

Άσθμα στη ΜΕΘ: πώς πρέπει να αερίζεται μηχανικά;

Ροβίνα Νικολέττα

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

Περιστατικό παρόξυνσης άσθματος στο ΤΕΠ

- Γυναίκα 31 ετών, μη καπνίστρια
- Παχύσαρκη
- Ιστορικό κατάθλιψης υπό αγωγή
- Ιστορικό άσθματος από την παιδική ηλικία
- Χωρίς συστηματική αγωγή για το άσθμα-κακή συμμόρφωση στη θεραπεία-συχνή χρήση ανακουφιστικού φαρμάκου
- Δυο παροξύνσεις για τις οποίες νοσηλεύθηκε το προηγούμενο έτος
- Επίσκεψη στο ΤΕΠ για ανακουφιστική θεραπεία λόγω επίμονων συμπτωμάτων δυο φορές τον τελευταίο μήνα



Αναφερόμενη δύσπνοια, σταδιακά
επιδεινούμενη από 10ημέρου, χωρίς
βήχα ή πυρετό

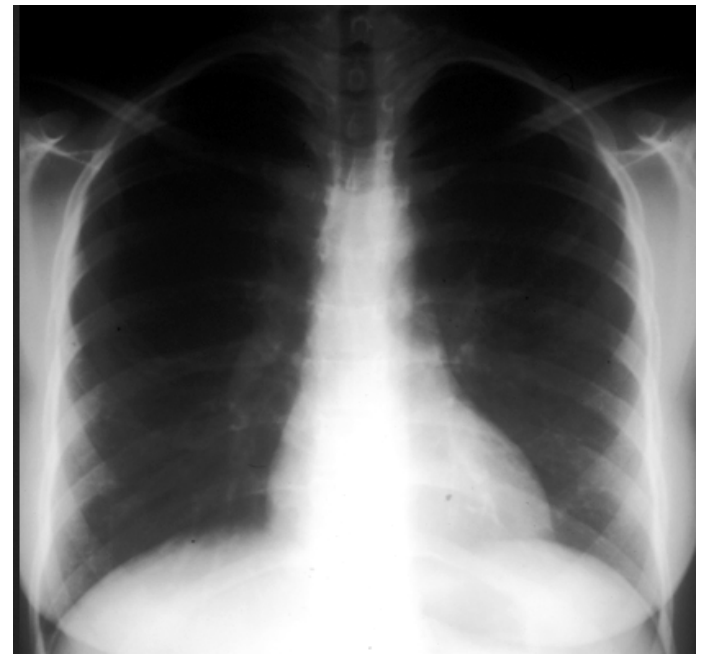
HR: 130/ΜΙΜΝ

RR: >30/min

ABGs: Ph: 7,31, PO₂: 71, PCO₂: 46
(MV 35%)

Ακρόαση πνευμόνων: ΜΡ εισπνευστικοί
και εκπνευστικοί άμφω, παράταση
εκπνοής

Χορήγηση βρογχοδιαστολής
(σαλβουταμόλη/ιπρατρόπιο) ανά 20
λεπτά, κορτιζόνη ενδοφλέβια, MgSO₄,
O₂



Βρογχικό άσθμα Ορισμός

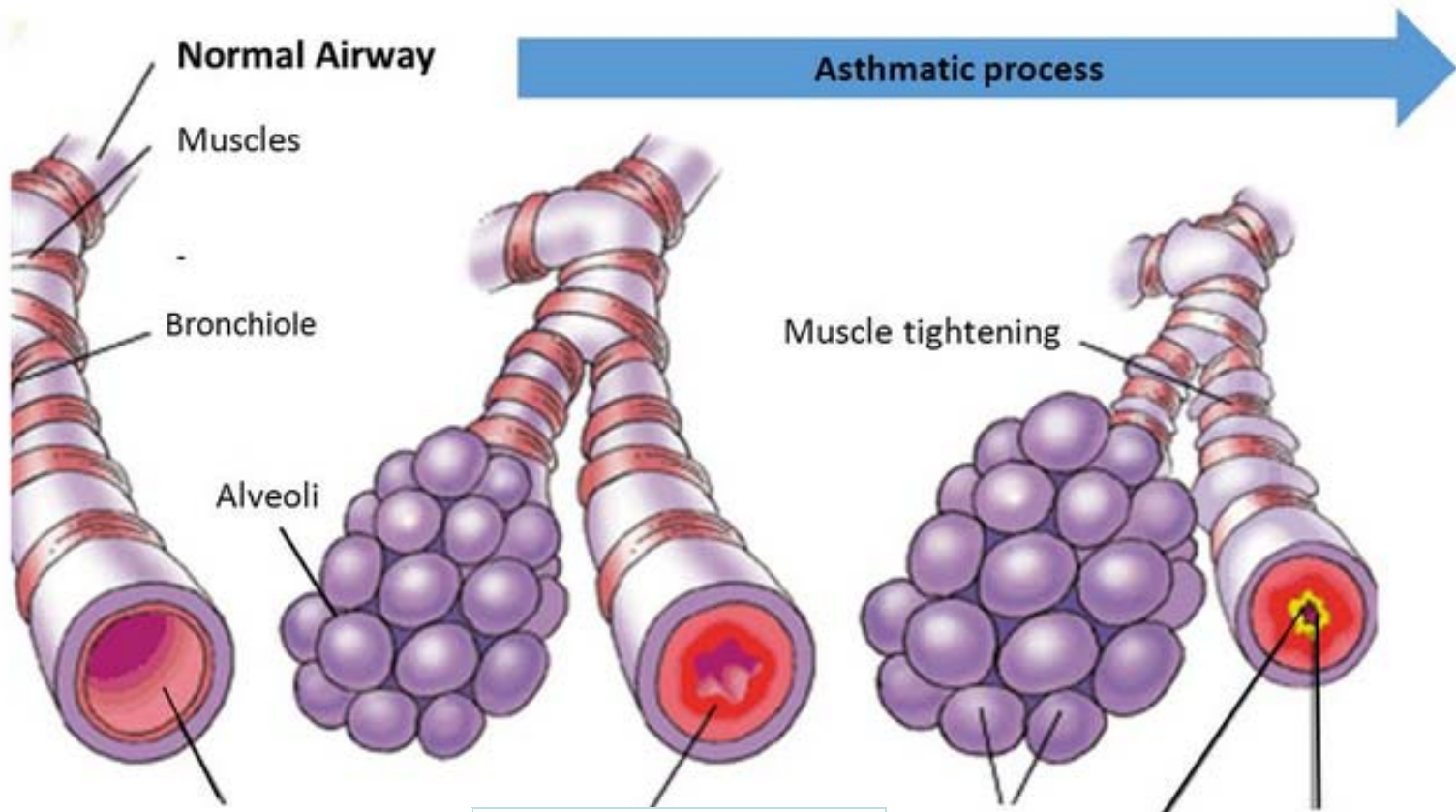


Το άσθμα είναι μια ετερογενής νόσος, που χαρακτηρίζεται από χρόνια φλεγμονή των αεραγωγών.

Τεκμηριώνεται με το ιστορικό ή τα αναπνευστικά συμπτώματα (συριγμός, δύσπνοια, «βάρος» στο στήθος και βήχας) που παρουσιάζουν διακύμανση μέσα στο χρόνο ως προς την εκδήλωση και την ένταση και συνοδεύονται από στένωση των αεραγωγών.

Ποιοι τύποι άσθματος εμφανίζονται συνηθέστερα με σοβαρή παρόξυνση?

Variable	Scenario of asthma death	
	Type 1	Type 2
Time course	Subacute worsening (days). 'Slow onset – late arrival'	Acute deterioration (hours). 'Sudden asphyxic asthma'
Frequency	≅ 80–85%	≅ 15–20%
Airways	Extensive mucous plugging	More or less 'empty' bronchi
Inflammation	Eosinophils	Neutrophils
Response to treatment	Slow	Faster
Prevention	Possible	(?)



