

Διαταραχές Οξυγόνωσης

ΦΩΤΕΙΝΗ ΒΕΡΟΝΙΚΗ, ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΑΠΙΔΟΠΟΥΛΟΥ, ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΓΑΛΑΤΙΔΗΣ,
ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΑΡΑΤΖΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαταραχή της οξυγόνωσης, που μπορεί να εμφανισθεί στους ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία και ελεγχόμενο μηχανικό αερισμό των πνευμόνων είναι ένα σημαντικό και συχνό κλινικό φαινόμενο. Έχει βρεθεί ότι ένα ποσοστό ως και 50% των ασθενών που υποβάλλονται σε μια χειρουργική επέμβαση μπορεί να εμφανίσει ήπια έως μέτρια υποξυγοναιμία, δηλαδή πτώση του κορεσμού του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο μεταξύ 85 και 90%, ενώ χορηγείται κλασματική συγκέντρωση εισπνεόμενου οξυγόνου (FiO_2) 0,3-0,4. Η χρήση της σφυγμικής οξυγονομετρίας (SpO_2) κατά τη διάρκεια χορήγησης αναισθησίας αποτελεί βασικό monitoring, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες ασφαλούς χορήγησης αναισθησίας, προκειμένου να αναγνωριστούν έγκαιρα και να προληφθούν δυνητικά θανατηφόρα συμβάματα που σχετίζονται με την υποξυγοναιμία.

Κατά την κλινική διερεύνηση της διεγχειρητικής υποξυγοναιμίας, ο αναισθησιολόγος οφείλει κατ' αρχήν να αποκλείσει τα μηχανικά αίτια, που αφορούν στην πηγή και στη διαχείριση των εισπνεόμενων αερίων, καθώς και στον τεχνητό αεραγωγό, π.χ. δυσλειτουργία του αναπνευστήρα, ατυχηματική χορήγηση υποξικού μίγματος, ενδοβρογχική διασωλήνωση, διασωλήνωση του οισοφάγου, απόφραξη του ενδοτραχειακού σωλήνα από εκκρίσεις ή από εξωτερική πίεση, ατυχηματική αποδιασωλήνωση διεγχειρητικά κλπ. Τα αίτια αυτά, που σχετίζονται με τον ανθρώπινο και το μηχανικό παράγοντα, μπορούν θεωρητικά να αναγνωριστούν και να αντιμετωπισθούν άμεσα, και η συμβολή του νοσηλευτή αναισθησιολογίας στον έλεγχο και τη διαχείριση του εξοπλισμού είναι καθοριστική, τόσο για την πρόληψη αυτών των συμβαμάτων, όσο και κατά τη διαφορική διάγνωση και αντιμετώπιση.

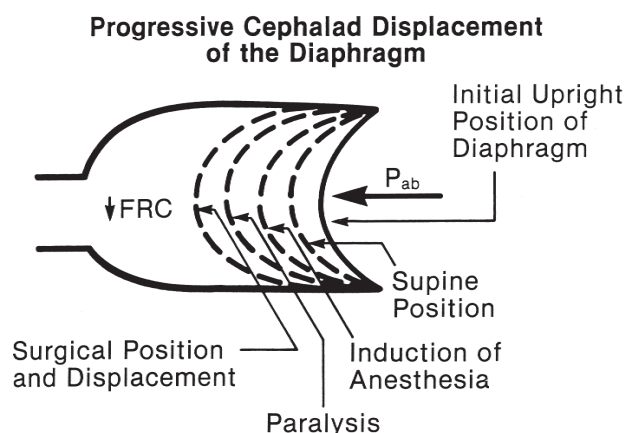
Ένα άλλο θεωρητικό αίτιο υποξυγοναιμίας, ο κυψελιδικός υποαερισμός, που προκαλείται είτε από συνολική ελάττω-

ση του κατά λεπτόν αερισμού από την επίδραση των αναισθητικών φαρμάκων, είτε από αύξηση του αερισμού του νεκρού χώρου, δεν αφορά στους ασθενείς που βρίσκονται σε ελεγχόμενο μηχανικό αερισμό με FiO_2 μεγαλύτερο του 0,3, όπως δηλαδή συνήθως συμβαίνει σε συνθήκες γενικής αναισθησίας, αλλά μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα κατά τη χορήγηση αναισθησίας με διατήρηση του αυτόματου αερισμού, εφ' όσον δεν χορηγείται συμπληρωματικό οξυγόνο. Συνεπώς, απαιτείται προσοχή στις συνθήκες αυτές για να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη και συνεχής παροχή O_2 (συνήθως μέσω προσωπίδας, ή ρινικού καθετήρα) και να αποτραπεί η εμφάνιση υποξυγοναιμίας.

