

## VENTILAČNÍ PODPORA PACIENTŮ S COVID-19

Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) ČLS JEP  
Česká společnost intenzivní medicíny (ČSIM) ČLS JEP

Verze 1

Datum finální editace: 05/04/2020

### 1. Úvod

Předložený provizorní doporučený postup vznikl v době probíhající pandemie COVID-19 v České republice a vyjadřuje odborný názor ČSARIM a ČSIM k předmětné problematice. Uvedená doporučení a stanoviska nemají uvedenu sílu/naléhavost doporučení a přesvědčivost důkazů a jsou doporučeními expertů.

K formulování jednotlivých stanovisek byly využity:

- publikovaná doporučení se vztahem k tématu (pokud existují),
- analýza vybrané odborné literatury vztahující se k problematice jednotlivých doporučení,
- jiné citovatelné zdroje,
- názory členů autorského kolektivu a členů výboru příslušných odborných společností,
- zkušenosti autora doporučeného postupu s umělou plicní ventilací (UPV) nemocných s plicním selháním při infekci virem chřipky.

Používané pojmy:

- doporučujeme (ekvivalent klinicky „silného“ doporučení),
- navrhuje zvážit (ekvivalent klinicky „slabého“ doporučení),
- nedoporučujeme.

### 2. Doporučení

- *Doporučujeme použití HFNO/HFNC u nemocných s hypoxemickým respiračním selháním.*

Přestože použití těchto metod pravděpodobně nesnižuje riziko smrti nebo nezkracuje délku pobytu v intenzivní péči, snižuje potřebu invazivní umělé plicní ventilace (Frat et al, Ou et al), což považujeme za významné v případě omezené dostupnosti přístrojové techniky. Dle zkušeností z epidemie SARS je použití vysokoprůtokové nosní kanyly (HFNC) nebo vysokoprůtokové nosní oxygenoterapie (HFNO) spojeno se zvýšením rizika přenosu infekce na ostatní pacienty nebo zdravotníky (Raboud et al), podmínkou použití je proto použití nejvyšší třídy osobních ochranných pomůcek (OOP) a efektivní bariérové ošetřování, v opačném případě je preferována časná tracheální intubace (Cheung et al).

- *Doporučujeme preferovat použití HFNO/HFNC před použitím neinvazivní přetlakové ventilace (NIPV).*

Použití HFNO/HFNC je účinnější než NIPV v prevenci intubace u nemocných s akutním hypoxemickým selháním (Frat et al). Potenciálním rizikem NIPV je mimo horší komfort (Frat et al) teoretické vyšší riziko tzv. patient self-inflicted lung injury (P-SILI) u nemocných s velkým dechovým úsilím (Yoshida et al). Použití NIPV lze snad zvážit při nedostupnosti

## DOPORUČENÝ POSTUP „COVID-19“

HFNO/HFNC, ale studie u nemocných s MERS neukazují přínos ve snížení pravděpodobnosti intubace a naopak vyšší riziko rozšíření infekce (Alraddadi et al, Arabi et al). Přínos použití NIPV helmou ke snížení přenosu infekce a zvýšení efektivity nebyl u nemocných COVID-19 studován. Výsledky léčby nemocných s COVID-19 léčených postupy neinvazivní podtlakové ventilace nebyly dosud publikovány. NIPV může mít své místo u hyperkapnických nemocných, především u nemocných s COVID-19 indukovanou dekompenzací chronických obstrukčních plicních syndromů.

- *Doporučujeme použít postupy tzv. protektivní plicní ventilace s omezenou velikostí dechových objemu v rozmezí 4-8 ml/kg predikované tělesné hmotnosti (PBW) a cílem plató tlaku (Ppl) do 30 cm H<sub>2</sub>O.*

Toto doporučení vychází z tradičních doporučení pro protektivní plicní ventilaci (Fan et al). Je doporučeno zahájit umělou plicní ventilaci s dechovými objemy cca 6 ml/kg PBW s případným navýšením na 8 ml/kg u nemocných s vysokým dechovým úsilím a tzv. dvojitým triggerováním (Brower et al). Při překročení doporučeného limitu Ppl je doporučena redukce velikosti dechových objemů až do 4 ml/kg PBW. Tato redukce je obvykle spojena s permissivní hyperkapnií a je žádoucí minimalizace instrumentálního mrtvého prostoru použitím systémů aktivního zvlhčování a případně zvážení mimotělních metod eliminace CO<sub>2</sub> (viz tzv. rescue postupy).

