



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Παλμική οξυμετρία

Ενότητα 3: Διαγνωστικές εξετάσεις

Κυριάκος Καρκούλιας, Επίκουρος Καθηγητής  
Σχολή Επιστημών Υγείας  
Τμήμα Ιατρικής

# Σκοποί ενότητας

- Εξήγηση της αρχής λειτουργίας του παλμικού οξυμέτρου
- Κατανόηση των εφαρμογών της παλμικής οξυμετρίας
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων
- Παρουσίαση περιορισμών στη χρήση της
- Προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της



# Παλμική οξυμετρία

- Από την εμφάνιση της πριν μερικά χρόνια η παλμική οξυμετρία έγινε απαραίτητη σε:
  - Χειρουργικές αίθουσες
  - Μονάδες εντατικής θεραπείας
  - Κοινούς θαλάμους
- Πριν την εμφάνιση της παλμικής οξυμετρίας η λήψη αερίων αρτηριακού αίματος ήταν η μέθοδος προσδιορισμού της οξυγόνωσης του ασθενούς
- Πλέον είναι απαραίτητη στο νοσοκομειακό περιβάλλον



# Παλμική οξυμετρία

- Η παλμική οξυμετρία είναι μέθοδος εύκολη και ασφαλής
- Υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στη χρήση της που πρέπει να γίνουν κατανοητοί από τους ιατρούς



# Ορισμοί

- Το οξυγόνο στο αίμα κυκλοφορεί σε δύο μορφές:
  - Ελεύθερο
  - Προσδεμένο στην αιμοσφαιρίνη
- Η αιμοσφαιρίνη μπορεί να είναι:
  - Λειτουργική
    - Επιτρέπει την πρόσδεση και τη μεταφορά οξυγόνου
  - Μη λειτουργική
    - Δεν επιτρέπει την πρόσδεση και τη μεταφορά οξυγόνου
      - Καρβοξυαιμοσφαιρίνη (πρόσδεση CO)
      - Μεθαιμοσφαιρίνη



# Αιμοσφαιρίνη

- Η αιμοσφαιρίνη αποτελείται από 4 υπομονάδες, καθμεία από τις οποίες αποτελείται από μια αλυσίδα και μία ομάδα αίμης
- Η αιμοσφαιρίνη των ενηλίκων αποτελείται από 2 α αλυσίδες των 141 αμινοξέων και 2 β αλυσίδες των 146 αμινοξέων
- Η ομάδα της αίμης συνδέεται στις αλυσίδες σε ένα κατάλοιπο ιστιδίνης που έχει ένα άτομο Fe, στο οποίο προσδένεται το οξυγόνο
- Κάθε μόριο αιμοσφαιρίνης μπορεί να προσδέσει ως και 4 άτομα οξυγόνου



# Παλμική οξυμετρία

- Η μερική πίεση του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα συμβολίζεται ως  $PaO_2$
- Ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης από την πρόσδεση οξυγόνου συμβολίζεται ως  $SaO_2$
- Όταν η μέτρηση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης γίνεται με παλμικό οξύμετρο συμβολίζεται ως  $SpO_2$



# Παλμική οξυμετρία

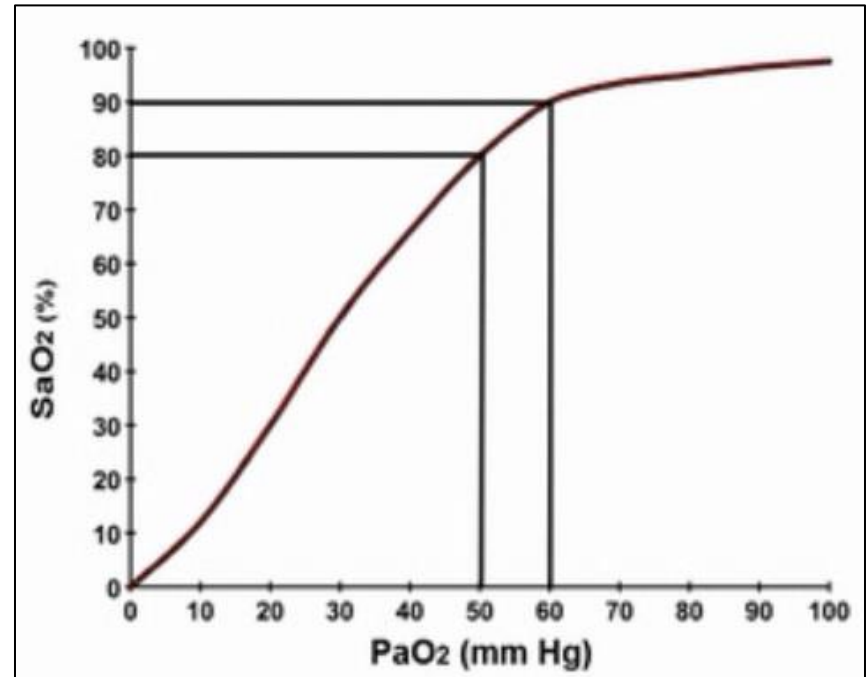
- Όταν ένα μόριο οξυγόνου προσδένεται στην αιμοσφαιρίνη η τεταρτοταγής δομή της αλλάζει και η συγγένεια των θέσεων που απομένουν γίνεται μεγαλύτερη για το οξυγόνο
- Αυτή η συνεργική δράση της πρόσδεσης του οξυγόνου αντικατοπτρίζεται στην καμπύλη κορεσμού της αιμοσφαιρίνης





# Καμπύλη κορεσμού αιμοσφαιρίνης

- Η δέσμευση οξυγόνου εξαρτάται από
  - pH
  - $PCO_2$
  - Θερμοκρασία
  - 2,3-BPG
- Κορεσμός  $SrO_2=90\%$  αντιστοιχεί σε  $PaO_2=60\text{mmHg}$



# Ενδείξεις παλμικής οξυμετρίας

- Η παλμική οξυμετρία είναι απαραίτητη σε όλες τις περιπτώσεις όπου μπορεί να έχουμε υποξυγοναιμία:
  - Χειρουργείο
  - Μονάδα εντατικής θεραπείας
  - Ανάνηψη
  - Τμήμα επειγόντων περιστατικών και ασθενοφόρο
  - Τμήμα ενδοσκοπήσεων
  - Εργαστήριο μελέτης ύπνου
  - Αιμοδυναμικό τμήμα
  - Θάλαμος ασθενών



# Άμεσο κλινικό όφελος

- Μπορεί να μειώσει την ανάγκη συχνής λήψης αερίων
- Εκτιμά άμεσα την κατάσταση οξυγόνωσης
- Διευκολύνει την ταχύτερη κλινική απόφαση



# Αντενδείξεις

- Δεν υπάρχει καμία προφανής αντένδειξη της χρήσης της
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους ασθενείς χωρίς κανέναν απολύτως κίνδυνο



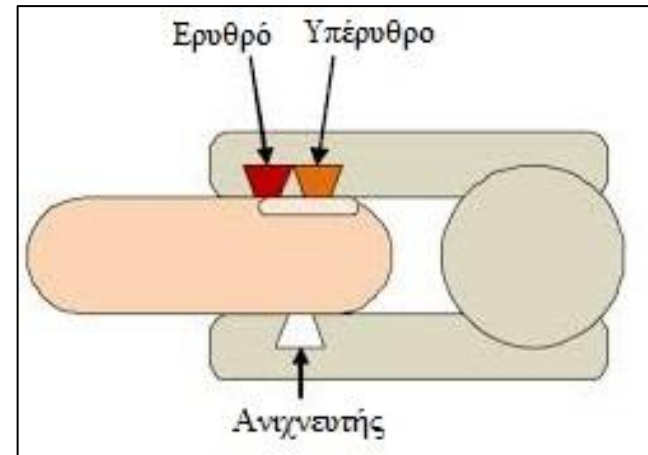
# Αρχή λειτουργίας

- Το παλμικό οξύμετρο αποτελείται από:
  - Περιφερική κεφαλή (probe) που έρχεται σε άμεση επαφή με τον ασθενή
  - Επεξεργαστή που λαμβάνει το σήμα και δίνει το αποτέλεσμα σε οθόνη



