



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA



@lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br



Aula 1

DEFINIÇÃO/TIPOS

 @lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Definição de Berlin (2012)

Critério	LEVE	MODERADA	GRAVE
Tempo de início	Aparecimento súbito dentro de 1 semana após exposição a fator de risco ou aparecimento ou piora de sintomas respiratórios.		
Hipoxemia (PaO ₂ /FI _{O2})	201-300 com PEEP/CPAP ≥ 5	101-200 com PEEP ≥ 5	≤ 100 com PEEP ≥ 5
Origem do Edema	Insuficiência Respiratória não claramente explicada por Insuficiência Cardíaca ou sobrecarga volêmica		
Anormalidades Radiológicas	Opacidades bilaterais*	Opacidades bilaterais*	Opacidades bilaterais*

* Não explicados por nódulos, derrames, massas ou colapsos lobares/pulmonares;

Brinde do Lucas
Cest baixa
Refratário ao suplemento de O₂



The American-European Consensus Conference on ARDS

Definitions, Mechanisms, Relevant Outcomes, and Clinical Trial Coordination

GORDON R. BERNARD, ANTONIO ARTIGAS, KENNETH L. BRIGHAM, JEAN CARLET, KONRAD FALKE, LEONARD HUDSON, MAURICE LAMY, JEAN ROGER LEGALL, ALAN MORRIS, ROGER SPRAGG, and the Consensus Committee

Tabela 1. Definições do Consenso Americano-Europeu para Injúria Pulmonar Aguda e Síndrome de Angústia Respiratória Aguda

1. Início Agudo.
2. Hipoxemia grave:
 - a. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ para injúria pulmonar aguda.
 - b. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ para Síndrome de Angústia Respiratória Aguda.
3. Infiltrados pulmonares difusos bilaterais na radiografia de tórax frontal.
4. Ausência de hipertensão atrial esquerda (ou pressão de oclusão da artéria pulmonar < 18 mmHg, se for medida).

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

TIPOS

PULMONAR (PRIMÁRIA)

Estrutura danificada: Epitélio alveolar

Característica: Preenchimento alveolar

Afeta diretamente o parênquima pulmonar

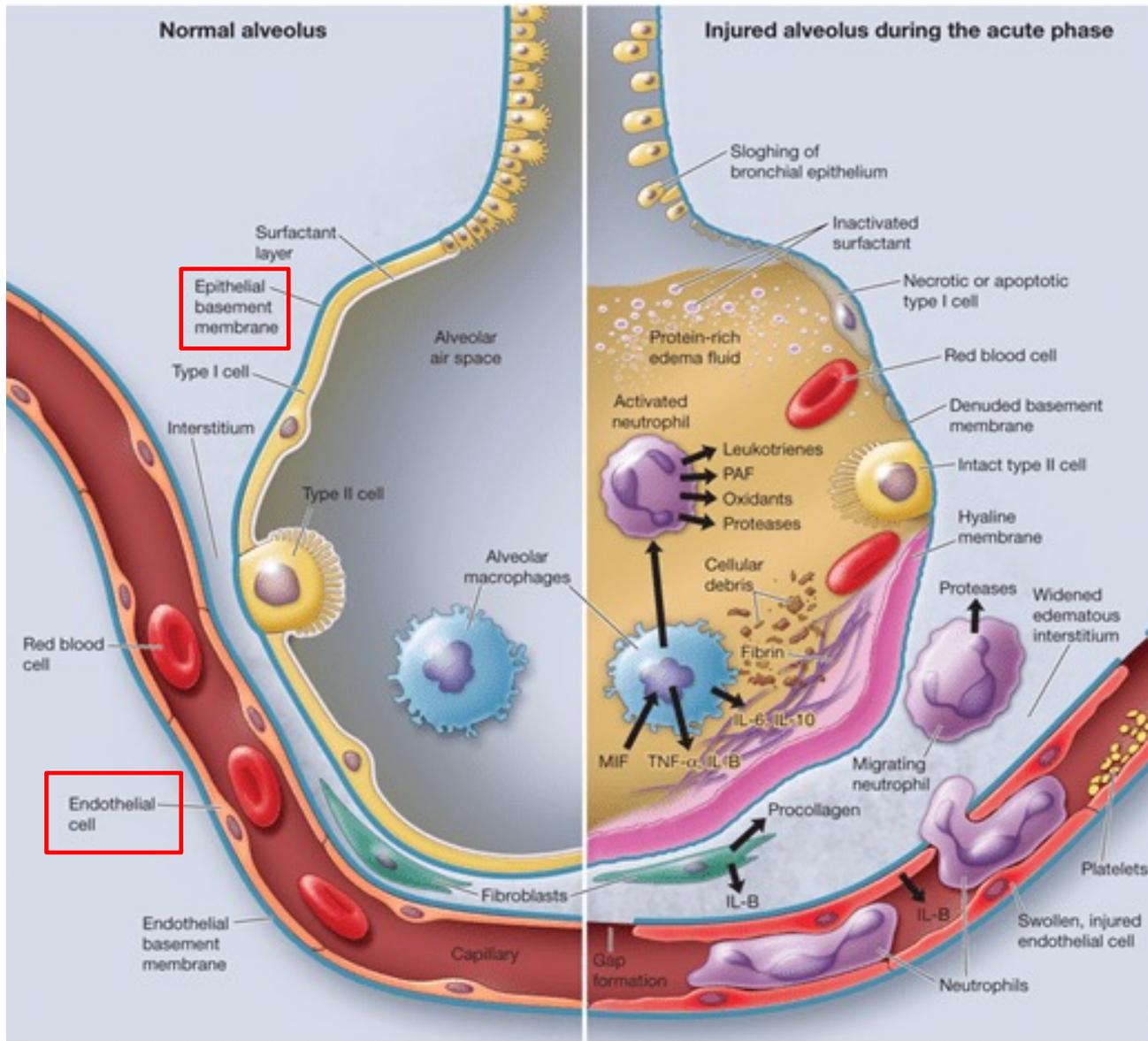
EXTRAPULMONAR (SECUNDÁRIA)

Estrutura danificada: Endotélio capilar

Característica: Preenchimento intersticial

Liberação de mediadores inflamatórios





Source: Andrew J. Lechner, George M. Matuschak, David S. Brink:
 Respiratory: An Integrated Approach to Disease
 www.accessmedicine.com
 Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Epidemiologia

JAMA | Original Investigation | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries

Giacomo Bellani, MD, PhD; John G. Laffey, MD, MA; TÀI Pham, MD; Eddy Fan, MD, PhD; Laurent Brochard, MD, HDR; Andres Esteban, MD, PhD; Luciano Gattinoni, MD, FRCP; Frank van Haren, MD, PhD; Anders Larsson, MD, PhD; Daniel F. McAuley, MD, PhD; Marco Ranieri, MD; Gordon Rubenfeld, MD, MSc; B. Taylor Thompson, MD, PhD; Hermann Wrigge, MD, PhD; Arthur S. Slutsky, MD, MASc; Antonio Pesenti, MD; for the LUNG SAFE Investigators and the ESICM Trials Group

JAMA February 23, 2016 Volume 315, Number 8

SDRA Grave

Hospital mortality, No. (%) [(95% CI)]	952 (40.0) [38.1-42.1]	249 (34.9) [31.4-38.5]	446 (40.3) [37.4-43.3]	257 (46.1) [41.9-50.4]	<.001
--	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	-------

VC baixo

Prova de recrutabilidade

Pressão de platô

ECMO

Driving Pressure



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Epidemiologia

Impact of Distinct Definitions of Acute Lung Injury on Its Incidence and Outcomes in Brazilian ICUs: Prospective Evaluation of 7,133 Patients*

Eliana B. Caser, MD¹; Eliana Zandonade, PhD²; Ewerton Pereira, MD³;
Ana Maria Casati Gama, MD, PhD⁴; Carmen S. V. Barbas, MD, PhD⁵

Hospital mortality (%) (95% CI)	38.7 (25.1–52.4)	55.5 (44.7–66.4)	49.2 (40.6–57.8)	0.094
---------------------------------	------------------	------------------	------------------	-------





Conceito de
Berlin

Fisiopatologia

Tipos



Aula 2

PRINCIPAIS ESTUDOS EM SDRA

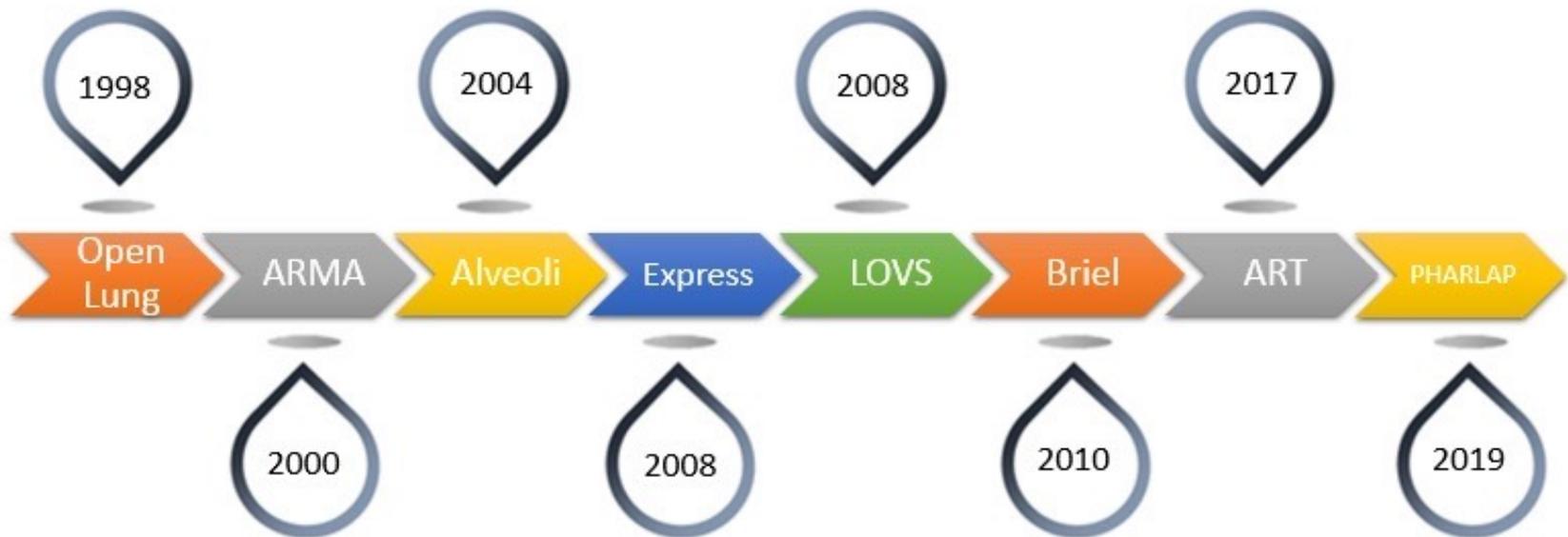


@lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Definindo uma estratégia ventilatória



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Open Lung (1998)

ORIGINAL ARTICLE

Effect of a Protective-Ventilation Strategy on Mortality in the Acute Respiratory Distress Syndrome

Marcelo Britto Passos Amato, M.D., Carmen Sílvia Valente Barbas, M.D., Denise Machado Medeiros, M.D., Ricardo Borges Magaldi, M.D., Guilherme Paula Schettino, M.D., Geraldo Lorenzi-Filho, M.D., Ronaldo Adib Kairalla, M.D., Daniel Deheinzelin, M.D., Carlos Munoz, M.D., Roselaine Oliveira, M.D., Teresa Yae Takagaki, M.D., and Carlos Roberto Ribeiro Carvalho, M.D.

February 5, 1998
N Engl J Med 1998; 338:347-354
DOI: 10.1056/NEJM199802053380602



Pergunta: Uma **estratégia ventilatória protetora** reduz as complicações pulmonares e a mortalidade em pacientes com SDRA?



n = 53 pacientes

Ventilação convencional (n = 24): VCV / PEEP (~ 8,3 cmH₂O) / VC = 12ml/Kg / CO₂ normal

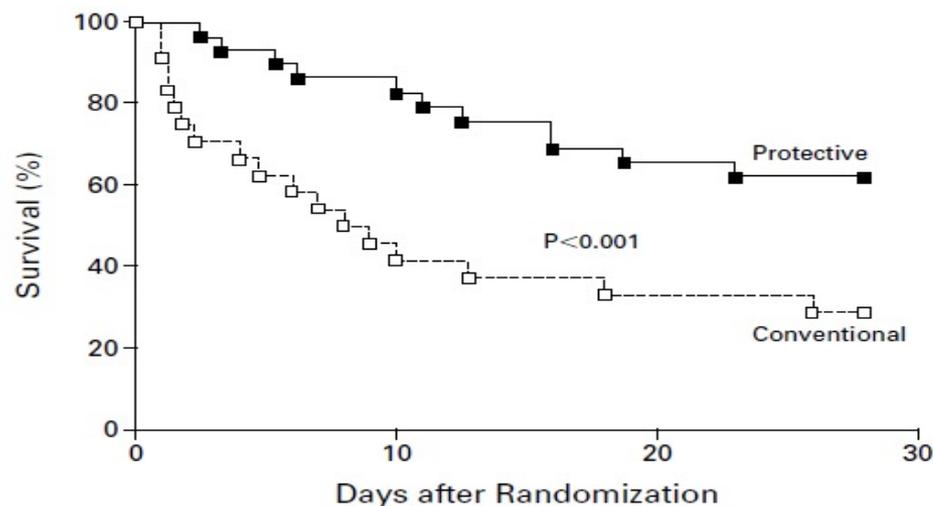
Ventilação protetora (n = 29): PCV / VC < 6ml/Kg / Driving pressure < 20cmH₂O / Hipercapnia Permissiva / PEEP 2cmH₂O acima da Pflex inf (~ 15,3cmH₂O) / MRA 35 – 40cmH₂O por 40 segundos

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Open Lung (1998)

RESULTADOS

OUTCOME	PROTECTIVE VENTILATION (N=29)	CONVENTIONAL VENTILATION (N=24)	P VALUE	
			ISOLATED COMPARISONS	COMPARISONS CORRECTED FOR MULTIPLE TESTING*
Primary end point — no. (%) Mortality at 28 days	11 (38)	17 (71)	<0.001†	<0.001



Ventilação protetora resultou em:

Maior taxa de desmame ventilatório

Menor taxa de barotrauma

Menor mortalidade em 28 dias



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ARMA Trial (2000)

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*



Pergunta: **Estratégia ventilatória de BAIXO VOLUME** diminui a mortalidade em pacientes com SDRA?

n = 861 pacientes com SDRA

G1 (BAIXO VOLUME; n=432): VCV / 6ml/Kg / Platô < 30cmH2O

G2 (TRADICIONAL; n=429): VCV / 12ml/Kg / Platô < 50cmH2O

PEEP = Tabela nos 2 grupos

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

ARMA Trial (2000)



RESULTADOS

VARIABLE	GROUP RECEIVING LOWER TIDAL VOLUMES	GROUP RECEIVING TRADITIONAL TIDAL VOLUMES	P VALUE
Death before discharge home and breathing without assistance (%)	31.0	39.8	0.007
Breathing without assistance by day 28 (%)	65.7	55.0	<0.001



Volume corrente de 6ml/Kg reduziu a mortalidade.

Uma porcentagem maior do grupo “baixos volumes” não necessitou de assistência ventilatória no 28º dia.



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ALVEOLI (2004)

The NEW ENGLAND
JOURNAL *of* MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

JULY 22, 2004

VOL. 351 NO. 4



Higher versus Lower Positive End-Expiratory Pressures
in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome

The National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network*



Pergunta: Níveis mais altos de PEEP reduzem a mortalidade em pacientes com SDRA?

n = 549 pacientes com SDRA

G1 Tabela PEEP x FiO₂ Baixa (~ 8,3cmH₂O) – 273 pacientes

G2 Tabela PEEP x FiO₂ Alta (~ 13,2cmH₂O) – 276 pacientes

Modo: VCV (6ml/Kg) + Platô ≤ 30cmH₂O

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ALVEOLI (2004)



RESULTADOS

Outcome	Lower-PEEP Group	Higher-PEEP Group	P Value
Death before discharge home (%) [†]			
Unadjusted	24.9	27.5	0.48
Adjusted for differences in baseline covariates	27.5	25.1	0.47



Melhora na **OXIGENAÇÃO** com **PEEP ALTA**
Sem diferença na **MORTALIDADE**
Sem diferença no **TEMPO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA**



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA EXPRESS (2008)

**Positive End-Expiratory Pressure Setting
in Adults With Acute Lung Injury
and Acute Respiratory Distress Syndrome**
A Randomized Controlled Trial



JAMA. 2008;299(6):646-655



Pergunta: **Níveis mais altos de PEEP reduzem a mortalidade** em pacientes com SDRA?

n = 767 pacientes com SDRA

G1 Distensão mínima (PEEP entre 5 e 9cmH₂O) – 382 pacientes

G2 Maior recrutamento (PEEP até atingir Platô de 30 = ~ 14,3cmH₂O) – 385 pacientes

Modo:VCV (6ml/Kg) + Platô ≤ 30cmH₂O

EXPRESS (2008)

PEEP alta diminuir a mortalidade?



RESULTADOS

Table 4. Main Outcome Variables

Outcome	Minimal Distension (n = 382)	Increased Recruitment (n = 385)	<i>P</i> Value
	No. (%)		
Death in the first 28 d ^a	119 (31.2)	107 (27.8)	.31



PEEP alta = Mais dias sem a ventilação mecânica
PEEP baixa = Menor taxa de falência de múltiplos órgãos
Sem diferença na **MORTALIDADE**

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA LOVS (2008)

Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome

A Randomized Controlled Trial

JAMA. 2008;299(6):637-645



LOVS (2008)

MRA diminui a mortalidade?

Patients started with a recruitment maneuver, which included a 40-second breath-hold at 40 cm H₂O airway pressure, on an FIO₂ of 1.0.

Modo: G1 VCV (6ml/Kg) com Plato ≤ 30 x G2 (open lung) PCV com Platô ≤ 40 (6ml/Kg);

PEEP: Tabela

Recrutamento: Sim, no grupo “Open Lung”

Conclusão: Sem diferença na mortalidade.

Outcomes	No. (%)		Relative Risk (95% Confidence Interval)	P Value
	Lung Open Ventilation (n = 475)	Control Ventilation (n = 508)		
Death in hospital	173 (36.4)	205 (40.4)	0.90 (0.77-1.05)	.19
Death in intensive care unit	145 (30.5)	178 (35.0)	0.87 (0.73-1.04)	.13
Death during mechanical ventilation	136 (28.6)	168 (33.1)	0.87 (0.72-1.04)	.13
Death during first 28 d	135 (28.4)	164 (32.3)	0.88 (0.73-1.07)	.20



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA OPEN LUNG 2016

Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial*

Critical Care Medicine. 44(1):32-42, JAN 2016



OPEN LUNG 2016

MRA + Cálculo de PEEP diminui a mortalidade?

Modo: VCV (4 - 8ml/Kg) x PCV;

PEEP: Open Lung (cálculo decremental) x Tabela

Recrutamento: Sim, no grupo “Open Lung”

Conclusão: Sem diferença na mortalidade. Melhorou a oxigenação.



After randomization settings	Open lung approach	Acute Respiratory Distress Syndrome network protocol
Ventilator mode	PC	VC
V_T target	6 mL/kg PBW	6 mL/kg PBW
V_T range	4–8 mL/kg PBW	4–8 mL/kg PBW
Respiratory rate	≤ 35 breaths/min	≤ 35 breaths/min
PEEP	Set using decremental PEEP trial	Set using F_{iO_2} -PEEP table
Recruitment maneuvers	Yes	No
Inspiration: expiration ratio	1:1–1:3	1:1–1:3
Arterial pH goal	≥ 7.30 and ≤ 7.45	≥ 7.30 and ≤ 7.45
Plateau pressure goal	≤ 30 cm H ₂ O	≤ 30 cm H ₂ O
Partial pressure of arterial oxygen goal	55–80 mm Hg	55–80 mm Hg
Oxygen saturation by pulse oximetry	88–95%	88–95%

VC = volume control, V_T = tidal volume, PBW = predicted body weight, PEEP = positive end-expiratory pressure, PC = pressure control.

Outcomes	Open Lung Approach	Acute Respiratory Distress Syndrome Network Protocol	<i>p</i>
28-d mortality, <i>n</i> (%)	22 (22)	27 (27)	0.51 F
60-d mortality, <i>n</i> (%)	28 (29)	33 (33)	0.54 F
ICU mortality, <i>n</i> (%)	25 (25)	30 (30)	0.53 F
Hospital mortality, <i>n</i> (%)	29 (30)	35 (35)	0.45 F
Length of ICU stay, d, median (IQR)	18 (10–28)	16 (11–28)	0.79 W
Length of hospital stay, d, median (IQR)	27 (16–46)	23 (14–41)	0.49 W
Ventilator-free days, d, median (IQR)	8 (0–20)	7 (0–20)	0.53 W
Primary cause of death in ICU—univariate analysis			
Progressive respiratory failure, <i>n</i> (% nonsurvivors)	3 (12)	10 (33)	0.11 F
Septic shock, <i>n</i> (% of nonsurvivors)	10 (40)	3 (10)	0.01 F
Multiple organ failure, <i>n</i> (% of nonsurvivors)	4 (16)	10 (33)	0.22 F
Cardiac failure, <i>n</i> (% of nonsurvivors)	1 (4)	1 (3)	0.99 F
Other, <i>n</i> (% of nonsurvivors)	6 (24)	4 (13)	0.48 F
Unknown cause of death, <i>n</i> (% of nonsurvivors)	1 (4)	2 (7)	



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ART

JAMA | **Original Investigation** | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

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



ART

MRA diminui a mortalidade?

OLA x ARDS (n = 1010)

PEEP: Open Lung (cálculo decremental) x Tabela

Recrutamento: Sim, no grupo “Open Lung”

Conclusão: MRA aumentou a mortalidade (53,3% x 49,3%; p = 0,041) em 28 dias, 6 meses, barotrauma, risco de hipotensão, necessidade de DVA, reduziu o nº de dias sem VM.



ART

Considerações

ART

62% = SARA causa pulmonar (menos recrutável)

38% = SARA extra-pulmonar (mais recrutável)

LPA é maior em pacientes menos recrutáveis

PEEP no pulmão não recrutável: Aumenta a pressão de platô e aumenta a Driving Pressure



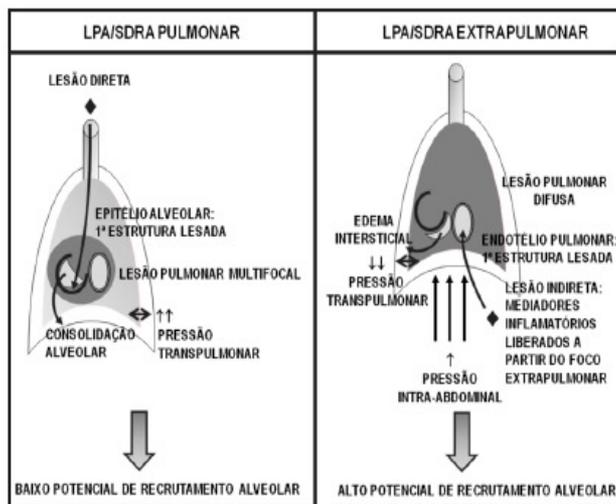
Diferenças entre as Formas Pulmonares e Extrapulmonares da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo.

Comparison Between Pulmonary and Extrapulmonary Forms of Acute Respiratory Distress Syndrome.

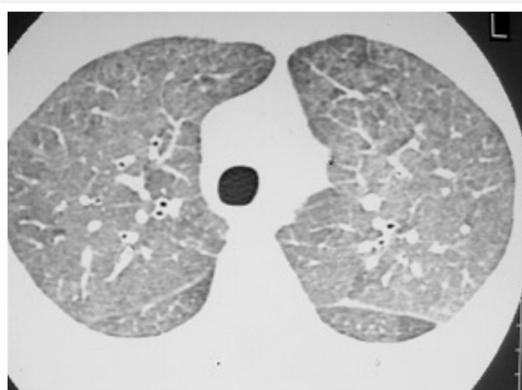
Cristiane S. N. B. Garcia¹, Paolo Pelosi².

Quadro 1 - Principais causas de LPA/SDRA de etiologias pulmonar e extrapulmonar.

LPA/SDRA Pulmonar	LPA/SDRA Extrapulmonar
Mais Frequentes	
Pneumonia	Sepse
Aspiração de conteúdo gástrico	Trauma não torácico grave com choque e transfusões múltiplas
Menos Frequentes	
Quase afogamento	Hipertransfusão para reanimação de emergência
Contusão pulmonar	Bypass cardiopulmonar
Embolia gordurosa	Overdose de drogas
Inalação tóxica	Pancreatite aguda
Edema pulmonar de reperfusão	Coagulação intravascular difusa



Pulmonar (primária): Menos atelectasia, mais consolidação, elastância maior;
 Extra-pulmonar: Mais atelectasia, elastância menor – Baby Lung



ART

Considerações

mittee, decided to modify the recruitment maneuver and PEEP titration strategy after 3 cases of resuscitated cardiac arrest possibly associated with the experimental group treatment were observed. During the recruitment maneuver,

- ✓ MRA no ART
- ✓ PEEP de 45cmH₂O e Platô de 60cmH₂O
- ✓ Alteração: PEEP de 35cmH₂O e Platô de 50cmH₂O
- ✓ Tempo de elevação da PEEP = 3 minutos de MRA + 15 minutos de cálculo da PEEP decremental + 1 minuto de novo recrutamento = 19 minutos de pressões elevadas nas vias aéreas
- ✓ Quanto ↑ tempo de aumento da PEEP, ↓ liberação de mediadores inflamatórios
- ✓ OLA: Cor pulmonale agudo = aumenta a mortalidade



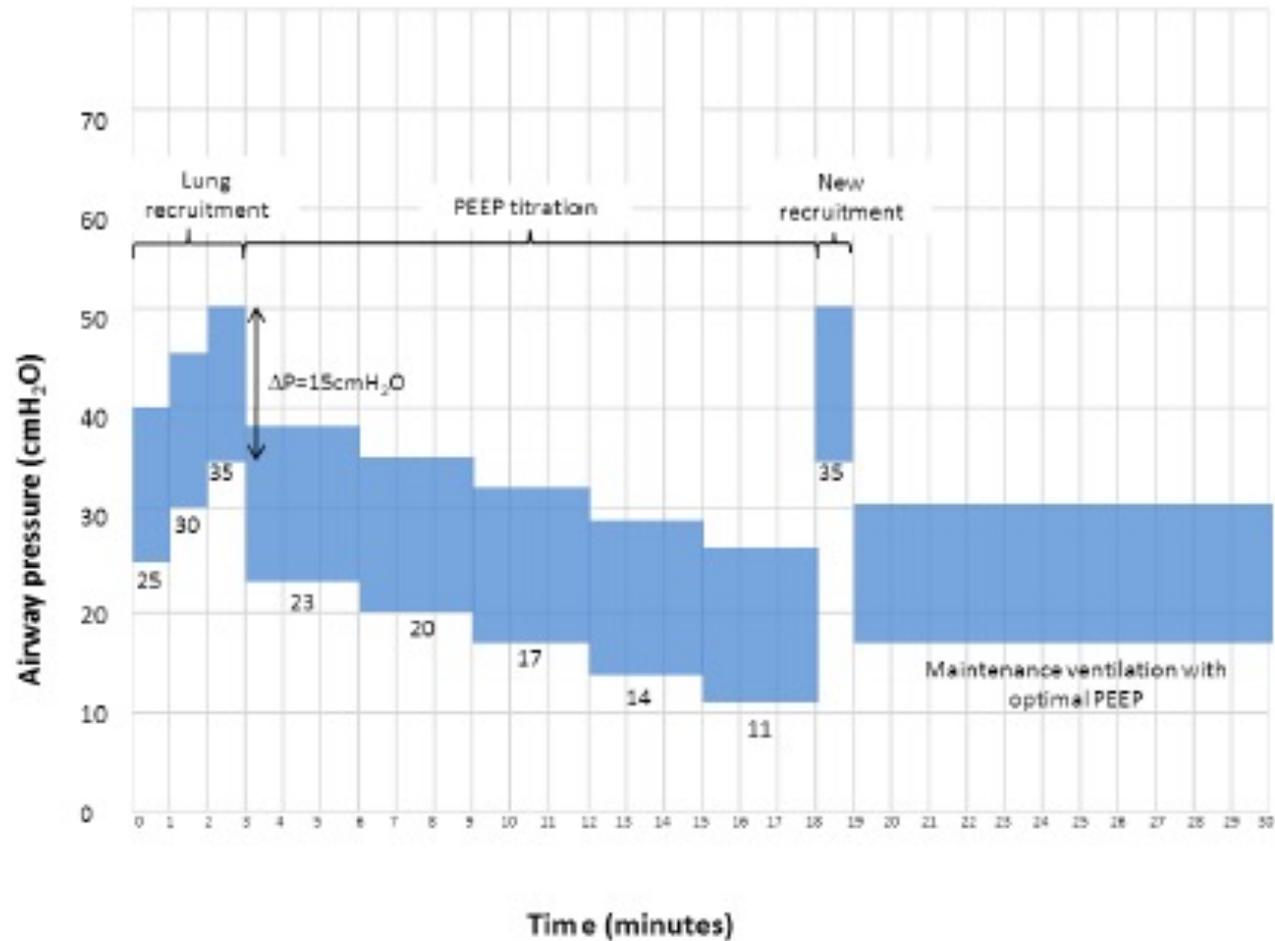
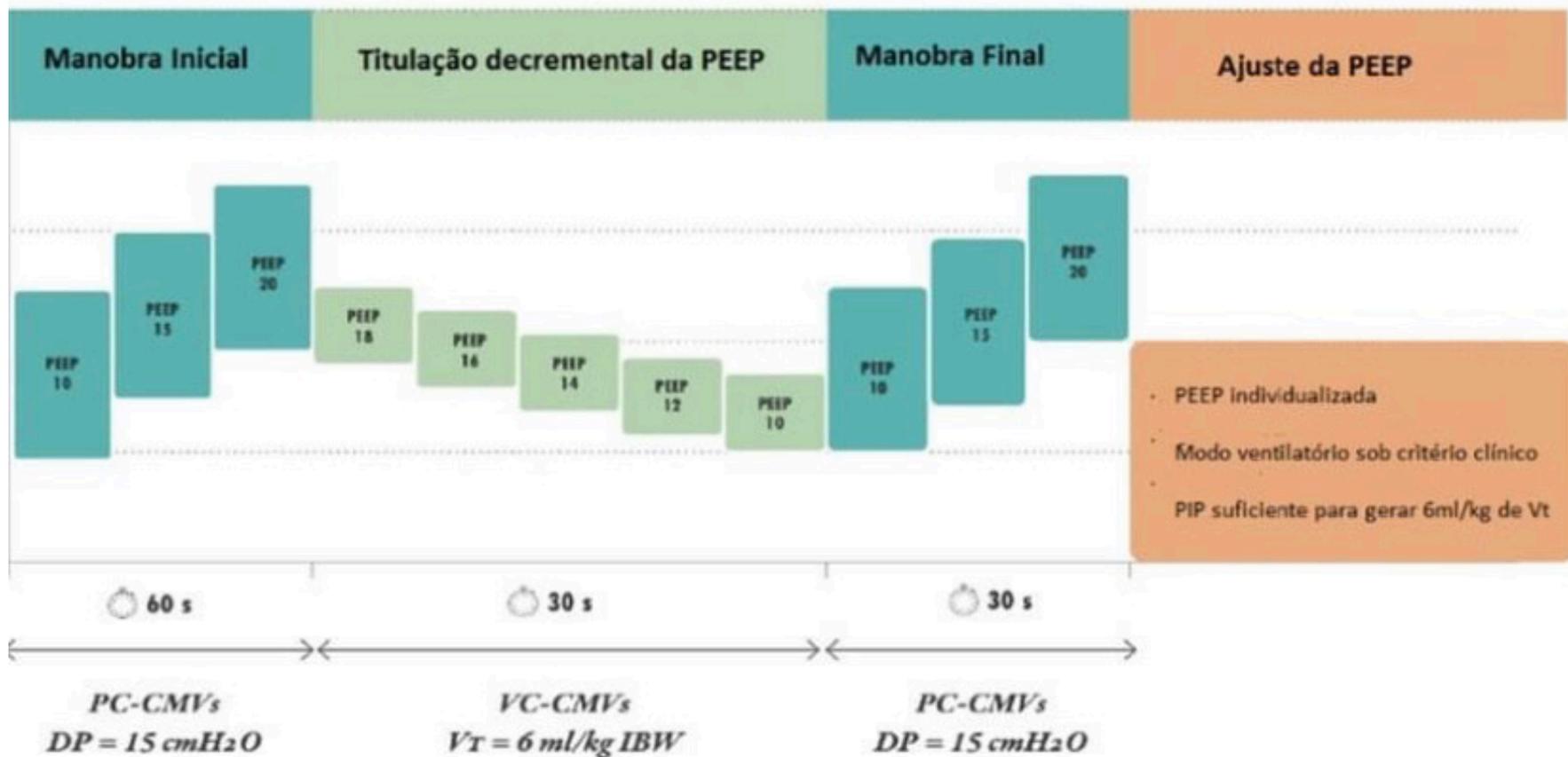


Figure 1. ART Strategy - Maximum alveolar recruitment maneuver associated with PEEP titration.





ART

Considerações

- ✓ Estratégias agressivas nem sempre são as melhores
- ✓ Avaliar o quão recrutável é o pulmão
- ✓ MRA não é a primeira linha de tratamento
- ✓ ECMO
- ✓ Posição PRONA é o melhor recrutamento



PHARLAP

Open Lung x ARDS Net

Maximal Recruitment Open Lung Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome (PHARLAP)

A Phase II, Multicenter Randomized Controlled Clinical Trial

Carol L. Hodgson^{1,2}, D. James Cooper¹, Yaseen Arabi^{3,4}, Victoria King¹, Andrew Bersten⁵, Shailesh Bihari⁵, Kathy Brickell⁶, Andrew Davies⁷, Ciara Fahey⁶, John Fraser⁸, Shay McGuinness⁹, Lynne Murray¹, Rachael Parke⁹, Eldho Paul¹, David Tuxen², Shirley Vallance², Meredith Young¹, and Alistair Nichol^{1,2,6}; on behalf of the PHARLAP Study Investigators* and ANZICS Clinical Trials Group

¹Australian and New Zealand Intensive Care Research Centre, Monash University, Melbourne, Victoria, Australia; ²King Saud bin Abdulaziz University for Health Sciences and ⁴King Abdullah International Medical Research Center, Riyadh, Saudi Arabia; ³Intensive Care Department, Flinders Medical Centre, Bedford Park, South Australia, Australia; ⁵University College Dublin Clinical Research Centre, St. Vincent's University Hospital, Dublin, Ireland; ⁶Intensive Care Department, Frankston Hospital, Frankston, Victoria, Australia; ⁷Intensive Care Department, Prince Charles Hospital, Chermside, Queensland, Australia; ⁸Cardiothoracic and Vascular Intensive Care Unit, Auckland City Hospital, Auckland, New Zealand; and ⁹Intensive Care Department, Alfred Hospital, Melbourne, Victoria, Australia

PH: Hipercapnia

AR: Recrutamento alveolar

LAP: Baixa pressão nas vias aéreas

Open Lung (n=57) x ARDSnet (n=56)

Resultado: Sem diferença na mortalidade

Sem diferença nos dias de ventilação mecânica

Sem diferença nos dias de UTI

drive. Initial arterial carbon dioxide levels of up to 80 mm Hg were allowed, and slow intravenous sodium bicarbonate infusions (≤ 50 mmol per hour) were permitted if the arterial pH was less than 7.2.



Higher vs Lower Positive End-Expiratory Pressure in Patients With Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome

Systematic Review and Meta-analysis

The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812 JULY 22, 2004 VOL. 351 NO. 4

Higher versus Lower Positive End-Expiratory Pressures in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome

The National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network*

ARMA Trial

Positive End-Expiratory Pressure Setting in Adults With Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome
A Randomized Controlled Trial

Express

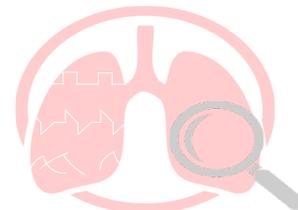
Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome
A Randomized Controlled Trial

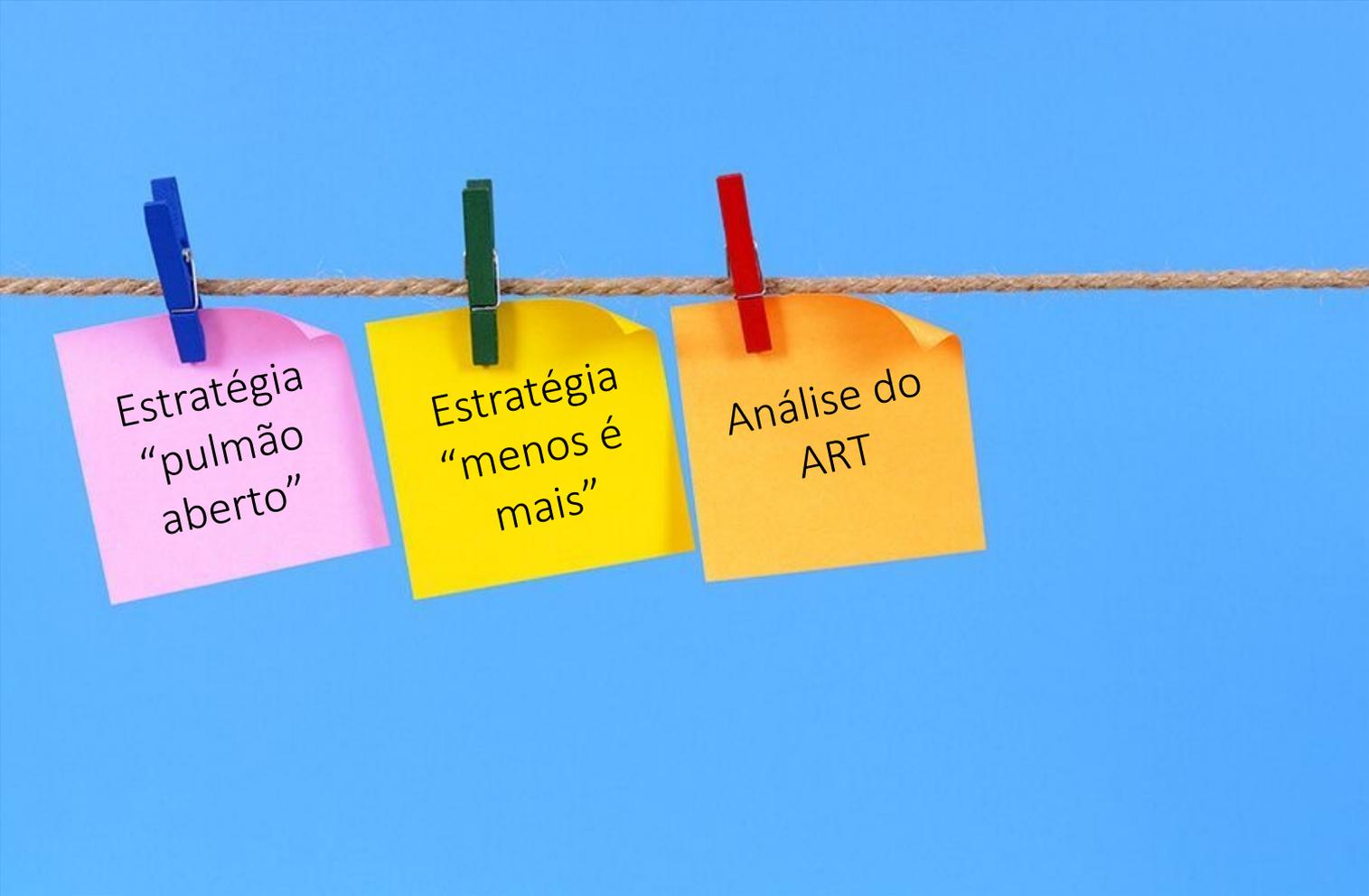
LOVS

Outcomes	All Patients				With ARDS				Without ARDS			
	No. (%)		Adjusted RR (95% CI) ^a	P Value	No. (%)		Adjusted RR (95% CI) ^a	P Value	No. (%)		Adjusted RR (95% CI) ^a	P Value
	Higher PEEP (n = 1136)	Lower PEEP (n = 1163)			Higher PEEP (n = 951)	Lower PEEP (n = 941)			Higher PEEP (n = 184)	Lower PEEP (n = 220)		
Death in hospital	374 (32.9)	409 (35.2)	0.94 (0.86 to 1.04)	.25	324 (34.1)	368 (39.1)	0.90 (0.81 to 1.00)	.049	50 (27.2)	44 (19.4)	1.37 (0.98 to 1.92)	.07
Death in ICU ^b	324 (28.5)	381 (32.8)	0.87 (0.78 to 0.97)	.01	288 (30.3)	344 (36.6)	0.85 (0.76 to 0.95)	.001	36 (19.6)	37 (16.8)	1.07 (0.74 to 1.55)	.71

PEEP Alta (13,13cmH2O) x PEEP Baixa (8,3cmH2O)

Conclusão: Sem diferença na mortalidade





Estratégia
“pulmão
aberto”

Estratégia
“menos é
mais”

Análise do
ART



Aula 3

AVALIANDO A RECRUTABILIDADE PULMONAR



@lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

Avaliação da Recrutabilidade Pulmonar

- ✓ Melhora do Driving Pressure ao incrementar PEEP
- ✓ Avalie o espaço morto: $\text{PaCO}_2 - \text{EtCO}_2 / \text{PaCO}_2$ (<0,35)
- ✓ Observe o Stress Index / Ponto de inflexão superior
- ✓ Observe alterações da hemodinâmica (depende da volemia)



AVALIAÇÃO DA RECRUTABILIDADE PULMONAR Razão Recrutamento/Insulflação

Am J Respir Crit Care Med. 2020 Mar 23. doi: 10.1164/rccm.202003-0527LE. [Epub ahead of print]

Lung Recruitability in SARS-CoV-2 Associated Acute Respiratory Distress Syndrome: A Single-center, Observational Study.

Pan C¹, Chen L², Lu C³, Zhang W⁴, Xia JA⁵, Sklar MC⁶, Du B⁷, Brochard L^{8,9}, Qiu H¹⁰.

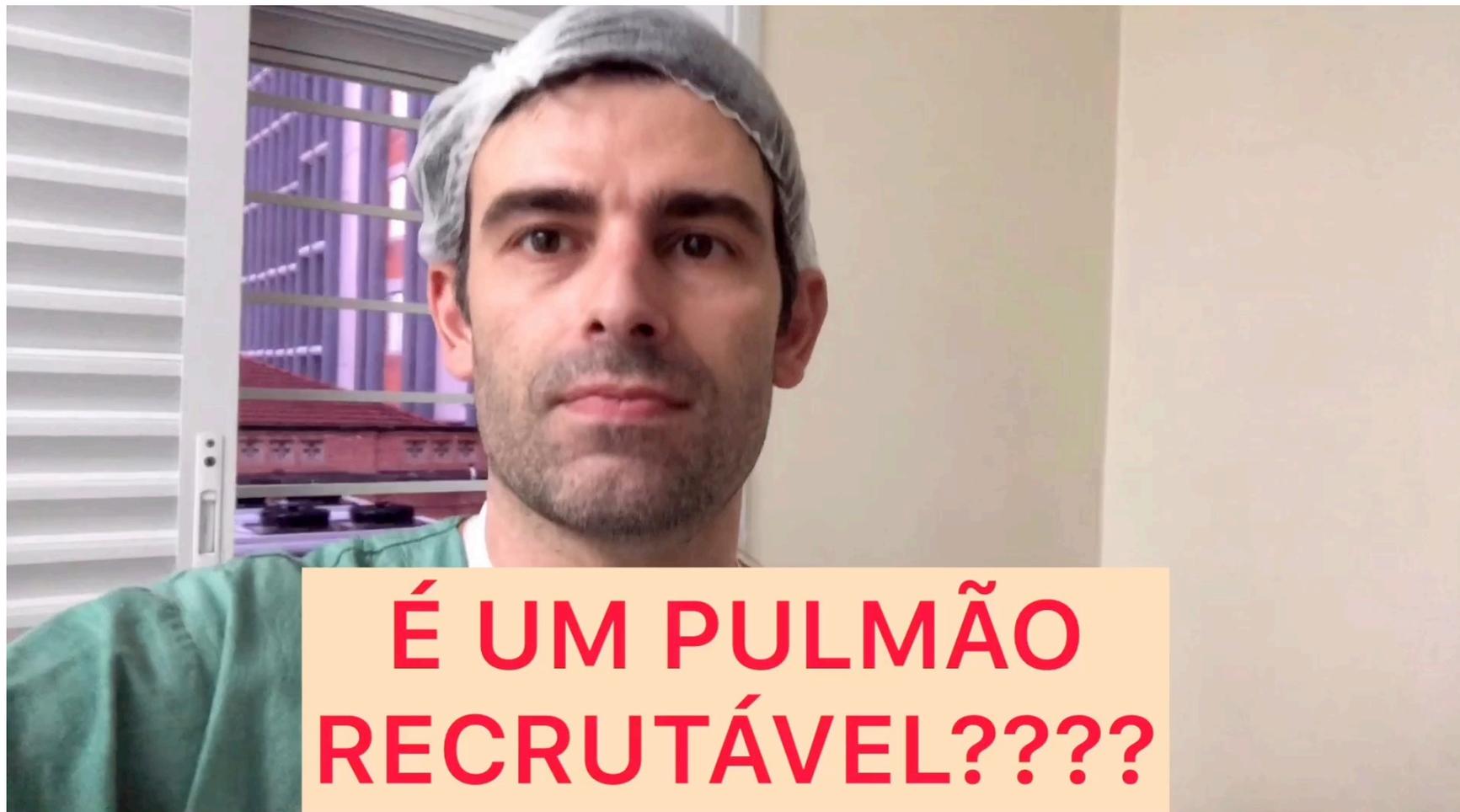
$$R/I \text{ ratio} = \frac{V_{Te, H \rightarrow L} - V_{Te, H}}{V_{Ti}} \times \frac{P_{plat, L} - PEEP_L}{PEEP_H - PEEP_L} - 1$$

- ✓ Vte H – L = Valor do volume exalado em uma manobra
- ✓ Vte H = Vte com PEEP alta
- ✓ Vti = VC pré-definido
- ✓ Plat L = Platô com PEEP baixa

Valores > 0,5 sugerem maior potencial de recrutamento

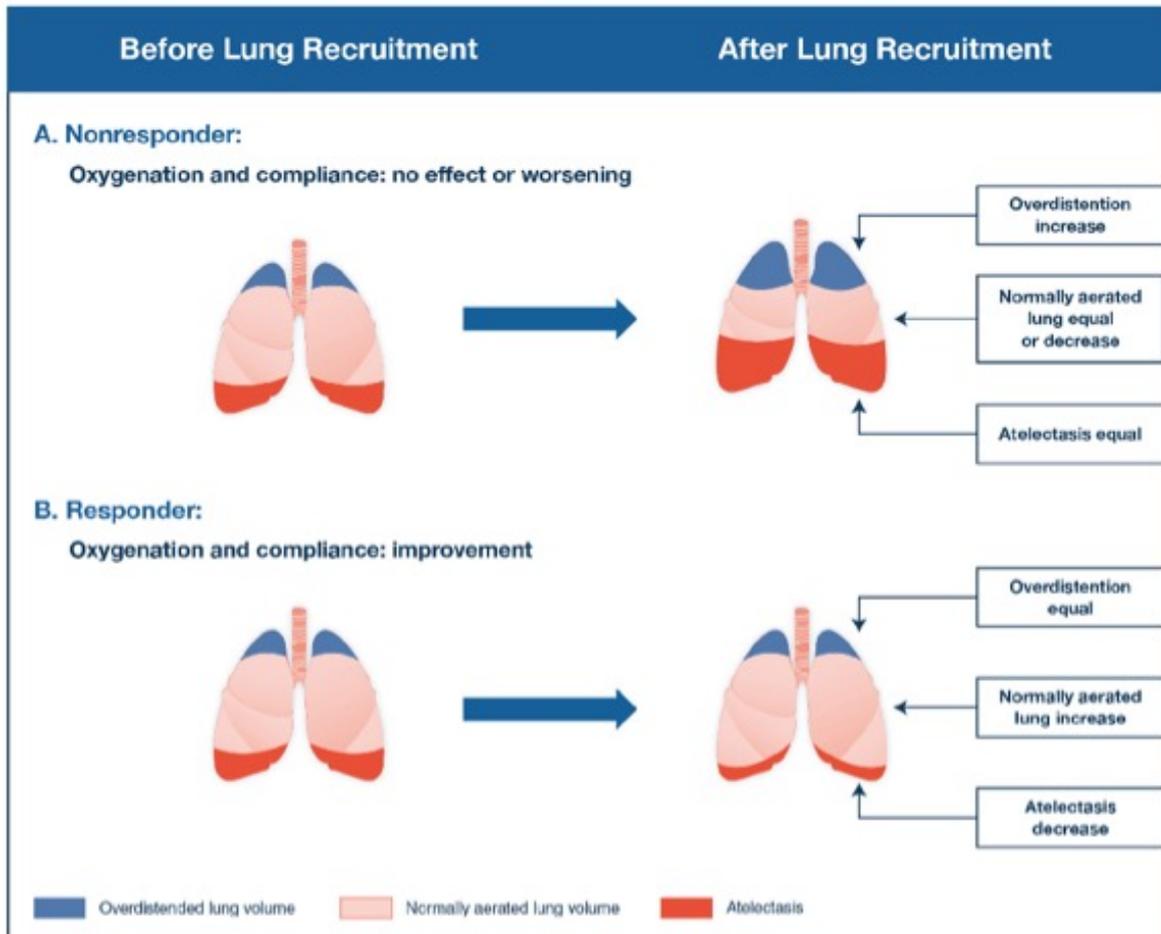


Avaliação da Recrutabilidade Pulmonar



**É UM PULMÃO
RECRUTÁVEL????**

Avaliação da Recrutabilidade Pulmonar



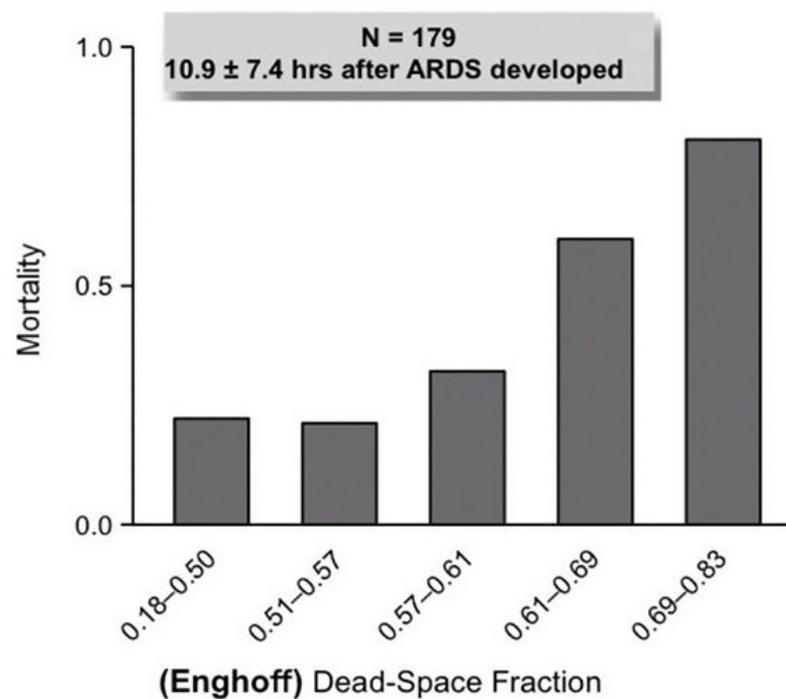
PEEP no pulmão **não recrutável**
Hiperdistensão

PEEP no pulmão **recrutável**
Abertura de alvéolos colapsados

Avaliação do ESPAÇO MORTO

- ✓ EtCO₂ = 45mmHg
- ✓ PaCO₂ = 75mmHg

$$\begin{aligned} &75 - 45 / 75 \\ &= 30 / 75 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$



Nuckton TJ. *N Engl J Med* 2002;346:1281-1286

Avaliação da RAZÃO VENTILATÓRIA

ORIGINAL ARTICLE

Physiologic Analysis and Clinical Performance of the Ventilatory Ratio in Acute Respiratory Distress Syndrome

Pratik Sinha¹, Carolyn S. Calfee^{1,2,3}, Jeremy R. Beitler⁴, Neil Soni⁵, Kelly Ho⁶, Michael A. Matthay^{1,2,3}, and Richard H. Kallet⁶

$$RV = \frac{FR \times VC \times PaCO_2}{\text{Peso ideal} \times 100 \times 37,5}$$

Valores acima de 2 estão associados ao aumento da mortalidade

$$RV = 33 \times 320 \times 47 / 52 \times 100 \times 37,5$$

$$RV = 496320 / 195000$$

$$RV = 2,54$$

SYSTEMATIC REVIEW

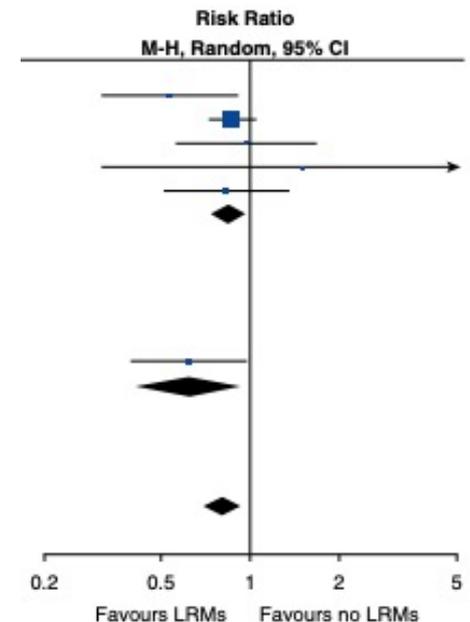
Lung Recruitment Maneuvers for Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome

A Systematic Review and Meta-Analysis

Ewan C. Goligher^{1,2,3}, Carol L. Hodgson⁴, Neill K. J. Adhikari^{1,5}, Maureen O. Meade^{6,7}, Hannah Wunsch^{1,5}, Elizabeth Uleryk⁸, Ognjen Gajic⁹, Marcelo P. B. Amato¹⁰, Niall D. Ferguson^{1,2,3,11}, Gordon D. Rubenfeld^{1,5}, and Eddy Fan^{1,3,11}

Ann Am Thorac Soc Vol 14, Supplement 4, pp S304–S311, Oct 2017

- ✓ Revisão Sistemática com Meta-análise
- ✓ 6 trabalhos (n = 1423)
- ✓ MRA melhorou a oxigenação
- ✓ Reduziu a mortalidade





DP
Espaço Morto

Stress
Index

Hemodinâmica
Razão R/I



Aula 4

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS NA SDRA

 @lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

volume corrente

SARA Leve: 6ml/Kg peso predito

SARA Moderada ou Grave: 3 – 6ml/Kg peso predito

Homens : $50 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$

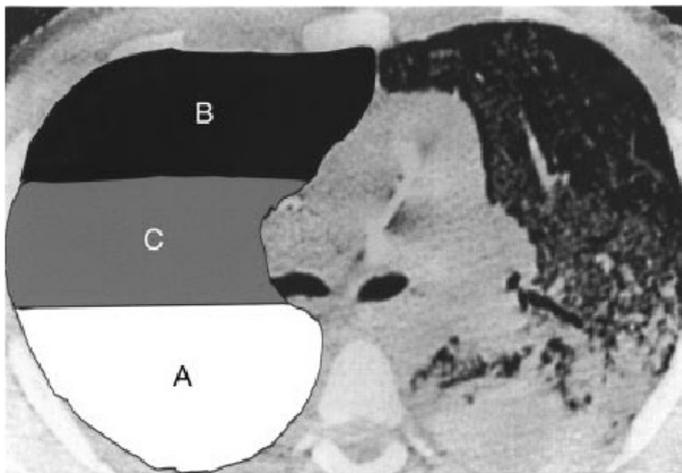
Mulheres: $45,5 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4)$.



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

volume corrente

IDEAL: VC pelo pulmão funcional (Baby Lung)
Conceito Stress / Strain



$$DP = VC/C_{est}$$

FiO2

A menor para garantir SpO2 entre 88 – 95% (hipoxemia permissiva)



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Pressão de platô

Manter $P_{\text{platô}} \leq 30 \text{ cmH}_2\text{O}$;

Driving-pressure $\leq 15 \text{ cmH}_2\text{O}$;

PEEP elevada (acima de $15 \text{ cmH}_2\text{O}$): Pode-se tolerar $P_{\text{platô}}$ de no máximo $40 \text{ cmH}_2\text{O}$ (manter Driving-pressure $\leq 15 \text{ cmH}_2\text{O}$).



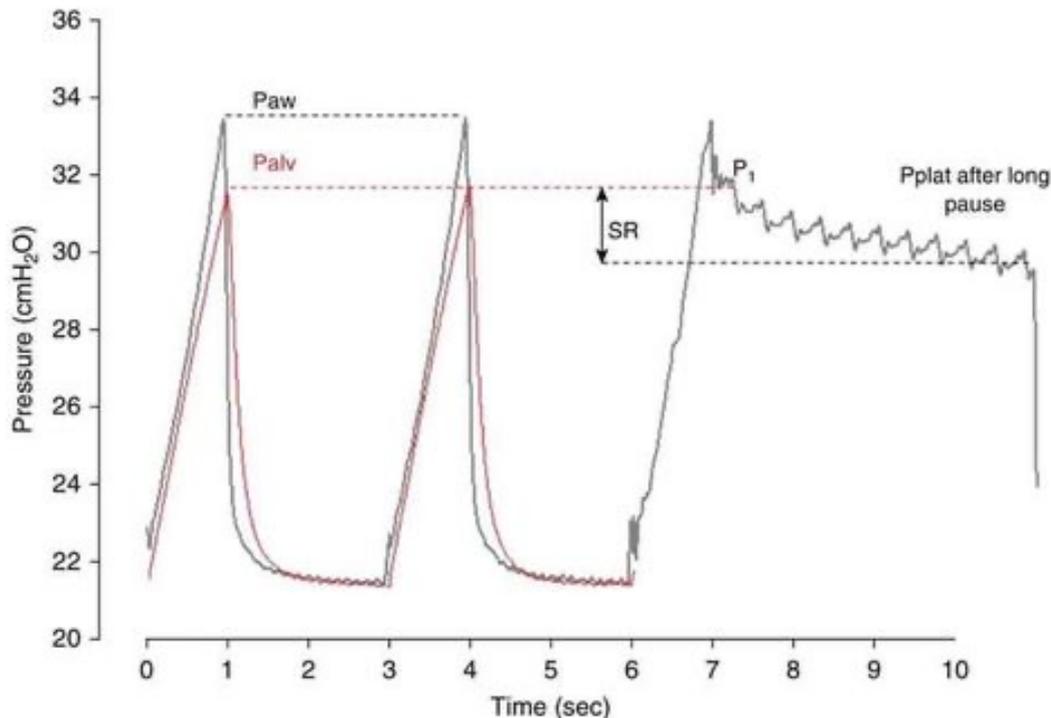
VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Pressão de platô

FIFTY YEARS OF RESEARCH IN ARDS

Respiratory Mechanics in Acute Respiratory Distress Syndrome

William R. Henderson^{1*}, Lu Chen^{2,3*}, Marcelo B. P. Amato⁴, and Laurent J. Brochard^{2,3}

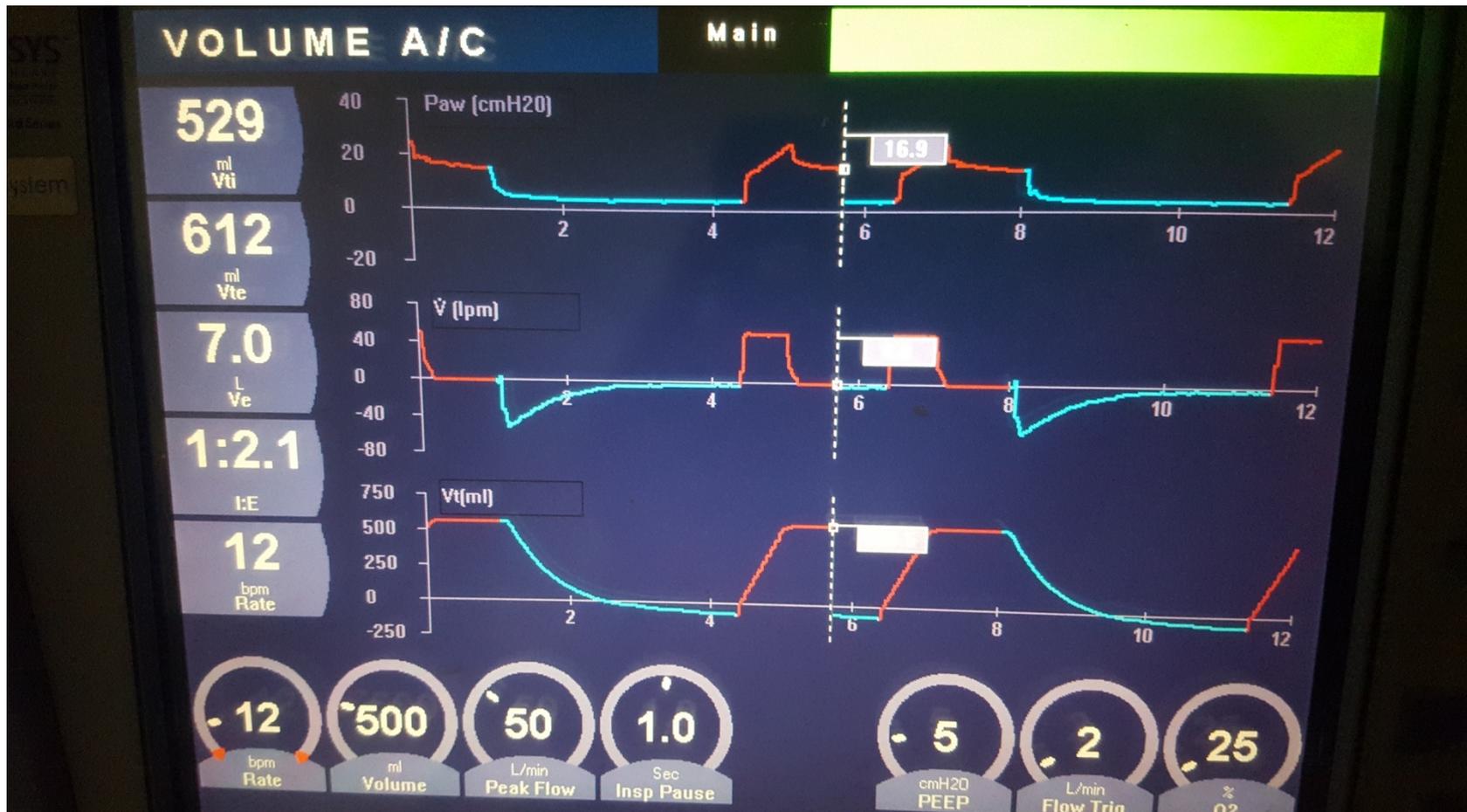


Pausa de 0,5 segundo
Stress relaxation
Pendeluft



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Driving pressure



MAQUET



Parte do alarme
Salvar
Tendências
i
Acesso rápido

Acesso rápido
Menu
Ecran principal

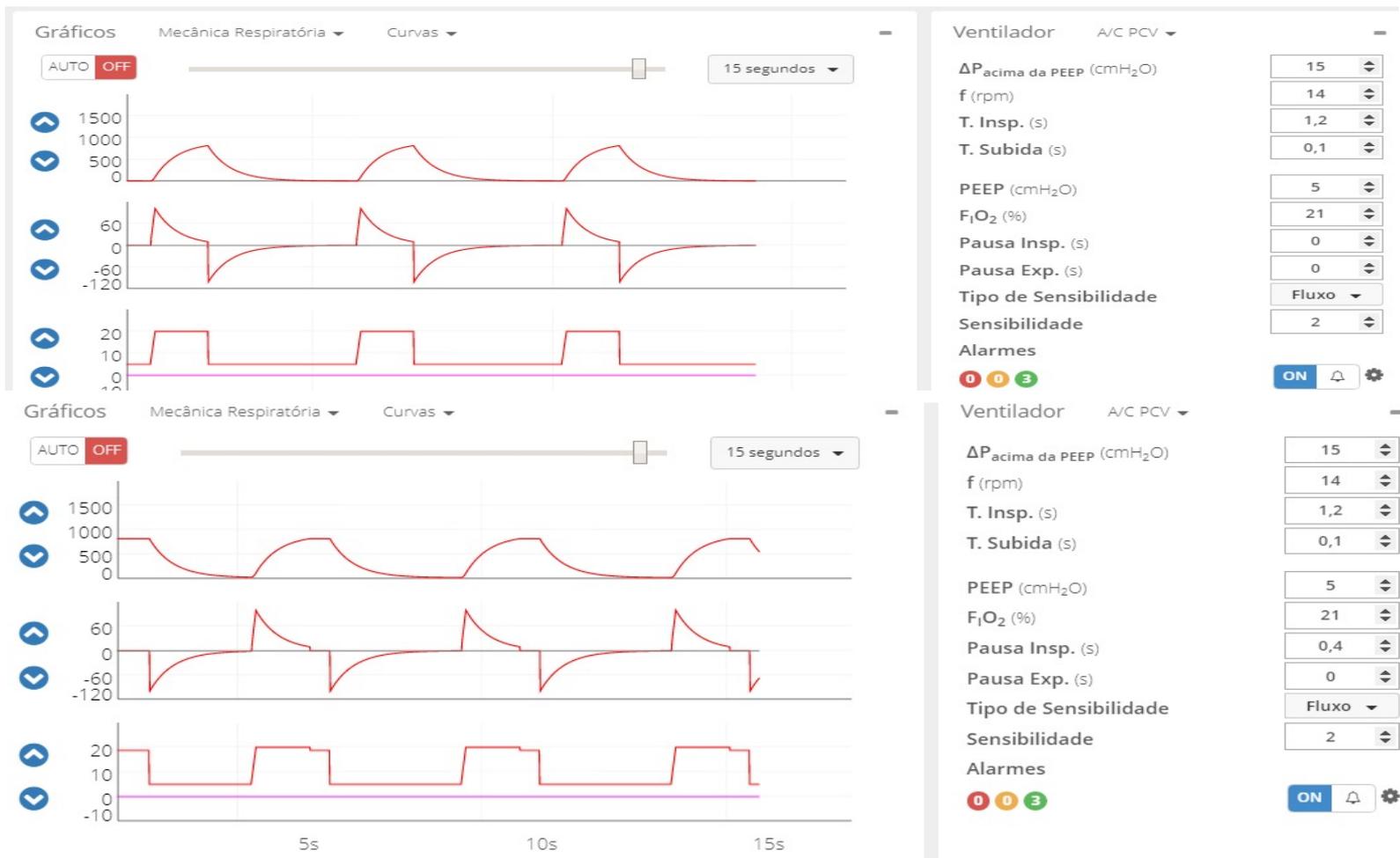
Rotary knob

Power button, indicator light, and four large knobs for respiratory control.

Resp. control buttons: Insp. auto, Resp. O₂, Pauta exp., Pauta insp.

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Driving pressure em PCV



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Pressão de platô

The NEW ENGLAND JOURNAL *of* MEDICINE

SPECIAL ARTICLE

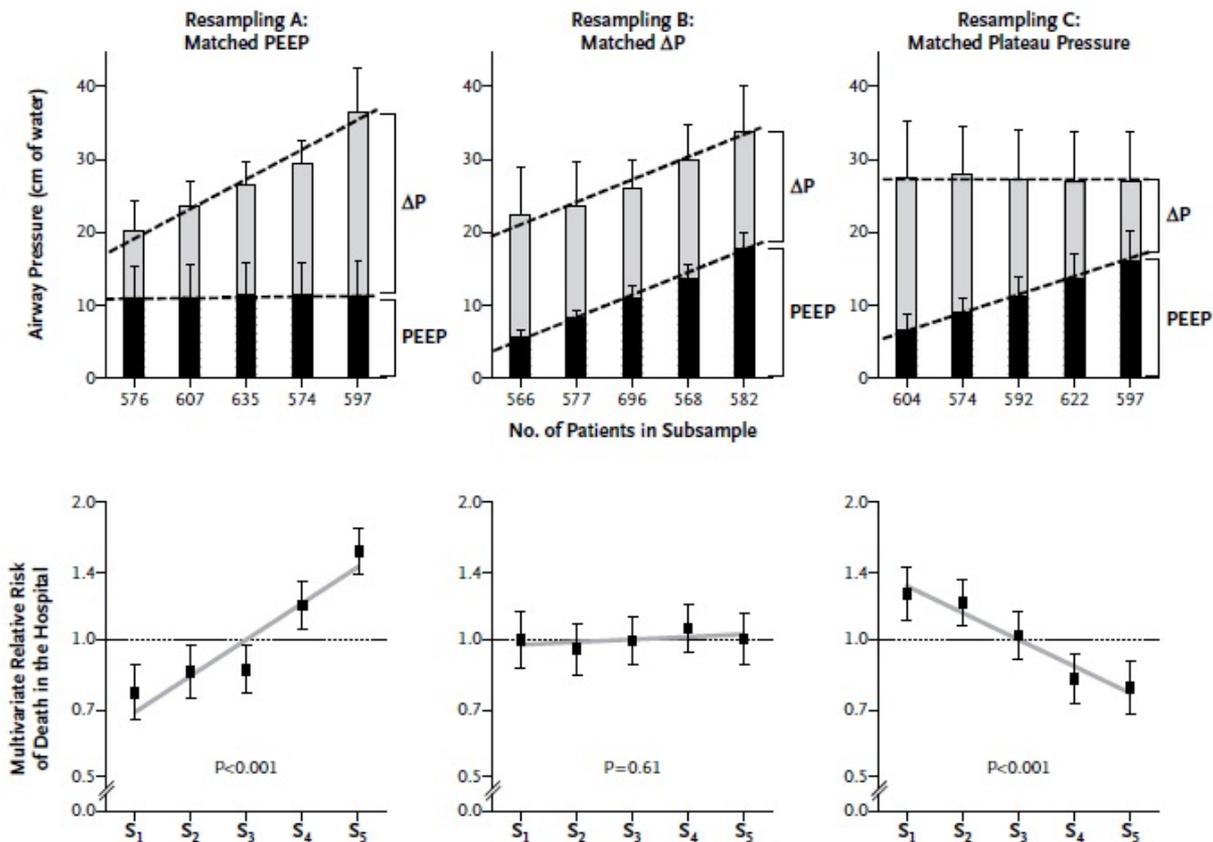
Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome

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, Ph.D., Thomas E. Stewart, M.D., Matthias Briel, M.D., Daniel Talmor, M.D., M.P.H., Alain Mercat, M.D., Jean-Christophe M. Richard, M.D., Carlos R.R. Carvalho, M.D., and Roy G. Brower, M.D.

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Pressão de platô

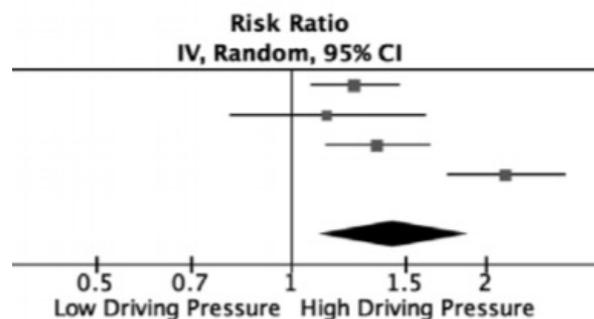
N = 3562 pacientes



Association of Driving Pressure With Mortality Among Ventilated Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis

Hiroko Aoyama, MD, MScCH¹; Tommaso Petteuzzo, MD¹; Kazuyoshi Aoyama, MD, PhD(c), EDIC²; Ruxandra Pinto, PhD³; Marina Englesakis, MLIS⁴; Eddy Fan, MD, PhD, FRCPC¹

- ✓ 1ª Revisão Sistemática com meta-análise avaliando a Driving Pressure como marcador de mortalidade
- ✓ 7 estudos avaliados
- ✓ n = 6.062 pacientes com SDRA
- ✓ DP alvo para reduzir a mortalidade = 13 a 15cmH2O
- ✓ Maior DP está associada a maior mortalidade

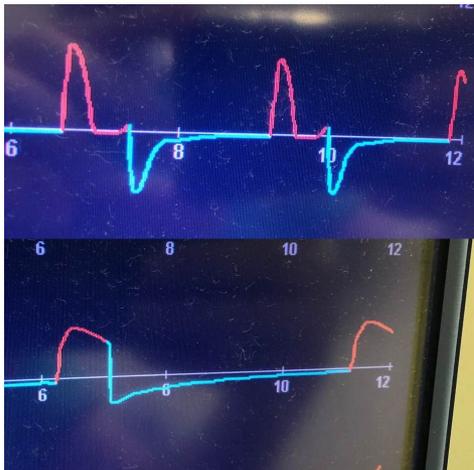


VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Frequencia respiratória

Manter PaCO₂ ≤ 80mmHg;
FR pode ser ajustada até 45rpm.

Ct: (Cest x Rva) x 3
Elastância = 1/Cest



Initial arterial carbon dioxide levels of up to 80 mm Hg were allowed, and slow intravenous sodium bicarbonate infusions (≤50 mmol per hour) were permitted if the arterial pH was less than 7.2.

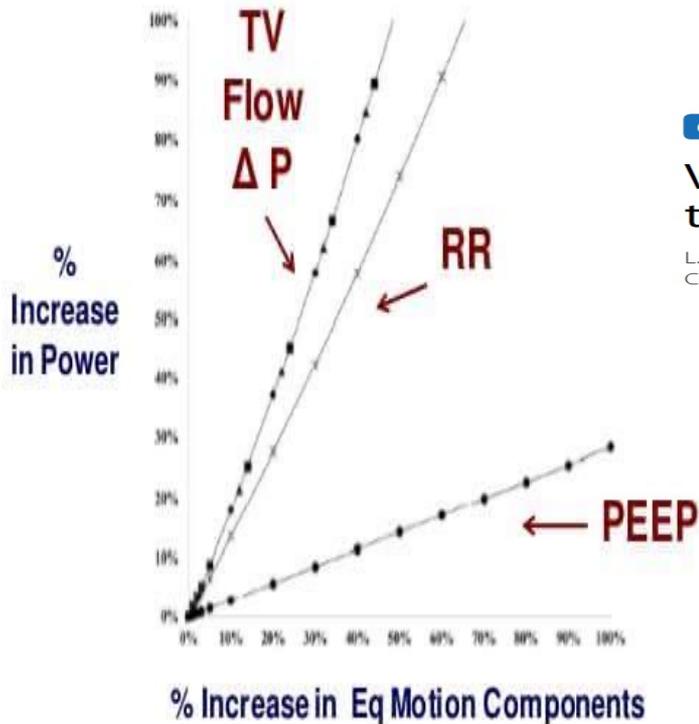
EFFECT OF A PROTECTIVE-VENTILATION STRATEGY ON MORTALITY IN THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

COMPLACÊNCIA ml/cmH ₂ O	ELASTÂNCIA L/cmH ₂ O
20	50
30	33
40	25
50	20
60	16
70	14
80	12

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Frequencia respiratória

FR alta determina maior energia mecânica dissipada nos pulmões e pode ser um fator desencadeante para VILI



ORIGINAL

Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

L. Gattinoni¹, T. Tonetti¹, M. Cressoni², P. Cadringer³, P. Herrmann¹, O. Moerer¹, A. Protti³, M. Gotti², C. Chiurazzi², E. Carlesso², D. Chiumello⁴ and M. Quintel¹





VC pelo pulmão
funcional

DP < 15

FR < 45



Aula 5

MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR E CÁLCULO DA PEEP



@lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Manobras de recrutamento alveolar

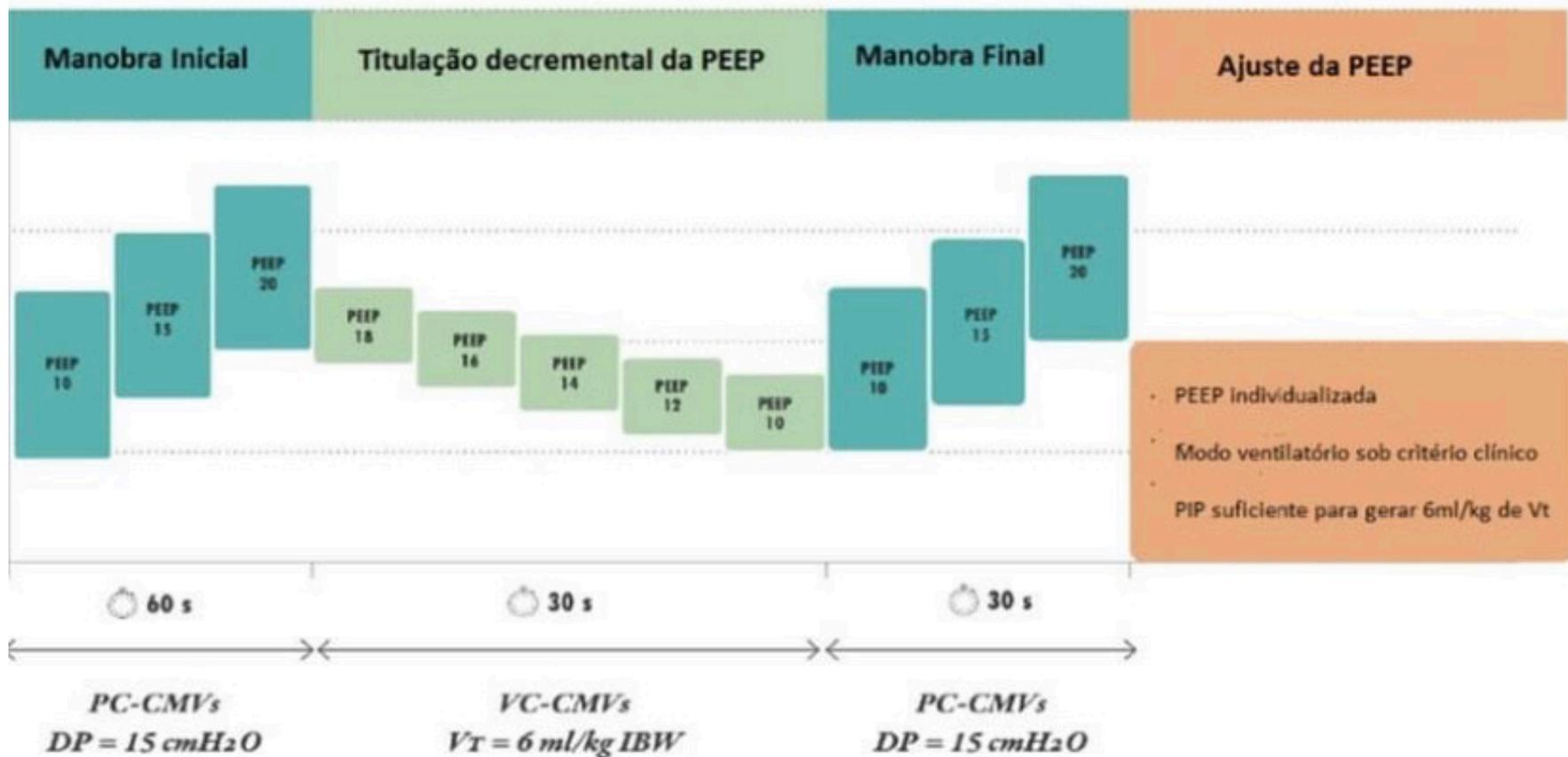
Indicação: SARA Moderada e Grave;

Modo Ventilatório: PCV;

Parâmetros: $\Delta P = 15\text{cmH}_2\text{O}$;

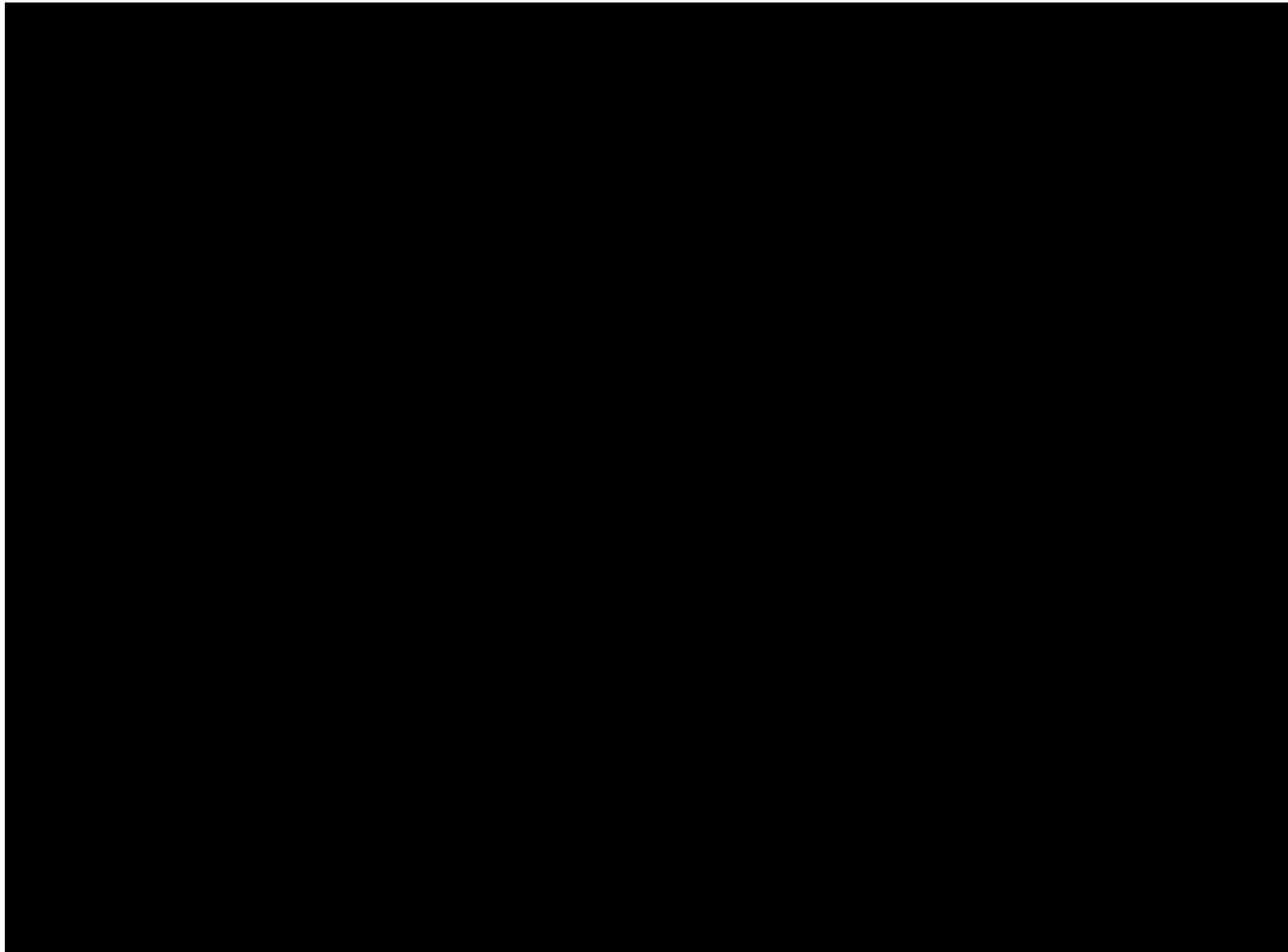
Iniciar com PEEP de $10\text{cmH}_2\text{O}$, aumentando o valor da PEEP em incrementos de 5 em 5 cmH_2O a cada 2 minutos até $25\text{cmH}_2\text{O}$. Após, incrementar $10\text{cmH}_2\text{O}$ até $35\text{cmH}_2\text{O}$. Se necessário, mais $10\text{cmH}_2\text{O}$ até no máximo $45\text{cmH}_2\text{O}$.





VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Manobras de recrutamento alveolar



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Manobras de recrutamento alveolar



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Ajuste da PEEP



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Ajuste da PEEP

FI _O ₂	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	18↔24

ARDSNet: 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 2000, 342:1301-1308.

SARA LEVE



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Ajuste da PEEP

ALVEOLI

FI _O ₂	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5 ↔ 0.8	0.8	0.9	1.0
PEEP	12	14	14	16	16	18	20	22	22	22 ↔ 24

LOVS

FI _O ₂	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
PEEP	5 ↔ 10	10 ↔ 18	18 ↔ 20	20	20	20 ↔ 22	22	22 ↔ 24

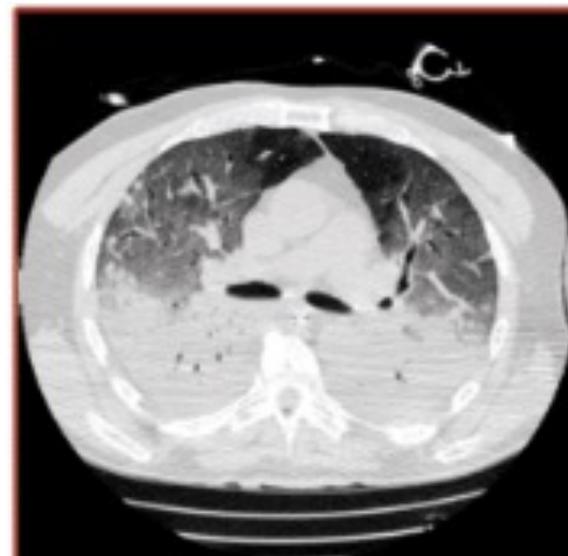
SARA MODERADA E GRAVE



Ajuste da PEEP



NÃO SDRA



SDRA

Não use PEEP Table em pacientes com COVID-19



PEEP decremental

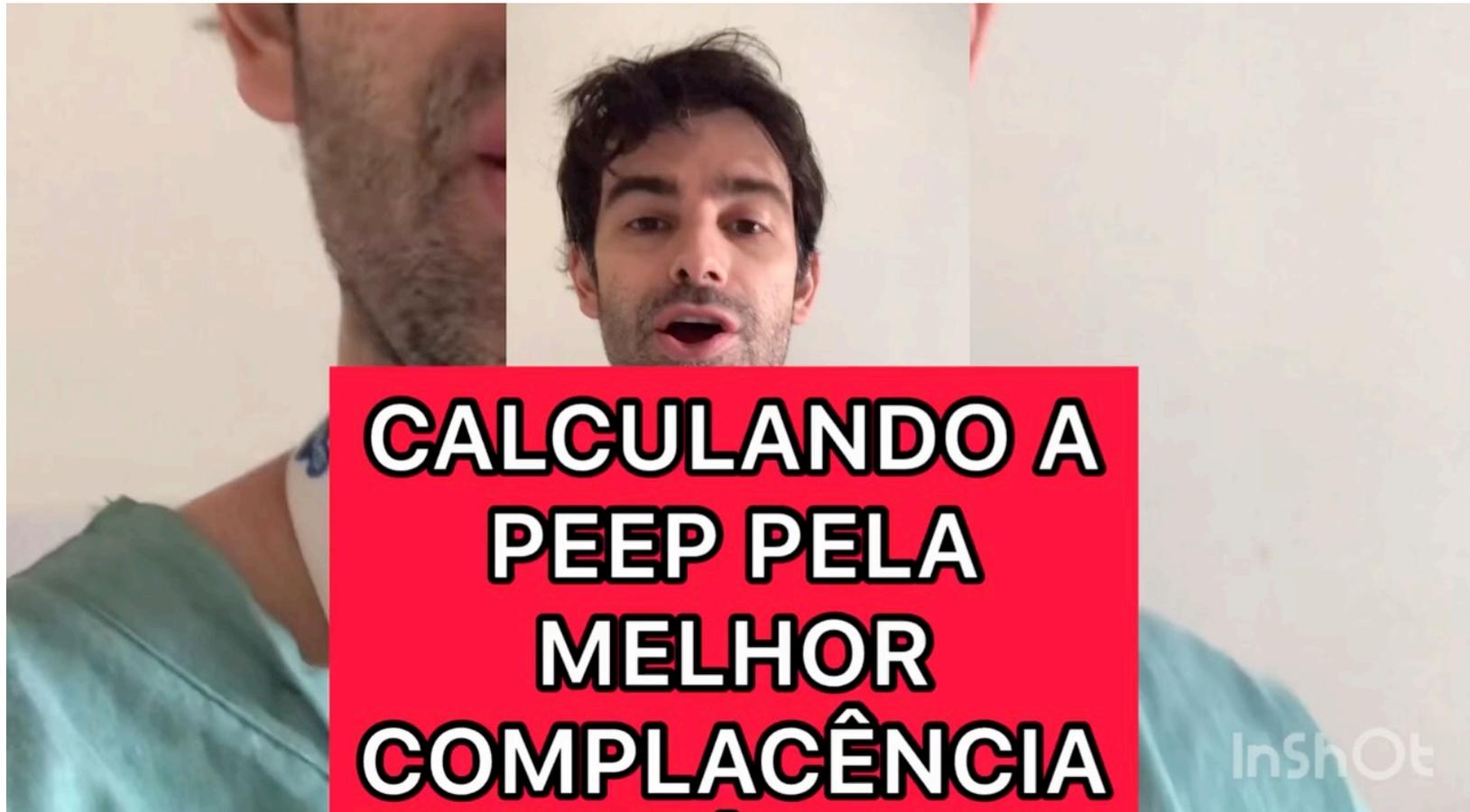
Titulada pela Complacência estática

PEEP (cmH2O)	PLATÔ (cmH2O)	Cest (ml/cmH2O)
26	46	20
24	42	22
22	38	25
20	36	25
18	32	28
16	32	25
14	30	25
12	29	23
10	27	23
8	26	22

Escolher uma PEEP 2-3cmH2O acima do valor de melhor complacência estática



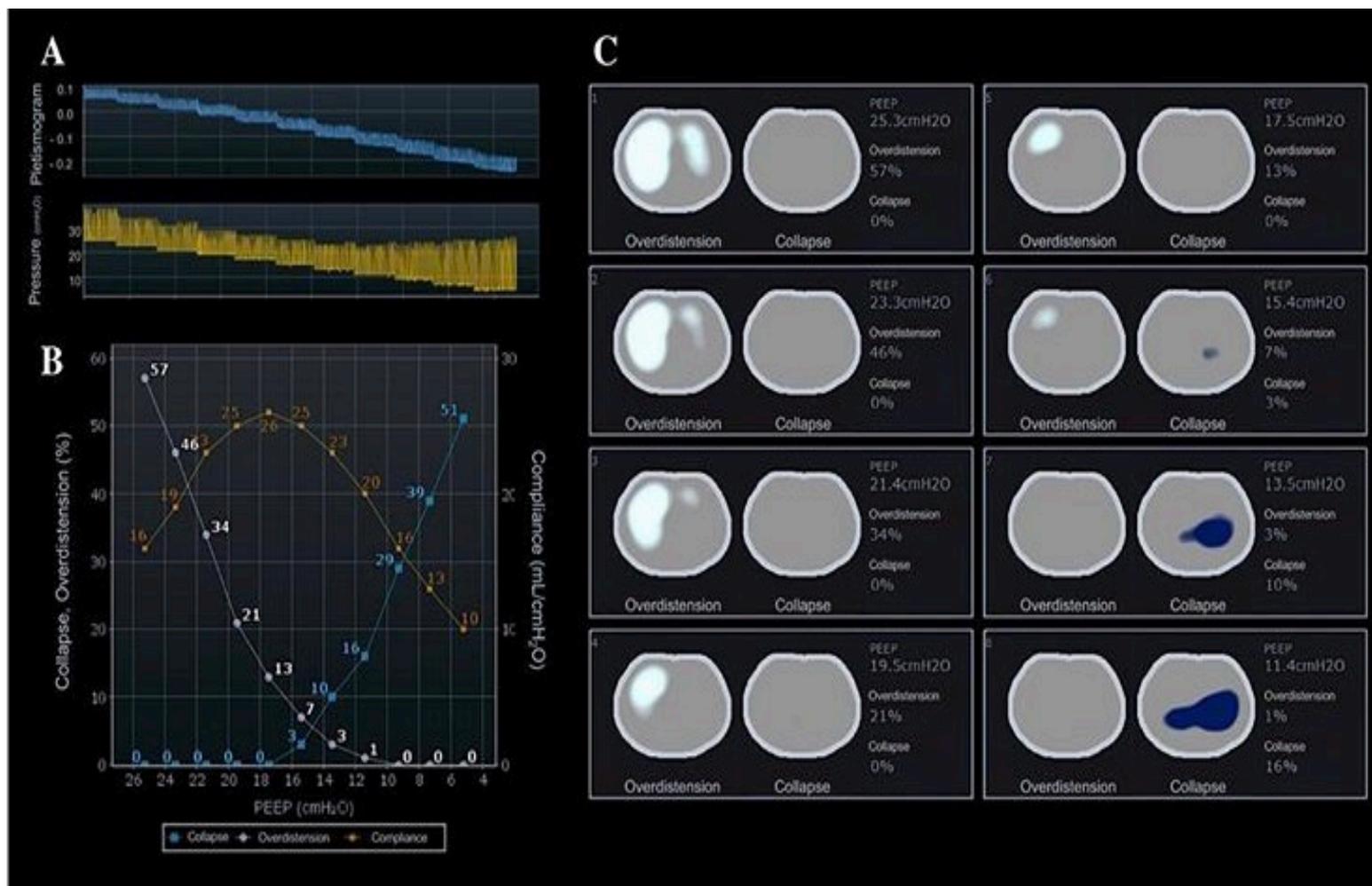
PEEP decremental
Titulada pela Complacência estática



**CALCULANDO A
PEEP PELA
MELHOR
COMPLACÊNCIA**

InShot

PEEP titulada pela TIE



PEEP decremental x incremental

Cálculo da pressão expiratória positiva final ideal incremental e decremental com utilização do método de Suter

Calculating ideal decremental and incremental positive end-expiratory pressure using Suter's method

Luiz Rogério de Carvalho Oliveira^{*,**}, Anderson José^{***}, Elaine Cristina Polletti Dias^{*}, Erika Melo de Siqueira^{*},
Adriana Monteiro de Oliveira^{*}, Bianca Tondin Feyes^{*}, Mariucha Pereira da Silva^{*},
Núbia Aparecida Vasques Melo^{*}, Rodrigo Cerqueira Borges^{*}, Taciana Gaido Garcia^{*}, Vanessa Guimael^{*},
Nilza Aparecida de Almeida Carvalho^{*}, Paulo Antônio Chiavone^{****}

Diante do exposto, a PEEP ideal e a Cest não demonstraram diferença quando calculados na fase incremental ou na fase decremental do método de Suter.



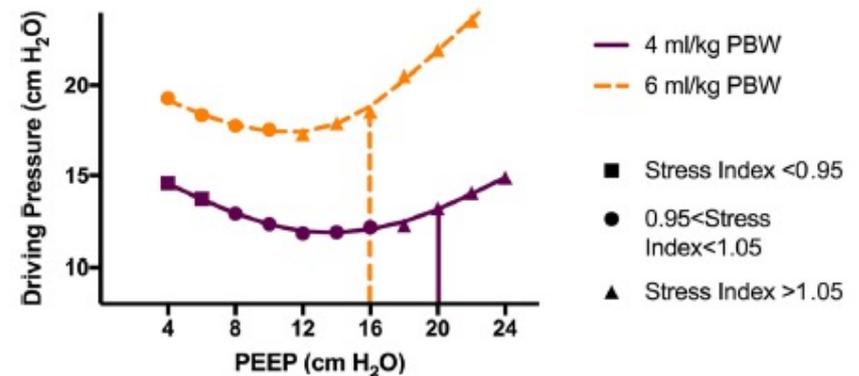
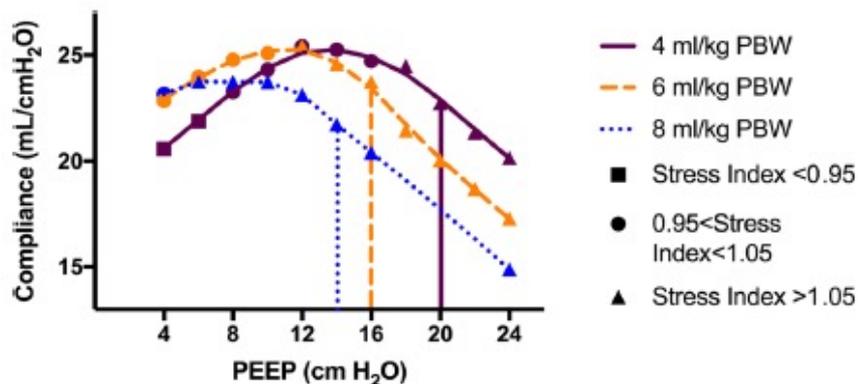
Best PEEP trials are dependent on tidal volume

Andrew C. McKown*, Matthew W. Semler and Todd W. Rice

Received: 11 April 2018 Accepted: 17 April 2018

Published online: 02 May 2018

McKown et al. *Critical Care* (2018) 22:115
<https://doi.org/10.1186/s13054-018-2047-4>



- ✓ A PEEP ideal depende do volume corrente ajustado;
- ✓ Quanto maior o Vt, menor a PEEP ideal
- ✓ PEEP ideal = Hiperdistensão





PEEP Table
PEEP x DP

MRA sub-
Máxima e
máxima

PEEP x SI
TIE



Aula 6

POSIÇÃO PRONA e TERAPIAS DE RESGATE



@lucasdelsarto

lucasdelsartofisio@gmail.com.br

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Posição PRONA

The NEW ENGLAND JOURNAL *of* MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

JUNE 6, 2013

VOL. 368 NO. 23

Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome

Claude Guérin, M.D., Ph.D., Jean Reignier, M.D., Ph.D., Jean-Christophe Richard, M.D., Ph.D., Pascal Beuret, M.D.,
Arnaud Gacouin, M.D., Thierry Boulain, M.D., Emmanuelle Mercier, M.D., Michel Badet, M.D.,
Alain Mercat, M.D., Ph.D., Olivier Baudin, M.D., Marc Clavel, M.D., Delphine Chatellier, M.D., Samir Jaber, M.D., Ph.D.,
Sylvène Rosselli, M.D., Jordi Mancebo, M.D., Ph.D., Michel Sirodot, M.D., Gilles Hilbert, M.D., Ph.D.,
Christian Bengler, M.D., Jack Richecoeur, M.D., Marc Gannier, M.D., Ph.D., Frédérique Bayle, M.D.,
Gael Bourdin, M.D., Véronique Leray, M.D., Raphaelae Girard, M.D., Loredana Baboi, Ph.D., and Louis Ayzac, M.D.,
for the PROSEVA Study Group*

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Posição PRONA

Indicação: P/F < 150;

Tempo: Manter por pelo menos 16h;

PEEP ≤ 10cmH₂O com P/F > 150 = Decúbito Dorsal

Conclusão: Grupo Prona diminuiu a mortalidade

Outcome	Supine Group (N=229)	Prone Group (N=237)	Hazard Ratio or Odds Ratio with the Prone Position (95% CI)	P Value
Mortality — no. (% [95% CI])				
At day 28				
Not adjusted	75 (32.8 [26.4–38.6])	38 (16.0 [11.3–20.7])	0.39 (0.25–0.63)	<0.001
Adjusted for SOFA score†			0.42 (0.26–0.66)	<0.001
At day 90				
Not adjusted	94 (41.0 [34.6–47.4])	56 (23.6 [18.2–29.0])	0.44 (0.29–0.67)	<0.001
Adjusted for SOFA score†			0.48 (0.32–0.72)	<0.001

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Posição PRONA



Posição Prona

Indicações

- ✓ SARA Moderada e Grave*
- ✓ Insuficiência Ventricular Direita
- ✓ Impossibilidade de sustentar Ventilação Protetora ($P_aO_2 < 7,2$)
- ✓ Pronar precocemente ($< 48h$) quando tiver relação $P/F < 150^*$
- ✓ CO_2 acima de 80mmHg após ajustes de volume minuto e ventilação alveolar



Posição Prona

Recomendações

DURANTE QUANTO TEMPO MANTER PRONADO?

