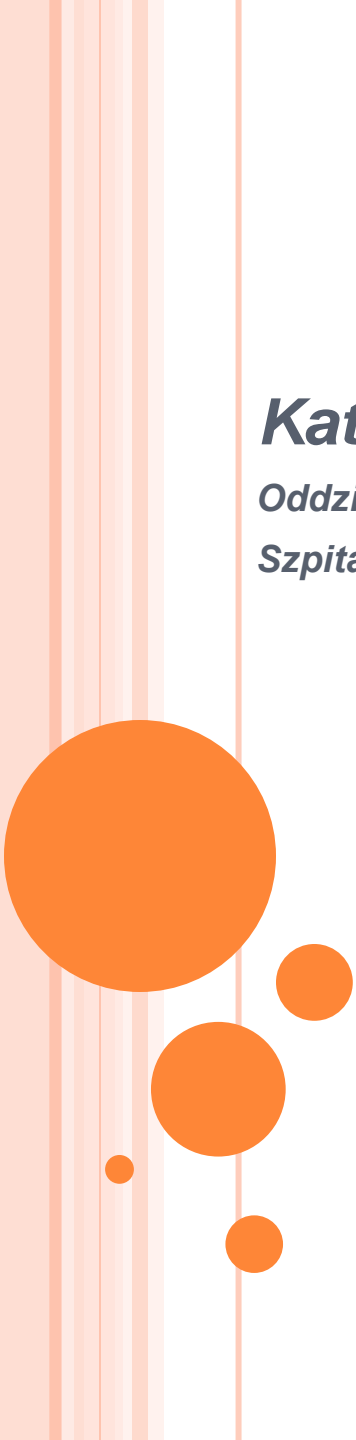


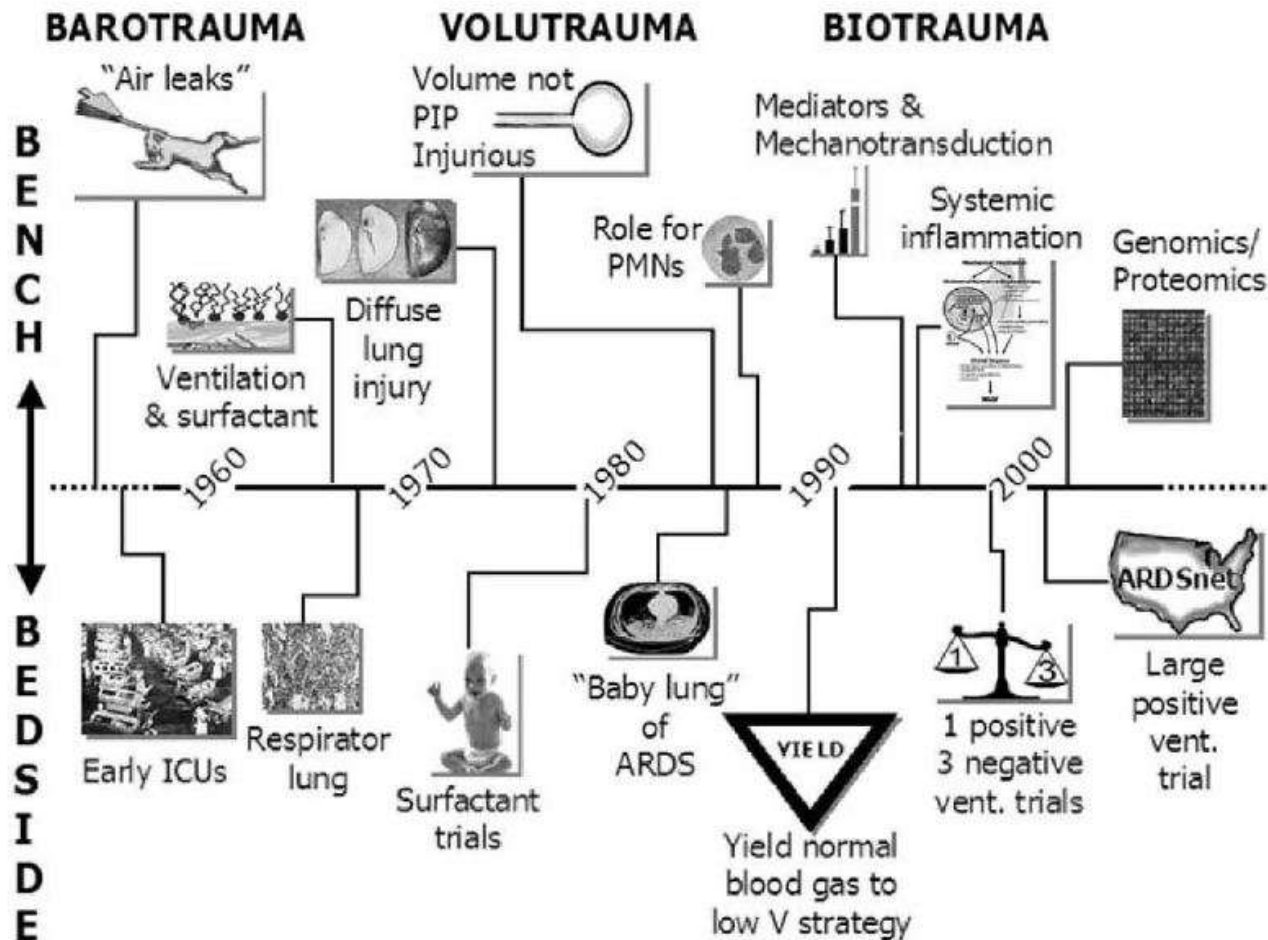
***Katarzyna Kuchnicka***

*Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii*

*Szpital Wojewódzki w Bielsku-Białej*



**WENTYLACJA  
OSZCZĘDZAJĄCA  
PŁUCA- ZAWSZE  
I WSZĘDZIE**



Tremblay LN, Slutsky AS: Ventilator-induced lung injury: from the bench to the bedside. *Intensive Care Med.* 2006 Jan;32(1):24-33.

# ELEMENTY VILIVALI



- Barotrauma (uraz poprzez nadmierne ciśnienie)
  - odma opłucnowa, osierdzia, rozedma podskórna twarzy, szyi, moszny, odma otrzewnej, obecność powietrza międzypłatowo
  - trend ograniczenia  $V_T$  i  $P_{plateau}$ - zmniejszenie częstości notowanej barotraumy
- Volutrauma (uraz przez nadmierną objętość)
  - Dreyfuss i wsp. 1985: to nie ciśnienie ale nadmierna objętość uszkadza płuca!
  - Rzeczywista siła rozciągająca płuca w czasie oddechu spont oraz mech went- **ciśnienie przezpłucne**  $P_{tp} = P_{aw} - P_{pl}$  a nie ciśnienie w drogach oddechowych!
  - Dla danego  $P_{aw}$  uszkodzenie zależy od generowanego  $P_{tp}$

# ELEMENTY VILI/VALI C.D.



- Atelectrauma („low volume” injury- Muscedere 1994)
  - Cykliczna rekrutacja-derekrutacja (shear stress)
  - Istnienie tzw. wzmacniaczy naprężeń (Mead,1970)  
HETEROGENNOŚĆ uszkodzonego mięszu
  - Uszkodzenie nabłoneków przez siły napięcia powierzchniowego
- Biotrauma (Tremblay 1997)
  - uwolnienie prozapalnych cytokin i rekrutacja leukocytów jako zainicjowanie reakcji zapalnej w odpowiedzi na niefizjologiczne stress&strain bez naruszenia ciągłości tkanek
  - biologiczna reakcja na przyłożone siły mechaniczne
  - Mechanotransdukcja
  - wewnątrzkom. procesy sygnałowe, powstające w odpowiedzi na działanie zewnętrznych sił mechanicznych, zmiana sygnału dotyczy komórek o zachowanej strukturze i integralności



## VILI BEZ UŻYCIA RESPIRATORA...?

- Hyperwentylacja w czasie spontanicznego oddechu
- Niefizjologiczny, niekontrolowany napęd oddechowy w różnych stanach patologicznych
- Objawy VILI po kilku godz...
- Hyperpnoe po podaniu salicylanu do zbiornika wielkiego OUN owiec- obrzęk płuc

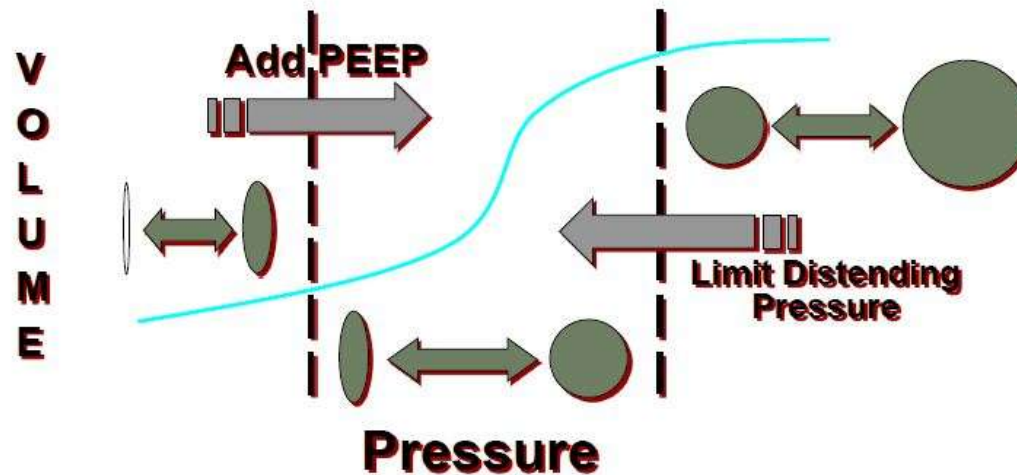
VENTILATION- induced lung injury (Gattinoni 2012)

*Mascheroni D, Kolobow T et al. Acute respiratory failure following pharmacologically induced hyperventilation: an experimental animal study. Intensive Care Med. 1988;15:8-14.*

# KONCEPCJA WENTYLACJI OSZCZĘDZAJĄCEJ PŁUCA



## “Lung Protective” Ventilation



- LIMITOWANIE  $V_T$  i  $P_{aw}$  (Hickling 1990; Hickling 1994; Amato 1998; Artigas 1998)
- Akceptacja hiperkapni tętniczej (Hickling 1990, 1994)
- Adekwatny poziom PEEP by zapobiec powtarzanej rekrutacji/derekrutacji w strefach zależnych (Dreyfuss 1998)
- W efekcie powyższych: mniej mediatorów zapalnych w BAL (Tremblay 1997, Ranieri 1999)

# The New England Journal of Medicine

© Copyright, 2000, by the Massachusetts Medical Society

VOLUME 342

MAY 4, 2000

NUMBER 18

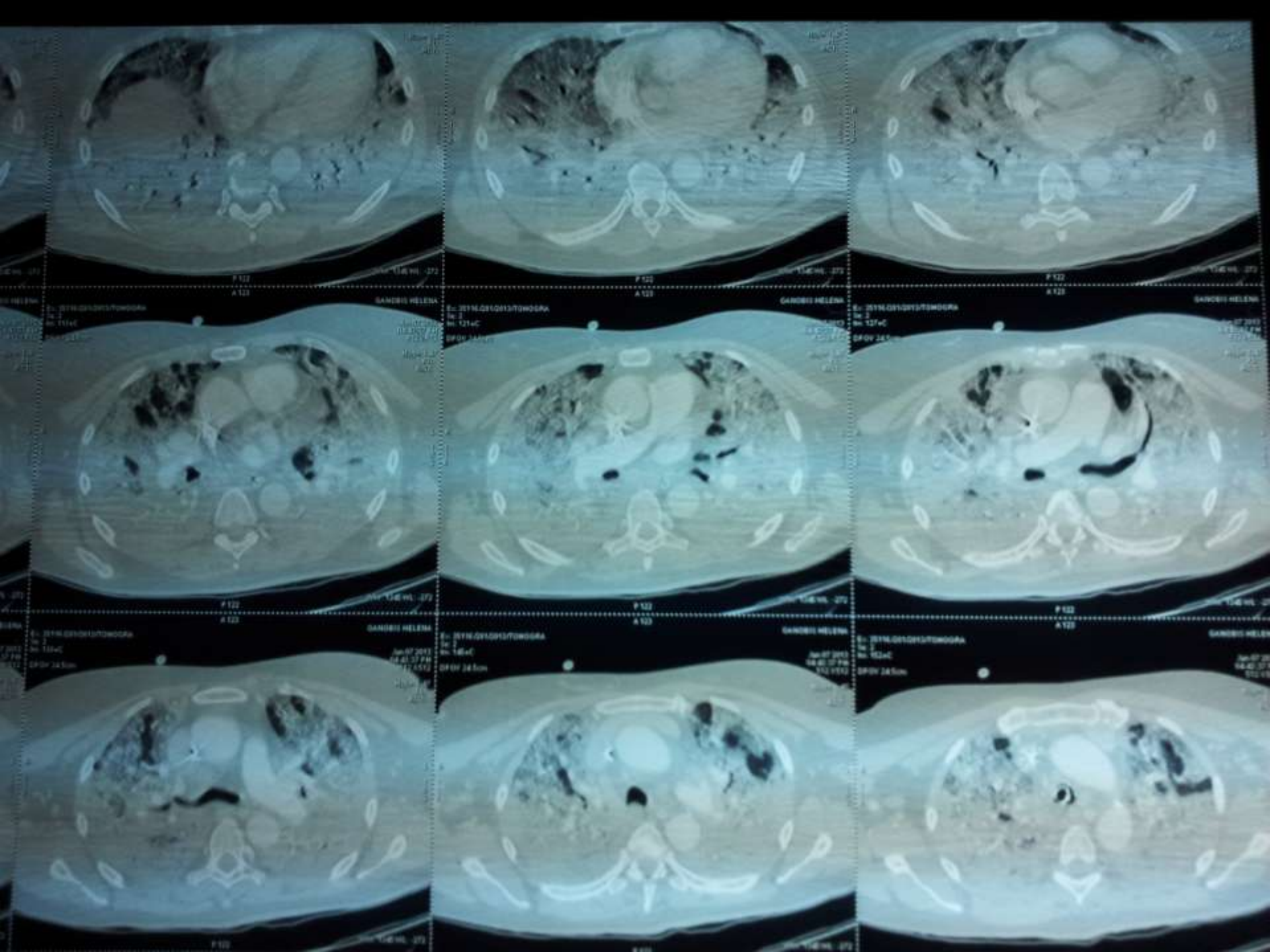


## VENTILATION WITH LOWER TIDAL VOLUMES AS COMPARED WITH TRADITIONAL TIDAL VOLUMES FOR ACUTE LUNG INJURY AND THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME NETWORK\*



- Od publikacji wyników ARDS Net kliniczny dogmat: wentylacja z „low”  $V_T$  normalizowana względem IBW (w ARDS)
- P plateau <30 cmH<sub>2</sub>O
- **Rozciąganie** płuc pod wpływem  $V_T$  (**strain**) =  $V_T/V_0$ , gdzie  $V_0$  – spoczynkowa obj. płuc (FRC)
- Rutynowo nie mierzy się FRC w codziennej praktyce klin. – wprowadzono IBW (ideal body weight)- dobra korelacja ze wzrostem i rozmiarem płuc (zdrowych)
- 6 ml/kg IBW nieprawidłowo zwane „low”  $V_T$  bo to w istocie „normal”  $V_T$  (spont  $V_T$  u zdrowego 5-8 ml/kg IBW)







# STRESS & STRAIN

- Siły powstające w strukturze płuc pod wpływem  $P_{tp}$  : **STRESS (naprężenie)**
- Deformacja płuc pod wpływem  $V_T$  względem  $V_0$  (pozycja spoczynkowa) :  
**STRAIN (rozciąganie)**  $\Delta V / V_0$
- Stress = K x strain  
Czyli  $P_{tp} = K \times V_T / V_0$
- $K = 13 \text{ cmH}_2\text{O}$  u zdrowych oraz w ARDS

# STRESS & STRAIN C.D.



- STRESS –  $P_{tp}$  – Naprężenie = BAROTRAUMA
- STRAIN –  $V_T / V_0$  – Rozciąganie = VOLUTRAUMA
- Stress =  $K \times \text{strain}$  , więc barotrauma i volutrauma są powiązane zależnością i nie mogą być rozpatrywane oddzielnie
- Modele eksperymentalne zwierzęce: uszkodzenie z obrzękiem, gdy strain = 1.5-2

# JAK SIĘ NIE POGUBIĆ?



Uwaga!

Nie V<sub>T</sub> i P<sub>plateau</sub> są adekwatnymi wyznacznikami niefizjologicznych sił powstających w miąższu uszkodzonych płuc po wpływie MV

W ciężkim ARDS rozpatrywać:

Ciśnienie przezplucne (stress)- pomiar P<sub>oe</sub> dla oszacowania P<sub>pl</sub>

Stopień odkształcenia względem pozycji spoczynkowej (strain)

# POSZUKIWANIE METOD ULTRAPROTEKCJI PŁUC



- Alternatywa względem konwencjonalnych metod wentylacji
- Zamiast zastąpienia funkcji mięśni oddechowych- tym samym zmniejszenia WOB- całkowita lub częściowa substytucja wymiany gazowej
- Np  $V_T$  3 ml/kg PBW lub mniej + av ECCO2-R

Intensive Care Med (2013) 39:847–856  
DOI 10.1007/s00134-012-2787-6

ORIGINAL

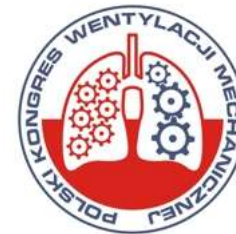
Thomas Bein  
Steffen Weber-Carstens  
Anton Goldmann  
Thomas Müller  
Thomas Staudinger  
Jörg Brederlau  
Ralf Muellenbach  
Rolf Dembinski  
Bernhard M. Graf  
Marlene Wewalka  
Alois Philipp  
Klaus-Dieter Wernecke  
Matthias Lubnow  
Arthur S. Slutsky

**Lower tidal volume strategy ( $\approx 3$  ml/kg) combined with extracorporeal CO<sub>2</sub> removal versus ‘conventional’ protective ventilation (6 ml/kg) in severe ARDS**

The prospective randomized Xtravent-study

- Możliwe inne kombinacje bardzo małych  $V_T$  z pozaustrojową oksygenacją i/lub eliminacją CO<sub>2</sub>
- Również oddech spont + techniki pozaustrojowe

# Techniki uzupełniające Lung Protective Strategy



## ○ Prone position

- Zwiększenie końcowo-wydechowej objętości płuc
- Poprawa stosunku V/Q
- Zmniejszenie efektu ucisku masy serca na strefy położone niżej
- Poprawa jednorodności miąższu
- Drenaż wydzieliny

Zmniejszenie śmiertelności z 32 do 16 % dzięki zastosowaniu PRONE w ARDS (*Guerrin et al. 2013*)

## ○ Środki blokady N-M

- nieadekwatny poziom sedacji, chory „walczący” z respiratorem lub
- podanie środka blokady N-M umożliwi limitowanie  $V_T$  i  $P_{aw}$

*Guerrin C et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. NEJM. 2013 6;368:2159-68.*

*Papazian L et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. NEJM 2010;363:1176-78.*

# A co z HFOV ???



e in adults.

ndrome. N 4

Young D, Lamb SE, Shan S, et al. High-frequency oscillation for acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013; 368:806–813.

# PŁUCA WYJŚCIOWO NIEUSZKODZONE...



- Sala operacyjna
- OIT –pacjenci wymagający MV leczeni z przyczyn pozapłucnych
- tu również zasady wentylacji oszczędzającej płuca!!!
- „low”  $V_T$ , PEEP ? (optymalna wartość?) manewry rekrutacyjne?
- korzyści -lung protective MV w sali operacyjnej- mniej płucnych powikłań, krótszy pobyt w szpitalu
  - w OIT –mniejsze ryzyko VALI i ARDS
  - mniejsza śmiertelność (Serpa Neto)

CABING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

## Association Between Use of Lung-Protective Ventilation With Lower Tidal Volumes and Clinical Outcomes Among Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Meta-analysis

Serpa Neto, M.D., MSc  
Siqueira Oliveira Cardoso, M.D.  
José Amador Moreira, M.D.  
Victor Galvão Moreira Pereira, M.D.  
Daniel Caspali Espinola, M.D.

**Context** Lung-protective mechanical ventilation with the use of lower tidal volumes has been found to improve outcomes of patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS). It has been suggested that use of lower tidal volumes also benefits patients who do not have ARDS.  
**Objective** To determine whether use of lower tidal volumes is associated with improved outcomes of patients receiving ventilation who do not have ARDS.

## Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function

Paolo Severgnini, M.D.,\* Gabriele Selmo, M.D.,\* Christian Lanza, M.D.,\* Alessandro Chiesa, M.D.,\* Alice Frigario, M.D.,\* Alessandro Bacuzzi, M.D.,\* Gianlorenzo Dionigi, M.D., Ph.D.,† Raffaele Novino, Ph.D.,‡ Cesare Gregoretti, M.D.,|| Marcelo Gama de Abreu, M.D., Ph.D.,# Marcus J. Schultz, M.D., Ph.D.,\*\* Samir Jaber, M.D., Ph.D.,†† Emmanuel Futier, M.D.,‡‡ Maurizio Chiaranda, M.D., Ph.D.,§§ Paolo Pelosi, M.D.,|||

Anesthesiology:  
June 2013 - Volume 118 - Issue 6 - p 1307-1321



The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE

HOME ARTICLES & MULTIMEDIA \* ISSUES \* SPECIALTIES & TOPICS \* FOR AUTHORS \* CME \*

ORIGINAL ARTICLE

## A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery

Emmanuel Futier, M.D., Jean-Michel Constantin, M.D., Ph.D., Catherine Paugam-Burtz, M.D., Ph.D., Julien Pascal, M.D., Mehdi Eziri, M.D., Arthur Neuschwander, M.D., Emmanuel Barret, M.D., Marc Beaulieu, M.D., Ph.D., Christophe Guttin, M.D., Jean-Yves Lehar, M.D., Ph.D., Bernard Allaouchiche, M.D., Ph.D., Daniel Vézina, M.D., Marc Lesne, M.D., Ph.D., Audrey De Jong, M.D., Jean-Elieon Bazin, M.D., Ph.D., Bruno Pereira, Ph.D., and Samir Jaber, M.D., Ph.D. for the MIPROVE Study Group  
N Engl J Med 2013; 368:428-437 | August 1, 2013 | DOI: 10.1056/NEJoa1301082

**Table 1. Characteristics and impact of protective ventilation in surgical patients**

First author, Year [Ref]	No	Design	Patient population	Protective ventilation		Standard ventilation		Main outcome of protective ventilation
				Tidal volume	PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	Tidal volume	PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	
Chaney 2000 [14]	25	RCT	CABG	6 ml/kg	≥ 5	12 ml/kg	≥ 5	Better lung mechanics and less shunt
Wriggs 2004 [16]	62	RCT	Major thoracic or abdominal surgery	6 ml/kg BW	10	12 or 15 ml/kg BW	0	No difference in BAL or plasma cytokines
Konor 2004 [15]	44	RCT	CABG	6 ml/kg	5	10 ml/kg 10 ml/kg	5 0	No difference in plasma cytokines, better oxygenation in PEEP groups
Wriggs 2005 [16]	44	RCT	CABG	6 ml/kg BW	9*	12 ml/kg BW	7*	No difference in BAL and plasma cytokines
Zupancich 2005 [17]	40	RCT	CABG	8 ml/kg	10	10 ml/kg	2-3	Decrease in BAL and plasma cytokines
Cal 2006 [27]	16	RCT	Neurosurgery	6 ml/kg	0	10 ml/kg	0	No difference in amount of atelectasis or gas exchange
DeLemans 2006 [26]	40	RCT	Abdominal surgery	6 ml/kg BW	10	12 ml/kg BW	0	No difference in BAL and plasma of Clara cell protein, advanced glycation end products and surfactant proteins
Wolthuis 2008 [79]	40	RCT	Abdominal surgery	6 ml/kg BW	10	12 ml/kg BW	0	Attenuated the increase in BAL myeloperoxidase
Weingarten 2010 [23]	40	RCT	Abdominal surgery Age > 65 years	6 ml/kg PBW*	12	10 ml/kg PBW	0	Better intraoperative oxygenation, no difference in biomarkers
Fernandez-Burkhardt 2011 [22]	429	Cross-sectional	Abdominal surgery	< 8 ml/kg PBW 8-10 ml/kg PBW	- -	> 10 ml/kg PBW	-	Obesity, female gender or short height risk factors for receiving large V <sub>T</sub>
Sondar 2011 [28]	140	RCT	Cardiac surgery	6 ml/kg PBW	≥ 5*	10 ml/kg PBW	≥ 5*	Less postoperative reintubation and intubated patients at 6-8 hours after surgery
Lalouchie 2012 [21]	3434	Observational	Cardiac surgery	< 10 ml/kg PBW	-	10-12 ml/kg PBW > 12 ml/kg PBW	- -	V <sub>T</sub> ≥ 10 ml/kg independent risk factor for organ failure and prolonged ICU stay
Treschan 2012 [23]	101	RCT	Upper abdominal surgery	6 ml/kg PBW	5	12 ml/kg PBW	5	Did not improve lung function
Severgnini 2013 [24]	56	RCT	Open abdominal surgery	7 ml/kg BW*	10	0 ml/kg BW	0	Better pulmonary function test and mCPS score, fewer chest X-ray findings
Fulmer 2013 [25]	400	RCT	Major abdominal surgery	6-8 ml/kg PBW*	6-8	10-12 ml/kg PBW	0	Less postoperative pulmonary and extra pulmonary complications

No: number of patients; CABG: coronary artery bypass surgery; BAL: bronchoalveolar lavage; BW: ideal body weight; PBW: predicted body weight; RCT: randomized control trial; ICU: intensive care unit; MV: mechanical ventilation; V<sub>T</sub>: tidal volume; mCPS: modified Clinical Pulmonary Infection Score.

\*Level of PEEP set according to the sliding scale based on PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ladder.

\*\*With recruitment maneuvers.



# JAKA JEST RZECZYWISTOŚĆ???



Andrés Esteban, Fernando Frutos-Vivar, Alfonso Muriel, Niall D. Ferguson, Oscar Peñuelas, Victor Abraira, Konstantinos Raymondos, Fernando Rios, Nicolas Nin, Carlos Apezteguia, Damian A. Viofi, Arnaud W. Thille, Laurent Brochard, Marco González, Asisclo J. Villagomez, Javier Hurtado, Andrew R. Davies, Bin Du, Salvatore M. Maggiore, Paolo Pelosi, Luis Soto, Vinko Tomicic, Gabriel D'Empaire, Dimitrios Matamis, Fekri Abroug, Rui P. Moreno, Marco Antonio Soares, Yaseen Arabi, Freddy Sandi, Manuel Jibaja, Pravin Amin, Younsuck Koh, Michael A. Kuiper, Hans-Henrik Bülow, Amine Ali Zeggwagh, and Antonio Anzueto "Evolution of Mortality over Time in Patients Receiving Mechanical Ventilation", American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Vol. 188, No. 2 (2013), pp. 220-230.

doi: [10.1164/rccm.201212-2169OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201212-2169OC)

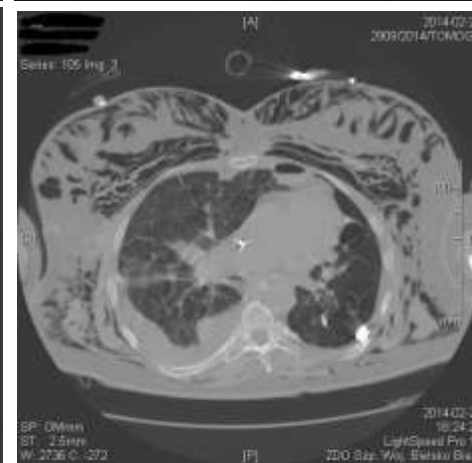
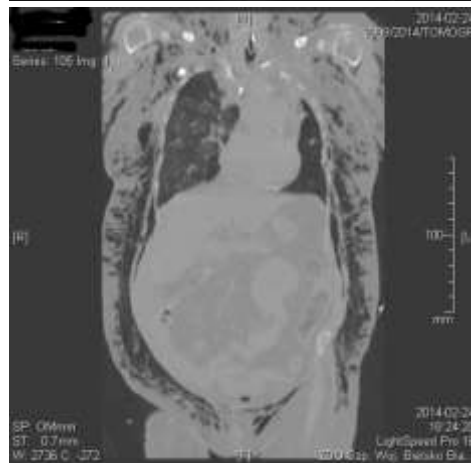
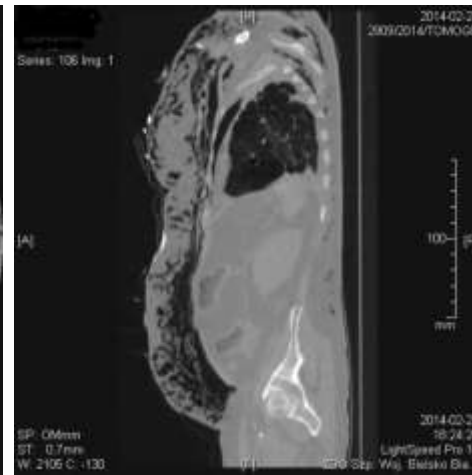
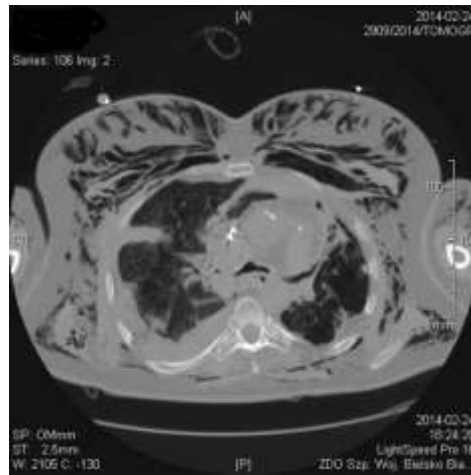
## Evolution of Mortality over Time in Patients Receiving Mechanical Ventilation

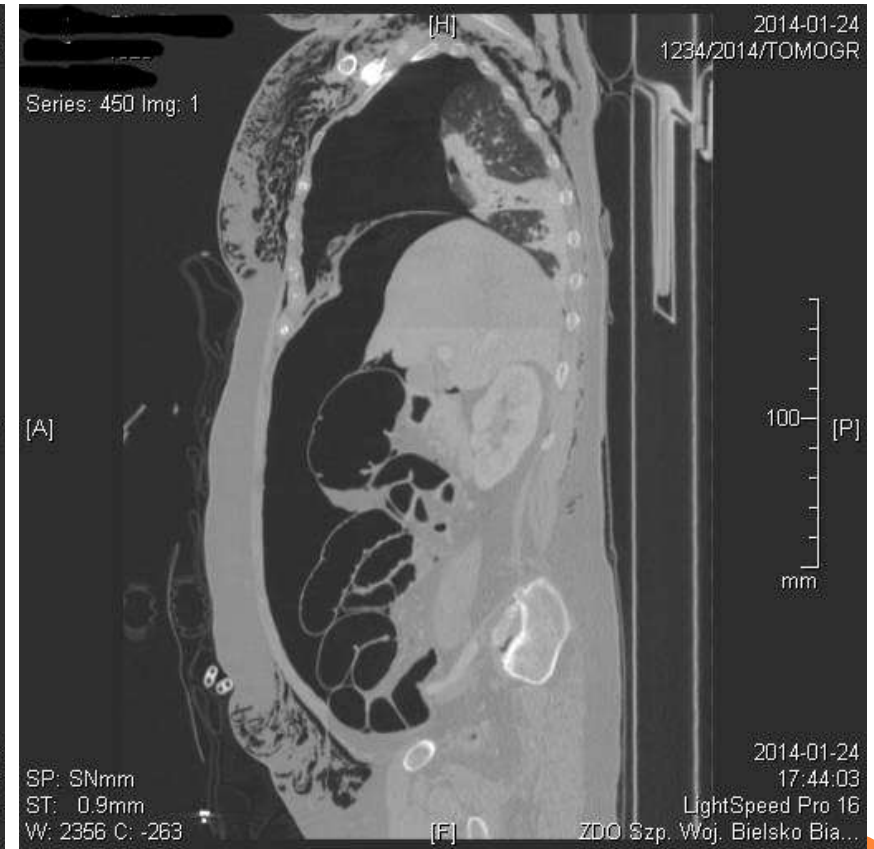
Dane z prospektywnych kohortowych badań

przeprowadzonych w 1998, 2004 i 2010  
n=18302

Odnotowano zmniejszenie  $V_T$  z 8.8  
(wartości średnie) ml/ kg ABW w 1998 do  
6.9 ml/kg w 2010

PEEP odpowiednio 4.2 cmH<sub>2</sub>O do 7.0  
cmH<sub>2</sub>O







Dziękuję za uwagę...