Βρόγχος υγιούς ατόμου

Βρόγχος ασθενούς με άσθμα

Παγίδευση αέρα

Παρόξυνση άσθματος

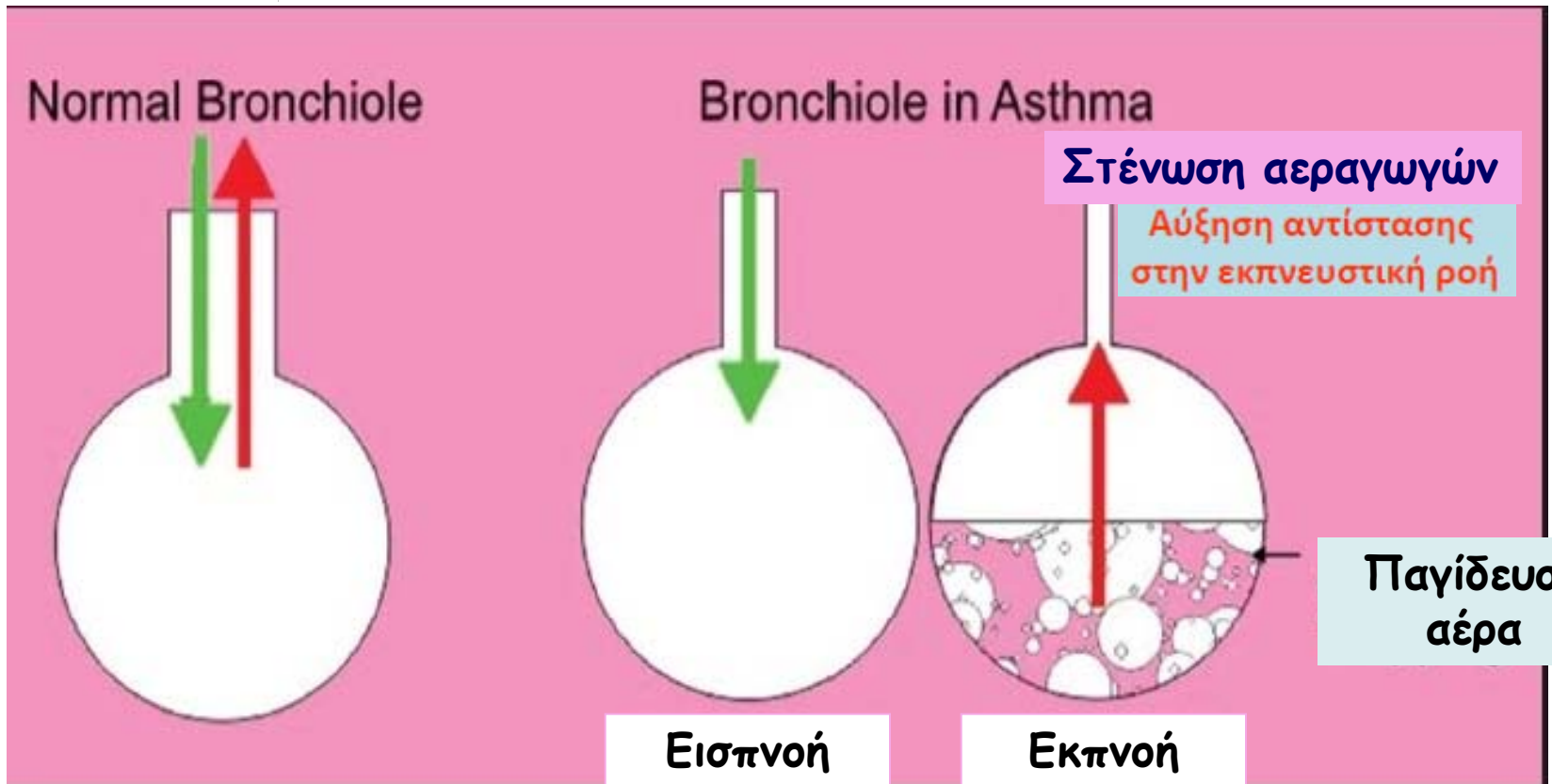
Βρογχόσπασμος

Αγγειοδιαστολή, υπεραιμία, οίδημα

Υπερέκκριση βλέννης

Χρόνια φλεγμονή

Μηχανισμός υπερδιάτασης



Στένωση αεραγωγών

Αύξηση αντίστασης στην εκπνευστική ροή

Παγίδευση αέρα

Εισπνοή

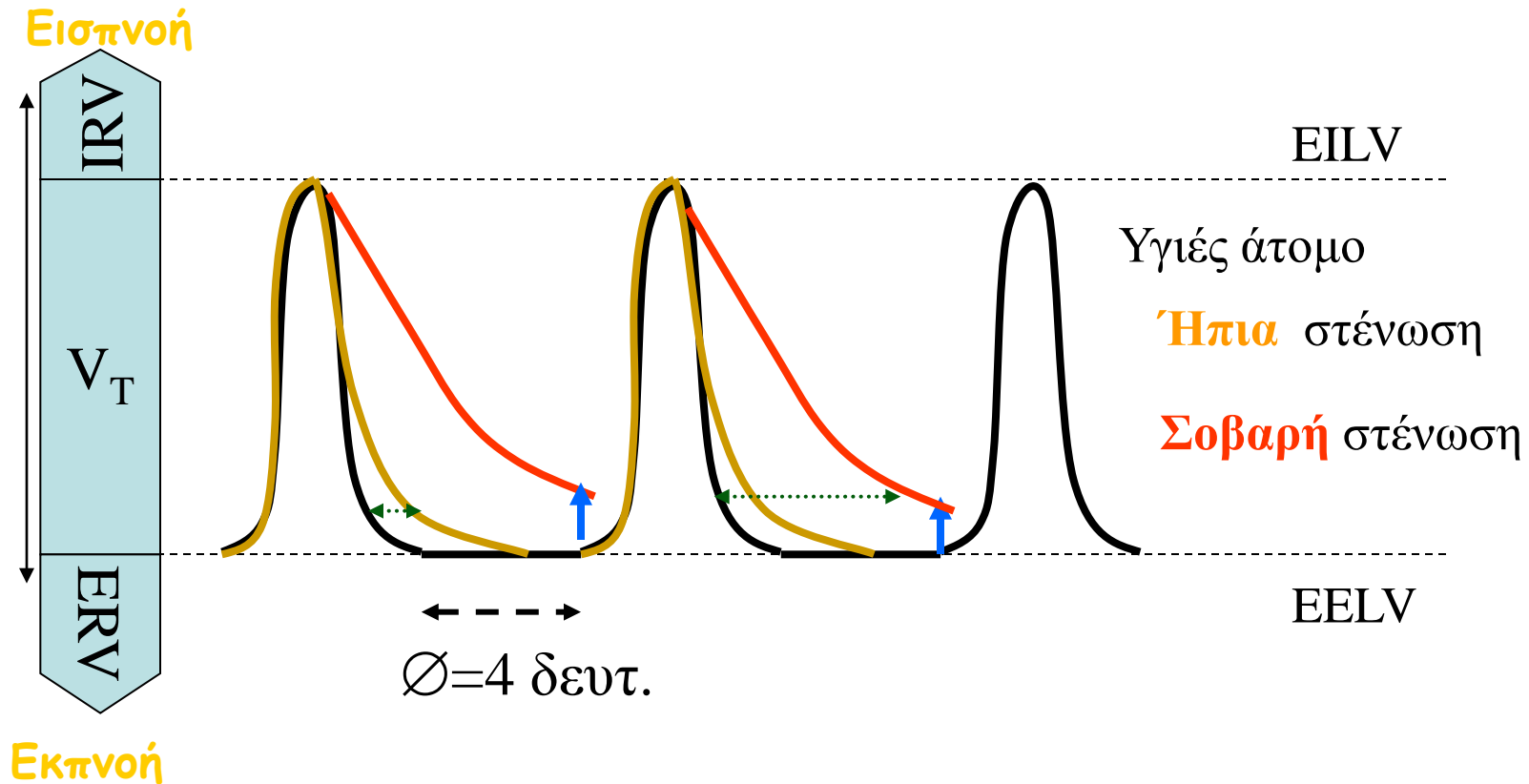
Εκπνοή

Μειωμένη επαναφορά

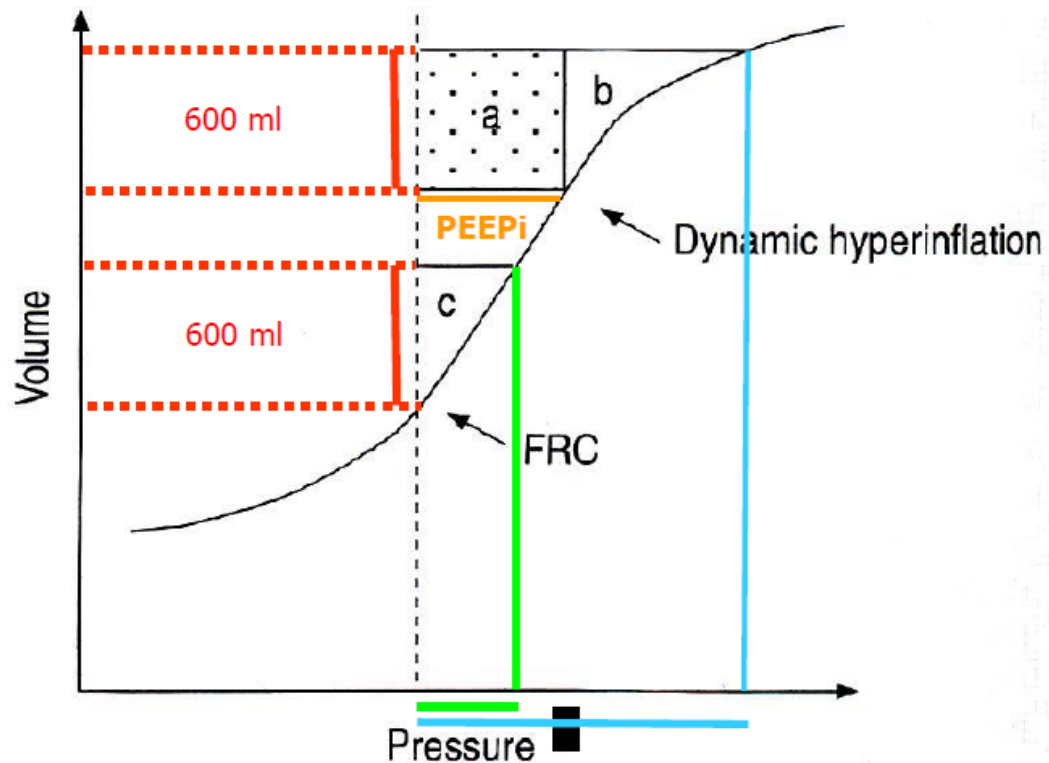
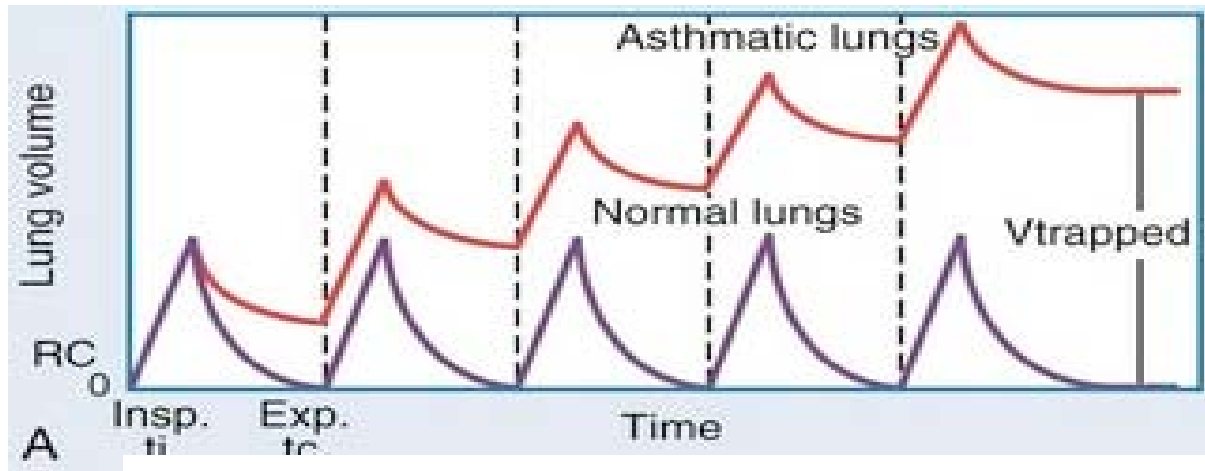
Η οδηγός πίεση για εκπνευστική ροή μειώνεται

Όγκος αναπνεόμενου αέρα σε κατάσταση ηρεμίας

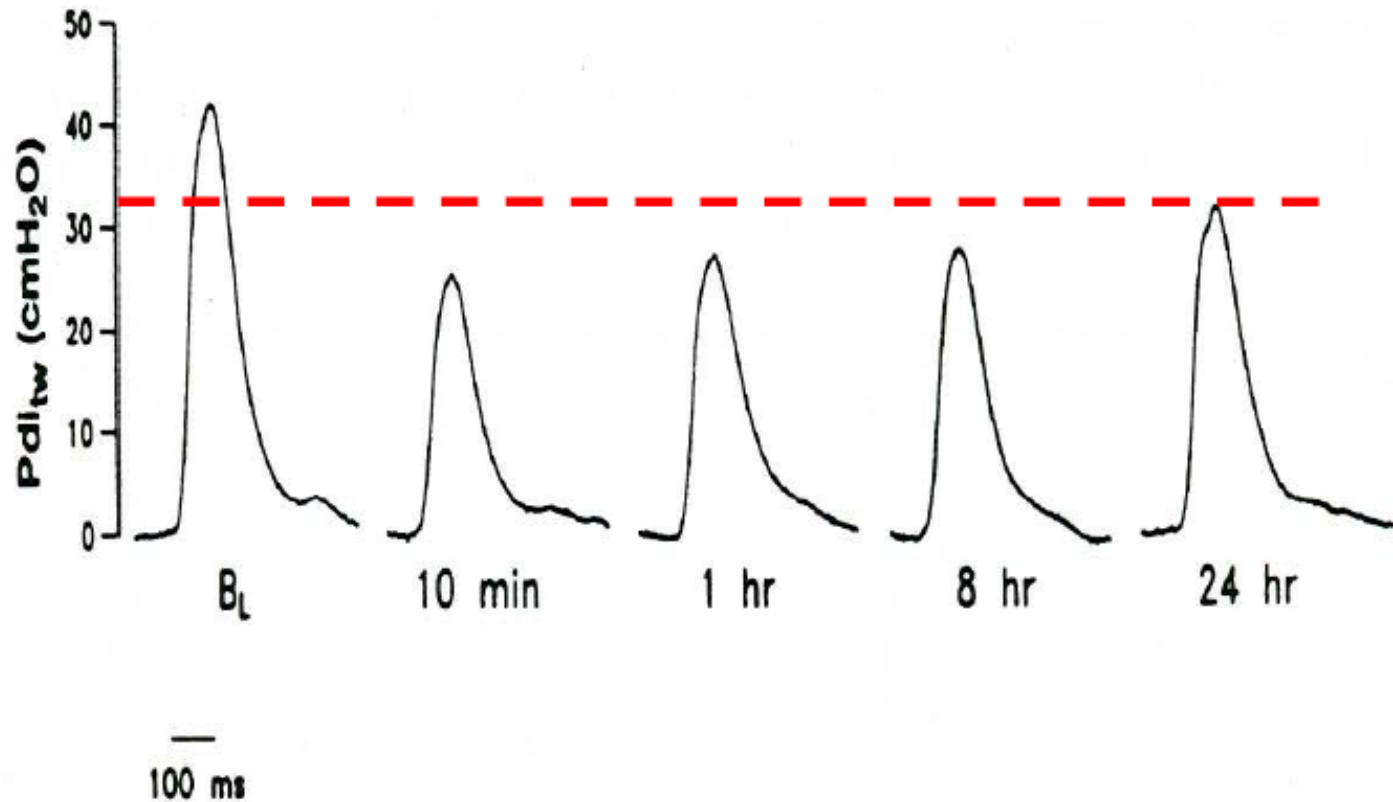
Συχνότητα αναπνοής σε κατάσταση ηρεμίας: 12 - 15/λεπτό