Manter em prona de 16 a 20 horas*;

Coletar gasometria arterial após 1h. Considerar o paciente como respondedor se a P/F aumentar em 20 ou a PaO₂ aumentar em 10mmHg*



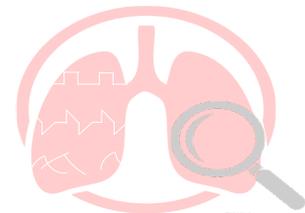
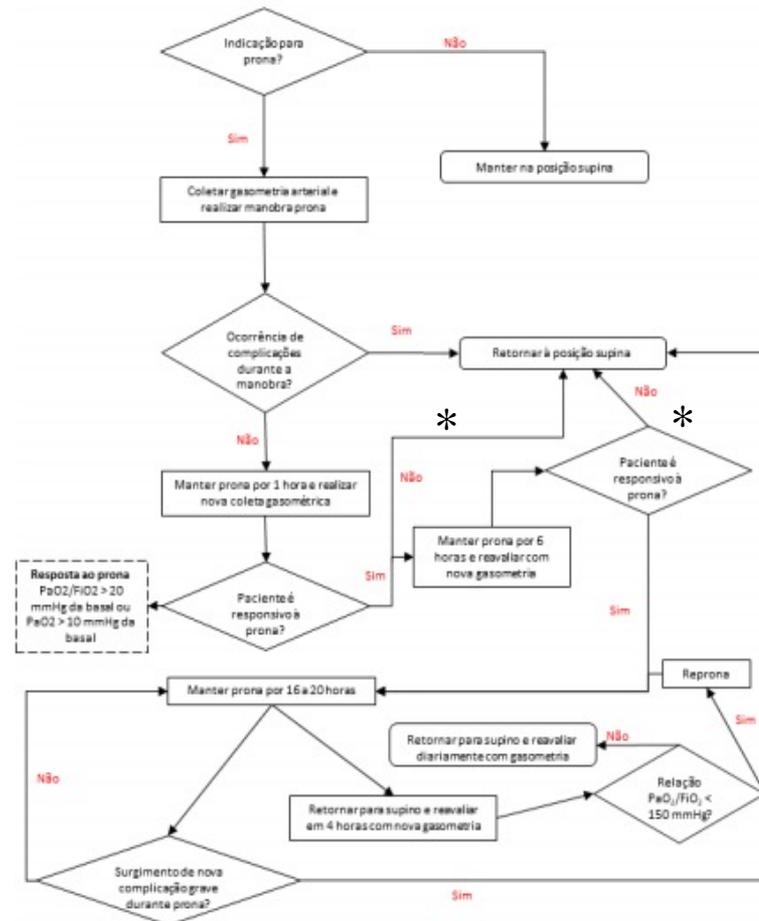
Posição Prona

Contra-indicações

- ✓ HIC
- ✓ Fratura pélvica e de coluna
- ✓ Hipertensão Intra-abdominal (relativa)
- ✓ Peritoniostomia
- ✓ Gestação (relativa)
- ✓ Tórax Instável
- ✓ Instabilidade Hemodinâmica Grave
- ✓ Equipe inexperiente

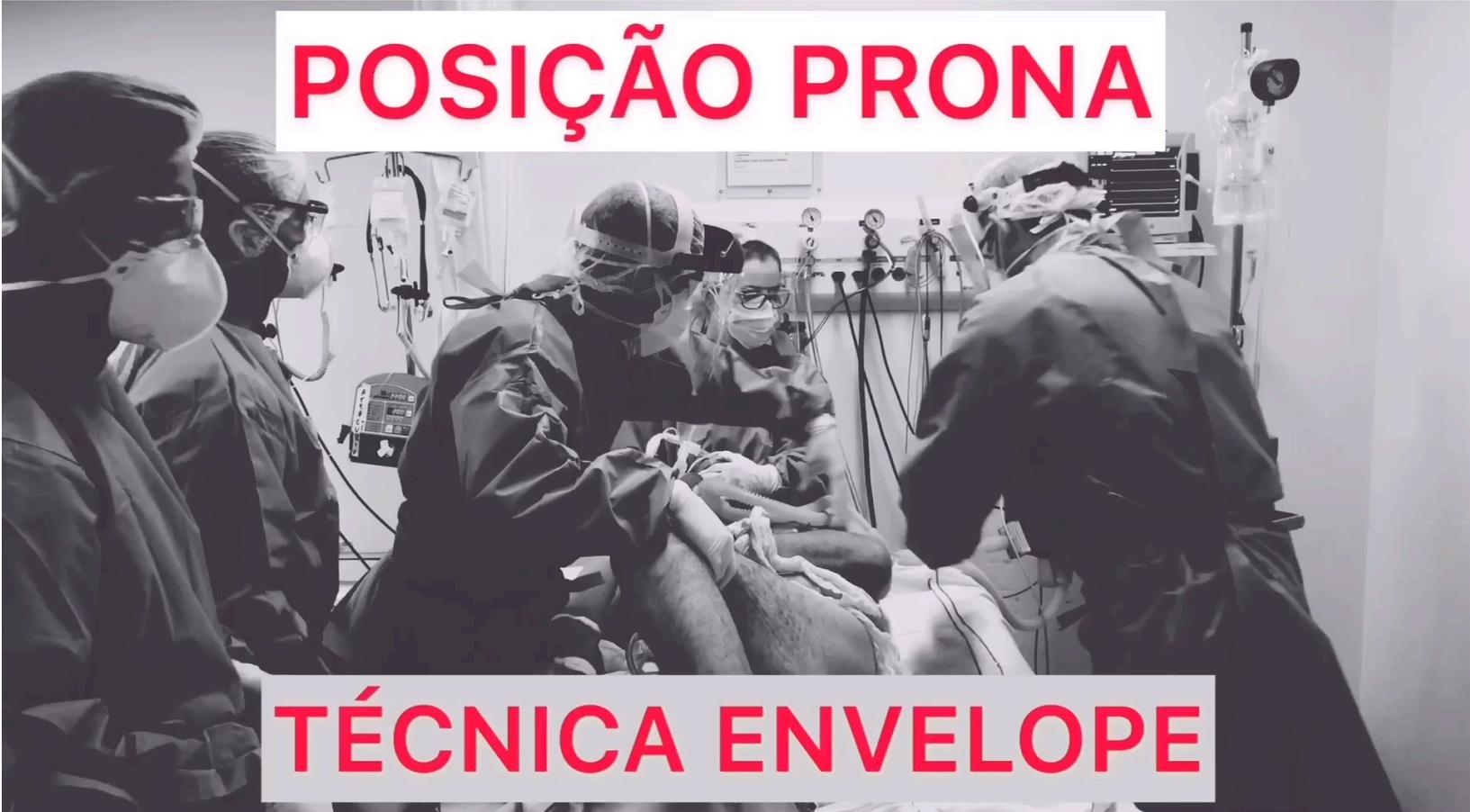


Posição Prona Protocolo



Posição Prona Protocolo

POSIÇÃO PRONA



TÉCNICA ENVELOPE

Posição Prona

Perguntas frequentes

E se o paciente não responder a prona, continuo tentando?

A Comprehensive Review of Prone Position in ARDS

RESPIRATORY CARE • NOVEMBER 2015 VOL 60 No 11

Richard H Kallet MSc RRT FAARC

exchange represents definitive therapeutic failure. There is evidence suggesting that in both patients with ARDS_p and those with ARDS_{exp}, initial nonresponders to PP may become responders on subsequent attempts.^{3,33} In subjects

Os pacientes não respondedores em um primeiro momento podem se tornar respondedores nas próximas tentativas



Posição Prona

O que é um paciente respondedor?

Prone Position in Acute Respiratory Distress Syndrome

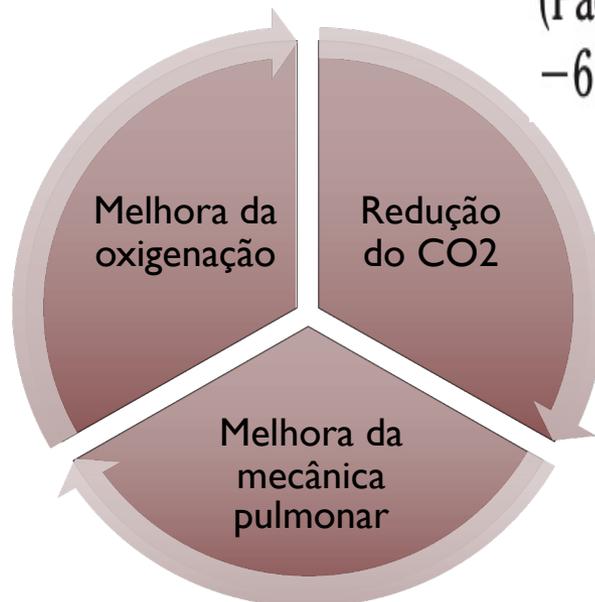
Rationale, Indications, and Limits

Luciano Gattinoni^{1,2}, Paolo Taccone², Eleonora Carlesso¹, and John J. Marini³

Decrease in Paco_2 with prone position is predictive of improved outcome in acute respiratory distress syndrome*

Luciano Gattinoni, MD, FRCP; Federica Vagginelli, MD; Eleonora Carlesso, MSC; Paolo Taccone, MD; Valeria Conte, MD; Davide Chiumello, MD; Franco Valenza, MD; Pietro Caironi, MD; Antonio Pesenti, MD; for the Prone-Supine Study Group

(Paco_2 responders, mean Paco_2 decrease -6.0 ± 5.6 mm Hg [0.79 ± 0.74 kPa], p



Posição Prona

Perguntas frequentes

No hosp que trabalho pronamos no máximo 3 vezes. Posso pronar mais? Eles respondem?

Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome

No PROSEVA os pacientes eram pronados TODOS OS DIAS.
MÉDIA DE 4,4 VEZES



Posição Prona

Perguntas frequentes

Lucas, após o 5 dia de covid não pronamos mais. Vcs pronam até qual dia?

A Comprehensive Review of Prone Position in ARDS

Richard H Kallet MSc RRT FAARC

no improvement. Nonetheless, several studies have reported significant improvements in oxygenation even when PP was initiated at a mean of 6–11 d after ARDS onset.^{24,27,30,33,82,86,87}

Vários estudos relataram melhora na oxigenação mesmo quando a prona foi iniciada no 6º dia



Posição Prona

Perguntas frequentes

Prof, paciente com droga posso pronar?

Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome

	SUPINO	PRONA
Vasopressors	190/229 (83.0)	172/237 (72.6)

PAM > 65mmHg

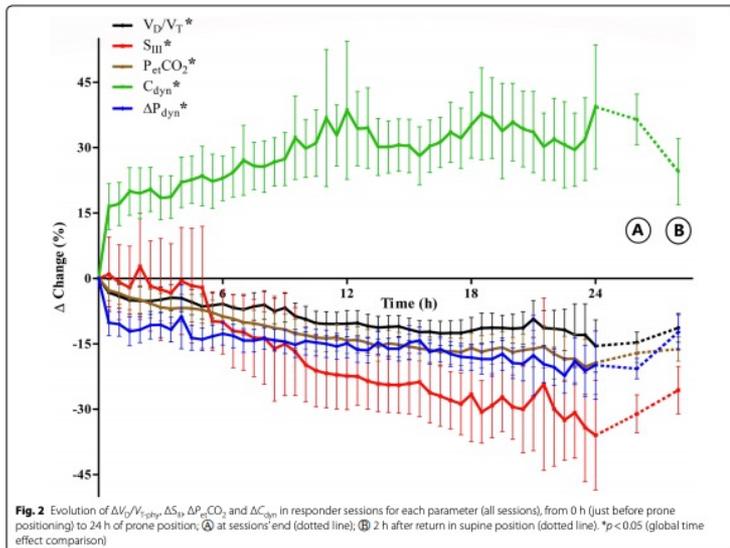


Posição Prona

Perguntas frequentes

Se não melhorar em 16 horas? Posso supinada?

Duration of prone position sessions: a prospective cohort study



Os resultados benéficos se prolongaram **além das 24 horas de prona**;

Média de duração da posição prona: 21,5h

Benefícios: aumento da C_{din} + redução da DP +
Redução do $EtCO_2$ + Redução do espaço morto.



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

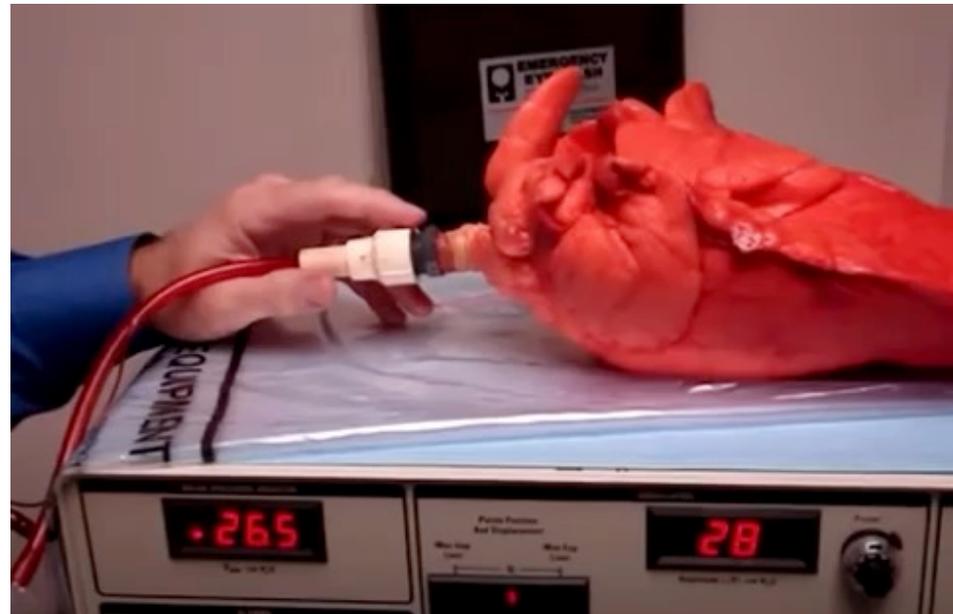
Ventilação com alta frecuencia

Comumente usada em pediatria

Mantém a pressão média das vias aéreas entre 25-30cmH₂O

1 a 3ml/Kg

Frequência: 3 a 15 Hertz



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Ventilação com alta frequência

Deve-se evitar o uso de ventilação de alta frequência como terapia adjuvante.

High-Frequency Oscillation in Early Acute Respiratory Distress Syndrome

Niall D. Ferguson, M.D., Deborah J. Cook, M.D., Gordon H. Guyatt, M.D., Sangeeta Mehta, M.D., Lori Hand, R.R.T., Peggy Austin, C.C.R.A., Qi Zhou, Ph.D., Andrea Matte, R.R.T., Stephen D. Walter, Ph.D., Francois Lamontagne, M.D., John T. Granton, M.D., Yaseen M. Arabi, M.D., Alejandro C. Arroliga, M.D., Thomas E. Stewart, M.D., Arthur S. Slutsky, M.D., and Maureen O. Meade, M.D., for the **OSCILLATE Trial** Investigators and the Canadian Critical Care Trials Group^{*}
N Engl J Med 2013; 368:795-805 | February 28, 2013 | DOI: 10.1056/NEJMoa1215554

Outcome	HFOV Group (N = 275)	Control Group (N = 273)	Relative Risk (95% CI)	P Value
Death in hospital — no. (%)	129 (47)	96 (35)	1.33 (1.09–1.64)	0.005
Death in intensive care unit — no. (%)	123 (45)	84 (31)	1.45 (1.17–1.81)	0.001
Death before day 28 — no. (%)	111 (40)	78 (29)	1.41 (1.12–1.79)	0.004

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

Óxido Nítrico (NO)

Pode-se utilizar em casos de SARA grave com hipertensão pulmonar;

Melhorar a perfusão de áreas ventiladas (V/Q);

Dose: 5 – 10ppm

Swan Gans para monitorar PCP

Dosar Metahemoglobina (não transporta O₂)

Fórmula:

$$\text{Fluxo} = \text{Volume minuto} \times \text{PPM} \times 1000 / 500$$

Brinde do Lucas

Cuidado com NO na COVID Tipo 1 (não SDRA)

Vasoplegia + Shunt D→E

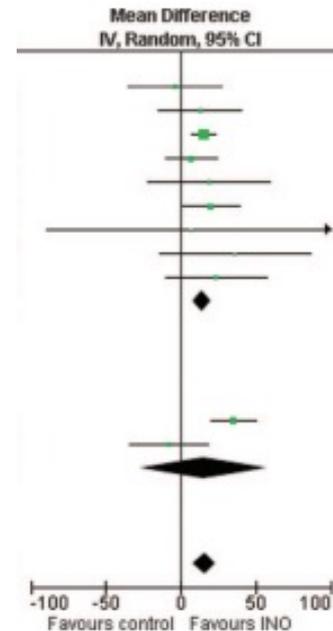
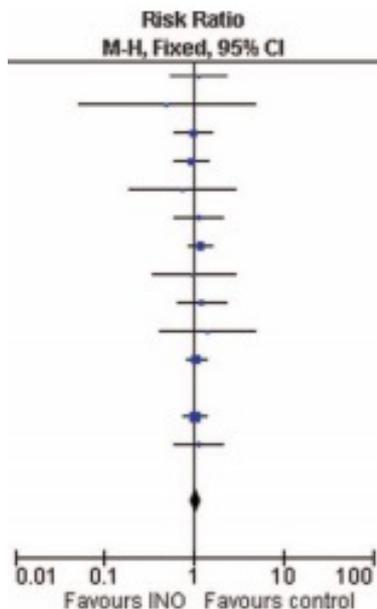


Inhaled Nitric Oxide for Acute Respiratory Distress Syndrome and Acute Lung Injury in Adults and Children: A Systematic Review with Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis

Arash Afshari, MD,*† Jesper Brok, MD, PhD,†§ Ann M. Møller, MD, MSDC,†|| and Jørn Wetterslev, MD, PhD§

N = 1303 pacientes

Resultado = Não reduziu a mortalidade / melhora transitória na Relação P/F



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ECMO

Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome

A. Combes, D. Hajage, G. Capellier, A. Demoule, S. Lavoué, C. Guervilly, D. Da Silva, L. Zafrani, P. Tirot, B. Veber, E. Maury, B. Levy, Y. Cohen, C. Richard, P. Kalfon, L. Bouadma, H. Mehdaoui, G. Beduneau, G. Lebreton, L. Brochard, N.D. Ferguson, E. Fan, A.S. Slutsky, D. Brodie, and A. Mercat, for the EOLIA Trial Group, REVA, and ECMONet*

End Point	ECMO Group (N=124)	Control Group (N=125)	Relative Risk or Difference (95% CI) [†]	P Value
Primary end point: mortality at 60 days — no. (%)	44 (35)	57 (46)	0.76 (0.55 to 1.04)	0.09

n = 249 adultos com SDRA

Indicação: P/F < 50 por 3h

P/F < 80 por 6h

Grupo ECMO: Redução de 11% da mortalidade



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA

ECMO

Indication of ECMO

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80$ with $\text{FiO}_2 > 90\%$

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 70$ with $\text{PEEP} \geq 15 \text{ cmH}_2\text{O}$

Murray score $> 3-4$

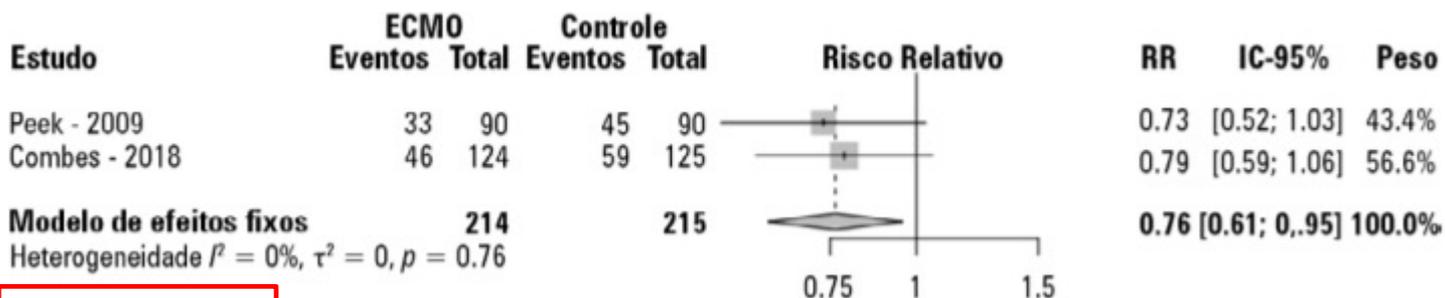
Chest radiograph	
No alveolar consolidation	0
Alveolar consolidation confined to 1 quadrant	1
Alveolar consolidation confined to 2 quadrants	2
Alveolar consolidation confined to 3 quadrants	3
Alveolar consolidation confined to 4 quadrants	4
Hypoxaemia score	
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 300$	0
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 225–299	1
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 175–224	2
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 100–174	3
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$	4
PEEP score (when mechanically ventilated)	
$\leq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$	0
6–8 $\text{cm H}_2\text{O}$	1
9–11 $\text{cm H}_2\text{O}$	2
12–14 $\text{cm H}_2\text{O}$	3
$\geq 15 \text{ cm H}_2\text{O}$	4
Respiratory system compliance score (when available)	
$\geq 80 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$	0
60–79 $\text{ml/cm H}_2\text{O}$	1
40–59 $\text{ml/cm H}_2\text{O}$	2
20–39 $\text{ml/cm H}_2\text{O}$	3
$\leq 19 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$	4
The score is calculated by adding the sum of each component and dividing by the number of components used.	
No lung injury	0
Mild to moderate lung injury	0.1–2.5
Severe lung injury (ARDS)	> 2.5

Indicada nos casos de hipoxemia refratária; Relação P/F < 80 com $\text{FiO}_2 > 80\%$ após MRA.

