Ο διασωληνωμένος λόγω αναπνευστικής ανεπάρκειας ασθενής

Ροβίνα Νικολέττα
Επίκουρη καθηγήτρια Πνευμονολογίας - Εντατικής Θεραπείας ΕΚΠΑ
Α Πανεπιστημιακή Πνευμονολογική Κλινική
ΝΝΘΑ «η Σωτηρία»

1ο Εκπαιδευτικό Συμπόσιο
με θέμα «**Επείγοντα στην Πνευμονολογία**»
Α’ Κλινική Εντατικής Θεραπείας ΕΚΠΑ, Γ.Ν.Α. ‘’Ο Ευαγγελισμός”
26-27 Μαΐου 2017

Δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων με τις παρακάτω χορηγούς εταιρείες:

ASPEN

ASTRAZENECA

BAYER

CHIESI

ELPEN

GLAXOSMITHKLINE

MENARINI HELLAS

NOVARTIS

PFIZER

Αίτια Μηχανικού Αερισμού

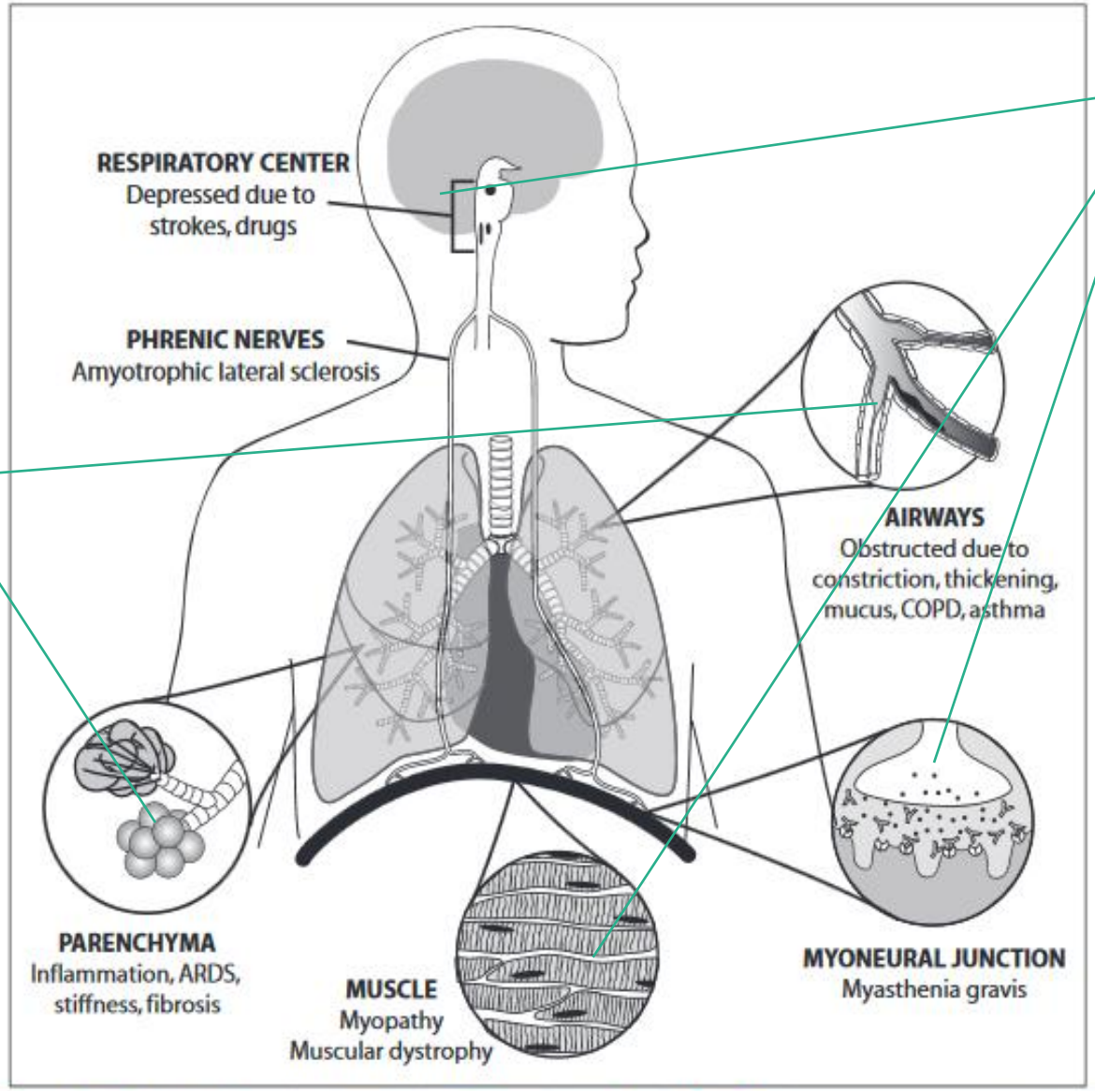
Ο Μηχανικός αερισμός είναι η μοναδική υποστηρικτική παρέμβαση που αποτρέπει άμεσα από σίγουρο θάνατο

Αναπνευστική ανεπάρκεια

- Η ανεπάρκεια της καρδιάς και των πνευμόνων να παρέχουν επαρκή οξυγόνωση στους ιστούς ή επαρκή απομάκρυνση διοξειδίου του άνθρακα

- Οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια
  - PaO2 < 60 mm Hg
  - SpO2 < 90%
  - Με ή χωρίς PaCO2 > 45 mm Hg

Αίτια αναπνευστικής ανεπάρκειας



Pump failure

Lung failure

Αίτια αναπνευστικής ανεπάρκειας

Συνηθέστερα αίτια ΑΑ Ι

- Χρόνια βρογχίτιδα και εμφύσημα
- Πνευμονία
- Πνευμονικό οίδημα
- Πνευμονική ίνωση
- 'Ασθμα
- Πνευμοθώρακας
- Πνευμονική εμβολή
- Θρομβοεμβολική πνευμονική υπέρταση
- Συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια
- ARDS
- Πνευμονική αρτηριοφλεβλεβώδης επικοινωνία

Συνηθέστερα αίτια ΑΑ ΙΙ

- Χρόνια βρογχίτιδα και εμφύσημα
- Άσθμα
- Υπερδοσολογία φαρμάκων
- Δηλητηρίαση
- Μυασθένεια gravis
- Πολυνευροπάθεια
- Πολυομυελίτιδα
- Κυψελιδικός υποαερισμός
- Νευρομυικά νοσήματα
- ΣΑΥ
- Πνευμονικό οίδημα
- ARDS
- Οίδημα λάρυγγα
- Ξένο σώμα

Γιατί υποστηρίζουμε μηχανικά την αναπνοή ενός ασθενούς ?

- Οξυγόνωση
- Αποβολή Διοξειδίου
- Καταστολή και αναλγησία
- Προστασία αεραγωγού
- Αιμοδυναμική υποστήριξη

Στόχοι του μηχανικού αερισμού

Κατά τη διάρκεια της μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής κερδίζεται χρόνος για άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις (βρογχοδιασταλτικά, κορτικοστεροειδή, αντιβιοτικά), ώστε να αναστραφεί το αίτιο της διασωλήνωσης

Εφαρμογή μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής

- Επαρκής καταστολή ± Μυοχάλαση
- Αιμοδυναμική σταθερότητα
- FiO2 = 100%
- Ύψος ασθενούς
- Επιλογή V_T
- PEEPe (7cmH2O)
- Επιλογή f (20-25bpm)
- Επιλογή I/E (1/2 – 1/4)
- ABG's
- Αλλαγές ρυθμίσεων

→

Αναπνεόμενος Όγκος

- 6 – 8 ml/kg Ιδανικού Βάρους Σώματος
- Άνδρες: (Υψος-100)-4
- Γυναίκες: (Υψος-100)-8

Επίσης

Παρακολούθηση ζωτικών σημείων (Σφύξεις, ΜΑΠ, SaO2)

Εξασφάλιση καλού συγχρονισμού με τον αναπνευστήρα

Εξασφάλιση καλού ενδαγγειακού όγκου

Παρακολούθηση κυματομορφών στον αναπνευστήρα

Διόρθωση της υποξυγοναιμίας

Από τι εξαρτάται η οξυγόνωση?

1. Από τη συγκέντρωση του οξυγόνου στον εισπνεόμενο αέρα (FiO2)
2. Από την εφαρμοζόμενη PEEP

FiO_2 Εξισώσεις

$PAO_2 = FiO_2 \cdot (P_{ATM} - P_{H_2O}) - PACO_2/R$

$PAO_2 = 0{,}21 \cdot (760-47) - 40/0{,}8$

$PAO_2 = 150 - 50$

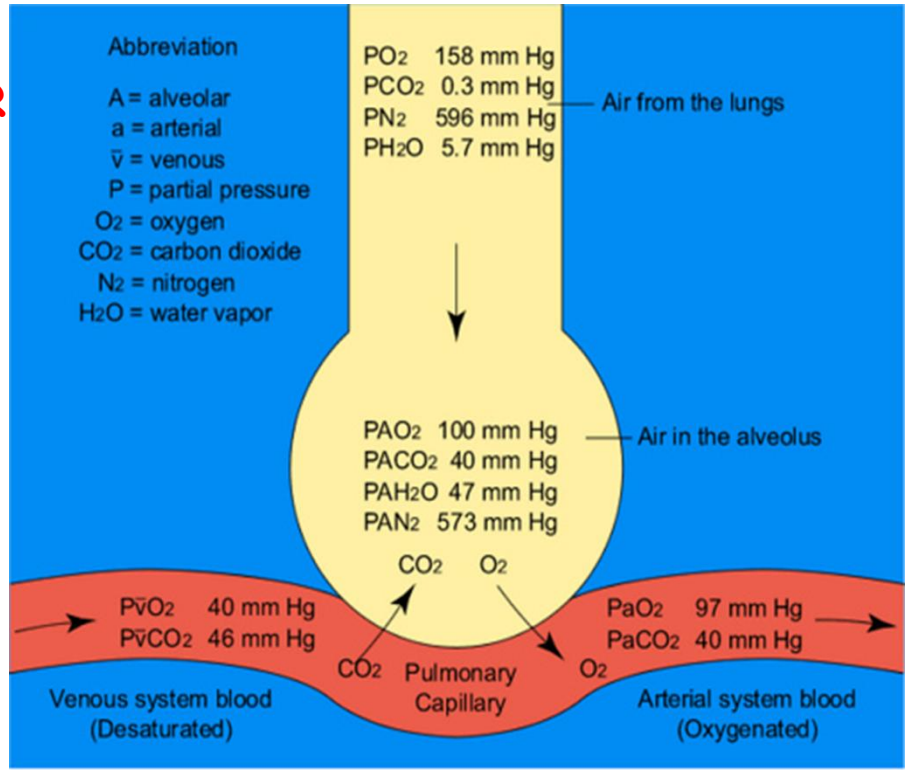
$PAO_2 = 100 mmHg$

$R = VCO_2/VO_2 = 200/250 = 0{,}8$

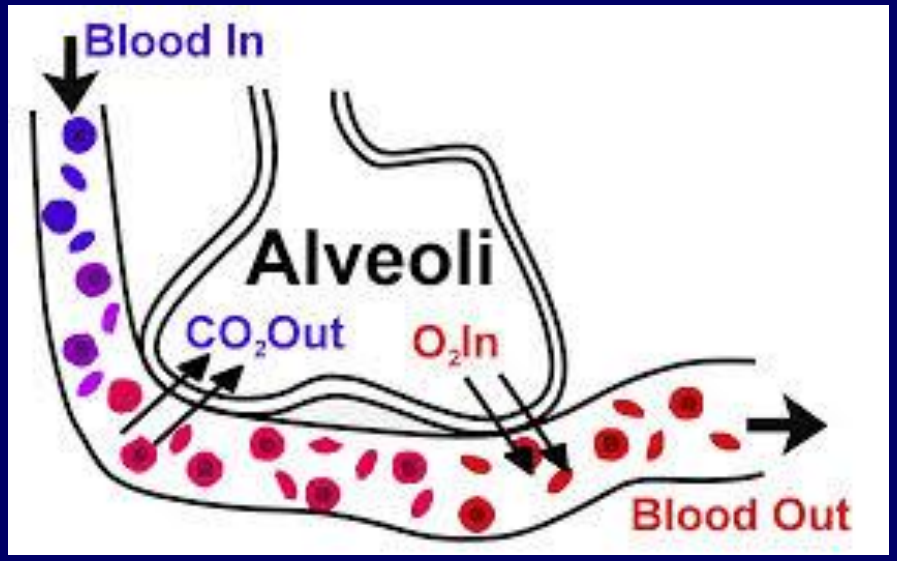
$P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2 < 10$

