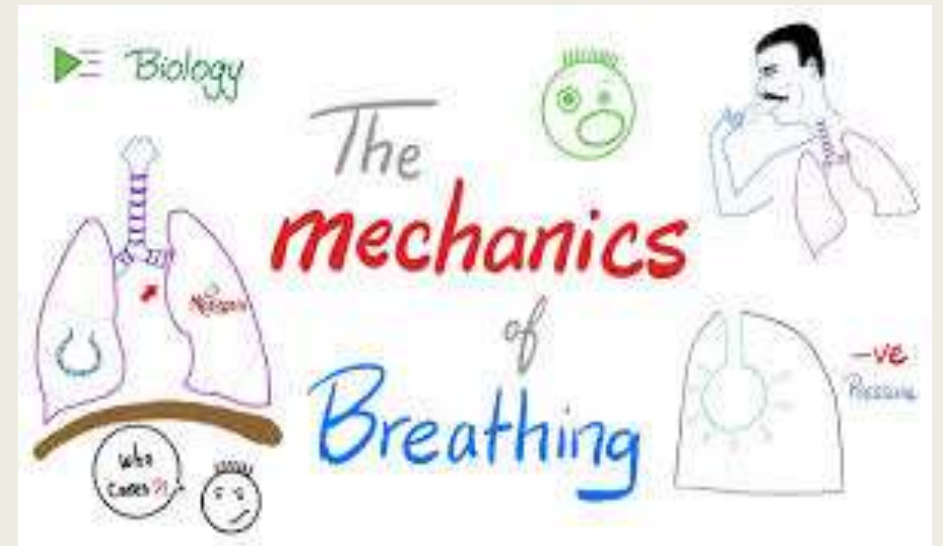


ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Επιμέλεια-Παρουσίαση: Ιωάννα Πικάση
Επίβλεψη: Αλέξανδρος Μακρής
Γ.Ν ΑΣΚΛΗΠΕΙΟ ΒΟΥΛΑΣ
Αναισθησιολογικό τμήμα
2023-2024

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

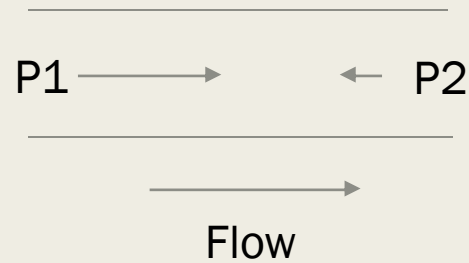
- Αντίσταση – Resistance (R)
- Ενδοτικότητα – Compliance (C)
- Ελαστικότητα – Elastance (E)



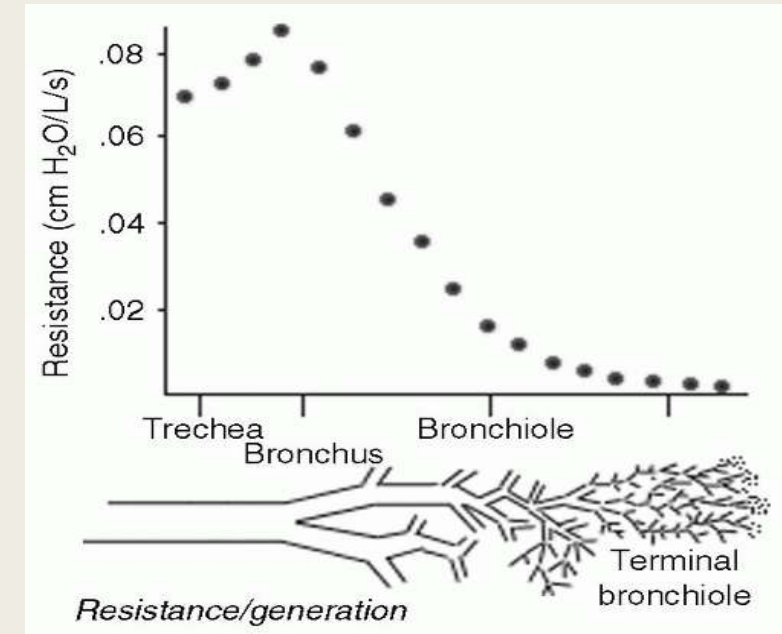
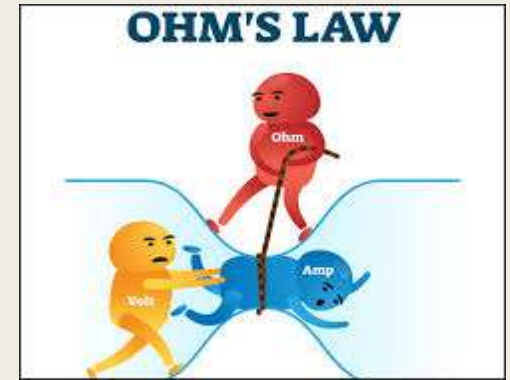
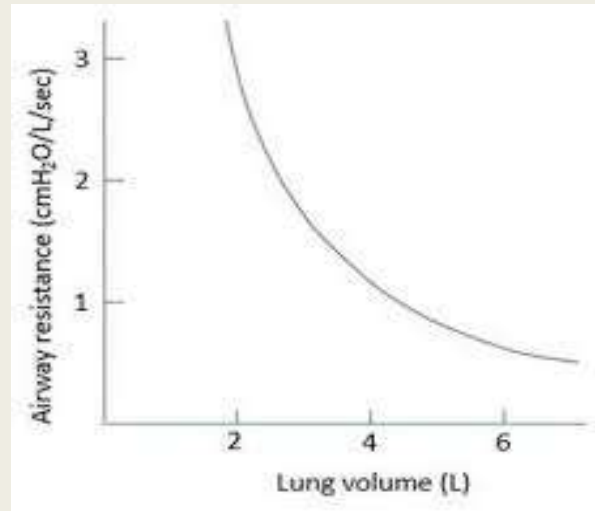
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (R)

- v. Ohm

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$



- Rrs=2-4 cmH₂O/L/sec (σύστημα **χαμηλών R**)
- Σε μηχανικό αερισμό και ύπτια θέση:
8-12 cmH₂O/L/sec
- **Βρογχόσπασμος, COPD**

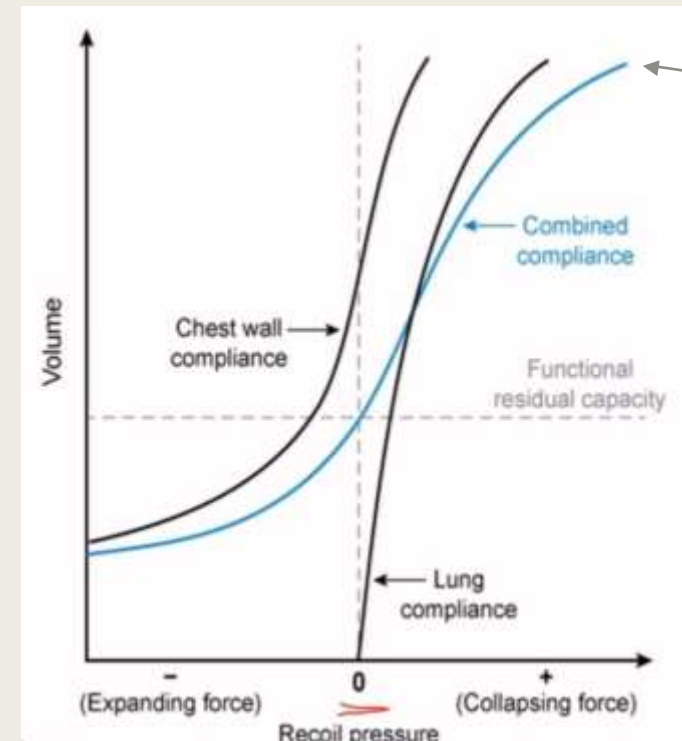


ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ (C)

- Η ικανότητα μιας δομής να απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας.

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

- $C_{rs} = 80-120 \text{ ml/cmH}_2\text{O}$
- Σε μηχανικό αερισμό:
 $55-60 \text{ ml/cmH}_2\text{O}$
- COPD, εμφύσημα



Σε υψηλό V_t η C μειώνεται

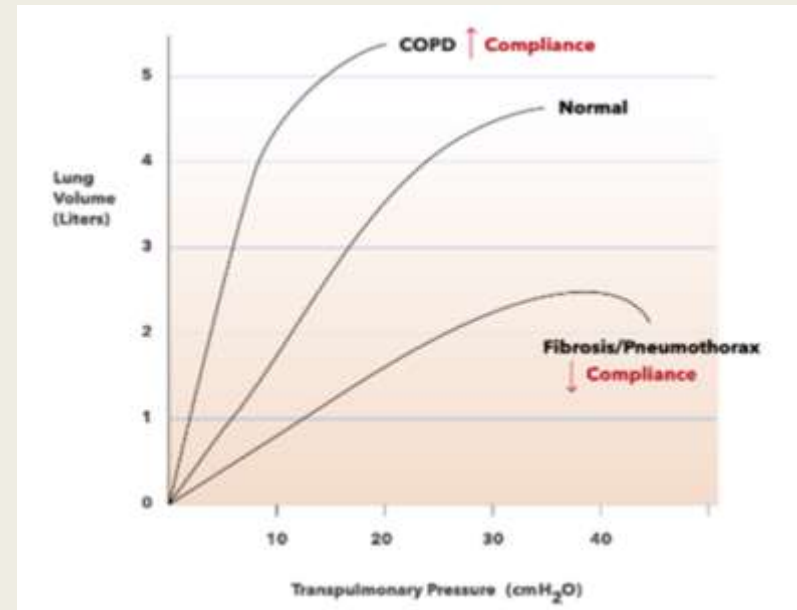
Static P-V

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ (E)

- Η ικανότητα μιας δομής να επανέρχεται στη θέση ισορροπίας της μετά από μία μεταβολή που έχει υποστεί.

