

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
(Τ. Ε. Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

« ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: Προβατάκη Χαρούλα

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Dr Καλλίστρατος Ηλίας
Αναπληρωτής Καθηγητής

Θεσσαλονίκη 2008

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
(Τ. Ε. Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ)

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

« ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: Προβατάκη Χαρούλα

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Dr Καλλίστρατος Ηλίας
Αναπληρωτής Καθηγητής

Ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή
και εισηγητή μου Κ.
Καλλίστρατο Ηλία για την
πολύτιμη βοήθειά του στην
διεκπεραίωση της εργασίας,
καθώς επίσης την οικογένειά μου
για την υπομονή και την
υποστήριξη της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

Περίληψη	σελ. 4
Εισαγωγή	σελ. 5
Γενικό Μέρος	
Στοιχεία ανατομικής του Αναπνευστικού Συστήματος	σελ. 5
Η μηχανική της αναπνοής	σελ. 13
Τύποι Αναπνοής	σελ. 17
Λειτουργική εκτίμηση των πνευμόνων	σελ. 17
Αντιστάσεις στις αεροφόρους οδούς	σελ. 19
Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες σε νοσήματα αποφρακτικού και περιοριστικού τύπου	σελ. 20
Ειδικό Μέρος	
Οι αναπνευστικοί μύες	σελ. 21
Έλεγχος λειτουργίας των αναπνευστικών μυών	σελ. 34
Εξέταση του αναπνευστικού συστήματος	σελ. 37
Συμπτώματα Αναπνευστικών Παθήσεων	σελ. 40
Κύριες παθήσεις του Αναπνευστικού Συστήματος	σελ. 44
Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια	σελ. 44
Πνευμονικό Οίδημα	σελ. 57
Αναπνευστική Φυσικοθεραπεία	σελ. 69
Στόχοι Αναπνευστικής Φυσικοθεραπείας	σελ. 69
Ενδείξεις για Αναπνευστική Φυσικοθεραπεία	σελ. 70
Τρόποι Αναπνευστικής φροντίδας	σελ. 70
Έλεγχος λειτουργίας Αναπνευστικών μυών	σελ. 72
Ενδυνάμωση των Αναπνευστικών Μυών	σελ. 77
Βιβλιογραφική τεκμηρίωση	σελ. 82
Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών σε επιλεγμένες ασθένειες	σελ. 84
Συζήτηση – Συμπέρασμα	σελ. 88
Βιβλιογραφία	σελ. 90

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνηθούν βιβλιογραφικά οι τρόποι και η σημασία της ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών και η μέσω αυτών προαγωγή της λειτουργικότητας του αναπνευστικού συστήματος. Η κυριότερη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος είναι η ανταλλαγή αερίων μεταξύ του αίματος και του ατμοσφαιρικού αέρα. Το αναπνευστικό σύστημα εξυπηρετεί την αναπνοή, η οποία έχει σαν σκοπό την πρόσληψη οξυγόνου και την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα. Η μηχανική της αναπνοής, οι πνευμονικοί όγκοι και οι χωρητικότητες καθώς επίσης και οι μεταβολές αυτών σε νοσήματα αποφρακτικού και περιοριστικού τύπου, έχουν ιδιαίτερη σημασία στην αναπνευστική φυσικοθεραπεία. Οι αναπνευστικοί μύες, εισπνευστικοί και εκπνευστικοί, οι τρόποι ενέργειάς τους και η νεύρωσή τους αναλύθηκαν λεπτομερώς όπως και οι τρόποι ενδυνάμωσης τους με ειδικές τεχνικές αναπνευστικής Φυσικοθεραπείας, με την βοήθεια εξασκητών αναπνοής, με χρήση ηλεκτρικής διέγερσης, με αντίσταση από τα χέρια του φυσιοθεραπευτή, με βάρος, με μπάλες, με αντίσταση από το νερό και με ελεύθερες ενεργητικές ασκήσεις. Το υλικό αντλήθηκε από έντυπο υλικό (βιβλία – επιστημονικά άρθρα) και από ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως οι Pubmed, Pedro, Heal Link, Google. Επιλέχθηκαν άρθρα σχετικά, ταξινομήθηκαν και αναλύθηκαν. Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης έδειξαν ότι η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών είναι καίριας σημασίας για την αντιμετώπιση μεγάλου αριθμού αναπνευστικών νόσων και δυσλειτουργιών, συμβάλλοντας σημαντικά και στην καλύτερη ποιότητα ζωής των ατόμων που πάσχουν. Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών βοηθάει στην καλύτερη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος σε ότι αφορά υγιή άτομα. Οι τρόποι ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών που χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο στις έρευνες αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι οι εξασκητές αναπνοής με συνηθέστερη την χρήση των THRESHOLD trainer και Spiro Tiger trainer. Σε ορισμένες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν συσκευές νευρομυϊκής ηλεκτροδιέγερσης για την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών και μέσω του φρενικού νεύρου ενδυνάμωση του διαφράγματος. Συμπερασματικά καταλήγουμε στο ότι, με βάση τις μέχρι τώρα έρευνες, αποδεικνύεται η θετική επίδραση της

ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών σε σχέση με ποικίλες αναπνευστικές ασθένειες. Παρόλα ταύτα διαπιστώνεται ότι το θέμα χρίζει περαιτέρω έρευνας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή διαπραγματεύεται την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών σαν μέτρο αντιμετώπισης πολλών νοσημάτων, την σημασία της καλής λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος καθώς επίσης και τους τρόπους επίτευξής της.

Πολλοί είναι οι παράγοντες που προκαλούν αναπνευστικά νοσήματα, γενετικοί, περιβαλλοντικοί, το κάπνισμα και άλλοι, όπως πολλοί είναι και οι τρόποι αντιμετώπισης τους χάρης στην εξέλιξη της ιατρικής πάνω σε αυτόν τον τομέα.

Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών έχει απασχολήσει πολύ την επιστημονική κοινότητα και τους ερευνητές που προσπαθούν να ανακαλύψουν όλο και περισσότερους τρόπους και μηχανήματα που να το επιτυγχάνουν (αναπνευστική φυσιοθεραπεία, εξασκητές αναπνοής, νευρομυϊκός ερεθισμός, κ.α.).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερευνών αναφέρουν ότι με την επίτευξη της ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών ο ασθενής έχει καλύτερη αντιμετώπιση στην ασθένεια που εξετάζεται κάθε φορά, το υγιές άτομο έχει υψηλότερο βιοτικό επίπεδο και οι αθλητές υψηλότερες επιδόσεις.

Η αναζήτηση των πηγών για την εργασία αυτή κατέληξε σε ένα ερευνητικό κενό. Παρά την εξάντληση του θέματος σε ότι αφορά την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με διάφορους εξασκητές αναπνοής, οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί με αντικείμενο τον νευρομυϊκό ερεθισμό και την υδροθεραπεία σαν μέσο ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών ήταν ελάχιστες και χωρίς σαφή αποτελέσματα. Δεν βρέθηκαν άρθρα και έρευνες που να συνδέουν την υδροθεραπεία με την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών. Γι' αυτόν τον λόγο το θέμα χρίζει περαιτέρω έρευνας.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στοιχεία ανατομικής του Αναπνευστικού Συστήματος

Η κυριότερη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος είναι η ανταλλαγή αερίων μεταξύ του αίματος και του ατμοσφαιρικού αέρα. Αποτελείται από : α) τη ρινική κοιλότητα, β) το φάρυγγα, γ) το λάρυγγα, δ) την τραχεία, ε) τους βρόγχους και στ) τους πνεύμονες.

Ο εισπνεόμενος αέρας εισέρχεται από τη ρινική κοιλότητα όπου ζεσταίνεται , καθαρίζεται και υγραίνεται. Η συνέχεια της ρινικής κοιλότητας είναι ο ρινοφάρυγγας που αποτελεί μέρος του φάρυγγα. Ο λάρυγγας βρίσκεται μεταξύ του φάρυγγα πάνω και της τραχείας κάτω. Στο άνω στόμιό του βρίσκεται η επιγλωττίδα που τον φράζει όταν καταπίνουμε εμποδίζοντας τις τροφές να εισέλθουν στους πνεύμονες . Το κάτω μέρος του λάρυγγα συνεχίζει με την τραχεία . Η τραχεία είναι ένας σωλήνας δώδεκα εκατοστών περίπου που μπαίνει στον θώρακα από το πάνω στόμιο και διχάζεται στους δύο βρόγχους , τον δεξιό και τον αριστερό. Οι βρόγχοι μπαίνουν στους αντίστοιχους πνεύμονες από τις πύλες τους ,διακλαδίζονται ολοένα και σε μικρότερους κλάδους για να σχηματίσουν το βρογχικό δέντρο που καταλήγει στις κυψελίδες όπου γίνεται η ανταλλαγή των αερίων (Πισίδης ,1994) .

Οι Πνεύμονες

Στον άνθρωπο οι δυο πνεύμονες είναι μαλακοί και σπογγώδους σύστασης. Είναι πολύ ελαστικοί και εάν διανοιγεί η θωρακική κοιλότητα τότε αμέσως συρρικνώνονται στο 1/3 και λιγότερο του όγκου τους. Οι πνεύμονες βρίσκονται δεξιά και αριστερά από το μεσοπνευμόνιο. Έχουν βάρος 650gr ο δεξιός και 550gr ο αριστερός.

Χωρίζονται ο ένας από τον άλλο με την καρδιά, τα μεγάλα αγγεία και άλλα όργανα του μεσοπνευμονίου. Καθένας από τους δυο πνεύμονες έχουν σχήμα κωνικό και καλύπτεται από περισπλάγχνιο υπεζωκότα. Προσφύεται στο μεσοθωράκιο με τη ρίζα του και έτσι κρέμεται μέσα στη σύστοιχη κοιλότητα του υπεζωκότα.

Κάθε πνεύμονας εμφανίζει μια αμβλεία κορυφή, η οποία προέχει προς τα άνω στον τράχηλο περί τα 2,5cm ύπερθεν της κλείδας, μια κυρτή πλευρική επιφάνεια, η οποία αντιστοιχεί στο θωρακικό τοίχωμα και μια υπόκοιλη μεσοπνευμόνια επιφάνεια, η οποία προσαρμόζεται στο περικάρδιο και τα άλλα όργανα του μεσοπνευμονίου. Περίπου στη μεσότητα αυτής της επιφάνειας υπάρχει η πύλη του πνεύμονα, δηλαδή η θέση εισόδου στον πνεύμονα των βρόγχων, αγγείων και νεύρων, τα οποία αποτελούν τη ρίζα του πνεύμονα.

Το πρόσθιο χείλος είναι λεπτό και υπερκαλύπτει από μπροστά την καρδιά, όπου εδώ στον αριστερό πνεύμονα δημιουργείται η καρδιακή εντομή. Το οπίσθιο χείλος είναι αμβλύ και φέρεται δίπλα στην σπονδυλική στήλη.

Λοβοί και σχισμές

Ο δεξιός πνεύμονας είναι ελαφρώς μεγαλύτερος από τον αριστερό και με την λοξή και την οριζόντια μεσολόβια σχισμή υποδιαιρείται σε τρεις λοβούς, τον άνω, το μέσο και τον κάτω λοβό. Η λοξή (μεσολόβια) σχισμή φέρεται από το κάτω χείλος προς τα άνω και πίσω τόσο κατά την πλευρική όσο και κατά την έσω επιφάνεια, μέχρις ότου δημιουργήσει εντομή στο οπίσθιο χείλος, περί τα 6,25 cm κάτω από την κορυφή. Η οριζόντια σχισμή (οριζόντιος κλάδος της μεσολόβιας σχισμής) υπάρχει μόνο στο δεξιό πνεύμονα και πορεύεται οριζόντια προς τα πίσω στην πλευρική επιφάνεια στο ύψος του 4^{ου} πλευρικού χόνδρου, μέχρις ότου συναντήσει τη λοξή σχισμή στη μέση μασχαλιαία γραμμή. Έτσι δημιουργείται ο μέσος λοβός, τριγωνικού σχήματος, αφοριζόμενος από την οριζόντια και τη λοξή σχισμή.

Ο αριστερός πνεύμονας, με παρόμοια λοξή (μεσολόβια) σχισμή υποδιαιρείται σε δύο λοβούς, τον άνω και τον κάτω λοβό. Δεν έχει οριζόντια σχισμή. (Richard S.)

Χαρακτηριστικά του πνεύμονα

Τα κύρια χαρακτηριστικά του πνεύμονα είναι, το βρογχικό δένδρο, τα πνευμονικά λόβια, τα αγγεία και τα νεύρα του.

α) Το βρογχικό δένδρο:

Αποτελείται από το στελεχιαίο βρόγχο και τους παράπλευρους βρόγχους. Ο στελεχιαίος βρόγχος που είναι συνέχεια του μεγάλου βρόγχου, αρχίζει από τις πύλες και, εισερχόμενος στον πνεύμονα, δίνει παράπλευρους κλάδους (βρόγχους), η κατανομή των οποίων είναι διαφορετική σε κάθε πνεύμονα. Κατά την διάρκεια της πορείας τους, οι κλάδοι ακολουθούνται από τη σύστοιχη πνευμονική αρτηρία. Το βρογχικό δένδρο σχηματίζεται από αλληπάλληλες διαιρέσεις του δευτερεύοντα βρόγχου.

Στο τέλος του πνευμονικού δένδρου, απαντώνται οι πνευμονικές κυψελίδες. Οι κυψελίδες είναι οι τελευταίοι κλάδοι του βρογχικού κλάδου, σαν μικρές κοιλότητες διαμέτρου 0,1 έως 0,3 χιλ. Το τοίχωμά τους αποτελείται από συνδετικό υπόστρωμα, με άφθονες ελαστικές ίνες και μακροφάγα κύτταρα, από αιμοφόρα τριχοειδή αγγεία, με τοίχωμα από ενδοθήλιο και λεπτό βασικό υμένα, καθώς και από αναπνευστικό επιθήλιο με το βασικό του υμένα. Έτσι, μεταξύ του αέρα των κυψελίδων και του αίματος των τριχοειδών. Οι κυψελίδες θα μπορούσαν να καλύψουν επιφάνεια 90 τετραγ. μέτρων, διαμέσου της οποίας γίνεται η ανταλλαγή των αερίων.

β) Τα πνευμονικά λόβια:

Αυτά συγκροτούν τα βρογχοπνευμονικά τμήματα, μεγάλος αριθμός των οποίων σχηματίζει κάθε λοβό του πνεύμονα. (Χατζημπούγιας Ι.)

Βρογχοπνευμονικά τμήματα

Κάθε λοβαίος βρόγχος, ο οποίος φέρεται σε ένα λοβό του πνεύμονα, χορηγεί κλάδους που ονομάζονται τμηματικοί βρόγχοι. Κάθε τμηματικός βρόγχος φέρεται σε ένα ανατομικώς και λειτουργικώς ανεξάρτητο τμήμα του λοβού, που ονομάζεται βρογχοπνευμονικό τμήμα. Ένα βρογχοπνευμονικό τμήμα έχει πυραμοειδές σχήμα, με την κορυφή στραμμένη προς την ρίζα του πνεύμονα. Κάθε τμήμα περιβάλλεται από στρώμα συνδετικού ιστού και εκτός από τον (πνευμονικό) βρόγχο του δέχεται κλάδο της πνευμονικής αρτηρίας και φλέβας, βρογχικά αγγεία, λεμφαγγεία και νεύρα του αυτόνομου νευρικού

συστήματος. Τα βρογχοπνευμονικά τμήματα κάθε πνεύμονα είναι τα ακόλουθα:

ΔΕΞΙΟΣ ΠΝΕΥΜΟΝΑΣ

Άνω λοβός: Κορυφαίο, οπίσθιο και πρόσθιο τμήμα.

Μέσος λοβός: Έξω και έσω τμήμα.

Κάτω λοβός: Κορυφαίο, έσω βασικό, πρόσθιο βασικό, έξω βασικό και οπίσθιο βασικό.

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΠΝΕΥΜΟΝΑΣ

Άνω λοβός: Κορυφαίο, οπίσθιο, πρόσθιο, άνω (γλωσσίδα) και κάτω (γλωσσίδα).

Κάτω λοβός: Κορυφαίο, έσω βασικό, πρόσθιο βασικό και οπίσθιο βασικό.

Η ρίζα του πνεύμονα σχηματίζεται από στοιχεία τα οποία εισέρχονται ή εξέρχονται από την πύλη του πνεύμονα. Αποτελείται από τον κύριο βρόγχο, την πνευμονική αρτηρία, τις πνευμονικές φλέβες, λεμφαγγεία, βρογχικά αγγεία και νεύρα. Περιβάλλεται από σκληρό και έλαστο υπεζωκότα, ο οποίος μεταβαίνει από το μεσοπνευμόνιο τοιχωματικό υπεζωκότα στον περισπλάγχνιο υπεζωκότα που περιβάλλει το σύστοιχο πνεύμονα. (Snell S.R.)

γ) Τα αγγεία:

Οι πνεύμονες έχουν διπλή αγγείωση: τη **λειτουργική**, που γίνεται με τις πνευμονικές αρτηρίες, και την **τροφική**. Οι πνευμονικές αρτηρίες, αρχίζουν από την δεξιά κοιλία της καρδιάς και παρακολουθούν μέσα στον πνεύμονα τη διαδρομή των βρόγχων και των διακλαδώσεων του. Το αίμα επιστρέφει στην καρδιά (αριστερό κόλπο) με τις πνευμονικές φλέβες και έτσι συμπληρώνεται η μικρή κυκλοφορία.

Τα τροφικά αγγεία είναι οι βρογχικές αρτηρίες. Είναι κλάδοι της θωρακικής αορτής και αιματώνουν τους βρόγχους και το τοίχωμα των μεγάλων αγγείων.

Οι βρογχικές φλέβες καταλήγουν δεξιά, στην άζυγη και αριστερά, στην ημιάζυγη φλέβα.

δ)Τα νεύρα:

Προέρχονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα και μάλιστα από το πρόσθιο και το οπίσθιο πνευμονικό πλέγμα.

Αεραγωγοί του Αναπνευστικού Συστήματος

Το αναπνευστικό σύστημα εξυπηρετεί την αναπνοή, η οποία σκοπό έχει την πρόσληψη οξυγόνου που είναι απαραίτητο για τις καύσεις, και την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα.

Διακρίνουμε δύο τμήματα:

Ανώτερες αναπνευστικές οδοί:

Στις ανώτερες αναπνευστικές οδούς, ο αέρας καθαρίζεται από ξένα σώματα, υγραίνεται και θερμαίνεται με σκοπό την προστασία των κατώτερων αναπνευστικών οργάνων. Για αυτό ακριβώς το λόγο η εισπνοή πρέπει να γίνεται πάντα από τη μύτη εκτός από τις περιπτώσεις εκείνες όπου υπάρχει απόφραξη των ανώτερων αναπνευστικών οδών.

- Οι ρινικές κοιλότητες

Είναι η αρχή της άνω αναπνευστικής οδού και αποτελείται από έναν οστεοχόνδρινο σκελετό και από μια κοιλότητα η οποία χωρίζεται, από το ρινικό διάφραγμα, στις δυο ρινικές θαλάμες.

- Η ρινική και η στοματική μοίρα του φάρυγγα

Ο φάρυγγας είναι ινομυώδης σωλήνας μήκους 12 έως 14 εκ., σχήματος χωνιού, που βρίσκεται μπροστά από την αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Έχει 4 ανοίγματα και αποτελείται από 3 μοίρες, τη ρινική, τη

στοματική και τη λαρυγγική. Η ρινική και η στοματική μοίρα, εξυπηρετούν την αναπνοή ενώ η στοματική και λαρυγγική μοίρα χρησιμεύουν για τη διέλευση των τροφών.

Κατώτερες αναπνευστικές οδοί:

➤ Ο λάρυγγας

Αποτελεί την αρχή της κατώτερης αναπνευστικής οδού. Χρησιμεύει ως αεραγωγός και ως φωνητικό όργανο. Είναι ένας ινοχόνδρινος σωλήνας που βρίσκεται κάτω από το υοειδές οστό και μπροστά από τη λαρυγγική μοίρα του φάρυγγα, στο ύψος του 4^{ου}, 5^{ου} και 6^{ου} αυχενικού σπονδύλου. Έχει μεγαλύτερη διάμετρο στους άνδρες, όπου και προεξέχει, σχηματίζοντας το λαρυγγικό έπαρμα (μήλο του Αδάμ). Αποτελείται από χόνδρους, κατάλληλα συνδεδεμένους με συνδέσμους και διαρθρώσεις, που κινούνται με τη βοήθεια διαφόρων τιμών.

Η κοιλότητα του λάρυγγα, καλύπτεται από βλεννογόνο, φέρει αγγεία και νεύρα καθώς και τις φωνητικές χορδές. Οι χόνδροι του λάρυγγα είναι 9, τρεις μονοί και τρεις διπλοί. Οι μονοί είναι ο θυρεοειδής, ο κρικοειδής και η επιγλωττίδα. Οι διπλοί είναι οι αρυταινοειδής, οι κερατοειδείς και οι σφηνοειδείς.

Η κοιλότητα του λάρυγγα, υποδιαιρείται σε τρεις μοίρες, την άνω, τη μέση και την κάτω. Η σπουδαιότερη είναι η μέση μοίρα, διότι εμφανίζει τις φωνητικές χορδές. Διακρίνουμε α) τις νόθες φωνητικές χορδές, που είναι πτυχές του βλεννογόνου. Δε μετέχουν στη φωνητική λειτουργία και είναι εξαιρετικά αναπτυγμένες στους εγγαστρίμυθους. β) Τις γνήσιες φωνητικές χορδές, οι οποίες είναι δυο λευκοειδείς πτυχές του βλεννογόνου μεταξύ της θυρεοειδικής γωνίας και των φωνητικών αποφύσεων των αρυταινοειδών χόνδρων, που σχηματίζουν τη σχισμή της γλωττίδας. Βρίσκονται επί του φωνητικού συνδέσμου και έχουν μήκος 2 με 2,5 εκ.(στις γυναίκες 1,5 με 2 εκ. γι' αυτό το λόγο έχουν και πιο οξεία φωνή). γ) Τη λαρυγγική κοιλία, που είναι ένα εκκόλπωμα του βλεννογόνου μεταξύ της γλωττίδας και της κοιλιακής πτυχής. Οι βλεννογόνος του λάρυγγα, αποτελείται από πολύστιχο κροσσωτό επιθήλιο εκτός από τα φωνητική χείλη, όπου είναι πολύστιβο πλακώδες.

➤ Η τραχεία

Η τραχεία, αποτελεί την προς τα κάτω συνέχεια του λάρυγγα. Είναι ένας ινοχόνδρινος σωλήνας, με μήκος 10 έως 11εκ. και αποτελείται από 16 έως 20 χόνδρινα ημικρίκια, που συνδέονται μεταξύ τους με τους μεσοκρίκιους συνδέσμους. Αρχίζει από το κάτω χείλος του κρικοειδούς χόνδρου και, στο ύψος του 4^{ου} θωρακικού σπονδύλου, αποσχίζεται στον αριστερό και στο δεξιό βρόγχο. Εμφανίζει δυο μοίρες, την τραχηλική και τη θωρακική. Έρχεται σε σχέση με τον οισοφάγο, με τους λοβούς του θυρεοειδή αδένα, την κοινή καρωτίδα, το αορτικό τόξο, την αριστερή κοινή καρωτίδα, την άνω κοίλη φλέβα, την άζυγη φλέβα και το δεξιό πνευμονογαστρικό νεύρο. Ο διχασμός της αντιστοιχεί στη στερνική γωνία.

Το εσωτερικό της τραχείας, στο σημείο του διχασμού και αριστερά, εμφανίζει μια πτυχή του βλεννογόνου, η οποία στενεύει στο στόμιο του αριστερού βρόγχου και λέγεται τρόπιδα.

➤ Οι βρόγχοι και οι διακλαδώσεις τους

Οι βρόγχοι είναι δυο, φέρονται λοξά προς τα κάτω και εισχωρούν στις πύλες του σύστοιχου πνεύμονα. Ο δεξιός είναι μικρότερος, ευρύτερος και εισχωρεί με μεγαλύτερη γωνία (γι' αυτό και τα ξένα σώματα φέρονται πιο συχνά στο δεξιό πνεύμονα). Πάνω από το δεξιό βρόγχο βρίσκεται η άζυγη φλέβα ενώ πάνω από τον αριστερό, βρίσκεται το αορτικό τόξο. Μπροστά του είναι η πνευμονική αρτηρία και η φλέβα.

Η τραχεία και οι βρόγχοι, αποτελούνται από τρεις χιτώνες, α) τον ινοχόνδρινο χιτώνα, β) το μυϊκό χιτώνα, από λείες μυϊκές ίνες σε δυο στιβάδες (την έξω επιμήκη και την έσω εγκάρσια) και γ) τον βλεννογόνο, με πολύστιχο κροσσωτό επιθήλιο, καλυκοειδή κύτταρα και οροβλεννογόνιους αδένες.

Η μηχανική της αναπνοής

ΕΙΣΠΝΟΗ

Εισπνοή σε κατάσταση ηρεμίας:

Μπορείτε να συγκρίνετε τη θωρακική κοιλότητα με ένα κουτί, που εμφανίζει μια μόνο είσοδο στην κορυφή του. Η είσοδος είναι ένας σωλήνας, που αντιστοιχεί στην τραχεία. Η χωρητικότητα του κουτιού αυτού μπορεί να αυξηθεί αν αυξηθούν όλες του οι διάμετροι, πράγμα που θα έχει ως αποτέλεσμα αέρας υπό ατμοσφαιρική πίεση να εισέλθει στο κουτί μέσα από το σωλήνα.

Σκεφθείτε τώρα τις τρεις διαμέτρους της κοιλότητας του θώρακα και πώς θα μπορούσαν οι διάμετροι αυτές να αυξηθούν.

Κάθετη διάμετρος:

Θεωρητικά η οροφή θα μπορούσε να ανυψωθεί και το έδαφος να κατεβεί χαμηλότερα. Η οροφή σχηματίζεται από τη μεμβράνη του Sibson και παραμένει σταθερή. Από την άλλη πλευρά το έδαφος σχηματίζεται από το ευκίνητο διάφραγμα. Όταν το διάφραγμα συστέλλεται οι θόλοι του αποπλατώνονται και το επίπεδο του διαφράγματος κατέρχεται.