$150 - PaCO_2 / R - PaO_2 < 10$

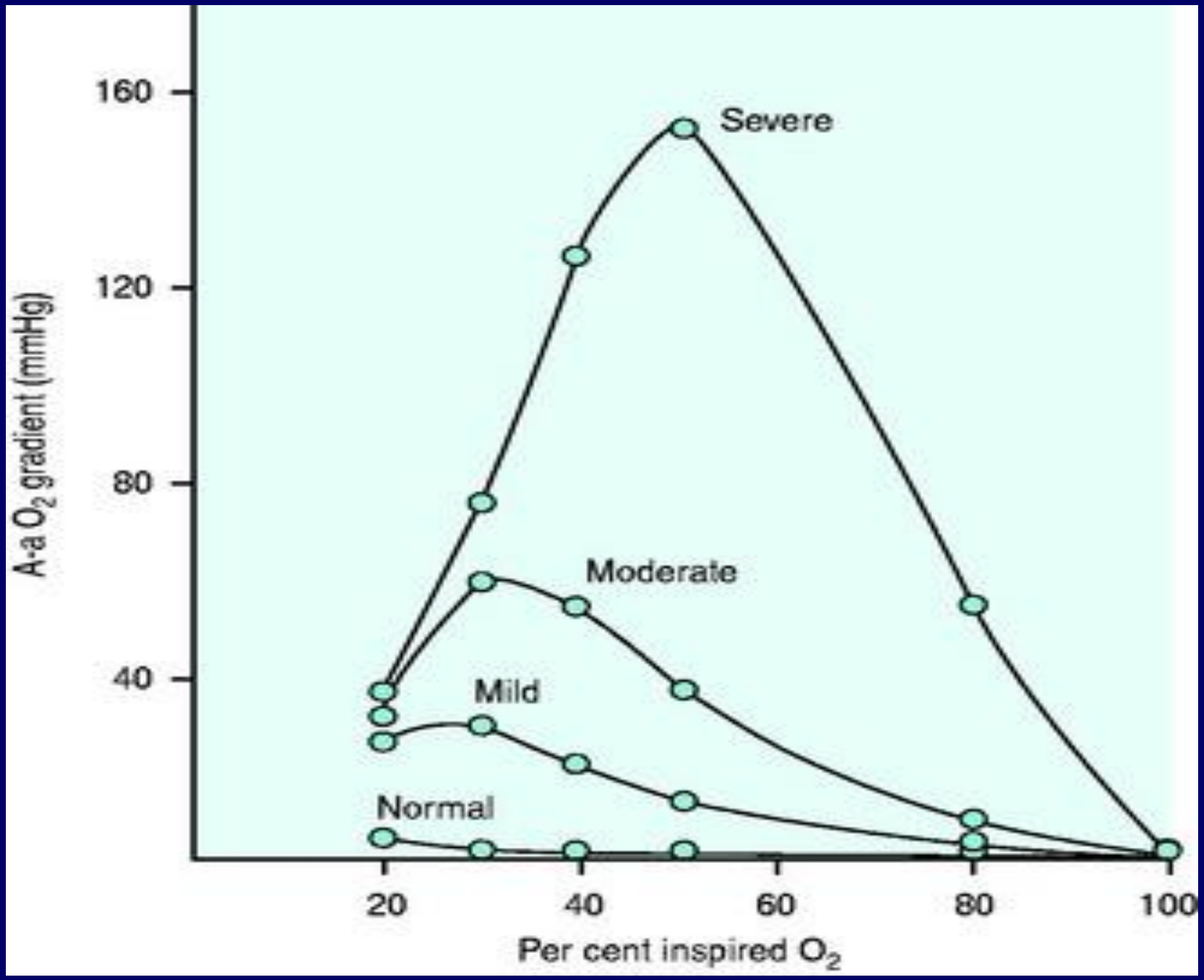
$PaCO_2 + PaO_2 > 120 mmHg$



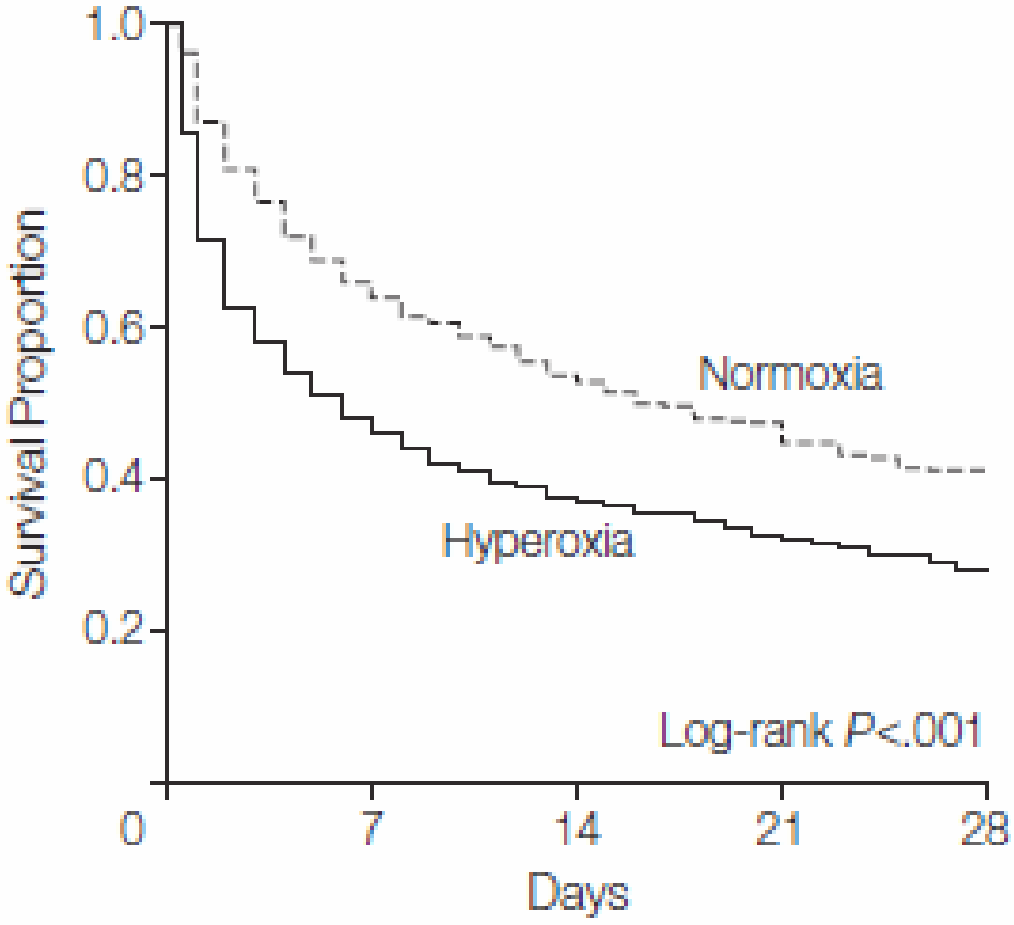
FiO_2



FiO2	Κυψελιδικό Οξυγόνο
21%	100mmHg
40%	250mmHg
60%	400mmHg
80%	550mmHg
100%	700mmHg


160
120
80
40
A-a O_2 gradient (mmHg)
Severe
Moderate
Mild
Normal
20
40
60
80
100
Per cent inspired O_2

In-Hospital Death Between Hyperoxia and Normoxia



No. at risk

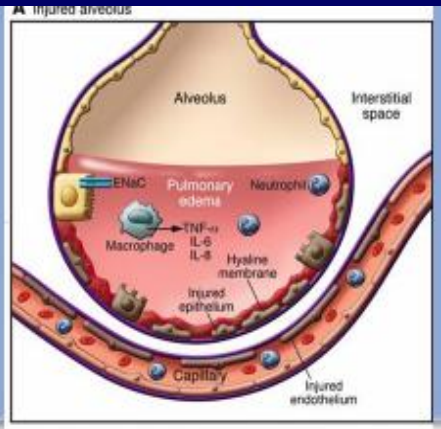
Normoxia	1171	514	236	129	83
Hyperoxia	1156	406	211	115	70

JAMA. 2010;303(21):2165-2171

Διόρθωση της υποξυγοναιμίας
Positive End Expiratory Pressure

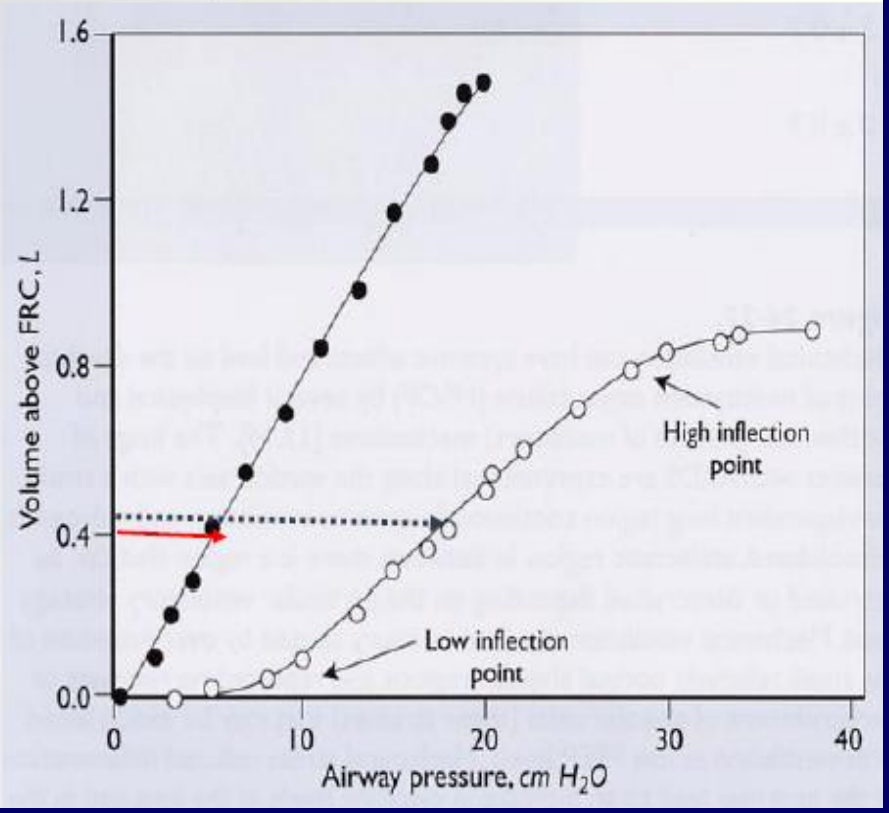
NEVER ZEEP !!!

ARDS -φυσιολογία



- **Ανταλλαγή των αερίων**
- **↓PaO2:** ↑shunt, διαταραχές V/Q
- **↑ PaCO2:** ↑VD/VT, ↑ παραγωγή CO2

- **↓ Πνευμονικού όγκου (baby lung)**
- ↓ FRC
- ↓ VC
- ↓ Ενδοτικότητας



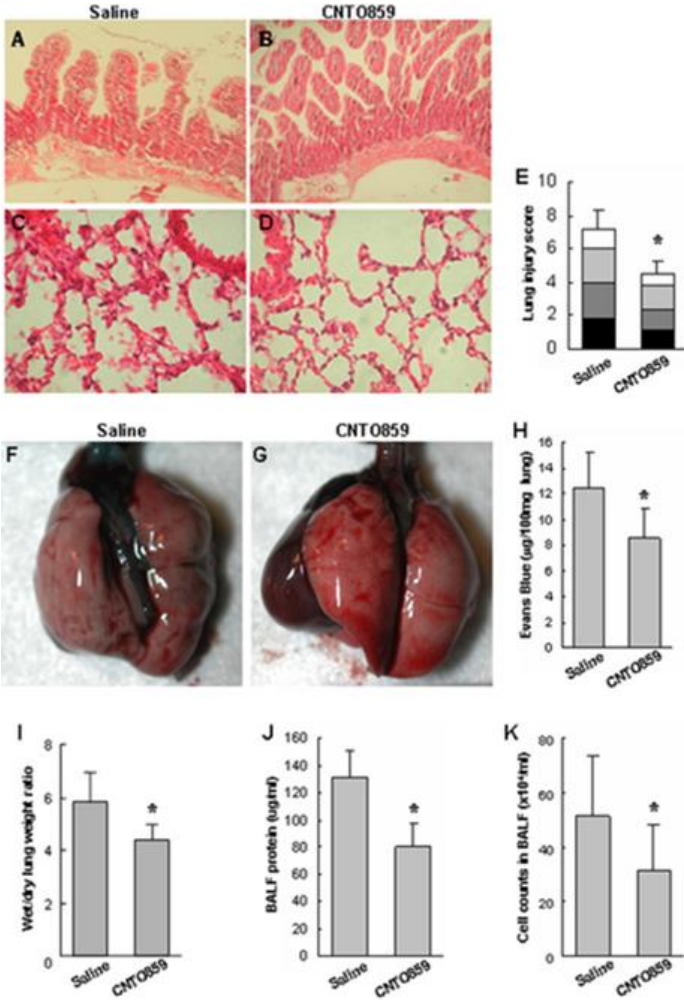
ARDS

ΑΞΟΝΕΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ARDS

Επαρκής οξυγόνωση (PaO_2 55-80 mm Hg, SaO_2: 88-95%)

Ελαχιστοποίηση των βλαβών που προκαλεί ο αναπνευστήρας

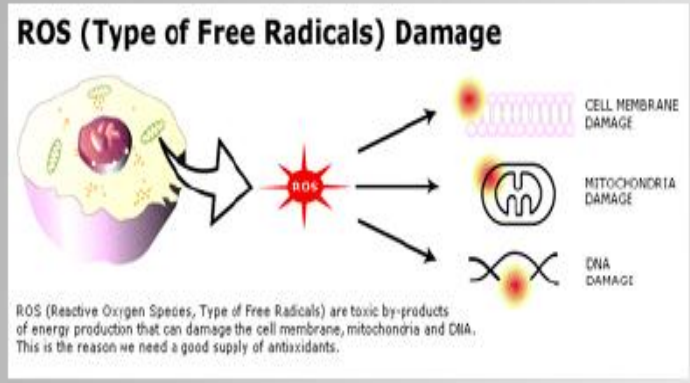
(Ventilator Induced Lung Injury-VILI)

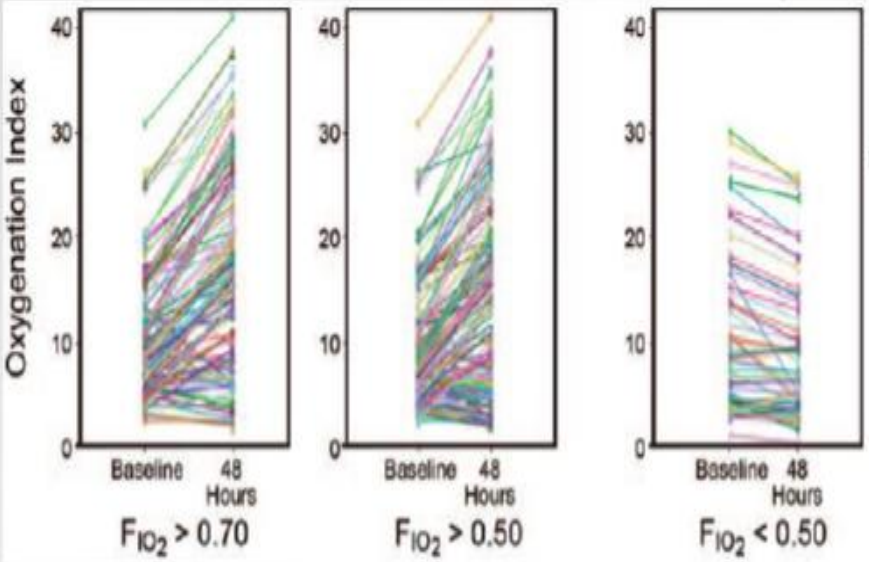


Μηχανικός αερισμός στο ARDS

1. Επαρκής οξυγόνωση

- a. ↑ FiO_2- Τοξικότητα

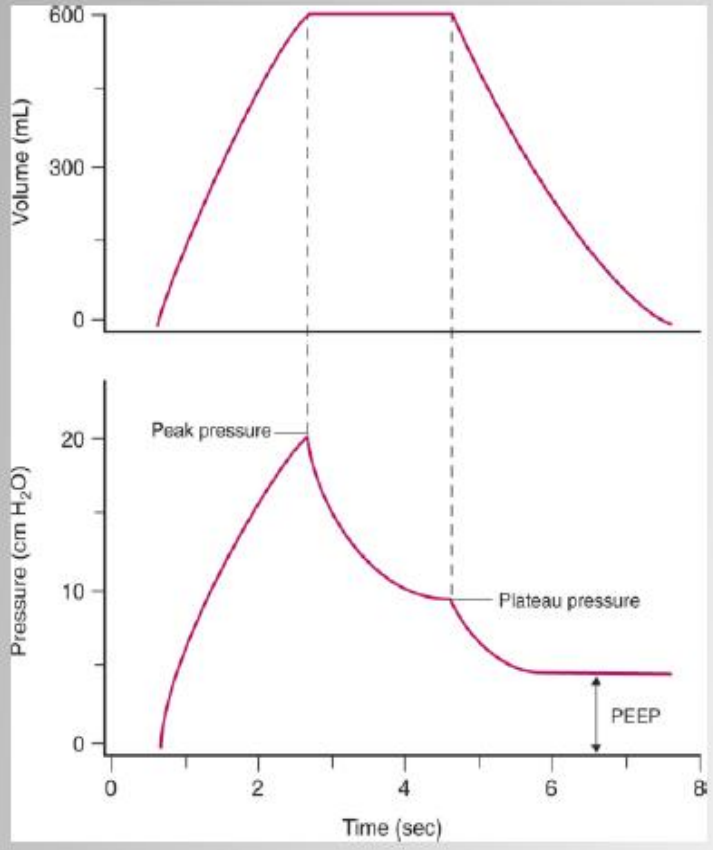


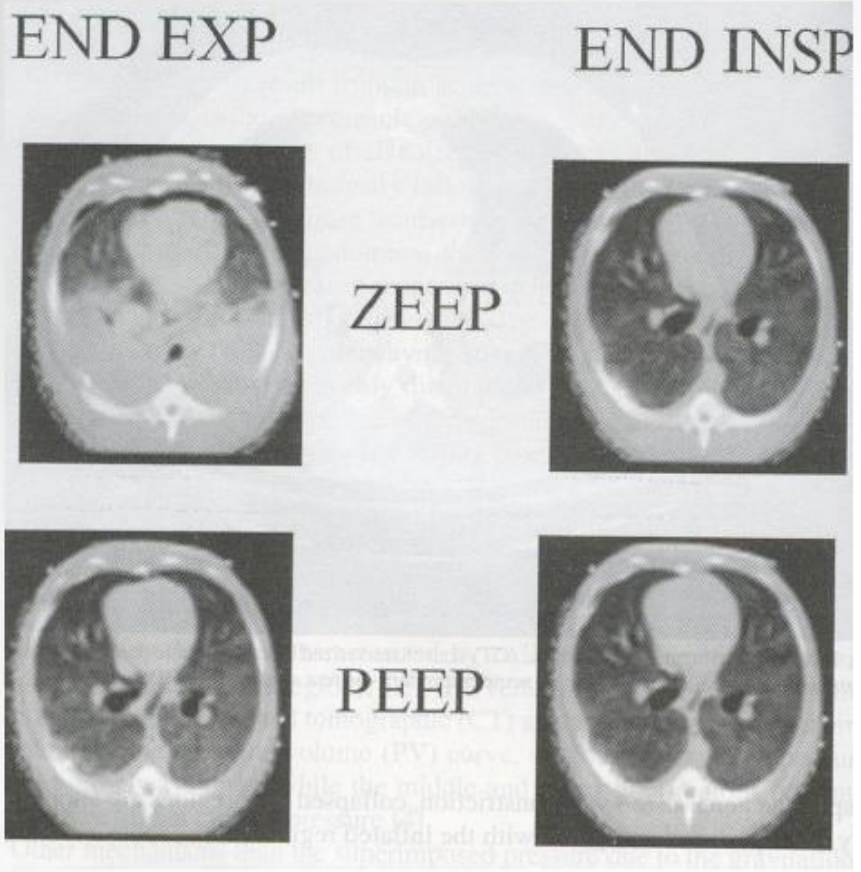


- OI = (FiO_2×mean airway pressure)/PaO_2

Rachmale, Respir Care 2012

Positive End-Expiratory Pressure- PEEP





Επιλογή της PEEP

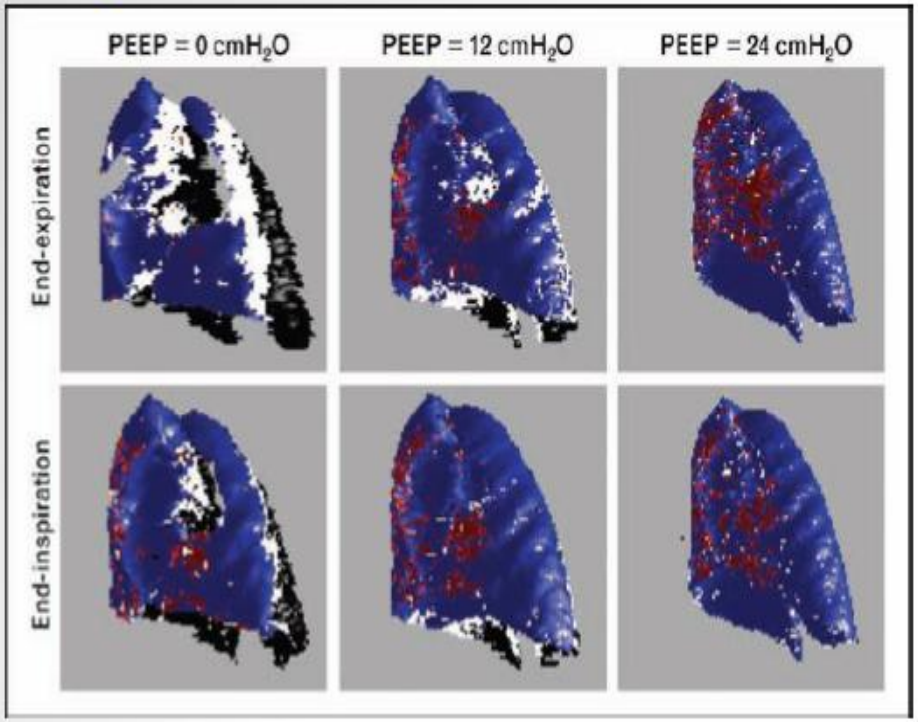
Δυνητική στρατευσιμότητα του πνεύμονα
Αποφυγή υπερδιάτασης

