

Jak bezpečně ventilovat na operačním sále

David Astapenko



Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
Fakultní nemocnice Hradec Králové

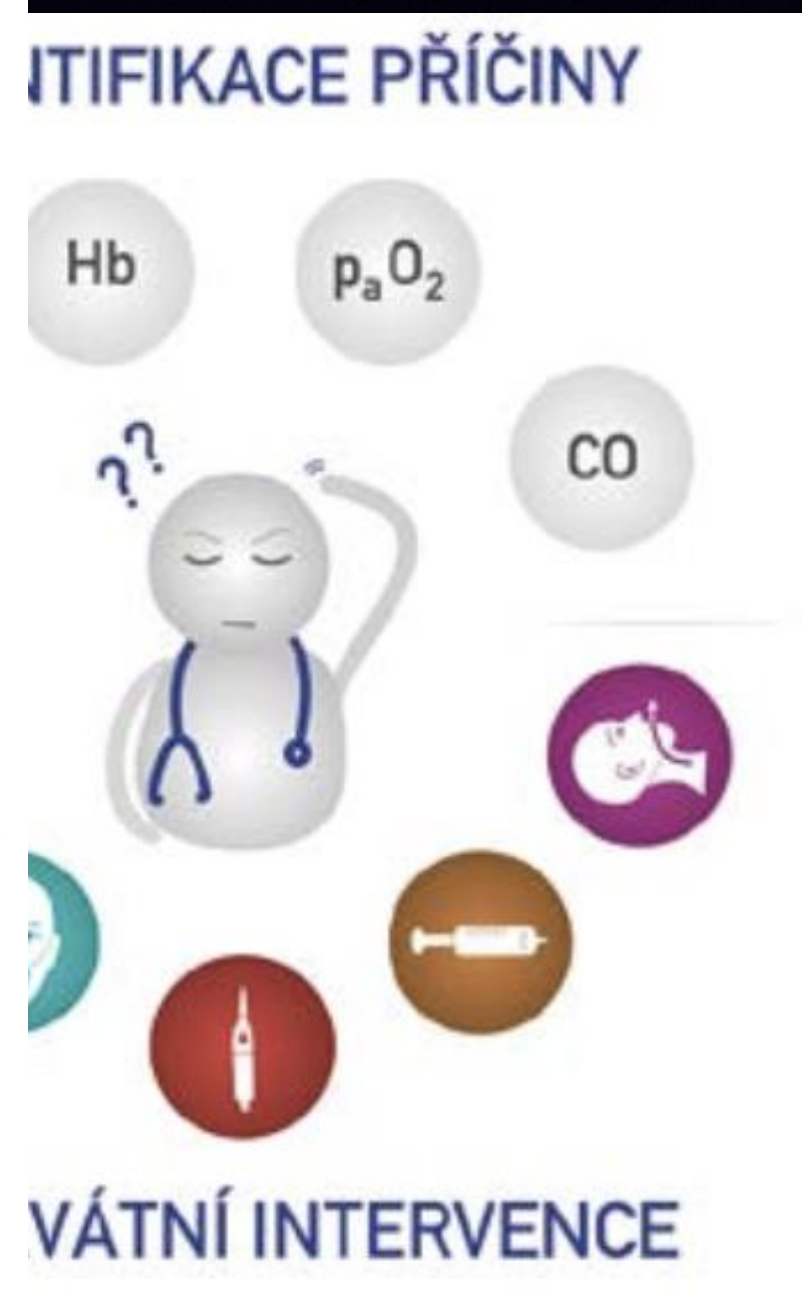
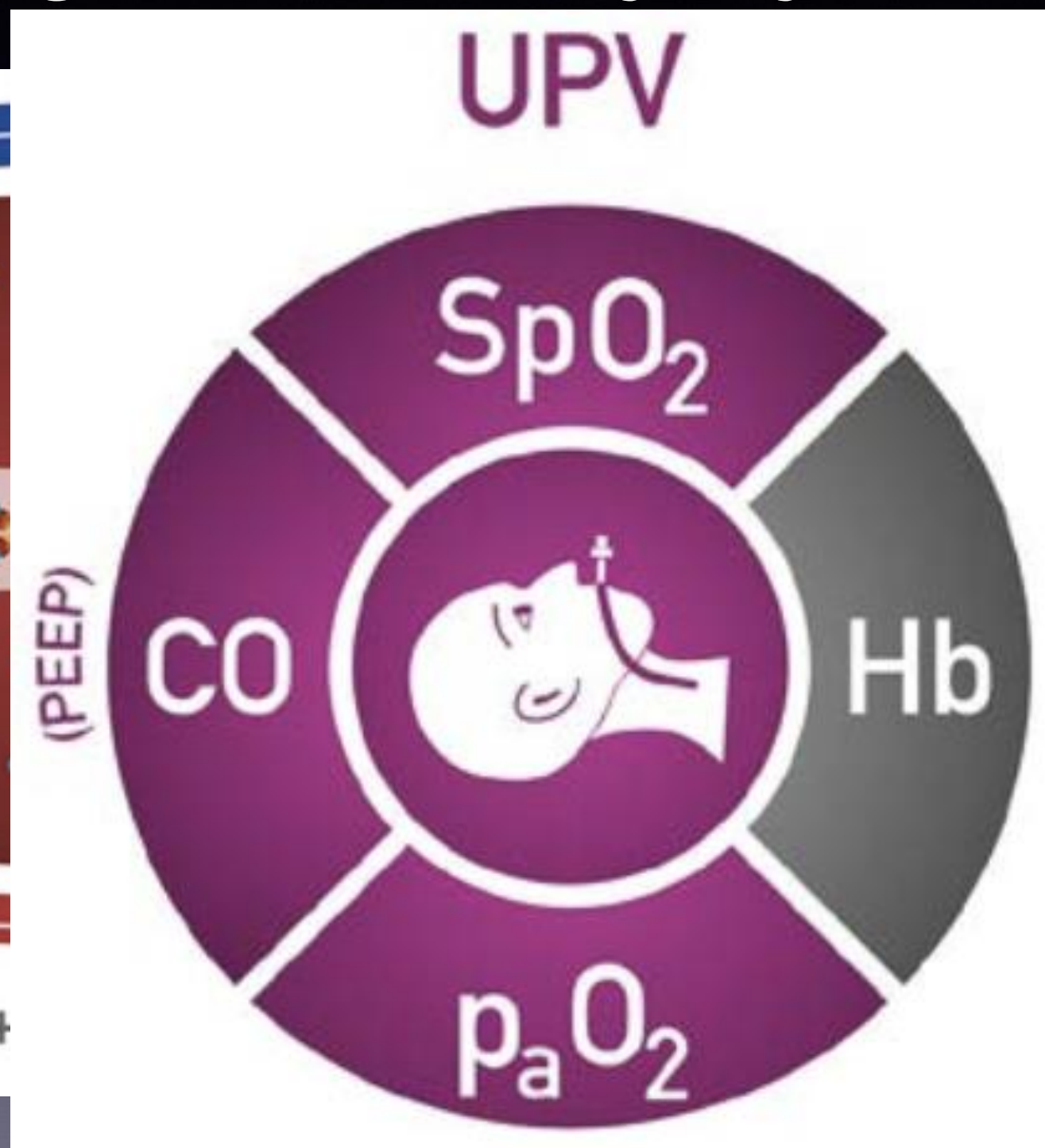
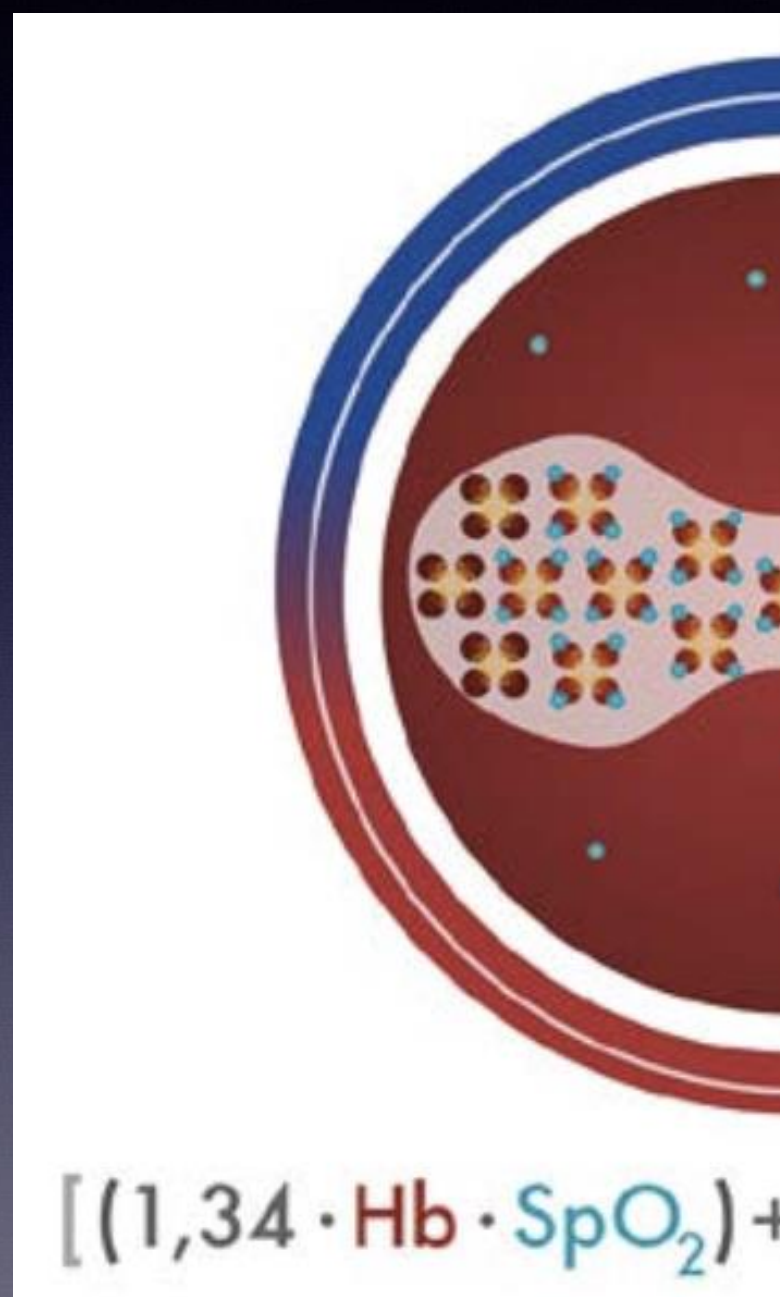
XXXI. Kongres ČSARIM, 9. 10. 2025