Το συχνότερο αίτιο διαταραχής της οξυγόνωσης κατά τη διάρκεια της αναισθησίας είναι η αύξηση της φλεβικής πρόσμειξης, η οποία αποδίδεται στις διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης (V/Q) από την επίδραση της αναισθησίας και στην αύξηση του αληθούς ενδοπνευμονικού shunt, δηλαδή των περιοχών του πνεύμονα που αιματώνονται αλλά δεν αερίζονται. Πρωτεύοντα ρόλο στον παθοφυσιολογικό αυτό μηχανισμό κατέχουν η ελάττωση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας των πνευμόνων, η σύγκλιση των μικρών αεραγωγών και η ανάπτυξη ατελεκτασιών στα εξαρτώμενα τμήματα των πνευμόνων, φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν σε άλλοτε άλλο βαθμό στο σύνολο των ασθενών, από τη επίδραση της αναισθησίας και του μηχανικού αερισμού. Ο νοσηλευτής αναισθησιολογίας οφείλει να γνωρίζει κάποια βασικά σημεία της παθοφυσιολογίας της αναπνευστικής λειτουργίας, προκειμένου να είναι σε θέση να αναγνωρίσει τον βασικό αυτό μηχανισμό πρόκλησης υποξυγοναιμίας, αλλά και τα κατάλληλα βήματα που θα ακολουθήσουν για την αντιμετώπισή του.

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

Καθοριστική είναι η επίδραση της αναισθησίας και του αε-

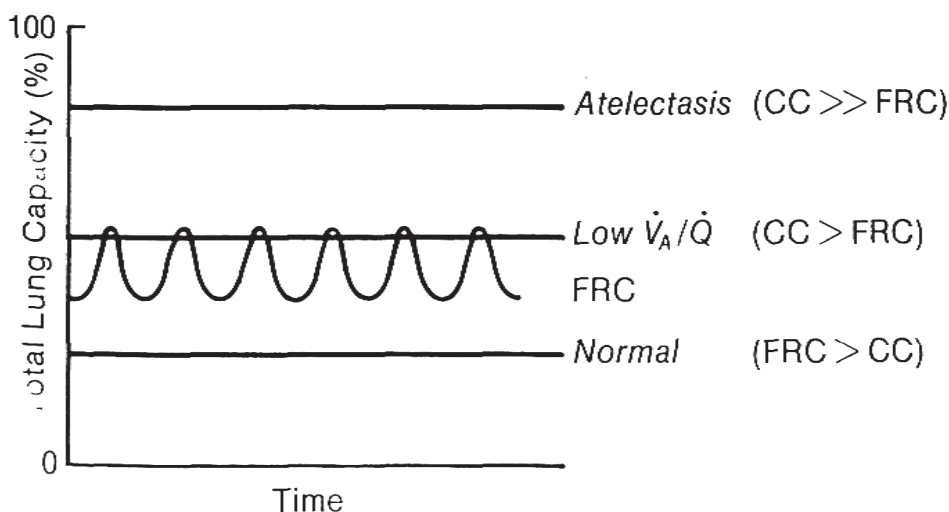


Εικόνα 1. Στο σχήμα απεικονίζεται, με την συνεχή μαύρη γραμμή, η αρχική θέση του διαφράγματος και στη συνέχεια με τις διαδοχικές διακεκομμένες γραμμές, η προοδευτική κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος, αρχικά λόγω της ύπτιας θέσης, λόγω μετατόπισης των σπλάγχχνων, και στη συνέχεια με την εισαγωγή στην αναισθησία, λόγω μεταβολής του τόνου των αναπνευστικών μυών, και τέλος με την επίδραση των χειρουργικών χειρισμών. Η κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την σημαντική ελάττωση της FRC των πνευμόνων.

ρισμού θετικών πιέσεων στη μηχανική του αναπνευστικού συστήματος, και ιδιαίτερα στη Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (Functional Residual Capacity-FRC), που είναι ο πνευμονικός όγκος στο τέλος μιας ήρεμης εκπνοής και αντιστοιχεί περίπου στα 3lt σε έναν ενήλικα 70kg. Συγκεκριμένα, μόνο η τοποθέτηση του ασθενή σε ύπτια θέση ελαττώνει την FRC κατά 0,6-0,7lt, ενώ η χορήγηση αναισθησίας προκαλεί περαιτέρω ελάττωση της FRC κατά 0,5lt περίπου. Η FRC ελαττώνεται άμεσα μετά την εισαγωγή στην αναισθησία, φθάνει στην τελική τιμή της μερικά λεπτά αργότερα και στη συνέχεια παραμένει σταθερή, ενώ για να επανέλθει στην αρχική φυσιολογική τιμή απαιτούνται αρκετές ώρες μετά την ανάνηψη. Στην ελάττωση της FRC συμβάλλουν η απώλεια του τόνου των εισπνευστικών μυών, η αυξημένη ελαστική επαναφορά του πνεύμονα και η ελαττωμένη ελαστική επαναφορά του θωρακικού τοιχώματος, η κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος από την πίεση των ενδοκοιλιακών σπλάγχχνων και πιθανώς η αύξηση του περιεχόμενου αίματος στη θωρακική κοιλότητα. Στην εικόνα 1 απεικονίζεται η προοδευτική κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος και η προκαλούμενη ελάττωση της FRC.