Ανομοιογένεια

Table 1. Settings for Positive End-Expiratory Pressure (PEEP), According to the Required Fraction of Inspired Oxygen (FiO_2).*

FiO_2	PEEP
0.3	5
0.4	5–8
0.5	8–10
0.6	10
0.7	10–14
0.8	14
0.9	14–18
1.0	18–24

* Settings are from the ARDSNet trial.[19] The required FiO_2 is the lowest value that maintains arterial oxyhemoglobin saturation above 90%. After the corresponding level of PEEP is selected, arterial oxyhemoglobin saturation and plateau airway pressure should be monitored in the patient.



Pelosi Curr Opin Crit Care 2011

ARDS: Lung protective ventilation

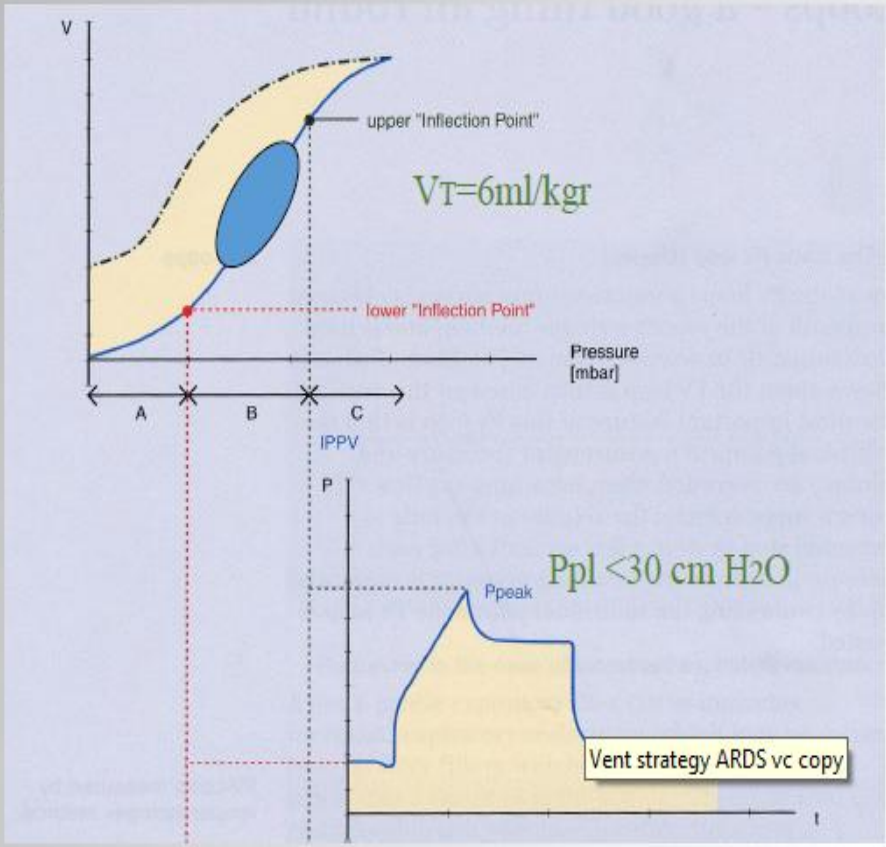
ARDSnet, N Engl J Med 2000

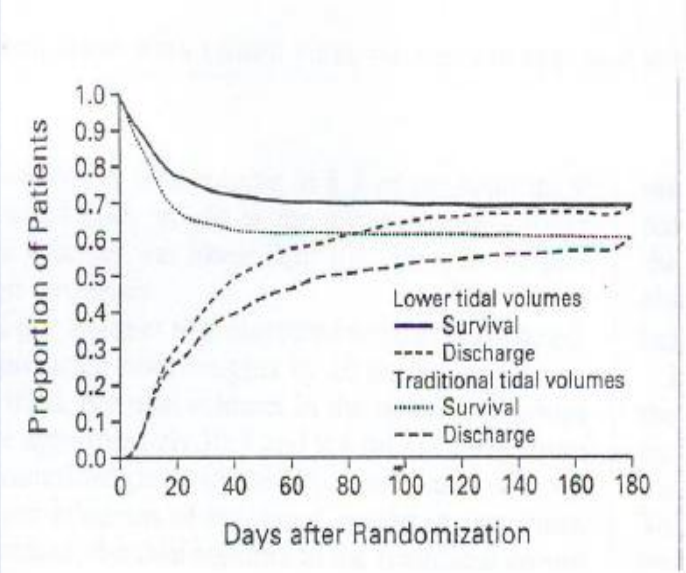
Tv: 6mL/kgPBW

Pplat: ≤30 cm H_2O

RR: 6-35/min

pH: 7.30-7.45



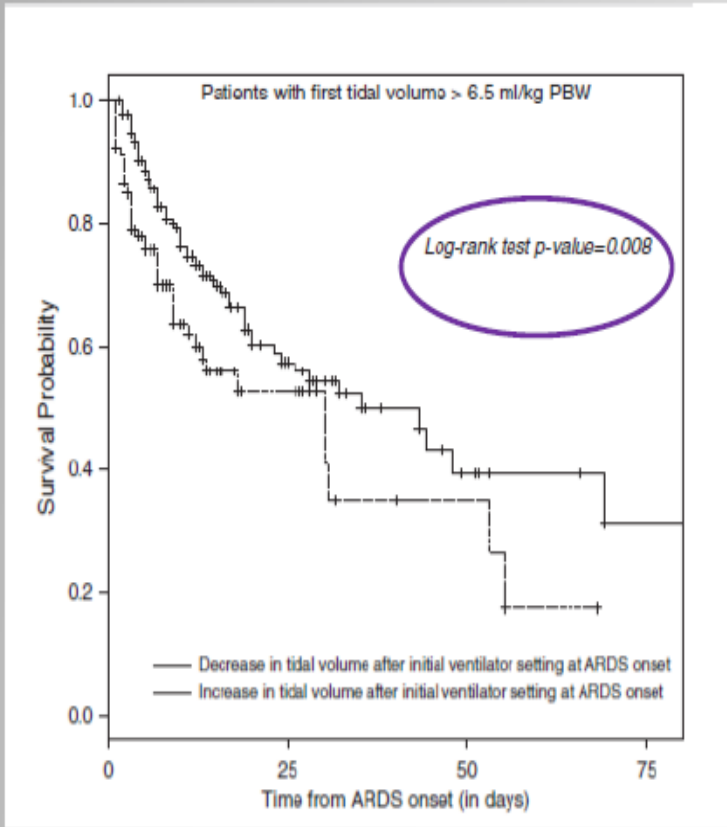


Traditional ventilation: **39,8%**
(Pplat<50cm H2O, VT=12 mL/Kg)
Lung protective ventilation: **30.1%**
(Pplat<30cm H2O, VT=6mL/Kg)
Mortality rate: 20% reduction

FiO_2-PEEP ⇒ PaO_2:55-80 mm Hg or SaO_2: 88-95%

ARDS: Lung protective ventilation

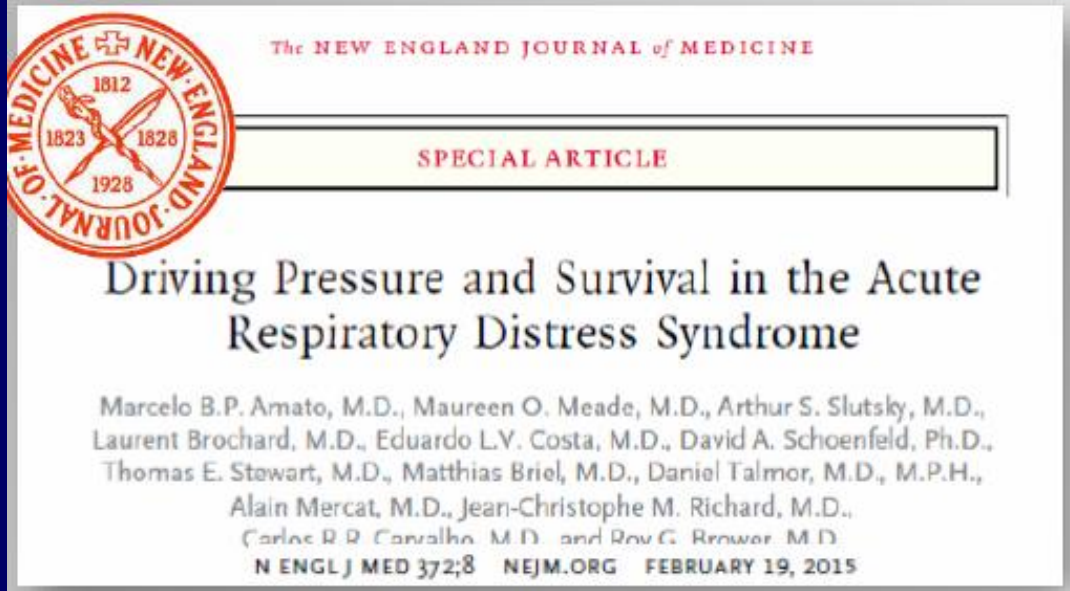
Έγκαιρη εφαρμογή προστατευτικού αερισμού



Πολυκεντρική μελέτη
482 ασθενείς με ARDS
11.558 μετρήσεις Vτ (δυο φορές την ημέρα)

Needham, AJRCCM 2015

Νεότερα στο μηχανικό αερισμό
Driving Pressure

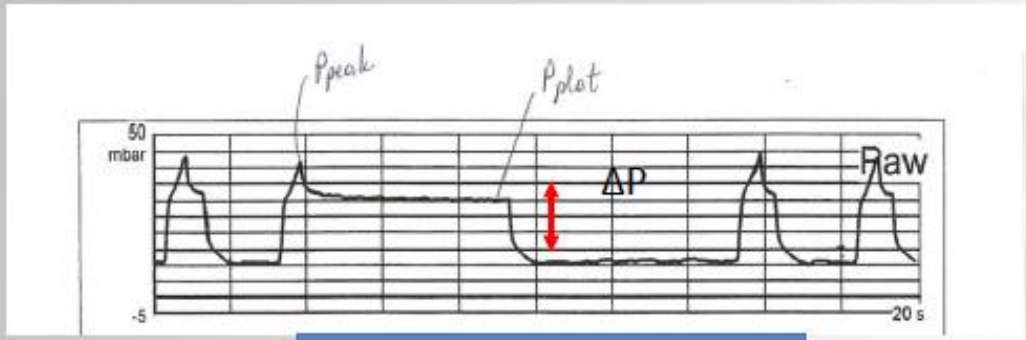

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

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.