Osnova sdělení

(Nemám konflikt zájmu)

- Přístup k UPV u pacienta v perioperační péči
- Ventilační režim
- PEEP a RM
- Obézní pacient

Fyziologie dodávky kyslíku (DO_2)



Faktory

- Pacient – od novorozence
- Operační výkon
- Anesteziologické



Pacienta

omorbidity

, délka výkonu

ení fáze, extubace

Cíle UPV u operovaného pacienta

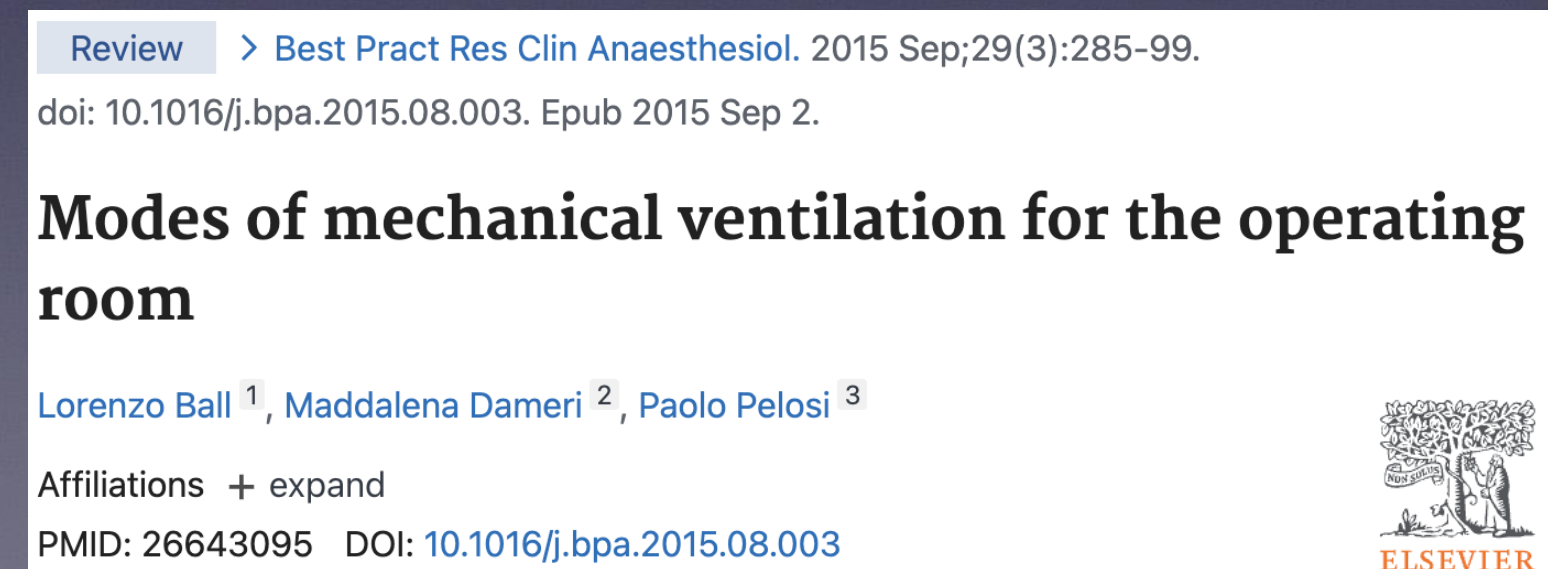
- Optimalizace výměny plynů
- Minimalizace ventilátorem indukovaného poškození plic (VILI)
- Prevence postoperačních plicních komplikací (PPCs)

Ventilační režim

- VCV vs. PCV
- Asistované a dvojitě kontrolované režimy (např. PCV-VG)

VCV vs. PCV

- Recentní data nenaznačují vliv na outcome jednoho či druhého
- Volba dle faktorů pacienta a operované oblasti
- Zachovat obecné principy protektivní ventilace



Asistované a dvojitě kontrolované režimy

- PCV-VG → nižší tlaky v dýchacích cestách, vyšší poddajnost
- laparoskopická operativa
- selektivní plicní ventilace
- bez vlivu na outcome
- nemožnost diagnostiky otevíracího tlaku z flow křivky jako u VCV režimu

Review > Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2015 Sep;29(3):285-99.

doi: 10.1016/j.bpa.2015.08.003. Epub 2015 Sep 2.