Προσθιοπίσθια διάμετρος:

Αν οι προς τα κάτω επικλινείς πλευρές ανυψωθούν αντίστοιχα προς τα στερνικά πέρατά τους, τότε η προσθιοπίσθια διάμετρος της θωρακικής κοιλότητας θα μεγαλώσει και το κατώτερο τμήμα του στέρνου θα προβάλλει προς τα εμπρός. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη σταθεροποίηση της πρώτης πλευράς, η οποία γίνεται με τη συστολή των σκαληνών μυών και με τη συστολή των μεσοπλεύριων μυών. Με τον τρόπο αυτό όλες οι πλευράς φέρονται προς τα άνω, προς την πρώτη πλευρά και συμπλησιάζουν η μια την άλλη.

Εγκάρσια διάμετρος:

Οι πλευρές συντάσσονται μπροστά μεν από το στέρνο, μέσω των πλευρικών χόνδρων, και προς τα πίσω με τη σπονδυλική στήλη. Επειδή οι πλευρές ακολουθούν καμπύλη πορεία προς τα κάτω και εμπρός γύρω από το τοίχωμα του θώρακα, μοιάζουν σαν το χερούλι ενός κουβά. Είναι λοιπόν προφανές ότι αν οι πλευρές ανυψωθούν (όπως το χερούλι του κουβά), τότε η εγκάρσια διάμετρος της θωρακικής κοιλότητας θα αυξηθεί. Όπως περιγράφηκε παραπάνω, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη σταθεροποίηση της πρώτης πλευράς και την ανύψωση των άλλων πλευρών που επιτυγχάνεται με τη συστολή των μεσοπλεύριων μυών.

Ένας πρόσθετος παράγοντας που δεν πρέπει να παραβλέπεται είναι το αποτέλεσμα που έχει η κάθοδος του διαφράγματος προς τα κοιλιακά σπλάγχνα και επίσης ο μυϊκός τόνος των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Καθώς, κατά την διάρκεια της εισπνοής, το διάφραγμα κατέρχεται, η ενδοκοιλιακή πίεση βαθμιαία αυξάνεται. Αυτή η αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης αντισταθμίζεται από αντίστοιχη χαλάρωση των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Έρχεται όμως μια στιγμή που η περαιτέρω χαλάρωση των κοιλιακών μυών δεν είναι δυνατή και τότε το ήπαρ και τα άλλα σπλάγχνα της άνω κοιλίας δρουν σαν πλατφόρμα, που αντιστέκεται στην περαιτέρω κάθοδο του διαφράγματος. Αν τώρα η συστολή του διαφράγματος συνεχισθεί, τότε το τενόντιο κέντρο του υποστηρίζεται από τα κοιλιακά όργανα, ενώ οι μυϊκές ίνες του συνεχίζουν να βραχύνονται εξ αιτίας της συστολής και έτσι βοηθούν τους μεσοπλεύριους μυς στην ανύψωση των κατώτερων πλευρών.

Εκτός από το διάφραγμα και τους μεσοπλεύριους μυς, και άλλοι, λιγότερο σημαντικοί, μύες συστέλλονται κατά την διάρκεια της εισπνοής και βοηθούν την ανύψωση των πλευρών. Στους μυς αυτούς περιλαμβάνονται οι ανελκτήρες μύες των πλευρών και ο οπίσθιος άνω οδοντωτός.

Βίαη εισπνοή:

Κατά τη βαθιά, βίαη εισπνοή η χωρητικότητα της θωρακικής κοιλότητας αυξάνεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Κάθε μυς, που μπορεί να προκαλέσει ανύψωση των πλευρών, περιλαμβανομένων του πρόσθιου σκαληνού, του μέσου σκαληνού και του στερνοκλειδομαστοειδή μυός, ενεργοποιείται. Σε περιπτώσεις εργώδους αναπνοής όλοι αυτοί οι μύες ενεργούν εντονότερα και παράλληλα οι ωμοπλάτες σταθεροποιούνται με την ενέργεια του τραπεζοειδούς μυός, του ανεκτήρα της ωμοπλάτης και των ρομβοειδών μυών, επιτρέποντας έτσι στον πρόσθιο οδοντωτό και τον ελάσσονα θωρακικό μυ να ανέλκουν τις πλευρές. Αν τα κάτω άκρα σταθεροποιηθούν σε ένα τραπέζι ή στην πλάτη μιας καρέκλας, τότε και η στερνική έκφυση του μείζονος θωρακικού μυός μπορεί να υποβοηθήσει τη λειτουργία της εισπνοής.

Μεταβολές του πνεύμονα κατά την εισπνοή:

Κατά την εισπνοή η ρίζα του πνεύμονα κατέρχεται και το επίπεδο του διχασμού της τραχείας, μπορεί να κατέλθει κατά δυο σπονδύλους. Οι βρόγχοι επιμηκύνονται και διευρύνονται και τα κυψελιδικά τριχοειδή αγγεία διευρύνονται βοηθώντας έτσι την πνευμονική κυκλοφορία. Αέρας εισέρχεται στο βρογχικό δένδρο ως αποτέλεσμα της θετικής ατμοσφαιρικής πίεσης, που ασκείται διαμέσου της ανώτερης αναπνευστικής οδού, και της αρνητικής πίεσης, που ασκείται στην έξω επιφάνεια των πνευμόνων, ως αποτέλεσμα της αυξημένης χωρητικότητας της θωρακικής κοιλότητας. Με την διάταση των πνευμόνων, ο ελαστικός ιστός στα τοιχώματα των βρόγχων καθώς επίσης και ο συνδετικός ιστός διατείνονται. Καθώς το διάφραγμα κατέρχεται, το πλευροδιαφραγματικό κόλπωμα της κοιλότητας του υπεζωκότα διευρύνεται και τα κάτω χείλη των πνευμόνων κατέρχονται και φθάνουν σε χαμηλότερο επίπεδο.

ΕΚΠΝΟΗ

Εκπνοή σε κατάσταση ηρεμίας:

Η ήρεμη εκπνοή είναι σε μεγάλο βαθμό παθητικό φαινόμενο, που οφείλεται στην ελαστικότητα των πνευμόνων, τη χαλάρωση των μεσοπλευρίων μυών και του διαφράγματος, και την αύξηση του τόνου των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την προς τα άνω ώθηση του διαφράγματος. Ο κάτω οπίσθιος οδοντωτός μυς έχει κάποιο μικρό ρόλο έλκοντας προς τα κάτω τις κατώτερες πλευρές.

Βίαιη εκπνοή:

Η βίαιη εκπνοή είναι μια ενεργητική διεργασία, η οποία επιτυγχάνεται με την έντονη σύσπασση των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Ο τετράγωνος οσφυϊκός μυς συσπάται και έλκει προς τα κάτω τις δωδέκατες πλευρές. Είναι δυνατόν κατά την βίαιη εκπνοή μερικοί από τους μεσοπλευρίους μύες να συσπώνται, προκαλώντας κάθοδο και συμπλησίαση των πλευρών. Ο οπίσθιος κάτω οδοντωτός και ο πλατύς ραχιαίος μυς μπορούν επίσης να έχουν μικρό ρόλο στη βίαιη εκπνοή.

Μεταβολές του πνεύμονα κατά την βίαιη εκπνοή:

Κατά την εκπνοή, οι ρίζες των πνευμόνων και το σημείο διχασμού της τραχείας ανέρχονται. Οι βρόγχοι βραχύνονται και συσπώνται. Ο ελαστικός ιστός των πνευμόνων επανέρχεται στη θέση που είχε πριν την εισπνοή και το μέγεθος των πνευμόνων μικραίνει. Με την προς τα επάνω κίνηση του διαφράγματος όλο και μεγαλύτερες περιοχές του διαφραγματικού και πλευρικού υπεζωκότα έρχονται σε στενή σχέση και το μέγεθος του πλευροδιαφραγματικού κολπώματος ελαττώνεται. Τα κατώτερα χείλη των πνευμόνων συρρικνώνονται και ανέρχονται σε υψηλότερο επίπεδο.

ΤΥΠΟΙ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

Στα βρέφη και τα μικρά παιδιά οι πλευρές είναι σχεδόν οριζόντιες. Έτσι βασίζονται κυρίως στην κάθοδο του διαφράγματος για να αυξήσουν την χωρητικότητα της θωρακικής κοιλότητας κατά την εισπνοή. Επειδή αυτό συνοδεύεται από σημαντική μετακίνηση του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος προς τα έσω, και προς τα έξω, που είναι εμφανής, η αναπνοή σε αυτή την ηλικία αναφέρεται ως κοιλιακός τύπος αναπνοής.

Μετά το δεύτερο έτος της ηλικίας οι πλευρές ακολουθούν πιο λοξή πορεία και ο τύπος της αναπνοής στην ηλικία αυτή είναι ο ίδιος με τον τύπο αναπνοής του ενηλίκου.

Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς ότι στον ενήλικο υπάρχει διαφορά στον τύπο των αναπνευστικών κινήσεων μεταξύ των δυο φύλλων. Η γυναίκα τείνει να βασίζεται περισσότερο στις κινήσεις των πλευρών παρά στην κάθοδο του διαφράγματος κατά την εισπνοή. Αυτό αναφέρεται ως θωρακικός τύπος αναπνοής. Αντίθετα, ο άνδρας χρησιμοποιεί και το θωρακικό και το κοιλιακό τύπο αναπνοής, αλλά κυρίως τον κοιλιακό τύπο αναπνοής.

Λειτουργική εκτίμηση των πνευμόνων:

Υπάρχουν τέσσερις πνευμονικοί όγκοι και τέσσερις χωρητικότητες, η γνώση των οποίων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση του πνευμονικού αερισμού.

Πνευμονικοί όγκοι:

Οι πνευμονικοί όγκοι είναι:

- αναπνεόμενος όγκος (Tidal Volume)

Είναι ο όγκος αέρα που εισπνέεται ή εκπνέεται σε μια ήρεμη αναπνοή και αντιστοιχεί σε 500 ml αέρα περίπου.

Από αυτά ένα τμήμα (150 ml περίπου), δε φτάνει μέχρι τις κυψελίδες και αποτελεί το φυσιολογικό νεκρό χώρο.

Ο συνολικός όγκος του αέρα (κυψελίδες και φυσιολογικός νεκρός χώρος) που εισπνέεται ή εκπνέεται σε ένα λεπτό σε μια ήρεμη αναπνοή ονομάζεται κατά

λεπτό αερισμός και εκφράζεται από το γινόμενο του αναπνεόμενου όγκου επί την συχνότητα αναπνοών (συνήθως 12-16 min).

Έτσι κατά την διάρκεια μιας ήρεμης αναπνοής που γίνεται με συχνότητα 16 αναπνοών ανά λεπτό και αναπνεόμενο όγκο 500 cm^3 (0,5 lt)ο κατά λεπτό αερισμός είναι: $0,5 \times 16 = 8 \text{ lt/min}$.

Προκειμένου να υπολογισθεί ο αέρας που φτάνει στις κυψελίδες (κυψελιδικός αερισμός)πρέπει από κάθε αναπνοή να αφαιρεθεί ο όγκος του φυσιολογικού νεκρού χώρου,
 $(0,5 - 0,15) \times 16 = 5,6 \text{ lt/min}$.

- Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος (Inspiratory Reserve Volume)

Είναι ο όγκος αέρα που μπαίνει στους πνεύμονες εάν μετά το τέλος μιας ήρεμης εισπνοής γίνει μια μέγιστη εισπνοή.

- Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος (Vital capacity ή V.C.)

Είναι ο όγκος του αέρα που εκπνέεται, εάν μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής γίνει μια μέγιστη εκπνοή.

- Υπολειπόμενος όγκος (Residual Volume)

Είναι ο όγκος αέρα που παραμένει στους πνεύμονες έπειτα από μια μέγιστη εκπνοή.

Πνευμονικές χωρητικότητες:

Οι πνευμονικές χωρητικότητες είναι:

- Ολική πνευμονική χωρητικότητα (Total Lung Capacity ή T.L.C.)

Το άθροισμα των τεσσάρων όγκων μας δίνει την ολική πνευμονική χωρητικότητα.

- Ζωτική χωρητικότητα (Vital Capacity ή V.C.)

Είναι ο όγκος του αέρα που εκπνέεται, έπειτα από μια πολύ βαθιά εισπνοή.

Η ζωτική χωρητικότητα (V.C.), σε φυσιολογικά άτομα αποτελεί το 80% της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας (T.L.C.).

Η φυσιολογική τιμή της ζωτικής χωρητικότητας υπολογίζεται με ειδικές εξισώσεις, από τις οποίες αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι η εξίσωση του Baldwin, Cournant και Richards. Σύμφωνα με αυτή η V.C. υπολογίζεται ως εξής:

Σε άνδρες: $V.C. = [27,63 - (0,112 \times \text{ηλικία})] \times \text{ύψος σε cm}$

Σε γυναίκες: $V.C. = [21,78 - (0,101 \times \text{ηλικία})] \times \text{ύψος σε cm}$

- Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (Functional Residual Capacity ή F.R.C.).

Είναι το άθροισμα του εκπνευστικού εφεδρικού και του υπολειπόμενου όγκου αέρα, δηλαδή ο όγκος του αέρα που υπάρχει στους πνεύμονες μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής.

- Εισπνευστική χωρητικότητα (Inspiratory Capacity ή I.C.).

Είναι το άθροισμα του αναπνεόμενου χώρου και του εκπνεόμενου εφεδρικού όγκου αέρα.

Οι φυσιολογικές τιμές των πνευμονικών όγκων και χωρητικοτήτων ποικίλλουν ανάλογα με το φύλλο, το ύψος, το βάρος και την ηλικία του ατόμου.

Παθολογικοί θεωρούνται οι όγκοι και οι χωρητικότητες όταν διαφέρουν κατά 20% από τις προβλεπόμενες τιμές.

Αντιστάσεις στις αεροφόρους οδούς:

Στην πράξη μας ενδιαφέρει να εκτιμήσουμε τις αντιστάσεις στις αεροφόρους οδούς. Χρήσιμος και απλός δείκτης αυτών αποτελεί ο μέγιστος εκπνεόμενος όγκος αέρα στο πρώτο sec (ύστερα από μια βαθιά εισπνοή) γνωστός και ως F.E.V.₁ (Forced Expiratory Volume στο πρώτο sec), δηλαδή δυναμικά εκπνεόμενος όγκος σ' ένα δευτερόλεπτο.

Φυσιολογικά αποτελεί το 80% της F.V.C., της μέγιστης ζωτικής χωρητικότητας (Forced Vital Capacity ή F.V.C.). Η F.V.C. αντιπροσωπεύει τον όγκο του αέρα ο οποίος εξέρχεται από τους πνεύμονες μετά από πολύ βαθιά εισπνοή με όσο το δυνατόν ταχεία και βαθιά εκπνοή. Δηλαδή η εκπνοή κατά την F.V.C. (σε αντίθεση με την V.C.) γίνεται με όσο το δυνατόν βίαιη εκπνοή.

Σε φυσιολογικά άτομα η F.V.C. και η V.C. είναι ίσες. Η F.V.C., καθώς και ο χρόνος αποβολής της, ο οποίος σε φυσιολογικά άτομα κυμαίνεται μεταξύ 1,5-3sec, χρησιμεύουν στην κλινική για να εκτιμηθεί η ύπαρξη ή όχι βρογχοστένωσης.

Τα φυσιολογικά άτομα μπορούν να εκπνεύσουν από τη ζωτική τους χωρητικότητα το 83% σε 1 sec, το 94% σε 2 sec και το 97% σε 3 sec.

Η σχέση $F.E.V._1/F.V.C.$ % δείχνει την εκατοστιαία αναλογία της ζωτικής χωρητικότητας του ατόμου, που εκπνέεται στο πρώτο δευτερόλεπτο της εκπνευστικής του προσπάθειας και ονομάζεται δείκτης Tiffeneau.

Φυσιολογικά είναι περίπου 80.

Σε αποφρακτικού τύπου πνευμονοπάθειες, όπου η $F.V.C.$, ο δείκτης Tiffeneau ελαττώνεται ενώ σε πνευμονοπάθειες περιοριστικού τύπου, επειδή η ελάττωση των $F.E.V._1$ και $F.V.C.$ είναι ανάλογες, ο δείκτης παραμένει τυπικά φυσιολογικός.

Χρήσιμος επίσης δείκτης των αντιστάσεων των μικρών αεροφόρων οδών είναι η μέγιστη μεσοεκπνευστική ροή αέρα (Maximal Medpiration Flow ή $M.M.E.F.$) δηλαδή η ροή από το 25% έως το 75% της εκπνευστικής προσπάθειας.

Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες σε νοσήματα αποφρακτικού και περιοριστικού τύπου

Σε νοσήματα αποφρακτικού και περιοριστικού τύπου παρατηρούνται οι εξής αλλαγές:

- Ελάττωση της ζωτικής χωρητικότητας σε περιπτώσεις περιοριστικού τύπου, όταν δηλαδή ελαττώνεται ο φυσιολογικός πνευμονικός ιστός, λόγω πνευμονεκτομής, καρκίνου του πνεύμονα ή πνευμονικού οιδήματος. Επίσης, όταν περιορίζεται η εισπνοή λόγω πόνου εξαιτίας παθήσεων του θωρακικού τοιχώματος, πνευμονοθώρακος, παχυπλευρίτιδας ή υγράς πλευρίτιδας και διάμεσων ινώσεων.
- Αύξηση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας ($F.R.C.$) και του υπολειπόμενου όγκου ($R.V.$) σημαίνει πνευμονική υπερδιάταση. Αυτή κυρίως παρατηρείται σε αποφρακτικού τύπου πνευμονοπάθειες.
- Αύξηση της σχέσης $R.V./T.L.C.$ πάνω από 30% συνηγορεί για αποφρακτικού τύπου πνευμονοπάθειες.

Ελάττωση της $T.L.C.$ παρατηρείται σε πνευμονοπάθειες περιοριστικού τύπου, δηλαδή σε διάμεσες ινώσεις, σε παθήσεις του θωρακικού τοιχώματος, σε πολυπλευρίτιδα ή σε ατελεκτασία, ενώ αύξηση ή διατήρησή της σε φυσιολογικά όρια παρατηρείται σε πνευμονοπάθειες αποφρακτικού τύπου.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Οι Αναπνευστικοί Μύες.

Οι αναπνευστικοί μύες ανάλογα με την ενέργειά τους, στις φάσεις της αναπνοής, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Τους εισπνευστικούς και
- Τους εκπνευστικούς μύες

Εισπνευστικοί μύες

Οι εισπνευστικοί μύες χωρίζονται στους κύριους και τους επικουρικούς.

Κύριοι εισπνευστικοί μύες:

Οι κύριοι εισπνευστικοί μύες είναι οι ακόλουθοι:

- Το Διάφραγμα και
- Οι έξω μεσοπλεύριοι

Το Διάφραγμα:

Είναι ο κύριος μύς της αναπνοής. Έχει σχήμα θολωτό και αποτελείται από περιφερική μυϊκή μοίρα, που εκφύεται από τα χείλη του κάτω θωρακικού στομίου και από κεντρική τενόντια μοίρα που λέγεται τενόντιο κέντρο. Ανάλογα με τον τόπο έκφυσης το διάφραγμα μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις μοίρες:

- Στερνική μοίρα, που εκφύεται από την οπίσθια επιφάνεια της ξιφοειδούς απόφυσης.
- Πλευρική μοίρα, που εκφύεται με έξι οδοντώματα από την έσω επιφάνεια των έξι κατώτερων πλευρικών χόνδρων.
- Οσφυϊκή μοίρα, που εκφύεται από τους οσφυϊκούς σπονδύλους με τα σκέλη και από τους τοξοειδείς συνδέσμους.

Το δεξιό σκέλος εκφύεται από τα πλάγια των σωμάτων των τριών πρώτων οσφυϊκών σπονδύλων. Το αριστερό σκέλος εκφύεται από τα πλάγια των σωμάτων των δύο πρώτων οσφυϊκών σπονδύλων.

Πλαγίως των σκελών το διάφραγμα εκφύεται από τον έσω και έξω τοξοειδή σύνδεσμο. Ο έσω τοξοειδής σύνδεσμος είναι το παχύ άνω χείλος της περιτονίας, που καλύπτει την πρόσθια επιφάνεια του ψοίτη μυός. Ο έξω τοξοειδής σύνδεσμος είναι το παχύ άνω χείλος της περιτονίας, που καλύπτει την πρόσθια επιφάνεια του τετράγωνου οσφυϊκού μυός. Ο έσω τοξοειδής σύνδεσμος εκτείνεται από τα πλάγια του σώματος του δεύτερου οσφυϊκού σπονδύλου μέχρι την κορυφή της εγκάρσιας απόφυσης του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου. Ο έξω τοξοειδής σύνδεσμος εκτείνεται από την κορυφή της εγκάρσιας απόφυσης του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου έως το κάτω χείλος της δωδέκατης πλευράς.

Τα έσω χείλη των σκελών είναι ινώδη και συνδέονται μεταξύ τους με το μέσο τοξοειδή σύνδεσμο που περνά μπροστά από την πρόσθια επιφάνεια της αορτής.

Οι μυϊκές ίνες του διαφράγματος καταφύονται στο τενόντιο κέντρο, που έχει τριφυλλοειδές σχήμα. Η άνω επιφάνεια του τενόντιου κέντρου συμφύεται μερικώς με την κάτω επιφάνεια του ινώδους περικαρδίου. Μερικές από τις μυϊκές ίνες του δεξιού σκέλους πορεύονται προς τα αριστερά και περιβάλουν αγκυλοειδώς το οισοφαγικό στόμιο. Οι ίνες αυτές θεωρείται ότι ενεργούν σαν σφιγκτήρας και παρεμποδίζουν την παλινδρόμηση του περιεχομένου του στομάχου στη θωρακική μοίρα του στομάχου.

Σχήμα του διαφράγματος:

Όταν το βλέπει κανείς από μπροστά, το διάφραγμα σχηματίζει δύο θόλους, το δεξιό και τον αριστερό. Ο δεξιός θόλος του διαφράγματος φθάνει μέχρι το άνω χείλος της πέμπτης πλευράς, ενώ ο αριστερός θόλος φθάνει μέχρι το κάτω χείλος της πέμπτης πλευράς. Το τενόντιο κέντρο βρίσκεται στο ύψος της στερνοξοφοειδούς άρθρωσης. Τα επίπεδα του διαφράγματος μετακινούνται ανάλογα με τις αναπνευστικές κινήσεις, τη θέση του σώματος και το βαθμό διάτασης των κοιλιακών σπλάγχχνων. Το διάφραγμα φέρεται σε χαμηλότερο

επίπεδο στην όρθια ή καθιστική θέση και σε υψηλότερο κατά την κατάκλιση ή μετά από πλούσιο γεύμα.

Ορώμενο από τα πλάγια, το διάφραγμα μοιάζει με ανεστραμμένο J, το μακρύ σκέλος του οποίου ανέρχεται προς τα άνω από την σπονδυλική στήλη και το βραχύ σκέλος εκτείνεται προς τα εμπρός, προς την ξιφοειδή απόφυση.

Ενέργεια του διαφράγματος:

Το διάφραγμα ενεργεί ως:

1. Εισπνευστικός μυς: καθώς συσπάται το διάφραγμα έλκει προς τα κάτω το τενόντιο κέντρο του και αυξάνει την κάθετο διάμετρο του θώρακα. Είναι ο σημαντικότερος εισπνευστικός μυς.
2. Μυς αύξησης της ενδοκοιλιακής πίεσης.
3. Μυς άρσης βαρών.
4. Θωρακοκοιλιακή αντλία.

Νεύρωση:

Η κινητική νεύρωση του διαφράγματος γίνεται από το φρενικό νεύρο (A3 , A4 και A5) μόνον. Η αισθητική νεύρωση του τοιχωματικού υπεζωκότα και του περιτοναίου που καλύπτουν το κεντρικό τμήμα του διαφράγματος προέρχεται επίσης από το φρενικό νεύρο. Η αισθητική όμως νεύρωση της περιφερικής μοίρας του διαφράγματος προέρχεται από τα πέντε κατώτερα μεσοπλευρία νεύρα.

Τρήματα του διαφράγματος

Το διάφραγμα έχει τρία κύρια τρήματα:

1. Το αορτικό τρήμα βρίσκεται μπροστά από το σώμα του δωδέκατου θωρακικού σπονδύλου μεταξύ των σκελών του διαφράγματος. Από αυτό διέρχονται η αορτή, ο μείζων θωρακικός πόρος και η άζυγος φλέβα.

2. Το οισοφαγικό τρήμα βρίσκεται στο ύψος του δέκατου θωρακικού σπονδύλου σε μια αγκύλη μυϊκών ινών, που προέρχονται από το δεξιό σκέλος. Από αυτό διέρχονται ο οισοφάγος, το δεξιό και αριστερό πνευμονογαστρικό νεύρο, οι οισοφαγικοί κλάδοι των αριστερών γαστρικών αγγείων και το κατώτερο τριτημόριο του οισοφάγου.
3. Το τρήμα της κάτω κοίλης φλέβας βρίσκεται στο ύψος του όγδοου θωρακικού σπονδύλου στο τενόντιο κέντρο. Από αυτό διέρχονται η κάτω κοίλη φλέβα και οι τελικοί κλάδοι του δεξιού φρενικού νεύρου.

Επί πλέον, το μείζων, το ελάσσων και το ελάχιστο σπλαγχνικό νεύρο διατρυπούν τα σκέλη, το συμπαθητικό στέλεχος περνά πίσω από το μέσο τοξοειδή σύνδεσμο εκατέρωθεν της σπονδυλικής στήλης και τα άνω επιγάστρια αγγεία περνούν μεταξύ των εκφύσεων της στερνικής και πλευρικής μοίρας του διαφράγματος. Το αριστερό φρενικό νεύρο διατρυπά τον αριστερό θόλο του διαφράγματος και νευρώνει το περιτόναιο. Τα μεσοπλεύρια αγγεία και νεύρα των πλευρών 7-11 περνούν στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα, ανάμεσα στα οδοντώματα της πλευρικής μοίρας του διαφράγματος.