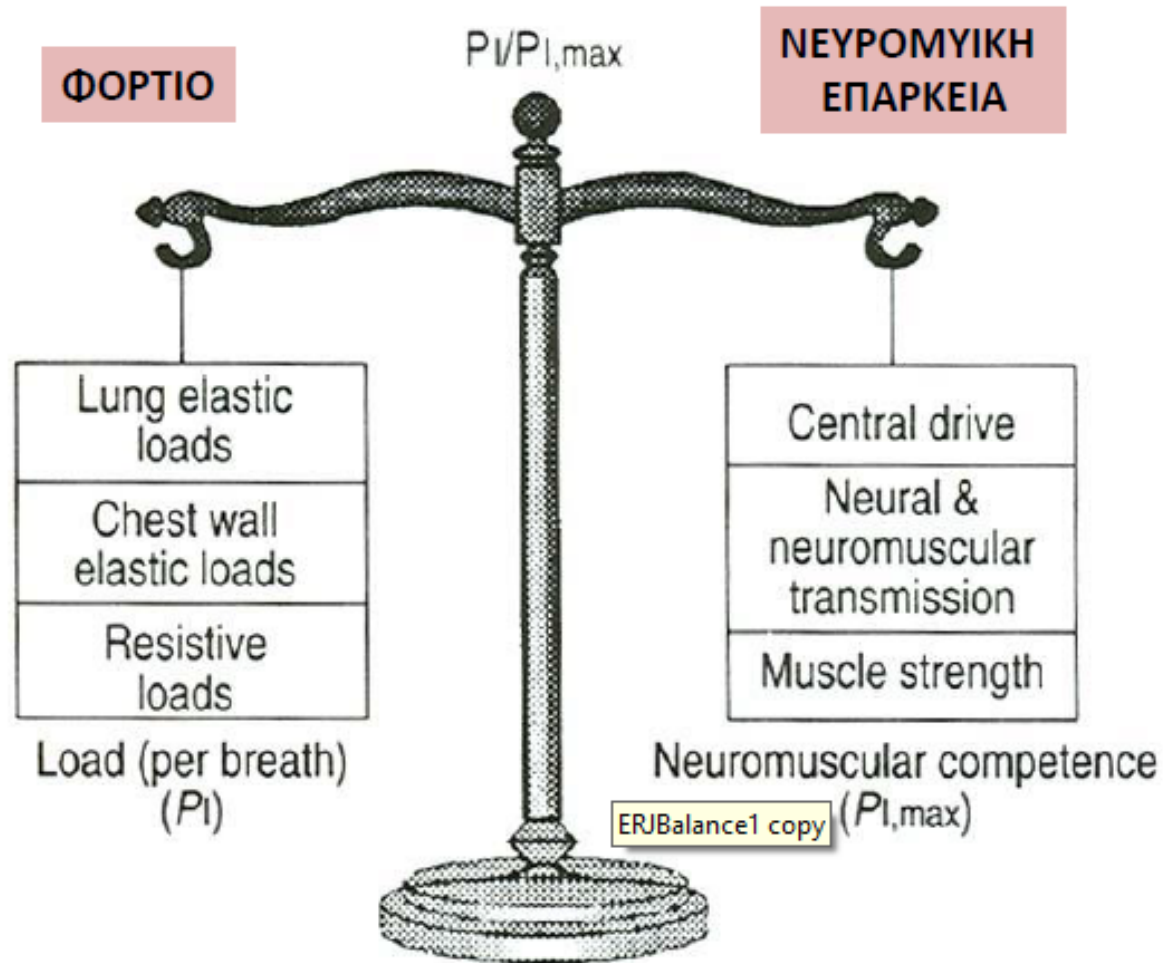
Δυναμική υπερδιάταση στην παρόξυνση



Το αυξημένο έργο της αναπνοής οδηγεί σε διαφραγματική κόπωση

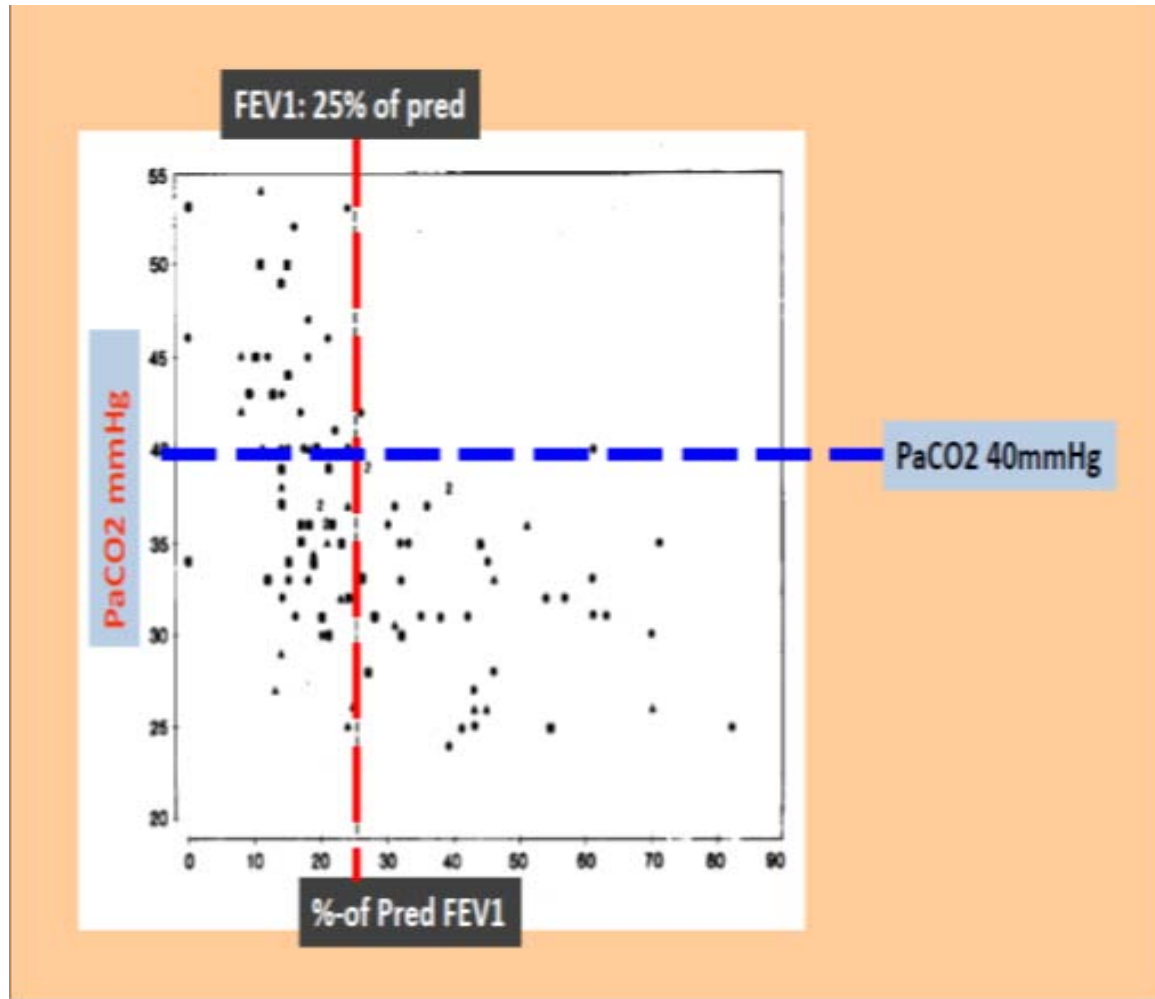


Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια



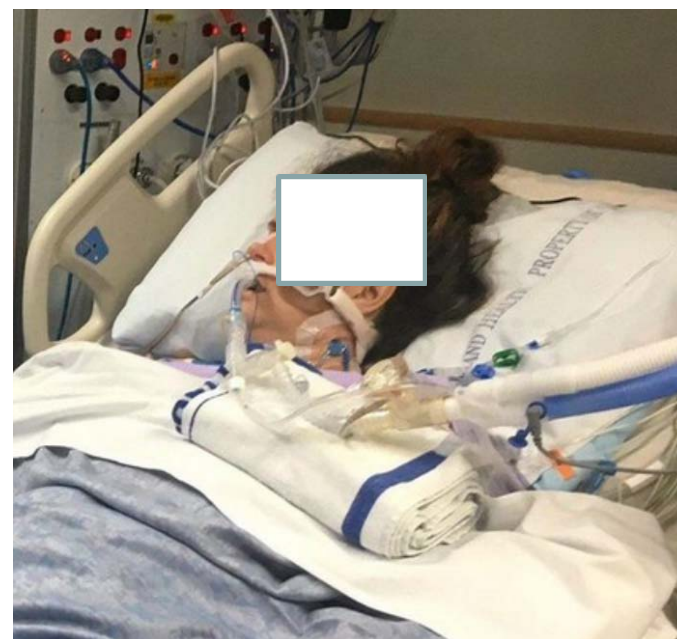
Η ασθενής μας..

- Επιδείνωση της εικόνας
- Μείωση αναπνευστικού ψιθυρίσματος
- Τηλεγραφική ομιλία
- Χρήση επικουρικών μυών
- Κόπωση
- ABGs: 7,22/94/54 (MV 60%)



Επεμβατικός αερισμός σε ποιον?

Κλινικές ενδείξεις	Εργαστηριακές ενδείξεις
Καρδιακή ή αναπνευστική ανακοπή	Σοβαρή υποξαιμία
Αλλαγή στο επίπεδο συνείδησης	Αποτυχία διόρθωσης της αναπνευστικής οξέωσης
Κόπωση	PH 7,2, \uparrow PCO ₂ 5mmHg/h ή >55-75 mmHg/h



Στόχος του μηχανικού αερισμού

Μείωση της υπερδιάτασης

Increased ventilatory drive

- \downarrow PaO₂
- \uparrow PaCO₂
- \downarrow pH

Tachypnoea (e.g. anxiety)

Worsening expiratory flow limitation

Dynamic hyperinflation
(\uparrow EELV, \downarrow IC)

Βαρότραυμα

Mechanical disadvantage

- \uparrow PEEPi
- \downarrow C_{DYN}
- \uparrow Elastic/threshold loading of inspiratory muscles
- Inspiratory muscle dysfunction

Gas exchange

- \uparrow V_D/V_T due to constraint of V_T

Neuromechanical uncoupling

- Dyspnoea

Cardiovascular effects

- \uparrow Pulmonary arterial pressure
- \downarrow RV preload
- \uparrow LV afterload

Αιμοδυναμική κατακρήμνιση
Χορήγηση υγρών πριν τη διασωλήνωση

Στόχος του μηχανικού αερισμού

Μείωση της υπερδιάτασης
Βαθειά καταστολή και μυοχάλαση αρχικά

Agents	Dose	Side effects
Peri-intubation period		
Midazolam	1 mg (intravenous) slowly, every 2–3 min until the patient allows positioning and airways inspection	Hypotension, respiratory depression
Ketamine	1–2 mg/kg (intravenous) at a rate of 0.5 mg/kg/min	Sympathomimetics effects, delirium
Propofol	60–80 mg/min initial intravenous infusion up to 2.0 mg/kg, followed by an infusion of 5–10 mg/kg/hour as needed	Respiratory depression
Mechanical ventilation		
Midazolam	1–10 mg/hour continuous intravenous infusion	
Morphine sulfate	1–5 mg/hour intravenous continuous infusion	Nausea, vomiting, ileus
Ketamine	0.1–0.5 mg/min (intravenous)	
Propofol	1–4.5 mg/kg/hour (intravenous)	Seizures, hyperlipidemia

