

Obr. 1. Rovnice výpočtu alveolárních plynů

$$P_{(A-a)}O_2 = P_AO_2 - P_aO_2$$

$$P_AO_2 = [(P_{atm} - P_{H_2O}) * F_{iO_2}] - (PaCO_2 / RQ)$$

$$P_{(A-a)}O_2 = \{[(P_{atm} - P_{H_2O}) * F_{iO_2}] - (PaCO_2 / RQ)\} - P_aO_2$$

$P_{(A-a)}O_2$ – alveolo-arteriální difference (mmHg); P_AO_2 – parciální tlak kyslíku v alveolech (mmHg); P_aO_2 – parciální tlak kyslíku v arteriální krvi (mmHg); P_{atm} – atmosférický tlak (mmHg); P_{H_2O} – parciální tlak vodních par při dané teplotě (mmHg); F_{iO_2} – inspirační frakce kyslíku; $PaCO_2$ – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi (mmHg); RQ – respirační kvocient

nota stoupá s věkem. Orientační odhad fyziologické $P_{(A-a)}O_2$ je možné určit výpočtem: $P_{(A-a)}O_2 = (\text{věk} + 10) / 4$ mmHg [1]. Jiné práce uvádějí podobný výpočet: $P_{(A-a)}O_2 = (\text{věk} / 4) + 4$ mmHg [2]. Jinak řečeno, $P_{(A-a)}O_2$ stoupá v dospělém věku přibližně o 2 mmHg každou dekádu života. Obdobně je potřeba také zohlednit případnou vyšší inspirační frakci kyslíku, kdy platí nárůst $P_{(A-a)}O_2$ o cca 6 mmHg na každých 10 % F_{iO_2} . Primárním smyslem $P_{(A-a)}O_2$ je rozlišení příčiny hypoxemie na 1) extrapulmonální, způsobené hypoventilací nebo nízkým parciálním tlakem vdechovaného kyslíku ($P_{(A-a)}O_2$ zůstává nezvýšená) nebo 2) intrapulmonální, způsobené neefektivním přenosem kyslíku přes ACM ($P_{(A-a)}O_2$ nepřiměřeně zvýšená nad odhadovanou fyziologickou normu) [3]. Cílem tohoto přehledového článku je poskytnout tematicky strukturované poznatky o využití $P_{(A-a)}O_2$ v podmínkách intenzivní péče o dospělé pacienty.

Metodologie

Podkladem tohoto přehledového článku byla rešerše všech dostupných odborných článků za dobu existence databáze PubMed [4] provedena dne 5. června 2024. Klíčové vyhledávané termíny byly „alveolar arterial difference“ OR „alveolar arterial gradient“ AND („intensive care“ OR „critical care“) s použitím booleanovských operátorů. Pro výběr byly použity pouze články v anglickém jazyce.

Výsledky

Dle výše uvedených kritérií bylo nalezeno celkem 49 článků, z nichž byly vyřazeny práce věnující se veterinární problematice nebo výzkumu na zvířatech ($n = 7$) a pediatričké populaci ($n = 10$). Jeden článek byl vyřazen pro obsah nesouvisející s intenzivní péčí (studie deklaruje, že žádný pacient nevyžadoval intenzivní péči). Zbylé práce ($n = 31$) byly rozděleny do tematických skupin podle patofyziologických mechanismů na 1) primárně plicní příčiny respirační insuficience, 2) mimoplicní příčiny respirační insuficience a 3) ostatní práce bez jednoznačného určení mechanismů plicní patologie (Obr. 2). Výsledky jsou v jednotlivých sekcích prezentovány v pořadí dle počtu publikací k danému tématu.

Primárně plicní příčiny respirační insuficience**Covid-19**

Pandemie koronavirovou infekcí SARS-CoV-2 (covid-19) svým nečekaným a rychlým nástupem a závažností průběhu přinesla do popředí téma poruchy výměny plynů v plicích a s ním bezprostředně související

$P_{(A-a)}O_2$. Tomu odpovídal i větší počet studií ($n = 9$) věnujících se $P_{(A-a)}O_2$ u covidu-19 v intenzivní péči. Singh et al. [2] v retrospektivní průřezové studii na 215 pacientech s covidem-19 přijatých na jednotku intenzivní péče (intensive care unit; ICU) neprokázali prediktivní hodnotu na mortalitu na ICU u $P_{(A-a)}O_2$ vypočítané při přijetí na ICU. Druhým sledovaným parametrem byl respirační index (RI), vypočítaný jako podíl $P_{(A-a)}O_2$ a parciálního tlaku kyslíku v arteriální krvi (P_aO_2): $P_{(A-a)}O_2 / P_aO_2$. Obdobně ani v případě RI neprokázali jeho prediktivní hodnotu na mortalitu na ICU. Vetrugno et al. [5] se věnovali ve studii COVIMIX-2 vlivu různých typů neinvazivní ventilace (high-flow nasal oxygenation, pressure support ventilation vs. konvenční oxygenoterapie) na výskyt barotraumatů u pacientů mimo ICU. V této studii prokázali, že vyšší hodnoty $P_{(A-a)}O_2$ byly spojeny s nižším rizikem barotraumatů u všech zkoumaných skupin včetně kontrol. Přímé vysvětlení autoři nepřikládají, nicméně v této souvislosti zmiňují důležitý poznatek, že kdykoli je potřeba navyšovat inspirační frakci kyslíku a toto navyšení se neprojeví v růstu P_aO_2 , rostoucí $P_{(A-a)}O_2$ bude patrně znamenat větší V/Q nepoměr anebo intrapulmonální perfúzní zkrat, a tedy včasnější potřebu invazivní ventilace. Kamran et al. [6] publikovali v roce 2020 pilotní studii, ve které navrhli zavedení tzv. Respiratory Assessment Scoring (RAS) jako prediktivní model progresu onemocnění a mortality. V rámci navrhované škály RAS je posuzována dechová frekvence, hodnota zbytkové saturace po zátěžovém testu chůze 10 stop a zvýšené hodnoty $P_{(A-a)}O_2$. RAS vykazoval signifikantní prediktivní hodnotu pro progresi a mortalitu pacientů. Nicméně, jak autoři sami uvedli, je potřeba ještě dalšího ověření výsledků. Nouredine, Roux-Claudé et al. [7] zmínili $P_{(A-a)}O_2$ jen okrajově, a to jako rozšíření špičkového $P_{(A-a)}O_2$ u pacientů podstupujících kardiopulmonální zátěžový test (cardiopulmonary exercise testing – CPET) u pacientů 12 měsíců po infekci covidu-19. Perchiazzi et al. [8] posuzovali vliv steroidů podávaných pacientům s covidem-19 pomocí dual-energy CT vyšetření, které je schopné v jeden čas zobrazit jak perfúzi, tak i ventilaci dle okrsků. V této souvislosti zjistili, že skupina pacientů, které byly podávány steroidy, vykazovala pokles $P_{(A-a)}O_2$, což si vysvětlovali převažujícím pozitivním vlivem steroidů na snížení plicního edému, ve srovnání s potenciálně negativním vlivem (steroidů) na hypoxickou plicní vazokonstrikci. Wendel Garcia et al. [9] ve své prospektivní observační kohortové studii (RISC-19-ICU) z roku 2020 zmínili $P_{(A-a)}O_2$ jako nezávislý prediktor mortality u kriticky nemocných pacientů s covidem-19 ($n = 639$). Na rozdíl od studie Singh et al. [2], kde byla zkoumána pouze vstupní hodnota $P_{(A-a)}O_2$, v RISC-19-ICU sledovali dynamiku $P_{(A-a)}O_2$ v průběhu hospitalizace u pacientů, kteří nepřežili, resp. přežili pobyt na ICU. Lupieri et al. [10] zkoumali během první vlny pandemie covidu-19 vliv „awake“ pronace (awake prone position; aPP) na změnu oxygenační funkce plic u pacientů s covidem-19 pneumonií nevyžadujících časnou intubaci. Jako sledovaný parametr byly zvoleny parametry P_aO_2 / F_{iO_2} (P/F ratio) a $P_{(A-a)}O_2$. Jednalo se o retrospektivní observační studii, ve které prokázali příznivý vliv aPP vyjádřený zlepšením $P_{(A-a)}O_2$. Raimondi et al. [11] představili v dopise editorovi (2021) závěry explorativní studie zabývající se dvoustupňovým postupem hodnocení oxygenačních nároků pacienta s využitím neinvazivního systému pro měření plicního zkratu (Beacon