Η χωρητικότητας σύγκλεισης των πνευμόνων (Closing Capacity-CC) είναι ο πνευμονικός όγκος στον οποίο έχουμε απόφραξη των μικρών αεραγωγών με συνέπεια τη δια-

Functional Residual Capacity (FRC) to Closing Capacity (CC) Relationship

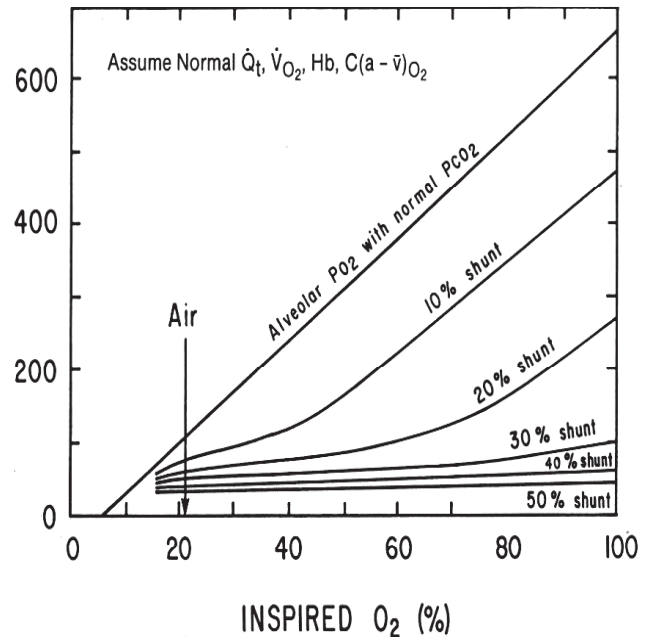


Εικόνα 2. Στο σχήμα απεικονίζεται η σχέση FRC με την χωρητικότητα σύγκλεισης CC. Διακρίνονται οι 3 περιπτώσεις: φυσιολογική σχέση ($FRC > CC$), μικρή ελάττωση της FRC ($CC > FRC$) και εμφάνιση χαμηλού λόγου V/Q και μεγάλη ελάττωση της FRC ($CC \gg FRC$) και εμφάνιση ατελεκτασίας.

κοπή του αερισμού των κυψελίδων που επικοινωνούν με τους αντίστοιχους αεραγωγούς. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες η FRC βρίσκεται συνεχώς πάνω από τα επίπεδα της CC, συνεπώς δεν αναπτύσσονται ατελεκτασίες. Όταν όμως η FRC μειωθεί κατά την αναισθησία σε επίπεδα χαμηλότερα από την CC, με τους μηχανισμούς που προαναφέρθηκαν, τότε ανάλογα με τον βαθμό μείωσης αναπτύσσονται περιοχές με χαμηλό λόγο αερισμού/αιμάτωσης (V/Q), ή περιοχές με ολική σύμπτωση των κυψελίδων (ατελεκτασίες), όπως φαίνεται στην εικόνα 2.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η FRC μπορεί να ελαττωθεί ακόμη περισσότερο σε ειδικές καταστάσεις κατά την αναισθησία, όπως είναι η αντι-Trendelenburg θέση, η εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου (π.χ. στις λαπαροσκοπικές επεμβάσεις), αλλά και στη νοσογόνο παχυσαρκία, λόγω της αυξημένης πίεσης των ενδοκοιλιακών σπλάγχχνων επί του διαφράγματος, ενώ παράλληλα ελαττώνεται περαιτέρω η πνευμονική ευενδοτότητα. Μάλιστα έχει επιβεβαιωθεί με αξονική τομογραφία θώρακος ότι αυτές οι καταστάσεις συνοδεύονται σε μεγαλύτερο βαθμό από την ανάπτυξη ατελεκτασιών στα βασικά τμήματα του πνεύμονα. Στην πλάγια θέση παρατηρείται συνολικά μία μικρή αύξηση της FRC, αλλά επιδεινώνονται οι διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης, με αποτέλεσμα ο ασθενής να είναι πιο επιρρεπής στην υποξυγοναιμία. Αντίθετα, η πρηνής θέση είναι η πιο ευνοϊκή θέση για την ανταλλαγή αερίων στον πνεύμονα, λόγω της μέγιστης FRC και της ιδανικής κατανομής V/Q και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ακόμη σαν θεραπευτική παρέμβαση σε ασθενείς με βαριά υποξυγοναιμία λόγω ARDS.

Ο όρος φλεβική πρόσμειξη (venous admixture) ή shunt αναφέρεται στο βαθμό της πρόσμειξης του μικτού φλεβικού αίματος με το οξυγονωμένο αίμα των πνευμονικών τριχοειδών και συμπεριλαμβάνει το ανατομικό ή αληθές shunt, αλλά και τη φλεβική πρόσμειξη που προκύπτει από τις κυψελιδικές περιοχές με πολύ χαμηλό λόγο V/Q . Το ανατομικό shunt οφείλεται στην πρόσμειξη φλεβικού αίματος απευθείας στο αρτηριακό σκέλος της κυκλοφορίας, όπως συμβαίνει φυσιολογικά με τις Θιβεσιανές και τις βρογχικές φλέβες, που απάγουν το αίμα από την αριστερή καρδιά και τους βρόγχους αντίστοιχα, αλλά και σε παθολογικές καταστάσεις, όπως είναι οι συγγενείς καρδιοπάθειες και οι πνευμονικές ατελεκτασίες, όπου παρατηρούνται περιοχές με λόγο V/Q μηδενικό, καθώς υπάρχουν κυψελίδες που δεν αερίζονται αλλά εξακολουθούν να αιματώνονται. Χαρακτηριστικό του ανατομικού shunt είναι ότι η υποξυγοναιμία που προκαλεί δε βελτιώνεται με τη χορήγηση O_2 , ενώ αντίθετα το shunt που οφείλεται σε διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης βελτιώνεται σημαντικά