# Αρχή λειτουργίας

- Τυπικά η κεφαλή αποτελείται από 2 διόδους που εκπέμπουν φως και έναν ανιχνευτή
  - Οι διόδους εκπέμπουν φως διαφορετικού μήκους κύματος
  - Το φως απορροφάται από τους ιστούς
  - Το ποσό της απορρόφησης εκτιμάται από τον ανιχνευτή



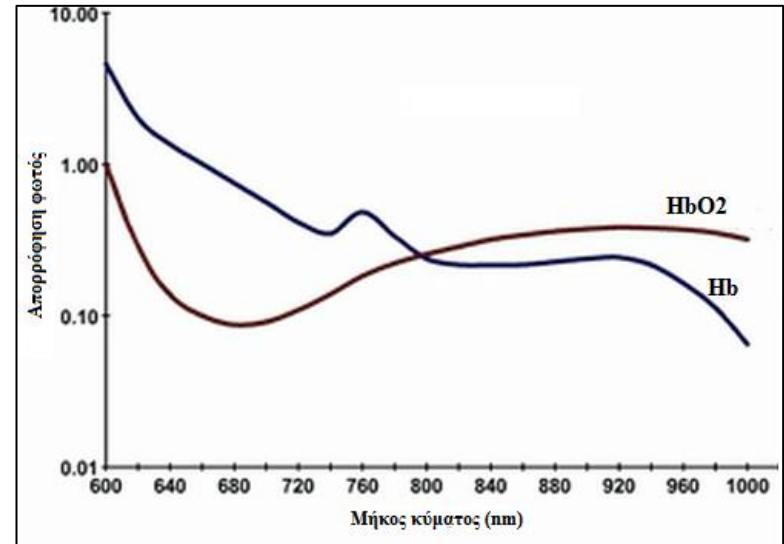
# Αρχή λειτουργίας

- Υπολογίζει την οξυαιμοσφαιρίνη  $HbO_2$
- Υπολογίζει τη δεοξυαιμοσφαιρίνη
- Υπολογίζεται έτσι αυτόματα ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο από τον τύπο  $SrO_2 = HbO_2 / (HbO_2 + Hb)$



# Αρχή λειτουργίας

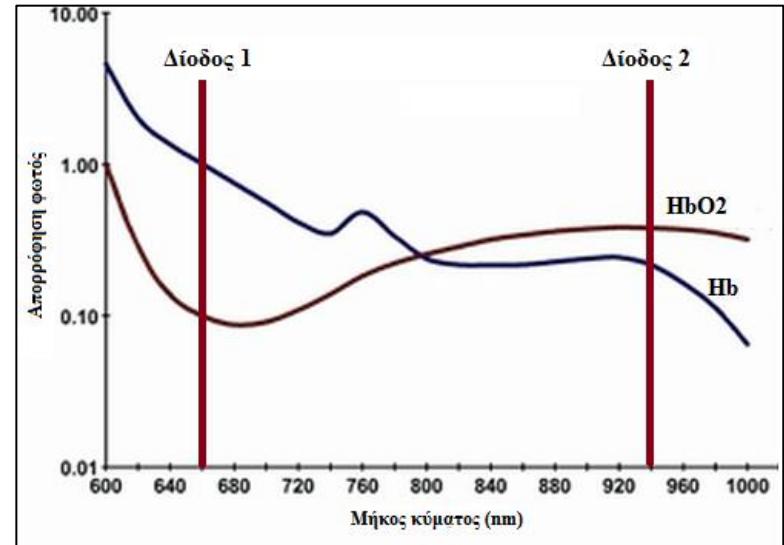
- Η  $HbO_2$  και η  $Hb$  απορροφούν το ερυθρό και το υπέρυθρο φως με διαφορετικό τρόπο