Στόχος του μηχανικού αερισμού

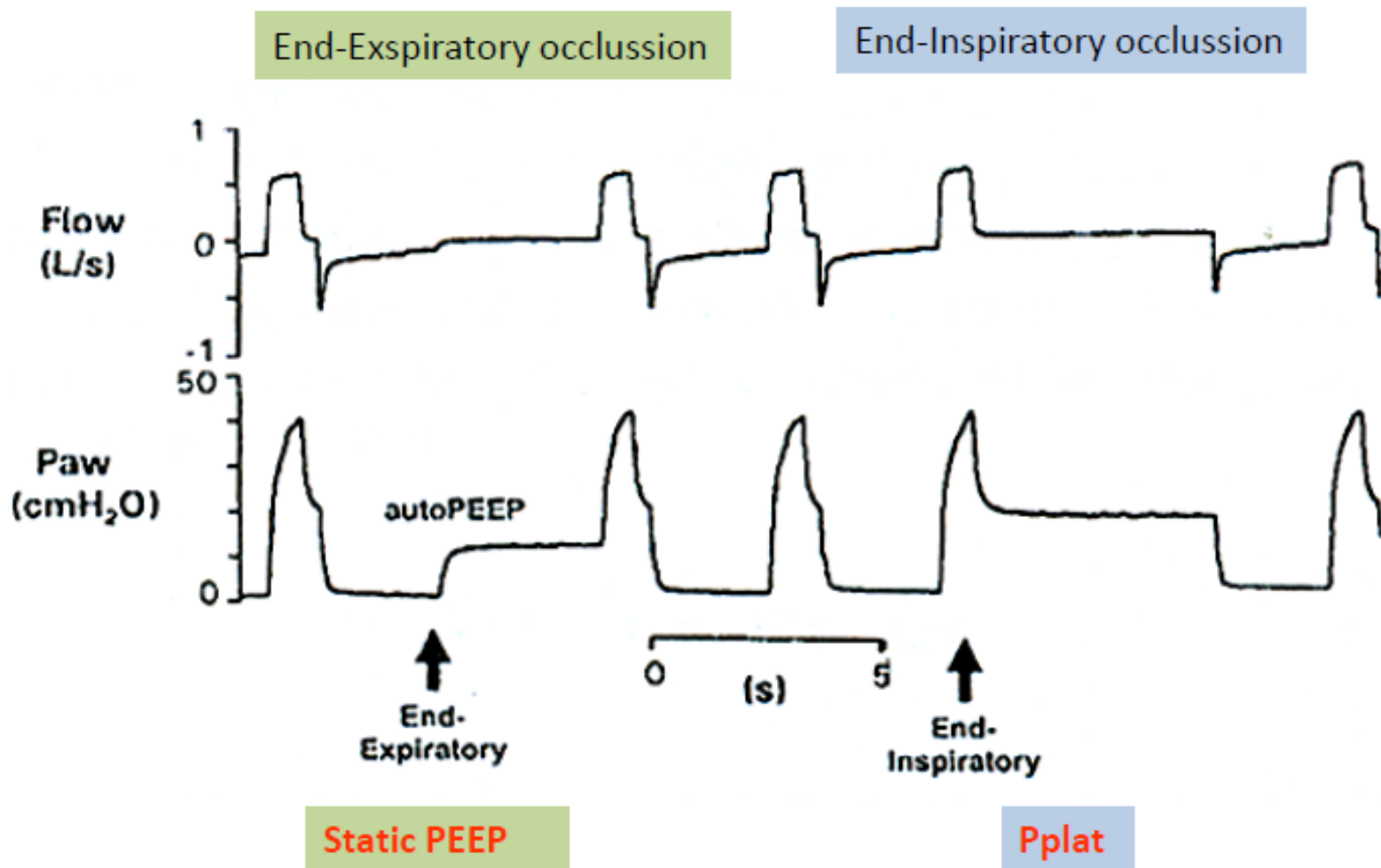
Μείωση της υπερδιάτασης

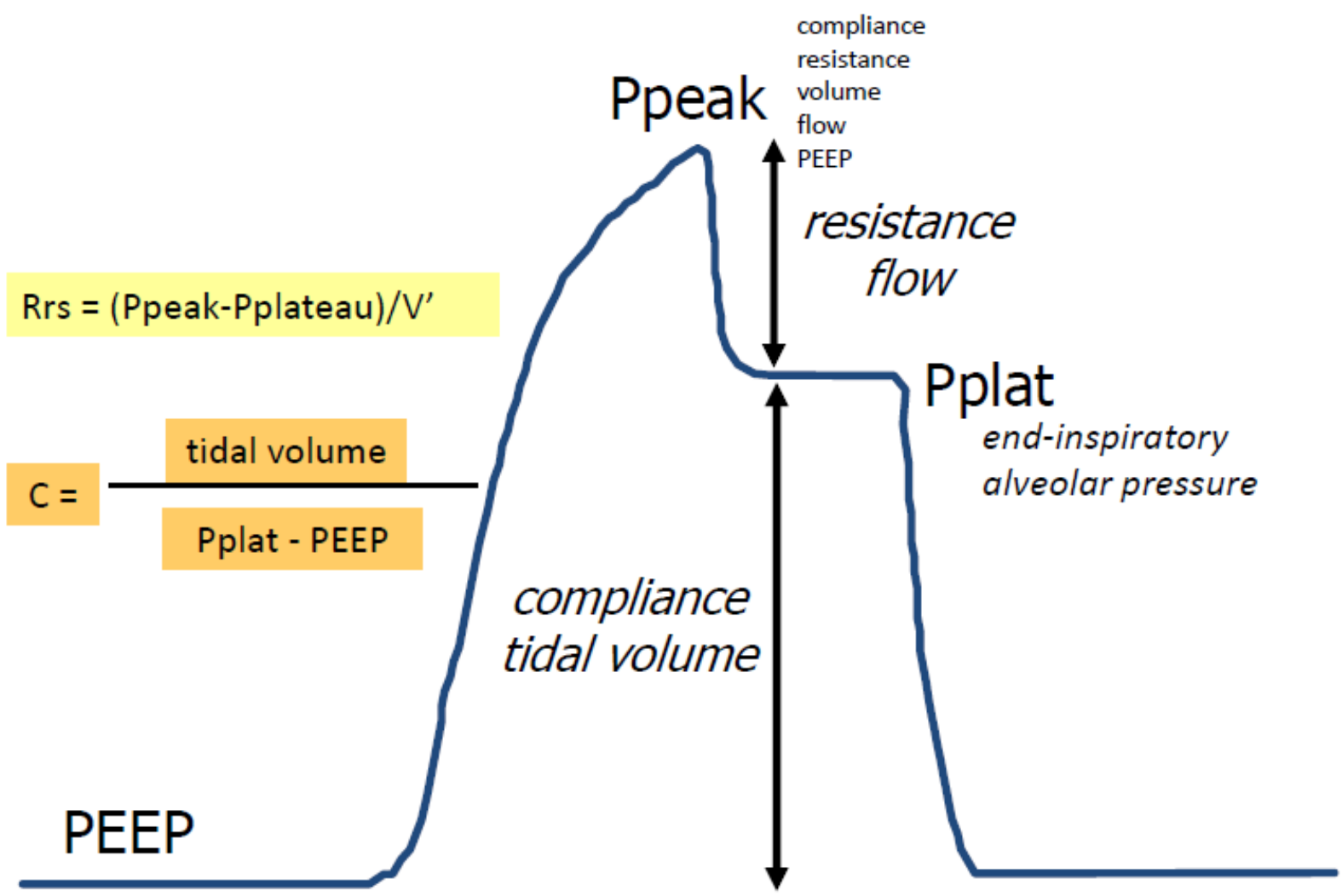
Ventilatory parameters	Settings
Mode	Volume-controlled ventilation
Minute ventilation	<10 l/min
Tidal volume	6–10 ml/kg ideal body weight
Respiratory rate	10–14 cycles/min
Plateau pressure	<30 cmH ₂ O
Inspiratory flow rate	60–80 l/min
Inspiratory flow waveform	Decelerating waveform
Expiratory time	4–5 s
PEEP	0 cmH ₂ O
FIO ₂	To an SaO ₂ of >90%

Controlled hypoventilation permissive hypercapnia

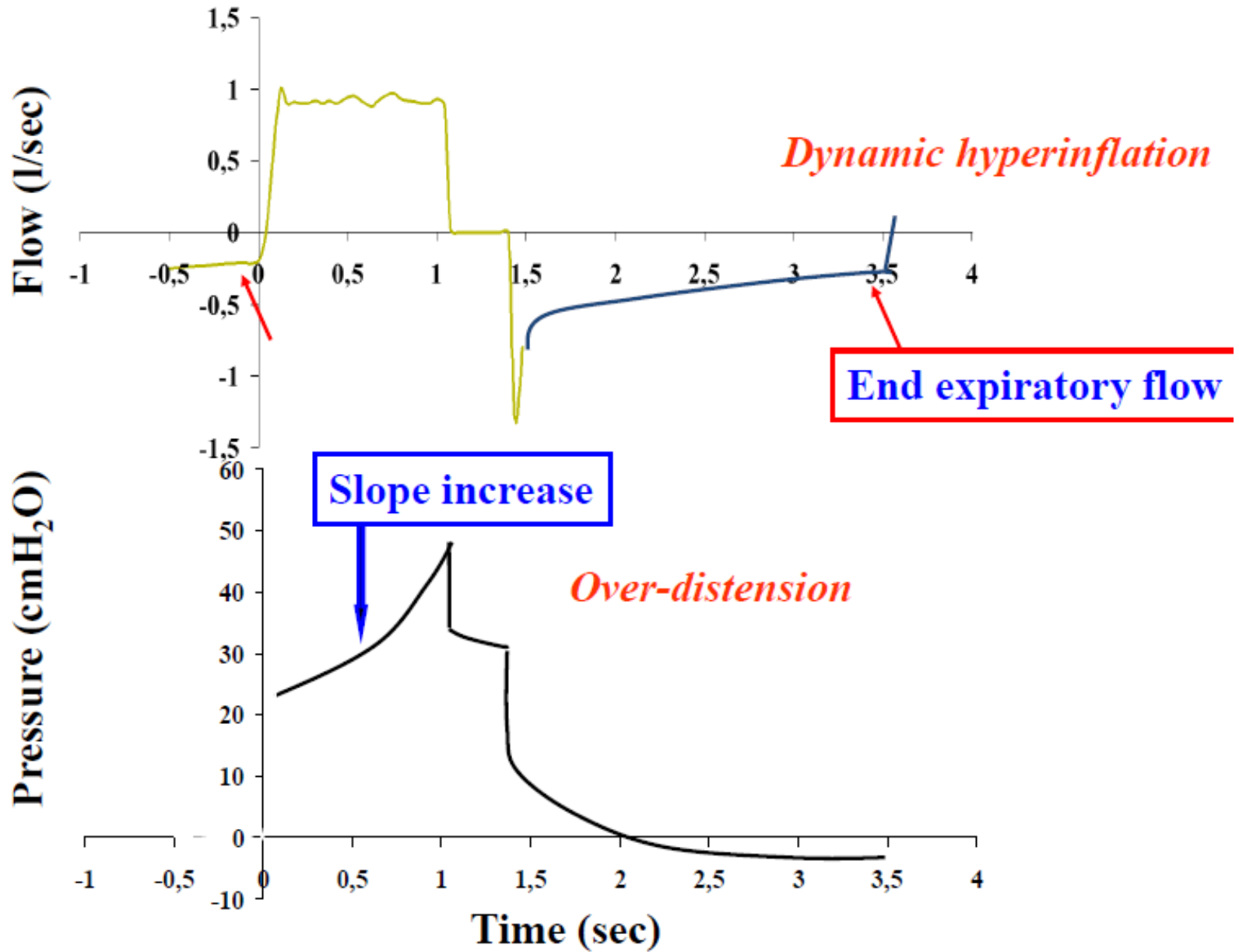
Αποδεκτά όρια οξέωσης και υπερκαπνίας
pH έως 7,15 και PCO₂ έως 80 mmHg