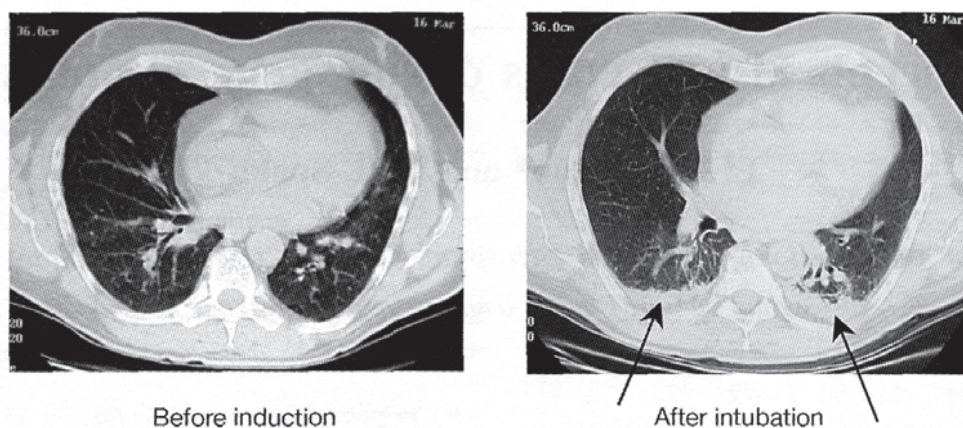


Εικόνα 3. Iso-shunt διάγραμμα. Στο διάγραμμα απεικονίζεται η τιμή του PaO_2 , η οποία αντιστοιχεί σε διαφορετικούς βαθμούς shunt (από 10 έως 50%), ανάλογα με το χορηγούμενο FiO_2 .

με την αύξηση του εισπνεόμενου O_2 (Fraction of inspired O_2 - FiO_2). Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση του χορηγούμενου O_2 , πρακτική ευρέως διαδεδομένη στην κλινική αναισθησιολογία, παρ' όλο που μας κατευθύνει διαφοροδιαγνωστικά ως προς την αιτία της υποξυγοναιμίας (αληθές shunt έναντι διαταραχών V/Q) και που μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να αυξήσει το PaO_2 , δεν αποτελεί αιτιολογική παρέμβαση ως προς το αίτιο της υποξυγοναιμίας αλλά μια συμπτωματική θεραπεία που θα βελτιώσει προσωρινά την οξυγόνωση, με κόστος την ανάγκη χορήγησης υψηλού FiO_2 που, με την πάροδο του χρόνου θα επιδεινώσει την οξυγόνωση, λόγω ανάπτυξης ατελεκτασιών.

Ιδιαίτερα χρήσιμο στην κλινική πράξη για τον υπολογισμό του shunt, λαμβάνοντας ένα δείγμα αερίων αίματος, είναι το iso-shunt διάγραμμα. Στην εικόνα 3 απεικονίζεται η σχέση ανάμεσα στο PaO_2 και στο FiO_2 για διαφορετικά ποσοστά shunt.

Ο όρος φυσιολογικό shunt περιγράφει τη φλεβική πρόσμειξη που παρατηρείται σε υγιή άτομα, η οποία αποδίδεται στο φυσιολογικό ανατομικό shunt και είναι περίπου 1-2% της καρδιακής παροχής. Με τη χορήγηση αναισθησίας παρουσιάζεται μία αύξηση του shunt που ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 10% της καρδιακής παροχής και οφεί-



Εικόνα 4. Εγκάρσιες τομές θώρακος με αξονική τομογραφία, πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την εισαγωγή στην αναισθησία. Στην τομή δεξιά απεικονίζονται εστίες πύκνωσης στα εξαρτώμενα τμήματα των πνευμόνων, οι οποίες οφείλονται σε ατελεκτασίες.

λεται σε σημαντικό βαθμό στην αύξηση του ανατομικού shunt από τις ατελεκτασικές περιοχές που αναπτύσσονται διεγχειρητικά, αλλά και σε διαταραχές V/Q. Με βάση το iso-shunt διάγραμμα μπορούμε να προβλέψουμε το αναμενόμενο PaO₂ για κάθε δεδομένο FiO₂ και να συμπεράνουμε ότι, κατά τη χορήγηση αναισθησίας σε υγιή άτομα, ένα FiO₂ της τάξης του 0,3-0,4 είναι επαρκές προκειμένου να διατηρείται το PaO₂ > 100mmHg. Επίσης, αν χορηγήσουμε 100% O₂ στο δείγμα αερίων αίματος θα αναμένουμε ένα PaO₂ κοντά στα 500mmHg. Αντίστροφα, αν διαπιστώσουμε π.χ. τιμή PaO₂ < 150mmHg με FiO₂ < 0,5 (δηλαδή λόγο PaO₂/FiO₂ < 300), αυτό υποδηλώνει shunt περίπου 15-20%, που είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το φυσιολογικό και απαιτεί διερεύνηση και αντιμετώπιση.

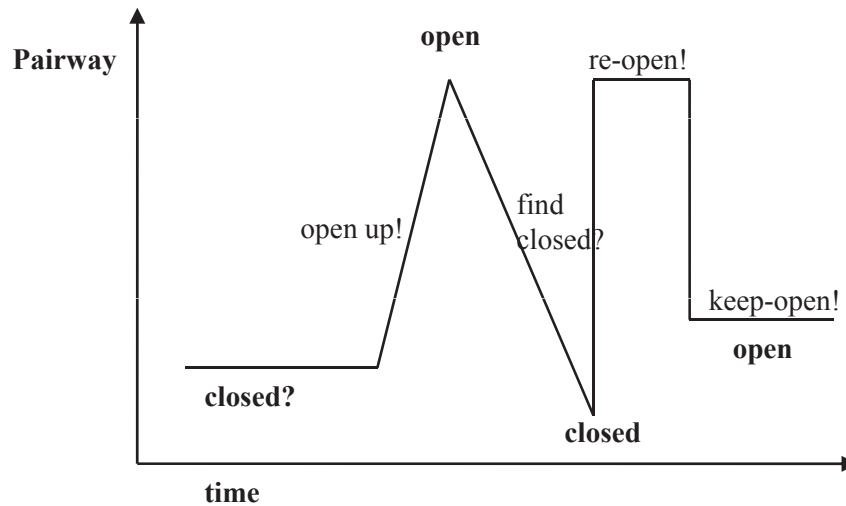
Ένας ακόμη παράγοντας που μπορεί να συμβάλλει στην εμφάνιση διαταραχής της οξυγόνωσης κατά την αναισθησία είναι η αναστολή της υποξικής πνευμονικής αγγειοσύσπασης. Συγκεκριμένα, το ανταναικλαστικό της υποξικής πνευμονικής αγγειοσύσπασης (HPV-hypoxic pulmonary vasoconstriction) αποτελεί έναν ομοιοστατικό μηχανισμό της πνευμονικής κυκλοφορίας, ο οποίος αποσκοπεί στη διατήρηση ικανοποιητικής οξυγόνωσης σε συνθήκες τοπικής υποξίας. Συγκεκριμένα, η διακοπή του αερισμού σε κάποια περιοχή του πνεύμονα, λόγω π.χ. ατελεκτασίας, προκαλεί τοπική αγγειοσύσπαση στα πνευμονικά αγγεία, με αποτέλεσμα να εκτρέπεται η αιματική ροή προς άλλες κυψελιδικές μονάδες με καλύτερες συνθήκες αερισμού. Μέσω αυτού του μηχανισμού διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα το PaO₂ στη συστηματική κυκλοφορία, ακόμη κι όταν παραβλάπτεται ο αερισμός σε μεγάλα τμήματα του πνεύμονα, όπως για παράδειγμα στον αερισμό ενός πνεύμονα στις θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις. Πολλοί παρά-

γοντες καταστέλλουν το ανταναικλαστικό αυτό κατά τη διάρκεια της αναισθησίας, όπως είναι τα πτητικά αναισθητικά, τα αγγειοδιασταλτικά της πνευμονικής κυκλοφορίας (νιτρώδη), οι ενδοτοξίνες, οι μεταβολές στην οξεοβασική ισορροπία και η χορήγηση υψηλού FiO₂. Η αναστολή της υποξικής πνευμονικής αγγειοσύσπασης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική διαταραχή της συνολικής σχέσης V/Q στην αύξηση της φλεβικής πρόσμειξης και την επιδείνωση της οξυγόνωσης.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΤΕΛΕΚΤΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΗΣ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ

Αξίζει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στις ατελεκτασίες καθώς ευθύνονται, σε συνδυασμό με το φαινόμενο της σύγκλεισης των μικρών αεραγωγών για περίπου το 70% της υποξυγοναιμίας που παρατηρείται κατά την αναισθησία, ενώ με τους κατάλληλους θεραπευτικούς χειρισμούς μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά και να αποτραπεί η περαιτέρω διαταραχή της οξυγόνωσης.

Από απεικονιστικές μελέτες με τη χρήση αξονικής τομογραφίας του θώρακα γνωρίζουμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των ασθενών (περίπου 90%) που υποβάλλονται σε αναισθησία εμφανίζουν ατελεκτασικές αλλοιώσεις. Οι ατελεκτασικές περιοχές μπορεί να αποτελούν από 5 έως και άνω του 20% του πνεύμονα στις εξαρτώμενες περιοχές, εμφανίζονται άμεσα μετά την εισαγωγή στην αναισθησία και τη εφαρμογή μηχανικού αερισμού, δηλαδή χωρίς οι ασθενείς να έχουν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, ενώ οφείλονται κατά κύριο λόγο στη συμπίεση και σύμπτωση των κυψελιδικών τοιχωμάτων (compression atelectasis).



Εικόνα 5. Σχηματική αναπαράσταση των χειρισμών επιστράτευσης κυψελίδων για τη διάνοιξη και τη διατήρηση ανοικτών των ατελεκτασικών περιοχών του πνεύμονα.

Στην εικόνα 4 απεικονίζονται εγκάρσιες τομές θώρακος με αξονική τομογραφία, πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την εισαγωγή στην αναισθησία. Στην τομή δεξιά τα βέλη υποδεικνύουν εστίες πύκνωσης στα εξαρτώμενα τμήματα των πνευμόνων, που αποδίδονται στην ανάπτυξη ατελεκτασιών.

Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται ανεξάρτητα από το είδος των αναισθητικών φαρμάκων και τη χρήση μυοχαλαρωτικών, επιδεινώνεται με την αύξηση του BMI, αλλά όχι της ηλικίας, η οποία αντίθετα παίζει ρόλο στην υποξυγοναιμία από διαταραχές V/Q και επίσης επιτείνεται από τη χορήγηση υψηλού FiO₂, ιδιαίτερα 100% O₂, ακόμη και κατά τη φάση της προ-οξυγόνωσης πριν την εισαγωγή στην αναισθησία. Ενδιαφέρον επίσης είναι το γεγονός ότι οι ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) εμφανίζουν μικρότερης έκτασης ατελεκτασίες, πιθανώς λόγω της υπερδιάτασης των κυψελίδων που αντισταθμίζει τις επιδράσεις της αναισθησίας. Όσον αφορά το είδος της επέμβασης, έχει βρεθεί ότι οι επεμβάσεις καρδιάς-θώρακος σχετίζονται με την ανάπτυξη ατελεκτασιών σε ποσοστό που υπερβαίνει το 50%, γι' αυτό και στις επεμβάσεις αυτές έχουν βρει ευρεία εφαρμογή στην κλινική πράξη οι χειρισμοί επιστράτευσης κυψελίδων (recruitment maneuvers). Οι χειρισμοί επιστράτευσης κυψελίδων, που έχουν βρει ευρεία εφαρμογή και στην αντιμετώπιση της βαριάς υποξυγοναιμίας στους ασθενείς με ARDS, περιλαμβάνουν τη χορήγηση υπερεμφυσήσεων υψηλής θετικής πίεσης (της τάξης των 40cmH₂O), με σκοπό τη διάνοιξη των ατελεκτασικών περιοχών, ακολουθούμενες από την εφαρ-

μογή θετικής τελοεκπνευστικής πίεσης (Positive End-Expiratory Pressure-PEEP), με σκοπό να διατηρηθούν οι κυψελίδες ανοιχτές. Σχηματικά οι χειρισμοί αυτοί μπορούν να απεικονιστούν στην εικόνα 5.

Στην καθημερινή κλινική πράξη οι υπερεμφυσήσεις μπορούν να χορηγηθούν είτε με manual αερισμό, συμπιέζοντας τον ασκό του αναισθησιολογικού μηχανήματος και διατηρώντας τη βαλβίδα εκτόνωσης στα 40cmH₂O για χρονικό διάστημα μερικών δευτερολέπτων, είτε μπορούν να χορηγηθούν με ελεγχόμενο δια της πίεσης αερισμό (Pressure Control Ventilation) και σταδιακή αύξηση της εισπνευστικής πίεσης στα 40cmH₂O κα διατήρηση αυτής της αυξημένης πίεσης για μερικούς αναπνευστικούς κύκλους. Και στις δύο περιπτώσεις επιστρέφουμε μετά τους χειρισμούς στο συμβατικό μοντέλο αερισμό αλλά με αυξημένο PEEP, για να διατηρήσουμε το αποτέλεσμα της διάνοιξης των κυψελίδων. Σε μελέτες που έχουν γίνει σε υγιείς ασθενείς που υποβάλλονται σε διάφορες επεμβάσεις (καρδιοχειρουργικές, λαπαροσκοπικές κλπ.) έχει βρεθεί ότι οι χειρισμοί επιστράτευσης κυψελίδων σε συνδυασμό με την εφαρμογή υψηλού PEEP είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί για την αντιμετώπιση των ατελεκτασιών και τη βελτίωση της διεγχειρητικής οξυγόνωσης. Οφείλουμε βέβαια να γνωρίζουμε ότι οι αυξημένες αυτές ενδοθωρακικές πιέσεις έχουν δυσμενή επίδραση στην καρδιακή παροχή, το φαινόμενο όμως αυτό είναι παροδικό και χωρίς κλινικές επιπτώσεις, εφ' όσον έχουμε εξασφαλίσει ικανοποιητικές συνθήκες ογκαιμίας.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

Προεγχειρητικά

Για την πρόληψη εμφάνισης διεγχειρητικής υποξυγοναιμίας είναι πολύ σημαντική η κατάλληλη προεγχειρητική προετοιμασία του ασθενή. Με δεδομένες τις δυσμενείς επιδράσεις της αναισθησίας στο αναπνευστικό σύστημα θα πρέπει να εξασφαλιστεί η βέλτιστη δυνατή αναπνευστική λειτουργία πριν την πραγματοποίηση μιας εκλεκτικής επέμβασης. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να αποκλειστεί μια ενεργός αναπνευστική νόσος προεγχειρητικά (π.χ. λοίμωξη αναπνευστικού), να γίνει πνευμονολογική εκτίμηση και χορήγησης της κατάλληλης αγωγής προεγχειρητικά (π.χ. εισπνεόμενα βρογχοδιασταλτικά, κορτικοστεροειδή κλπ.) σε ασθενείς με πνευμονοπάθεια και επίσης στους καπνιστές προτείνεται η διακοπή του καπνίσματος για διάστημα 8 εβδομάδων προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η υπεραντιδραστικότητα των αεραγωγών και η υπερπαραγωγή βλεννωδών εκκρίσεων που θα επιδεινώσουν τις διαταραχές αερισμού/αιμάτωσης.