# Αρχή λειτουργίας

- Η μία δίοδος εκπέμπει φως στο φάσμα του ερυθρού, συνήθως στα 660nm, όπου η δεοξυαιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο
- Η δεύτερη δίοδος εκπέμπει φως στο φάσμα του υπερύθρου, συνήθως στα 940nm, όπου η οξυαιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο



# Αρχή λειτουργίας

- Ο επεξεργαστής αναλύει την απορρόφηση του φωτός που συμβαίνει στους ιστούς σε κάθε μήκος κύματος, ώστε να υπολογίσει τις συγκεντρώσεις της αιμοσφαιρίνης και της δεοξυαιμοσφαιρίνης
- Έτσι προκύπτει ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης που λαμβάνεται από το παλμικό οξύμετρο
  - SpO<sub>2</sub>



# Αρχή λειτουργίας

- Το οξύμετρο τοποθετείται κατά προτίμηση στο δάκτυλο του ασθενή
- Οι δίοδοι φωτός αναβοσβήνουν δεκάδες φορές το δευτερόλεπτο, τόσο κατά την αρτηριακή φάση (ροή αίματος), όσο και κατά τη φλεβική φάση (απουσία ροής αίματος)
- Στην αρτηριακή φάση υπολογίζεται απορρόφηση:
  - Αρτηριακού αίματος
  - Ιστών
  - Φλεβικού αίματος
- Στη φλεβική φάση υπολογίζεται η απορρόφηση:
  - Ιστών
  - Φλεβικού αίματος



# Αρχή λειτουργίας

- Ο επεξεργαστής αναλύει την απορρόφηση μεταξύ της αρτηριακής φάσης και της φλεβικής φάσης
- Έτσι προκύπτει το αποτέλεσμα του κορεσμού  $SpO_2$



# Τοποθέτηση κεφαλής οξυμέτρου

- Η κεφαλή (probe) πρέπει να τοποθετείται ώστε:
  - Ο ιστός να έχει καλή αιμάτωση
  - Το άκρο να μην κινείται πολύ
  - Να είναι άνετο για τον ασθενή
  - Να είναι εύκολα προσβάσιμο
- Συνηθέστερα χρησιμοποιούνται:
  - Δάκτυλα χεριών
  - Λοβοί ωτών
  - Δάκτυλα ποδιών



# Τοποθέτηση κεφαλής οξυμέτρου

- Στους ενήλικες τοποθετείται σε οποιαδήποτε πλευρά του σώματος
  - Προσοχή σε αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες (αιμοκάθαρση)
- Στα νεογέννητα προτιμάται η τοποθέτηση στη δεξιά πλευρά του σώματος
  - Πιθανότητα ανοικτού βοττάλειου πόρου
- Το μέγεθος της κεφαλής του οξυμέτρου πρέπει να είναι κατάλληλο:
  - Αν είναι αρκετά μεγάλη μπορεί να μετακινείται
  - Αν είναι αρκετά μικρή η φλεβική ροή μπορεί να κάνει παρεμβολές, με αποτέλεσμα χαμηλότερη ένδειξη
- Οι κεφαλές που μπορούν να κολλήσουν στο δάκτυλο είναι προτιμότερες



# Προβλήματα και περιορισμοί

- Κυριότερο πρόβλημα είναι η κίνηση:
  - Ρίγος
  - Ασθενής με σπασμούς
  - Μη συνεργάσιμος ασθενής
  - Μετακίνηση ασθενούς (ασθενοφόρο, ελικόπτερο)
- Αν η απεικονιζόμενη κυματομορφή δεν είναι η αναμενόμενη, αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην αξιολόγηση της τιμής του  $\text{SrO}_2$
- Η παρουσία έντονου φωτός μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές
- Η χρήση του σε μαγνητικό πεδίο, μπορεί επίσης να το επηρεάσει
  - Μαγνητικός τομογράφος



