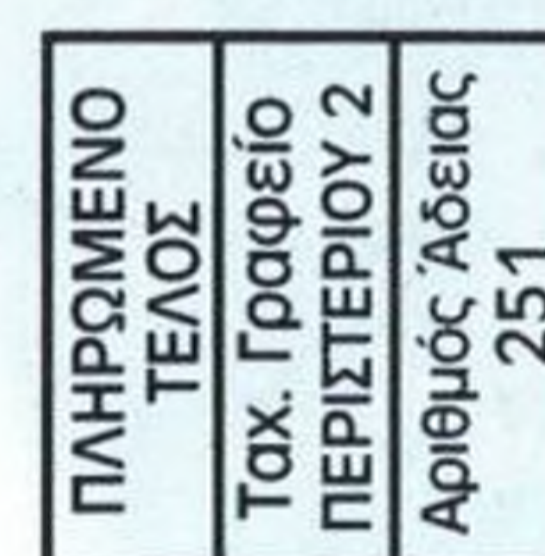


ΤΟ ΒΗΜΑ ΤΟΥ ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ



VEMA OF ASKLIPIOS

APRIL - JUNE 2006 VOLUME 5 No 2

QUARTERLY EDITION BY THE 1st NURSING DEPARTMENT
OF ATHENS TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTION

In cooperation with ION PUBLISHING GROUP

- Η Λήψη του Ιστορικού στην Ολιστική Φροντίδα Υγείας
 - Παλμική Οξυμετρία
 - Η Σημασία της Δραστηριότητας στο Χρόνιο Πόνο: Εργοθεραπευτική Προσέγγιση
 - Ο Νέος Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας
 - Η Νομική Προστασία του Ανηλίκου από τις Τηλεοπτικές Εκπομπές
 - Οι Μαρτυρίες του Κωνσταντίνου Μέρμηγκα
 - Νομοθετικά Μέτρα για την Προστασία της Μητρότητας στην Ελλάδα
- Taking Health History in Holistic Health Care
 - Pulse Oximetry
 - The Purposeful Activity in Chronic Pain: Occupational Therapy Approach
 - The New Medical Deontology Code
 - Children under 18 years old of Age Legal Protection against negative T.V. Effects
 - Testemovies of Konstantinos Mermigas
 - Legislative Measures Regarding the Protection of Motherhood in Greece

Σε συνεργασία με τον ΕΚΔΟΤΙΚΟ ΟΜΙΛΟ ΙΩΝ

Περιεχόμενα

Ανασκοπήσεις

Η Λήψη του Ιστορικού στην Ολιστική
Φροντίδα Υγείας
Τάσος Βαρθολομαίος 259

Παλμική Οξυμετρία
Σωτηρία Κουτσούκη, Δημήτριος Κοσμίδης 262

Ειδικό Άρθρο

Η Σημασία της Δραστηριότητας στο Χρόνιο Πόνο:
Εργοθεραπευτική Προσέγγιση
Ιωάννα Τζονιχάκη 269

Ο Νέος Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας
Ιωάννα Γιαρένη 275

Η Νομική Προστασία του Ανηλίκου
από τις Τηλεοπτικές Εκπομπές
Φ. Ομπέση 286

Οι Μαρτυρίες του Κωνσταντίνου Μέρμηγκα
*Αλεξανδρή Ελένη,
Αυρηλιώτης Σταμάτιος-Ευάγγελος* 292

Ερευνητική Εργασία

Νομοθετικά Μέτρα για την Προστασία
της Μητρότητας στην Ελλάδα
*Δέσποινα Σαπουντζή-Κρέπια,
Ευστράτιος Κρητικός, Katri Vehviläinen-Julkunen* 299

Οδηγίες για τους Συγγραφείς 304

Contents

Reviews

Taking Health History in Holistic
Health Care
A. A. Bartholomeos 259

Pulse Oximetry
Sotiria Koutsouki, Dimitrios Kosmidis 262

Specific Article

The Purposeful Activity in Chronic Pain:
Occupational Therapy Approach
Ioanna Tzonichaki 269

The New Medical Deontology Code
J.A. Giareni 275

Children under 18 years old of Age Legal
Protection against negative T.V. Effects
Ph. Obessi 286

Testemovies of Konstantinos Mermigas
Alexandri Eleni, Avriliotis Stamatios-Evangellos 292

Original Paper

Legislative Measures Regarding the Protection of
Motherhood in Greece
*Despina Sapountzi-Krepia, Efstratios Kritikos,
Katri Vehviläinen-Julkunen* 299

Instructions to Authors 304

ΠΑΛΜΙΚΗ ΟΞΥΜΕΤΡΙΑ

**Κουτσούκη Σωτηρία,
Κοσμίδης Δημήτριος**

Νοσηλεύτρες
Μονάδα Εντατικής Θεραπείας Γ.Ν Καβάλας

**Koutsouki Sotiria,
Kosmidis Dimitrios**

Nurse Kavala's of General Hospital

Περίληψη Παρ' όλο που η χρήση του παλμικού οξυμέτρου είναι ευρέως διαδεδομένη στην επείγουσα και εντατική φροντίδα ασθενών, πρόσφατες μελέτες αποδεικνύουν την έλλειψη γνώσεων σχετικά με αυτό από την πλευρά των νοσηλευτών και ιατρών.

Με τη χρήση του σημαντικού αυτού εργαλείου, τα επεισόδια υποξαιμίας μπορούν να ανιχνευτούν εγκαίρως, αποφεύγοντας τις σοβαρές επιπλοκές, συμβάλλοντας έτσι στην αποφυγή του κινδύνου της ψευδούς ασφάλειας του νοσηλευτικού και ιατρικού προσωπικού.

Στην ανασκόπηση αυτή περιγράφονται οι αρχές στις οποίες βασίζεται η παλμική οξυμετρία, η ακρίβεια και οι κλινικές εφαρμογές της καθώς και οι περιορισμοί της χρήσης της.

Λέξεις κλειδιά: Παλμική οξυμετρία, παλμικό οξύμετρο, monitoring, εντατική φροντίδα.

PULSE OXIMETRY

Abstract Although the use of pulse oximeter is widely widespread in critical care settings, recent studies have shown the lack of knowledge of nurses and doctors. With the use of this important tool, hypoxemic episodes can be detected in time, avoiding the serious complications contributing thus to avoidance of the risk of a false sense of security by medical staff. In this review are described the principles on which the pulse oximetry are based, the accuracy and clinical application as well as the limitations of its use.

Key words: pulse oximetry, pulse oximeter, monitoring, critical care

Υπεύθυνος Αλληλογραφίας:

Κουτσούκη Σωτηρία
Τ.Θ 167 Χρυσούπολη
Τ.Κ 64200

Τηλ.: 2591047322, κιν.: 6945198861, εργ.: 2510292251-2

Corresponding author:

Koutsouki Sotiria
Xrisoupoli
64200 Kavala
Tel: 2591047322

Εισαγωγή

Η συνεχής καταγραφή του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης στο αρτηριακό αίμα με τη μέθοδο της παλμικής οξυμετρίας αποτελεί πλέον βασικό στοιχείο στη φροντίδα των βαρέως πασχόντων ασθενών. Το ανθρώπινο μάτι είναι φτωχό στην αναγνώριση της υποξαιμίας. Με τη χρήση της μη επεμβατικής αυτής μεθόδου τα επεισόδια υποξαιμίας είναι περισσότερο αναγνωρίσιμα απ' ό,τι μπορούσε αρχικά να υποπτευθούν¹.

Παρ' όλο που η χρήση της παλμικής οξυμετρίας είναι πλέον αρκετά διαδεδομένη, μελέτες αποδεικνύουν το κενό γνώσεων γιατρών και νοσηλευτών^{2,3}.

