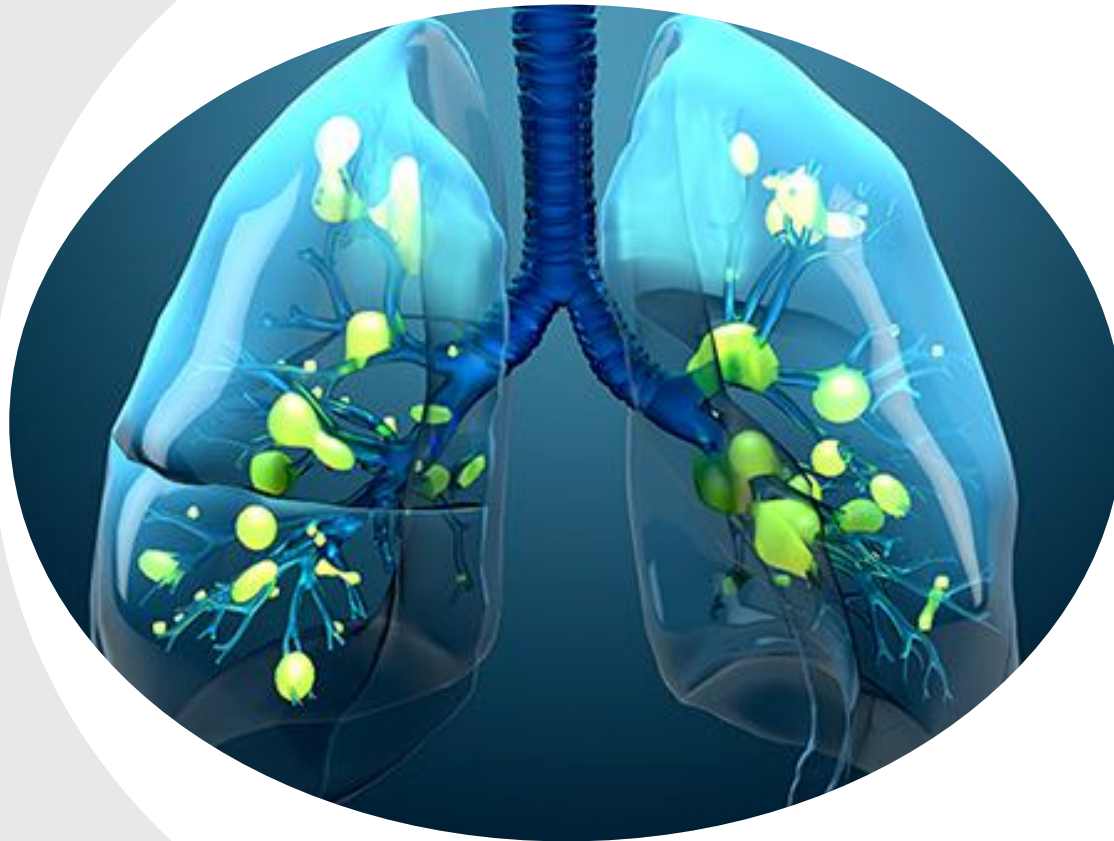




ΟΞΕΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΙΩΑΝΝΑ ΤΑΤΟΥΛΗ

ΠΑΘΟΛΟΓΟΣ-ΕΝΤΑΤΙΚΟΛΟΓΟΣ

ΜΟΝΑΔΑ ΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ

ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΚΠΑ



«κάθε ασθενής **δεν είναι απλά μια καρδιά** που χτυπάει ή δυο πνεύμονες που αναπνέουν και πρέπει να τα σώσουμε.

Ο ασθενής σαν ολότητα –μυαλό, σώμα και πνεύμα- είναι το πραγματικό διακύβευμα της δουλειάς μας».

Wesley Ely “Every deep-drawn breath”



ΕΠΙΔΗΜΙΑ ΠΟΛΙΟΜΥΕΛΙΤΙΔΑΣ

Κοπευχάγη-Δεκαετία 1950



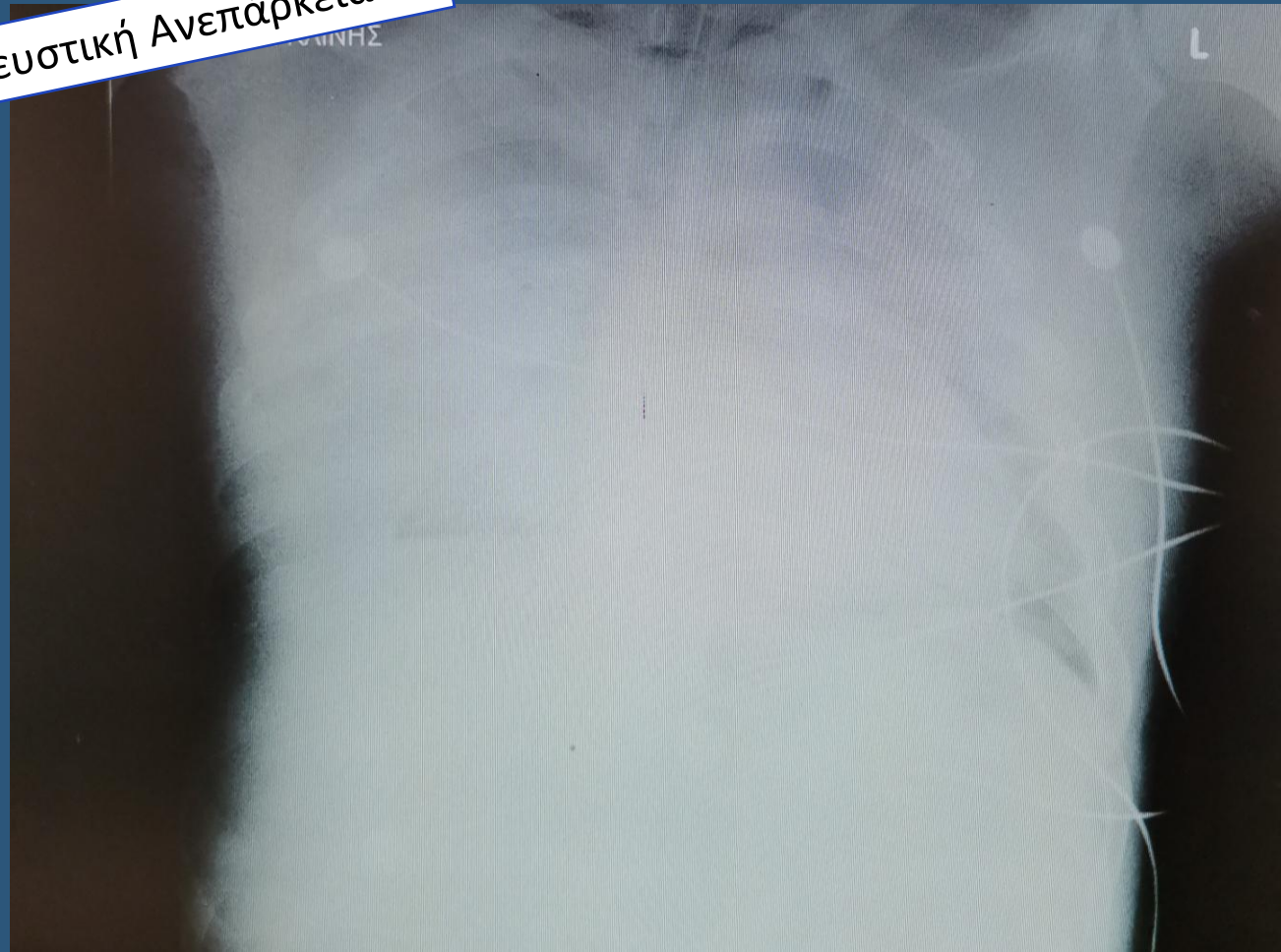
Υπερκαπνική Αναπνευστική Ανεπάρκεια



ΕΠΙΔΗΜΙΑ COVID 19

Άνδρας, 20 ετών, χωρίς συννοσηρότητες

Υποξαιμική Αναπνευστική Ανεπάρκεια

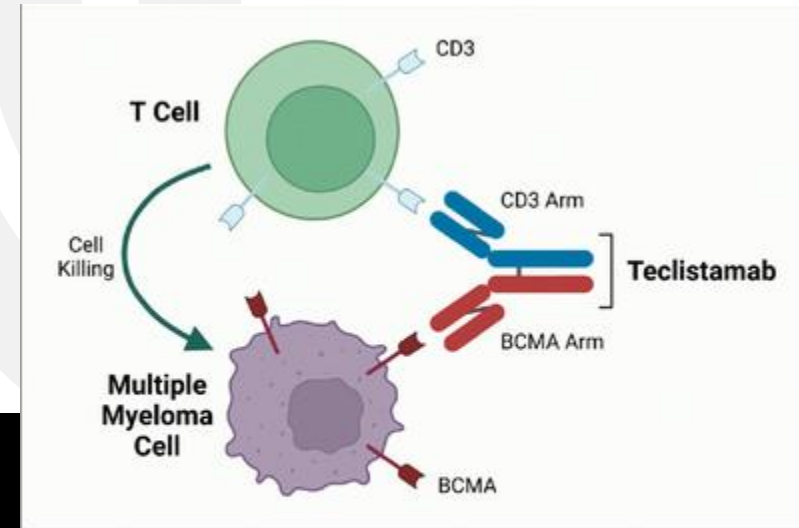


ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΠΜ ΥΠΟ ΑΜΦΙΕΙΔΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

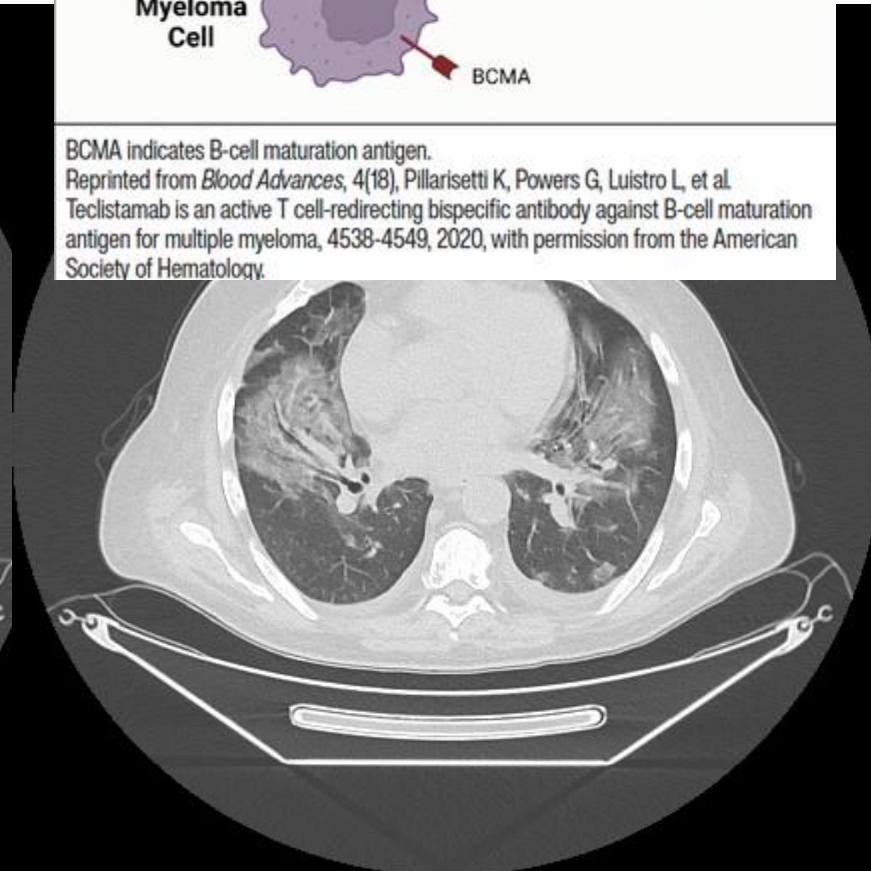
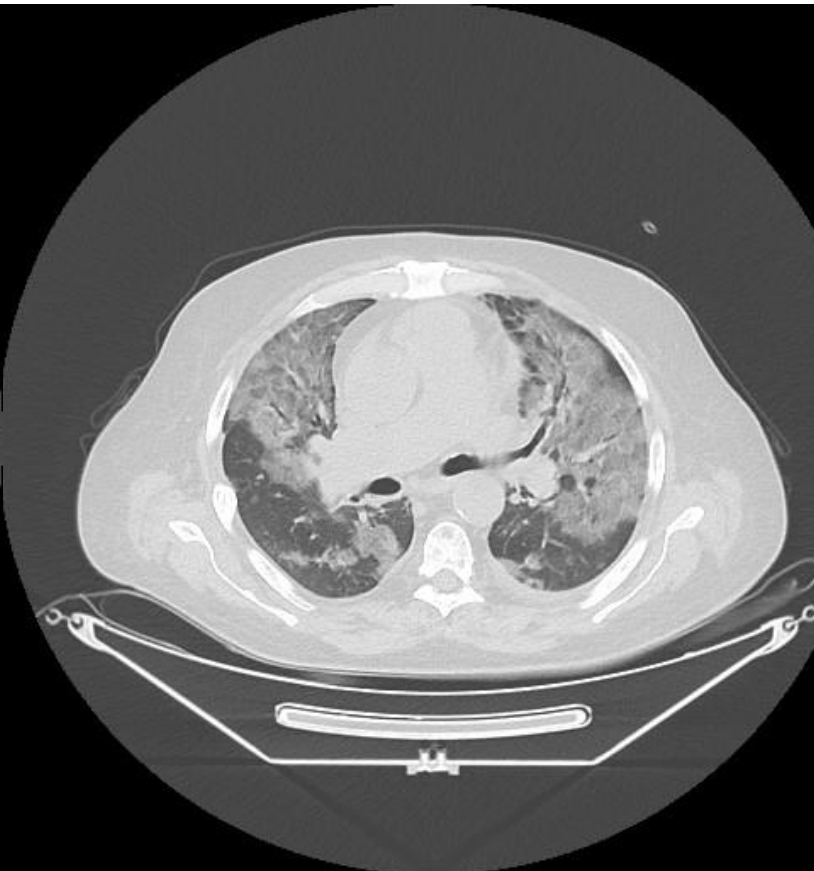
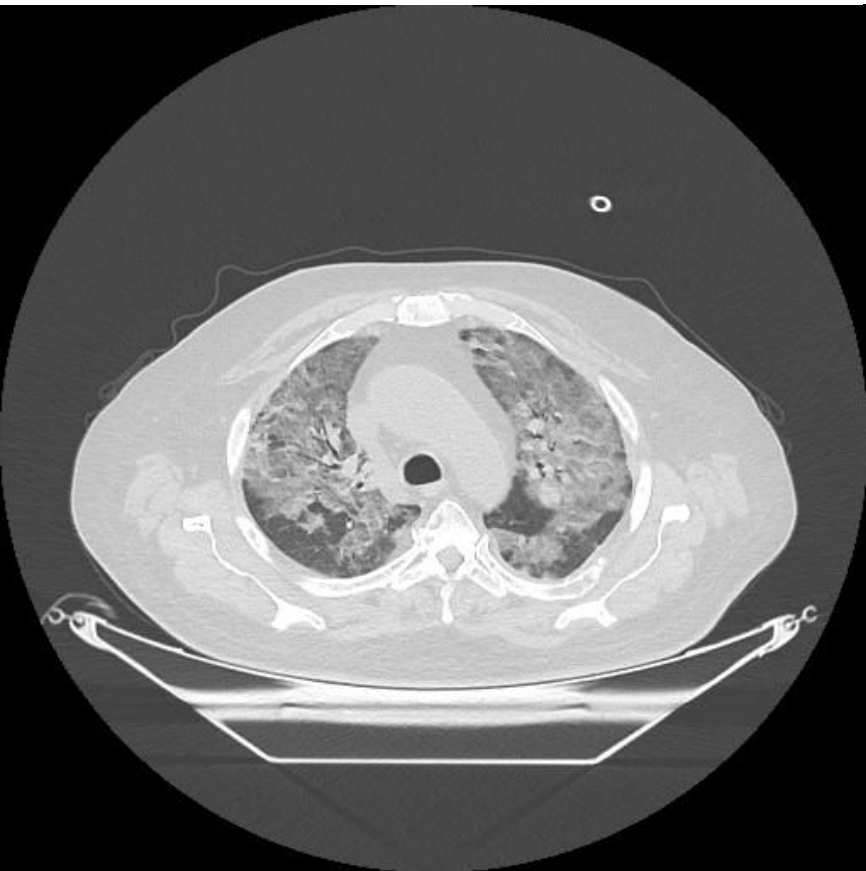
Υποτροπή, πολλαπλές γραμμές θεραπείας
5 ΜΣΕ, Plts 30000, $\uparrow$ crp

Εξάνθημα κορμού και κεφαλής φυσαλιδώδες

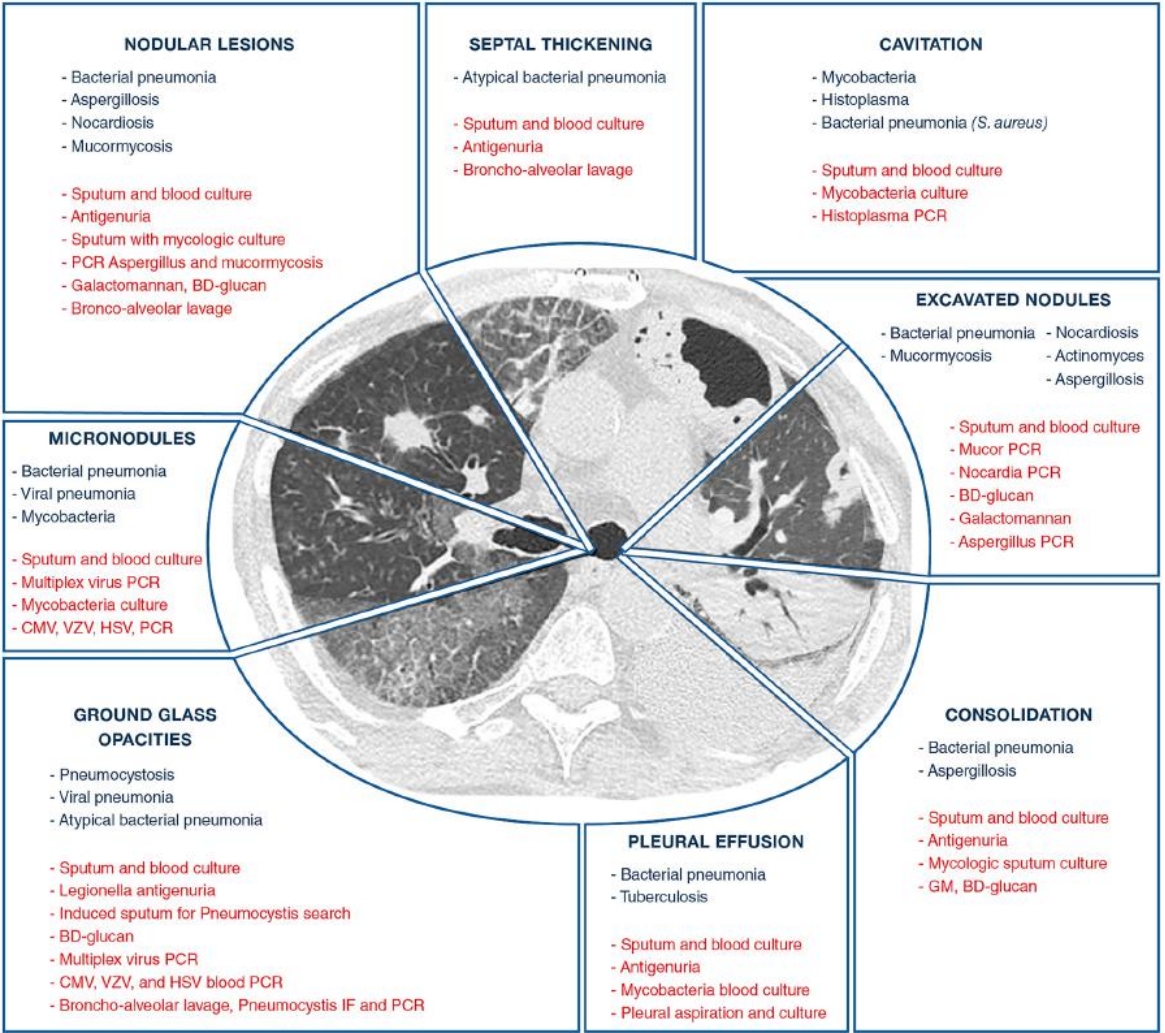
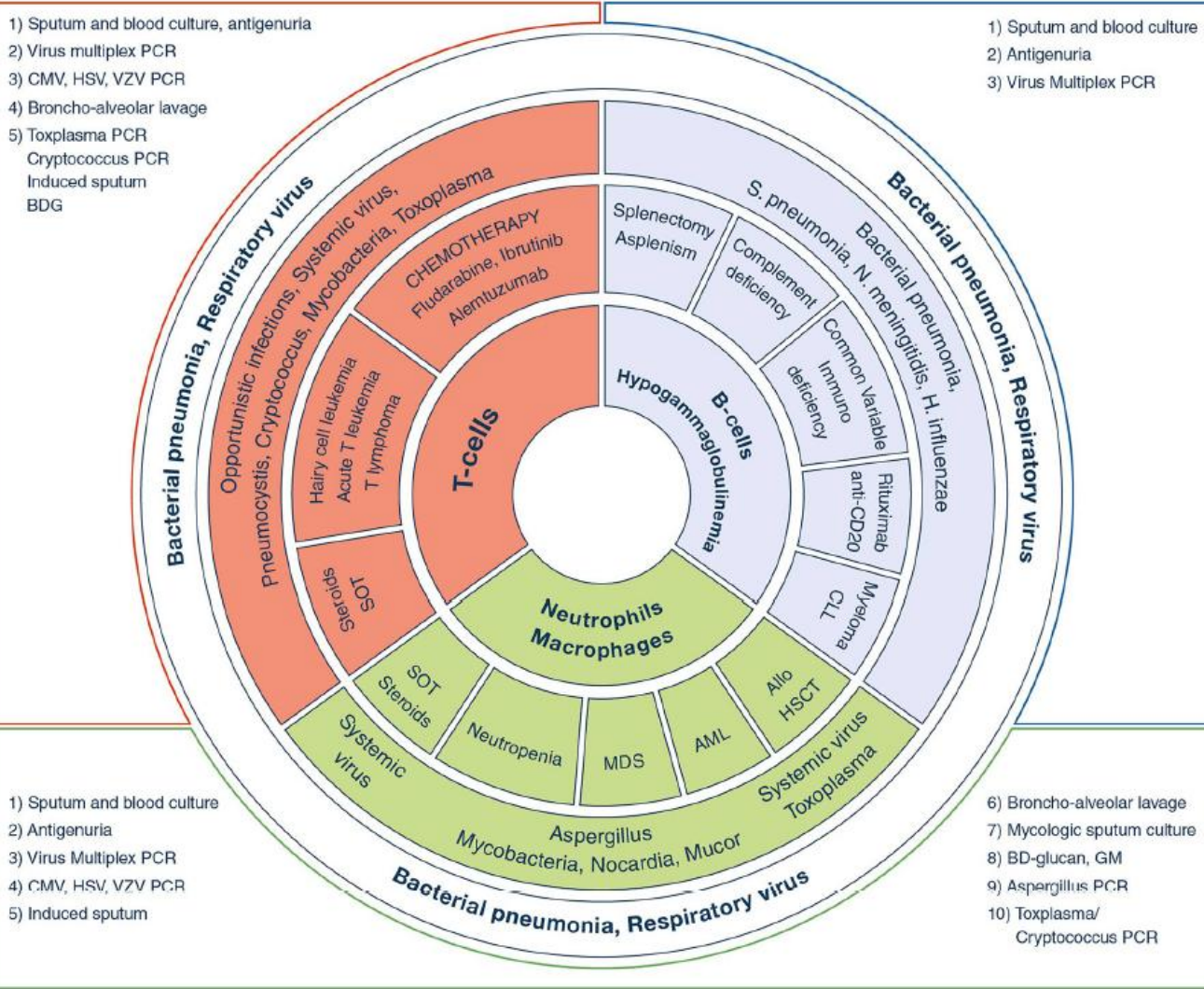
Σε ρινικό 2lt/min: pH 7,42 PaCO₂ 32 mmHg, PaO₂ 65 mmHg, HCO₃⁻ 25 mmol/L



BCMA indicates B-cell maturation antigen.
Reprinted from *Blood Advances*, 4(18), Pillarisetti K, Powers G, Luistro L, et al.
Teclistamab is an active T cell-redirecting bispecific antibody against B-cell maturation antigen for multiple myeloma, 4538-4549, 2020, with permission from the American Society of Hematology.