Έξω μεσοπλεύριοι μύες:

Οι έξω μεσοπλεύριοι μύες είναι έντεκα και καλύπτουν τα διαστήματα των πλευρών. Κάθε ένας από αυτούς σχηματίζει την επιφανειακή στοιβάδα και έχει κοντές και παράλληλες μεταξύ τους ίνες. Οι ίνες του κατευθύνονται προς τα κάτω και πρόσω από το κάτω χείλος της υπερκείμενης πλευράς προς το άνω χείλος της υποκείμενης πλευράς. Οι μύες αυτοί εκτείνονται από τα φύματα των πλευρών προς τα πίσω έως το έξω άκρο των πλευρικών χόνδρων προς τα εμπρός, όπου οι μύες αντικαθίστανται από απονεύρωση, η οποία λέγεται πρόσθιος (ή έσω) μεσοπλεύριος υμένας.

Οι έξω μεσοπλεύριοι μύες νευρώνονται από τα μεσοπλεύρια νεύρα (θ1-θ2).

Ενέργεια:

Ανυψώνουν τις πλευρές κατά την εισπνοή και έτσι αυξάνονται η οβελιαία και η εγκάρσια διάμετρος του θώρακα.

Νεύρωση:

οι έξω μεσοπλευριοί μύες νευρώνονται από τα αντίστοιχα μεσοπλευρία νεύρα. Τα μεσοπλευρία νεύρα και αγγεία πορεύονται όπως και στο κοιλιακό τοίχωμα μεταξύ της μέσης και της εσωτερικής στοιβάδας των μυών. Διατάσσονται ως εξής από τα άνω προς τα κάτω: μεσοπλευρία φλέβα, μεσοπλευρία αρτηρία και μεσοπλευριο νεύρο.

Επικουρικοί μύες

Οι επικουρικοί μύες είναι:

- Ο μείζων θωρακικός
- Ο ελάσσων θωρακικός
- Ο στερνοκλειδομαστοειδής
- Οι σκαληνοί
- Ο τραπεζοειδής
- Ο ρομβοειδής
- Ο πρόσθιος οδοντωτός και
- Ο οπίσθιος άνω οδοντωτός
- Ανεκκτήρες των πλευρών

Μείζων θωρακικός:

Ο μείζων θωρακικός εκφύεται από το έσω τρίτο μόριο της κλείδας, από τους χόνδρους των έξι πρώτων πλευρών, από την πρόσθια επιφάνεια του στέρνου και από την θήκη του ορθού κοιλιακού. Οι ίνες του έχουν φορά προς τα

επάνω και έξω και καταφύονται στην ακρολοφία του μείζονος βραχιονίου ογκώματος.

Ενέργεια:

Όταν ο βραχίονας είναι ακίνητος ανυψώνει τις πλευρές.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα θωρακικά νεύρα (A5-Θ1)

Ελάσσων Θωρακικός:

Ο ελάσσων θωρακικός σκεπάζεται από το μείζονα θωρακικό και οι ίνες του είναι παράλληλες μεταξύ τους. Εκφύεται από την έξω επιφάνεια της 3^{ης}, 4^{ης} και 5^{ης} πλευράς και καταφύεται στην κορακοειδή απόφυση.

Ενέργεια:

Όταν σταθεροποιείται η ωμοπλάτη ανυψώνει τις πλευρές προς τα επάνω.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα θωρακικά νεύρα (A6-A8).

Στερνοκλειδομαστοειδής:

Ο στερνοκλειδομαστοειδής είναι ένας ευδιάκριτος μυς που με τον ομόλογό του σχηματίζει ένα V με την γωνία του προς το στέρνο. Εκφύεται από την πρόσθια επιφάνεια της λαβής του στέρνου και από το έσω τριτημόριο της άνω επιφάνειας της κλείδας και καταφύεται στην έξω επιφάνεια της μαστοειδούς απόφυσης.

Ενέργεια:

Όταν σταθεροποιείται το κεφάλι από την σύσπαση των εκτεινόντων μυών, οι στερνοκλειδομαστοειδείς με την σύσπασή τους ανυψώνουν την κλείδα και το στέρνο.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από το παραπληρωματικό νεύρο και από κλάδους του αυχενικού πλέγματος (A1-A2).

Σκαληνοί:

οι σκαληνοί μύες είναι τρεις:

- ο πρόσθιος,
- ο μέσος και
- ο οπίσθιος σκαληνός.

Ο πρόσθιος σκαληνός εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις του A3 έως και του A6 αυχενικού σπονδύλου και καταφύεται στο φύμα της πρώτης πλευράς.

Ο μέσος σκαληνός εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις του A2 έως και του A7 αυχενικού σπονδύλου και καταφύεται στην πρώτη πλευρά, πίσω και έξω από την κατάφυση του πρόσθιου.

Ο οπίσθιος σκαληνός εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις του A5, A6 και A7 αυχενικού σπονδύλου και καταφύεται στην δεύτερη πλευρά.

Ενέργεια:

Όταν σταθεροποιηθεί η έκφυσή τους, βοηθούν στην ανύψωση των πλευρών.

Νεύρωση:

Νευρώνονται από το βραχιόνιο πλέγμα.

Τραπεζοειδής:

Ο τραπεζοειδής εκφύεται από τη βάση του κρανίου, από τις ακανθώδεις αποφύσεις του A1-A7 αυχενικού σπονδύλου και από τις ακανθώδεις αποφύσεις όλων των θωρακικών σπονδύλων και καταφύεται στην κλείδα, το ακρώμιο και στην άκανθα της ωμοπλάτης.

Ενέργεια

Όταν ο μυς συσπάται φέρνει τους ώμους προς τα επάνω και πίσω και δρα σαν εισπνευστικός μυς.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από το παραπληρωματικό νεύρο και από κλάδους του αυχενικού πλέγματος (A2-A4).

Ρομβοειδής:

Οι ρομβοειδής είναι δυο:

- ο ελάσσων και
- ο μείζων ρομβοειδής.

Εκφύονται από τις ακανθώδεις αποφύσεις του A6-A7 αυχενικού σπονδύλου (ελάσσων ρομβοειδής) και Θ1-Θ4 θωρακικού σπονδύλου(μείζων ρομβοειδής) και καταφύονται στο έσω χείλος της ωμοπλάτης.

Ενέργεια:

Όταν συσπώνται έλκουν την κάτω γωνία της ωμοπλάτης προς την σπονδυλική στήλη. Συνεργάζονται με τους τραπεζοειδής για να κρατήσουν τις ωμοπλάτες σε σωστή θέση και ανυψώνουν τις πλευρές.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από το ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης (A4-A5)

Πρόσθιος οδοντωτός:

Ο πρόσθιος οδοντωτός εκφύεται με εννέα οδοντώματα από την 1^η-9^η πλευρά και καταφύεται στο σπονδυλικό χείλος της ωμοπλάτης.

Ενέργεια:

Όταν η ωμοπλάτη είναι ακίνητη, με την σύσπασή του ανυψώνει τις πλευρές.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από το μακρό θωρακικό νεύρο (A5-A7).

Οπίσθιος άνω οδοντωτός:

Ο οπίσθιος άνω οδοντωτός εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις του A7 αυχενικού σπονδύλου και των Θ1-Θ3 θωρακικών σπονδύλων. Καταφύεται στη 2^η-5^η πλευρά.

Ο οπίσθιος άνω οδοντωτός είναι αδύνατος εισπνευστικός μυς.

Ενέργεια:

Ανυψώνει τις πλευρές και συνεπώς είναι εισπνευστικός μυς.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα μεσοπλεύρια νεύρα.

Ανελκτήρες των πλευρών:

Υπάρχουν 12 ζεύγη ανελκτῆρων μυών των πλευρών. Καθένας από αυτούς έχει σχήμα τριγωνικό και εκφύεται με την κορυφή του από την κορυφή της εγκάρσιας απόφυσης ενός σπονδύλου και καταφύεται στην αμέσως κατώτερη πλευρά.

Ενέργεια:

Κάθε ανελκτῆρας μυς ανυψώνει την πλευρά στην οποία καταφύεται και συνεπώς ενεργεί ως εισπνευστικός μυς

Νεύρωση:

Νευρώνονται από τους οπίσθιους κλάδους των θωρακικών νεύρων.

Εκπνευστικοί μύες:

Δεν υπάρχουν κύριοι εκπνευστικοί μύες, παρά μόνο επικουρικοί.

Επικουρικοί μύες:

Οι επικουρικοί μύες είναι οι ακόλουθοι:

- έσω μεσοπλεύριοι
- κοιλιακοί μύες
- πλατύς ραχιαίος
- οπίσθιος κάτω οδοντωτός.

Έσω μεσοπλεύριοι:

Οι έσω μεσοπλεύριοι είναι έντεκα και γεμίζουν τα ενδιάμεσα κενά των πλευρών. Σχηματίζουν δηλαδή την ενδιάμεση στοιβάδα. Βρίσκονται κάτω από τους έξω μεσοπλεύριους. Η φορά τους είναι αντίθετη από αυτή των έξω μεσοπλεύριων, δηλαδή οι ίνες τους φέρονται προς τα κάτω και πίσω από την

πλευρική αύλακα της υπερκείμενης πλευράς προς το άνω χείλος της υποκείμενης πλευράς. Εκτείνονται από το στέρνο ως τις γωνίες των πλευρών, όπου οι μύες αντικαθίστανται από απονεύρωση, που λέγεται οπίσθιος (ή έσω) μεσοπλεύριος υμένας. Εκφύονται από το επάνω χείλος της κατώτερης πλευράς και καταφύονται στην αύλακα της υπερκείμενης πλευράς.

Ενέργεια:

Με καθηλωμένη την τελευταία πλευρά με την ενέργεια των κοιλιακών μυών κατεβάζουν τις πλευρές κατά την εκπνοή.

Νεύρωση:

Νευρώνονται από τα μεσοπλεύρια νεύρα (Θ2-Θ6).

Κοιλιακοί μύες:

Οι κοιλιακοί μύες είναι:

- ο ορθός κοιλιακός στο πρόσθιο μέρος της κοιλιάς,
- ο έξω λοξός
- ο έσω λοξός και
- ο εγκάρσιος στο πλάγιο μέρος της κοιλιάς.

Ορθός κοιλιακός:

Ο ορθός κοιλιακός είναι επιμήκης ταινιοειδής μυς που επεκτείνεται σε όλο το μήκος του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Προς τα άνω είναι πλατύτερος και κοντά στη μέση γραμμή, χωρίζεται από τον αντίθετο με την λευκή γραμμή.

Ο ορθός κοιλιακός μυς εκφύεται από τον 5^ο, 6^ο και 7^ο πλευρικό χόνδρο και την ξιφοειδή απόφυση και καταφύεται με δυο κεφαλές στην πρόσθια επιφάνεια της ηβικής σύμφυσης και στην ηβική ακρολοφία.

Ο ορθός κοιλιακός είναι κλεισμένος μεταξύ των απονευρώσεων του έξω λοξού, του έσω λοξού και του εγκάρσιου κοιλιακού, οι οποίες σχηματίζουν την θήκη του ορθού.

Ενέργεια:

Συμπιέζει το περιεχόμενο της κοιλιάς και κάμπτει τη σπονδυλική στήλη. Επίσης είναι επικουρικός αναπνευστικός μυς.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα έξι κατώτερα μεσοπλεύρια νεύρα.

Έξω λοξός κοιλιακός

Ο έξω λοξός κοιλιακός μυς είναι πλατύ, λεπτό, μυώδες πέταλο που εκφύεται από τις έξω επιφάνειες των οκτώ κατώτερων πλευρών και καταφύεται στην ξιφοειδή απόφυση, τη λευκή γραμμή, την ηβική ακρολοφία, το ηβικό φύμα και το πρόσθιο ήμισυ της λαγόνιας ακρολοφίας. Η κατάφυση των περισσότερων ινών του γίνεται με μια πλατιά απονεύρωση στην οποία μεταπίπτουν οι μυϊκές ίνες. Σημειώστε όμως ότι οι πλέον οπίσθιες μυϊκές ίνες, που φέρονται στη λαγόνια ακρολοφία, σχηματίζουν ένα ελεύθερο οπίσθιο χείλος.

Ενέργεια:

Υποβαστάζει και συμπιέζει το περιεχόμενο της κοιλιάς, συμμετέχει στην κάμψη και στροφή του κορμού, στην βίαιη εκπνοή, στην αφόδευση, στην ούρηση, στον τοκετό και στον εμετό.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα έξι κατώτερα μεσοπλεύρια νεύρα και από το λαγνοϋπογάστριο και λαγονοβουβωνικό νεύρο (Ο1).

Έσω λοξός κοιλιακός:

Ο έσω λοξός κοιλιακός μυς είναι επίσης πλατύ, λεπτό, μυώδες πέταλο, που βρίσκεται υπό τον έξω λοξό κοιλιακό. Οι περισσότερες από τις ίνες του μύος

αυτού έχουν πορεία κάθετη προς την πορεία των ινών του έξω λοξού κοιλιακού μυός. Ο μυς εκφύεται από την οσφυϊκή περιτονία, τα πρόσθια δυο τριτημόρια της λαγόνιας ακρολοφίας, και από τα έξω δύο τριτημόρια του βουβωνικού συνδέσμου. Καταφύεται στα κάτω χείλη των κατώτερων τριών πλευρών και των αντίστοιχων πλευρικών χόνδρων, στην ξιφοειδή απόφυση, τη λευκή γραμμή και την ηβική σύμφυση. Το κάτω χείλος του έσω λοξού κοιλιακού μυός είναι ελεύθερο και φέρεται τοξοειδώς πάνω από τον σπερματικό τόνο (ή το στρογγύλο σύνδεσμο της μήτρας) και κατόπιν κατέρχεται πίσω από αυτόν και προσφύεται στην ηβική ακρολοφία και την κτενιαία ακρολοφία. Κοντά στην κατάφυσή τους οι κατώτερες ίνες της απονεύρωσης του μυός αυτού συμφύονται με ανάλογες ίνες του εγκάρσιου κοιλιακού μυός και σχηματίζουν τον κοινό (σύμπλοκο) τένοντα, που προς τα έσω καταφύεται στη λευκή γραμμή αλλά το έξω χείλος του είναι ελεύθερο.

Ενέργεια:

Η ενέργεια του έσω λοξού κοιλιακού μυός είναι η ίδια με αυτή του έξω λοξού κοιλιακού μυός.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από το έξι κατώτερα μεσοπλεύρια νεύρα και από το λαγονούπογάστριο και το λαγονοβουβωνικό νεύρο (Ο1)

Εγκάρσιος κοιλιακός μυς:

Ο εγκάρσιος κοιλιακός μυς είναι λεπτό, μυώδες, πέταλο, που βρίσκεται υπό τον έσω λοξό κοιλιακό μυ και του οποίου οι ίνες φέρονται οριζόντια προς τα εμπρός. Εκφύεται από τους έξι κατώτερους πλευρικούς χόνδρους, τη θωρακοοσφυϊκή περιτονία, τα πρόσθια 2/3 της λαγόνιας ακρολοφίας και το έξω 1/3 του βουβωνικού συνδέσμου. Καταφύεται στην ξιφοειδή απόφυση, τη λευκή γραμμή και την ηβική σύμφυση. Οι κατώτερες τενόντιες ίνες της απονεύρωσης του μυός συμφύονται με ανάλογες ίνες από τον έσω λοξό

κοιλιακό και σχηματίζουν τον κοινό (σύμπλοκο) τένοντα που προσφύεται στην ηβική ακρολοφία και την κτενιαία γραμμή.

Ενέργεια:

Ο εγκάρσιος κοιλιακός μυς συμπιέζει το περιεχόμενο της κοιλιάς.

Νεύρωση:

Νευρώνεται από τα έξι κατώτερα μεσοπλεύρια νεύρα, από το λαγονοϋπογάστριο και από το λαγονοβουβωνικό νεύρο (Ο1).

Έλεγχος λειτουργίας των αναπνευστικών μυών:

Κατά την κλινική εκτίμηση των ασθενών με καρδιοπνευμονικά προβλήματα, ο έλεγχος της πνευμονικής λειτουργίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό των ασθενών με πνευμονικές διαταραχές από αυτούς με καρδιακά νοσήματα, επισημαίνοντας ότι τα καρδιακά και πνευμονικά νοσήματα μπορεί να συνυπάρχουν. Το αναπνευστικό σύστημα αποτελείται από το αναπνευστικό κέντρο, τον πνεύμονα μαζί με το σύστημα μεταφοράς του αέρα (ανώτεροι αεραγωγοί και τραχειοβρογχικό δένδρο) και μια αντλία άντλησης αέρα, που αποτελείται από την θωρακική κοιλότητα και τους αναπνευστικούς μύες. Η δυσλειτουργία οποιουδήποτε τμήματος του αναπνευστικού συστήματος μπορεί να οδηγήσει σε πνευμονική νόσο, και σε αυτή την περίπτωση ειδικοί έλεγχοι μπορεί να είναι αναγκαίοι για την ανίχνευση των βλαβών.

Ο έλεγχος της πνευμονικής λειτουργίας γίνεται για την αντικειμενική εκτίμηση της κατάστασης των ασθενών με αναπνευστικά συμπτώματα όπως η δύσπνοια. Ο ασθενής μπορεί να παρουσιάζει ψυχοσωματικά συμπτώματα δύσπνοιας σε κατάσταση ηρεμίας και/ή κατά την διάρκεια άσκησης, και οι έλεγχοι της πνευμονικής λειτουργίας είναι πολύ χρήσιμοι στο να διαπιστωθεί κατά πόσο ο ασθενής υποφέρει από αποφρακτική ή περιοριστική πνευμονική νόσο, ή και από τις δύο, ή έχει φυσιολογική πνευμονική λειτουργία. Ο διαχωρισμός αυτός είναι εξαιρετικά σημαντικός για τους ασθενείς με

ψυχογενείς αναπνευστικές ανωμαλίες για τους οποίους μια καθισχυαστική ή αντιαγχωτική θεραπεία μπορεί να είναι αρκετή, ενώ για ασθενείς που νοσούν π.χ. από άσθμα μπορεί να απαιτείται μια βρογχοδιασταλτική θεραπεία. Στη δεύτερη περίπτωση, με τους ελέγχους της πνευμονικής λειτουργίας μπορεί να ανιχνευθούν οι φυσιολογικές ή παθολογικές μεταβολές του αναπνευστικού συστήματος. Σε ασθενείς που χρησιμοποιούν αμιοδαρόνη για τον έλεγχο της κοιλιακής ταχυκαρδίας ή μπλεομυκίνη για χημειοθεραπευτικούς σκοπούς, με τους ελέγχους της πνευμονικής λειτουργίας είναι δυνατή η ανίχνευση του βαθμού της τοξικής βλάβης των πνευμόνων, που προκαλείται από τις ουσίες αυτές. Επιπλέον, ο έλεγχος της πνευμονικής λειτουργίας αποτελεί ένα ολοκληρωμένο τμήμα της προ-εγχειρητικής και λειτουργικής εκτίμησης ενός ασθενή που πρόκειται να υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση. Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για ασθενείς που παρουσιάζουν σοβαρή φυσαλιδώδη αποφρακτική πνευμονική νόσο και πρόκειται να υποβληθούν σε εκτομή της εμφυσηματικής κύστης ή λοβοεκτομή ή πνευμονεκτομή στην περίπτωση καρκίνου του πνεύμονα. Στην περίπτωση επαγγελματικής πνευμονικής ασθένειας και κατά την εκτίμηση του βαθμού ανικανότητας των πνευμόνων, οι έλεγχοι της πνευμονικής λειτουργίας είναι χρήσιμοι στην αξιολόγηση της μειωμένης λειτουργικότητας και του βαθμού βλάβης. Τέλος, οι έλεγχοι της πνευμονικής λειτουργίας έχουν χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση του βαθμού επιτυχίας της θεραπευτικής αγωγής είτε πρόκειται για βρογχοδιασταλτική θεραπεία ασθματικών ασθενών είτε για θεραπεία με κορτικοστεροειδή ασθενών με σαρκοριδή. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι πνευμονικές ανωμαλίες μπορεί να μην είναι παρούσες σε κατάσταση ηρεμίας αλλά μπορεί να εκδηλωθούν όταν οι έλεγχοι της πνευμονικής λειτουργίας εκτελούνται κατά την διάρκεια άσκησης ή ύπνου. Στους ασθενείς που παρουσιάζουν δύσπνοια κατά την διάρκεια άσκησης, η επιβεβαίωση ύπαρξης άσθματος προκαλούμενου από την άσκηση θα γίνει με τη δοκιμασία κόπωσης.

Παρόμοια, στην περίπτωση ασθενούς που παρουσιάζει μεγάλη υπνηλία, άπνοια κατά την διάρκεια του ύπνου, και πνευμονική καρδιά, η επιβεβαίωση της αποφρακτικής ή κεντρικής άπνοιας του ύπνου, θα γίνει με την εξέταση «μελέτης ύπνου». Οι δοκιμασίες της πνευμονικής λειτουργίας που είναι

διαθέσιμες σε ένα πλήρως εξοπλισμένο εργαστήριο πνευμονικής λειτουργίας περιλαμβάνουν την μέτρηση:

1. της αντίστασης ροής των ρινικών αεραγωγών για την εκτίμηση της βατότητας τους,
2. των όγκων των πνευμόνων για την εκτίμηση του βαθμού υπερδιάτασης λόγω εμφυσήματος, της παγίδευσης αέρα και του βαθμού των περιοριστικού τύπου ανωμαλιών του αερισμού,
3. τη σπιρομέτρηση για την αξιολόγηση των αποφρακτικών ή περιοριστικών διεργασιών,
4. τη μέτρηση της ικανότητας διάχυσης σε μια αναπνοή για τις αποφρακτικές και περιοριστικές διαταραχές,
5. τη μέτρηση των παραμέτρων της μηχανικής των πνευμόνων (αντίσταση αεραγωγών, ενδοτικότητα-δυναμική και στατική- μέγιστη τάση ελαστικής επαναφοράς και καμπύλες πίεσης όγκου) για αποφρακτικές και περιοριστικές πνευμονοπάθειες,
1. τη μέτρηση των μέγιστων πιέσεων στο στόμα κατά την εκπνοή (PE_{max}), την εισπνοή (PI_{max}) και τη διαφραγματική πίεση (P_{di}) για την αξιολόγηση των αναπνευστικών μυών, συμπεριλαμβανομένου και του διαφράγματος,
2. τη σπιρομέτρηση πριν και μετά την εισπνοή βρογχο-διασταλτικού για την εκτίμηση του βαθμού αναστρεψιμότητας της απόφραξης του αεραγωγού σε ασθενείς με αποφρακτική πνευμονική νόσο,
3. τις δοκιμασίες βρογχικής πρόκλησης με εισπνοή ειδικών ή μη ειδικών ουσιών για τον προσδιορισμό της υπεραντιδραστικότητας των αεραγωγών και την επιβεβαίωση ύπαρξης επαγγελματικού άσθματος,
4. τη δοκιμασία κόπωσης για την αξιολόγηση της καρδιοπνευμονικής επάρκειας και λειτουργίας,
5. τη μελέτη των αερίων αρτηριακού αίματος για την εκτίμηση των δυνατοτήτων των πνευμόνων όσον αφορά στην ανταλλαγή αέρα (δηλαδή την ανίχνευση υποξαιμίας και/ ή υποαερισμού και οξεοβασικών διαταραχών),
6. τις μελέτες ελέγχου αερισμού, όπως η ανταπόκριση αερισμού σε υποξία και υπερκαπνία για την αξιολόγηση της λειτουργίας των

αναπνευστικών κέντρων σε ασθενείς με σύνδρομο Pickwick ή νόσο της Ondine, και

7. τις μελέτες κατά την διάρκεια του ύπνου για την ανίχνευση κεντρικής ή αποφρακτικής άπνοιας στον ύπνο ή διαταραχές του ύπνου και την εκτίμηση της νυχτερινής θεραπείας με οξυγόνο για ασθενείς με πνευμονικά νοσήματα.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών είναι είτε άμεσος είτε έμμεσος. Ο άμεσος γίνεται κατευθείαν πάνω στον μυ με EMG ενώ ο έμμεσος γίνεται μέσω της αναπνοής με:

- σπιρομέτρηση
- πληθυσμογραφία
- συσκευές ελέγχου
- οξυμετρία κ.α.

Ο άμεσος και έμμεσος τρόπος ελέγχου της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών θα αναπτυχθεί αναλυτικά παρακάτω.

ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Μερικές από τις πιο χρήσιμες πληροφορίες για την μηχανική της αναπνοής μπορούν να αποκτηθούν με την απλή επισκόπηση του ασθενούς. Το προσεκτικό μάτι θα παρατηρήσει κατά πόσο χρησιμοποιούνται επικουρικοί μύες της αναπνοής, αν υπάρχει αναπέταση των ρωθώνων, εισολκή μεσοπλευρίων ή παράδοξη αναπνοή. Αναπνοή με παρατεταμένα τα χείλη, καθήλωση των χεριών στους μηρούς για σταθεροποίηση της ωμικής ζώνης, καθιστή θέση αρρώστου στο κρεβάτι με ελαφρά κλίση προς τα εμπρός και επικοινωνία του με βραχείες φράσεις ή λέξεις αντί για κανονικές προτάσεις, μαρτυρούν την παρουσία δύσπνοιας. Άγχος, ανησυχία, ωχρότητα ή αληθής κυάνωση, αντιληπτός συριγμός, και παροξυσμικός βήχας μπορούν να προστίθενται στην εμφάνιση της αναπνευστικής δυσχέρειας. Το βάθος και η συχνότητα των αναπνοών πρέπει να καταγράφονται όπως επίσης και κάποιες εντυπώσεις για την ποσότητα του διακινούμενου αέρα. Για παράδειγμα σε

βαρύ άσθμα ο ασθενής μπορεί να έχει λίγους συρίπτοντες λόγω εξασθετισμένου αναπνευστικού ψιθυρίσματος ή να μην ακούγονται μη μουσικοί ακόμη και σε πνευμονικό οίδημα αν ο ασθενής εμφανίζει κόπωση και οι αναπνοές είναι επιπόλαιες.

