

Nejčastější chyby....

...při nastavování režimů umělé plicní ventilace

Pavel Dostál

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
Universita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové
Fakultní nemocnice Hradec Králové



Témata

- Volba ventilačního režimu
- Nastavení ventilačního režimu
- Hodnocení rizikovosti a limitů UPV



Ventilační režim

- Specifické preference pracoviště
 - Tradice
 - Technické vybavení
- Stačí 1 režim podporované ventilace a 1 režim řízené ventilace nebo 1 univerzální režim (ASV, BIPAP) umožňující plynulý přechod
- Je vhodné znát „neautomatizovaný“ režim
- O klinickém výsledku nerozhoduje volba režimu, ale způsob jeho použití



Rozdílné inspirační tlaky nebo inspirační časy u podporovaných a zástupových dechů

Příliš dlouhá doba inspiřia zástupových dechů



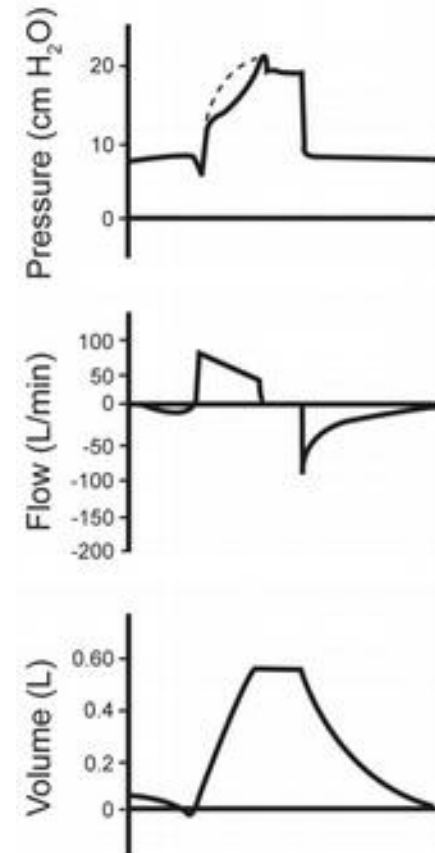
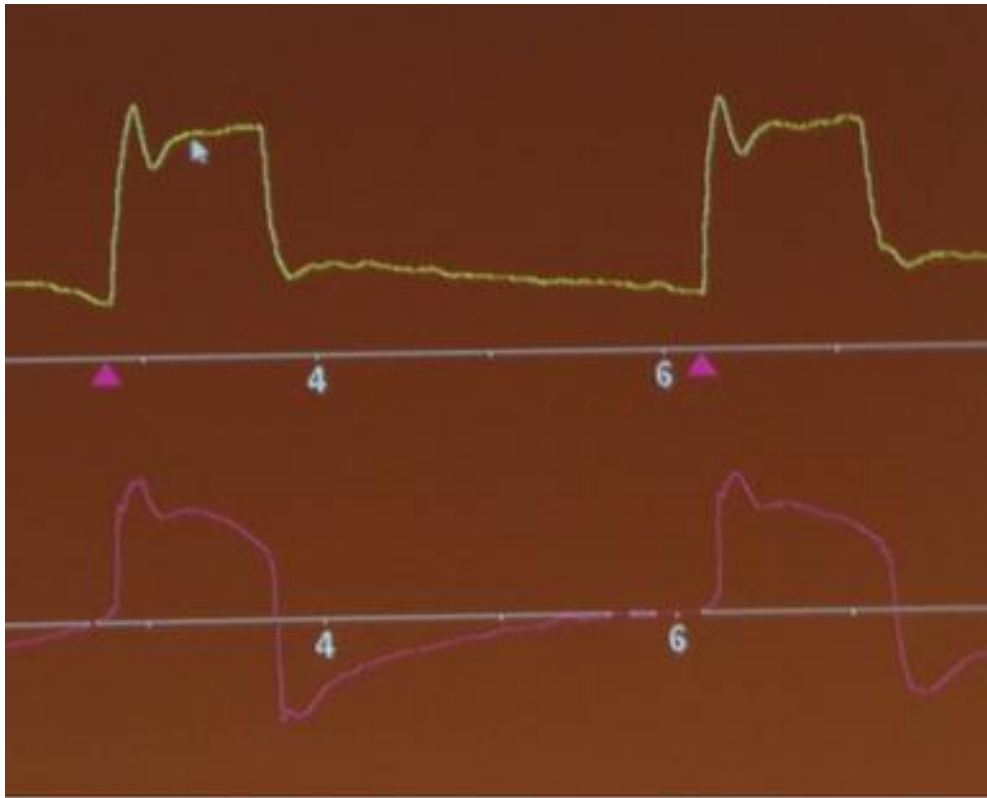
Zpomalování dechové frekvence zástupovými dechy s nesprávnou dobou nádechu



Nedostatečný stupeň podpory při snaze o limitaci velikosti dechového objemu



Nedostatečný/nadměrný inspirační průtok



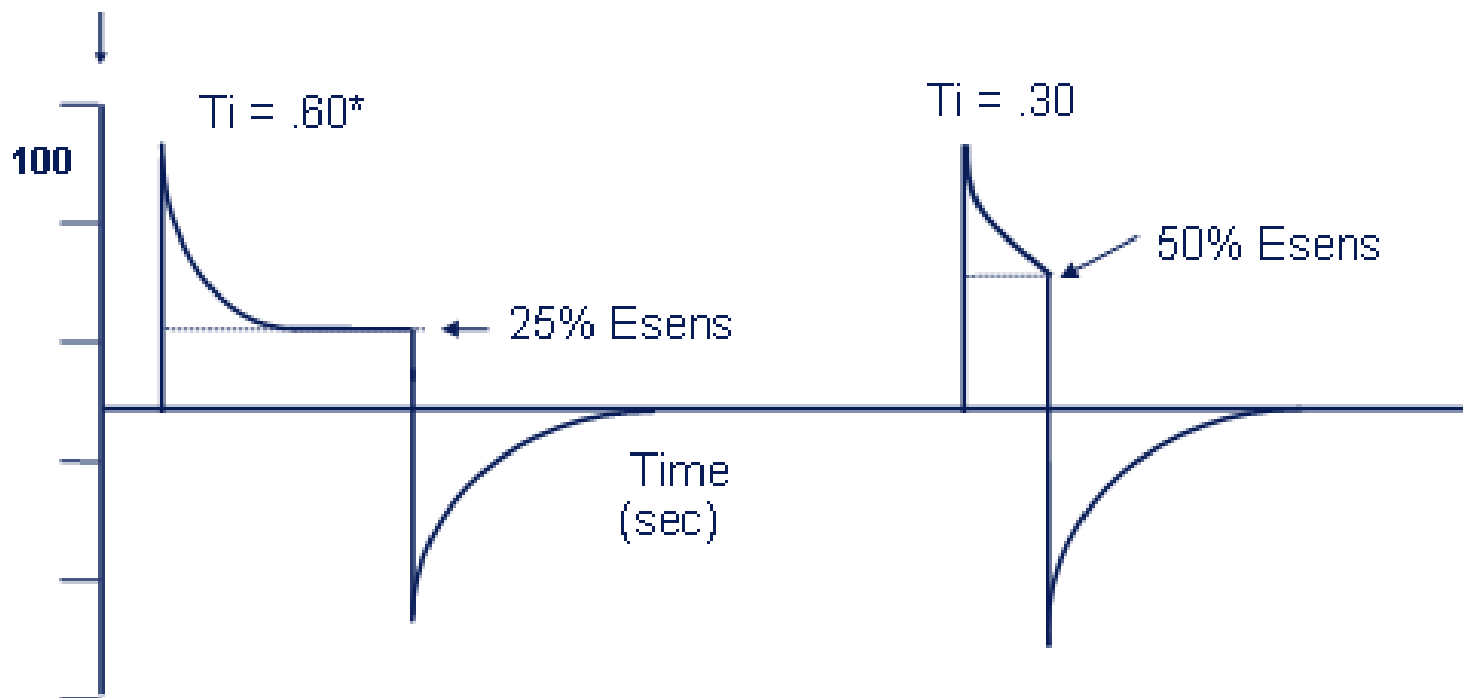
[Respir Care 2011;56(1):73–81.