ΑΑ ΣΕ ΑΝΟΣΟΚΑΤΕΣΤΑΛΜΕΝΟΥΣ



Azoulay E et al, Intensive Care Med (2020)

Fig. 1 Pulmonary infections according to immunosuppression. AML acute myeloid leukemia, CMV cytomegalovirus, GM galactomannan, HSCT hematopoietic stem-cell transplantation, HSV herpes simplex virus, MDS myelodysplastic syndrome, PCR polymerase in chain reaction, SOT solid organ transplantation, VZV Varicella-Zoster virus



ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ (1)

- **Δύσπνοια**

Οξεία, προοδευτικά επιδεινούμενη, χρόνια

- **Ταχύπνοια**

Ειδική συμπτωματολογία αναλόγως αιτιολογίας

min

Δύσπνοια από λεπτών

1. Πνευμοθώρακας
2. Πνευμονική εμβολή
3. Πνευμονικό οίδημα

hours

Δύσπνοια από ωρών

1. Άσθμα
2. Πνευμονία
3. Πνευμονικό οίδημα
4. Μεταβολική οξέωση

days

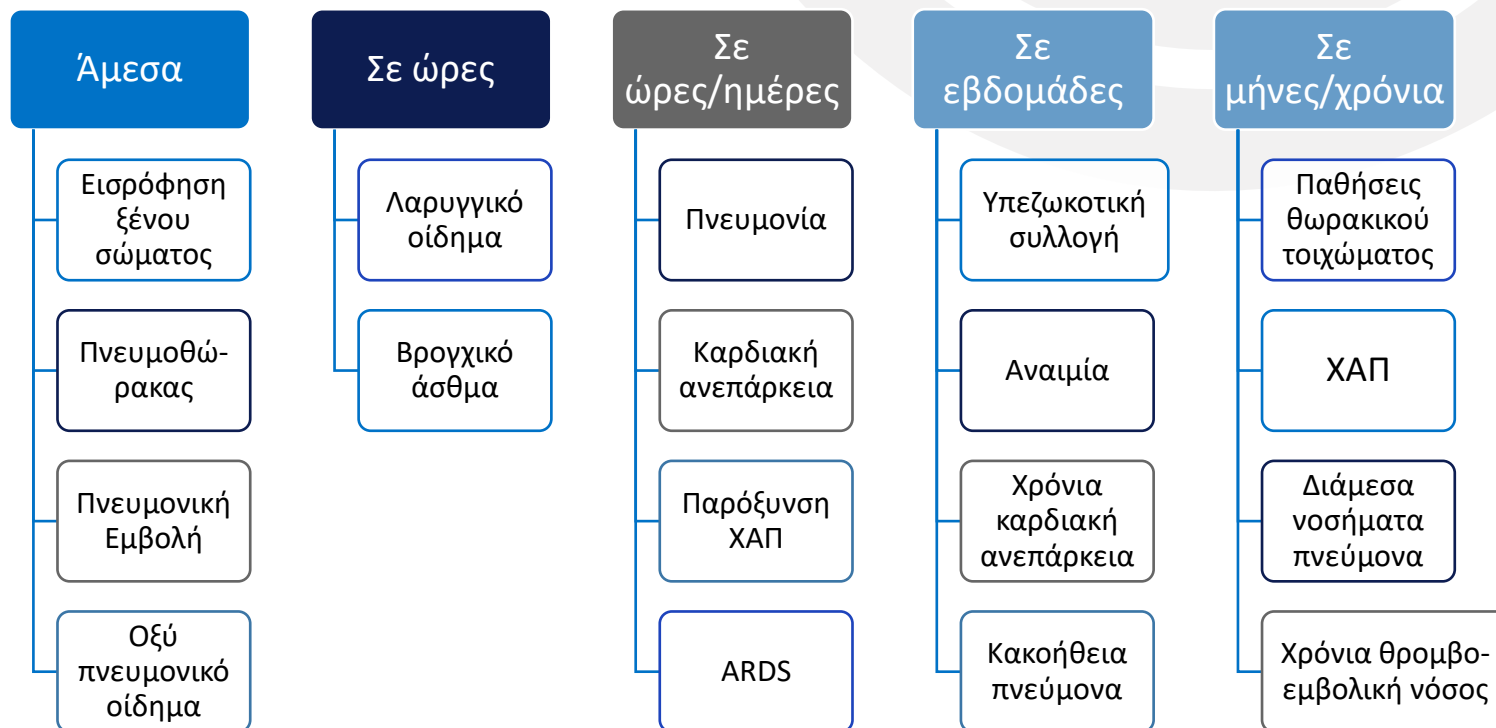
Δύσπνοια από ημερών

1. Πλευριτική συλλογή
2. Παρόξυνση ΧΑΠ
3. Πνευμονία

Ασθενής με δύσπνοια (1)

Οξεία ή χρόνια
δύσπνοια

Χρόνια: >4-6 εβδομάδες
πόσο χρόνια;



Ασθενής με δύσπνοια (2)

Ατομικό,
οικογενειακό
αναμνηστικό

Οξεία ή χρόνια
δύσπνοια

>4-6 εβδομάδες, πόσο χρόνια;

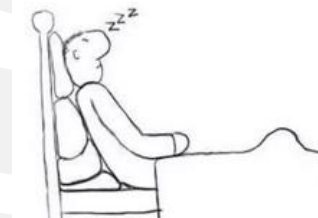
Δύσπνοια προσπάθειας

Ορθόπνοια

Παροξυσμική νυχτερινή
δύσπνοια

Πλατύπνοια

Τρεπόπνοια



Χαρακτήρες
δύσπνοιας

Συνεχής ή
διαλείπουσα



Εισπνευστική;
Εκπνευστική;
Ή και τα δύο

Συνοδά
συμπτώματα;

Βήχας, απόχρεμψη
Αιμόπτυση
Θωρακικό άλγος
Οιδήματα
Πυρετός
Raynaud
Αρθρίτιδα
Μ. αδυναμία

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ (2)

- **Αυξημένο έργο αναπνοής**

Χρήση επικουρικών αναπνευστικών μυών

Αναπέταση ρινικών πτερυγίων

Εισολκή μεσοπλεύριων και υπερκλειδίων διαστημάτων

Ταχύπνοια με ρηχή αναπνοή (rapid shallow breathing)

Κόπωση διαφράγματος: παράδοξη κίνηση διαφράγματος (εισολκή αντί για έκπτυξη άνω μέρους της κοιλιάς στην εισπνοή)

- **Σημεία συμπαθητικής διέγερσης**

Ταχυκαρδία

Υπέρταση

Εφίδρωση

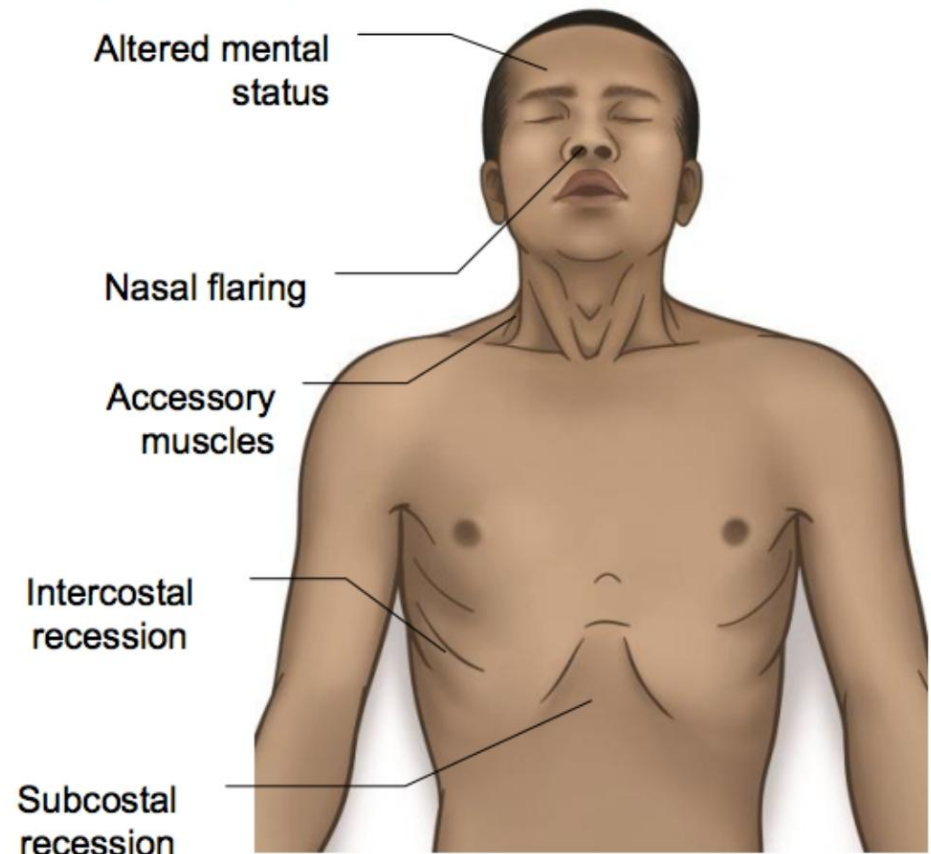


Figure 6. Signs of respiratory distress

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ (3)

- Σημεία ιστικής υποξίας**

Διαταραχή επιπέδου συνείδησης (υπνηλία/διέγερση)

- Σε ασθενείς με υποξαιμία και υπερκαπνία (π.χ. ΧΑΠ) η χορήγηση O₂ επιδεινώνει υπερκαπνία → υπερκαπνικό κώμα.
- Παρατεταμένη βαρειά υποξαιμία → υποξαιμική εγκεφαλοπάθεια

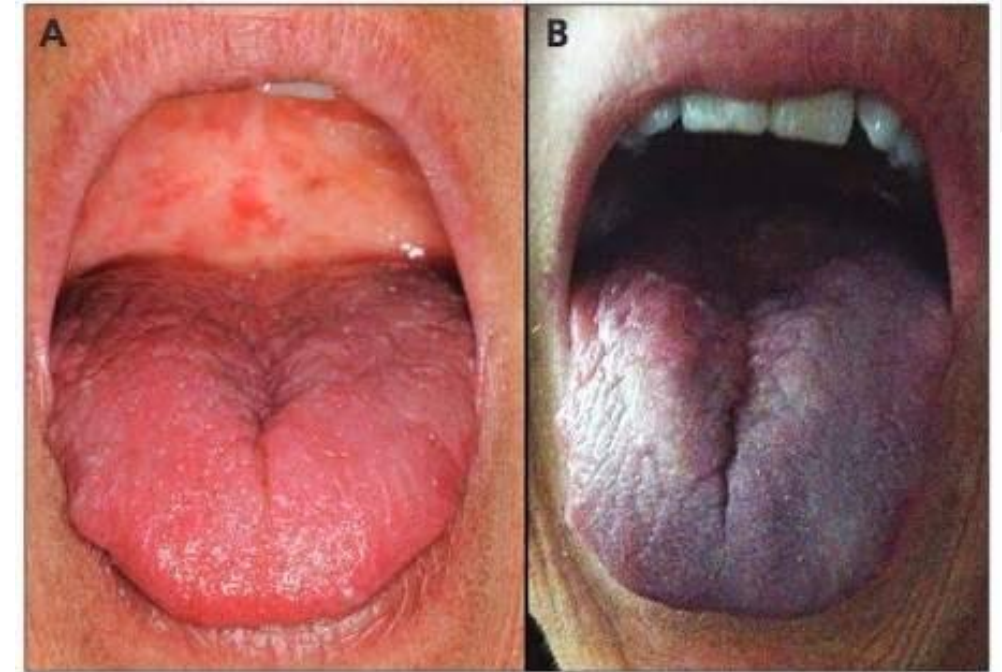
Αυξημένο Lac

Υπόταση, βραδυκαρδία (καθυστερημένα σημεία!!!!)

- Σημεία αποκορεσμού αιμοσφαιρίνης
(σημείο σημαντικής υποξαιμίας)**

Κυάνωση έκδηλη στα χείλη και στις κοίτες των ονύχων

- Κεντρική κυάνωση = 5g/dl αποξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης
- Σε ασθενή με Hb 15 g/dl η παρουσία κυάνωσης υποδεικνύει SaO₂ 78%
- Σε ασθενή με Hb 9 g/dl η παρουσία κυάνωσης υποδεικνύει SaO₂ 65%



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΔΙΑΓΝΩΣΗ & ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ



- **Παλμική οξυμετρία (SpO₂)**

Δάκτυλο, Λοβίο ωτός, Μύτη, μέτωπο

Περιορισμοί:

- 1) **Αναιμία** : το SpO₂ χαμηλότερο από κανονικό
- 2) **Δηλητηρίαση με CO (καρβοξυαιμοσφαιρίνη)**: ψευδώς κφ SpO₂ ενώ χαμηλό PaO₂ **cherry red skin**
- 3) **Μεθαιμοσφαιριναιμία**: ψευδώς ↓ SpO₂, με κφ PaO₂ και κυάνωση (όταν >10-20%)
- 4) **Βερνίκι νυχιών** (μαύρο, μωβ, σκούρο)
- 5) **Αδυναμία εκτίμησης υποξαιμίας** όταν <80%

- **SpO₂/FiO₂**

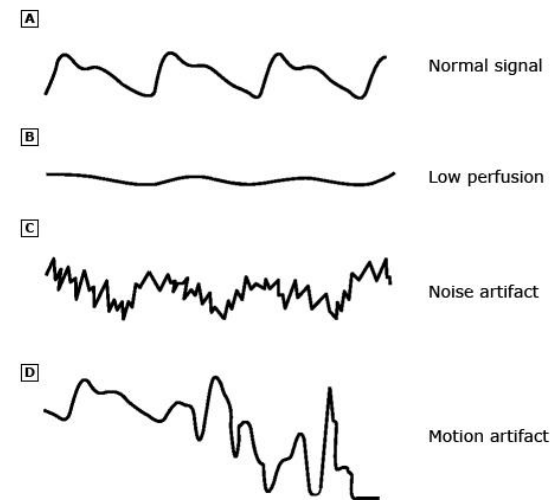
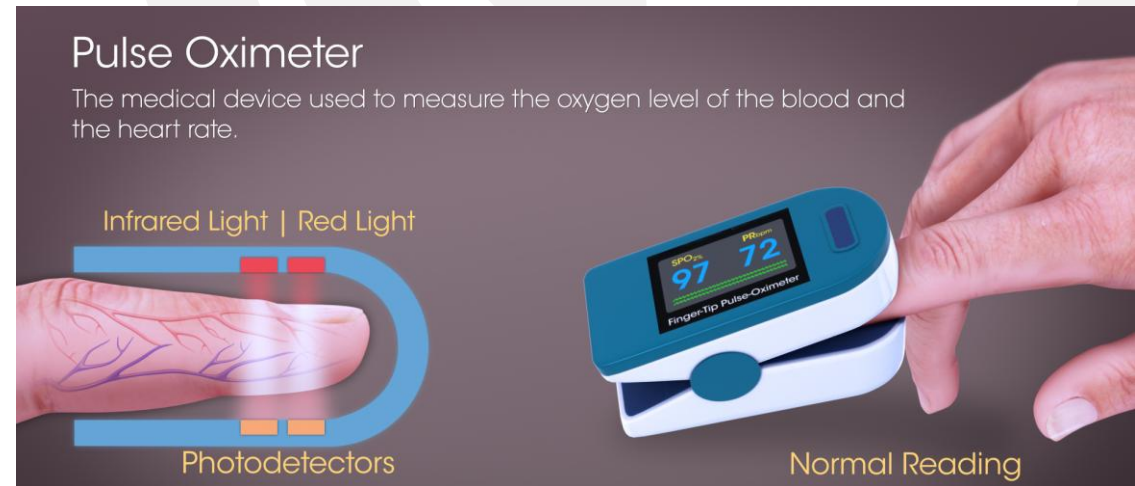
- **Αέρια αίματος**

SaO₂ = cHbO₂/ceff Hb (=HbO₂ + Hb-)

PaO₂ μερική πίεση οξυγόνου σε αρτηριακό αίμα

PaO₂/FiO₂ <300 ήπια, <200 μέτρια, <100 σοβαρή

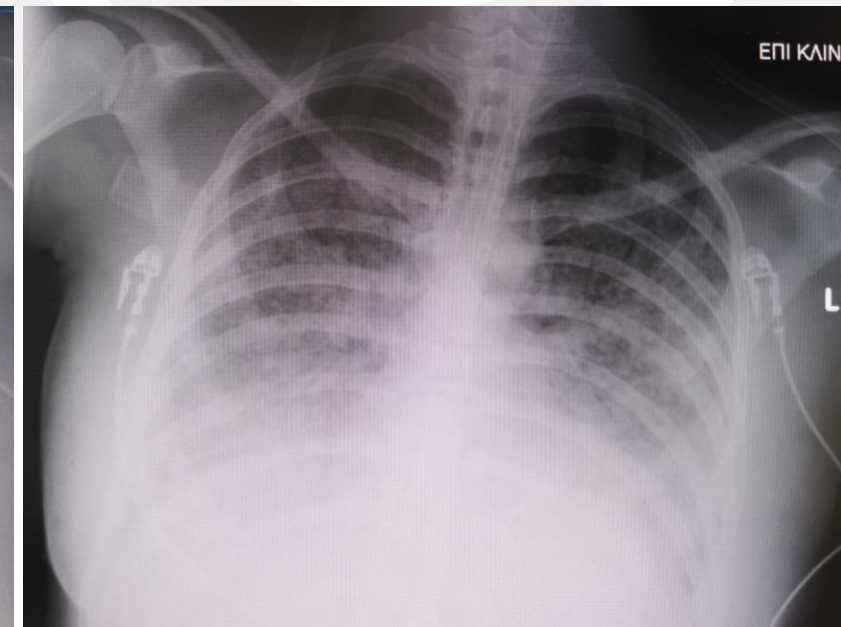
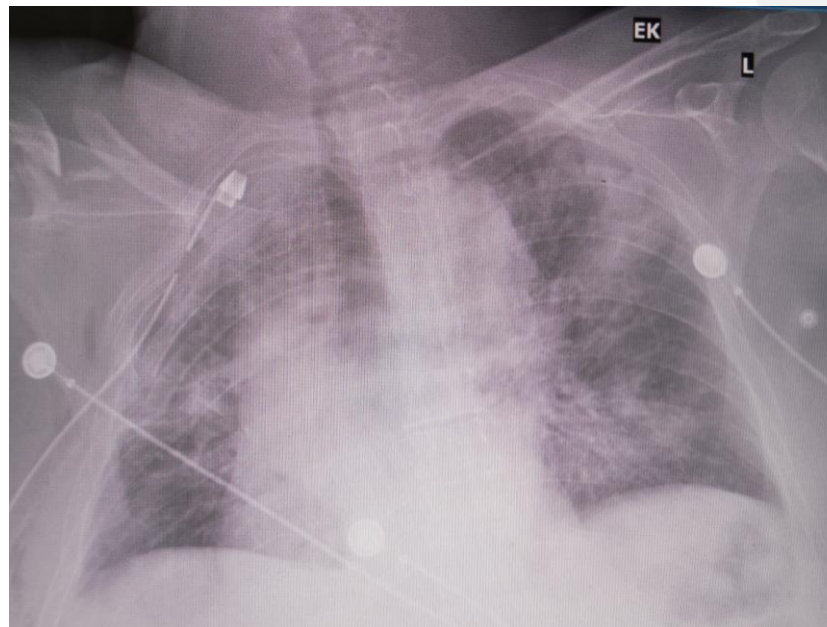
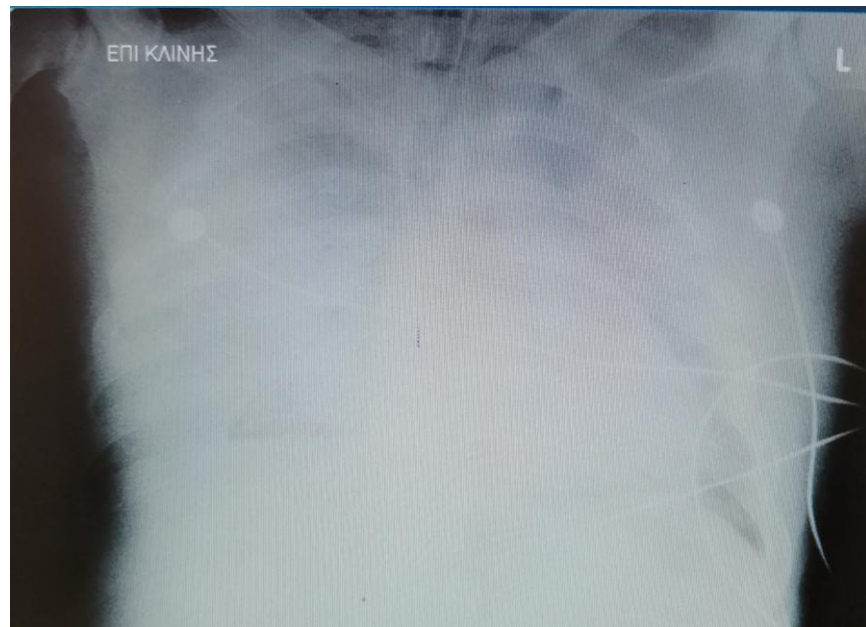
PaCO₂ όχι δείκτης οξυγόνωσης, μόνο αερισμού



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΑΦ ΘΩΡΑΚΟΣ F/P
ΕΠΙ ΚΛΙΝΗΣ

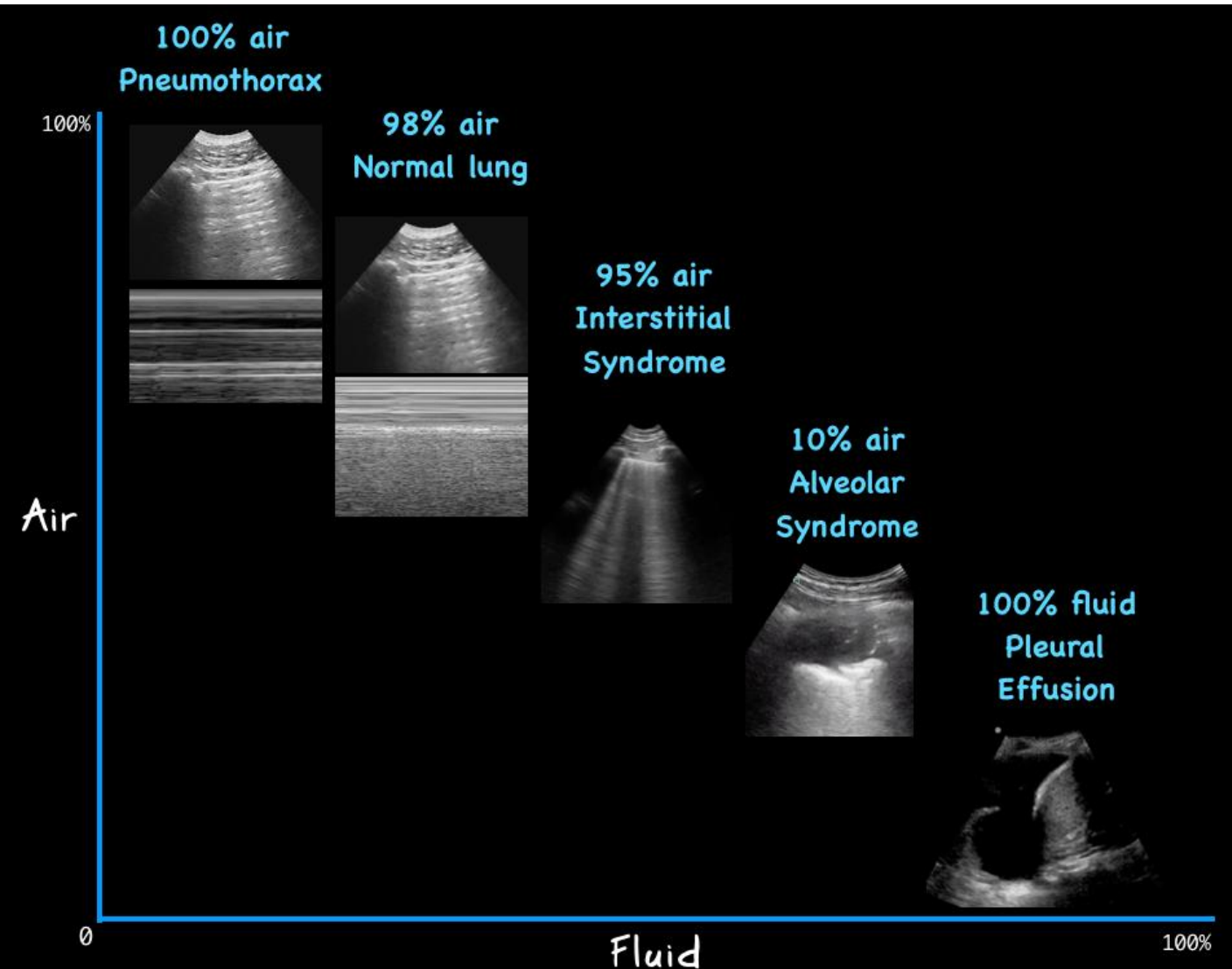


ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

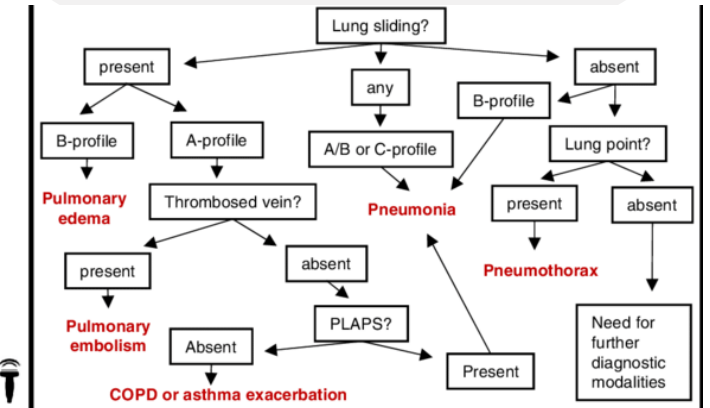
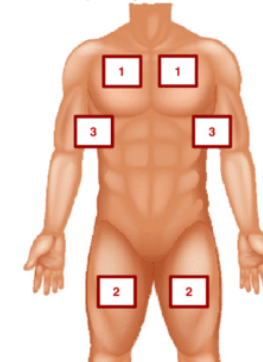
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ



US LUNG



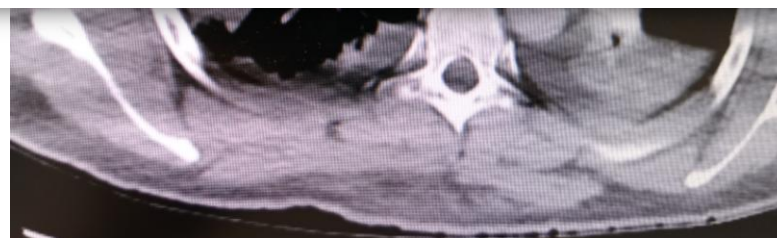
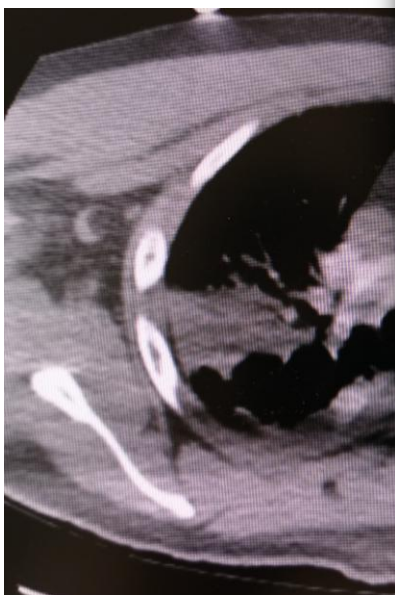
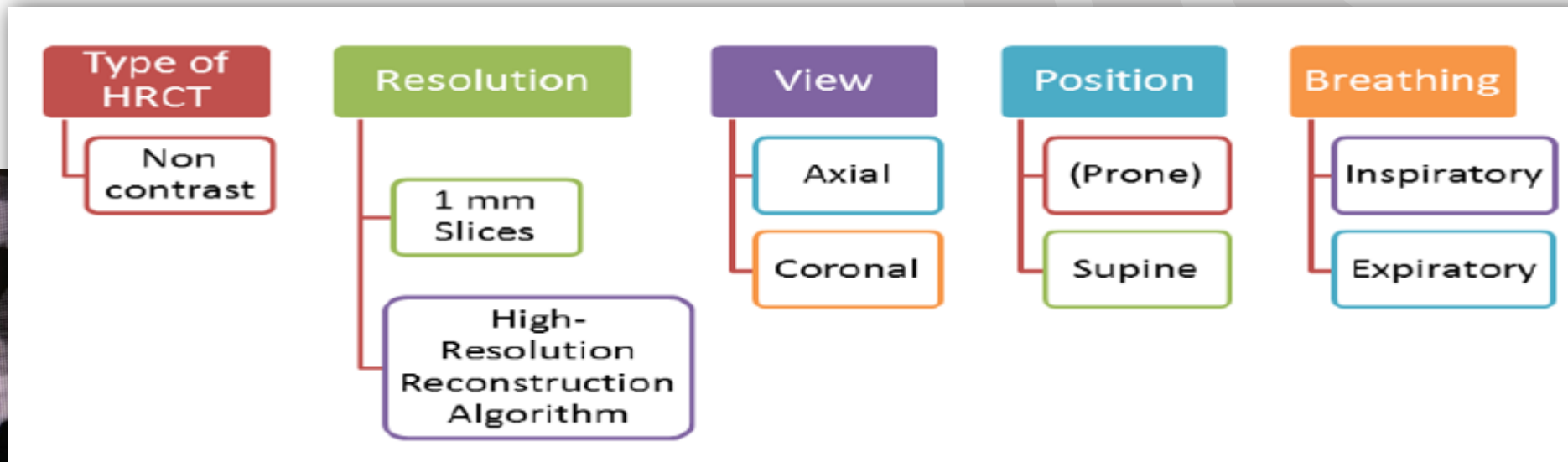
A The BLUE protocol
Acute respiratory failure



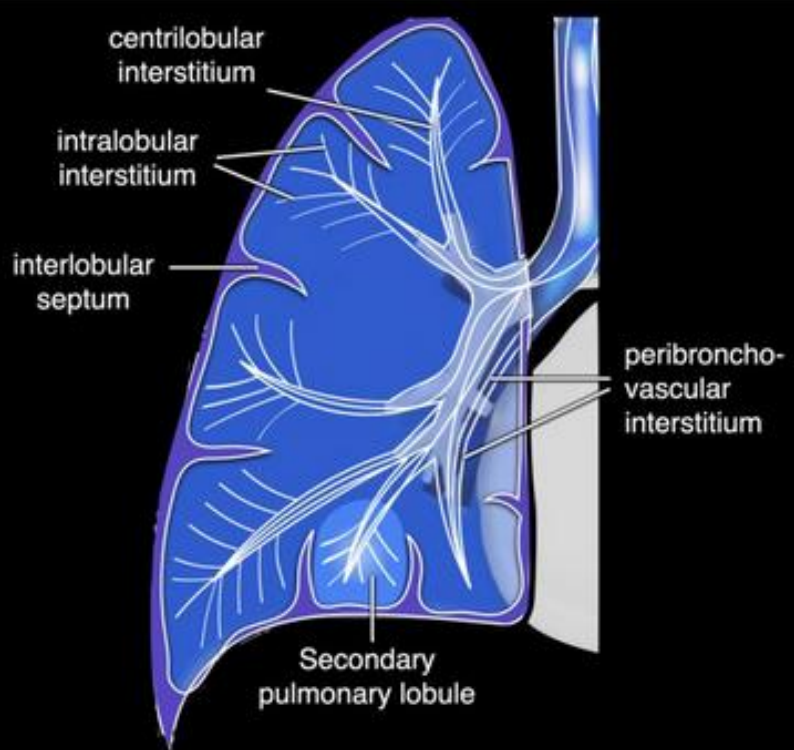
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

CT θώρακος, HRCT,
CTPA



Ευρήματα σε μια HRCT (1)



Ποιο είναι το κυρίαρχο πρότυπο;

