
- Větší riziko však logicky vyplývá vždy při podání nedostatečné frakce v akutních stavech.
- Absorpční atelektáza při nefyziologickém poměru O<sub>2</sub> a N ve vdechované směsi

# Typy hypoxie

Hypoxemická hypoxie (pokles  $paO_2$ ).

Normoxemická hypoxie (snížení krevního průtoku) – stagnační/ ischemická (šok, srdeční selhání).

Anemická hypoxie (subtyp normoxemické, nedostatek hgb, či porucha afinity k hgb).

Histotoxická hypoxie (označení pro některé otravy ovlivňující fragmenty vnitřního dýchání – kyanidy).

Hypermetabolická – nepoměr mezi nárokem tkání a dodávkou kyslíku.

# Oběhová reakce organismu na hypoxii

- Zvýšení tepové frekvence, krevní tlaku -> SV
- Plicní vazokonstrikce a úprava ventilačně-perfuzního poměru.
- Ve fázi dekompenzace snížení TK, bradykardie -> SV.

Příznaky:

cyanóza kůže a sliznic, bledost, tachypnoe, arytmie  
bolesti hlavy, nauzea, poruchy vědomí - spavost

# Oxid uhličitý

- Hypokapnie
- Snížení parciálního tlaku CO<sub>2</sub> v krvi.
- Hyperventilace (ventilace vysokými objemy), stres.
- Hyperkapnie
- Nadměrné množství v krvi způsobené jeho nadměrnou tvorbou (zvýšená aktivita metabolismu), nebo nedostatečnou eliminací (hypoventilace).
- Klinické projevy: somnolence, letargie, tremor (flapping tremor), bolest hlavy, koma

# Indikace k podání kyslíku

Orientační:  $\text{PaO}_2 < 8 \text{ kPa}$  nebo  $\text{SpO}_2 < 90\%$

Vždy je nutno hodnotit komplexně klinický stav pacienta, ne pouze saturaci nebo laboratorní výsledky zvlášť.

# Vybrané stavy a diagnózy

KPR

Známky respiračního selhávání bez kontroly

Šokové stavy, anestezie, akutní respirační selhání

Chronická obstrukční plicní nemoc

Pneumonie

Status asthmaticus

Anafylaxe

Intoxikace

# Zajištění klinického stavu

- Snížení nadměrných požadavků organismu – uklidnění pacienta, správná poloha, zprůchodnění DC, sedace, analgezie, mechanická ventilace, normotermie-hypotermie.
- Zajištění dostatečné perfuze orgánů a plic
- Úprava vnitřního prostředí a krevního obrazu (anemie)



# Zásady aplikace kyslíku

- Při dlouhodobém podávání zvlhčování a ohřívání vdechované směsi. (zvlhčování/ nebulizace)
- Zvlhčovače : tepelné, kaskádové, tryskové, ultrazvukové, kondenzační.
- Dodržovat ordinované rozmezí frakce.
- Dodržovat ordinovaný způsob aplikace.
- Znat potřebné parametry/ průtoky pro jednotlivé pomůcky.
- Pravidelná toaleta DC.
- Pravidelná kontrola KP.
- Dbát na BOZP při manipulaci s kyslíkem.
- U nízko-průtokových aplikátorů sledovat RR (do 20/min)

# Způsoby aplikace kyslíku (1)

- Nosohltanový katétr
- Umělohmotná cévka s jedním centrálním a několika bočními otvory.
- Měl by být vidět v ústech, zavádí se nosní dírkou k čípku, vzdálenost se odhaduje poměrem špičky nosu a ušního boltce.
- Pro riziko vzniku dekubitů dnes prakticky nevyužíván.

# Způsoby aplikace kyslíku (2)



- Kyslíkové brýle
- Nízko-průtokový aplikátor, indikovaný u pacientů, kteří nedesaturují pod 85 % SpO<sub>2</sub>.
- Iniciační průtok se doporučuje mezi 2-5 l/min, který zajišťuje frakci v rozmezí 24-40 %.
- Vzhledem k malému průsvitu kanyly navyšování průtoku většinou vyšší frakci nezajistí a je nutno změnit za vysoko-průtokovou pomůcku.
- Pozor u pacientů s kongescemi a deformitami nosní přepážky a u pacientů s tachypnoí.
- Vhodné pro dlouhodobé podávání.