PBW je počítána dle následujících rovnic:

PBW muži = 50 + 0.91x (výška [v cm] - 152.4);

PBW ženy = 45.5 + 0.9 x (výška [v cm] - 152.4);

- *Doporučujeme použití vyšších hodnot PEEP (> 10 cm H<sub>2</sub>O) u nemocných s těžkým nebo středně těžkým ARDS.*

Recentní informace a kazuistická sdělení ukazují, že především v časně fázi onemocnění bez bakteriální superinfekce lze u nemocných s dominantně difuzním charakterem poškození plic očekávat dobrou odpověď na vyšší hodnoty endexpiračního přetlaku (PEEP) (Bartoš). Doporučujeme, aby pracoviště používala na pracovišti zavedený postup optimalizace PEEP používaný pro nemocné s těžkým ARDS. Při absenci odpovědi na PEEP doporučujeme, aby byla zvážena možnost přítomnosti bakteriální superinfekce, atelektázy, barotraumat, fluidothoraxu nebo hemodynamických příčin.

V nouzových situacích (personál s omezenou zkušeností s umělou plicní ventilací, technická omezení dané dostupnou technikou) doporučujeme volbu rutinního PEEP dle tíže ARDS s nastavením PEEP do 10 cmH<sub>2</sub>O u nemocných s mírným ARDS, 10-12 cm H<sub>2</sub>O se středním ARDS a 15 cm H<sub>2</sub>O s těžkým ARDS s následným přehodnocením dle vlivu na oxygenaci, plicní poddajnost a hemodynamickou stabilitu (Gattinoni et al, 2017), ačkoliv u některých nemocných lze očekávat efekt i vyšších hodnot PEEP (15-20 cm H<sub>2</sub>O). Cílový dechový objem by měl být dodán s dechovým tlakovým gradientem (tzv. driving pressure = Ppl - PEEP) 12-15 cm H<sub>2</sub>O – Pokud vede zvýšení hodnoty PEEP k ventilaci s vyšší hodnotou driving pressure při objemové ventilaci nebo k nutnosti navýšit driving pressure při tlakové ventilaci, je vyšší hodnota PEEP nevhodná.

- *Doporučujeme, aby u nemocných s těžkým nebo středně těžkým ARDS byla u nemocných s prováděným testem odpovědi na PEEP sledována a hodnocena hemodynamická stabilita a aktivně a opakovaně pátráno po výskytu barotraumat.*

## DOPORUČENÝ POSTUP „COVID-19“

- *Doporučujeme použití pronační polohy u nemocných s poměrem  $PaO_2/FiO_2 < 150$  mmHg na 12-16 hodin.*

Použití pronační polohy u nemocných s ARDS a hodnotou poměru  $PaO_2/FiO_2 \leq 150$  mmHg po optimalizaci nastavení ventilátoru je spojeno se snížením rizika smrti (Mora-Arteaga et al), vliv na smrtnost nemocných s COVID-19 dosud nebyl publikován.

- *Navrhujeme zvážit použití optimalizace PEEP v kombinaci s použitím otevíracích manévru u vybraných skupin nemocných.*

Přestože tzv. ART trial prokázal při agresivním přístupu k použití vysokých hodnot PEEP a provádění otevíracích manévru s inspiračními tlaky v rozmezí 50-60 cm H<sub>2</sub>O zvýšení rizika smrti u pacientů s ARDS (Cavalcanti et al), v recentně publikované studii PHARLAP nebyl pozorován nepříznivý trend ke zvýšení smrtnosti a požití otevíracích manévru a vyšší hodnoty PEEP bylo spojeno s nižší nutností použít tzv. rescue postupy pro refrakterní hypoxemii (Hodgson et al). Proto navrhujeme zvážit u nemocných se závažnou poruchou oxygenační funkce plic (vyjádřenou orientačně poměrem  $PaO_2/FiO_2$  méně než 150 mmHg při  $PEEP \geq 10$  cm H<sub>2</sub>O a  $FiO_2 1,0$ ) v časně fázi onemocnění s difuzním charakterem plicního poškození dle RTG nebo CT plic provedení submaximálního otevíracího manévru s inspiračními tlaky Ppl 40-50/PEEP 25-30 cm H<sub>2</sub>O bez použití stupňovitě zvyšování inspiračních tlaků v průběhu manévru s následnou "decrementální" titrací PEEP např. postupem dle (Kacmarek et al) nebo jiným postupem dle zvyklostí pracoviště, vyšší z uvedených hodnot tlaků v průběhu otevíracího manévru jsou určeny pro nemocné se sníženou poddajností hrudní stěny nebo pro refrakterní případy. Tyto postupy jsou vyhrazeny pouze pro pracoviště, které mají tento přístup k umělé plicní ventilaci zaveden a podmínkou jejich provedení je absence závažné dysfunkce pravé komory.

- *Navrhujeme zvážit použití rozšířeného monitorování respiračního systému u nemocných s těžkým ARDS nebo při nemožnosti dosažení Ppl do 30 cm H<sub>2</sub>O.*

U nemocných se sníženou poddajností hrudní stěny (obezita, zvýšený nitrobřišní tlak apod.) je možné při použití rozšířeného monitorování bezpečně použít i vyšší hodnoty inspiračního tlaku, než doporučený limit 30 cm H<sub>2</sub>O. Mezi postupy rozšířeného monitorování patří především použití impedanční tomografie, měření transpulmonálních tlaků nebo měření endexpiračních plicních objemů.

Jako minimální rozšířené monitorování doporučujeme měření nitrobřišního tlaku (IAP). U nemocných se zvýšeným nitrobřišním tlakem je doporučeno použít dechové objemy v pásmu 6-8 ml/kg PBW, driving pressure do 15 cm H<sub>2</sub>O, limit inspiračního tlaku je uváděn jako součet hodnot 23 cm H<sub>2</sub>O + 0,7x hodnota IAP v mmHg. PEEP by měl být nastaven na hodnotou s nejlepší hodnotou poddajnosti respiračního systému (Crs), orientačně na 50 % hodnoty IAP přepočítané na cm H<sub>2</sub>O (1 mmHg  $\cong$  1,36 cm H<sub>2</sub>O) (Regli et al).

- *Navrhujeme zvážit selektivní použití svalové relaxace u nemocných s perzistující dyssynchronií s ventilátorem nebo enormním dechovým úsilím.*

Přestože recentní studie ROSE neprokázala přínos neselektivního použití kontinuální infuze svalových relaxancií po dobu 48 h (Moss et al), považujeme za důležité zabránit možnému poškození plic při perzistující dyssynchronií s ventilátorem nebo P-SILI při enormním

## DOPORUČENÝ POSTUP „COVID-19“

dechovém úsilí (Park et al). Je preferováno intermitentní před kontinuálním podáváním svalových relaxancií, při použití kontinuální svalové relaxace je doporučeno měření stupně blokády nervosvalového přenosu pomocí relaxometrie.

### 3. Souhrn

- Doporučujeme použití HFNO/HFNC u nemocných s hypoxemickým respiračním selháním. Podmínkou je použití nejvyšší třídy OOP a efektivní bariérové ošetřování.
- Doporučujeme preferovat použití HFNO/HFNC před použitím NIPV.
- Doporučujeme použít postupy tzv. protektivní plicní ventilace s omezenou velikostí dechových objemu v rozmezí 4-8 ml/kg PBW a cílem hodnot Ppl do 30 cm H<sub>2</sub>O.
- Doporučujeme použití vyšších hodnot PEEP (> 10 cm H<sub>2</sub>O) u nemocných s těžkým nebo středně těžkým ARDS.
- Doporučujeme, aby u nemocných s těžkým nebo středně těžkým ARDS byla u nemocných s prováděným testem odpovědi na PEEP sledována a hodnocena hemodynamická stabilita a aktivně a opakovaně pátráno po výskytu barotraumatu.
- Doporučujeme použití pronační polohy u nemocných s poměrem PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 150 mmHg (20 kPa) na 12-16 hodin.
- Navrhujeme zvážit použití optimalizace PEEP v kombinaci s použitím otevíracích manévrů u vybraných skupin nemocných.
- Navrhujeme zvážit použití rozšířeného monitorování respiračního systému u nemocných s těžkým ARDS nebo při nemožnosti dosažení Ppl do 30 cm H<sub>2</sub>O.
- Navrhujeme zvážit selektivní použití svalové relaxace u nemocných s perzistující dyssynchronií s ventilátorem nebo enormním dechovým úsilím.