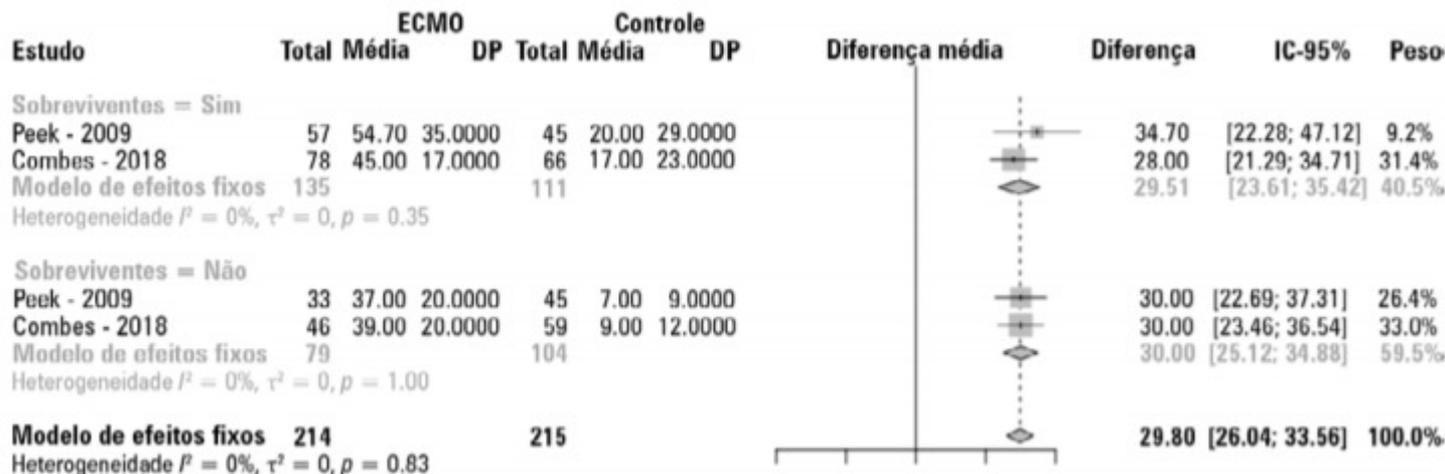


Pedro Vitale Mendes¹, Livia Maria Garcia Melro¹,
 Ho Yeh Li¹, Daniel Joelsons¹, Rogerio Zigaib¹,
 Jose Mauro da Fonseca Pestana Ribeiro¹, Bruno
 Adler Maccagnan Pinheiro Besen¹, Marcelo
 Park¹

Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome in adult patients: a systematic review and meta-analysis



Mortalidade



Tempo de permanência hospitalar

VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ECMO

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) as a treatment strategy for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) in the low tidal volume era: A systematic review ☆☆☆,★☆☆

Bourke W. Tillmann, MD ^{a,*}, Michelle L. Klingel, MSc ^b, Alla E. Iansavichene, MLIS ^c, Ian M. Ball, MD, MSc ^{a,d}, A. Dave Nagpal, MD, MSc ^{a,e}

B.W. Tillmann et al. / Journal of Critical Care 41 (2017) 64–71

69

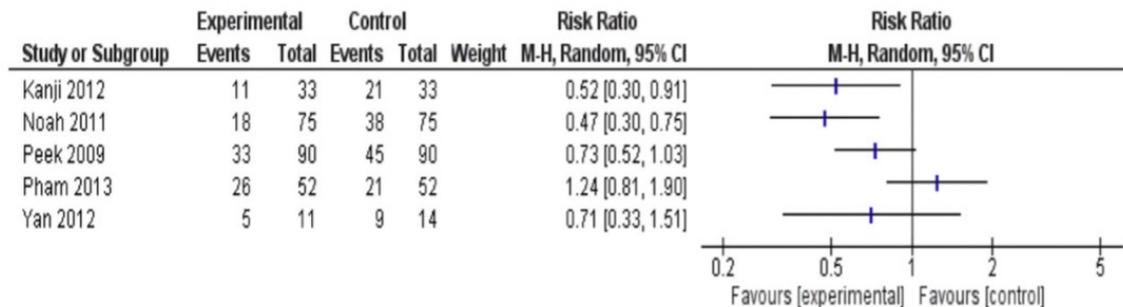


Fig. 3. Forest plot showing mortality at point of longest follow-up for the five higher quality studies. In this analysis the propensity score matched data was used for the Pham study and the GenMatch data for the Noah study.

Sem resultado final: alto grau de variabilidade (dispersão de dados)



VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SDRA ECMO

Ventilação Ultraprotetora

- ✓ $FiO_2 < 60$
- ✓ PEEP 10cmH₂O
- ✓ PC: 10cmH₂O
- ✓ VC < 4ml/Kg peso predito
- ✓ FR: 10rpm



Neuromuscular Blockers in Early Acute Respiratory Distress Syndrome

Laurent Papazian, M.D., Ph.D., Jean-Marie Forel, M.D., Arnaud Gacouin, M.D., Christine Penot-Ragon, Pharm.D., Gilles Perrin, M.D., Anderson Loundou, Ph.D., Samir Jaber, M.D., Ph.D., Jean-Michel Arnal, M.D., Didier Perez, M.D., Jean-Marie Seghboyan, M.D., Jean-Michel Constantin, M.D., Ph.D., Pierre Courant, M.D., Jean-Yves Lefrant, M.D., Ph.D., Claude Guérin, M.D., Ph.D., Gwenaël Prat, M.D., Sophie Morange, M.D., and Antoine Roch, M.D., Ph.D.,
for the ACURASYS Study Investigators*

Acurasys (2010)

n = 340 pacientes

BNM x Sedação profunda

PEEP ~ 9cmH2O

Relação P/F ~ 115

Conclusão: BNM reduziu mortalidade em 90 dias

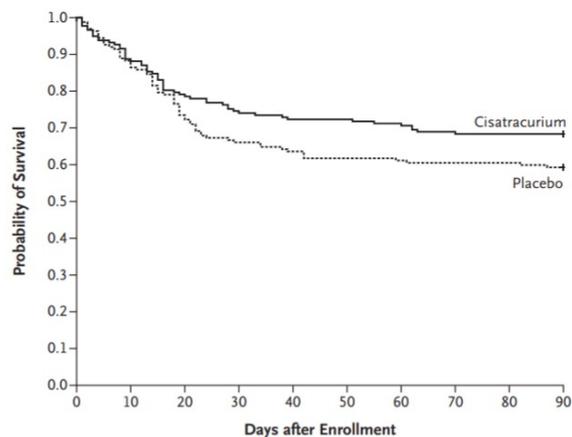


Figure 2. Probability of Survival through Day 90, According to Study Group.

Early Neuromuscular Blockade in the Acute Respiratory Distress Syndrome

The National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network*

ROSE (2019)

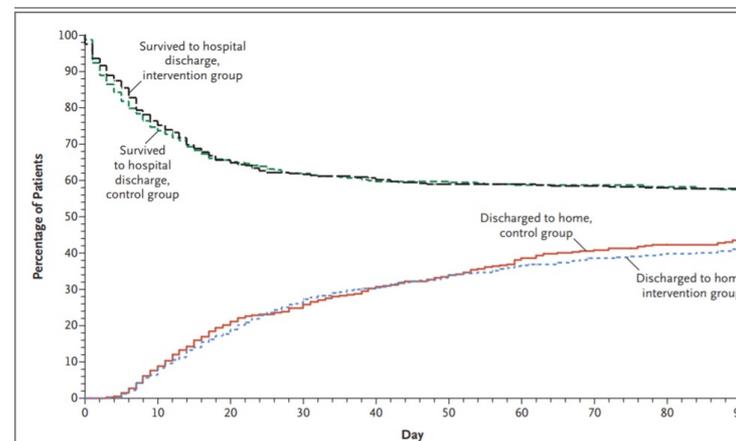
n = 1006 pacientes

BNM x Sedação leve (RASS)

PEEP ~ 12cmH2O

Relação P/F < 100

Conclusão: Sem diferença na mortalidade;
BNM > eventos cardiovasculares



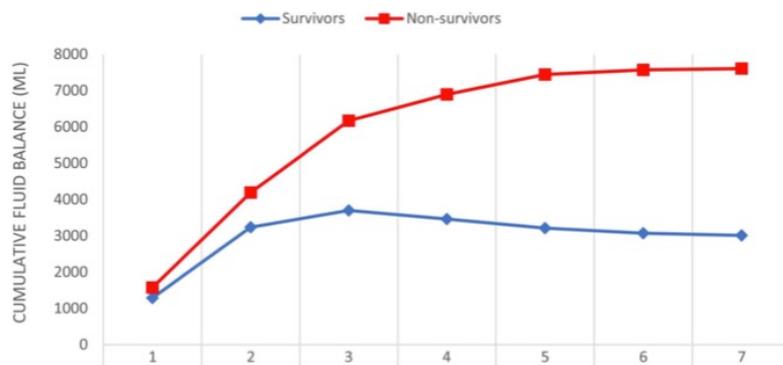
IMPORTANTE

RESEARCH ARTICLE

Cumulative fluid balance predicts mortality and increases time on mechanical ventilation in ARDS patients: An observational cohort study

Niels van Mourik^{1,2}, Hennie A. Metske¹, Jorrit J. Hofstra², Jan M. Binnekade², Bart F. Geerts¹, Marcus J. Schultz², Alexander P. J. Vlaar^{2*}

MEDIAN CUMULATIVE FLUID BALANCES PER DAY OF ICU ADMISSION



✓ Balanço hídrico positivo aumenta a os dias de VM e mortalidade



Prevenindo a P-SILI (lesão pulmonar auto-inflingida)

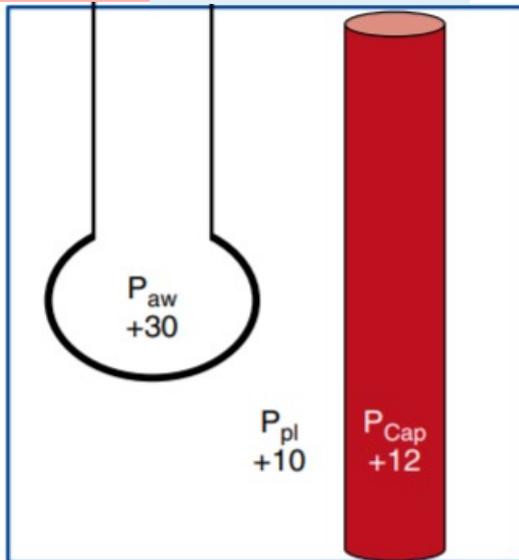
FIFTY YEARS OF RESEARCH IN ARDS

Spontaneous Breathing during Mechanical Ventilation Risks, Mechanisms, and Management

Takeshi Yoshida^{1,2,3,4}, Yuji Fujino⁴, Marcelo B. P. Amato⁵, and Brian P. Kavanagh^{1,2,3}

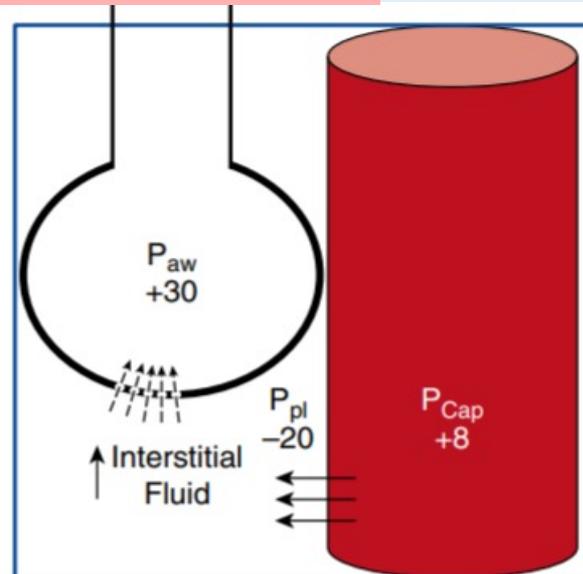
$$\begin{aligned} P_{tp} &= 30 - 10 \\ P_{tp} &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{tv} &= 12 - 10 \\ P_{tv} &= 2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} P_{tp} &= 30 - (-20) \\ P_{tp} &= 50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{tv} &= 8 - (-20) \\ P_{tv} &= 28 \end{aligned}$$





Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome

Laurent Papazian^{1*}, Cécile Aubron², Laurent Brochard³, Jean-Daniel Chiche⁴, Alain Combes⁵, Didier Dreyfuss⁶, Jean-Marie Forel¹, Claude Guérin⁷, Samir Jaber⁸, Armand Mekontso-Dessap⁹, Alain Mercat¹⁰, Jean-Christophe Richard¹¹, Damien Roux⁶, Antoine Vieillard-Baron¹² and Henri Faure¹³

Table 1 Recommendations according to the GRADE methodology

	Recommendations according to the GRADE methodology	
High level of proof	Strong recommendation "...should be done..."	Grade 1 +
Moderate level of proof	Optional recommendation "... should probably be done..."	Grade 2 +
Insufficient level of proof	Recommendation in the form of an expert opinion "The experts suggest..."	Expert opinion
Moderate level of proof	Optional recommendation "... should probably not be done..."	Grade 2 –
High level of proof	Strong recommendation "...should not be done..."	Grade 1 –
Insufficient level of proof		No recommendation

Grade 1+: VC 6ml/Kg + Pplatô < 30mmHg + Prona P/F 150 por 16h

Grade 2+: PEEP alta em SDRA modera/grave + Bloqueador neuromuscular + ECMO P/F 80

Grade 1-: Ventilação de alta frequência

RESUMINDO

- ✓ Estratégia protetora reduz o risco de VILI
- ✓ Não tratar gasometria (a mecânica pode ser mais importante que a ventilação) – SpO2 88 a 95% (ARMA Trial)
- ✓ Ajustar o VC pelo tamanho do pulmão funcional
- ✓ Prona é a primeira linha de tratamento e não resgate
- ✓ Expert Opinion (2017): VCV em pacientes passivos
- ✓ Pausa inspiratória melhora a distribuição de volume, reduz o espaço morto e reduz a PaCO2
- ✓ MRA é manobra de resgate



RESUMINDO

- ✓ VC: 6ml/Kg/peso predito
- ✓ Platô < 30cmH₂O (podendo tolerar platô de 40cmH₂O caso a PEEP esteja acima de 15cmH₂O)
- ✓ Driving Pressure < 15cmH₂O (VCV)
- ✓ FR < 45
- ✓ CO₂ < 80
- ✓ Peep: Tabela (Ards/Lovs/Alveoli) / Decremental
- ✓ Individualizar o uso de Bloqueador neuromuscular (ACURASYS X ROSE)
- ✓ Prona com relação P/F < 150 (Proseva)
- ✓ MRA: Diretrizes (início com Peep 10 + 2') x ART (início com Peep 25 + 1') x OPA
- ✓ Nem toda SDRA é recrutável
- ✓ Avaliar a “recrutabilidade” pulmonar (SDRA pulmonar / Extra-pulmonar)





- Ajustes adequados da VM diminuem a mortalidade e a VILI!
- Comecem hoje a limitar o VC, o Platô e a DP!
- Uma mesma estratégia não se aplica a todos os pacientes com SDRA

Muito obrigado!