Modes of mechanical ventilation for the operating room

Lorenzo Ball ¹, Maddalena Dameri ², Paolo Pelosi ³

Affiliations + expand

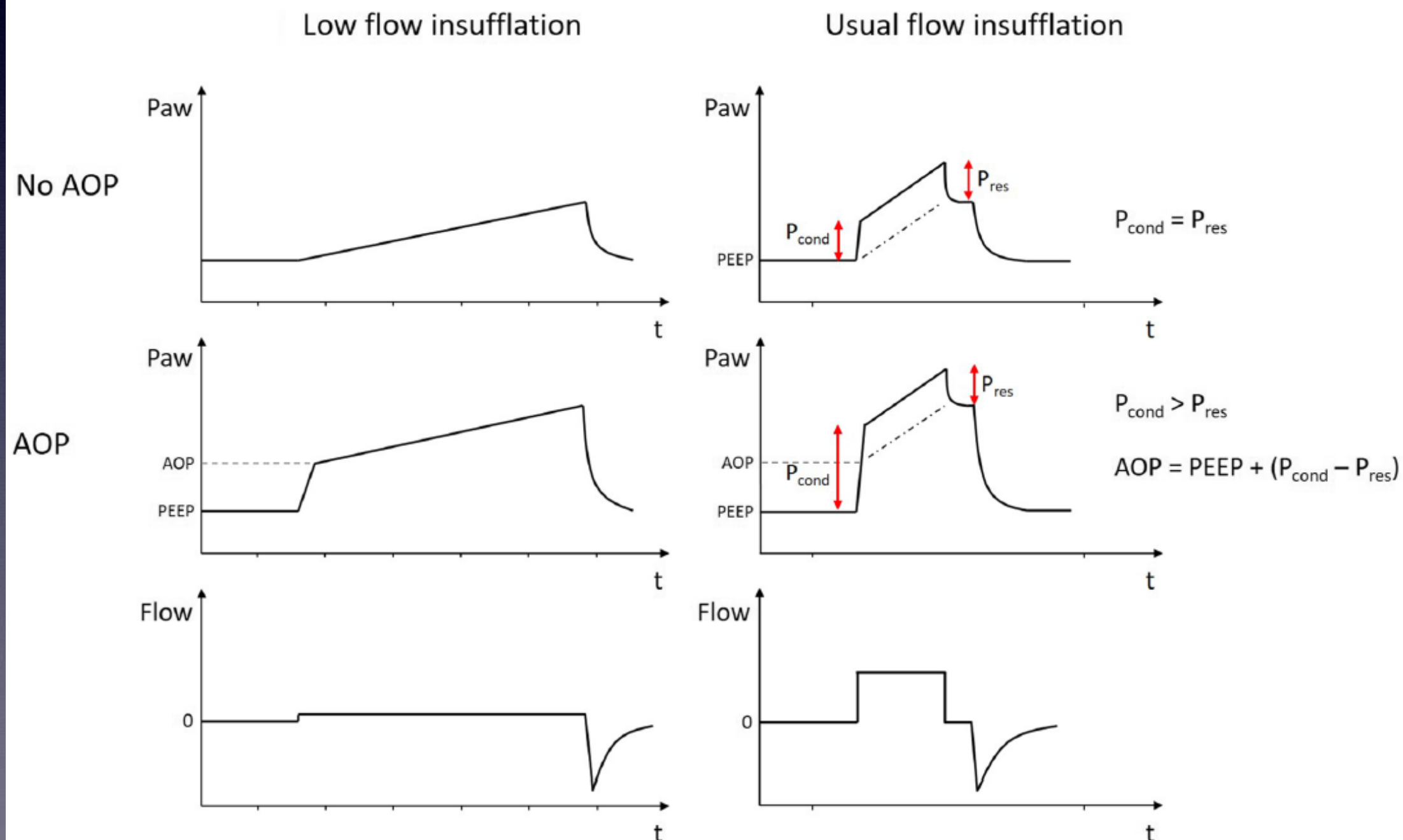
PMID: 26643095 DOI: 10.1016/j.bpa.2015.08.003



A novel method for assessment of airway opening pressure without the need for low-flow insufflation

[Anne-Fleur Haudebourg](#), [Elsa Moncomble](#), [Arnaud Lesimple](#), [Flora Delamaire](#), [Bruno Louis](#), [Armand Mekontso Dessap](#), [Alain Mercat](#), [Jean-Christophe Richard](#), [François Beloncle](#) & [Guillaume Carteaux](#) ✉

[Critical Care](#) **27**, Article number: 273 (2023) | [Cite this article](#)



PEEP a RM

- U specifické/rizikové populace pacientů a chirurgických výkonů (OLV, transplantace jater, laparoskopická operativa, obézní pacienti)
- Předpokládáme-li rozvoj atelektáz

Meta-Analysis > *Anesth Analg.* 2022 Nov 1;135(5):971–985.
doi: 10.1213/ANE.0000000000006106. Epub 2022 Oct 21.

Ventilation Strategies During General Anesthesia for Noncardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis

Maria Bolther¹, Jeppe Henriksen¹, Mathias J Holmberg^{2 3 4}, Marie K Jessen^{2 3},

BJA
British Journal of Anaesthesia, 123 (6): 898–913 (2019)
doi: 10.1016/j.bja.2019.08.017
Advance Access Publication Date: 3 October 2019
Special Article

RESPIRATION AND THE AIRWAY

Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations

Christopher C. Young^{1,2,*}, Erica M. Harris², Charles Vacchiano^{1,3}, Stephan Bodnar³, Brooks Bukowy³, R. Ryland D. Elliott², Jaclyn Migliarese³, Chad Ragains², Brittany Trethewey³, Amanda Woodward⁴, Marcelo Gama de Abreu⁵, Martin Girard⁶, Emmanuel Futier⁷, Jan P. Mulier⁸, Paolo Pelosi^{9,10} and Juraj Sprung¹¹

Fogagnolo et al., JCM, 2021

Göldner et al., Anesthesiology, 2015

Deng et al., BJA, 2020

Individualizace PEEP – IMPROVE 2 trial

- Driving pressure (DP) jako cíl protektivní ventilace
- 2 skupiny, intervenční s RM a PEEP do 15, DP pod 13 (modifikovaný postup „otevřené plíce“), kontrolní s PEEP 5
- 353 vs. 354 pacientů
- 22 center ve Francii

Intensive Care Med
<https://doi.org/10.1007/s00134-025-08082-x>

ORIGINAL

Personalized driving pressure-guided positive end-expiratory pressure in patients at risk of postoperative respiratory failure (IMPROVE-2): a multicenter, pragmatic, randomized clinical trial

Emmanuel Futier^{1,2*} , Audrey De Jong³, Cédric Cirenei⁴, Thomas Godet¹, Matthieu Jabaudon^{1,2}, Jean-Michel Constantin⁵, Nicolas Grillo⁶, Pierre Bouzat⁷, Lois Henry⁸, Dimitri Margetis⁵, Gilles Lebuffe⁴, Marc Garnier^{1,9}, Céline Lambert¹⁰, Bruno Pereira¹⁰ and Samir Jaber^{3*} on behalf of the IMPROVE-2 Trial investigators