Η ταχύπνοια είναι προφανής αλλά άλλα πρότυπα παθολογικής αναπνοής συχνά σχετίζονται με νευρολογικά νοσήματα που επηρεάζουν κεντρικά αναπνευστικά κέντρα στον εγκέφαλο και το στέλεχος. Ιδιαίτερα πρότυπα αναπνοής συνοδεύουν μορφές υπνοαπνοϊκού συνδρόμου ή αποτελούν έκφραση απόφραξης των ανώτερων αεραγωγών. Παρακολούθηση του ύπνου και πολυύπνογραφία απαιτούνται για την ακριβή καταγραφή της διαταραχής και νευροφυσιολογική μελέτη για την επιβεβαίωση της δυσλειτουργίας του υπογλώσσιου μυ ή μυών του λάρυγγα. Σε μερικές περιπτώσεις ωστόσο, η απλή παρατήρηση του κοιμώμενου ασθενή μπορεί να αποκαλύψει προεξάρχοντα χαρακτηριστικά της αποφρακτικής διαταραχής. Ιστορικό ροχαλητού, ταραγμένου ύπνου, υπνηλίας κατά την ημέρα, και επιδεινούμενη διανοητική κατάσταση ή βίαιη και υβριστική συμπεριφορά εκ του ιστορικού, που συνήθως το παρέχει σύζυγος ή συγγενής είναι πολύτιμα τμήματα της διαγνωστικής διερεύνησης στις διαταραχές του ύπνου. Το σχήμα της γνάθου και του προσώπου (μικρογναθία) ή μια μεγάλη γλώσσα και μικρός οπισθοφαρυγγικός χώρος μπορεί να δώσουν ενδείξεις.

Η προσεκτική επισκόπηση της μύτης και του φάρυγγα είναι αναγκαία. Ενδείξεις ρινικής απόφραξης από πολύποδες ή σκολίωση του ρινικού διαφράγματος μπορούν να δικαιολογήσουν την παρουσία οπισθορινικής έκκρισης και βήχα. Οι πολύποδες μπορούν να σχετίζονται με άσθμα, αλλεργική ρινίτιδα και άλλα νοσήματα, όπως άσθμα από ασπιρίνη και κυστική ίνωση. Ρινικές εξελκώσεις και παραρρινοκολπίτιδα μπορεί να υποδηλώνουν αγγειίτιδα του αναπνευστικού (κοκκιωμάτωση Wegener). Οίδημα της παρωτίδας μπορεί να βρεθεί σε σαρκοείδωση και σε κολλαγονώσεις.

Προ της ακρόασης του θώρακα αξίζει να παρατηρήσετε τον ασθενή καθώς παίρνει μερικές βαθιές αναπνοές και να ελέγξετε για ασύμμετρη έκπτυξη του θώρακα. Επίσης, εκτιμήστε το σχήμα του θωρακικού κλωβού και σημειώστε την παρουσίαση σκολίωσης ή θώρακος των υποδηματοποιών. Βαρελοειδής θώρακας, υπέρμετρη ανάπτυξη ή υπερτροφία των θωρακικών μυών και των μυών της ωμικής ζώνης που χρησιμοποιούνται ως μύες επικουρικοί της

αναπνοής, γυναικομαστία και οποιαδήποτε έλλειψη συνέργειας των θωρακικών και κοιλιακών μυών πρέπει να σημειώνονται. Στην συνέχεια επιβάλλεται ψηλάφηση τουλάχιστον των οστέινων δομών του θώρακα και έλεγχος για εξωτερικά σημεία τραύματος και παλαιότερες χειρουργικές ουλές. Η ευσυνείδητη ψηλάφηση των λεμφαδενικών ομάδων στον τράχηλο, τη μασχάλη και τα υπερκλείδια είναι αναγκαία. Επίσης είναι αναγκαία η ψηλάφηση των μαστών σε άνδρες και γυναίκες και η προσεκτική ψηλάφηση του θυρεοειδούς. Επίκρουση του θώρακα για έλεγχο της κινητικότητας των διαφραγμάτων, εντόπιση πλευριτικών συλλογών ή έκλυση αμβλύτητας πάνω από περιοχές πύκνωσης είναι μια παμπάλαια διαγνωστική τεχνική που μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία. Δυστυχώς τέτοια ευρήματα φαίνονται λιγότερο σημαντικά για την ακριβή διάγνωση καθώς οι απεικονιστικές μέθοδοι προσφέρουν πιο αντικειμενικά στοιχεία. Ωστόσο η ακρόαση των πνευμονικών πεδίων παραμένει χρήσιμη γιατί προσφέρει μοναδικές πληροφορίες που η ακτινογραφία θώρακος ή η αξονική τομογραφία δεν μπορούν να συλλάβουν και βοηθά τον κλινικό να εκτιμήσει αμέσως σημαντικές διαταραχές που αφορούν τους αεραγωγούς. Μπορεί να διακρίνει τους υγρούς ρόγχους από κυψελιδικό οίδημα, από τους μουσικούς και το μειωμένο αναπνευστικό ψιθύρισμα. Απλή ακρόαση των οπίσθιων βάσεων των πνευμόνων μπορεί να μην είναι επαρκής καθόσον η ακρόαση των μασχαλιαίων και πρόσθιων περιοχών του θώρακα μπορεί να δώσει ήχο τριβής ή σημαντικά σημεία λοίμωξης. Ασθενείς με διάχυτες πνευμονοπάθειες που οδηγούν σε ίνωση έχουν συνήθως εισπνευστικούς μη μουσικούς με ξηρή απήχηση ρόγχους στο μεγαλύτερο μέρος των πνευμονικών πεδίων. Περιγραφικά επίθετα γι' αυτούς τους ρόγχους, όπως ήχοι από «σελοφάν» και «Velcro» έχουν δοθεί κατά καιρούς. Η εξέταση της καρδιάς πρέπει να θεωρείται σαν συνέχεια της εξέτασης των πνευμόνων και πρέπει να αφορά στη λεπτομερή αξιολόγηση της λειτουργίας της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας. Πρέπει να αναζητούνται στοιχεία δεξιάς καρδιακής ανεπάρκειας είτε πνευμονικής υπέρτασης.

Είναι προφανές ότι μια πλήρης φυσική εξέταση είναι απαραίτητη γιατί και άλλες απομακρυσμένες από τον θώρακα περιοχές μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για την πνευμονική λειτουργία για τον τύπο της πνευμονικής νόσου που υπάρχει. Σημεία από τρύπημα βελονών μπορεί να υποδηλώνουν ένα χρήστη ενδοφλέβιων τοξικών ουσιών και να δώσουν

εξήγηση για την παρουσία πολλαπλών πνευμονικών αποστημάτων και ενδοκαρδίτιδας. Κυάνωση των άκρων μπορεί να αντανακλά υποξαιμία. Οι περισσότερες κολλαγονώσεις, ιδίως η πολλαπλή συστηματική σκλήρυνση, η δερματομυοσίτιδα, ο ερυθρηματώδης λύκος και η ρευματοειδής αρθρίτιδα προσβάλλουν το δέρμα, ενώ ταυτόχρονα σε σημαντικό ποσοστό προκαλούν διάμεση πνευμονική ίνωση. Η πληκτροδακτυλία πάντα οδηγεί σε μια ενδιαφέρουσα διαφορική διάγνωση. Ενδείξεις πρωτοπαθούς όγκου σε άλλα όργανα μπορούν να δικαιολογήσουν την παρουσία πνευμονικών μεταστάσεων και κατάσταση υπερπηκτικότητας εκ νεοπλασίας, που μπορεί να ευθύνεται για εν τω βάθει φλεβοθρόμβωση και πνευμονική εμβολή. Επειδή υπάρχουν τόσο πολλές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ συστηματικών νοσημάτων και πνευμονικής δυσλειτουργίας είναι άσκοπη η απαρίθμηση ακόμη και των πιο συνηθισμένων συσχετίσεων. Το σημείο στο οποίο πρέπει να δοθεί έμφαση είναι ότι μια σαφής κατανόηση των παθολογικών καταστάσεων του πνεύμονα προϋποθέτει μια σφαιρική μελέτη του ασθενούς και αυτό απαιτεί μια εξονυχιστική φυσική εξέταση.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ

Αναπνευστικά συμπτώματα:

Ορισμένα αναπνευστικά συμπτώματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά, ιδίως αν τα αναφέρει από μόνος του ο ίδιος ο ασθενής. Τα βασικότερα είναι:

- **Δύσπνοια:** η δύσπνοια μπορεί να είναι ένα ύπουλο σύμπτωμα, ο χρόνος έναρξης του οποίου δύσκολα καθορίζεται από τον ασθενή. Δύσπνοια σημαίνει δυσχερής ή συνοδευόμενη από δυσφορία αναπνοή και στη σημασία της περιλαμβάνεται κάτι περισσότερο από ένα μη φυσιολογικό πρότυπο αναπνοής, όπως π.χ. η ταχύπνοια, ο υπεραερισμός, και η ακανόνιστη ή η ασύγχρονη αναπνοή. Η δύσπνοια μπορεί να εκτιμηθεί ποσοτικά. Είναι ένα υποκείμενο αίσθημα που συχνά περιγράφεται σαν έλλειψη αέρα ή σαν αίσθηση του αρρώστου ότι είναι αδύνατον να αναπνεύσει ή ότι η ανάσα του δεν αρκεί για να κάνει κάποια απλή ή καθημερινή δραστηριότητα.

- **Συρίττουσα αναπνοή:** η συρίττουσα αναπνοή αναμφίβολα συμβάλλει στη δημιουργία του αισθήματος της δύσπνοιας με την οποία συχνά συγχέεται από ορισμένους ασθενείς. Η συρίττουσα αναπνοή, που μπορεί να εξεταστεί τόσο ως έγκυρο φυσικό σημείο όσο και ως σύμπτωμα, δίνει το αίσθημα ότι ο εισπνεόμενος αέρας «κολλάει» στους αεραγωγούς και εμποδίζει την βαθιά εισπνοή. Μπορεί να τερματίζεται με βήχα. Η συρίττουσα αναπνοή μπορεί να γίνει αισθητή από τον ασθενή ως αίσθημα σύσφιξης κατά την αναπνοή και συχνά γίνεται ακουστή. Αυτός ο ήχος πρέπει να διακρίνεται από τον «εισπνευστικό συριγμό», που προέρχεται από τον λάρυγγα και από το στοματοφάρυγγα.
- **Βήχας:** ο βήχας είναι ένας φυσιολογικός μηχανισμός βίαιης αποβολής εκκρίσεων ή εισπνεόμενων σωματιδίων από τους αεραγωγούς και συμπληρώνει το σύστημα της βλεννοκροσσωτής κάθαρσης της επιφάνειας του τραχειοβρογχικού επιθηλίου. Ο βήχας μπορεί να είναι εκούσιος. Ωστόσο είναι πιο σημαντικός σαν προστατευτικό αντανακλαστικό. Ο φυσιολογικός βήχας είναι ασυνήθιστος και δεν αναπτύσσει μεγάλες δυνάμεις. Ο βαθύς και συχνός βήχας είναι κάτι περισσότερο από ένα σύμπτωμα ή μια ενόχληση. Είναι ένα προφανές σημείο αναπνευστικής νόσου που απαιτεί προσοχή και ερμηνεία.

Αξιολόγηση: πολλά νοσήματα εμφανίζουν ως σύμπτωμα τον βήχα. Για τον καθορισμό της αιτίας του βήχα είναι απαραίτητος είναι απαραίτητος ο ανατομικός και λειτουργικός καθορισμός της βλάβης (π.χ. οπισθορινικές εκκρίσεις που ερεθίζουν την γλωττίδα ή ένας διογκωμένος θυρεοειδής ή ανεύρυσμα της αορτής ή άλλη δομή του μεσοθωράκιου που συμπιέζει την τραχεία μπορεί να προκαλούν βήχα). Το είδος του βήχα μπορεί να δώσει επίσης πληροφορίες για την αιτία (η συχνότητα και το βάθος του), ο προκαλούμενος ήχος και η αποβαλλόμενη απόχρεμψη, αν υπάρχει.

Αντιμετώπιση: η αντιμετώπιση του βήχα απαιτεί θεραπεία του υποκείμενου προβλήματος. Διακοπή του καπνίσματος προκαλεί σημαντική μείωση του βήχα. Εντός 4-6 εβδομάδων από τη διακοπή μπορεί να συμβεί αξιοσημείωτη ελάττωση. Ωστόσο, ο βήχας μπορεί να παραμείνει και να επιμένει για χρόνια. Ένας επίμονος βήχας ενός καπνιστή θέτει το ενδεχόμενο νεοπλασίας και επομένως την ανάγκη στενής παρακολούθησης.

Η θεραπεία περιλαμβάνει βρογχοδιασταλτικά με την μορφή αεροζόλ για το άσθμα, διακοπή του καπνίσματος για τη χρόνια βρογχίτιδα, ανύψωση της κεφαλής του κρεβατιού καθώς και καθόλου τροφή ή υγρά προ της κατάκλισης επί γαστροοισιφαγικής παλινδρόμησης, και αντιβιοτικά με αποσυμφοριστικά για παραρινοκολπίτιδα.

Επιπλοκές: η συγκοπή κατά τον βήχα, που ορίζεται ως απώλεια της συνείδησης της οποίας προηγείται παροξυσμός βήχα, συχνότερα παρατηρείται σε άρρενες. Οι ασθενείς είναι συνήθως παχύσαρκοι, σωματώδεις, καπνιστές με υποκείμενη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Όσο πιο βίαιος είναι ο βήχας τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να συμβεί συγκοπή. Η διάρκεια της απώλειας της συνείδησης είναι βραχεία, συνήθως μερικά δευτερόλεπτα. Σπάνια μπορεί να παρατηρηθούν σπασμοί.

- **Απόχρεμψη:** η αποβολή πτυέλων από τον λαιμό ή τους πνεύμονες με απόχρεμψη και φτύσιμο ή με βήχα είναι συνηθισμένο φαινόμενο. Μπορεί να γίνεται ασυνείδητα και χωρίς προσπάθεια αν οι εκκρίσεις είναι ελάχιστες ή να είναι μια δυσάρεστη συνήθεια, χαρακτηριζόμενη από συχνό καθάρισμα της μύτης και του λαιμού που μπορεί να είναι εκδήλωση οπισθορρινικών εκκρίσεων.
- **Θωρακικός πόνος:** ο θωρακικός πόνος είναι ένα σύμπτωμα που αναφέρεται αμέσως από τον ασθενή. Ωστόσο η ταυτοποίηση της αιτίας ή της προέλευσής του μπορεί να απαιτήσει σημαντική προσπάθεια και προβληματισμό. Ο πόνος, όπως η αιμόπτυση, δεν είναι σύμπτωμα που παραβλέπεται από τον ασθενή, εκτός εάν έχει χαρακτηρηές συνήθειες και υποτροπιάζοντες, όπως συμβαίνει με τον στηθαγχικό πόνο ή τον πόνο του ερεθισμού του οισοφάγου. Ο θωρακικός πόνος χωρίζεται σε:
 - **πλευριτικό πόνο**, που ορίζεται ως ρυθμικός, οξύς θωρακικός πόνος σχετιζόμενος με τις αναπνευστικές κινήσεις, συνήθως έχει προφανή σχέση με λοίμωξη του αναπνευστικού.
 - **πόνος θωρακικού τοιχώματος**, όλες οι δομές στο θωρακικό τοίχωμα, περιλαμβανόμενου του δέρματος και του υποδόριου είναι δυναμικά πηγές θωρακικού πόνου.
- **Αιμόπτυση:** είναι η απόχρεμψη καθαρού αίματος ή αιμοβαφών πτυέλων.

Κλινική αξιολόγηση: η αιμόπτυση είναι ένα γεγονός που πανικοβάλλει και πρέπει να διερευνάται λεπτομερώς , με προσεκτική λήψη ιστορικού για την διαλεύκανση της συχνότητας και του όγκου του αίματος που αποβλήθηκε και με φυσική εξέταση για τον εντοπισμό της πηγής.

Αίτια αιμόπτυσης σε ενήλικες:

Λοιμώξεις: Χρόνια βρογχίτιδα
Βρογχιεκτασίες
Πνευμονικό απόστημα
Μικροβιακές πνευμονίες
Μυκητιάσεις
Φυματίωση

Νεοπλασίες: Βρογχογενές καρκίνωμα
Βρογχικό αδένωμα
Καρκίνωμα μεταστατικό

Καρδιαγγειακά

Νοσήματα: Στένωση μιτροειδούς
Πνευμονικό έμφρακτο
Συγγενείς καρδιοπάθειες, ιδίως κυανωτικές

Πνευμονική αρτηριοφλεβώδης επικοινωνία

Παρασιτώσεις

Πνευμονονεφρικό σύνδρομο

Διάφορα: Κυστική ίνωση
Βρογχολιθίαση
Κύστες και φυσαλίδες
Ενδομητρίωση
Ιδιοπαθής
Προσποίηση είτε σύνδρομο Μυγκάουζεν

ΚΥΡΙΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια:

Ως οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια (ΟΑΑ) ορίζεται η σχετικά αιφνίδιας έναρξης αδυναμία του αναπνευστικού συστήματος να επιτελέσει τις μείζονες λειτουργίες του (επαρκείς μεταφορά οξυγόνου και επαρκείς απομάκρυνση του διοξειδίου από το αρτηριακό αίμα), σε τέτοιο βαθμό που να απειλείται η ζωή. Συνεπώς, η οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια δεν είναι νόσος αλλά μάλλον σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από διαταραγμένες φυσιολογικές λειτουργίες και που μπορεί να προκληθεί από μια ποικιλία νοσολογικών οντοτήτων. Η νοσηρή επεξεργασία που προκαλεί ανεπάρκεια της λειτουργίας δεν περιορίζεται κατ' ανάγκη στους ίδιους τους πνεύμονες, αλλά μπορεί να αφορά οποιοδήποτε τμήμα του αναπνευστικού συστήματος: το σύστημα ελέγχου του αερισμού τους πνεύμονες (αεραγωγούς και παρέγχυμα), την πνευμονική αγγείωση και το θωρακικό τοίχωμα και τους αναπνευστικούς μύες.

Η ΟΑΑ μπορεί να οριστεί ειδικότερα με βάση τη διαταραχή των τιμών των αερίων του αρτηριακού αίματος. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οποιοσδήποτε ειδικός ορισμός είναι ως ένα σημείο αυθαίρετος και η εκτίμηση της ΟΑΑ εξαρτάται από την κλινική κατάσταση. Ένας συχνά χρησιμοποιούμενος ορισμός της ΟΑΑ είναι αρτηριακή PO_2 (PaO_2) < 55 mmHg και/ή αρτηριακό PCO_2 ($PaCO_2$) > 50 mmHg με συνοδό οξυαιμία. Το όριο που τίθεται για το PaO_2 στην ΟΑΑ ποικίλει από 50-60 mmHg, ενώ συνήθως χρησιμοποιείται ένα PaO_2 < 55 mmHg. Το όριο τίθεται σε αυτό το εύρος τιμών λόγω της θέσης του στην καμπύλη αποδέσμευσης οξυαιμοσφαιρίνης. Αν το PaO_2 πέσει κάτω από 50-55 mmHg, ο κορεσμός και συνεπώς η περιεκτικότητα του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο πέφτει απότομα. Επομένως, ένα PaO_2 κάτω από αυτό το επίπεδο μπορεί να είναι απειλητικό για τη ζωή. Όταν το PaO_2 υπερβαίνει τα 60 mmHg έχουμε σχεδόν πλήρη κορεσμό της αιμοσφαιρίνης με οξυγόνο. Η παραπάνω αύξηση του PaO_2 έχει ως αποτέλεσμα σχετικά μικρή αύξηση στο περιεχόμενο του αρτηριακού οξυγόνου.

Ένα $PaCO_2$ > 50 mmHg χρησιμοποιείται ως όριο γιατί μια αιφνίδια αύξηση από τιμή αφετηρίας την φυσιολογική τιμή των 40 mmHg με φυσιολογικά διττανθρακικά ορού (24 mEq/L) προκαλεί σημαντική αναπνευστική οξέωση.

Οι απειλητικές για την ζωή εκδηλώσεις της υπερκαπνίας σχετίζονται με τη συνοδό οξέωση. Έτσι, η χρόνια υπερκαπνία που αντιρροπείται από αυξημένα διττανθρακικά δεν είναι απαραίτητα επικίνδυνη από μόνη της. Καθώς ορισμένοι ασθενείς με χρόνια πνευμονοπάθεια μπορεί να έχουν μόνιμα τιμές PaO_2 και $PaCO_2$ που βρίσκονται εντός των πλαισίων των παραπάνω ορισμών, ο κλινικός πρέπει να αποφασίσει κατά πόσο οι παρατηρηθείσες παθολογικές τιμές αερίων αίματος είναι χρόνιες και σταθερές ή σχετίζονται με οξεία κλινική επιδείνωση.

Το σύνδρομο της ΟΑΑ είναι ανάλογο προς την οξεία λειτουργική ανεπάρκεια οποιουδήποτε άλλου συστήματος για παράδειγμα της καρδιάς, των νεφρών ή του ήπατος. Αντιπροσωπεύει μια βαριά λειτουργική διαταραχή που είναι απειλητική για την ζωή και απαιτεί άμεση αντιμετώπιση. Η αναγνώριση του συνδρόμου θέτει το ζήτημα της διάγνωσης και αντιμετώπισης. Μάλιστα από τη στιγμή που θα τεθεί η διάγνωση ΟΑΑ οι αρχές αντιμετώπισης είναι παρόμοιες παρά την μεγάλη ποικιλία νοσημάτων που μπορούν να οδηγήσουν σε αυτή τη λειτουργική διαταραχή. Ορισμένα θεραπευτικά μέτρα μπορούν να ξεκινήσουν αμέσως μετά την διάγνωση ΟΑΑ. Από την άλλη μεριά, η βέλτιστη αντιμετώπιση συνήθως εξαρτάται από την διάγνωση της νόσου που προκαλεί ή πυροδοτεί την ανεπάρκεια.

Παθοφυσιολογικά αίτια οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας:

Τέσσερις παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί μπορούν να οδηγήσουν σε ΟΑΑ: υποαερισμός, διαταραχές αερισμού / αιμάτωσης, shunt και διαταραχές διάχυσης. Μόνο οι τρεις πρώτοι μηχανισμοί έχουν κλινική σημασία, καθώς οι διαταραχές της διάχυσης σπάνια προκαλούν σημαντική υποξαιμία. Η θεώρηση της ΟΑΑ με βάση αυτούς τους όρους είναι χρήσιμη για την διαφορική διάγνωση της αιτίας της ανεπάρκειας και διευκολύνει την θεραπεία.

Υποαερισμός:

Ο κυψελιδικός υποαερισμός χαρακτηρίζεται από αύξηση του $PaCO_2$. Έτσι, υποαερισμός είναι παρών όταν ο κυψελιδικός αερισμός δεν επαρκεί για τις ανάγκες αποβολής του διοξειδίου του άνθρακα και η $PaCO_2$ αρχίζει να

αυξάνει. Ο ολικός κατά λεπτά αερισμός και ακόμη και ο κυψελιδικός αερισμός μπορεί να είναι αυξημένοι πάνω από το φυσιολογικό, αν αυτή η αύξηση δεν είναι αρκετή για τα επίπεδα παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα. Η προκύπτουσα υπερκαπνία πλην της πρόκλησης αναπνευστικής οξέωσης, σχετίζεται και με υποξαιμία. Επί υποαερισμού η υποξαιμία είναι το αποτέλεσμα μειωμένης μερικής πίεσης κυψελιδικού οξυγόνου ($P_{A}O_2$). Το επίπεδο του κυψελιδικού αερισμού είναι ανεπαρκές για να απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται και η ποσότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος περιέχει οξυγόνο, που φέρεται στις κυψελίδες είναι επίσης μειωμένη. Καθώς η $P_{A}O_2$ μειώνεται, κατ' ανάγκη μειώνεται και η $P_{a}O_2$. Αν η αρτηριακή υποξαιμία παράγεται από υποαερισμό, η διαφορά κυψελιδικού και αρτηριακού οξυγόνου $P(A-a)O_2$ είναι φυσιολογική. Όλοι οι άλλοι μηχανισμοί που προκαλούν υποξυγοναιμία σχετίζονται με αυξημένη $P(A-a)O_2$.

Η υποξαιμία που σχετίζεται με τον υποαερισμό μπορεί να διορθωθεί με χορήγηση συμπληρωματικού οξυγόνου. Ωστόσο το οξυγόνο δεν έχει άμεσο αποτέλεσμα επί της αναπνευστικής οξέωσης. Ο πιο φυσιολογικός τρόπος για διόρθωση τόσο της αναπνευστικής οξέωσης όσο και της υποξαιμίας είναι η βελτίωση του κυψελιδικού αερισμού. Το πώς κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται καλύτερα, εξαρτάται από το αίτιο του κυψελιδικού υποαερισμού. Όταν το αίτιο του υποαερισμού είναι αποφρακτικό, έχουν θέση τα βρογχοδιασταλτικά και η απομάκρυνση των εκκρίσεων. Όμως, όταν μια υπερβολική δόση ηρεμιστικών έχει προκαλέσει καταστολή του αναπνευστικού κέντρου, ο προσωρινός μηχανικός αερισμός δίνει χρόνο για τον μεταβολισμό ή την αποβολή του φαρμάκου.

Διαταραχές αερισμού / αιμάτωσης:

Η διαταραχή αερισμού / αιμάτωσης είναι το συχνότερο αίτιο υποξυγοναιμίας. Για την εμφάνιση υποξαιμίας πρέπει να υπάρχουν περιοχές του πνεύμονα όπου ο αερισμός είναι πολύ μειωμένος σε σχέση με την αιμάτωση. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από αυξημένο $P_{a}CO_2$ και μειωμένο $P_{a}O_2$. Το αίμα που περνά από αυτές τις κυψελίδες αντανάκλα την μειωμένη μερική τάση οξυγόνου. Επίσης, λιγότερο CO_2 απομακρύνεται από αυτές τις περιοχές και το τελοτριχοειδικό αίμα έχει αυξημένη PCO_2 . Ωστόσο, αύξηση του

αερισμού στις περιοχές του πνεύμονα όπου ο αερισμός και η αιμάτωση έχουν σχετικά καλή σχέση απομακρύνει αρκετό CO_2 ώστε να αναπληρώνει για το αυξημένο PCO_2 από τις περιοχές με διαταραχή V/Q . Πρόκειται για συνέπεια του σχετικά γραμμικού σχήματος της καμπύλης αποδέσμευσης CO_2 . Μια αύξηση του αερισμού σε οποιαδήποτε επιμέρους περιοχή του πνεύμονα προκαλεί μεγάλη μείωση του CO_2 που περιέχεται στο τοπικό πνευμονικό φλεβικό αίμα. Όμως, ο αυξημένος αερισμός των περιοχών με σχετικά φυσιολογική σχέση V/Q δεν οδηγεί σε σημαντική αύξηση του κορεσμού ή του περιεχόμενου οξυγόνου, λόγω του σιγμοειδούς σχηματισμού της καμπύλης αποδέσμευσης της αιμοσφαιρίνης. Έτσι, ο αυξημένος αερισμός δεν αντιρροπεί για τις περιοχές με χαμηλό V/Q , οι οποίες ευθύνονται για την υποξυγοναιμία.