Εκτίμηση της μηχανικής του πνεύμονα

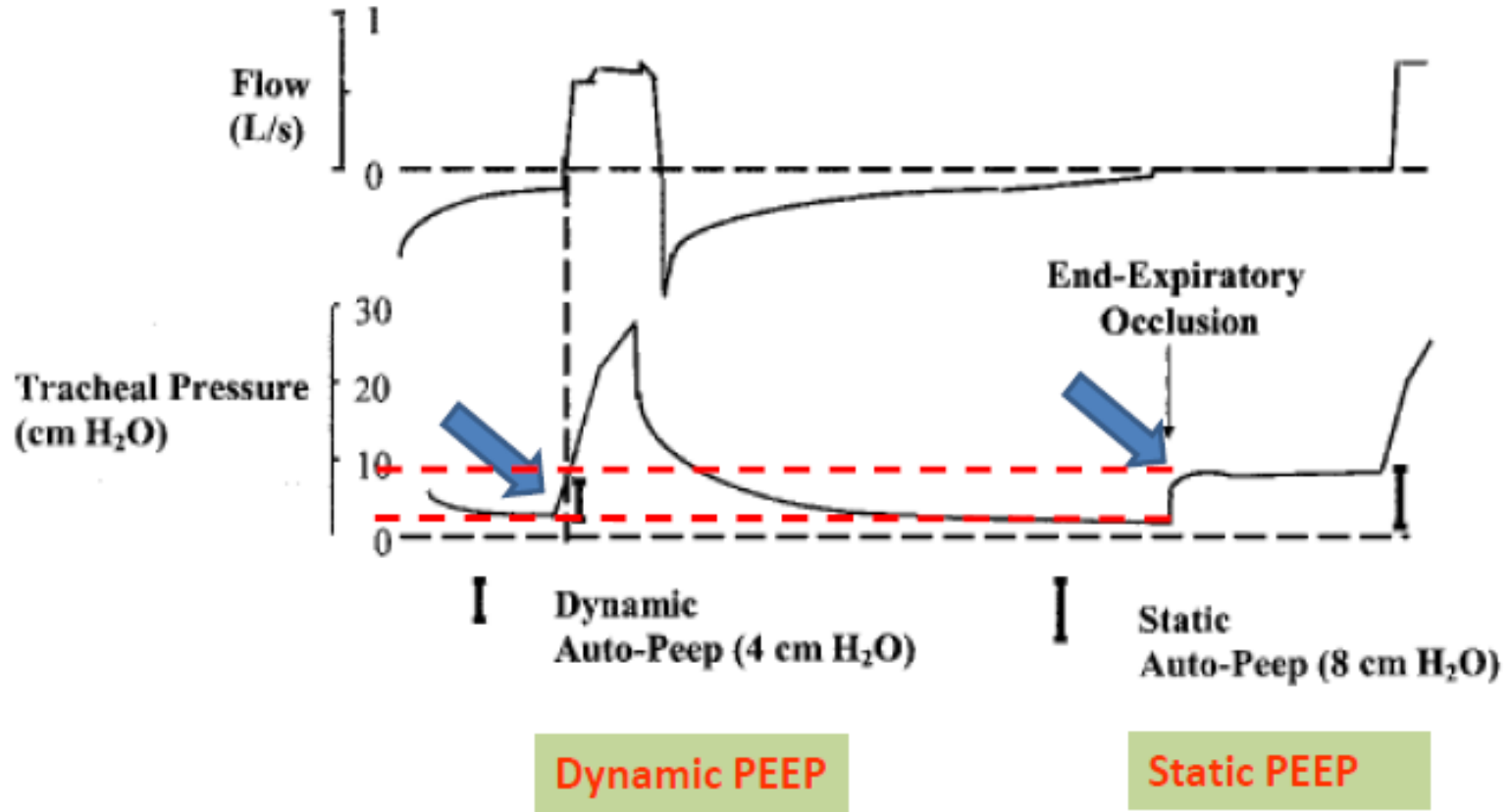




Παρακολούθηση υπερδιάτασης



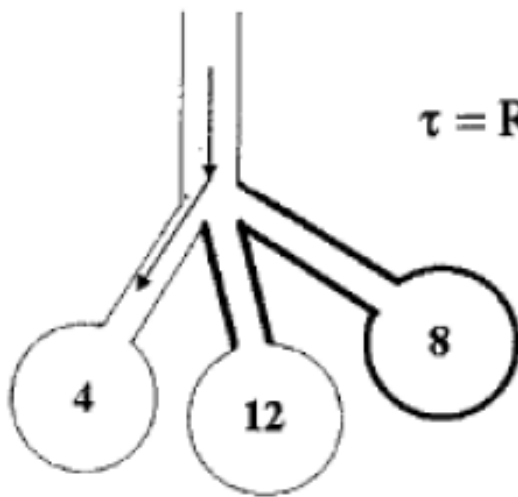
Εκτίμηση της δυναμικής υπερδιάτασης



Στη δυναμική αυτο-PEEP η εισπνευστική ροή ξεκινά όταν η πίεση στον αεραγωγό ξεπερνά τη χαμηλότερη αυτο-PEEP του πνεύμονα στην περιοχή

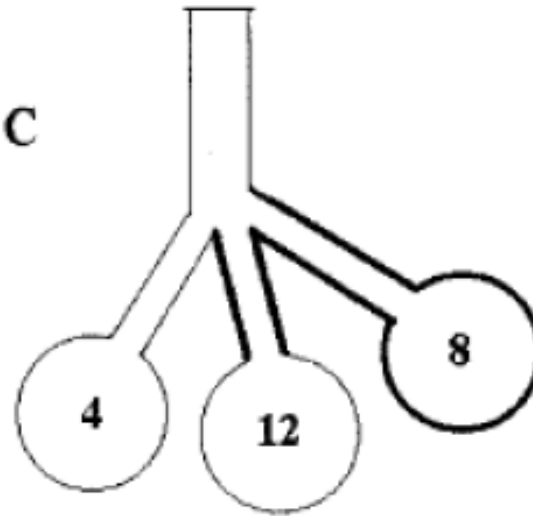
Στη στατική αυτο-PEEP η τελοεκπνευστική παύση επιτρέπει την εξισορρόπηση των περιοχών του πνεύμονα και η αυτο-PEEP που μετράται αντανακλά το μέσο όρο όλων των περιοχών του πνεύμονα