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

- $C * E = 1000$ (η E είναι η αντίθετη της C)
- $E = 10 \text{ cmH}_2\text{O/L}$
- Σε μηχανικό αερισμό: $15 \text{ cmH}_2\text{O/L}$
- Πνευμονική ίνωση, πνευμοθώρακας, ARDS, παχυσαρκία, πνευμοπεριτόναιο

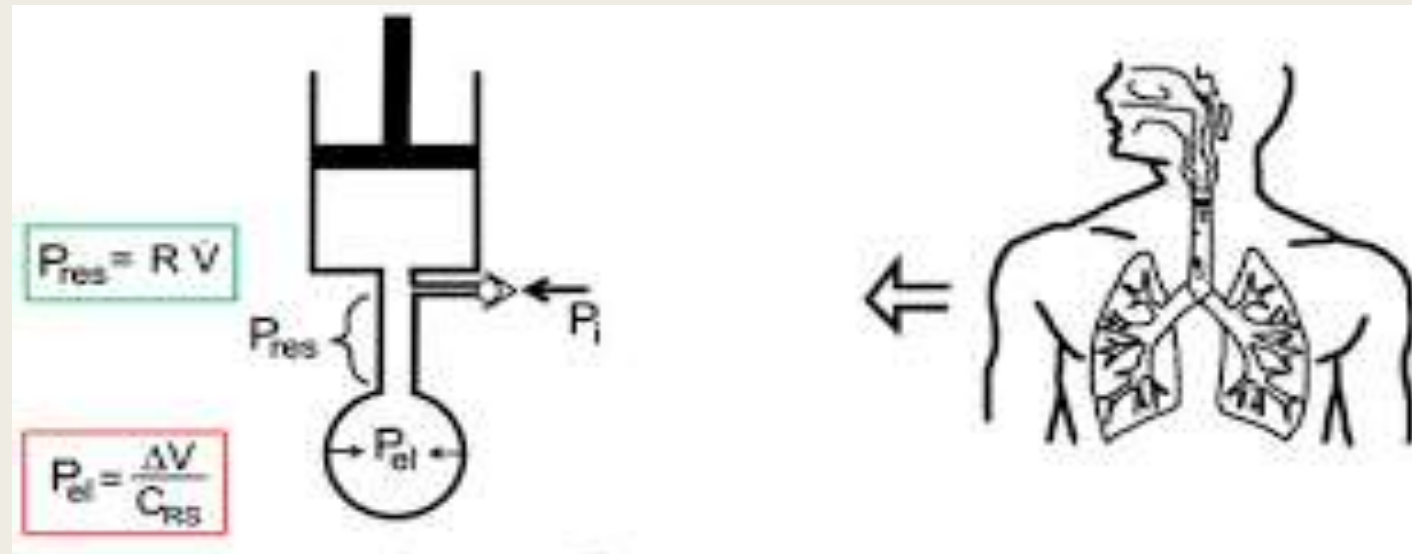


ΕΞΙΣΩΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

■ $P_{\text{mus}} + P_{\text{vent}} = \Delta V * E_{\text{rs}} + \dot{V} * R_{\text{rs}} + \text{PEEP}$


↓ ↓

Pelastic Presistive



ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

■ Αναπνευστήρας = **flow and valve** controller

■ Ελεγχόμενα:  **Time cycled**
(Χρόνος-RR)

- όγκου (Volume Control)

- πίεσης (Pressure Control)

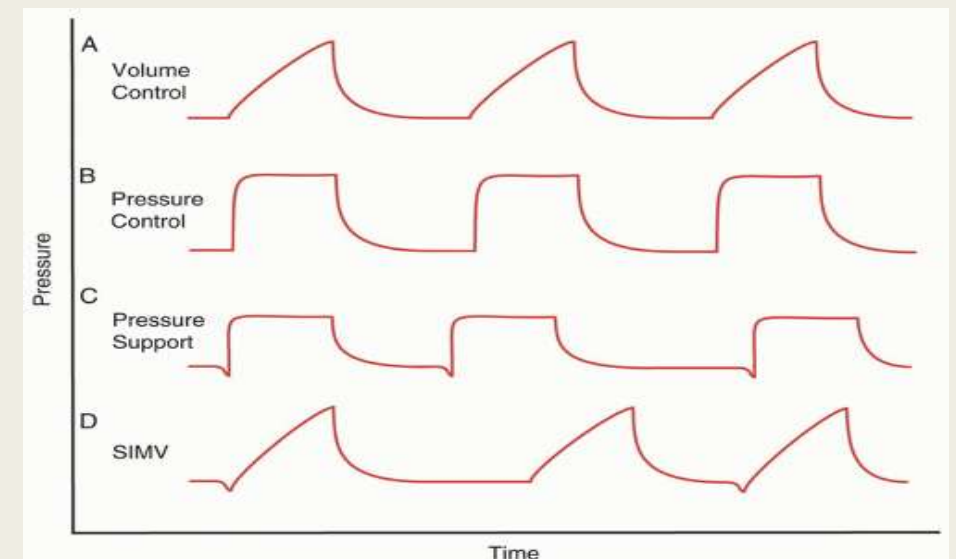
Υποβοηθούμενα:  **Flow cycled**

- πίεσης (Pressure support)

- PAV/NAVA

Ενδιάμεσα:

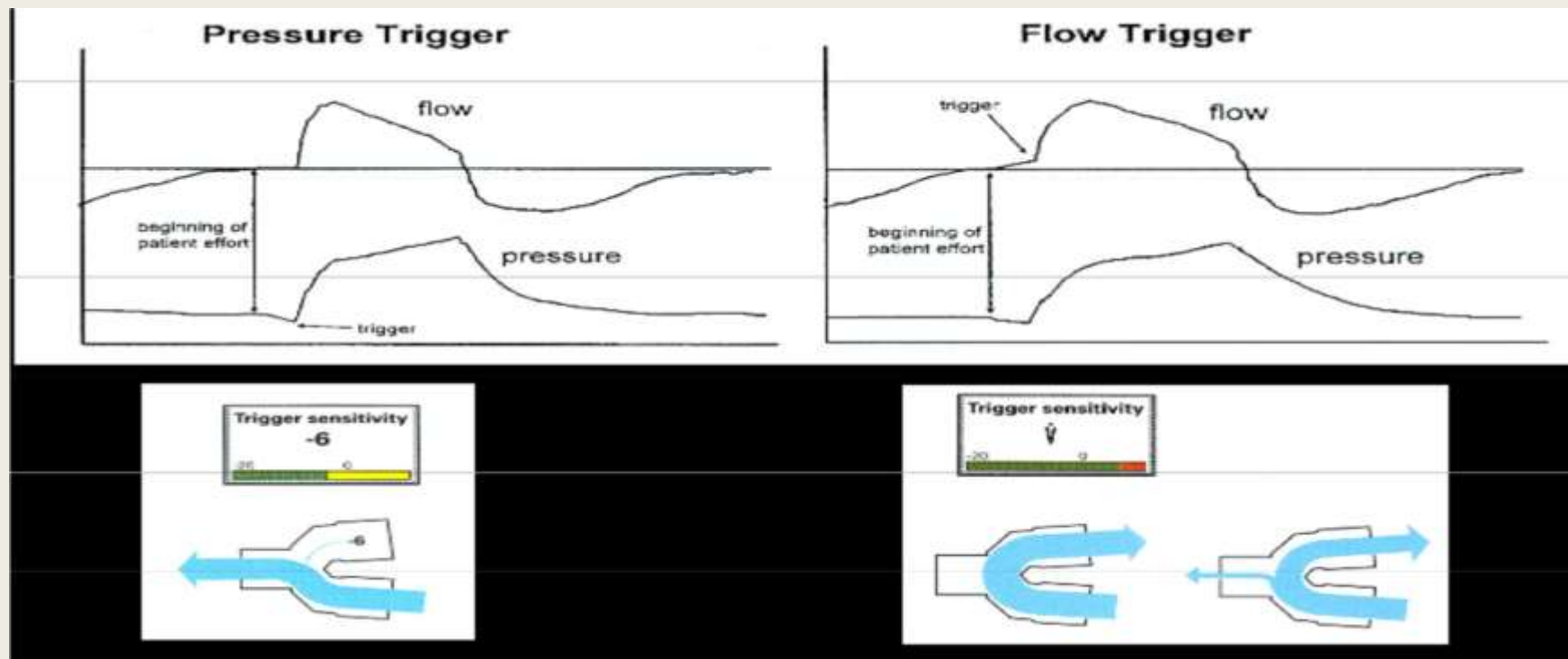
- SIMV



Ενεργοποίηση (triggering)

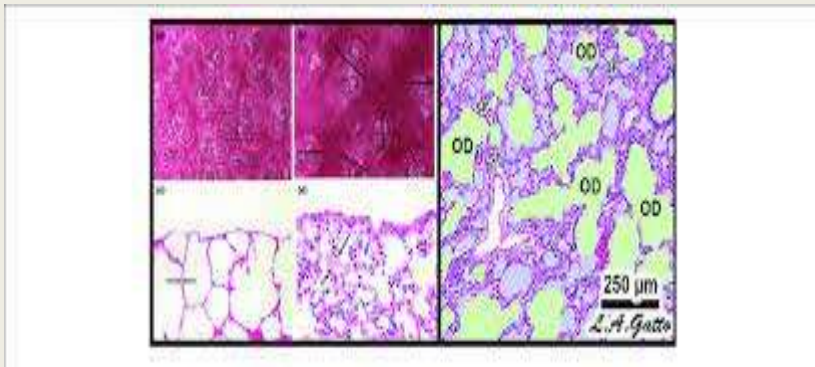
- Μεταβλητή που καθορίζει κάθε πότε ο αναπνευστήρας θα δίνει θετικές πιέσεις στους αεραγωγούς.
- Χρόνος (control- RR), ροή, πίεση

Τα control μοντέλα είναι και assist!



Αναπνεόμενος όγκος (Vt)

- 6-8 ml/kg ιδανικού βάρους σώματος
- Ιδανικό βάρος:
άνδρες: ύψος-104
γυναίκες: ύψος-108
- Μεγαλύτερος αναπνεόμενος όγκος προκαλεί πνευμονική βλάβη (VILI).

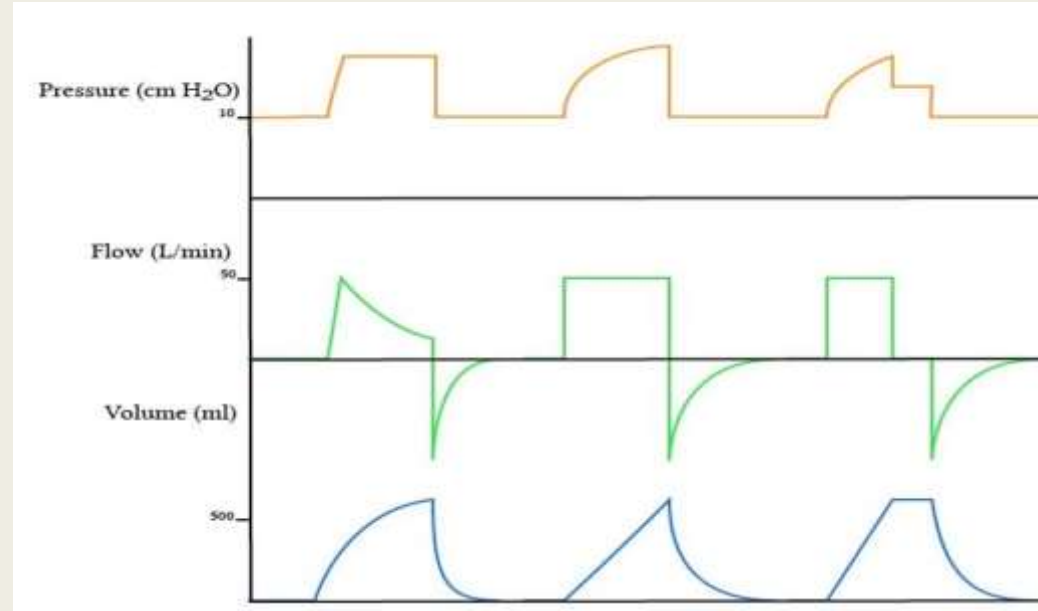


Αναπνευστική συχνότητα (RR) και I/E ratio

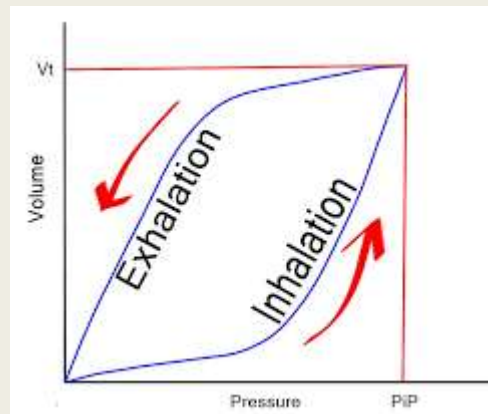
- I/E=αναλογία εισπνευστικής προς εκπνευστική φάση του αναπνευστικού κύκλου
- Συνήθως 1:2
- Σε COPD: 1:3-1:5
- Έστω RR=10/min και I/E=1:2
- $60\text{sec}/10=6\text{sec}$ κάθε αναπν. κύκλος
- εισπνοή: **2sec** και εκπνοή: **4sec**

3 ΚΑΜΠΥΛΕΣ – 2 LOOPS

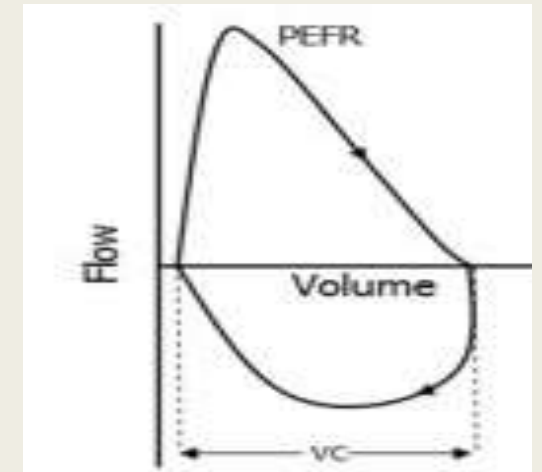
- Πίεση – χρόνος
- Ροή – χρόνος
- Όγκος – χρόνος



- Loop πίεση – όγκος

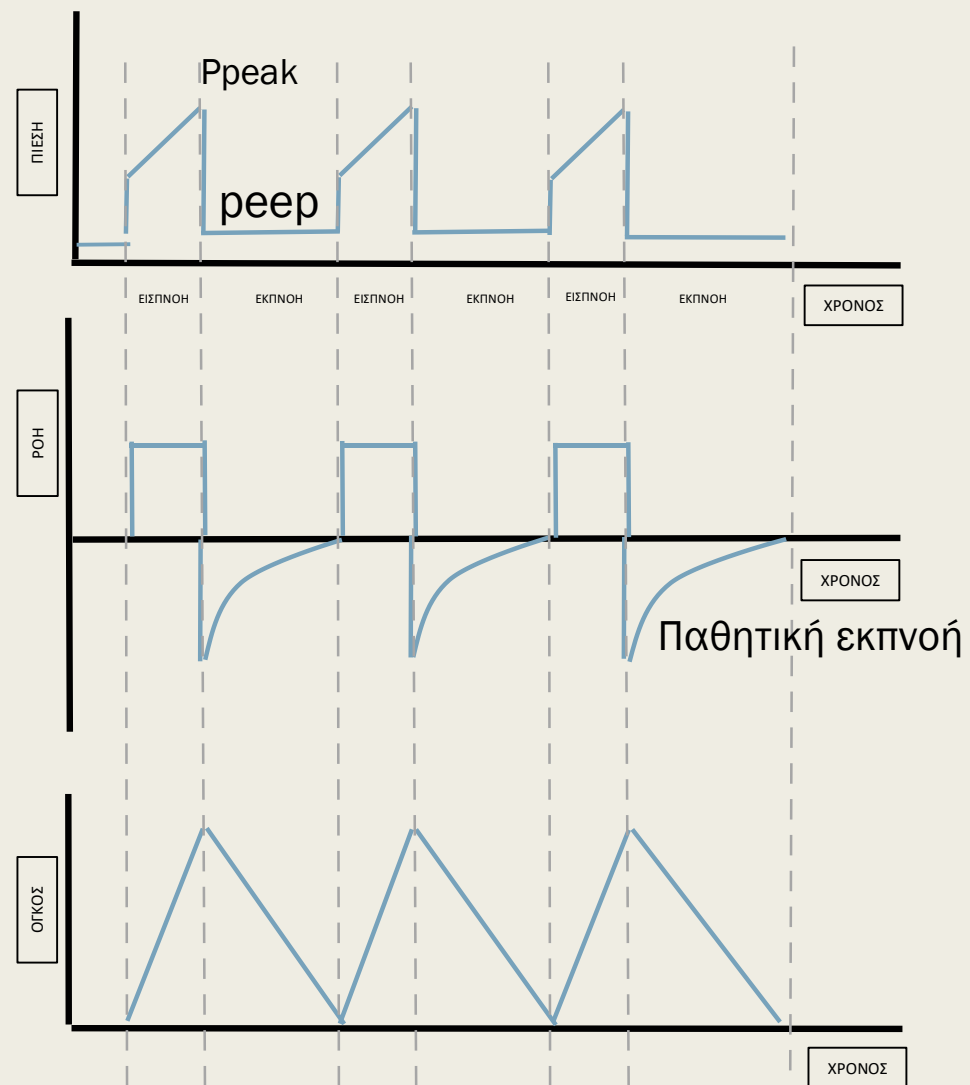
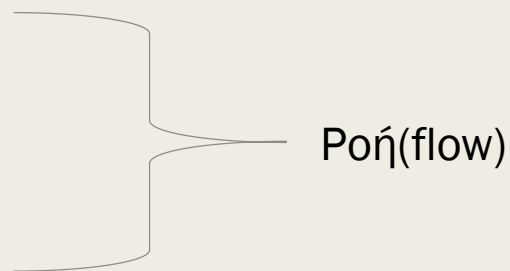


- Loop ροή - όγκος



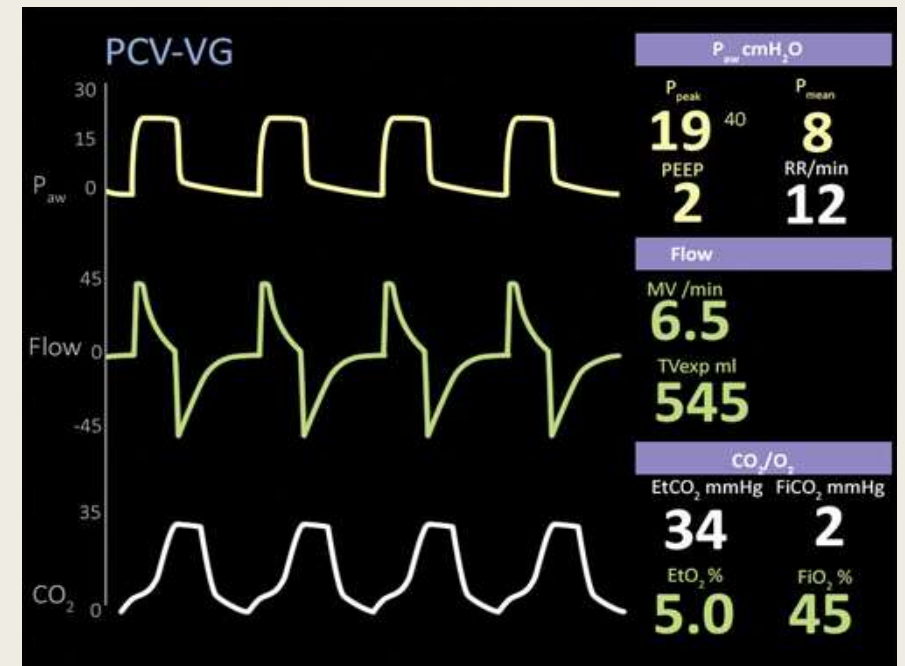
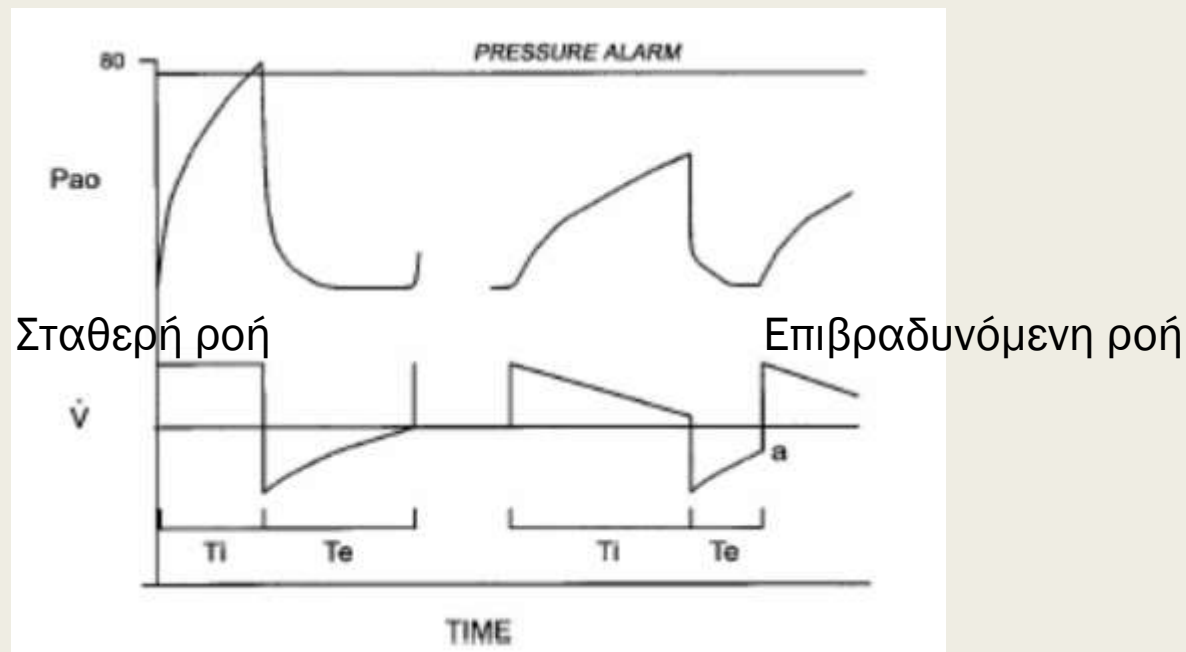
VOLUME CONTROL

- Σε ασθενείς χωρίς αυτόματη αναπνοή.
- συγκεκριμένο V_t , σε συγκεκριμένο t , με σταθερή F
- Βασικές ρυθμίσεις:
 - F_iO_2
 - PEEP
 - V_t
 - RR
 - I/E (insp/exp) (1:2)
- Η πίεση (P) εξαρτάται από τις μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος του ασθενούς.



$$P_{mus} + P_{vent} = \Delta V \times E_{rs} + V \times R_{rs} + PEEP_T$$

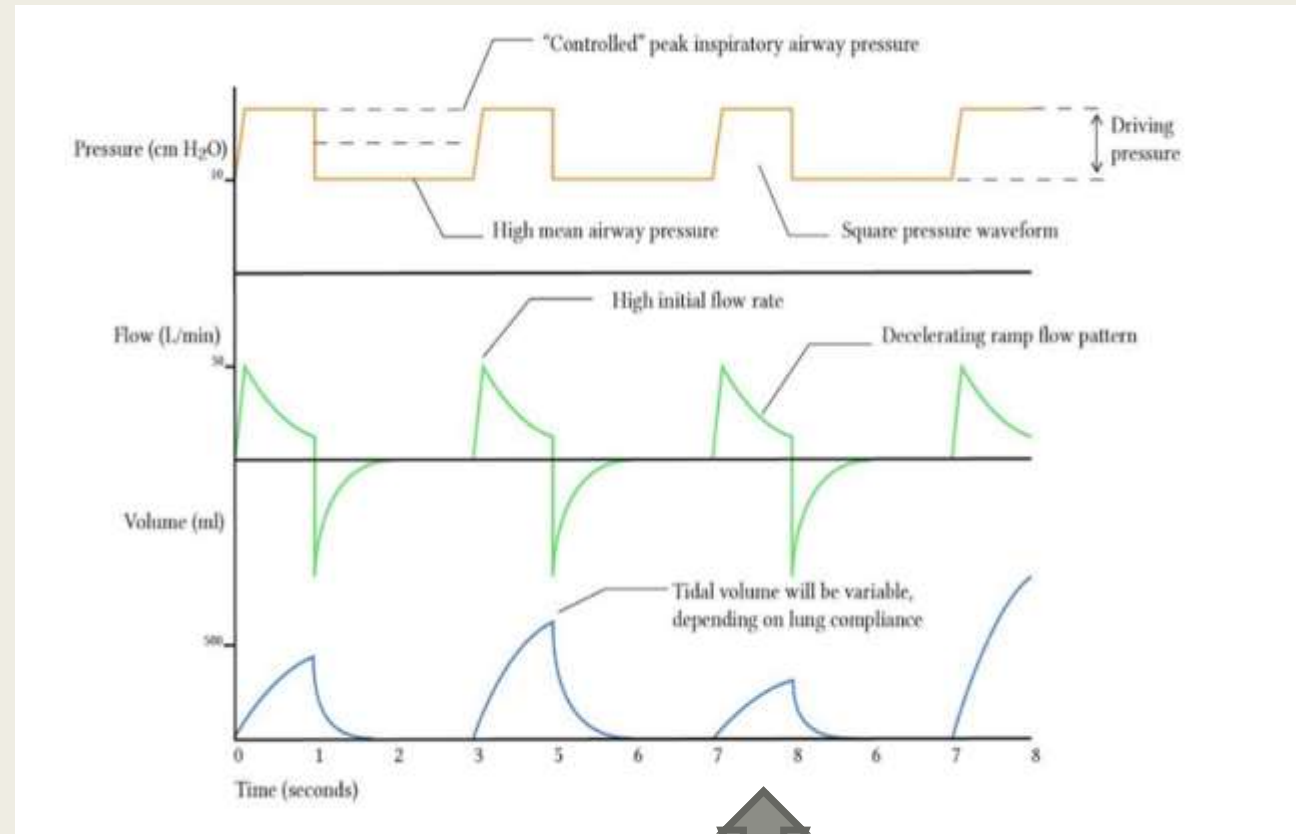
Κυματομορφή επιβραδυνόμενης ροής (PCV-VG, PRVC)



$$P_{mus} + P_{vent} = \Delta V \times E_{rs} + V \times R_{rs} + PEEP_T$$

PRESSURE CONTROL

- Μοντέλο σταθερής πίεσης
- Βασικές ρυθμίσεις:
 - FiO₂
 - PEEP
 - Pao (πίεση υποστήριξης)
 - RR
 - I/E



■ Ο Vt εξαρτάται από:

- Pao

- μηχανικές ιδιότητες (C)

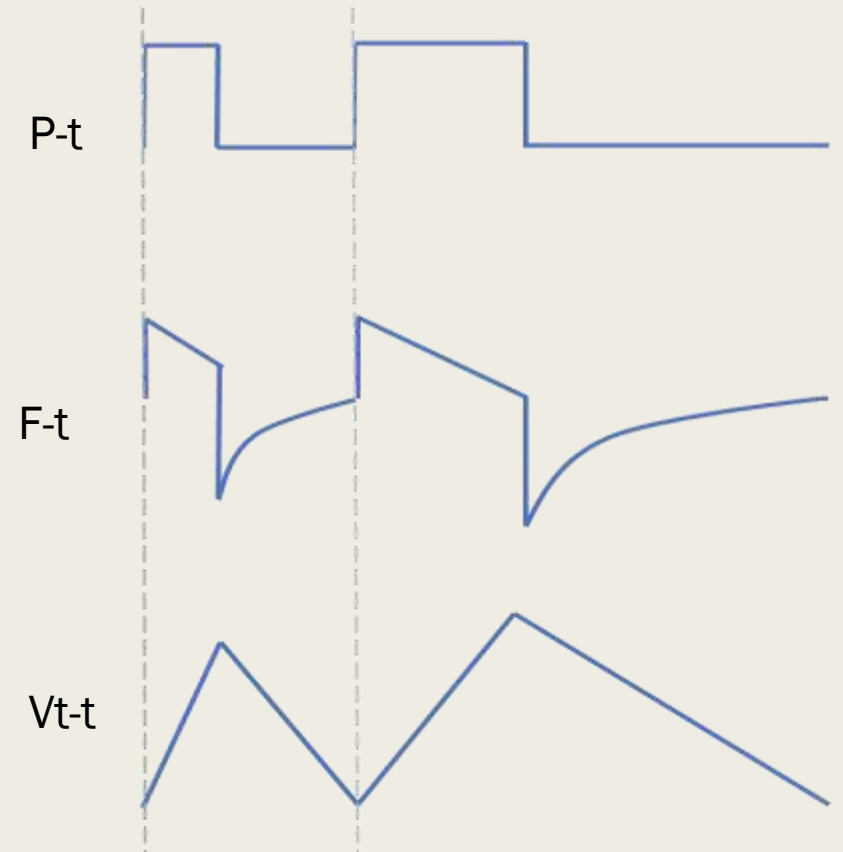
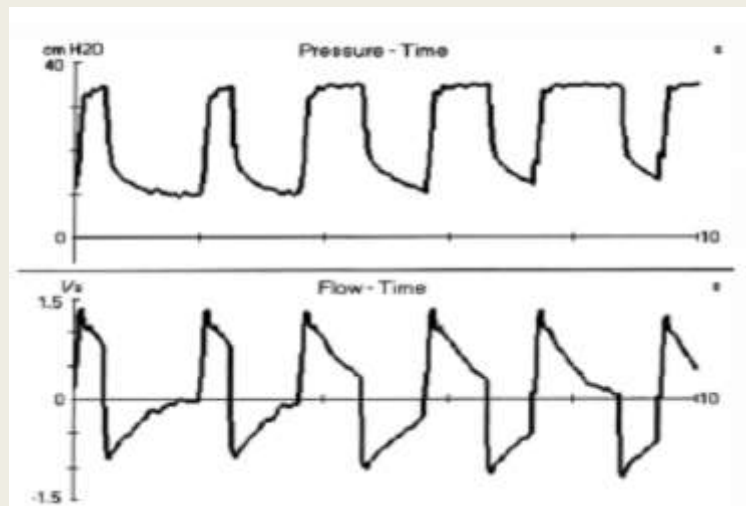
- Pmus

- χρόνος εισπνοής-RR-I/E

- PEEP

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

■ Αλλαγές στη συχνότητα προκαλούν αντίστροφες μεταβολές του εισπνεόμενου όγκου.
Όσο αυξάνεται το RR τόσο μειώνεται ο Vt!

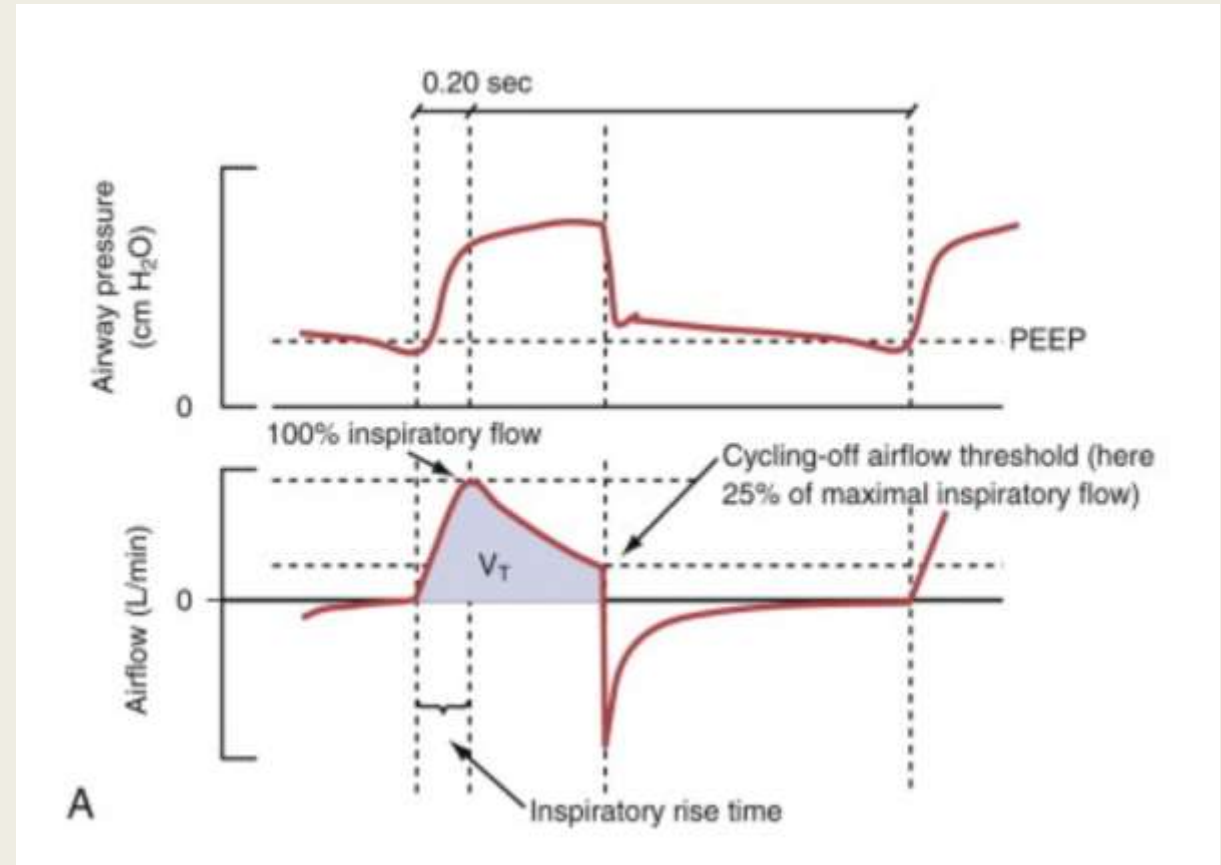


Αλλά μικρότερο έργο αναπνοής (WOB)!

PRESSURE SUPPORT

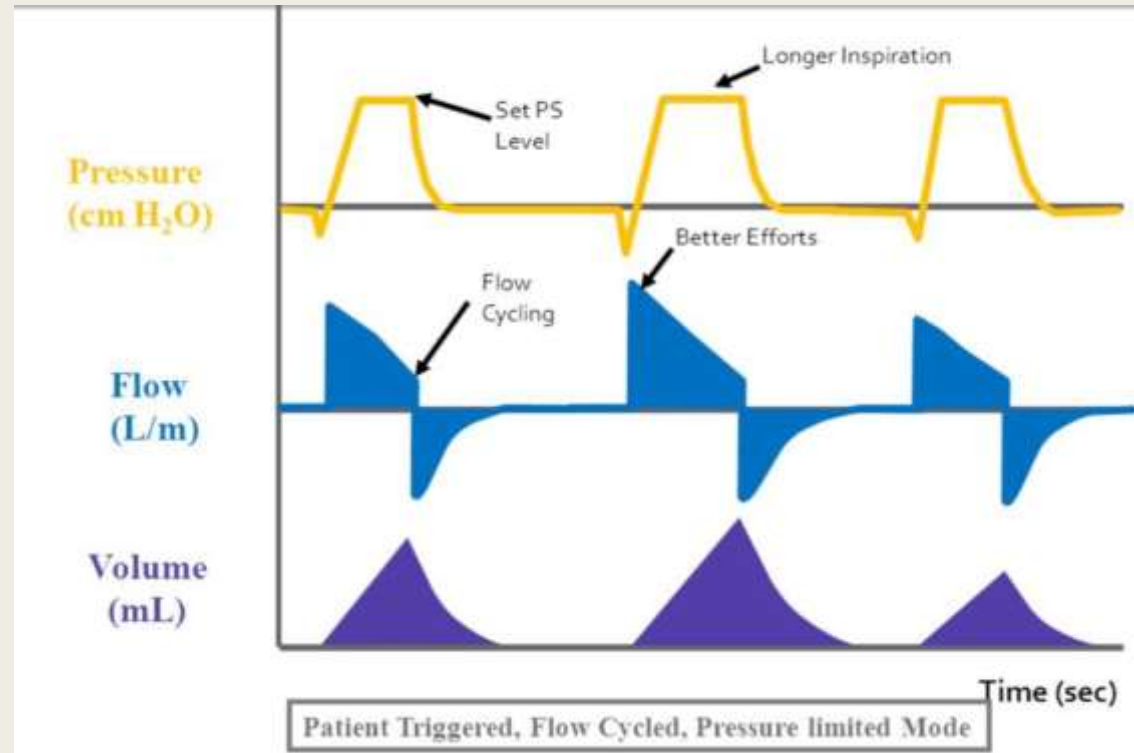
- Ο ασθενής κάνει αναπνευστικές προσπάθειες (αφύπνιση).
- Προεπιλεγμένη **σταθερή Pao** (όμοια με PC) σε κάθε προσπάθεια του ασθενούς.
- Χρόνος **δεν** είναι προκαθορισμένος.
- Βασικές ρυθμίσεις:
 - FiO₂
 - PEEP
 - triggering
 - rise time
 - cycling off

Καθορίζουν
διάρκεια



PS

Ο αναπνευστήρας μετρά την Pao που δίνει και όχι την Pmus!



Όσο αυξάνεται η Pmus τόσο αυξάνεται το Vt.

ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΕΝΟΣ ΔΙΑΛΕΙΠΩΝ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ – Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV)

- Αυτόματες εισπνευστικές προσπάθειες **και** υποχρεωτικές συγχρονισμένες αναπνοές.
- SIMV/VC, SIMV/PC, SIMV/PS κτλ.
- Καμία υπεροχή έναντι του PS.

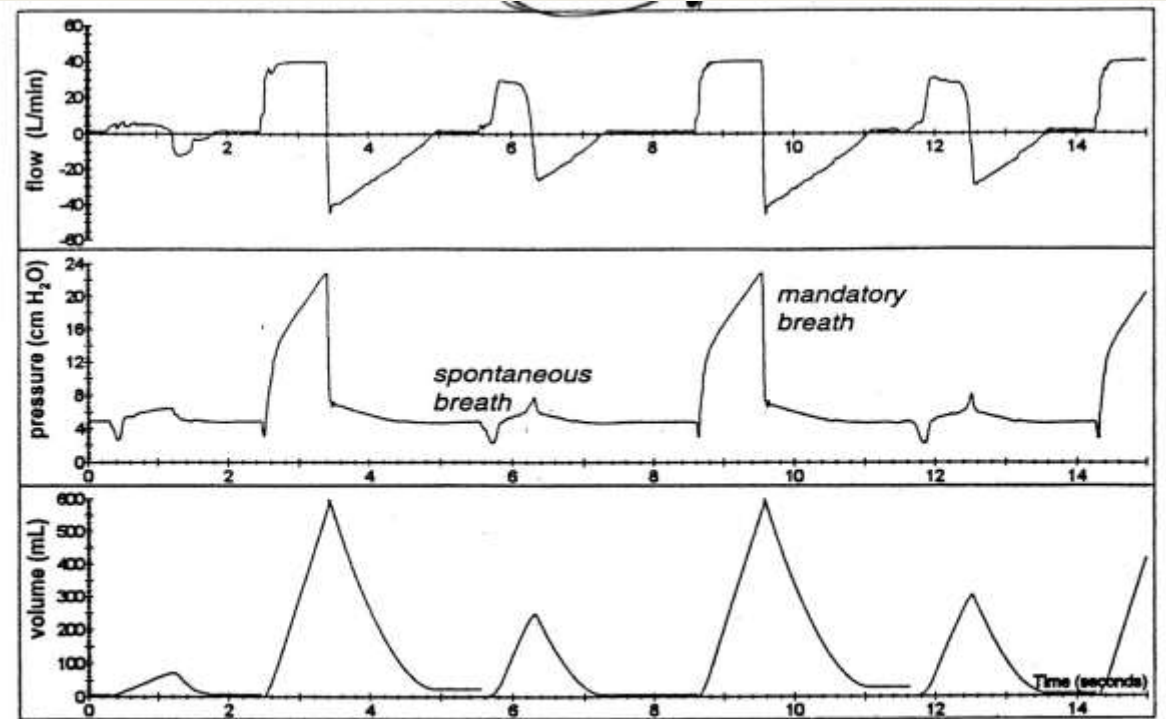
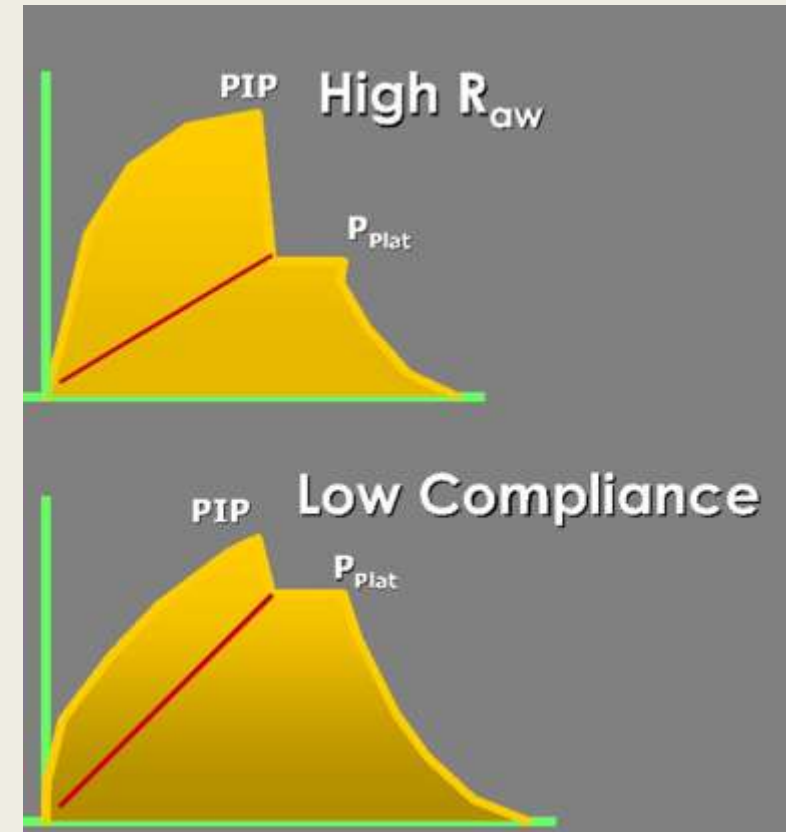


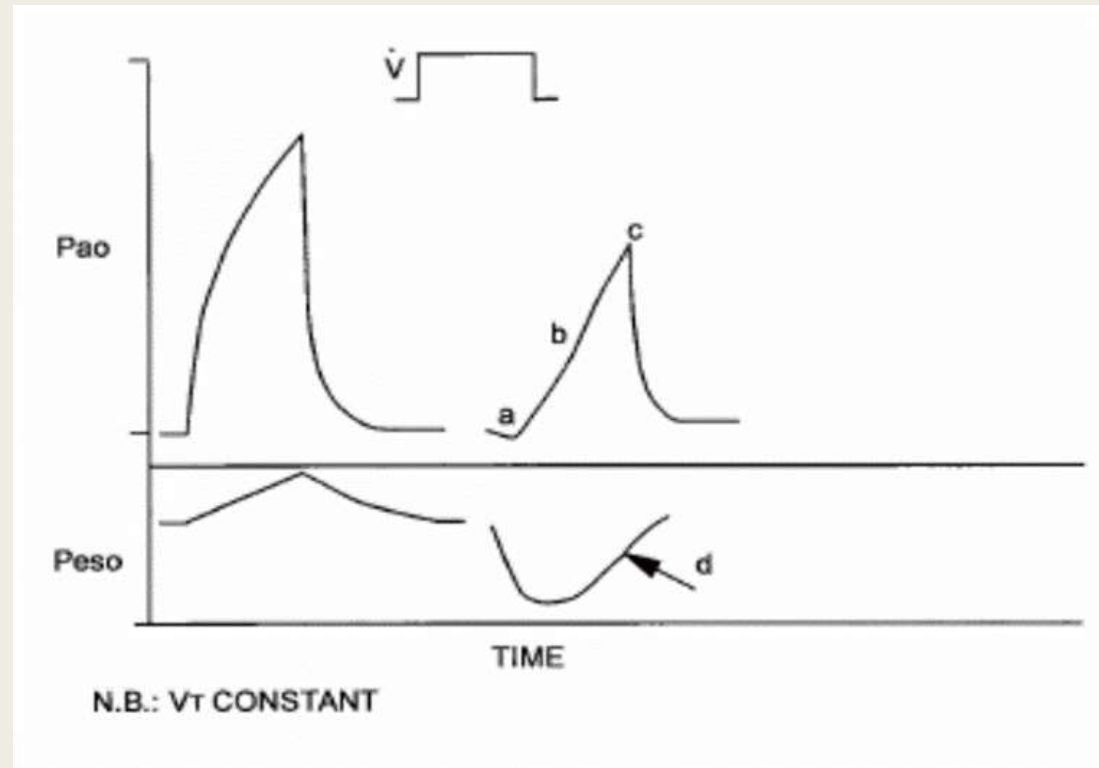
Figure 4-6 Synchronized intermittent mandatory ventilation illustrating mandatory and spontaneous breaths. The mandatory breaths are volume-controlled.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΜΕΣΩ...ΚΑΜΠΥΛΩΝ

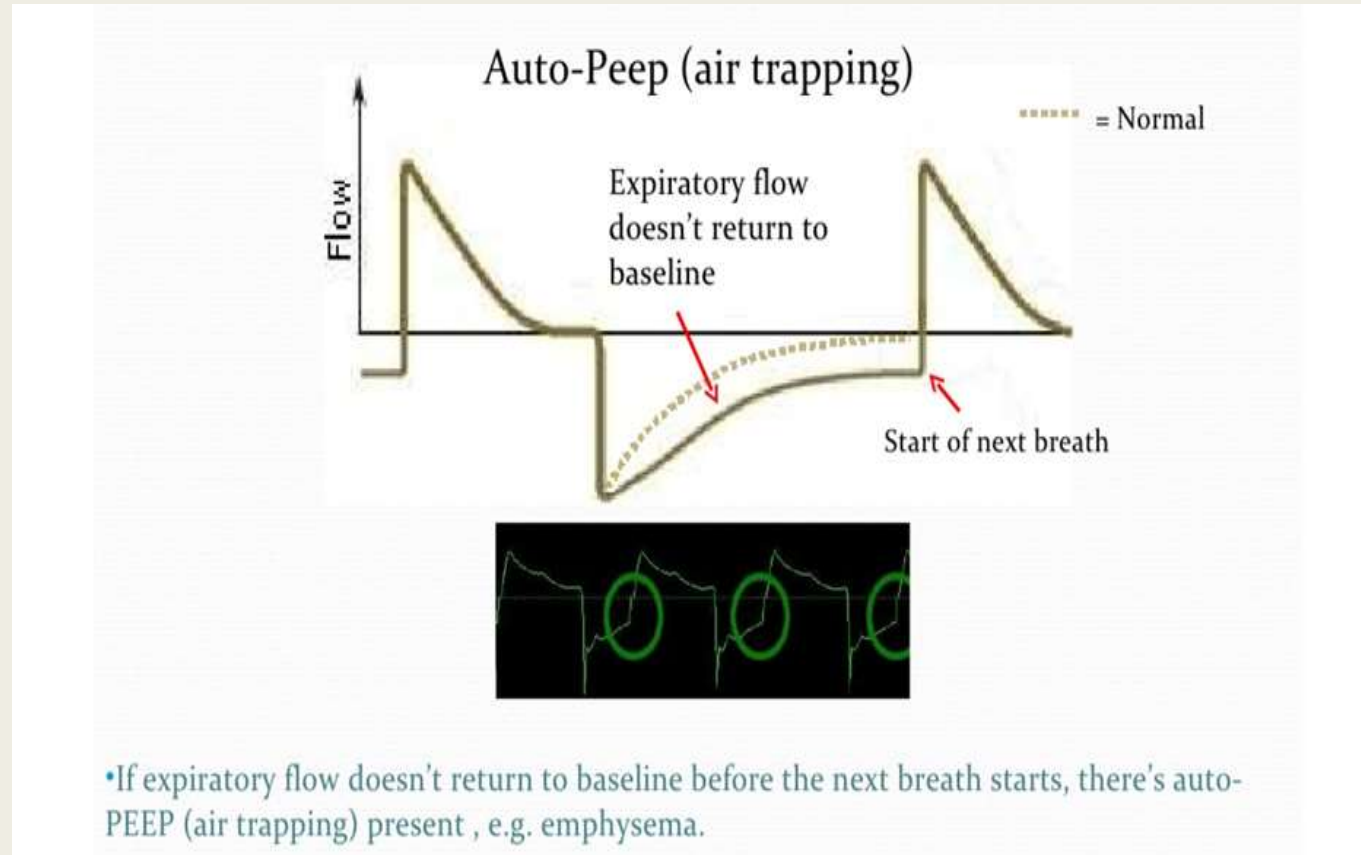
- Υψηλές αντιστάσεις (υψηλή P_{peak})
 - απόφραξη ενδοτραχειακού σωλήνα (εκκρίσεις, αφύπνιση)
 - βρογχόσπασμος
 - αποφρακτικά νοσήματα αεραγωγών (COPD, άσθμα)
- Χαμηλή ενδοτικότητα (υψηλή P_{peak} και P_{plateau})
 - διασωλήνωση βρόγχου/ατελεκτασία
 - πνευμοθώρακας
 - ARDS
 - υπερδιάταση
 - θωρακικό τοίχωμα (παχυσαρκία, πνευμοπεριτόναιο)



