



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

Respirációs terápia

Dr. Kiss Tamás PhD
PTE KK AITI



OFTEX tanfolyam
2023. január 25-27.
Pécs



A gépi lélegeztetés célja és stratégiája

A lélegeztetés során két alapvető célt kell szem előtt tartanunk.

1. a gázcsere rendezése

- a. a **hipoxia rendezése** a lehető legalacsonyabb FiO_2 értékkel, kellően magas kilégzésvégi nyomás (Positive End-Expiratory Pressure = PEEP) alkalmazásával
- b. a **CO₂ elimináció biztosítása** megfelelő percventiláció (Minute Volume = MV) tartásával.

2. a pozitív nyomású lélegeztetés okozta **további tüdőszérülés elkerülése** - tüdőprotekciónak

„Nyisd ki a tüdőt, és tartsd nyitva!”

Lachmann B. *ICM* 1992; 18: 319-21

Papadakos PJ. *Crit Care Clin.* 2007 Apr;23(2):241-50

Tüdőprotektív lélegeztetés:

ARDS Net. *NEJM* 2000; 342: 1301-8

Szövődmények - a dilemma ...

A sérült szervet nyugalomba helyezni ← ? → Megfelelő gázcserét biztosítani

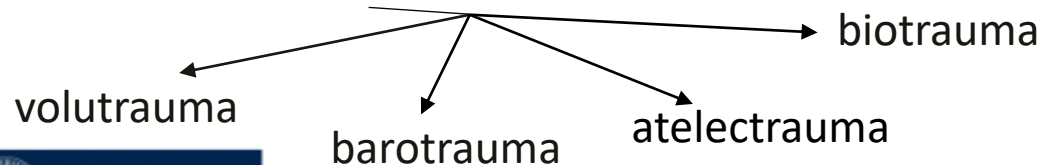
Lélegeztetés: elkerülhetetlen és életmentő kezelés

WareLB, Matthay MA. *N Engl J Med* 2000; 342: 1334-49

Lélegeztetés: hozzá nem értő kezekben „halálos fegyver”

Tobin MJ. *N Engl J Med* 2001; 344: 1986-96

Ha nem jó a stratégia → „VILI”



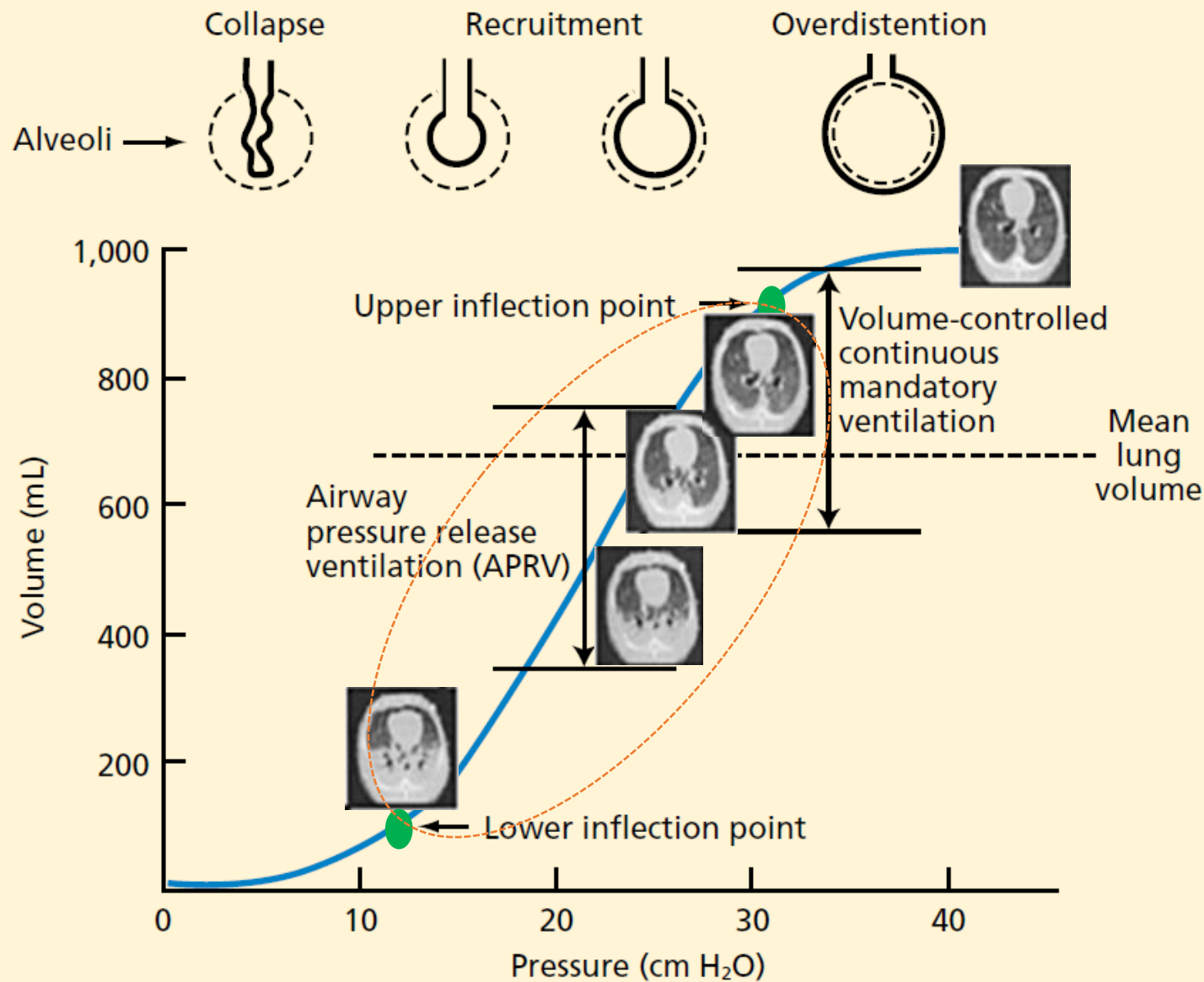
Ha nem találjuk meg az optimális lélegeztetési módot, maga a lélegeztetés válik a betegség progressziójának okává. Végül a beteget nem légzési elégtelenségben, hanem többszervi elégtelenség tünetei közt fogjuk elveszíteni.

de Prost N et al. *Ann Intensive Care*. 2011 Jul 23;1(1):28.

A VILI kialakulása

1. túl nagy VT: **volutrauma**
2. túl nagy nyomás: **barotrauma**
(pl. PTX)
3. a nem megfelelő lélegeztetési paraméterek okozta gyulladásos válaszreakció
(proinflammatorikus citokinek felszabadulása, leukocita-recruitment révén)
következménye: **biotrauma**
4. az alveolusok ciklikus összeesése majd felnyílása következtében kialakuló tüdőszérülés:
atelektrauma

Compliance curve of the lung with its lower and upper inflection points



Gattinoni L, et al. *AJRCCM* 2001; 164:1701

Papadakos PJ, Lachmann B. *Crit Care Clin.* 2007; 23(2):241-50

The New England
Journal of Medicine

© Copyright, 2000, by the Massachusetts Medical Society

VOLUME 342

MAY 4, 2000

NUMBER 18



VENTILATION WITH LOWER TIDAL VOLUMES AS COMPARED WITH
TRADITIONAL TIDAL VOLUMES FOR ACUTE LUNG INJURY
AND THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME NETWORK*

Intensive Care Medicine

GUIDELINES

Un-edited accepted proof*

**Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill
Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)**

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

SPECIAL ARTICLE

**Driving Pressure and Survival in the Acute
Respiratory Distress Syndrome**

Marcelo B.P. Amato, M.D., Maureen O. Meade, M.D., Arthur S. Slutsky, M.D.,
Laurent Brochard, M.D., Eduardo L.V. Costa, M.D., David A. Schoenfeld, M.D.,
Thomas E. Stewart, M.D., Matthias Briel, M.D., Daniel Talmor, M.D., M. J.
Alain Mercat, M.D., Jean-Christophe M. Richard, M.D.,
Carlos R.R. Carvalho, M.D., and Roy G. Brower, M.D.

CRITICAL CARE MEDICINE

Anesthesiology 2009; 111:826-35

Copyright © 2009, the American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

***Tidal Volume Lower than 6 ml/kg Enhances Lung
Protection***

Role of Extracorporeal Carbon Dioxide Removal

Pier Paolo Terragni, M.D.,* Lorenzo Del Sorbo, M.D.,* Luciana Mascia, M.D., Ph.D.,* Rosario Urbino, M.D.,*
Erica L. Martin, Ph.D.,* Alberto Birocco, M.D.,† Chiara Faggiano, M.D.,† Michael Quintel, M.D.,‡ Luciano Gattinoni, M.D.,§
V. Marco Ranieri, M.D.||

Tüdőprotektív lélegeztetés: $V_T = 6$ ml/kg,
 $P_{plat} < 30$ H₂Ocm

A COVID-19-es, ARDS-ben szenvedő gépi
lélegeztetett felnőtteknél alacsony tidal
volumen (V_T) lélegeztetés javasolt (V_T 4-
8 ml/kg), a magasabb tidal volumennel
szemben (V_T 8 ml / kg)

Nem a PEEP, hanem a magas ΔP (driving
pressure = V_T/C_{RS}), ami árthat

Javasolható a V_T csökkentése 3-4 ml /
kg-ra és $P_{plat} \leq 25$ H₂Ocm-re a VILI
kockázatának további minimalizálása
érdekében.

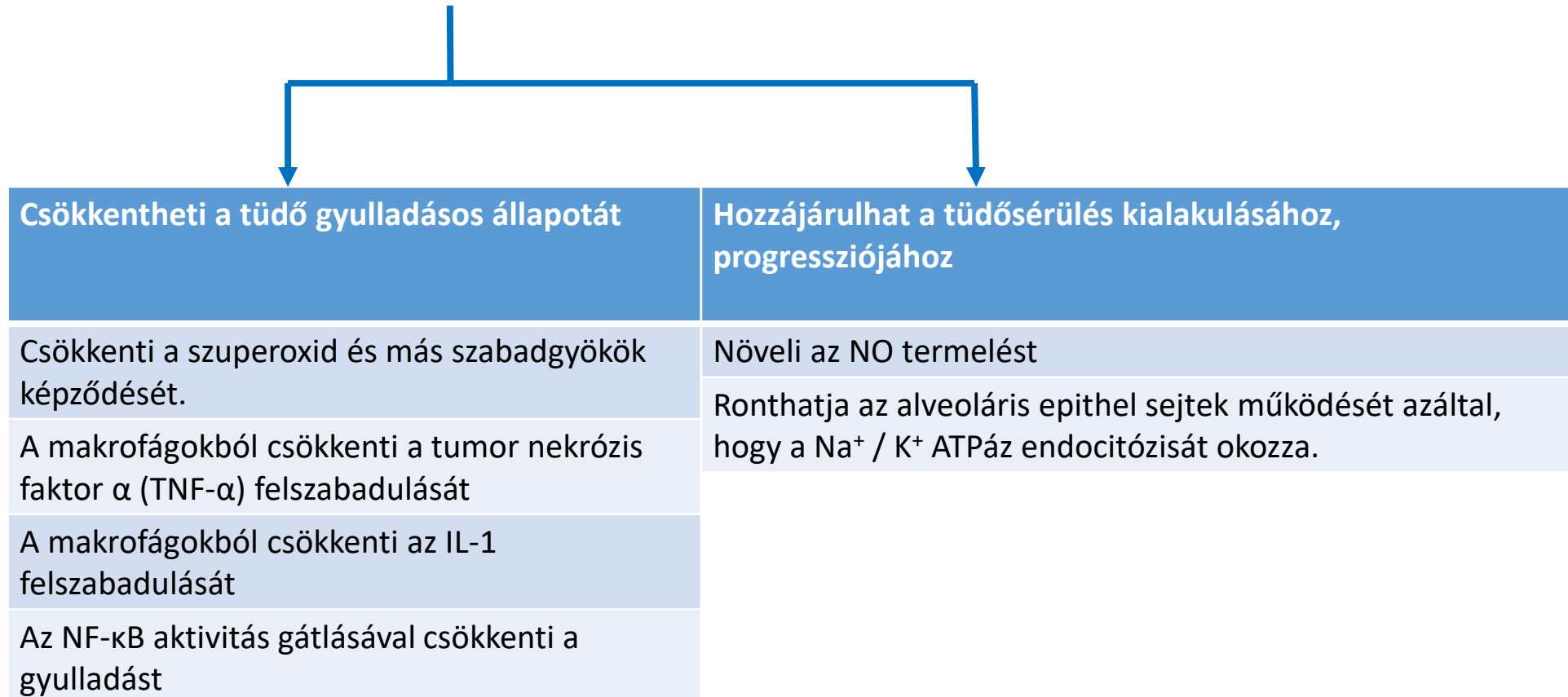


A tüdőprotektív lélegeztetés

- alacsony légzési térfogat használata: $V_T = 6$ ml/ttkg (ideális testsúly)
- nyomáskontrol mértéke (PC, ΔP): ≤ 15 H₂O cm
- Plató nyomás (P_{plat}): Max. 30 H₂O cm
- TPP <25 H₂Ocm
- optimális/ideális PEEP használata: nem túl alacsony (ne legyen alveoláris kollapszus), de nem túl magas (ne legyen túlfeszülés) PEEP
- magasabb optimális légzésszám
- permisszív hiperkapnia: magasabb PaCO₂ megengedése, pH $\geq 7,2$.