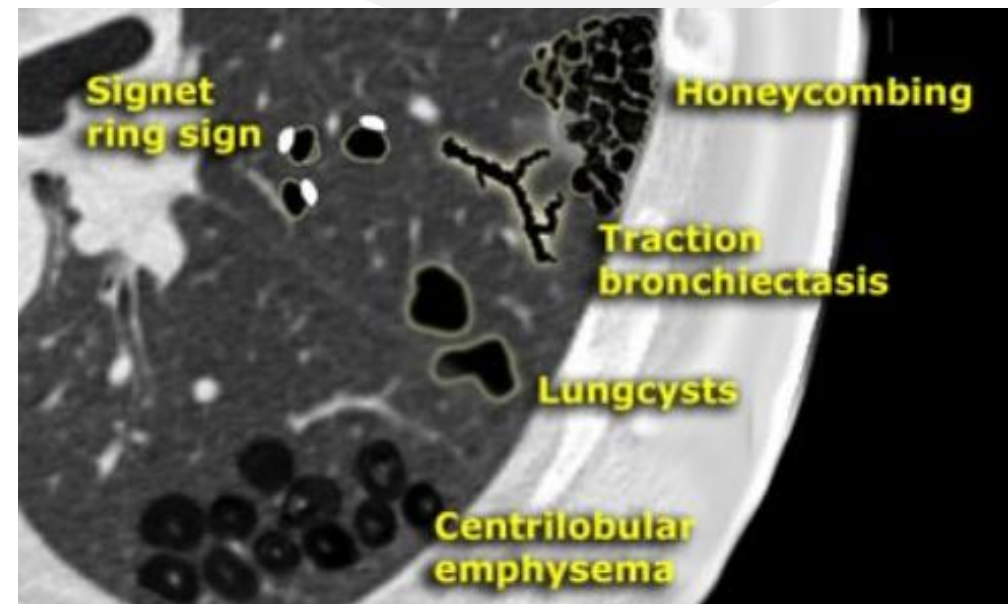
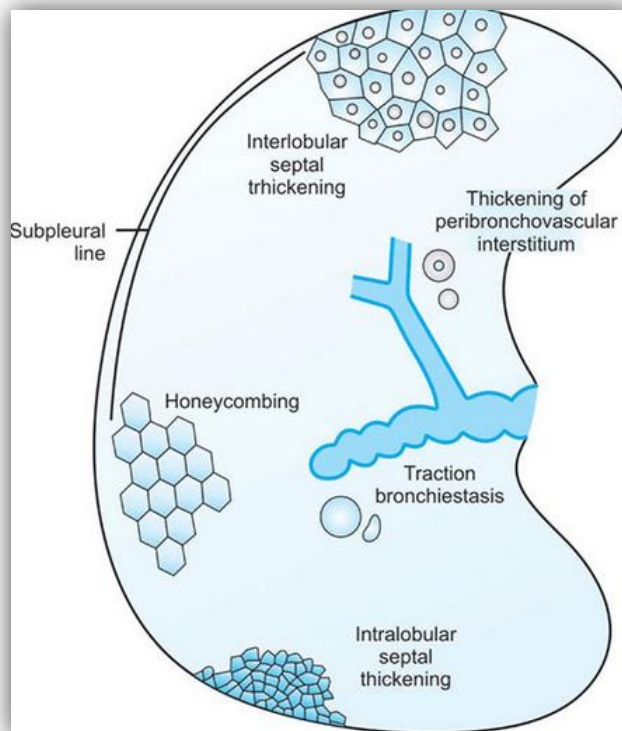
Γραμμοειδές-Δικτυωτό

Οζώδες

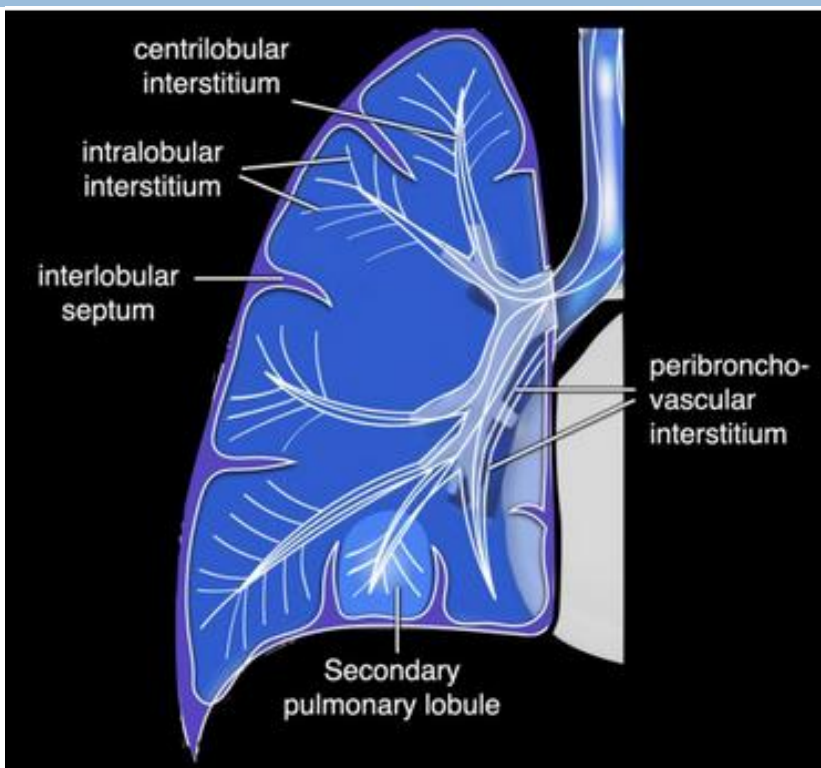
Αυξημένη πνευμονική πυκνότητα (GGO, πύκνωση)

Χαμηλή πνευμονική πυκνότητα (κύστεις, μελικυρήθρα)

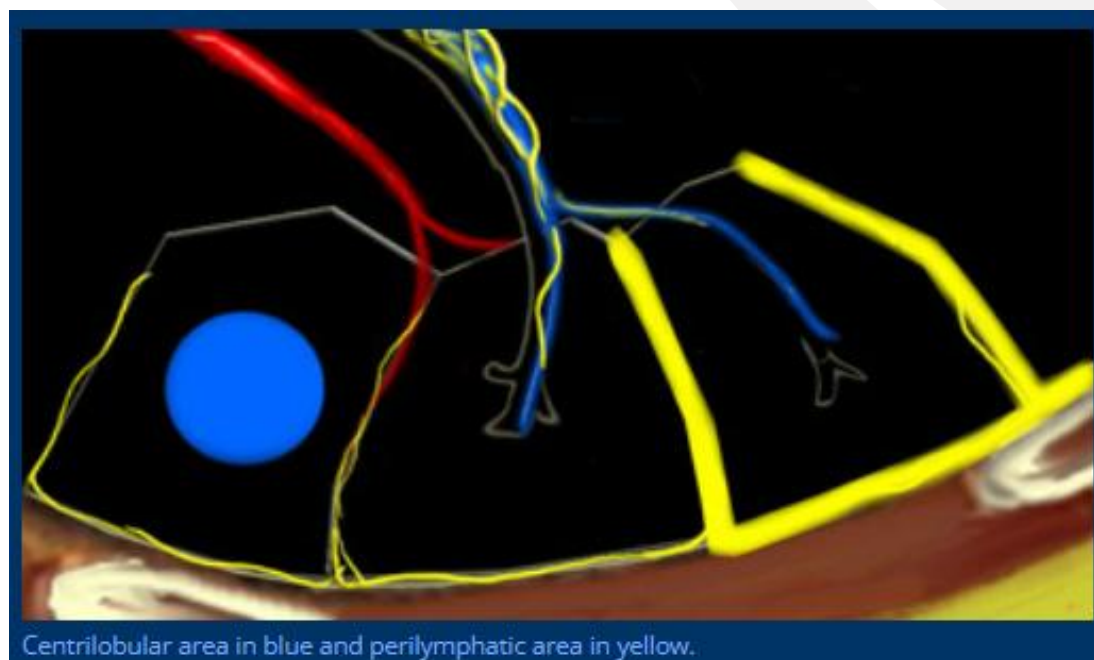
ΜΙΚΤΟ (μωσαϊκό, δικτυοζώδες)



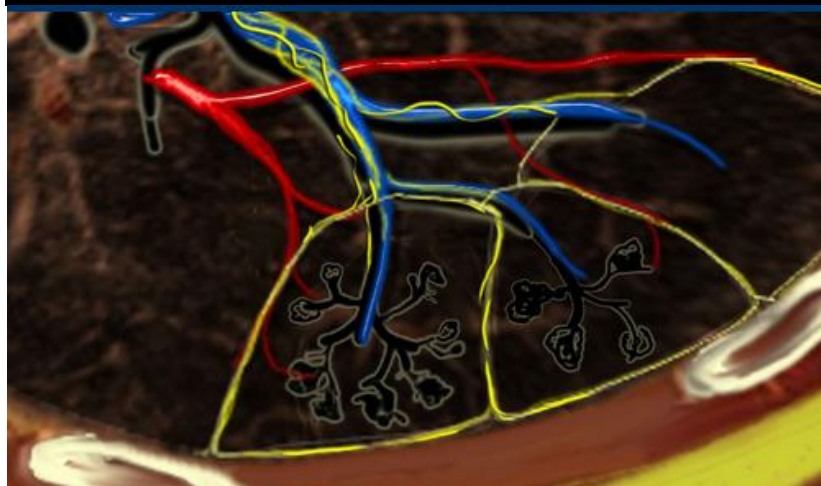
Ευρήματα σε μια HRCT (2)



Τρόπος Κατανομής εντός λοβιδίου;
Κεντρολοβιδιακός
Περιλεμφαγγειακός
Τυχαίος

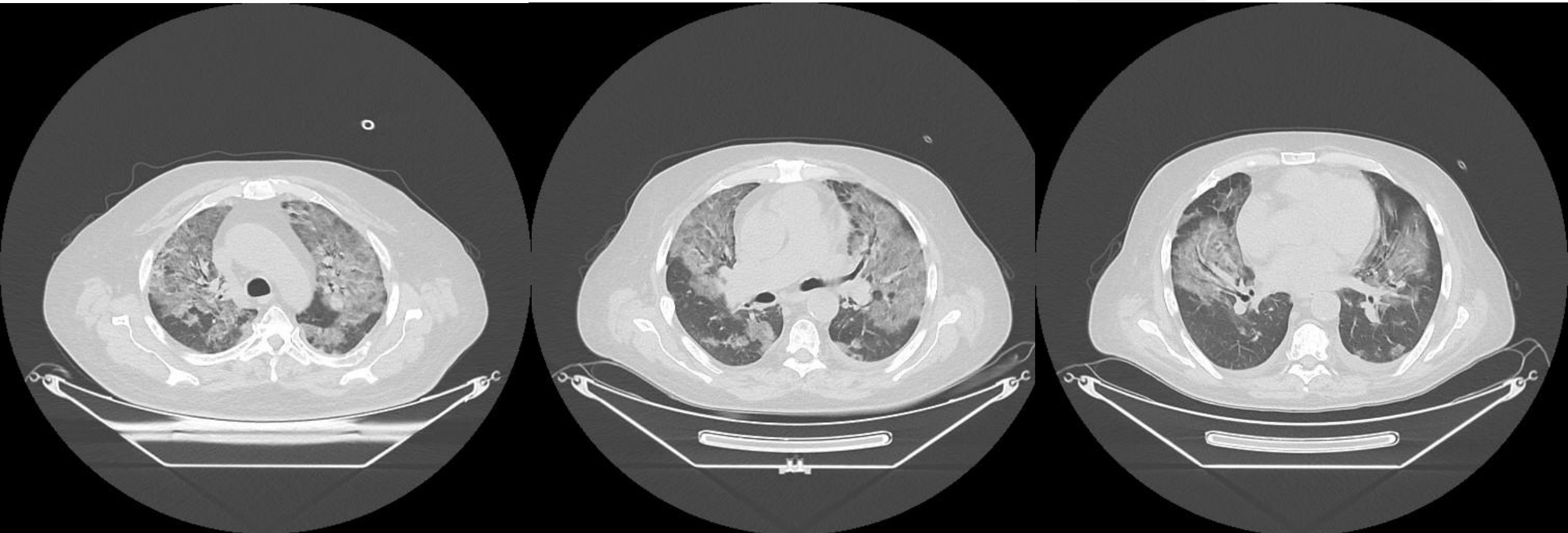


Τρόπος Κατανομής στον πνεύμονα;
Άνω ή κάτω πνευμονικά πεδία;
Κεντρικά (βρογχοαγγειακά) ή περιφερικά (υπο-υπεζωκοτικά);



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΠΜ ΥΠΟ ΑΜΦΙΕΙΔΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Ποια είναι η παθοφυσιολογική αιτία της αναπνευστικής ανεπάρκειας;





ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ



ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑ:

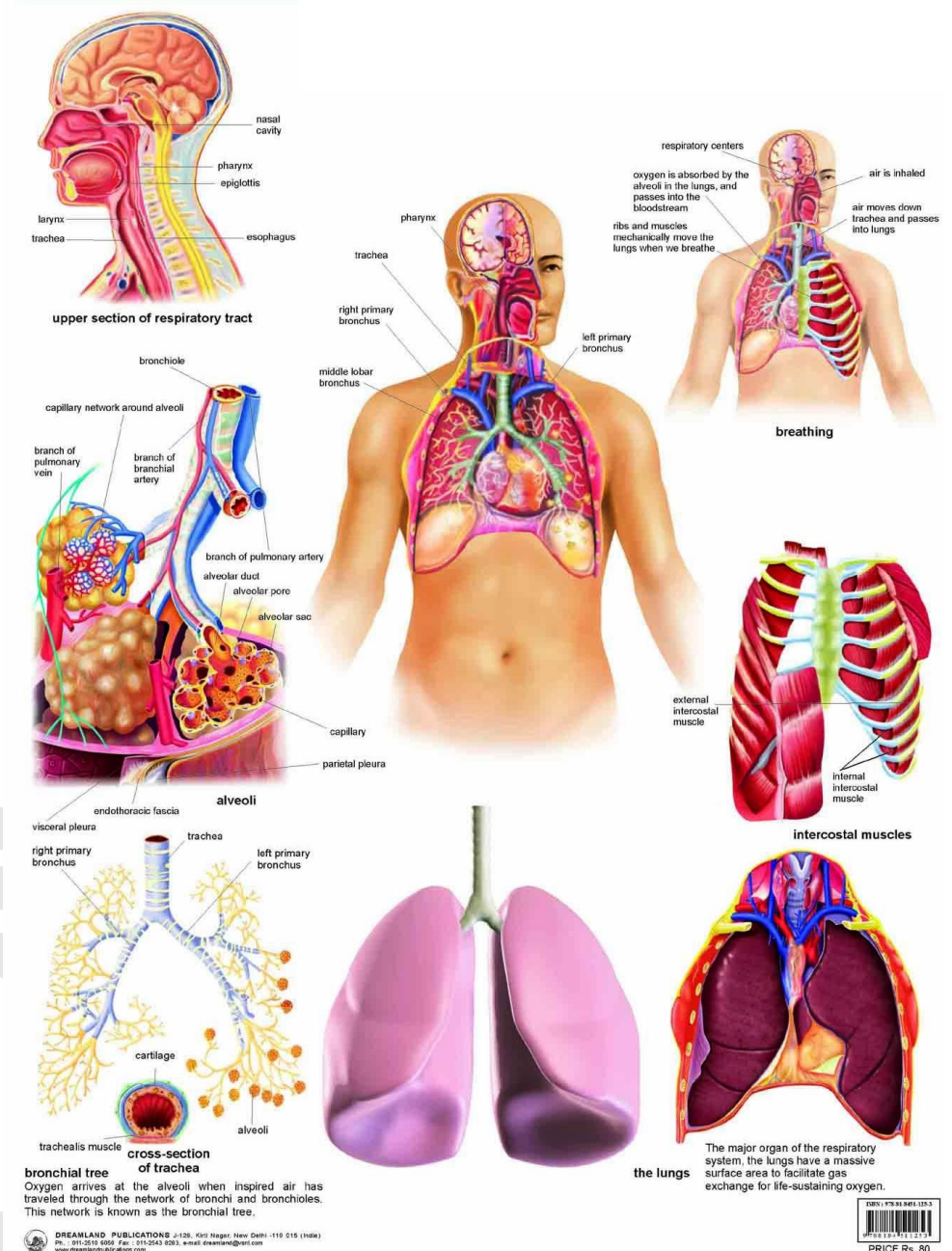


ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ, 8^Η ΕΚΔΟΣΗ

JB WEST, ΕΚΔ. ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (1)

- Θωρακικό τοίχωμα (οστά, μύες)
- Υπεζωκοτική κοιλότητα (τοιχωματικός και περισπλάγχχνιος υπεζωκότας)
- Μεσοθωράκιο (καρδιά, αγγεία, οισοφάγος, νεύρα)
- Σύστημα αεραγωγών (ρινική και στοματική κοιλότητα, φάρυγγας, λάρυγγας, τραχεία, στελεχιαίοι βρόγχοι, τμηματικοί βρόγχοι)
- Πνευμονικό παρέγχυμα
- Αγγείωση (πνευμονική κυκλοφορία, βρογχική κυκλοφορία)
- Λεμφική κυκλοφορία
- Νεύρωση του πνεύμονος

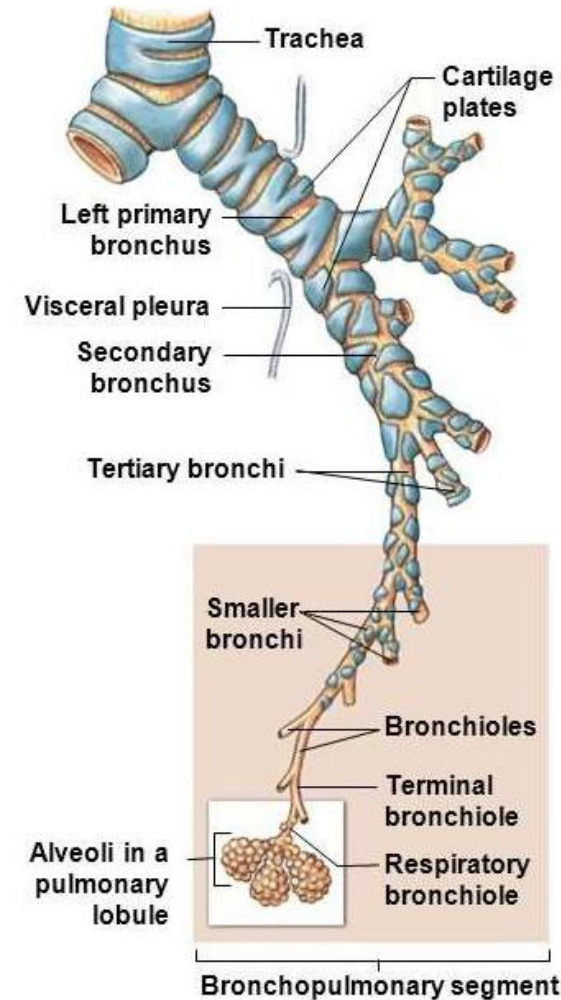


ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (2)

- Τραχεία
- ΔΕ βρόγχος, ΑΡ βρόγχος & διακλαδώσεις
- Βρογχιόλια (<1 mm, χωρίς χόνδρο)
- Τελικά βρογχιόλια
- Αναπνευστικά βρογχιόλια
- **Αναπνευστική μονάδα**
 - Αναπνευστικό βρογχιόλιο
 - Κυψελιδικοί πόροι
 - Κυψελιδικοί σάκκοι
 - Κυψελίδες

Ανατομικός
νεκρός χώρος

Αναπνευστική Ζώνη &
Ανταλλαγή Αερίων



b The branching pattern of bronchi in the left lung, simplified

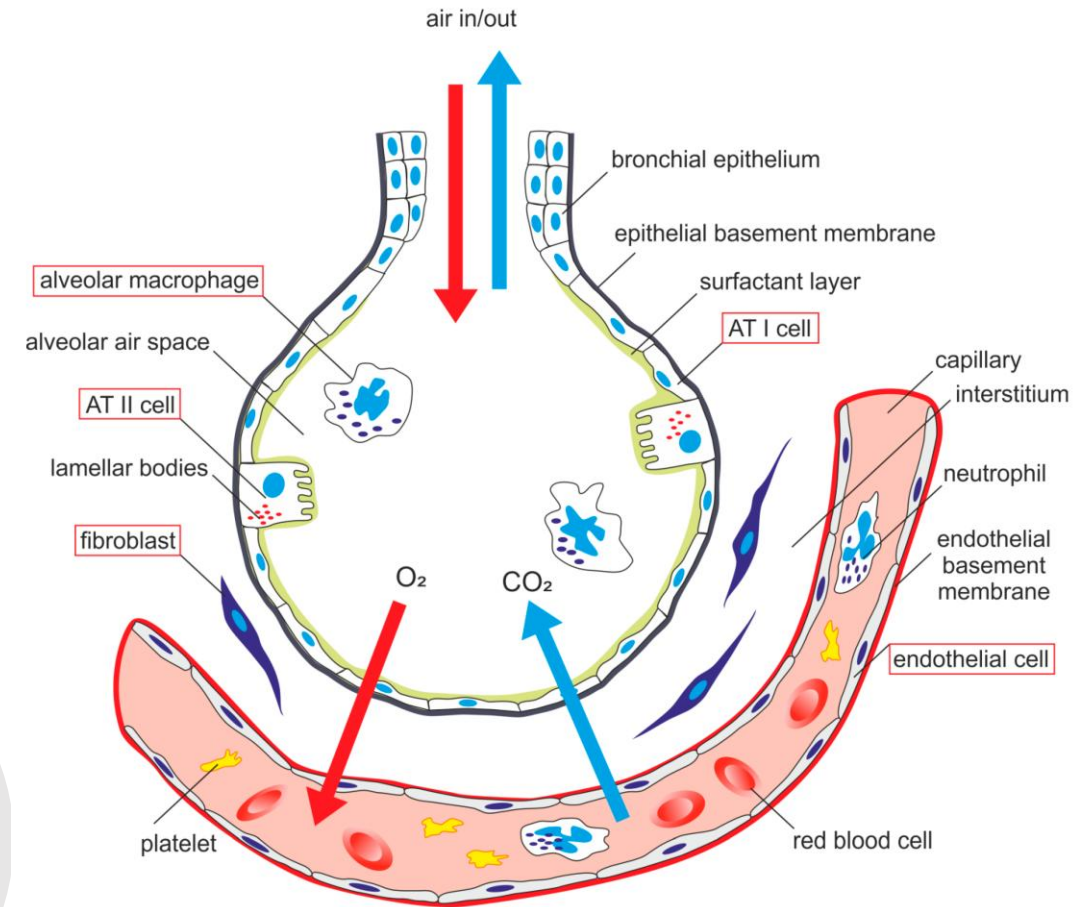
ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1) ΠΡΟΣΛΗΨΗ O₂

2) ΑΠΟΒΟΛΗ CO₂

3) Μεταβολισμός συστατικών και
απομάκρυνση τοξικών ουσιών από
την κυκλοφορία

4) Αποθήκη αίματος (450 ml)



«ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ» O₂ (1)

$$PO_2 = BP \times FiO_2$$

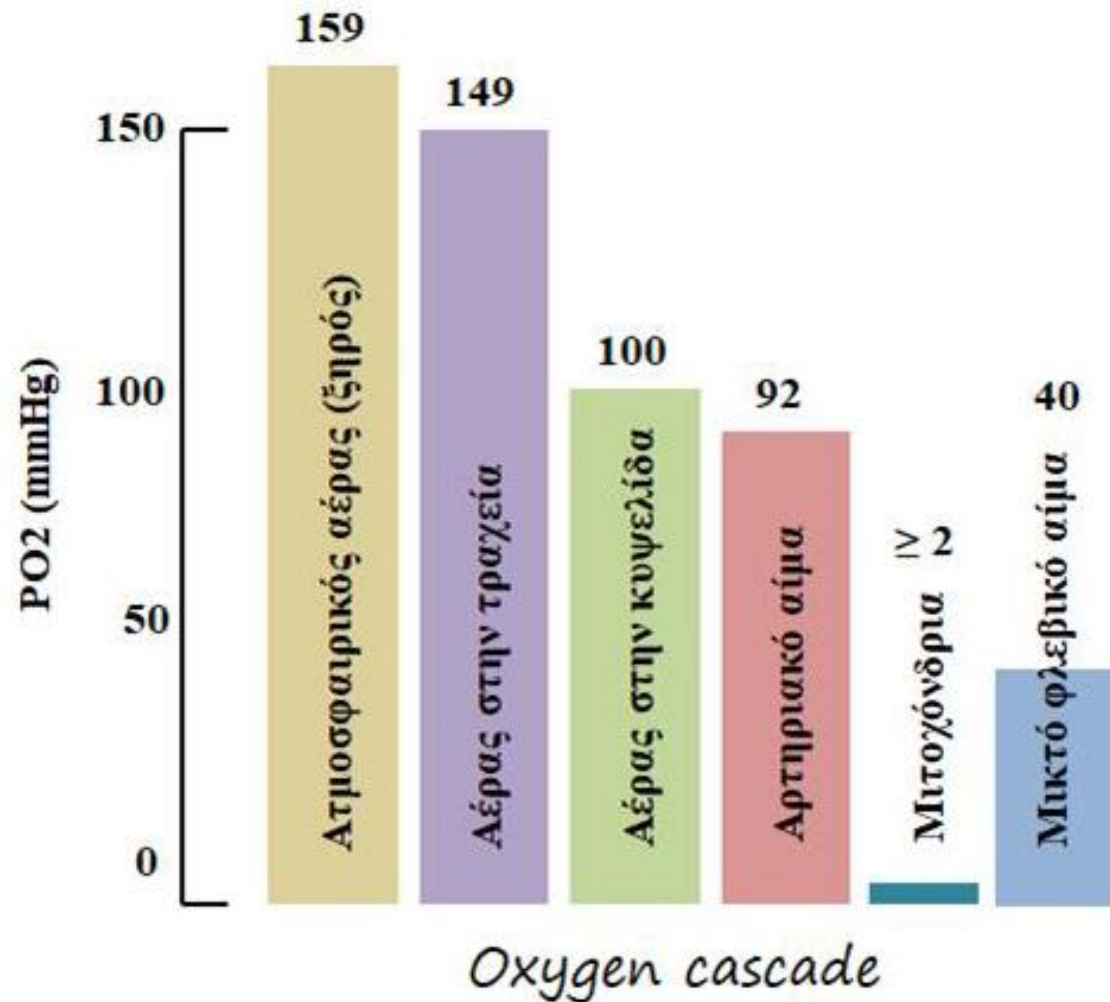
Νόμος του Dalton

$$PO_2 = 760 \times 0.21 = 159$$

$$\begin{aligned} P_{tr}O_2 &= (P_B - P_{H_2O}) \times FIO_2 \\ &= (760 - 47) \times 0.21 = 149 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PAO_2 &= P_{tr}O_2 - PaCO_2 / RQ \\ &= 149 - 50 = 100 \end{aligned}$$

Κυψελιδικός Αερισμός



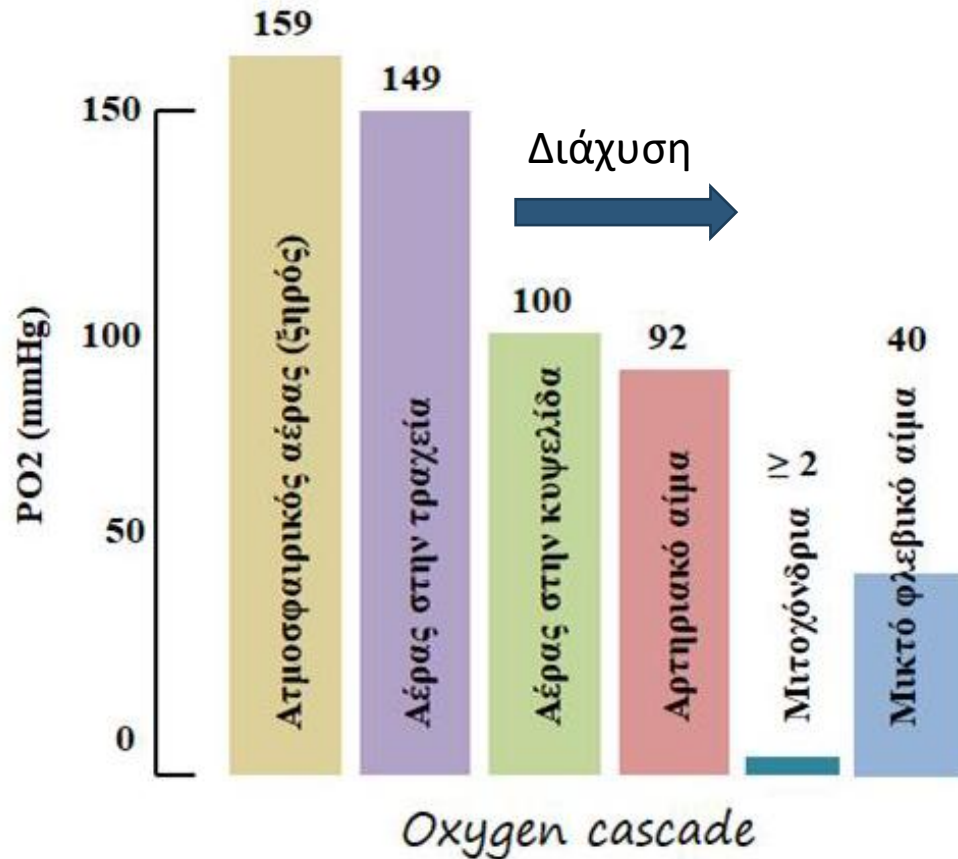
Το κυψελιδικό PAO₂ εξαρτάται:

1. Ατμοσφαιρική πίεση (υψόμετρο)
2. FiO₂
3. RQ = VCO₂ / VO₂
4. Κυψελιδικό αερισμό

Περιοχική κατανομή
αερισμού- αιμάτωσης

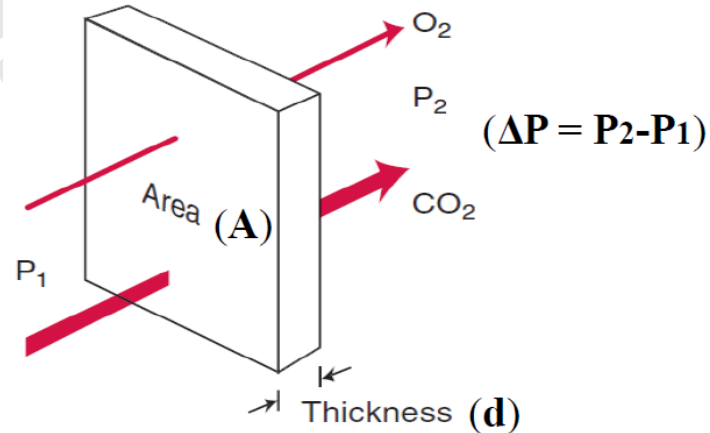
«ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ» O₂ (2)

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



Η ΔΙΑΧΥΣΗ εξαρτάται από:

- Την διαφορά P_{gas} μεταξύ των 2 επιφανειών της μεμβράνης (ΔP)
- Την επιφάνεια της μεμβράνης (A)
- Τον συντελεστή διάχυσης του αερίου στα συστατικά της μεμβράνης (S)
- Το MB της ουσίας που διαχέεται (inversely)
- Το πάχος της μεμβράνης (d) (inversely)

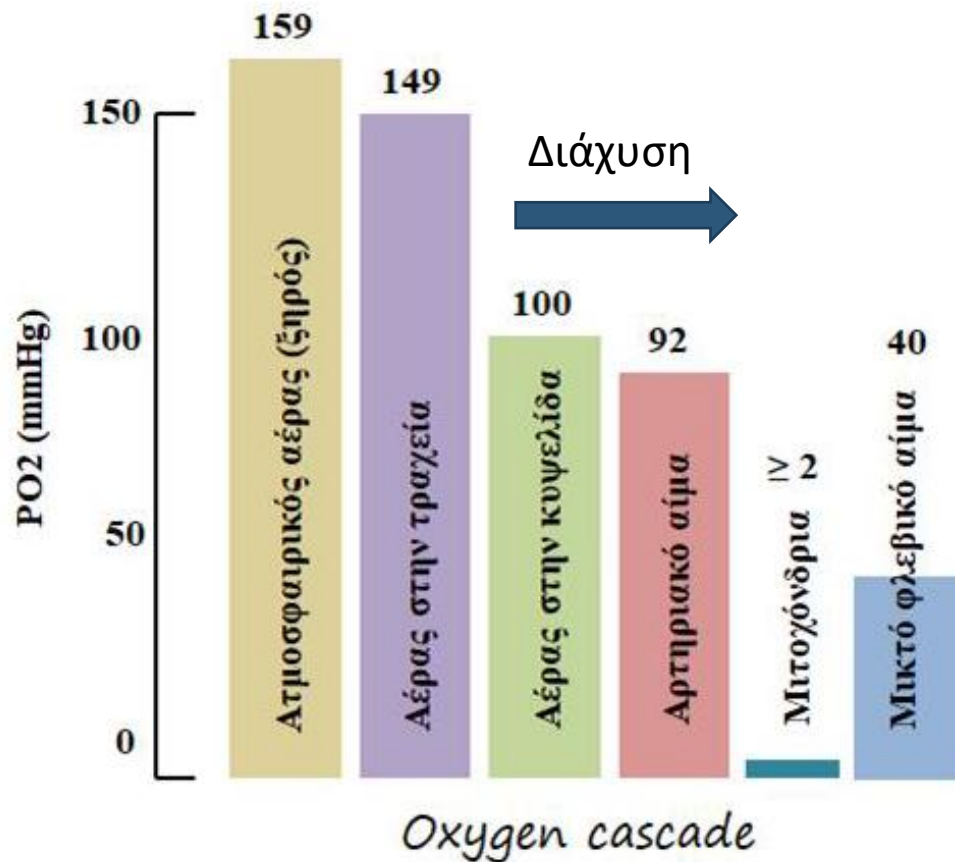


$$D \sim \frac{\Delta P \times A \times S}{d \times \sqrt{MW}}$$

«ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ» O₂ (3)

Κυψελιδοαρτηριακή
διαφορά

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



Κφ τιμές
5-10 mm Hg

$$P(A-a)O_2 = [(Ηλικία/4) + 4]$$

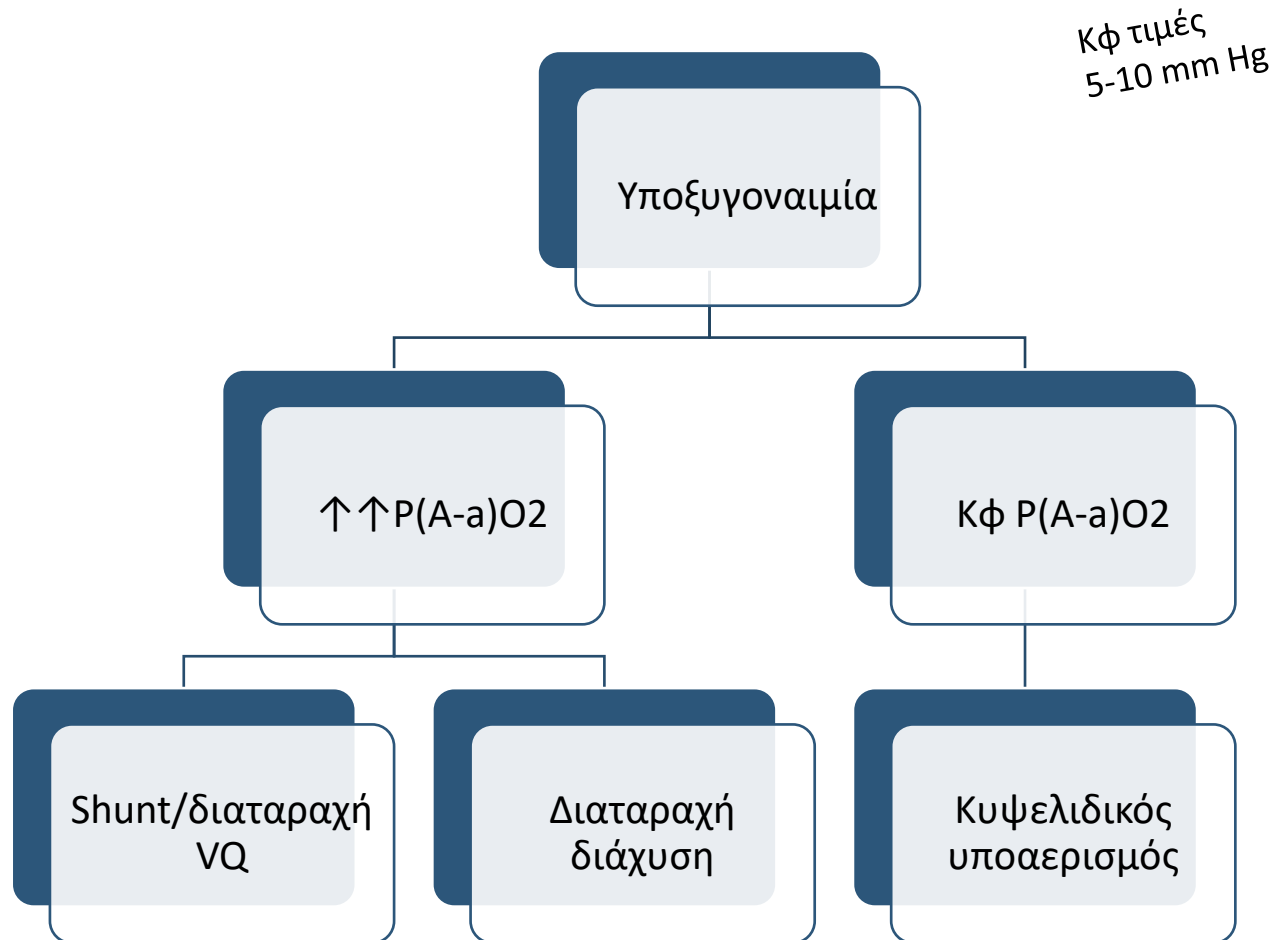
$$P(A-a)O_2 = 0,33 \times \text{ηλικία}$$

Αυξάνεται σε:

- 1) Shunt (ανατομικό ή λειτουργικό)
αιμάτωση χωρίς αερισμό
- 2) Διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης (V/Q)
- 3) (Διαταραχές διάχυσης)

Κυψελιδοαρτηριακής διαφοράς

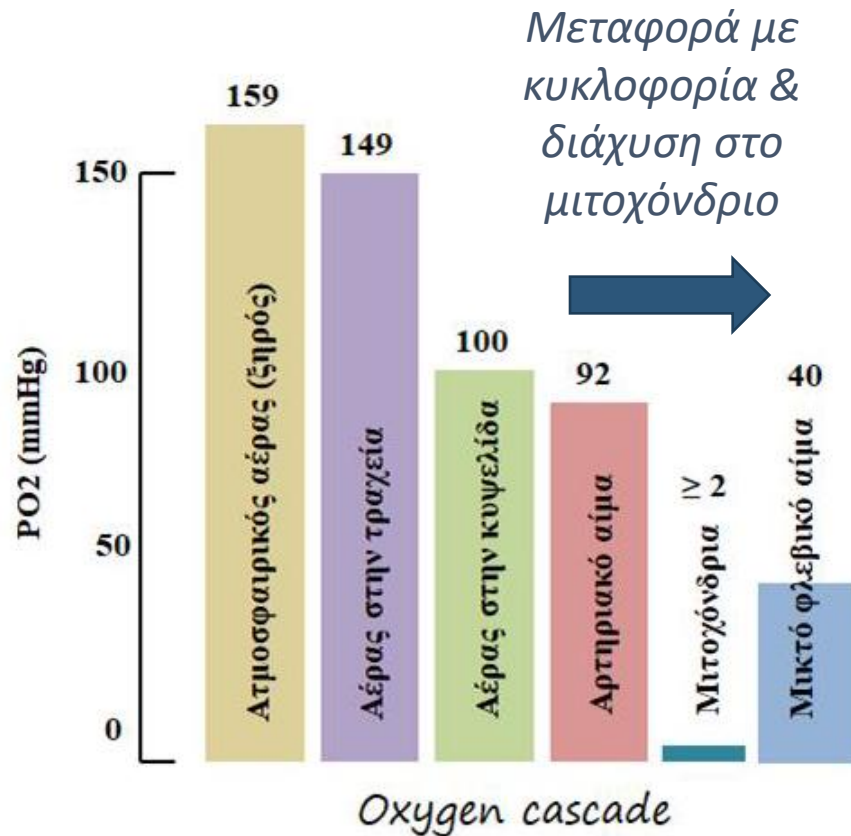
ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ



$$P(A-a)O_2 = [(Hλικία/4) + 4]$$

$$P(A-a)O_2 = 0,33 \times ηλικία$$

«ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ» O₂ (4)



Η μεταφορά O₂ με την κυκλοφορία εξαρτάται:

1. Οξυγόνωση αίματος
2. Hb
3. Καρδιακή παροχή

$$DO_2 = CO \times CaO_2$$

όπου $CaO_2 = Hb \times 1,33 \times SaO_2$



ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ **ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ**



ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:



**GAS EXCHANGE AND VENTILATION –PERFUSION
RELATIONSHIPS IN THE LUNG**

PETERSSON J & GLENNY RW

PHYSIOLOGY IN RESPIRATORY MEDICINE

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΟΡΙΣΜΟΣ



Αδυναμία του αναπνευστικού συστήματος να καλύψει τις μεταβολικές ανάγκες του οργανισμού

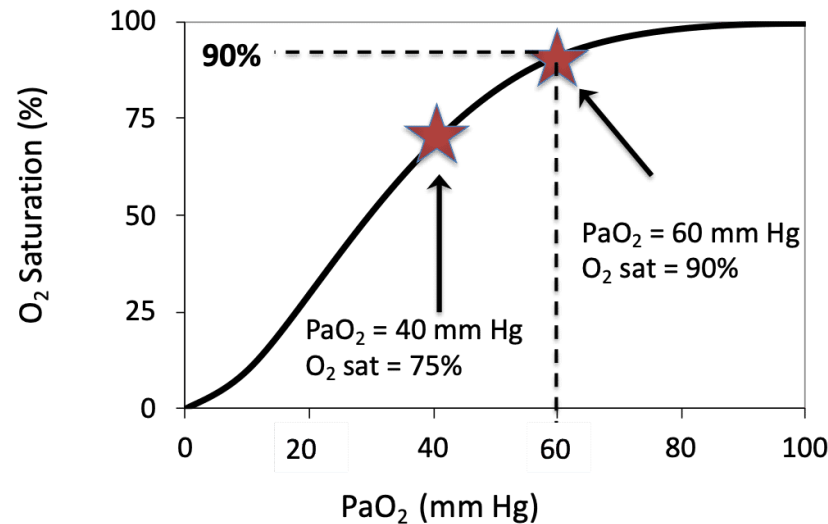
- **Αδυναμία επαρκούς οξυγόνωσης του αίματος**

Ή

- **Αδυναμία επαρκούς αποβολής CO₂**

Ή

- **Συνδυασμός τους**



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ

PaO₂ < 60 mmHg

(φτ 80-100 mmHg, FiO₂=21%)

PaCO₂ > 45 mmHg

(φτ 35-45 mmHg)

ΕΡΩΤΗΣΗ



silvergames.com

Welcome to the Millionaire Quiz!

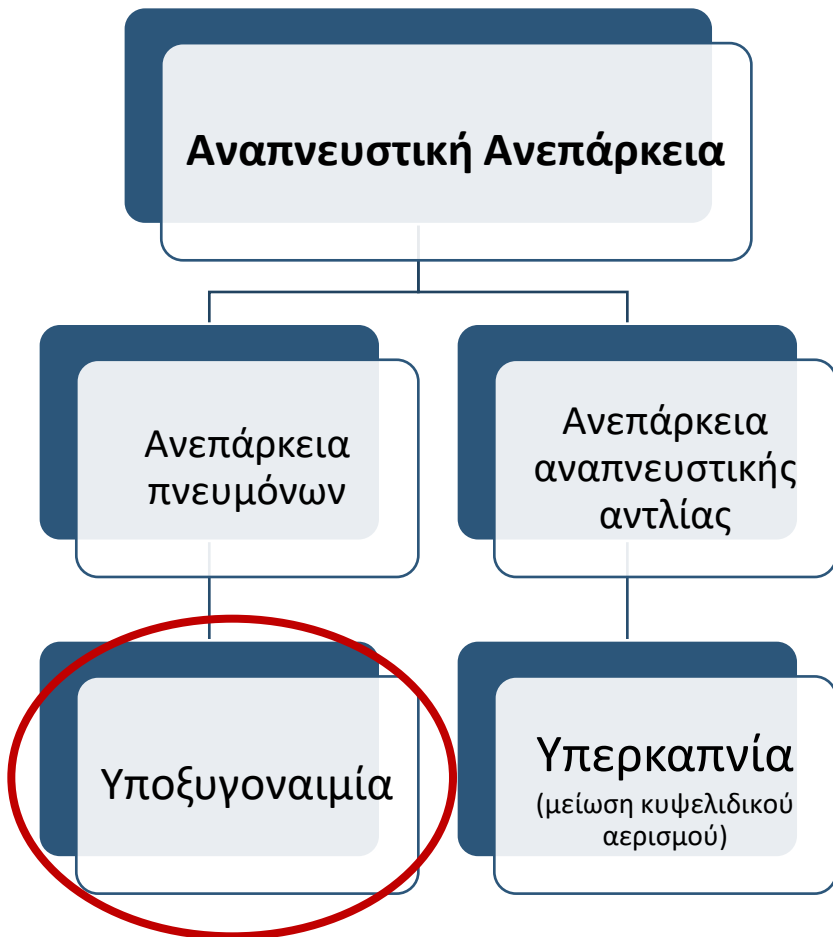
Bank \$0

15 \$ 1 MILLION
14 \$ 500,000
13 \$ 250,000
12 \$ 125,000
11 \$ 64,000
10 \$ 32,000
9 \$ 16,000
8 \$ 8,000
7 \$ 4,000
6 \$ 2,000
5 \$ 1,000
4 \$ 500
3 \$ 300
2 \$ 200
1 \$ 100

Ασθενής με $PaO_2=120$ mmHg και $SpO_2=98\%$ έχει αναπνευστική ανεπάρκεια;

A. ΟΧΙ B. ΝΑΙ
Γ. ΔΕΝ ΞΕΡΩ Δ. ΔΕΝ ΜΕ ΝΟΙΑΖΕΙ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ



ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

- Εισπνοή μίγματος αέρα χαμηλού σε O₂
- Υποαερισμός

Κφ PA-aO₂

Καταστολή αναπν. κέντρου (νοσήματα ΚΝΣ, ΚΕΚ, φάρμακα)

Παράλυση αναπν. μυών (Guillain barre, μυασθένεια, διατομή νμ, πολιομυελίτιδα)

Κόπωση αναπν. μυών

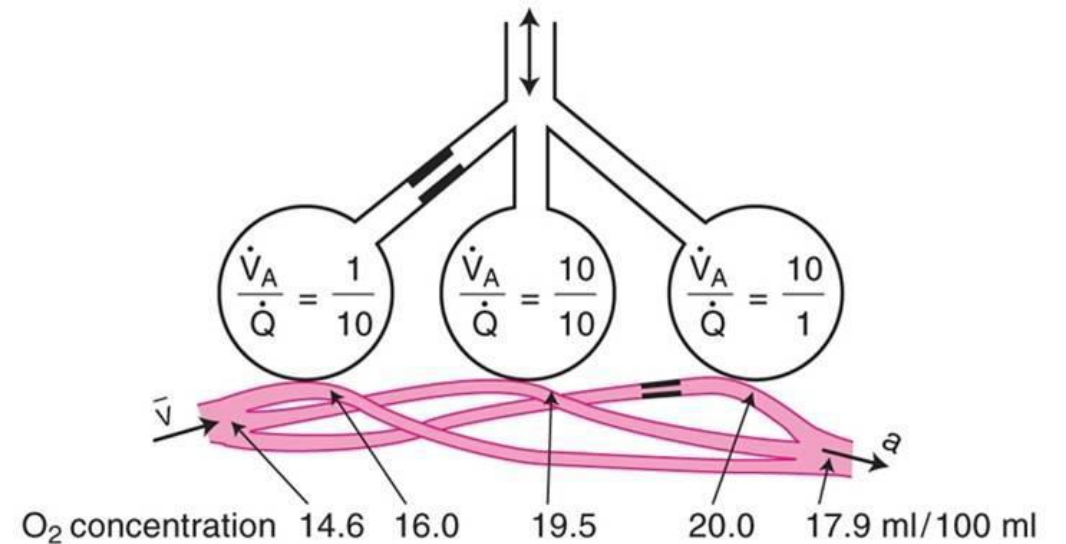
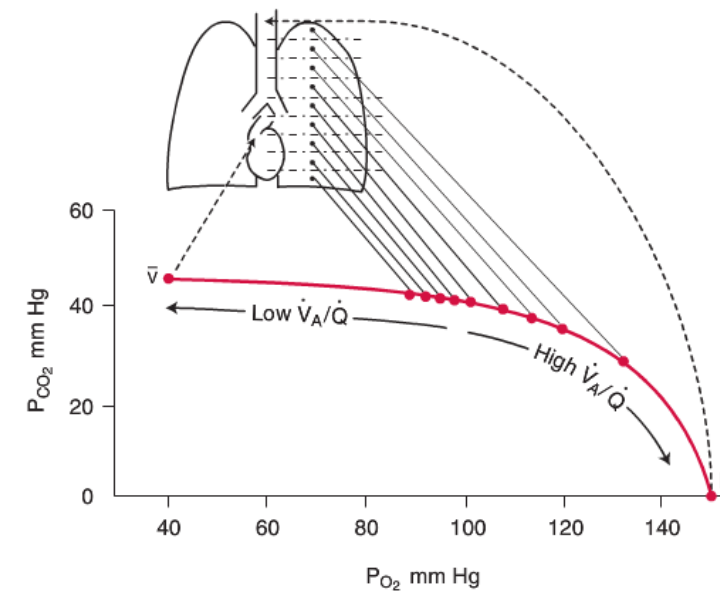
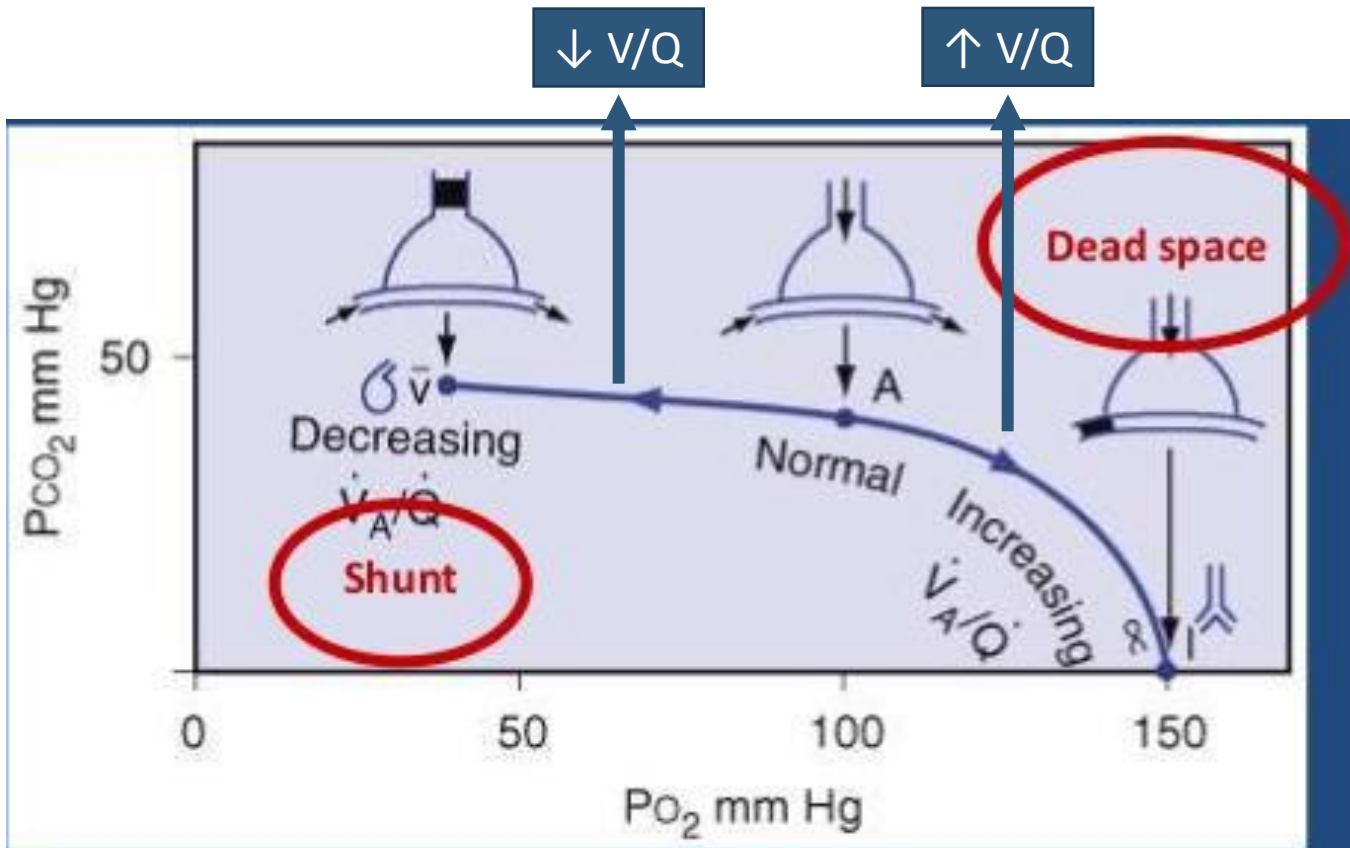
Βλάβες θωρακικού τοιχώματος (κύφωση, κατάγματα, ασταθής θώρακας)

- Διαταραχές διαχύσεως
- **Διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης**
- Shunt

↑↑ PA-aO₂

ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

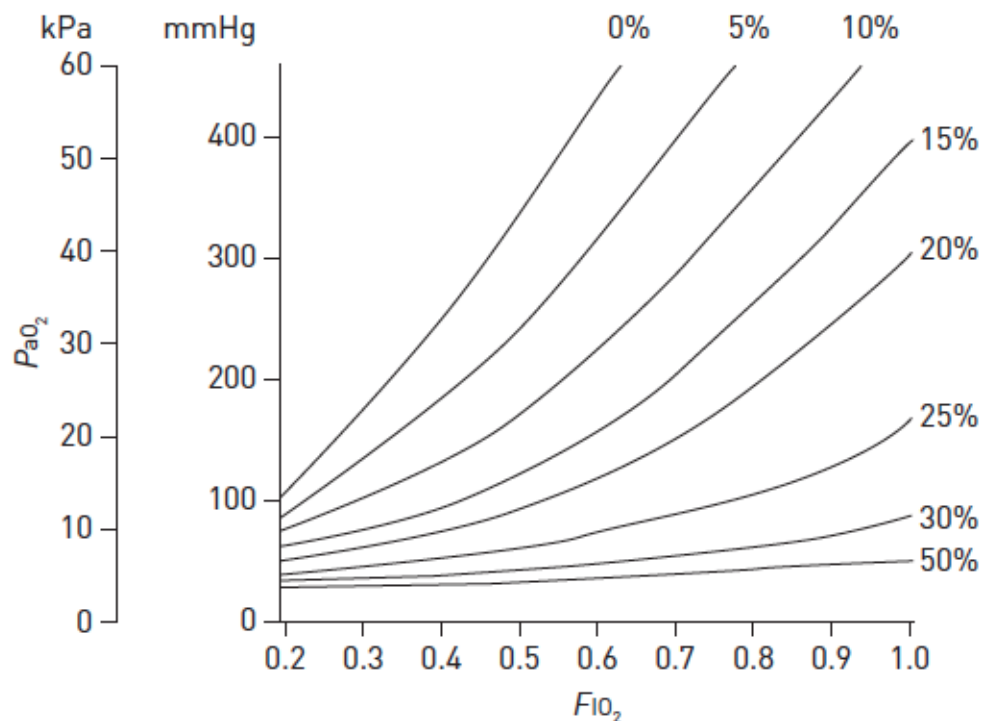
ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ V/Q



Επίδραση της ανισοτιμίας V/Q στη συνολική ανταλλαγή αερίων

ΥΠΟΞΑΙΜΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

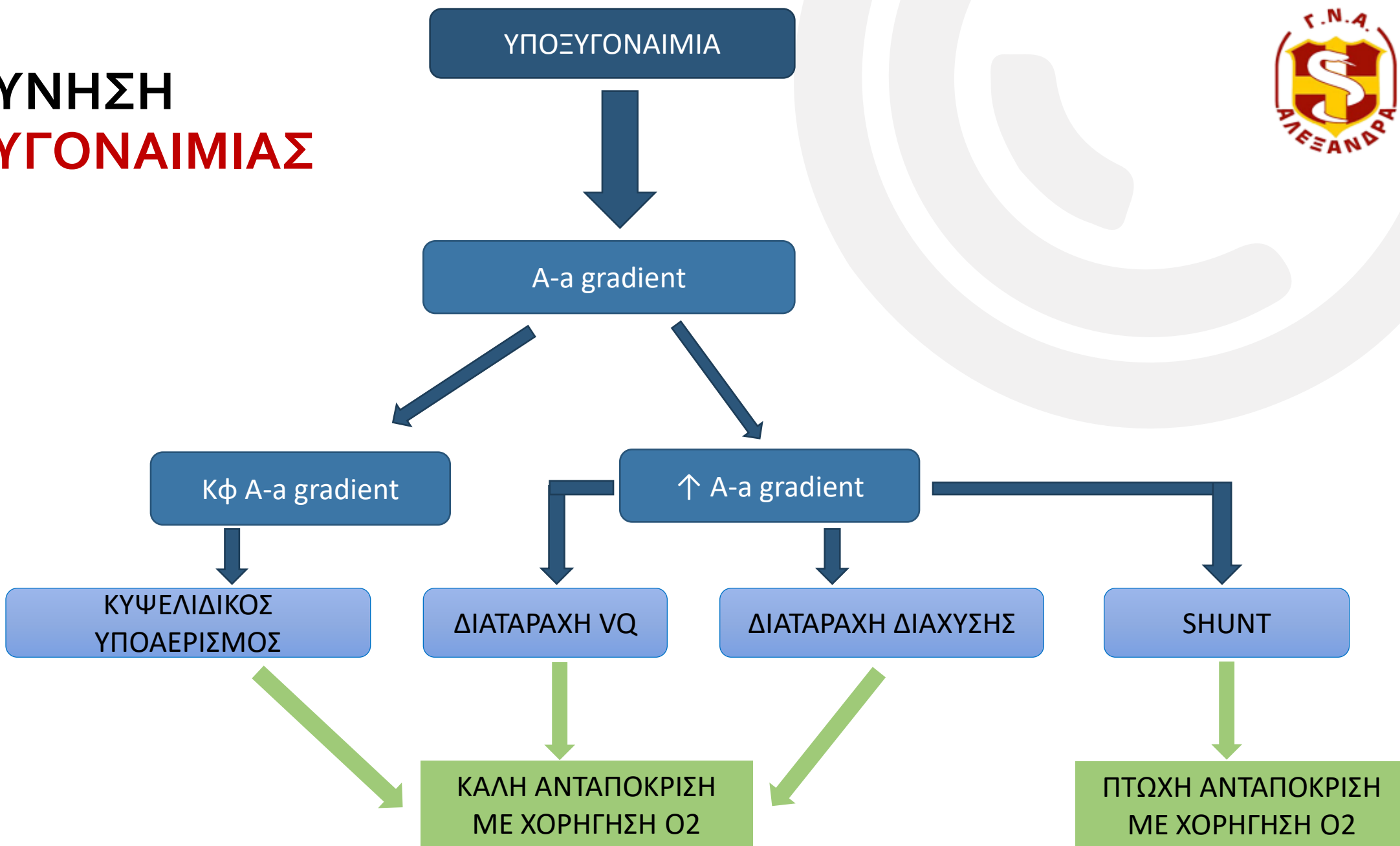
ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ



SHUNT	↓ V/Q	↑ V/Q	DEAD SPACE
Πνευμονία	Βρογχίτιδα	↓ CO	Πνευμονική Εμβολή
ΟΠΟ	Άσθμα	Εμφύσημα	
Ατελεκτασία			
ARDS			
Από ΔΕ σε ΑΡ καρδιά			

Η ανομοιογένεια V/Q προκαλεί **↓ PaO₂** & **↑ PaCO₂**
 Όμως... **↑ PaCO₂** → **↑ resp drive** → **↑ κυψ αερισμού** → **κφ PaCO₂** αλλά **↑ WOB**, χωρίς διόρθωση PaO₂

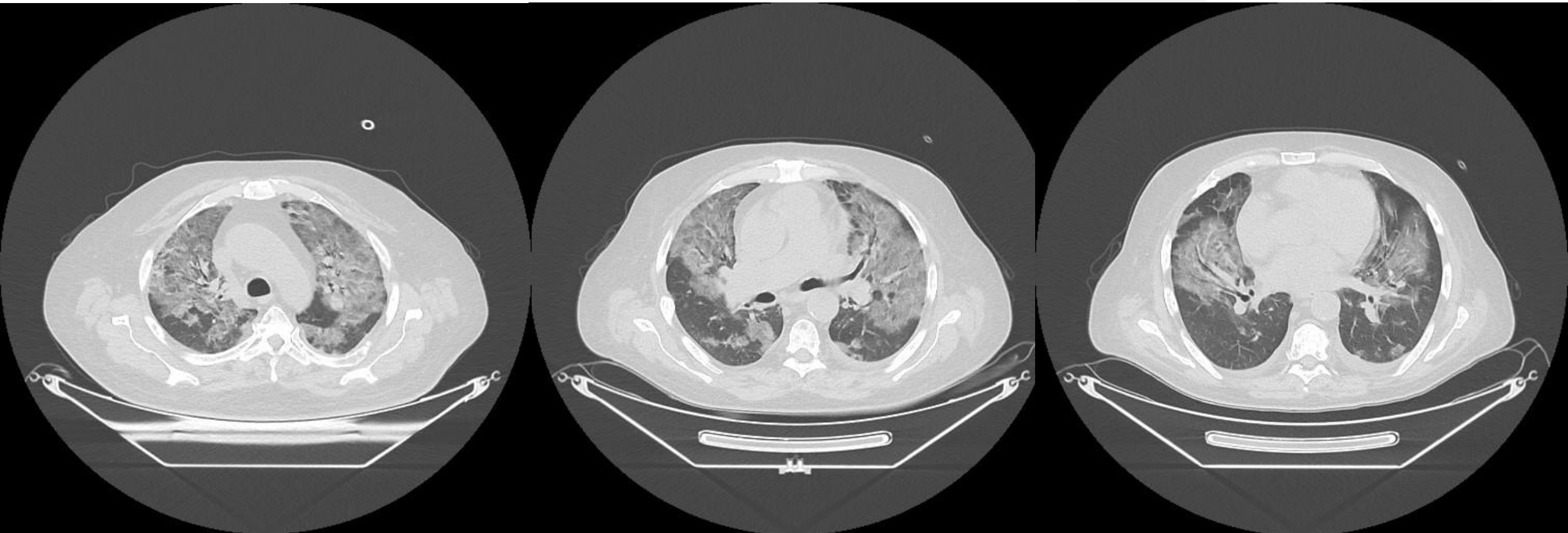
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΠΟΞΥΓΟΝΑΙΜΙΑΣ



ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΠΜ ΥΠΟ ΑΜΦΙΕΙΔΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Ποια είναι η παθοφυσιολογική αιτία της αναπνευστικής ανεπάρκειας;

- PA-aO₂= 66
- Διαταραχές V/Q ($\downarrow$ V, Q)
- Διαταραχή πνευμόνων

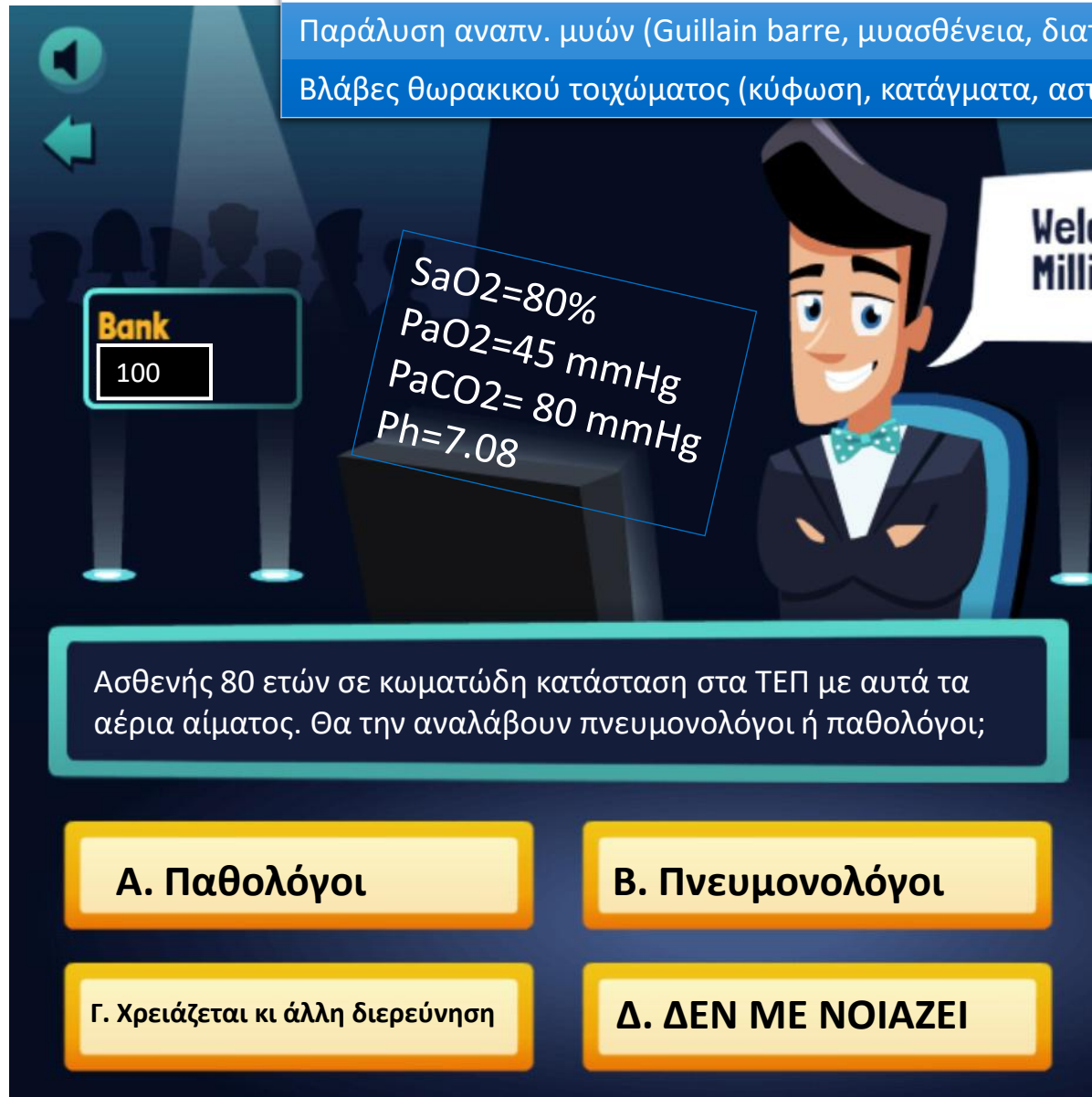


Καταστολή αναπν. κέντρου (νοσήματα ΚΝΣ, ΚΕΚ, φάρμακα)

Παράλυση αναπν. μυών (Guillain barre, μυασθένεια, διατομή νμ, πολιομυελίτιδα)

Βλάβες θωρακικού τοιχώματος (κύφωση, κατάγματα, ασταθής θώρακας)

ΕΡΩΤΗΣΗ



Bank 100

Wellcome to the Millionaire Quiz!

$SaO_2=80\%$
 $PaO_2=45 \text{ mmHg}$
 $PaCO_2= 80 \text{ mmHg}$
 $Ph=7.08$

Ασθενής 80 ετών σε κωματώδη κατάσταση στα ΤΕΠ με αυτά τα αέρια αίματος. Θα την αναλάβουν πνευμονολόγοι ή παθολόγοι;

A. Παθολόγοι

B. Πνευμονολόγοι

Γ. Χρειάζεται κι άλλη διερεύνηση

Δ. ΔΕΝ ΜΕ ΝΟΙΑΖΕΙ

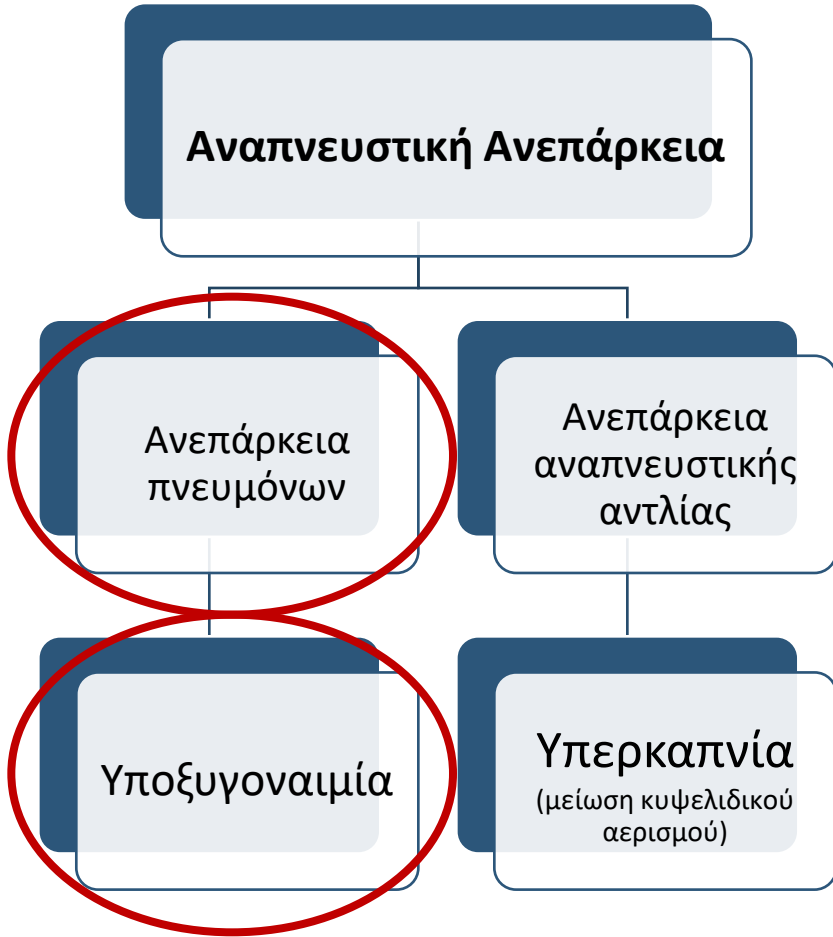
A-a O₂ Gradient ☆

Assesses for degree of shunting and V/Q mismatch.

When to Use ▾	Why Use ▾
Atmospheric pressure Use 760 mm Hg (101.33 kPa) at sea level	760 mm Hg ↕
PaO ₂	45 mm Hg ↕
FiO ₂ Use 21% for room air	21 %
PaCO ₂	80 mm Hg ↕
Very high; double-check.	
Age (for expected A-a gradient)	80 years
Is this a COVID-19 patient? For research purposes only; answer does NOT impact results.	Confirmed positive Suspected Unlikely
4.7 mm Hg A-a Gradient	24.0 mm Hg Expected A-a Gradient for Age

ΥΠΟΞΥΓΟΝΑΙΜΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ



ΣΥΝΗΘΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

- **ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ**

Βρογχικό άσθμα

ΧΑΠ

- **ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ**

Πνευμονικό οίδημα (καρδιογενές και μη καρδιογενές)

Ατελεκτασία

Πνευμονία

Διάμεσες πνευμονοπάθειες (IPF..)

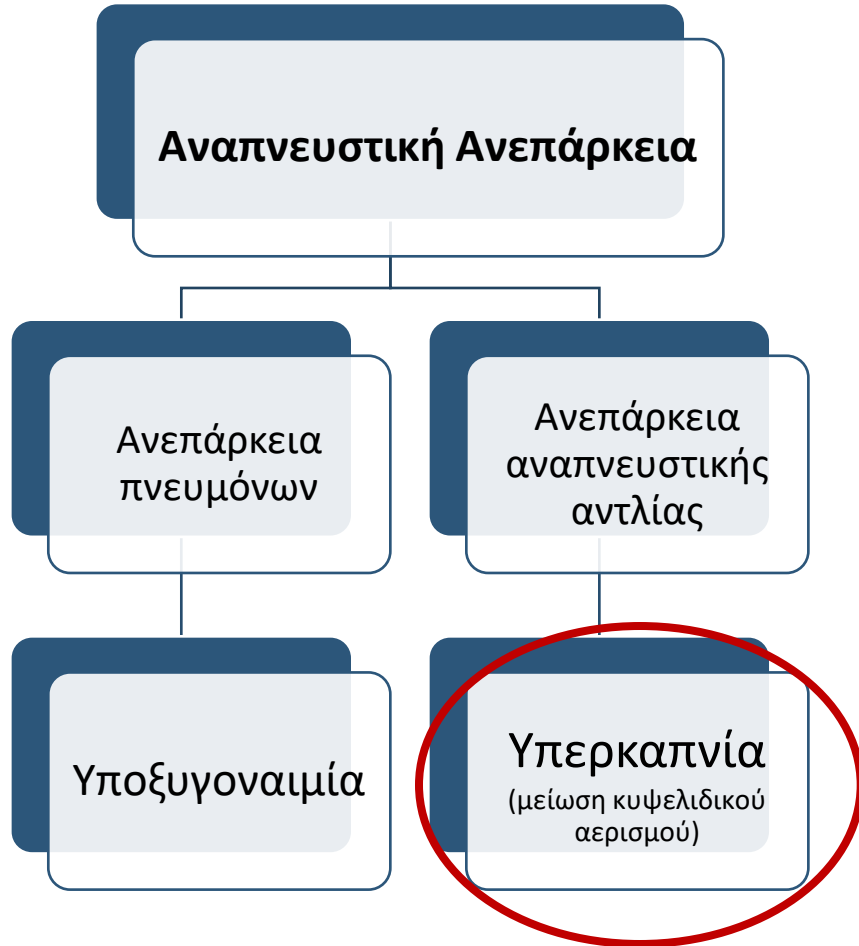
- **ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ**

Πνευμονική εμβολή

Πνευμονική υπέρταση

ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ



ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΚΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

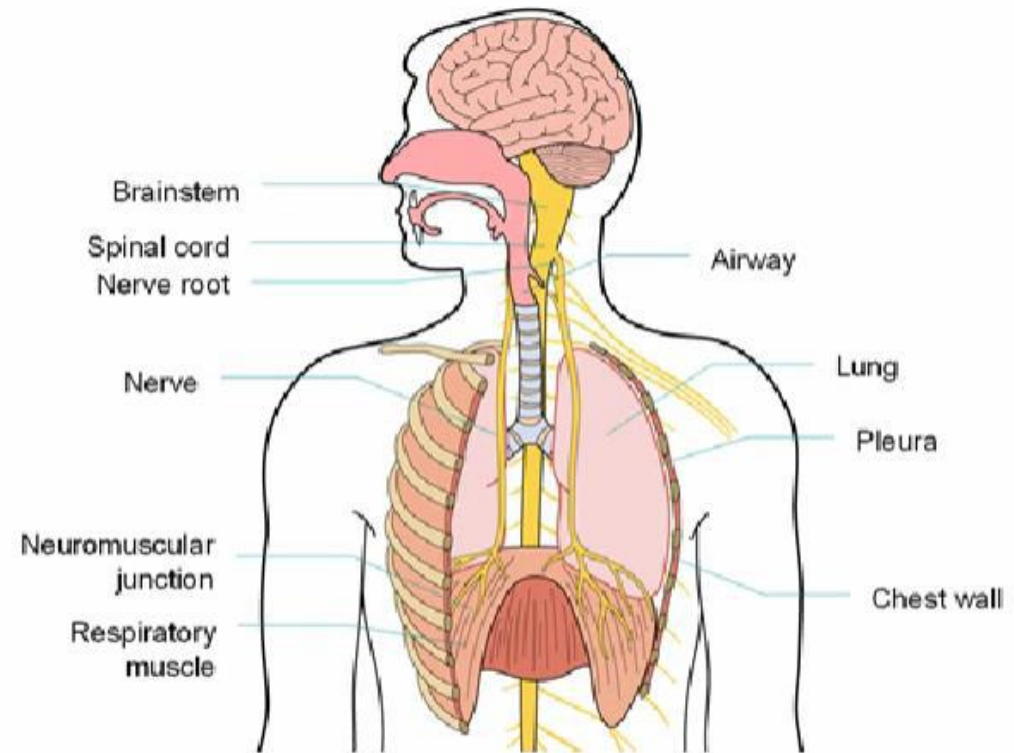
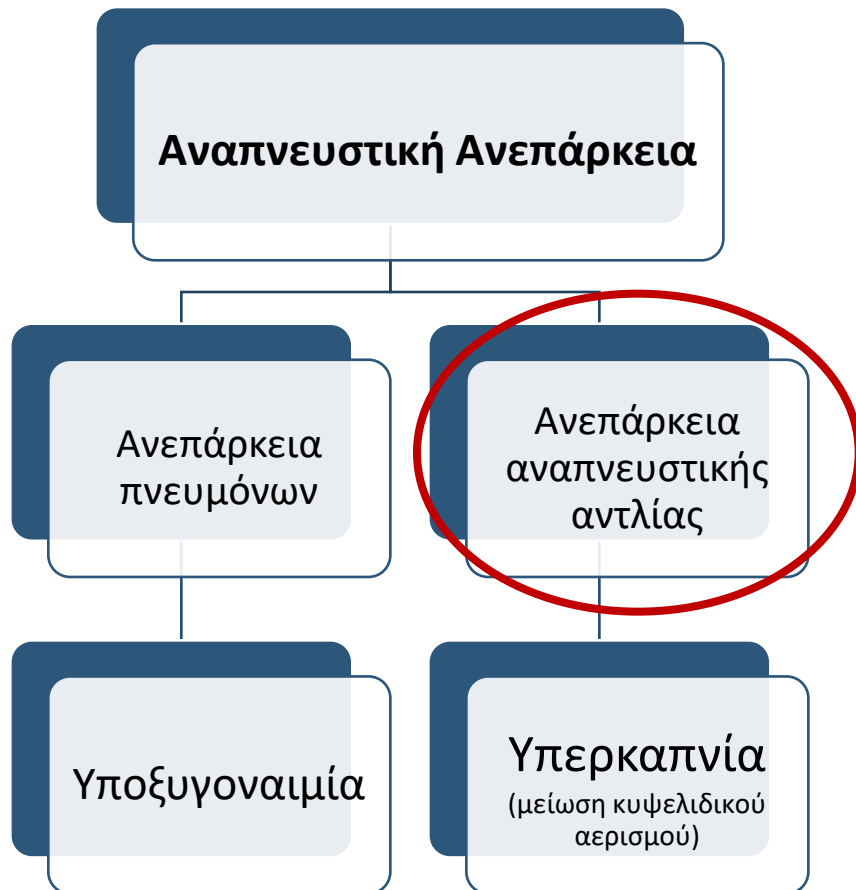
$$PaCO_2 = VCO_2 / VA \times k$$

$$VA = V_t \times f \times (1 - V_D / V_T)$$

- ↑ παραγωγή CO_2 (πυρετός, άσκηση, ρίγος, τέτανος)
- ↓ κυψελιδικού αερισμού
 - Κυψελιδικός υποαερισμός (↓ V_t , f)
 - Αύξηση νεκρού χώρου (V_D / V_T) (πε, χαμηλή παροχή, εμφύσημα, επίδραση PEEP)

ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΚΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΝΟΣΗΜΑΤΑ



Καταστολή αναπν. κέντρου (νοσήματα στελέχους, ΚΕΚ, φάρμακα/ναρκωτικά)

Παράλυση αναπν. μυών (Guillain barre, μυασθένεια, διατομή νμ, υπερδιάταση)

Κόπωση αναπν. μυών

Βλάβες θωρακικού τοιχώματος (κύφωση, κατάγματα, ασταθής θώρακας)

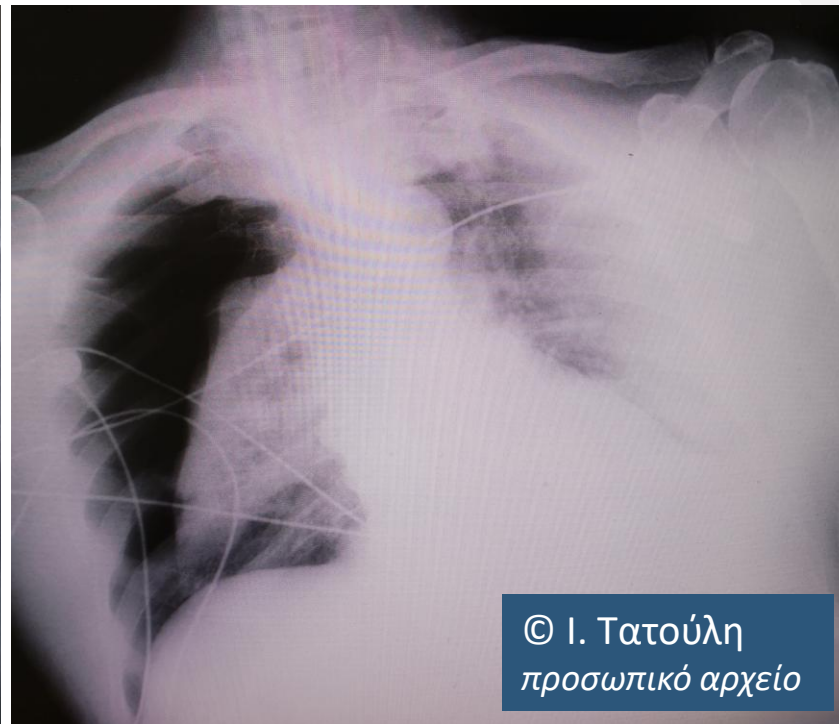
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

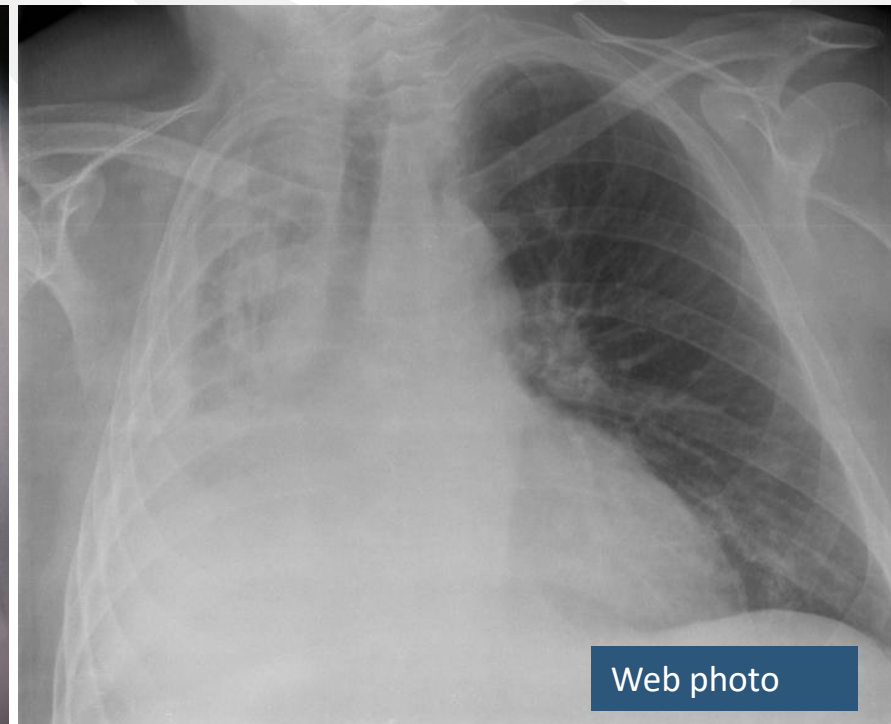
ΑΦ ΘΩΡΑΚΟΣ F/P
ΕΠΙ ΚΛΙΝΗΣ



© Ι. Τατούλη
προσωπικό αρχείο



© Ι. Τατούλη
προσωπικό αρχείο



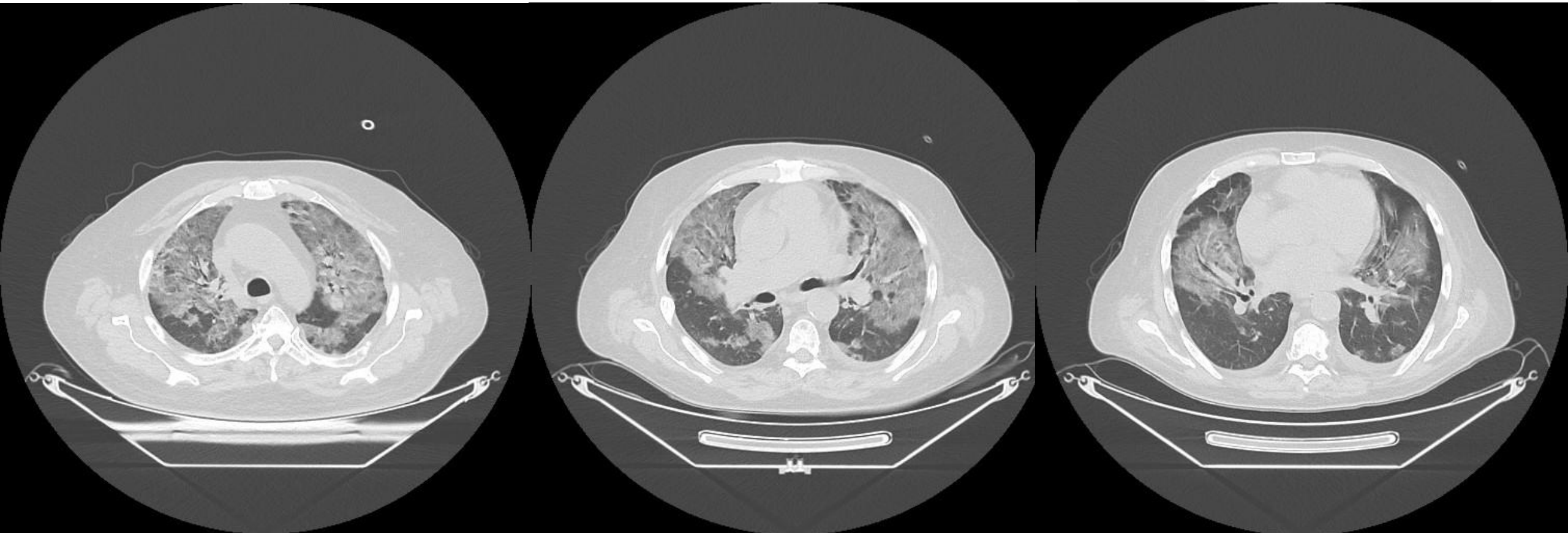
Web photo



ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΠΜ ΥΠΟ ΑΜΦΙΕΙΔΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

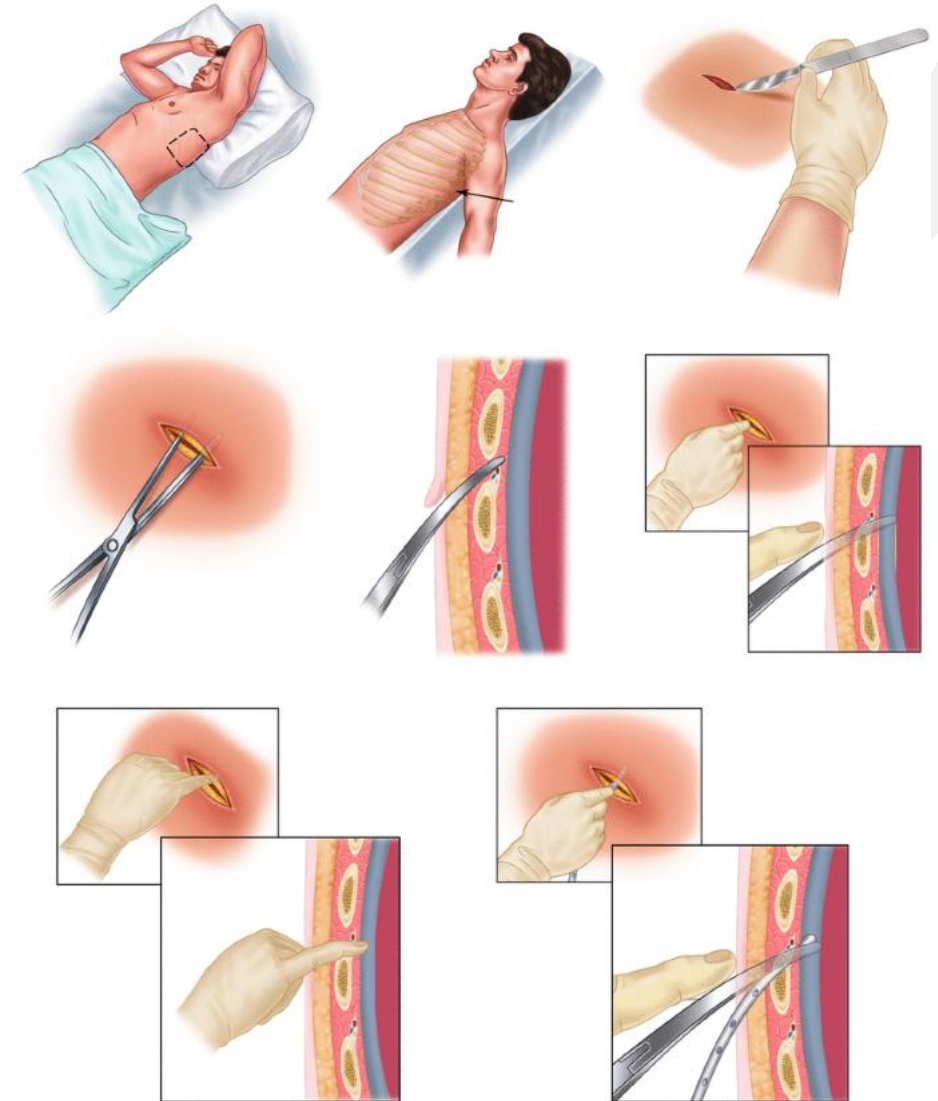
Πώς θα αντιμετωπιστεί ο ασθενής;



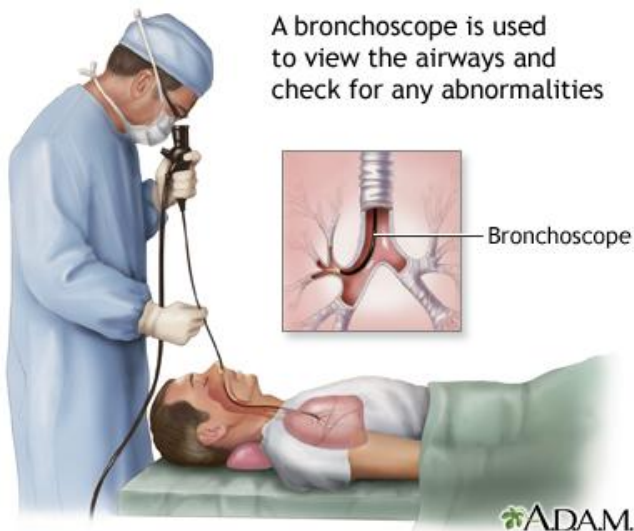
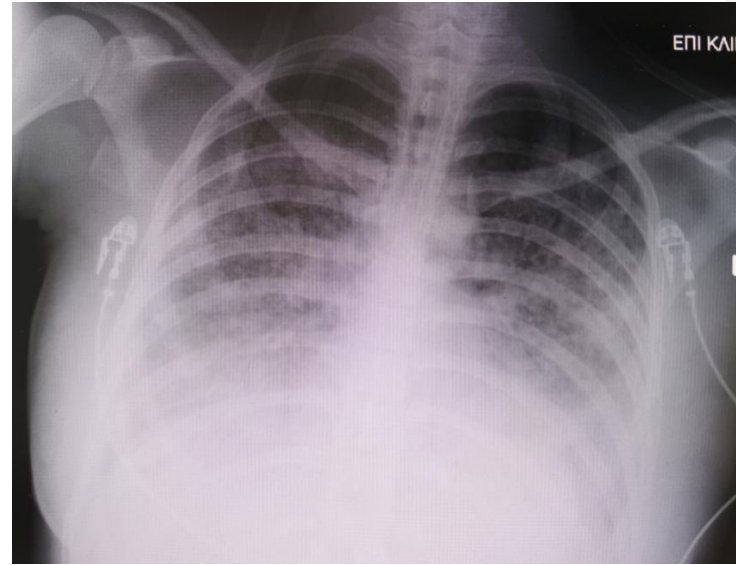
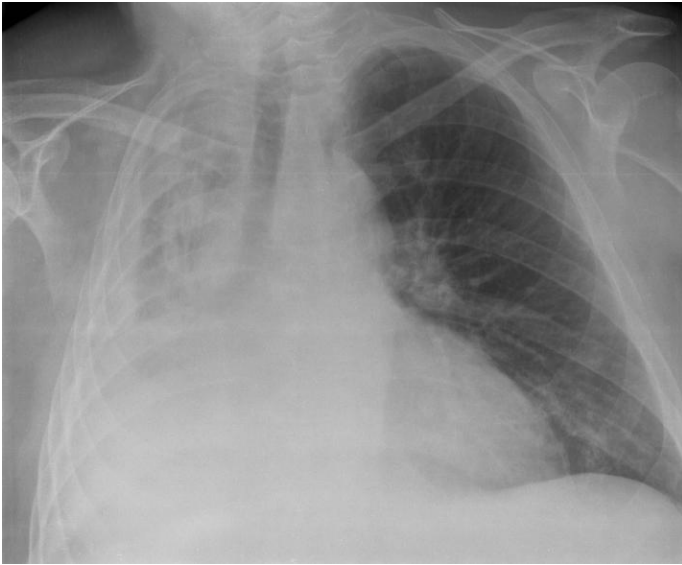
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ



Figure 4. Needle thoracostomy. Insert a needle or cannula into the 2nd intercostal space in the mid-clavicular line. It may be preferable to attach a saline filled syringe and attempt to aspirate as the cannula is advanced. Bubbles will be seen in the saline when the needle enters the pneumothorax.



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ O₂

$$DO_2 = CO \times CaO_2$$

όπου $CaO_2 = Hb \times 1,33 \times SaO_2$

- Διόρθωση αναιμίας

Hb

- Διόρθωση παραμέτρων που μετακινούν την καμπύλη Hb προς τα αριστερά

Αλκάλωση κλπ

- Διόρθωση χαμηλής CO

- Σωστή χρήση O₂

Αποφυγή υπερκαπνίας σε ΧΑΠ

Αποφυγή τοξικότητας O₂

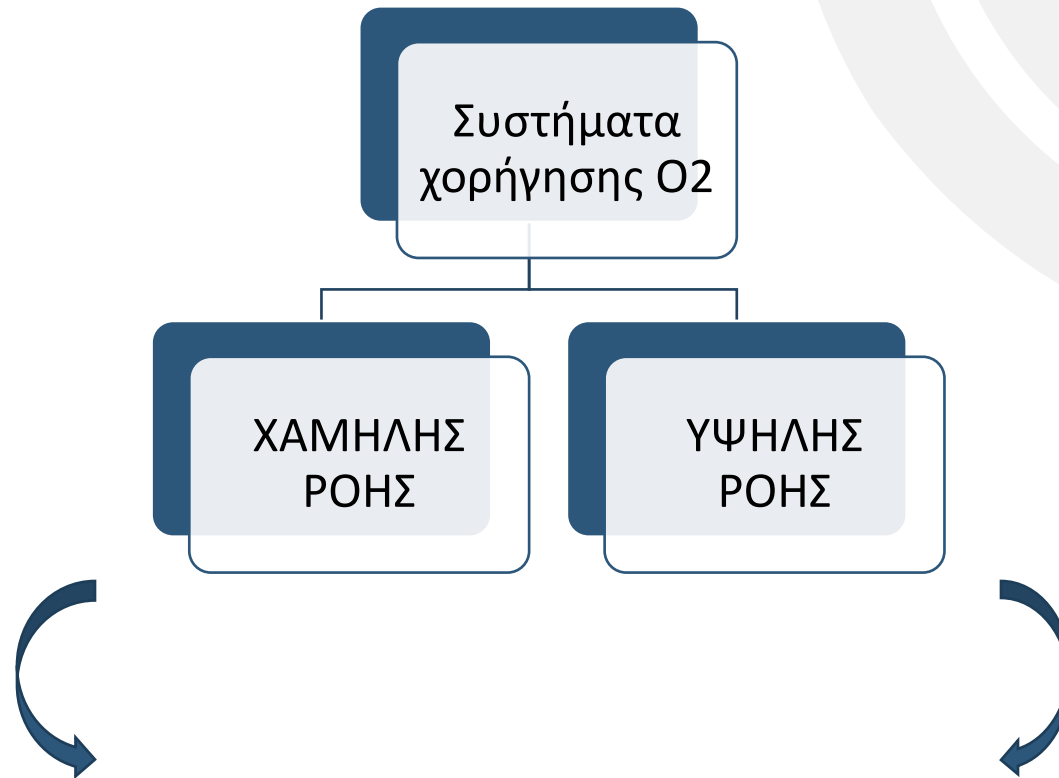
- Μετά 6 h 90-100%: οξεία τραχειοβρογχίτιδα

- Μετά 6-24h: ατελεκτασίες εξ απορροφήσεως → shunt

Αποφυγή υπεροξυγοναιμίας-στόχος νορμοξαιμία

Φάρμακα που ενισχύουν τοξικότητα O₂ **Μπλεομυκίνη!!!!**

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗ O₂



Η ροή O₂ είναι μικρότερη από τις εισπνευστικές ροές του ασθενούς με αποτέλεσμα ο εισπνεόμενος όγκος να περιέχει και ατμοσφαιρικό αέρα εκτός του χορηγούμενου O₂.

Το FiO₂ δεν είναι σταθερό.

Εξαρτάται από μέγεθος αποθέματος, απαιτήσεις σε αερισμό.

Χορήγηση O₂ με μεγαλύτερη ροή.
Πιο κοντά στην εισπνευστική ροή του ασθενούς.
Το FiO₂ είναι σταθερό.

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΡΟΗΣ O₂



ΡΙΝΙΚΗ ΚΑΝΟΥΛΑ

Ροή 4-6 lt/min

FiO₂ 24- 40% (αποθεματικός χώρος 50 ml σε στοματοφαρυγγα και ρινοφάρυγγα)

Δεν γνωρίζουμε ακριβώς το FiO₂
Ξηρότητα ρινικού βλεννογόνου

Μάσκα Τραχειοστομίας



ΑΠΛΗ ΜΑΣΚΑ

Ροή 5-6 lt/min

FiO₂ έως 50-60% (λόγω αποθεματικού χώρου 100-200ml)

Δεν γνωρίζουμε ακριβώς το FiO₂
Αδυναμία σίτισης κλπ.



ΜΕΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

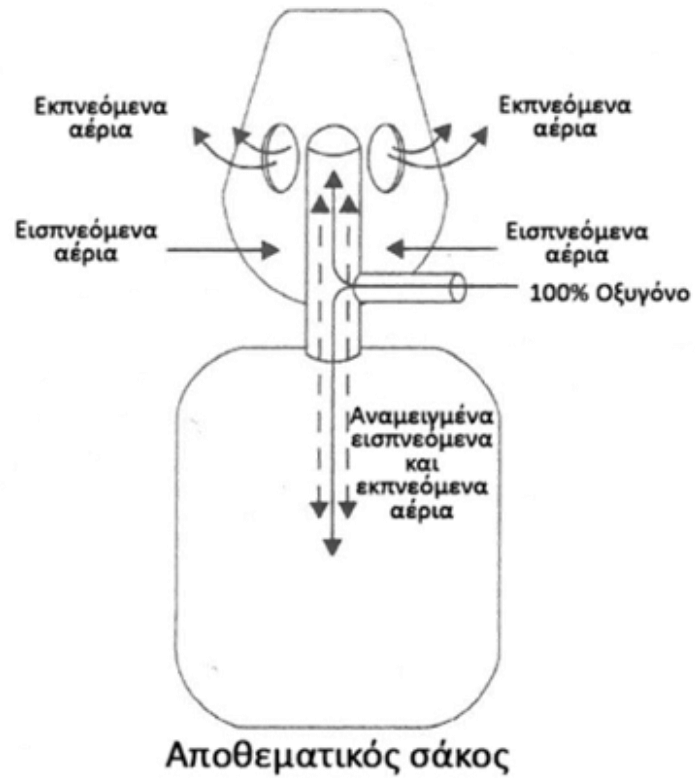
Ροή 8-15 lt/min

Απλή μάσκα με αποθεματικό ασκό 800-1000cc με 100% O₂

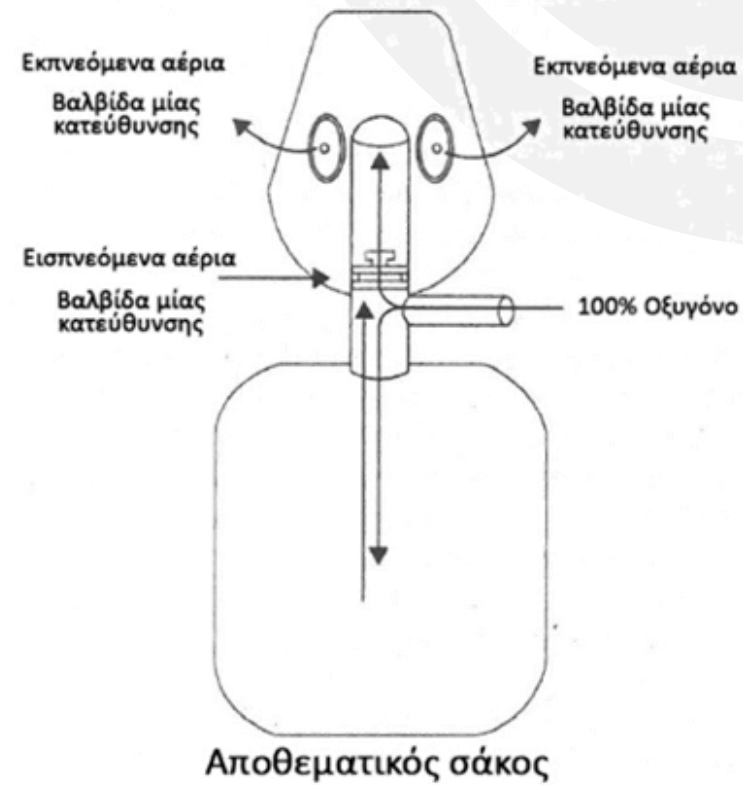
FiO₂ 80-85% (στα 15 lt/min)
Δεν γνωρίζουμε ακριβώς το FiO₂

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΜΑΣΚΑ ΜΕΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

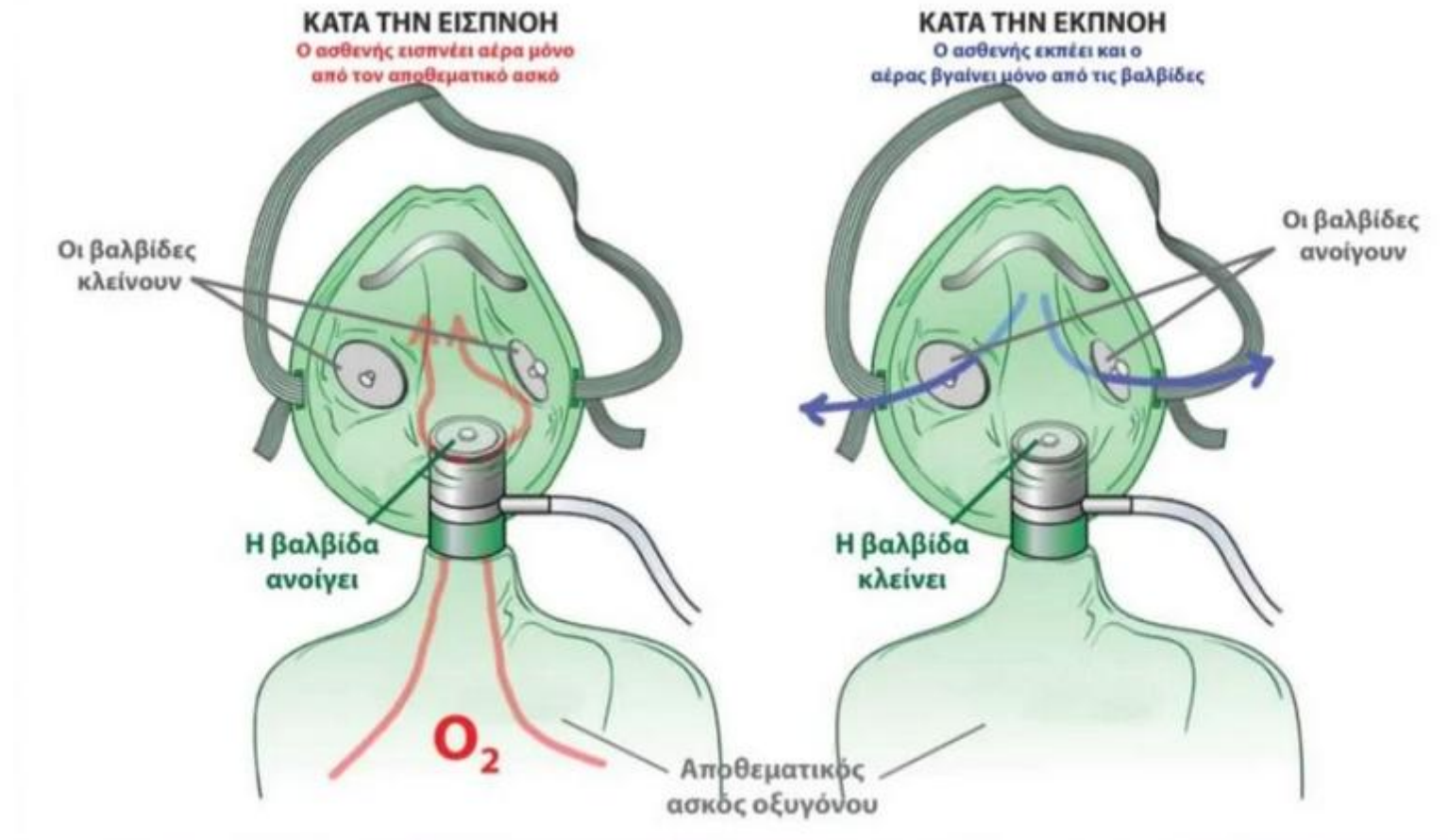
ΜΕΡΙΚΗΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ



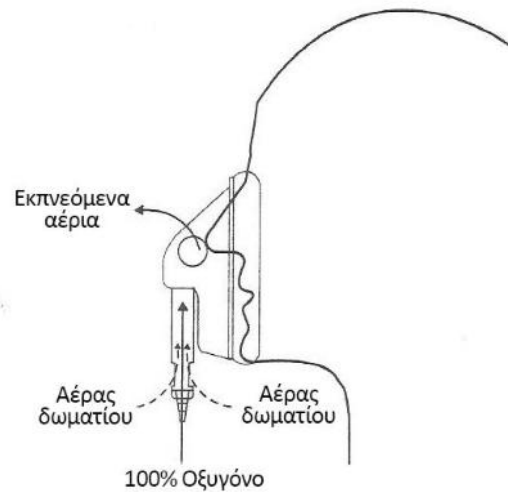
ΜΗ-ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΜΑΣΚΑ ΜΗ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΡΟΗΣ O₂**



ΜΑΣΚΑ VENTURI

Ροή 4-15 lt/min

Οξυγόνο παρέχεται με χαμηλή ροή μέσω στενωμένου στομίου εισόδου → ρεύμα αέρα υψηλής ταχύτητας. Το ποσό του αέρα δωματίου που αναρροφάται εξαρτάται από το μέγεθος ανοίγματος της μάσκας καθορίζοντας FiO₂.

FiO₂ 28- 60%

ΣΤΑΘΕΡΟ FiO₂

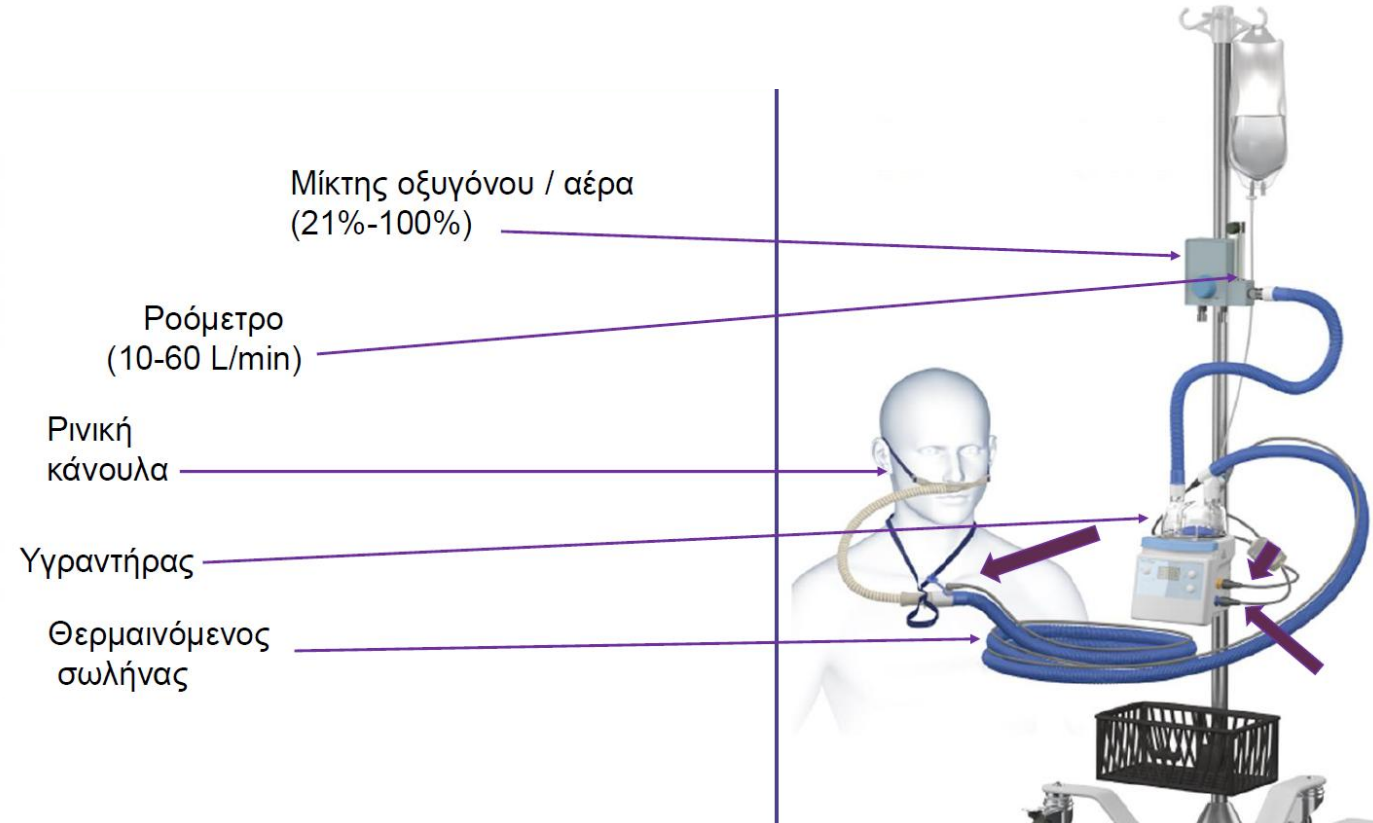


ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ HIGH FLOW NASAL CANULLA



- H: Heated & Humidified** - Provides heated and humidified gas
- I: Inspiratory Demands** - Can better meet elevated peak inspiratory flow demands
- F: Functional Residual Capacity** - Increases FRC likely via delivery of PEEP
- L: Lighter** - More easily tolerable than CPAP or BiPAP
- O: Oxygen Dilution** - Can minimize oxygen dilution by meeting flow demands
- W: Washout of dead space** - Provides high flow rates leading to wash out of pharyngeal dead space (CO₂ removal)

ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ

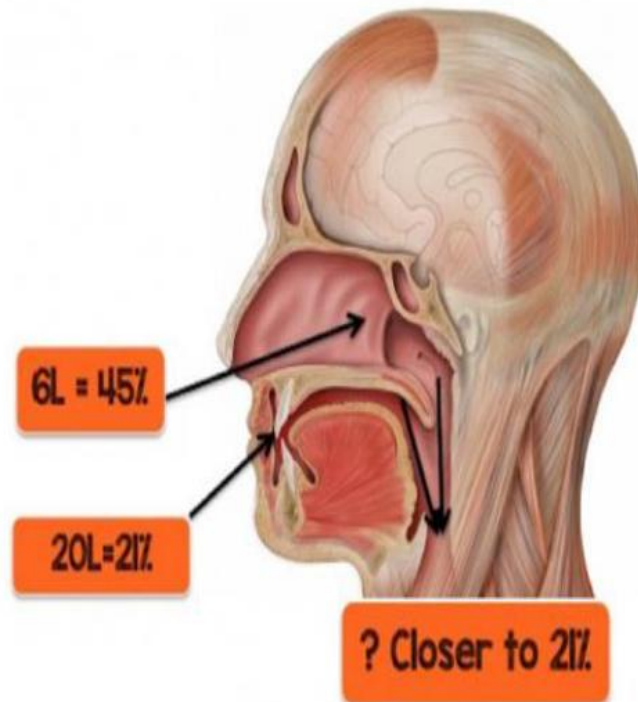


HIGH FLOW NASAL CANULLA ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ



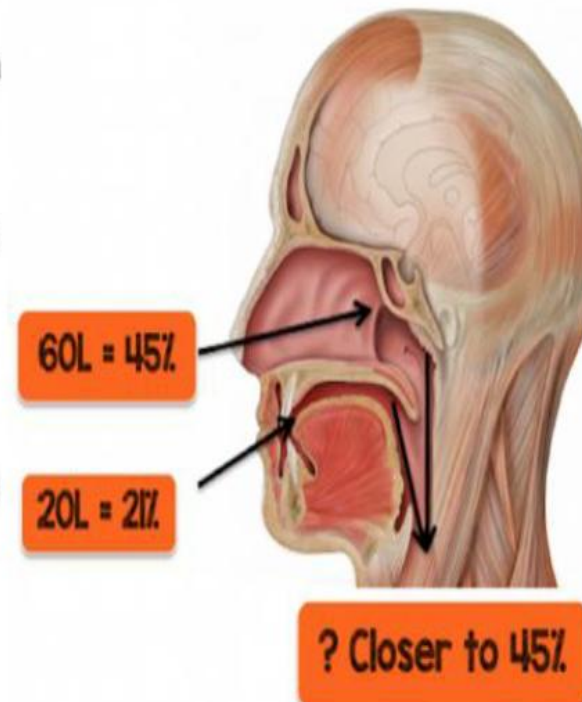
O

Oxygen Dilution



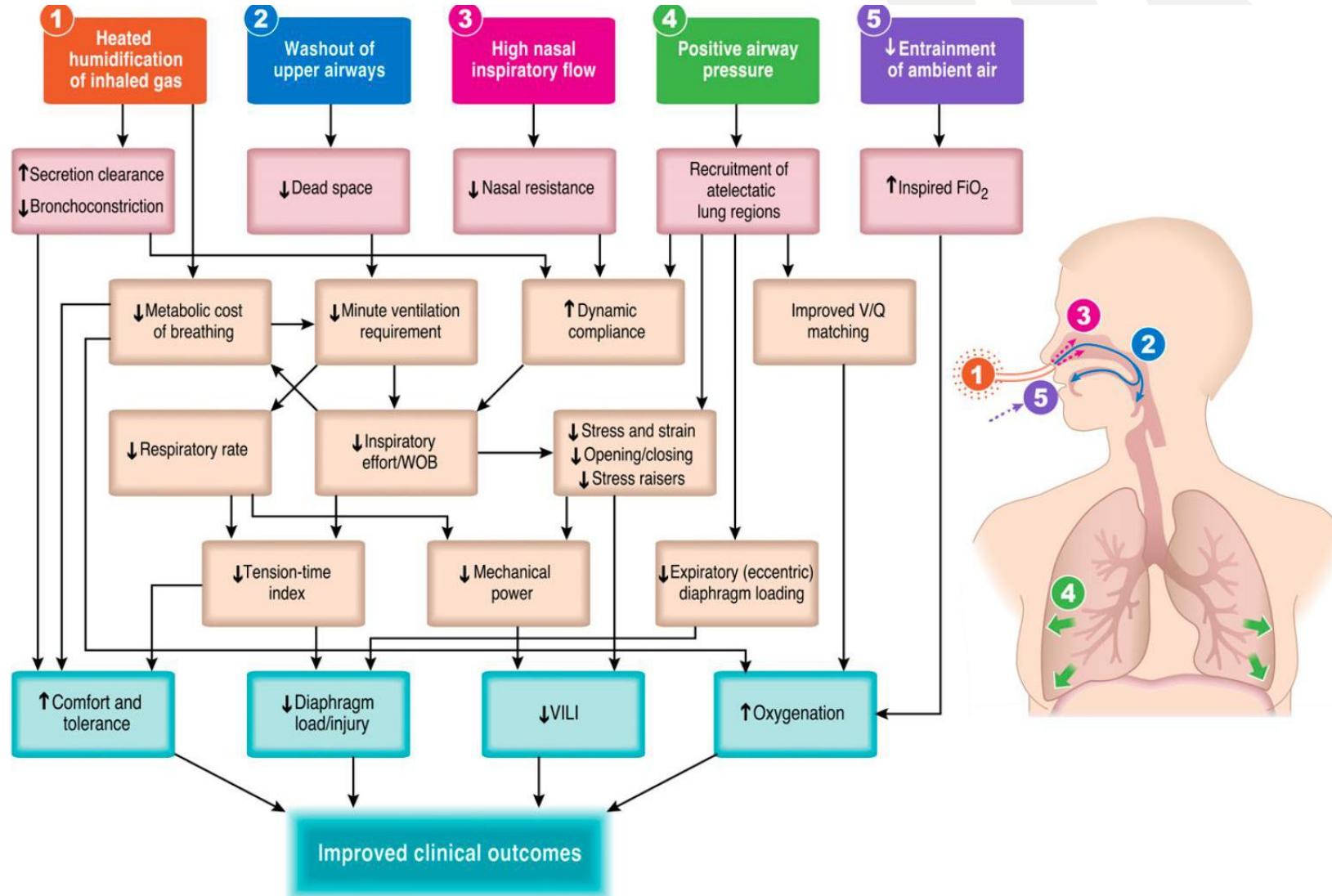
If there is a NC at 6 liter/min delivering 45%, but your patient is breathing 20 liter/min at room air (21%), then what % FiO_2 do you think is actually reaching the patients trachea? I don't actually know but definitely NOT 45% and likely closer to 21%. This phenomenon is known as oxygen dilution and will occur if you don't meet or exceed your patients inspiratory flow demands.

On HiFlow



Now place your patient on a hiflow NC delivering 60L at 45%, with your patient still breathing 20 liter/min at room air (21%), and what % FiO_2 do you think is actually reaching the patients trachea? I still don't actually know, but I believe it will now be closer to 45%. To deliver higher FiO_2 concentrations you must not only match, but exceed your patients inspiratory flow to minimize oxygen dilution.

HIGH FLOW NASAL CANULLA ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ

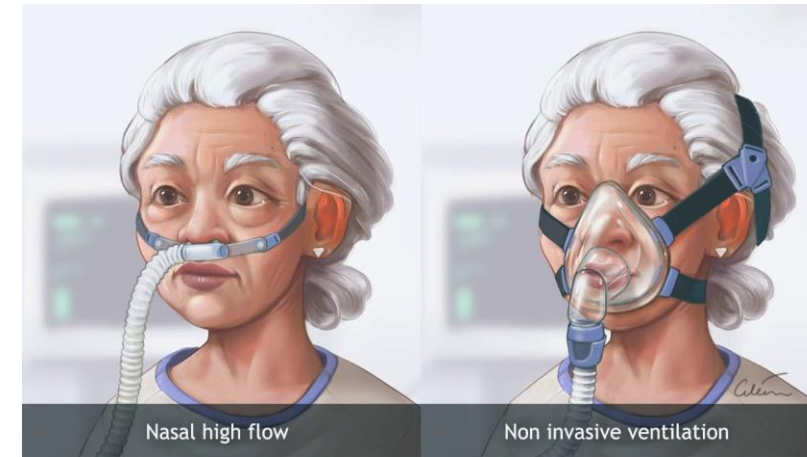


HIGH FLOW NASAL CANULLA ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

- **Υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια**
(vs COT) ↓ πιθανότητας διασωλήνωσης, όχι επίδραση σε θνητότητα
- **Μετά από αποσωλήνωση**
(vs COT) ↓ πιθανότητας επαναδιασωλήνωσης
- **Υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια σε ανοσοκατεσταλμένους**
- **Αναπνευστική ανεπάρκεια καρδιογενούς αιτιολογίας**
- **Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια**

We conclude that NHF has a role in treating type II respiratory failure, either as a rescue therapy when intubation and NPPV are contraindicated, when NPPV is not tolerated, or even as an alternative to NPPV in carefully selected and closely monitored patients.

Respir Med Case Rep. 2017;20:87-88



Acute hypoxaemic respiratory failure#

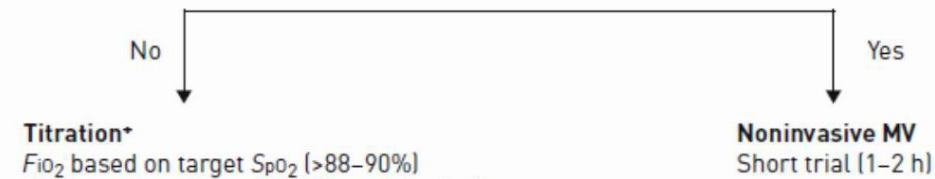
Criteria for immediate or imminent intubation are present
(i.e. impaired consciousness and/or persistent shock¶)



Within
1–2 h

Monitoring

Presence of one of the following: respiratory rate >35 breaths·min⁻¹, S_{pO_2} <88–90%, thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis (P_{aCO_2} >45 mmHg with pH <7.35)



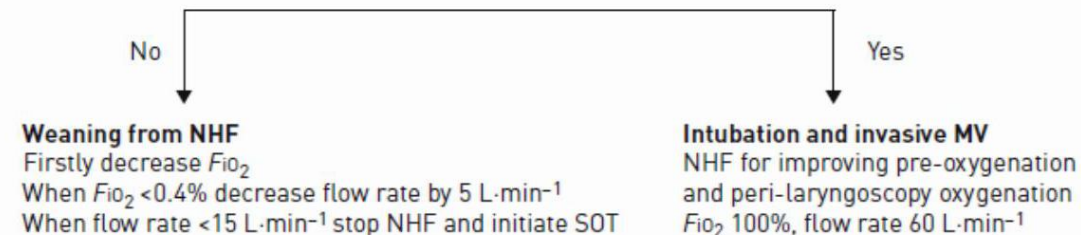
Titration*

F_{iO_2} based on target S_{pO_2} (>88–90%)
 Flow rate based on <25–30 breaths·min⁻¹
 and patient comfort
 Temperature based on patient comfort

EurRespirRev. 2017 Aug9;26(145)

Monitoring

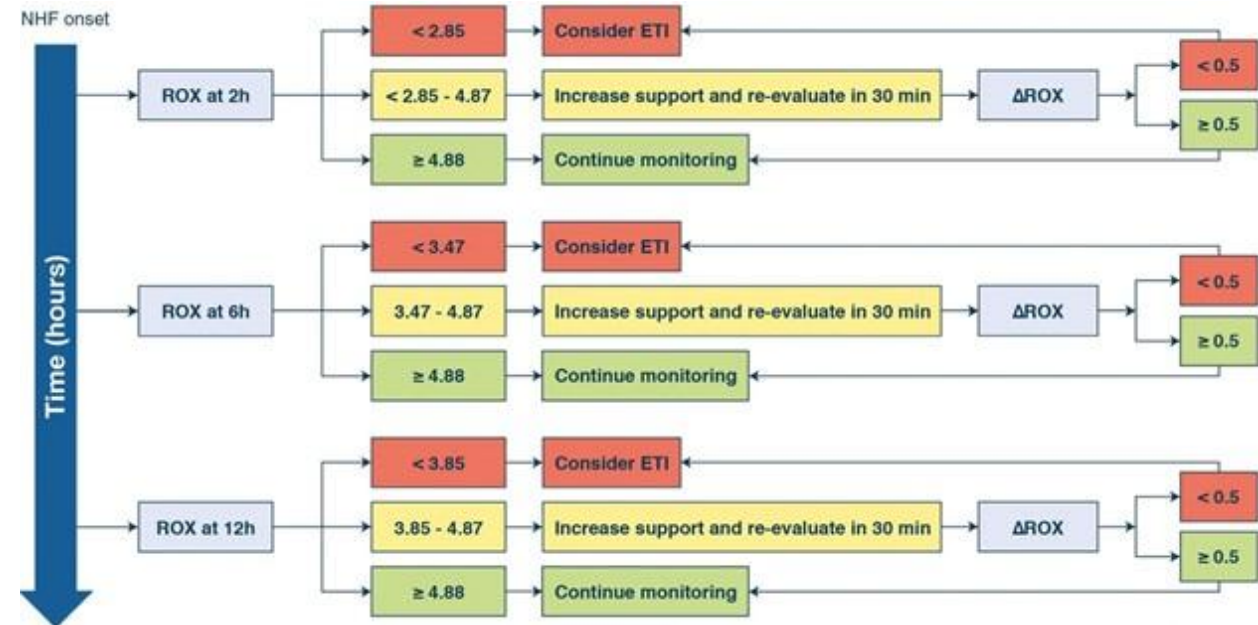
Presence of one of the following within hours (maximum 48 h), besides optimum NHF titration: respiratory rate >35 breaths·min⁻¹, S_{pO_2} <88–90%, thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis (P_{aCO_2} >45 mmHg with pH <7.35), haemodynamic instability§



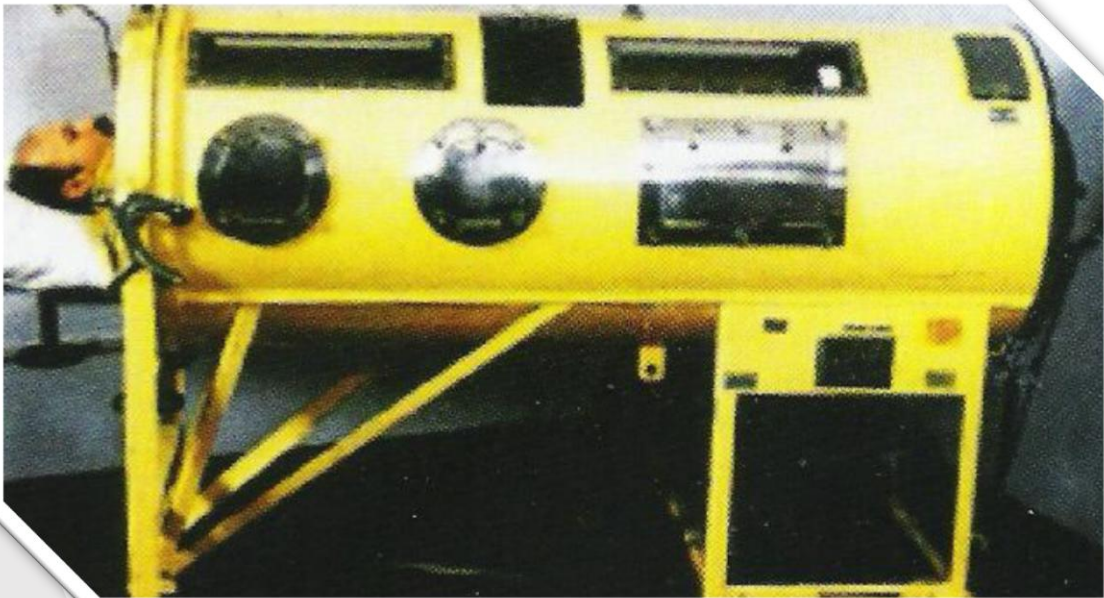
ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΑΣ ΥΠΟΞΥΓΟΝΑΙΜΙΚΗΣ ΑΑ

$$\text{ROX Index} = \frac{SPO_2/FIO_2}{\text{Respiratory Rate}}$$

Respiratory rate - OXygenation



- Μερική ή πλήρης υποστήριξη της αναπνοής
- Υποστήριξη εισπνοής, παθητική εκπνοή



ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

ΜΑ ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Αρνητική πίεση γύρω από τον θώρακα σε εισπνοή

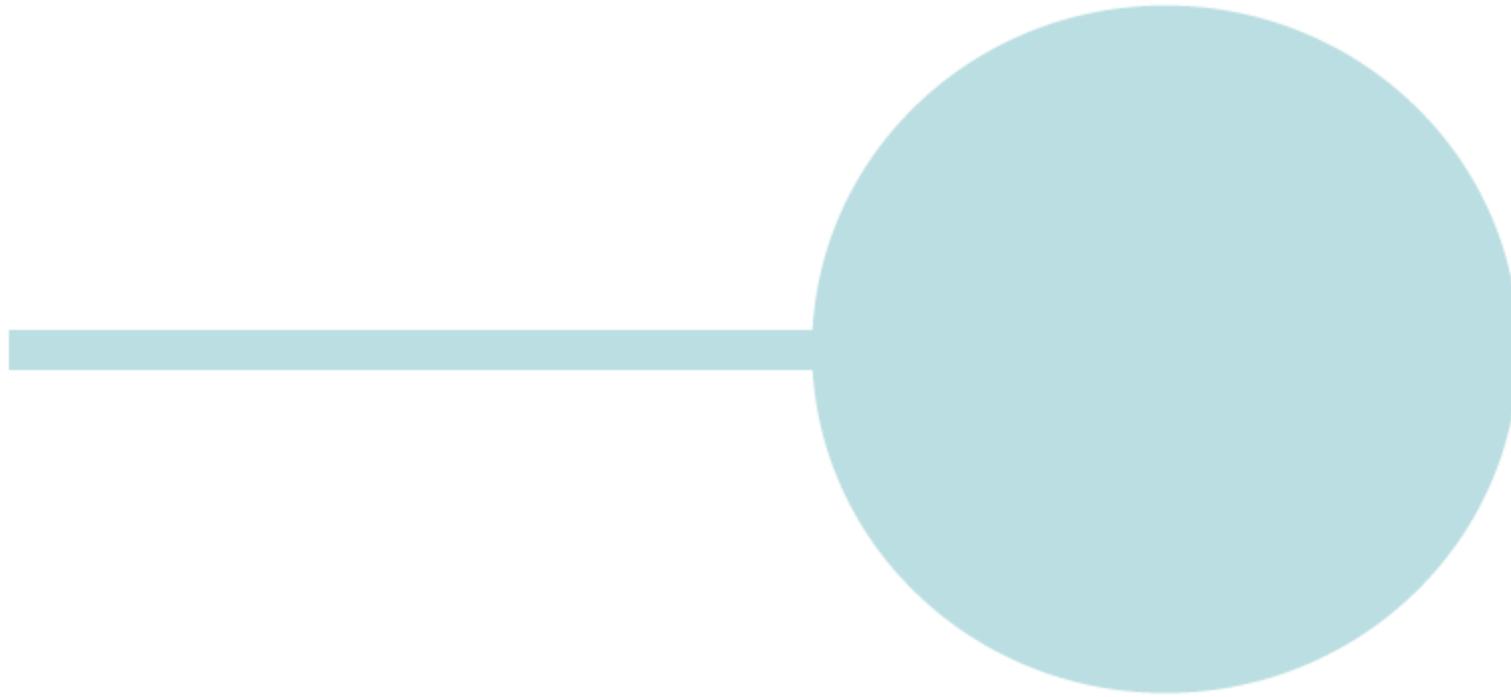
ΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Θετική πίεση στους ανώτερους αεραγωγούς σε εισπνοή

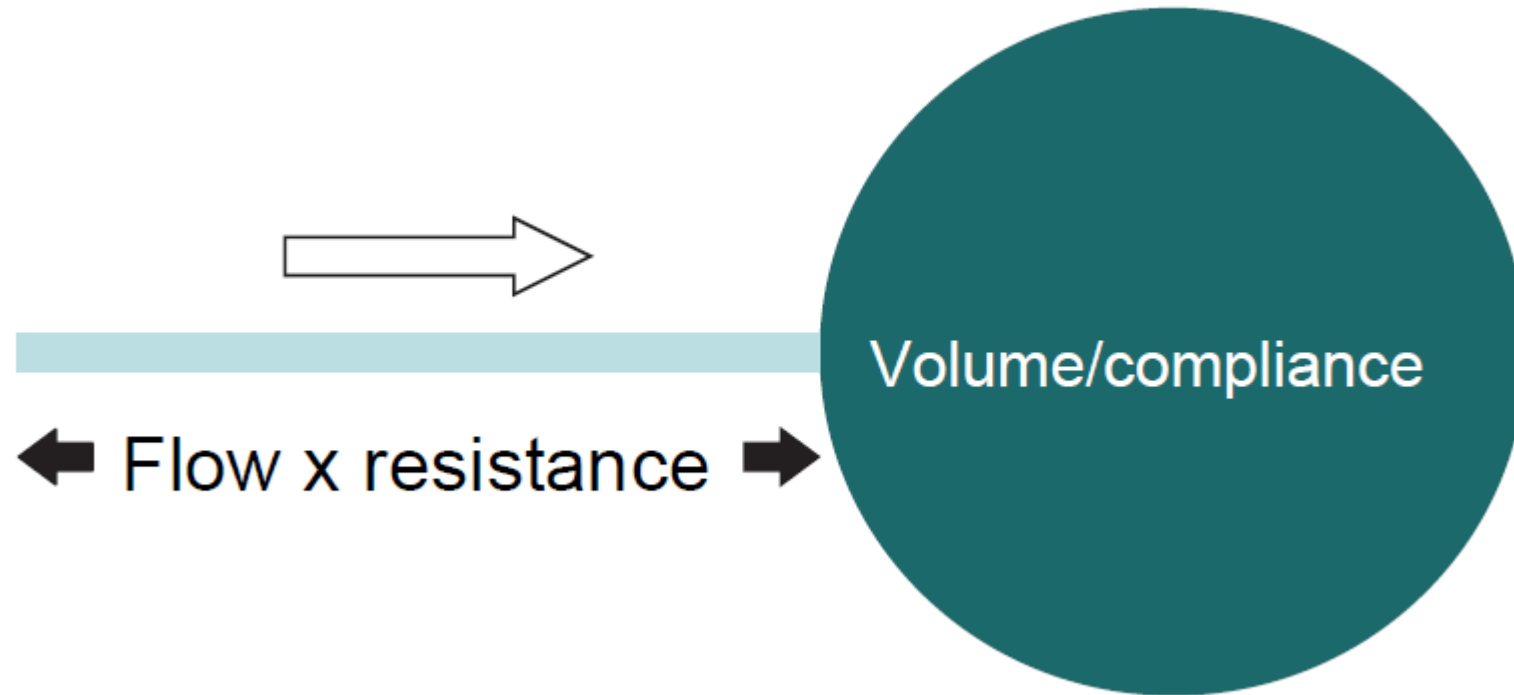
Μη επεμβατικός

Επεμβατικός

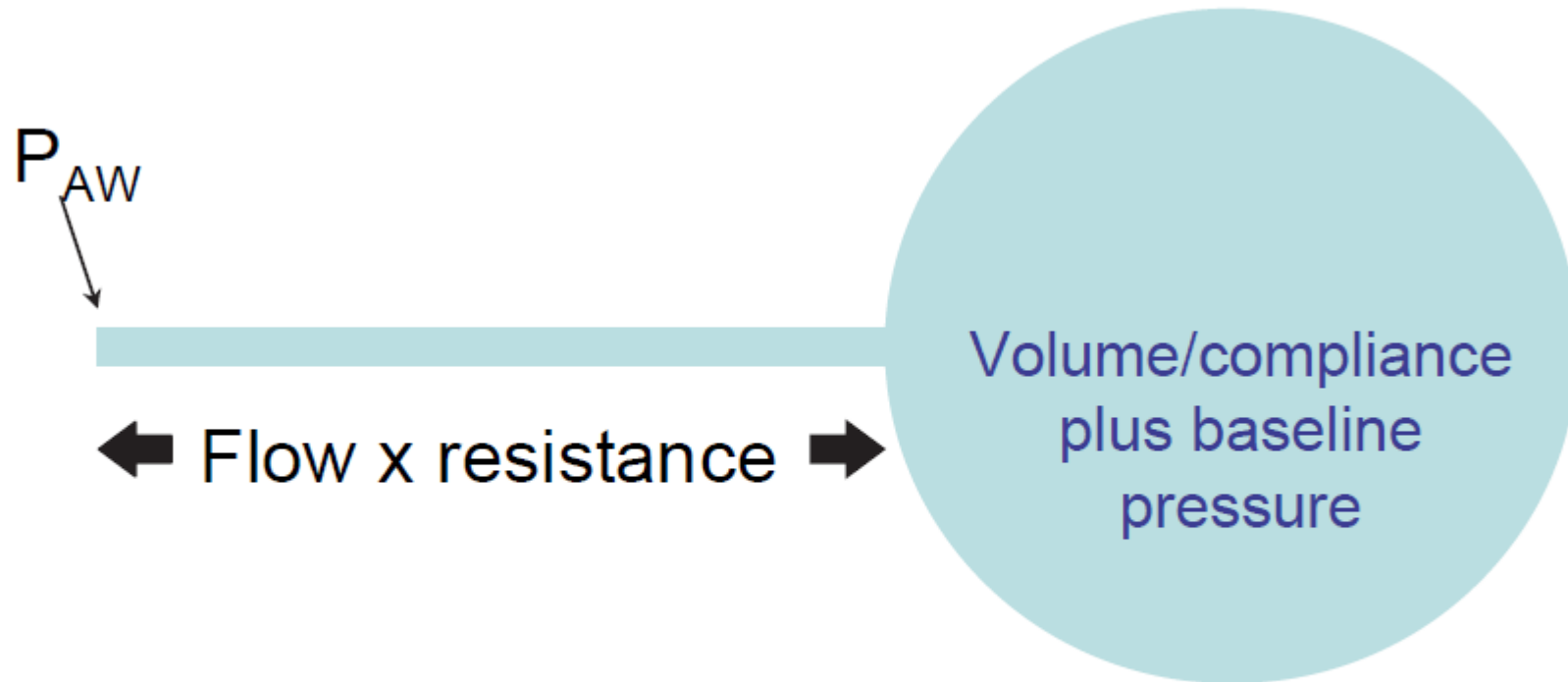
Ας ΦΑΝΤΑΣΤΟΥΜΕ ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



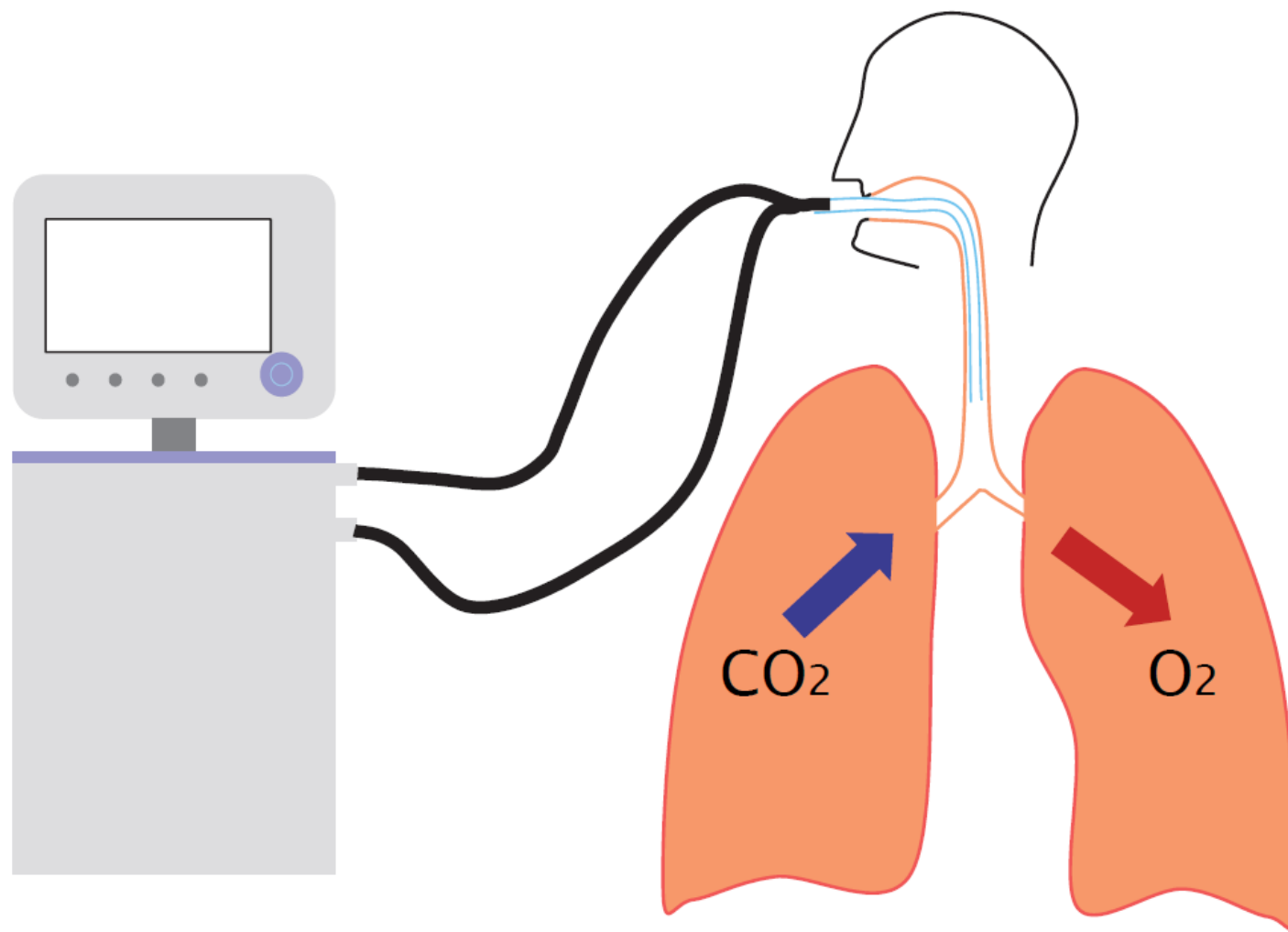
Ας ΦΑΝΤΑΣΤΟΥΜΕ ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΑΕΡΙΣΜΟ



$$P_{AW} = Flow \times Resistance + \frac{Volume}{Compliance} + Baseline\ pressure$$