### Seznam zkratk:

ARDS	syndrom akutní dechové tísně
Crs	poddajnost respiračního systému
HFNC	vysokoprůtoková nosní kanyla
HFNO	vysokoprůtoková nosní oxygenoterapie
IAP	nitrobřišní tlak
MERS	Middle East respiratory syndrom
NIPV	neinvazivní přetlaková ventilace
OOP	osobní ochranné pomůcky
PBW	predikovaná tělesná hmotnost
PEEP	endexpirační přetlak
Ppl	inspirační plató tlak v dýchacích cestách
SARS	severe acute respiratory syndrom
UPV	umělá plicní ventilace

### 4. Autor

- Dostál Pavel

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

## 5. Literatura

- 1) Acute Respiratory Distress Syndrome N, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A, (2000) Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 342: 1301-1308.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10793162>
- 2) Alraddadi BM, Qushmaq I, Al-Hameed FM, Mandourah Y, Almekhlafi GA, Jose J, Al-Omari A, Kharaba A, Almotairi A, Al Khatib K, Shalhoub S, Abdulmomen A, Mady A, Solaiman O, Al-Aithan AM, Al-Raddadi R, Ragab A, Balkhy HH, Al Harthy A, Sadat M, Tlayjeh H, Merson L, Hayden FG, Fowler RA, Arabi YM, Saudi Critical Care Trials G, (2019) Noninvasive ventilation in critically ill patients with the Middle East respiratory syndrome. *Influenza Other Respir Viruses* 13: 382-390.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30884185>
- 3) Arabi YM, Arifi AA, Balkhy HH, Najm H, Aldawood AS, Ghabashi A, Hawa H, Alothman A, Khaldi A, Al Raiy B, (2014) Clinical course and outcomes of critically ill patients with Middle East respiratory syndrome coronavirus infection. *Ann Intern Med* 160: 389-397.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24474051>
- 4) Bartoš H. Intenzivní péče o pacienty s COVID-19 - zkušenosti z Itálie. [cit. 21.3.2020]. Dostupné z [www.infekce.cz](http://www.infekce.cz): <https://www.infekce.cz/zprava20-31.htm>.
- 5) Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, Adhikari NKJ, Amato MBP, Branson R, Brower RG, Ferguson ND, Gajic O, Gattinoni L, Hess D, Mancebo J, Meade MO, McAuley DF, Pesenti A, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Rubin E, Seckel M, Slutsky AS, Talmor D, Thompson BT, Wunsch H, Uleryk E, Brozek J, Brochard LJ, American Thoracic Society ESoICM, Society of Critical Care M, (2017) An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 195: 1253-1263. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28459336>
- 6) Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, Prat G, Boulain T, Morawiec E, Cottreau A, Devaquet J, Nseir S, Razazi K, Mira JP, Argaud L, Chakarian JC, Ricard JD, Wittebole X, Chevalier S, Herbland A, Fartoukh M, Constantin JM, Tonnelier JM, Pierrot M, Mathonnet A, Beduneau G, Deletage-Metreau C, Richard JC, Brochard L, Robert R, Group FS, Network R, (2015) High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 372: 2185-2196.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25981908>
- 7) Gattinoni L, Collino F, Maiolo G, Rapetti F, Romitti F, Tonetti T., Vasques F., & Quinte, M. (2017). Positive end-expiratory pressure: how to set it at the individual level. *Annals of translational medicine*, 5(14), 288. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.06.64>.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28828363>
- 8) Hodgson CL, Cooper DJ, Arabi Y, King V, Bersten A, Bihari S, Brickell K, Davies A, Fahey C, Fraser J, McGuinness S, Murray L, Parke R, Paul E, Tuxen D, Vallance S, Young M, Nichol A. (2019) Maximal Recruitment Open Lung Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome (PHARLAP). A Phase II, Multicenter Randomized Controlled Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med* 200(11):1363-1372. doi: 10.1164/rccm.201901-0109OC.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31356105>
- 9) Hu SL, He H L, Pan C, Liu AR, Liu SQ, Liu L, Huang YZ, Guo FM, Yang Y, & Qiu HB. (2014). The effect of prone positioning on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical care* (London,