Η εισαγωγή της παλμικής οξυμετρίας αποτέλεσε μια από τις σημαντικότερες προόδους στη συνεχή παρακολούθηση (monitoring) του αναπνευστικού και καρδιαγγειακού συστήματος των ασθενών όχι μόνο μέσα στο χειρουργείο, αλλά και στη ΜΕΘ, τη μονάδα μετανασθητικής φροντίδας, στα τμήματα επειγόντων περιστατικών και σε ορισμένες περιπτώσεις και στο περιβάλλον του θαλάμου νοσηλείας^{4,5}.

Οι νοσηλευτές πρέπει να κατανοούν και να είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία της παλμικής οξυμετρίας, τη διαχείριση του ασθενούς που παρακολουθείται με παλμικό οξύμετρο, τη σωστή ερμηνεία των αποτελεσμάτων καταγραφής, καθώς και την επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν απ' την χρήση συσκευών παλμικής οξυμετρίας⁶.

Οι συνέπειες ακόμη και μιας προσωρινής διακοπής της παροχής οξυγόνου μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή επιδείνωση της νοσηρότητας ή και σε θνητότητα. Με την αφύπνιση των νοσηλευτών, απέναντι σε ασθενείς που είναι δυνητικά υποξαιμικοί, η χρήση παλμικού οξυμέτρου μπορεί να οδηγήσει σε πρώιμες νοσηλευτικές παρεμβάσεις και γρήγορη θεραπεία έναντι σοβαρών και ανεπίστρεπτων επιπλοκών.

Ιστορικά Στοιχεία

Η έννοια της παλμικής οξυμετρίας δεν είναι νέα. Το 1935 ο Carl Mathes επινόησε πρώτος τη μέτρηση του κορεσμού του οξυγόνου στο ανθρώπινο σώμα χρησιμο-

ποιώντας δυο μήκη κύματος του φωτός. Η συσκευή ήταν χρήσιμη στην παρακολούθηση των τάσεων του κορεσμού, λόγω όμως του ογκώδους αισθητήρα η χρήση της ήταν πρακτικά αδύνατη. Σημαντικές εξελίξεις στη μη επεμβατική οξυμετρία συνέβησαν στην διάρκεια του 2ου παγκοσμίου πολέμου για τη διερεύνηση των υποξαιμικών προβλημάτων των αεροπόρων, τότε αναπτύχθηκε ένας ελαφρύς αισθητήρας αφτιού και την ίδια εποχή ο Glen Millikan ονόμασε την επινόηση αυτή οξύμετρο.

Στη δεκαετία του 60 ένας χειρουργός ο Robert Shaw ανέπτυξε ένα αυτοβαθμονομούμενο οξύμετρο οκταπλού μήκους κύματος, το οποίο αργότερα πουλήθηκε στην εταιρεία Hewlett Packard. Παρά τους περιορισμούς στην ακρίβεια των μετρήσεων του γρήγορα υιοθετήθηκε ως χρήσιμο εργαλείο ειδικά στα εργαστήρια μελετών ύπνου. Στη δεκαετία του 70 ο Takyo Aoyagi έκανε μια τυχαία ανακάλυψη ενώ εργαζόταν στην εταιρεία Nikon για την ανάπτυξη μιας μη επεμβατικής μέτρησης της καρδιακής παροχής. Παρατήρησε ότι η εναλλασσόμενη μεταβολή του όγκου του αρτηριακού αίματος στους ιστούς με κάθε παλμό, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη λήψη ενός σήματος εξαρτώμενου μόνο από τα χαρακτηριστικά του αρτηριακού αίματος με συνέπεια τη χρήση του στη μέτρηση του κορεσμού του αρτηριακού οξυγόνου.

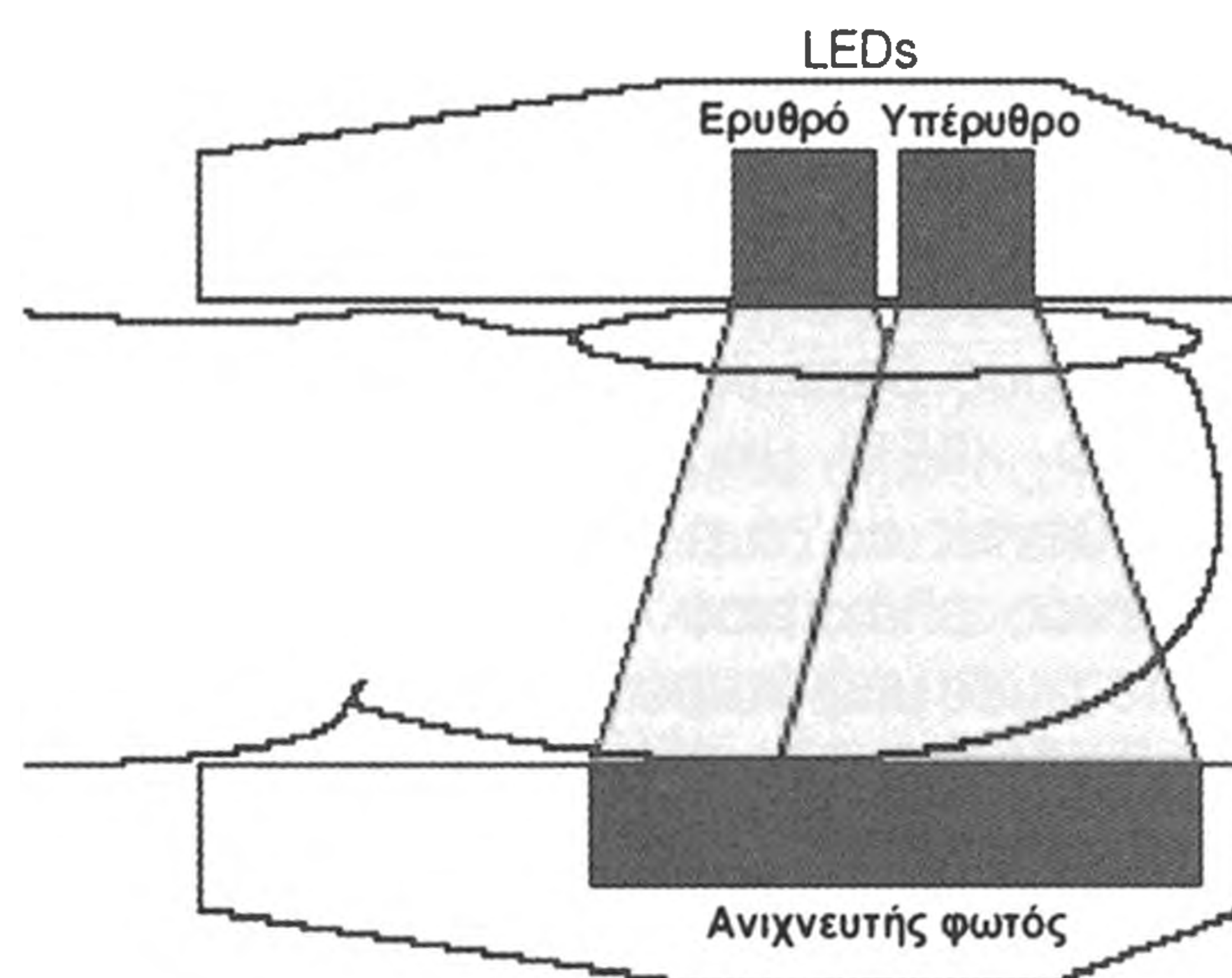
Έτσι βρέθηκε ότι κατά τη ρυθμική αλλαγή της μετάδοσης του φωτός ήταν δυνατό να απομονωθεί η απορρόφησή του από άλλους παράγοντες όπως φλεβικό αίμα, χρώμα δέρματος, ιστούς και οστά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας αυτοβαθμονομούμενης συσκευής με αρκετά απλοποιημένο αισθητήρα. Το 1974 η εταιρεία Nikon με τη βοήθεια του Takyo Aoyagi δέχτηκε την πατέντα γι' αυτό το εργαλείο. Στις αρχές του 80 η εταιρεία Biox & Nellcor με την εφαρμογή μικροεπεξεργαστών βελτίωσε τις ανακαλύψεις αυτές. Η νεότερη ανάπτυξη των διόδων εκπομπής φωτός (LEDs) στους αισθητήρες και των μικροεπεξεργαστών, που με βάση αλγορίθμων αναλύουν τις οπτικές μεταβολές σε ηλεκτρικό σήμα, καθιέρωσε μια τεχνική περαιτέρω και έτσι τα παλμικά οξύμετρα εισήχθησαν ευρέως στην κλινική πράξη^{7,8,9}.