Η υποξυγοναιμία που προκαλείται από διαταραχή V/Q μπορεί να διορθωθεί με σχετικά μικρή αύξηση στο κλάσμα εισπνεόμενου οξυγόνου (FiO_2). Αυτή η διόρθωση παρατηρείται επειδή οι αεραγωγοί των φτωχά αεριζόμενων κυψελίδων παραμένουν ανοιχτοί και αν το πλούσιο σε οξυγόνο μείγμα αέρα χορηγηθεί για αρκετά μεγάλο διάστημα, η αυξημένη πίεση του εισπνεόμενου οξυγόνου αντανakλά τελικά σε ένα αυξημένο PaO_2 . Η οριστική θεραπεία εξαρτάται από την αναστροφή του ειδικού αιτίου των περιοχικών μειώσεων στον αερισμό (π.χ. του βρογχοσπασμού).

Shunt (διαφυγή):

Το ενδοπνευμονικό Shunt (διαφυγή) μπορεί να θεωρηθεί σαν μια ακραία περίπτωση διαταραχής V/Q . Στο shunt ωστόσο δεν υπάρχει αερισμός αλλά η αιμάτωση συνεχίζεται, γεγονός που, όπως στις διαταραχές V/Q έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένη $P(A-a)\text{O}_2$. Και σε αυτή την περίπτωση επαρκής απομάκρυνση CO_2 επιτυγχάνεται με αύξηση του αερισμού σε περιοχές με πιο φυσιολογική σχέση V/Q . Η προκύπτουσα φυσιολογική PaCO_2 δεν σημαίνει ότι η απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα είναι τελείως φυσιολογική, καθώς συχνά απαιτείται πολύ υψηλός κατά λεπτό αερισμός για την επίτευξη ενός φυσιολογικού ή χαμηλού PaCO_2 . Το shunt διακρίνεται από την διαταραχή V/Q από το μέγεθος της αύξησης της FiO_2 που απαιτείται για παροχή επαρκούς αρτηριακής οξυγόνωσης. Σε μια περιοχή shunt το επιπρόσθετο οξυγόνο δεν

μπορεί να φτάσει τις κυψελίδες που ούτως ή άλλως δεν αερίζονται. Έτσι, το αίμα που περνά από αυτές τις περιοχές με τις ατελεκτατικές ή πυκνωτικές κυψελίδες έχει μερική τάση οξυγόνου ίση με του μεικτού φλεβικού αίματος. Χορήγηση υψηλού FiO_2 εξακολουθεί να συνοδεύεται από υποξυγοναιμία και μεγάλη μείωση της P(A-a)O_2 .

Καθώς, οι διαταραχές που προκαλούν shunt πρέπει να σχετίζονται είτε με την πλήρωση είτε με ατελεκτασία κυψελίδων, οι περιοχές αυτές φαίνονται συνήθως στην ακτινογραφία θώρακος γιατί στερούνται αερισμού.

Διαταραχές διάχυσης:

Οι διαταραχές διάχυσης είναι ασυνήθιστο αίτιο κλινικά σημαντικής υποξυγοναιμίας. Σε φυσιολογικές συνθήκες, αίμα που διέρχεται από την πνευμονική τριχοειδική κοίτη εμφανίζει σχεδόν πλήρη κορεσμό της αιμοσφαιρίνης σε περίπου το ένα τρίτο του ολικού χρόνου που είναι διαθέσιμος για έκθεση στην κυψελιδική επιφάνεια. Ακόμα και όταν είναι παρόν κάποιος περιορισμός στη διάχυση του οξυγόνου, υπάρχει συνήθως άφθονος χρόνος για να κορεσθεί η αιμοσφαιρίνη με οξυγόνο. Εξαιρέσεις μπορούν να παρατηρηθούν κατά την άσκηση, επί ιδιαίτερα αυξημένης καρδιακής παροχής με συνοδό εκσεσημασμένη μείωση του χρόνου διέλευσης από τα τριχοειδή ή σε μεγάλο υψόμετρο. Ο περιορισμός της διάχυσης του οξυγόνου δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη λειτουργική δοκιμασία της διαχυτικής ικανότητας. Η διαχυτική ικανότητα μετριέται με χρήση ιχνών μονοξειδίου του άνθρακα και επηρεάζεται κυρίως από τη σχέση αερισμού / αιμάτωσης. Έτσι, ακόμα και εκσεσημασμένα παθολογική διαχυτική ικανότητα για το μονοξείδιο του άνθρακα μπορεί να μην επηρεάσει σημαντικά τη μεταφορά του οξυγόνου. Συνοδός υποξυγοναιμία προκαλείται κατά πάσα πιθανότητα από διαταραχές V/Q . Αν και από πρακτική άποψη ο περιορισμός της διάχυσης δεν αποτελεί από μόνος του αιτία ΟΑΑ, θα μπορούσε να συμβάλλει στην υποξυγοναιμία βαρέως πασχόντων με πολύ υψηλή καρδιακή παροχή. Όταν όντως υπάρχει περιορισμός της διάχυσης του οξυγόνου, η υποξυγοναιμία μπορεί εύκολα να διορθωθεί με χορήγηση εμπλουτισμένου μείγματος οξυγόνου (αυξημένο FiO_2).

Αρχές αντιμετώπισης:

Η τεκμηρίωση της διάγνωσης ΟΑΑ επιτρέπει την εφαρμογή γενικών αρχών αντιμετώπισης που ισχύουν για οποιοδήποτε τύπο ΟΑΑ, αν και η ειδική εφαρμογή τους επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο και το ειδικό αίτιο ΟΑΑ. Πρόκειται για τις παρακάτω αρχές.

Διόρθωση ανεπαρκούς οξυγόνωσης

Οι πιο επικίνδυνες παθοφυσιολογικές διαταραχές είναι και πρώτες που πρέπει να διορθώνονται. Δεν είναι απαραίτητη η διόρθωση της υποξυγοναιμίας μέχρι το επίπεδο των φυσιολογικών τιμών. Ο στόχος είναι βελτίωση τέτοια ώστε η απειλή για την ζωή να αίρεται ή να ελαχιστοποιείται. Καθώς η υποξυγοναιμία είναι η πιο απειλητική για την ζωή διαταραχή, η διόρθωσή της πρέπει να αρχίζει αμέσως, με επιπρόσθετη χορήγηση οξυγόνου.

Διόρθωση αναπνευστικής οξέωσης

Η σημασία της τιμής του διοξειδίου του άνθρακα σχετίζεται κυρίως με την επίπτωσή του στο pH. Έτσι, η θεραπεία πρέπει να κατευθύνεται προς την ομαλοποίηση του pH και όχι του PCO₂. Εάν είναι δυνατόν η θεραπεία πρέπει να στοχεύει σε διόρθωση της διαταραχής που προκάλεσε υπερκαπνία. Η απόφαση της χρήσης μηχανικού αερισμού βασίζεται σε κλινικά στοιχεία και θα συζητηθεί αργότερα.

Διατήρηση της καρδιακής παροχής και της μεταφοράς οξυγόνου στους ιστούς:

Αν και η ΟΑΑ ορίζεται από παθολογική μερική τάση οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα, ένας από τους στόχους της θεραπείας είναι να διατηρηθεί η παροχή οξυγόνου στους ιστούς και σε επίπεδο κυττάρου. Ο άλλος σημαντικός παράγοντας (μαζί με το περιεχόμενο του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο) μεταφοράς του οξυγόνου στους ιστούς είναι η καρδιακή παροχή. Μερικές από

τις θεραπείες που χρησιμοποιούνται στην ΟΑΑ μπορούν να μειώσουν την καρδιακή παροχή. Έτσι, ακόμα και αν υπάρχει βελτίωση στην περιεκτικότητα του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο, η ολική ποσότητα του οξυγόνου που μεταφέρεται στους ιστούς θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά. Καθώς η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο, πρέπει κατά τον σχεδιασμό της αγωγής να συζητείται το ενδεχόμενο διόρθωσης τυχόν αναιμίας.

Μέτρα βελτίωσης της οξυγόνωσης:

Ο στόχος των μέτρων βελτίωσης της οξυγόνωσης είναι να αυξηθεί ο κορεσμός (SaO_2) του αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο και με αυτόν τον τρόπο και η περιεκτικότητά του σε οξυγόνο. Εάν είναι δυνατόν αυτή η αύξηση θα πρέπει να εξασφαλίζεται ενώ αποφεύγεται ο κίνδυνος της τοξικότητας από το οξυγόνο. Οπωσδήποτε, θα πρέπει να επιτυγχάνεται χωρίς να προκαλούνται ταυτόχρονα άξιες λόγου μειώσεις της καρδιακής παροχής. Μια PaO_2 στην περιοχή των 60 mmHg ή λίγο παραπάνω συνήθως παρέχει επαρκή κορεσμό οξυγόνου. Ωστόσο, αν αυτή η τιμή εξασφαλίζεται με χορήγηση υψηλού FiO_2 , η τοξικότητα του οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον πνεύμονα. Δυστυχώς το ακριβές επίπεδο FiO_2 που αντιπροσωπεύει τοξική απειλή δεν είναι γνωστό. Ξέρουμε ότι η τοξικότητα του οξυγόνου έχει σχέση με τη δόση και διάρκεια έκθεσης, δηλαδή, όσο υψηλότερο το FiO_2 και όσο μεγαλύτερη η διάρκεια χορήγησης τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος. Τα διαθέσιμα στοιχεία υποδηλώνουν ότι επίπεδα $>0,7$ ή $0,8$ μπορούν να προκαλέσουν παρεγχυματική πνευμονική βλάβη μετά από λίγες μόνο ημέρες. Συνεπώς η χρήση $\text{FiO}_2 \geq 0,8$ για πάνω από μια ημέρα πρέπει να αποφεύγεται αν είναι δυνατόν. Όμως πρέπει να τονιστεί ότι ο πρωταρχικός στόχος της θεραπείας είναι η επαρκής οξυγόνωση του αρτηριακού αίματος, και μπορεί να απαιτηθεί επικίνδυνα υψηλό FiO_2 . Υπάρχουν στοιχεία για άλλες μορφές λιγότερο βαριάς τοξικότητας σε χαμηλότερα FiO_2 . η δραστηριότητα των κροσσών μπορεί να μειωθεί και η βακτηριοκτόνος ικανότητα των κυψελιδικών μακροφάγων να εμφανίσει έκπτωση. Η κλινική σημασία αυτών των ενδεχόμενων τοξικών αποτελεσμάτων δεν έχει τεκμηριωθεί.

Μέτρα που διατίθενται συνήθως για βελτίωση της οξυγόνωσης περιλαμβάνουν χορήγηση επιπρόσθετου οξυγόνου, χρήση θετικής τελο – εκπνευστικής πίεσης (PEEP) ή συνεχή θετική πίεση αεραγωγών (CPAP), βελτιωμένο αερισμό ή χρήση αυξημένων αναπνεόμενων όγκων και ειδική θεραπεία της υποκείμενης πνευμονικής διαταραχής.

Αν απαιτείται θετική πίεση αεραγωγών, είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί η καρδιακή παροχή σε ικανοποιητικά επίπεδα ώστε να μην επηρεαστεί η παροχή οξυγόνου από τη μειωμένη καρδιακή παροχή.

Επιπλοκές κατά την αντιμετώπιση οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας:

Οι επιπλοκές που μπορεί να χρειαστεί να προσπεράσουμε κατά την αντιμετώπιση της οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας είναι:

- Λοίμωξη (νοσοκομειακή)
- Πνευμονοθώρακας
- Αναπνευστική αλκάλωση
- Καρδιακές αρρυθμίες
- Θρομβοεμβολή
- Τραυματισμός τραχείας
- Παραρρινοκολπίτιδα
- Τοξικότητα από οξυγόνο
- Μειωμένη καρδιακή παροχή

Συμπληρωματικό οξυγόνο:

Ο κλινικός πρέπει να αποφασίσει κατ' αρχήν αν απαιτείται μεγάλη ή μικρή ποσότητα εισπνεόμενου οξυγόνου. Αυτή η εκτίμηση βασίζεται στην γνώση της κλινικής διαταραχής και στον πιθανολογούμενο παθοφυσιολογικό μηχανισμό. Ειδικότερα από το αν ο βασικός μηχανισμός της υποξυγοναιμίας είναι το shunt ή ο υποαερισμός και / ή οι διαταραχές V/Q.

Χαμηλά επίπεδα επιπρόσθετου οξυγόνου μπορούν να χορηγηθούν μέσω ρινικού καθετήρα. Ο ρινικός καθετήρας γίνεται καλά ανεκτός από τους

ασθενείς καθώς επιτρέπει σχετική άνεση και αφήνει τον ασθενή να βήξει και να αποχρέμψει, και να φάει ή να πει, ενώ ταυτόχρονα παίρνει το οξυγόνο του. Αν οι ρινικές οδοί είναι ανοιχτές, η ρινική χορήγηση είναι αποτελεσματική ακόμη και αν ο ασθενής αναπνέει από το στόμα, καθώς το οξυγόνο διέρχεται δια του οπίσθιου ρινοφάρυγγα κατά την εισπνοή. Ο ρυθμός ροής μπορεί να προσαρμοστεί από τα 0,5 λίτρα ανά λεπτό και άνω, έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αύξηση στην PaO_2 . Με ροές > 6 λίτρων ανά λεπτό, μόνο μια ελαφρά περαιτέρω αύξηση της πραγματικής FiO_2 μπορεί να επιτευχθεί. Υψηλές ροές οξυγόνου από τη μύτη έχουν σαν αποτέλεσμα ξήρανση και ερεθισμό του ανώτερου αναπνευστικού. Μάσκες οξυγόνου που χρησιμοποιούν την αρχή Venturi επιτρέπουν ρύθμιση του FiO_2 σε συγκεκριμένο επίπεδο και είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε μεταφορά ασθενών ή σε επείγουσες καταστάσεις όπου είναι σημαντική η διατήρηση μιας γνωστής, σχετικά σταθερής, FiO_2 με μικρή ποσότητα επιπρόσθετου οξυγόνου.

Υψηλότερη FiO_2 μπορεί να εξασφαλιστεί με κατάλληλη μάσκα, ιδίως με εκείνη που έχει δεξαμενή οξυγόνου έτσι ώστε να μην χρειάζεται να προέλθει όλο το εισπνεόμενο οξυγόνο από τη ροή που χορηγείται από την πηγή του οξυγόνου. Με μια τέτοια μάσκα η δεξαμενή γεμίζει από την πηγή οξυγόνου κατά την εισπνοή. Είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί η παραμονή μιας μάσκας στην θέση της. Αν ο ασθενής είναι ασταθής και απαιτεί υψηλό FiO_2 για πάνω από λίγες ώρες είναι ασφαλέστερο να τοποθετηθεί ενδοτραχειακός σωλήνας και να χορηγηθεί οξυγόνο μέσω ενός κλειστού συστήματος.

PEEP / CPAP:

Η PEEP και η CPAP είναι χειρισμοί που χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την αρτηριακή οξυγόνωση όταν υπάρχουν ειδικές ενδείξεις. Η PEEP αναφέρεται στην διατήρηση θετικής πίεσης σε ολόκληρο τον εκπνευστικό κύκλο όταν εφαρμόζεται παράλληλα με μηχανικό αερισμό. Η CPAP αναφέρεται στην διατήρηση θετικής πίεσης σε ολόκληρο τον αναπνευστικό κύκλο κατά την αυτόματη αναπνοή. Ο μηχανισμός βελτίωσης της οξυγόνωσης είναι ο ίδιος με την PEEP και την CPAP. Και οι δύο αυξάνουν τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC: η ποσότητα οξυγόνου στον πνεύμονα στο τέλος μιας ήρεμης εκπνοής). Αυτή η αύξηση στην FRC βελτιώνει την

οξυγόνωση όταν οι πνευμονικοί όγκοι είναι χαμηλοί στα πλαίσια εκτεταμένης πνευμονικής βλάβης σχετιζόμενης με ενδοπνευμονικό shunt. Η PEEP είτε ανοίγει περιοχές μικροατελεκτασιών, που προηγουμένως δεν αερίζονταν αλλά εξακολουθούσαν να αιματώνονται ή διατηρεί ένα οιδηματικό πνεύμονα σε υψηλότερο όγκο, έτσι ώστε το υγρό που προηγουμένως γέμιζε τους κυψελιδικούς χώρους, τώρα να καταλαμβάνει μόνο ένα τμήμα τους επιτρέποντας έτσι κάποιο αερισμό. Και με τους δύο αυτούς πιθανούς μηχανισμούς περιοχές shunt μετατρέπονται σε περιοχές με χαμηλό ή φυσιολογικό V/Q και η οξυγόνωση βελτιώνεται.

Η PEEP μπορεί να μην βελτιώσει την οξυγόνωση αν η διαταραχή περιορίζεται μόνο σε μια περιοχή του πνεύμονα. Σε αυτή την περίπτωση η PEEP αυξάνει κατά προτίμηση τον πνευμονικό όγκο στις φυσιολογικές και πιο ευένδωτες περιοχές του πνεύμονα και μπορεί να έχει μικρή μόνο επίδραση στις εστιακές βλάβες. Μπορεί να προκύψει ακόμα και επιδείνωση της οξυγόνωσης καθώς και υψηλή κυψελιδική πίεση σε περιοχές φυσιολογικού πνεύμονα (με συνοδό αύξηση του πνευμονικού όγκου και της αντίστασης στην αιματική ροή) μπορεί να εκτρέψει το αίμα από τις φυσιολογικές περιοχές του πνεύμονα προς τις νοσούσες και να αυξήσει την διαφυγή. Έτσι, μια μείζων ένδειξη για τη χρήση PEEP/CPAP είναι το ARDS, όπου υπάρχει διάχυτη οξεία πνευμονική βλάβη που καταλήγει σε εκτεταμένες περιοχές μικροατελεκτασιών και πνευμονικό οίδημα. Σε αυτή την κλινική κατάσταση οι στόχοι από την χρήση της PEEP είναι η αύξηση της PaO₂, η εξασφάλιση επαρκούς κορεσμού και η δυνατότητα μείωσης της FiO₂ κάτω από δυνητικά τοξικά επίπεδα. Υπάρχουν λίγες ή καθόλου αποδείξεις ότι η PEEP έχει άλλα θεραπευτικά αποτελέσματα ή ότι τροποποιεί με άλλο τρόπο την πορεία της νόσου.

Στα δυνητικά προβλήματα από την χρήση της PEEP περιλαμβάνεται η μείωση της καρδιακής παροχής, κυρίως μέσω της μείωσης της φλεβικής επανόδου. Αυτό το αποτέλεσμα παρατηρείται καθώς η κυψελιδική πίεση μεταδίδεται κατά ένα μέρος στον υπεζωκοτικό χώρο και το μεσοθωράκιο, εμποδίζοντας τη φλεβική επάνοδο. Υπάρχει επίσης ο πιθανός κίνδυνος βαρυτραύματος με επακόλουθο πνευμοθώρακα. Αυτός ο κίνδυνος αυξάνεται με την ταυτόχρονη χρήση μηχανικού αερισμού με υψηλούς αναπνεόμενους όγκους. Σε γενικές γραμμές η πίεση στους αεραγωγούς θα πρέπει να είναι η ελάχιστη για την εξασφάλιση της απαιτούμενης οξυγόνωσης.

Αυξημένος αναπνεόμενος όγκος:

Τα πρωταρχικά οφέλη του μηχανικού αερισμού είναι η βελτίωση της αναπνευστικής οξέωσης και η μείωση του έργου της αναπνοής, αλλά με κατάλληλους χειρισμούς μπορεί επίσης να βελτιώσει την οξυγόνωση σε επιλεγμένους ασθενείς. Αν και η PEEP και η CPAP είναι οι κύριες μέθοδοι διάνοιξης περιοχών με μικροατελεκτασίες, το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί ενίοτε με χρήση μηχανικού αερισμού με μεγαλύτερους αναπνεόμενους όγκους από όσο ο ασθενής μπορεί να διατηρήσει μόνος του. Για να βελτιωθεί η οξυγόνωση σε μερικά μοντέλα πνευμονικής βλάβης σε πειραματόζωα, είναι αναγκαία η εφαρμογή και μηχανικού αερισμού και PEEP.

Ειδική θεραπεία για την υποκείμενη νόσο:

Προσπάθειες που κατευθύνονται στη βελτίωση της οξυγόνωσης είναι υποστηρικτικές και προσωρινές. Μια μόνιμη βελτίωση στην οξυγόνωση απαιτεί ειδική θεραπεία για την υποκείμενη νόσο. Αν τέτοια θεραπεία δεν υφίσταται, πρέπει να δοθεί χρόνος να προχωρήσουν οι φυσιολογικές επανορθωτικές και επουλωτικές διεργασίες. Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ποιες μορφές θεραπείας είναι απλώς υποστηρικτικές και ποιες αντιπροσωπεύουν ειδική αγωγή κατευθυνόμενη κατά του αιτίου της διαταραχής της οξυγόνωσης.

Μέτρα διόρθωσης της αναπνευστικής οξέωσης:

Η αναπνευστική οξέωση μπορεί να είναι απειλητική για την ζωή στον ασθενή με ΟΑΑ. Το επείγων της διόρθωσης της οξέωσης και ο τύπος θεραπείας που απαιτούνται εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, περιλαμβανόμενου του βαθμού της οξέωσης, του χρόνου στον οποίο εγκαταστάθηκε η οξέωση και το ειδικό αίτιο της αναπνευστικής οξέωσης. Κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες επηρεάζει τη σχέση κινδύνου / οφέλους των διάφορων τύπων θεραπείας. Η οξέωση δεν είναι απαραίτητο να διορθώνεται πλήρως. Συχνά η μερική διόρθωση επαρκεί για την άρση των απειλητικών για την ζωή πλευρών της αναπνευστικής οξέωσης, περιλαμβανόμενης της διαταραχής λειτουργίας

των ιστών, της διαταραχής των ενζυμικών συστημάτων και της παρουσίας ή απειλής βαριάς καρδιακής αρρυθμίας.

Φαρμακολογική αντιρρόπηση:

Η χορήγηση διττανθρακικών διορθώνει κατά ένα μέρος την αναπνευστική οξέωση. Αν η οξέωση είναι βαριά και αποτελεί οξεία απειλή για τη ζωή, η χορήγηση διττανθρακικών μπορεί να προσφέρει ταχεία βελτίωση και έχει το επιπρόσθετο όφελος ότι επιτρέπει σε άλλα φάρμακα (όπως τα βρογχοδιασταλτικά) να δράσουν σε μια πιο ευνοϊκή περιοχή του pH. Το μεγάλο μειονέκτημα της χορήγησης διττανθρακικών είναι η αλκάλωση και υπερφόρτωση με νάτριο που μπορεί να ακολουθήσει την διόρθωση του υποκείμενου αιτίου αναπνευστικής οξέωσης. Συνεπώς, η χορήγηση διττανθρακικών γενικά φυλάσσεται για βαριές διαταραχές, και τότε δίνονται σχετικά μικρές ποσότητες ωσότου κερδιθεί χρόνος.

Προσπάθειες φαρμακολογικής διέγερσης της αναπνοής γενικά δεν είναι χρήσιμες.

Μηχανικός αερισμός:

Ο μηχανικός αερισμός συνήθως διορθώνει ταχύτατα της αναπνευστικής οξέωσης. Και πάλι η σχέση κινδύνου / οφέλους πρέπει να ζυγίζεται προσεκτικά.

Αντιμετώπιση της υποκείμενης νόσου:

Η αντιμετώπιση της διαδικασίας που οδήγησε στην αναπνευστική οξέωση είναι προφανώς ο πιο φυσιολογικός τρόπος διόρθωσης της διαταραχής αυτής. Και εδώ, όπως και στην διόρθωση της οξυγόνωσης, η χορήγηση των διττανθρακικών και ο μηχανικός αερισμός είναι μόνο προσωρινά υποστηρικτικά μέτρα. Στην διόρθωση της αναπνευστικής οξέωσης ωστόσο, η θεραπεία με στόχο την υποκείμενη νοσηρή διεργασία μπορεί να είναι το βασικό ή μόνο μέσο βελτίωσης της αναπνευστικής οξέωσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές σε ασθενείς με ΧΑΠ και άσθμα στους οποίους η επιθετική

χορήγηση βρογχοδιασταλτικών και η βοήθεια στην απομάκρυνση των εκκρίσεων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα επαρκή βελτίωση τόσο στην ροή του αέρα όσο και στην αναπνευστική οξέωση. Μέσα σε λίγες ώρες, η απειλή για την ζωή μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Σε έναν ασθενή με υπερδοσολογία ηρεμιστικού, ο μεταβολισμός του φαρμάκου (ή η απομάκρυνση με διάλυση όταν πρέπει), απαιτεί περισσότερο χρόνο και η διόρθωση της οξέωσης με μηχανικό αερισμό είναι πιο φρόνιμη προσέγγιση.