Ultraprotektív lélegeztetés

- alacsony tidal volumen: 3 – 4 ml/kg
- $P_{\text{Plat}} < 25 \text{ H}_2\text{Ocm}$
- veszélye: hypercapnia → respiratoricus acidózis



Nyisd ki a tüdőt! – alveolus toborzás

A technikák 2 fő csoportba sorolhatók:

1. elnyújtott belégzés tartás magasabb légúti nyomás alkalmazásával, pl. 35-40 H₂Ocm-es nyomáskontroll 40 sec-ig
2. A lépcsőzetes tüdőnyitás, pl. fokozatos PEEP emelés 25 H₂Ocm-ről indulva 2 percenként 10 H₂O cm-rel emelve, állandó nyomáskontroll (pl. $\Delta p = 15$ H₂O cm) mellett, összesen 6 percig

Mindkét technikára igaz, hogy a magas nyomások miatt nagy a barotrauma kockázata, így **rutinszerű alkalmazásukat ma nem javasolt**, használatuk refrakter hipoxia esetén jön szóba!!!

Rescue manőverek – alveolus toborzás

Recruitment

Tradicionális

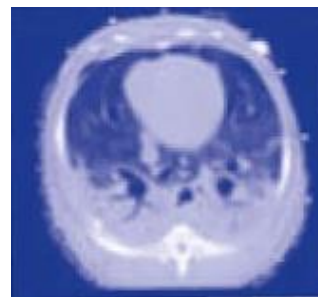
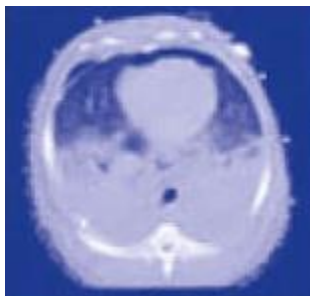
elnyújtott belégzés tartás
magasabb CPAP szinten
CPAP: 35-40 H₂Ocm 40 sec-ig

Amato MB et al. *N Engl J Med* 1998;338:347–354

Meade MO et al. *JAMA* 2008;299:637–664

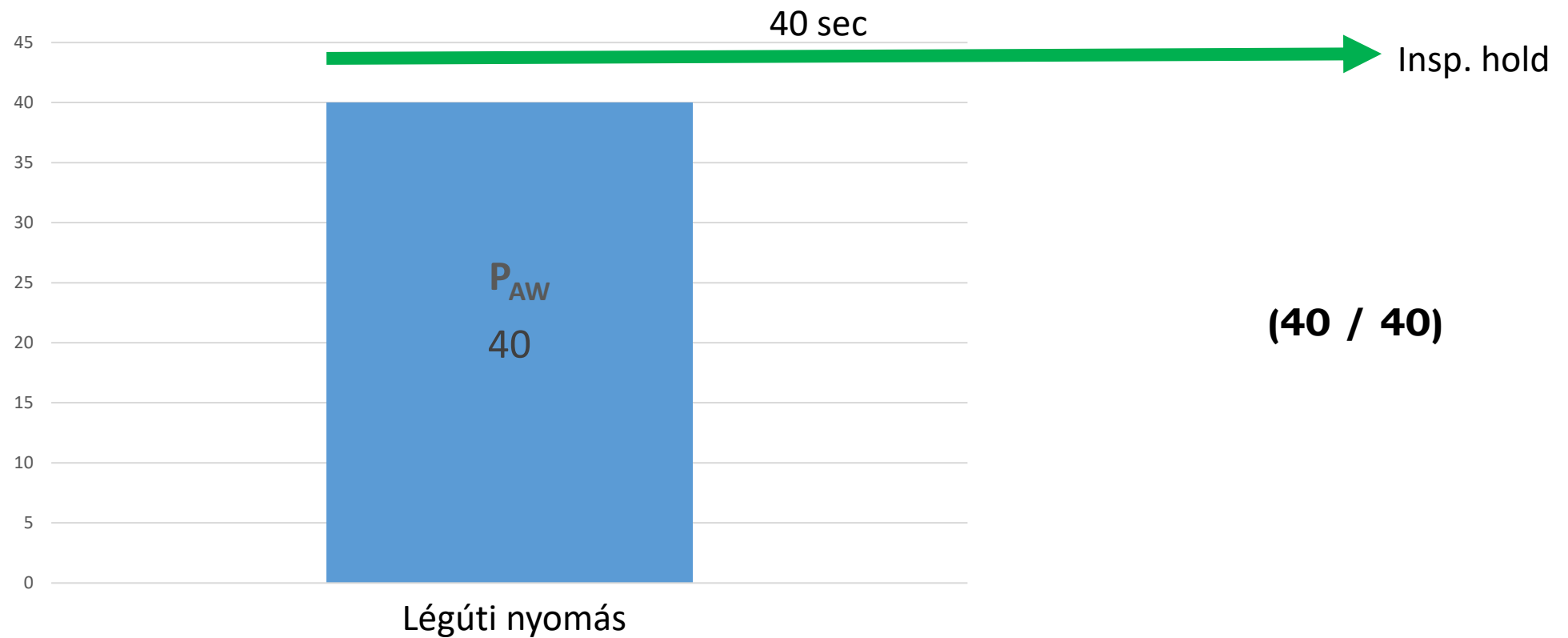
Kacmarek RM et al. *Crit Care Med* 2016;44:32–42

Xi XM et al. *Chin Med J (Engl)* 2010;123:3100–3105



P Pelosi et al. *Crit Care* 2010; 14(2): 210.

Recruitment manőver - tradicionális

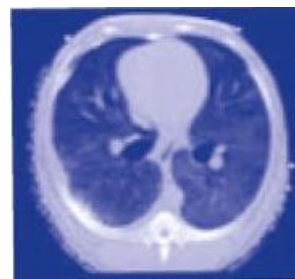
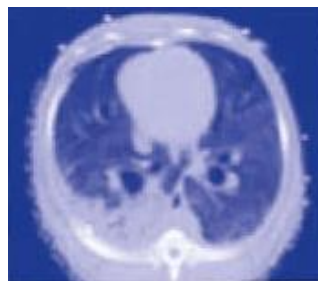
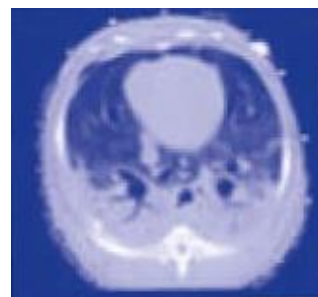
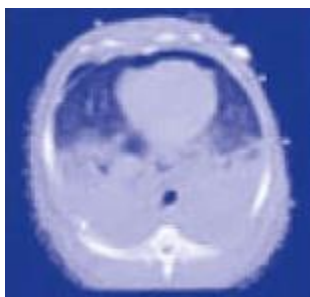


Amato MB et al. *N Engl J Med* 1998;338:347–354
Meade MO et al. *JAMA* 2008;299:637–664

Rescue manőverek – alveolus toborzás

Recruitment

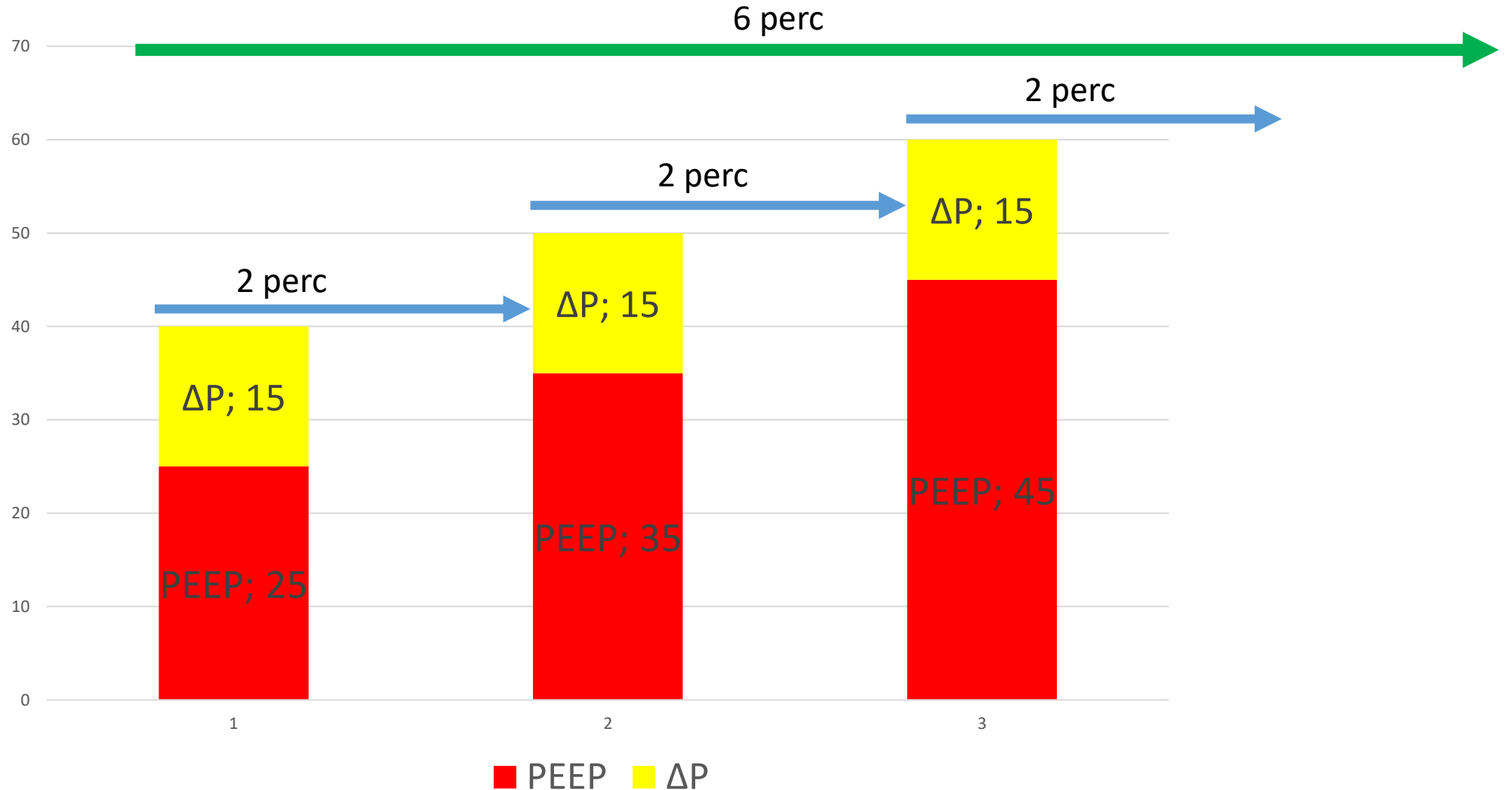
Lépcsőzetes



$\Delta P = 15 \text{ H}_2\text{Ocm}$
PEEP emelés 25-35-45
adott PEEP szinten 1-2 percig

Hodgson CL et al. *Crit Care* 2011;15:R133
Hodgson CL et al. *Am J Resp CCM* 2019;200:1363–1372
Trial et al. *JAMA* 2017; 318:1335–1345

Recruitment manőver - lépcsőzetes

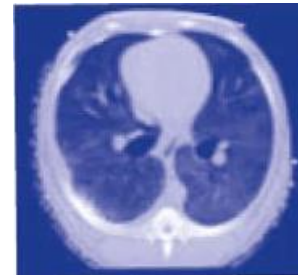
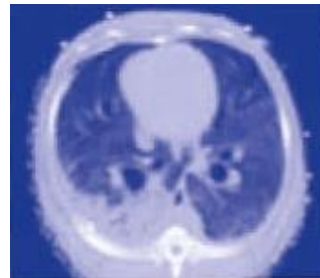
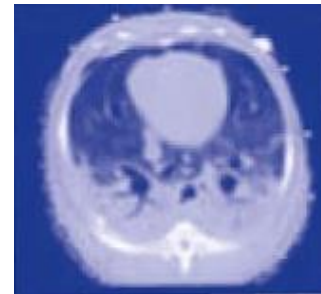
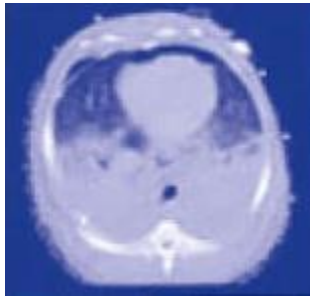


Rescue manőverek – alveolus toborzás

Recruitment

Tradicionális

Lépcsőzetes



$\Delta P = 15$ H₂Ocm
PEEP emelés 25-35-45
adott PEEP szinten 1-2 percig

Hodgson CL et al. *Crit Care* 2011;15:R133
Hodgson CL et al. *Am J Resp CCM* 2019;200:1363–1372
Trial et al. *JAMA* 2017; 318:1335–1345

P Pelosi et al. *Crit Care* 2010; 14(2): 210.

Intensive Care Med
<https://doi.org/10.1007/s00134-020-06022-5>

GUIDELINES

Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)

Waleed Alhazzani^{1,2}, Morten Hylander Møller^{3,4}, Yaseen M. Arabi⁵, Mark Loeb^{1,2}, Michelle Ng Gong⁶, Eddy Fan⁷, Simon Oczkowski^{1,2}, Mitchell M. Levy^{8,9}, Lennie Derde^{10,11}, Amy Dzierba¹², Bin Du¹³, Michael Aboodi⁶, Hannah Wunsch^{14,15}, Maurizio Cecconi^{16,17}, Younsuck Koh¹⁸, Daniel S. Chertow¹⁹, Kathryn Maitland²⁰, Faye Alshamsi²¹, Emilie Belley-Cote^{1,22}, Massimiliano Greco^{16,17}, Matthew Laundry²³, Jill S. Morgan²⁴, Jozef Kesecioglu¹⁰, Allison McGeer²⁵, Leonard Mermel⁶, Manoj J. Mammen²⁶, Paul E. Alexander^{2,27}, Amy Arrington²⁸, John E. Centofanti²⁹, Giuseppe Citerio^{30,31}, Bandar Baw^{1,32}, Ziad A. Memish³³, Naomi Hammond^{34,35}, Frederick G. Hayden³⁶, Laura Evans³⁷ and Andrew Rhodes^{38*}

Recommendations

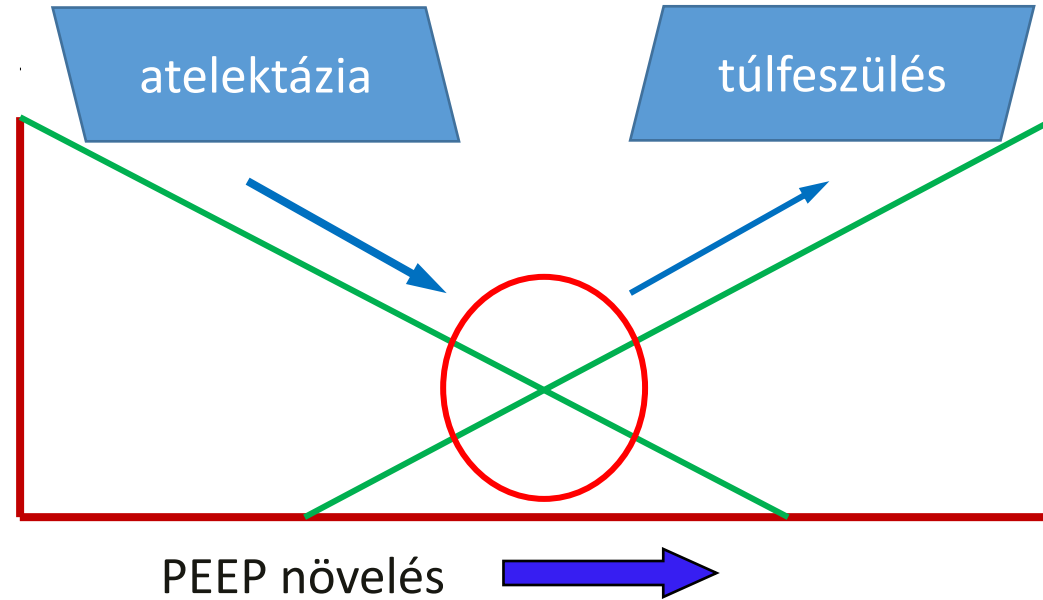
38. For mechanically ventilated adults with COVID-19 and hypoxemia despite optimizing ventilation, we **suggest** using recruitment maneuvers, over not using recruitment maneuvers.

Weak recommendation, low-quality evidence.

39. If recruitment maneuvers are used, we **recommend against** using staircase (incremental PEEP) recruitment maneuvers.

Strong recommendation, low-quality evidence.

Tartsd nyitva a tüdőt!– az „ideális” PEEP



Az „ideális” PEEP:

- ott van, ahol a legtöbb alveolus marad nyitva és a legkevesebben érvényesül a túlfeszülés.
- a beteg állapotával változik

PEEP titrálás

Számos módszer létezik.

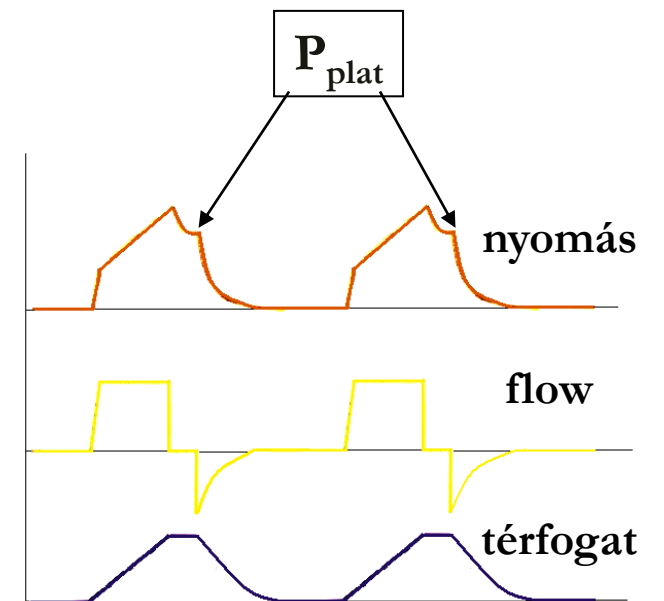
Vannak olyanok, melyek a betegágy mellett is viszonylag könnyen kivitelezhetők, de olyanok is melyek bár pontosabb titrálást tesznek lehetővé, szofisztikált instrumentáriumot vagy a beteg transzportját igénylik, így rutin felhasználásuk nehézkes.

PEEP titrálás

- Tetszőlegesen megválasztott, magas PEEP önkényes beállítása pl. 15-20 H₂O-cm-re.
- Az ARDS Network tanulmányban ismertetett PEEP/FiO₂ arány eszkalációs táblázatának (a PEEP és a FiO₂ váltakozó, lépcsőzetes állítása) használata.
- A PEEP titrálása a maximális compliance elérése mellett.
- A nyomás-térfogat-görbe elemzése és a PEEP beállítása az alsó inflexiós pont fölötti nyomásértékre.
- Lépcsőzetes derecruitment manőver, mely során egy magas PEEP (pl. 26 H₂Ocm) értékről indulva, azt 2 H₂Ocm-ként csökkentve figyeljük a PaO₂ értéket, illetve annak csökkenését. Ahol a PaO₂ érték csökkenése az előző méréshez képest több, mint 10%, ott az alveolusok már záródnak (záródási PEEP). Az ideális PEEP e felett 2 H₂O cm-rel van.
- A PEEP érték titrálása a PaCO₂ és ETCO₂ különbségének mérése alapján. Ideális PEEP, ahol a PaCO₂ – ETCO₂ gradiens a legkisebb, azaz ahol minimális a holtter.
- A transzpulmonális nyomás (TPP) meghatározása özofágusz ballonos manometria segítségével. Özofageális ballon segítségével mérhető az özofágusz nyomás (P_{es}), mely jól közelíti az intrapleurális nyomást (P_{pl}). A volumenkontrollált módban mért plató nyomás (P_{plat}) az alveoláris nyomást reprezentálja. $TPP = P_{plat} - P_{es}$. A PEEP-et úgy kell beállítani, hogy a TPP értéke 0 H₂O cm felett és 10 H₂O cm alatt legyen ($0 < TPP < 10 \text{ H}_2\text{Ocm}$).

PEPP titrálás - ARDS Net.

VARIABLE	GROUP RECEIVING TRADITIONAL TIDAL VOLUMES	GROUP RECEIVING LOWER TIDAL VOLUMES
Ventilator mode	Volume assist-control	Volume assist-control
Initial tidal volume (ml/kg of predicted body weight)†	12	6
Plateau pressure (cm of water)	≤50	≤30
Ventilator rate setting needed to achieve a pH goal of 7.3 to 7.45 (breaths/min)	6–35	6–35
Ratio of the duration of inspiration to the duration of expiration	1:1–1:3	1:1–1:3
Oxygenation goal	PaO ₂ , 55–80 mm Hg, or SpO ₂ , 88–95%	PaO ₂ , 55–80 mm Hg, or SpO ₂ , 88–95%
Allowable combinations of FiO ₂ and PEEP (cm of water)‡	0.3 and 5	0.3 and 5
	0.4 and 5	0.4 and 5
	0.4 and 8	0.4 and 8
	0.5 and 8	0.5 and 8
	0.5 and 10	0.5 and 10
	0.6 and 10	0.6 and 10
	0.7 and 10	0.7 and 10
	0.7 and 12	0.7 and 12
	0.7 and 14	0.7 and 14
	0.8 and 14	0.8 and 14
	0.9 and 14	0.9 and 14
	0.9 and 16	0.9 and 16
	0.9 and 18	0.9 and 18
	1.0 and 18	1.0 and 18
	1.0 and 20	1.0 and 20
	1.0 and 22	1.0 and 22
	1.0 and 24	1.0 and 24

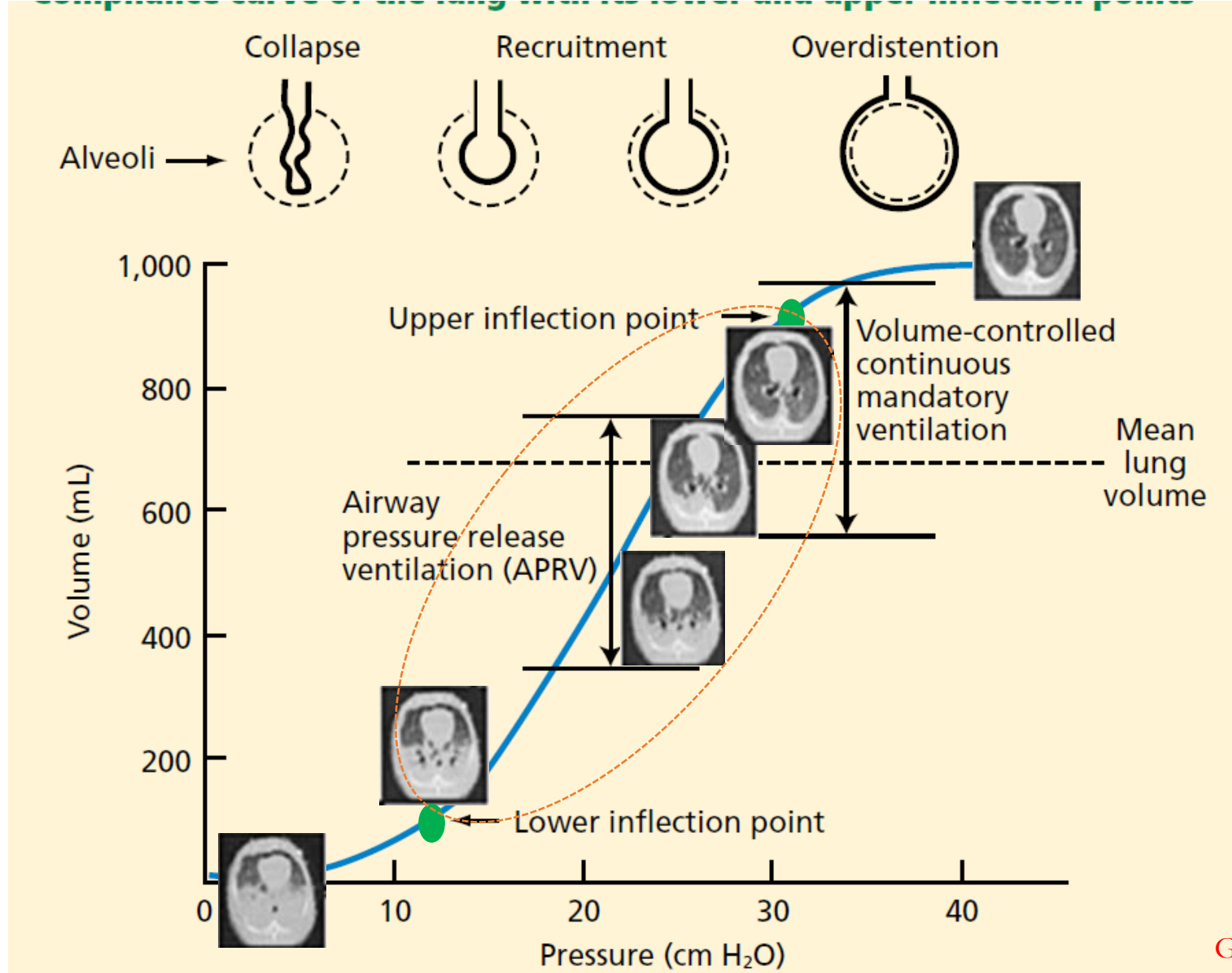


Weaning

By pressure support; required by protocol when FiO₂ ≤ 0.4

By pressure support; required by protocol when FiO₂ ≤ 0.4

Alveolus toborzás és open lung – kicsit másképp



APRV lélegeztetés - Airway Pressure Release Ventilation

Első leírás: 1987

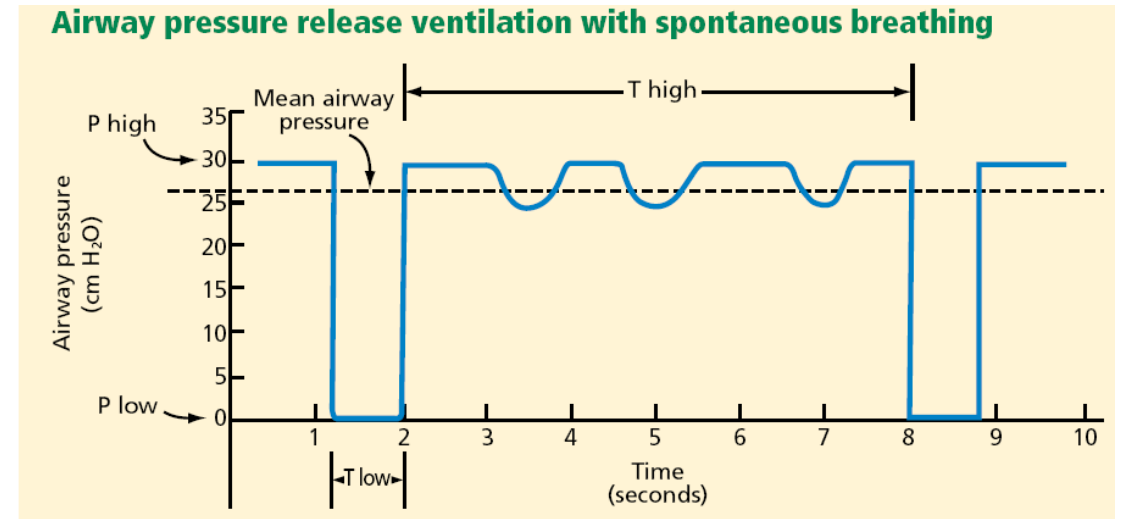
Stock MC, et al, *Crit Care Med* 1987 May;15(5):462-6.

Jellemzői:

Nyomás-vezérelt lélegeztetés.

Lélegeztetés 2 nyomászinten.

- P_{high} : a lélegeztetés magas nyomású fázisa – hossza: T_{high}
 - A magas nyomás fázisa a légzési ciklus 80 – 95%-a, ezalatt a tüdő felfújott állapotban van.
- P_{low} : a magas nyomású szintről erre a szintre leejtett nyomás, a lélegeztetés alacsony nyomású fázisa – hossza: T_{low}
 - A spontán légzés megengedett a teljes légzési ciklus alatt.



Frawley PM, et al. *AACN Clin Issues*. 2001 May;12(2):234-46

Hogyan működik ?

A magasabb nyomásérték (P_{high}) segíti az oxigenizációt.

Az időzített alacsony nyomású rövid fázis a széndioxid eliminációt célozza.

Optimális release time – időkonstans függő ($\tau = C \times R$).

Normálisan a kilégzési fázis stady-state állapotának (nincs kilégzési áramlás) elérési ideje: $4 \times \tau$.

$T_{\text{low}} < \text{equilibrium idő} \rightarrow \text{auto-PEEP} \rightarrow \text{pozitív végkilégzési nyomás alakul ki}$
(optimálisan $>$ alsó inflexiós pont)

P_{mean} maximalizált (csökkent barotrauma veszély)

Az alveolaris csúcsnyomás alacsonyabb, mint a konvencionális lélegeztetési módoknál.

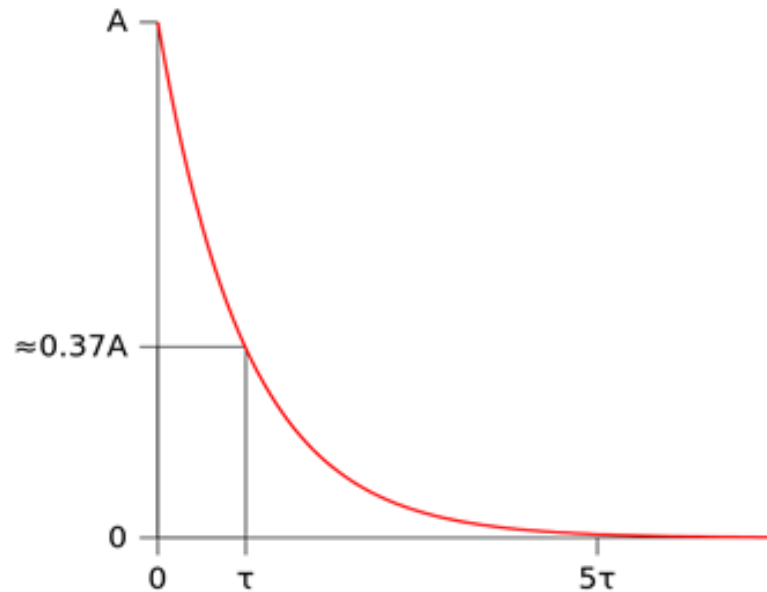
A spontán légzés megtartása miatt a dependens tüdőterületek légtartalma is javul.

Az intrathoracalis nyomás csökken \rightarrow jobb vénás visszaáramlás \rightarrow jobb CO \rightarrow jobb DO₂

Siau C, et al. *Clin Chest Med* 2008 Jun;29(2):265-75

Hogyan működik ?

- Egy exponenciális folyamat leírására szolgáló kifejezés.
- Azzal az idővel egyenlő, amely a alatt a folyamat végbemenne akkor, ha a változás sebessége a kezdeti értéken maradna.
- Szám szerint ez az idő szükséges ahhoz, hogy az exponenciális folyamat elérje a végső változás 63% -át.



Duration of step change in pressure (s)	Resulting change in Volume (% of dV, V_{max})
1 x Time Constant	63
2 x Time Constant	86.5
3 x Time Constant	95
4 x Time Constant	98
5 x Time Constant	99
Infinite x Time Constant	100

APRV előnyei és hátrányai

	Előnyök	Hátrányok
Magas p_{mean}	Recruitment → ↑ oxigenizáció ↓ bal kamrai transzmurális nyomás → ↓ afterload	Romló air leak (bronchopleuralis fistula) ↑ jobb kamrai afterload → romló PH ↓ jobb kamrai venas visszáramlás → ICP ↑, ↓CO hypovolaemiában
Spontán légzés	Dependens területek ventilációja ↑ ↑ venas visszaáramlás (↑ CO) ↑ GFR ↑ bélperfúzió ↓ szedációs igény	↑ transpulmonalis nyomás → VILI ↑ venas visszaáramlás → jobb kamra elégtelenség fokozódhat Megtartott WOB

APRV beállításai

APRV

F-APRV
Fixed-APRV

- a P_{high} jellemzően a légzési ciklus 80%-ánál kisebb
- A T_{low} értéket nem titrálják a fiziológiás tüdőparaméterek alapján.

Fredericks AS et al. *Clin Med Insights Circ Respir Pulm Med.* 2020;14

P-APRV
Personalized-APRV

Habashi protokoll

P_{high} : a $P_{plató}$ -hoz vagy PIP-hez állítva
 P_{low} : 0 H₂Ocm
 T_{high} : a légzési ciklus 80-95%-a
 T_{low} : EEFR / PEFR: 0,5 – 0,75

Habashi NM. *Crit Care Med.* 2005;33:S228-S240.

Zhou protokoll

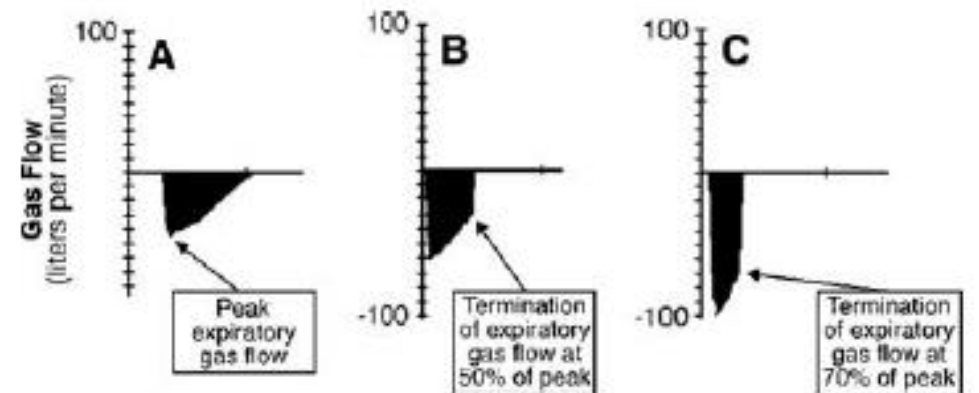
P_{high} : a $P_{plató}$ -hoz
 P_{low} : 5 H₂Ocm
 T_{high} : a légzési ciklus 80-95%-a
 T_{low} : 1 -1,5 x τ

Zhou Y et al. *Intensive Care Med.* 2017;43:1648-1659.

APRV beállításai – F-APRV

Kötelező légvételek

- P_{high} : max 30 H₂Ocm (mint a volumen-vezérelt lélegeztetés p_{palt})
- P_{low} : 0 H₂O cm
- T_{high} : 4 seconds
- T_{low} : PEF 40%-a (kb.: 0,6 – 0,8 sec)

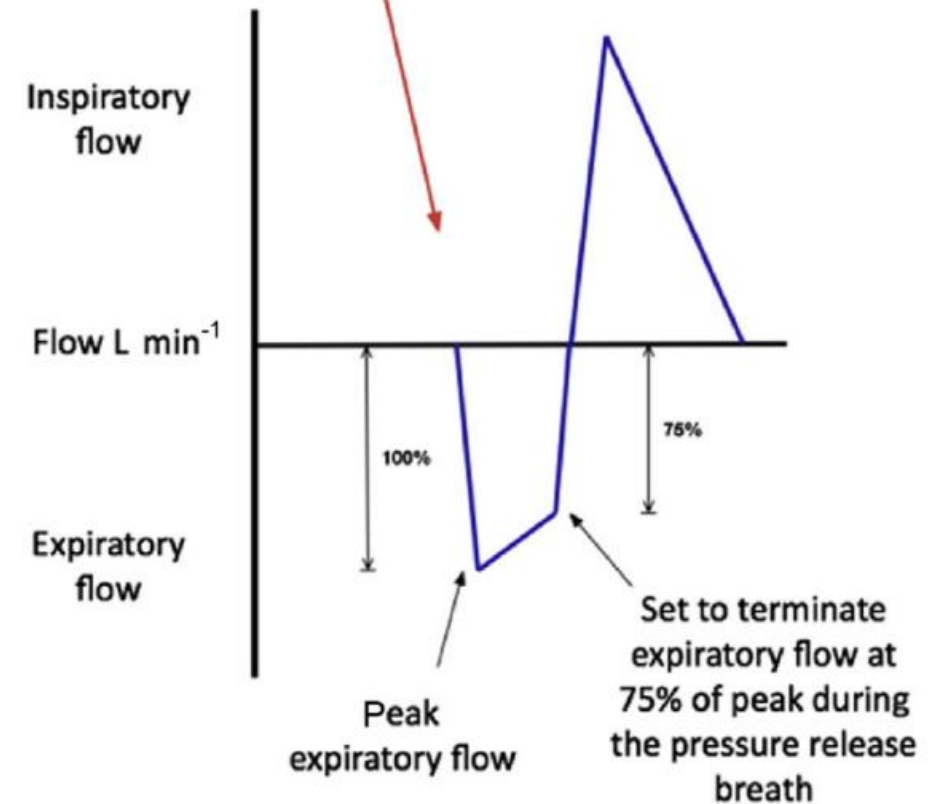
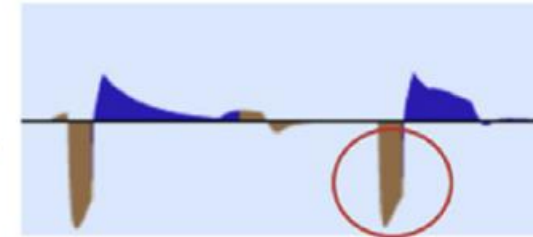
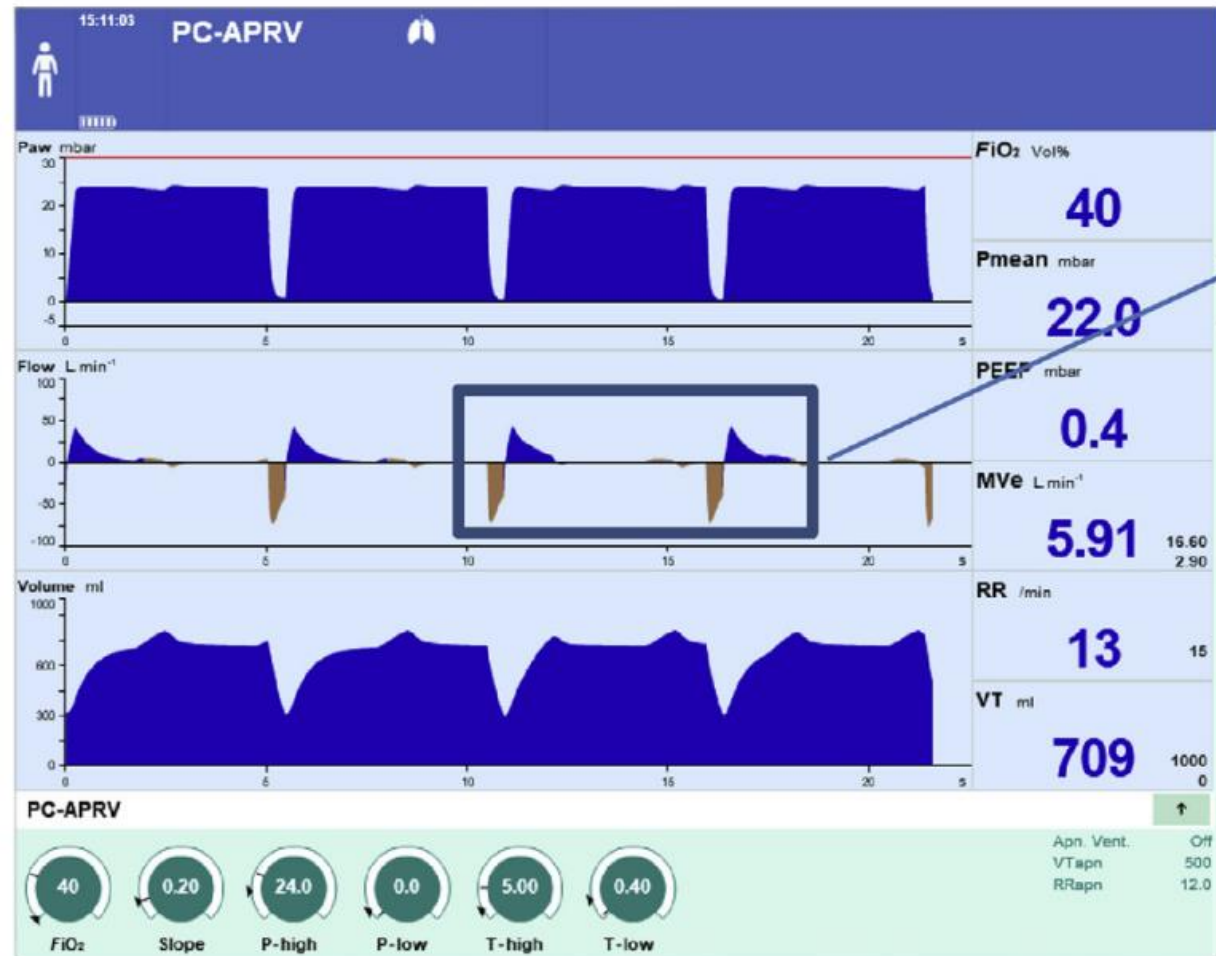


Porhomayon J, et al. *Lung*. 2010 Apr;188(2):87-96

Spontán légvételek

- Szedáció titrálása, hogy a spontán légzés a teljes MV legalább 10%-a legyen.
- Alap esetben a spontán légvételek nem támogatottak (de megengedettek, azaz nincs PS).

APRV beállítások – T_{low} titrálás



APRV beállítások - Zhou protokol

- 1) Under original ventilation with VCV mode, measure P_{plat} , R_{rs} and C_{stat} parameters;
- 2) P_{high} : set at the last P_{plat} (max 30 cm H₂O) ;
- 3) P_{low} : 5cm H₂O (Use a minimum PEEP level to **prevent atelectasis as our usual care**);

APRV beállítások - Zhou protokol

4) T_{low} :

1. First step: Calculation time constants(τ), $\tau=R(\text{cmH}_2\text{O/L/S})\times C(\text{L/cmH}_2\text{O})$
 - Initial T_{low} : $1.0\tau-1.5\tau$;
2. Second step: Titration of T_{low} to more than or equal to 50% PEFR(Peak expiratory flow rate);
3. Third step: Further titration of T_{low} to achieve the angle of expiratory flow deceleration at 45° on the flow/time curve, if the tidal volume is accepted;

APRV beállítások - Zhou protokol

- 5) Release frequency: 10-14 frequencies per minute;
- 6) FiO_2 : Same as prior mode, or 100% and reduced to 60% as tolerated;
- 7) Target spontaneous respiratory level as spontaneous minute ventilation (SV) approximately 30% total minute ventilation (MV_{total}).
 - a) Mild to moderate ARDS: SV equal to 30-60% MV_{total} , absent of dyspnea
 - b) Severe ARDS: SV equal to 10-30% MV_{total} , absent of dyspnea.

APRV intervenciók

Hypoxaemia

- $T_{\text{high}} \uparrow 0,5 - 1$ sec-mal.
- $P_{\text{high}} \uparrow 2-5$ H₂O cm-rel.
- ha nem segít, hasrafordítás
- végül extracorporalis technika (ECMO).

Hypercapnia

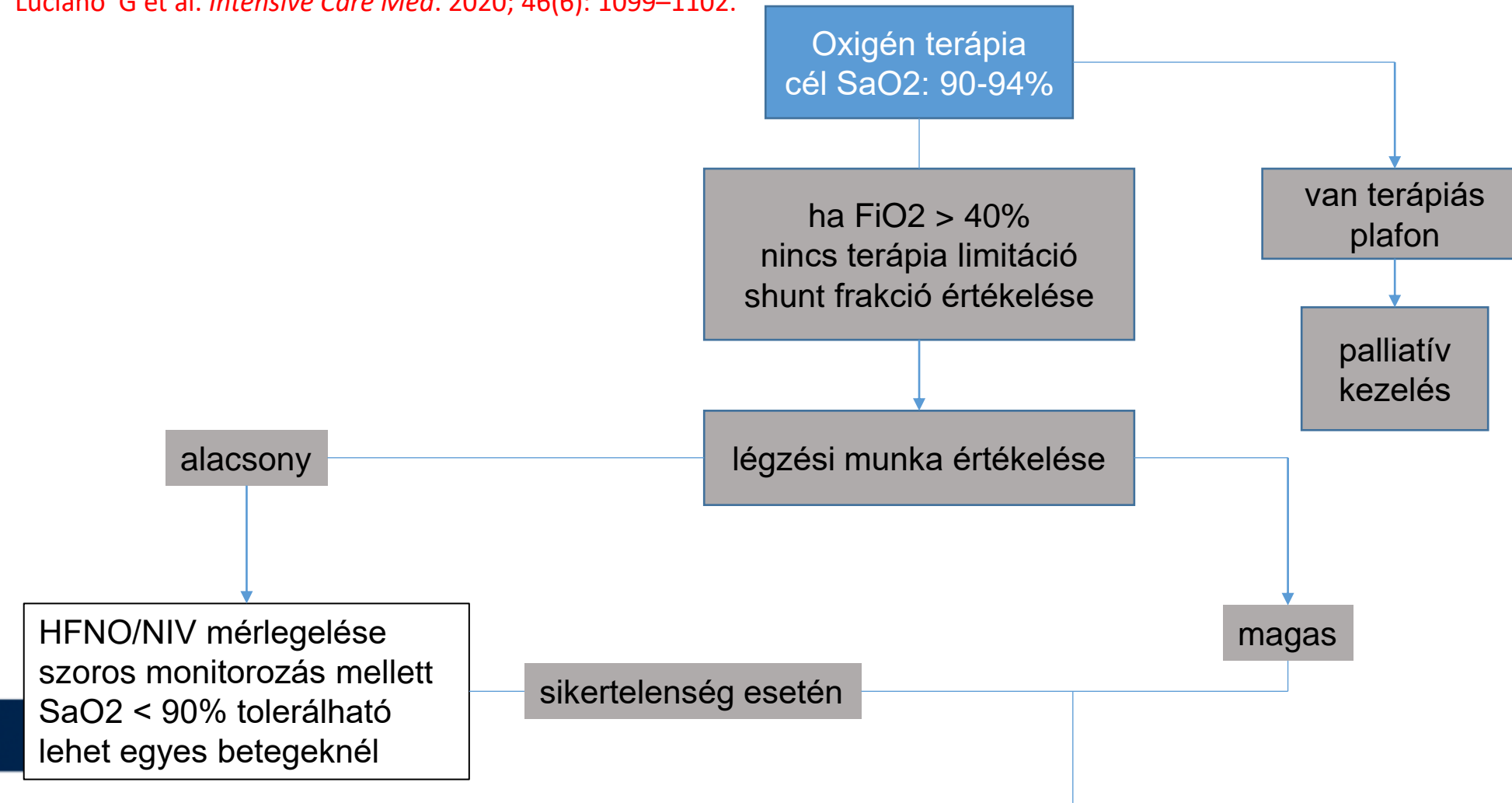
- permisszív hypercapnia, $\text{pH} \geq 7,15$
- Ha a hypercapnia súlyos, $T_{\text{high}} \downarrow 0,5 - 1$ sec-mal.
- PS hozzáadása az alap lélegeztetéshez.

Ventilációs stratégia a klinikai gyakorlatban

Stefan M et al. *Herz* 2020 Apr;20:1–3.

Camporota L et al. 2020; https://esicm-tv.org/webinar1_live_20-how-to-ventilate-in-covid-19.html

Luciano G et al. *Intensive Care Med.* 2020; 46(6): 1099–1102.



Intubáció és gépi lélegeztetés

Kezdő beállítások:

- TV: 8 ml/kg (PBW)
- PEEP: 8 H₂Ocm
- $\Delta P \leq 15$ H₂Ocm
- légzésszám kezdetben, hogy ETCO₂: 30 – 37,5 Hgmm

ha nincs egyértelmű folyadékhiány: alacsony dózisú vazokonstriktor használata
minimális folyadéktöltés, beteg száraz oldalon tartása, szervdiszfunkciók szoros megfigyelése

Ha $saO_2 \leq 90\%$ $FiO_2 > 60\%$ mellett vagy $PaO_2/FiO_2 < 200$

Célok

SaO₂: 90-94%
PO₂ \geq 60 Hgmm
PaCO₂ < 45 Hgmm vagy pH > 7,3
Pplato < 28 - 30 H₂Ocm
 $\Delta P \leq 15$ H₂Ocm
FiO₂ \leq 40 %

PEEP növelése 2 H₂Ocm-ként
15 H₂O cm-ig szükség szerint
 $\Delta P \leq 15$ H₂Ocm
neuromuszkuláris blokádnak mérlegelése

Compliance vizsgálata

Stefan M et al. *Herz* 2020 Apr;20:1–3.

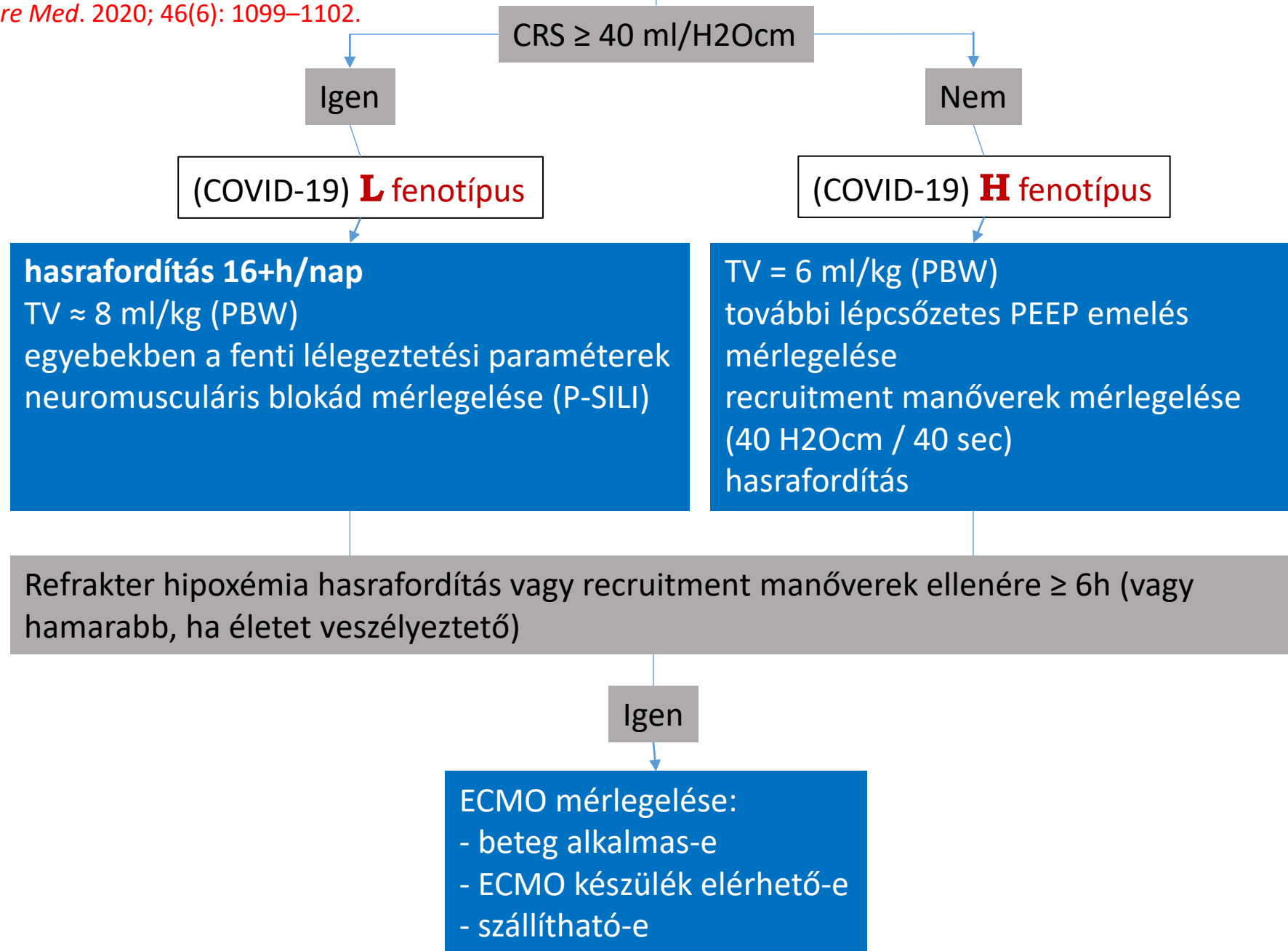
Camporota L et al. 2020; https://esicm-tv.org/webinar1_live_20-how-to-ventilate-in-covid-19.html

Luciano G et al. *Intensive Care Med.* 2020; 46(6): 1099–1102.

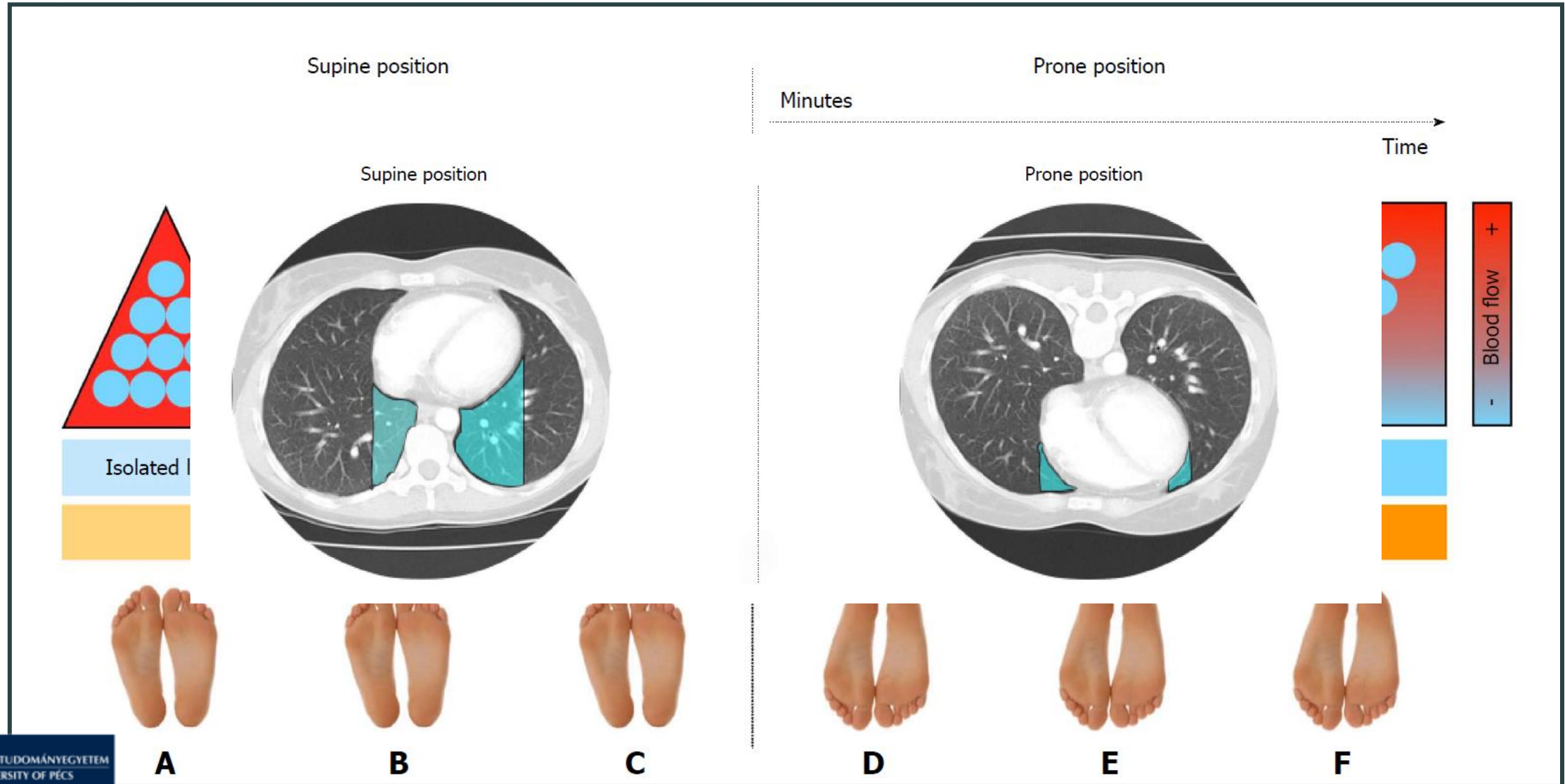
Stefan M et al. *Herz* 2020 Apr;20:1–3.

Camporota L et al. 2020; https://esicm-tv.org/webinar1_live_20-how-to-ventilate-in-covid-19.html

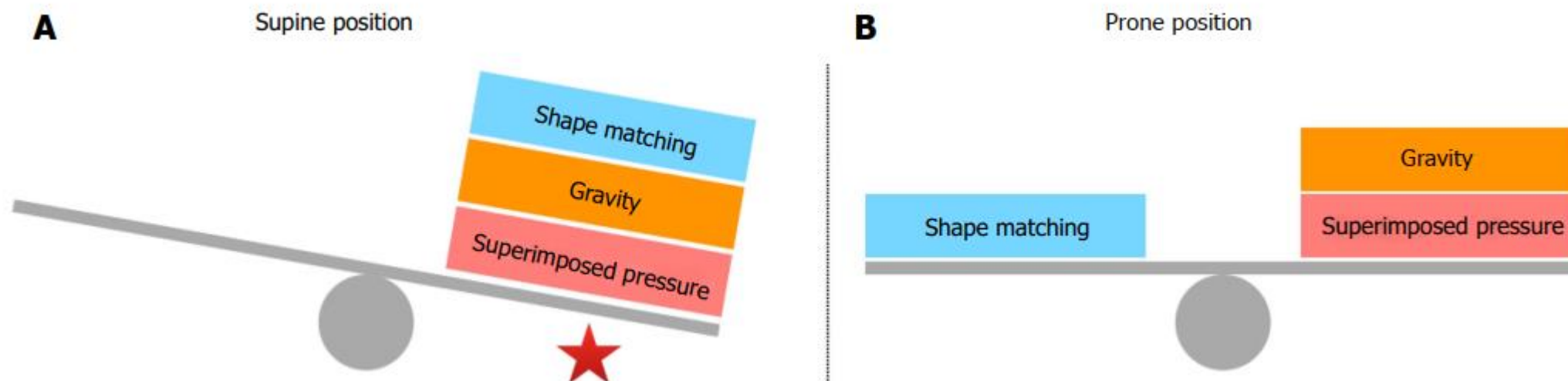
Luciano G et al. *Intensive Care Med.* 2020; 46(6): 1099–1102.



Hason lélegeztetés - pathofiziológia



Hason lélegeztetés - pathofiziológia



Hanyatt fekvő helyzetben a gravitációból, a ránehezedésből adódó nyomásból (szív) és a tüdő valamint a mellkasfal közötti eltérő alakból adódó inhomogén alveoláris tágasság ugyanazon káros irányba hat.

Hasonfekvő helyzetben az alaki különbség kiegyenlíti a gravitációt és a ránehezedésből adódó nyomást.

Hason lélegeztetés - pathofiziológia

Javuló oxigenizáció

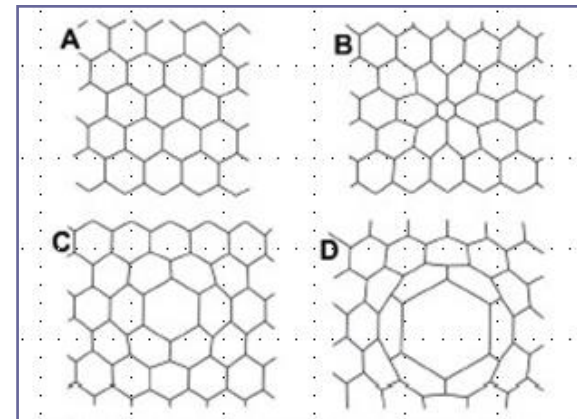
- megváltozik a légtartó és a nem légtartó tüdőterületek elhelyezkedése és kiterjedése
 - javul a ventiláció-perfúzió arány
- megváltozik a rekeszizom helyzete és mozgása
- a szív és nagyerek nem nehezednek a tüdőre
- megváltozik a légzőrendszer compliance
 - javul a légúti váladék eltávolítás

Mérséklődik a VILI kialakulása

homogénebb gázeloszlás a tüdőben

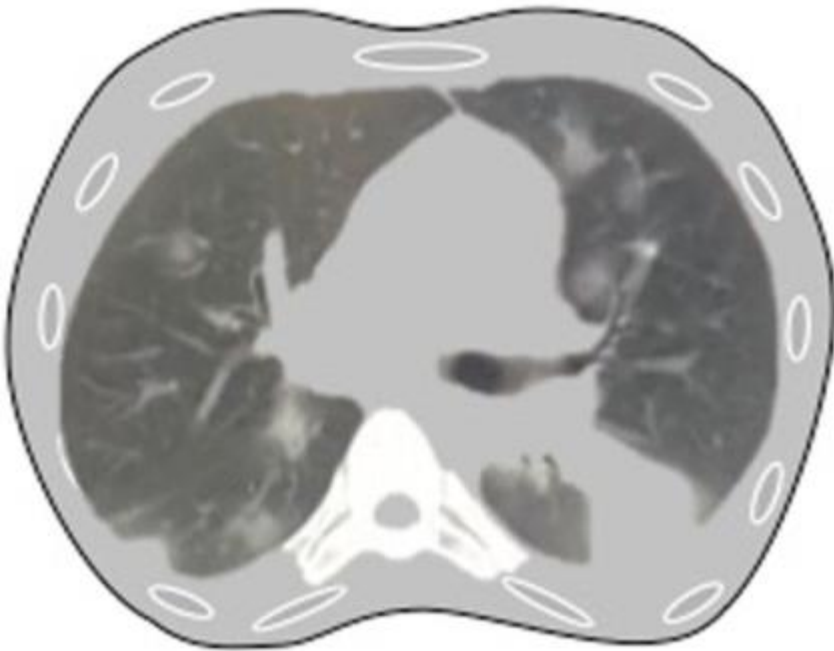


Csökkenő **feszülés** és **deformáció** az alveolusokban



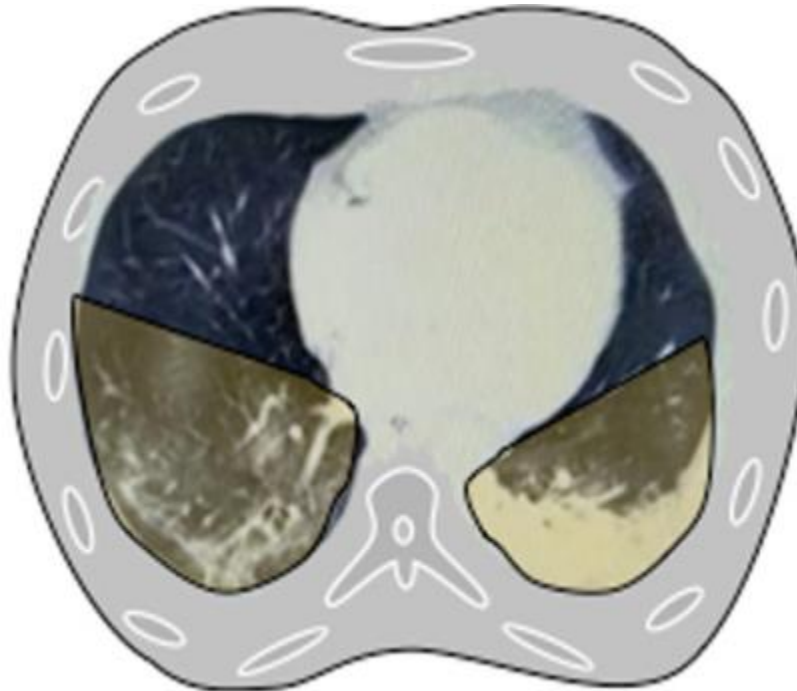
Fenotípus beosztás CT lelet alapján

1. fenotípus



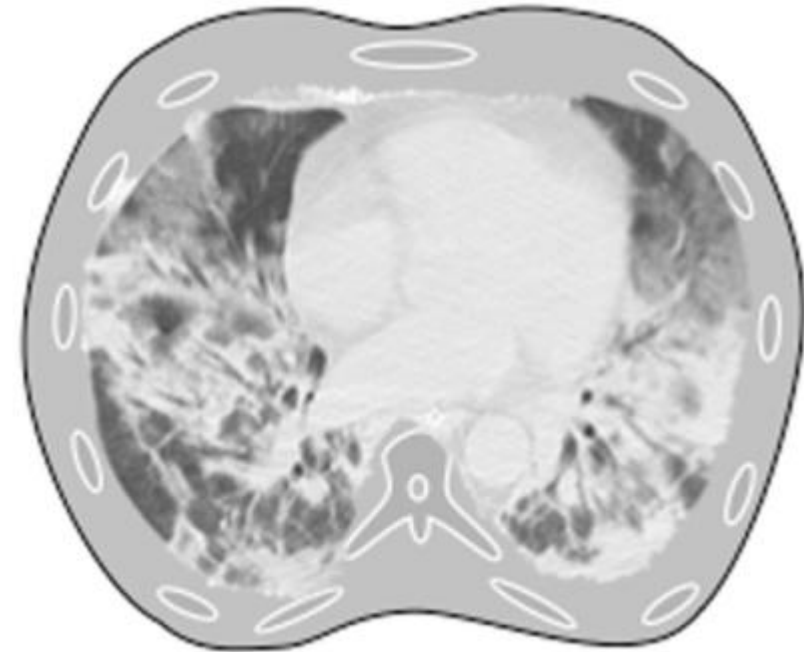
normál vagy magas compliance
súlyos hipoxia

2. fenotípus



atelektázia
alveoláris kollapszus

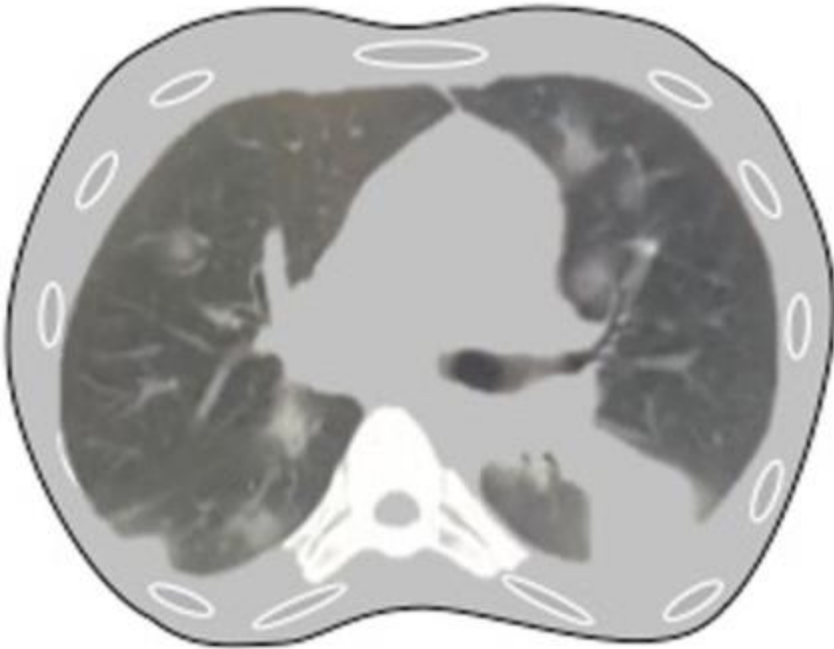
3. fenotípus



alveoláris ödéma
alacsony compliance

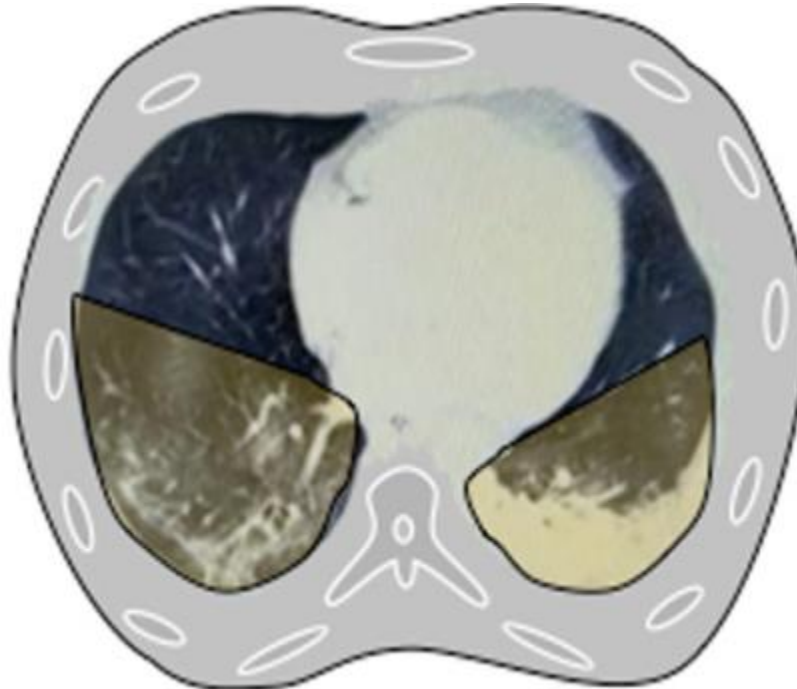
Fenotípus beosztás CT lelet alapján

1. fenotípus



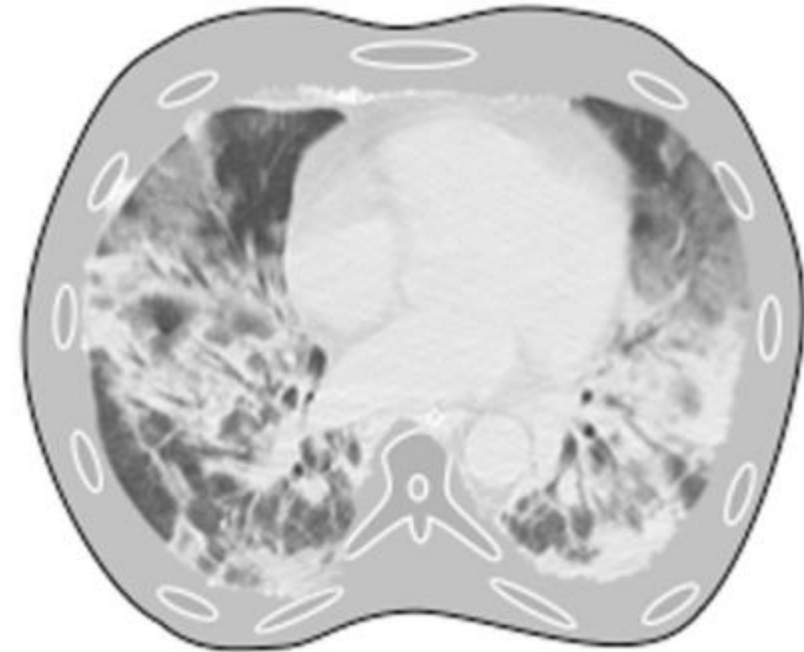
mérsékelt PEEP (5-10 H₂Ocm)
cél: - pulmonális keringés
redistribúciója
- sőnt csökkentése

2. fenotípus



közepes vagy magas PEEP (10-14 H₂Ocm)
és/vagy oldalra/hasra fordítás
cél: - recruitment

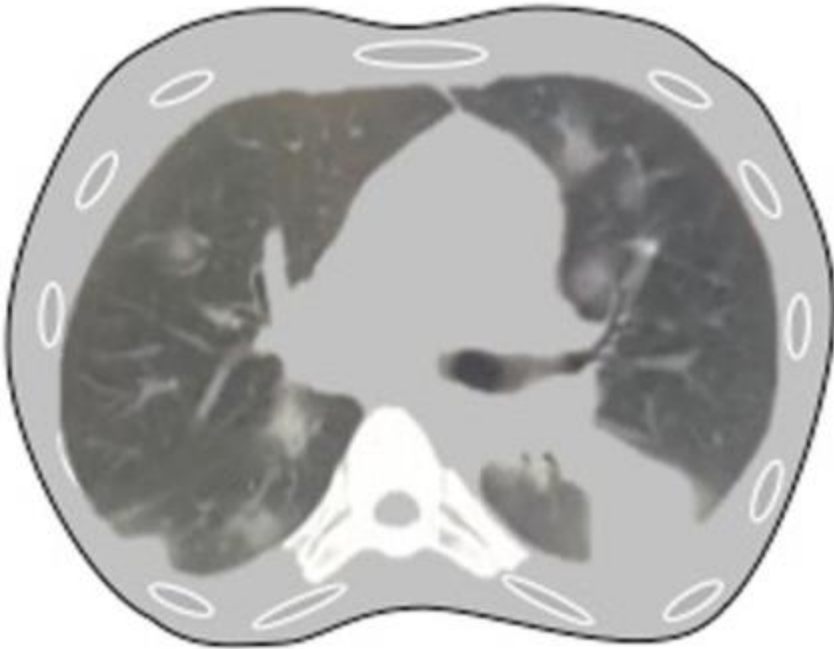
3. fenotípus



FiO₂ – PEEP, mint klasszikus ARDS
recruitment manőverek
cél: kinyitni és nyitva tartani

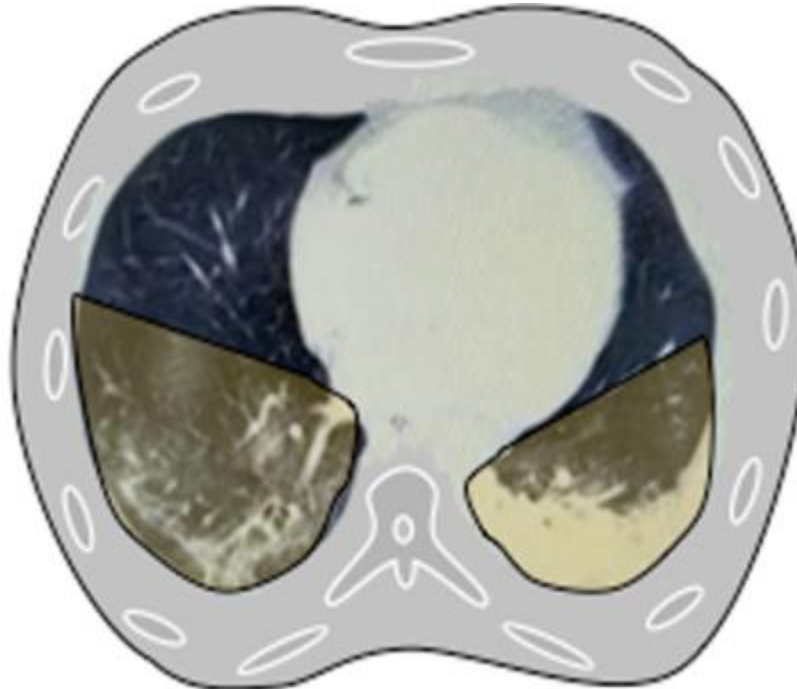
Fenotípus beosztás CT lelet alapján

1. fenotípus



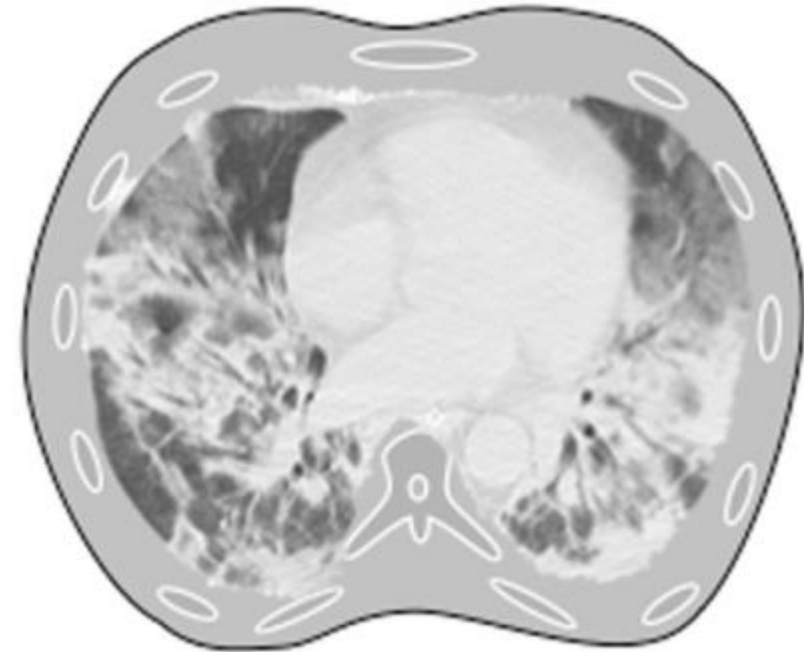
perzisztáló hipoxia
iNO
thromboembólia keresése

2. fenotípus



perzisztáló hipoxia
recruitment manóver
oldalra/hasra fordítás
thromboembólia keresése

3. fenotípus



perzisztáló hipoxia
hasrafordítás
ECMO

Gépi lélegeztetés - leszoktatás

A gépi légzéstámogatás progresszív, fokozatos megvonása. Míg a beteg spontán légzéssel is képes a megfelelő gázcsere biztosítására. (Gyakorlatilag a gépretételtől kezdődik)

Kedvező jelek (tapasztalati tények alapján)

- A gépi lélegeztetés okát képező kórállapot megszűnt
- Jó spontán légzési aktivitás
- Megfelelő oxigén felvétel
- paO_2 : > 70 Hgmm és $FiO_2 < 50\%$ és $PEEP \leq 5$
- Éber, kooperáló beteg
- Haemodinamikai stabilitás

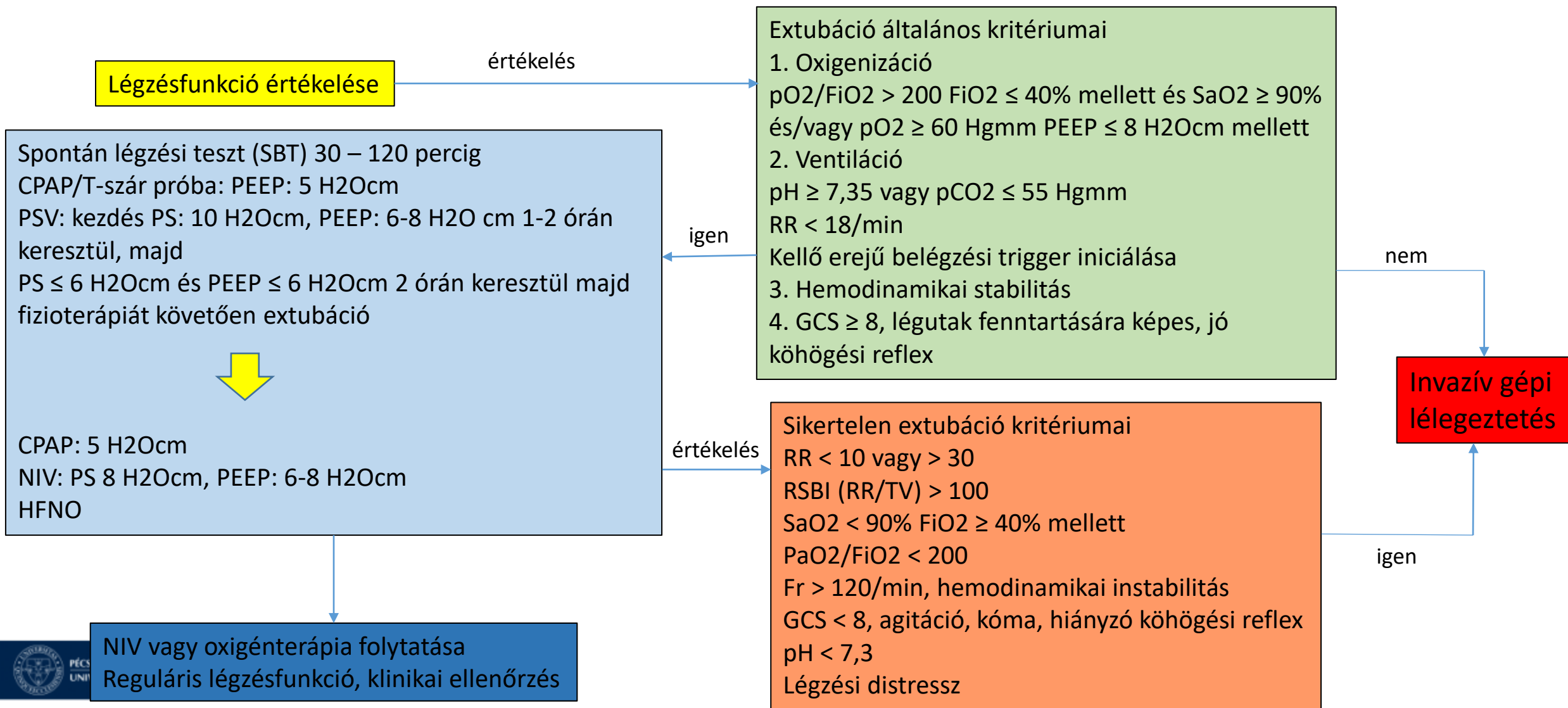
További paraméterek

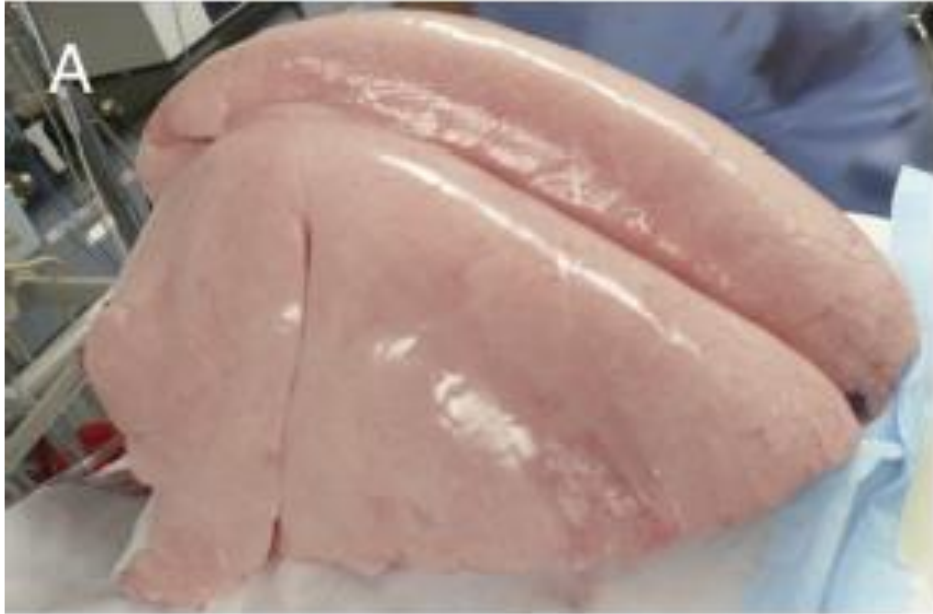
- $MV < 10 - 15$ l/min
- $RR < 35$ /min
- $NIF > 20 - 25$ H₂Ocm
(negative inspiratory force)
- f (/min)/ V_T (l) < 105
(rapid shallow breathing index - RSBI)

A klinikai gyakorlatban nem igazolódott a leszoktatást elősegítő hatásuk.

Leszoktatás, extubáció

Chiara et al. *Respir Physiol Neurobiol.* 2020;279:103455





Köszönöm a figyelmet.