



Αναπνευστική Ανεπάρκεια

Χ. Παπαγεωργίου

Πνευμονολόγος

Γ.Ν.Α «Λαϊκό»

21 Σεπτεμβρίου 2026



Ορισμοί

- Αναπνευστική ανεπάρκεια: αδυναμία του αναπνευστικού συστήματος να επιτελέσει το βασικό του ρόλο που είναι η ανταλλαγή των αερίων
- Τύπου 1 (υποξαιμική) → $PaO_2 < 60 \text{ mmHg}$ (φυσιολογικές τιμές 80-100 mmHg)
- Τύπου 2 (υπερκαπνική) → $PaCO_2 > 45 \text{ mmHg}$ (φυσιολογικές τιμές 35-45 mmHg)
- Οξεία
 - Ξαφνική και δυνητικά επικίνδυνη επιδείνωση στην ανταλλαγή αερίων
 - Αναπτύσσεται εντός λεπτών - ωρών
 - Δεν υπάρχει χρόνος για μεταβολική αντιρρόπηση → αναπνευστική οξέωση
- Χρόνια
 - Αναπτύσσεται εντός ημερών - εβδομάδων
 - Μεταβολική αντιρρόπηση → pH σχεδόν φυσιολογικό
- Οξεία επί χρονίας
 - Ξαφνική επιδείνωση προϋπάρχουσας χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας
 - $PaCO_2$ ανεβαίνει οξέως πάνω από το baseline του ασθενή και το pH πέφτει
 - Οι νεφροί δεν μπορούν άμεσα να αντιρροπήσουν την οξεία αλλαγή → αναπνευστική οξέωση



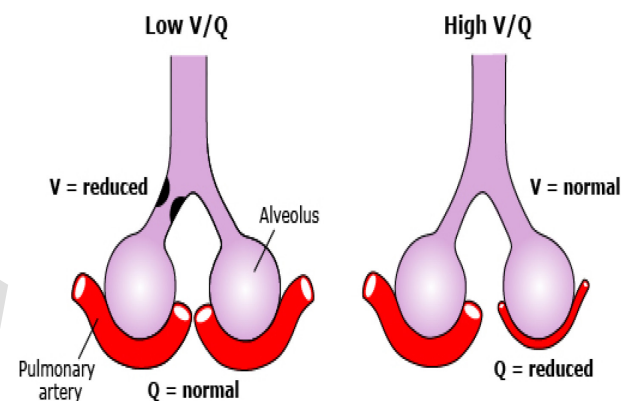
Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 1

1. Διαταραχή αερισμού – αιμάτωσης (V/Q mismatch)

- Ο λόγος V/Q είναι η σχέση μεταξύ της ποσότητας αέρα και της ποσότητας αίματος που φτάνει στις κυψελίδες
 - Φυσιολογικά ο μέσος όρος του λόγου V/Q είναι 0.8
 - Η διαταραχή αερισμού – αιμάτωσης είναι η συχνότερη αιτία υποξαιμίας
- Χαμηλός λόγος V/Q
- Μειωμένος αερισμός, φυσιολογική αιμάτωση
 - Το αίμα διέρχεται από υποαεριζόμενες κυψελίδες → υποξαιμία
 - Άσθμα
 - ΧΑΠ
 - Πνευμονία
 - Πνευμονικό οίδημα

Υψηλός λόγος V/Q

- Φυσιολογικός αερισμός, μειωμένη αιμάτωση
- Καλώς αεριζόμενες κυψελίδες δεν συμμετέχουν στην ανταλλαγή αερίων λόγω έλλειψης αιματικής ροής → υποξαιμία
 - Πνευμονική εμβολή





Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 1

2. Κυκλοφορική παράκαμψη (shunt)