Άλλες πλευρές αντιμετώπισης του ασθενούς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια:

Εάν προβλέπεται ότι η περίοδος της ΟΑΑ θα μπορούσε να είναι παρατεταμένη, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα από νωρίς για την διατροφική κατάσταση του ασθενούς. Δεν έχει ακόμη αποδειχθεί σε ποιο σημείο της ΟΑΑ θα πρέπει να ξεκινήσει η σίτιση για να έχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα. Ωστόσο, οι περισσότεροι κλινικοί θεωρούν ότι η πρώιμη χορήγηση επαρκούς διατροφικής υποστήριξης είναι σημαντική, ιδίως σε έναν καταβολικό ασθενή. Ο ασθενής με ΟΑΑ θα πρέπει να περιορίζεται σε ύπτια θέση στο κρεβάτι, όσο αυτό είναι δυνατό. Η μετακίνηση από ύπτια στην καθιστή θέση βελτιώνει τον πνευμονικό όγκο. Η μετακίνηση σε διάφορες θέσεις είναι σημαντική για την διατήρηση έκπτυξης όλων των περιοχών του πνεύμονα και για την καλύτερη απομάκρυνση των εκκρίσεων. Σε αυτό το σημείο της θεραπείας ο φυσιοθεραπευτής, με τις γνώσεις του στην αναπνευστική φυσιοθεραπεία, είναι απαραίτητος. Είναι αυτός που θα διδάξει στον ασθενή:

1. τον σωστό τρόπο αναπνοής, για τον καλύτερο δυνατό αερισμό των πνευμόνων,
2. τη βρογχική παροχέτευση σε ανάρροπες θέσεις,
3. τον σωστό τρόπο απομάκρυνσης των εκκρίσεων,
4. ασκήσεις, απλές ενεργητικές ή σύνθετες, ταυτόχρονα με σωστές αναπνοές για την καλύτερη λειτουργία των πνευμόνων και την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών.
5. τον σωστό τρόπο καθίσματος, έγερσης, ορθοστάτισης και βάδισης,

6. ο φυσιοθεραπευτής είναι αυτός που θα αποφασίσει πότε και κατά πόσο ο ασθενής είναι σε θέση να σηκωθεί από το κρεβάτι είτε στην καθιστή θέση είτε για να περπατήσει.

Επιπλέον, το κάθισμα σε μια καρέκλα ή το περπάτημα βοηθά στην διατήρηση της μυοσκελετικής λειτουργίας.

Οι ψυχολογικές πλευρές του ασθενούς με ΟΑΑ είναι επίσης σημαντικές. Αυτοί οι ασθενείς συχνά εμφανίζουν κατάθλιψη. Ένας ασθενής με υποκείμενη χρόνια πνευμονοπάθεια μπορεί να είναι εξαντλημένος κατά την εισαγωγή του στο νοσοκομείο, ευερέθιστος λόγω διαταραγμένου ύπνου και πιθανά υποξυγοναιμικός. Η ψυχοκοινωνική υποστήριξη μπορεί να είναι καθοριστική για την έκβαση.

Όλες αυτές οι όψεις της φροντίδας είναι ακόμη πιο σημαντικές αν ο ασθενής απαιτεί μηχανικό αερισμό. Η εφαρμογή μηχανικού αερισμού συχνά έχει σαν αποτέλεσμα ο ασθενής να παραμένει στο κρεβάτι αντί να κινητοποιείται, πράγμα που εμποδίζει την σίτισή του από το στόμα και δυσχεραίνει την επικοινωνία. Γι' αυτό το λόγο αυτοί οι ασθενείς απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια από την ομάδα των θεραπόντων.

Πνευμονικό οίδημα:

Η καρδιακή ανεπάρκεια παραμένει το πιο συχνό αίτιο πνευμονικού οιδήματος, δηλαδή υπέρμετρης αύξησης του υγρού στους πνεύμονες. Η κλινική σημασία του δευτεροπαθούς οιδήματος, λόγω βλάβης στην πνευμονική μικροκυκλοφορία χωρίς καρδιακή ανεπάρκεια (μη καρδιογενές οίδημα ή πρωτοπαθές πνευμονικό οίδημα), έχει αυξηθεί τα τελευταία 20 έτη, πιθανώς λόγω αυξημένης ευαισθησίας στη διάγνωση και βελτιωμένης επείγουσας φροντίδας, που έχει σαν αποτέλεσμα την μακρότερη επιβίωση των ασθενών που είναι σε αυξημένο κίνδυνο για πνευμονική βλάβη. Για την πιο βαριά μορφή του μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος χρησιμοποιείται ο όρος *σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας του ενήλικα (ARDS)*.

Οι λειτουργικές συνέπειες του πνευμονικού οιδήματος προκαλούνται βέβαια κατά ένα μέρος από τη φυσική παρουσία υπέρμετρης ποσότητας υγρού στους πνεύμονες, αλλά ιδίως στο ARDS, συμβάλλουν και διαταραχές των αεραγωγών και της αγγειακής λειτουργίας, στην ανεπάρκεια της ανταλλαγής

των αερίων. Ο βρογχοσπασμός και η πνευμονική αγγειοσύσπαση είναι σημαντικές λειτουργικές διαταραχές, που μπορεί να μην αποτελούν άμεσες συνέπειες του οιδήματος. Μάλιστα, σε μερικές μορφές πνευμονικού οιδήματος το ποσό του νερού στους πνεύμονες μπορεί να μην αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα.

Το πνευμονικό οίδημα που προκαλείται από καρδιακή ανεπάρκεια είναι παθογενετικά διαφορετικό από εκείνο που προκαλείται από πνευμονική βλάβη αλλά υπάρχουν πολλές ομοιότητες στην διάγνωση και θεραπεία. Η κατανόηση του κλινικού προβλήματος προϋποθέτει κατανόηση της παθοφυσιολογίας έτσι ώστε ένας κατά τα άλλα εξαιρετικά πολύπλοκος κατάλογος αιτιών γίνεται κατανοητός χάρη στην ομαδοποίηση παθοφυσιολογικά παρόμοιων κλινικών προβλημάτων.

Ορισμός:

Με αυστηρά κριτήρια *πνευμονικό οίδημα* είναι η παρουσία υπέρμετρης ποσότητας υγρού στους πνεύμονες εκτός της κυκλοφορίας. Συχνά υπάρχει αυξημένος ενδαγγειακός όγκος (συμφόρηση), ιδίως όταν το οίδημα προκαλείται από καρδιακή ανεπάρκεια, αλλά η συμφόρηση και το οίδημα είναι διαφορετικές φάσεις του φαινομένου.

Στους πνεύμονες συσσωρεύση εξωαγγειακού νερού μπορούμε να έχουμε σε δύο μείζονα διαμερίσματα. Το διάμεσο διαμέρισμα περιλαμβάνει το λεπτό διάμεσο ιστό των κυψελίδων αλλά και τους δυνητικούς χώρους γύρω από τους μεγαλύτερους αεραγωγούς και τα αγγεία. Αυτό το διάμεσο διαμέρισμα είναι η αρχική εστία συσσωρεύσης του υγρού, και έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία “περιλαίμιων” υγρών γύρω από τα αγγεία και τους αεραγωγούς, που προκαλούν επίταση της βρογχοαγγειακής σκιαγράφησης στην ακτινογραφία θώρακα (διάμεσο οίδημα). Οιδηματικό υγρό μπορεί να συγκεντρωθεί σε αυτό το διαμέρισμα χωρίς και αντίστοιχη πλήρωση των κυψελίδων ή σημαντική επίδραση στην ανταλλαγή των αερίων στην ηρεμία, αλλά αυτά τα “περιλαίμια” υγρού μπορούν να επηρεάσουν τον πνευμονικό όγκο στον οποίο παρατηρείται η σύγκληση των μικρών αεραγωγών και μπορούν επίσης να επηρεάσουν την κατανομή της αιματικής ροής στους πνεύμονες.

Οι αεροχώροι των πνευμόνων αποτελούν ένα μεγάλο δυνητικό χώρο συλλογής υγρού. Η πλήρωση των κυψελίδων με υγρό παρατηρείται συνήθως μόνο αφού το διάμεσο διαμέρισμα γεμίσει. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε σημαντική επιδείνωση του αερισμού και της οξυγόνωσης. Σε μερικές μορφές οιδήματος, ο επιθηλιακός φραγμός που καλύπτει τις κυψελίδες φαίνεται ότι εμφανίζει βλάβη. Φυσιολογικά, αυτό το επιθηλιακό στρώμα είναι πολύ στεγανό και εμποδίζει την κίνηση υγρού προς τους αεροχώρους. Όταν αυτός ο φραγμός ρήγνυται, μπορούμε να έχουμε πλήρωση των κυψελίδων χωρίς κατάληψη του διαμέσου διαμερίσματος, καθώς υγρό που διηθείται από τα τριχοειδή μπορεί να εισέλθει απευθείας στις κυψελίδες. Αν και αυτή η διαδοχή των γεγονότων είναι πιθανή υπό ορισμένες συνθήκες, δεν έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνει και στην πραγματικότητα.

Η παθοφυσιολογική ταξινόμηση των πνευμονικών οιδημάτων:

Παρακάτω αποδίδουμε μια απόπειρα ταξινόμησης πολλών αιτιών του πνευμονικού οιδήματος σε παθοφυσιολογικά παρόμοιες ομάδες. Από πρακτική άποψη η κατανόηση των αιτιών που ευθύνονται για το οίδημα δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, υπό την έννοια ότι η θεραπεία υπαγορεύεται πιο πολύ από την παθοφυσιολογία παρά από την αιτιολογία.

Παθοφυσιολογική ταξινόμηση του πνευμονικού οιδήματος ανάλογα με την αιτία:

1. μεταβολές των δυνάμεων του Starling
 - A. Αύξηση υδροστατικής πίεσης (καρδιακή ανεπάρκεια, στένωση μιτροειδούς, νευρογενές πνευμονικό οίδημα),
 - B. Μείωση κολλοειδωσμητικής πίεσης (κακή θρέψη, υπατική ανεπάρκεια, μαζική μετάγγιση / έγχυση κρυσταλλοειδών).
2. μεταβολές διαπερατότητας της μεμβράνης των πνευμονικών μικροτριχοειδών
 - A. Shock (σηπτικό, αιμορραγικό, νευρογενές, καρδιογενές),
 - B. Λοιμώξεις (ιογενείς, μυκητιασικές, TBC, ρικέτσιες)
 - C. Πολυτραυματίες (λιπώδης εμβολή, κρανιοεγκεφαλική κάκωση)
 - D. Βλάβη από εισπνοή:

- i. Γαστρική εισρόφηση
 - ii. Παρ' ολίγον πνιγμός
 - iii. Υδρογονάνθρακες
 - iv. Ερεθιστικά και δηλητηριώδη αέρια (διοξείδιο του αζώτου, αμμωνία, φωσγένιο, χλωρίνη, κάδμιο, όζον), καπνός
 - v. Τοξικότητα οξυγόνου
 - vi. Πνευμονία από υπερευαισθησία
- E. Σχετιζόμενη με φάρμακα (ηρωίνη, ασπιρίνη, paraquat)
- F. Αιματολογικές ανωμαλίες (διάχυτη ενδαγγειακή πήξη, μετάγγιση, καρδιοαναπνευστικό bypass, πνευμονική εμβολή)
- G. Μεταβολικές διαταραχές (παγκρεατίτιδα, κετοξέωση)
- H. Ανοσοβιολογικές διαταραχές (συστηματικός ερυθηματώδης λύκος, κοκκιωμάτωση Wagener, σύνδρομο Goodpasture)

3. Μικτές και πτωχά κατανοητές συνθήκες

- A. Ουραιμία
- B. Εκλαμψία
- C. Μετακτινική πνευμονίτιδα
- D. Πνευμονικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο
- E. Επανεκπύση μονήρους συμπτυγμένου πνεύμονα
- F. Ιδιοπαθής

Διάγνωση:

Η παρουσία πνευμονικού οιδήματος υποδηλώνεται όταν ένας ασθενής εμφανίζει οξέως βήχα, δύσπνοια, αγωνία, ωχρότητα και κυάνωση. Η φυσική εξέταση και το κλινικό πλαίσιο έχουν μεγάλη σημασία για την διαφορική διάγνωση των πολλών δυνατών αιτιολογικών. Το καρδιογενές οίδημα συνήθως σχετίζεται με νόσο των βαλβίδων ή του μυοκαρδίου και η εγκατάστασή του μπορεί να αναγγελθεί από φυσικά σημεία, όπως έντονη εφίδρωση, ναυτία, διάταση των φλεβών του τραχήλου, ηπατοσφαγιτιδική παλινδρόμηση, ταχυκαρδία, καλπαστικό ρυθμό οφειλόμενο σε τρίτο καρδιακό τόνο και συχνά από το φύσημα της ανεπάρκειας της μιτροειδούς. Η φυσική εξέταση του πνεύμονα αποκαλύπτει διάχυτους μη μουσικούς ρόγχους, συνήθως εντονότερους στις εξαρτημένες περιοχές του πνεύμονα. Τα άκρα

μπορεί να είναι ψυχρά, με κρύο ιδρώτα και μερικές φορές κυανωτικά (κατάσταση χαμηλής παροχής).

Ο ασθενής με ARDS από την άλλη πλευρά δεν εμφανίζει κατά κανόνα σημεία καρδιακής ανεπάρκειας και μπορεί να έχει αρνητική φυσική εξέταση θώρακα ή μόνο πολύ λεπτούς μη μουσικούς ρόγγους και καθόλου ορθόπνοια. Ο ασθενής ωστόσο έχει αγωνία, δύσπνοια και κυάνωση (αλλά χωρίς ψυχρά άκρα) και συνήθως έχει ενδείξεις κάποιου υποκείμενου νοσήματος σχετιζόμενου με το ARDS. Η καρδιακή παροχή είναι συνήθως φυσιολογική ή αυξημένη.

Όταν το κλινικό πλαίσιο είναι τυπικό και υπάρχουν τα προαναφερθέντα διαφοροποιά κλινικά σημεία, η διάκριση καρδιογενούς από μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα μπορεί να είναι σχετικά απλή. Ωστόσο, οι δύο οντότητες συχνά αλληλεπικαλύπτονται αρκετά ώστε η διάγνωση να γίνεται δύσκολη. Και οι δύο διαταραχές μπορεί να παρατηρούνται ταυτόχρονα στον ίδιο ασθενή. Καθώς η διάγνωση δεν είναι σαφής στις περισσότερες περιπτώσεις, επιπλέον στοιχεία απαιτούνται για τη βέλτιστη φροντίδα του ασθενούς.

Στοιχεία υπέρ καρδιογενούς οιδήματος περιλαμβάνουν ηλεκτροκαρδιακές ενδείξεις μυοκαρδιακής ισχαιμίας ή εμφράγματος, αυξημένα καρδιακά ένζυμα, σχετικά μικρό υπολογισμένο πνευμονικό Shunt, και συγκέντρωση πρωτεΐνης στο αναρροφούμενο βρογχικό υγρό $< 50\%$ της συγκέντρωσης πρωτεΐνης του πλάσματος. Στοιχεία υπέρ της διάγνωσης ARDS περιλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο πνευμονικό Shunt και συγκέντρωση πρωτεΐνης στο υγρό του οιδήματος $>70\%$ της συγκέντρωσης του πλάσματος. Τέλος, καθοριστική για τη διαφοροδιάγνωση του καρδιογενούς από το μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα είναι η μέτρηση της PAWP. Υψηλή PAWP ($>18\text{mmHg}$) υποδηλώνει καρδιακή ανεπάρκεια ή υπερφόρτωση με υγρά ως αίτιο του οιδήματος μέχρι αποδείξεως του εναντίου. Μια PAWP $< 18\text{mmHg}$ επί εξελισσόμενου πνευμονικού οιδήματος υποδηλώνει ARDS. Υπάρχουν παγίδες σ' αυτή τη λογική επειδή στη διάρκεια της ανεπάρκειας της αριστερής κοιλίας η PAWP μπορεί να ελαττωθεί ταχέως με νιτρώδη, διουρητικά, δακτυλίτιδα και οξυγόνο έτσι ως τη στιγμή που γίνεται δυνατή η μέτρηση της PAWP, μπορεί να έχει επανέλθει σε φυσιολογικά όρια. Συνήθως σε αυτή τη περίπτωση το πνευμονικό οίδημα και η υποξυγοναιμία υποχωρούν ταχέως. Στο ARDS το οίδημα γενικά επιμένει έως και αρκετές εβδομάδες.

Συνεπώς, οποιαδήποτε ένδειξη πνευμονικού οιδήματος (συνήθως στην ακτινογραφία θώρακα), που συνοδεύεται από αυξημένη PAWP είναι συμβατή με καρδιογενές πνευμονικό οίδημα. Για το ARDS, αρκετά επιπλέον κριτήρια πρέπει να πληρούνται. Πρέπει να υπάρχει ένδειξη πνευμονικού οιδήματος στην ακτινογραφία θώρακα και τυπικά το ακτινολογικό πρότυπο είναι των διάχυτων κυψελιδικών και διάμεσων διηθημάτων. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά του ακτινολογικού προτύπου μπορεί να είναι ποικιλόμορφα, όπως στην περίπτωση της ιογενούς πνευμονίας (διάχυτο ακτινολογικό πρότυπο), της θλάσης πνεύμονα (κατά τόπους σκιάσεις) και του μονόπλευρου πνευμονικού οιδήματος. Δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτή περιγραφή της ακτινολογικής εικόνας στο ARDS.

Η παθολογική οξυγόνωση είναι το σήμα κατατεθέν του ARDS αλλά και στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει γενικά αποδεκτό επίπεδο υποξυγοναιμίας που να θεωρείται διαγνωστικό και οποιαδήποτε απόπειρα να τεθεί τέτοιο όριο θα ήταν αυθαίρετη. Μερικά από τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται με σκοπό τον καθορισμό πληθυσμών για την έρευνα του ARDS, περιλαμβάνουν:

1. $PaO_2 < 70$ mmHg με συγκέντρωση εισπνεόμενου οξυγόνου 0,40
2. Λόγος αρτηριακού προς κυψελιδικό οξυγόνο $< 0,3$
3. $PaO_2 < 60$ mmHg με FiO_2 0,6 και πολλά άλλα.

Ανεξαρτήτως των κριτηρίων οξυγόνωσης, οι οριζόμενοι κλινικοί πληθυσμοί είναι αξιοσημείωτα παρόμοιοι κλινικά.

Τέλος, το τελευταίο κριτήριο που θεωρείται χρήσιμο στη διάγνωση ARDS είναι η πνευμονική ενδοτικότητα. Στο πλαίσιο μιας μονάδας εντατικής θεραπείας, η στατική ενδοτικότητα υπολογίζεται συνήθως με διαίρεση του αναπνεόμενου όγκου (σε ml) με την πίεση plateau (που λαμβάνεται με απόφραξη του εκπνευστικού σκέλους του αναπνευστήρα μετά από χορήγηση μιας συνήθους αναπνοής) μείων τη θετική τελοεκπνευστική πίεση που είναι παρούσα στην στιγμή της μέτρησης. Πρόκειται για την ολική θωρακική ενδοτικότητα και τιμές < 50 ml / cmH₂O είναι συνήθεις στο ARDS.

Κλινική εικόνα:

Η παθοφυσιολογική ταξινόμηση απεικονίζει πολλά, αν όχι όλα, τα κλινικά πλαίσια στα οποία μπορεί να παρατηρηθεί το πνευμονικό οίδημα.

Μετά την πρωτοπαθή προσβολή ακολουθεί μια λανθάνουσα περίοδος προ της εμφάνισης ARDS κατά την οποία η πνευμονική λειτουργία μπορεί να είναι φυσιολογική. Αυτή η χρονική περίοδος μπορεί να ποικίλλει σε διάρκεια από 0 έως > 72 ώρες, αλλά σε >80% των περιπτώσεων δεν υπερβαίνει τις 24 ώρες. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζεται ότι μεσολαβεί μια λανθάνουσα περίοδος έτσι ώστε να εφαρμόζονται προφυλάξεις όπως η παρακολούθηση σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας. Η εγκατάσταση του συνδρόμου σε χρονική απόσταση από την πρωτοπαθή προσβολή μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και να οδηγήσει σε ακατάλληλη αγωγή. Τέλος, αν και όταν υπάρξει ειδική θεραπεία για το ARDS, η λανθάνουσα περίοδος μπορεί να αποτελέσει τον καταλληλότερο χρόνο παρέμβασης.

Αντιμετώπιση:

Η αντιμετώπιση του καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος είναι κατ' ουσίαν η αντιμετώπιση της καρδιακής ανεπάρκειας. Το καρδιογενές πνευμονικό οίδημα μπορεί να προκαλέσει βαριά αναπνευστική ανεπάρκεια που να απαιτεί μηχανική υποστήριξη της αναπνοής. Σε τέτοιες περιπτώσεις η αντιμετώπιση είναι ανάλογη του μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος. Συνεπώς η συζήτηση εδώ επικεντρώνεται στη θεραπεία του μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος.

Το οξυγόνο είναι συνήθως η πρώτη μορφή θεραπείας που προσφέρεται σε ασθενή με πνευμονικό οίδημα. Η οξυγονοθεραπεία θα πρέπει να αρχίζει με τις υψηλότερες εφικτές συγκεντρώσεις οξυγόνου (όπως αυτές που μπορούν να χορηγηθούν με μάσκα μη επανεισπνοής 100%) σε ασθενείς με βαριά κατάσταση. Όταν ληφθούν αέρια αρτηριακού αίματος μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες τροποποιήσεις. Οξυγόνο σε συγκέντρωση 100% θεωρείται γενικά ασφαλές αν χρησιμοποιηθεί για λιγότερο από 24 ώρες και είναι ίσως ασφαλέστερο να χρησιμοποιηθεί προσωρινά υπερβολικά υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου παρά να διακινδυνεύσει κανείς μια παρατεταμένη περίοδο βαριάς υποξυγοναιμίας. Αν η οξυγονοθεραπεία έχει θεμελιώδη σημασία για την επιβίωση του ασθενούς, θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο διασωλήνωσης της τραχείας. Ο ενδοτραχειακός σωλήνας επιτρέπει ακριβή και σταθερή χορήγηση οξυγόνου, ευχερή αναρρόφηση των

εκκρίσεων, όταν είναι αναγκαίο και διατήρηση ενός αξιόπιστου αεραγωγού για την έναρξη μηχανικού αερισμού αν και όταν υπάρξει τέτοια ανάγκη.

Για την αντιμετώπιση του βαρέως πνευμονικού οιδήματος απαιτείται συνήθως μηχανικός αερισμός. Ο αναπνευστήρας συχνά χρησιμοποιείται για να ελέγχει την παροχή οξυγόνου και να διατηρεί μια θετική τελοεκπνευστική πίεση (PEEP), αν και αυτές οι λειτουργίες μπορούν να εξασφαλισθούν και με άλλα μέσα. Η πιο σημαντική λειτουργία του αναπνευστήρα είναι να παρέχει επαρκή αερισμό χωρίς να απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας από τον ασθενή. Το έργο της αναπνοής σε ασθενείς με βαρύ οίδημα είναι αυξημένο για τρεις λόγους:

1. οι πνεύμονες είναι δύσκαμπτοι (μειωμένη ενδοτικότητα) λόγω συσσωρευμένου οιδηματικού υγρού και αργότερα στην πορεία, ίνωσης,
2. οι αεραγωγοί μπορεί να είναι αποφραγμένοι με οιδηματικό υγρό, βλέννα, ρυπαρό υλικό από νεκρωτικά κτλ στοιχεία ή βρογχοσπασμό,
3. υπάρχει βαριά διαταραχή αερισμού / αιμάτωσης με μεγάλες αυξήσεις στο φυσιολογικό νεκρό χώρο, που μπορούν να απαιτήσουν πολύ μεγάλες αυξήσεις στον κατά λεπτό αερισμό για να διατηρηθεί ο κυψελιδικός αερισμός.

Ο μηχανικός αερισμός ενδείκνυται γενικά όταν η αναπνευστική συχνότητα υπερβαίνει τις 35-40 αναπνοές ανά λεπτό σε ασθενή σε ηρεμία, επειδή αυτό το επίπεδο αναπνοής εξαντλεί τις αναπνευστικές εφεδρείες και ακόμα και ασήμαντες επιπλοκές (όπως βύσμα βλέννας σε λοβαίο βρόγχο ή ήπια εισρόφηση εκκρίσεων) μπορεί να οδηγήσουν σε αναπνευστικό arrest.

Από την στιγμή που διασωληνώνεται και υποβάλλεται σε μηχανικό αερισμό ένας ασθενής με ARDS, μπορεί να επιβιώσει με πολύ διαταραγμένη ανταλλαγή αερίων για εβδομάδες, αν και σημαντική βελτίωση μπορεί να παρατηρηθεί σε μερικές μόνο ημέρες. Μέθοδοι εκτίμησης της πορείας τέτοιων ασθενών περιλαμβάνουν ακτινογραφίες θώρακα, αέρια αίματος και αιμοδυναμικές μετρήσεις. Για να παρακολουθήσει κανείς την αποτελεσματικότητα της ανταλλαγής των αερίων, είναι χρήσιμος ο

υπολογισμός μίας παραγώγου μεταβλητής που παίρνει υπόψη της τόσο την μερική τάση του κυψελιδικού οξυγόνου (P_{aO_2} , που υπολογίζεται από την εξίσωση κυψελιδικού αερισμού) όσο και την μερική τάση του αρτηριακού οξυγόνου (P_{aO_2}). Ο χρυσός κανόνας για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της οξυγόνωσης είναι ο υπολογισμός του πνευμονικού shunt. Ο υπολογισμός του shunt απαιτεί γνώση FiO_2 , P_{aO_2} , της μερικής τάσης του οξυγόνου και του κορεσμού στο μικτό φλεβικό αίμα, του P_{aO_2} , του SaO_2 και του $PaCO_2$. Επειδή αυτές οι τιμές δεν είναι πάντα άμεσα διαθέσιμες, έχουν προκύψει διάφορα υποκατάστατα του υπολογισμού του shunt, όπως PaO_2 / PAO_2 , PaO_2 / FiO_2 , $A - aDO_2$ (κυψελιδοαρτηριακή διαφορά) κ.α.

Το καθένα έχει τους περιορισμούς του, αλλά όσον αφορά την ευκολία υπολογισμού, ο λόγος PaO_2 / FiO_2 είναι ο απλούστερος.

Αν και σύντομες περίοδοι έκθεσης (<24 ώρες) σε υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου (100%) είναι σχετικά ασφαλείς, πιο παρατεταμένες περίοδοι μπορεί να μην είναι. Συνεπώς, όταν οι συγκεντρώσεις εισπνεόμενου οξυγόνου χρειαστεί να υπερβούν το 50% (ένα επίπεδο που γενικά θεωρείται ασφαλές για μεγάλα διαστήματα) πρέπει να καταβάλλονται προσπάθειες ώστε να γίνει δυνατή η επάνοδος σε πιο χαμηλό FiO_2 . Η θετική τελοεκπνευστική πίεση χρησιμοποιείται συχνά γι' αυτό το σκοπό μετά την έναρξη μηχανικής αναπνοής. Προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί στη διατήρηση του αεραγωγού ελεύθερου από εκκρίσεις με συχνές αναρροφήσεις και στην ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων σε οξυγόνο όπου αυτό είναι δυνατό.