Dynamic autoPEEP

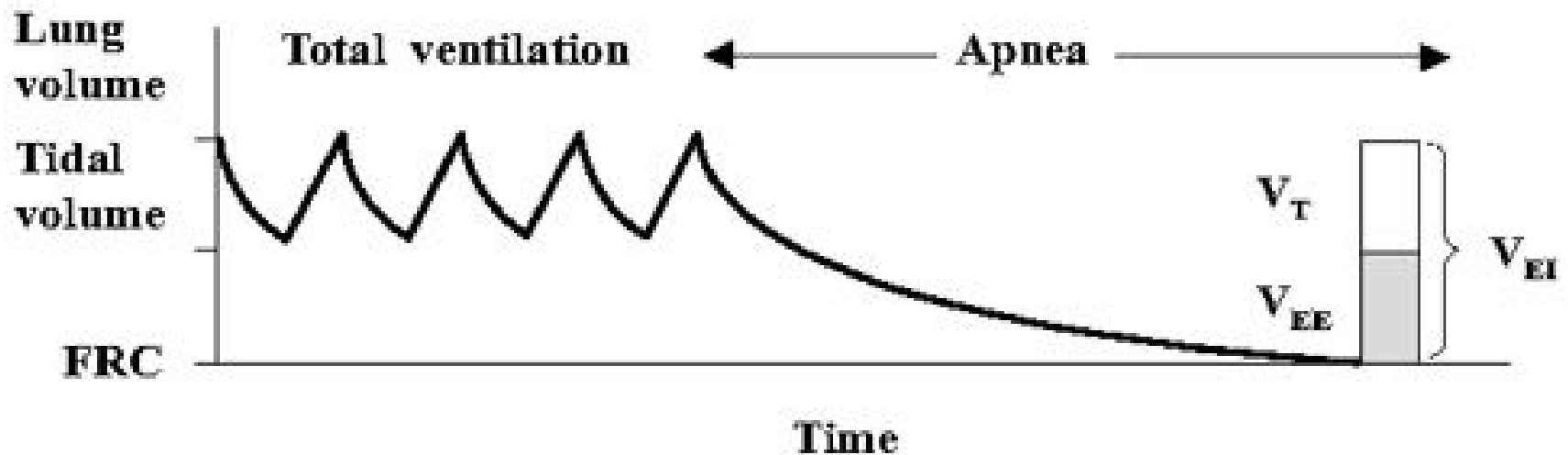


$$\tau = R * C$$

Static autoPEEP

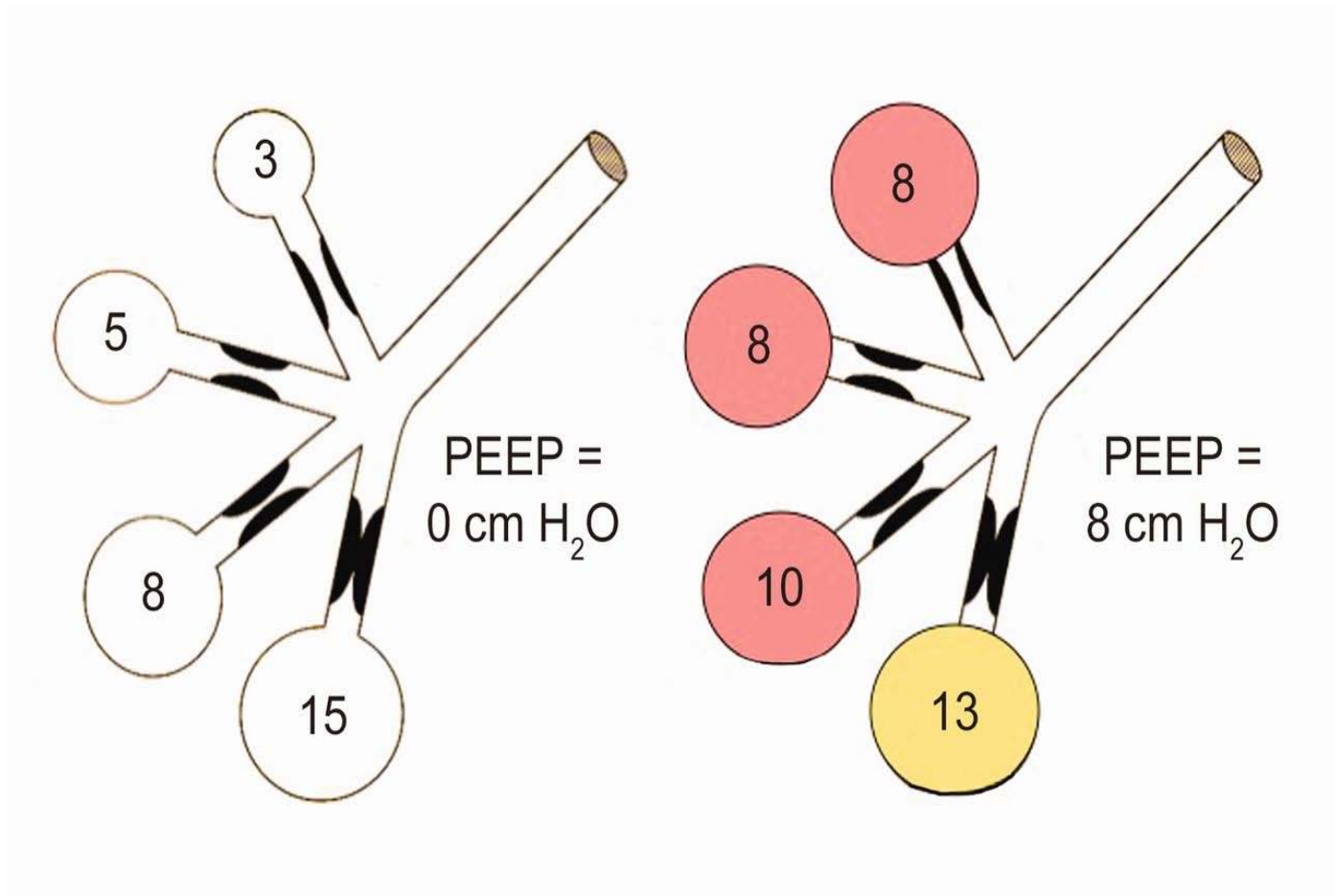


Εκτίμηση της δυναμικής υπερδιάτασης



Χαμηλός κίνδυνος για βαρότραυμα
όταν ο εκπνεόμενος όγκος αέρα
είναι <20 ml/kg

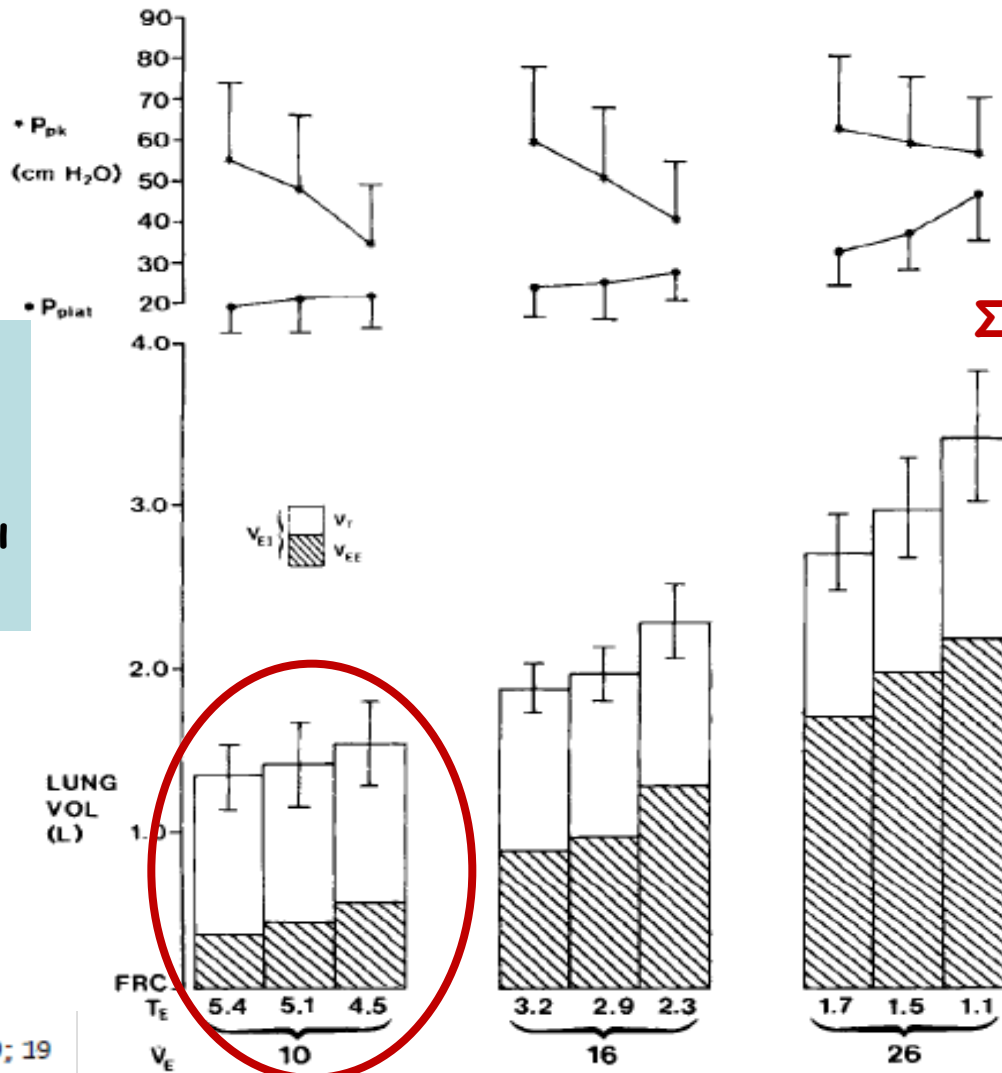
Η εφαρμογή PEEP βοηθά στην ομογενοποίηση τελοεκπνευστικών πιέσεων που αποκλίνουν βελτιώνοντας έτσι την κατανομή του αερισμού και διευκολύνοντας την έναρξη της αναπνοής



Πώς μπορούμε να μειώσουμε την
υπερδιάταση?

Επίδραση του αριθμού αναπνοών και του κατά λεπτό αερισμού στην υπερδιάταση

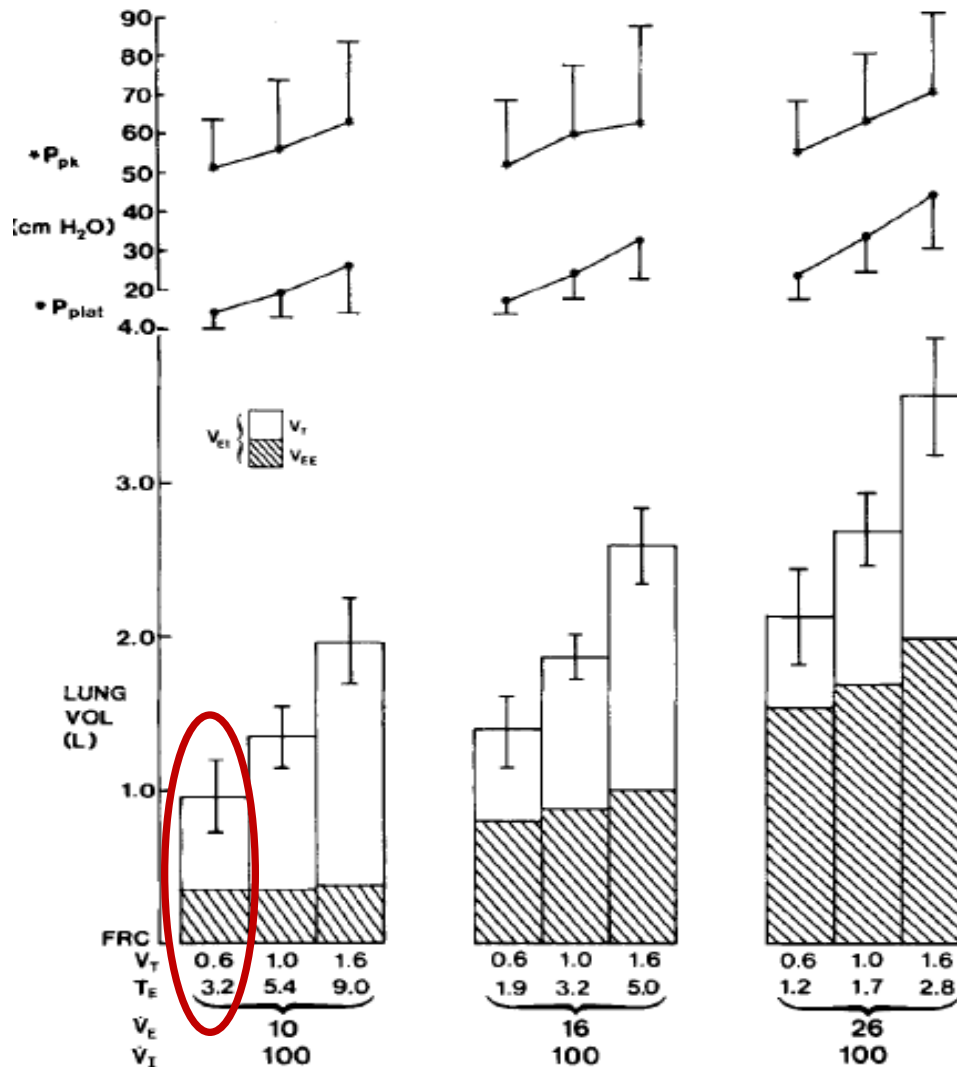
Μείωση της υπερδιάτασης με μικρότερο κατά λεπτό αερισμό και λιγότερες ανάσες



Σταθερός VT 1.0 L

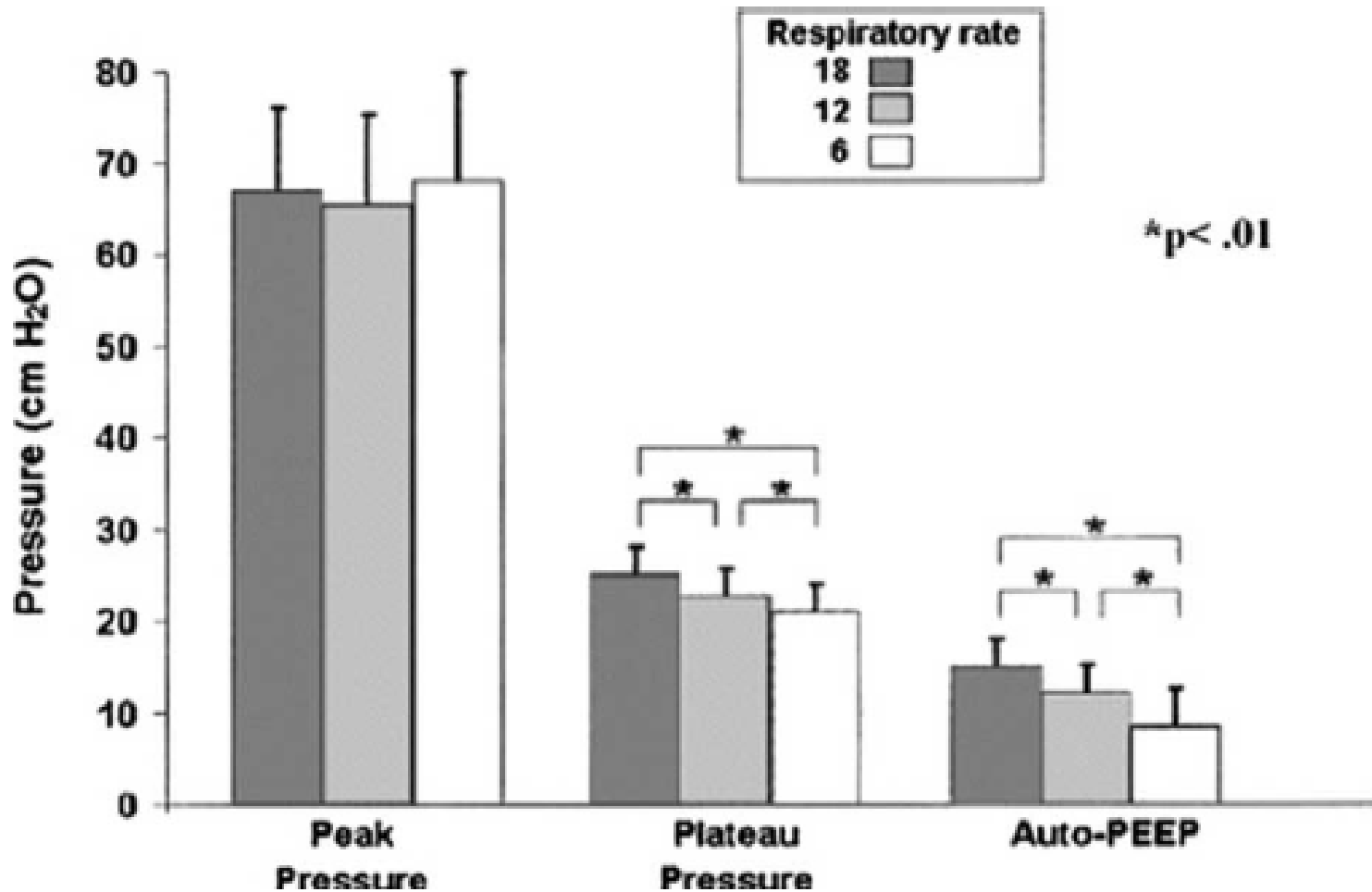
Επίδραση του αριθμού αναπνοών και του κατά λεπτό αερισμού στην υπερδιάταση