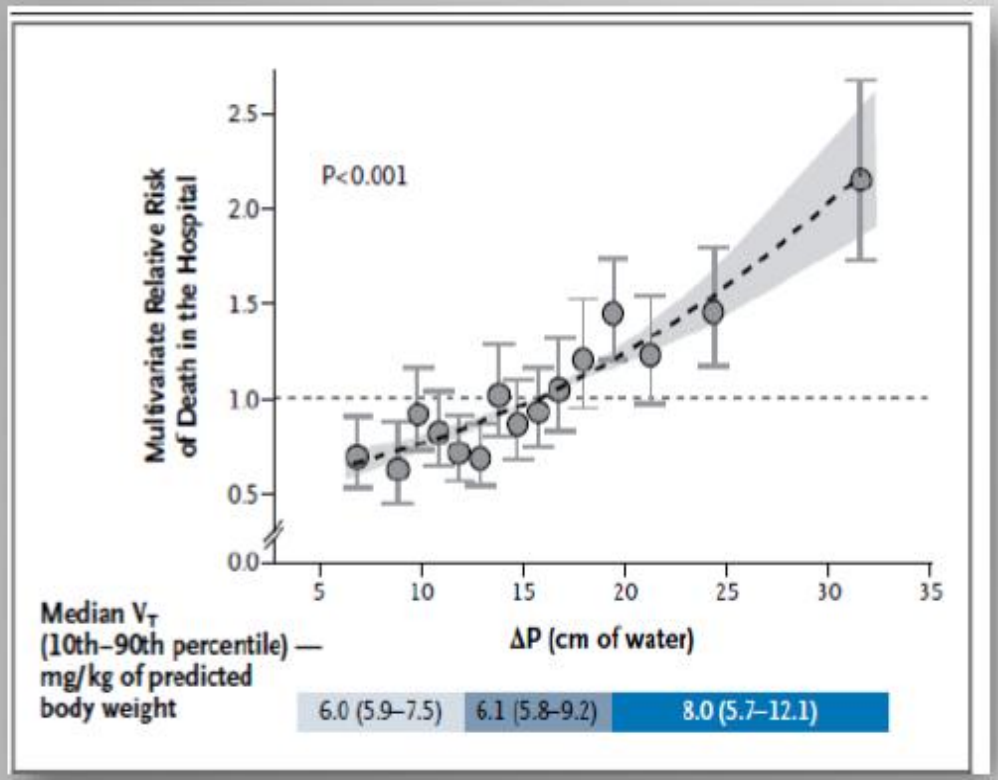
N ENGL J MED 372;8 NEJM.ORG FEBRUARY 19, 2015



ΔP= Pplat-PEEP

Lung protective ventilation

1. Pplat < 30cm H_2O
2. V_T = 6 mL/KgPbw
3. High PEEP



- Η εξαρτημένη μεταβλητή ΔP σχετίζεται ισχυρά και ανεξάρτητα με την επιβίωση.
- Μείωση του Vt ή αύξηση της PEEP έχουν επίδραση στην επιβίωση μόνο εάν σχετίζονται με μείωση της ΔP

Amato et al, N Engl J Med 2015

Positive End Expiratory Pressure (PEEP)

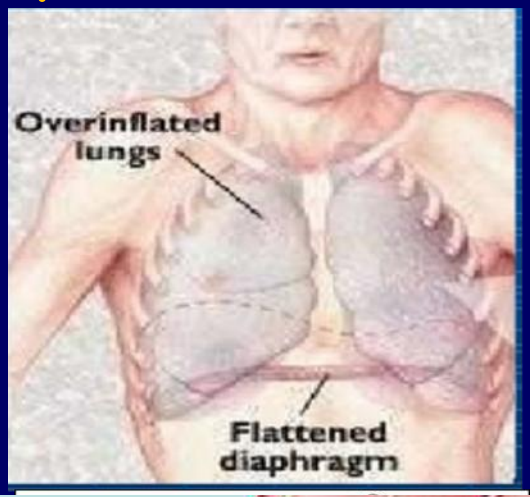
Σημαντική η εφαρμογή της σε ασθενείς με υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια και μεγάλο shunt που ανταποκρίνονται λιγότερο στην αύξηση του FIO2.

Πιθανές επιπλοκές:

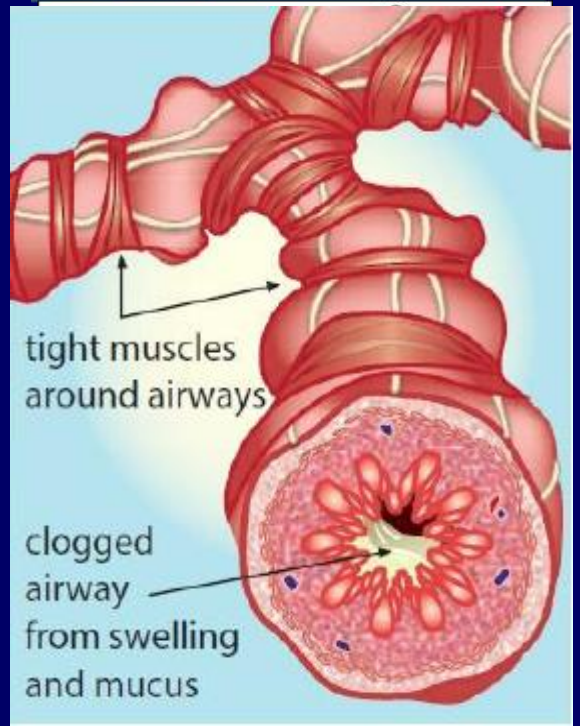
- Παράδοξη επιδείνωση αερισμού-αιμάτωσης και ανταλλαγής αερίων σε ασθενείς με πιο εστιακές βλάβες
- Μείωση καρδιακού όγκου παλμού και μεταφοράς οξυγόνου στους ιστούς με επακόλουθη μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο στο αίμα σε ασθενείς με μεγάλο shunt

Αποφρακτικά νοσήματα

Τέσσερις κύριοι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στη διάρκεια του μηχανικού αερισμού:



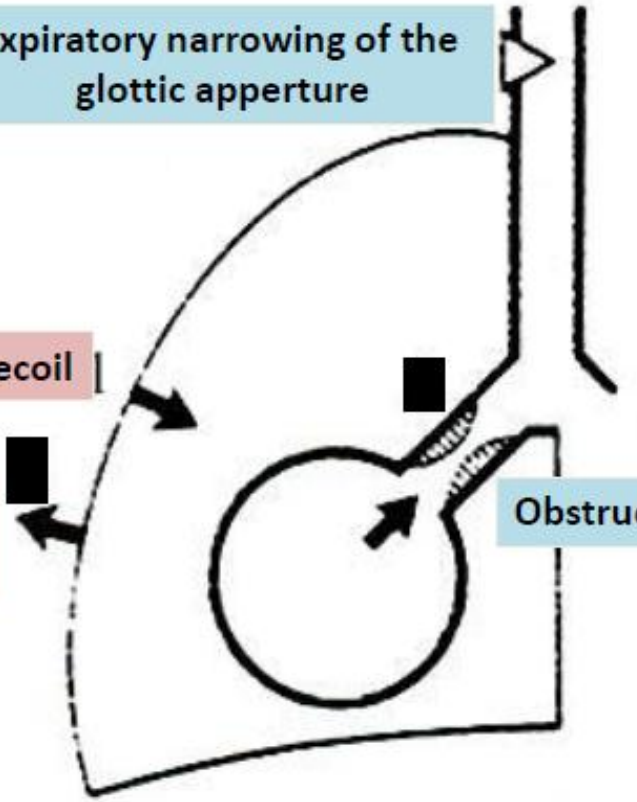
1. Η δυναμική υπερδιάταση
2. Η δυσλειτουργία των αναπνευστικών μυών
3. Η ανεπαρκής ανταλλαγή αερίων
4. Οι καρδιαγγειακές διαταραχές



Μηχανισμός υπερδιάτασης

Η οδηγός πίεση για εκπνευστική ροή μειώνεται

Αύξηση αντίστασης στην εκπνευστική ροή

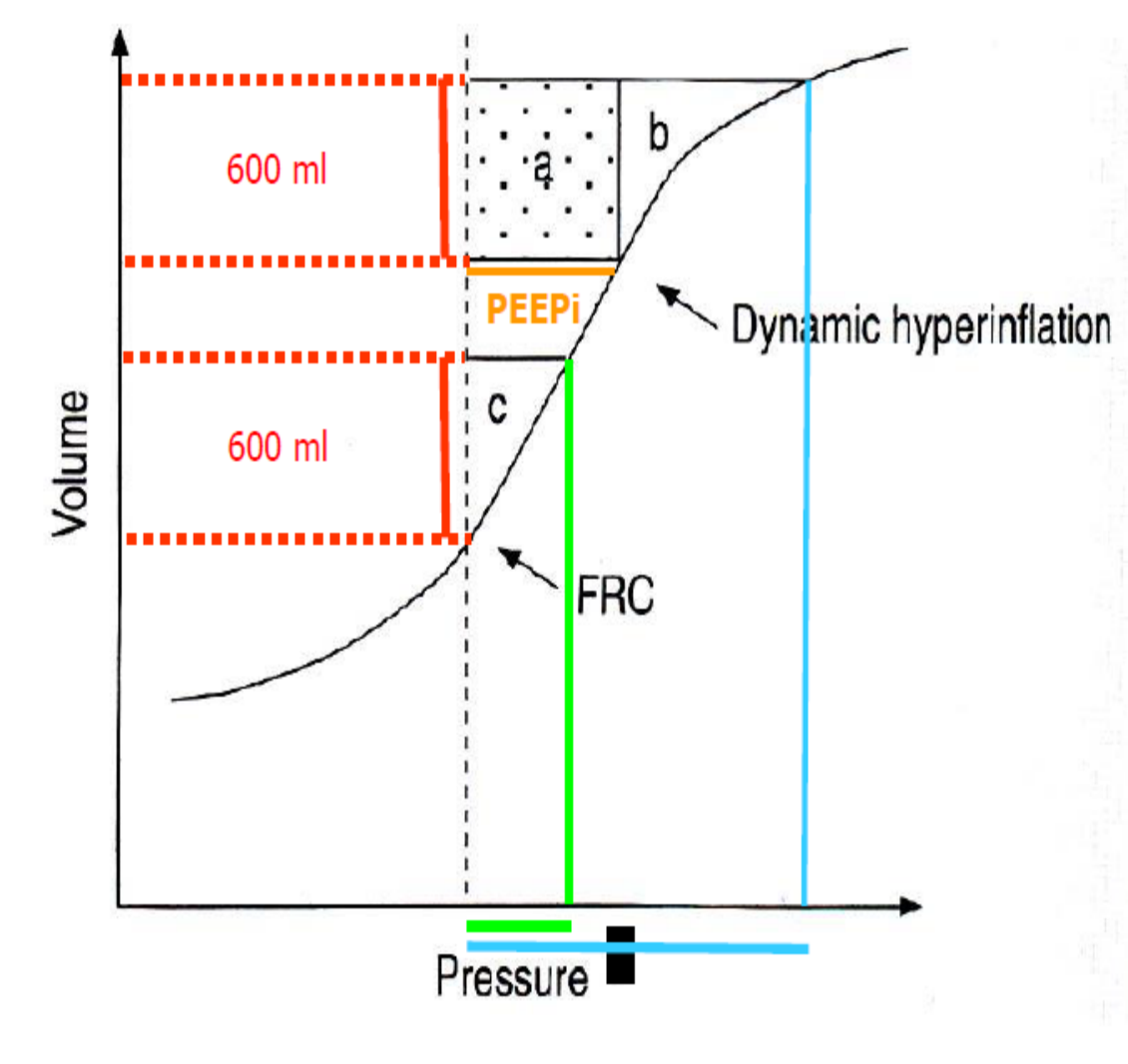


Δυναμική υπερδιάταση

Αυξημένο έργο αναπνοής λόγω:

- Της αυξημένης PEEPi που πρέπει να υπερνικήσουν οι αναπνευστικοί μύες (41% του έργου των εισπνευστικών μυών ξοδεύεται στην υπερνίκηση της PEEPi στην αυτόματη αναπνοή σε ασθενείς με ΧΑΠ)

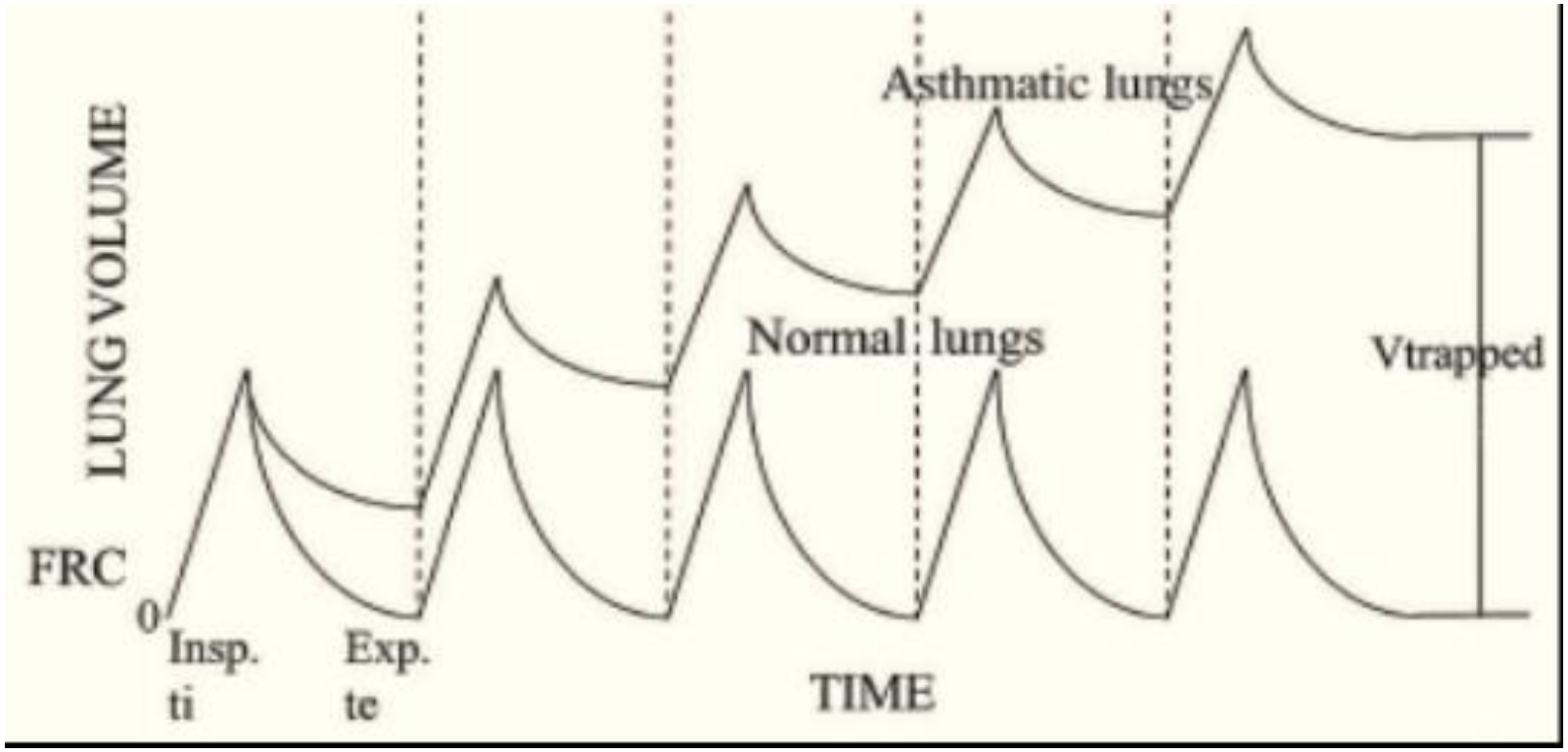
- Της ελαττωμένης ενδοτικότητας, αφού το σύστημα λειτουργεί σε όγκους που πλησιάζουν την TLC



Αίτια που οδηγούν σε δυναμική υπερδιάταση

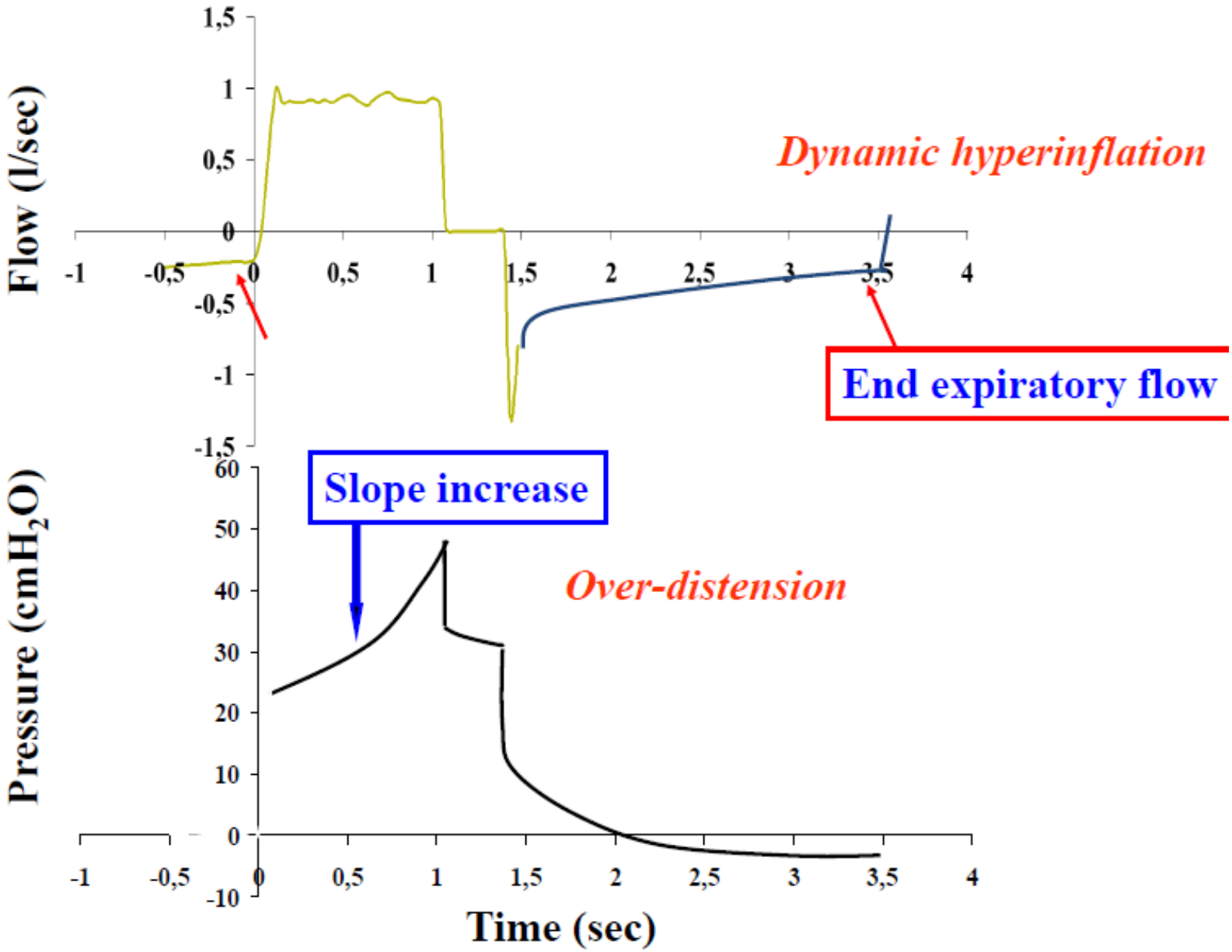
Παθοφυσιολογικές διαταραχές που τη συνοδεύουν