Ακόμα και σε φυσιολογικές καταστάσεις το stress ή η άσκηση οδηγούν σε μειωμένο κορεσμό του μικτού φλεβικού αίματος. Αλλά, καθώς σε φυσιολογικά άτομα το shunt είναι πολύ χαμηλό, τα χαμηλά, λόγω αυξημένων απαιτήσεων σε οξυγόνο, επίπεδα οξυγόνου στο μικτό φλεβικό αίμα, έχουν πολύ μικρή επίδραση στο οξυγόνο του αρτηριακού αίματος. Στην περίπτωση ασθενών με βαρύ πνευμονικό οίδημα, το shunt μπορεί να αυξηθεί σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα (τιμές έως 25-25% είναι συνήθεις). Αυτός ο βαθμός shunt επιτρέπει σε ένα σημαντικό όγκο αποκορεσμένου μικτού φλεβικού αίματος να εισέλθει στην αρτηριακή κυκλοφορία, χαμηλώνοντας έτσι το PaO_2 . Στα αίτια αυξημένης κατανάλωσης οξυγόνου που επιδέχονται αντιμετώπιση περιλαμβάνονται η θυρεοτοξίκωση, ο πυρετός και η διέγερση. Τα δύο τελευταία είναι πολύ συχνά σε ασθενείς με ARDS. Ο πυρετός θα πρέπει να

αντιμετωπίζεται μάλλον με αντιπυρετικά παρά με ψυχόμενη κουβέρτα γιατί το ρίγος που προκαλείται κατά την ψύξη μπορεί να αυξήσει τις ανάγκες σε οξυγόνο. Η ανησυχία πρέπει να αντιμετωπίζεται με υγρά ή βενζοδιαζεπίνες, προσθέτοντας ένα μυοχαλαρωτικό, όπως το πανκουρόνιο, μόνο όταν είναι αναγκαίο. Αν χρησιμοποιηθεί μυοχάλαση, οι κατασταλτικοί παράγοντες πρέπει επίσης να διατηρούνται και ενδεχομένως να αυξάνονται για να αντιρροπήσουν τις δυσμενείς ψυχολογικές συνέπειες της παράλυσης.

Άπαξ και ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση οξυγόνου, πρέπει να δοθεί προσοχή στη μεγιστοποίηση παροχής οξυγόνου. Τα μέσα βελτιστοποίησης της μεταφοράς οξυγόνου περιγράφονται παρακάτω.

Μέθοδοι βελτίωσης της μεταφοράς οξυγόνου:

- Βελτίωση καρδιακής παροχής,
- Διατήρηση φυσιολογικής αιμοσφαιρίνης,
- Μετατόπιση προς τα δεξιά της καμπύλης οξυαιμοσφαιρίνης,
- Πρόληψη υποθερμίας,
- Αύξηση 2,3 διφωσφογλυκερινικού οξέος,
- Αποφυγή αλκάλωσης,
- Αποφυγή χαμηλού PCO₂,
- Μείωση της κατανάλωσης οξυγόνου.

Κορτικοστεροειδή:

Με βάση μελέτες σε πειραματόζωα καθώς και τη φλεγμονώδη φύση του ARDS, όπως φαίνεται σε υλικό βιοψίας από τον πνεύμονα, έχει διαμορφωθεί από πολλά χρόνια η πίστη ότι τα κορτικοστεροειδή σε υψηλές δόσεις θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα σε αυτή τη διαταραχή. Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι τα στεροειδή ούτε εμποδίζουν τους σηπτικούς ασθενείς να εμφανίσουν ARDS ούτε επηρεάζουν την πορεία της ανταλλαγής των αερίων, την ακτινογραφία θώρακα και τις διαταραχές της πνευμονικής ενδοτικότητας σε ασθενείς με εγκατεστημένο ARDS ακόμα και επί πρώιμης έναρξης αγωγής.

Θετική τελοεκπνευστική πίεση (PEEP)

Η φλεβική πρόσμιξη ή το shunt μπορούν να μειωθούν δραματικά με την PEEP σε μερικούς αλλά όχι σε όλους τους ασθενείς με πνευμονικό οίδημα. Δυσμενείς συνέπειες της PEEP περιλαμβάνουν υπόταση, μειωμένη καρδιακή παροχή και κίνδυνο βαροτραύματος. Το κατά πόσο η PEEP ωφελεί εξαρτάται από την επίδραση της στην PaO_2 και την καρδιακή παροχή. Για παράδειγμα, αν η PEEP αυξάνει την PaO_2 από 60 σε 80 mmHg αλλά μειώνει την καρδιακή παροχή κατά 30%, η παροχή οξυγόνου έχει σοβαρά μειωθεί. Στην πράξη θα πρέπει να μετρούνται τόσο η PaO_2 όσο και η καρδιακή παροχή πριν και μετά από κάθε μεταβολή της PEEP έτσι ώστε η παροχή οξυγόνου να μπορεί να υπολογιστεί. Κατά γενικό κανόνα η PEEP θα πρέπει να αυξάνεται κατά βαθμιαίο τρόπο, με μεταβολές των 3-5 cmH₂O έως ότου ο επιθυμητός στόχος μείωσης του FiO_2 σε μη τοξικές περιοχές επιτευχθεί χωρίς σημαντική μείωση στην καρδιακή παροχή. Δεν υπάρχουν πρακτικά στοιχεία που να υποδηλώνουν ότι επίπεδα PEEP > 20-25 cmH₂O είναι πιο αποτελεσματικά απ' ό,τι επίπεδα <20 cmH₂O.

Διαχείριση υγρών:

Τόσο στο καρδιογενές όσο και στο μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα πρέπει να αναζητείται μια ισορροπία μεταξύ της θετικής επίδρασης της σχετικά υψηλής PAWP στην καρδιακή παροχή και της αρνητικής της επίδρασης στο ισοζύγιο υγρών του πνεύμονα. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η πίεση πλήρωσης της αριστερής κοιλίας δεν μπορεί να εκτιμηθεί αξιόπιστα με τη φυσική εξέταση ή με άμεση μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης. Γι' αυτούς τους λόγους, ο καθετήρας της πνευμονικής αρτηρίας που έχει δειχθεί ότι δίνει αξιόπιστες εκτιμήσεις της πίεσης πλήρωσης της αριστερής κοιλίας έχει γίνει καθημερινή υπόθεση στην αντιμετώπιση του πνευμονικού οιδήματος. Η μέτρηση της PAWP και της πρωτεΐνης του ορού επιτρέπει την εκτίμηση των ενδοαγγειακών δυνάμεων του Starling παρέχοντας έτσι αντικειμενική μαρτυρία των αποτελεσμάτων της θεραπείας χωρίς να χρειάζεται κανείς να περιμένει τις μεταβολές στα αέρια αίματος και στην ακτινογραφία θώρακα, που εμφανίζονται πιο όψιμα. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η PAWP θα πρέπει να είναι

στην περιοχή των 15-18 mmHg ή ελαφρά υψηλότερη σε ασθενείς με φυσιολογική πνευμονική αγγειακή διαπερατότητα και ανεπαρκούσα αριστερά κοιλία, ώστε να μεγιστοποιηθεί η καρδιακή παροχή. Οι ασθενείς με μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα είναι φρόνιμο να υποβάλλονται σε σχετικό περιορισμό του χορηγούμενου όγκου όσο δεν υπάρχουν βλαπτικές συνέπειες στην καρδιακή παροχή και ως εκ τούτου στην παροχή οξυγόνου. Μετρήσεις της καρδιακής παροχής και της παροχής οξυγόνου είναι αναγκαίες για να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα της θεραπείας με υγρά σε όλους τους ασθενείς με πνευμονικό οίδημα.

Αν ο ενδαγγειακός όγκος πρέπει να μειωθεί, η βασική αγωγή είναι περιορισμός της χορήγησης υγρών και διουρητικά. Κεντρικά αγγειοδιασταλτικά όπως η νιτρογλυκερίνη και το νιτροπρωσσικό νάτριο μπορούν να μειώσουν τις πιέσεις στα πνευμονικά αγγεία ταχύτερα από την μείωση όγκου, αλλά μπορούν επίσης να αυξήσουν το ενδοπνευμονικό shunt αίροντας την υποξική αγγειοσύσπασση, τον αυτορρυθμιστικό μηχανισμό που συντηρεί την ομοιογένεια αερισμού / αιμάτωσης.

Σε ασθενείς που απαιτούν ενδοφλέβια υγρά παραμένει διχογνωμία για τα σχετικά οφέλη των κρυσταλλοειδών έναντι των κολλοειδών. Στο καρδιογενές πνευμονικό οίδημα εγχύσεις λευκωματίνης (ιδίως όταν η λευκωματίνη του ορού είναι χαμηλή) μπορούν να έχουν σημαντικό αποτέλεσμα στη κινητοποίηση διάμεσου υγρού από τους πνεύμονες και το υπόλοιπο σώμα. Αυτό το ευνοϊκό αποτέλεσμα είναι πιο χρήσιμο όταν οι πιέσεις πλήρωσης της αριστερής κοιλίας είναι χαμηλές, ένα ασυνήθιστο χαρακτηριστικό στο καρδιογενές πνευμονικό οίδημα. Ωστόσο, όταν η πνευμονική αγγειακή διαπερατότητα αυξάνει, η λευκωματίνη διέρχεται ταχέως τον μικροαγγειακό φραγμό και συνεπώς δεν εκπληρώνει τον αναμενόμενο στόχο της αύξησης της ογκωτικής βαθμίδωσης ευνοώντας την επαναρρόφηση του διάμεσου υγρού. Μερικές μελέτες υποδηλώνουν ότι τα κρυσταλλοειδή μπορεί να είναι ανώτερα από τα κολλοειδωσμητικά διαλύματα στην αντιμετώπιση του μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος, αλλά αυτή η περιοχή της θεραπείας παραμένει συζητήσιμη.

Σημαντική συζήτηση συνεχίζεται όσον αφορά την αξία του περιορισμού όγκου και της διούρησης στο ARDS.

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Αναπνευστική Φυσικοθεραπεία και παρακολούθηση:

Η αναπνευστική φυσικοθεραπεία έχει ένα χρήσιμο επικουρικό ρόλο στην αντιμετώπιση πολλών αναπνευστικών διαταραχών. Τα χρόνια αναπνευστικά προβλήματα, τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζουν αυξητική τάση εξαιτίας διαφόρων παραγόντων όπως:

- Το κάπνισμα,
- Η εισπνοή σκόνης, ερεθιστικών ουσιών και αερίων στους επαγγελματικούς χώρους,
- Η μόλυνση της ατμόσφαιρας στα αστικά και βιομηχανικά κέντρα,
- Η αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων και
- Η αλλαγή στο τρόπο ζωής (υιοθέτηση καθιστικού τρόπου ζωής).

Η παρέμβαση της αναπνευστικής φυσικοθεραπείας θεωρείται η υπ' αριθμόν ένα θεραπεία για τη βελτίωση της κατάστασης του ασθενή, την πρόληψη των αναπνευστικών επιπλοκών, τη διατήρηση του ασθενή στη ζωή, τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ασθενή και την επιβράδυνση της εξέλιξης της εκάστοτε νόσου.

Στόχοι της αναπνευστικής φυσικοθεραπείας:

Η αναπνευστική φυσικοθεραπεία εφαρμόζεται με στόχο:

- Να ενισχύσει ένα ήρεμο τρόπο αναπνοής ή να βελτιώσει τον υπάρχοντα τρόπο αναπνοής,
- Να διδάξει μια ελεγχόμενη αναπνοή και να μειώσει στο ελάχιστο το έργο της αναπνοής (οικονομική αναπνοή),
- Να μειώσει ή να απαλλάξει τον ασθενή από το βρογχοσπασμό,
- Να βοηθήσει στην έκπτυξη του πνευμονικού παρεγχύματος,
- Να βοηθήσει στην μετακίνηση και αποβολή των βρογχικών εκκρίσεων,
- Να διατηρήσει τα πνευμόνια καθαρά από εκκρίσεις,
- Να αυξήσει την αντοχή του ασθενή,
- Να κάνει τον ασθενή, όσο είναι δυνατόν, ανεξάρτητο και να του δώσει οδηγίες για τη διευκόλυνση των λειτουργικών δραστηριοτήτων.

Αυτοί οι στόχοι θα πρέπει να προσαρμόζονται πάνω σε κάθε περίπτωση και σε κάθε ασθενή ξεχωριστά.

Αποσκοπούν κυρίως στον καλύτερο αερισμό και στην καλύτερη πρόσληψη O₂ και την αποβολή του CO₂.

Ενδείξεις για αναπνευστική φυσικοθεραπεία:

Η αναπνευστική φυσικοθεραπεία ενδείκνυται:

- Σε παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, αποφρακτικού και περιοριστικού τύπου, στη χειρουργική του θώρακα και γενικά σε όλους τους τομείς της γενικής χειρουργικής (προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά),
- Σε δυσμορφίες της σπονδυλικής στήλης και του θώρακα, γιατί αυξάνει την κινητικότητα της περιοχής και επιπλέον βοηθά στην βελτίωση της όρθιας στάσης,
- Σε καρδιοπάθειες, αναιμίες και γενικά σε εξασθενημένα άτομα, γιατί συμβάλλει στην βελτίωση της κυκλοφορίας του αίματος και στον καλύτερο αερισμό των πνευμόνων,
- Σε περιπτώσεις ανεπαρκούς λειτουργίας του κεντρικού νευρικού συστήματος που οδηγεί σε μυϊκή αδυναμία (π.χ. υψηλή βλάβη του νωτιαίου μυελού, οξεία, χρόνια ή προοδευτική μυοπάθεια ή νευρογενής δυσλειτουργία κ.τ.λ.),
- Σε ανωμαλίες του πεπτικού συστήματος γιατί αυξάνει το ρυθμό των περισταλτικών κινήσεων και
- Σε περιπτώσεις νευρώσεων, αϋπνίας ή stress γιατί έχει κατευναστικό αποτέλεσμα.

Τρόποι αναπνευστικής φροντίδας:

Η αναπνευστική φροντίδα παρέχεται με τους εξής τρόπους:

- **Οξυγονοθεραπεία**
- **Μέσα παροχής οξυγόνου**

- **Ρινικός καθετήρας**
- **Προσωπίδες χορήγησης αεροζόλ**
- **Συνταγογράφηση οξυγόνου**

Η κάθαρση των εκκρίσεων και η έκπτυξη των πνευμόνων επιτυγχάνονται με τους εξής τρόπους:

- **Βήχας:** Ίσως ο αποτελεσματικότερος τρόπος κάθαρσης υπέρμετρων εκκρίσεων από το βρογχικό δένδρο,
- **Αναρροφήσεις τραχείας:** δια της ρινός ή του στόματος μπορεί να βοηθήσει ασθενείς χωρίς αποτελεσματικό βήχα, τόσο προκαλώντας βήχα όσο και απομακρύνοντας εκκρίσεις που βρίσκονται ως εκεί που φτάνει ο καθετήρας,
- **Ύγρανση:** συνήθως οι ανώτεροι αεραγωγοί προσφέρουν πολύ αποτελεσματική ύγρανση των αερίων που φτάνουν στους κατώτερους αεραγωγούς, προκαλώντας το στέγνωμα του βλεννογόνου και την ξήρανση της βλέννας,
- **Επιβραβεύομενη σπιρομετρία (εξασκητής αναπνοής):** οι εξασκητές αναπνοής όλων των τύπων επιτρέπουν στον ασθενή να εκτιμήσει οπτικά την εισπνευστική του προσπάθεια. Ο ασθενής ενθαρρύνεται να εισπνεύσει όσο πιο δυνατά μπορεί για όσο περισσότερο χρόνο, εξασφαλίζοντας έτσι το μέγιστο δυνατό εισπνεόμενο όγκο. Είναι ένας από τους καλύτερους τρόπους αναρρόφησης ή πρόληψης ατελεκτασιών. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι, άπαξ και του το δείξουν σωστά, ένας καλά συνεργαζόμενος ασθενής μπορεί να τον χρησιμοποιήσει χωρίς βοήθεια.
- **Αναπνοή με διαλείπουσα θετική πίεση (IPPB= intermittent positive pressure breathing):** υποβοηθείται η εισπνευστική προσπάθεια του ασθενούς με χρησιμοποίηση αναπνευστήρα πίεσης που χορηγεί στο στόμα κατά την εισπνοή όγκο αέρα που αντιστοιχεί σε προκαθορισμένο επίπεδο πίεσης,
- **Παροχέτευση θέσης:** ο ασθενής τοποθετείται κατακεκλιμένος σε θέσεις που ευνοούν την παθητική παροχέτευση εκκρίσεων από τμηματικούς ή λοβιαίους βρόγχους με τη βοήθεια της βαρύτητας,
- **Πλήξεις και δονήσεις:** αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με την παροχέτευση θέσης,

Βλεννολυτικοί παράγοντες: διάφοροι παράγοντες όπως η Ν-ακετυλκυστεΐνη διαλύουν in vitro βύσματα βλέννας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ο έλεγχος της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών χωρίζεται σε άμεσο και έμμεσο. Ο άμεσος έλεγχος γίνεται απευθείας πάνω στους μύες που θέλουμε να εξετάσουμε. Τις περισσότερες φορές για τον άμεσο έλεγχο της λειτουργίας των αναπνευστικών μυών χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνητική διέγερση πάνω στους μύες που θέλουμε να εξετάσουμε με την βοήθεια ειδικών συσκευών.

Ο έμμεσος έλεγχος γίνεται με την βοήθεια του κύκλου της αναπνοής και ειδικών συσκευών που μας βοηθούν να καταλάβουμε κατά πόσο λειτουργούν οι αναπνευστικοί μύες. Από τις συσκευές αυτές παίρνουμε:

1. την σπιρομέτρηση
2. την οξυμετρία
3. την πληθυσμογραφία

Υπάρχουν φυσικά και οι συσκευές ελέγχου (air flow mater).

1. Σπιρομέτρηση:

AirLife AirX Incentive Spirometer



Hudson Spirometer Voldyne 2500ml



Ο πνεύμονας έχει συγκεκριμένες ενδογενείς ιδιότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν τον όγκο, την ελαστικότητα, την ικανότητα αερισμού, και την ανταλλαγή αερίων. Η σπιρομέτρηση έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της ικανότητας αερισμού. Επιπλέον, μια από τις μεθόδους ανίχνευσης της απόφραξης των αεραγωγών είναι η μέτρηση του ταχέως εκπνεόμενου όγκου αέρα στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV_1), της ταχέως εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας (FVC) και του λόγου FEV_1 / FVC .

Οι παράμετροι FEV_1 και FVC μπορούν να προσδιοριστούν με εκπνοή του ασθενούς μέσα σε ένα σπιρόμετρο ύδατος, στο οποίο ο όγκος μετριέται συναρτήσει του χρόνου ή μέσα σε μια συσκευή ροής – όγκου στην οποία ένας πνευμονοταχογράφος μαζί με τα σχετικά κυκλώματά του, ολοκληρώνει τη ροή σε όγκο και παράγει μια καμπύλη ροής – όγκου. Η δοκιμασία της σπιρομέτρησης απαιτεί μέγιστη προσπάθεια κατά την εκπνοή από την ολική χωρητικότητα των πνευμόνων. Στην περίπτωση αποφρακτικής νόσου των αεραγωγών, η FEV_1 ελαττώνεται περισσότερο από την FVC και έτσι ο λόγος FEV_1 / FVC είναι μικρότερος από 70%. Η φυσιολογική τιμή του πηλίκου FEV_1 / FVC αυξάνει για τα παιδιά και τους νεαρής ηλικίας εφήβους και ελαττώνεται με την ηλικία. Ποικίλα κριτήρια έχουν εφαρμοστεί για τον ποσοτικό προσδιορισμό της σοβαρότητας της κατάστασης λόγω απόφραξης των αεραγωγών, που βασίζονται στις προβλεπόμενες τιμές του FEV_1 . Όταν ο FEV_1 κυμαίνεται από 65-79% ως προς την προβλεπόμενη τιμή, η απόφραξη των αεραγωγών ορίζεται ως ήπια, όταν κυμαίνεται από 50-64% ως προς την προβλεπόμενη τιμή, η απόφραξη των αεραγωγών ορίζεται ως μέτρια και όταν είναι <50% της προβλεπόμενης τιμής αποτελεί ένδειξη βαρέως αποφρακτικού συνδρόμου. Τα παραπάνω κριτήρια εφαρμόζονται όταν ο λόγος FEV_1 / FVC ελαττώνεται και είναι αποφρακτικής φύσης. Παρόλα αυτά αξίζει να σημειωθεί ότι σε ασθενείς με άσθμα ή σε ασθενείς που βήχουν κατά την εκπνοή που γίνεται για την σπιρομέτρηση, α FEV_1 βρίσκεται μικρότερη λόγω του βήχα. Ο FEV_1 επίσης ελαττώνεται σε αυτές τις περιπτώσεις και ο λόγος FEV_1 / FVC μπορεί να είναι >70%. Μια αργή δοκιμασία μέτρησης της ζωτικής χωρητικότητας (VC) θα πρέπει να συνοδεύει τις περιπτώσεις αυτές και μπορεί να δείξει αύξηση στη βραδεία ζωτική χωρητικότητα σε σύγκριση με τη FVC, που θα έχει σαν αποτέλεσμα ένα μη φυσιολογικό πηλίκο FEV_1 / FVC . Επιπλέον, προκειμένου να αξιολογηθεί η κατάσταση του ασθενούς, πρέπει να

γίνουν συσχετίσεις των κλινικών ευρημάτων με τις δοκιμασίες ελέγχου της πνευμονικής λειτουργίας και μετά βρογχοδιασταλτική θεραπεία. Διαδοχικές δοκιμασίες της πνευμονικής λειτουργίας μπορεί να δείξουν μια αποφρακτική συνδρομή, αργότερα, όταν τα επεισόδια του βήχα θα έχουν εξαφανιστεί ή ελαττωθεί. Η μορφή της απόφραξης των αεραγωγών μπορεί να είναι είτε πιεσοεξαρτώμενη είτε ογκοεξαρτώμενη.

Ο συριγμός κατά την εισπνοή που προκαλείται από δυναμική συμπίεση του αέρα, μπορεί να ακουστεί κατά την διάρκεια μιας ήρεμης ή μιας βίαιης εκπνοής με την ακρόαση του θώρακα. Στις νόσους που χαρακτηρίζονται από περιοριστικό σύνδρομο ο FEV_1 και η FVC ελαττώνονται ανάλογα, αλλά περισσότερο ελαττώνεται η FVC και έτσι ο λόγος FEV_1 / FVC παραμένει φυσιολογικός ή αυξάνεται.

Με τη σπιρομέτρηση είναι δυνατή η μέτρηση της ροής μεταξύ του 25% και 75% ($FEF_{25\%-75\%}$) της FVC. Όταν οι τιμές των FEV_1 , FVC και του λόγου FEV_1 / FVC είναι φυσιολογικές, μια μείωση της ροής $FEF_{25\%-75\%}$ (κάτω από το 70% της προβλεπόμενης), υποδηλώνει νόσο των μικρών αεραγωγών, που αποτελεί το πρώτο στάδιο της αποφρακτικής πνευμονικής νόσου που παρατηρείται σε καπνιστές. Με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, που σήμερα έχουν τα περισσότερα εργαστήρια ελέγχου της πνευμονικής λειτουργίας, μπορεί να γίνει απευθείας μέτρηση της ροής στο 50% της FVC, από την καμπύλη του σπιρογραφήματος, επιτρέποντας έτσι τον υπολογισμό της ροής στο 50% (V_{max50}) της FVC, χωρίς να απαιτείται η μελέτη της καμπύλης ροής – όγκου. Η ελάττωση του V_{max50} κάτω από το 70% της προβλεπόμενης τιμής, παρουσία φυσιολογικών τιμών των FEV_1 , FVC και του λόγου FEV_1 / FVC , υποδηλώνει ήπιας μορφής απόφραξη των μικρών αεραγωγών.

Στις άλλες μελέτες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της λειτουργίας των μικρών αεραγωγών συμπεριλαμβάνονται ο όγκος σύγκλεισης και η καμπύλη ροής – όγκου μετά από αναπνοή μείγματος ηλίου (80%) – οξυγόνου (20%). Αυτές οι δοκιμασίες γίνονται μόνο ερευνητικά. Οι φυσιολογικές προβλεπόμενες τιμές για τις δοκιμασίες μελέτης της πνευμονικής λειτουργίας, προέρχονται από μελέτες του φυσιολογικού πληθυσμού.

Γενικά, όταν οι τιμές είναι $<80\%$ ή $>120\%$ της προβλεπόμενης τιμής (για την ολική χωρητικότητα των πνευμόνων [TLC] και τον υπολειπόμενο όγκο [RV], δεν είναι φυσιολογικές. Παρόλα αυτά, τα 95% όρια αξιοπιστίας ενός δείγματος φυσιολογικού πληθυσμού μπορεί να αποτελούν ένα καλύτερο τρόπο προσδιορισμού των φυσιολογικών τιμών. Όταν κάποιος κάνει εκτίμηση των αποτελεσμάτων των δοκιμασιών ελέγχου της πνευμονικής λειτουργίας, θα πρέπει να λάβει υπόψη του τις προβλεπόμενες τιμές / εξισώσεις που χρησιμοποιούνται στα διάφορα εργαστήρια ελέγχου της πνευμονικής λειτουργίας. Επιπλέον, θα πρέπει στις τιμές / εξισώσεις αυτές να γίνει διόρθωση ως προς την ηλικία, το φύλο και το ύψος καθώς και για τη φυλή, αφού οι μαύροι και οι Ασιάτες παρουσιάζουν σπιρομέτρηση και όγκους πνευμόνων κατά 15% χαμηλότερους από τους αντίστοιχους για τους λευκούς. Οι καμπύλες ροής – όγκου με μέγιστη εκπνοή και εισπνοή είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την ανίχνευση απόφραξης των ανωτέρων αεραγωγών. Οι αποφράξεις των ανωτέρων αεραγωγών μπορεί να είναι πολλών τύπων ανάλογα με τη μορφή των καμπύλων ροής – όγκου. Σε μόνιμες (σταθερές) αποφράξεις των ανωτέρων αεραγωγών, η καμπύλη ροής – όγκου παρουσιάζει ένα πλάτωμα και κατά την εισπνοή και κατά την εκπνοή. Αυτές οι αποφράξεις των ανωτέρων αεραγωγών προκαλούνται από κυκλοτερείς στενώσεις, που δεν επηρεάζονται από ενδοτραχειακές ή εξωτραχειακές μεταβολές πίεσης. Οι περιοριστικές αυτές στενώσεις μπορούν να διαπιστωθούν από το ιστορικό του ασθενή, τη φυσική εξέταση ή τη βρογχοσκόπηση. Κάποιες φορές, ο ασθενής μπορεί να παρουσιάζει συριγμό, και η καμπύλη ροής – όγκου να είναι ακόμη φυσιολογική. Σε μερικές περιπτώσεις, η καμπύλη θα γίνει παθολογική όταν η στένωση της τραχείας θα γίνει μεγαλύτερη από κάποιο κριτικό όριο.