# Způsoby aplikace kyslíku (3)



- Kyslíková maska bez rezervoáru
- Určena k podávání  $FiO_2$  v rozmezí od 0,35 – 0,5 při minimálním průtoku 5 l/minutu.
- Menší průtok se vzhledem mrtvému prostoru masky, který zvyšuje riziko opětovného vdechování vydechované směsi, nedoporučuje. (cave CHOPN!)
- Není vhodná pro dlouhodobou aplikaci z důvodů otlaků obličeje a omezení při běžných denních činnostech jako je vykašlávání hlenů, nebo přijímání potravy.

# Způsoby aplikace kyslíku (4)



## Maska s rezervoárem

- Používána pro dodávku vysokých hodnot  $FiO_2$  u stavů akutní hypoxie, kde je naměřená iniciální hodnota  $SpO_2 < 85 \%$ . Průtok se nastavuje na hodnotu 10 – 15 l/ minutu, při nižších průtocích zde opět hrozí hromadění  $CO_2$  v rezervoáru.
- Před nasazením masky pacientovi je nutno rezervoár utěsnit do jeho plné insuflace, čímž se zajistí vysoká iniciální frakce a zároveň se tak kontroluje těsnost systému.

# Způsoby aplikace kyslíku (5)

- Tracheostomická maska (mušle)
- Umělý nos na TSK
- Inkubátor
- „Via ambuvak“ a „ambuvak“ s rezervoárem
- Venturiho ventil
- Hyperbarická oxygenoterapie



# Umělý nos na TSK



# Pulzní oxymetrie (1)



- Dvě fotodiody produkující infračervené světlo a protilehlého fotodetektor.
- Za fyziologických podmínek jsou hodnoty  $SpO_2$  a  $SaO_2$  v rozdílu max. 2 % .
- Cyanóza, jako projev nedostatečné oxygenace, se manifestuje až při velmi nízkých hodnotách okolo 75 %, což je hodnota, která za normálních podmínek odpovídá saturaci venózní krve.
- Limitace: anémie, třes, hypoperfuze, nízké hodnoty  $SpO_2$ , hemoglobinopatie, hyperkapnie, okolní ostré světlo..



# Pulzní oxymetrie (2)

- *Tmavé barvy na kůži a nehtech* - absorbují více červeného světla, což může způsobovat zobrazení nižších hodnot  $SpO_2$  o 3 – 5 %.
- Významné rozdíly mezi těmito hodnotami mohou nastat při poklesu  $SpO_2$  k 80 – 75 %. Trendy zůstávají stabilní, avšak pacientova saturace může být ve skutečnosti vyšší, než ukazuje pulzní oxymetr. V tomto případě se doporučuje umístit čidlo na místo s nižší pigmentací jako je malíček nebo ušní lalok.

# Hyperbarická oxygenoterapie

- Léčebná metoda využívající přenos větší koncentrace kyslíku rozpuštěného v plazmě.
- Pacientovy je aplikována vysoká frakce kyslíku za vyššího atmosférického tlaku (2-3x víc než atmosférický).
- Parciální tlak O<sub>2</sub> v krvi je zde až 266 kPa
- Terapie: Kesonovi nemoci, Otrava oxidem uhelnatým, těžké sepse, reimplantace končetin.
- KI: PNO, akutní virové onemocnění, gravidita, klaustrofobie



# Dlouhodobá domácí oxygenoterapie

- Realizována u pacientů s chronickou respirační insuficiencí za účelem zmírnění hypoxemie, zlepšení metabolického stavu a zamezení rozvoje plicní hypertenze a cor pulmonale, což v důsledku vede ke snížení mortality.
- Nemocný si kyslík inhaluje permanentně minimálně 15 hodin denně.
- DDOT nelze indikovat nemocným s dušností bez hypoxemie, kuřákům, asociálním a nespolupracujícím jedincům. Kontraindikaci představuje rovněž klinicky významná progresse hyperkapnie při aplikaci kyslíku, kterou nelze ovlivnit neinvazivní ventilační podporou v noci.