Πριν την εισαγωγή στην αναισθησία

Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο έλεγχος του αναισθησιολογικού μηχανήματος, των αναπνευστικών κυκλωμάτων, των συστημάτων παροχής οξυγόνου και του λοιπού αναισθησιολογικού εξοπλισμού (τραχειοσωλήνες, αναρρόφηση κλπ.), που πραγματοποιείται από το νοσηλευτή αναισθησιολογίας, προκειμένου να αποφευχθούν συμβάματα που σχετίζονται με την ανεπαρκή χορήγηση οξυγόνου κατά την εισαγωγή στην αναισθησία και την εξασφάλιση του αεραγωγού. Έχει βρεθεί ότι τα περισσότερα επεισόδια υποξυγοναιμίας συμβαίνουν στις κρίσιμες φάσεις της εισαγωγής και της ανάνηψης από την αναισθησία, συνεπώς απαιτείται αυξημένη επαγρύπνηση στις φάσεις αυτές τόσο από ιατρικής όσο και από νοσηλευτικής πλευράς καθώς και εφαρμογή των κατάλληλων πρωτοκόλλων για τον έλεγχο του εξοπλισμού, αλλά και για την αντιμετώπιση δύσκολου αεραγωγού.

Επιπρόσθετα, πριν την εισαγωγή στην αναισθησία, η τοποθέτηση του ασθενή με ανύψωση του θώρακα σε γωνία 45° περιορίζει την ελάττωση της FRC που προκαλείται από την ύπτια θέση, ενώ η προ-οξυγόνωση με 100% O₂ αυξάνει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην πρόκληση άπνοιας και την εμφάνιση υποξυγοναιμίας (σε περίπτωση δυσκολίας κατά τη διαχείριση του αεραγωγού), αλλά προάγει την εμφάνιση ατελεκτασιών διεγχειρητικά.

Σε παχύσαρκους ασθενείς η εφαρμογή CPAP πριν την εισαγωγή στην αναισθησία έχει βρεθεί ότι ελαττώνει την εμφάνιση διεγχειρητικής υποξυγοναιμίας, καθώς περιορίζει σε κάποιο βαθμό την ελάττωση της FRC και την εμφάνιση ατελεκτασιών.

Διεγχειρητικά

Η χρήση ανταλλακτών θερμότητας και υγρασίας (Heat and Moisture Exchanger-HME) στα αναπνευστικά κυκλώματα, όπως και η χρήση υγραντήρα (Aqua-Pack) κατά τη χορήγηση οξυγόνου μέσω προσωπίδας, είναι επιβεβλημένη για την ύγρανση και τη θέρμανση των εισπνεόμενων αερίων, προκειμένου να εξασφαλιστούν ικανοποιητικές συνθήκες για την ανταλλαγή των αερίων.

Στους διασωληνωμένους ασθενείς θα πρέπει να πραγματοποιείται αναρρόφηση των εκκρίσεων μέσω του τραχειοσωλήνα προκειμένου να αποφευχθούν οι διαταραχές αερισμού/αιμάτωσης, ενώ σε περίπτωση εμφάνισης βρογχόσπασμου θα πρέπει να χορηγούνται βρογχοδιασταλτικά μέσω των κατάλληλων συσκευών νεφελοποίησης. Σε περίπτωση εμφάνισης διεγχειρητικής υποξυγοναιμίας θα πρέπει άμεσα να ελεγχθούν τα ζητήματα που αφορούν στον τραχειοσωλήνα και στην παροχή οξυγόνου στον ασθενή, π.χ. ατυχηματική αποδιασωλήνωση, μετακίνηση του τραχειοσωλήνα και διασωλήνωση ενός βρόγχου, απόφραξη του τραχειοσωλήνα από εκκρίσεις ή από εξωτερική πίεση, ατυχηματική χορήγηση υποξικού μίγματος λόγω δυσλειτουργίας του αναπνευστήρα ή της παροχής O₂ κλπ. Ο νοσηλευτής αναισθησιολογίας είναι υπεύθυνος για την επάρκεια και την άμεση διαθεσιμότητα του απαραίτητου εξοπλισμού για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη αναπνευστική λειτουργία διεγχειρητικά.

Η εφαρμογή PEEP κατά τον ελεγχόμενο μηχανικό αερισμό μπορεί σε κάποιο βαθμό να αντιρροπήσει τις δυσμενείς επιδράσεις του στην αναπνευστική λειτουργία, καθώς συμβάλλει στη διατήρηση ανοικτών κυψελίδων και αποτρέπει την κυψελιδική βλάβη λόγω σύγκλεισης-επαναδιάνοιξης. Ιδιαίτερη σημασία έχει η εφαρμογή PEEP διεγχειρητικά στους παχύσαρκους και στους ασθενείς με αυξημένη ενδοκοιλιακή πίεση (π.χ. κατά την εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου στις λαπαροσκοπικές επεμβάσεις). Σε περίπτωση εμφάνισης διεγχειρητικής υποξυγοναιμίας που δεν οφείλεται στα αίτια που περιγράφηκαν παραπάνω προτείνεται η εφαρμογή χειρισμών επιστράτευσης κυψελίδων. Ωστόσο οφείλουμε να έχουμε υπόψη μας ότι για να είναι αποτελεσματικοί οι χειρισμοί στην επαναδιάνοιξη ατελεκτατικών περιοχών και τη βελτίωση της οξυγόνωσης, απαιτούνται σημαντικά υψηλές πιέσεις (40cmH₂O), με ταυτόχρονη χρήση PEEP (5-10cmH₂O).

Παράλληλα έχει ιδιαίτερη σημασία η διατήρηση της καρ-

διακής παροχής σε φυσιολογικά πλαίσια, με την κατάλληλη χορήγηση υγρών για την εξασφάλιση νορμο-ογκαιμίας, ή ακόμη και ινότροπων ή αγγειοσυσπαστικών κατά περίπτωση, για τη διατήρηση της πίεσης άρδευσης και κατά συνέπεια της επαρκούς παροχής οξυγόνου σε ιστικό επίπεδο.