Μείωση της υπερδιάτασης μειώνοντας τον αριθμό αναπνοών και τον κατά λεπτό αερισμό

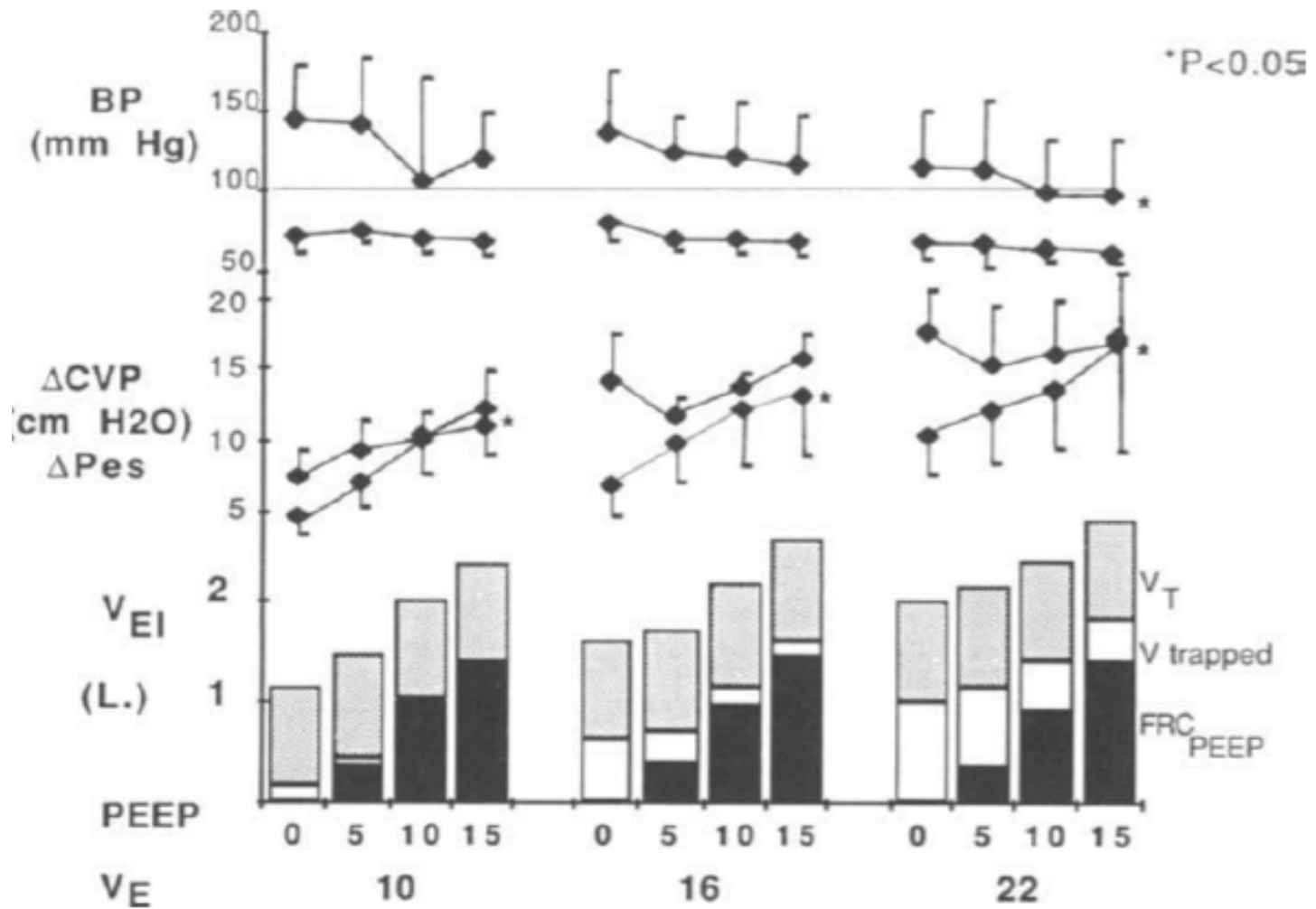


Διάφορες τιμές V_T

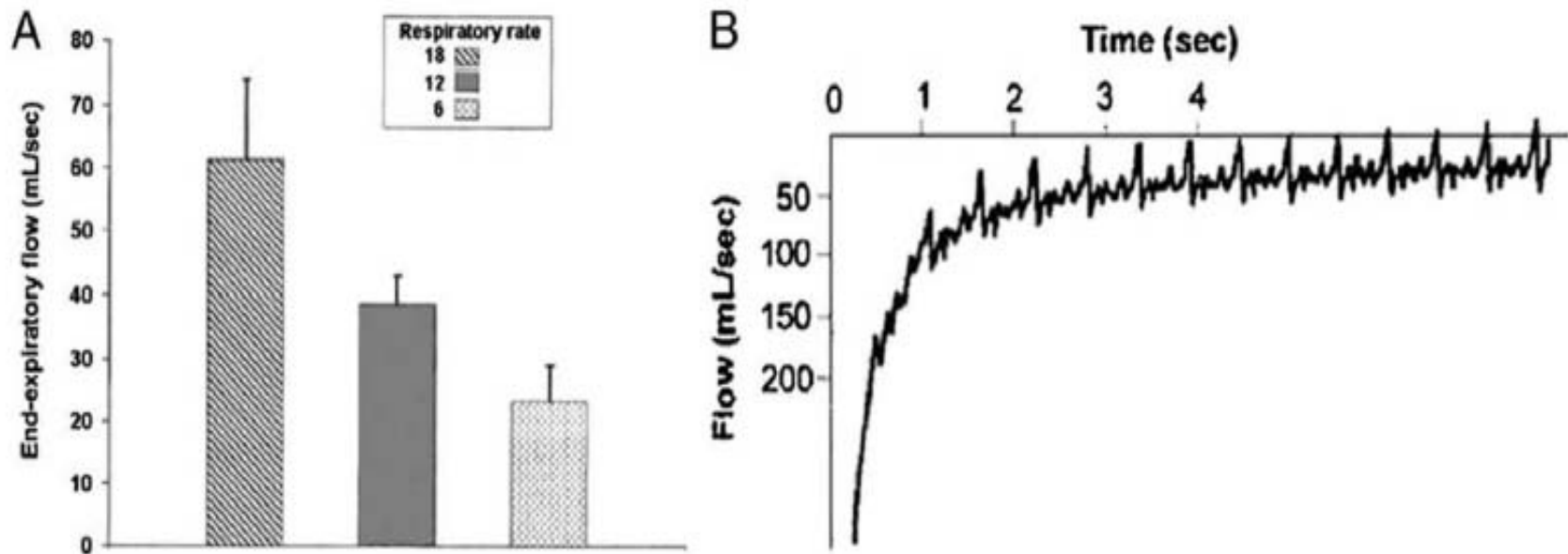
Επίδραση του αριθμού αναπνοών στις πιέσεις του πνεύμονα



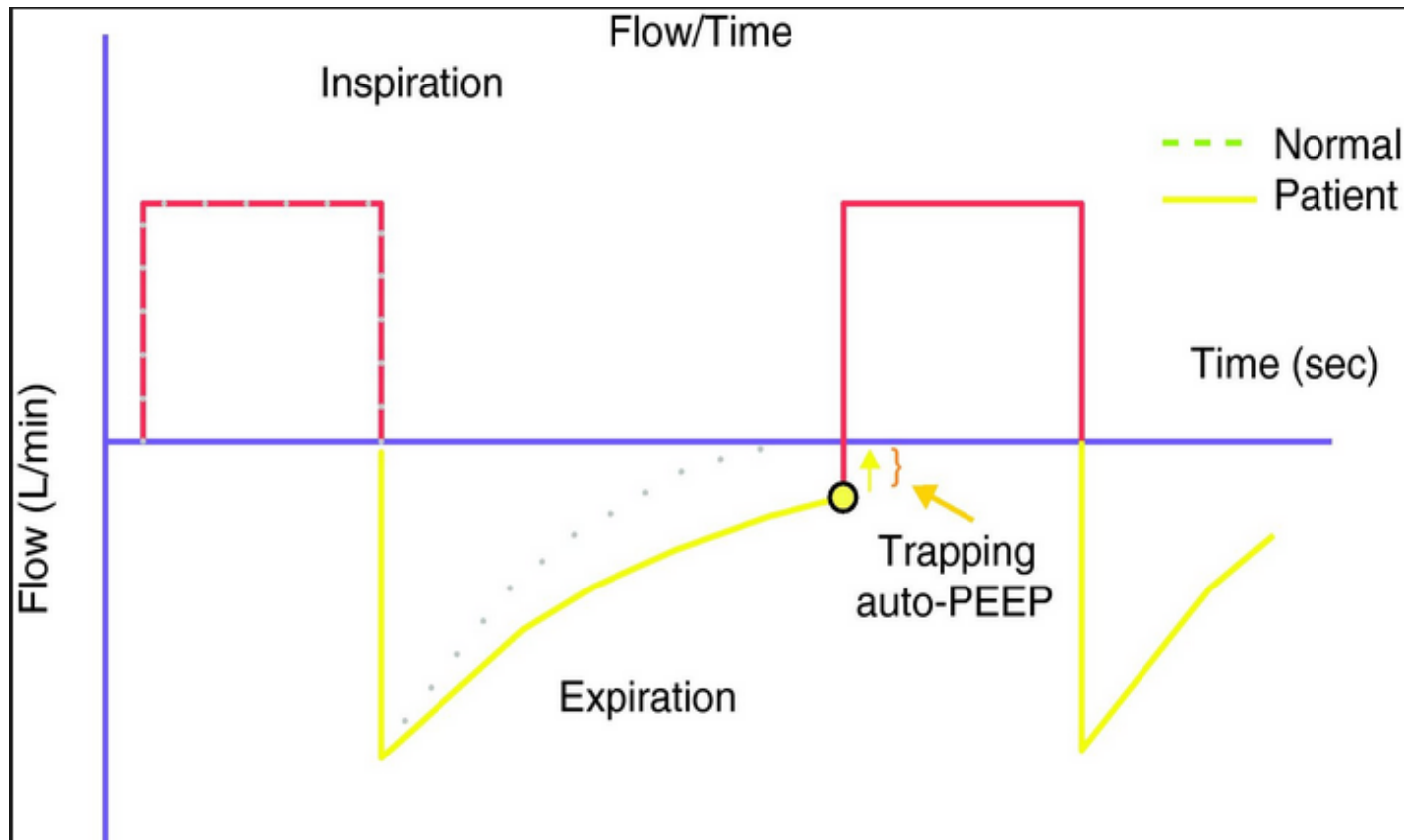
Επίδραση της PEEP στην υπερδιάταση του πνεύμονα



Επίδραση του αριθμού αναπνοών στην τελοεκνευστική ροή



Διόρθωση της υπερδιάτασης



- Μείωση του αριθμού αναπνοών
- Μείωση του VT
- Αύξηση της εισπνευστικής ροής ώστε να δοθεί περισσότερος χρόνος στην εκπνοή