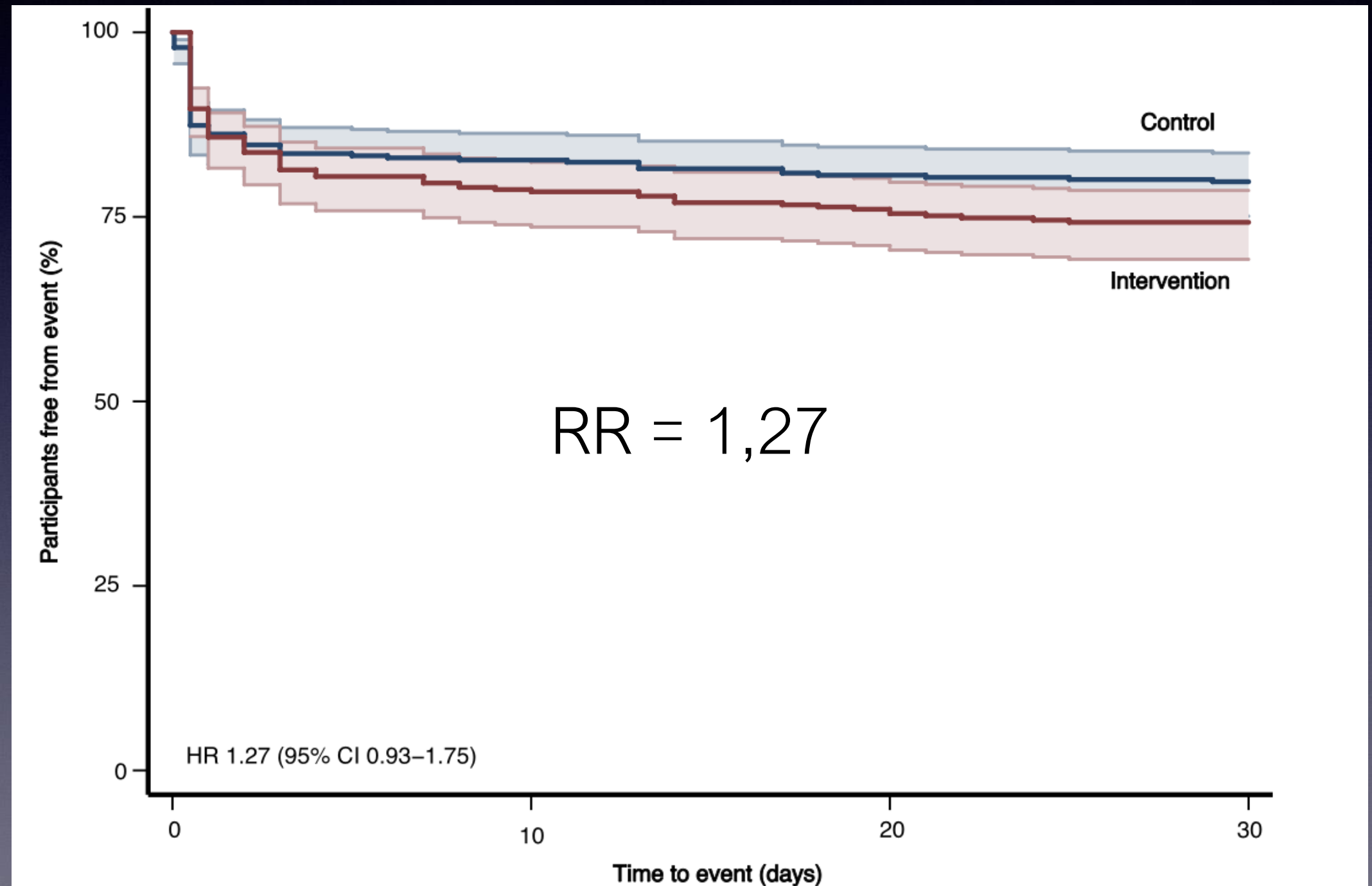
Individualizace PEEP – IMPROVE 2 trial

	Intervention (<i>n</i> = 338)	Control (<i>n</i> = 341)	Difference (95% CI)	<i>p</i> value
<i>Tidal volume (ml/kg PBW), mean (SD)^a</i>				
Mean lowest	6.3 (0.9)	6.5 (0.9)	−0.2 (−0.4 to −0.1)	<0.001
Mean highest	7.2 (1.2)	7.3 (1.1)	−0.1 (−0.3 to 0.1)	0.169
<i>Plateau pressure (cmH₂O), median (IQR)</i>				
Median lowest	21 (18–23)	14 (12–16)	7 (6–8)	<0.001
Median highest	25 (24–27)	18 (15–22)	7 (6–8)	<0.001
<i>PEEP, median (IQR), cmH₂O</i>				
Median lowest	15 (10–15)	5 (5–5)	9 (8–10)	<0.001
Median highest	15 (15–15)	5 (5–5)	10 (10–10)	<0.001
<i>Driving pressure (cmH₂O), median (IQR)^b</i>				
Median lowest	7 (6–9)	9 (7–11)	−2 (−3 to −1)	<0.001
Median highest	11 (9–13)	13 (10–16)	−2 (−3 to −1)	<0.001
<i>Peak inspiratory pressure (cmH₂O), median (IQR)</i>				
Median lowest	26 (23–28)	18 (16–21)	8 (7–9)	<0.001
Median highest	30 (28–33)	23 (20–27)	7 (6–8)	<0.001

-> Fyziologicky úspěšná studie, klinicky?

Individualizace PEEP – IMPROVE 2 trial

- Vyšší incidence PPCs
- Vyšší nutnost NIV
- Vyšší reintubace



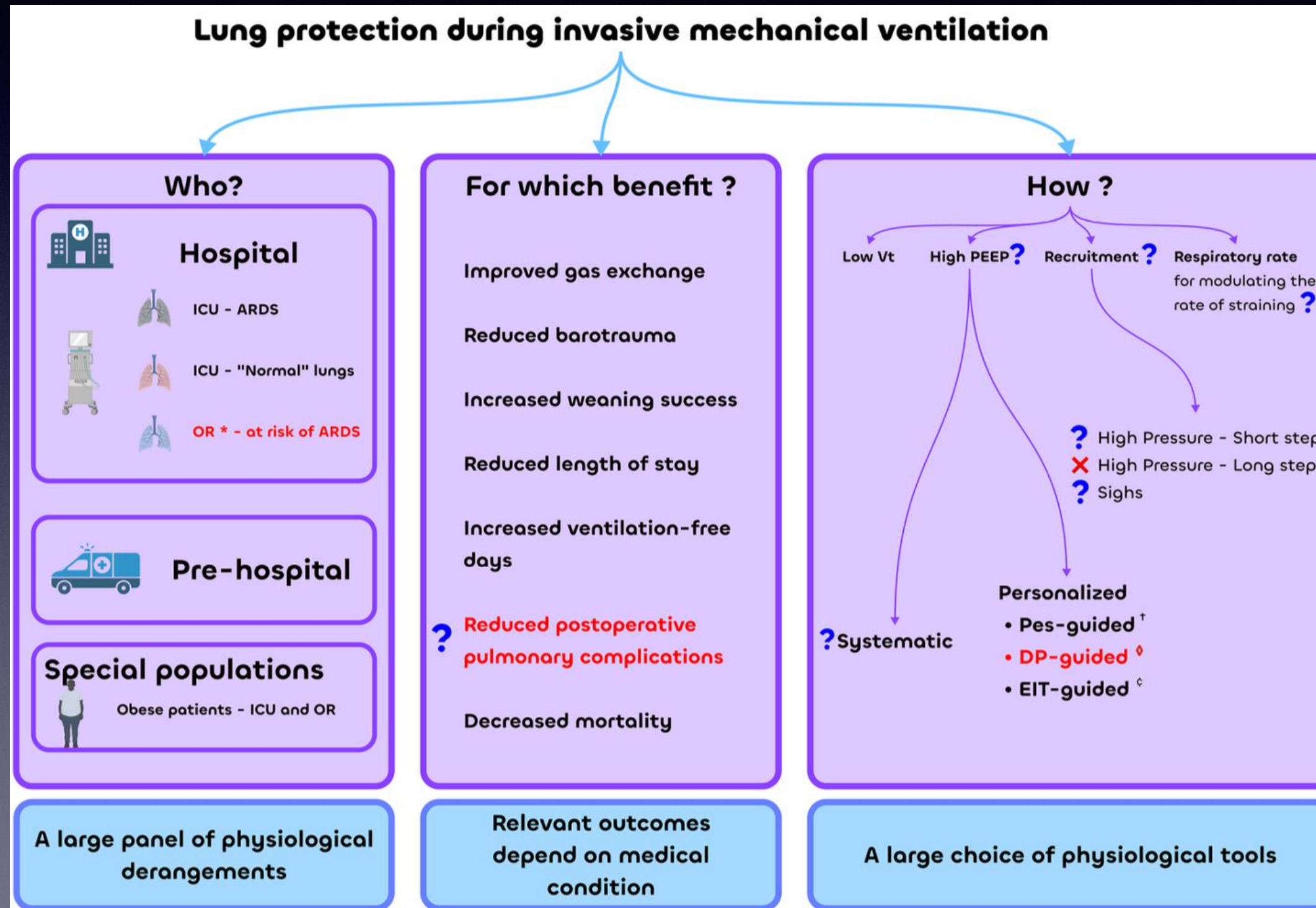
Proč IMPROVE-2 trial „nevyšel“?

- Vyšší PEEP -> overdistenze, statické napětí
- Hemodynamická nestabilita
- Absence dvojitého zaslepení (bylo by eticky neprůchodné?)
- Cca 30 % non-adherence v intervenční skupině

Driving pressure as a target for lung protective strategies: from ARDS critically-ill patients to the operating room—Lessons from the IMPROVE-2 Trial



Intensive Care Med

<https://doi.org/10.1007/s00134-025-08120-8>
Louis Delamarre^{1*} , John J. Marini² and Claude Guerin^{3,4}

Driving pressure as a target for lung protective strategies: from ARDS critically-ill patients to the operating room—Lessons from the IMPROVE-2 Trial



- Široký skok od protektivní ventilace u ARDS pacientů k prevenci PPCs?
- Nepřesná definice pooperačních PPCs?
- Jen cca 25 % pacientů bylo po operaci na JIP
- Respirační vs. plicní DP (P_{ES} ?) -> vysoký IAP, obézní pacienti
- Bylo snížení DP pod 15 opodstatněné? (ARDS pacienti, cílit spíše na V_T ?)

Obézní pacient

- Snížená FRC, tendence k atelektázám, rychlá desaturace, obtížná OTI
- VCV, vyšší PEEP (cca 1 cmH₂O na 10 kg ABW; BMI/3), V_T dle IBW, RM s vyšším PEEP, DP do 15
- Vliv vyššího PEEP na dlouhodobý výsledek?

Bluth et al. – PROBESE trial, JAMA, 2019

Mazzinari et al., Anesthesiology, 2025

Zorrilla Vaca et al., BJA, 2022

Sun et al., Annals of Medicine, 2025

QUESTION Does a high level of positive end-expiratory pressure (PEEP) with recruitment maneuvers (stepwise increasing tidal volume and if necessary PEEP) decrease postoperative pulmonary complications in obese patients undergoing surgery vs a low level of PEEP?