# Indikační kritéria DDOT

1. V arteriální krvi nemocného v klidu vsedě musí být hodnota  $\text{PaO}_2 = 7,3\text{-}8,0$  kPa a současně s tím musí být přítomen minimálně jeden z následujících nálezů:

- a) známky plicní hypertenze nebo hypertrofie pravé komory srdeční podle EKG, skiagramu hrudníku, CT hrudníku nebo echokardiografie, případně průkaz prekapilární plicní hypertenze při pravostranné srdeční katetrizaci
- b) sekundární polycytemie
- c) desaturace v průběhu spánku, prokázané neinvazivním nočním monitorováním  $\text{SpO}_2$ , při minimálně 30 % doby spánku pod 90 %, doložené výtiskem protokolu z monitorovacího zařízení
- d) zátěžová desaturace, prokázaná při vytrvalostní spiroergometrii na úrovni 60 % maximální spotřeby kyslíku ( $\text{peakVO}_2$ ) nebo 0,5 W/kg odběrem arterializované krve z ušního boltce s poklesem  $\text{PO}_2$  pod 7,3 kPa oproti výchozí hodnotě a zároveň alespoň o 0,7 kPa, doložené výtiskem protokolu spiroergometrie a výtisky z analyzátoru krevních plynů.

2. U nemocných s hodnotou  $\text{PaO}_2$  pod 8,0 kPa je DDOT indikována u všech plicních a plicních vaskulárních onemocnění a ostatních onemocnění zmíněných v úvodu, kde je kyslíkovým testem prokázán efekt.

Maligní onemocnění není kontraindikací, pokud nemocný splňuje podmínky indikace DDOT, léčba kyslíkem umožňuje těmto pacientům pobyt v domácím prostředí.

3. Bronchopulmonální dysplazie nedonošeného dítěte se závislostí na kyslíku ( $\text{SpO}_2$ )

# Kriteria DDOT

- U chronické hypoxemie s hyperkapnií v důsledku alveolární hypoventilace při selhávání ventilační pumpy, např. u postižení hrudní stěny, je nutné na prvním místě uvažovat o domácí neinvazivní podpoře ventilace pozitivním tlakem (NIPV), která je předmětem samostatného standardu.

# Kyslíkový test

Provést test chůzí bez kyslíku, pacient musí urazit minimálně **130 m**. Pokud tuto vzdálenost neujde, další testování s kyslíkem neprovádět, indikace není splněna.

Provést test chůzí s kyslíkem o průtoku o **1 litr/min** vyšší, než byl stanoven při klidovém kyslíkovém testu.

Pokud není vzdálenost navýšena alespoň o 25 % oproti testu chůzí bez kyslíku, indikační kritérium není splněno, další opakování testu s kyslíkem neprovádět.

Pokud bez kyslíku pacient ujde alespoň 130 m a s kyslíkem navýší vzdálenost o 25 % bez poklesu SpO<sub>2</sub> pod 90 % v 6.minutě, splňuje indikační kriteria pro kapalný kyslík.

Pokud je na konci 1. testu chůzí s kyslíkem u nemocných skupiny saturace nižší než 90%, opakuje se nejdříve za 1 hodinu test chůzí s kyslíkem o průtoku o 1 litr/minutu vyšším, než byl použit pro 1. test chůzí s kyslíkem. Cílem opakování testu s vyšším průtokem je dosáhnout po skončení testu saturace alespoň 85%.

Takto je možno u nemocných indikovaných ke kapalnému kyslíku „titrovat“ průtok kyslíku opakováním testu vždy po 1 hodině se zvýšeným průtokem o 1 litr/minutu oproti předchozímu testu až do průtoku 6 litrů/minutu. Nutná podmínka indikace je saturace krve kyslíkem alespoň 90% po skončení testu chůze s kyslíkem!

Pokud je indikovaný průtok O<sub>2</sub> vyšší, než o 1 litr/minutu oproti klidovému průtoku, je nutné odebrat po ukončení titrace arteriální krev k vyloučení hyperkapnie.

# Zdroje

- POSPÍŠIL, Michal. *Monitorace pacientů v intenzivní péči při oxygenoterapii*. Brno, 2013. Dostupné z: [https://is.muni.cz/auth/th/326343/lf\\_m/Monitorace\\_pacientu\\_v\\_intenzivni\\_peci\\_pri\\_oxygenoterapii.docx?lang=en](https://is.muni.cz/auth/th/326343/lf_m/Monitorace_pacientu_v_intenzivni_peci_pri_oxygenoterapii.docx?lang=en). Diplomová práce. Masarykova univerzita.
- VESELÝ, J. Toxické vlivy kyslíku, hyperoxie. *Tvorba a ověření e-learningového prostředí pro integraci výuky preklinických a klinických předmětů na LF a FZV LF UP Olomouc* [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki2/?p=861>
- DOCARMO, P. B. *Basic EMT skills and equipment: techniques and pitfalls*. s. 98
- ZADRAŽILOVÁ, Katarina. FN BRNO. *Kyslíková terapie*. Brno. Prezentace.