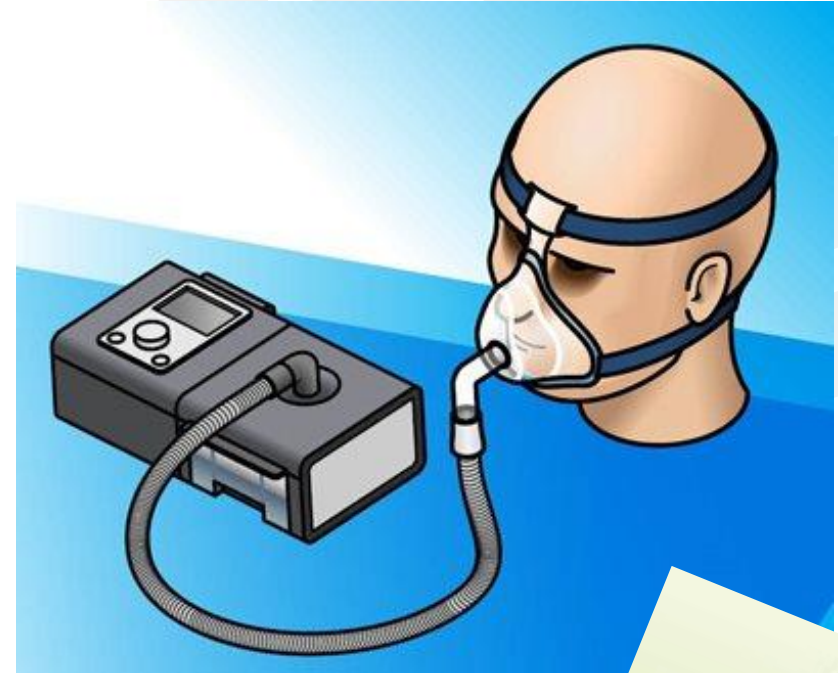
Main determinants

- Oxygen in
 - FIO_2
 - ↓ shunt
 - PEEP
 - ↑ inspiratory time
- Carbon dioxide out
 - Ventilation
 - RR
 - tidal volume

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΟΣ

BIPAP

- ❖ FiO_2
- ❖ Εισπνευστική πίεση $\rightarrow \uparrow$ διαπνευμονικής πίεσης $\rightarrow \downarrow$ WOB, βελτίωση αερισμού
- ❖ Τελοεκπνευστική πίεση $\rightarrow$ recruitment $\rightarrow$ βελτίωση PaO_2
- ❖ Trigger (κριτήριο έναρξης εισπνοής)
- ❖ Κριτήριο διακοπής εισπνοής



ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

1. **Υπεркаπνική ΑΑ** (ΧΑΠ, νευρομυϊκά, κυφосκολίωση, σύνδρομο υποαερισμού παχυσαρκίας)
2. **ΟΠΟ**
3. Άλλα: μετά αποσωλήνωση σε high risk, ΟΑΑ σε ανοσοκατεσταλμένους
4. **Υποξαιμική ΑΑ & COVID 19**

ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

1. Τραύματα προσώπου
2. Απόφραξη ανώτερου αεραγωγού
3. Έκπτωση επιπέδου συνείδησης ($\text{GCS} < 8$)
4. $\text{pH} < 7.15$ (ή < 7.25)
5. Αυξημένες εκκρίσεις
6. Διέγερση σύγχυση, κίνδυνος εισρόφησης

COPD
 $\text{pH} < 7.35$
 $\text{pCO}_2 > 6$
 $\text{RR} > 23$
 If persisting after
 bronchodilators and
 controlled oxygen therapy

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΟΣ

ΒΙΡΑΡ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΑΣΚΑΣ



ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΗ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΟΣ

ΒΙΡΑΡ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΑΣΚΑΣ

Vented-mask

Exhalation port incorporated in the mask



Non-Vented Mask

The exhalation port must be inserted in the tubing



ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΟΣ

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

1. Άπνοια, διαταραχή επιπέδου συνείδησης GCS <8
2. Εξασφάλιση βατότητας αεραγωγών (απόφραξη, εκκρίσεις)
3. Αυξημένο έργο αναπνοής/επαπειλούμενη κόπωση
4. Υποξαιμική ΑΑ
5. Υπερκαπνική ΑΑ
6. Shock

ΣΤΟΧΟΙ

1. Αναστροφή αναπνευστικής δυσχέρειας (unload αν. Μυών, ↓ WOB, ↓ VO₂)
2. Αναστροφή υποξυγοναιμίας (FiO₂ 100%, PEEP, inverse ratio ventilation, insp pause, recruitment manœuvres)
3. Αναστροφή υπερκαπνίας (ρύθμιση RR, V_{tidal}, I:E, εισπνευστική ροή)



PEEP effect

↓ shunt ή/και ↑ νεκρού χώρου, ↓ CO, βαρότραυμα

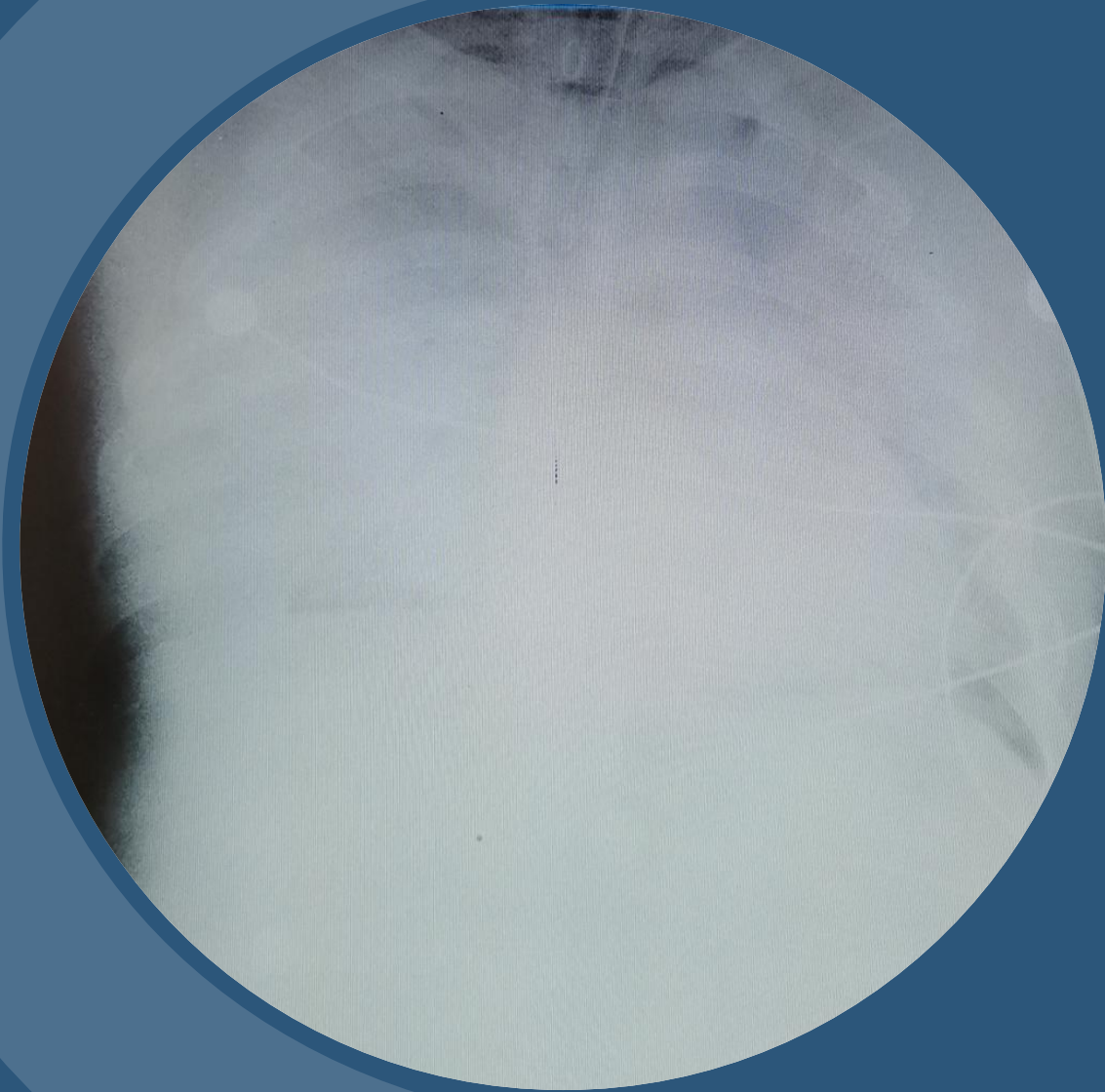


ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ



IOANNATATOULI@GMAIL.COM





ARDS

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΔΥΣΧΕΡΕΙΑΣ

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ARDS

- 10% εισαγωγών στη ΜΕΘ
- 23% διασωληνωμένων στη ΜΕΘ
- Θνητότητα >45% σε βαρεία μορφή
- Κίνδυνος VILI → προστατευτικός μηχανικός αερισμός
 - Βαρότραυμα
 - Ογκότραυμα
 - Ατελεκτότραυμα
 - Βιότραυμα



2012 BERLIN DEFINITION

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities—not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ with PEEP or CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ^c
Moderate	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; FiO_2 , fraction of inspired oxygen; PaO_2 , partial pressure of arterial oxygen; PEEP, positive end-expiratory pressure.

^aChest radiograph or computed tomography scan.

^bIf altitude is higher than 1000 m, the correction factor should be calculated as follows: $[\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)]$.

^cThis may be delivered noninvasively in the mild acute respiratory distress syndrome group.

ΟΜΩΣ...

- Επέκταση ορισμού ARDS ώστε να περιλαμβάνει ασθενείς σε οξυγονοθεραπεία υψηλής ροής (μελέτη FLOR ALI 2015, ευρεία χρήση σε πανδημία COVID-19)
- Επέκταση χρήσης οξυμετρίας σε σχέση με αέριο αίματος
- Χρήση us θώρακος
- Ανάγκη εφαρμογής και σε περιοχές με μειωμένους πόρους (resource-limited)



A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Michael A. Matthay^{1,2,3}, Yaseen Arabi⁵, Alejandro C. Arroliga⁶, Gordon Bernard⁷, Andrew D. Bersten⁹, Laurent J. Brochard¹⁰, Carolyn S. Calfee^{1,2,3}, Alain Combes¹¹, Brian M. Daniel⁴, Niall D. Ferguson^{12,13}, Michelle N. Gong¹⁴, Jeffrey E. Gotts¹⁵, Margaret S. Herridge¹⁶, John G. Laffey¹⁷, Kathleen D. Liu^{1,2}, Flavia R. Machado¹⁸, Thomas R. Martin¹⁹, Danny F. McAuley²⁰, Alain Mercat²¹, Marc Moss²², Richard A. Mularski²³, Antonio Pesenti^{24,25}, Haibo Qiu²⁶, Nagarajan Ramakrishnan²⁷, V. Marco Ranieri²⁸, Elisabeth D. Riviello²⁹, Eileen Rubin³⁰, Arthur S. Slutsky¹⁰, B. Taylor Thompson³¹, Theogene Twagirimugabe³², Lorraine B. Ware⁸, and Katherine D. Wick³³

- Επέκταση ορισμού ARDS ώστε να περιλαμβάνει ασθενείς σε **οξυγονοθεραπεία υψηλής ροής** με ροή ≥ 30 l/min
- $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ ή **$SpO_2/FiO_2 \leq 315$** (αν $SpO_2 \leq 97\%$)
- Προσθήκη ευρημάτων **us θώρακος** στα απεικονιστικά κριτήρια
- Σε περιοχές με μειωμένους πόρους (resource-limited) δεν απαιτούνται τα κριτήρια της PEEP, ροή, ειδικές αναπνευστικές συσκευές.

Table 1. Diagnostic Criteria for the New Global Definition of ARDS

Conceptual model: ARDS is an acute, diffuse, inflammatory lung injury precipitated by a predisposing risk factor, such as pneumonia, nonpulmonary infection, trauma, transfusion, burn, aspiration, or shock. The resulting injury leads to increased pulmonary vascular and epithelial permeability, lung edema, and gravity-dependent atelectasis, all of which contribute to loss of aerated lung tissue. The clinical hallmarks are arterial hypoxemia and diffuse radiographic opacities associated with increased shunting, increased alveolar dead space, and decreased lung compliance. The clinical presentation is influenced by medical management (position, sedation, paralysis, positive end-expiratory airway pressure, and fluid balance). Histological findings vary and may include intraalveolar edema, inflammation, hyaline membrane formation, and alveolar hemorrhage.

Criteria That Apply to All ARDS Categories			
Risk factors and origin of edema	Precipitated by an acute predisposing risk factor, such as pneumonia, nonpulmonary infection, trauma, transfusion, aspiration, or shock. Pulmonary edema is not <i>exclusively or primarily</i> attributable to cardiogenic pulmonary edema/fluid overload, and hypoxemia/gas exchange abnormalities are not primarily attributable to atelectasis. However, ARDS can be diagnosed in the presence of these conditions if a predisposing risk factor for ARDS is also present.		
Timing	Acute onset or worsening of hypoxemic respiratory failure within 1 week of the estimated onset of the predisposing risk factor or new or worsening respiratory symptoms.		
Chest imaging	Bilateral opacities on chest radiography and computed tomography or bilateral B lines and/or consolidations on ultrasound* not fully explained by effusions, atelectasis, or nodules/masses.		
Criteria That Apply to Specific ARDS Categories			
	Nonintubated ARDS [†]	Intubated ARDS	Modified Definition for Resource-Limited Settings [‡]
Oxygenation [§]	PaO ₂ :FiO ₂ ≤ 300 mm Hg or SpO ₂ :FiO ₂ ≤ 315 (if SpO ₂ ≤ 97%) on HFNO with flow of ≥30 L/min or NIV/CPAP with at least 5 cm H ₂ O end-expiratory pressure	Mild : 200 < PaO ₂ :FiO ₂ ≤ 300 mm Hg or 235 < SpO ₂ :FiO ₂ ≤ 315 (if SpO ₂ ≤ 97%) Moderate: 100 < PaO ₂ :FiO ₂ ≤ 200 mm Hg or 148 < SpO ₂ :FiO ₂ ≤ 235 (if SpO ₂ ≤ 97%) Severe: PaO ₂ :FiO ₂ ≤ 100 mm Hg or SpO ₂ :FiO ₂ ≤ 148 (if SpO ₂ ≤ 97%)	SpO ₂ :FiO ₂ ≤ 315 (if SpO ₂ ≤ 97%) [†] . Neither positive end-expiratory pressure nor a minimum flow rate of oxygen is required for diagnosis in resource-limited settings.

Definition of abbreviations: ARDS = acute respiratory distress syndrome; CPAP = continuous positive airway pressure; HFNO = high-flow nasal oxygen; NIV = noninvasive ventilation; PEEP = positive end-expiratory pressure; SpO_2 = oxygen saturation as measured by pulse oximetry.

*The ultrasound operator should be well trained in the use of ultrasound for identifying bilateral loss of lung aeration (e.g., multiple B lines and/or consolidations) and other ultrasound findings suggestive of noncardiogenic pulmonary edema (e.g., pleural line abnormalities).

[†]Estimated FiO_2 = ambient FiO_2 (e.g., 0.21) + $0.03 \times \text{O}_2$ flow rate (L/min).

[‡]Modified oxygenation criteria can be applied in settings in which arterial blood gas and/or HFNO, NIV, and mechanical ventilation are not routinely available.

[§]Blood gas and oximetry measurements should be made when the patient is comfortably at rest and at least 30 minutes after changes in position, FiO_2 , or flow rate. For pulse oximetry, ensure an adequate waveform and oximeter placement. $\text{SpO}_2:\text{FiO}_2$ is not valid above saturation values of 97%. Pulse oximetry is not recommended for diagnosis if a hemoglobin abnormality is suspected (e.g., methemoglobinemia or carboxyhemoglobinemia).

^{||}If altitude is $>1,000$ m, apply the following correction factor: $(\text{PaO}_2 \text{ or } \text{SpO}_2)/\text{FiO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)$.

[¶]For all severity categories of intubated ARDS, a minimum PEEP of 5 cm H₂O is required. Patients may move from one category to another throughout their disease course.

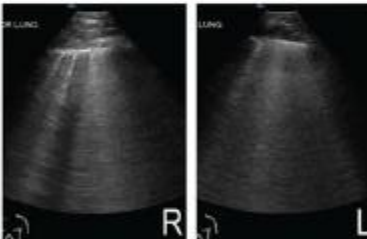
Patient Description	Imaging	Oxygenation	ARDS Categories
 68-year-old M with abdominal sepsis, septic shock, and acute hypoxemic respiratory failure		Mechanically ventilated FiO_2 0.5 PaO_2 75 P/F = 150 mm Hg	Intubated ARDS Severity: Moderate <i>Typical patient included in prior Berlin definition</i>
 54-year-old F with history of breast cancer, COVID-19 pneumonia, and worsening shortness of breath for the past 6 days		High-flow nasal oxygen HFNO 40L/min FiO_2 0.80 SpO_2 91% S/F = 114	Nonintubated ARDS <i>New category in Global definition</i>
 39-year-old F with abdominal sepsis and gram-negative bacteremia in a small under-resourced hospital without blood gases, radiography, or mechanical ventilation		Supplemental oxygen by face mask at 15L/min FiO_2 0.6 SpO_2 85% S/F = 142	ARDS in resource-limited settings <i>New category in global definition, consistent with the Kigali modification</i>

Figure 1. Illustrative cases with patient descriptions, representative lung imaging, and oxygenation data for the three categories of acute respiratory distress syndrome (ARDS) in the global definition: intubated ARDS (top), nonintubated ARDS (middle), and ARDS in a resource-limited setting (bottom). Note the patient in the resource-limited setting can be identified using either ultrasound (bottom, demonstrating bilateral diffuse B-lines in nondependent areas of the lung) or chest radiography or computed tomography. Also, only the patient with intubated ARDS (top) meets criteria for the Berlin definition of ARDS. Arrow, endotracheal tube. COVID-19 = coronavirus disease; F = female; HFNO = high-flow nasal oxygen; M = male; P/F = PaO_2 : FiO_2 ; S/F = SpO_2 : FiO_2 ; SpO_2 = oxygen saturation as measured by pulse oximetry. The OpenCriticalCare.org Project, Creative Commons SA-BY-NC for the patient drawings.

UPDATE OF ATS/ESICM GUIDELINES 2017

AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS

An Update on Management of Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome

An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline

✎ Nida Qadir*, Sarina Sahetya*, Laveena Munshi*, Charlotte Summers*, Darryl Abrams, Jeremy Beitler, Giacomo Bellani, Roy G. Brower, Lisa Burry, Jen-Ting Chen, Carol Hodgson, Catherine L. Hough, Francois Lamontagne, Anica Law, Laurent Papazian, Tai Pham, Eileen Rubin, Matthew Siuba, Irene Telias, Setu Patolia, Dipayan Chaudhuri, Allan Walkey[‡], Bram Rochwerg[‡], and Eddy Fan[‡]; on behalf of the American Thoracic Society Assembly on Critical Care

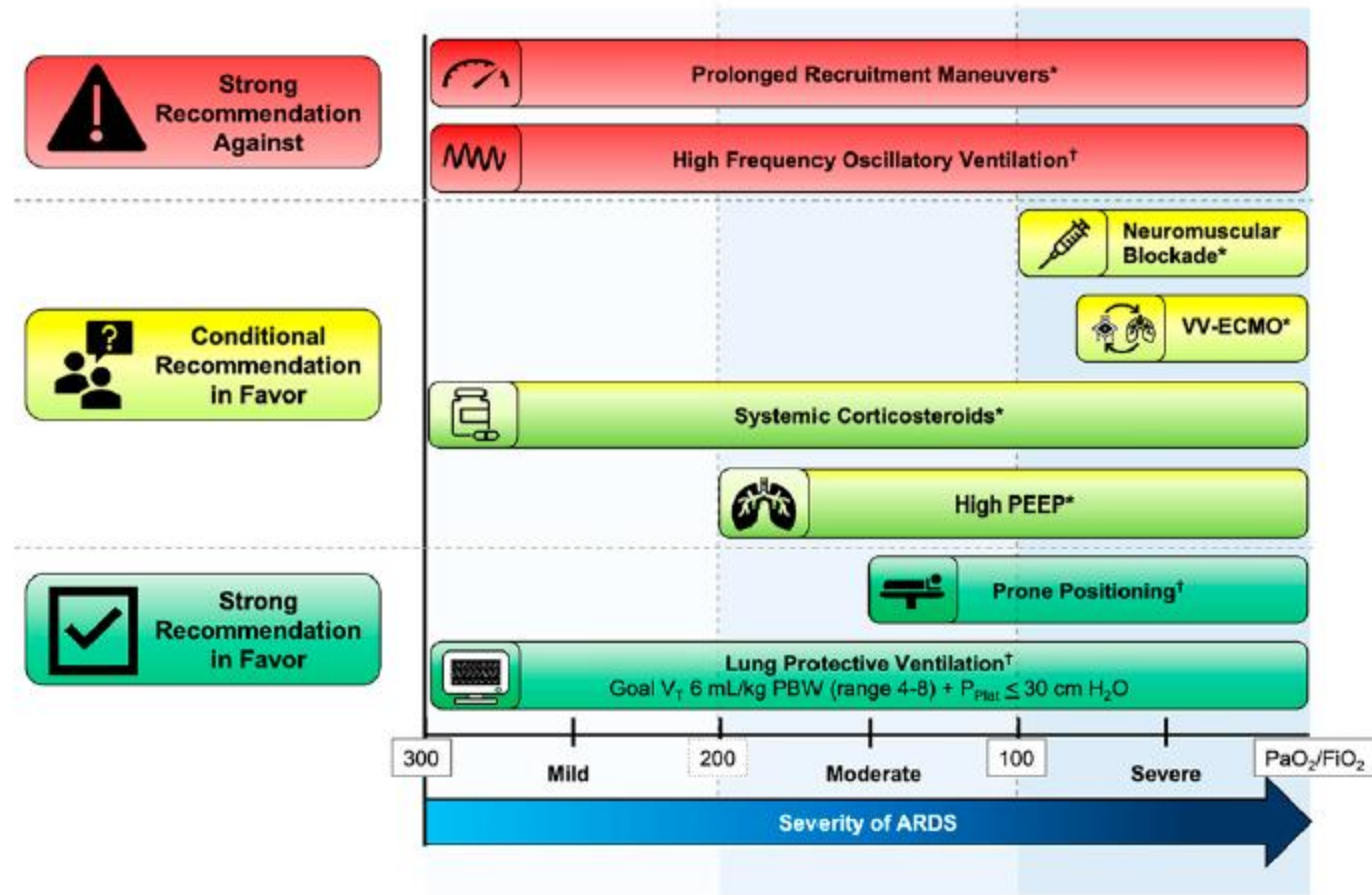


Figure 1. Current American Thoracic Society guidelines for the management of acute respiratory distress syndrome. *New or updated recommendations in current guideline. †Recommendations addressed in 2017 guideline. ARDS = acute respiratory distress syndrome; FiO_2 = fraction of inspired oxygen; PaO_2 = partial pressure of oxygen; PBW = predicted body weight; PEEP = positive end-expiratory pressure; P_{plat} = plateau pressure; V_T = tidal volume; VV-ECMO = venovenous extracorporeal membrane oxygenation.

2024 Focused Update: Guidelines on Use of Corticosteroids in Sepsis, Acute Respiratory Distress Syndrome, and Community-Acquired Pneumonia

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)



Conditional Recommendation For



Moderate Certainty of Evidence



2A. We suggest administering corticosteroids to adult hospitalized patients with ARDS.

Early ARDS (within 24 hr)

Dexamethasone 20 mg IV daily for 5 d, then 10 mg IV daily for 5 d until extubation (64)

Early ARDS (within 72 hr) (65)

Methylprednisolone 1 mg/kg IV bolus, then

- Days 1–14: 1 mg/kg/d continuous infusion
- Days 15–21: 0.5 mg/kg/d
- Days 22–25: 0.25 mg/kg/d
- Days 26–28: 0.125 mg/kg/d
- If extubated between days 1 and 15 then advance to day 15 of regimen

Unresolving ARDS (7–21 d) (26)

Methylprednisolone 2 mg/kg IV bolus, then

- Days 1–14: 2 mg/kg/d divided every 6 hr
- Days 15–21: 1 mg/kg/d
- Days 22–28: 0.5 mg/kg/d
- Days 29–30: 0.25 mg/kg/d
- Days 31–32: 0.125 mg/kg/d
- If extubated before day 14, then advance to day 15 of regimen drug therapy

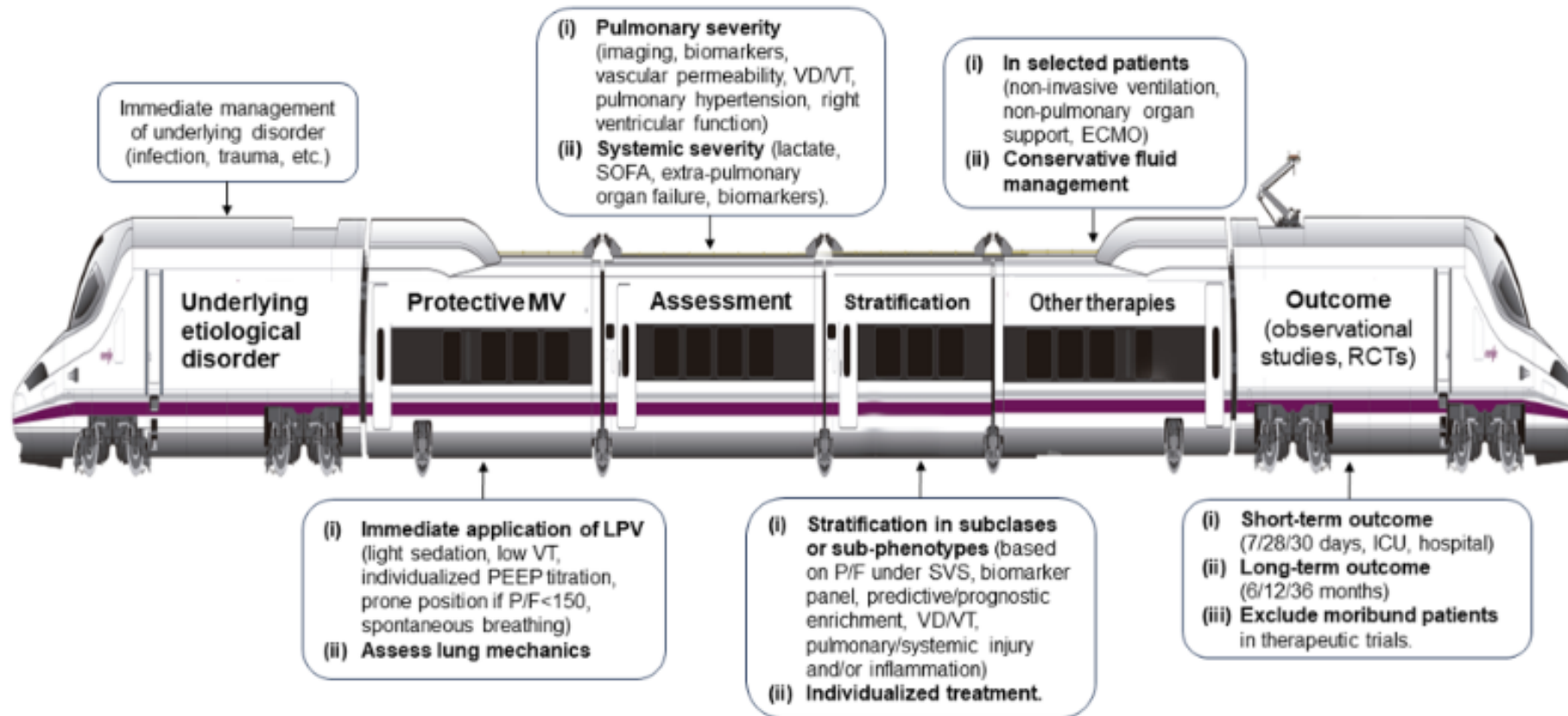


Fig. 1 The acute respiratory distress syndrome (ARDS) high-speed train showing variables and factors affecting definition and outcome of patients with ARDS. Abbreviations: ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; ICU, intensive care unit; LPV, lung protective ventilation; MV, mechanical ventilation; PEEP, positive end-expiratory pressure; P/F , PaO_2/FiO_2 ratio; RCT, randomized controlled trials; SOFA, sequential organ function assessment; SVS, standardized ventilator settings; VD/VT, alveolar dead space; VT, tidal volume