Τέλος, θα πρέπει να αποφεύγεται διεγχειρητικά η χορήγηση υψηλού FiO_2 για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, καθώς προκαλείται καταστροφή του επιφανειοδραστικού παράγοντα (surfactant) των κυψελίδων και προάγεται η ανάπτυξη ατελεκτασιών. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι το επιθυμητό διεγχειρητικό FiO_2 είναι μικρότερο του 0,6 και με βάση όσα έχουν ήδη αναφερθεί, η αύξηση της συγκέντρωσης του χορηγούμενου οξυγόνου θα πρέπει να είναι το τελευταίο μέτρο στο οποίο θα καταφύγουμε για την αντιμετώπιση της υποξυγοναιμίας, μέχρι να επιτύχουμε μια αιτιολογική προσέγγιση του φαινομένου.

Ανάνηψη από την αναισθησία

Στη φάση της ανάνηψης από την αναισθησία και κατά τη μεταφορά του ασθενή στη ΜΜΑΦ (Μονάδα Μετανασθητικής Φροντίδας) επιβάλλεται η συνεχής χορήγηση O_2 , προκειμένου να αποφευχθεί η υποξυγοναιμία που οφείλεται σε διαταραχές αερισμού/αιμάτωσης (π.χ. λόγω συσσώρευσης εκκρίσεων), σε ανάπτυξη ατελεκτασιών λόγω ελαττωμένου εύρους αναπνοής, αλλά και στον κυψελιδικό υποαερισμό, λόγω υπολειμματικής δράσης των αναισθητικών φαρμάκων.

Σε παχύσαρκους ασθενείς, σε ασθενείς με σύνδρομο υπνικής άπνοιας και σε πνευμονοπαθείς μπορεί να ωφελήσει σημαντικά στη βελτίωση της οξυγόνωσης άμεσα διεγχειρητικά η εφαρμογή CPAP, η οποία εύκολα μπορεί να επιτευχθεί στη ΜΜΑΦ αλλά και στο χειρουργικό θάλαμο με τη χρήση ενός συστήματος CPAP Boussignac.

Τέλος, ιδιαίτερη σημασία για τη διατήρηση ικανοποιητικής οξυγόνωσης στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο έχει η επαρκής αναλγησία που πρέπει να τιτλοποιηθεί προσεκτικά ώστε να επιτρέπει ικανοποιητικό εύρος αναπνοών για την πρόληψη μετεγχειρητικών ατελεκτασιών, χωρίς να προκαλεί καταστολή του αναπνευστικού κέντρου, που θα οδηγήσει σε υποαερισμό. Ομοίως, κατά τη φάση της ανάνηψης και στη ΜΜΑΦ θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη τιτλοποίηση των παραγόντων αναστροφής (π.χ. του νευρομυϊκού αποκλεισμού) όπου απαιτείται.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολόκληρη η περιεγχειρητική περίοδος θέτει μια ιδιαίτερη δοκιμασία για το αναπνευστικό σύστημα, καθώς κατά κύριο λόγο στις φάσεις της εισαγωγής και της ανάληψης από την αναισθησία, αλλά και διεγχειρητικά μπορεί να εμφανιστεί κλινικά σημαντική διαταραχή της οξυγόνωσης, ακόμη και σε ασθενείς χωρίς συνυπάρχουσα πνευμονική νόσο. Ο νοσηλευτής αναισθησιολογίας κατέχει εξέχοντα ρόλο στη διασφάλιση της επάρκειας και της καλής λειτουργικότητας του απαραίτητου για την αναπνευστική υποστήριξη του ασθενή εξοπλισμού. Επιπρόσθετα, οφείλει να διαθέτει βασικές γνώσεις αναπνευστικής παθοφυσιολογίας καθώς και των δυσμενών επιδράσεων της αναισθησίας και του μηχανικού αερισμού στην αναπνευστική λειτουργία, προκειμένου να σταθεί με υψηλό βαθμό επαγρύπνησης και ετοιμότητας αρωγός στις προσπάθειες για τη βελτίωση της περιεγχειρητικής οξυγόνωσης.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Moller JT et al. Hypoxaemia during anesthesia-an observer study. *Br J Anaesth* 1991; 66:437-44.
2. Rothen HU et al. Airway closure, atelectasis and gas exchange during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1998; 81:681-86.
3. Miller Anesthesia 5th ed. Lippincott Williams and Wilkins. Chapter 3. General respiratory physiology and respiratory function during anesthesia. p:49-52.
4. Hedenstierna G. Causes of oxygenation impairment during anesthesia. In *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*. Ed. J-L. Vincent. Springer-Verlag 2001, p:343-351.
5. Lachmann B. Open up the lung and keep it open. *Intensive Care Med* 1992;18:319-21.
6. Tusman G et al. "Alveolar recruitment strategy" improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82:8-13.
7. Pang CK, Yap J, Chen PP. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth Intensive Care* 2003;31:176-80.
8. Chen L, Marshall BE. The diagnosis and management of perioperative hypoxemia. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 1998;16:41-56.
9. Αναπνευστική λειτουργία κατά τη διάρκεια της αναισθησίας. Ισαάκ Χούρης, 1ο Σεμινάριο CEEA (Committee for European Education in Anaesthesiology) «Αναπνοή και Θώρακας» 2012, σελ 31-37.