- Περιοχή του πνεύμονα όπου υπάρχει αιμάτωση αλλά όχι αερισμός
- Είναι μια ακραία περίπτωση διαταραχής V/Q ($V/Q = 0$)
- Το αίμα διέρχεται από πνευμονικά τριχοειδή χωρίς να έρχεται σε επαφή με το οξυγόνο των κυψελίδων και εν συνεχεία αναμειγνύεται με οξυγονωμένο αίμα → υποξαιμία
- Ανθεκτικό στη χορήγηση οξυγόνου
- Ανατομικό shunt
 - Συγγενείς καρδιοπάθειες
- Λειτουργικό shunt
 - Ατελεκτασία
 - Πνευμονία
 - Πνευμονικό οίδημα
 - ARDS



Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 1

3. Διάχυση

- Το οξυγόνο διαχέεται από την κυψελίδα στο αίμα
- Το CO₂ διαχέεται από το αίμα στην κυψελίδα
- Νόμος του Fick για τη διάχυση

$$\text{Rate of diffusion} = \frac{A \times D \times (P_1 - P_2)}{T}$$

A = έκταση μεμβράνης

D = συντελεστής διάχυσης αερίου

P₁-P₂ = Διαφορά μερικών πιέσεων του αερίου εκατέρωθεν της μεμβράνης

T = Πάχος μεμβράνης

- Διαταραχή διάχυσης
 - Μειωμένη ικανότητα των αερίων, κυρίως του O₂, να διέλθει από την κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη
 - Το CO₂ επηρεάζεται λιγότερο γιατί είναι 20 φορές πιο διαλυτό και διαχέεται πιο γρήγορα από το O₂
 - Υποξαιμία (που επιδεινώνεται στην άσκηση) χωρίς υπερκαπνία → AA1
 - Αίτια

– Διάμεση πνευμονική νόσος

– Εμφύσημα

– Πνευμονικό οίδημα

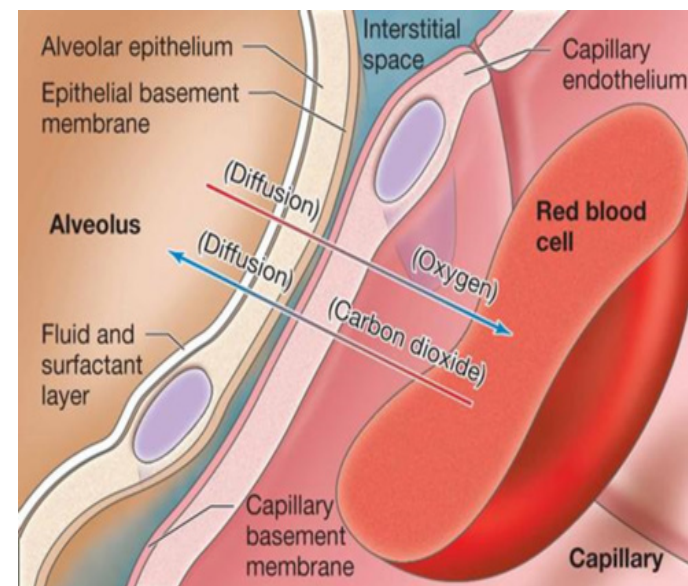
– Πνευμονία

Πάχυνση της μεμβράνης

Καταστροφή τοιχωμάτων κυψελίδας ↓ διαθέσιμη επιφάνεια για ανταλλαγή αερίων

Υγρό γεμίζει το διάμεσο χώρο και τις κυψελίδες

Φλεγμονώδες εξίδρωμα γεμίζει τις κυψελίδες





Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 1

4. Μειωμένη μερική πίεση οξυγόνου

- $PiO_2 = FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O})$

PiO_2 : μερική πίεση εισπνεόμενου οξυγόνου

FiO_2 : ποσοστό οξυγόνου στον εισπνεόμενο αέρα- σταθερό ~21%

P_{atm} : βαρομετρική πίεση (760mmHg στο επίπεδο της θάλασσας)

P_{H_2O} : μερική πίεση υδρατμών (47mmHg σε θερμοκρασία σώματος, ανεξάρτητο υψομέτρου)