Πιθανές επιπλοκές του μηχανικού αερισμού

Pneumomediastinum	6 (21%)
Aspiration pneumonia	4 (14%)
Ventilator-associated pneumonia	4 (14%)
Pneumothorax	4 (14%)
Rhabdomyolysis	3 (11%)
Supraventricular tachycardia	2 (7%)
Endotracheal tube displacement	2 (7%)
Hypotension (requiring inotropic support)	1 (4%)
Central venous line infection	1 (4%)
Perforated duodenal ulcer	1 (4%)

Ο μηχανικός αερισμός σταθεροποιεί τον ασθενή - δεν τον θεραπεύει

Θεραπεία άσθματος

Βρογχοδιασταλτικά

Ενδοφλέβια χορήγηση κορτικοστεροειδών

Ενδοφλέβια χορήγηση MgSO₄

Ενδοφλέβια χορήγηση β διεγερτών

Επινεφρίνη

Κεταμίνη

Επί λοιμώδους παρόξυνσης αντιβιοτικά

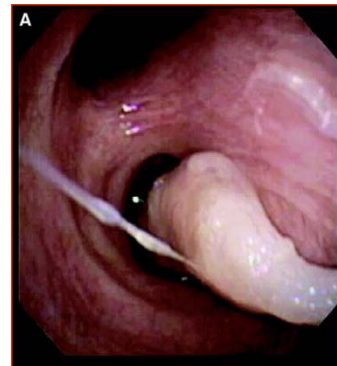
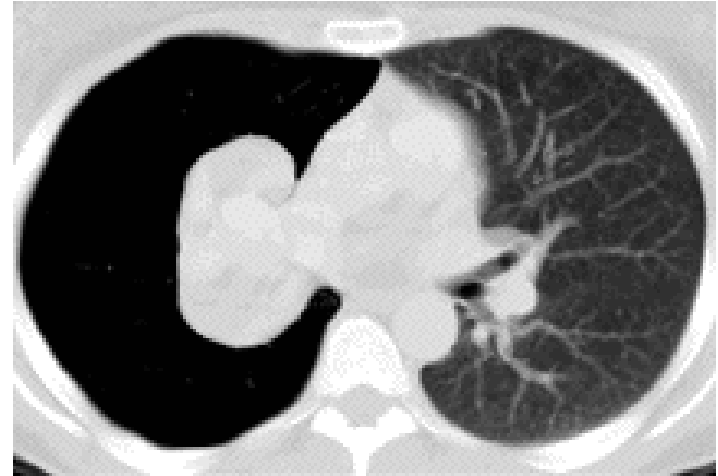
Η ασθενής μας..

Είχε ως επιπλοκή
πνευμοθώρακα

Τοποθετήθηκε σωλήνας
παροχέτευσης

Επειδή καθυστερούσε η
βελτίωσή της παρά τη
βέλτιστη αγωγή
βρογχοσκοπήθηκε -
διαπιστώθηκε η παρουσία
βυσμάτων βλέννης
ενδοβρογχικά τα οποία
απομακρύνθηκαν

Η ασθενής εξήλθε από τη
ΜΕΘ μετά από 10 ημέρες
νοσηλείας





Extracorporeal membrane oxygenation for life-threatening asthma refractory to mechanical ventilation: analysis of the Extracorporeal Life Support Organization registry

Hye Ju Yeo^{1,2}, Dohyung Kim^{2,3}, Doosoo Jeon^{1,2}, Yun Seong Kim^{1,2}, Peter Rycus⁴ and Woo Hyun Cho^{1,2*}

Abstract

Background: The use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in cases of near-fatal asthma (NFA) has increased, but the benefits and potential complications of this therapy have yet to be fully investigated.

Results: In total 272 patients were included. The mean time spent on ECMO was 176.4 hours. Ventilator settings, including rate, fraction of inspired oxygen (FiO₂), peak inspiratory pressure (PIP), and mean airway pressure, significantly improved after ECMO initiation (rate (breaths/min), 19.0 vs. 11.3, $p < 0.001$; FiO₂ (%), 81.2 vs. 48.8, $p < 0.001$; PIP (cmH₂O), 38.2 vs. 25.0, $p < 0.001$; mean airway pressure (cmH₂O): 21.4 vs. 14.2, $p < 0.001$). In particular, driving pressure was significantly decreased after ECMO support (29.5 vs. 16.8 cmH₂O, $p < 0.001$). The weaning success rate was 86.7%, and the rate of survival to hospital discharge was 83.5%. The total complication rate was 65.1%, with hemorrhagic complications being the most common (28.3%). Other complications included renal (26.8%), cardiovascular (26.1%), mechanical (24.6%), metabolic (22.4%), infection (16.5%), neurologic (4.8%), and limb ischemia (2.6%). Of the hemorrhagic complications, cannulation site hemorrhage was the most common (13.6%). Using multivariate logistic regression analysis, it was found that hemorrhage was associated with increased in-hospital mortality (odds ratio, 2.97; 95% confidence interval, 1.07–8.24; $p = 0.036$). Hemorrhage-induced death occurred in four patients (1.5%). The most common reason for death was organ failure (37.8%).

(Continued on next page)



Extracorporeal membrane oxygenation for life-threatening asthma refractory to mechanical ventilation: analysis of the Extracorporeal Life Support Organization registry

Hye Ju Yeo^{1,2}, Dohyung Kim^{2,3}, Doosoo Jeon^{1,2}, Yun Seong Kim^{1,2}, Peter Rycus⁴ and Woo Hyun Cho^{1,2*}

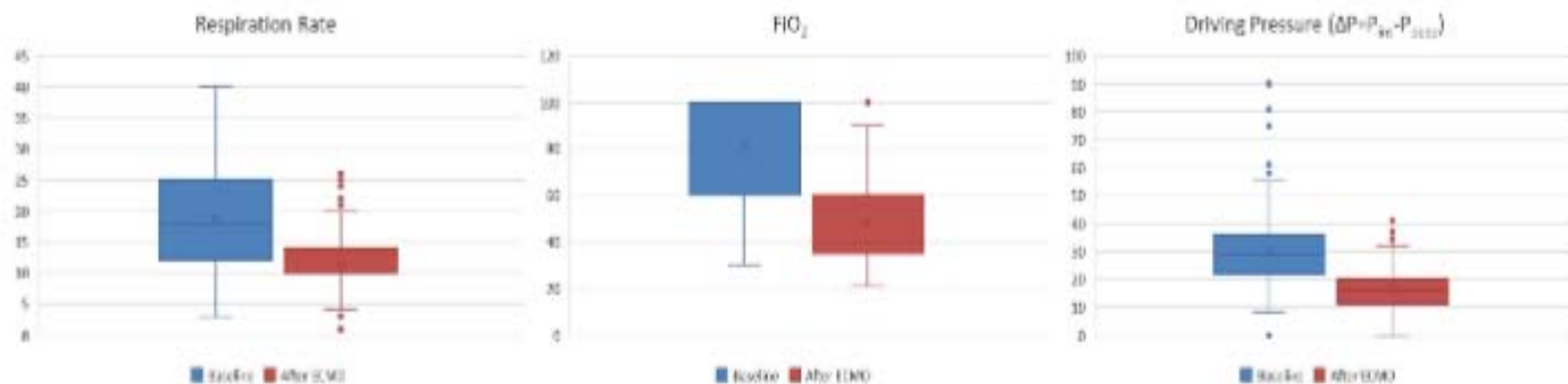
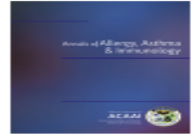
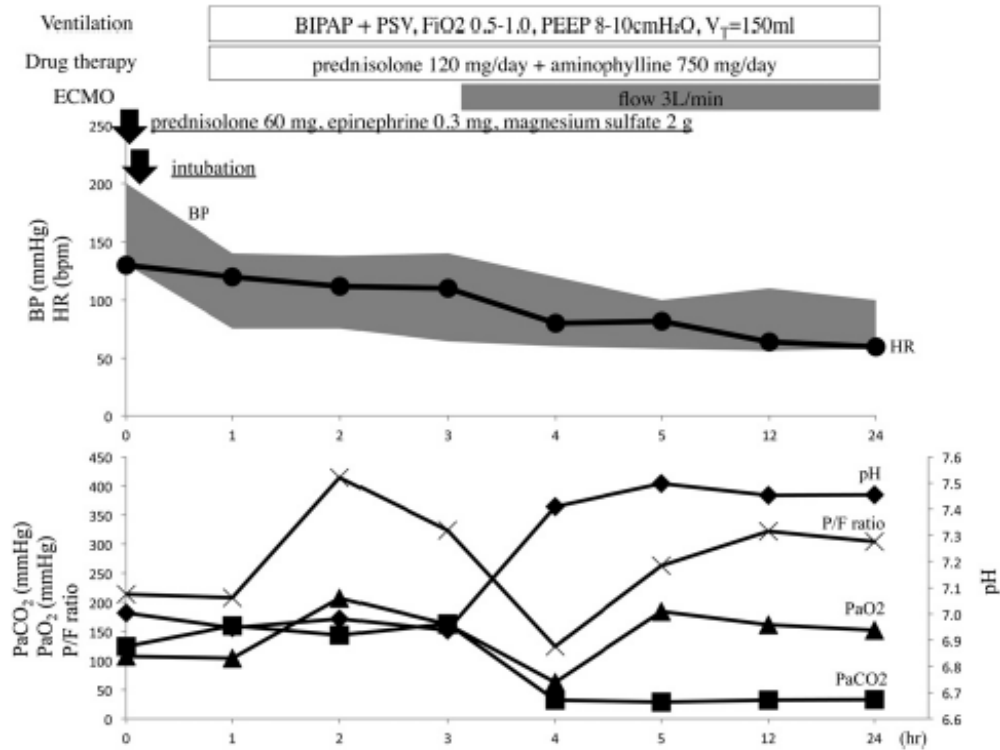


Fig. 2 Difference in mechanical ventilator settings between pre-extracorporeal membrane oxygenation (baseline) and after extracorporeal membrane oxygenation initiation. The driving pressure (ΔP) significantly improved after ECMO initiation. ECMO, extracorporeal membrane oxygenation * $p < 0.001$



Letters

Extracorporeal membrane oxygenation is indicated for status asthmaticus refractory to maximal conventional therapy



Τελειώνοντας..

Το βρογχικό άσθμα αποτελεί μείζον πρόβλημα υγείας, αφορά όλες τις ηλικίες και μπορεί να οδηγήσει ακόμη και στο θάνατο

- 300.000.000 ασθενείς με άσθμα παγκοσμίως

- 250.000 θάνατοι από άσθμα / έτος

- 2-20% των εισαγωγών στις ΜΕΘ: για άσθμα

- 1/3 χρειάζονται μηχανικό αερισμό-διασωλήνωση

- Θνητότητα: 10-20%

Τελειώνοντας..

- Η μηχανική υποστήριξη της αναπνοής όπου έχει ένδειξη, είναι απαραίτητη για την αποφυγή μοιραίων περιπτώσεων
- Στόχος του μηχανικού αερισμού είναι η μείωση της υπερδιάτασης και όχι η διόρθωση της υπερκαπνίας
- Δεδομένης της κυμαινόμενης φύσης του νοσήματος απαιτείται στενή παρακολούθηση των μηχανικών ιδιοτήτων του πνεύμονα και ανάλογες τροποποιήσεις των ρυθμίσεων του αναπνευστήρα
- Η έγκαιρη χρήση του ECMO, ιδιαίτερα σε μη βελτιούμενη υποξαιμία ή σοβαρή υπερκαπνία ($pH < 7.2$) στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων ενεργειών του μηχανικού αερισμού (υπερδιάταση, βαρότραυμα, αιμοδυναμική αστάθεια). Ωστόσο, χρειάζονται και άλλα δεδομένα προκειμένου να αποσαφηνιστεί η θέση του στη θεραπεία του σοβαρού άσθματος σε μηχανικό αερισμό.

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