Αρχές της Παλμικής Οξυμετρίας

Η παλμική οξυμετρία χρησιμοποιεί συνδυασμό της σπεκτροφωτομετρίας και της πληθυσμογραφίας. Η σπεκτροφωτομετρία βασίζεται στους νόμους των Beer και Lambert. Ο Νόμος του Beer συσχετίζει την ποσότητα του φωτός, που απορροφάται με τη συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας στο διάλυμα. Ο νόμος του Lambert συσχετίζει την απορρόφηση του φωτός με το πάχος του απορροφητικού στρώματος¹⁰. Η πληθυσμογραφία μετρά τις ρυθμικές αλλαγές στον όγκο του αρτηριακού αίματος στην πλευρά του αισθητήρα και απεικονίζει ένα πληθυσμογραφικό κύμα, το οποίο μπορεί να βοηθήσει

στη διάκριση ενός ψευδούς από ένα αληθινό σήμα. Για κάθε ουσία που μετράται απαιτείται ένα μήκος κύματος, επομένως για τη μέτρηση της οξυαιμοσφαιρίνης και της αναχθείσας αιμοσφαιρίνης χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικά μήκη κύματος.

Τα παλμικά οξύμετρα ανιχνεύουν τον κορεσμό του οξυγόνου μετρώντας την απορρόφηση του φωτός από το αρτηριακό αίμα σε δυο μήκη κύματος φωτός: στα 660 nm (ερυθρό) και 940 nm (υπέρυθρο). Η φωτεινή πηγή που ενσωματώνεται στον αισθητήρα περιλαμβάνει δύο LEDs από τη μια πλευρά και έναν ανιχνευτή φωτός από την άλλη, ο οποίος μετατρέπει το φως πρόσπτωσης σε ηλεκτρικό σήμα (σχήμα 1). Οι δύο δίοδοι εκπέμπουν με συχνότητα 400 με 480 φορές το δευτερόλεπτο η καθεμία εναλλάξ και μ' αυτό τον τρόπο είναι δυνατό ο ανιχνευτής να συλλογιστεί ένα μήκος κύματος την κάθε φορά.



Σχήμα 1: Τοποθέτηση του ανιχνευτή φωτός και των διόδων εκπομπής φωτός του αισθητήρα ενός παλμικού οξύμετρου.

Αυτά τα μήκη κύματος παρέχουν μεγάλη ακρίβεια, διότι υπάρχει μεγάλη διαφορά στην απορρόφηση της οξυαιμοσφαιρίνης (HbO_2) και της αναχθείσας αιμοσφαιρίνης (Hb) στις δύο αυτές τιμές κύματος¹¹. Τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται βασίζονται στο γεγονός ότι στην περιοχή του ερυθρού φωτός η οξυαιμοσφαιρίνη απορροφά λιγότερο φως από την αναχθείσα, ενώ στην περιοχή του υπέρυθρου συμβαίνει το αντίστροφο⁷. Με τη σύγκριση των ποσοτήτων απορρόφησης υπέρυθρου και ερυθρού κατά την παλμική αρτηριακή ροή, αξιολογείται το ποσοστό της οξυαιμοσφαιρίνης ως προς την αναχθείσα αιμοσφαιρίνη δηλαδή το ποσοστό κορεσμού της αιμοσφαιρίνης στο αρτηριακό αίμα του ασθενούς. Για παράδειγμα, αν ο ασθενής έχει κορεσμό 98% αυτό σημαίνει ότι 98% της αιμοσφαιρίνης είναι κορεσμένη με οξυγόνο και 2% όχι. Οι τιμές που καταγράφονται δεν είναι στιγμιαίες αλλά ο μέσος όρος τριών μέχρι δέκα δευτερολέπτων, που λαμβάνεται, ώστε να μειωθούν οι επιδράσεις από τις κινήσεις του ασθενούς^{6,11}.

Ακρίβεια

Η ακρίβεια των εμπορικά διαθέσιμων οξυμέτρων στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς έχει επικυρωθεί σε αρκετές μελέτες¹. Συγκρινόμενες με τις καθιερωμένες μετρήσεις του *in vitro* σπεκτροφωτομετρικού οξυμέτρου αίματος (CO-oximeter) τα παλμικά οξυμέτρα έχουν μέση διαφορά (bias) κάτω του 1% και μια σταθερή απόκλιση (SD) κάτω του 2% όταν ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης στο αρτηριακό αίμα (SaO₂) είναι μεγαλύτερος του 90%¹². Σε παρόμοιες μελέτες βρέθηκε ότι για SpO₂ μεγαλύτερο του 70% περίπου το 95% των μετρήσεων είχε απόκλιση $\pm 4\%$ και το 68% των μετρήσεων είχε απόκλιση $\pm 2\%$ από τον πραγματικό κορεσμό. Για παράδειγμα σε έναν ασθενή με SpO₂ 92% κατά 95% η τιμή SaO₂ θα είναι μεταξύ 88% και 96%. Η ακρίβεια της μέτρησης των σφύξεων με την παλμική οξυμετρία είναι $\pm 1-2$ σφύξεις ανά λεπτό για περιοχή ανίχνευσης σφύξεων από 30 έως 250 ανά λεπτό. Σε ασθενείς με χαμηλές τιμές κορεσμού (SpO₂ \leq 70%) αυτές μπορεί να θεωρηθούν ανακριβείς, αλλιά ακόμη και σ' αυτούς τους ασθενείς η παλμική οξυμετρία είναι χρήσιμη για την τάση που παρουσιάζουν οι μετρήσεις^{11,12,13}. Στην κλινική πράξη ένα SpO₂ 95% - 96% είναι επαρκές για να «εξασφαλίσει» ένα SaO₂ μεγαλύτερο η ίσο του 90% στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς. Ένα υψηλότερο SpO₂ (95%) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έγχρωμους ασθενείς απ' ό,τι σε λευκούς (92%) για την εξασφάλιση ενός ελάχιστου PaO₂ 60 mmHg. Το πιο σωστό είναι σε τιμές μικρότερες απ' αυτές να αρχίζει μια γενικότερη αξιολόγηση και πρόωρη παρέμβαση για την αποφυγή του κινδύνου της υποξαιμίας^{11,14,15}.

Τύποι και Περιοχές Τοποθέτησης Αισθητήρων

Οι αισθητήρες των παλμικών οξυμέτρων είναι δυο τύπων: Οι τύπου clip (συνδετήρας ή μανταλάκι) και οι αυτοκόλλητοι μιας χρήσης αισθητήρες. Περιοχές όπως τα δάκτυλα των χεριών ή των ποδιών, ο λοβός του αφτιού, το μέτωπο, το μάγουλο, η μύτη έχουν χρησιμοποιηθεί. Στα παιδιά εύκαμπτοι αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί στη γέφυρα του ποδιού (καμάρα), το πέος και το βραχίονα. Η ακρίβεια των αισθητήρων αυτών ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα και την περιοχή τοποθέτησης⁷.

Γενικά η συνολική απόδοση των αισθητήρων των δακτύλων είναι καλύτερη από την αντίστοιχη απόδοση άλλων περιοχών του σώματος. Σε μια μελέτη 10 παλμικών οξυμέτρων βρέθηκε ότι η χρήση αισθητήρα δακτύλων σε ασθενείς με κλινική εικόνα φτωχής περιφερικής αιμάτωσης, παρουσίαζε μικρότερη σταθερή απόκλιση (SD) κατά 3% έναντι αισθητήρων του αφτιού, της μύτης ή του μετώπου αναφορικά με τις τιμές του CO-οξυμέτρου¹⁶.

Εξαιτίας του ότι ο λοβός του αφτιού είναι η λιγότερο αγγειοεπηρεαζόμενη περιοχή και η λιγότερο ευαί-

σθητη στην απώλεια σήματος, μπορεί να έχει γρηγορότερη ανταπόκριση και μεγαλύτερη ακρίβεια σε περιόδους αγγειοσύσπασης και υπότασης. Επιπρόσθετα, η κυματομορφή του παλμικού οξυμέτρου μπορεί να αποτελέσει ένα κατάλληλο μέσο παρακολούθησης της συστηματικής κυκλοφορίας¹⁷.

Οι αισθητήρες μετώπου έχουν εισαχθεί πρόσφατα στην κλινική πρακτική. Είναι κλινικά χρήσιμοι όσο και αυτοί των δακτύλων, όταν διατηρείται επαρκώς η περιφερική κυκλοφορία. Έχουν όμως, σύμφωνα με τις υπάρχουσες έρευνες, το πλεονέκτημα των γρηγορότερων χρόνων απόκρισης και της μη επιρροής σε συνθήκες χαμηλής περιφερικής αιμάτωσης. Κατά τη διάρκεια μιας μελέτης των πληθυσμογραφικών μορφών κυμάτων από διάφορες περιοχές (δάκτυλο, αφτί και μέτωπο) διαπιστώθηκε ότι σε μερικές περιπτώσεις η κυματομορφή από το μέτωπο έγινε απροσδόκητα σύνθετη στη διαμόρφωση, η οποία αποδόθηκε στην παρουσία υποκείμενου φλεβικού σήματος. Θεωρείται όμως ότι η παρεμβολή των φλεβικών κυμάτων είναι αποτέλεσμα της μεθόδου τοποθέτησης του αισθητήρα και όχι της ανάληψής του^{18,19}.

Επιπλοκές

Οι επιπλοκές της παλμικής οξυμετρίας είναι σχετικά σπάνιες και συμβαίνουν κυρίως στα νεογνά και στους ηλικιωμένους. Σ' αυτές περιλαμβάνονται εγκαύματα δέρματος, νέκρωση ιστών από την πίεση του αισθητήρα, υπεριώδες μαύρισμα καθώς και αλλεργική αντίδραση στο υλικό ορισμένων αυτοκόλλητων αισθητήρων^{7,11}. Σε μια πρόσφατη μελέτη η συχνότητα του τραυματισμού των δακτύλων απ' τον αισθητήρα ήταν 5% και συσχετίστηκε συχνότερα με τη χρήση νορεπινεφρίνης. Η συχνή αλλαγή της θέσης του αισθητήρα μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις επιπλοκές αυτές²⁰.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα με την παλμική οξυμετρία είναι ότι μπορεί να παρέχει μια λανθασμένη αίσθηση ασφάλειας στο προσωπικό του νοσοκομείου. Έτσι ένας ασθενής που λαμβάνει συμπληρωματικό O₂ μπορεί να υποπέσει σε σοβαρή επιδείνωση του τύπου μιας παρατεταμένης άπνοιας ή υπερκαπνίας, ενώ ο κορεσμός (SpO₂) να παραμένει ανεπηρέαστος. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί παρερμηνεία της ικανότητας του μηχανήματος από το προσωπικό (υπερεκτίμηση) και όχι δυσλειτουργία του μηχανήματος⁷.

Κλινικές Εφαρμογές

Η παλμική οξυμετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες καταστάσεις για τη συνεχή ή μη καταγραφή του κορεσμού. Οι καταστάσεις αυτές περιγράφονται γενικότερα στον πίνακα^{11,4,5,6,11,21,22}.

Πίνακας 1. Κλινικές εφαρμογές παλμικής οξυμετρίας.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
Σε ασθενείς με δυνητικό κίνδυνο υποξαιμίας (εσωτερικούς, εξωτερικούς και ασθενείς στο σπίτι)	Ανίχνευση της υποξαιμίας γρηγορότερα από την κλινική παρατήρηση
Κατά τη διάρκεια της αναισθησίας σε ενήλικες και παιδιά	Η παλμική οξυμετρία είναι πρότυπο πρακτικής στην αναισθησιολογία. Η χρήση της αυξάνει την ανίχνευση της υποξαιμίας.
Στη μεταναισθητική φροντίδα σε ενήλικες και παιδιά	Η παλμική οξυμετρία είναι πρότυπο πρακτικής στη μεταναισθητική φροντίδα λόγω των κοινών δράσεων των αναισθητικών, κατασταλτικών, μυοχαλαρωτικών και οπιοειδών φαρμάκων.
Σε ενήλικες και παιδιά οι οποίοι χρειάζονται εντατική φροντίδα ειδικά σε ασθενείς, που έχουν οριακή ή ασταθή οξυγόνωση ή λαμβάνουν υψηλό FiO ₂ ή είναι κατασταλημένοι.	Η χρήση της παλμικής οξυμετρίας σε ασταθείς ασθενείς οδηγεί στην έγκαιρη ανίχνευση, διόρθωση και μείωση των σοβαρών συνεπειών της υποξαιμίας.
Κατά τη διάρκεια επεμβατικών διαδικασιών: τοποθέτηση κεντρικών γραμμών βρογχοσκόπηση, ενδοσκόπηση, καρδιακού καθετηριασμού κ.λπ	Ο κίνδυνος της υποξαιμίας αυξάνεται με τη χρήση της θέσης trendelenburg, την τοποθέτηση πεδίων πάνω στο πρόσωπο, τη διάρκεια της διαδικασίας και την χρήση κατασταλτικών και αναλγητικών φαρμάκων κατά τη διάρκεια αυτής.
Στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, κατά την παρακολούθηση ασθενών (ενήλικες, παιδιά) που βρίσκονται σε κίνδυνο από προβλήματα αναπνευστικού.	Η παλμική οξυμετρία επιτρέπει την άμεση ανίχνευση της πτώσης του SaO ₂ αρκετά πριν την κλινική εμφάνισή του και μπορεί να βοηθήσει στη διαλογή των ασθενών (triage) λόγω της εύκολης καταγραφής του.
Κατά τη διάρκεια του απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα (weaning), την χρήση της συνεχούς θετικής πίεσης αεραγωγών και την τιτλοποίηση του χορηγούμενου οξυγόνου.	Η παλμική οξυμετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της ανάληψης των αερίων αρτηριακού αίματος κατά τη διάρκεια του απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα. Παρά τις αντικρουόμενες απόψεις των ερευνητών η χρήση της παλμικής οξυμετρίας φαίνεται ότι μειώνει τον απαιτούμενο αριθμό αναλήψεων (ABGs) στους ασθενείς μειώνοντας έτσι και το κόστος νοσηλείας.
Σε ενήλικες και παιδιά κατά τη μεταφορά τους από το χειρουργείο στην ανάνηψη και κατά τη μεταφορά αυτών έξω από τη ΜΕΘ.	Σημαντική υποξαιμία μπορεί να συμβεί στη διάρκεια μεταφοράς.
Σε ενήλικες και παιδιά που λαμβάνουν ινóτροπα, αγγειοδραστικά, κατασταλτικά ή αναλγητικά.	Τα αγγειοδραστικά φάρμακα μπορεί να είναι αιτία αλλαγών στην οξυγόνωση, η οποία ανιχνεύεται ευκολότερα με την παλμική οξυμετρία απ' ό,τι με άλλες μεθόδους.
Τιτλοποίηση του εισπνεόμενου οξυγόνου στα πρόωρα νεογνά και στους ασθενείς με σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας ενηλίκων (ARDS).	Στον περιορισμό της τοξικότητας του οξυγόνου στα πρόωρα νεογνά και στους ασθενείς με ARDS, στους οποίους είναι αποδεκτό ένα SpO ₂ 88-90%.
Προνοσοκομειακό περιβάλλον	Ανίχνευση της υποξαιμίας γρηγορότερα από την κλινική παρατήρηση, αποφυγή της υπερβολικής θεραπείας με οξυγόνο ασθενών που μεταφέρονται με ασθενοφόρο.

Πλεονεκτήματα και Μειοεκρήματα

Σήμερα η παλμική οξυμετρία είναι ευρέως διαδεδομένη και αποδεκτή αποτελώντας το βασικό ελάχιστο στάνταρτ ελέγχου και παρακολούθησης του ασθενούς. Στα σαφή πλεονεκτήματα του παλμικού οξυμέτρου συμπεριλαμβάνονται η συνεχής παροχή πληροφοριών, η αξιοπιστία των μετρήσεων στο εύρος τιμών 80% έως 100%, ο μη επεμβατικός χαρακτήρας, η ευχρηστία και το χαμηλό κόστος. Αντίθετα, δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις μεταβολές της μερικής πίεσης του οξυγόνου

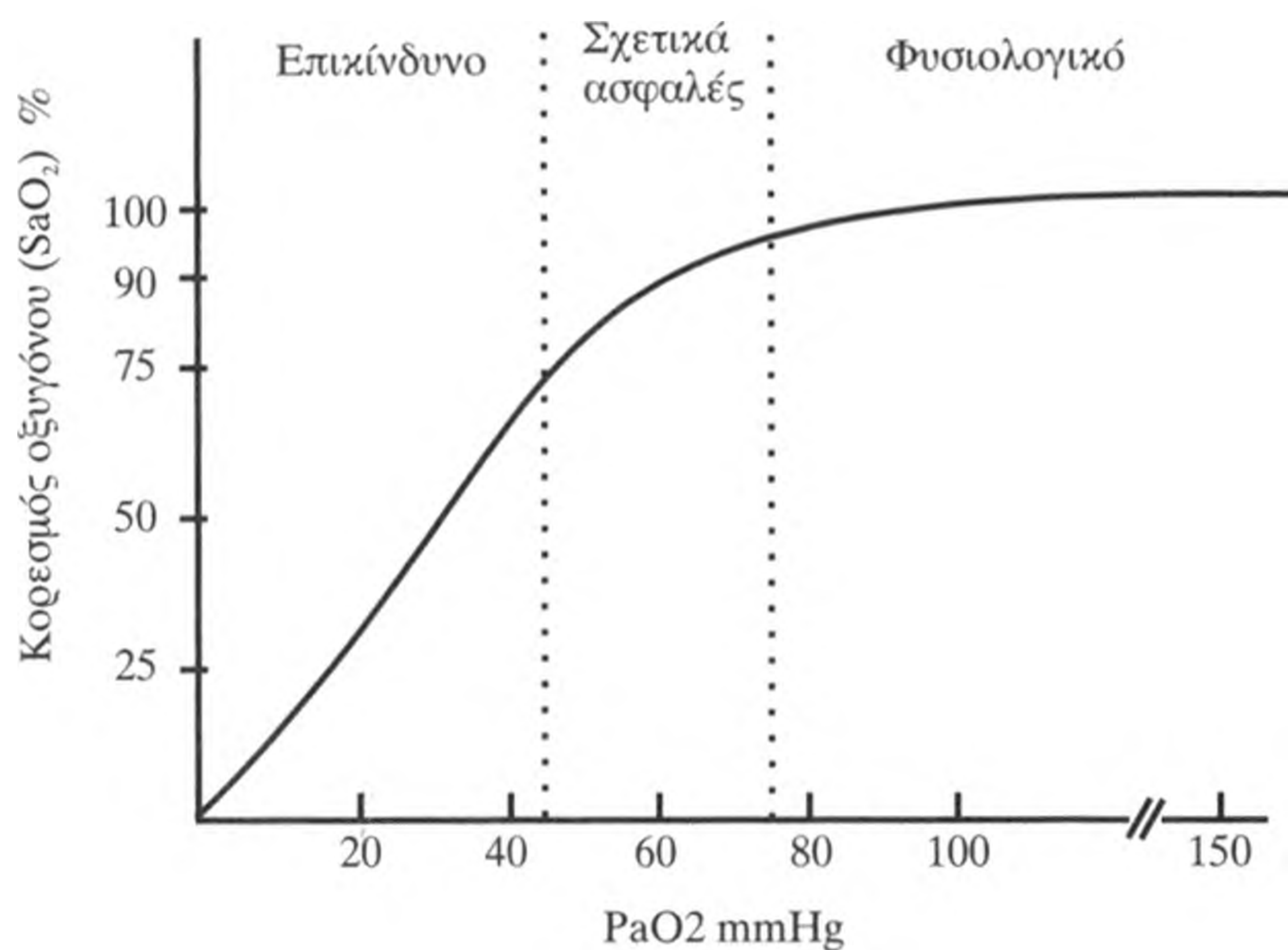
(PaO₂), τη μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς, τον επαρκή αερισμό, την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και την ολική τιμή της αιμοσφαιρίνης^{4,9,13,15,23}.

Παράγοντες που επηρεάζουν την Ακρίβεια της Παλμικής Οξυμετρίας

Τα παλμικά οξυμέτρα έχουν ορισμένους περιορισμούς που επηρεάζουν την ακρίβεια των καταγραφόμενων μετρήσεων της:

A. Φυσιολογικοί περιορισμοί

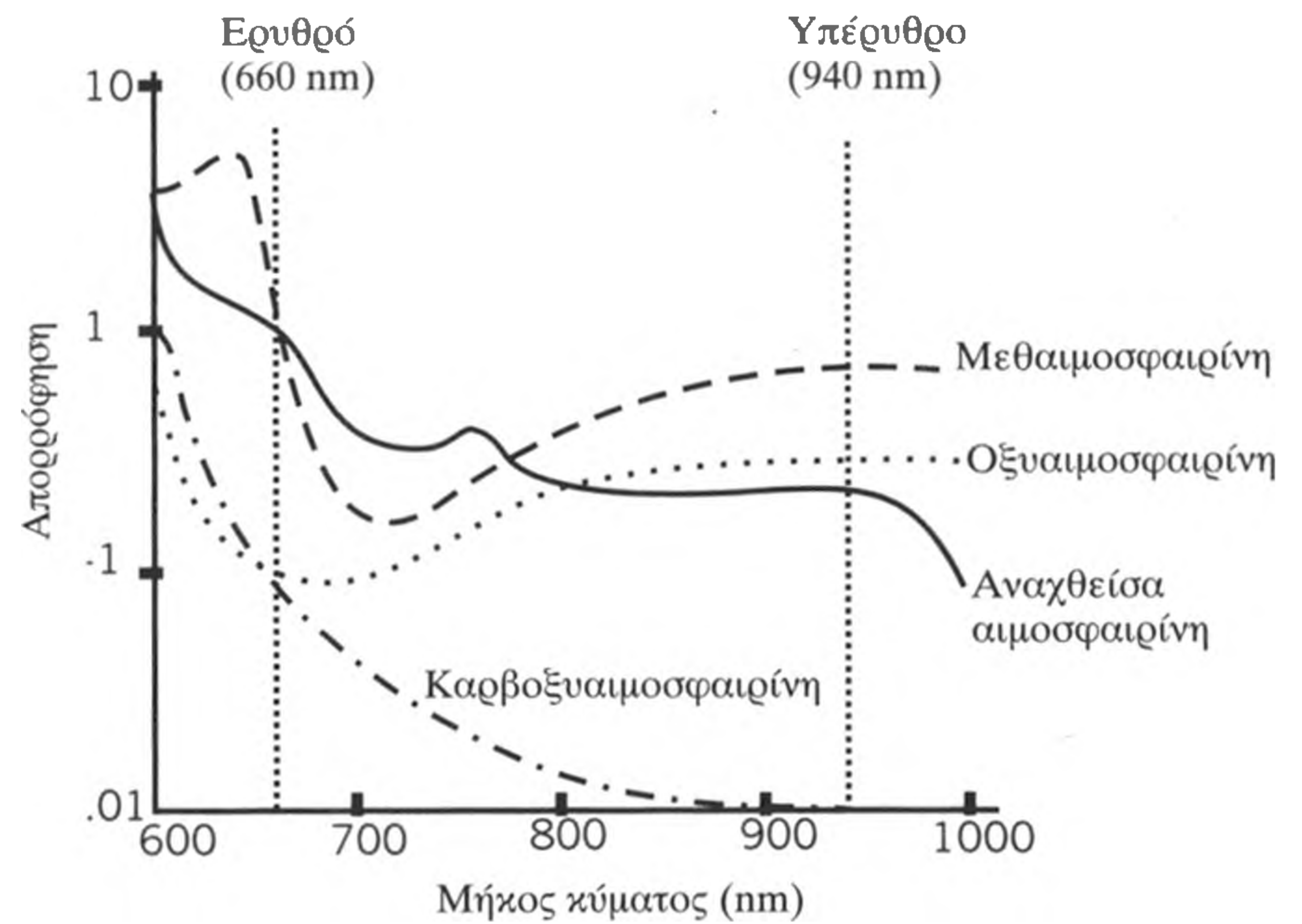
Καμπύλη διαχωρισμού της αιμοσφαιρίνης. Η παλμική οξυμετρία μετρά τον αρτηριακό κορεσμό και όχι την μερική πίεση του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα, η οποία φυσιολογικά είναι ανάλογη με την αρτηριακή τάση του οξυγόνου σύμφωνα με την καμπύλη διαχωρισμού της αιμοσφαιρίνης. Φυσιολογικά στην καμπύλη υπάρχει αναλογική συσχέτιση τιμών του PaO₂ και του SaO₂ κυρίως σε εύρος τιμών 80-100% του SaO₂. Διάφοροι όμως παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν απόκλιση στη σχέση αυτή, όπως η θερμοκρασία, το pH και η PaCO₂. Επειδή η καμπύλη διαχωρισμού της αιμοσφαιρίνης (σχήμα 2) έχει σιγμοειδές σχήμα η οξυμετρία δεν είναι ικανή στην ανίχνευση σημαντικών αλλαγών στην PaO₂ σε υψηλά επίπεδα οξυγόνωσης. Στο άνω οριζόντιο τμήμα της καμπύλης μεγάλες αλλαγές του PaO₂ επιφέρουν μικρές αλλαγές στο SaO₂^{1,15}.



Σχήμα 2: Καμπύλη διαχωρισμού αιμοσφαιρίνης. Σε φυσιολογικά επίπεδα αιμοσφαιρίνης pH και θερμοκρασίας σώματος, μια PaO₂ 70-100 mmHg είναι φυσιολογική.

B. Παρουσία παθολογικών αιμοσφαιρινών.

1. Η **μεθαιμοσφαιρίνη** έχει τα ίδια χαρακτηριστικά απορρόφησης με την οξυαιμοσφαιρίνη και την αναχθείσα αιμοσφαιρίνη και στα δύο μήκη κύματος, που χρησιμοποιούνται απ' τα παλμικά οξύμετρα (σχήμα 3). Το παλμικό οξύμετρο δεν μπορεί να διαφοροποιήσει αυτή την ομοιότητα στην απορρόφηση του φωτός. Όσο πιο υψηλά είναι τα επίπεδα της μεθαιμοσφαιρίνης τόσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση, που μπορεί να επηρεάσει έως και 85% την τιμή του SpO₂. Ορισμένα φάρμακα όπως τοπικά αναισθητικά, υποκατάστατα πλάσματος, καθώς και η χρήση του νιτρικού οξέος ως θεραπευτικού μέσου είναι πιθανές αιτίες παραγωγής μεθαιμοσφαιρίνης^{7,24}.
2. Η **καρβοξυαιμοσφαιρίνη** επηρεάζει την ακρίβεια των μετρήσεων κατά τον ίδιο τρόπο με τη μεθαιμοσφαιρίνη (σχήμα 3). Μελέτη σε 149 ασθενείς με μέση τιμή καρβοξυαιμοσφαιρίνης 4g/100mL έδειξε ότι το SpO₂ αυξήθηκε πλάσματικά κατά 4%. Σε ασθενείς με



Σχήμα 3: Απορρόφηση του μεταβιβαζόμενου φωτός για τα 4 είδη αιμοσφαιρίνης.

δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε μια μελέτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων SpO₂ είχαν θεματικά μεγάλη απόκλιση (υπερεκτίμηση κατά 200%) από το πραγματικό SaO₂. Υψηλά επίπεδα καρβοξυαιμοσφαιρίνης παρατηρούνται επίσης και στους καπνιστές. Η υποψία παρουσίας των ουσιών αυτών, από το ιστορικό του ασθενούς, θα πρέπει να προβληματίσει το νοσηλευτή, ενώ η λήψη δείγματος αερίων αρτηριακού αίματος σε ορισμένες περιπτώσεις επιβάλλεται^{7,24}.

3. **Αναιμία.** Καθώς οι μετρήσεις της παλμικής οξυμετρίας αφορούν στην απορρόφηση του φωτός από την αιμοσφαιρίνη η ακρίβειά της επηρεάζεται από τις τιμές της αιμοσφαιρίνης του αίματος παρ' όλο που οι σχετικές μελέτες είναι περιορισμένες. Σε μία απ' αυτές βρέθηκε ότι, σε ασθενείς με αναιμία (Hb<4,7g/dl) υπήρχε απόκλιση 4% σε σχέση με το SaO₂, ενώ σε μια άλλη μελέτη σε ασθενείς με δρεπανοκυτταρική αναιμία υπήρχε απόκλιση 4% έναντι της ομάδας ελέγχου^{7,25}.

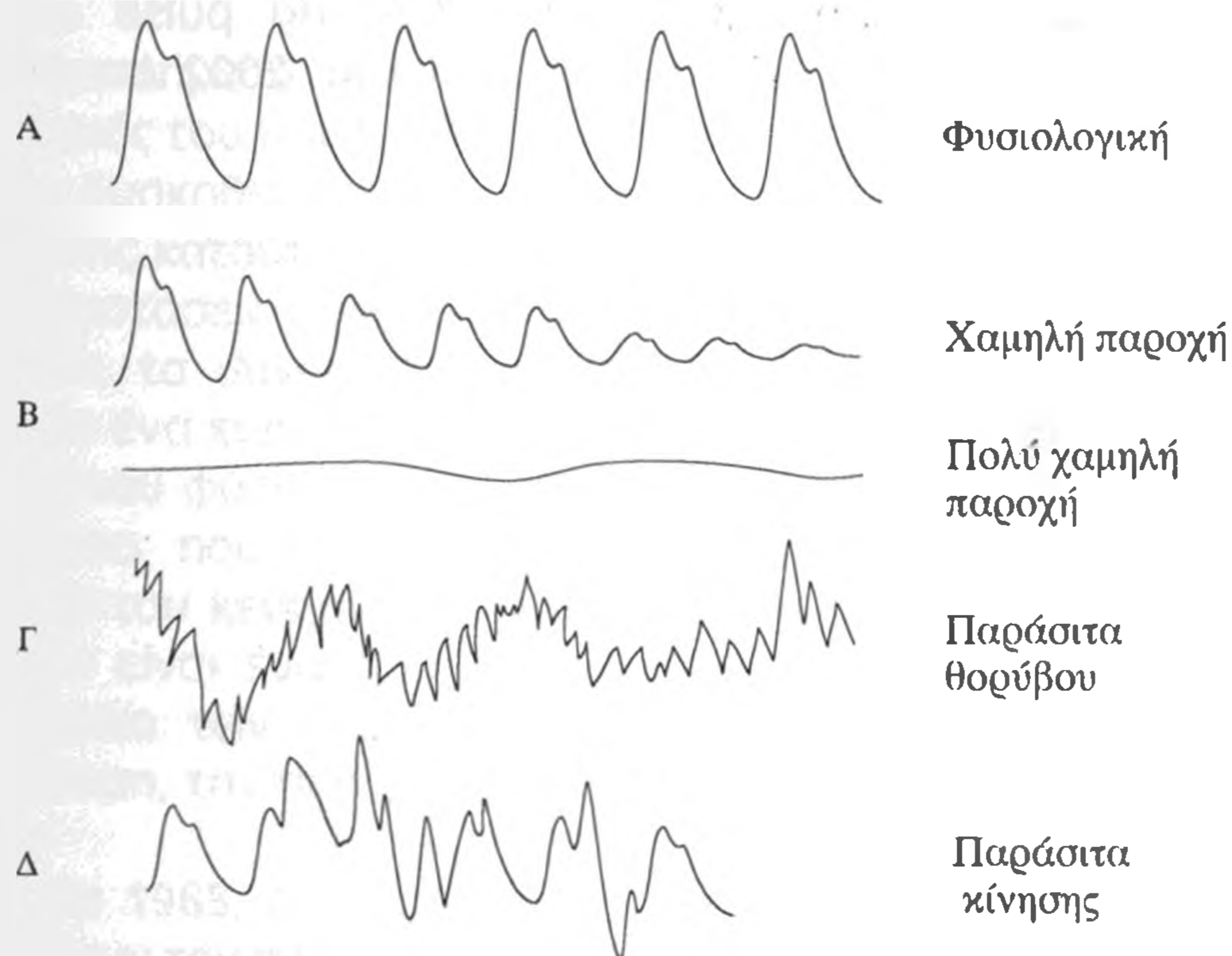
Γ. Παρουσία χρωστικών ουσιών.

1. **Ενδοφλέβιες σκιαγραφικές ουσίες.** Παρουσία ουσιών όπως το κυανό του μεθυλενίου, η ινδοκιανίνη, η ιντικοκαρμίνη, αποτελούν λανθασμένα αιτίες χαμηλών τιμών SpO₂ εξαιτίας της ομοιότητας τους στην απορρόφηση του φωτός σε μήκος κύματος, όπως η αιμοσφαιρίνη. Οι λανθασμένες, καταγραφόμενες τιμές είναι συνήθως παροδικές, καθώς οι ουσίες αυτές αποβάλλονται από τον ανθρώπινο οργανισμό μέσα σε 20 λεπτά²⁴.
2. **Χρώμα του δέρματος.** Μη ακριβείς μετρήσεις έχουν παρατηρηθεί σε έγχρωμους ασθενείς. Σε περιπτώσεις με βαρέως πάσχοντες ασθενείς έχει καταγραφεί, μια μέση διαφορά της τάξης του 4% παρατηρείται μια λίστα συχνότερα στους έγχρωμους κατά 27% έναντι 11% των λευκών ασθενών¹.
3. **Βερνίκια νυχιών.** Αποτελούν ένα πρόβλημα στην ακρίβεια των παλμικών οξύμετρων είτε λόγω του ότι

διασκορπίζουν την οδό του φωτός, είτε εξαιτίας του ότι διαποτίζουν τους ιστούς. Ειδικά το μπλε, το πράσινο, το μαύρο φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο, αντίθετα το κόκκινο το ροζ καθώς και τα ακρυλικά νύχια δεν παρεμβάλλονται κατά τις μετρήσεις. Πριν την τοποθέτηση του αισθητήρα καλό είναι να αφαιρούνται τα βερνίκια νυχιών. Μια άληη τεχνική που μπορεί να παρακάμψει το πρόβλημα είναι η πλάγια τοποθέτηση του αισθητήρα στο δάκτυλο^{1,11,24,26}.

Δ. Περιορισμοί στη επεξεργασία του σήματος.

1. **Φως του περιβάλλοντος.** Έχουν καταγραφεί λανθασμένα χαμηλότερες τιμές λόγω της χρήσης φωτισμού φθορίου και ξένου των χειρουργικών προβολέων ή λόγω της άμεσης έκθεσης στο ηλιακό φως. Αντίθετα σε μια πρόσφατη μελέτη δεν αναφέρθηκαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις από το φως του περιβάλλοντος στις καταγραφόμενες μετρήσεις. Τέτοιου είδους επιδράσεις μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την κάλυψη του αισθητήρα με αδιαφανές υλικό^{7,24,27}.
2. **Παράσιτα κίνησης.** Η κίνηση είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που επηρεάζει την ακρίβεια και δημιουργεί λανθασμένα σήματα συναγερμού (false alarm). Η κίνηση ποικίλλει μεταξύ των ηλικιακών ομάδων και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: στη μεγάλη κίνηση που εξαλείφει το σήμα και στη μέτρια κίνηση που μπορεί ή και όχι να επηρεάσει το σήμα (σχήμα 4). Τα νέας γενιάς παλμικά οξύμετρα όπως το FAST SpO₂, το Masimo SET και το Oxismart χρησιμοποιούν τεχνολογικές προσεγγίσεις οι οποίες βοηθούν στην εξαγωγή αληθινού σήματος από τα παράσιτα θορύβου και χαμηλής παροχής ανιχνεύοντας τις πραγματικές αλλαγές στο SpO₂ και μειώνοντας στο μισό τη συχνότητα εμφάνισης συναγερμών. Η χρήση της νέας τεχνολογίας καθώς και η χρήση αυτοκόλλητων αισθητήρων μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις μετρήσεις^{1,8,24,28}.



Σχήμα 4: Συνήθεις κυματομορφές παλμικού οξύμετρου

Ε. Περιορισμοί σε παθολογικές καταστάσεις.