CONCLUSION This randomized clinical trial found that an intraoperative mechanical ventilation strategy with a higher level of PEEP and recruitment maneuvers did not reduce postoperative pulmonary complications in obese patients.

POPULATION



1381 Women 595 Men

Adults with BMI ≥35 undergoing noncardiac, nonneurological surgery under general anesthesia

Mean age: 49 years

LOCATIONS

77 International sites



INTERVENTION



High level of PEEP with recruitment maneuvers

PEEP level of 12 cm H₂O plus transient increase in airway pressure designed to open a collapsed lung

Low level of PEEP without recruitment maneuvers

PEEP level of 4 cm H₂O

PRIMARY OUTCOME

Composite of pulmonary complications within 5 postoperative days

FINDINGS

Pulmonary complications

High level of PEEP with recruitment maneuvers

211 of 989 patients



Low level of PEEP without recruitment maneuvers

233 of 987 patients



Between-group mean difference:

-2.3%

(95% CI, -5.9% to 1.4%), *P* = .23

Proč PROBESE trial „nevyšel“?

- Častější mírné respirační selhání
- Vyšší výskyt pleurálního výpotku (4,3 % vs. 2,1 %, $p=0,005$)
- Častější hypotenze, bradykardie, vazopresory
- Bez vlivu na závažné PPCs, extrapulmonální komplikace a mortalitu
- Nemožnost dvojího zaslepení, RM step-up metodou, bez individualizace PEEP, nejednotný pooperační management
 - hlavní důvod pro tyto studie nevychází

Vliv způsobu umělé plicní ventilace na plicní funkce a pooperační průběh u nemocných podstupujících rozsáhlý operační výkon

DOSTÁL P.¹, DOSTÁLOVÁ V.¹, NAVRÁTIL P.², BROŽÁK M.², ČERNÝ V.¹

¹ Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, UK, LF a FN v Hradci Králové, přednosta doc. MUDr. V. Černý, PhD., FCCM

² Urologická klinika, UK, LF a FN v Hradci Králové, přednosta doc. MUDr. P. Morávek, CSc.

Souhrn

V průběhu výkonu v celkové anestezii dochází ke snížení funkční reziduální kapacity FRC a alteraci výměny plynů v plicích. Cílem naší studie bylo posoudit vliv volby ventilační strategie v průběhu operačního výkonu na stav plicních funkcí a pooperační průběh u nemocných podstupujících rozsáhlý operační výkon. Do prospektivní randomizované studie bylo zařazeno 67 nemocných. Nemocní zařazení do kontrolní skupiny (skupina K, n=34) byli v průběhu operačního výkonu ventilováni režimem VCV s nízkou hodnotou PEEP (3 cmH₂O). U nemocných zařazených do skupiny terapeutické (skupina RMP, n=33) byl 15 minut po úvodu do anestezie proveden modifikovaný otevírací manévru, poté byli nemocní ventilováni režimem VCV s PEEP 6–8 cmH₂O podle konstituce nemocného. Sledované skupiny se nelišily v základních demografických parametrech, způsobu vedení anestezie a peroperačních hodnotách SaO₂, EtCO₂, FiO₂ a inspirační koncentrace N₂O, halotanu a izofluranu. Délka operačního výkonu byla významně delší u nemocných ve skupině RMP (220/187,5; 320/min vs 180/140; 257/min, p=0,026). U nemocných ve skupině K došlo v průběhu operačního výkonu, ve srovnání se skupinou RMP, postupně ke zvyšování velikosti dechového objemu (562,5 ± 141,7 vs 658,8 ± 178,3 ml před převedením na spontánní ventilaci, p = 0,018). Použití otevíracího manévru a aplikace vyšší hodnoty PEEP vedly ke zvýšení efektivní compliance ve skupině RMP. Provedení otevíracího manévru bylo u 5 z 33 nemocných spojeno s poklesem krevního tlaku o méně než 20 % výchozí hodnoty a u 4 nemocných došlo k poklesu tlaku většímu než 20 %. Nebyl zjištěn rozdíl ve výskytu pooperačních komplikací a délce hospitalizace mezi oběma soubory. Přes příznivý vliv na peroperační vývoj compliance respiračního systému není klinický význam aplikace této strategie v průběhu operačního výkonu dosud stanoven.

Klíčová slova: compliance – PEEP – recruitment – anestezie – pooperační komplikace

Závěr

- V_T 6–8 ml/kg (IBW/PBW)
- $PEEP \geq 5$ cmH₂O
- $P_{plat} \leq 16$ cmH₂O
- Dále dle konkrétního pacienta a chirurgického výkonu