Nastavení cyklování při PSV

Medscape®

www.medscape.com

Peak Flow



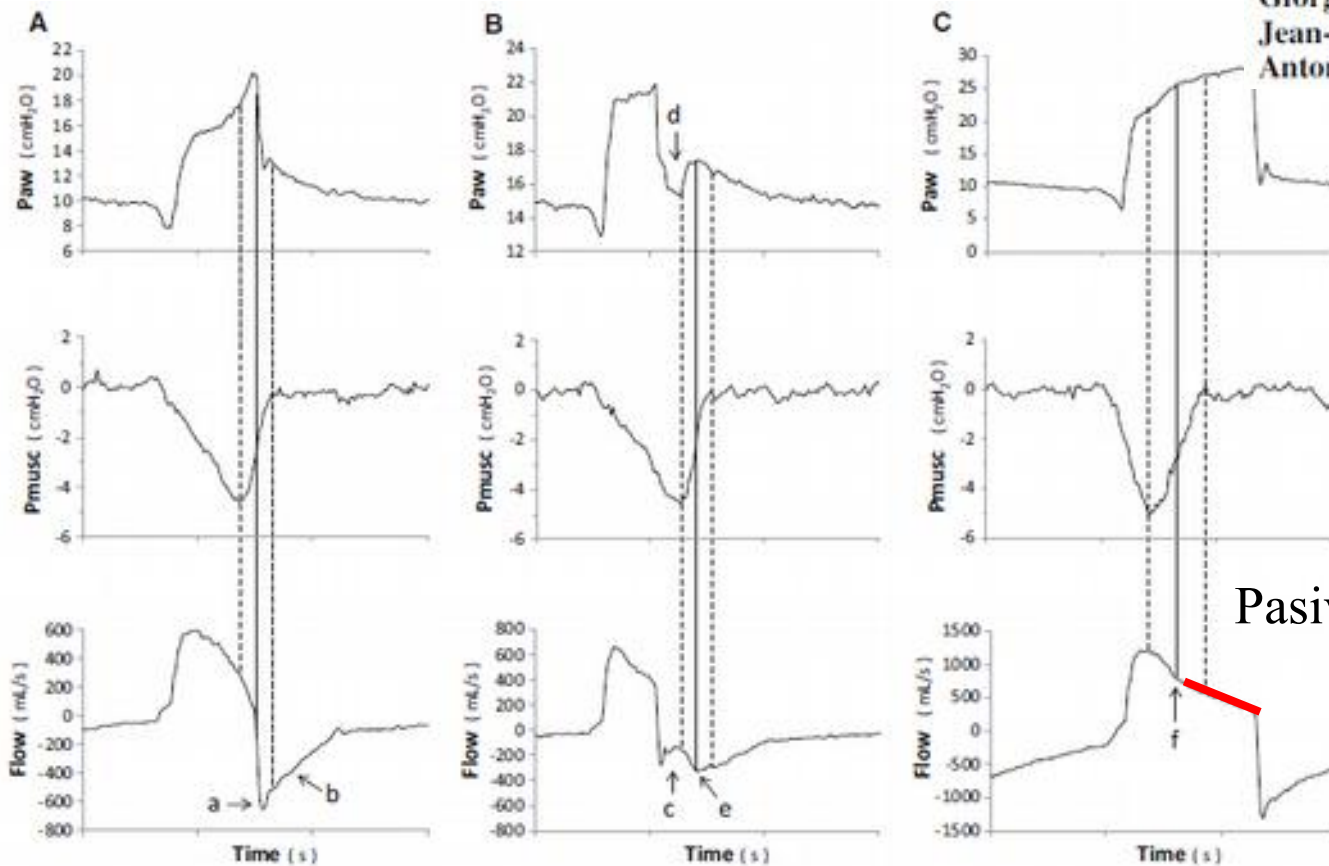
* T_i values used for descriptive purposes only.



Nesprávné nastavení cyklování při podporované ventilaci

Intensive Care Med (2016) 42:914–915
DOI 10.1007/s00134-015-4174-6

Francesco Mojoli
Giorgio Antonio Iotti
Jean-Michel Arnal
Antonio Braschi



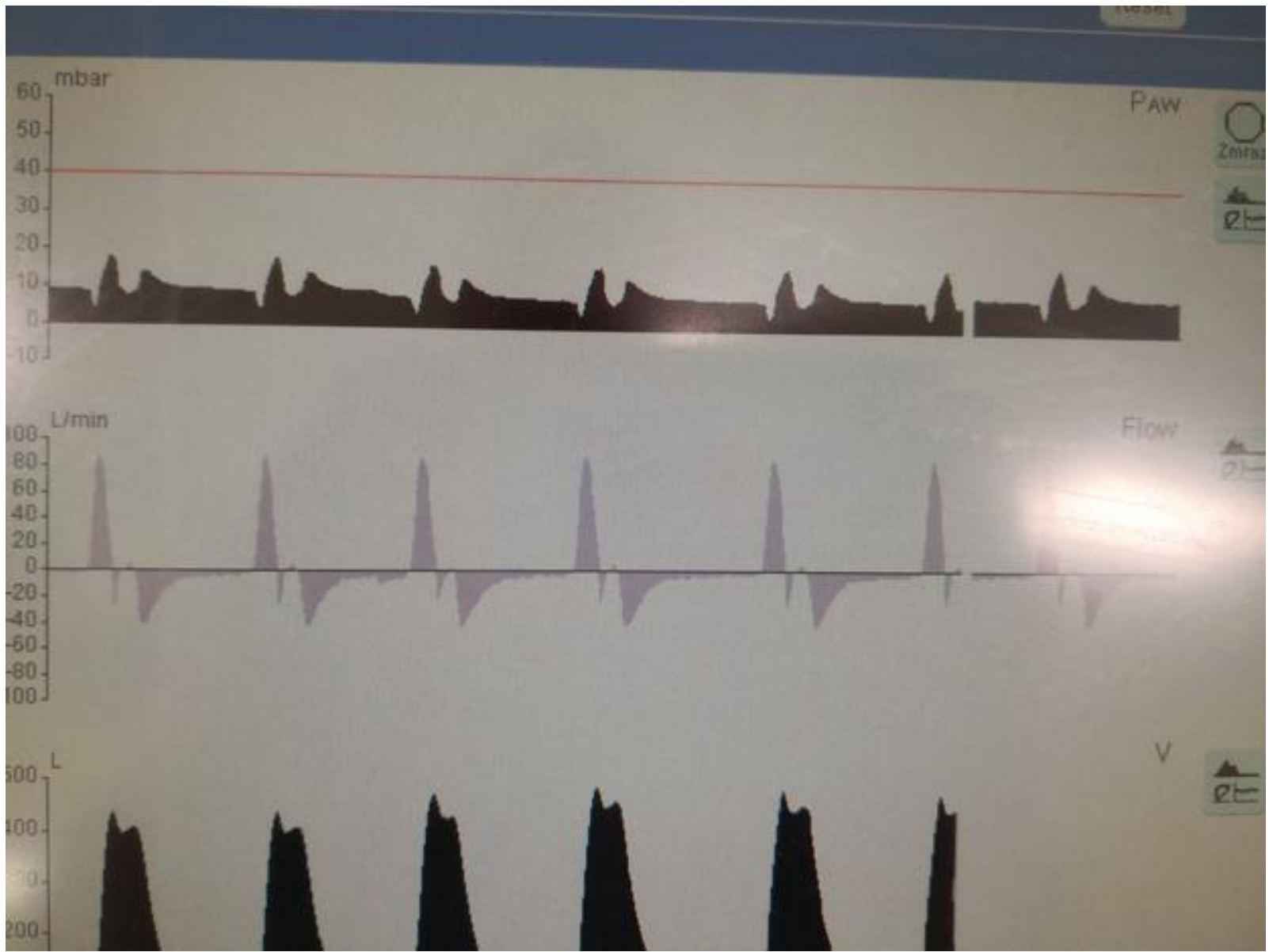
Rychlý pokles
přechází v
exp. peak a
exponenciální
průběhu

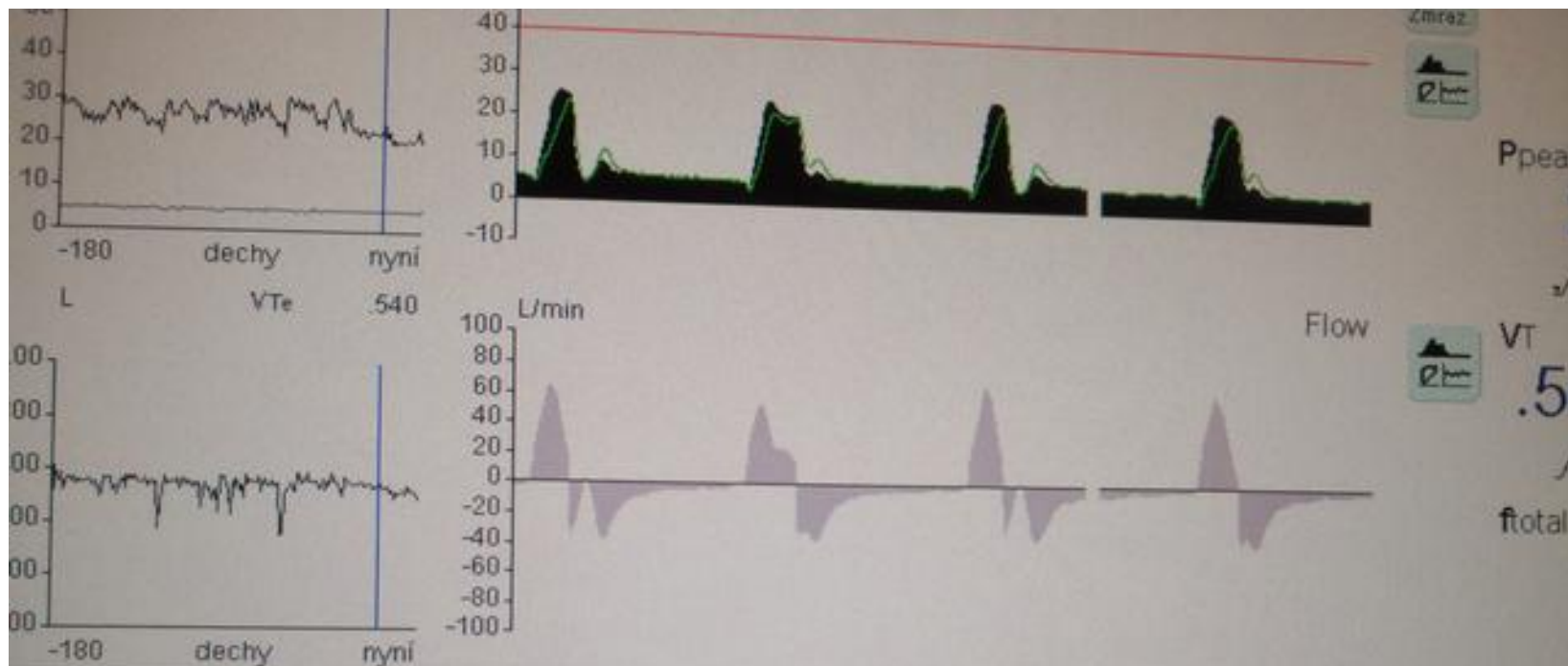
OK

Předčasné cyklování

Opožděné cykl.







Ppeak
VT
.5
total

Nastavení ventilátoru

IMV | IPPV | BIPAP | **CPAP/ASB** | BIPAPAssist | více

Přehled | ATC... | Ventilace apnoe... | **Trigger / Ukončení**

Flowtrigger | Ukončení inspirace

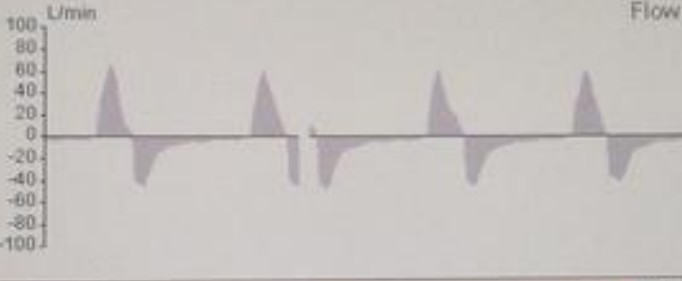
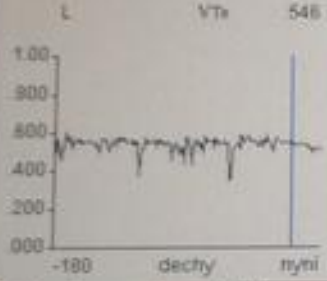
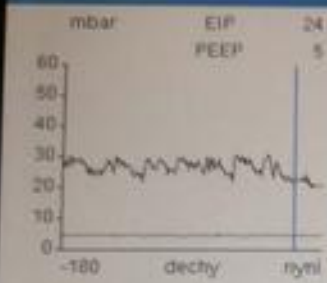
1.0 | 25

Základní nastavení
Další nastavení

MV
8.
R
12



CPAP
ASB
7.5



obj% 41
Ppeak 26
Pmean 9
VT .523
VTe .524
ftotal 16
fspn 16
FiO2
Date
Speciální postupy
Oz odsávání
PEEP
Low Flow PV-Loop
Nebulizátor

Nastavení ventilátoru

- SIMV
- IPPV
- BiPAP
- CPAP/ASB**
- BIPAPAssist
- více

- Přehled
- ATC
- Ventilace apnoe
- Trigger / Ukončení
- Základní nastavení
- Další nastavení

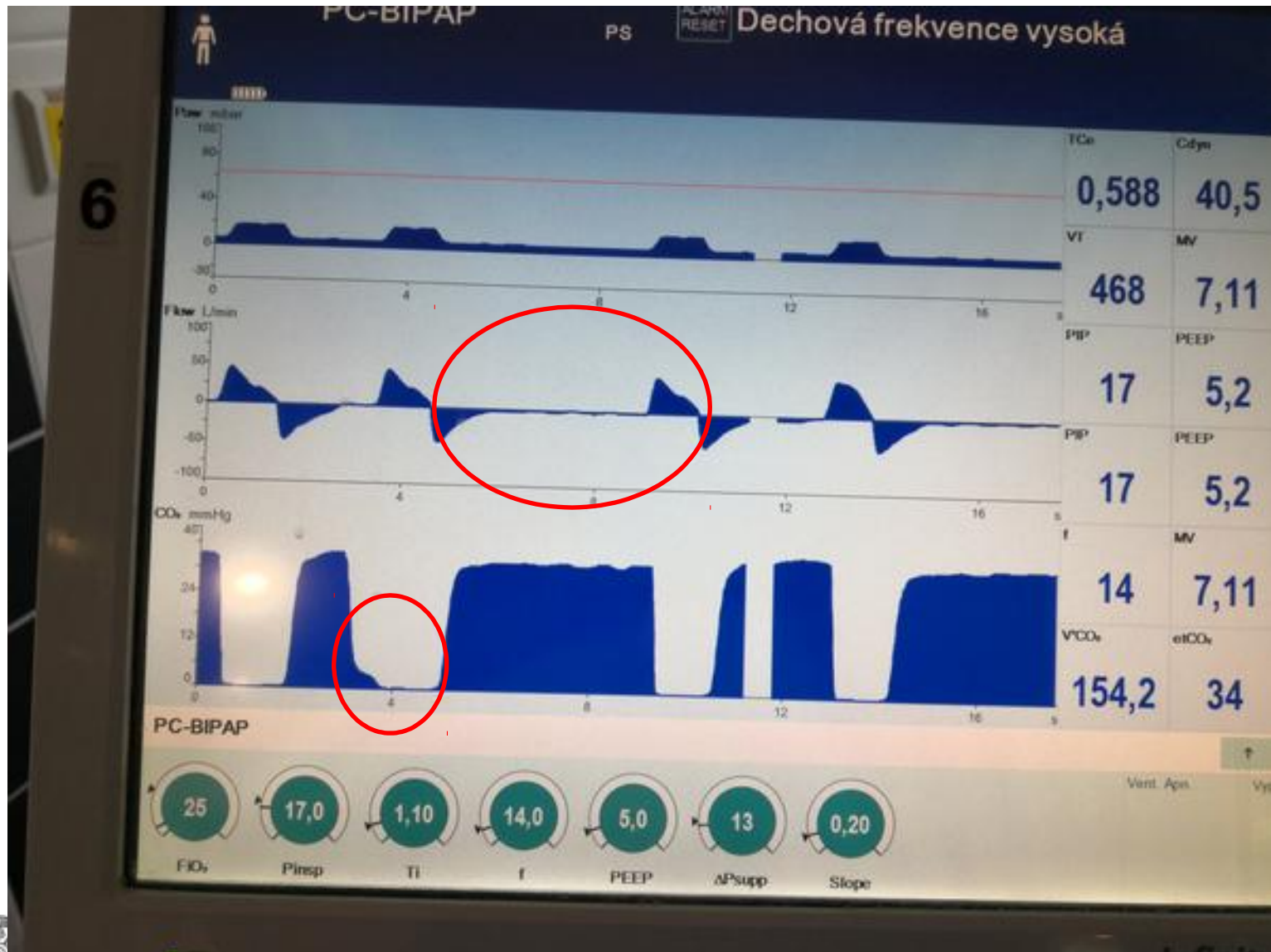
Flowtrigger 1.0 Trigger

Ukončení inspirace 5 Ukonč. insp. PIF

MV 8.07
MVspn 8.07
R 11.2
etCO2 48
Den / Noc

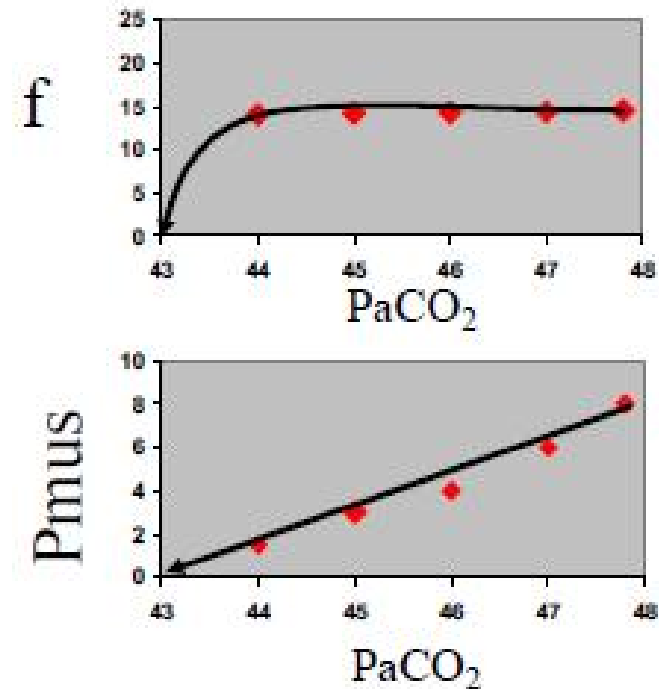


Nadměrný stupeň ventilační podpory



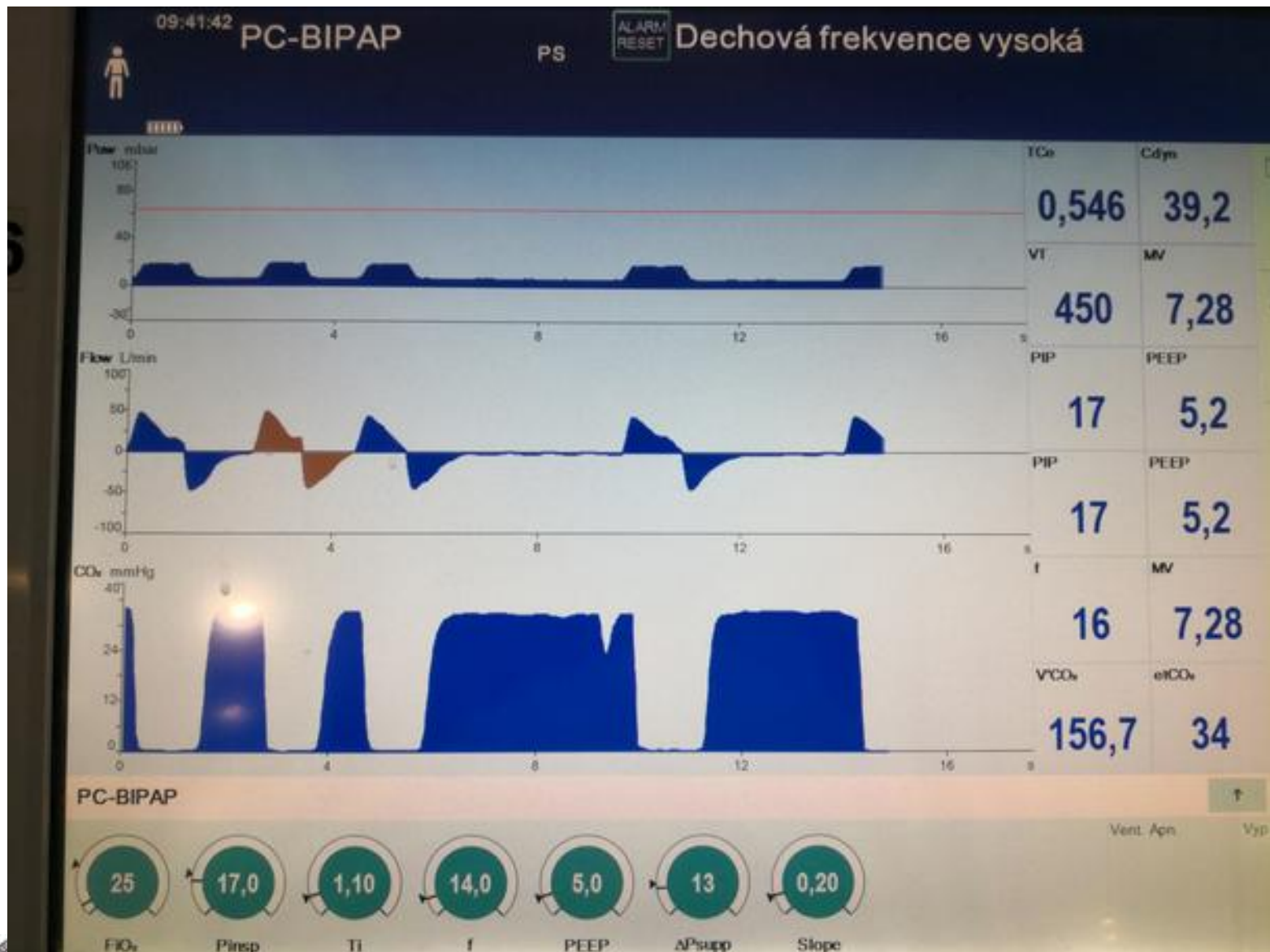
Periodické dýchání a apnoické pauzy

- Za normálních okolností klesá při poklesu CO_2 dechové úsilí, nikoliv dechová frekvence
- Při ventilační podpoře může být PaCO_2 sníženo pod apnoický práh

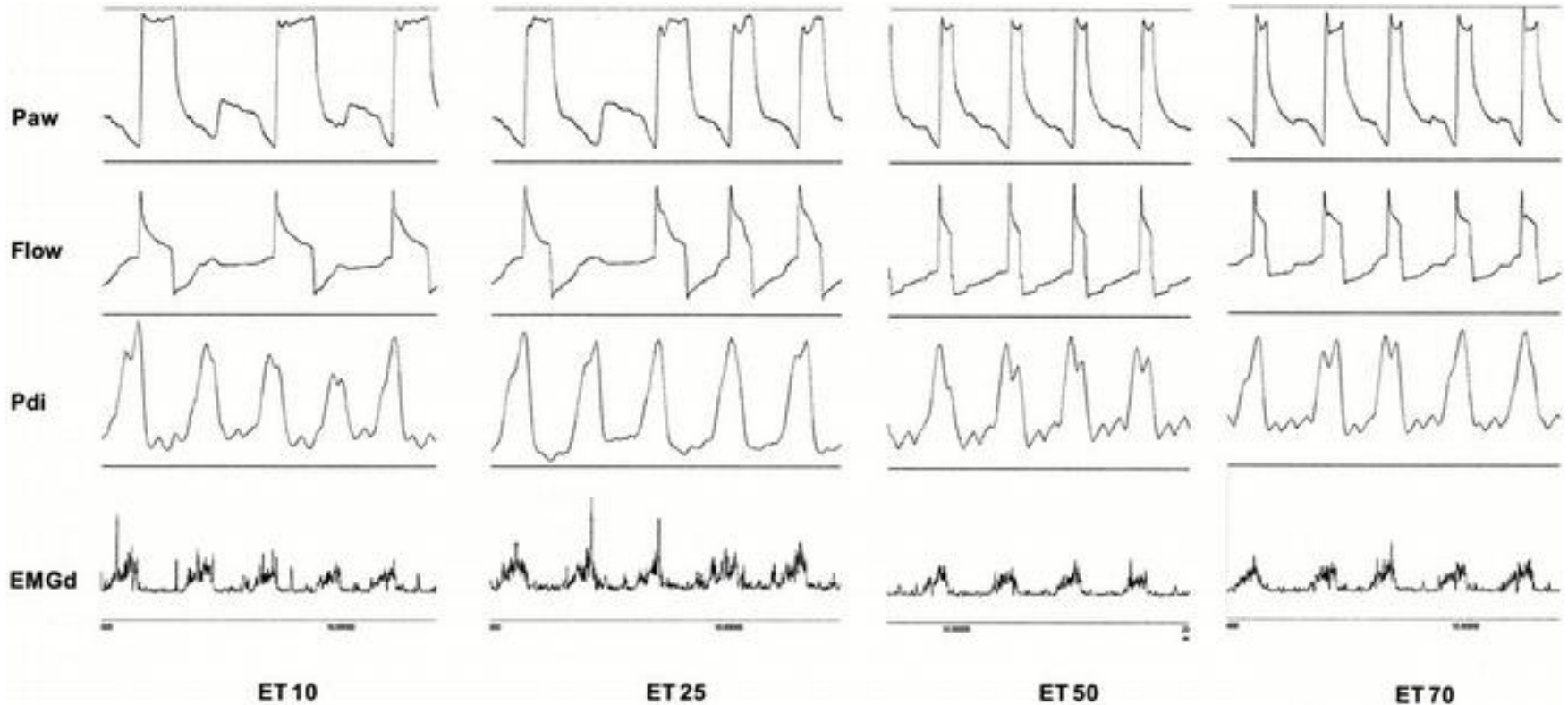


Meza et al. J Appl Physiol 1998;84:3-12
Xirouchaki et al. Eur Respir J 1999;14:508-516

Nerozpoznaná dyssynchronie



Neúčinné triggerování

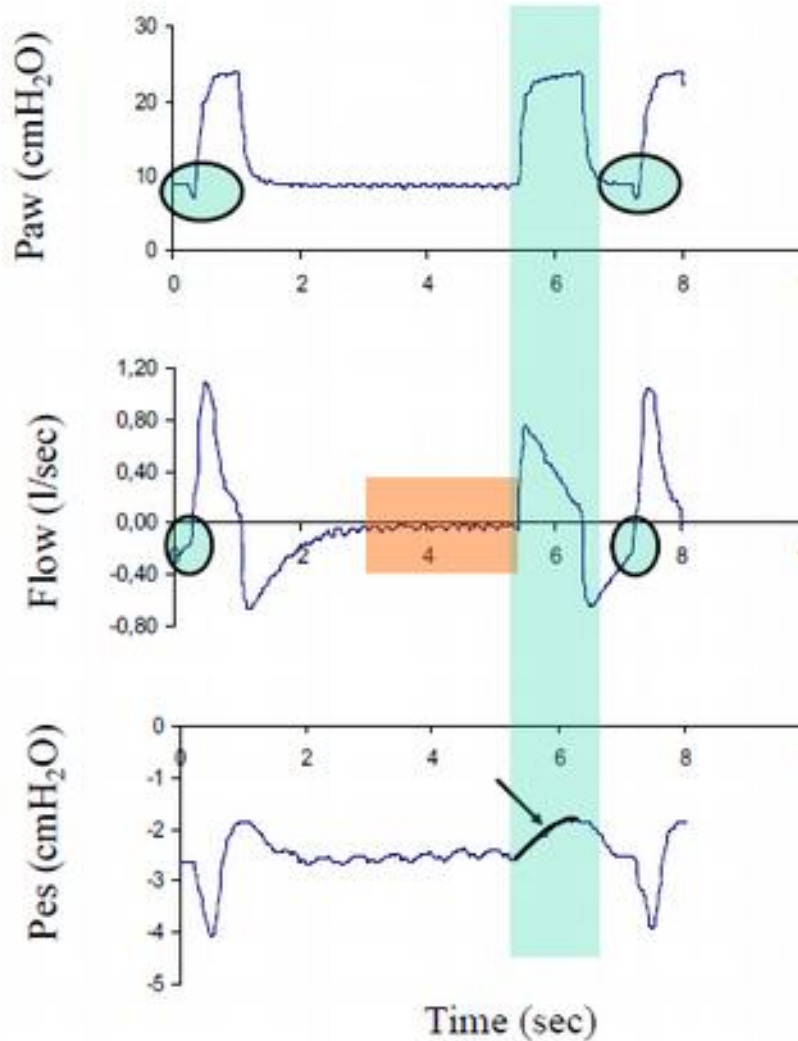


Am J Respir Crit Care Med Vol 172. pp 1283–1289, 2005

1. Snížení úrovně podpory (snížení dechového objemu)
2. Zkrácení doby nádechu (vyšší hodnota exsp. senzitivity)
3. Manipulace s PEEP a citlivostí triggeru



Autotriggerování



Rizikové skupiny:

- Nízký drive a DF
- Velký tepový objem
- Krátká T_{Ce}
- Leak v okruhu

Imanaka et al. Crit Care Med. 2000;28:402

Prinianakis et al. Intensive Care Med

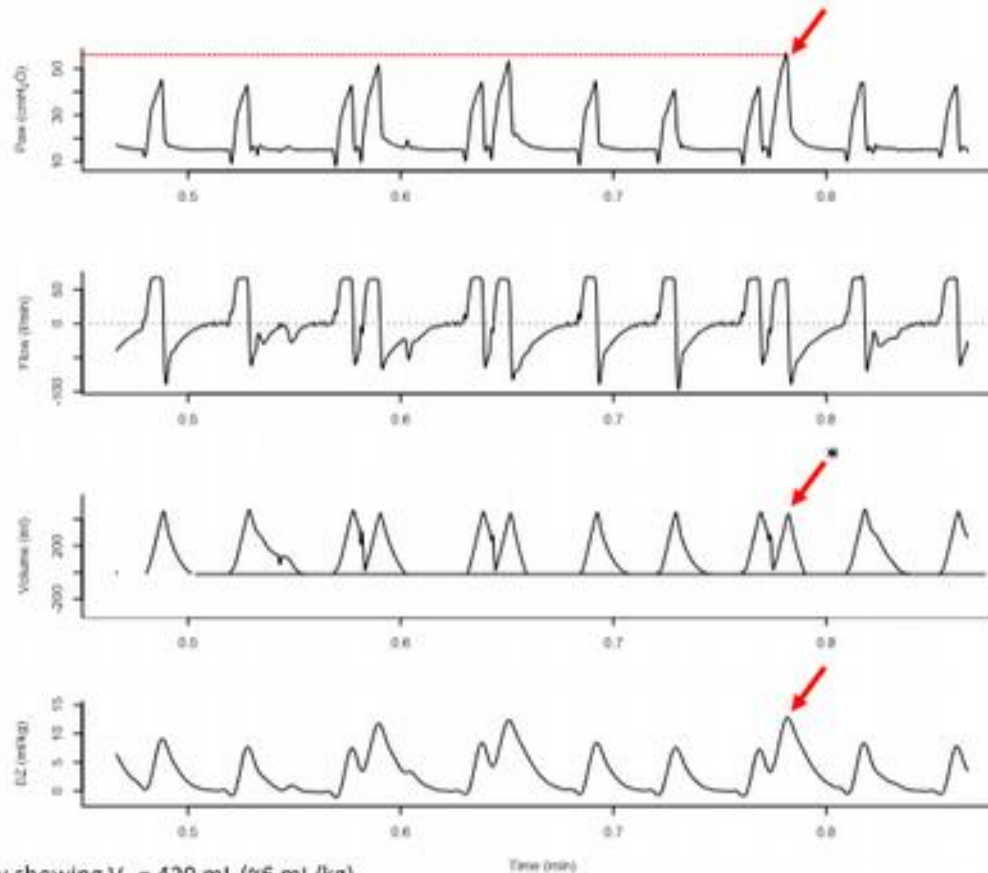
2003;29:1950

Carteaux et al. Chest. 2012;142(2):367-376

Tolerance dvojité triggerování nebo reverzního triggerování

Patient enrolled: set $V_T = 6 \text{ mL/kg}$ – High PEEP ($\sim 16 \text{ cmH}_2\text{O}$)

Breath stacked breaths : $V_T = 10\text{-}12 \text{ mL/kg}$ and $P_{\text{PLAT}} = 45 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Peak $\sim 55 \text{ cmH}_2\text{O}$)



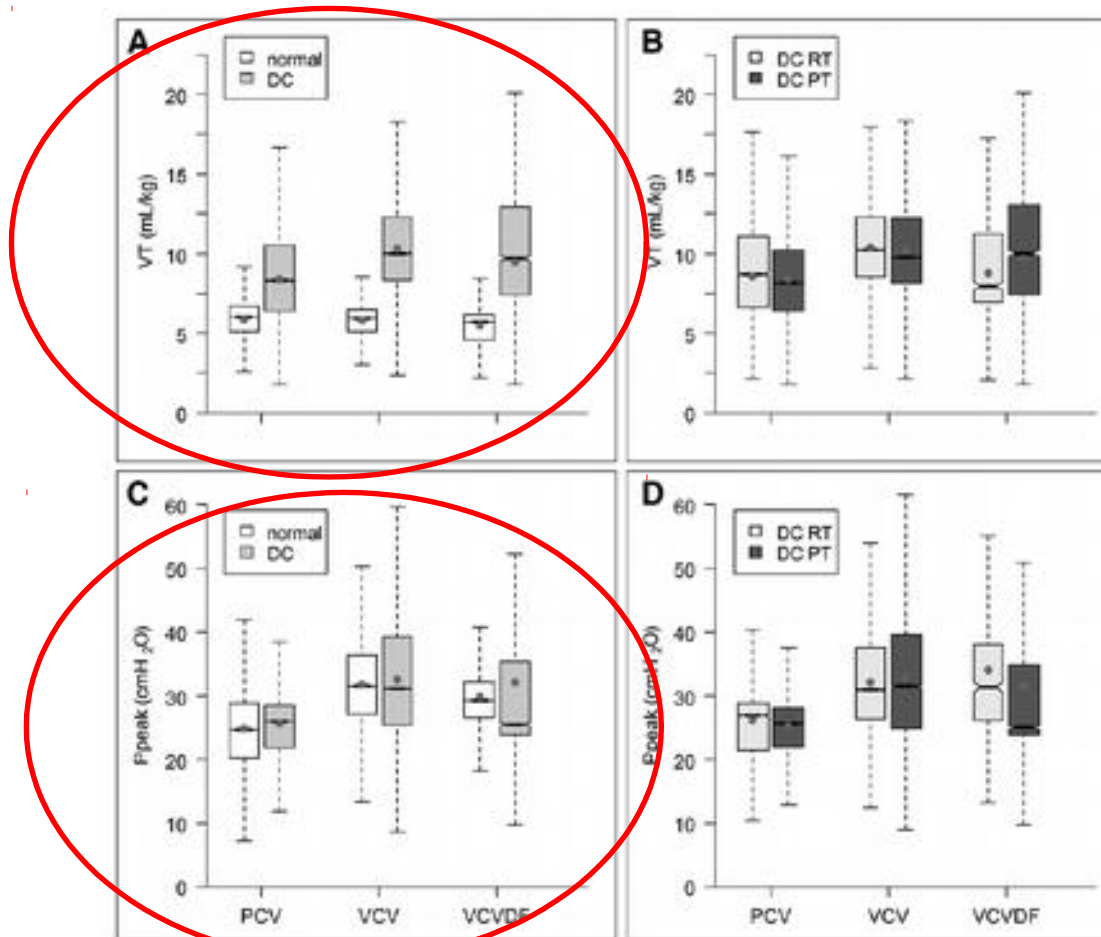
*: Ventilator display showing $V_T = 420 \text{ mL}$ ($\sim 6 \text{ mL/kg}$)

https://criticalcarecanada.com/presentations/2017/lung_recruitment_in_ards_the_art_trial.pdf



Double Cycling During Mechanical Ventilation: Frequency, Mechanisms, and Physiologic Implications*

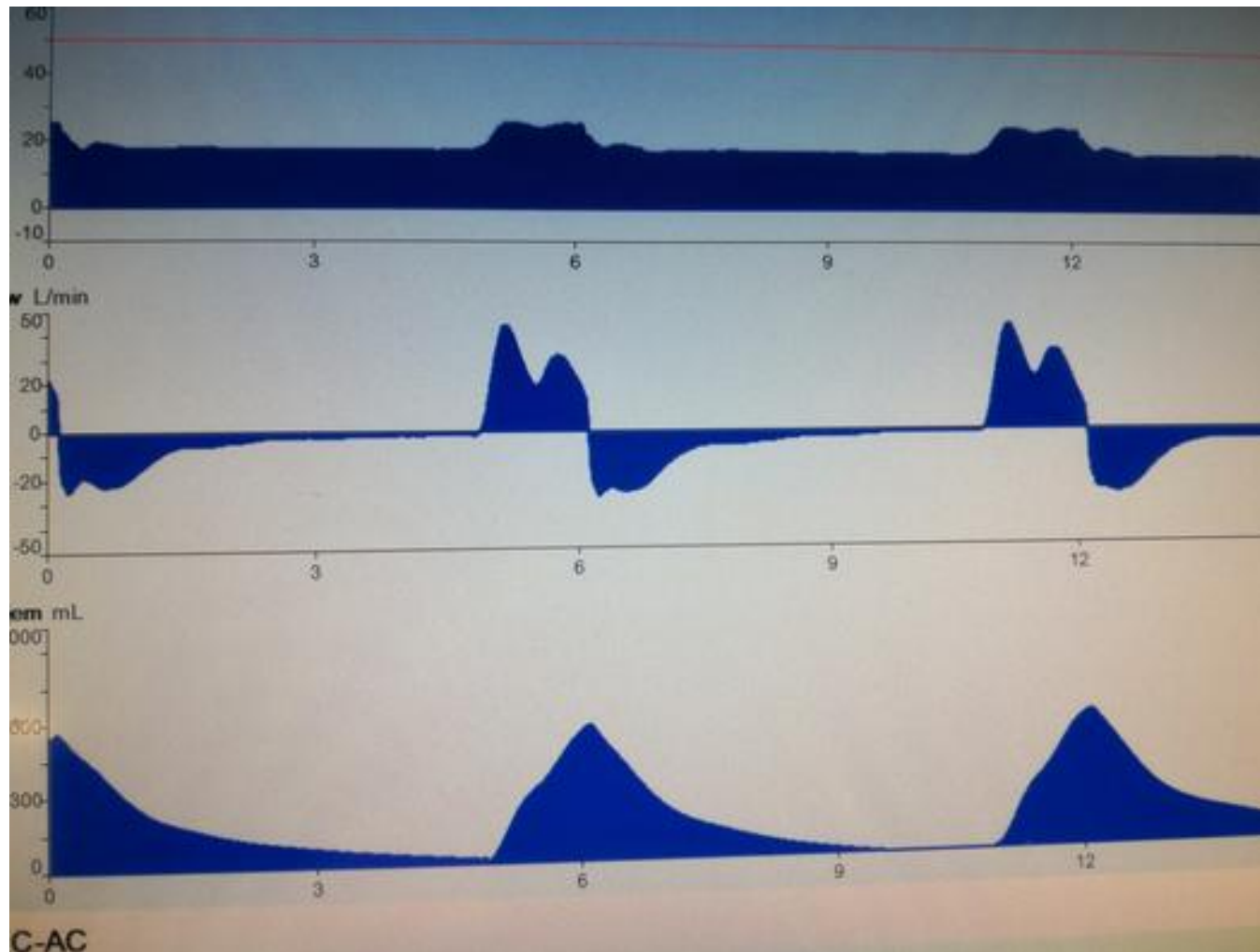
Candelaria de Haro, MD^{1,2}; Josefina López-Aguilar, PhD^{1,2}; Radys Magram, PhD^{1,2};
Jaime Montaña, MScEng³; Sol Fernández-González, PhD^{1,2}; Marc Turon, PhD^{1,2}; Gemma Gomà, BScN⁴;
Encarna Chacón, BScN⁴; Guillermo M. Albaiceta, MD, PhD^{1,2,4}; Rafael Fernández, MD, PhD^{1,2};
Carles Subirà, MD⁵; Umberto Lucangelo, MD, PhD⁶; Gastón Murias, MD⁷; Montserrat Rué, PhD^{8,9};
Robert M. Kacmarek, RTT, PhD¹⁰; Lluís Blanch, MD, PhD^{1,2}; for the Asynchronies in the Intensive
Care Unit (ASYNICU) Group



DOI: 10.1097/CCM.0000000000003256



Reverzní triggerování



Dvojité triggerování a reverzní triggerování

Dvojité triggerování

- U nemocných s vysokým respiračním drive a nízkou poddajností
- Prodloužení dechu
- Navýšení sedace
- Zvětšení dechového objemu

- Svalová relaxace

Reverzní triggerování

- Nadměrná sedace, minimální spontánní dechová aktivita
- Reflexní synchronizace dechu s pohybem hrudní stěny
- Snížení sedace (opioidy)

- Svalová relaxace



Nezohlednění instrumentálního mrtvého prostoru

Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

L. Gattinoni^{1*}, T. Tonetti¹, M. Cressoni², P. Cadringer³, P. Herrmann¹, O. Moerer¹, A. Protti³, M. Gotti²,
C. Chiurazzi², E. Carlesso², D. Chiumello⁴ and M. Quintel¹

$$\text{Power}_{rs} = RR \cdot \left\{ \Delta V^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot EL_{rs} + RR \cdot \frac{(1 + I:E)}{60 \cdot I:E} \cdot R_{aw} \right] + \Delta V \cdot PEEP \right\},$$

RR – dechová frekvence

EL_{rs} – elastance resp. systému

R_{aw} – resistance resp. systému

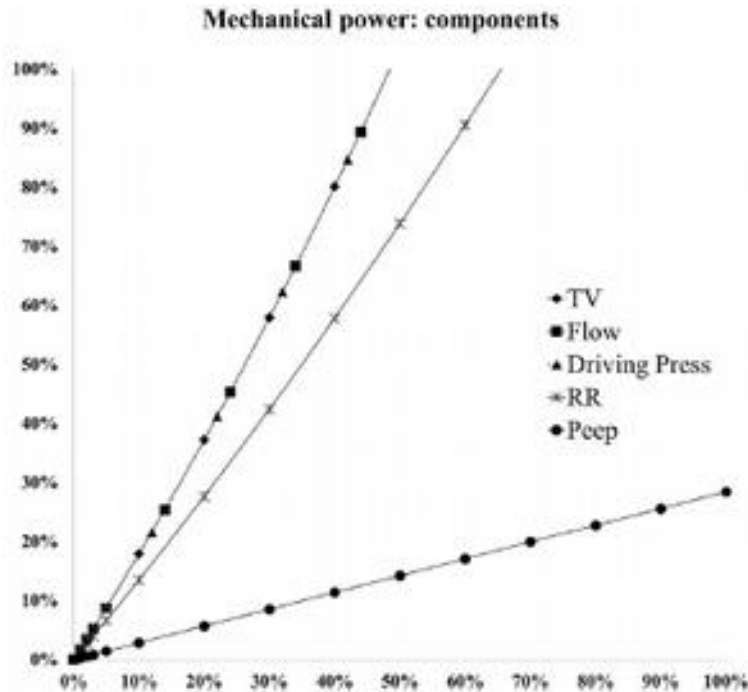
ΔV – dechový objem

I:E – poměr inspiria a expira

PEEP – endexpirační tlak

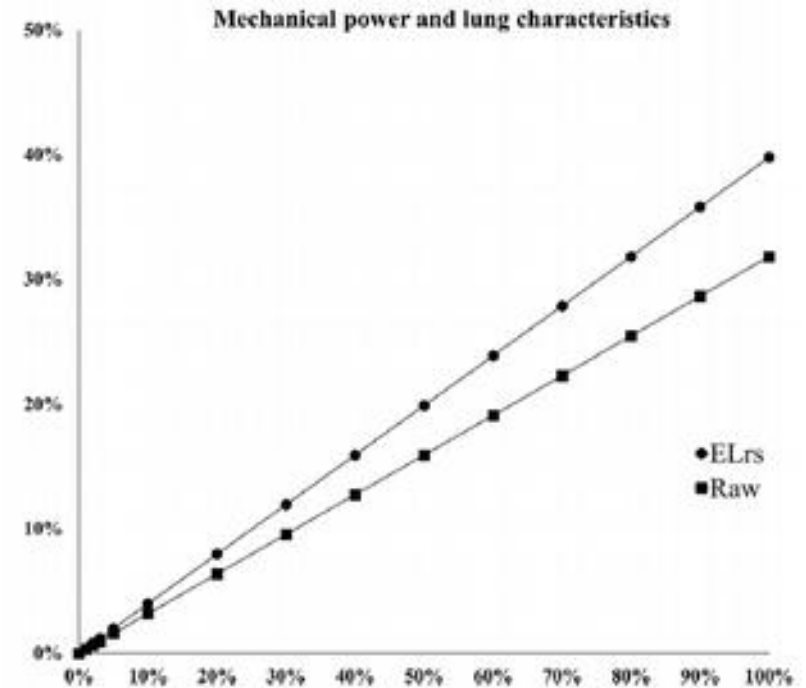


Význam jednotlivých faktorů



Nastavení ventilátoru

- Nejvýznamnější TV, flow, driving pressure
- Méně dechová frekvence
- Nejméně PEEP



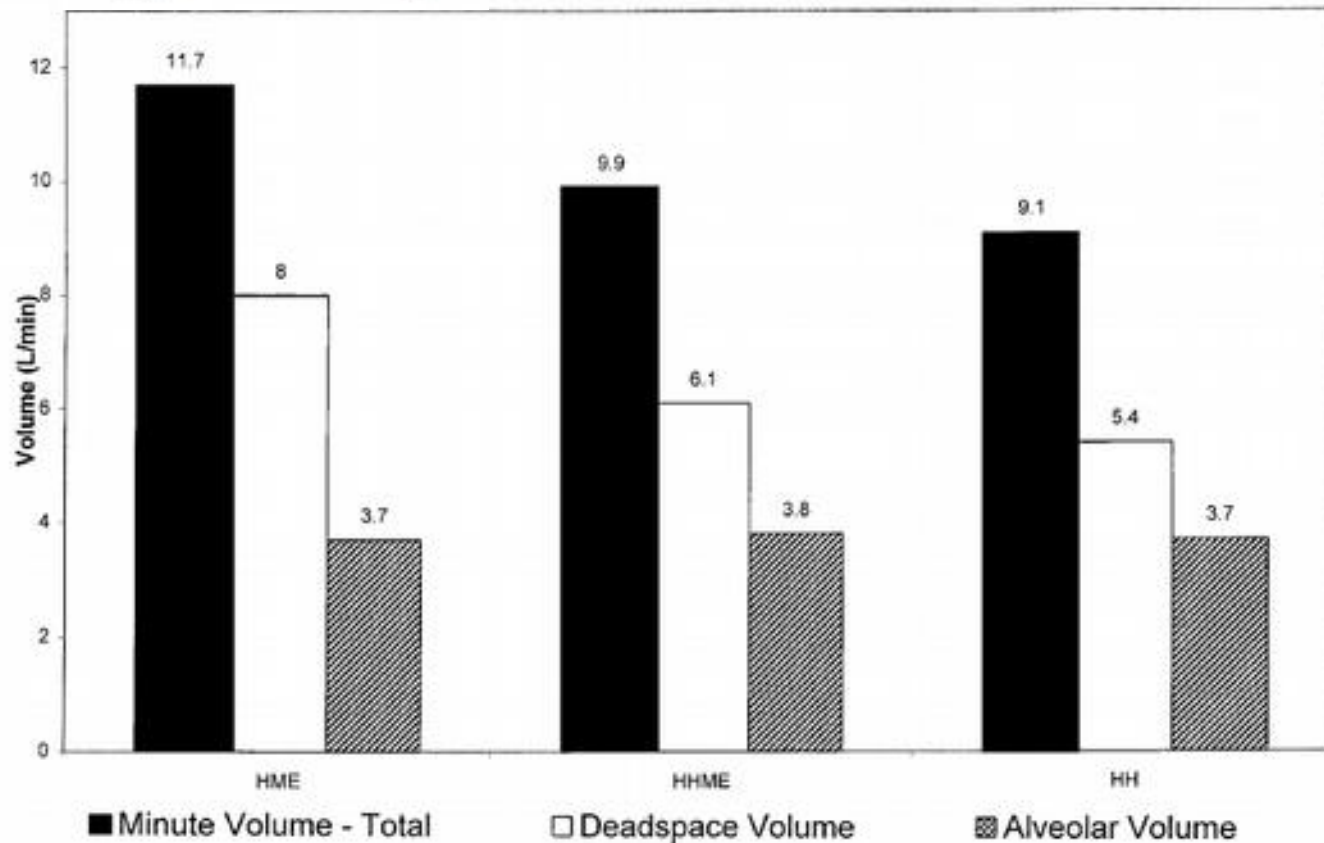
Plicní patologie

- Více důležitá elastance
- Méně významná rezistance

The Effects of Passive Humidifier Dead Space on Respiratory Variables in Paralyzed and Spontaneously Breathing Patients