2. Οξυμετρία:

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί τα διαφορετικά φάσματα απορρόφησης της οξυ - και δεοξυαιμοσφαιρίνης για να καθορίσει το ποσοστό των θέσεων αίμης που είναι δεσμευμένα με οξυγόνο. Φως με διάφορα μήκη κύματος διέρχεται μέσω των μικρού πάχους ιστών του λοβού του αυτιού, του δαχτύλου του χεριού ή ποδιού ή του ριζιρρινίου για να προσδιοριστεί αυτός ο λόγος. Η παλμική

οξυμετρία χρησιμοποιεί πληθυσμογραφικές τεχνικές για να διαγράψει την απορρόφηση που προκαλείται από το κλάσμα εκείνο του αίματος στον ιστό που δεν σχετίζεται με το σφυγμικό κύμα. Αυτή η άμεση μέτρηση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης SaO_2 παρακάμπτει τα προβλήματα που υφίστανται κατά τον υπολογισμό του κορεσμού από τα αποτελέσματα των αερίων αίματος. Ωστόσο, ειδικές καταστάσεις μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα εσφαλμένους οξυμετρικούς προσδιορισμούς της SaO_2 . Φτωχή ιστική αιμάτωση, έντονη προσπάθεια, η παρουσία άλλων χρωστικών στο δέρμα ή στο αίμα και η παρουσία σφυγμικής ροής στο φλεβικό αίμα, μπορούν να οδηγήσουν σε ανακριβείς μετρήσεις. Οι παθολογικές αιμοσφαιρίνες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την μέτρηση του κορεσμού.

Μετρήσεις μπορούν να γίνονται συνέχεια ή σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές ως υποκατάστατο των αερίων αίματος. Καθώς η οξυμετρία δεν μπορεί να διακρίνει επίπεδα $PaO_2 > 60$ Torr, η χρησιμότητά της περιορίζεται σε:

1. εξασφάλισή του ότι ο ασθενής δεν έχει απειλητική για τη ζωή υποξυγοναιμία, ή
2. σε ρύθμιση της FiO_2 σε έναν ασθενή με χαμηλή SaO_2 .

Είναι χρήσιμη για την παρακολούθηση ασθενών κατά την αναισθησία ή σε μικροεπεμβάσεις και για την ανίχνευση νυχτερινής υποξυγοναιμίας κατά τον ύπνο. Δεν είναι κατάλληλη ωστόσο ως υποκατάστατο των αερίων αίματος στην αρχική αξιολόγηση ασθενών με δύσπνοια που έχουν πνευμονική ή καρδιακή νόσο ή σε ασθενείς με σημαντικές μεταβολικές διαταραχές επειδή δεν προσφέρει πληροφορίες για το pH ή την PCO_2 . μεγάλες μεταβολές στο $PaO_2 > 70$ Torr δεν ανιχνεύονται γιατί σ' αυτές τις περιοχές τιμών η αιμοσφαιρίνη είναι πλήρως κορεσμένη. Τέλος, στην παρακολούθηση ασθενούς με δυσκολία απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα ή πρόσφατα αποσωληνωμένου, η οξυμετρία μόνη της δεν είναι επαρκής καθώς δεν μπορεί να ανιχνεύσει κατακράτηση CO_2 . Ωστόσο η οξυμετρία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και μειώνει την ανάγκη μετρήσεων των αερίων αίματος, με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται σωστά.

3. Πληθυσμογραφία:

Η πληθυσμογραφία είναι μια τεχνική που μας βοηθάει να βγάλουμε τα σωστά αποτελέσματα στις πνευμονικές μετρήσεις της σπιρομετρίας και της οξυμετρίας.

ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ

Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών είναι ένας από τους σημαντικότερους σκοπούς, ίσως και ο σημαντικότερος σε πολλές ασθένειες, αθλήματα, έρευνες, για τους ασθενείς, τους θεράποντες ιατρούς και τους φυσιοθεραπευτές, για τους αθλητές και τους ερευνητές.

Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

1. Εξασκητές αναπνοής:

A. Voldyne 5000 Volumetric Exerciser



B. Voldyne 5000 Volumetric Exerciser - 5000ml



C. Air-Eze Incentive Deep Breathing Exerciser



D. Power Lung Active Series Trainer Breathing



E. Hudson Air-Eze Incentive Breathing Exerciser



F. New Power Lung Active Sport Breathing Exerciser



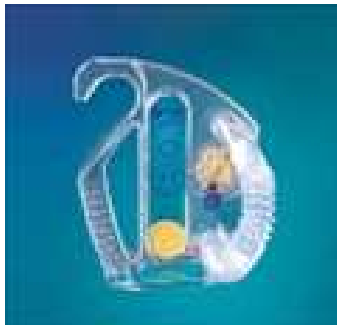
G. Ultrabreathe ASI4792 Compact Breathing Exerciser



H. DEAS Breathing Exerciser with 3 Balls



I. Smiths Medical Australasia Pty Ltd



J. AirLife Spirometer & Breathing Exerciser



K. Acapella Vibratory PEP therapy system



L. Spiro tiger trainer



2. Electrical muscle stimulation (EMS)

A. Πάνω στους επιφανειακούς μυς (άμεσος ερεθισμός)

B. Για εν τω βάθει μυς, όπως το διάφραγμα, έμμεσος ερεθισμός (ερεθισμός του φρενικού νεύρου)

3. Με αντίσταση στην κίνηση των αναπνευστικών μυών είτε από το χέρι του φυσιοθεραπευτή, με βάρος, ιμάντες, μπάλες είτε με ελεύθερες ενεργητικές ασκήσεις.

4. Ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με αντίσταση από το νερό.

Ένα μεγάλο κεφάλαιο στην ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών και στους εξασκητές της αναπνοής είναι οι Threshold trainers:

A. Threshold IMT συσκευή άσκησης Εισπνευστικών Μυών:



Το Threshold IMT παρέχει μια διαρκή και συγκεκριμένη πίεση για την αύξηση της δύναμης και αντοχής των εισπνευστικών μυών, ανεξάρτητα από τον ρυθμό αναπνοής του ασθενή.

Η συσκευή αυτή περιέχει μια βαλβίδα μονής κατεύθυνσης, ανεξάρτητη από την ροή, για να διασφαλίσει συνεχή αντίσταση και διαθέτει μια μεταβαλλόμενη κλίμακα πίεσης (σε cm H₂O) η οποία ρυθμίζεται από τον ιατρό. Όταν οι ασθενείς εισπνέουν από το Threshold IMT, μια βαλβίδα εκτόνωσης ελατηρίου ασκεί τους αναπνευστικούς μυς μέσω της συνεχούς επανάληψιμότητας.

B. Threshold PEP συσκευή θετικής εκπνευστικής πίεσης



Το Threshold PEP παρέχει μια διαρκή και συγκεκριμένη πίεση για τον καθαρισμό των αεραγωγών, την υγιεινή των βρόγχων, ή σαν μια εναλλακτική λύση για φυσικοθεραπεία του θώρακα, ανεξάρτητα από τον ρυθμό αναπνοής του ασθενή.

Η συσκευή αυτή περιέχει μια βαλβίδα μονής κατεύθυνσης, ανεξάρτητη από την ροή, για να διασφαλίσει συνεχή αντίσταση και διαθέτει μια μεταβαλλόμενη κλίμακα πίεσης (σε cm H₂O) η οποία ρυθμίζεται από τον ιατρό. Όταν οι ασθενείς εισπνέουν από το Threshold PEP, το φορτίο της αντίστασης δημιουργεί μία θετική πίεση που βοηθά να κρατηθούν ανοιχτοί οι αεραγωγοί και στην αποβολή των εκκρίσεων με την βοήθεια πρόκλησης έντονου βήχα. (τεχνική δυναμικής εκπνοής).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Έρευνες:

Η σημασία της ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών έχει απασχολήσει πολύ τους ερευνητές. Δυστυχώς υπάρχει ερευνητικό κενό σε ότι αφορά

τις μεθόδους ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών με υδροθεραπεία και νευρομυϊκό ερεθισμό (EMG).

Πιο συγκεκριμένα:

- Οι S. Suzuki et al (1995) πραγματοποίησαν μια έρευνα για να εξακριβώσουν κατά πόσο η εξάσκηση των εκπνευστικών μυών σχετίζεται με την αίσθηση της προσπάθειας του αναπνευστικού συστήματος κατά την διάρκεια της άσκησης. Η έρευνα έγινε πάνω σε φυσιολογικά άτομα και τα αποτελέσματά της έδειξαν ότι όσο αυξανόταν η δύναμη των εκπνευστικών μυών τόσο μειωνόταν η προσπάθεια του αναπνευστικού συστήματος να ανταπεξέλθει κατά την άσκηση.
- Οι Akiyoshi Fumihito et al (2001) πραγματοποίησαν μια έρευνα για να διαπιστώσουν κατά πόσο και με ποιόν τρόπο η εξάσκηση των εκπνευστικών μυών επηρεάζει την δύναμη του αναπνευστικού συστήματος. Τα άτομα εκπαιδεύτηκαν με εξασκητή Threshold – IMT για 15 λεπτά, 2 φορές την ημέρα για 2 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν αυξανόταν μόνο η δύναμη των εκπνευστικών μυών αλλά και των εισπνευστικών μυών και σαν φυσικό επακόλουθο αυξανόταν η δύναμη όλου του αναπνευστικού συστήματος.
- Οι Antonio B. Rentas et al πραγματοποίησαν μια έρευνα με σκοπό να ελέγξουν την λειτουργικότητα του αναπνευστικού συστήματος σε φυσιολογικά ενεργές γυναίκες της 3^{ης} ηλικίας (1995). Αυτή η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 52 γυναίκες, από 60 – 76 χρόνων χωρίς κάποιο σύμπτωμα ασθένειας και όλες τους ανεξάρτητες στο σπίτι. Μετά τις απαραίτητες μετρήσεις και εξετάσεις, οι γυναίκες μπήκαν σε ένα ειδικό πρόγραμμα ασκήσεων. Μετά το πέρας του προγράμματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρά το γεγονός ότι οι ασκήσεις δεν επικεντρωνόντουσαν στους αναπνευστικούς μύες αποκλειστικά, βελτιώθηκε η απόδοση τους τόσο κατά την διάρκεια των ασκήσεων όσο και κατά την ηρεμία.

- Το 1978 οι M. J. Evanich et al δημοσίευσαν ένα άρθρο που απέδιδε αναλυτικά τις μέχρι τότε σε έρευνα μεθόδους ηλεκτροδιέγερσης στα αναπνευστικά νεύρα και μύες. Δεν είναι τυχαίο που στο άρθρο τονίζεται το πόσο σημαντικά και ελπιδοφόρα ήταν τα αποτελέσματα των ερευνών της εποχής για το κατά πόσο η ηλεκτροδιέγερση βοηθάει στην ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών στις διάφορες ασθένειες.
- Οι K. A. Abraham et al πραγματοποίησε μια έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2002 με θέμα: παρόμοιες λειτουργίες των αναπνευστικών και κοιλιακών μυών κατά την διάρκεια της άσκησης. Η έρευνα βασίζεται στην ηλεκτρομυογραφική διέγερση των μυών (EMG) και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι κατά την διάρκεια μιας έντονης άσκησης η εκπνευστική λειτουργία δεν είναι πλήρης.
- Το 1996 δημοσιεύθηκε μια κλινική μελέτη των P. H. Johnson et al με θέμα την αξιολόγηση του THRESHOLD Trainer στην ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών. Οι ερευνητές έφτασαν στο συμπέρασμα ότι στους περισσότερους ασθενείς η μέθοδος ήταν πολύ ικανοποιητική, αλλά λιγότερο σε ασθενείς με πολύ χαμηλούς εισπνευστικούς όγκους.
- Έρευνες των J. Kohl et al (1997), C. Styessi et al (2001), G. Markov et al (2001), έδειξαν ότι η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με χρήση εξασκητή Spiro Tiger είναι εφικτή σε μεγάλο βαθμό, καθώς επηρεάζει θετικά τον κύκλο της αναπνοής χωρίς να επηρεάζει τα αέρια αίματος, ούτε τις καρδιακές απαντήσεις στην άσκηση.

Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών σε επιλεγμένες ασθένειες:

Οι ερευνητές ασχολήθηκαν πολύ με το κατά πόσο η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών βοηθάει στις διάφορες ασθένειες.

Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών και Χρόνια Αναπνευστική Πνευμονοπάθεια (Χ.Α.Π):

- Οι W. D. Reid και B. Samgal πραγματοποίησαν μια κλινική μελέτη, που δημοσιεύθηκε το 1995 με θέμα την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών σε ασθενείς με χρόνια αναπνευστική πνευμονοπάθεια (Χ.Α.Π.). Χρησιμοποίησαν εξασκητές αναπνοής για την ενδυνάμωση των εισπνευστικών και εκπνευστικών μυών, καθώς επίσης προσπάθησαν να αυξήσουν το χρόνο αντοχής στην κούραση των ασθενών. Οι ίδιοι, παρά τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν, έφτασαν στο συμπέρασμα ότι η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με εξασκητές αναπνοής βοηθάει τους ασθενείς με χρόνια αναπνευστική πνευμονοπάθεια (Χ.Α.Π.). Από έρευνες της εποχής επισημαίνουν ότι η πρώτη θεραπεία σε ασθενείς με Χ.Α.Π. θα έπρεπε να ήταν η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με διάφορους εξασκητές αναπνοής, καθώς επίσης ότι θετικά αποτελέσματα αυτής της τεχνικής έχουμε ακόμη και σε ασθενείς με μυοπάθεια, κυστική ίνωση ή άσθμα.
- Τον Απρίλιο του 2000 δημοσιεύθηκε μια έρευνα από την Dr Rosa Guell του πανεπιστημίου Autonomia της Βαρκελώνης η οποία υποστηρίζει ότι οι ασθενείς με Χρόνια Αναπνευστική Πνευμονοπάθεια (Χ.Α.Π.) επωφελούνται μέχρι και 2 χρόνια μετά από ένα πρόγραμμα πνευμονικής αποκατάστασης με εξασκητές αναπνοής.
- Οι Ε. Καστανάκης και Ε. Κοσμάς δημοσίευσαν το 2001 μια έρευνα με θέμα την θέση της καρδιοπνευμονικής αποκατάστασης πριν και μετά από εγχείρηση θώρακος σε ασθενείς με Χρόνια Αναπνευστική Πνευμονοπάθεια (Χ.Α.Π.). Οι ίδιοι έφτασαν στο συμπέρασμα ότι το ολοκληρωμένο πρόγραμμα καρδιοπνευμονικής αποκατάστασης είναι μια τεκμηριωμένη πολυδιάστατη ιατρική πρακτική που αποσκοπεί στη θεραπευτική αντιμετώπιση ασθενών με Χρόνια Πνευμονοπάθεια αποφρακτικού ή περιοριστικού τύπου, δύσπνοια και κακή ποιότητα ζωής (σε συνδυασμό βέβαια με διακοπή του καπνίσματος, φαρμακευτική αγωγή και οξυγονοθεραπεία εφόσον απαιτείται).
- Ένα άρθρο των Ambrosino N. και Strambi S. (2004) δημοσιεύθηκε για να μας υποδείξει νέες στρατηγικές για να βελτιώσουμε των αντοχή των ατόμων με χρόνια αναπνευστική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) στην άσκηση.

Αναφέρεται ότι το πιο συχνό σύμπτωμα που μειώνει την αντοχή των ασθενών στην άσκηση είναι η αδυναμία καλής αναπνοής. Εξασκώντας λοιπόν την αναπνοή βοηθούν τον ασθενή να ανταποκριθεί καλύτερα στο πρόγραμμα εξάσκησης. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρομυϊκή διέγερση και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι βελτιώθηκε κατά πολύ η δύναμη των αναπνευστικών μυών και η γενική λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος.

Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών και Κυστική Ίνωση (Κ.Ι.):

Οι De Jong et al (2001) σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο του Groningen πραγματοποίησαν μια μελέτη για να δουν κατά πόσο η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών βοηθάει ασθενείς με Κυστική Ίνωση (Κ.Ι.). Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης οι ερευνητές είδαν ότι δεν υπήρχαν συγκεκριμένες αλλαγές – βελτιώσεις στην πνευμονική λειτουργία, στην ικανότητα της άσκησης, στην δύσπνοια και στην κούραση. Υπήρχε όμως μια σημαντική αύξηση στους εισπνεόμενους όγκους αέρα. Όλοι συμφώνησαν ότι το θέμα χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών και Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια (Ο.Α.Α.):

Στην 2^η Πνευμονολογική κλινική του Γ.Π.Νοσοκομείου “Γ. Παπανικολάου” στην Θεσσαλονίκη πραγματοποιήθηκε μια μελέτη από τους Β. Τσάρα και άλλους (2001) με θέμα τον μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό στην Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια (Ο.Α.Α.) με συσκευή διφασικής θετικής πίεσης (BIPAP). Η μελέτη αυτή έδειξε ότι το 81% των ασθενών βελτιώθηκαν και αποδεσμεύτηκαν από την χρήση μη επεμβατικού Μηχανικού αερισμού κατά την διάρκεια της νοσηλείας τους.

Ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών και δύσπνοια σε Ασθματικούς:

Οι Ak Mc Connell et al παρουσίασαν στο Ιατρικό Ερευνητικό συνέδριο τον Αύγουστο του 1998 μια έρευνα με θέμα κατά πόσο η εξάσκηση των αναπνευστικών μυών βελτιώνει την πνευμονική λειτουργία και μειώνει την δύσπνοια σε ασθματικούς. Η έρευνά τους είχε σαν κύριο γνώμονα την έρευνα των Weine et al (1992) που αναφέρει βελτίωση στην πνευμονική λειτουργία, στα συμπτώματα του άσθματος, και μείωση στην χρήση φαρμάκων ακολουθώντας για 6 μήνες εξάσκηση των αναπνευστικών μυών με αυξητή πίεσης Threshold (IMT). Στο τέλος της έρευνάς τους έφτασαν στο συμπέρασμα ότι οι Weiner et al επιβεβαιώνονται και ότι έχουμε βελτίωση της δύσπνοιας και της πνευμονικής λειτουργίας καθώς επίσης και ότι μετά την αγωγή οι ασθενείς είχαν παροτρυνθεί στην άσκηση.

Ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών και βρογχεκτασία:

Οι C. Newall et al πραγματοποίησαν μια έρευνα στην κλινική της αναπνευστικής ιατρικής του νοσοκομείου Queen Elizabeth του Birmingham της Μ. Βρετανίας με θέμα ασκήσεις και εξάσκηση των αναπνευστικών μυών σε ασθενείς με βρογχεκτασία. Έφτασαν στο συμπέρασμα ότι η πνευμονική αποκατάσταση είναι αποτελεσματική στη βελτίωση της ανοχής της άσκησης στους ασθενείς με βρογχεκτασία αλλά δεν υπάρχει κανένα πρόσθετο πλεονέκτημα της ταυτόχρονης εξάσκησης των αναπνευστικών μυών. Ωστόσο, η εξάσκηση των αναπνευστικών μυών μπορεί να είναι αποτελεσματική ώστε να διατηρηθούν τα θετικά αποτελέσματα που αποκτήσαμε από τις αναπνευστικές ασκήσεις

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση πολλών αναπνευστικών νόσων και διαφόρων προβλημάτων υγείας που επηρεάζουν το αναπνευστικό σύστημα.

Συγκεκριμένα για τις νόσους: χρόνια αναπνευστική πνευμονοπάθεια, οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, κιστική ίνωση, στις περιπτώσεις δύσπνοιας – άσθματος και βρογχεκτασίας οι έρευνες έχουν αποδείξει ότι η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών βοηθάει σημαντικά στην καλύτερη εξέλιξη της υγείας του ασθενούς.

Παρότι όμως τα αποτελέσματα της χρήσης εξασκητών αναπνοής έχουν εξακριβωθεί ερευνητικά, η χρήση άλλων μεθόδων όπως η υδροθεραπεία και ο νευρομυϊκός ηλεκτρικός ερεθισμός δεν έχουν ερευνηθεί διεξοδικά, παρόλο που σε περιπτώσεις όπως π.χ. κώματος, τετραπληγιών ή παραπληγιών, η άσκηση των αναπνευστικών μυών με νευρομυϊκό ηλεκτρικό ερεθισμό είναι η μόνη δυνατή παρεμβατική μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους γιατρούς (διέγερση φρενικού νεύρου) και τους φυσιοθεραπευτές (υπόλοιποι επιφανειακοί μύες).

Η καλή λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος εξαρτάται από την δύναμη, την αντοχή και την λειτουργικότητα των αναπνευστικών μυών. Όταν λοιπόν οι αναπνευστικοί μύες είναι αποδυναμωμένοι, υπολειτουργεί και το αναπνευστικό σύστημα.

Η εργασία αυτή προσπάθησε να εξετάσει με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών. Ο συνηθέστερος και αποτελεσματικότερος τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι οι εξασκητές αναπνοής, οι οποίοι είναι εύκολοι στην χρήση τους, οικονομικοί και προσφέρουν στον ασθενή, τον θεράποντα ιατρό και τον φυσιοθεραπευτή τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι εξασκητές αναπνοής δεν απευθύνονται μόνο σε ασθενείς αλλά και σε υγιή άτομα, ακόμη και σε αθλητές. Δεδομένου των καλών αποτελεσμάτων που φέρνει η χρήση των εξασκητών σε αθλητές, είναι προφανές το τι μπορούν να προσφέρουν σε άτομα που νοσούν.

Κατά την βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν βρέθηκαν άρθρα ή έρευνες που να αναφέρονται στην ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών σε κάποιες

ενδιαφέρουσες ομάδες ανθρώπων όπως οι έγκυες, που εκτός από τα μαθήματα ανώδυνου τοκετού και τις απαραίτητες ασκήσεις χαλάρωσης σε συνδυασμό με σωστές αναπνοές, θα μπορούσαν να δυναμώσουν τους αναπνευστικούς τους μύες με κάποιον εξασκητή για να διευκολυνθούν με τις αναπνοές στο στάδιο εξώθησης. Επίσης μια άλλη ομάδα, που θα μπορούσε να βοηθηθεί πολύ από την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών με εξασκητή, είναι αυτή των παιδιών με αναπηρίες ή και των αθλητών των Special Olympics. Τα περισσότερα από αυτά τα παιδιά ταλαιπωρούνται από το αναπνευστικό τους σύστημα και οι εξασκητές αναπνοής θα μπορούσαν να βοηθήσουν πολύ στην καλύτερη λειτουργία του αναπνευστικού τους συστήματος.

Προτείνεται η πραγματοποίηση ερευνών με θέμα τις παραπάνω ομάδες ανθρώπων και την ενδυνάμωση των αναπνευστικών τους μυών με σκοπό την καλύτερη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πισίδης Α. (1985), Αναπνευστικό σύστημα, Ανατομική – Βασικές γνώσεις
2. Αλεξάνδρα Χριστάρα – Παπαδοπούλου (2001), Αναπνευστική Φυσικοθεραπεία, Επιμέλεια έκδοσης Τμήμα εκδόσεων Τ.Ε.Ι.-Θ.
3. Δρ. Ιωάννης Χατζημπούγιας (2002), Στοιχεία Ανατομικής του Ανθρώπου, εκδόσεις GM Design
4. Richard S. Snell, M.D., Ph.D. (1992), Κλινική Ανατομική Α τόμος, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας
5. Jay H. Stein (1997), Παθολογία, Τόμος III, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης
6. Β. Τσάρα και λοιποί, 2001, «Μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός στην Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια», PNEYMON
7. Ε. Κατσανάκης, Ε. Κοσμάς, 2001, «Η θέση της καρδιοπνευμονικής αποκατάστασης πριν και μετά από εγχείρηση θώρακος σε ασθενείς με ΧΑΠ», PNEYMON
8. Ak. Mc Connell et al, 1998, “Inspiratory muscle training improves lung function and reduces exertional dyspnoea in mild/moderate asthmatics”, παρουσιάστηκε στο Medical Research Society
9. S. Suzuki et al, 1995, “Expiratory muscle training and sensation of respiratory effort during exercise in normal subjects”, Thorax
10. C. Newall et al, 2005, “Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis”, Thorax
11. Akiyoshi Fumihiko et al, 2001, “The effect of expiratory muscle training on respiratory muscle strength”, Journal of Japanese Therapy Association
12. K.A. Abraham et al, 2002, “Respiratory – related activation of human abdominal muscles during exercise”, Journal of Physiology
13. M.J. Evanich et al, 1978, “Analytical methods for the study of electrical activity in respiratory nerves and muscles”, Chest Magazine
14. P.H. Johnson et al, 1996, “Evaluation of the THRESHOLD trainer for inspiratory muscle endurance training: comparison with the weighted plunger method”, European Respiratory Journal

15. De Jong et al, 2001, "Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis", *Respiratory Medicine*
16. Dr. Rosa Guell, 2000, *Chest Magazine*
17. J. Kohl et al, 1997, Effect of exercise – "induced hyperventilation on airway resistance and cycling endurance", *Eur. J. Appl. Physiol*
18. C. Stuessi et al, 2001, "Respiratory muscle endurance training in humans increases cycling endurance without effecting blood gas concentrations", *Eur. J. Appl. Physiol.*
19. G. Markov, 2001, "Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise", *Eur. J. Appl. Physiol.*
20. W.D. Reid et al, 1995, "Respiratory muscles training in Patients with COPD", *Physical Therapy*
21. Ambrosino N. et al, 2004, "New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease", *Eur. Respir. J.*
22. A.B. Rendas et al, 1995, "Respiratory muscle function in physically active elderly women", *Archives of gerontology and geriatrics.*