# Προβλήματα και περιορισμοί

- Το χρώμα στα νύχια που απορροφά κοντά στο μήκος κύματος της ερυθρής διόδου μπορεί να επηρεάσει τη μέτρηση
  - Αφαίρεση βαφής νυχιών
- Η χρήση χρωστικών στο αίμα επηρεάζει το αποτέλεσμα
  - Μπλε μεθυλενίου
  - Indigo carmine (γυναικολογικό χειρουργείο)
- Η απορρόφηση της καρβοξυαιμοσφαιρίνης (HbCO) στο ερυθρό είναι παρόμοια με της HbO<sub>2</sub>, επομένως μπορεί να είναι ψευδώς αυξημένη η τιμή του SpO<sub>2</sub>, ενώ η Po<sub>2</sub> μπορεί να είναι χαμηλότερη





# Προβλήματα και περιορισμοί

- Η απορρόφηση της καρβοξυαιμοσφαιρίνης (HbCO) στο ερυθρό είναι παρόμοια με της HbO<sub>2</sub>, επομένως μπορεί να είναι ψευδώς αυξημένη η τιμή του SpO<sub>2</sub>, ενώ η Po<sub>2</sub> μπορεί να είναι χαμηλότερη
- Η μεθαιμοσφαιρίνη (Met-Hb) στο ερυθρό απορροφά κοντά στο επίπεδο της δεοξυαιμοσφαιρίνης (Hb), έτσι μπορεί να είναι ψευδώς μειωμένη η τιμή του SpO<sub>2</sub>, ενώ η Po<sub>2</sub> μπορεί να είναι υψηλότερη
- Τα σύγχρονα οξύμετρα έλυσαν το πρόβλημα χρησιμοποιώντας διόδους που εκπέμπουν μέχρι και σε 8 διαφορετικά μήκη κύματος, ώστε να μην υπάρχουν παρεμβολές



# Προβλήματα και περιορισμοί

- Σημαντικοί περιορισμοί που οδηγούν σε λανθασμένο αποτέλεσμα
  - Περιφερική αγγειοσύσπαση
  - Σοκ
  - Υποθερμία
  - Αναιμία



# Προσοχή

- Η κεφαλή πρέπει να είναι σταθερή στη θέση της
- Το καλώδιο πρέπει να είναι συνδεδεμένο καλά στον επεξεργαστή
- Πρέπει να εμφανίζεται κόκκινο φως από τη δίοδο, αλλιώς μπορεί να χρειάζεται τοπικός καθαρισμός



# Επιπλοκές

- Πιθανή ισχαιμία άκρου από την παρατεταμένη πίεση
- Τραυματισμός κερατοειδή περιεγχειρητικά από απότομη κίνηση του χεριού
- Μηχανικός τραυματισμός



# Συμπέρασματα

- Το παλμικό οξύμετρο δίνει άμεσα στοιχεία για την οξυγόνωση του ασθενούς
- Είναι μη επεμβατική μέθοδος
- Δεν υποκαθιστά τη λήψη αερίων αίματος για την εκτίμηση της οξυγόνωσης και της οξεοβασικής ισορροπίας του ασθενούς
- Όταν χρησιμοποιείται κατάλληλα μπορεί να αποδειχθεί σωτήριο για τον ασθενή



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.1.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Κωνσταντίνος Σπυρόπουλος, Κυριάκος Καρκούλιας. «Παλμική Οξυμετρία. Διαγνωστικές εξετάσεις». Έκδοση: 1.1. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/MED983/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνες 1, 2, 3, 4: Δημοσθένης Λυκούρας, Όλγα Λάγιου. Δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες του έργου ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

**Πίνακες**

Δεν περιέχει.