- England), 18(3), R109. <https://doi.org/10.1186/cc13896>.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4075407/>
- 10) Cheung JC, Ho LT, Cheng JV, Cham EYK, Lam KN, (2020) Staff safety during emergency airway management for COVID-19 in Hong Kong. *Lancet Respir Med*;doi: 10.1016/S22132600(20)30084-9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32105633>
  - 11) Kacmarek RM, Villar J, Sulemanji D, Montiel R, Ferrando C, Blanco J, Koh Y, Soler JA, Martínez D, Hernández M, Tucci M, Borges JB, Lubillo S, Santos A, Araujo JB, Amato MB, Suárez-Sipmann F; Open Lung Approach Network (2016) Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med.* 2016 Jan;44(1):32-42. doi: 10.1097/CCM.0000000000001383.v <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26672923>
  - 12) National Heart L, Blood Institute PCTN, Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN, Grissom CK, Gundel S, Hayden D, Hite RD, Hou PC, Hough CL, Iwashyna TJ, Khan A, Liu KD, Talmor D, Thompson BT, Ulysse CA, Yealy DM, Angus DC, (2019) Early Neuromuscular Blockade in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 380: 1997-2008. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31112383>
  - 13) Ou X, Hua Y, Liu J, Gong C, Zhao W, (2017) Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *CMAJ* 189: E260-E267. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28246239>
  - 14) Park S, Schmidt M. (2019). Early neuromuscular blockade in moderate to severe acute respiratory distress syndrome: do not throw the baby out with the bathwater!. *Journal of thoracic disease*, 11(11), E231–E234. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.10.25> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6940213/>
  - 15) Raboud J, Shigayeva A, McGeer A, Bontovics E, Chapman M, Gravel D, Henry B, Lapinsky S, Loeb M, McDonald LC, Ofner M, Paton S, Reynolds D, Scales D, Shen S, Simor A, Stewart T, Vearncombe M, Zoutman D, Green K, (2010) Risk factors for SARS transmission from patients requiring intubation: a multicentre investigation in Toronto, Canada. *PLoS One* 5: e10717. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20502660>
  - 16) Regli, Adrian & Pelosi, Paolo & Malbrain, Manu. (2019). Ventilation in patients with intra-abdominal hypertension: what every critical care physician needs to know. *Annals of Intensive Care.* 9. 10.1186/s13613-019-0522-y. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31025221>
  - 17) Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators, Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, et al. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017;318(14):1335–1345. doi:10.1001/jama.2017.14171. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5710484/>
  - 18) Yoshida T, Amato MBP, Kavanagh BP,4, Fujino Y (2019). Impact of spontaneous breathing during mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Curr Opin Crit Care* 25(2):192-198. doi: 10.1097/MCC.0000000000000597. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30720482>

## 6. Poznámky

- Formátování a formální editaci originálního zdrojového textu autorského týmu provedl Černý Vladimír.
- Vývoj odborného poznání v předmětné problematice může vést k nutnosti rychlých změn v dokumentu uváděných doporučení.

## DOPORUČENÝ POSTUP „COVID-19“

- Aktualizovaná verze doporučeného postupu bude vždy dostupná na společné záložce ČSARIM a ČSIM pro COVID-19 na adrese: [www.csim.cz](http://www.csim.cz).