Στην παρόξυνση: σταδιακή επιδείνωση της δυναμικής υπερδιάτασης

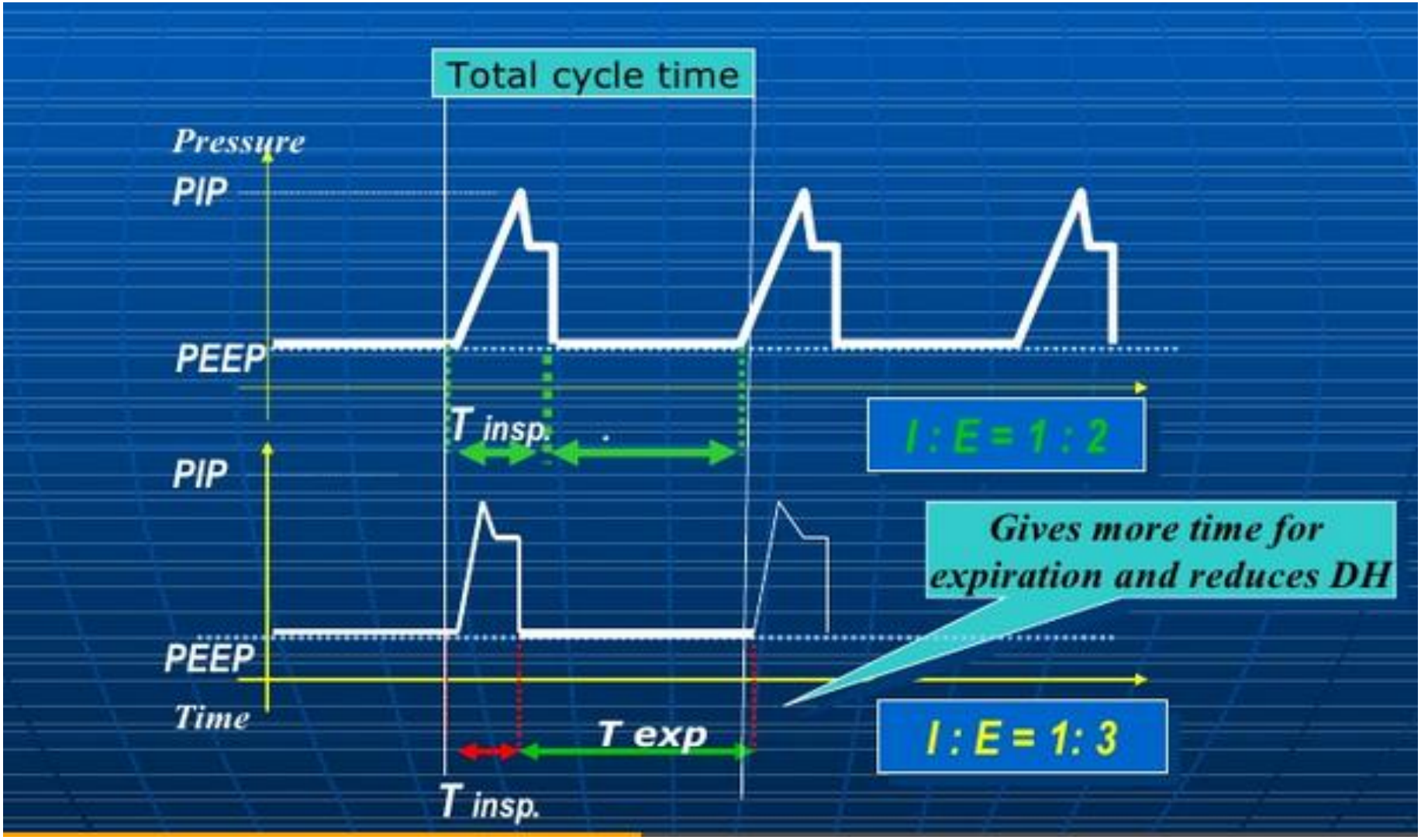


Στένωση των αεραγωγών
Αυξημένη αναπνευστική συχνότητα
Μειωμένος χρόνος εκπνοής

Η FRC στους αποφρακτικούς ασθενείς μπορεί να φτάσει στο 65% της TLC


Flow (l/sec)
1,5
1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-1
-0,5
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
Dynamic hyperinflation
End expiratory flow
Pressure (cmH2O)
60
50
40
30
20
10
0
-10
Slope increase
Over-distension
Time (sec)

Ρύθμιση χρόνου I:E



Αρχικές ρυθμίσεις στον αναπνευστήρα ΑΣΘΜΑ

Darioli and Perret 1984
"controlled hypoventilation" ή "permissive hypercapnia"

Στόχος: μείωση υπερδιάτασης

Pplateau<30cmH2O και ↓PEEPi (ιδανικά <5cmH2O)

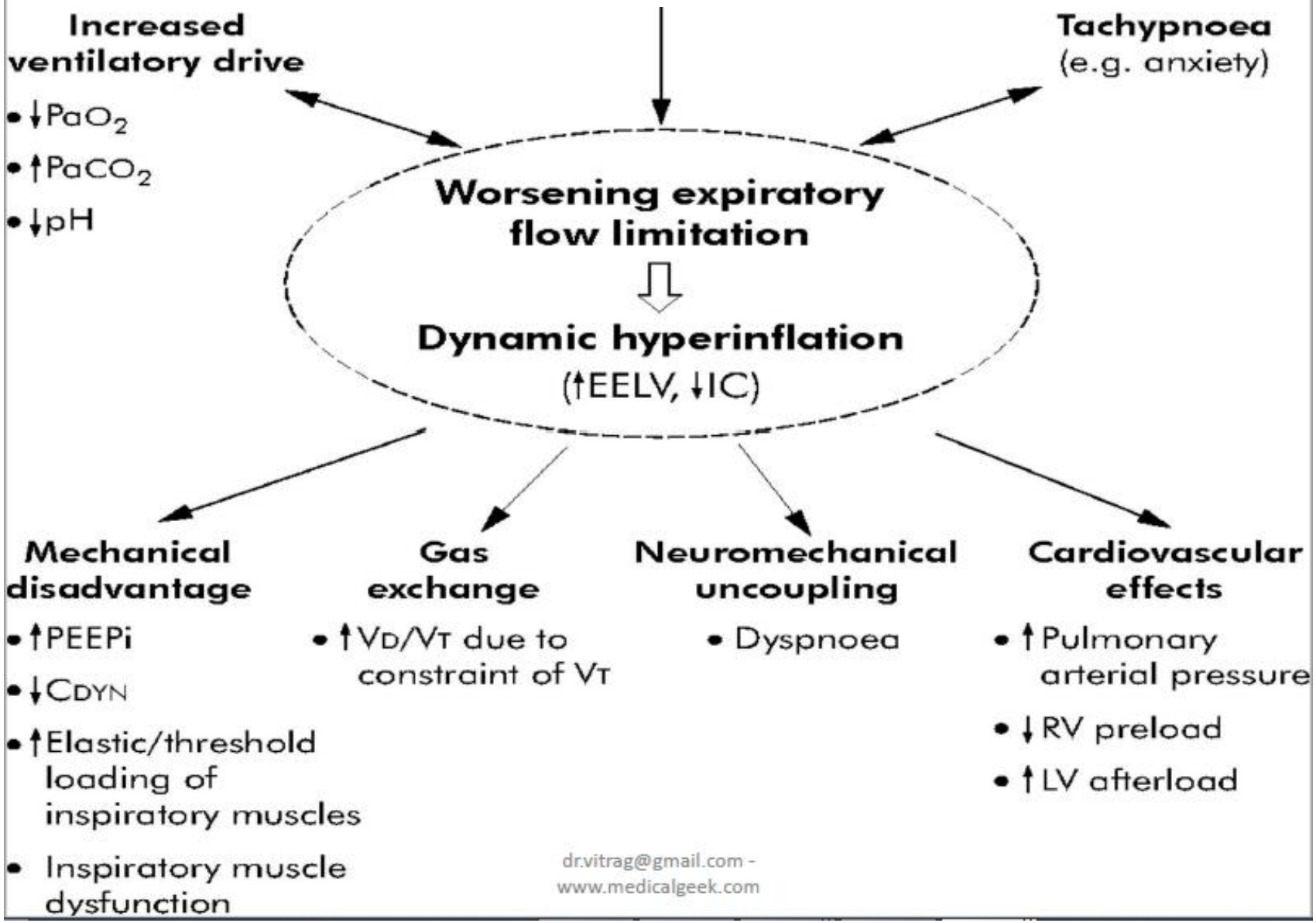
Ventilatory parameters	Settings
Mode	Volume-controlled ventilation
Minute ventilation	<10 l/min
Tidal volume	6–10 ml/kg ideal body weight
Respiratory rate	10–14 cycles/min
Plateau pressure	<30 cmH_2O
Inspiratory flow rate	60–80 l/min
Inspiratory flow waveform	Decelerating waveform
Expiratory time	4–5 s
PEEP	0 cmH_2O
FIO_2	To an SaO_2 of >90%

Πιθανές επιπλοκές

- Υπόταση
- Αποκορεσμός
- Πνευμοθώρακας/ υποδόριο εμφύσημα,
- Καρδιακή ανακοπή

- Υποψιαστείτε πνευμοθώρακα και αντιμετωπίστε τον αμέσως

Παρόξυνση ΧΑΠ



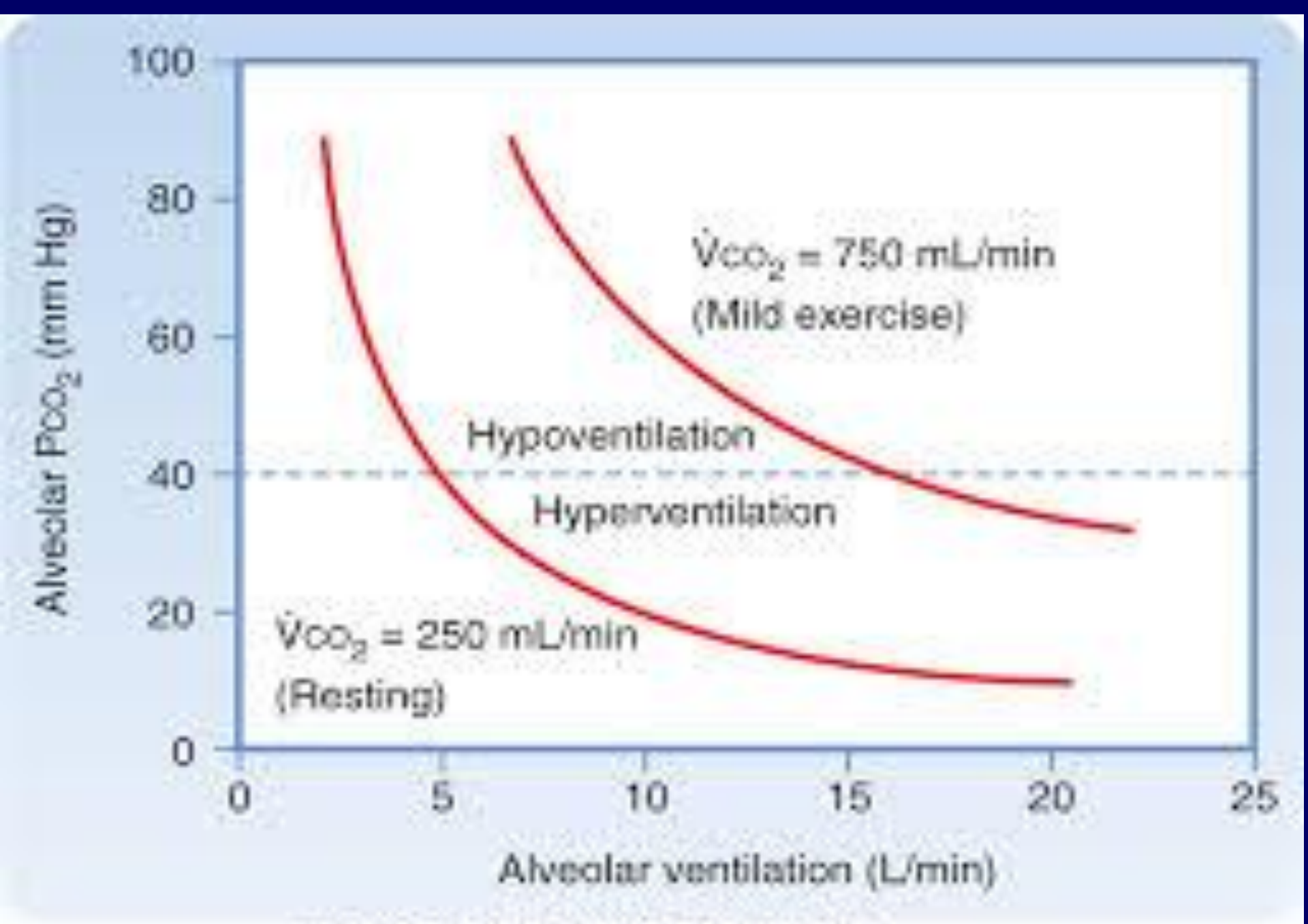
Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια

Από τι εξαρτάται η αποβολή διοξειδίου?