1. **Καρδιακές αρρυθμίες.** Στα αποτελέσματα ερευνών σε ασθενείς με καρδιακές αρρυθμίες, όσον αφορά στην απόδοση των παλμικών οξύμετρων, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά με τις μετρήσεις των σφύξεων του ΗΚΓ^{7,11}.
2. **Χαμηλή άρδευση.** Η παλμική οξυμετρία εξαρτάται από τα ικανοποιητικά επίπεδα αρτηριακής παροχής της περιφερικής κυκλοφορίας και γι αυτό η χαμηλή καρδιακή παροχή, η αγγειοσύσπασση και η υποθερμία μπορούν να κάνουν δύσκολη τη διάκριση ενός πραγματικού σήματος από ένα σήμα θορύβου. Η παροχή καθορίζει το μέγεθος του σήματος που είναι διαθέσιμο στην παλμική οξυμετρία. Όσο η παροχή μειώνεται τόσο μειώνεται και το σήμα (σχήμα 4). Όταν η παροχή και το σχετιζόμενο μέγεθος του σήματος μειώνονται πολύ το σήμα θορύβου μπορεί να «πνίξει» το φυσιολογικό. Τα παλμικά οξύμετρα συνήθως υπολογίζουν έναν ακριβή κορεσμό ακόμη και σε σχετικά χαμηλή παροχή. Με την εξέλιξη της σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας είναι δυνατό να ενισχυθούν τέτοια αδύναμα παλμικά σήματα μέχρι ενός ορίου. Η ροή του αίματος δεν πρέπει να εμποδιστεί στο άκρο που τοποθετείται ο αισθητήρας. Η χρήση κατάλληλης τεχνολογίας, η παρακολούθηση της κυματομορφής καθώς και η επιλογή κατάλληλης θέσης του αισθητήρα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της παλμικής οξυμετρίας^{8,11,24}.

Συμπεράσματα

Η παλμική οξυμετρία αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις στο μη επεμβατικό monitoring του αναπνευστικού συστήματος. Η ακρίβεια σε ορισμένες καταστάσεις εξαρτάται από την κατανόηση, τη σωστή ερμηνεία και την επιδεξιότητα της χρήσης. Αν οι νοσηλευτές κατανοούν τις αρχές που βασίζεται η παλμική οξυμετρία και τους περιορισμούς της χρήσης της, το παλμικό οξύμετρο μπορεί να αποτελέσει βασικό εργαλείο στη φροντίδα των ασθενών. Η χρήση της παλμικής οξυμετρίας προάγει τη φροντίδα βαρέως πασχόντων ασθενών, παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια στην αναγνώριση επεισοδίων υποξαιμίας και μπορεί να οδηγήσει σε πρώιμες νοσηλευτικές και ιατρικές παρεμβάσεις, γρήγορη θεραπεία, αποτρέποντας έτσι τις σοβαρές επιπλοκές.

Βιβλιογραφία

1. Jubran A. Pulse oximetry. Intensive care medicine 2004, 30:2017-2020.
2. Howell M. Pulse oximetry: an audit of nursing and medical staff understanding. Br J Nurs. 2002 Feb 14-27;11(3):191-7.
3. Attin M, Cardin S, Dee V, et al. An educational project to improve knowledge related to pulse oximetry. Am J Crit Care. 2002 Nov;11(6):529-34.
4. Merrett K, Jones RM. Monitoring και εξοπλισμός

- στην κλινική αναισθησία. In: Aitken-head A.R. - Jones R.M Κλινική Αναισθησιολογία, Εκδ. Αθήνα, Λίτσας 1999: 167-219.
5. Macnab AJ, Susak L, Gagnon FA, Alred J, Sun C. The cost-benefit of pulse-oximeter use in the prehospital environment. *Prehospital Disaster Med.* 1999;14:245-250.
 6. Hernandez L. Pulse oximetry monitoring: clinical implications. *Connect. Critical Care Nursing in Europe.* 2001, 1 (2): 59-60 URL: www.connectpublishing.com
 7. Jubran A. Pulse oximetry. In: Tobin M. (ed). *Principles and practice of intensive care monitoring.* Mc Craw-Hill, New York, 1998:261-287.
 8. Giuliano K, Higgins T. New generation pulse oximetry in the care of critically ill patients. *Am J Crit Care* 2005,14:26-37
 9. Marino LP. ΜΕΘ 2η εκδ. Αθήνα, Λαγός, 1998: 277-288.
 10. Ασκητοπούλου Ε. Μη επεμβατικό καρδιαγγειακό Monitoring. Στο: Επείγουσα και εντατική ιατρική. Αθήνα Λίτσας 1991: 450-454.
 11. Grap M. Pulse oximetry: Protocols for practice. Applying research at the bedside. *Critical care nurse* 2002, 22:22-40.
 12. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, Harf A, Duvaldestin P, Lemaire F, Brochard L. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2001, 27:1606-1613.
 13. Johnson KL. Diagnostic measures to evaluate oxygenation in critically ill adults: implications and limitations. *AACN Clin Issues.* 2004 Oct-Dec;15(4):506-524
 14. Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, Guillou YM, Feuillu A, Malledant Y. Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Crit Care Med.* 2000 Mar 28(3):703-6.
 15. Berry B. Pinard A. Assessing tissue oxygenation. *Critical care nurse* 2002, 22:22-40.
 16. Clayton D, Webb R, Ralston A, Duthie D, Runciman W. A comparison of the performance of 20 pulse oximeters under conditions of poor perfusion. *Anesthesia,* 46:3-10, 1991.
 17. Awad AA, Ghobashy MA, Ouda W, Stout RG, Silverman DG, Shelley KH. Different Responses of Ear and Finger Pulse Oximeter Wave Form to Cold Pressor Test. *Anesth An-alg.* 2001 Jun;92(6):1483-6.
 18. Sugino S, Kanaya N, Mizuuchi M, Nakayama M, Namiki A. Forehead is as sensitive as finger pulse oximetry during general anesthesia. *Can J Anaesth.* 2004 May;51(5):432-6.
 19. Shelley KH, Tamai D, Jablonka D, Gesquiere M, Stout RG, Silverman DG. The effect of venous pulsation on the forehead pulse oximeter wave form as a possible source of error in Spo2 calculation. *Anesth Analg.* 2005 Mar;100(3):743-7
 20. Wille J, Braams R, van Haren WH, van der Werken C. Pulse oximeter-induced digital injury: frequency rate and possible causative factors. *Crit Care Med.* 2000 Oct;28(10):3555-7.
 21. Morgan GE, Mikhail MS: *Clinical Anesthesiology.* 2nd edition. Stanford, Appleton & Lange, 1996: 93-95.
 22. Hartert TV, Wheeler AP, Sheller JR. Use of pulse oximetry to recognize severity of air-flow obstruction in obstructive airway disease: correlation with pulsus paradoxus. *Chest.* 1999 Feb;115(2):475-81.
 23. Perkins GD, McAuley DF, Giles S, Routledge H, Gao F. Do changes in pulse oximeter oxygen saturation predict equivalent changes in arterial oxygen saturation *Crit Care.* 2003 Aug;7(4):R67.
 24. Batchelder P, Clifford D, Goldman J. Pulse oximetry. Real world performance. In: Vincent J. (ed). *Year book of intensive care and emergency medicine.* Bruxelles, 2004:647-655.
 25. Ortiz FO, Aldrich TK, Nagel RL, Benjamin LJ. Accuracy of pulse oximetry in sickle cell disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 Feb;159(2):447-51.
 26. Brand TM, Brand ME, Jay JD. Enamel nail polish does not interfere with pulse oximetry among normoxic volunteers. *J. Clin. Monit. Comput.* 2002, 17: 93-96.
 27. Fluck RR Jr, Schroeder C, Frani G, Kropf B, Engbretson B. Does ambient light affect the accuracy of pulse oximetry? *Respir Care.* 2003 Jul;48(7):677-80.
 28. Tobin RM, Pologe JA, Batchelder PB. A characterization of motion affecting pulse oximetry in 350 patients. *Anesth Analg.* 2002 Jan 94: 54-61.