Robert S Campbell RRT FAARC, Kenneth Davis Jr MD, Jay A Johannigman MD, and Richard D Branson RRT

Device	Resistance (cm H ₂ O/L/s)	Dead Space (mL)
Heated humidifier	0.47	N/A
HHME	1.5	28
HME	1.6	90



[Respir Care 2000;45(3):306-312]



The Effects of Passive Humidifier Dead Space on Respiratory Variables in Paralyzed and Spontaneously Breathing Patients

Robert S Campbell RRT FAARC, Kenneth Davis Jr MD, Jay A Johannigman MD, and Richard D Branson RRT

Variable	HH	HHME	HME
Frequency (breaths/min)	11.7 ± 3.1	11.7 ± 3.1	11.7 ± 3.1
Tidal volume (mL)	794 ± 321	801 ± 322	791 ± 312
Minute volume (L/min)	9.3 ± 3.1	9.4 ± 3.2	9.3 ± 3.1
PIP (cm H ₂ O)	32.6 ± 7.4	32.6 ± 7.0	32.9 ± 7.1
P _{aO₂} (mm Hg)	104 ± 36	104 ± 31	96 ± 34
P _{aCO₂} (mm Hg)	43.2 ± 8.5	43.9 ± 8.7	46.8 ± 11.1*
V _{O₂} (mL/min)	308 ± 87	310 ± 87	312 ± 83
V̇ _{CO₂} (mL/min)	257 ± 60	254 ± 58	237 ± 57
V̇ _E /V̇ _{O₂} (L/L V _{O₂})	30.2 ± 7.6	30.3 ± 7.9	29.8 ± 8.3
V̇ _E /V̇ _{CO₂} (L/L V _{CO₂})	36.2 ± 7.1	37.0 ± 6.9	39.2 ± 7.6
V _D /V _T (%)	54 ± 12	56 ± 10	59 ± 11†
PEEP	0.8 ± 0.4	1.0 ± 0.7	1.1 ± 0.5



UPV u KPR

- PEEP 0 - 2 cmH₂O
- DF 10/min
- VCV, TV 8 ml/kg (500 ml), konst. flow
- **Trigger – ex, nejnižší citlivost (riziko triggerování při kompresích)**
- **Alarm insp. tlaku – maximální (100 cm H₂O)**
- FiO₂ – iniciálně 1,0, poté s cílem SpO₂ 95%
- Kapnometrie obligatorně (zjištění ROSC)

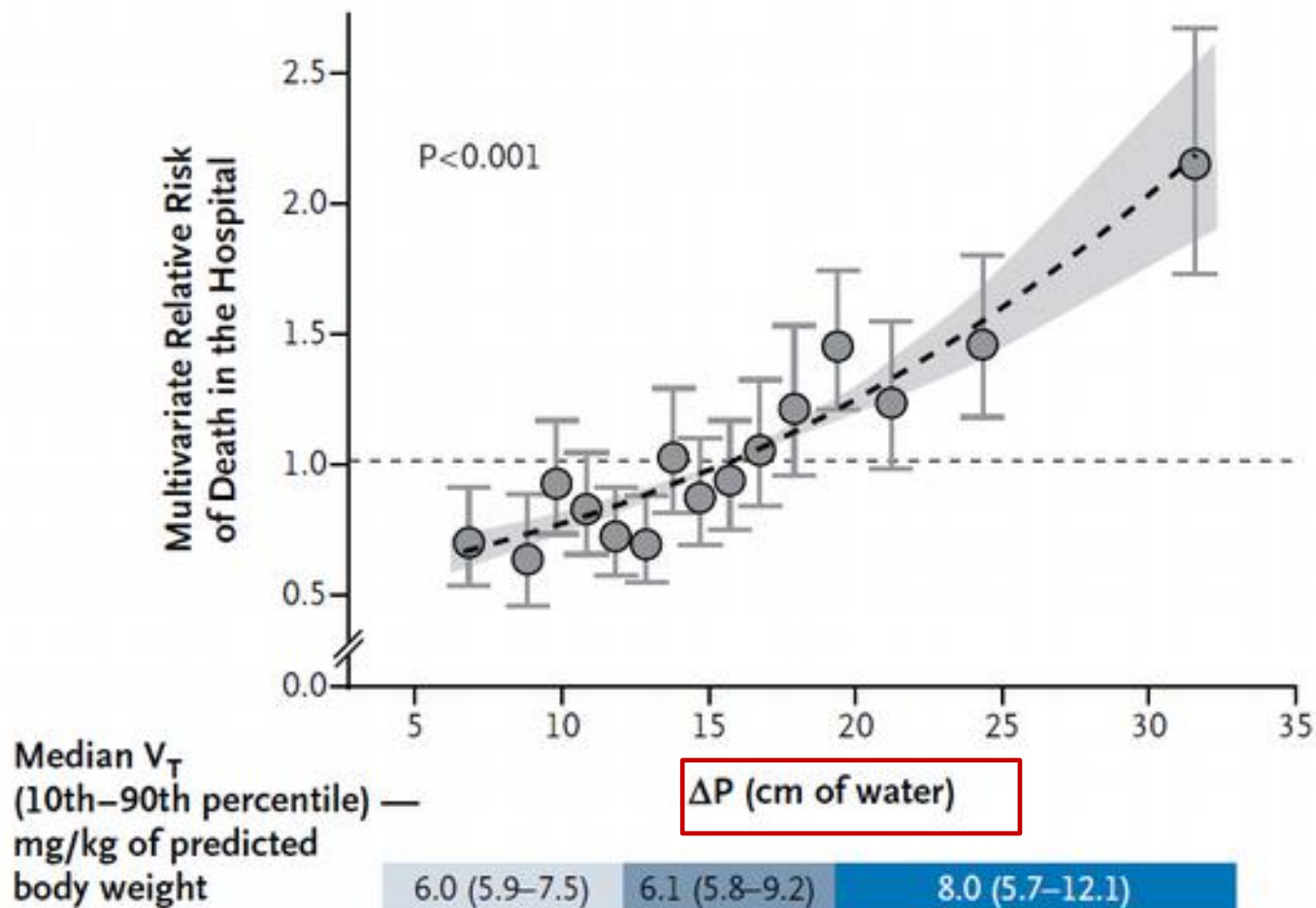


Zhodnocení rizikovosti UPV



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.,



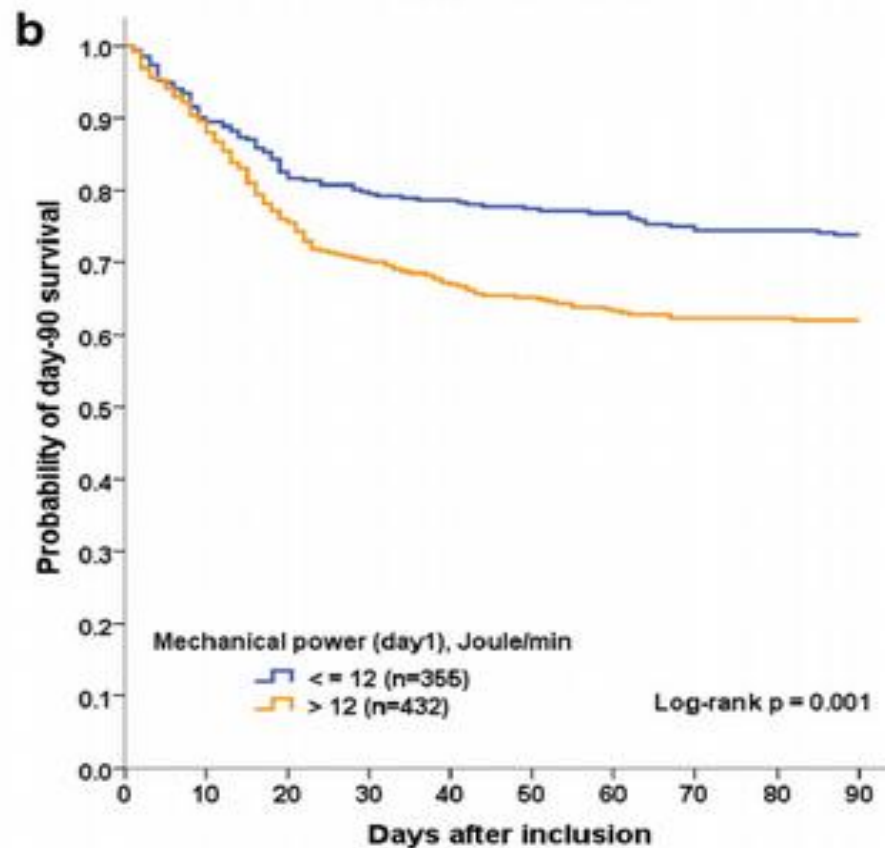
„Rizikovost nastavení ventilátoru“

- Vztah velikosti dechového objemu/EELV (compliance)
- Plicní nehomogenita, recruitabilita
 - D. Masari et al. Determinants of energy dissipation in the respiratory system during mechanical ventilation. Crit Care 2015; 19(Suppl 1): P247.
- **Driving pressure** ($P_{pl} - PEEP$)
- **Absolutní hodnota P_{pl}**
- **Dechová frekvence, I:E**
- **Vysoké inspirační flow**