- Μείωση της PiO_2 θα μειώσει τη μερική πίεση O_2 στην κυψελίδα (PAO_2) $\rightarrow$ $\downarrow$ διάχυσης $\rightarrow$ υποξαιμία
 - Ανάβαση σε μεγάλο υψόμετρο
 - Διαμονή σε μεγάλο υψόμετρο
 - Αποσυμπίεση καμπίνας αεροπλάνου



Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 2

- Εξ ορισμού η $PaCO_2 > 45 \text{ mm Hg}$
- Το CO_2 παράγεται σταθερά από τον κυτταρικό μεταβολισμό και αποβάλλεται μέσω του κυψελιδικού αερισμού
- Η μερική πίεση CO_2 ($PaCO_2$) είναι αντιστρόφως ανάλογη του κυψελιδικού αερισμού
($\dot{V}_A$): $PaCO_2 \propto \frac{\dot{V}CO_2}{\dot{V}_A}$ ($\dot{V}CO_2$: CO_2 production $\dot{V}_A$: alveolar ventilation)
- Υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια
 - Υποαερισμός
 - Αυξημένη παραγωγή CO_2



Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 2

- Αυξημένη παραγωγή CO₂
 - Σπάνια ως πρωταρχική αιτία
 - Μπορεί να επιδεινώσει την υπερκαπνία όταν ο αερισμός λόγω υποκείμενης πάθησης δεν μπορεί να αυξηθεί ώστε να αντirroπήσει την αυξημένη παραγωγή CO₂
 - Καταστάσεις που σχετίζονται με αυξημένη παραγωγή CO₂
 - Πυρετός
 - Σήψη
 - Υπερθυρεοειδισμός
 - Άσκηση



Παθοφυσιολογία Αναπνευστικής Ανεπάρκειας Τύπου 2

■ Αίτια υποαερισμού

- Μειωμένη κεντρική αναπνευστική ώση
 - Κατασταλτικά φάρμακα (οπιοειδή, βενζοδιαζεπίνες)
 - Τραύμα ή ΑΕΕ στο στέλεχος
 - Κεντρική Υπνική Άπνοια
 - Υποαερισμός - παχυσαρκία
- Νευρομυικές διαταραχές
 - Guillain-Barré syndrome
 - Myasthenia gravis
 - Amyotrophic lateral sclerosis (ALS)
 - C3-5 κάκωση νωτιαίου μυελού
 - Παράλυση διαφράγματος
- Διαταραχές θωρακικού τοιχώματος
 - Σοβαρή κυφοσκολίωση
 - Πλευριτική συλλογή
 - Ασταθής θώρακας
 - Αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα
- Απόφραξη αεραγωγών
 - ΧΑΠ
 - Σοβαρό άσθμα
 - Τελικού σταδίου διάμεση πνευμονοπάθεια
 - Απόφραξη ανώτερου αεραγωγού



Αίτια Οξείας Αναπνευστικής Ανεπάρκειας

■ Τύπου 1

- Πνευμονία
- Πνευμονικό οίδημα
- Πνευμονική εμβολή
- ARDS
- Ατελεκτασία
- Έξαρση άσθματος

■ Τύπου 2

- Έξαρση ΧΑΠ
- Υπερδοσολογία κατασταλτικών φαρμάκων
- Οξεία έναρξη ή έξαρση νευρομυικών παθήσεων
- Ασταθής θώρακας
- Απόφραξη ανώτερου αεραγωγού
- Σοβαρή έξαρση άσθματος

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΚΠΑ



Αίτια Χρόνιας Αναπνευστικής Ανεπάρκειας

■ Τύπου 1

- ΧΑΠ
- Διάμεσες πνευμονοπάθειες
- Πνευμονική υπέρταση
- Χρόνια θρομβοεμβολική νόσος
- Βρογχεκτασίες

■ Τύπου 2

- Σοβαρή ΧΑΠ
- Σύνδρομο υποαερισμού παχυσαρκίας
- Νευρομυικές διαταραχές
- Διαταραχές θωρακικού τοιχώματος

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΚΠΑ



Συμπτώματα και Σημεία στην Αναπνευστική Ανεπάρκεια

■ Συμπτώματα:

- Δύσπνοια
- Ανησυχία
- Κυάνωση
- Κόπωση
- Βάρος στο στήθος
- Επί υπερκαπνίας
 - Κεφαλαλγία
 - Σύγχυση
 - Λήθαργος, κώμα

■ Σημεία:

- Ταχύπνοια
- Ταχυκαρδία
- Χρήση επικουρικών μυών
- Χαμηλός κορεσμός O₂ (SpO₂ < 90%)
- Αναλόγως υποκείμενης αιτίας
 - Μη μουσικοί ρόγχοι
 - Μουσικοί ρόγχοι
 - Stridor
 - Silent chest



Διαγνωστική προσέλαση

■ Ιστορικό

- Έναρξη
- Συμπτώματα
- Προηγούμενες παθήσεις
 - ΧΑΠ
 - Άσθμα
 - Καρδιακή ανεπάρκεια
 - Νευρομυϊκή νόσος
- Φάρμακα

■ Φυσική εξέταση

- Κυάνωση
- Επικουρικοί μύες
- Ζωτικά σημεία
- Κορεσμός O₂
- Ακρόαση θώρακα
 - Wheezing
 - Μη μουσικοί ρόγχοι
 - Μείωση αναπνευστικού ψιθυρίσματος

■ Εργαστηριακά

- Αέρια αίματος
- Γενική αίματος, νεφρική-ηπατική λειτουργία
- BNP, καρδιακά ένζυμα
- D-dimers
- Επίπεδα ουσιών