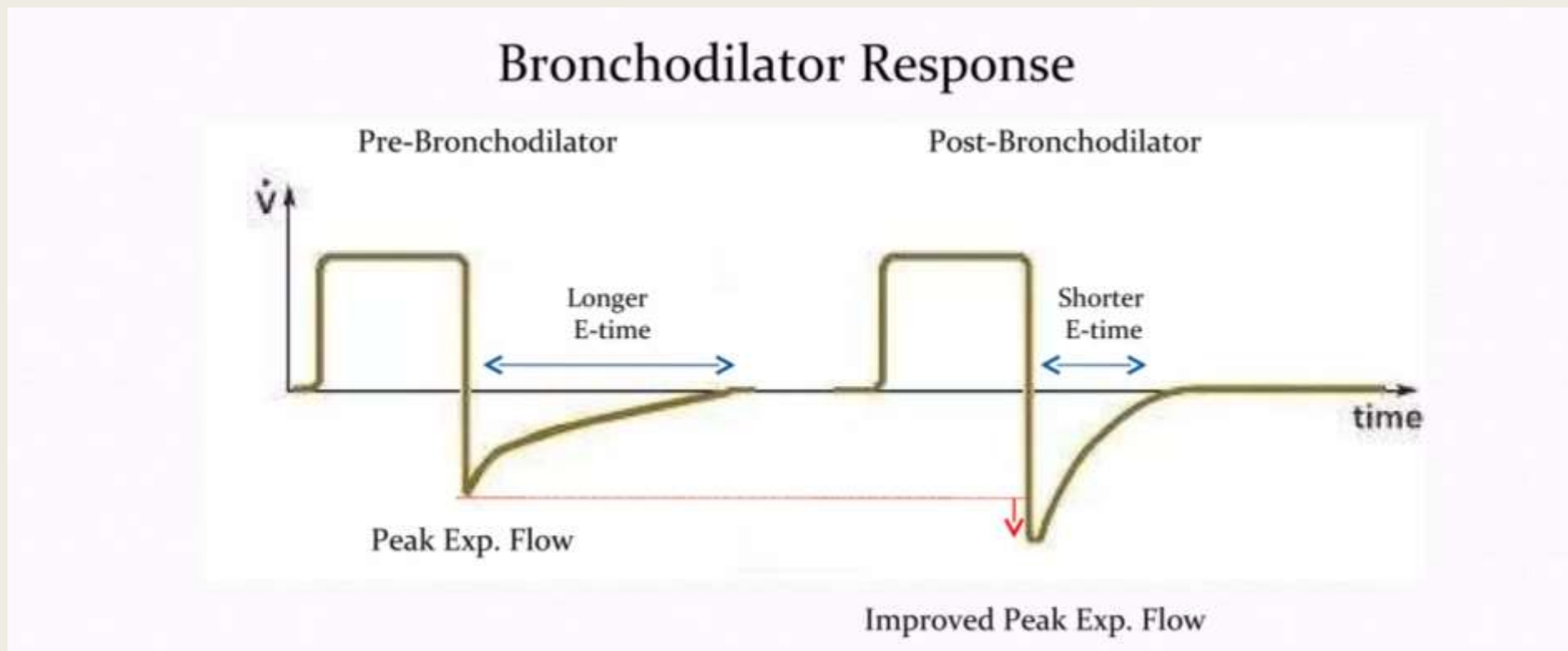
■ Εισπνευστική προσπάθεια



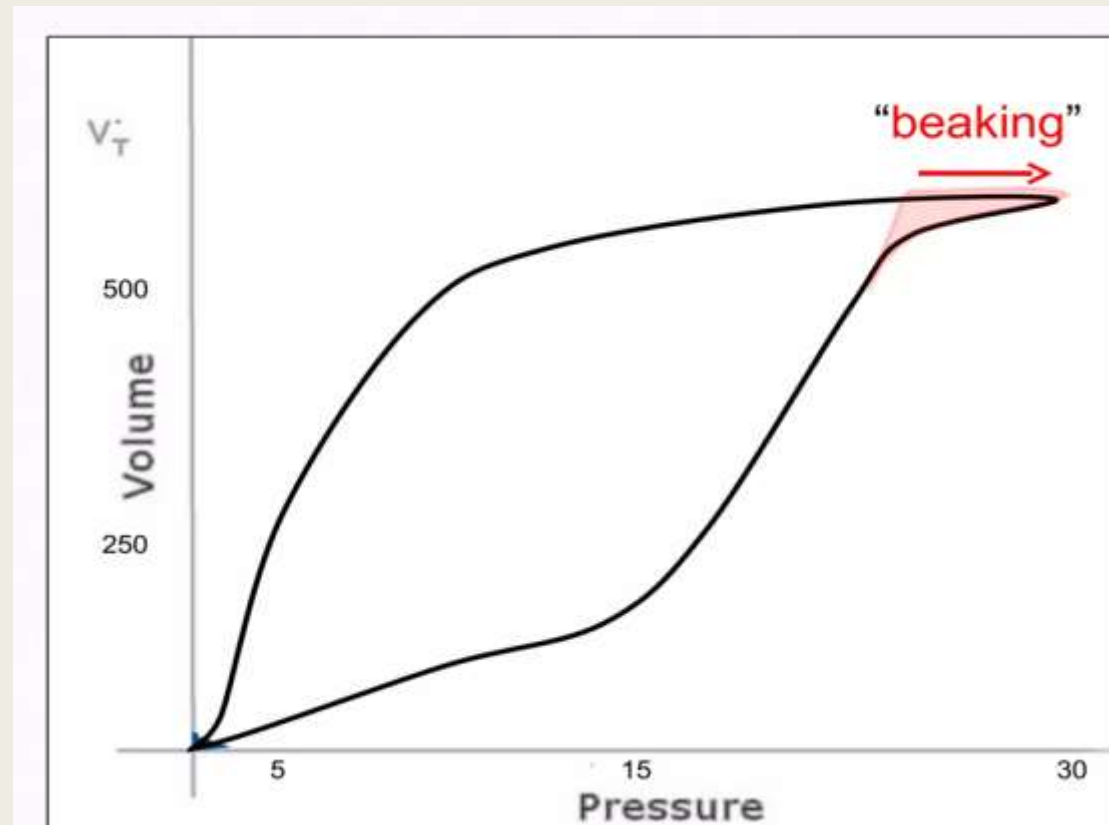
■ Παγίδευση αέρα



- Ανταπόκριση στα βρογχοδιασταλτικά



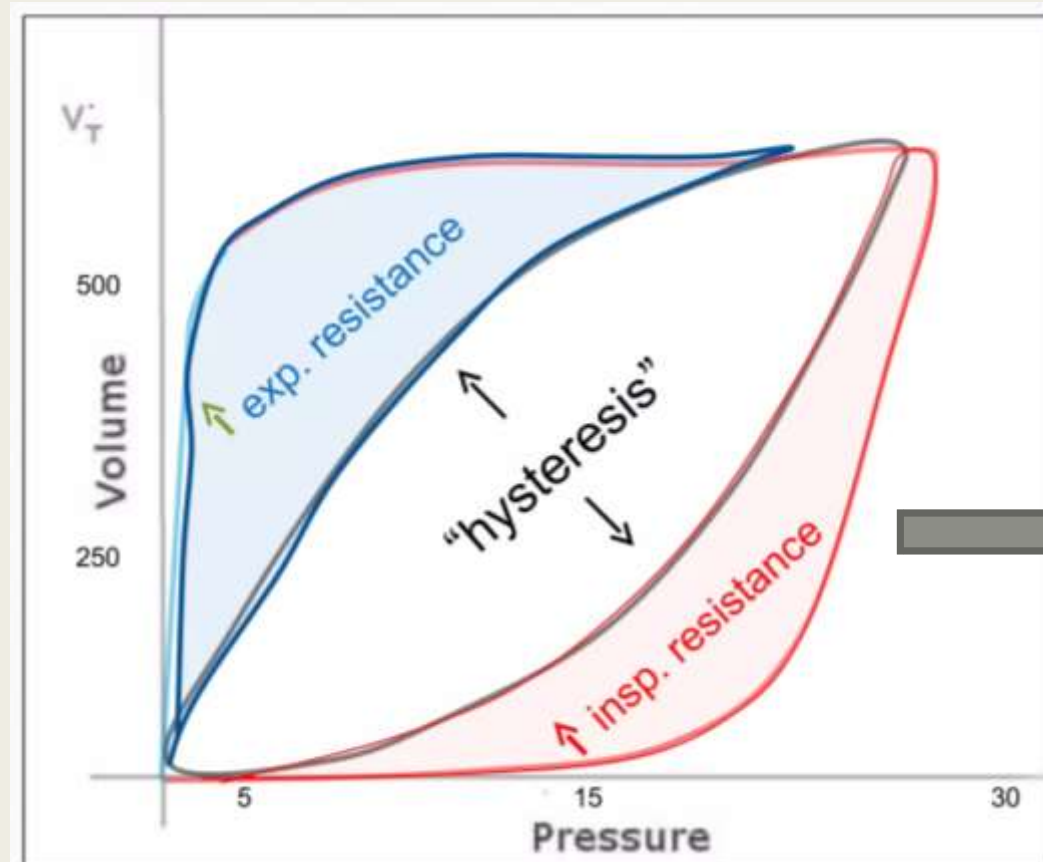
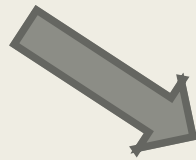
■ Υπερδιάταση



Αερισμός με υψηλό VT

■ Αύξηση εισπνευστικών/εκπνευστικών R

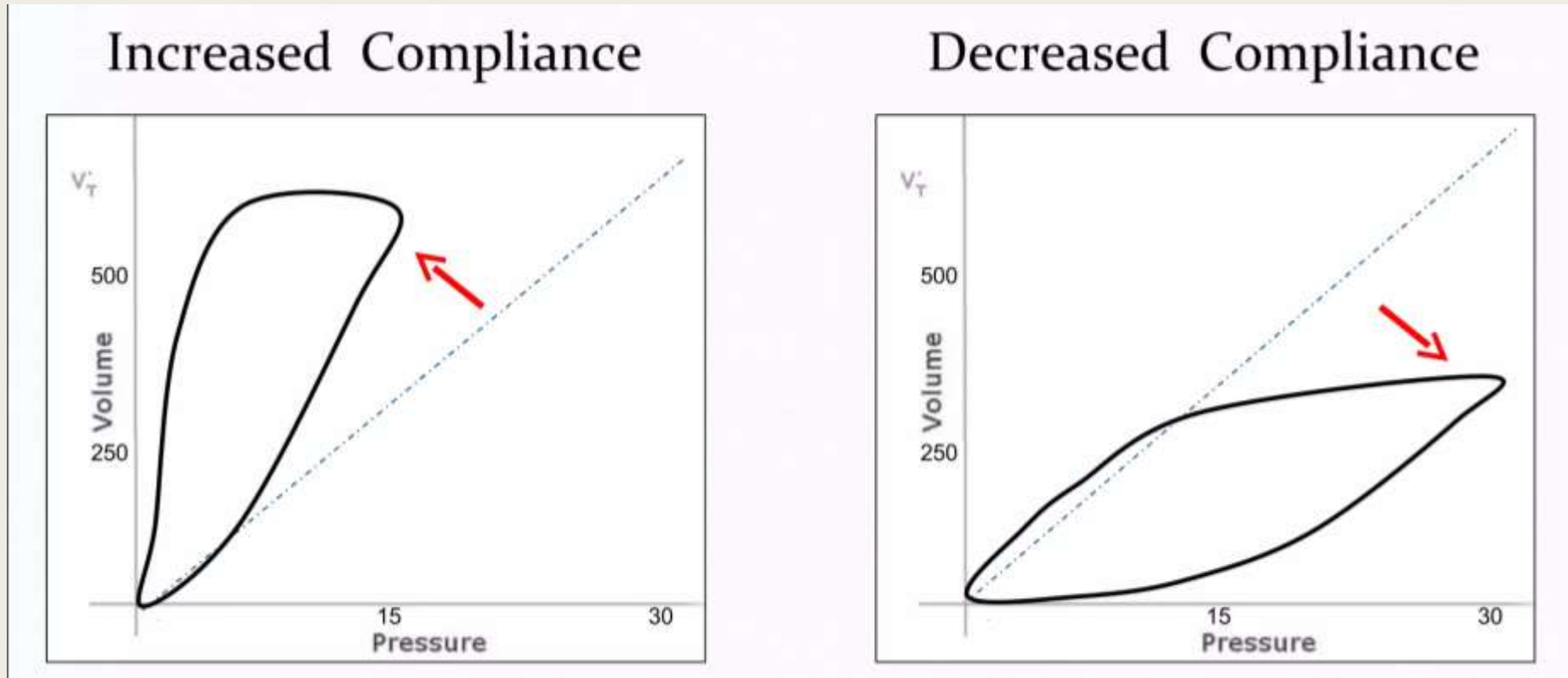
Βρογχόσπασμος



Απόφραξη σωλήνα
(εκκρίσεις, δαγκώνει
ο ασθενής το
σωλήνα)



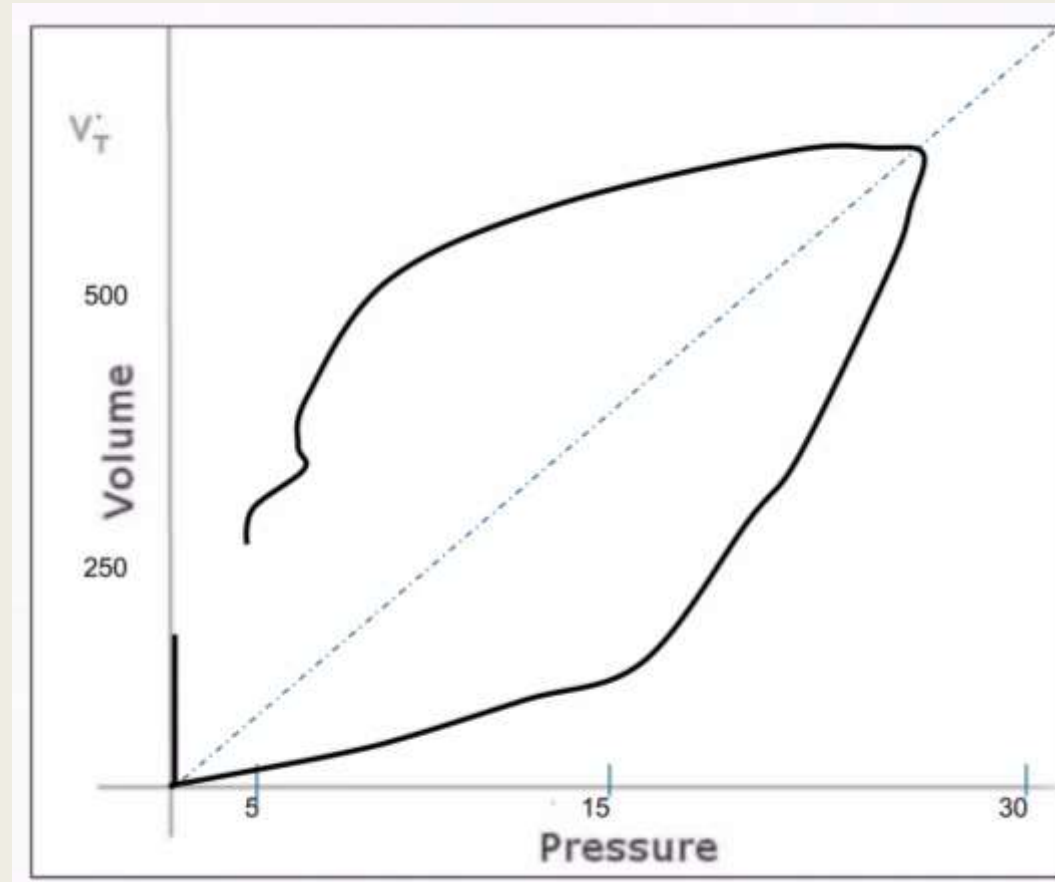
■ Αλλαγές στην C



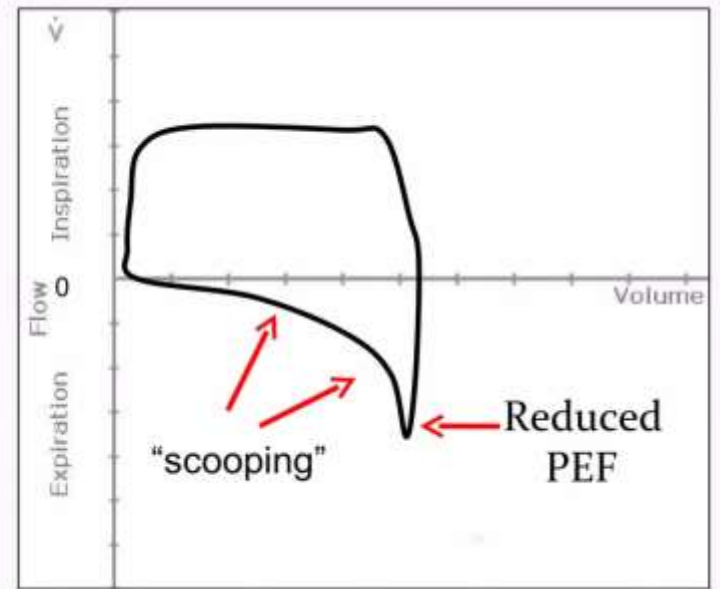
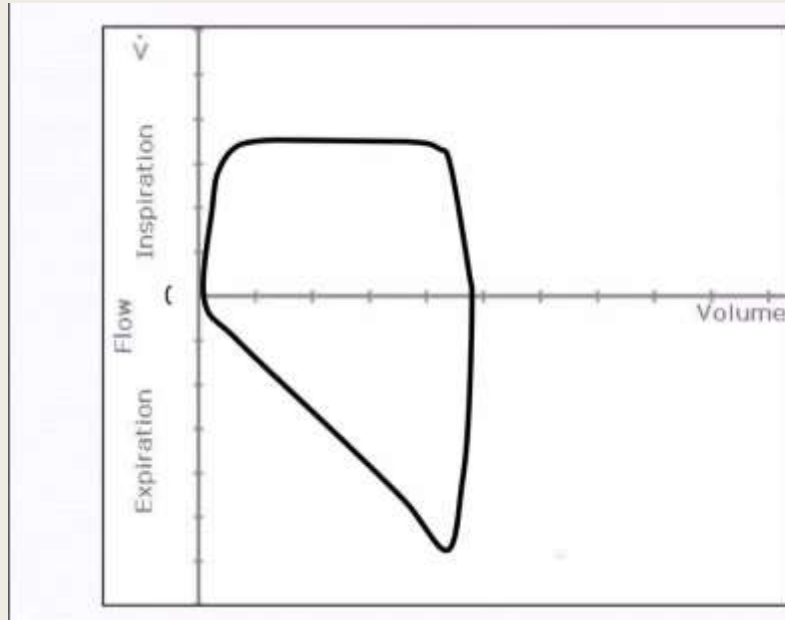
Εμφύσημα

Ατελεκτασίες, παχυσαρκία,
πνευμοπεριτόναιο,
πνευμοθώρακας

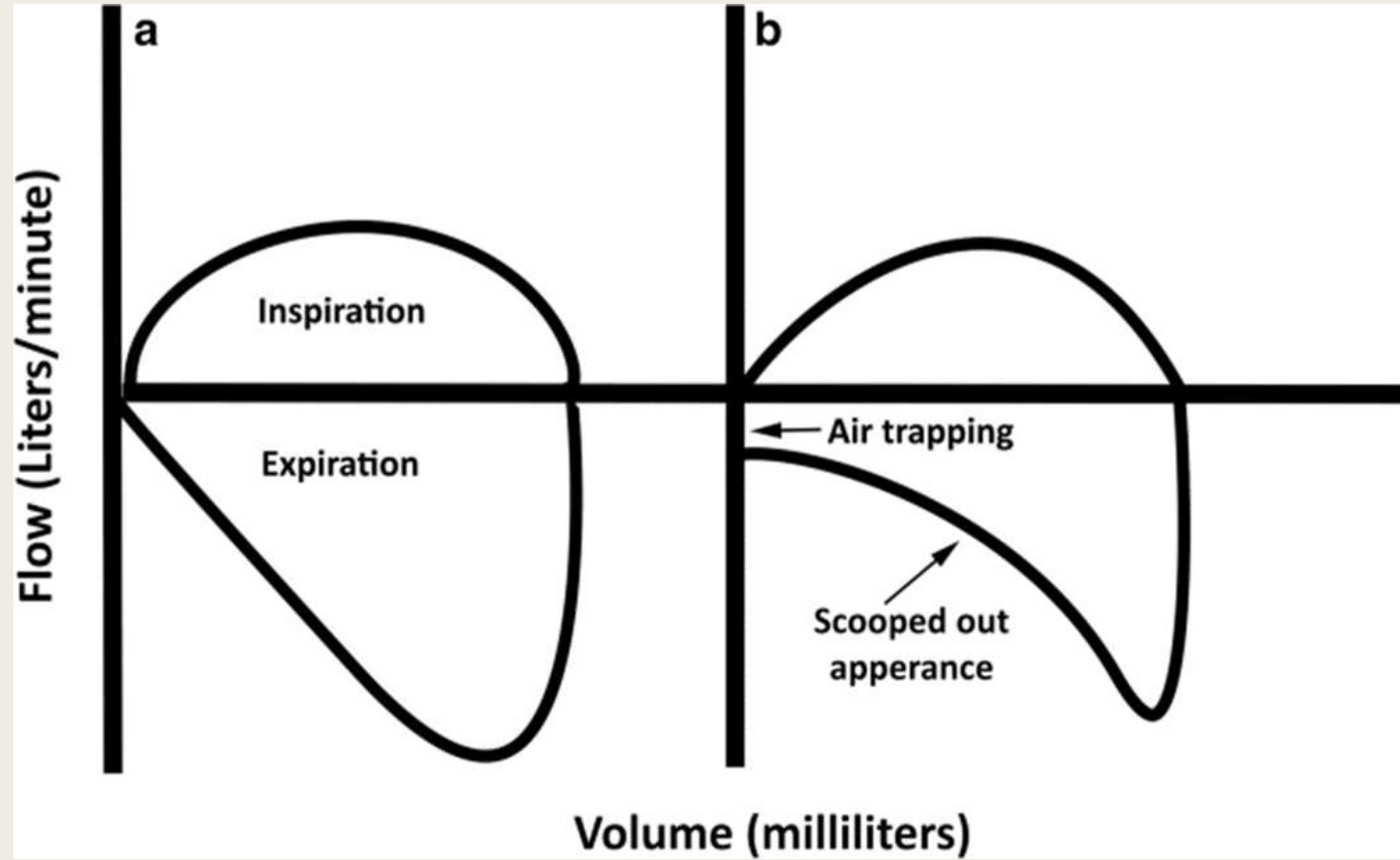
- Διαρροή



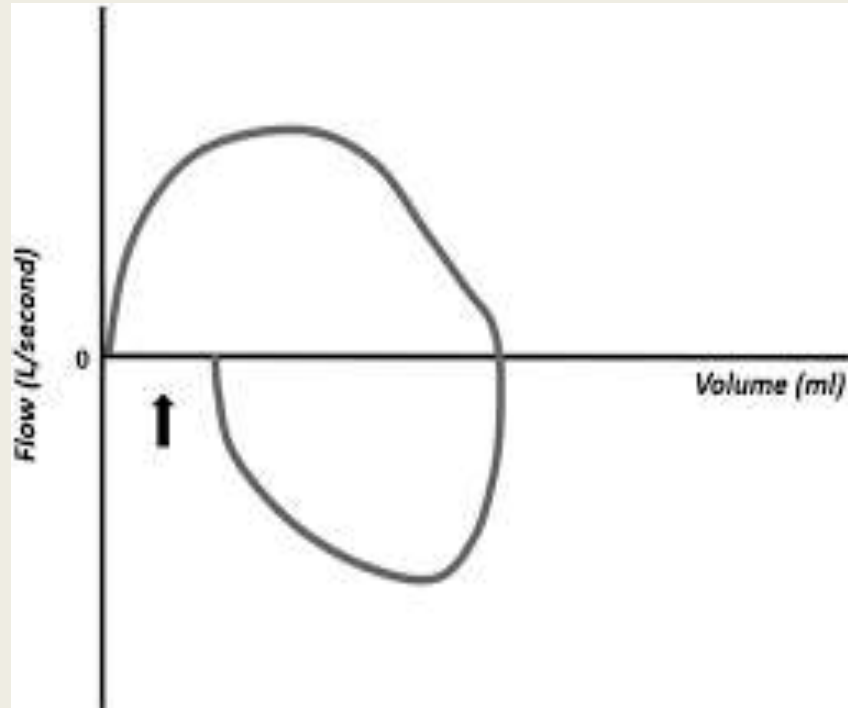
Flow/volume loop



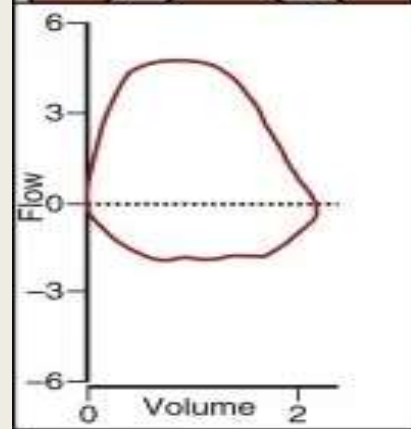
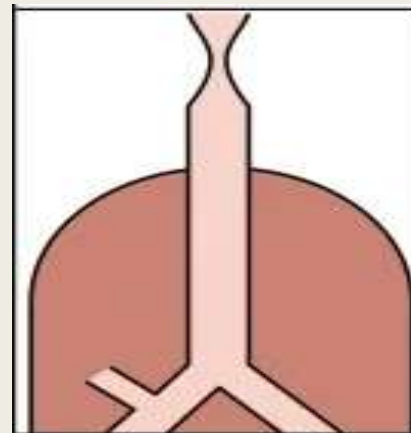
Απόφραξη μικρών αεραγωγών



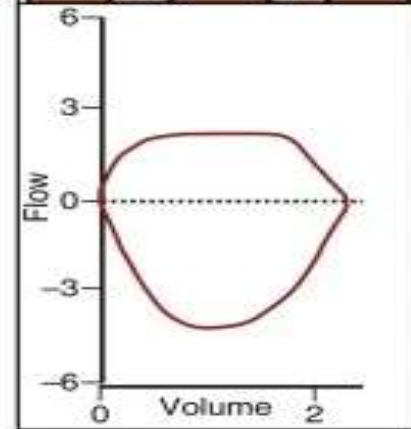
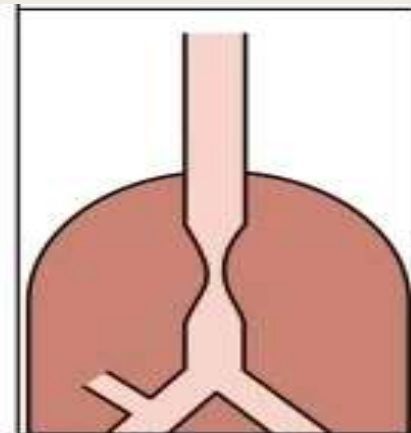
- Διαρροή



Εξωθωρακική στένωση



A



B

Ενδοθωρακική στένωση

Συμπερασματικά...

- Μηχανικές ιδιότητες: Αντίσταση (R), Ενδοτικότητα (C), Ελαστικότητα (E)
- **Ελεγχόμενα** (καταστολή/μυοχάλαση) και **Υποβοηθούμενα** μοντέλα (αφύπνιση)
- Volume control: **σταθερό Vt** - εξασφάλιση οξυγόνωσης - PCV-VG
- Pressure control: μικρότερο WOB **αλλά** μεταβαλλόμενο Vt
- Pressure support: αφύπνιση – πολλές μεταβλητές
- 3 καμπύλες – 2 loops

Ευχαριστώ!