Effect of driving pressure on mortality in ARDS patients during lung protective mechanical ventilation in two randomized controlled trials

Claude Guérin^{1,2,3*}, Laurent Papazian^{4,5,6}, Jean Reignier⁷, Louis Ayzac⁸, Anderson Loundou⁵, Jean-Marie Forel⁹
and on behalf of the investigators of the Acurasys and Proseva trials



$$\text{Power}_{rs} = \Delta P_{rs} \times V_t \times RR$$

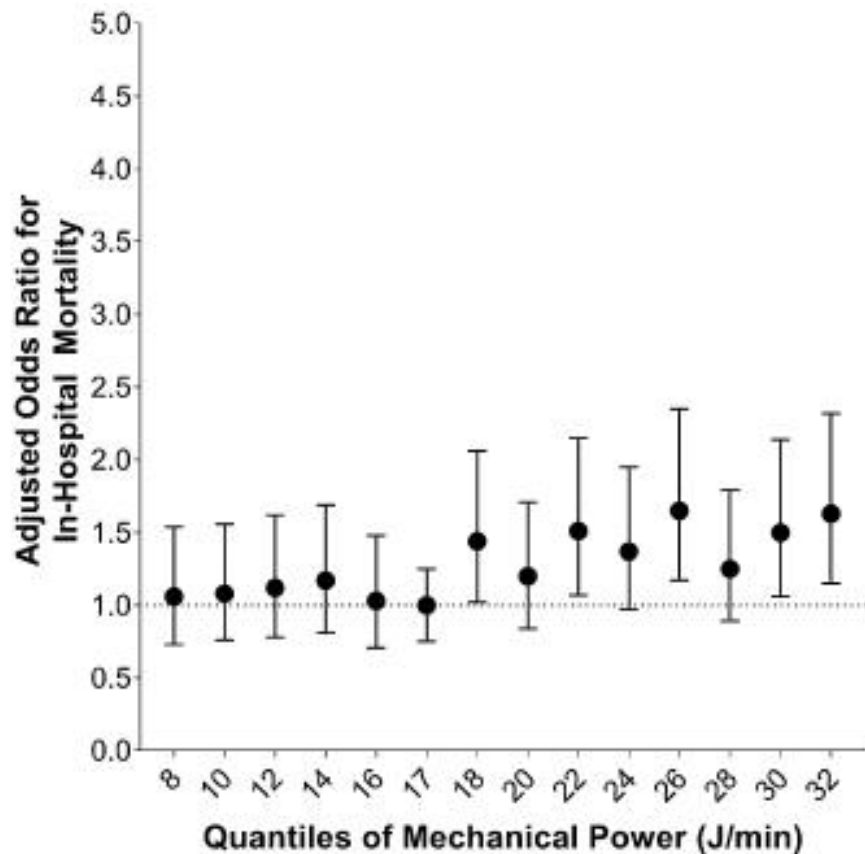
Power_{rs} dle Guerina

ignoruje skutečnou P_{pl},
flow, ..

Horší přežití při Power_{rs} > 12
J/min a P_{plat} ≥ 23 cm H₂O

Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts

Ary Serpa Neto^{1,2,3*}, Rodrigo Octavio Deliberato^{2,3,4}, Alistair E. W. Johnson⁵, Lieuwe D. Bos¹, Pedro Amorim⁶, Silvio Moreto Pereira⁶, Denise Carnieli Cazati², Ricardo L. Cordioli², Thiago Domingos Correa², Tom J. Pollard⁵, Guilherme P. P. Schettino², Karina T. Timenetsky², Leo A. Celi^{5,7}, Paolo Pelosi^{8,9}, Marcelo Gama de Abreu¹⁰, Marcus J. Schultz^{1,11} and for the PROVE Network Investigators



$$MP \text{ (J/minutes)} = 0.098 \times V_T \times RR \times (P_{\text{peak}}^{-1/2} \times \Delta P).$$



Kdy je problém plicního poškození při UPV skutečně aktuální?

- Ppl nad cca 23 (max. 27) cm H₂O (Cave: E_L/E_{TOT})
- Driving pressure nad 13-14 cm H₂O (Cave: E_L/E_{TOT})
- Nemocní s extrémním dechovým úsilím
 - Vysoký transpulmonální tlak při prim. plicní patologii a i nízkých Ppl pod 20 cm H₂O
 - Patient self-inflicted lung injury (P-SILI)
- Power_{rs} > 12 J/min?
- Dechový transpulmonální tlak nad 15 až 20 cm H₂O (10 až 12 cm H₂O při ARDS?), celkový nad 20-24 cm H₂O
- (PaO₂/FiO₂ méně než 150 mmHg?)



výpočty

6			
7	Kontrola nastavení		Limit
8	Driving pressure (cm H ₂ O)	13.0	do 14
9	Skutečný driving pressure (hold) (cm H ₂ O)	10.0	do 14
10	Expirační transpulmonální tlak (cm H ₂ O)	4.0	0 - 3
11	Expirační transalveolární tlak (hold) (H ₂ O)	5.0	0 - 3
12	Insp .transpulmonální tlak (přímý odečet) (cm H ₂ O)	14.4	do 20?
13	Inspirační transalveolární tlak (přímý odečet) (cm H ₂ O)	12.4	do 20?
14	Inspirační transpulmonální tlak (elastance derived) (cm H ₂ O)	19.9	do 20 ?
15	Insp. Transalveolární tlak (elastance derived) (cm H ₂ O)	16.9	do 20?
16	Transpulmonální driving pressure (přímý odečet)(cm H ₂ O)	10.3	do 12?
17	Transpulmonální driving pressure (elastance derived) (cm H ₂ O)	11.9	do 12?
18	Lung stress (cm H₂O)	19.2	do 20, nikdy nad 24
19	Global lung strain	1.48	do 1,5, max 2
20	Dynamic lung strain	0.91	do 1
21	Static lung strain	0.56	
22	Mechanical power (Guerin)(J/min)	8.8	do 13 J/min
23	Mechanical power (Gattinoni) (J/min)	12.5	více než 17-25 J/min ?,
24	Mechanical power per breath (J)	0.57	0,5 J odpovídá 10-30%
25	Mechanical power simplified (Serpa Neto) (J/min)	12.3	do 17 j/min, normální
26			

Kdy již UPV nestačí?



The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

MAY 24, 2018

VOL. 378 NO. 21

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*

CONCLUSIONS

Among patients with very severe ARDS, 60-day mortality was not significantly lower with ECMO than with a strategy of conventional mechanical ventilation that included ECMO as rescue therapy. (Funded by the Direction de la Recherche Clinique et du Développement and the French Ministry of Health; EOLIA ClinicalTrials.gov number, NCT01470703.)



Supplementary Appendix

This appendix has been provided by the authors to give readers additional information about their work.

Supplement to: Combes A, Hajage D, Capellier G, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2018;378:1965-75. DOI: 10.1056/NEJMoa1800385

ARDS, < 7 dní invazivní UPV + 1 kritérium

- 1. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 50 \text{ mmHg} > 3 \text{ h}$ přes optimalizaci ($\text{FiO}_2 > 80\%$, VT 6 ml/kg PBW, PEEP > 10 cm H₂O) a *potenciální* použití dalších postupů (iNO, RM, pronační poloha, HFOV, almitrin) (5%)**
- 2. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80 \text{ mmHg} > 6 \text{ h}$ přes optimalizaci (cca 75%)**
- 3. $\text{pH} < 7.25$ s $\text{PaCO}_2 > 60 \text{ mmHg} > 6 \text{ h}$ (přes zvýšení DF do 35/min, při Pplat ≤ 32 cm H₂O bylo nejprve snížen dechový objem o 1 ml/kg na 4 ml/kg, poté redukce PEEP až na 8 cm H₂O) (20%)**



Smrtnost dle vstupního kritéria

	ECMO	Kontroly	
Criteria #1 — no. died/ total no. (%)	1/5 (20)	1/11 (9)	10.9 (-25.0 to 56.9)
Criteria #2 — no. died/ total no. (%)	37/94 (39)	45/94 (48)	-8.5 (-22.4 to 5.7)
NNT 11.1			
Criteria #3 — no. died/ total no. (%)	6/25 (24)	11/20 (55)	-31.0 (-55.7 to -2.2)

NNT 3.2





Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Fakultní nemocnice Hradec Králové

ve spolupráci s

Anesteziologicko-resuscitační klinikou **Fakultní nemocnice U**

Svaté Anny Brno

Klinikou anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Ústřední vojenská nemocnice Praha

Klinikou anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Všeobecné fakultní nemocnice Praha

Katedrou válečné chirurgie Fakulta vojenského zdravotnictví v

Hradci Králové **Univerzity obrany v Brně**

pořádají pod záštitou

České společnosti intenzivní medicíny

České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně

VI. ročník

AKADEMIE UMĚLÉ PLICNÍ VENTILACE

7. – 8.4. 2020

Hradec Králové

Hotel Tereziánský dvůr

<http://www.akademie-upv.cz/>



Děkuji za pozornost.

pavel.dostal@fnhk.cz