- Από τον εισπνεόμενο όγκο
- Από το νεκρό χώρο
- Από τη συχνότητα των αναπνοών

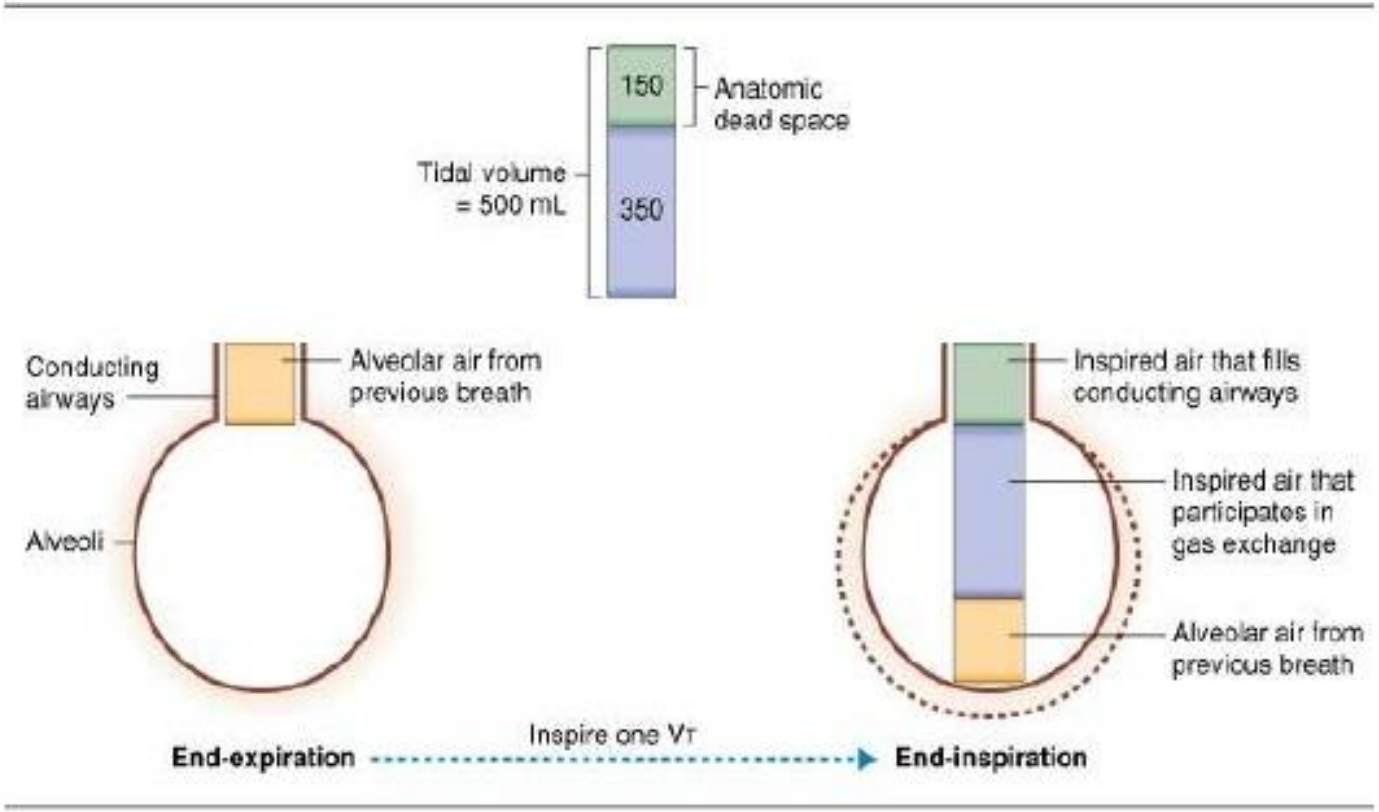
Από τον κυψελιδικό αερισμό

$$P_ACO_2 = PaCO_2 = K \cdot \frac{\dot{V}_{CO_2}}{f \cdot (V_T - V_D)}$$



Koeppen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Dead Space


150
Anatomic dead space
Tidal volume = 500 mL
350
Conducting airways
Alveolar air from previous breath
Alveoli
Inspired air that fills conducting airways
Inspired air that participates in gas exchange
Alveolar air from previous breath
End-expiration
Inspire one VT
End-inspiration

Στόχος αερισμού στη ΧΑΠ

1. Βελτίωση της ανταλλαγής αερίων

2. Μείωση της υπερδιάτασης

- Παράταση εκπνοής
- Ελάττωση του κατά λεπτό αερισμού (μείωση f και VT)
- Αύξηση του ρυθμού εισπνευστικής ροής
- Εφαρμογή peep
- Ελάττωση των πνευμονικών αντιστάσεων με βρογχοδιαστολή-στεροειδή
- Ελάφρυνση του έργου της αναπνοής-ξεκούραση των μυών
- Βελτίωση του συγχρονισμού
- Αποφυγή βαροτραύματος
- Ελαχιστοποίηση των καρδιαγγειακών επιπλοκών

Στόχος αερισμού στη ΧΑΠ

Ο αερισμός που εφαρμόζεται πρέπει να καθορίζεται από το βαθμό υπερδιάτασης και την auto-PEEP και όχι τα επίπεδα PaCO2

- Η auto-PEEP καθορίζεται από τρεις παράγοντες

1. Τον κατά λεπτό αερισμό
2. Τις σταθερές χρόνου εκπνοής και τη σχέση I:E
3. Την εκπνευστική ροή

- Ο κατά λεπτό αερισμός είναι η σημαντικότερη παράμετρος για την εμφάνιση υπερδιάτασης.

Για το λόγο αυτό:

- Χαμηλότερος VT
- Λίγες αναπνοές
- Υψηλή ροή ώστε το pH και όχι η PaCO2 να είναι στα φυσιολογικά όρια

Στα αίτια υψηλής Ppeak περιλαμβάνονται:

- Χαμηλή ενδοτικότητα (υψηλή Ppeak και Pplateau) όπως σε:

- διασωλήνωση βρόγχου/ ατελεκτασία
- πνευμοθώρακα
- ARDS
- υπερδιάταση
- παθολογία εκ της κοιλίας που μειώνει την ενδοτικότητα του αναπνευστικού συστήματος (ασκίτης, παγκρεατίτιδα κλπ)

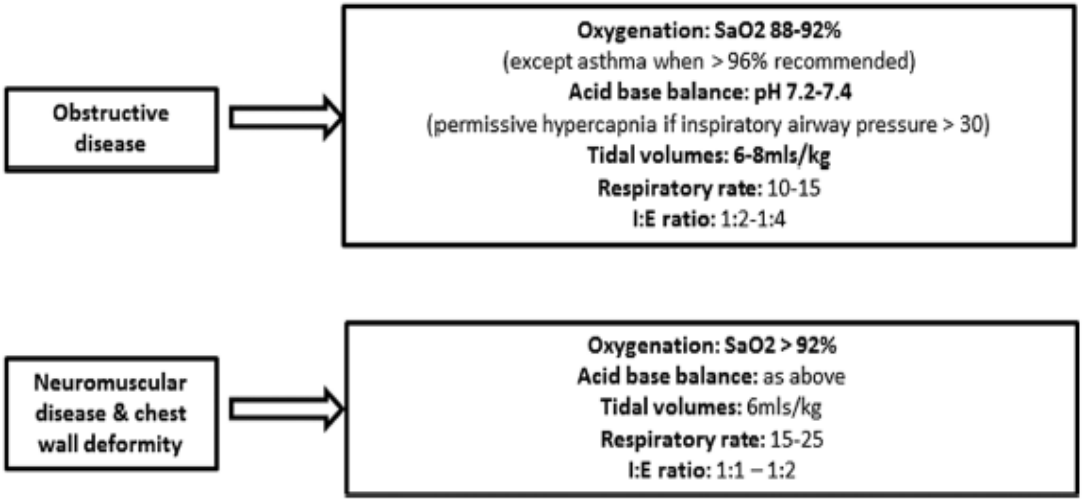
- Υψηλές αντιστάσεις (υψηλή Ppeak μόνο) όπως σε:

- απόφραξη στον ενδοτράχειο σωλήνα ή σε άλλο σημείο του κυκλώματος που να παρεμποδίζει την ροή
- βρογχόσπασμος
- εκκρίσεις
- αποφρακτικά νοσήματα των αεραγωγών

BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults

A Craig Davidson,[1] Stephen Banham,[1] Mark Elliott,[2] Daniel Kennedy,[3] Colin Gelder,[4] Alastair Glossop,[5] Alistair Colin Church,[6] Ben Creagh-Brown,[7] James William Dodd,[8,9] Tim Felton,[10] Bernard Foëx,[11] Leigh Mansfield,[12] Lynn McDonnell,[13] Robert Parker,[14] Caroline Marie Patterson,[15] Milind Sovani,[16] Lynn Thomas,[17] BTS Standards of Care Committee Member, British Thoracic Society/Intensive Care Society Acute Hypercapnic Respiratory Failure Guideline Development Group, On behalf of the British Thoracic Society Standards of Care Committee

Figure 2 Guide to initial settings and aims with invasive mechanical ventilation.



Μπορεί να υπάρχει υπερδιάταση χωρίς περιορισμό στην εκπνευστική ροή;

- Σε ταχύ αναπνευστικό ρυθμό
- Σε μεγάλους αναπνεόμενους όγκους
- Όταν ο χρόνος εισπνοής είναι μεγαλύτερος από το χρόνο εκπνοής
- Όταν ο ενδοτραχειακός σωλήνας είναι πολύ στενός

Τελειώνοντας…
ΔΕΝ ΞΕΧΝΩ

- Η οξυγόνωση εξαρτάται από την FiO2 και την PEEP
- Η Υποξυγοναιμία σκοτώνει
- Η Υποξυγοναιμία οφείλει να αναστρέφεται άμεσα
- Πρώτη ενέργεια FiO2 = 100%
- Δεύτερη ενέργεια αύξηση της PEEP

Τελειώνοντας…
ΔΕΝ ΞΕΧΝΩ

- Οι μεταβολές του όγκου και της συχνότητας μεταβάλλουν τα επίπεδα της PCO2
- Είναι προτιμότερη η υπερκαπνία από τον αερισμό με υψηλές πιέσεις και όγκους (permissive hypercapnia)
- Σε ελεγχόμενα μοντέλα μηχανικής υποστήριξης η αύξηση της PCO2 με τις ίδιες ρυθμίσεις σημαίνει αύξηση του νεκρού χώρου του ασθενούς.

Ευχαριστώ

Table 2: Factors affecting pulmonary gas exchange		
Factors affecting ventilation	**Factors affecting perfusion**	**Factors affecting diffusion**
Anatomical shunt	Haemodynamic status	Decreased area (emphysema, resection)
Capillary shunt (atelectasis, pulmonary oedema/ ARDS, pneumonia, consolidation, pneumothorax)	Gravitational factor (position)	Increased thickness (pneumonia, pulmonary oedema or fibrosis)
Hypoventilation	FiO_2 and HPV	Lower than normal A - a gradient (high altitude)
Airway obstruction (inflammation, mucus plug, bronchospasm)	PPV (managed by fluid administration)	
Interstitial lung disease	Surgical factors (compression, retraction)	
	Vascular factors (embolism, pulmonary vascular disease)	

ARDS – Adult respiratory distress syndrome; HPV – Hypoxic pulmonary vasoconstriction; PPV – Positive-pressure ventilation

www.medicalgeek.com

Table 3: Factors affecting respiratory muscle efficiency

Patient related factors	
Factors affecting respiratory load	**Factors affecting muscular competence**
Resistive load (bronchospasm, upper airway obstruction)	Depressed drive (sedatives, hypothyroidism)
Lung elastic load (pulmonary oedema, pneumonia, atelectasis)	Muscle weakness (hypokalaemia, hypophosphatemia)
Chest wall elastic load (obesity, pleural effusion, pneumothorax, abdominal distension)	Malnutrition
Minute ventilation load (excess CO_2 production, increased V_D/V_T)	Dynamic hyperinflation and auto-PEEP
Ventilator related factors	
Narrow endotracheal tube	
Amount of external PEEP	
Insensitive triggering	
Decreased triggering threshold of the ventilator	

PEEP – Positive end-expiratory pressure, VT – Tidal volume

drvitrag@gmail.com
www.medicalgeek.com