■ ΗΚΓ

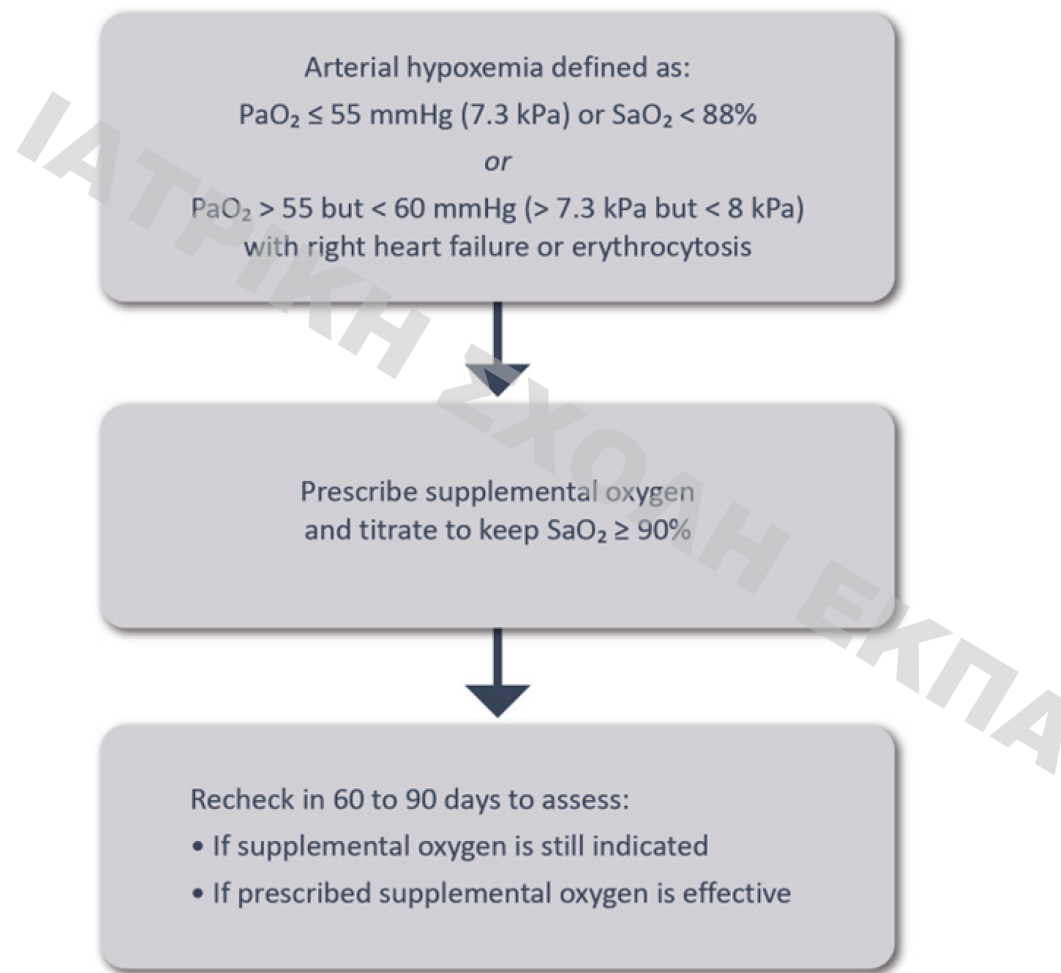
■ Απεικόνιση

- Ακτινογραφία θώρακα
- CT/CTPA θώρακα
- Υπέρηχος καρδιάς

■ Λειτουργικός έλεγχος αναπνοής

Prescription of Supplemental Oxygen to COPD Patients

Figure 4.5



Indications for Noninvasive Mechanical Ventilation (NIV)

Table 5.7

At least one of the following:

- Respiratory acidosis ($\text{PaCO}_2 \geq 6.0 \text{ kPa}$ or 45 mmHg and arterial $\text{pH} \leq 7.35$)
- Severe dyspnea with clinical signs suggestive of respiratory muscle fatigue, increased work of breathing, or both, such as use of respiratory accessory muscles, paradoxical motion of the abdomen, or retraction of the intercostal spaces
- Persistent hypoxemia despite supplemental oxygen therapy



- Τι χαρακτηρίζει την αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου 1?
 - a. Φυσιολογικές μερικές πιέσεις αερίων και οξέωση
 - b. Υπερκαπνία με φυσιολογικό οξυγόνο
 - c. Υποξαιμία χωρίς υπερκαπνία
 - d. Υποξαιμία και υπερκαπνία



- Ποιος είναι ο συχνότερος μηχανισμός ΑΑ1?
 - a. Υποαερισμός
 - b. Διαταραχή διάχυσης
 - c. Διαταραχή V/Q
 - d. Shunt



- Ποιος ο μηχανισμός ΑΑ2?
 - a. Υποαερισμός
 - b. Διαταραχή διάχυσης
 - c. Διαταραχή V/Q
 - d. Shunt



- Ποιο από τα ακόλουθα είναι συχνή αιτία ΑΑ2?
 - a. Πνευμονική εμβολή
 - b. Πνευμονία
 - c. Έξαρση άσθματος
 - d. Έξαρση ΧΑΠ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΚΠΑ



Κύρια σημεία

- Η αναπνευστική ανεπάρκεια είναι μια κατάσταση κατά την οποία το αναπνευστικό σύστημα αποτυγχάνει στη βασική του λειτουργία που είναι η ανταλλαγή των αερίων
- Τύπου 1 ή υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια $\rightarrow PaO_2 < 60 \text{ mmHg}$
- Τύπου 2 ή υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια $\rightarrow PaCO_2 > 45 \text{ mmHg}$
- Η οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια αναπτύσσεται εντός λεπτών έως ωρών
- Η χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια αναπτύσσεται εντός εβδομάδων έως μηνών
- Μηχανισμοί αναπνευστικής ανεπάρκειας περιλαμβάνουν τη διαταραχή V/Q, διαταραχή διάχυσης, shunt, υποαερισμός
- Οι συχνότερες αιτίες υποξαιμικής αναπνευστικής ανεπάρκειας είναι η πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, πνευμονική εμβολή, έξαρση άσθματος
- Οι συχνότερες αιτίες υπερκαπνικής αναπνευστικής ανεπάρκειας είναι ΧΑΠ, υπερδοσολογία κατασταλτικών φαρμάκων, νευρομυικές παθήσεις, παθήσεις θωρακικού τοιχώματος
- Αντιμετώπιση υποκείμενης αιτίας, χορήγηση O_2 , μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός