



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ
ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΚΑΡΔΙΑ - ΠΝΕΥΜΟΝΑ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΡΦΥΡΙΑΔΟΥ ΑΝΘΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΜΤΣΟΥΚΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ 2007

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ
ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΚΑΡΔΙΑ - ΠΝΕΥΜΟΝΑ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΡΦΥΡΙΑΔΟΥ ΑΝΘΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΜΤΣΟΥΚΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΜΕΘ.....	2
Είδη Μονάδων Εντατικής Θεραπείας.....	2
Κατασκευαστικές αρχές.....	3
Εγκαταστάσεις.....	5
Εξοπλισμός.....	7
Στελέχωση.....	7

ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	12
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ.....	12
Αεροφόροι οδοί ή αναπνευστικοί οδοί.....	12
Ρις.....	12
Στόμα.....	13
Φάρυγγας.....	13
Λάρυγγας.....	13
Ομιλία.....	13
ΤΡΑΧΕΙΟ-ΒΡΟΓΧΙΚΟ ΔΕΝΔΡΟ.....	14
Τραχεία.....	15
Βρογχικό δένδρο.....	15
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΟΦΟΡΩΝ ΟΔΩΝ.....	16
Αγωγή του αέρα στις αεροφόρους οδούς.....	16
Εύρος των αεροφόρων οδών.....	17
Τρόπος κίνησης του αέρα.....	17
Ροή του σέρα στις αεροφόρους οδούς.....	17
Αντίσταση των αεροφόρων οδών στη ροή του αέρα.....	18
ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ.....	18
ΓΕΝΙΚΑ.....	18
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ.....	21
Είδη αναπνοής.....	21
ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ	21
Εκτασιμότητα των πνευμόνων.....	21
Ελαστικότητα των πνευμόνων.....	21
Ενδοτικότητα των πνευμόνων.....	22
Επιφανειακή τάση.....	23
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ.....	23
Εισπνοή.....	23
Εκπνοή.....	24
Σπιρομετρία.....	26
Σπιρομετρικά δεδομένα.....	27

Όγκος και χωρητικότητα.....	28
Δυναμικοί πνευμονικοί όγκοι.....	28
Πνευμονικός αερισμός και η αναπνευστική παροχή.....	29
Σχέση κυψελιδικού αερισμού-αιμάτωσης (Va/Q).....	30

ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	32
ΓΕΝΙΚΑ.....	32
Καρδίες - Κοιλίες – Κόλποι.....	32
Βαλβίδες της καρδιάς.....	32
Κυκλοφορία του αίματος στην καρδιά.....	33
Θέση της καρδιάς στο θώρακα.....	33
ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ.....	34
Τοιχώματα της καρδιάς.....	34
Κοιλότητες της καρδιάς.....	35
Βαλβίδες της καρδιάς.....	35
Επικάρδιο.....	36
Ενδοκάρδιο.....	37
Μυοκάρδιο.....	37
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΗ ΚΑΡΔΙΑ.....	38
Αρχή του προ-φορτίου (ή της προφόρτισης ή νόμος των Frank - Starling).....	38
Μετα-φορτίο (ή μεταφόρτιση).....	39
Συσταλτικότητα του μυοκαρδίου.....	39
ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	40
Γενικά.....	40
Καμπύλη πιέσεων του αίματος.....	41
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΚΩΝ ΚΟΙΛΟΤΗΤΩΝ.....	42
Γενικά.....	42
Συστολικός όγκος αίματος.....	43
Καρδιακή συχνότητα.....	43
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ.....	43
Γενικά.....	43
Μέτρηση της καρδιακής παροχής.....	44
Ρύθμιση της καρδιακής παροχής (ΚΛΟΑ).....	44
ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΣ ΣΦΥΓΜΟΣ.....	45
ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ.....	46
Συστολική αρτηριακή πίεση.....	46
Διαστολική αρτηριακή πίεση.....	46
Μέση αρτηριακή πίεση.....	46
Αρτηριακή πίεση και η αιματική ροή στους ιστούς.....	47
Επίδραση της μυϊκής άσκησης στην αρτηριακή πίεση του αίματος.....	47
Επίδραση της ηλικίας στην αρτηριακή πίεση του αίματος.....	47

Ο ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΣ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Ο ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΘ	49
ΕΞΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΘ	52
ΜΗ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΤΗΣ ΜΕΘ	
ΕΤΟΙΜΟΘΑΝΑΤΟΣ ΑΣΘΕΝΗΣ	52

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ	55
ΓΡΗΓΟΡΗ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΟΞΕΙΑ ΝΟΣΟ	55
Προγραμματισμός κινητοποίησης και έλεγχος συνεδρίας κινητοποίησης	58
Σχέση παραμέτρων κινητοποίησης και άσκησης	60
ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟ-ΠΟΙΗΣΗΣ	60
ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΕΥΚΤΑΙΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ	65
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	67
Ορθια θέση	67
Υπτια θέση	71
Σταση στο πλευρο	72
Θεση με κλίση της κεφαλής προς τα εμπρος	73
Πρηνης θέση	73
Συχνη μεταβολή της θέσης του σώματος	74
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΘΑΡΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	78
ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (PD)	78
ΕΠΙΚΡΟΥΣΗ	82
ΔΟΝΗΣΗ/ΑΝΑΚΙΝΗΣΗ	84
ΧΕΙΡΩΝΑΚΤΙΚΗ ΥΠΕΡΔΙΑΤΑΣΗ	85
ΕΝΕΡΓΟΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (ACB)	88
ΑΥΤΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ (AD)	91
ΘΕΤΙΚΗ ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (PEP)	94
ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΘΩΡΑΚΑ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	98
ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΚΑΘΑΡΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	100
ΚΑΘΑΡΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΗΧΑ	103
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΗΧΑ	105
Υποβοηθούμενες τεχνικές βήχα	106
Αυτοβοηθούμενες τεχνικές βήχα	109
ΑΠΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΑ	110

ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΣΕ ΑΣΘΕΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ.....	112
--	-----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	114
---------------------------	-----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας ασθενής που νοσηλεύεται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας Καρδιάς-Πνεύμονα βιώνει ήδη ένα πολύ έντονο stress λόγω της σοβαρότητας της πάθησής του. Ο ρόλος του φυσιοθεραπευτή στην περίπτωση αυτή είναι διττός: να ανακουφίσει τον πάσχοντα, και να συμβάλλει στην επάνοδό του στην προνοσηρή κατάσταση στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό.

Η ακόλουθη πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο να αναλύσει το ρόλο αυτό του φυσιοθεραπευτή. Πιο συγκεκριμένα, επιχειρείται μία περιγραφή της δομής, οργάνωσης και λειτουργίας μιας τυπικής Μονάδας Εντατικής Θεραπείας και μία πλήρης περιγραφή της ανατομικής και φυσιολογικής βάσης των παθήσεων του Αναπνευστικού και Καρδιαγγειακού συστήματος που οδηγούν τον ασθενή στη Μονάδα. Στη συνέχεια δίνεται βάση στα ιδιαίτερα προσόντα που πρέπει να έχει ένας φυσιοθεραπευτής που εργάζεται στο χώρο αυτό και αναλύονται με όσο το δυνατόν περισσότερες λεπτομέρειες οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Οι τεχνικές αυτές προσανατολίζονται αφενός μεν στην ταχύτερη κινητοποίηση του πάσχοντος και αφετέρου στην αποτελεσματική κάθαρση του αεραγωγού του.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου, κα Πορφυριάδου Ανθή και κ. Αυτοσμίδη Δημήτριο που μου έδωσαν την ευκαιρία να ασχοληθώ με το ενδιαφέρον αυτό θέμα και στάθηκαν αρωγοί στην προσπάθειά μου αυτή.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το τμήμα φυσικοθεραπείας του Γενικού Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Αλεξανδρούπολης, όπου πραγματοποίησα την πρακτική μου άσκηση, την οικογένεια και τους φίλους μου για την συμπαράστασή τους.

ΟΡΓΑΝΩΣΗ
ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας και η καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών μηχανισμών έχουν επιτρέψει σήμερα την υποστήριξη βαριά ασθενών, που πριν μερικά χρόνια εθεωρούντο καταδικασμένοι. Η ειδικότητα της εντατικής θεραπείας, που ασχολείται κατεξοχήν με τον άρρωστο που βρίσκεται σε κρίσιμη κατάσταση, είναι απαραίτητη πλέον σε κάθε νοσηλευτικό ίδρυμα.

Η ίδρυση νέων Μονάδων Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) και η ανάπτυξη των ήδη υπάρχοντων είναι κοινωνική απαίτηση των προηγμένων λαών. Στη χώρα μας, παρά τη σχετική πρόοδο που σημειώνεται τα τελευταία χρόνια, οι ανάγκες εξακολουθούν να είναι μεγάλες. Η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Εντατικής Θεραπείας, μετά από σχετική μελέτη, εκτίμησε ότι οι πραγματικές ανάγκες σε κρεβάτια ΜΕΘ των Νοσοκομείων, που εφημερεύουν, είναι 4% επί των συνολικών κρεβατιών για τα τοπικά Νοσοκομεία και πάνω από το 10% των συνολικών για τα περιφερειακά ή τα πανεπιστημιακά. Πολυδύναμες ΜΕΘ σε 4βάθμια Νοσοκομεία σίγουρα απαιτούν μεγαλύτερο ποσοστό, ανάλογα με το ρυθμό των διακομιδών ασθενών προς αυτά.

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΜΕΘ

Οι ανάγκες της Εντατικής Θεραπείας δημιουργούν ένα εντελώς διαφορετικό οργανωτικό πλαίσιο λειτουργίας από τα υπόλοιπα τμήματα του Νοσοκομείου. Όλα τα βαριά περιστατικά όλων των ειδικοτήτων, που έχουν έκπτωση ζωτικών λειτουργιών, αλλά με πιθανότητα επιβίωσης, μεταφέρονται και νοσηλεύονται σ' ένα ενιαίο χώρο - τη ΜΕΘ - κατάλληλα διαμορφωμένο, εξοπλισμένο και στελεχωμένο, προκειμένου να τύχουν εντατικής παρακολούθησης, συστηματικής υποστήριξης, έγκαιρης διάγνωσης και αιτιολογικής θεραπείας. Έχουν διατυπωθεί και εφαρμοστεί κανόνες λειτουργίας των ΜΕΘ, ώστε να διαθέτουν συνεχή εικοσιτετράωρη και άμεση ετοιμότητα σε προσωπικό και εξοπλισμό.

Για την οργάνωση, την ανάπτυξη και λειτουργία μιας ΜΕΘ λαμβάνεται υπ' όψιν το είδος της ΜΕΘ, ακολουθούνται οι κατάλληλες κατασκευαστικές αρχές, δημιουργούνται οι απαραίτητες εγκαταστάσεις, αποκτάται ο κατάλληλος εξοπλισμός και, τέλος, η ΜΕΘ στελεχώνεται με το κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

1. Είδη Μονάδων Εντατικής Θεραπείας

a) Πολυδύναμες ή Γενικές ΜΕΘ

Είναι οι ΜΕΘ, που έχουν τη δυνατότητα να νοσηλεύουν ασθενείς όλων των ειδικοτήτων. Ο τύπος αυτός των Μονάδων προσφέρεται για τη συνολική κάλυψη του Νοσοκομείου, ανεξαρτήτως αν υπάρχουν ειδικές Μονάδες. Ο κατακερματισμός σε επί μέρους Μονάδες π.χ. χειρουργικές, παθολογικές κλπ. έχει αποδειχθεί ότι προσθέτει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας και συχνά διπλασιάζει τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Διακρίνονται σε Μονάδες επιπέδου I, II και III, ανάλογα με το είδος του Νοσοκομείου που καλύπτουν. Ο διαχωρισμός αυτός έχει στόχο τον περιορισμό των δαπανών εξοπλισμού και λειτουργίας των ΜΕΘ. Σε μικρά Νοσοκομεία, όπου νοσηλεύονται

απλά περιστατικά, δεν χρειάζονται ΜΕΘ με πολυσύνθετα, αλλά βασικά μέσα υποστήριξης, απλής παρακολούθησης και αυξημένης φροντίδας. Στις περιπτώσεις ειδικών και σπάνιων για τα δεδομένα ενός μικρού Νοσοκομείου περιστατικών, η διακίνηση των ασθενών σε μεγαλύτερα κέντρα προσφέρει και οικονομία και ασφάλεια.

- i. ΜΕΘ επιπέδου I: Καλύπτουν μικρά τοπικά Νοσοκομεία και είναι μάλλον Μονάδες Αυξημένης Φροντίδας (ΜΑΦ). Έχουν τη δυνατότητα στενής νοσηλευτικής και ηλεκτροκαρδιογραφικής παρακολούθησης. Η άμεση καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση είναι δυνατή, αλλά παρέχουν μηχανική υποστήριξη της αναπνοής βραχείας διάρκειας (λιγότερο των 24 ωρών).
- ii. ΜΕΘ επιπέδου II: Αφορούν μεγαλύτερα γενικά Νοσοκομεία (τριτοβάθμιας περίθαλψης). Μπορούν να παρέχουν μεγαλύτερης διάρκειας μηχανική αναπνοή και η παρουσία γιατρού, ικανού να αντιμετωπίσει κάθε έκτακτο συμβάν, καλύπτει όλο το 24ωρο. Η παθολογική, η φυσιοθεραπευτική και η ακτινολογική υποστήριξη είναι δυνατή οποιαδήποτε στιγμή. Συνήθως δεν παρέχουν σύνθετους τύπους υποστήριξης (π.χ. Θεραπεία δύλισης) ή επεμβατικής παρακολούθησης (π.χ. monitoring ενδοκράνιας πίεσης) και ειδικής διερεύνησης (π.χ. μαγνητική τομογραφία). Δυνατόν όμως να υποστηρίζουν ειδικές περιπτώσεις, ανάλογα με τον τύπο του Νοσοκομείου.
- iii. ΜΕΘ επιπέδου III: Είναι οι Μονάδες των τεταρτοβάθμιων Νοσοκομείων και καλύπτουν όλο το φάσμα της Εντατικής Θεραπείας. Η Μονάδα διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό για την αντιμετώπιση των συνήθων περιστατικών του Νοσοκομείου και καλύπτεται από εξειδικευμένο ιατρικό, νοσηλευτικό, παραϊατρικό και τεχνικό προσωπικό. Μέθοδοι σύνθετης διαγνωστικής και θεραπευτικής υποστήριξης και κάλυψη από όλες τις ειδικότητες είναι εφικτές ανά πάσα στιγμή.

Η ανάλυση της οργάνωσης των ΜΕΘ που ακολουθεί, αφορά τις πολυδύναμες Μονάδες επιπέδου III. Η οργάνωση των επιπέδου I και II ΜΕΘ προσαρμόζεται κυρίως στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Νοσοκομείου, στο οποίο ανήκουν.

b. Ειδικές ΜΕΘ

Οι Μονάδες αυτές δέχονται και νοσηλεύουν περιορισμένο, αλλά ειδικό φάσμα περιστατικών. Ανάλογα με το είδος των περιστατικών αυτών, διακρίνονται σε Μονάδες Εμφραγμάτων, Μεταμοσχεύσεων, Εγκαυμάτων, Αποσυμπίεσης, Καρδιοχειρουργικές κλπ. Η αναγκαιότητα των Μονάδων αυτών υπαγορεύεται από το ιδιαίτερο αντικείμενό τους, από την αναγκαιότητα απομόνωσης ορισμένων περιπτώσεων, αλλά και από τις ιδιαίτερες τοπικές ανάγκες και εξειδικευμένες υπηρεσίες που προσφέρει το Νοσοκομείο.

2. Κατασκευαστικές αρχές

a. Θέση της ΜΕΘ στο Νοσοκομείο

Απαραίτητο είναι να υπάρχει εύκολη επικοινωνία και πρόσβαση με το χειρουργείο, το τμήμα επειγόντων, τα απεικονιστικά εργαστήρια και ιδίως τον αξονικό τομογράφο, καθώς και τις υπόλοιπες Μονάδες του Νοσοκομείου. Στις

περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό, Θα πρέπει να λαμβάνονται στοιχειώδη μέτρα της πιο απρόσκοπτης, κατά το δυνατόν, επικοινωνίας με αυτά τα τμήματα. Οι μετακινήσεις των ασθενών της ΜΕΘ είναι κατά κανόνα επικίνδυνες. Συστήματα και μηχανήματα υποστήριξης συνοδεύουν συνήθως τον άρρωστο παράλληλα με το προσωπικό. Οι διάδρομοι, οι πόρτες, οι ανελκυστήρες κλπ Θα πρέπει να είναι λειτουργικοί σε μια τέτοια κατεύθυνση.

b. Μέγεθος ΜΕΘ

Μια Μονάδα, για να είναι αποδοτική, πρέπει να διαθέτει ορισμένο αριθμό κρεβατιών. Οικονομοτεχνικές μελέτες έδειξαν ότι ΜΕΘ με λιγότερο από 6 κρεβάτια, καθώς και εκείνες με πληρότητα μικρότερη από 70% είναι οικονομικά ασύμφορες.

Μεγάλες Μονάδες, άνω των 20 κρεβατιών, διευθύνονται πιο δύσκολα. Η οργάνωση όμως των Μονάδων αυτών σε υπομήματα, με κάποια σχετική αυτονομία μεταξύ τους, έχει αποδείξει ασύγκριτα πλεονεκτήματα. Η δαπάνη σε εξοπλισμό ανά ασθενή είναι σαφώς μικρότερη, ενώ η διακίνηση των ασθενών είναι μεγαλύτερη. Βαριά και απελπιστικά περιστατικά που λιμνάζουν στις Μονάδες, δημιουργούν ιδιαίτερα κακή εντύπωση, πράγμα που προκαλεί κατάθλιψη και απογοήτευση στους εργαζόμενους. Στις μικρές ΜΕΘ αναγκαστικά επικρατεί η εικόνα αυτή. Αντίθετα, η ποικιλία των περιστατικών στις μεγάλες ΜΕΘ προσφέρει περισσότερες ευκαιρίες στην εκπαίδευση του ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού, αλλά και συναισθήματα αισιοδοξίας και ικανοποίησης.

Η ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης ειδικών και μη συχνών περιστατικών δεν μπορεί να γίνεται σε μικρές Μονάδες, όπου η πιθανότητα εφαρμογής τους είναι μικρή.

c. Χώροι της ΜΕΘ

Κατά το σχεδιασμό της ΜΕΘ, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ' όψιν: 1) οι οδοί διακίνησης του υλικού, καθαρού ή ακάθαρτου, 2) ο περιορισμός των διαδρομών του προσωπικού, 3) η ευχέρεια να γίνει κίνηση περί τον ασθενή, 4) η δυνατότητα μετακίνησης του ασθενούς με το κρεβάτι του, μαζί με τον εξοπλισμό υποστήριξης και το ορθοπεδικό υλικό σταθεροποίησης, 5) η δυνατότητα διακίνησης ογκωδών μηχανημάτων (π.χ. φορητό ακτινολογικό), 6) ο σεβασμός της προσωπικότητας του ασθενή, 7) ο άπλετος φωτισμός ημέρας των νοσηλευτικών χώρων με δυνατότητα να βλέπει ο ασθενής έξω, 8) η δυνατότητα μεταφοράς του ασθενούς από κρεβάτι σε κρεβάτι ή φορείο κατά την είσοδο ή έξοδο του (δε συνιστάται να γίνεται σε χώρο επισκεπτών), 9) η προφύλαξη των ασθενών, του προσωπικού και των χώρων εντός και εκτός ΜΕΘ από την ακτινοβολία, τη ραδιενέργεια ή τα αέρια πτητικών υγρών και 10) η ανάγκη ψυχολογικής αποφόρτισης των συγγενών.

Οι λειτουργικά αναγκαίοι χώροι φαίνονται στον πίνακα 1.

Τα μονόκλινα δωμάτια νοσηλείας προορίζονται για ασθενείς που πρέπει να προφυλαχτούν από λοιμώξεις ή να απομονωθούν σαν σηπτικοί. Ο αριθμός των κυμαίνεται από 1-2/10 κρεβάτια για τις συνηθισμένες πολυδύναμες Μονάδες μέχρι 5-6/10 για τις ειδικές. Απαιτείται χώρος τουλάχιστον 25 m² για κάθε τέτοιο κρεβάτι Τα πολύκλινα δωμάτια πρέπει να έχουν μέχρι 4 κρεβάτια και ο χώρος των είναι 20 m² για κάθε κρεβάτι.

Μπροστά και γύρω από τα κρεβάτια διατίθεται χώρος ελεύθερης κυκλοφορίας του προσωπικού, των μηχανημάτων και των άλλων κρεβατιών. Συνιστάται να μην υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ των αρρώστων.

Ο κεντρικός νοσηλευτικός σταθμός παρακολουθεί περιορισμένο αριθμό ασθενών. Σε μεγάλες Μονάδες συνιστάται η λειτουργία περισσότερων σταθμών (1/5-8 κρεβάτια). Ανεξάρτητα, αν υπάρχει κεντρική εγκατάσταση παρακολούθησης ή όχι, ο νοσηλευτής πρέπει να έχει άμεση οπτική επαφή τόσο με τον άρρωστο, όσο και με το monitor, που βρίσκεται ψηλά, πάνω και δίπλα στο κεφάλι του αρρώστου. Αυτό δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να μειώνει την παρακλίνια παρακολούθηση. Στο χώρο αυτό υπάρχει το απαραίτητο υλικό επικοινωνίας, καταγραφών, φαρμάκων, παρασκευής διαλυμάτων, νιπτήρες κλπ.

Σαν ελάχιστος συνολικός χώρος έκπτυξης μίας ΜΕΘ με τα σημερινά δεδομένα θεωρείται η πολλαπλάσια κατά 2,5-3 φορές έκταση των θαλάμων νοσηλείας. Είναι λογικό ότι αρκετοί χώροι είναι το ίδιο απαραίτητοι σε μικρές ή μεγάλες ΜΕΘ. Άρα μικρής δύναμης Μονάδες απαιτούν μεγαλύτερους αναλογικά χώρους.

Η συνεργασία των ενδιαφερομένων μερών της ιατρικής, της νοσηλευτικής και της τεχνικής υπηρεσίας του Νοσοκομείου με τον κατασκευαστικό φορέα είναι απαραίτητη κατά το σχεδιασμό νέων μονάδων.

Πίνακας 1. Λειτουργικοί χώροι ΜΕΘ

1. Θάλαμοι νοσηλείας, μονόκλινοι ή πολύκλινοι
2. Κεντρικός σταθμός νοσηλείας
3. Αποθηκευτικοί χώροι
 - Αναλώσιμου υλικού (φάρμακα, ενδοφλέβια διαλύματα, διαλύματα διύλισης, εντερικής διατροφής, αποστειρωμένου και μη νοσηλευτικού υλικού, ψυγείο φαρμάκων και ψυγείο αίματος και προϊόντων πλάσματος)
 - Μηχανημάτων έτοιμων για χρήση (αναπνευστήρες, αντλίες, αναρροφήσεις, μηχανήματα διύλισης, τροχήλατα και χειρουργικός εξοπλισμός, φορητό ακτινολογικό κλπ)
 - Μηχανημάτων και υλικού μεταφοράς
4. Χώροι ψατισμού, χωριστά καθαρού και ακάθαρτου
5. Χώρος καθαρισμού και αποστείρωσης
6. Χώρος ακάθαρτου - μολυσματικού υλικού
7. Δωμάτιο επεμβατικής ιατρικής και ενδοσκοπήσεων
8. Μικρό εργαστήριο έκτακτων εξετάσεων
9. Εργαστήριο τεχνικών (συντήρηση, επισκευή μηχανημάτων)
10. Χώρος παρασκευής ενδοφλέβιων διαλυμάτων (αν δεν υπάρχει στον κεντρικό σταθμό)
11. Γραφείο προϊσταμένης νοσηλευτικού προσωπικού
12. Χώροι υποδοχής συγγενών, με χώρους υγιεινής και ένδυσης
13. Γραφείο πληροφοριών
14. Χώρος ενημέρωσης συγγενών
15. Γραφείο γραμματείας
16. Χώροι προσωπικού (ανάπαυσης, καφέ, υγιεινής, αποδυτήρια)
17. Κουζίνα (παρασκευή φαγητού ασθενών)
18. Γραφεία ιατρών (Διευθυντού, Επιμελητών Α", Επιμελητών Β")
19. Αίθουσα συνεδριάσεων και εκπαίδευσης
20. Δωμάτια εφημερευόντων
21. Χώρος υλικού καθαριότητας

3. Εγκαταστάσεις

Οι μηχανολογικές, ηλεκτρικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις των ΜΕΘ πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερα αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας και να είναι επισκευάσιμες, η διαδικασία δε παραλαβής να είναι καθορισμένη και με σύνταξη πρωτοκόλλου. Συνεχείς επισκευές στους χώρους εργασίας σημαίνουν την αχρήστευση των ιδιαίτερα δαπανηρών κρεβατιών.

Οι εγκαταστάσεις αερίων (οξυγόνου 100%, πεπιεσμένου ατμοσφαιρικού αέρα, άλλα ιατρικά αέρια) και κενού είναι κεντρικές και οι παροχές γίνονται με πλήρη έλεγχο και παρακολούθηση των πιέσεων. Σύστημα παρακολούθησης και προειδοποιητικού συναγερμού των πιέσεων αυτών, βαλβίδες ασφαλείας και διακόπτες ελέγχου υπάρχουν, εκτός από το χώρο κεντρικής τροφοδοσίας, και σε χώρο προσιτό από το προσωπικό της ΜΕΘ. Όλα τα αέρια πρέπει να προσφέρονται με την ίδια πίεση (5 Bar) για να αποφεύγεται διαφυγή ανάμεσα στα κυκλώματα και τα δίκτυα κατά τη μίξη. Η πίεση πρέπει να είναι σταθερή καθ' όλο το 24ωρο και, όταν όλες οι παροχές είναι σε χρήση, με ροή 20 L/min. Η κεντρική πίεση κενού πρέπει να είναι - 500 mm Hg και να διατηρεί ροή 40 L/min αέρα, όταν όλες οι παροχές χρησιμοποιούνται. Οι έξοδοι των παροχών φέρουν τους ξεχωριστούς και σύμφωνους με τις διεθνείς προδιαγραφές ISO τύπους προσαρμοστών. Για κάθε κρεβάτι υπάρχουν 4 παροχές οξυγόνου, 3 πεπιεσμένου αέρα και 3 κενού.

Η ηλεκτρική παροχή είναι 220 V μονής φάσης. Ο κεντρικός πίνακας της ΜΕΘ, οι πίνακες κάθε περιοχής και οι παροχές είναι καλά γειωμένες στην ίδια φάση. Για κάθε κρεβάτι εγκαθίστανται 16-20 ρευματολήπτες. Ρευματολήπτες μετασηματισμένου ρεύματος έχουν ξεχωριστό χρώμα και τύπο για κάθε τάση. Γεννήτρια αυτόματης ηλεκτροδότησης τροφοδοτεί εντός 5 sec διακοπής. Το κύκλωμα που τροφοδοτεί η γεννήτρια καλύπτει τις περιοχές νοσηλείας, τους αναπνευστήρες, τα monitors, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, άλλο ευαίσθητο υλικό και το φωτισμό ανάγκης.

Ο φυσικός άπλετος φωτισμός ημέρας είναι απαραίτητος σε όλους τους χώρους νοσηλείας. Ο τεχνητός φωτισμός νύκτας πλησιάζει τη φωτεινότητα ημέρας και σε κάθε κρεβάτι διατίθεται χαμηλός φωτισμός, φωτισμός επεμβατικών πράξεων ανά κρεβάτι (ή φορητός) και φωτισμός ανάγνωσης.

Σε κάθε δωμάτιο ασθενών δίπλα στην είσοδο ή τον προθάλαμο των απομονώσεων υπάρχουν νιπτήρες, ανοικτοί και βαθείς, με μίκτη -διακόπτη ζεστού και κρύου νερού και παροχή αντισηπτικού σαπουνιού, ο χειρισμός των οποίων γίνεται με τον αγκώνα ή το πόδι. Νιπτήρες υπάρχουν και στους χώρους προπαρασκευής των φαρμάκων, του εργαστηρίου και καθαρισμού του υλικού. Οι νιπτήρες του προσωπικού και των επισκεπτών είναι χωριστά. Το στέγνωμα των χεριών δεν πρέπει να γίνεται με πετσέτες πολλαπλών χρήσεων (διασπορά μικροβίων).

Για το εργαστήριο και την αιμοδιύλιση μπορεί να απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις αποιονισμένου νερού.

Ο αερισμός των χώρων γίνεται με φιλτράρισμα για σωματίδια διαμέτρου 5 μ. Όλα τα δωμάτια ασθενών έχουν κλιματισμό ρυθμιζόμενης σταθερής Θερμοκρασίας, ύγρανσης 30-60% και θετικής ή αρνητικής πίεσης, ως προς τους ανοικτούς χώρους. Κλιματισμός εφαρμόζεται και στους χώρους του προσωπικού, τα γραφεία και την αίθουσα συνεδριάσεων. "Έξι αλλαγές του αέρα των θαλάμων των ασθενών και των χώρων του προσωπικού πρέπει να γίνονται την ώρα. Ενεργός αερισμός είναι απαραίτητος στα εργαστήρια, στους χώρους υποδοχής, στους χώρους υγιεινής και στην αίθουσα συνεδριάσεων. Η Θέρμανση διατηρεί θερμοκρασία στους θαλάμους ασθενών 16-27° C, στους χώρους του προσωπικού και στους ανοικτούς 18-21° C και στους αποθηκευτικούς 16-21° C.

Είναι αναγκαία η εγκατάσταση συστήματος ενδοσυνεννόησης μεταξύ των χώρων της ΜΕΘ, γραμμών ενδοκοινοκομειακής τηλεπικοινωνίας σε κάθε νοσηλευτικό χώρο, και τους λοιπούς λειτουργικούς χώρους, εξωτερικών τηλεφωνικών γραμμών, συστήματος κλήσεως του νοσηλευτή ανά κρεβάτι, ενδοεπικοινωνίας με τις απομονώσεις και συστήματος ασύρματης κλήσεως και συναγερμού του ιατρικού προσωπικού, της προϊσταμένης, τραυματιοφορέων και φυσιοθεραπευτών.

Η ανωτέρω περιγραφή των εγκαταστάσεων αναφέρεται σε Μονάδες επιπέδου ΙΙΙ. Οι τροποποιήσεις για τα άλλα επίπεδα αφορούν κυρίως τον αριθμό των παροχών ανά κρεβάτι.

4. Εξοπλισμός

Το είδος και το σύνολο του εξοπλισμού μιας ΜΕΘ εξαρτάται από το επίπεδό της. Ένα monitor π.χ. με οθόνη για σήματα δύο καναλιών μπορεί να αρκετό για μία Μονάδα επιπέδου Ι. Σε εκπαιδευτικές Μονάδες ή επιπέδου ΙΙΙ απαιτούνται monitors με 4 κανάλια τουλάχιστον. Ο απαραίτητος εξοπλισμός φαίνεται στον πίνακα 2.

Τα κρεβάτια της ΜΕΘ είναι ειδικής κατασκευής, τροχήλατα, εύκολα κινούμενα εντός και εκτός του χώρου της ΜΕΘ. Πρέπει στοιχειωδώς να προσφέρουν ανάκληση τόσο του άνω, όσο και του κάτω τριτημορίου, Θέση tredeleburg και antitredeleburg, πλαγίωσης και ανύψωσης με υδραυλικό, μηχανικό ή ηλεκτρικό χειριστήριο. Φέρουν θέση τοποθέτησως ακτινογραφικής κασέτας, κατά το δυνατόν ζυγό, τουλάχιστον δύο πολλαπλούς οροστάτες, ανασπώμενα πλάγια προστατευτικά πλαίσια και αποσπώμενο πλαίσιο κεφαλής.

5. Στελέχωση

Οι υπηρεσίες της ΜΕΘ σε ρυθμούς μέγιστης απόδοσης και διακίνησης των περιστατικών έχουν 24ωρη και καθημερινή βάση ανεξαρτήτως αργιών. Η στελέχωση επομένως πρέπει να είναι ποιοτικά και αριθμητικά επαρκής, ώστε το προσδοκώμενο έργο να αποδίδεται.

a. Ιατρικό προσωπικό

Ο Διευθυντής της ΜΕΘ έχει τη συνολική ευθύνη της λειτουργίας του τμήματος. Διαθέτει την κατάλληλη επιστημονική κατάρτιση, ώστε να κατευθύνει το διαγνωστικό και θεραπευτικό έργο και να δίδει τις δέουσες λύσεις στα επιστημονικά προβλήματα. Σχεδιάζει και επιβάλλει την εκπαίδευση όλου του ιατρικού, νοσηλευτικού και παραϊατρικού προσωπικού. Ασκεί τη διεύθυνση του τμήματος ούτως ώστε οι προσφερόμενες υπηρεσίες να είναι οργανωμένες, συντονισμένες και διαρκείς. Μελετά τις ανάγκες, προγραμματίζει το μέλλον και εισηγείται τις λύσεις στα διοικητικά προβλήματα, που αφορούν το τμήμα. Μεριμνά και επιβάλλει το σεβασμό του εξοπλισμού και φροντίζει την εξασφάλιση της ποιοτικής και ποσοτικής απόδοσής του. Καλλιεργεί τη σωστή και αγαστή συνεργασία της ΜΕΘ με τα άλλα τμήματα του Νοσοκομείου. Ωθεί προγράμματα επιστημονικής έρευνας και επιδιώκει την συνεργασία με άλλες Μονάδες.

Οι Επιμελητές του τμήματος συνεπικουρούν και συμμερίζονται το έργο του Διευθυντού. Επιβλέπουν κάθε ενέργεια στο τμήμα και ασκούν υπεύθυνα το διαγνωστικό και θεραπευτικό έργο, καλύπτοντας την λειτουργία του τμήματος σε 24ωρη βάση. Συμμετέχουν ενεργά στην εκπαίδευση και την έρευνα. Κατευθύνουν και επιβλέπουν τις παρεμβατικές πράξεις των ασκούμενων γιατρών και το χειρισμό του εξοπλισμού και ελέγχουν την ορθότητα των νοσηλευτικών πράξεων. Οι επιμελητές Α΄ είναι εξειδικευμένοι στο αντικείμενο της Εντατικής και

1. Κρεβάτια και ξενοδοχειακός εξοπλισμός
2. Συστήματα παρακολούθησης
 - a. κεντρική μονάδα monitors
 - b. παρακλίνια monitors πολλών καναλιών (ΗΚΓ, αρρυθμίες, μη αιματηρή αρτηριακή πίεση, αιματηρές πιέσεις αρτηριακές –φλεβικές -ενδοκράνιες, παλμική οξυμετρία κλπ) με δυνατότητα καταγραφής και ανακλήσεως 24ώρου, και ενεργοποίησης σημάτων συναγερμού, 1 ανά κλίνη
 - c. ηλεκτροκαρδιογράφος
 - d. υπολογιστής καρδιακής παροχής
 - e. συσκευές παρακολούθησης αναπνευστικής λειτουργίας
 - f. αναλυτές εκπνεόμενου CO₂ και NO
 - g. συστήματα παρακολούθησης εγκεφαλικών λειτουργιών /HEG
 - h. ζυγοί παρακολούθησης του βάρους του ασθενούς
 - i. εξαρτήματα ή συσκευές παρακολούθησης θερμοκρασίας σώματος
 - j. συσκευές παρακολούθησης μεταβολικού ρυθμού - Θερμιδομετρία
 - k. συσκευές παρακολούθησης κορεσμού οξυγόνου (SvO₂ - iO₂)
 - l. συσκευές παρακολούθησης ενδοαρτηριακών αερίων
 - m. ενζυματικές συσκευές παρακολούθησης σακχάρου αίματος
3. Εξοπλισμός αναπνευστικής υποστήριξης
 - a. παρακλίνιοι αναπνευστήρες (1 έτοιμος για χρήση ανά κλίνη) με δυνατότητα αερισμού σε βαριά αναπνευστική ανεπάρκεια
 - b. φορητοί αναπνευστήρες προσωρινής υποστήριξης εκτός ΜΕΘ
 - c. εξαρτήματα και συσκευές οξυγονοθεραπείας
 - d. υγραντήρες
 - e. τροχήλατο με πλήρες σετ διασωλήνωσης, 1 ανά νοσηλευτικό θάλαμο
 - f. συσκευές ambu, 1 ανά κλίνη
 - g. αναρροφήσεις ρυθμιζόμενης χαμηλής /υψηλής πίεσης
4. Εξοπλισμός μεταφοράς
 - a. τσάντες με φάρμακα και υλικό διασωλήνωσης (1 ανά 6 κρεβάτια)
 - b. φορητά monitors, αναπνευστήρες μεταφοράς, αναρροφήσεις, βηματοδότες και απινιδωτές τοποθετημένα σε τροχήλατα (1 πλήρες σετ ανά 8 κρεβάτια)
5. Εξοπλισμός καρδιαγγειακής υποστήριξης
 - a. τροχήλατο καρδιοπνευμονικής αναζωογόνησης
 - b. απινιδωτές
 - c. προσωρινοί διαφλεβικοί βηματοδότες
 - d. αντλίες εγχύσεων μικρού και μεγάλου όγκου
 - e. αντλία ενδοαρτηρικού μπαλονιού
6. **Εξοπλισμός καθάρσεως: μηχανήματα αιμοδιύλισης, αντλίες και εξαρτήματα αιμοδιήθησης, υλικό περιτοναϊκής κάθαρσης**
7. Ακτινολογικός εξοπλισμός: φορητό ακτινολογικό, διαφανοσκόπια και ενισχυτής εικόνας
8. Ενδοσκοπικός εξοπλισμός: εύκαμπτα βρογχοσκόπια, γαστροσκόπιο, άλλα ενδοσκόπια
9. Εξοπλισμός επεμβάσεων: κεντρικών γραμμών, τραχειοστομίας, γαστροσταμίας, αλλαγών I₁
10. Στρώματα κατακλίσεων
11. Συσκευές Θέρμανσης - υποθερμίας σώματος I
12. Εξοπλισμός απολύμανσης και αποστείρωσης
13. Εξοπλισμός εργαστηρίου: αναλυτές αερίων αίματος και ηλεκτρολυτών, οσμόμετρο, φυγόκεντρος αιματοκρίτου, μικροσκόπιο, αναλυτές πηκτικολογικού ελέγχου και βιοχημικών παραμέτρων
14. Συστήματα μηχανοργάνωσης και καταγραφής

* Αρκετά άλλα μηχανήματα, που δεν αναφέρονται στον πίνακα, δυνατόν να περιλαμβάνονται στον εξοπλισμό ανάλογα με τις δυνατότητες αξιοποίησής των, όπως ECHO, διοισοφάγιο ECHO, Doppler, Triplex κλπ

οφείλουν να έχουν την ικανότητα αναπλήρωσης του Διευθυντού. Ο αριθμός των Επιμελητών είναι ανάλογος της δύναμης και του επιπέδου της ΜΕΘ. Ο ελάχιστος αριθμός είναι αυτός, που εξασφαλίζει τις ανάγκες εφημερίας.

Οι Ειδικευόμενοι απασχολούνται πλήρως σε τακτικό ωράριο και στην εφημερία. Συμμετέχουν σε όλες τις δραστηριότητες του τμήματος και επιδιώκουν την πλήρη θεωρητική και πρακτική κατάρτισή τους. Η χορήγηση τίτλου εξειδίκευσης στην Ελλάδα απαιτεί την άσκηση στην Εντατική Θεραπεία επί 2ετία.

Οι Ειδικευόμενοι στην Αναισθησιολογία, την Παθολογία, την Πνευμονολογία και την Παιδιατρική ασκούνται επί 6μηνο στην Εντατική στα πλαίσια της ειδικότητάς τους. Πέρα από τις ειδικότητες αυτές, η βραχύχρονη άσκηση στη ΜΕΘ είναι επιθυμητή και σημαντική σε πολλές άλλες ειδικότητες. Οι ειδικευόμενοι συμμετέχουν σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής εργασίας με πλήρες ωράριο και στην εφημερία. Βασική επιδίωξη τους πρέπει να είναι η εξοικείωση με τον βαριά άρρωστο και η απόκτηση αντανακλαστικών και αυτοπεποίθησης απέναντι στο οξύ πρόβλημα.

b. Νοσηλευτικό προσωπικό

Η καλή συνεργασία και η επικοινωνία του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού είναι απαραίτητες για ένα καλό αποτέλεσμα. Οι αρμοδιότητες και οι ευθύνες πρέπει να είναι καθαρά οριοθετημένες. Οι γιατροί έχουν την ευθύνη των διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων και μεριμνούν για τη σωστή παρακολούθηση. Οι νοσηλευτές έχουν την ευθύνη της εκτέλεσης της νοσηλείας και αποτελούν το άγρυπνο μάτι στην παρακολούθηση.

Η Προϊσταμένη (ή προϊστάμενος) διευθύνει το νοσηλευτικό προσωπικό και φροντίζει για την εύρυθμη λειτουργία του και την ποιότητα των νοσηλευτικών υπηρεσιών. Εξασφαλίζει την συνεχιζόμενη εκπαίδευση των νοσηλευτών επιδιώκοντας τη συνεργασία γι' αυτό του εξειδικευμένου ιατρικού δυναμικού. Φροντίζει για την ασφάλεια, τη συντήρηση και την ποιοτική απόδοση του εξοπλισμού και μεριμνά για τις καθημερινές προμήθειες του αναλώσιμου και φαρμακευτικού υλικού. Πρέπει να διαθέτει τις εξειδικευμένες γνώσεις του αντικείμενου και ικανή εμπειρία. Οφείλει να συνεργάζεται στενά με το Διευθυντή της ΜΕΘ στην οργάνωση και τον προγραμματισμό. Συνεργάζεται στενά σε όλους τους τομείς με την (έμπειρη και ικανή) νοσηλεύτρια (ή νοσηλεύτη), που την (ή τον) αναπληρώνει όταν απουσιάζει.

Οι Νοσηλευτές (-τριες) ασκούν πλήρη απασχόληση και χρειάζονται ειδική εκπαίδευση - εξειδίκευση στην εντατική θεραπεία και την επείγουσα ιατρική για την άσκηση του λειτουργήματός τους. Ο επαρκής αριθμός των νοσηλευτών ανά κρεβάτι εξαρτάται από το επίπεδο της ΜΕΘ και πρέπει να εξασφαλίζει την κάλυψη σε 24ωρη βάση. Ο συνολικός αριθμός τους προκύπτει από τα εργασιακά δικαιώματα της 5νθήμερης εργασίας σε κυκλικό ωράριο. Η εξειδίκευση στο αντικείμενο οφείλει να λαμβάνεται υπ' όψιν στον αριθμό των προσλήψεων (έκτακτες απουσίες δεν αναπληρώνονται από άλλο μη εκπαιδευμένο νοσηλευτικό προσωπικό). Ο αριθμός των νοσηλευτών στις ΜΕΘ ανάλογα με το επίπεδό τους, σύμφωνα με μελέτη ομάδας εργασίας της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Εντατικής Θεραπείας, φαίνεται στον πίνακα 3.

Οι ελλείψεις στην Ελλάδα είναι τεράστιες και οδηγούν σε αδιέξοδο. Η ελάχιστη δύναμη που θα μπορούσε να καλύψει στοιχειωδώς την ασφάλεια της εντατικής νοσηλείας (σε αναλογία νοσηλεύτη ανά κρεβάτι) είναι στην πρωινή βάρδια 1/1, την απογευματινή 1/1,5 και τη νυχτερινή 1/2.

Οι εκπαιδευόμενοι νοσηλευτές στην Εντατική ασκούνται υπό την επίβλεψη ικανά εξειδικευμένων και έμπειρων νοσηλευτών. Βοηθούν, αλλά σε καμία περίπτωση δεν τους αναπληρώνουν.

Πίνακας 3. Αναλογικός και συνολικός αριθμός νοσηλευτών ΜΕΘ		
Επίπεδο ΜΕΘ	Σχέση νοσηλευτών /ασθενών σε συνεχή βάση	Απαιτούμενος συνολικός αριθμός /κρεβάτι
III (υψηλότερο)	1/1	6
II	1/1,6	4
I (χαμηλότερο)	1/3	2

c. Φυσικοθεραπευτές

Ο φυσιοθεραπευτής είναι απαραίτητος σε όλα τα ωράρια ανεξαρτήτως καθημερινής ή αργίας. Ο ρόλος του είναι σημαντικότερος και η έλλειψή του προκαλεί παράταση της νοσηλείας, επιπλοκές και μεγαλύτερο κόστος. Ένας αφοσιωμένος και φιλόπρονος φυσιοθεραπευτής δεν μπορεί να καλύψει περισσότερα από 12 κρεβάτια στη βάρδια του.

d. Τεχνικό προσωπικό

Ο ευαίσθητος, πολύπλοκος και πανάκριβος εξοπλισμός χρειάζεται συντήρηση, επισκευές και ρυθμίσεις για να είναι διαθέσιμος ανά πάσα στιγμή. Η σωστή εξάλλου και υπεύθυνη συντήρηση αυξάνει και το χρόνο ζωής του. Η τεχνική κάλυψη της ΜΕΘ είναι αναγκαία καθ' όλο το 24ωρο.

e. Βοηθητικό προσωπικό

Η παρουσία νοσοκόμου (άνδρα) και βοηθού νοσηλεύτριας για τη νοσηλευτική φροντίδα και περιποίηση είναι απαραίτητη όλο το 24ωρο. Τραυματιοφορέας για τη μεταφορά ασθενών και προσωπικό για τη διακίνηση υλικού και δειγμάτων πρέπει να διατίθενται ανά πάσα στιγμή, όπως και καθαρίστρια. Όλο το προσωπικό πρέπει να είναι εξοικειωμένο με τους κανόνες προστασίας λοιμώξεων, αντισηψίας και προφύλαξης του υλικού.

f. Παρασκευαστές

Ένας παρασκευαστής είναι απαραίτητος για το εργαστήριο της ΜΕΘ και τις αιμοληψίες, τουλάχιστον στο τακτικό ωράριο.

g. Γραμματέας

Ένας γραμματέας είναι απαραίτητος στο τακτικό ωράριο ανά 12 το ανώτερο κρεβάτια.

h. Λοιπό προσωπικό

Τεχνικοί ακτινολογικού, ηλεκτρολόγοι και υδραυλικοί πρέπει να είναι διαθέσιμοι ανά πάσα στιγμή από τη δύναμη του Νοσοκομείου, και διαιτολόγοι στο τακτικό ωράριο.

ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

A. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

Η αναπνευστική λειτουργία των πνευμόνων γίνεται με το αναπνευστικό σύστημα. Το αναπνευστικό σύστημα περιλαμβάνει τις αεροφόρους οδούς, τους πνεύμονες και το θώρακα (πλευρικό τοίχωμα και διάφραγμα).

1. Αεροφόροι οδοί ή αναπνευστικοί οδοί

Οι αεροφόροι οδοί αποτελούν το **αγωγό διαμέρισμα** του αναπνευστικού συστήματος, με το οποίο γίνεται η μεταφορά του αέρα (όχι η ανταλλαγή των αερίων) και ο χώρος που περικλείουν ονομάζεται **νεκρός χώρος**.

Οι αεροφόροι οδοί διακρίνονται σε:

- i. **ανώτερες αεροφόρους οδούς**: αυτές περιλαμβάνουν τη ρίνα, το στόμα, το στοματορινοφάρυγγα, το λάρυγγα, την τραχεία και τους βρόγχους μέχρι το σημείο εισόδου τους στους πνεύμονες και
- ii. **κατώτερες αεροφόρους οδούς**: αυτές περιλαμβάνουν το ενδοπνευμονικό τμήμα των βρόγχων και τις διακλαδώσεις των βρόγχων, μέχρι τα τελικά βρογχιόλια

Οι αεροφόροι οδοί χρησιμεύουν για να προσκομίζουν θερμό και έφυγρο αέρα στο **αναπνευστικό διαμέρισμα των πνευμόνων**. Το διαμέρισμα αυτό περιλαμβάνει τα αναπνευστικά βρογχιόλια (είναι η συνέχεια των τελικών βρογχιολίων), τους κυψελιδικούς πόρους, τους κυψελιδικούς ασκούς, τα κυψελιδικά κολποειδή και τις πνευμονικές κυψελίδες. Το σύνολο των δομών αυτών αποτελεί το **αναπνευστικό λοβίο**.

2. Ρις

Οι ρινικές κοιλότητες στο πρόσθιο μέρος τους καλύπτονται από στιβαδωτό πλακώδες επιθήλιο, ενώ οι ρινικές κόγχες από ψευδοστοιβαδωτό κροσσωτό κυλινδρικό επιθήλιο. Ολόκληρη η έκταση του επιθηλίου αυτού φέρει άφθονα **λαγηνοειδή κύτταρα** που εκκρίνουν βλέννη. Μέσα στη ρινική κοιλότητα εκβάλλουν οι παραρρίνιοι πόροι και οι δακρυϊκοί πόροι.

Αναπνευστική λειτουργία της ρινός: Αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- i. **Κάθαρση του αέρα από εισπνεόμενα σωματίδια:** Τα μακροσωματίδια κατακρατούνται από τις τρίχες της ρινός, τις ρινικές κόγχες και από το διάφραγμα, ενώ μικρότερα σωματίδια μέχρι και 1 μm προσκολλούνται στη βλέννη των κροσσωτών κυττάρων και με τους κροσσούς αποβάλλονται. Λόγω της αγγειοβριθείας του βλεννογόνου της ρινός, ο εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται (από 6 °C φθάνει στους 30 °C).
- ii. **Όσφρηση:** Αυτή επιτελείται με υποδοχείς όσφρησης που υπάρχουν στο επιθήλιο της ρινός (όσφρητικό επιθήλιο). Σε έντονο ερεθισμό των υποδοχέων αυτών μπορεί να προκληθεί ανατακλαστικώς άπνοια και παρεμπόδιση της περαιτέρω εισπνοής ερεθιστικών ουσιών.
- iii. **Αντηχείο:** Η ρινική κοιλότητα λειτουργεί σαν αντηχείο για την ενίσχυση της παραγόμενης φωνής

3. Στόμα

Το στόμα χρησιμεύει στην αναπνοή για την πρόσληψη περισσότερου αέρα, όπως συμβαίνει κατά τις διάφορες μυϊκές δραστηριότητες.

4. Φάρυγγας

Στο άνω μέρος του φάρυγγα εκβάλλουν οι ρινικές κοιλότητες (ρινοφάρρυγγας), καθώς και οι ευσταχιανές σάλπιγγες (επικοινωνία με το μέσω ούς), στο μέσο τμήμα του το στόμα (στοματοφάρυγγας) και το κατώτερο τμήμα του αποτελεί σημείο συνάντησης της αναπνευστικής οδού (πρόσθιο τμήμα) και της πεπτικής οδού (οπίσθιο τμήμα). Ο φάρυγγας επιτελεί αναπνευστική και πεπτική λειτουργία και επέχει θέση αντηχείου για ορισμένους φωνητικούς ήχους.

5. Λάρυγγας

Αυτός ευρίσκεται στο κάτω μέρος του φάρυγγα, πριν από τον οισοφάγο, αποτελεί το ανώτερο και το πιο προέχον τμήμα του λαρυγγοτραχειοβρογχικού σωλήνα (μήλο του Αδάμ) και εκβάλλει στην τραχεία. Ο λάρυγγας είναι μια μυοχόνδρινη δομή και η κοιλότητά του καλύπτεται με βλεννογόνο. Το άνω στόμιο του λάρυγγα αποφράσσεται κατά την κατάποση της τροφής από την επιγλωττίδα. Ο λάρυγγας νευρούται από κλάδους των άνω λαρυγγικών νεύρων. Η κοιλότητα του λάρυγγα περιέχει δυο ζεύγη πτυχών ή χορδών (λωρίδες συνεκτικού ιστού), τις **ψευδείς φωνητικές χορδές** (δεν χρησιμεύουν για την παραγωγή της φωνής, αλλά στηρίζουν τις αληθείς φωνητικές χορδές) και τις **αληθείς φωνητικές χορδές**. Και τα δυο ζεύγη χορδών εκτείνονται κατά μήκος του άνω λαρυγγικού στομίου, από το θυρεοειδή χόνδρο (εμπρός) προς τους δυο αρυταινοειδείς χόνδρους (οπίσω). Με τις κινήσεις των αρυτενοειδών χόνδρων, οι φωνητικές χορδές συμπλησιάζουν ή αφίστανται (χαλούνται). Έτσι, η φωνητική σχισμή μεταβάλλεται με την αναπνοή και την ομιλία. Η δόνηση των φωνητικών (αληθών) χορδών, από τον αέρα που διέρχεται διαμέσου της γλωττίδας, παράγει τη φωνή. Καθώς ο αέρας φέρεται επάνω από τις μεταβαλλόμενες φωνητικές χορδές, παράγονται διάφοροι ήχοι. Αν οι φωνητικές χορδές είναι τεταμένες, η δόνηση αυτή γίνεται γρηγορότερα και παράγει ένα υψηλότερο τόνο. Μια μικρότερη τάση επάνω στις χορδές παράγει χαμηλότερους ήχους. Το ύψος του φωνητικού ήχου καθορίζεται από τη δόνηση του αέρα ο οποίος περνά επάνω από τις φωνητικές χορδές και από το βαθμό της δόνησης. Οι φωνητικές χορδές δεν δονούνται, όταν το άτομο ψιθυρίζει. Τ: κάτω άκρο του λάρυγγα σχηματίζεται από το κρικοειδή χόνδρο. Ο χόνδρος αυτός συνδέει τ: Θυρεοειδή χόνδρο, από επάνω, με την τραχεία από κάτω.

6. Ομιλία

Η ομιλία είναι η φωνητική έκφραση της σκέψης ή η πράξη της προφοράς αρθρωμένων λέξεων ή ήχων. Πρόκειται για μια πολύπλοκη λειτουργία στην οποία συμμετέχουν κέντρα του εγκεφαλικού φλοιού, κέντρα ρύθμισης της αναπνοής στον προμήκη μυελό και ανατομικές δομές για την άρθρωση και τη συνήχηση στο στόμα και στις ρινικές κοιλότητες.

Η εξωτερική ομιλία (προφορικός λόγος) γίνεται με συντονισμό του λάρυγγα, του στόματος, των χειλέων, του θώρακα και των κοιλιακών μυών. Τα μέρη αυτά δεν

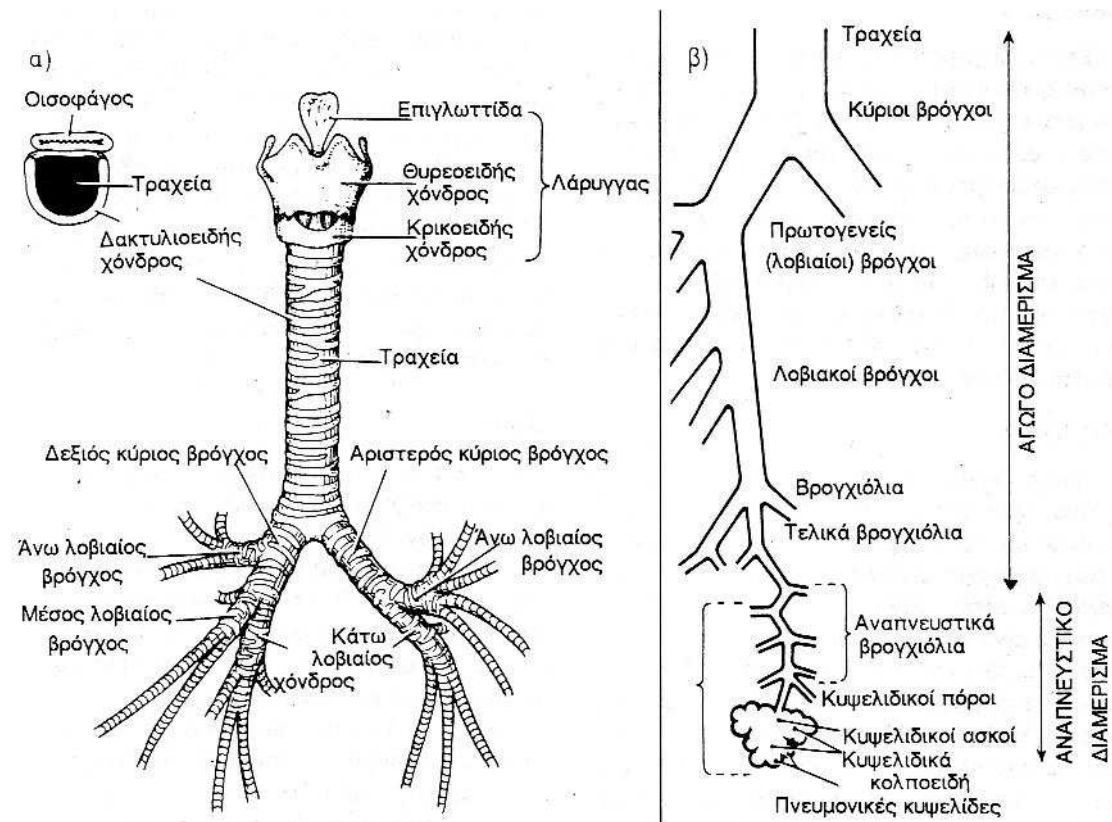
έχουν ειδική νεύρωση για τη λειτουργία της ομιλίας, αλλά οι ανώτεροι εγκεφαλικοί νευρώνες απαντούν στις πολύπλοκες δομές των κινητικών πεδίων τα οποία μετατρέπουν την ιδέα της ομιλίας σε κατάλληλα κινητικά ερεθίσματα.

Η ομιλία, δηλαδή οι λέξεις που προφέρονται και η παραγωγή των ήχων, εμπλέκει δυο διαφορετικές μηχανικές λειτουργίες:

- i. τη **φώνηση** που αφορά την ομιλία και την παραγωγή των ήχων και γίνεται με το λάρυγγα και
- ii. την **άρθρωση**, που αφορά την προφορά των αρθρούμενων λέξεων ή ήχων και γίνεται με ορισμένα ανατομικά μέρη του στόματος (χειλίη, γλώσσα και μαλθακή υπερώα)

Στη διαμόρφωση της χροιάς και της έντασης των λέξεων και ήχων, οι διάφορες κοιλότητες παρεμβαίνουν σαν ηχεία, όπως η στοματική κοιλότητα, η ρινική κοιλότητα και οι παραρρίνιοι κόλποι, ο φάρυγγας και η κοιλότητα του θώρακα. Είναι γνωστό ότι σε παθήσεις των κοιλοτήτων αυτών, π.χ. κατά το κρυολόγημα, το ύψος και η χροιά της φωνής μεταβάλλονται.

B. ΤΡΑΧΕΙΟ-ΒΡΟΓΧΙΚΟ ΔΕΝΔΡΟ



Σχήμα 1: Σχηματική παρουσίαση (α) των κατώτερων αεροφόρων οδών μέχρι τα τελικά βρογχιόλια και (β) του αναπνευστικού διαμερίσματος

Το τραχειο-βρογχικό δένδρο περιλαμβάνει την τραχεία, τους δυο βρόγχους και τις διακλαδώσεις τους μέχρι τα τελικά βρογχιόλια.

1. Τραχεία

Αυτή αποτελεί τη συνέχεια του λάρυγγα και στο ύψος της στερνικής γωνίας και όπισθεν του στέρνου διχάζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο (οδός πρώτης γενεάς). Ο δεξιός βρόγχος φέρεται πιο κάθετα, γεγονός που καθιστά ευκολότερη την ενσφήνωση ξένων σωματιδίων μέσα στο βρόγχο αυτό. Η τραχεία (μήκος 12 εκ. και διάμετρος αυλού 2.5 εκ.) στο τοίχωμά της φέρει μια σειρά από 16 μέχρι 20 χόνδρινους δακτυλίους, ατελείς κατά το οπίσθιο μέρος τους. Το μέρος τους αυτό συμπληρώνεται από ινώδη και λείο μυϊκό ιστό, που επιτρέπει στον παρακείμενο οισοφάγο να διατείνεται καθώς η καταποθείσα τροφή μεταφέρεται, μέσω του οισοφάγου, στο στομάχι. Οι χόνδρινοι δακτύλιοι παρέχουν στην τραχεία στερεότητα, ενώ συγχρόνως την καθιστούν εύκαμπτη και διατηρούν τον αυλό της συνεχώς ανοικτό. Έτσι αποφεύγεται η σύμπτωση του τοιχώματος της τραχείας κατά την εκπνοή και ο αυλός της διατηρείται ανοικτός κατά την κίνηση ή στροφή της κεφαλής (λαιμού). Στο τοίχωμα της τραχείας υπάρχουν **εγκάρσιες λείες μυϊκές ίνες**, που συσπόμενες στενεύουν τον αυλό της τραχείας, και **επιμήκειες λείες μυϊκές ίνες**, που συσπόμενες βραχύνουν την τραχεία.

2. Βρογχικό δένδρο

Ανατομικά στοιχεία: Το βρογχικό δένδρο σχηματίζεται στο εσωτερικό κάθε πνεύμονα από την προοδευτική διακλάδωση του **πρωτογενούς κύριου βρόγχου** σε μικρότερους σε αυλό βρόγχους (**δευτερογενείς και λοβιαίους**) μέχρι τα βρογχιόλια. Πρόκειται για 20 με 25 διακλαδώσεις που αποτελούν την αεροφόρο οδό της **δεύτερης γενεάς** (επιπρόσθετων γενεών). Οι πρώτες 16 διακλαδώσεις αποτελούν το αγωγό διαμέρισμα και έχουν όγκο περίπου 150 ml (ο ανατομικός νεκρός χώρος) και οι επόμενες 8 διακλαδώσεις αποτελούν το αναπνευστικό διαμέρισμα και έχουν όγκο περίπου 2750 ml. Κάθε βρόγχος φέρει στο τοίχωμά του περισσότερο χόνδρινα ελάσματα παρά χόνδρινους δακτυλίους που διατηρούν τον αυλό τους ανοικτό. Όσο ο βρόγχος διακλαδιζόμενος εισχωρεί μέσα στον πνεύμονα, τόσο η χόνδρινη υποστήριξή τους αραιώνεται και αντικαθίσταται από ινώδη και ελαστικό ιστό. Τα βρογχιόλια της 11ης-13ης υποδιαίρεσης (διάμετρος αυλού 0,05-0,1 cm) στερούνται χόνδρων και γενικά χόνδρινης υποστήριξης. Το μέγεθος του αυλού των λεπτότατων αυτών αεραγωγών εξαρτάται από τη διάταση των ελαστικών ινών του πνευμονικού παρεγχύματος. Οι μικροί αυτοί βρόγχοι εύκολα διατείνονται, αλλά τα τοιχώματά τους μπορούν εύκολα να συμπέσουν κατά την έντονη προσπάθεια (ζόρισμα) ή το βήχα. Αυτό συμβαίνει, ιδιαίτερα, στα τελικά βρογχιόλια και στα αναπνευστικά βρογχιόλια που ο αυλός τους καθ' ολοκληρία εξαρτάται από το προς τα έξω τράβηγμα που ασκεί σε αυτά το πνευμονικό παρέγχυμα. Οι ίδιες αυτές δυνάμεις διατηρούν και τις κυψελίδες ανοικτές. Χόνδροι δεν υπάρχουν στο τοίχωμα των τελικών βρογχιολίων και των αναπνευστικών βρογχιολίων. Το τοίχωμά τους αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από λείες μυϊκές ίνες, πολλές στα τελικά βρογχιόλια και ολίγες στα αναπνευστικά βρογχιόλια.

Βλεννογόνος των αεροφόρων οδών: Ο βλεννογόνος των αεροφόρων οδών εμφανίζει κροσσωτό επιθήλιο και αδένες, που εκκρίνουν τη βλέννη και άλλα συστατικά:

- i. **Κροσσωτό επιθήλιο:** Αυτό ευρίσκεται σε όλο το μήκος των αεροφόρων οδών καθώς και στους παραρρινίους κόλπους και τις ευσταχιανές σάλπιγγες, ενώ ελλείπει στο πρόσθιο ένα τρίτο της ρινικής κοιλότητας, σε μέρος του φάρυγγα

και στα αναπνευστικά βρογχιόλια. Οι κροσσοί φέρουν συσπαστικό μηχανισμό που τις κάνει να δονούνται, δηλαδή να κινούνται εμπρός-πίσω δυνατά, ταχέως και αποτελεσματικά, επανερχόμενες στη θέση τους. Η κίνησή τους γίνεται μέσα σε στρώμα βλέννης (όχι αέρα). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά της βλέννης, και ό,τι άλλο έχει εγκλωβιστεί μέσα σε αυτή, προς τα άνω κατά μήκος των αεροφόρων οδών και στη συνέχεια την αποβολή της είτε σιωπηρά είτε έντονα (απόχρεμψη). Η δόνηση (κίνηση) του κροσσού γίνεται περίπου 20 φορές/sec και μεταφέρει τη βλέννη περίπου κατά 20 mm/min.

- ii. **Αδένες του βλεννογόνου των αεροφόρων οδών:** Καθ' όλο το μήκος των αεροφόρων οδών, και μέχρι τα τελικά βρογχιόλια, μεταξύ των κροσσωτών επιθηλιακών κυττάρων υπάρχουν τα λαγηνοειδή κύτταρα• κάτω από την επιθηλιακή στοιβάδα υπάρχουν τα αδενικά κύτταρα. Τα λαγηνοειδή κύτταρα, με την έκκριση της βλέννης και τα αδενικά κύτταρα μαζί και με τις άλλες εκκρίσεις τους, προστατεύουν το βλεννογόνο από μηχανική βλάβη ή ξήρανση. Οι εκκρίσεις αυτές, με την κίνηση των κροσσών, μεταφέρονται προς τα επάνω και αποβάλλονται, ενώ συγχρόνως αναπληρώνονται με κανονικό ρυθμό.
- iii. **Βλέννη:** Αυτή αποτελείται από βλεννίνη (πολυσακχαρίτης), λευκοκύτταρα, ανόργανα άλατα, ύδωρ και επιθηλιακά κύτταρα. Την ημέρα αποβάλλονται 100 ml τραχειοβρογχικής βλέννης, που περιέχει λευκωματίνη και ανοσοσφαιρίνες (αντισώματα).
- iv. **Πτύελα:** Αυτά αποτελούν μη σταθερής σύστασης μίγμα εκκρίσεων των αδένων του τραχειοβρογχικού δένδρου, των σιελογόνων αδένων των αδένων της ρινικής κοιλότητας και των δακρυϊκών αδένων, μαζί με εγκλωβισμένο ξένο υλικό, νεκρά κύτταρα, φαγοκύτταρα, λευκοκύτταρα, ερυθροκύτταρα, τοιχωματικά κυψελιδικά κύτταρα ή ακόμη και προϊόντα βακτηριακής ή μυκητιακής λοίμωξης.

C. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΟΦΟΡΩΝ ΟΔΩΝ

Οι λειτουργίες των αεροφόρων οδών συνίστανται στην αγωγή του αέρα, στη ρύθμιση της φυσικής κατάστασης (κλιματιστικής) του αέρα και στην προστασία των πνευμόνων από την είσοδο στερεών ή υγρών ουσιών (προστατευτικά αντανακλαστικά).

1. Αγωγή του αέρα στις αεροφόρους οδούς

Η αγωγή (μεταφορά) του αέρα γίνεται με παλινδρομική κίνηση μέσα στους ίδιους πάντα αεραγωγούς. Στις αεροφόρους οδούς δεν γίνεται ανταλλαγή των αερίων και με την έννοια αυτή οι αεραγωγοί αποτελούν χώρο αχρησιμοποίητο για τις ανταλλαγές των αερίων, ο οποίος αποτελεί το **νεκρό χώρο**. Ο χώρος αυτός αποτελεί μειονέκτημα για την αναπνοή, γιατί αυξάνει τον πνευμονικό αερισμό και το έργο της αναπνοής. Όμως, η αποφυγή διπλού αγωγού συστήματος, για την εισπνοή-εκπνοή, παρέχει τη δυνατότητα μεγαλύτερου αριθμού κυψελίδων για τη διάχυση των αερίων.

Οι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αγωγή (και την αντίσταση) του αέρα μέσα στις αεροφόρους οδούς είναι το εύρος των αεροφόρων οδών, ο τρόπος κίνησης του αέρα, η ροή του αέρα στις αεροφόρους οδούς και η αντίσταση των αεροφόρων οδών στη ροή του αέρα.

2. Εύρος των αεροφόρων οδών

Το εύρος των αεροφόρων οδών δεν είναι σταθερό. Αυτοί εκκινούν παράλληλα (δυο ρινικές κοιλότητες), μετά συνδέονται εν σειρά (ρινοφάρυγγας, λάρυγγας, τραχεία) και στη συνέχεια διακλαδίζονται, στενούμενοι συνεχώς. Επίσης, το εύρος τους μεταβάλλεται και κατά τη σύσπαση-χάλαση των λείων μυϊκών ινών του τοιχώματος, που δρα επάνω στους ατελείς χόνδρινους δακτυλίους. Η μεταβολή του εύρους του αυλού των αεραγωγών συμβάλλει στις μεταβολές του πνευμονικού αερισμού (ποσότητα μεταφερόμενου αέρα), οι οποίες είναι απαραίτητες για την αναπνευστική λειτουργία, αλλά και για άλλες λειτουργίες, όπως για την ομιλία, το τραγούδι, το φύσημα, το βήχα κλπ.

3. Τρόπος κίνησης του αέρα

Ο αέρας στο αγωγό διαμέρισμα κινείται με γραμμική ροή (ενώ στο αναπνευστικό διαμέρισμα με διάχυση). Η κίνηση του αέρα στους αεραγωγούς γίνεται με στροβιλώδη ροή, ομαλή ροή και με ροή μετάπτωσης.

Στροβιλώδης ροή: Αυτή είναι κίνηση που αφορά υψηλούς ρυθμούς ροής του αέρα, που συμβαίνουν σε μεγάλους αεραγωγούς και όταν υφίσταται υπέρπνοια (τραχεία και βρόγχοι). Η στροβίλωση του αέρα στους μεγάλους αυτούς αεραγωγούς αποτελεί την πρώτη πηγή δημιουργίας αντίστασης στην αναπνοή

Ομαλή ροή: Αυτή είναι κίνηση του αέρα που δημιουργείται σε χαμηλούς ρυθμούς ροής του, που συμβαίνουν στους μικρούς αεραγωγούς. Η ομαλή ροή έχει σχέση με τη διάμετρο των αεραγωγών, συγκεκριμένα είναι ανάλογη της τετάρτης δύναμης της ακτίνας (r^4), που σημαίνει ότι, όταν η ακτίνα του αεραγωγού γίνει η μισή (βρογχοσύσπαση, όπως π.χ. στο βρογχικό άσθμα), η ροή του αέρα στον αεραγωγό αυτό θα μειωθεί στο 1/16πλάσιο.

Ροή μετάπτωσης: Η ροή αυτή είναι ο συνδυασμός της στροβιλώδους και της ομαλής ροής. Αυτή δημιουργείται σε χαμηλούς ρυθμούς ροής αέρα κατά τη διάρκεια της εκπνοής και σε σημεία του βρογχικού δένδρου όπου, από ξεχωριστούς αγωγούς, η ροή ενώνεται και εκβάλλει σε κοινό αεραγωγό. Η ροή αλλάζει από ομαλή σε στροβιλώδη, όταν ο αριθμός Reynolds υπερβαίνει τα 2000. Αυτός ο αριθμός δεν έχει διαστάσεις και ισούται:

$$\text{Αριθμός Reynolds} = \text{Πυκνότητα} * \text{Ταχύτητα} * \text{Διάμετρος} / \text{Γλοιότητα}$$

4. Ροή του αέρα στις αεροφόρους οδούς

Η ροή του αέρα στο τραχειοβρογχικό δένδρο είναι μεγαλύτερη από εκείνη στη τραχεία αλλά μετά μειώνεται καθώς αυξάνει με τη διακλάδωση (οι βρόγχοι γίνονται πολυπληθέστεροι και η διάμετρός τους μειώνεται) η επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής του βρογχικού δένδρου. Η παροχή του αέρα εξασφαλίζεται όχι μόνο στο σύνολο του πνεύμονα, αλλά και σε κάθε τμήμα του. Καθώς η ροή του αέρα μειώνεται στις αεροφόρους οδούς, σωματιδιακό υλικό, που είχε εισπνευσθεί, εγκαθίσταται επάνω στο βλεννογόνο και εγκλωβισμένο στη βλέννη μεταφέρεται προς αποβολή με την κίνηση των κροσσών.

5. Αντίσταση των αεροφόρων οδών στη ροή του αέρα

Η αντίσταση των αεροφόρων οδών είναι ανάλογη με το μήκος τους και την πυκνότητα του αέρα και αντιστρόφως ανάλογη της τετάρτης δύναμης της ακτίνας του αυλού των βρόγχων, ενώ επηρεάζεται και από το είδος ροής (στη στροβιλώδη ροή αυξάνει).

Η μέτρηση των αντιστάσεων των αεροφόρων οδών γίνεται κατά τη διάρκεια της αναπνοής, με ταυτόχρονη καταγραφή της ατμοσφαιρικής και κυψελιδικής πίεσης και της ροής του αέρα διαμέσου των οδών αυτών. Η αντίσταση είναι ανάλογη της κινούσας δύναμης και αντιστρόφως ανάλογη του ρυθμού ροής του αέρα:

Αντίσταση = Κινούσα δύναμη / Ρυθμός ροής

Η κινούσα δύναμη κατά τη διάρκεια της εισπνοής είναι η διαφορά μεταξύ της ατμοσφαιρικής πίεσης (στοματική κοιλότητα) και της κυψελιδικής πίεσης, ενώ κατά τη διάρκεια της εκπνοής είναι η διαφορά μεταξύ της κυψελιδικής πίεσης και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η αντίσταση των αεροφόρων οδών εκφράζεται σε cm H₂O/L/sec και οι φυσιολογικές τιμές (ενήλικες) κυμαίνονται από 0,05 μέχρι 1,5 cm H₂O/L/sec (για τον υπολογισμό της αντίστασης βλέπε λειτουργικές δοκιμασίες των πνευμόνων).

Στη συνολική αντίσταση των αεροφόρων οδών, ο λάρυγγας συμβάλλει κατά 40%, οι μεγάλοι αεραγωγοί με διάμετρο επάνω από 2 mm κατά 40% και οι μικροί αεραγωγοί με διάμετρο κάτω των 2 mm κατά 20%.

ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Οι πνεύμονες θεωρούνται σαν δυο μεγάλα σπογγώδη, ελαστικά όργανα (σάκοι) που ευρίσκονται μέσα στη θωρακική κοιλότητα και χάρη στην ελαστικότητά τους μπορούν και παρακολουθούν τις κινήσεις του θώρακα (έκπτυξη και σύμπτυξη). Οι πνεύμονες ευρίσκονται μέσα από τον πλευρικό θώρακα και επάνω στο διάφραγμα και χωρίζονται μεταξύ τους από την καρδιά και τα μεγάλα αγγεία (μεσαύλιος ή μεσοπνευμόνιος χώρος). Μέσα σε κάθε πνεύμονα ευρίσκεται ολόκληρο το βρογχικό δένδρο και οι κυψελίδες.

Κάθε πνεύμονας έχει τέσσερις **επιφάνειες**:

- i. την **έσω επιφάνεια**: φέρει την πύλη του πνεύμονα, από την οποία διέρχονται τα πνευμονικά αγγεία, τα νεύρα και οι βρόγχοι
- ii. την **κάτω επιφάνεια** ή **βάση**: επικάθεται στο διάφραγμα
- iii. την **έξω επιφάνεια**: ευρίσκεται απέναντι από τον πλευρικό θώρακα,
- iv. το **άνω τμήμα των πνευμόνων**: εξέχει σαν **κορυφή**

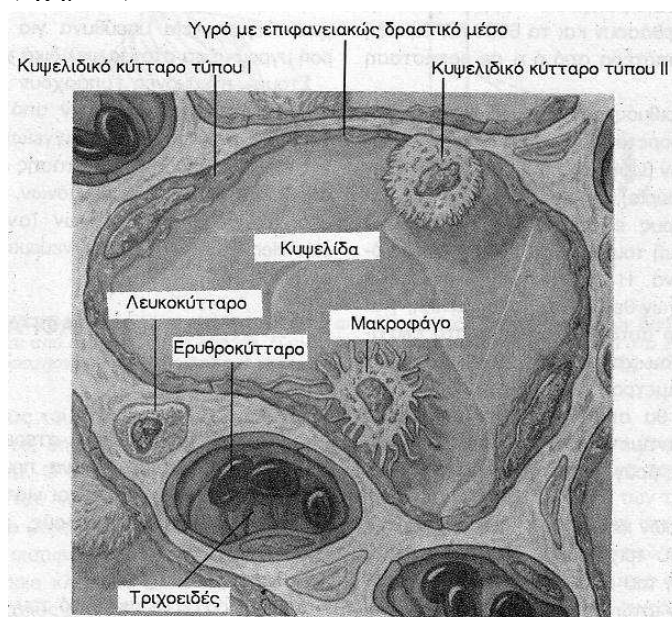
Ο δεξιός πνεύμονας έχει τρεις λοβούς και ο αριστερός δυο. Κάθε λοβός του πνεύμονα διαιρείται σε πολλούς μικρότερους, που περιέχει τις κυψελίδες.

Η μορφολογική, ανατομική μονάδα του πνεύμονα είναι το πνευμονικό λοβίδιο σχήματος πυραμίδας με ύψος 20-25 mm και βάση 10-15 mm. Σε κάθε λοβίδιο εισέρχεται ένας βρόγχος που ονομάζεται **ενδολοβιαίος βρόγχος** και ο οποίος καταλήγει στα τελικά βρογχιόλια, που αποτελούν το πέρας του αγωγού διαμερίσματος.

Από κάθε τελικό βρογχιόλιο αρχίζει το αναπνευστικό διαμέρισμα, δηλαδή αρχίζει το αναπνευστικό βρογχιόλιο το οποίο εμφανίζει διάσπαρτες κυψελίδες. Το αναπνευστικό βρογχιόλιο δίδει τους κυψελιδικούς πόρους που περιέχουν τις δικές τους κυψελίδες σαν εκθλακώσεις καθ' όλο το μήκος τους. Τέλος, ο κυψελιδικός πόρος καταλήγει στα κυψελιδικά κολποειδή περιέχουν τις δεσμίδες των κυψελίδων. Το σύνολο αυτό, δηλαδή το αναπνευστικό βρογχιόλιο, οι κυψελιδικοί πόροι, τα κυψελιδικά κολποειδή και οι πνευμονικές κυψελίδες, αποτελεί το **πρωτογενές λοβίδιο ή αναπνευστικό λοβίο**. Όπως ανεφέρθη, το σύνολο των δομών αιτών αποτελεί το αναπνευστικό διαμέρισμα μέσα στο οποίο γίνεται με διάχυση η ανταλλαγή των αερίων.

Το μέγεθος των κυψελίδων ποικίλλει. Αυτές των βάσεων των πνευμόνων έχουν διάμετρο 7 μm και των κορυφών 30 μm . Οι γειτνιάζουσες κυψελίδες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω πόρων (πόροι του Kohn). Η επικοινωνία αυτή βοηθά να μη συμπέσει το τοίχωμα της κυψελίδας όταν αποφράσσεται το κύριο σημείο εισόδου της κυψελίδας. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται ο κυψελιδικός αερισμός.

Το τοίχωμα της κυψελίδας ή η **κυψελιδική μεμβράνη** αποτελείται από μονόστοιβο πλακώδες επιθήλιο. Το επιθήλιο αυτό αποτελούν τα κύτταρα του τύπου I, με τα οποία γίνεται η διάχυση των αερίων και τα κύτταρα του τύπου II τα οποία εκκρίνουν τον **επιφανειο-δραστικό παράγοντα** ή μέσο (λιποπρωτεϊνική ουσία). Προς την έσω επιφάνεια της κυψελίδας υπάρχει μια υδάτινη στοιβάδα, η οποία περιέχει τον επιφανειο-δραστικό παράγοντα και προς την έξω επιφάνεια υπάρχει η βασική μεμβράνη του τοιχώματος της κυψελίδας (ελάχιστη ποσότητα συνδετικού ιστού). Μετά τη βασική μεμβράνη προς τα έξω ευρίσκεται ο μεσοκυττάριος χώρος και στη συνέχεια η βασική μεμβράνη και το ενδοθήλιο του πνευμονικού τριχοειδούς. Συνοπτικά, από την κυψελιδική κοιλότητα (αέρας) μέχρι το πνευμονικό τριχοειδές (αίμα) υπάρχουν η υδάτινη στοιβάδα, (με τον επιφανειοδραστικό παράγοντα), το επιθήλιο της κυψελίδας, η βασική της μεμβράνη, ο μεσοκυττάριος χώρος, και η βασική μεμβράνη με το ενδοθήλιο του πνευμονικού τριχοειδούς. Το σύνολο των δομών αυτών ονομάζεται **κυψελιδο-τριχοειδική μεμβράνη ή αναπνευστική μεμβράνη**. Η μεμβράνη αυτή χωρίζει τον αέρα της κυψελίδας από το αίμα του τριχοειδούς. Το πάχος της είναι περίπου 2 μm . Η απόσταση αυτή είναι μέση απόσταση, γιατί ο τύπος II των κυψελιδικών κυττάρων είναι ταχύτερος του τύπου I. (σχήμα 2)



Σχήμα 2: Τοίχωμα κυψελίδας και κυψελιδο-τριχοειδική μεμβράνη

Σε κάθε πνεύμονα του ανθρώπου υπάρχουν περίπου 250-350 εκατομμύρια κυψελίδες. Ο τεράστιος αυτός αριθμός των κυψελίδων παρέχει μια τεράστιας έκτασης επιφάνεια που κυμαίνεται από 60 μέχρι 80 m² (περίπου το μισό γήπεδο τένις ή περίπου 40 φορές την επιφάνεια του σώματος). Η επιφάνεια αυτή μπορεί από 50 m², κατά τη βαθύτατη εκπνοή, να φθάσει στα 130 m² κατά τη βαθιά εισπνοή, όταν όλες οι κυψελίδες εκπτύσσονται.

Η μεγάλη επιφάνεια που σχηματίζουν οι κυψελίδες, το λεπτότατο πάχος (μόνο 0,5 μm) της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης (βραχεία απόσταση μεταξύ αέρα και αίματος) και το πυκνό δίκτυο των τριχοειδών που φέρεται γύρω από την κυψελίδα σαν ένα συνεχές αιμάτινο στρώμα, συντελούν ώστε η ισορροπία πιέσεων των διαχεόμενων αερίων να επέρχεται τάχιστα.

Η ολική ποσότητα του αίματος στα πνευμονικά τριχοειδή, σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή, είναι 60-140 ml. Η ποσότητα αυτή απλώνεται σε μια επιφάνεια των 60 m² περίπου. Αυτό εξηγεί, γιατί η ισορροπία μεταξύ εισπνευσθέντος αερίου και τριχοειδικού αίματος αποκαθίσταται μέσα σε ένα δευτερόλεπτο. Στον άνθρωπο και σε συνθήκες ηρεμίας, μεταφέρονται 200-280 ml οξυγόνου στο λεπτό (ενώ αποβάλλονται 200 ml διοξειδίου του άνθρακα στον ίδιο χρόνο), που κατά τη διάρκεια της μυϊκής άσκησης μπορεί να φθάσουν και τα 6000 ml, δηλαδή 25 φορές περισσότερα από ό,τι σε κατάσταση ηρεμίας.

Ο μεγάλος αριθμός των κυψελίδων του πνεύμονα, το διαφορετικό μέγεθός τους, ο μεγάλος αριθμός των βρόγχων και βρογχιολίων (περίπου 1 εκατομμύριο), το διαφορετικό μήκος και η διάμετρος τους εξασφαλίζουν την **ταυτόχρονη κατανομή** του εισπνεόμενου αέρα σε όλο τον πνεύμονα. Η φυσιολογική αυτή διάμετρος των βρόγχων θεωρείται η πιο ιδανική, γιατί με τον τρόπο αυτό ελαττώνεται στο ελάχιστο ο όγκος του χρησιμοποιημένου αέρα. Αν συνέβαινε η διάμετρος αυτή να ήταν μικρότερη από ότι είναι, θα απαιτούσε τότε υπέρμετρο έργο για την αντιμετώπιση της αναπτυσσόμενης μέσα στους βρόγχους τριβής από την κίνηση του αέρα.

Η δίοδος υγρών διαμέσου του τοιχώματος του πνευμονικού τριχοειδούς διέπεται από το νόμο ή εξίσωση του Starling, όπως και στα αγγεία των άλλων ιστών, ο οποίος λέγει ότι: η υδροστατική πίεση ή πίεση του αίματος της καρδιάς κινεί το υγρό έξω από το τριχοειδές (διήθηση) και η κολλοειδοσμωτική πίεση τα . πρωτεϊνών του πλάσματος του αίματος του πνευμονικού τριχοειδούς κινεί το υγρό προς το εσωτερικό του τριχοειδούς (επαναρρόφηση).

Φυσιολογικώς, στα τριχοειδή των πνευμόνων υπερτερεί πάντα η κολλοειδοσμωτική πίεση και έτσι δεν συμβαίνει ποτέ διήθηση υγρών έξω από το πνευμονικό τριχοειδές και εντός των κυψελίδων, ακόμη και κατά την έντονη μυϊκή άσκηση.

Διήθηση υγρών μπορεί να συμβεί σε αύξηση των πιέσεων του αίματος στον αριστερό κόλπο και στο σύστημα των πνευμονικών φλεβών, όπως π.χ. σε κάμψη της αριστερής κοιλίας ή σε βλάβη της μιτροειδούς βαλβίδας, οπότε αυξάνουν οι πιέσεις στα πνευμονικά τριχοειδή, με αποτέλεσμα να γίνεται έξοδος υγρών και πλήρωση των κυψελίδων (πνευμονικό οίδημα) (βλέπε πνευμονική κυκλοφορία του αίματος). Στο μεσοκυττάριο κυψελιδικό χώρο υπάρχουν λεμφαγγεία υπεύθυνα για κάθε καθαρή ροή υγρού μέσα στον κυψελιδικό χώρο.

Στους πνεύμονες υπάρχουν κεντρομόλες νευρικές ίνες που εκκινούν από τα σεουδοδοχείς του τοιχώματος των αγγείων του πνεύμονα και από υποδοχείς διάτασης και συρρίκνωσης (σύμπτυξης) των πνευμόνων, εντοπιζόμενο, στο τοίχωμα των βρόγχων (αντανακλαστικό των Hering-Breuer).

B. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

Είδη αναπνοής

Όταν η αναπνοή είναι ήρεμη και εύκολη, χαρακτηρίζεται ως **εύπνοια**, όταν γίνεται γρήγορα, ως **ταχύπνοια** ή **πολύπνοια**, όταν γίνεται αργά, ως **βραδύπνοια** και όταν πάλι η αναπνοή γίνεται δύσκολα, ως **δύσπνοια**. Η δύσπνοια μπορεί να είναι **εισπνευστική** ή **εκπνευστική**. Τέλος **άπνοια** σημαίνει παύση της αναπνοής και αυτή μπορεί να συμβεί στην εισπνοή ή στην εκπνοή.

C. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

1. Εκτασιμότητα των πνευμόνων

Αυτή είναι η ικανότητα των πνευμόνων να εκπτύσσονται, όταν αυτοί διατείνονται με την έκπτυξή τους ακολουθεί η εισπνοή του αέρα. Η έκπτυξη του πνεύμονα αφορά **όλα** τα σημεία του· οι κυψελίδες αυξάνουν σε όγκο και οι αεραγωγοί διατείνονται. Η αύξηση του εύρους των αεραγωγών οφείλεται σε μια έλξη (τράβηγμα) του πνευμονικού παρεγχύματος επάνω στους αεραγωγούς, καθώς ο πνεύμονας εκπτύσσεται. Σε χαμηλό πνευμονικό όγκο, οι κυψελίδες είναι μικρές και εσπειραμένες και τα μικρά βρογχιόλια εμφανίζουν τοίχωμα πεπαχυσμένο και είναι κεκαμμένα. Σε υψηλό πνευμονικό όγκο, τα βρογχιόλια ανοίγουν πολύ και οι κυψελίδες έχουν διάμετρο 200 - 300 μm .

2. Ελαστικότητα των πνευμόνων

Αυτή είναι η ικανότητα των πνευμόνων να συμπύσσονται (γίνονται μικρότεροι), όταν παύσει να επενεργεί η δύναμη που τους έκπτυξε· τότε ακολουθεί η εκπνοή του αέρα. Οι ελαστικές δυνάμεις του πνευμονικού ιστού καθορίζονται, κατά κύριο λόγο, από τις ελαστικές και τις ίνες κολλαγόνου που διαπλέκονται στο παρέγχυμα των πνευμόνων. Στον πνεύμονα που ευρίσκεται σε θέση σύμπτυξης αυτές οι ίνες ευρίσκονται σε κατάσταση μερικής συστολής και συσπείρωσης, ενώ στον πνεύμονα που ευρίσκεται σε θέση έκπτυξης, οι ίνες ευρίσκονται σε κατάσταση μερικής έκτασης και μερικής αποσυσπείρωσης, με συνέπεια την επιμήκυνσή τους.

Ο βαθμός της έκπτυξης του πνεύμονα σε κάθε δεδομένο χρόνο του αναπνευστικού κύκλου είναι ανάλογος με τη διαπνευμονική πίεση. Το πόσο καλά ένας πνεύμονας εκπτύσσεται και συμπύσσεται σε μια καταβολή της διαπνευμονικής πίεσης αποτελεί ένα μέτρο της **ελαστικής ιδιότητας του πνεύμονα**.

Για το χαρακτηρισμό της ελαστικότητας ενός πνεύμονα συσχετίζεται ο όγκος του πνεύμονα με την πίεση αποκατάστασης ή ελαστικής επανασυσπείρωσης. Η πίεση ελαστικής επανασυσπείρωσης του πνεύμονα, όπως ανεφέρθη, ισούται με τη διαπνευμονική πίεση, δηλαδή με τη διαφορά των πιέσεων αυτής που υφίσταται εντός του πνεύμονα και αυτής που υφίσταται επί της εξωτερικής επιφανείας του πνεύμονα και η οποία διαπνευμονική πίεση είναι απαραίτητη για να διατηρεί τον πνεύμονα σε έκπτυξη σε ένα καθορισμένο όγκο.

Επειδή, κανονικά, οι πνεύμονες είναι προσκολλημένοι στο θωρακικό τοίχωμα, αυτοί ευρίσκονται πάντα, λόγω της έλξης τους από το θωρακικό τοίχωμα, σε μια κατάσταση ελαστικής τάσης. Η τάση αυτή αυξάνεται κατά τη διάρκεια της εισπνοής, όταν οι πνεύμονες διατείνονται και ελαττώνεται κατά τη διάρκεια της εκπνοής, λόγω της ελαστικής τους επανασυσπείρωσης. Όπως ανεφέρθη, η ελαστικότητα των πνευμόνων βοηθά στην αποβολή του αέρα κατά την εκπνοή.

Η ελαστικότητα των πνευμόνων διαπιστώνεται, τόσο όταν οι πνεύμονες ευρίσκονται μέσα στη θωρακική κοιλότητα, όσο και όταν βγουν έξω από αυτή, οπότε μαζεύονται και γίνονται σαν δυο μάζες με όγκο πολύ μικρότερο από αυτό που είχαν μέσα στο θώρακα. Μικρές πιέσεις αρκούν να τους εκτείνουν, που σημαίνει ότι η εκτασιμότητα των πνευμόνων είναι μεγάλη και η ελαστικότητά τους μικρή.

3. Ενδοτικότητα των πνευμόνων

Αντί του όρου εκτασιμότητα των πνευμόνων (και του θωρακικού τοιχώματος) χρησιμοποιείται επίσης και ο όρος **ενδοτικότητα των πνευμόνων**. Ενδοτικότητα του πνεύμονα είναι η μεταβολή σε όγκο του πνεύμονα ανά μεταβολή σε διαπνευμονική πίεση του πνεύμονα· αυτό σημαίνει ότι μια δεδομένη διαπνευμονική πίεση προκαλεί μεγαλύτερη ή μικρότερη διάταση (εκτασιμότητα) του πνεύμονα εξαρτώμενη από την ενδοτικότητα του πνεύμονα.

Η ενδοτικότητα των πνευμόνων ονομάζεται **στατική ενδοτικότητα**, όταν εκφράζει τη στατική σχέση πίεση-όγκος, δηλαδή αυτή που μετρείται στην αρχή ή στο τέλος μιας φάσης αναπνοής.

Η **δυναμική ενδοτικότητα** εκφράζει τη σχέση πίεση-όγκος κατά τη διάρκεια της αναπνοής, δηλαδή άνευ διακοπής της· σε αυτή λαμβάνεται υπόψη και ο παράγοντας ταχύτητα με την οποία επιτυγχάνεται η καινούργια θέση ή ο όγκος του πνεύμονα. Η δυναμική ενδοτικότητα των πνευμόνων, επειδή επηρεάζεται από τις αντιστάσεις των αεροφόρων οδών, είναι μικρότερη της στατικής ενδοτικότητας.

Η καμπύλη που χαράσσεται από τη σχέση πίεση-όγκος στην εισπνοή ονομάζεται **καμπύλη εισπνευστικής ενδοτικότητας**, ενώ αυτή που χαράσσεται από τη σχέση αυτή στην εκπνοή ονομάζεται **καμπύλη εκπνευστικής ενδοτικότητας** και ολόκληρο το διάγραμμα ονομάζεται διάγραμμα ενδοτικότητας των πνευμόνων.

Η στατική ενδοτικότητα του πνεύμονα μπορεί να δειχθεί πειραματικώς θεωρώντας τον πνεύμονα σαν ένα μπαλόνι. Όταν στο μπαλόνι εισάγεται αέρας, ο όγκος του μπαλονιού μεταβάλλεται από V_1 σε V_2 και μετρούνται οι πιέσεις που αντιστοιχούν στους όγκους αυτούς. Αν παρασταθεί γραφικώς στον κάθετο άξονα η πίεση και στον οριζόντιο άξονα η αύξηση σε όγκο, η κλίση της γραμμής (ή $\Delta V/\Delta P$) που λαμβάνεται αποτελεί μέτρο της διατασιμότητας (εκτατικότητας) των πνευμόνων (και για το θώρακα). Η κλίση της γραμμής, όσο πλησιέστερα ευρίσκεται προς τον κάθετο άξονα τόσο περισσότερο διατάσιμοι είναι οι ιστοί· όσο η κλίση της γραμμής ευρίσκεται πλησιέστερα προς τον οριζόντιο άξονα τόσο περισσότερο άκαμπτη είναι οι ιστοί του πνεύμονα (το ίδιο ισχύει και για του ιστούς του θωρακικού τοιχώματος).

Η ενδοτικότητα, λοιπόν, εκφράζεται με το λόγο της μεταβολής του όγκου του πνεύμονα (σε λίτρα) προς τη μεταβολή της ενδοοισοφαγικής πίεσης (ή ενδοϋπεζωκοτικής πίεσης σε cmH_2O):

$$\text{Ενδοτικότητα} = \Delta V/\Delta P \text{ (L/cmH}_2\text{O)}$$

Η ενδοτικότητα (η κλίση της καμπύλης πίεση-όγκος) παρέχει ένα μέτρο της εκτασιμότητας (ικανότητα διάτασης) του πνεύμονα. Η παθολογικώς χαμηλή

ενδοτικότητα δείχνει ότι ο πνεύμονας είναι άκαμπτος, που σημαίνει ότι απαιτείται περισσότερο έργο για να προσληφθεί ο φυσιολογικός όγκος αέρα. Η παθολογικώς υψηλή ενδοτικότητα είναι εξίσου άσχημη κατάσταση• συμβαίνει στο πνευμονικό εμφύσημα και σημαίνει ότι οι πνεύμονες εκπύσσονται τρομερά εύκολα, αλλά έχουν μειωμένη ελαστική επανασυσπείρωση.

4. Επιφανειακή τάση

Η ελαστική επανασυσπείρωση του πνεύμονα δεν οφείλεται μόνο στον ελαστικό του ιστό, αλλά, κυρίως, στην **επιφανειακή τάση**, που δημιουργεί η υδάτινη στοιβάδα της κυψελίδας.

Την επιφανειακή τάση της στοιβάδας αυτής την καθορίζει ο **επιφανειοδραστικός παράγοντας** που περιέχει. Το κύριο συστατικό του παράγοντα αυτού είναι το φωσφολιπίδιο **διπαλμιτοϋλική λεκιθίνη**, όμως συμμετέχουν πρωτεΐνες (από πρωτεΐνες) και διάφορα ιόντα (κυρίως του ασβεστίου). Ο παράγοντας αυτός εκκρίνεται από τα κύτταρα τύπου II του επιθηλίου της κυψελίδας.

Η φυσιολογική σημασία του επιφανειοδραστικού παράγοντα είναι η ακόλουθη:

- i. **Μειώνει την επιφανειακή τάση της υδάτινης στοιβάδας της κυψελίδας.**
Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να απαιτείται μικρότερη πίεση για να διατηρείται μια δεδομένη ακτίνα ή όγκος κυψελίδας. Έτσι, η μείωση της επιφανειακής τάσης απαιτεί μικρότερη μυϊκή προσπάθεια (σύσπαση των αναπνευστικών μυών) για τον αερισμό των πνευμόνων και την παραμονή τους σε αερισμό.
- ii. Προλαμβάνει τη σύμπτωση του τοιχώματος (κολλαψάρισμα) των κυψελίδων κατά την εκπνοή, γιατί ο επιφανειοδραστικός παράγοντας αλλάζει επιφανειακή τάση καθώς μεταβάλλεται το εμβαδόν της στοιβάδας του υγρού της κυψελίδας, δηλαδή, όταν το εμβαδόν αυτό αυξάνει, όπως συμβαίνει κατά την έκπτυξη του πνεύμονα (εισπνοή), η επιφανειακή τάση αυξάνεται και όταν το εμβαδόν μικραίνει, όπως κατά τη σύμπτυξη του πνεύμονα (εκπνοή), η επιφανειακή τάση ελαττώνεται σημαντικά. Η επιφανειακή τάση, όταν οι κυψελίδες είναι διατεταγμένες, είναι 40-50 dynes/cm και 2-5 dynes/cm όταν οι κυψελίδες είναι μικρές (με ολιγότερο αέρα-εκπνοή). Έτσι, διατηρείται και η σταθερότητα των κυψελίδων, δηλαδή οι μικρές κυψελίδες να μη αδειάζουν τον αέρα τους (εκπνοή) στις μεγάλες κυψελίδες και να μη υφίστανται αποκλεισμένες (κολλαψαρισμένες) κυψελίδες και υπερδιατεταγμένες κυψελίδες (υπεραεριζόμενες). Η απουσία του επιφανειοδραστικού παράγοντα ή όταν αυτός είναι ανενεργός δημιουργεί στη βρεφική ηλικία το **σύνδρομο της αναπνευστικής δυσφορίας**. Η μειωμένη ενδοτικότητα των πνευμόνων και η κυψελιδική αστάθεια οδηγεί στη σύμπτωση των κυψελίδων (ατελεκτασία). Τα βρέφη αυτά εμφανίζουν σοβαρότατη κοπιώδη αναπνοή.

D. ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

1. Εισπνοή

Η εισπνοή είναι η διεργασία εισόδου αέρα στους πνεύμονες. Αυτή αποτελεί ενεργητικό φαινόμενο και διακρίνεται σε ήρεμη και σε βαθιά εισπνοή.

Ήρεμη εισπνοή: Αυτή γίνεται με τη σύσπαση κυρίως του διαφράγματος που διευρύνει τη θωρακική κοιλότητα και κατά τις τρεις διαστάσεις της, των έξω μεσοπλεύριων μυών (ανυψώνουν το πλευρικό τοίχωμα του θώρακα), του διαχόνδριου μέρους των έσω μεσοπλεύριων μυών, των σκαληνών (ανύψωση των δυο πρώτων πλευρών) και των οδοντωτών μυών (ανυψώνουν πολλές πλευρές). Οι ανταγωνιστικές δυνάμεις, που περιορίζουν τη διεύρυνση του θώρακα, είναι η ελαστικότητα των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος, καθώς και η αντίσταση των κοιλιακών τοιχωμάτων, όταν αυτά απωθούνται από το κατερχόμενο, σε σύσπαση, διάφραγμα. Η σειρά των φάσεων στην εισπνοή είναι: σύσπαση των εισπνευστικών μυών, έκταση της θωρακικής κοιλότητας, δημιουργία αρνητικότερης ενδοϋπεζωκοτικής πίεσης, θετικότερη διαπνευμονική πίεση, έκπτυξη του πνεύμονα, κυψελιδική πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής και είσοδο του αέρα μέσα στον πνεύμονα. Προτού αρχίσει η εισπνοή ή όταν αυτή τελειώσει, η ενδοκυψελιδική πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση.

Βαθιά (βίαιη) εισπνοή: Αυτή γίνεται με τη βούληση ή αντανακλαστικώς, κατά την άσκηση, και οφείλεται στη σύσπαση των μυών της ήρεμης εισπνοής στην οποία προστίθεται και η σύσπαση των βοηθητικών αναπνευστικών μυών, που είναι:

- i. οι **σκαληνοί** και οι **στερνοκλειδομαστοειδείς μύες** (ανυψώνουν το στήθος)· με τη δράση τους ανέρχονται οι πλευρές (προσθοπίσθια κατεύθυνση), σταθεροποιείται το άνω μέρος του οστέινου θωρακικού κλωβού και έτσι οι μεσοπλεύριοι μύες γίνονται πιο αποτελεσματικοί
- ii. οι **μείζονες** και οι **ελάσσονες θωρακικοί, υποκλείδιοι, οι εκτείνοντες της ράχης κ.ά. μύες**

Με τη σύσπαση όλων των μυών αυτών αυξάνει ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας και γίνεται μεγαλύτερη εισρόφηση αέρα του περιβάλλοντος. Η ενδοϋπεζωκοτική πίεση μπορεί να κατέλθει στα 60-100 mmHg κάτω της ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ συγχρόνως διευκολύνεται η ροή του αίματος προς την καρδιά. Η μέγιστη εισπνοή τελειώνει απότομα με κλείσιμο της γλωττίδας, σύσπαση των κοιλιακών μυών και με μια αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης.

2. Εκπνοή

Αυτή είναι η διεργασία αποβολής αέρα από τους πνεύμονες και διακρίνεται σε ήρεμη και σε βαθιά εκπνοή.

Ήρεμη εκπνοή: Αυτή αποτελεί καθ' υπερροχή παθητικό φαινόμενο και οφείλεται σε:

- i. **άρση της σύσπασης** των εισπνευστικών μυών· το διάφραγμα ωθείται προς τα επάνω, λόγω της ελαστικής επαναφοράς των πνευμόνων,
- ii. **επαναφορά των εκπτυγμένων πνευμόνων** και του θωρακικού τοιχώματος, λόγω της ελαστικής τους επανασυσπείρωσης,
- iii. **επαναφορά των απωθημένων κοιλιακών σπλάχνων** από τη σύσπαση-κάθοδο του διαφράγματος στην εισπνοή και
- iv. **δράση, ίσως, του διαχόνδριου μέρους** των έξω μεσοπλεύριων μυών

Η σειρά των γεγονότων (φάσεων) στην εκπνοή έχει ως ακολούθως: χάλαση των αναπνευστικών μυών, μείωση του μεγέθους της θωρακικής κοιλότητας, μείωση της αρνητικής ενδοϋπεζωκοτικής πίεσης (από -10 με -15 στα -4 με -5 mmHg), μείωση της διαπνευμονικής πίεσης, σμίκρυνση του μεγέθους (όγκου) του πνεύμονα και δημιουργία κυψελιδικής πίεσης μεγαλύτερης της ατμοσφαιρικής πίεσης και έξοδος

(εκπνοή) του αέρα από τους πνεύμονες. Η εκπνευστική ροή του αέρα επέρχεται, λόγω παθητικής σύμπτωσης (κολλαγάρισμα) του αναπνευστικού συστήματος. Όταν αρχίζει η ήρεμη εκπνοή, η κυψελιδική πίεση είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στο τέλος της ήρεμης εκπνοής, που είναι η κατάσταση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας-FRC και δεν υφίσταται ροή αέρα, η ενδοϋπεζωκοτική πίεση προέρχεται μόνο από τις ελαστικές πιέσεις επανασυσπείρωσης των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος, που είναι, όμως, προς αντίθετες κατευθύνσεις η μια με την άλλη.

Βαθιά (βίαη) εκπνοή: Αυτή γίνεται με τη βούληση ή αντανακλαστικά, όταν αυξάνει ο πνευμονικός αερισμός, όπως κατά τη διάρκεια μυϊκής άσκησης• αποτελεί ενεργητικό φαινόμενο και οι μύες (εκπνευστικοί) που δρουν είναι:

- i. οι **έσω μεσοπλεύριοι μύες**, εκτός από διαχόνδριο μέρος τους (νεύρωση από το 1ο-11ο θωρακικό νευροτόμιο) η σύσπασή τους κατεβάζει τις πλευρές (κίνηση προς τα κάτω και μέσα) και ισχυροποιεί τα μεσοπλεύρια διαστήματα για να μη ενδίδουν κατά τη διάρκεια εκπνευστικών προσπαθειών, όπως ο βήχας,
- ii. οι **τρίγωνοι του στέρνου**, οι **μικροί οπίσθιοι** και **κάτω οδοντωτοί**• οι μύες αυτοί κατεβάζουν τις πλευρές και στενεύουν τα μεσοπλεύρια διαστήματα,
- iii. οι **κοιλιακοί μύες**• αυτοί περιλαμβάνουν τον έξω και έσω λοξό κοιλιακό, τον ορθό κοιλιακό και τον εγκάρσιο κοιλιακό μυ (νευρούνται από τα 6 κατώτερα θωρακικά και το 1ο οσφυϊκό νευροτόμιο του νωτιαίου μυελού). Οι μύες αυτοί κατεβάζουν τις κατώτερες πλευρές, κάμπτουν τον κορμό και κυρίως, με τη σύσπαστους, αυξάνουν την ενδοκοιλιακή πίεση• τα κοιλιακά σπλάχνα, τότε, ωθούνται προς τα επάνω, ενάντια στο διάφραγμα, το οποίο ευρισκόμενο σε χάλαση, ωθείται και αυτό προς τα επάνω, με αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου της θωρακικής κοιλότητας. Οι κοιλιακοί μύες αρχίζουν να συσπώνται από πνευμονικό αερισμό 40 L/min και επάνω και έντονα από αερισμό 7090 L/min, κατά την εκπνοή του εφεδρικού όγκου αέρα, το βήχα, το ζόρισμα και τον εμετό που απαιτούνται εκρηκτικές πιέσεις και υψηλές, γραμμικές ταχύτητες ροής αέρα, καθώς και στο τέλος μιας μέγιστης εισπνοής, που με τη σύγκλειση μαζί της γλωττίδας επέρχεται απότομο σταμάτημα της εισπνοής
- iv. οι **οσφυϊκοί μύες** και οι **μύες του περινέου** αυτοί εμποδίζουν τη μετακίνηση των σπλάχνων της κοιλίας προς τα εμπρός και κάτω
- v. το **διάφραγμα**• αυτό παραμένει σε σύσπαση και στην αρχή της εκπνοής για να μη μειώνεται ο όγκος του θώρακα απότομα και η εκπνοή να γίνεται ομαλότερη, ενώ στη συνέχεια χαλούται τελείως.

Η δράση των μυών αυτών, όλων συνήθως, ανεβάζει την ενδοπνευμονική πίεση κατά 20-30 mmHg επάνω από την ατμοσφαιρική πίεση, αλλά αυτό, παροδικά, μπορεί να φθάσει και στα 300 mmHg. Σε μέγιστη σύσπαση των κοιλιακών μυών η ενδοκοιλιακή πίεση μπορεί να φθάσει στα 150-200 mmHg και να προκαλέσει το σταμάτημα της ροής του αίματος στην κοιλιακή αορτή. Το βάθος της παρατεταμένης εκπνοής περιορίζεται από την ελαστική αντίσταση του θώρακα και από τα απωθημένα κοιλιακά σπλάχνα.

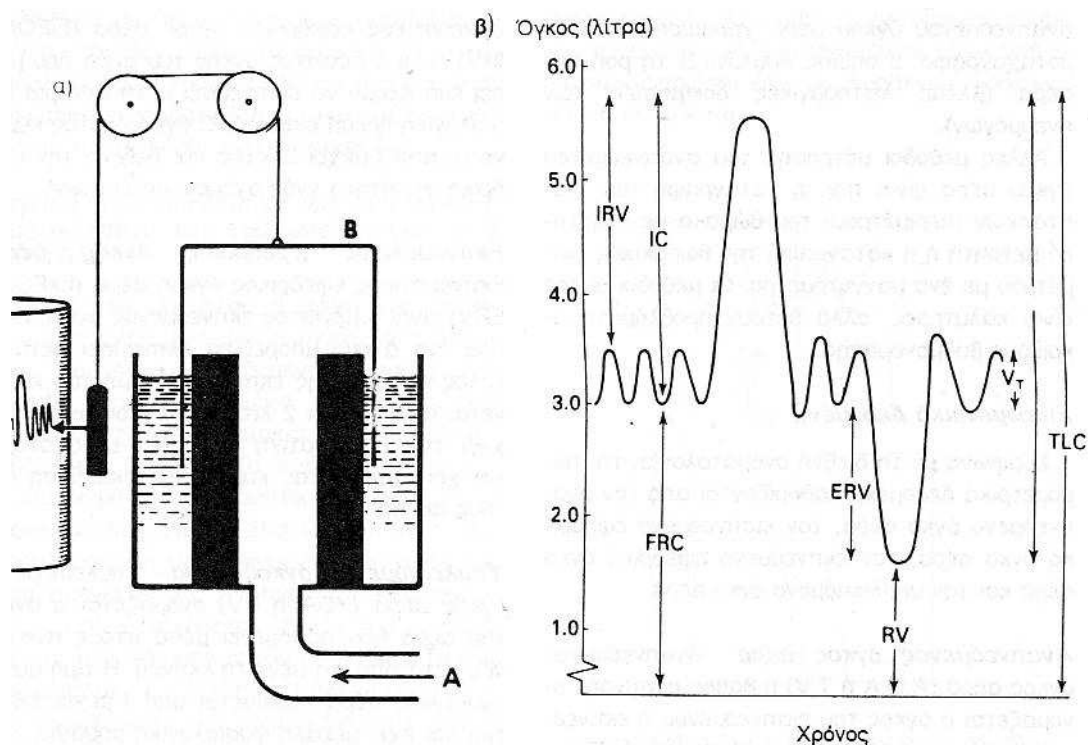
Κατά τη βίαη εκπνοή η ταχύτητα ροής του αέρα καθορίζεται από την κινούσα δύναμη, δηλαδή την κυψελιδική πίεση και την αντίσταση των αεροφόρων οδών στη ροή και δίδεται από τον τύπο:

$$\text{Ροή αέρα} = \frac{\text{(Κυψελιδική πίεση)}}{\text{(Αντίσταση αεροφόρων οδών)}}$$

3. Σπυρομετρία

Η σπυρομετρία μετρά το μετατοπιζόμενο όγκο αέρα κατά τις διάφορες φάσεις της αναπνοής, επομένως και την επάρκεια του αερισμού. Το όργανο που χρησιμοποιείται ονομάζεται **σπυρόμετρο** και είναι ένας καταγραφέας όγκου αέρα. Σήμερα, χρησιμοποιούνται σπυρόμετρα με κλειστό κύκλωμα, όπως το σπυρόμετρο του Benedict ή του Hutchinson. Με αυτά, το άτομο μπορεί να αναπνέει για κάποιο χρονικό διάστημα, γιατί υφίσταται ειδικό κύκλωμα που απορροφά το παραγόμενο O_2 και προστίθεται O_2 για να διατηρείται η συγκέντρωση του O_2 η ίδια με εκείνη του αέρα. Τα σπυρόμετρα αυτά επιτρέπουν, επίσης, τον υπολογισμό της κατανάλωσης του O_2 . Στα όργανα αυτά ο διαχωρισμός του εισπνεόμενου από του εκπνεόμενου όγκου αέρα γίνεται με τη χρήση βαλβίδας.

Το σπυρόμετρο αποτελείται από ένα ανεστραμμένο τύμπανο επάνω από ένα κύλινδρο, με διπλά τοιχώματα, πλήρη ύδατος για να επιτυγχάνεται στεγανότητα. Το βάρος του τυμπάνου αντισταθμίζεται με ανάλογο βάρος με τη βοήθεια τροχαλιών. Στο σύστημα τύμπανο-τροχαλίες είναι συνδεδεμένη γραφίδα που οι κινήσεις της καταγράφονται επάνω σε ένα περιστρεφόμενο καταγραφικό. Μέσα στο τύμπανο εισάγεται μίγμα αερίων, συνήθως ατμοσφαιρικός αέρας ή οξυγόνο, γιατί το σύστημα είναι κλειστό. Ο χώρος του τυμπάνου που περιέχει το αέριο μίγμα επικοινωνεί με το στόμα του ατόμου με κατάλληλο σωλήνα. Όταν το άτομο εκπνέει μέσα από το σωλήνα αυτόν, το τύμπανο κινείται προς τα επάνω και, όταν εισπνέει, το τύμπανο κινείται προς τα κάτω. Οι κινήσεις του τυμπάνου προκαλούν αντίστοιχες κινήσεις της γραφίδας, η οποία καταγράφει ένα διάγραμμα που ονομάζεται **αναπνευστικό διάγραμμα ή σπυρογράφημα**. (Σχήμα 3)



Σχήμα 3: Σπιρόμετρο και σπιρογράφημα

Το σπιρογράφημα μετρά δυο παράγοντες: (α) τον όγκο απλώς του μετατοπιζόμενου (διακινούμενου) αέρα και με την έννοια αυτή το σπιρογράφημα χρησιμεύει σαν στατική λειτουργική δοκιμασία των πνευμόνων και (β) το πόσο γρήγορα ο αέρας μπορεί να διακινηθεί (μετακινηθεί) εντός και εκτός των πνευμόνων (ταχύτητα ροής του αέρα) και με την έννοια αυτή το σπιρογράφημα αποτελεί μια από τις δυναμικές λειτουργικές δοκιμασίες των πνευμόνων.

Μια άλλη μέθοδος έμμεσου υπολογισμού του αναπνεόμενου όγκου αέρα χρησιμοποιεί πνευμοταχογράφο, ο οποίος υπολογίζει τη ροή του αέρα.

Άλλες μέθοδοι μέτρησης του αναπνεόμενου όγκου αέρα είναι π.χ. η καταγραφή των διαστάσεων (περιμέτρου) του θώρακα με σωματικό μετρητή ή η καταγραφή της θωρακικής διαμέτρου με ένα μαγνητόμετρο. Οι μέθοδοι αυτές είναι καλύτερες, αλλά θέτουν προβλήματα ακριβούς βαθμονόμησης.

4. Σπιρομετρικά δεδομένα

Σύμφωνα με τη διεθνή ονοματολογία, τα σπιρομετρικά δεδομένα καθορίζονται από τον αναπνεόμενο όγκο αέρα, τον εισπνεόμενο εφεδρικό όγκο αέρα, τον εκπνεόμενο εφεδρικό όγκο αέρα και τον υπολειπόμενο όγκο αέρα.

Αναπνεόμενος όγκος αέρα: Αναπνεόμενος όγκος αέρα (A.O.A ή T.V) ή βάθος αναπνοής ονομάζεται ο όγκος του εισπνεόμενου ή εκπνεόμενου αέρα σε κάθε κανονική αναπνοή. Σε υγιείς ενήλικες και σε κατάσταση ηρεμίας ο όγκος αυτός κυμαίνεται από 300 μέχρι 1500 ml, με μέση τιμή 500 ml. Από τον όγκο αυτόν ένα μέρος μόνο χρησιμοποιείται για τον κυψελιδικό αερισμό, περίπου τα 350 ml, το άλλο μέρος 150 ml αποτελεί τον αέρα του νεκρού χώρου (από τη ρίνα μέχρι τα τελικά βρογχιόλια). Η σύνθεση του αέρα του νεκρού χώρου είναι όμοια με εκείνη του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος, με τη διαφορά ότι ο αέρας του νεκρού χώρου είναι πλήρως κορεσμένος με υδρατμούς. Συνεπώς, όσο πιο βαθιά γίνεται η αναπνοή, τόσο περισσότερος καθαρός αέρας φθάνει στις κυψελίδες και ως εκ τούτου τόσο περισσότερο οξυγόνο πηγαίνει στους ιστούς. Ο αναπνεόμενος όγκος αέρα αυξάνει σε περιπτώσεις αυξημένου μεταβολισμού, όπως π.χ. στη μυϊκή εργασία, τον πυρετό κ.λπ.

Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα: Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα (ΕκΕΟΑ ή ERV) είναι ο μέγιστος όγκος του αέρα που μπορεί ένα άτομο να εισπνεύσει μετά από μια φυσιολογική ήρεμη εισπνοή. Ο όγκος αυτός κυμαίνεται από 1 μέχρι 3 λίτρα και δείχνει την εφεδρική ικανότητα ενός ατόμου για εισπνοή.

Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα: Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα (ΕκΕΟΑ ή ERV) είναι ο μέγιστος εκπνεόμενος όγκος αέρα που ένα άτομο μπορεί να εκπνεύσει μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής. Η τιμή του κυμαίνεται από 1 μέχρι 2 λίτρα. Ο όγκος αυτός δείχνει την εκπνευστική εφεδρεία ενός ατόμου και χρησιμοποιείται, κυρίως, με εκμάθηση από τους αθλητές.

Υπολειπόμενος όγκος αέρα: Υπολειπόμενος όγκος αέρα (ΥΟΑ ή RV) ονομάζεται ο όγκος του αέρα που παραμένει μέσα στους πνεύμονες μετά από μια μέγιστη εκπνοή. Η τιμή αυτού του όγκου αέρα κυμαίνεται από 1 μέχρι 1,5 λίτρα και έχει μεγάλη φυσιολογική σημασία, γιατί μέσα στον αέρα αυτό διαλύεται ο αναπνεόμενος όγκος αέρα. Ο υπολειπόμενος όγκος αέρα επιτρέπει μια αδιάκοπη ανταλλαγή των αερίων του αίματος και της κυψελίδας• αυτό προλαμβάνει τις διακυμάνσεις των αερίων του αίματος κατά τις φάσεις της αναπνοής (αναπνευστικός κύκλος), τόσο στην ήρεμη αναπνοή όσο και στη βαθιά αναπνοή. Ο υπολειπόμενος όγκος αέρα μαζί με τη ζωτική

χωρητικότητα αποτελούν την ολική πνευμονική χωρητικότητα. ΥΟΑ υπερβαίνουν τα 35% της ΟΧ υποδηλοί υπερδιάταση των πνευμόνων ή διαταραχή του κυψελιδικού αερισμού.

Ο υπολειπόμενος όγκος αέρα τείνει να αυξηθεί με την ηλικία, ενώ ο εισπνεόμενος εφεδρικός και ο εκπνεόμενος εφεδρικός όγκος αέρα γίνονται αναλογικώς μικρότεροι. Οι μεταβολές αυτές, δηλαδή η απώλεια της αναπνευστικής εφεδρείας με την ηλικία, αποδίδονται σε μείωση των ελαστικών στοιχείων του πνεύμονα.

Ο υπολειπόμενος όγκος αέρα δεν μπορεί να μετρηθεί με τη σπιρομετρία, γιατί πρόκειται περί όγκου που δεν μπορεί να εκδιώξει το άτομο. Ο υπολειπόμενος όγκος αέρα και η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα υπολογίζονται έμμεσα με τις μεθόδους που ακολουθούν.

5. Όγκος και χωρητικότητα

Στο σημείο αυτό πρέπει να καθορισθούν οι όροι **όγκος** και **χωρητικότητα**. Οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται και οι δυο, όταν γίνεται αναφορά σε υποδιαιρέσεις του πνευμονικού όγκου. Ο όρος **χωρητικότητα** χρησιμοποιείται, όταν ένας όγκος μπορεί να χωριστεί σε δυο ή περισσότερους όγκους· π.χ. σαν **εκπνευστικός εφεδρικός όγκος (ERV)** και σαν **υπολειπόμενος όγκος (RV)**, που ισούνται με τη **λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα**. Από τη συσχέτιση δυο ή περισσότερων όγκων αναπνεόμενου αέρα καθορίζονται οι διάφορες χωρητικότητες:

Ζωτική χωρητικότητα (ΖΧ ή FRC): Αυτή είναι ο μέγιστος όγκος αέρα που αποβάλλεται από τους πνεύμονες με ισχυρή εκπνευστική προσπάθεια, αφού έχει προηγηθεί αυτής μια μέγιστη εισπνοή. Δηλαδή, είναι το άθροισμα του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα, του αναπνεόμενου όγκου αέρα και του εκπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα και αποτελεί περίπου το 80% της ολικής χωρητικότητας.

Η ζωτική χωρητικότητα ποικίλλει σε φυσιολογικά άτομα και κυμαίνεται από 1400 μέχρι 7.000 ml, με μέση τιμή στους άνδρες 4.000 ml και στις γυναίκες 3.400 ml και εκφράζει το μέγιστο των αναπνευστικών δυνατοτήτων του ατόμου, δηλαδή τη συνολική ικανότητα να κινεί αέρα μέσα και έξω από τους πνεύμονες (αερισμός).

Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (ΛΥΧ): Αυτή είναι η ποσότητα του αέρα που παραμένει στους πνεύμονες μετά το τέλος μιας ήρεμης εκπνοής και είναι ίση με το άθροισμα του υπολειπόμενου όγκου αέρα και του εκπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα• η τιμή της είναι 2,4 λίτρα. Χρησιμεύει για τη μελέτη του κυψελιδικού αέρα.

Ολική χωρητικότητα των πνευμόνων (ΟΧ): Αυτή είναι η ποσότητα του αέρα που περιέχεται στους πνεύμονες κατά το τέλος μιας μέγιστης εισπνοής. Δηλαδή, είναι το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου αέρα, του εκπνευστικού όγκου αέρα του υπολειπόμενου όγκου αέρα και του εισπνευστικού όγκου αέρα. Η τιμή της είναι 5,400 μέχρι 6 λίτρα.

Εισπνευστική χωρητικότητα: Αυτή είναι η μέγιστη ποσότητα του αέρα η οποία μπορεί να εισπνευσθεί μετά το τέλος μιας ήρεμης εισπνοής, δηλαδή αποτελεί το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου αέρα και του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα.

Οι μεταβολές της εισπνευστικής χωρητικότητας σχετίζονται με τις μεταβολές της ΖΧ, δεδομένου ότι φυσιολογικώς η εισπνευστική χωρητικότητα αποτελεί το 75% περίπου της ΖΧ, ενώ τα υπόλοιπα 25% αποτελούνται από τον εκπνευστικό εφεδρικό όγκο αέρα.

6. Δυναμικοί πνευμονικοί όγκοι

Μέγιστη εκπνευστική ικανότητα (MEI): Αυτή είναι ο όγκος του αέρα που εξέρχεται των πνευμόνων, μετά από βαθύτατη εισπνοή, με όσο το δυνατό ταχεία και βαθιά εκπνοή. Δηλαδή, κατά τη MEI (σε αντίθεση με τη ZX) η εκπνοή γίνεται σε όσο το δυνατό μικρότερο χρονικό διάστημα. Σε φυσιολογικά άτομα η MEI και η ZX είναι ίσες. Η MEI και ο χρόνος αποβολής, που φυσιολογικά είναι 1,5-3 sec, χρησιμεύουν στην κλινική για την εκτίμηση της ύπαρξης ή μη βρογχοσύσπασης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται, επίσης, και οι υποδιαιρέσεις της MEI σε 1 sec, 2 sec και 3 sec.

Μέγιστος εκπνεόμενος όγκος αέρα στο πρώτο δευτερόλεπτο (MEO₁₀ ή FEV₁₀): Αυτός είναι ο μέγιστος όγκος αέρα που ένα άτομο μπορεί να εκπνεύσει όσο γίνεται πιο βίαια και γρήγορα στο πρώτο δευτερόλεπτο μέσα στο σπιρόμετρο, αφού έχει προηγηθεί μια μέγιστη εισπνοή. Πρόκειται για μια δυναμική μέτρηση της ZX, γιατί γίνεται σε συνάρτηση με το χρόνο και μπορεί να αποκαλύψει μια πνευμονοπάθεια, ενώ η στατική ZX όχι. Σε φυσιολογικό άτομο, αν ο FVC είναι 5 λίτρα, από τα οποία τα 4 λίτρα εκπνέονται στο πρώτο δευτερόλεπτο, τότε:

$$FEV_{1.0} / FVC = [4.0/5.0]*100 = 80\%$$

Σε φυσιολογικό άτομο ο MEO₁₀ έχει τιμή 80-85%

Μέγιστος αερισμός (MA): Αυτός είναι ο μέγιστος όγκος αέρα, ο οποίος μπορεί να αναπνευσθεί στο λεπτό με εθελούσια προσπάθεια και μετρείται σπιρομετρικώς· οι τιμές του είναι 150-170 lt/min και κυμαίνονται πολύ (S.D=+-2535%). Η δυναμική αυτή λειτουργική δοκιμασία συνίσταται σε ταχεία και βαθιά αναπνοή για 15 sec. Ο όγκος αυτός των 15 sec προεκτείνεται στον όγκο που θα είχε αναπνευσθεί από το άτομο, αν συνέχιζε να αναπνέει για 1 λεπτό.

7. Πνευμονικός αερισμός και η αναπνευστική παροχή

Πνευμονικός αερισμός ή ολικός αερισμός ονομάζεται ο όγκος του αέρα που εισέρχεται ή εξέρχεται με τη ρίνα και το στόμα σε κάθε αναπνοή. **Ολικός αερισμός λεπτού ή μέγεθος αναπνοής** (ή κατά λεπτό αναπνεόμενος αέρας ή αναπνευστική παροχή) ονομάζεται ο όγκος του αέρα που εισέρχεται στο λεπτό. Έτσι, η **αναπνευστική παροχή είναι το γινόμενο του εισπνεόμενου (ή εκπνεόμενου) όγκου αέρα επί την αναπνευστική συχνότητα**. Αυτό δείχνει ότι η αναπνευστική παροχή (ή ο πνευμονικός αερισμός) μπορεί να αυξηθεί είτε με αύξηση του αναπνεόμενου όγκου αέρα, είτε με αύξηση της αναπνευστικής συχνότητας ή και με τα δυο.

Κυψελιδικός αερισμός ονομάζεται ο όγκος του καθαρού αέρα που εισέρχεται στις κυψελίδες σε κάθε εισπνοή, ενώ **ανά λεπτό κυψελιδικός αερισμός** ονομάζεται ο όγκος του καθαρού αέρα που εισέρχεται στις κυψελίδες ανά λεπτό. Ο κυψελιδικός αερισμός είναι πάντα μικρότερος του ολικού αερισμού· το πόσο μικρότερος είναι, αυτό εξαρτάται από τον ανατομικό νεκρό χώρο, από τον αναπνεόμενο όγκο αέρα και από την αναπνευστική συχνότητα.

Σε ηρεμία ο ανά λεπτό όγκος του πνευμονικού αερισμού (αναπνευστική παροχή) κυμαίνεται από 3000 ml μέχρι 10.000 ml με μέση τιμή $16*500 = 8000 \text{ ml} = 8 \text{ λίτρα}$ αέρα. Σε έντονη μυϊκή προσπάθεια, η πνευμονική παροχή ή το μέγεθος αναπνοής

μπορεί να φθάσει μέχρι $25 \cdot 4.600 = 115.000 \text{ ml} = 115 \text{ λίτρα}$ ή και περισσότερο (200 lt).

Ο μηχανισμός του πνευμονικού αερισμού εμπλέκει τις αεροφόρους οδούς και τις κυψελίδες, καθώς και τους αναπνευστικούς μυς.

8. Σχέση κυψελιδικού αερισμού-αιμάτωσης (V_A/Q)

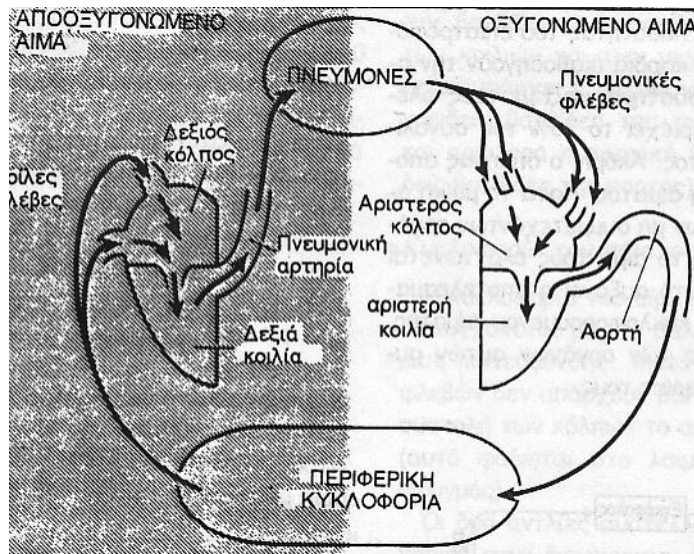
Στον άνθρωπο, σε κατάσταση ηρεμίας, η σχέση μεταξύ του ολικού κυψελιδικού αερισμού (4,2 λίτρα) και της ολικής αιμάτωσης (5 λίτρα) είναι περίπου $4,2/5,0 = 0,8$. Η σχέση αυτή είναι η ιδανική και συμβαίνει σε ένα τέλειο πνεύμονα, δηλαδή όταν η κάθε τους μονάδα ανταλλαγής αερίων του έχει την ίδια σχέση V_A/Q , δηλαδή είναι η περίπτωση του ομοιογενή πνεύμονα. Όμως, ο πνεύμονας, κανονικά, είναι ανομοιογενής, γιατί η σχέση V_A/Q στις κορυφές είναι αυξημένη και στις βάσεις χαμηλή. Έτσι, η σχέση V_A/Q , από πλευράς μονάδων ανταλλαγής των αερίων στους πνεύμονες, μπορεί να διακριθεί σε χαμηλή, υψηλή και μηδέν.

- i. **Σχέση V_A/Q χαμηλή:** Πρόκειται για μονάδες ανταλλαγής οι οποίες δέχονται λίγο αέρα και πολύ αίμα• αυτό σημαίνει ότι αυτές **υποαερίζονται σχετικά με την αιμάτωσή τους**, γι' αυτό θα έχουν ένα PO_2 χαμηλό και ένα PCO_2 υψηλό.
- ii. **Σχέση V_A/Q υψηλή:** Πρόκειται για μονάδες ανταλλαγής οι οποίες δέχονται πολύ αέρα και λίγο αίμα• αυτό σημαίνει ότι αυτές **υπεραερίζονται σχετικά με την αιμάτωσή τους**, γι' αυτό θα έχουν ένα PO_2 υψηλό και ένα PCO_2 χαμηλό• στην περίπτωση αυτή υπάρχει πολύ περισσότερο διαθέσιμο O_2 στις κυψελίδες από αυτό που μπορεί να απομακρυνθεί από αυτές με το διερχόμενο αίμα, κάτι που αναφέρεται με την έκφραση ο αερισμός πάει χαμένος. Επιπρόσθετα, και ο αερισμός της περιοχής του ανατομικού νεκρού χώρου των αναπνευστικών αεροφόρων οδών θεωρείται, επίσης, αρνητικό στοιχείο. Το άθροισμα των δυο αυτών μορφών χαμένου αερισμού ονομάζεται **φυσιολογικός νεκρός χώρος**.
- iii. **Σχέση V_A/Q μηδέν:** Πρόκειται για μονάδες ανταλλαγής που αιματώνονται, αλλά δεν αερίζονται αυτό σημαίνει ότι συμβάλλουν στην είσοδο φλεβικού αίματος.

Σε παθολογικές καταστάσεις μπορεί να συνδυάζονται οι περιπτώσεις της σχέσης V_A/Q , όπως π.χ. στην αποφρακτική νόσο των πνευμόνων όπου υπάρχουν περιοχές με V_A/Q που πλησιάζει στο μηδέν και περιοχές όπου η σχέση V_A/Q είναι αυξημένη. Οι επιδράσεις της κακής κατανομής της σχέσης αερισμός-αιμάτωση εξηγούν σχεδόν πλήρως τη διαφορά των μερικών πιέσεων του CO_2 που υφίστανται μεταξύ αρτηριακού αίματος και κυψελιδικού αέρα και επάνω από το μισό της διαφοράς των μερικών πιέσεων του O_2 που υφίστανται μεταξύ του κυψελιδικού αέρα και του αρτηριακού αίματος.

ΑΝΑΤΟΜΙΑ & ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Σχήμα 1: Διάγραμμα της κυκλοφορίας του αίματος

A. ΓΕΝΙΚΑ

1. Καρδίες - Κοιλίες – Κόλποι

Η καρδιά αποτελεί την αντλία του κυκλοφορικού συστήματος και μάλιστα αυτή θεωρείται ότι αποτελείται από δυο αντλίες ενωμένες μεταξύ τους, στο ίδιο όργανο: τη δεξιά και την αριστερή καρδιά.

Δεξιά καρδιά: Αυτή ευρίσκεται προς τα δεξιά και εμπρός και αποτελείται από:

- i. **το δεξιό κόλπο**, στον οποίο εκβάλλουν οι κοίλες φλέβες και ο στεφανιαίος κόλπος (το αίμα της στεφανιαίας κυκλοφορίας) και
- ii. **τη δεξιά κοιλία**, που δέχεται το αίμα του κόλπου και το εκτοξεύει στην πνευμονική αρτηρία, που εξορμάται από αυτήν.

Αριστερή καρδιά: Αυτή κείται προς τα αριστερά και οπίσω και αποτελείται από:

- i. **τον αριστερό κόλπο**, στον οποίο εκβάλλουν οι 4 πνευμονικές φλέβες και
- ii. **την αριστερή κοιλία**, που δέχεται το αίμα του κόλπου και το διοχετεύει στην αορτή, που εξορμάται από αυτήν.

2. Βαλβίδες της καρδιάς

Μεταξύ των κόλπων και κοιλιών υπάρχουν οι **καλποκοιλιακές βαλβίδες**, στη δεξιά καρδιά η **τριγλώχιν** και στην αριστερή καρδιά η **διγλώχιν** βαλβίδα (ή μιτροειδής βαλβίδα). Μεταξύ των κοιλιών και των μεγάλων αγγείων τους, δεξιά υπάρχει η **πνευμονική** βαλβίδα (ή οι μηνοειδείς βαλβίδες της πνευμονικής αρτηρίας) και αριστερά η **αορτική** βαλβίδα (ή οι μηνοειδείς βαλβίδες της αορτής).

3. Κυκλοφορία του αίματος στην καρδιά

Η κυκλοφορία του αίματος μέσα στην καρδιά επιτυγχάνεται με τις βαλβίδες της, που είναι μιας κατεύθυνσης. Μεταξύ των κόλπων και φλεβών δεν υπάρχουν βαλβίδες. Έτσι, κατά τη συστολή των κόλπων το αίμα κινείται αντίθετα (αυτό φαίνεται στο λαιμό σαν σφαγιτιδικός σφυγμός).

Οι δυο αντλίες συστέλλονται σχεδόν ταυτόχρονα, γιατί διεγείρονται από τον ίδιο βηματοδότη. Οι κόλποι αναπτύσσουν χαμηλές πιέσεις, για να πληρώσουν τις κοιλίες με αίμα και οι κοιλίες αναπτύσσουν υψηλές πιέσεις για να διοχετεύσουν το αίμα εκτός καρδιάς.

Η κίνηση του αίματος μεταξύ των δυο αντλιών-καρδιών είναι μιας κατεύθυνσης. Το αίμα από τη δεξιά κοιλία αντλείται στην πνευμονική αρτηρία και στους πνεύμονες και επιστρέφει στην αριστερή καρδιά, από την οποία το αίμα επαναντλείται (δεύτερη άντληση), εξωθούμενο, έτσι, επιπρόσθετα, πριν να διανεμηθεί στην περιφέρεια.

Η αριστερή κοιλία αναπτύσσει πολύ πιο μεγαλύτερες πιέσεις από ό,τι η δεξιά κοιλία, λόγω της μεγάλης διαδρομής της περιφερικής κυκλοφορίας (μεγάλες αντιστάσεις) και για το λόγο αυτό το τοίχωμα της αριστερής κοιλίας είναι πιο παχύ και μυώδες, με μεγαλύτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο. Το οξυγόνο φέρεται στο μυοκάρδιο της καρδιάς με τις δυο στεφανιαίες αρτηρίες. Σε θέση κατακεκλιμένη και σε κατάσταση ηρεμίας, η καρδιά στέλνει σε όλο το σώμα 5 λίτρα αίματος στο λεπτό, που ονομάζεται **καρδιακή παροχή**.

Για να είναι αποδοτική η λειτουργία της άντλησης, η καρδιά πρέπει να κτυπά (συστέλλεται) με ρυθμό, για να δίδεται χρόνος στις κοιλότητες της να αδειάζουν και να γεμίζουν με αίμα. Επίσης, οι κόλποι πρέπει να συστέλλονται, όταν οι κοιλίες ευρίσκονται σε χάλαση.

Η εναλλαγή της συστολής και της χάλασης των κόλπων και των κοιλιών επιτυγχάνεται με ένα ηλεκτρικό μηχανισμό ρύθμισης, που είναι ο **φλεβόκομβος**, ο οποίος δημιουργεί τα ηλεκτρικά ερεθίσματα για τη διέγερση και συστολή του καρδιακού μυός. Ακόμη, στους κόλπους υπάρχει ένα ειδικό σύστημα (διακομβικές συνδέσεις) μεταφοράς του ερεθίσματος στον κολποκοιλιακό κόμβο. Στη συνέχεια, η διέγερση από τον κολποκοιλιακό κόμβο (από τον κόλπο) περνά με το κοινό δεμάτιο του His στις κοιλίες και με τα δυο σκέλη (δεξιό και αριστερό) του δεματίου του His και το σύστημα των ιών του Purkinje φέρεται στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Έτσι, με το σύστημα αυτό μεταφοράς, το ερέθισμα μεταφέρεται τάχιστα από τους κόλπους στις κοιλίες. Η ηλεκτρική αυτή δραστηριότητα της καρδιάς διαπιστώνεται στην επιφάνεια του σώματος και καταγράφεται σαν **ηλεκτροκαρδιογράφημα**.

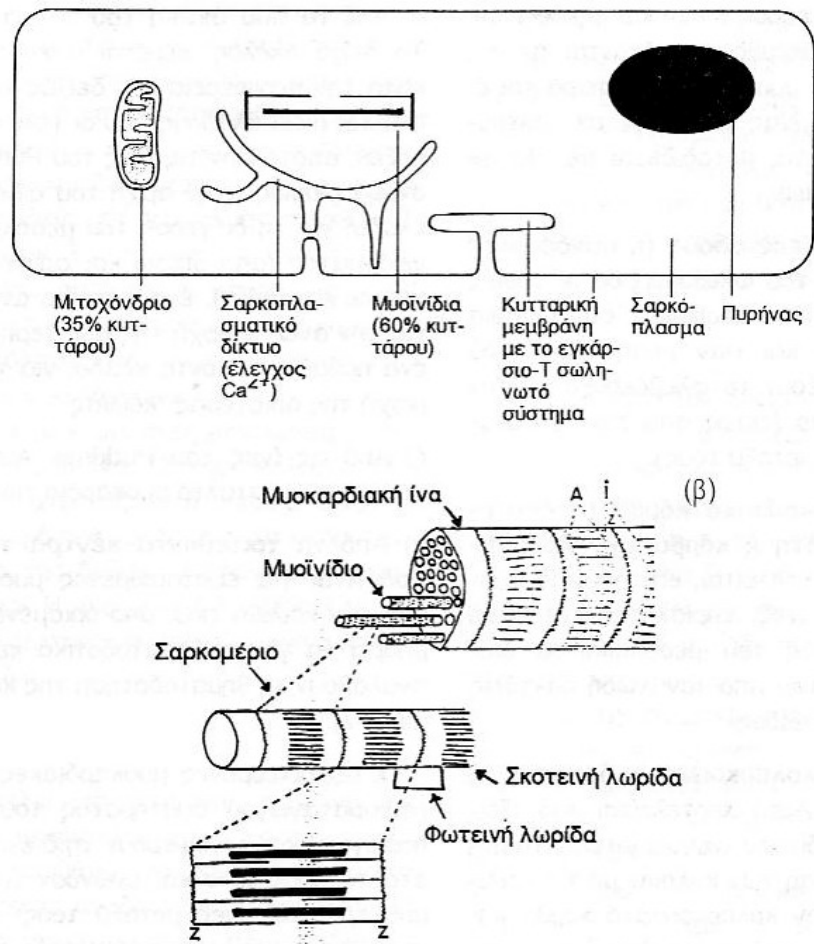
Η πίεση του αίματος που δημιουργεί η συστολή της καρδιάς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη ροή του αίματος μέσα στο σώμα. Συνεπώς, η ρύθμιση της πίεσης του αίματος είναι μέγιστης σπουδαιότητας.

4. Θέση της καρδιάς στο θώρακα

Η καρδιά ευρίσκεται στο μεσαύλιο και καλύπτεται στα πλάγια από τους πνεύμονες (μεσοπνευμόνιος χώρος). Το πρόσθιο μέρος της ευρίσκεται όπισθεν από το στέρνο και το οπίσθιο εμπρός από τη σπονδυλική στήλη (4ος μέχρι 9ος θωρακικός σπόνδυλος). Μεταξύ καρδιάς και σπονδυλικής στήλης υπάρχει ο οισοφάγος και η κατιούσα θωρακική αορτή. Η καρδιά κείται ελαφρώς προς τα αριστερά της μέσης γραμμής και στηρίζεται επάνω στο ινώδες τμήμα του διαφράγματος. Επάνω από την

καρδία είναι τα μεγάλα αγγεία της και η τραχεία και οι βρόγχοι. Η καρδία διακρίνεται σε βάση (προς τα επάνω) και κορυφή (προς τα κάτω), η οποία αποτελεί το αιχμηρό άκρο των δυο κοιλιών (αντιστοιχεί στο 5ο αριστερό μεσοπλεύριο διάστημα). Τα όρια των καρδιακών κοιλοτήτων καθορίζονται ακτινολογικώς με τη λήψη οπισθοπροσθίας και πλαγίας τηλακτινογραφίας καρδιάς. Ο **καρδιοθωρακικός δείκτης** είναι η μέγιστη εγκάρσια διάμετρος της καρδιακής σκιάς (σε οπισθοπροσθία τηλακτινογραφία καρδιάς) σαν ποσοστό της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου του θώρακα. Η ανώτερη φυσιολογική τιμή του δείκτη είναι ολίγο μικρότερη του 50%.

B. ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ



Σχήμα 2: Διαγραμματική παρουσίαση (α) του μυοκαρδιακού κυττάρου με τα οργανίδιά του, (β) το σαρκομέριο με τα μικκύλια της ακτίνης και της νυοσίνης

1. Τοιχώματα της καρδιάς

Η καρδία θεωρείται ότι είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο, που ευρίσκεται μέσα στο περικάρδιο και έχει σχήμα κωνικό. Το μέγεθός της αντιστοιχεί σε κλειστή παλάμη, έχει μήκος 12 cm και βάρος 250-350 g (καρδία ενήλικα).

Από έξω προς τα μέσα η καρδία αποτελείται από:

- i. το **επικάρδιο**, το οποίο γύρω από τη βάση της καρδιάς αναδιπλώνεται και αποτελεί το **περικάρδιο** (περισπλάχνιο και περίτονο πέταλο αντίστοιχα),
- ii. το **μυοκάρδιο**, που αποτελεί τον κύριο ιστό της καρδιάς και
- iii. το **ενδοκάρδιο**, το οποίο μεταξύ των κόλπων και των κοιλιών και μεταξύ κοιλιών και μεγάλων αγγείων της καρδιάς αναδιπλώνεται και ενισχύεται, σχηματίζοντας τις κολποκοιλιακές βαλβίδες και τις μηννοειδείς βαλβίδες της πνευμονικής αρτηρίας και της αορτής.

Οι δυο κόλποι (δεξιός και αριστερός) και οι δυο κοιλίες (δεξιά και αριστερή) διαχωρίζονται αντίστοιχα, με το **μεσοκολπικό** και το **μεσοκοιλιακό διάφραγμα**. Οι μυϊκές ίνες των κόλπων διαπλέκονται μόνο μεταξύ τους, όπως και των κοιλιών μόνο μεταξύ τους, και όχι τω. κόλπων με των κοιλιών, γιατί στα κολποκοιλιακά ανοίγματα παρεμβάλλονται οι **ινώδεις δακτύλιοι**. Έτσι, μεταξύ κολπικού και κοιλιακού μυοκαρδίου δεν υφίσταται σύνδεση. Η μόνη μυϊκή σύνδεση που υφίσταται είναι αυτή με το δεμάτιο του His. Οι ινώδεις δακτύλιοι χρησιμεύουν για την πρόσφυση ή την έκφυση των μυϊκών ινών των κόλπων και των κοιλιών. Από τους δακτυλίους αυτούς εκφύονται δεξιά η τριγλώχιν βαλβίδα και αριστερά η διγλώχιν βαλβίδα (μιτροειδής βαλβίδα). Επίσης, μεταξύ των κοιλιών και των ιστών του τοιχώματος των μεγάλων αγγείων δεν υφίσταται μυϊκή σύνδεση γιατί υπάρχουν εκεί οι δυο ινώδεις δακτύλιοι από τους οποίους εκφύονται οι μηννοειδείς βαλβίδες της πνευμονικής αρτηρίας και της αορτής.

2. Κοιλότητες της καρδιάς

Οι κοιλότητες της καρδιάς είναι:

- i. ο **δεξιός κόλπος**, ο οποίος έχει λεπτό τοίχωμα, η κοιλότητά του είναι δοκιδώδης και σε αυτόν εκβάλλουν η άνω και η κάτω κοίλη φλέβα και ο στεφανιαίος κόλπος,
- ii. ο **αριστερός κόλπος**, με λεπτό τοίχωμα, στον οποίο εκβάλλουν οι τέσσερις πνευμονικές φλέβες,
- iii. η **δεξιά κοιλία**, η οποία έχει τοίχωμα λεπτότερο της αριστερής κοιλίας (το ένα τρίτο) και η οποία διαχωρίζεται σε χώρο εισροής, όπου υπάρχουν παχείες μυϊκές λωρίδες (η άνω λωρίδα ονομάζεται υπερκοιλιακή κρύστα-ακρολοφία) και σε χώρο εκροής, όπου το άνω μέρος του (πνευμονικός κώνος) εκβάλλει στην πνευμονική αρτηρία, και
- iv. η **αριστερή κοιλία**, που φέρει παχέα μυϊκά τοιχώματα.

3. Βαλβίδες της καρδιάς

Οι δυο βαλβίδες, η **μιτροειδής** και η **αορτική**, που παράκεινται η μία στην άλλη, συνδέονται με δυο παχείς ινώδεις δακτυλίους. Η βάση-ρίζα της πρόσθιας γλωχίνος της μιτροειδούς κείται δίπλα στην αριστερή οπίσθια αορτική γλωχίνα. Η αριστερή κοιλία έχει δυο μεγάλους Θηλοειδείς μυς, τον πρόσθιο και τον οπίσθιο για τις αντίστοιχες δυο γλωχίνες της μιτροειδούς βαλβίδας.

Οι βαλβίδες της καρδιάς είναι τέσσερις και εξορμούνται από τους τέσσερις ινώδεις δακτυλίους της καρδιάς, που αποτελούν τον ινώδη σκελετό της (αυτός συγκρατεί τις τέσσερις κοιλότητες της καρδιάς στη συστολή της). Η τριγλώχιν κολποκοιλιακή βαλβίδα (μεταξύ δεξιού κόλπου και δεξιάς κοιλίας) αποτελείται από τρεις γλωχίνες και η διγλώχιν ή μιτροειδής βαλβίδα αποτελείται από δυο γλωχίνες. Οι γλωχίνες των βαλβίδων αυτών φέρουν ένα ινώδη σκελετό που καλύπτεται και από τις

δυο επιφάνειές τους με επιθήλιο-ενδοθήλιο (ενδοκάριο), έχουν σχήμα τριγωνικό και προβάλλουν από το δακτύλιό τους μέσα στις σύστοιχες κοιλότητες τους. Στο ελεύθερο χείλος και στην οπίσθια επιφάνεια κάθε γλωχίνος προσφύονται πολλές, λεπτότητες, αλλά ισχυρές χορδές που ονομάζονται τενόντιες χορδές. Το άλλο άκρο των τενόντιων χορδών συνδέεται και συγκρατείται με τους θηλοειδείς μυς του τοιχώματος της κάθε κοιλίας. Οι τενόντιες χορδές χρησιμεύουν απλώς για να επαναφέρουν τις γλωχίνες των βαλβίδων στη θέση τους και όχι για να προκαλούν τη σύγκλειση ή τη διάνοιξη των βαλβίδων.

Με την κατασκευή αυτή της βαλβίδας ή **σύστημα της βαλβίδας** επιτυγχάνεται: (1) το στήριγμα των γλωχίνων, (2) το τέντωμα των τενόντιων χορδών, με τη συστολή των θηλοειδών μυών, κατά τη συστολή των κοιλιών, (3) η μη προβολή των γλωχίνων μέσα στην κοιλότητα του κόλπου, οι οποίες θα τον πληρούσαν και θα καταργούσαν τη λειτουργία του και (4) η τέλεια-πλήρης σύγκλειση της βαλβίδας. Οι κολποκοιλιακές βαλβίδες είναι ανοικτές, όταν το αίμα φέρεται από τους κόλπους στις κοιλίες και παραμένουν κλειστές κατά τη διάρκεια της συστολής των κοιλιών, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η παλινδρόμηση-επιστροφή του αίματος από τις κοιλίες στους κόλπους.

Οι γλωχίνες της τριγλώχινος βαλβίδος είναι η πρόσθια, η οπίσθια και η μέση ή διαφραγματική γλωχίν. Οι γλωχίνες της μιτροειδούς βαλβίδας είναι η πρόσθια (πολύ μεγάλη) και η οπίσθια (μικρή). Οι γλωχίνες αυτές συγκρατούνται καλά με τις τενόντιες χορδές τους, έτσι που να μπορούν να ανθίστανται στις υψηλές πιέσεις της κοιλίας.

Οι **μηνοειδείς** (ή σιγμοειδείς) **βαλβίδες της αορτής** και της **πνευμονικής αρτηρίας** ευρίσκονται στη βάση των αγγείων αυτών. Κάθε μια από τις βαλβίδες αυτές αποτελείται από τρία μηνοειδή πέταλα ή γλωχίνες, που προσφύονται στον ινώδη δακτύλιο της βαλβίδας. Οι γλωχίνες αυτές, κατά τη συστολή των κοιλιών, ανοίγουν προς τα επάνω, μέσα στον αυλό της αορτής. Όταν αυτές είναι κλεισμένες, όπως κατά τη διαστολή των κοιλιών, η μια γλωχίν στηρίζει την άλλη κατ' αντιπαράθεση. Οι γλωχίνες των βαλβίδων αυτών έχουν πεπαχυσμένα ινώδη χείλη και δεν έχουν τενόντιες χορδές και θηλοειδείς μυς για να τις συγκρατούν και να τις κινούν. Το τοίχωμα της αορτής, απέναντι στο οποίο ανοίγουν οι μηνοειδείς βαλβίδες (η κοίλη επιφάνειά τους), είναι διευρυμένο σε τρεις κόλπους, που ονομάζονται **οι μηνοειδείς κόλποι του Valsalva**.

Η αορτή έχει δυο οπίσθιες μηνοειδείς γλωχίνες και μια πρόσθια. Στους κόλπους του Valsalva, που σχηματίζουν η οπίσθια αριστερή γλωχίν και η πρόσθια, υπάρχουν τα στόμια της αριστερής και της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας, αντίστοιχα. Η πνευμονική βαλβίδα έχει μια δεξιά και μια αριστερή πρόσθια γλωχίνα και μια οπίσθια γλωχίνα.

4. Επικάριο

Αυτό αποτελεί μια ορογόνο μεμβράνη που καλύπτει και περιβάλλει το μυοκάριο (μέσος χιτώνας της καρδιάς). Το επικάριο προς τη βάση της καρδιάς αναδιπλώνεται και σχηματίζει ένα σάκο, που ονομάζεται **περικάρδιο**, μέσα στο οποίο ευρίσκεται η καρδιά. Επομένως, το περικάρδιο αποτελείται από το περισπλάχνιο πέταλο (επικάριο) και από το περίτονο πέταλο (είναι η αναδίπλωση του περισπλάχνιου-επικαρδίου). Τα πέταλα αυτά διαχωρίζονται μεταξύ τους από ένα δυνητικό χώρο, που ονομάζεται **περικαρδιακή κοιλότητα**, η οποία περιέχει μερικά ml υγρού, λόγω της λιπαντικής του δράσης του οποίου η καρδιά μπορεί και κινείται ελεύθερα.

Το περικάρδιο επεκτείνεται προς τα άνω μέχρι το μέσο της άνω κοίλης φλέβας και οι προσφύσεις τις οποίες σχηματίζει αυτό γύρω από τις κύριες φλέβες της καρδιάς στηρίζουν την καρδιά σταθερά κατά την οπίσθια επιφάνειά της.

5. Ενδοκάρδιο

Αυτό επενδύει εσωτερικώς την καρδιά (έσω χιτώνας). Οι βαλβίδες της καρδιάς αποτελούν ακριβώς πεπαχυσμένα μέρη του ενδοκαρδίου. Το ενδοκάρδιο είναι ένας ορογόνος υμένας, αποτελούμενος από μια λεπτή στοιβάδα ινώδους συνεκτικού ιστού, περιβαλλόμενη από λεπτότατα επιθηλιακά κύτταρα (ενδοθήλιο).

6. Μυοκάρδιο

Αυτό συνιστά τον κύριο ιστό της καρδιάς (ο μέσος χιτώνας) και αποτελείται από μυϊκές ίνες (μυοκύτταρα) με πολλές ομοιότητες με τα άλλα είδη του μυϊκού ιστού. Οι μυϊκές ίνες έρχονται σε επαφή μεταξύ τους με τους εμβόλιμους (ή ενδιάμεσα διαφράγματα) δίσκους οι οποίοι τις συνδέουν ισχυρώς, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η μετάδοση της συστολής από τη μια ίνα στην άλλη. Οι μυοκαρδιακές ίνες διατηρούν την ανατομική τους ανεξαρτησία. Όμως, με τη λειτουργική έννοια, αυτές αποτελούν ένα συγκύτιο, γιατί στα σημεία επαφής τους υφίσταται πολύ μεγάλη αγωγιμότητα, δηλαδή η μετάδοση της διέγερσης γίνεται τάχιστα και η συστολή των μυοκαρδιακών ινών (κάθε κοιλότητας) ενιαία. Υπάρχουν δυο λειτουργικά συγκύτια, των κόλπων και των κοιλιών, από τα οποία πρώτα συστέλλεται των κόλπων και μετά των κοιλιών (κόλποι-κοιλίες).

Το μυοκάρδιο αποτελείται από δυο είδη μυοκαρδίου (ή μυοκαρδιακών ινών): το ερεθισματοαγωγό μυοκάρδιο και το συσταλτό μυοκάρδιο.

Ερεθισματοαγωγό μυοκάρδιο: Το μυοκάρδιο αυτό (ή σύστημα παραγωγής και αγωγής της διέγερσης-ερεθίσματος αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- i. Από το **φλεβόκομβο (ή πρωτεύοντα βηματοδότη ή κόμβο του Keith-Flack)**: Αυτός αποτελείται από εξειδικευμένες κολπικές μυοκαρδιακές ίνες, που εντοπίζονται στο δεξιό κόλπο (περιοχή σύνδεσης του κόλπου με την άνω κοίλη φλέβα) και έχει εύρος 3 mm και μήκος 1 cm. Οι ίνες του φλεβοκόμβου συνδέονται με τις ίνες του συσταλτού μυοκαρδίου σε σειρά και έτσι το ρεύμα ενεργείας των ινών του φλεβοκόμβου, αναπόφευκτα, μεταδίδεται σε όλο το μυοκάρδιο των κόλπων.
- ii. Από τις **διακομβικές οδούς (ή συνδέσεις)**: Πρόκειται για ίνες του φλεβοκόμβου οι οποίες σαν πρόσθια οδός (του Bachman), σαν οπίσθια οδός (του Thorel) και σαν μέση οδός (του Wenckebach) συνδέουν το φλεβόκομβο με τον κολποκοιλιακό κόμβο (εκτός από την οδό σύνδεσης των κόλπων μεταξύ τους).
- iii. Από τον **κολποκοιλιακό κόμβο (ή δευτερεύοντα βηματοδότη ή κόμβο των Aschoff Tawara)**: Αυτός αποτελείται, επίσης, από εξειδικευμένες μυϊκές ίνες, ευρίσκεται στη βάση της δεξιάς πλευράς του μεσοκολπικού διαφράγματος και επάνω από τον ινώδη δακτύλιο της τριγλώχινος βαλβίδας.
- iv. Από το **κοινό κολποκοιλιακό δεμάτιο (ή δεμάτιο του His)**: Αυτό αποτελείται από εξειδικευμένες μυοκαρδιακές ίνες (αποτελεί τη μοναδική μυϊκή σύνδεση των κόλπων με τις κοιλίες), εκκινεί από τον κολποκοιλιακό κόμβο και εισέρχεται στο κοιλιακό μυοκάρδιο, όπου δίδει τα δυο σκέλη του, το δεξιό και το αριστερό σκέλος του δεματίου του His.

- v. Από τα **δύο σκέλη του δεματίου του His**: Το δεξιό σκέλος φέρεται υπενδοκαρδίως και κατά την περιφέρεια της δεξιάς κοιλίας (κορυφή) και δίδει κλάδους που οι τελικές τους απολήξεις αποτελούν τις ίνες του Purkinje. Το αριστερό σκέλος στην αρχή του δίδει ένα βραχύ κλάδο, για τη διέγερση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος (από οπίσω και αριστερά προς τα πρόσω και δεξιά), ένα πρόσθιο ανιόντα κλάδο, για την άνω περιοχή της αριστερής κοιλίας και ένα πρόσθιο κατιόντα κλάδο, για την κάτω περιοχή της αριστεράς κοιλίας.
- vi. Από τις **ίνες του Purkinje**: Αυτές εφάπτονται με το συσταλτό μυοκάρδιο των κοιλιών.
- vii. Από τα **τριτεύοντα κέντρα των κοιλιών**: Πρόκειται για εξειδικευμένες μυοκαρδιακές ίνες των κοιλιών που, υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να γίνουν βηματοδοτικά κέντρα και να αναλάβουν τη βηματοδότηση της καρδιάς.

Οι εξειδικευμένες μυοκαρδιακές ίνες του ερεθισματοαγωγού συστήματος του μυοκαρδίου παράγουν και μεταφέρουν τη διέγερση στο συσταλτό μυοκάρδιο και ενώνουν τις συσταλτές μυοκαρδιακές ίνες μεταξύ τους: των κόλπων μεταξύ τους, των κοιλιών μεταξύ τους και των κόλπων και των κοιλιών μεταξύ τους.

Συσταλτό μυοκάρδιο: Αυτό επιτελεί τη μηχανική λειτουργία της καρδιάς, τη συστολή-χάλαση, με την οποία το αίμα κινείται μέσα στο κλειστό κυκλοφορικό σύστημα. Ο μηχανισμός της συστολής του μυοκαρδίου εξηγείται με τη θεωρία της **διολίσθησης των μικκυλίων** του Huxley. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η διέγερση της μυοκαρδιακής ίνας επιφέρει σειρά χημικών αντιδράσεων που ασκούνται σε ορισμένα συστατικά της ίνας, τις συσταλτές πρωτεΐνες (μικκύλια) και τις ρυθμιστικές πρωτεΐνες. Τα μικκύλια των συσταλών πρωτεϊνών είναι διατεταγμένα παράλληλα σε ομάδες μέσα στα μυοϊνίδια της μυϊκής ίνας. Κατά τη συστολή, τα μικκύλια αυτά συνδέονται μεταξύ τους πρόσκαιρα.

C. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΗ ΚΑΡΔΙΑ

Η δύναμη και βράχυνση του μυοκαρδίου (καθορίζουν το συστολικό όγκο αίματος) επηρεάζεται από τρεις κύριους παράγοντες: το προφορτίο, το μεταφορτίο και τη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου. Το προ-φορτίο και το μεταφορτίο αναφέρονται συχνά μαζί σαν φορτίο ή φόρτιση, γιατί η καρδιά αντιλαμβάνεται και τα δυο φορτία. Το προ-φορτίο το αντιλαμβάνεται κατά το τέλος της διαστολής της από το βαθμό διάτασης των μυοκαρδιακών της ινών και το μεταφορτίο (πίεσεις-αντιστάσεις στα μεγάλα αγγεία) το αντιλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της συστολής της.

1. Αρχή του προ-φορτίου (ή της προφόρτισης ή νόμος των Frank - Starling)

Η αρχή αυτή αναφέρει ότι ο βαθμός βράχυνσης-συστολής (ένταση συστολής) του μυοκαρδίου καθορίζεται από το μήκος των μυοκαρδιακών ινών κατά το τέλος της διαστολής. Το προ-φορτίο που ασκείται επί των μυοκαρδιακών ινών και το οποίο καθορίζει το μήκος αυτό είναι ο τελο-διαστολικός όγκος αίματος της κοιλίας (ΤΔΟ) ή

η τελο-διαστολική πίεση (πλήρωσης) της κοιλίας (ΤΔΠ). Η σχέση μήκους και βαθμού βράχυνσης δεν αναφέρεται σε μία μόνο καμπύλη, γιατί υπάρχει ομάδα καμπυλών για κάθε κοιλία και παράγοντες ορμονικοί, νευροφυτικοί, μεταβολικοί καθορίζουν με βάση ποία από τις καμπύλες αυτές η κοιλία ενεργεί σε μια δεδομένη στιγμή. Επίσης, η σχέση αρχικό μήκος-ενδοκοιλιακή πίεση μεταβάλλεται και από μεταβολές της διατασιμότητας της κοιλίας (αυτές επέρχονται χρονίως ή και οξέως). Ο νόμος του Starling, ακόμη, εξηγεί τις ίσες παροχές που έχουν η δεξιά και η αριστερή καρδιά, ενώ οι συστολικοί τους όγκοι διαφέρουν και πώς με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται επιπλοκές, όπως το πνευμονικό οίδημα.

2. Μετα-φορτίο (ή μεταφόρτιση)

Αυτό ευρίσκεται μπροστά από την κοιλία και για την αριστερή κοιλία είναι η πίεση στην αορτή (μέση αρτηριακή πίεση), η οποία εξαρτάται από τις αντιστάσεις των αρτηριδίων. Το μεταφορτίο καθορίζεται από την ενδοκοιλιακή πίεση και από τον όγκο και το πάχος του τοιχώματος της κοιλίας. Οι μυοκαρδιακές ίνες αναγκάζονται να αναπτύξουν δύναμη για να ισορροπήσουν το φορτίο αυτό, πριν να μπορέσουν να βραχυνθούν. Η δύναμη που αναπτύσσει κάθε μυοϊνίδιο σχετίζεται με τη συστολική πίεση. Η δύναμη αυτή μειώνεται σε υπερτροφία του μυοκαρδίου και αυξάνει, όταν ο όγκος της κοιλότητας αυξάνει, γιατί τότε, με μεγαλύτερη ακτίνα κοιλότητας, μια δεδομένη συστολική πίεση μπορεί να αναπτυχθεί μόνο με ανάπτυξη μεγαλύτερης ολικής τάσης (νόμος του Laplace). Η τάση του τοιχώματος υπολογίζεται από την πίεση, τον όγκο και το πάχος του τοιχώματος της κοιλότητας.

3. Συσταλτικότητα του μυοκαρδίου

Αυτή είναι η δύναμη συστολής του μυοκαρδίου σε συνάρτηση με το χρόνο, ή αλλιώς η ισχύς της συστολής του μυοκαρδίου και εκφράζεται από τη σχέση δύναμη-ταχύτητα. Οι συνώνυμοι όροι που αναφέρονται είναι: κατάσταση **συσταλτικότητας** ή **ινότροπη κατάσταση** του μυοκαρδίου και χαρακτηρίζουν τις ενδογενείς μηχανικές ικανότητες του μυός, για κάθε δεδομένη συστολή. Η συσταλτικότητα εκφράζεται τόσο με την έννοια της ανάπτυξης δύναμης από το μν, όσο και με την έννοια της βράχυνσής του. Η συσταλτικότητα υπολογίζεται από την ταχύτητα ανόδου των πιέσεων μέσα στην κοιλία, δηλαδή από την πρώτη παράγωγό τους (dp/dt). Επίσης, αυτή υπολογίζεται από τη μέση ταχύτητα συστολικής εξώθησης-διοχέτευσης, από τον τελο-διαστολικό όγκο της κοιλίας και από το κλάσμα εξώθησης. Η συσταλτικότητα (δύναμη συστολής) του μυοκαρδίου (για ένα δεδομένο τελο-διαστολικό όγκο) εξαρτάται από την επάρκεια της σύζευξης διέγερση-συστολή (διαθεσιμότητα Ca^{2+}) και από το επίπεδο συγκεντρώσεων των ενεργειακών υποστρωμάτων (ATP). Οι ινότροπες ουσίες (νοραδρεναλίνη, δακτυλίτιδα κ.ά.) αυξάνουν τη δύναμη της συστολής, γιατί αυξάνουν τη διαθεσιμότητα των Ca^{2+} που θα αντιδράσουν με την τροπονίνη. Με τη δράση των ινότροπων ουσιών, η συστολή του μυοκαρδίου γίνεται πιο ισχυρή και η επίδοση της καρδιάς βελτιώνεται, γιατί η κοιλιακή συστολή γίνεται πιο ταχύτερα και η ανάπτυξη δύναμης βράχυνσης γίνεται μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα:

- i. οι κοιλίες να αδειάζουν το περιεχόμενό τους πληρέστερα και το κλάσμα εξώθησης (διοχέτευσης) να αυξάνει,
- ii. ο συστολικός όγκος αίματος και η καρδιακή παροχή να αυξάνουν και
- iii. η καμπύλη του Starling να μετατοπίζεται προς τα επάνω και αριστερά

Η αύξηση της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου αυξάνει ευθέως ανάλογα τις απαιτήσεις του σε οξυγόνο (ml/min).

Η συγκέντρωση των Ca^{2+} επηρεάζει τη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου. Η επίδραση αυτή οφείλεται σε μεταβολή (α) του αριθμού των ενεργών θέσεων και (β) της ενδογενούς ταχύτητας αλληλεπίδρασης της ακτίνης-μυοσίνης.

Η χάλαση του μυοκαρδίου (η επιμήκυνση των μυοκαρδιακών ινών) ακολουθεί τη συστολή του. Η χάλαση επέρχεται όταν η εκπόλωση περατωθεί (κρατά ολίγα μόνο msec), δηλαδή όταν η ενεργοποίηση των ινών σταματήσει. Το σταμάτημα της ενεργοποίησης έχει σαν αποτέλεσμα τα Ca^{2+} να αποσυνδέονται από την τροπονίνη και να απομακρύνονται. Έτσι, η σύνδεση των γεφυρών S_1 της μυοσίνης με την ακτίνη αίρεται από την τροπομυοσίνη και τα σημεία της σύνδεσης αυτής έρχεται να καταλάβει τώρα η τροπομυοσίνη (χαλαρωτική πρωτεΐνη). Με τον τρόπο αυτό οι μυοκαρδιακές ίνες επανέρχονται στο αρχικό τους μήκος.

D. ΚΑΡΔΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

1. Γενικά

Ο καρδιακός κύκλος είναι οι φάσεις συστολής και διαστολής της καρδιάς. Το αίμα μέσα στην καρδιά, λόγω των βαλβίδων της, κινείται προς μια κατεύθυνση. Αυτές ανοίγουν, όταν η υδραυλική πίεση, από την πλευρά που κλείνουν, γίνει υψηλότερη. Οι δυο καρδιές μηχανικώς δρουν ανεξάρτητα, αλλά αντλούν αποδοτικά: οι δυο κόλποι συστέλλονται μαζί και οι δυο κοιλίες, επίσης, συστέλλονται μαζί. Η έναρξη της συστολής στους δυο κόλπους είναι σχεδόν σύγχρονη και στις δυο κοιλίες, επίσης, σύγχρονη, γιατί έχουν τον ίδιο βηματοδότη και τα παράλληλα συστήματα ινών του Purkinje, ενώ τα επόμενα φαινόμενα είναι τελείως ανεξάρτητα. Η λειτουργία κάθε κοιλότητας συνίσταται σε διέγερση-συστολή και σε παύση της διέγερσης-χάλασης (διαστολή). Αυτή η ηλεκτρομηχανική συστολή γίνεται ρυθμικά και εναλλάξ: πρώτα οι κόλποι, γιατί έχουν το φλεβόκομβο και μετά οι κοιλίες, στις οποίες μεταφέρεται η διέγερση.

Πριν να αρχίσει ο καρδιακός κύκλος, η καρδιά ευρίσκεται στη διαστολική φάση (χάλαση): οι κόλποι και οι κοιλίες σε διαστολή, οι κολποκοιλιακές (K-K) βαλβίδες ανοικτές και οι μηννοειδείς βαλβίδες κλειστές και έτσι το αίμα μέσω των κόλπων φέρεται στις κοιλίες. Ο καρδιακός κύκλος αρχίζει με τη διέγερση των κόλπων, που συστελλόμενοι στέλνουν το εναπομείναν αίμα, κατά τη διαστολή τους, στις κοιλίες και μάλιστα υπό πίεση. Αυτό βοηθά για μια πιο ενεργή συστολή των κοιλιών (νόμος του Starling). Μια ποσότητα αίματος επιστρέφει κατά τη συστολή των κόλπων στις σύστοιχες φλέβες (του δεξιού κόλπου δημιουργεί το σφαγιτιδικό σφυγμό). Στη συνέχεια η διέγερση έρχεται στις κοιλίες και τις διεγείρει. Καθώς αρχίζουν να χαλούνται οι κόλποι (η πρώτη φάση της διαστολής τους) και να συσπώνονται οι κοιλίες, η διαφορά των πιέσεων αναστρέφεται και κλείνουν οι K-K βαλβίδες, ενώ οι μηννοειδείς βαλβίδες είναι κλειστές, γιατί οι πιέσεις στα μεγάλα αγγεία είναι υψηλές και απαιτείται χρόνος για την ανάπτυξη πιέσεων από την κοιλία. Η φάση αυτή της κοιλίας ονομάζεται **ισοογκοτική φάση ή ισομετρική συστολή ή πρώτη φάση της συστολής της κοιλίας**. Όταν οι πιέσεις των κοιλιών υπερβούν τις πιέσεις των μεγάλων αγγείων, οι μηννοειδείς βαλβίδες τους ανοίγουν και το αίμα διοχετεύεται στα μεγάλα αγγεία: αυτή είναι ο **χρόνος της διοχέτευσης του αίματος** ή της **ισοτονικής συστολής**. Ακολουθεί η χάλαση των κοιλιών και η πτώση των πιέσεων στις κοιλίες που προκαλούν τη σύγκλιση των μηννοειδών βαλβίδων. Ενώ η χάλαση των κοιλιών συνεχίζεται, οι πιέσεις στις κοιλίες μειούνται κάτω από τις πιέσεις των κόλπων: αυτή

είναι η **πρώτη φάση της διαστολής των κοιλιών** ή η **ισοογκοτική διαστολή** ή η **ισομετρική διαστολή**. Λόγω της διαφοράς των πιέσεων, οι K-K βαλβίδες ανοίγουν και το αίμα εισέρχεται στις κοιλίες. Οι κοιλίες ευρίσκονται τώρα στη διαστολική τους φάση, η οποία διακρίνεται:

- i. στην **πρώτη φάση της ταχείας πλήρωσης των κοιλιών** κατά την οποία η είσοδος του αίματος γίνεται παθητικώς, λόγω διαφοράς πιέσεων, και αφορά το μεγαλύτερο ποσό του αίματος,
- ii. στη **δεύτερη φάση ή της διάστασης** κατά την οποία επέρχεται εξίσωση των πιέσεων κόλπων-κοιλιών και αντιστοιχεί σε μικρή ποσότητα αίματος και
- iii. στην **τρίτη φάση της τελο-διαστολικής πλήρωσης**, που αντιστοιχεί στη συστολή των κόλπων και στην αύξηση των τελοδιαστολικών πιέσεων

Με τη νέα διέγερση των κόλπων από το φλεβόκομβο και τη συστολή των κόλπων, αρχίζει ο νέος καρδιακός κύκλος κ.ο.κ. Η διαστολή των κόλπων αντιστοιχεί στη συστολή των κοιλιών από την προηγούμενή τους διέγερση και στη διαστολή των κοιλιών που έπεται της διέγερσης-συστολής αυτής. Η διαστολική φάση των κοιλιών ονομάζεται και διαστολική φάση της καρδιάς. Η κολπική συστολή συμβάλλει κατά 25-30% στην ολική πλήρωση της κοιλίας. Σε φυσιολογική καρδιακή συχνότητα η φάση της πλήρωσης των κοιλιών διαρκεί περισσότερο από το ήμισυ του καρδιακού κύκλου. Οι διαστολικές φάσεις είναι ισόχρονες, εκτός από τη διάσταση (είναι μεγαλύτερη) που μειώνεται σε ταχυκαρδία.

Ο χρόνος της διοχέτευσης των κοιλιών διακρίνεται στη **φάση της ταχείας διοχέτευσης**, που διαρκεί κατά το 1/2 με 2/3 του χρόνου της διοχέτευσης και διοχετεύεται η μεγαλύτερη ποσότητα του αίματος, και στη **φάση της βραδείας διοχέτευσης**, που διοχετεύεται μικρή ποσότητα αίματος. Η αρχή και το τέλος της διοχέτευσης συμπίπτουν με την αρχή και το τέλος του επάρματος T του ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ) και με το δεύτερο καρδιακό τόνο.

Η διάρκεια του καρδιακού κύκλου σε καρδιακή συχνότητα (Κ.Σ) (75 κτύποι το λεπτό) είναι ο χρόνος της διαστολής 0,48 sec και ο χρόνος της συστολής 0,32 sec. Η διάρκεια κάθε μιας από τις τέσσερις φάσεις του καρδιακού κύκλου είναι: η κολπική συστολή 0,1 sec, η κολπική διαστολή 0,762 sec, η κοιλιακή συστολή 0,379 sec και η κοιλιακή διαστολή 0,483 sec.

Η κοιλία περιέχει περίπου 120 ml αίματος και διοχετεύονται 70 ml. Η διοχετευόμενη αυτή ποσότητα αίματος ονομάζεται **συστολικός όγκος αίματος** ή **συστολική παροχή**, που αυξάνει από την επίδραση του συμπαθητικού. Το **κλάσμα εξώθησης** ή **διοχέτευσης** είναι το ποσοστό του διαστολικού όγκου αίματος που διοχετεύεται, δηλαδή $[70/120]*100$ και αποτελεί δείκτη της λειτουργικότητας του κοιλιακού μυοκαρδίου.

2. Καμπύλη πιέσεων του αίματος

Η καμπύλη των πιέσεων του αίματος στις καρδιακές κοιλότητες και στα μεγάλα αγγεία λαμβάνεται μετά την εισαγωγή στις Θέσεις αυτές βελόνας ή καθετήρα που συνδέεται με ηλεκτρομανόμετρο. Η καμπύλη των πιέσεων του κόλπου εμφανίζει ένα κύμα **a** (αντιστοιχεί στη συστολή του κόλπου), ένα κύμα **c** (δημιουργείται από τη χάλαση του κόλπου, που η πίεσή του πίπτει), ένα κύμα **V** (οφείλεται στην πλήρωση του κόλπου και στην αύξηση των πιέσεών του - αντιστοιχεί στην κοιλιακή συστολή) και ένα κύμα **y** (οφείλεται στην πτώση της πίεσης στον κόλπο με το άνοιγμα της K-K βαλβίδας). Οι πιέσεις στους κόλπους είναι 2 με 10 mmHg (ολίγο υψηλότερες στον αριστερό κόλπο).

Η μακράς διάρκειας διαστολή του κόλπου (τα 7/8 του καρδιακού κύκλου) χρησιμεύει για την αποθήκευση του επιστρεφόμενου αίματος στην καρδιά. Η ύπαρξη του κόλπου δεν επιτρέπει στη φλεβική ροή να είναι σφυγμική και στην πνευμονική τριχοειδική ροή να είναι διαλείπουσα.

Η καμπύλη των πιέσεων της κοιλίας έχει ως ακολούθως:

- i. **Διαστολικές πιέσεις της κοιλίας:** Η χαμηλότερη διαστολική πίεση στην κοιλία αντιστοιχεί στο τέλος της χάλασής της. Όταν η K-K βαλβίδα ανοίξει, στην πρώτη φάση της ταχείας πλήρωσης (στο τέλος της ακούγεται ο τρίτος καρδιακός τόνος) η πίεση στην κοιλία ανέρχεται ταχέως, στη δεύτερη φάση της διάστασης η πίεση ανέρχεται βραδέως και στην τρίτη φάση των τελο-διαστολικών πιέσεων (συστολή του κόλπου) η πίεση ανέρχεται και είναι ίση με την πίεση πλήρωσης της κοιλίας.
- ii. **Συστολικές πιέσεις της κοιλίας:** Μόλις αρχίσει η διέγερση της κοιλίας και η εκπόλωσή της (καταγράφεται τότε το σύμπλεγμα QRS του ΗΚΓ), προς το μέσο του QRS από την αρχή του, η κοιλία αρχίζει να συστέλλεται και η K-K βαλβίδα κλείνει και τότε η συστολή του κόλπου έχει περατωθεί και αυτός αρχίζει να χαλάται και οι πιέσεις του να πέτουν. Η ισομετρική συστολή της κοιλίας ανεβάζει τις πιέσεις αποτόμως-ταχέως στο ύψος τους (κορυφή) και η ταχύτητα ανόδου (dp/dt) αποτελεί δείκτη συσταλτικότητας του μυοκαρδίου

Όταν η πίεση υπερβεί τη διαστολική πίεση της αορτής, η αορτική βαλβίδα ανοίγει και ακολουθεί η διοχέτευση του αίματος (η κοιλία ευρίσκεται σε ισοτονική συστολή), η πίεση διατηρεί ένα οροπέδιο (πλατώ) μέχρι πριν το τέλος της συστολής και μετά η πίεση πέττει. Κατά την ισοτονική συστολή (διοχέτευση) κατά την οποία η κοιλία βραχύνεται, η δύναμη σύσπασής της γίνεται μικρότερη και για το λόγο αυτό η ταχύτητα ανόδου (dp/dt) της πίεσης της κοιλίας είναι βραδύτερη. Στο μέγιστο σημείο της πίεσης εμφανίζεται (καταγράφεται) το έπαρμα T του ΗΚΓ: η κοιλία αρχίζει να επαναπολώνεται και να χαλάται. Η πίεση στην κοιλία, με τη χάλασή της, αρχίζει να πέττει και, όταν αυτή γίνει μικρότερη της αορτικής πίεσης, η αορτική βαλβίδα κλείνει. Στο τέλος της ισοογκοτικής χάλασης της κοιλίας, η πίεση στην κοιλία γίνεται μικρότερη εκείνης του κόλπου και η K-K βαλβίδα ανοίγει.

Σε κατάσταση ηρεμίας, οι πιέσεις στην αριστερή κοιλία είναι: η συστολική, η διαστολική· στην αορτή, είναι αντίστοιχα, στη δεξιά κοιλία η Σ και η Δ και στην πνευμονική αρτηρία.

Ε. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΚΩΝ ΚΟΙΛΟΤΗΤΩΝ

1. Γενικά

Ο κόλπος συστελλόμενος αδειάζει το αίμα του με πίεση στην κοιλία. Το αίμα δεν επιστρέφει από τον κόλπο στις σύστοιχες φλέβες λόγω:

- i. αδρανείας του αίματος που κινείται από τις φλέβες προς την κοιλία
- ii. έναρξης της συστολής από το σημείο της εκβολής των φλεβών στον κόλπο και της κατεύθυνσης της συστολής από το σημείο αυτό προς την κοιλία και
- iii. ύπαρξης χαμηλότερης πίεσης στην κοιλία από ό,τι στις φλέβες.

Οι κόλποι χρησιμεύουν για:

- i. αποθήκη αίματος κατά τη διάρκεια της συστολής των κοιλιών, και
- ii. για ενίσχυση της συστολής των κοιλιών (αύξηση τελο-διαστολικών πιέσεων - νόμος του Starling)

Πάντως, η συστολή των κόλπων παίζει μικρό ρόλο στην αντλητική ικανότητα της καρδιάς. Όταν η κανονική, φυσιολογική συστολή των κόλπων καταργείται (όπως σε μαρμαρυγή των κόλπων), η καρδιακή παροχή μειώνεται, γιατί ο ρυθμός συστολής των κοιλιών γίνεται ακανόνιστος. Η κολπική συστολή είναι μια ισοτονική συστολή και το έργο της συστολής των κόλπων είναι μικρό, γιατί η μέση πίεση στους κόλπους είναι μικρή.

Η συστολή της κοιλίας στέλνει αίμα (80 ml), περίπου όσο της μένει (70 ml). Η μη πλήρης εκκένωση της κοιλίας από το αίμα δεν έχει να κάνει με την επάρκεια της κοιλίας. Η μεταβλητή αυτή αποθήκη αίματος παίζει σπουδαίο ρόλο στη ρύθμιση της καρδιακής παροχής.

2. Συστολικός όγκος αίματος

Ο συστολικός όγκος αίματος (Σ.Ο) ή συστολική παροχή είναι η ποσότητα του αίματος που στέλνει η κοιλία, όταν συστέλλεται, στο σύστοιχο μεγάλο αγγείο. Ο Σ.Ο υπολογίζεται έμμεσα από τον ΚΛΟΑ, ακτινολογικώς και με υπερηχογράφημα τριών διαστάσεων. Οι τιμές του Σ.Ο. εξαρτώνται από την ηλικία, το φύλο και το μέγεθος του σώματος και μεταβάλλονται με τη θέση του σώματος και την κατάσταση ηρεμίας. Σε ηρεμία, ο Σ.Ο. κυμαίνεται από 60 μέχρι 90 mm³, κατά την άσκηση αυτός αυξάνει και σε ασκημένα άτομα μπορεί να φθάσει τα 150-180 mm³. Ο Σ.Ο. δείχνει το βαθμό βράχυνσης των μυοκαρδιακών ινών κατά τη συστολή τους.

Η ρύθμιση του συστολικού όγκου αίματος (ο βαθμός βράχυνσης) εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- i. το προ-φορτίο (ο τελο-διαστολικός όγκος): αυτό καθορίζει τον τελο-συστολικό όγκο και υπάρχει άμεση σύνδεση τελο-διαστολικού και τελοσυστολικού όγκου αίματος,
- ii. το μετα-φορτίο, το οποίο αναφέρεται σαν τάση του μυοκαρδιακού τοιχώματος, σχετιζόμενη με την πίεση στην κοιλία: π.χ. η τάση αυξάνει (για κάθε δεδομένη πίεση), όταν ο όγκος της κοιλότητας γίνεται μεγαλύτερος (νόμος του Laplace),
- iii. την κατάσταση συσταλτικότητας του μυοκαρδίου, η αύξηση της οποίας, για τον ίδιο τελο-διαστολικό όγκο, καταλήγει σε μικρότερο τελο-συστολικό όγκο.

3. Καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα (Κ.Σ.) είναι ο αριθμός των κτύπων-συστολών της καρδιάς στο λεπτό και σε ηρεμία είναι περίπου 70 σφύξεις στο λεπτό. Η Κ.Σ. ρυθμίζεται από το παρασυμπαθητικό και το συμπαθητικό νευρικό σύστημα: η αύξηση του τόνου του παρασυμπαθητικού μειώνει την Κ.Σ. και η αύξηση του τόνου του συμπαθητικού αυξάνει την Κ.Σ. Ο μηχανισμός με τον οποίο συμβαίνει να γίνεται συγχρόνως

αναστολή (παρασυμπαθητικό) και όδωση (συμπαθητικό) ονομάζεται **συνεργικός μηχανισμός**.

F. ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ

1. Γενικά

Η καρδιακή παροχή (ή κατά λεπτόν όγκος αίματος - ΚΛΟΑ) είναι η ποσότητα-όγκος αίματος που στέλνει η καρδιά στο λεπτό:

$$\text{ΚΛΟΑ} = \Sigma\text{Ο} * \text{ΚΣ}$$

Ο ΚΛΟΑ μπορεί να αυξηθεί με μεταβολή του ένα (Σ.Ο.) ή του άλλου παράγοντα (Κ.Σ.) ή και με τους δυο μαζί. Ο ΚΛΟΑ, εκφραζόμενος ανά m² επιφανείας σώματος, αποτελεί τον καρδιακό δείκτη. Ο ΚΛΟΑ μετρείται με το παροχόμετρο.

Ο ΚΛΟΑ σε κατάσταση ηρεμίας επηρεάζεται από:

- i. **τη θέση του σώματος:** κατά τη μετάβαση από την κατακεκλιμένη στην όρθια θέση του σώματος, ο ΚΛΟΑ (και ο όγκος του αίματος) μειώνεται, λόγω βαρύτητας• η μεταβολή αυτή η επιδρώσα επάνω στην κυκλοφορία και μεταβάλλουσα την ταχύτητα της ροής του αίματος από την καρδιά, κάνει το αίμα να λιμνάζει στα κατώτερα μέρη (άκρα) του σώματος, με αποτέλεσμα να μειώνονται ο όγκος του αίματος στο εσωτερικό του σώματος και η φλεβική επιστροφή (επαναφορά) και
- ii. **τις συγκινησιακές καταστάσεις**

2. Μέτρηση της καρδιακής παροχής

Αυτή γίνεται με έμμεσες μεθόδους (οι άμεσες απαιτούν χειρουργική επέμβαση) και βασίζονται στην παραδοχή ότι για ένα επιτρεπόμενο διάστημα χρόνου το αίμα που εισέρχεται στην καρδιά είναι ίσο με αυτό που εξέρχεται. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνταν είναι η μέθοδος του Fick και η τεχνική των χρωστικών.

- i. Η **μέθοδος** (ή αρχή) του **Fick** βασίζεται στην αρχή ότι η ποσότητα μιας ουσίας που προσλαμβάνεται (O₂) ή αποβάλλεται (O₂) από το σώμα στη μονάδα του χρόνου ισούται με το γινόμενο της διαφοράς των συγκεντρώσεων της ουσίας αυτής στο αρτηριακό και στο φλεβικό αίμα επί την αιματική ροή:

$$(\text{A}_{\text{O}_2} - \text{F}_{\text{O}_2}) * \text{Όγκος} = \text{O}_2 \text{ καταναλωθέν/min}$$

Για τον υπολογισμό της καρδιακής παροχής με την εξίσωση αυτή γίνεται δεκτό ότι ένα άτομο καταναλίσκει 200 ml O₂ στο λεπτό και ότι η συγκέντρωση του O₂ στο αρτηριακό αίμα είναι 19 ml/100 ml και στο φλεβικό (πνευμονική αρτηρία) είναι 15 ml/100 ml, τότε:

Καρδιακή παροχή =

$$200 \text{ ml/min} / (0,19 \text{ ml/ml} - 0,15 \text{ ml/ml}) = \frac{200 \text{ ml/min}}{0,04 \text{ ml/ml}} = 5000 \text{ ml/min} = 5 \text{ L/min}$$

- ii. Η **τεχνική της διαλελυμένης χρωστικής** είναι μια παραλλαγή της μεθόδου του Fick. Μια γνωστή ποσότητα ινδοκυανίνης (πράσινη χρωστική) ενίεται στο

δεξιό κόλπο, η ποσότητά της μιγνύεται με το περιεχόμενο του κόλπου και υπολογίζεται η συγκέντρωση της χρωστικής στο αίμα του λοβίου του ωτός με φασματόμετρο.

3. Ρύθμιση της καρδιακής παροχής (ΚΛΟΑ)

Η καρδιακή παροχή αποτελεί την πιο σπουδαία πλευρά της λειτουργίας της καρδιάς. Αυτή δεν είναι σταθερή, αλλά μεταβάλλεται σύμφωνα με τις ανάγκες των ιστών σε αίμα. Ο ΚΛΟΑ μπορεί να αυξηθεί είτε με αύξηση του Σ.Ο., και αυτό ονομάζεται **ινότροπη ρύθμιση**, είτε με αύξηση της Κ.Σ., και αυτό ονομάζεται **χρονότροπη ρύθμιση**, ή και με τα δυο μαζί.

Συστολικός όγκος αίματος: Οι μεταβολές του συστολικού όγκου αίματος αφορούν:

- i. Την **ενδογενή αυτορρύθμιση**, σε απάντηση της ποσότητας του επιστρεφόμενου αίματος στην καρδιά. Την ποσότητα αυτή του αίματος την καθορίζει η λειτουργία ενός οργάνου ή η συνολική μεταβολική δραστηριότητα του σώματος, συνεπώς το προβάδισμα δεν το έχει η καρδιά. Η ενδογενής αυτορρύθμιση της καρδιάς στη ρύθμιση του Σ.Ο. αφορά το μήκος των μυοκαρδιακών ινών, που το καθορίζουν το προφορτίο (μεγαλύτερη πλήρωση της κοιλίας, μεγαλύτερος Σ.Ο.) και το μετα-φορτίο (οι αγγειακές αντιστάσεις καθορίζουν τη φλεβική επιστροφή).
- ii. τη **συσταλτικότητα**, της οποίας η αύξησή της ρυθμίζει τον ΚΛΟΑ, γιατί οι κοιλίες αδειάζουν πληρέστερα το αίμα τους (αυξάνει το κλάσμα εξώθησης). Αύξηση της συσταλτικότητας επέρχεται με το συμπαθητικό και τις κατεχολαμίνες, που αυξάνουν συγχρόνως και την άλλη συνιστώσα του ΚΛΟΑ, την καρδιακή συχνότητα

G. ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΣ ΣΦΥΓΜΟΣ

Κατά τη διοχέτευση του αίματος από την αριστερή κοιλία (ή τη δεξιά κοιλία), η πίεση του αίματος στην αορτή αυξάνει και το τοίχωμά της διατείνεται (η ρίζα της αορτής). Όταν η αορτική βαλβίδα κλείσει, το τοίχωμα της αορτής επανέρχεται και η διάτασή του μεταδίδεται στο παρακείμενο τμήμα της αορτής κ.ο.κ. Η αύξηση της πίεσης και η διάταση του τοιχώματος μεταφέρονται τάχιστα κατά μήκος των αρτηριών σαν ένα κύμα το οποίο ονομάζεται **αρτηριακός σφυγμός** ή **πίεση αρτηριακού σφυγμού**. Ο αρτηριακός σφυγμός ψηλαφάται εύκολα σε μια επιπολής αρτηρία. Αυτό που ψηλαφάται είναι η διάταση και η πίεση του τοιχώματος της αορτής (ταχύτητα 6-9 m/sec) και όχι το διοχετευόμενο αίμα (η ταχύτητα ροής του είναι 100-500 mm/sec). Ο σφυγμός από την καρδιά μέχρι τη ραχιαία αρτηρία του ποδός κάνει 23/10 sec, ενώ το αίμα θέλει 11 sec.

Η καμπύλη της πίεσης του αρτηριακού σφυγμού λαμβάνει μια μέγιστη τιμή που λέγεται **συστολική αρτηριακή πίεση** και μια ελάχιστη τιμή που ονομάζεται **διαστολική αρτηριακή πίεση** και η διαφορά τους ονομάζεται **πίεση σφυγμού**. Η μορφολογία της καμπύλης πίεσης του αρτηριακού σφυγμού αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα.

- i. Ένα **ανιόν σκέλος** ή **ανάκροτο κύμα**: Αυτό οφείλεται στην ταχεία διοχέτευση του αίματος. Το σκέλος αυτό ανέρχεται απότομα, η ταχύτητα ανόδου του (dp/dt) εξαρτάται από το συστολικό όγκο αίματος και τη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου.

- ii. Ένα προοδευτικά καταρχόμενο σκέλος ή δίκροτο κύμα: Αυτό δείχνει τη μείωση της πίεσης, λόγω της χάλασης της κοιλίας, και διαφυγή του αίματος από τις αρτηρίες στις φλέβες. Στο σκέλος αυτό υπάρχει η δίκροτος εντομή, που δημιουργείται από τη σύγκλιση της βαλβίδας

Η προσωρινή αποθήκευση (του μεγαλύτερου μέρους) του συστολικού αίματος της διοχέτευσης χρησιμεύει για την εξομάλυνση της ροής του αίματος στην κυκλοφορία και τη συνέχισή της κατά τη φάση της διαστολής.

Το μέγεθος του αρτηριακού σφυγμού καθορίζεται από τη διαφορά του όγκου του αίματος που διοχετεύεται και του όγκου που φεύγει από το αρτηριακό σύστημα μέσα στη μικροκυκλοφορία στο ίδιο χρονικό διάστημα. Το μέγεθος του αρτηριακού σφυγμού εξαρτάται από το συστολικό όγκο αίματος που δέχονται οι αρτηρίες και από τη διατασιμότητα ή ενδοτικότητα του τοιχώματος των αρτηριών.

Η ταχύτητα του σφυγμικού κύματος στις αρτηρίες εξαρτάται από:

- i. το μέγεθος της αρτηρίας: στην αορτή η ταχύτητα αυτή είναι 3 m/sec, στις μεγάλες αρτηρίες 10 m/sec και στις μικρές αρτηρίες 20-30 m/sec,
- ii. το ύψος της αρτηριακής πίεσης: η ταχύτητα του σφυγμικού κύματος αυξάνει με την αύξηση της διαστολικής πίεσης,
- iii. την ηλικία: η ταχύτητα του σφυγμικού κύματος μειώνεται, γιατί με την ηλικία μειώνεται η διατασιμότητα του τοιχώματος των αρτηριών

Η εξασθένηση του αρτηριακού σφυγμού στη μικροκυκλοφορία γίνεται απότομα στα προτριχοειδή, ενώ στα τριχοειδή είναι πολύ μικρή (1 mmHg).

H. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ

Αυτή είναι η δύναμη που το αίμα ασκεί σε κάθε cm^2 του τοιχώματος του αγγείου μέσα στο οποίο ευρίσκεται. Η αρτηριακή πίεση κατά τη διοχέτευση της αριστερής κοιλίας αυξάνει και ονομάζεται **συστολική αρτηριακή πίεση**. Στη διαστολή της κοιλίας η πίεση αυτή μειώνεται και ονομάζεται **διαστολική αρτηριακή πίεση**.

Υπάρχει και η μέση αρτηριακή πίεση που είναι η διαστολική αυξημένη κατά το 1/3 της πίεσης σφυγμού (είναι η διαφορά της συστολικής-διαστολικής), δηλαδή δεν είναι η αριθμητική τιμή της Σ.Π./Δ.Π. Η Σ.Π. δημιουργείται από τη συστολή της Α.Κ. Η Δ.Π. δημιουργείται από το γεγονός ότι η αορτική βαλβίδα κλείνει και οι αρτηρίες παραμένουν μερικώς διατεταγμένες, γιατί οι περιφερικές αντιστάσεις των αρτηριδίων εμποδίζουν την εκκένωση του αίματος στους ιστούς.

1. Συστολική αρτηριακή πίεση

Αυτή καθορίζεται από:

- i. το μέγεθος-ποσότητα του συστολικού όγκου αίματος,
- ii. την πίεση με την οποία διοχετεύεται το αίμα από την αριστερή κοιλία,
- iii. την ταχύτητα της διοχέτευσης του αίματος από την αριστερή κοιλία και
- iv. τη διατασιμότητα του τοιχώματος της αορτής, των μεγάλων και μεσαίου μεγέθους αρτηριών

2. Διαστολική αρτηριακή πίεση

Αυτή καθορίζεται από:

- i. τις περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις,
- ii. την καρδιακή συχνότητα (διάρκεια μεταξύ των καρδιακών συστολών),
- iii. τη διατασιμότητα του αορτικού τοιχώματος (αποταμιευμένη κινητική ενέργεια στο τοίχωμα) και
- iv. τη συστολική πίεση

3. Μέση αρτηριακή πίεση

Αυτή είναι η Σ.Π. αυξημένη κατά 2/3, με φυσιολογικές τιμές 90 mmHg. Η $M.A.Π. = KΛOΑ * Π.Λ.Α$ · αυτό σημαίνει ότι, όταν αυξάνει ο ΚΛΟΑ, η Μ.Α.Π αυξάνει.

Η σημασία της διάτασης του τοιχώματος της αορτής και των άλλων αρτηριών και η συσσώρευση αίματος εκεί κατά τη διοχέτευση (συστολή) και η επάνοδος του τοιχώματος και η απόδοση του αίματος κατά τη διαστολή είναι: (α) η μη απότομη άνοδος της συστολικής αρτηριακής πίεσης, (β) η μη απότομη πτώση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης και (γ) η συνεχής ροή του αίματος στη μικροκυκλοφορία.

4. Αρτηριακή πίεση και η αιματική ροή στους ιστούς

Η αρτηριακή πίεση στους ιστούς πρέπει να είναι φυσιολογική, γιατί αυτή αποτελεί το μέτωπο της πτώσης πίεσης (gradient) προς την οποία το αίμα ρέει στους ιστούς. Το ύψος της αρτηριακής πίεσης, που καθορίζει την αιμάτωση, ποικίλλει από ιστό σε ιστό. Όταν υφίστανται μεταβολές της Α.Π. και μέσα σε ένα μεγάλο εύρος, ορισμένα όργανα (εγκέφαλος, νεφρά) διαθέτουν μηχανισμούς αυτορρύθμισης της αιματικής ροής: πίεση μικρότερη από 40 mmHg είναι χαμηλή, ανεπαρκής. Σε αύξηση της Α.Π. υπάρχουν, επίσης, μηχανισμοί αυτορρύθμισης, σε επίπεδο αρτηριδίων και έτσι προλαμβάνεται μια αύξηση της αιματικής ροής στους ιστούς. Σε όρθια θέση, όπου προστίθεται η πίεση των 70 mmHg της υδροστατικής πίεσης, υπάρχουν μηχανισμοί αυτορρύθμισης και αποφεύγεται η αύξηση της αιματικής ροής στα πόδια.

5. Επίδραση της μυϊκής άσκησης στην αρτηριακή πίεση του αίματος

Κατά την έντονη μυϊκή άσκηση, η συστολική και η μέση αρτηριακή πίεση αυξάνουν, ενώ η διαστολική πίεση παραμένει αμετάβλητη ή αυξάνει ολίγο. Η δράση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι ο ΚΛΟΑ αυξάνει περισσότερο (λόγω αύξησης του Σ.Ο. και της Κ.Σ) από όσο μειώνονται οι περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις (λόγω της αγγειοδιαστολής των αρτηριδίων των σκελετικών μυών).

6. Επίδραση της ηλικίας στην αρτηριακή πίεση του αίματος

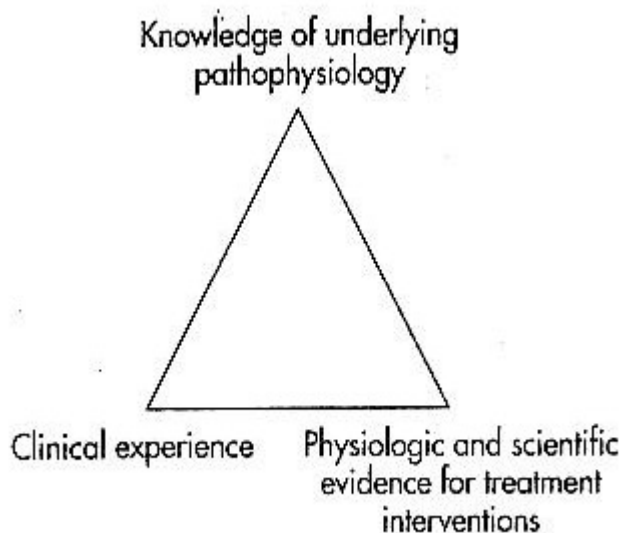
Με την ηλικία: (α) η συστολική, η διαστολική και η μέση αρτηριακή πίεση αυξάνουν προοδευτικά, (β) η συστολική πίεση αυξάνει περισσότερο της διαστολικής πίεσης (αύξηση της πίεσης σφυγμού), (γ) η συστολική πίεση αυξάνεται πιο γρήγορα στις μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και (δ) η διατασιμότητα των αγγείων προοδευτικά μειώνεται και αυξάνεται η πίεση σφυγμού. σύμφωνα με το λόγο:

(συστολικός όγκος αίματος)/(αρτηριακή διατασιμότητα)

Ο ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΣ ΣΤΗ
ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Ο ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΘ

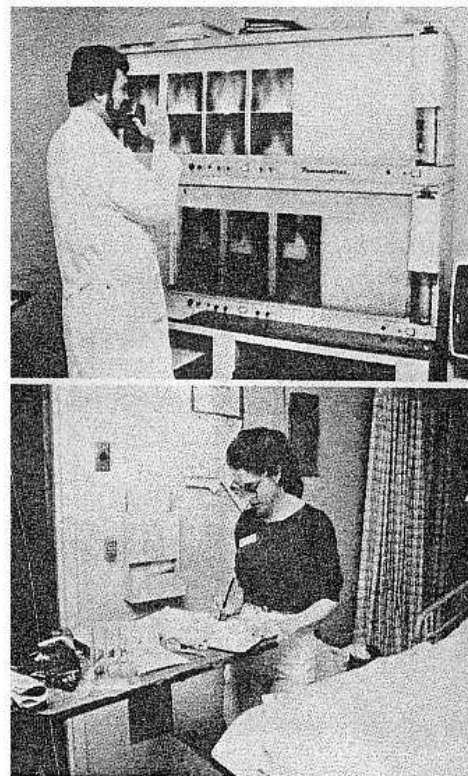
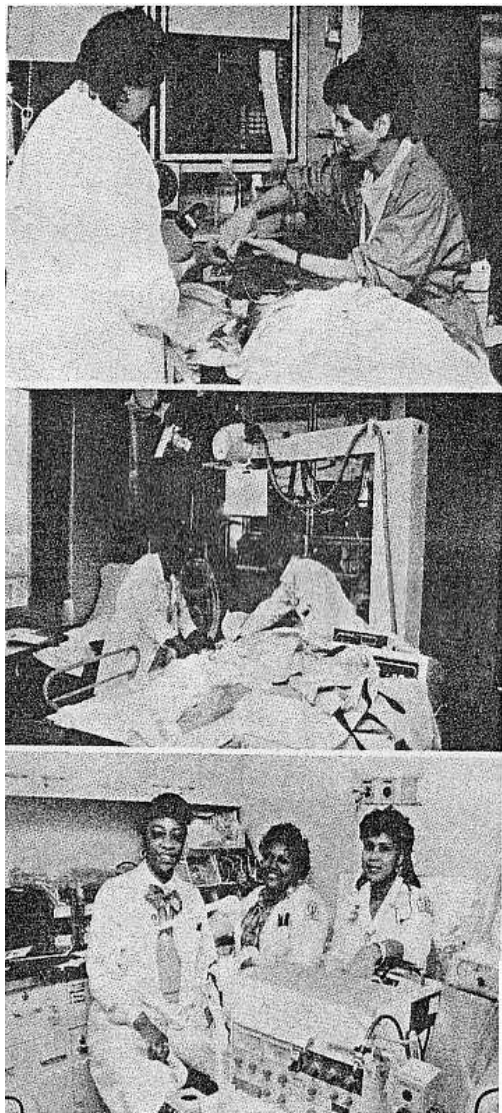
Η καρδιοπνευμονική φυσιοθεραπεία στη ΜΕΘ είναι μια ξεχωριστή ειδικότητα από μόνη της. Η κλινική απόφαση στο χώρο αυτό βασίζεται στο τρίπτυχο: α) γνώση της υποκείμενης παθοφυσιολογίας και βάσης για τη γενική φροντίδα, β) φυσιολογικά και επιστημονικά στοιχεία για τις θεραπευτικές παρεμβάσεις και γ) κλινική εμπειρία. (Σχήμα)



Ο φυσιοθεραπευτής που εργάζεται στη ΜΕΘ θα πρέπει να έχει ιδιαίτερες δυνατότητες και πιο πλούσια εμπειρία, η οποία είναι απαραίτητο να χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα:

- i. Λεπτομερής και αναλυτική γνώση της καρδιοπνευμονικής παθολογίας, παθοφυσιολογίας και φαρμακολογίας.
- ii. Βαθιά γνώση των καταγραφικών συστημάτων (monitor) που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μια ΜΕΘ και κατανόηση των αποτελεσμάτων τους (π.χ. ΗΚΓ, αέρια αρτηριακού αίματος, ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών, σωλήνας παροχέτευσης θώρακα, καταγραφή ενδοκρανιακής πίεσης και αιμοδυναμικών στοιχείων). Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι ένα βασικό συστατικό της φυσιοθεραπευτικής εκτίμησης για την υποκείμενη νόσο και στη συνέχεια για την επιλογή, ιεράρχηση και εξέλιξη ή τροποποίηση της θεραπείας.
- iii. Εκτεταμένη εμπειρία στην κλινική εκτίμηση και θεραπευτική σύσταση καρδιοπνευμονικών παθήσεων: προτιμάται εμπειρία το λιγότερο 2-3 ετών στη γενική ιατρική και τη χειρουργική.
- iv. Λεπτομερής κατανόηση της πολυσυστηματικής φυσιολογίας και παθοφυσιολογίας καθώς και των καρδιοπνευμονικών εκδηλώσεων της συστηματικής πάθησης.
- v. Ικανότητα για αποτελεσματική εργασία κάτω από συνθήκες πίεσης.
- vi. Γνώση όλων των μεθόδων προσφοράς πρώτων βοηθειών κυρίως σε περίπτωση αναπνευστικής ή καρδιακής ανακοπής.

- vii. Γνώση του συστήματος κλήσης (beeper) που χρησιμοποιείται στη μονάδα για επικοινωνία με το φυσιοθεραπευτή όταν εκείνος βρίσκεται εκτός μονάδας ή και εκτός νοσοκομείου. Εφημερία 24 ώρες την ημέρα και επτά μέρες την εβδομάδα είναι μια συνήθης πρακτική που πρέπει να υιοθετείται απ' όλες τις ΜΕΘ.
- viii. Ευαισθησία απέναντι στην ψυχοκοινωνική κατάσταση, την κουλτούρα και τις αξίες του κάθε ασθενούς και ενεργή συμμετοχή του ασθενούς και της οικογένειάς του στις κλινικές αποφάσεις όπου αυτό είναι δυνατό.
- ix. Ανώτερες επικοινωνιακές δυνατότητες (π.χ. ικανότητα για καλή συνεργασία με άλλα μέλη της ΜΕΘ, για προφορική παρουσίαση του περιστατικού και συμμετοχή στις ιατρικές επισκέψεις). (Εικόνες)



Οι τρεις κύριοι στόχοι ενός καρδιοπνευμονικού φυσιοθεραπευτή στη ΜΕΘ είναι: α) να κρατά τον ασθενή του σε εγρήγορση και να είναι προσανατολισμένος σε τόπο, χρόνο και πρόσωπα, β) να βοηθήσει τον ασθενή του να επιστρέψει στην προνοσηρή κατάσταση ή όσο το δυνατό πιο κοντά σε αυτή και γ) να μειώσει τη νοσηρότητα, τη θνησιμότητα και το χρόνο παραμονής στο νοσοκομείο.

Αυτοί οι **στόχοι** θα επιτευχθούν μέσω της πραγματοποίησης των παρακάτω στοιχείων βελτίωσης της λειτουργικότητας του αρρώστου:

- i. Διατήρηση ή αποκατάσταση του κυψελιδικού αερισμού και της αιμάτωσης και της αντιστοιχίας τους τόσο στα υγιή όσο και στα πάσχοντα πνευμονικά πεδία και συνεπώς τελειοποίηση της μεταφοράς του οξυγόνου στο σύνολό της.
- ii. Παράταση της αυθόρμητης αναπνοής (στο επίπεδο που έχει θεραπευτική ένδειξη) και άρα αποφυγή, αναβολή ή μείωση της ανάγκης για μηχανικό αερισμό.
- iii. Ελαχιστοποίηση του έργου της αναπνοής.
- iv. Ελαχιστοποίηση του καρδιακού έργου.
- v. Σχεδιασμός ενός προγράμματος τοποθέτησης με στόχο την άνεση και τη διατήρηση της ευθείας στάσης (δεν έχει σχέση με την θεραπευτική τοποθέτηση του σώματος με τη μεγιστοποίηση της μεταφοράς του οξυγόνου).
- vi. Διατήρηση ή αποκατάσταση της γενικής κινητικότητας, δύναμης, αντοχής και συνεργασίας, με βάση τους περιορισμούς που προκύπτουν από την κατάσταση του ασθενούς και σε συμφωνία με την αναμενόμενη πρόγνωση της ανάρρωσης του (δεν έχει σχέση με τη θεραπευτική κινητοποίηση για τη μεγιστοποίηση της μεταφοράς του οξυγόνου).
- vii. Συμμετοχή του ασθενούς στην καθημερινή ρουτίνα που περιλαμβάνει φροντίδα εαυτού, αλλαγή θέσης σώματος, στάση, μεταφορά, κάθισμα σε καρέκλα και βάδισμα, τουλάχιστον σε όσους υπάρχει ένδειξη.
- viii. Βελτίωση του θεραπευτικού αποτελέσματος μέσω του συνδυασμού της φυσιοθεραπείας με τους στόχους και τις δραστηριότητες του ασθενούς, του συνδυασμού των θεραπειών με το πρόγραμμα της φαρμακοθεραπείας και τον καθορισμό της με βάση το αντικειμενικό monitoring και τα υποκειμενικά ευρήματα

Τα στοιχεία του νοσηλευόμενου της ΜΕΘ που πρέπει να λάβει υπόψη ο φυσιοθεραπευτής ώστε να επιτύχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα είναι τα εξής:

- i. Πλήρης γνώση του ιστορικού του, συμπεριλαμβανομένης και της διαφορικής διάγνωσης κατά την εισαγωγή του στη ΜΕΘ, καθώς και το προηγούμενο παθολογικό, χειρουργικό και κοινωνικό ιστορικό.
- ii. Πλήρης γνώση των φαρμάκων που χορηγούνται, των ενδείξεων και των αντενδείξεών τους και κυρίως αυτών που επηρεάζουν την ανταπόκριση στη φυσιοθεραπεία.
- iii. Γνώση της σταθερότητας των ζωτικών σημείων από τη στιγμή της εισαγωγής, συγκεκριμένα του καρδιακού ρυθμού, της αναπνευστικής συχνότητας, της αρτηριακής πίεσης, του χρώματος του δέρματος, της θερμοκρασίας και της αιμοδυναμικής σταθερότητας.
- iv. Λεπτομερής γνώση των ευρημάτων των βιοχημικών εξετάσεων, επεμβάσεων και βιοψιών, όπως τα αέρια αίματος, ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών, ΗΚΓ, ακτινογραφία θώρακα, θωρακοκέντηση, κεντρική φλεβική πίεση, πίεση αριστερού κόλπου, πίεση ενσφύνωσης πνευμονικών τριχοειδών, μικροβιολογικές και βιοχημικές αναλύσεις και εξέταση ούρων.
- v. Εάν ο ασθενής είναι μηχανικά αεριζόμενος, απαιτείται λεπτομερής κατανόηση του αναπνευστικού τύπου και των παραμέτρων του.
- vi. Με στόχο να δημιουργήσουμε ένα πλήρες αρχείο του ασθενούς πρέπει α) να διεξάγουμε μία λεπτομερέστατη κλινική εκτίμηση της κατάστασης του

- αρρώστου συμπεριλαμβανομένων των επισκόπηση, ψηλάφηση, επίκρουση και ακρόαση του θώρακα, καθώς και μια νευρομυϊκή εκτίμηση για να αποκλείσουμε τις δευτεροπαθείς συνέπειες στην καρδιοπνευμονική λειτουργία οπότε να δούμε το βαθμό ανάρρωσης. β) να καθορίσουμε μια κλινική διάγνωση και μια λίστα διαφορικών διαγνώσεων και να ιεραρχήσουμε τους θεραπευτικούς στόχους και του συνόλου της θεραπείας. γ) να καθορίσουμε τις καλύτερες δυνατές μετρήσεις για το αποτέλεσμα τόσο της εξέτασης όσο και της θεραπείας και να μπορούμε να το διαβάσουμε. δ) να διεξάγουμε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για να προβλέψουμε την υπολειπόμενη ικανότητα της μεταφοράς του οξυγόνου πριν τη θεραπεία και το βαθμό του stress που θα δεχθεί το σύστημα αυτό.
- vii. Καθώς η θεραπεία προχωράει, καταγράφουμε τις αντικειμενικές και σχετικά υποκειμενικές μετρήσεις των αποτελεσμάτων της θεραπείας και επαναλαμβάνουμε τους θεραπευτικούς στόχους όπως αυτό καθορίζεται από την πορεία του ασθενούς.

B. ΕΞΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΘ

Το εξιτήριο από τη ΜΕΘ συστήνεται όταν ο ασθενής δε χρειάζεται καρδιοπνευμονική φυσικοθεραπεία συχνότερα από 4-6 ώρες. Ο ασθενής πρέπει να αναπνέει αυθόρμητα και ανεξάρτητα, και να παράγει βήχα με ή χωρίς βοήθεια και κατά προτίμηση αποτελεσματικό στην κάθαρση των εκκρίσεων του. Εάν βρίσκεται σε εγρήγορση, ο ασθενής θα πρέπει να κινείται εκουσίως στο κρεβάτι του πριν τη μεταφορά.

C. ΜΗ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΤΗΣ ΜΕΘ

- i. Συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας
- ii. Έλεγχος λοίμωξης: είναι απαραίτητο πολύ προσεκτικό πλύσιμο των χεριών με ένα αντισηπτικό σαπούνι μεταξύ των επισκέψεων στους ασθενείς. Σαπουνίζουμε για τριάντα δευτερόλεπτα ή περισσότερο και τρίβουμε έντονα, και στη συνέχεια ξεπλένουμε πολύ προσεκτικά. Μετά την επαφή με μολυσμένα τραύματα, σιέλο, πληγές, αίμα ούρα, εμέσματα, κόπρανα ο φυσιοθεραπευτής θα πρέπει να πλένει άμεσα τα χέρια του. Εξαιτίας του κινδύνου λοίμωξης από τον ιό HIV, η προστασία του φυσιοθεραπευτή θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει ειδική ενδυμασία, γάντια, καπέλο και μάσκα
- iii. Αντιμετώπιση του ασθενούς σαν άτομο: η ανθρώπινη αξιοπρέπεια πρέπει να είναι σεβαστή. Μικρές λεπτομέρειες, όπως η χρήση του μικρού ονόματος του ασθενούς, η πλήρης επεξήγηση όλων των στοιχείων της φροντίδας του και η συνεχής καθοδήγηση για τον προσανατολισμό του σε τόπο, χρόνο και πρόσωπα εφαρμόζονται ευρέως
- iv. Η ΜΕΘ σαν περιβάλλον ανάρρωσης: Παρουσία παραθύρων με ευχάριστη θέα που βοηθούν τον ασθενή να προσανατολισθεί στο χρόνο

D.ΕΤΟΙΜΟΘΑΝΑΤΟΣ ΑΣΘΕΝΗΣ

Η αναμονή του θανάτου είναι τραυματική τόσο για τον ασθενή και την οικογένειά του, όσο και για την ομάδα ιατρικής του φροντίδας. Τα χαρακτηριστικά του ετοιμοθάνατου ασθενούς, είναι τα εξής: α) απώλεια δύναμης, κίνησης και αντανακλαστικών στα πόδια και μετά στα χέρια, β) κάμψη της περιφερικής κυκλοφορίας που προκαλεί έντονη εφίδρωση και άρα ψυχρότητα σώματος, γ) ο ετοιμοθάνατος ασθενής τείνει να γέρνει προς το φως, δ) μειωμένη ευαισθησία στην αφή, ενώ το αίσθημα του πόνου και της βαθιάς πίεσης παραμένει, ε) συνήθως έχει τις αισθήσεις του μέχρι το θάνατο, στ) μπορεί να βιώνει πόνο, έντονη μοναξιά και φόβο, και ζ) μπορεί να αυξάνονται οι πνευματικές του ανάγκες κυρίως τη νύχτα.

Ο φυσιοθεραπευτής πρέπει να προσφέρει άνεση και να φροντίζει για την προσωπική υγιεινή του ασθενούς και για την ποιότητα του άμεσου ψυχοκοινωνικού του περιβάλλοντος. Θα πρέπει να δείχνει συμπόνια, κατανόηση και σεβασμό τόσο για τον ασθενή όσο και για την οικογένειά του και να ελέγχει το πώς αντιμετωπίζει την πιθανότητα του θανάτου του. Στην περίπτωση που συνεχίζεται η μηχανική υποστήριξη, γίνεται συντηρητική προφυλακτική καρδιοπνευμονική φυσικοθεραπεία για να ελαττωθεί το έργο της αναπνοής, αλλά οι θεραπείες έχουν τον ελάχιστο δυνατό αριθμό και διάρκεια. Είναι απαραίτητη η χορήγηση αναλγητικών για τη μείωση του πόνου και η υποστήριξη του βήχα για να μειωθεί η προσπάθεια που απαιτείται για να βήξει παραγωγικά. Τέλος, η χρήση της ανθρώπινης επαφής, μπορεί να είναι το μοναδικό και πιο σημαντικό μέσο για επικοινωνία και συμπαράσταση προς τον ετοιμοθάνατο ασθενή, ο οποίος είναι σε κωματώδη κατάσταση. Το κράτημα του χεριού μπορεί να είναι σημαντικότερο γι' αυτόν απ' ότι όλα τα μέσα υποστήριξης της ζωής, τα οποία σ' αυτήν την περίπτωση δρουν ως εμπόδιο μεταξύ αυτού και όλων όσων βρίσκονται γύρω του.

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΤΗ
ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

KΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ

Κινητοποίηση: Θεραπευτική και συνιστώμενη εφαρμογή άσκησης χαμηλής εντάσεως για την αντιμετώπιση της καρδιοπνευμονικής δυσλειτουργίας σε οξέως νοσούντα άτομα. Μπορεί να προκαλέσει σοβαρή αύξηση των μεταβολικών αναγκών του ασθενούς και πρέπει να πραγματοποιείται σε όρθια στάση όποτε αυτό είναι δυνατό. Δημιουργείται τόσο από ερεθίσματα ισορροπίας και από άσκησης.

Άσκηση: Θεραπευτική και συνιστώμενη εφαρμογή άσκησης για την αντιμετώπιση της υποξίας και χρόνιας καρδιοπνευμονικής και καρδιαγγειακής δυσλειτουργίας. Στόχος είναι να υιοθετήσει το άτομο “μακράς διάρκειας” άσκηση και άρα να μεγιστοποιήσει τη λειτουργία όλων των σταδίων στην οδό μεταφοράς του οξυγόνου.

Τόσο η οξεία όσο και η χρόνια καρδιοπνευμονική νόσος προκαλούν επιμέρους βλάβη στην ήδη επηρεασμένη λειτουργική ικανότητα του πνεύμονα με δύο τρόπους:

- i. Στην οξεία νόσο ο ασθενής παραμένει κατακεκλιμένος για μεγάλο χρονικό διάστημα, και
- ii. Τόσο στην οξεία όσο και στη χρόνια νόσο η φυσική δραστηριότητα του ασθενούς είναι μειωμένη

Η κατάκλιση και η ακινησία προκαλούν επιπλέον βλάβη στη μεταφορά του οξυγόνου. Συνεπώς υπάρχει ακόμη μεγαλύτερη επιδείνωση στην οδό μεταφοράς οξυγόνου, η οποίας γίνεται περαιτέρω επικίνδυνη σε καπνιστές, παχύσαρκους, παιδιά, ηλικιωμένους και άτομα που βρίσκονται σε μηχανικό αερισμό.

Η σύσταση κινητοποίησης και άσκησης περιλαμβάνει τις εξής παραμέτρους:

- i. Τύπος ή τύποι που θα εφαρμοστούν
- ii. Συγκεκριμένη ένταση
- iii. Διάρκεια
- iv. Συχνότητα
- v. Πορεία, δηλαδή το χρονικό διάστημα εντός του οποίου περιμένουμε να δούμε τα μέγιστα ευεργετικά αποτελέσματα
- vi. Τα μέσα που θα χρησιμοποιήσουμε γι’ αυτήν την πρόοδο

A. ΓΡΗΓΟΡΗ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΟΞΕΙΑ ΝΟΣΟ

Η πρώτη φορά που εφαρμόστηκε η “γρήγορη κινητοποίηση” για την αντιμετώπιση της οξείας καρδιοπνευμονικής βλάβης ήταν το 1959 από την Orlana σ’ ένα περιστατικό βρογχοπνευμονίας. Πέρα από αυτήν την προσπάθεια όμως, η βιβλιογραφία που να υποστηρίζει τον αναμφίβολα θετικό ρόλο της κινητοποίησης στη μεγιστοποίηση της μεταφοράς οξυγόνου στους ασθενείς με καρδιοπνευμονική δυσλειτουργία υστερεί σημαντικά σε έκταση. Η κλινική απόφαση του φυσικοθεραπευτή να συστήσει την εφαρμογή της “γρήγορης κινητοποίησης και άσκησης” σ’ έναν οξέως πάσχοντα στηρίζεται στα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1^ο: Αναγνώριση όλων εκείνων των παραγόντων που συμβάλλουν στην ανεπάρκεια της μεταφοράς οξυγόνου και προκύπτουν από:

- i. Την υποκείμενη παθοφυσιολογία της ασθένειας
- ii. Την μειωμένη κινητικότητα ή την κατάκλιση
- iii. Εξωγενείς παράγοντες που σχετίζονται με τη φροντίδα του ασθενούς

- iv. Ενδογενείς παράγοντες που σχετίζονται με τον ασθενή σαν ξεχωριστή οντότητα

Βήμα 2^ο: Καθορισμός του βαθμού ένδειξης της κινητοποίησης και της άσκησης δεδομένο περιστατικό και συγκεκριμένα ποιος τύπος θα βελτιώσει τις βλάβες που έχουν αναγνωρισθεί στην οδό μεταφοράς O₂ στο Βήμα 1. Κρίνεται σκόπιμο δηλαδή, να εκτιμήσουμε περίπου την ανταπόκριση του ασθενούς μας στο ερέθισμα κινητοποίησης. Αυτό είναι δυνατό να γίνει με δύο τρόπους:

- i. Τον/την εκθέτουμε σε μία δοκιμασία πρόκλησης κινητοποίησης. Ο ασθενής καταγράφεται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις προκαθορισμένες δραστηριότητες. Συνήθως τα ερεθίσματα που επιλέγονται είναι: η βάδιση ανεξάρτητη ή με αρωγή, η εργομετρία με το ποδήλατο χαμηλής και υψηλής κλίσης, οι δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (ADLS), η στάση σε όρθια θέση, η μετακίνηση, η εργομετρία με το ποδήλατο (χαμηλής έντασης), το γύρισμα πάνω στην κλίνη και οι ασκήσεις επί κλίνης. Οι δραστηριότητες σχετικά χαμηλής έντασης είναι αρκετό ερέθισμα για την έκλυση των άμεσων συνεπειών της άσκησης. Ο βαθμός της βοήθειας που απαιτείται για την πραγμάτωση της δραστηριότητας πρέπει να σημειώνεται γιατί επηρεάζει σημαντικά την προσπάθεια του ίδιου του ασθενούς. Είναι πολύ πιθανό να κριθεί απαραίτητη και η χρήση πρόσθετων βοηθημάτων και συσκευών, τόσο για τον ασθενή, όσο και για τον φυσικοθεραπευτή, όπως ζώνες μεταφοράς και μηχανικούς ανελκτήρες για τους ασθενείς.
- ii. Αν η αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς είναι ασταθής και η μεταφορά του οξυγόνου έχει απειληθεί σημαντικά, η απλή καταγραφή του ασθενούς κατά τη διάρκεια στανταρισμένων διαδικασιών, όπως το γύρισμα πάνω στην κλίνη, ADLs, η νοσηλευτική φροντίδα και οι ιατρικές παρεμβάσεις, είναι ικανές να μας δώσουν μία ένδειξη για τις φυσιολογικές αντιδράσεις του ασθενούς στην κινητοποίηση και το βαθμό της ικανότητας μεταφοράς O₂ να καλύψει τις μεταβολικές ανάγκες του ατόμου. Αυτή ακριβώς είναι η προ-διαδικασία που ακολουθείται για έναν βαριά ασθενή που νοσηλεύεται στη ΜΕΘ. Καμία κίνηση δεν είναι ασήμαντη. Και επίσης κάθε κίνηση που είναι ικανή να επηρεάσει θετικά το σύστημα μεταφοράς O₂, ανεξάρτητα από το μέγεθός της, είναι αρκετή για να δώσει βραχυ- και μακρο- πρόθεσμα οφέλη

Βήμα 3^ο: Εντοπισμός του κατάλληλου ερεθίσματος που είναι ανάλογο της ικανότητας μεταφοράς O₂ από τον ασθενή (δραστηριότητες καθημερινής ζωής ADLS, βάδιση χωρίς βοήθεια, όρθια στάση με βοήθεια και πραγματοποίηση λίγων βημάτων, μεταφορά από το κρεβάτι στην καρέκλα, καθιστική θέση στην πλευρά του κρεβατιού, κίνηση πάνω στο κρεβάτι).

Βήμα 4^ο: Καθορισμός της έντασης μέσα σε θεραπευτικά όρια ασφαλείας για την ικανότητα μεταφοράς O₂ του ασθενούς. Είναι γνωστό ότι στους υγιείς η μεταφορά του O₂ και ο κατά λεπτόν αερισμός αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό παραγωγής έργου και τις απαιτήσεις σε O₂. Οι ασθενείς τώρα που βρίσκονται στη μονάδα, συνήθως είναι υπερμεταβολικοί. Αυτό δικαιολογείται γιατί πέρα από τις βασικές μεταβολικές τους ανάγκες, έχουν να αντιμετωπίσουν αυξημένες θερμοκρασίες σώματος (πυρετός), διαδικασίες επούλωσης, αυξημένο έργο αναπνοής και καρδιάς και τέλος τις διαδικασίες ρουτίνας, όπως νοσηλεία, σίτιση (εντερική ή παρεντερική), φυσικοθεραπεία (κινητοποίηση και άσκηση, τοποθέτηση σώματος, αλλαγή θέσης σώματος, ασκήσεις ROM), φάρμακα, επώδυνα ερεθίσματα (ενέσεις, είσοδος γραμμών, νευρολογικές εκτιμήσεις). Άρα είναι απαραίτητο να καθοριστεί αν μπορεί το σύστημα μεταφοράς O₂ να καλύψει τις μεταβολικές ανάγκες του ασθενούς. Οι

ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν κατά τη διάρκεια της φυσικοθεραπευτικής εκτίμησης είναι δύο:

- i. Μπορεί το σύστημα μεταφοράς O_2 να καλύψει τις ανάγκες του ασθενούς;
- ii. Αν ναι, πόση είναι η ικανότητα που απομένει για να καλύψει τις ανάγκες που θα προκύψουν από την κινητοποίηση ή την άσκηση;

Με βάση αυτό το ερέθισμα που σχεδιάζεται έχει στόχο να εκμεταλλευτεί την ικανότητα που περισσεύει, η ύπαρξη της οποίας είναι απαραίτητη για να αυξήσει το θεραπευτικό αποτέλεσμα της άσκησης. Για το λόγο αυτό, πριν την έναρξη της θεραπείας οι ασθενείς πρέπει να είναι ήρεμοι και ξεκούραστοι ώστε οι μεταβολικές τους ανάγκες να βρίσκονται στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα.

Βήμα 5^ο: Συνδυασμός των διαφόρων θέσεων του σώματος στην όρθια στάση με του ακόλουθους χειρισμούς:

- i. Ασκήσεις κινητοποίησης θώρακα (κάμψη, έκταση, κάμψη στην πλευρά, περιστροφή) που αυξάνουν την έκταση κίνησής του, και συνεπώς την έκπτυξη των πνευμόνων σε 3 άξονες (οπισθοπρόσθια, εγκάρσια και κεφαλουραία, κυρίως σε όρθιες θέσεις)
- ii. Ενεργητικές, υποβοηθούμενες ενεργητικές ή παθητικές ROM ασκήσεις
- iii. Ασκήσεις ελέγχου αναπνοής σε συνδυασμό με κινήσεις του σώματος
- iv. Έκλυση βήχα, αυθόρμητα και εθελούσια, είτε μόνος του ο ασθενής είτε με τη δική μας αρωγή

Βήμα 6^ο: Καθορισμός της διάρκειας κάθε συνεδρίας κινητοποίησης, βασιζόμενοι στην αντίδραση του ασθενούς κι όχι στο χρονοδιάγραμμα.

Βήμα 7^ο: Επανάληψη της συνεδρίας κινητοποίησης όσο συχνότερα είναι αυτό δυνατό, βασιζόμενοι στα ευεργετικά της αποτελέσματα και στο ότι είναι καλώς ανεκτή από τον ασθενή.

Βήμα 8^ο: Αύξηση της έκτασης του ερεθίσματος της κινητοποίησης, της διάρκειας της συνεδρίας ή και των δύο σε συνδυασμό, ανάλογα με την ικανότητα του ασθενούς να διατηρεί καλή συμπεριφορά O_2 όταν έχει να αντιμετωπίσει ένα έντονο ερέθισμα κινητοποίησης και ενώ οι καταγραφόμενες μεταβλητές παραμένουν εντός προκαθορισμένων ορίων (δηλαδή απουσία σημείων stress του οργανισμού).

Οι παθήσεις που εμφανίζεται σημαντική ευεργετική δράση της “γρήγορης κινητοποίησης” είναι οι ακόλουθες:

- i. Ατελεκτασία
- ii. Πνευμονική πύκνωση
- iii. Πνευμονικές διηθήσεις
- iv. Βρογχοπνευμονία και λοβώδης πνευμονία
- v. Βρογχολίτιδα
- vi. Κυψελίτιδα
- vii. Πλευριτικές συλλογές
- viii. Οξύ τραύμα του πνεύμονα και πνευμονικό οίδημα
- ix. Αιμοθώρακας
- x. Πνευμοθώρακας
- xi. Καρδιοπνευμονική ανεπάρκεια
- xii. Καρδιοπνευμονικό σύμβαμα μετά από χειρουργική επέμβαση
- xiii. Καρδιοπνευμονικό σύμβαμα λόγω ακινησίας

Όσον αφορά στα **ευεργετικά αποτελέσματα** της μεθόδου στις παραμέτρους της λειτουργίας του οργανισμού, αυτά αναφέρονται παρακάτω κατά συστήματα:

- Πνεύμονες: Αύξηση τοπικού αερισμού, αιμάτωσης, διάχυσης, αύξηση αναπνευστικού όγκου, αύξηση κατά λεπτόν αερισμού, αύξηση αποτελεσματικότητας αναπνευστικών μηχανισμών, μείωση αντίστασης ροής

αέρα, βελτίωση ποιότητας βήχα, μεταφοράς βλέννης και κάθαρσης αεραγωγού, αύξηση λειτουργικότητας των πνευμονικών ανοσολογικών παραγόντων και άρα ελάττωση αποικισμού από βακτήρια και τον κίνδυνο πνευμονικής λοίμωξης

- Καρδιαγγειακό: Αύξηση φλεβικής επιστροφής, αύξηση όγκου παλμού, αύξηση καρδιακής συχνότητας, αύξηση καρδιακής παροχής
- Περιφερειακό αγγειακό δίκτυο: Ελάττωση περιφερικών αντιστάσεων, αύξηση περιφερικής αιματικής ροής και προσφοράς O₂ στους ιστούς
- Λεμφικό: Αύξηση πνευμονικής λεμφικής ροής, αύξηση πνευμονικής λεμφικής παροχέτευσης
- Νευρικό: Αύξηση εγρήγορσης, αύξηση εγκεφαλικής ηλεκτρικής δραστηριότητας, αύξηση ερεθίσματος αναπνοής, ενεργοποίηση συμπαθητικού, αυξημένα αντανακλαστικά
- Πολυσυστηματικά: Μειωμένα αποτελέσματα αναισθησίας και νάρκωσης, ελάττωση βλαπτικών καρδιοπνευμονικών συνεπειών μετά την επέμβαση

1. Προγραμματισμός κινητοποίησης και έλεγχος συνεδρίας κινητοποίησης

Ο προγραμματισμός και η προετοιμασία της συνεδρίας είναι υψίστης σημασίας για την ανταπόκριση που τελικά θα δούμε από τον ασθενή. Για το λόγο αυτό, πριν τη συνεδρία, ο ασθενής πρέπει να είναι ξεκούραστος, να έχουν παρέλθει περίπου δύο ώρες από το τελευταίο γεύμα, να είναι σε εγρήγορση όσο αυτό είναι δυνατό και να βιώνει όσο το δυνατό λιγότερο πόνο ή ενόχληση. Συνεπώς θεραπείες καλό είναι να ταιριάζουν χρονικά με τη λήξη των αναλγητικών και να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η επίδραση άλλων φαρμάκων, όπως τα οπιούχα, στο θεραπευτικό αποτέλεσμα. Ο ρουχισμός του ασθενούς δεν πρέπει να περιορίζει τις κινήσεις του και οι γραμμές, απαγωγές και καθετήρες, να μην είναι ισχυρά τεντωμένα. Τα monitors και άλλες συσκευές που πιθανόν να υπάρχουν στο χώρο, καλό θα είναι να τοποθετηθούν σε κατάλληλες θέσεις ούτως ώστε να μην αποσυνδεθούν. Στη μονάδα βέβαια, για να κινητοποιηθεί ο ασθενής πρέπει να τοποθετηθεί σωστά ο μηχανικός αερισμός και όλο εκείνο το υλικό που υποστηρίζει τις ζωτικές λειτουργίες του ασθενούς. Παράλληλα ο φυσικοθεραπευτής πρέπει να έχει κανονίσει την παρουσία προσωπικού πριν μετακινήσει τον ασθενή που χρήζει αρωγής. Ακόμα και ελάχιστη ικανότητα του ασθενούς να συμβάλλει στην κινητικότητα του επί κλίνης ή και στη μεταφορά του πρέπει να χρησιμοποιείται, άσχετα αν ο χειρισμός απαιτεί αρκετά λεπτά και πολλά άτομα. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από το τεράστιο θεραπευτικό αποτέλεσμα που αναμένεται σε σχέση με τις παθητικές προσεγγίσεις. Ο ύψιστος στόχος είναι η πιο γρήγορη ανάρρωση, η μείωση του πόνου, η μείωση της νοσηρότητας και θνησιμότητας και φυσικά η ελάττωση του χρόνου παραμονής στη ΜΕΘ και άρα και στο νοσοκομείο.

Τα βασικά τμήματα μιας συνεδρίας κινητοποίησης περιλαμβάνουν το ζέσταμα, την άσκηση με σταθερό ρυθμό, τη χαλάρωση και την επαναφορά. Ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι τόσο ξεκάθαρος σε ασθενείς με ελάχιστη λειτουργική ικανότητα και σε όσους αναρρώνουν από οξεία καρδιοπνευμονική βλάβη. Η ρυθμική κίνηση μεγάλων μυϊκών ομάδων είναι η ιδανική, γιατί μειώνει δυσανάλογα το αιμοδυναμικό stress που σχετίζεται με την κίνηση μικρών μυϊκών ομάδων. Παρατεταμένοι σχετικοί χειρισμοί συνήθως αποφεύγονται κυρίως στους βαρέως πάσχοντες. Αν δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν ενεργητικές κινήσεις, τότε έχουν ένδειξη οι

υποβοηθούμενες ενεργητικές. Οι παθητικοί χειρισμοί επιλέγονται σαν πρώτο μέτρο μόνο όταν ο ασθενής είναι παράλυτος ή τόσο αιμοδυναμικά ασταθής ώστε οι ενεργητικές κινήσεις θα επιδεινώσουν ακόμα περισσότερο την ήδη βεβαρημένη κατάσταση του. Οι κινήσεις που περιλαμβάνονται συνήθως σε μία συνεδρία είναι:

- i. Γύρισμα
- ii. Κάθισμα
- iii. Τράβηγμα
- iv. Μεταφορά
- v. Όρθια στάση
- vi. Πραγματοποίηση λίγων βημάτων

Αυτή η διαδικασία έχει τεράστιες μεταβολικές απαιτήσεις για τους ασθενείς με καρδιοπνευμονική δυσλειτουργία. Για το λόγο αυτό η συνεδρία πρέπει να έχει το ρυθμό, που θα επιτρέπει στον ασθενή να χαλαρώνει στο ενδιάμεσο των φάσεων. Παράλληλα ενθαρρύνουμε τον ασθενή να ηρεμήσει και να συνδυάσει τη δραστηριότητά του με βαθιές αναπνοές και βήχα. Καθόλη τη διάρκεια της συνεδρίας δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην ορθότητα της στάσης και στη σταθερότητα. Η έκταση της πλάτης και η τοποθέτηση του σώματος μειώνει τη συμπίεση του θωρακικού τοιχώματος και άρα την επιβάρυνση του αερισμού. Έτσι αυξάνεται η διάταση του θωρακικού τοιχώματος σε τρεις διαστάσεις. Η όρθια στάση είναι αυτή που απαιτεί τη μικρότερη ενέργεια για να διατηρηθεί και ταυτόχρονα μειώνει το έργο των επικουρικών αναπνευστικών μυών.

Η ένταση της κινητοποίησης είναι εκείνη που οδηγεί στον καλύτερο αναπνεόμενο όγκο και κατά λεπτόν αερισμό, αυξάνει τη συχνότητα αναπνοών και συμβάλλει στη μεταφορά της βλέννης και στην ενεργοποίηση του βήχα χωρίς να προκαλεί αρτηριακό αποκορεσμό οξυγόνου, αιμοδυναμική αστάθεια ή αναπνευστικό stress. Αν η ένταση του ερεθίσματος είναι μικρότερη από την πρόεπουσα, τα αποτελέσματα είναι λιγότερο άμεσα. Αν όμως είναι υπερβολική, οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστροφικές. Η διάρκεια και η συχνότητα της κινητοποίησης καθορίζονται από την ανταπόκριση του ασθενούς κι όχι από χρονοδιαγράμματα. Ο καλύτερος ουδός είναι εκείνος που οι φυσιολογικές μεταβλητές αυξάνονται αλλά δεν υπερβαίνουν τα προκαθορισμένα όρια ασφαλείας, διατηρούνται για όσο το δυνατόν περισσότερο τόσο στις περιόδους κόπωσης του ασθενούς, όσο και στις φάσεις της χαλάρωσης και στερούνται ανεπιθύμητων ενεργειών. Η συνεδρία πρέπει να επαναλαμβάνεται όσο συχνά μπορεί ο ασθενής να το ανεχθεί, δηλαδή εφόσον εμφανίζονται ευεργετικά αποτελέσματα και παράλληλα επανέρχεται πλήρως στο ενδιάμεσο διάστημα. Οι συνεδρίες για την οξεία καρδιοπνευμονική δυσλειτουργία είναι συνήθως μικρότερης διάρκειας και συχνότερες σε σχέση με αυτές για τη χρόνια δυσλειτουργία.

Η καταγραφή περιλαμβάνει πρωτίστως τον καθορισμό της βασικής μεταβολικής κατάστασης του ασθενούς σε ώρα χαλάρωσης. Έπειτα καθορίζεται η μεταβολική ανταπόκριση σε διάφορα ερεθίσματα που επηρεάζουν τη μεταφορά O₂. Με αυτόν τον τρόπο καθορίζεται το ανώτατο όριο της έντασης της κινητοποίησης. Οι μεταβλητές που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση, ο ρυθμός αναπνοών, ο βαθμός εξάντλησης και η άπνοια. Στους ασθενείς της ΜΕΘ είναι απαραίτητος ο εκτεταμένος και επεμβατικός έλεγχος των ζωτικών παραμέτρων. Σε εκείνους που βρίσκονται σε μηχανικό αερισμό, είναι πιθανή η ανάγκη για προσαρμογή των αναπνευστικών παραμέτρων λόγω του αυξημένου έργου. Γι' αυτό απαιτείται αύξηση της συγκέντρωσης του O₂ για 3-5 min πριν τη δραστηριότητα και συνέχιση για περίπου 10 min μετά από αυτήν, ώσπου ο καρδιακός ρυθμός και η αρτηριακή πίεση του ασθενούς να επανέλθει στο 90-95% των αρχικών τιμών.

Οι ασκήσεις κινητοποίησης μπορούν να συνδυάζονται με ασκήσεις μυϊκής αντίστασης που αυξάνουν τη δύναμη και την αντοχή των μυών (βάρη, χειρονακτική μυϊκή αντίσταση, βάρη για τον καρπό ή τον αστράγαλο, εργομετρία, βάρδια). Ο συνδυασμός στατικής και θωρακικής κινητικότητας με εισπνευστικές και εκπνευστικές προσπάθειες μπορεί να αυξήσει τον αερισμό κατά λεπτόν και την αντιστοιχία αερισμού –αιμάτωσης. Αντίθετα, οι ισομετρικού τύπου ασκήσεις, στάσεις που απαιτούν αυξημένη μυϊκή εργασία για σταθεροποίηση και δραστηριότητες που απαιτούν το χειρισμό Valsalva προκαλούν δυσανάλογες αιμοδυναμικές αντιδράσεις, που ίσως αποδειχθούν βλαπτικές.

2. Σχέση παραμέτρων κινητοποίησης και άσκησης

Δραστηριότητα και ένταση	Διάρκεια	Συχνότητα
Δραστηριότητες κινητοποίησης	5-20 min	1 φορά /1-2h /4-6 φορές τη μέρα
Διαλείπουσα αεροβική άσκηση	5-20 min	1 φορά /1-2h /4-6 φορές τη μέρα

Χαρακτηρίζεται από 2 μορφές:

- i. On –off (διακοπή μετά από ομαδοποίηση της δραστηριότητας)
- ii. High –low (αυξάνοντας την ένταση ή τη διάρκεια της δραστηριότητας στο high τμήμα της)

Συνεχής αεροβική άσκηση (ελαφριά)	5-20 min	1 φορά /1-2h /4-6 φορές τη μέρα
Συνεχής αεροβική άσκηση (μέτρια)	20-40 min	2-3 φορές /μέρα – 1 φορά /μέρα
Συνεχής αεροβική άσκηση (βαριά)	20-40 min	Καθημερινά – 3-5 φορές /εβδομάδα

B. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Το πρόγραμμα που συστήνεται από το American College of Sports Medicine ώστε να εκλυθούν τα μακροπρόθεσμα ευεργετικά αποτελέσματα της αεροβικής άσκησης σε υγιή άτομα περιλαμβάνει τις εξής παραμέτρους:

Τύπος άσκησης: Ρυθμική δραστηριότητα που περιλαμβάνει τις μεγάλες μυϊκές ομάδες, πόδια, χέρια ή και τα δύο

Ένταση: 70-85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας για τη δεδομένη ηλικία ή του μέγιστου καρδιακού ρυθμού που παρατηρήθηκε

Διάρκεια: 20-40 min

Συχνότητα: 3-5 φορές /εβδομάδα

Πορεία: 6-8 εβδομάδες.

Αυτό το πλάνο φυσικά, δεν είναι δυνατό να εφαρμοστεί σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς. Συνεπώς, ο βαθμός άσκησης που συνίσταται τελικά είναι αυτό που διευκολύνει τη φυσιολογική προσαρμογή του ασθενούς, όπως αυτή οριοθετείται από συγκεκριμένα αντικειμενικά και υποκειμενικά κριτήρια (άπνοια, πόνος, κόπωση, μείωση βάθους αναπνοής, στηθάγχη).

Τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της κινητοποίησης κατά σύστημα είναι τα εξής:

Καρδιοπνευμονικό: Ελάττωση πνευμονικής αγγείωσης, αύξηση δύναμης και αντοχής αναπνευστικών μυών, αύξηση επικουρικής αναπνοής

Καρδιαγγειακό: Αύξηση μυϊκής μάζας μυοκαρδίου, αύξηση αποδοτικότητας μυοκαρδίου, βραδυκαρδία που προκαλείται από την άσκηση

Αιματολογικό: Αύξηση κυκλοφορούντος όγκου, αύξηση ερυθρών αιμοσφαιρίων και αιματοκρίτη, μείωση χοληστερόλης και λιπιδίων

ΚΝΣ: Αύξηση συγκέντρωσης, αίσθημα καλής υγείας

Μυοσκελετικό: Αύξηση μυϊκής αγγείωσης, αύξηση μυοσφαιρίνης και μυϊκών μεταβολικών ενζύμων, οικονομία στην κίνηση, αύξηση αποθηκών γλυκογόνου, μυϊκή υπερτροφία, βελτίωση ελέγχου ανατακλαστικών

Οι χρόνιες παθολογικές καταστάσεις, οι οποίες ευνοούνται από τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της κινητοποίησης που μόλις αναφέρθηκαν είναι οι ακόλουθες:

Καρδιαγγειακό: Συγγενείς καρδιοπάθειες, επίκτητη καρδιακή νόσος, μετεγχειρητικές καρδιακές νόσοι, στηθάγχη, υπέρταση, υπερλιπιδαιμία, υπερχοληστεριναιμία, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, μεταμόσχευση καρδιάς, περιφερική αγγειακή νόσος

Πνεύμονες: Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, διάμεση πνευμονική νόσος, άσθμα, κυστική ίνωση, καταστάσεις μετά θωρακοτομή, μεταμόσχευση πνεύμονα

Η εφαρμογή της κινητοποίησης για την ανάδειξη των μακροχρόνιων αποτελεσμάτων της απαιτεί διαφορετική προσέγγιση για τον κάθε ασθενή και εξαρτάται από το ιστορικό του, την προνοσηρή του κατάσταση, τα εργαστηριακά ευρήματα και την κλινική του εικόνα. Για το λόγο αυτό συστήνεται η διενέργεια μιας “δοκιμασίας άσκησης” η οποία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Προετοιμασία:

- i. Καθορίζουμε τις ενδείξεις για τη διενέργεια της “δοκιμασίας άσκησης” και παράλληλα αναζητούμε την ύπαρξη απόλυτων ή /και σχετικών αντενδείξεων
- ii. Ο ασθενής δεν πάσχει από οποιαδήποτε οξεία νόσο, συμπεριλαμβανομένων της γρίπης και του κοινού κρυολογήματος για τουλάχιστον 48h
- iii. Ο ασθενής έχει κατανοήσει πλήρως το σκοπό της δοκιμασίας και έχει δώσει ενυπόγραφη συγκατάθεση
- iv. Ο ασθενής δεν έχει γευματίσει βαριά, έχει αποφύγει ροφήματα με καφεΐνη και απέχει από το κάπνισμα τουλάχιστον 3h πριν τη δοκιμασία και έχει λάβει τη φαρμακευτική του αγωγή στο δεδομένο χρονοδιάγραμμα
- v. Ο ασθενής είναι ξεκούραστος και δεν έχει υπερβολικά ταλαιπωρηθεί τουλάχιστον για 24h πριν τη δοκιμασία
- vi. Ο ασθενής είναι κατάλληλα ενδεδυμένος, π.χ σόρτς, μη δεσμευτικά ρούχα, κοντομάνικο πουκάμισο, κάλτσες, αθλητικά παπούτσια και καλά δεμένα κορδόνια
- vii. Οι ορθώσεις πρέπει να έχουν φορεθεί, εκτός και εάν επηρεάζουν τη λειτουργική ικανότητα του ασθενούς
- viii. Να υπάρχουν νερό, νιτρογλυκερίνη, αναπνευστήρας και συμπλήρωμα ζάχαρης σε άμεση πρόσβαση
- ix. Ο ασθενής πρέπει να έχει κατανοήσει πλήρως τις υποκειμενικές βαθμολογικές κλίμακες και να είναι ικανός να τις διαβάσει ακόμη και από απόσταση
- x. Ο ασθενής πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τη δοκιμασία και να την έχει επαναλάβει πριν από το τελικό test, ώστε να μην είναι αγχωμένος, και να

- έχει την καλύτερη αποτελεσματικότητα κινήσεων, ώστε η δοκιμασία να είναι όσο το δυνατόν εγκυρότερη
- xi. Αν χρησιμοποιηθεί εργόμετρο, η απόσταση κάθισμα –πετάλι καθορίζεται πριν το test και το κάθισμα πρέπει να προσαρμόζεται ώστε να επιτρέπει 15° έκταση του γόνατος όταν το πόδι βρίσκεται στη χαμηλότερη θέση του πεντάλ και το γόνατο να μην εκτείνεται πλήρως
 - xii. Ο ασθενής πρέπει να κάθεται χαλαρός στο υποστηρικτικό κάθισμα, ώστε να γνωρίζουμε επακριβώς την αρχική φάση χαλάρωσης
 - xiii. Συνδέουμε τους καταγραφείς (ΗΚΓ, καρδιακός ρυθμός, μετρητής αρτηριακής πίεσης, σφυγμομετρικό οξύμετρο)

Κυρίως διαδικασία:

- i. Η συνδιαλλαγή με τον ασθενή πρέπει να είναι ελάχιστη καθόλη τη διάρκεια της δοκιμασίας, συμπεριλαμβανομένης και της ανάνηψης, ώστε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή εγκυρότητα αποτελεσμάτων
- ii. Οι μετρήσεις για τον καθορισμό της αρχικής φάσης χαλάρωσης (μετρήσεις αναφοράς) γίνονται για 5 min ή μέχρι να έρθουν σε σταθερές τιμές
- iii. Ο ασθενής στέκεται πάνω στο διάδρομο ή κάθεται στο ποδήλατο – εργόμετρο με τα πόδια ασφαλώς τοποθετημένες άνετα πάνω στα πεντάλ
- iv. Ο ασθενής χρησιμοποιεί δύο δάκτυλα για ισορροπία στη μία πλευρά όταν βαδίζει στο διάδρομο κι όχι κανονική λαβή, ενώ αν βρίσκεται στο εργόμετρο, δεν ασκεί υπερβολική δύναμη στο χερούλι
- v. Επιπρόσθετες μετρήσεις αναφοράς καταγράφονται στη θέση για 2-3 min ή μέχρι να σταθεροποιηθούν οι τιμές'
- vi. Ξεκινάμε με το χρονόμετρο
- vii. Το κομμάτι του ζεστάματος ξεκινά
- viii. Το επιλεγμένο πρωτόκολλο πραγματοποιείται
- ix. Ο ασθενής καταγράφεται αντικειμενικά και υποκειμενικά τουλάχιστον κάθε 2min κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων της δοκιμασίας, συμπεριλαμβανομένης και της ανάνηψης
- x. Η δοκιμασία τερματίζεται όταν εμφανίζονται τα κριτήρια τερματισμού ή οποιοδήποτε από τα κριτήρια πρόωρου τερματισμού
- xi. Ξεκινά η χαλάρωση
- xii. Όταν ολοκληρωθεί η φάση της χαλάρωσης, ο ασθενής μεταφέρεται σε υποστηρικτική καρέκλα για τη φάση της ανάνηψης με τα πόδια ελαφρώς ανυψωμένα και μη σταυρωμένα
- xiii. Η ανάνηψη συνεχίζεται μέχρι οι καταγραφόμενες ενδείξεις να πιάσουν τις τιμές αναφοράς ή τουλάχιστον να απουσιάζει το 5-10% αυτών
- xiv. Δημιουργούμε μια αναφορά από τον ασθενή για το πώς αισθάνεται.
- xv. Αποσυνδέουμε το μηχάνημα καταγραφής
- xvi. Παρακολουθούμε τον ασθενή για οποιαδήποτε σημεία ή συμπτώματα μετά τη δοκιμασία

Το πρωτόκολλο εκτός από το διάδρομο και το εργόμετρο, μπορεί να περιλαμβάνει δοκιμασία χωρίς βοηθήματα, και συγκεκριμένα βάδισμα 12 min ή τις διαφοροποιήσεις του, όπως βάδισμα 6 min και 3 min που εφαρμόζονται σε ασθενείς με πνευμονική νόσο.

Οι συνήθεις ενδείξεις για τη διενέργεια “δοκιμασίας άσκησης” είναι:

- i. Όσον αφορά στη διάγνωση: στεφανιαία νόσος και αγγειόσπασμος, υπερενεργητική νόσος αεραγωγού, καρδιακός /πνευμονικός περιορισμός άσκησης, περιφερική αγγειακή νόσος
- ii. Όσον αφορά στην κλινική εκτίμηση: μέγιστη λειτουργική ικανότητα, στερνικός πόνος, δύσπνοια, αντοχή, δυνατότητα για εργασία, εργασιακές επιλογές, καρδιοπνευμονική και καρδιαγγειακή κατάσταση, οικονομία κινήσεων, περιορισμός στην άσκηση, συνέπειες θεραπείας, ικανοποιητική αντιμετώπιση διαβήτη
- iii. Όσον αφορά στη σύσταση: πρόγραμμα άσκησης, θεραπείες

Οι απόλυτες και σχετικές αντενδείξεις για τη διενέργεια “δοκιμασίας άσκησης” είναι:

Απόλυτες: Συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, οξείες ΗΚΓ αλλοιώσεις ισχαιμίας, ασταθής στηθάγχη, κοιλιακό ή διαχωριστικό ανεύρισμα, κοιλιακή ταχυκαρδία, πολυεστιακές έκτατες συστολές, επαναλαμβανόμενη κοιλιακή έκτακτη δραστηριότητα, υπερκοιλιακή αρρυθμία, πρόσφατο θρομβοεμβολικό επεισόδιο, μη ελεγχόμενο άσθμα, μη ελεγχόμενη καρδιακή κάμψη, πνευμονικό οίδημα, μη ελεγχόμενη υπέρταση (συστολική > 250 mmHg, διαστολική >120 mmHg), οξείες λοιμώξεις

Σχετικές: Πρόσφατο έμφραγμα μυοκαρδίου (< 4 εβδομάδες), νόσος αορτικής βαλβίδας, έντονη καρδιομεγαλία, πνευμονική υπέρταση, ταχυκαρδία σε ηρεμία, ανωμαλίες ΗΚΓ σε ηρεμία, διαβήτη μη ελεγχόμενος, σοβαρή ηλεκτρολυτική διαταραχή, σοβαρή συστηματική υπέρταση, διαταραχές αγωγής, πλήρης κολποκοιλιακός αποκλεισμός, βηματοδότες σταθερού ρυθμού, οξεία εγκεφαλική αγγειακή νόσος, αναπνευστική ανεπάρκεια, κάμψη αριστερής κοιλίας, επιληψία

Πρωτόκολλα που μπορούν να εφαρμοστούν σε πληθυσμούς ασθενών είναι τα εξής:

Συνεχείς δοκιμασίες:

- i. Μέγιστη: εφαρμόζεται σε κλινικά σταθερούς ασθενείς χωρίς έντονες μυοσκελετικές ανωμαλίες, εξετάζει τη μέγιστη λειτουργική ικανότητα του ασθενούς και συνιστά τη βάση για πρόγραμμα αεροβικής άσκησης. Διακρίνεται σε:
 - a. Αυξανόμενη: διάρκειας 2-5 min
 - b. Σταθερού ρυθμού: δοκιμασία αντοχής για συγκεκριμένο έργο, συνήθως χαλαρό περπάτημα ή ποδηλασία με σταθερή ταχύτητα
- ii. Υπομέγιστη: για ασθενείς που η μέγιστη άσκηση αντενδείκνυται. Διακρίνεται σε:
 - a. Αυξανόμενη: περίπου δοκιμασία μέγιστης άσκησης. Εξετάζει σχεδόν τη μέγιστη λειτουργική ικανότητα ή κάποιο σημαντικό κλάσμα του μέγιστου
 - b. Σταθερού ρυθμού: καθορίζει την ανταπόκριση του ασθενούς σε σταθερού ρυθμού άσκηση στο 60-75% του μεγίστου καρδιακού ρυθμού και έτσι καθορίζει ένα δείκτη αντοχής, συνολικής καρδιοπνευμονικής κατάστασης και ίσως οικονομίας κινήσεων

Διακοπτόμενες δοκιμασίες:

Μέγιστη ή υπομέγιστη => καθορίζει το επίπεδο λειτουργικής ικανότητας σε ασθενείς με εξαιρετικά χαμηλή λειτουργική ικανότητα παραγωγής έργου. Τα πρωτόκολλα που επιλέγονται είναι τα εξής:

- i. On –off (5 min on, 1 min off)
- ii. High low έντασης (δοκιμασία σε κύκλους 1 min high, 15sec low)

Η υποκειμενική κλίμακα ανταπόκρισης του ασθενούς που χρησιμοποιείται είναι αυτή του Borg, όπου βαθμολογούνται ο βαθμός εξάντλησης, η άπνοια, η κόπωση και ο πόνος /δυσφορία. Τα στάδια κυμαίνονται από 0-10, με το 0 να χαρακτηρίζεται από απουσία συμπτωμάτων και το 10 να εκφράζονται όλες αυτές οι παράμετροι σε μέγιστο βαθμό. Ενδιάμεσα υπάρχουν διαβαθμίσεις από πολύ ελαφρύ, ελαφρύ, μέτριο, έως βαρύ και πολύ βαρύ.

Τα κριτήρια για πρόωρη διακοπή της δοκιμασίας άσκηση είναι τα παρακάτω:

- i. Επιθυμία του ασθενούς για διακοπή της δοκιμασίας
- ii. Αποτυχία του εξοπλισμού καταγραφής
- iii. Σημεία και συμπτώματα κόπωσης, κεφαλαλγίας σύγχυσης, αταξίας, ωχρότητας, κυάνωσης, δύσπνοιας, ναυτίας, περιφερικής αγγειακής ανεπάρκειας, πρόδρομα σημεία στηθάγχης
- iv. Ηλεκτροκαρδιογραφικά ευρήματα όπως συμπτωματική υπερκοιλιακή ταχυκαρδία, κοιλιακή ταχυκαρδία, κατάσπαση ST, αριστερός σκελικός αποκλεισμός προκαλούμενος από την άσκηση, κολποκοιλιακός αποκλεισμός 2^{ου} ή 3^{ου} βαθμού, πολυεστιακές έκτακτες κοιλιακές συστολές, κολπικός πτερυγισμός, παρουσία επάρματος Q
- v. Καρδιαγγειακά σημεία όπως πτώση αρτηριακής πίεσης πέραν των τιμών χαλάρωσης, υπόταση κατά την άσκηση (πτώση συστολικής >20 mmHg), εκτεταμένη αύξηση αρτηριακής πίεσης (συστολική >220 mmHg ή > 110 mmHg), βραδυκαρδία μη αναμενόμενη (πτώση καρδιακού ρυθμού > 10 παλμούς /λεπτό με αύξηση ή και χωρίς αλλαγή του καταβαλλόμενου έργου)
- vi. Ένα παράδειγμα φύλλου καταγραφής των στοιχείων και των αποτελεσμάτων μιας δοκιμασίας άσκησης με διάδρομο ή εργόμετρο είναι το ακόλουθο:

*Exercise Test Data Sheet for Treadmill
or Ergometer*

Patient name:							
Patient number:							
Date:							
	Weight (kg)						
	Height (cm)						
	Body mass index						
Reason for test:	FEV ₁						
	FVC						
Type of test:	FEV ₁ /FVC						
Minute	Work rate	HR	BP	RPP	RR	Sao ₂	RPE
	speed/grade						
	(work/rpm)						
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
—							
—							
Review of preexercise checklist							
Level of hand support							
Use of orthoses: type and side							
How often does the patient experience the level of exertion reached in the test (e.g. 1×/week, 1×/month, 3×/day, etc.)							
Reason for test termination							

C. ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΕΥΚΤΑΙΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

Παρά το γεγονός ότι η ύπτια θέση του σώματος σε συνδυασμό με την ακινησία χρήζει πλήρους αποδοχής, δεν είναι φυσιολογική και προκαλεί σοβαρά και επικίνδυνα συμβάματα. Εντούτοις όσο βαρύτερα πάσχον είναι ένας ασθενής, τόσο περισσότερο βρίσκεται περιορισμένος σ' ένα κρεβάτι, αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητες εμφάνισης πολυσυστηματικών επιπλοκών. Οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι οι ακόλουθες:

- i. Ανακατανομή όγκου υγρών: ελάττωση πλάσματος και όγκου αίματος, ελάττωση καρδιακού όγκου, αύξηση αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνης, διούρηση και νατριούρηση
- ii. Μειωμένη μυϊκή δραστηριότητα: αντίσταση στην ινσουλίνη, απώλεια μυϊκής μάζας, αντοχής και δύναμης
- iii. Αλλαγή κατανομής βάρους και πίεσης: φλεβική στάση, στάση ούρων, επίσχεση, τάση σχηματισμού λίθων ουροφόρων οδών, υπερασβεστιουρία, απομετάλλωση οστών, τοπικές αλλοιώσεις δέρματος (ιερό, τροχαντήρες, αγκώνες, ωμοπλάτες, φτέρνες)
- iv. Διάφορα: αύξηση καρδιακής συχνότητας, μείωση όγκου παλμού, μείωση καρδιακής παροχής, αύξηση φλεβικής ευενδοτότητας, αυξημένος κίνδυνος φλεβικής θρόμβωσης και θρομβοεμβολής, μειωμένη ορθοστατική αντοχή, καρδιαγγειακή αποσταθεροποίηση, ανορεξία, δυσκοιλιότητα, ελάττωση $V_{O_{2,max}}$, αύξηση θερμοευαισθησίας με αύξημένη εφίδρωση και κατάθλιψη, αύξηση ακουστικού ουδού, ελάττωση οπτικής οξύτητας σε κοντινές αποστάσεις, αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις λόγω ελάττωσης αντισωμάτων

Ένα από τα πρωτεύοντα ευεργετικά αποτελέσματα της κινητοποίησης και της άσκησης στο καρδιοπνευμονικό σύστημα είναι η ευόδωση της μεταφοράς και της κάθαρσης των βλεννωδών εκκρίσεων. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η συχνή μεταβολή της στάσης του σώματος, η οποία συμβάλλει στην βρογχική υγιεινή μέσω της αποφυγής της άθροισης και στάσης των εκκρίσεων στο βρογχικό δέντρο εμποδίζοντας έτσι την απόφραξη του αεραγωγού και την αύξηση της αντίστασης της ροής του αέρα. Οι φυσικοθεραπευτές λοιπόν πρέπει να απαιτήσουν τη δημιουργία εναλλακτικών οδών εκτός του περιορισμού επί κλίνης, για την αντιμετώπιση των βαρέως πασχόντων. Συγκεκριμένα, να σχεδιαστούν έπιπλα και συσκευές που ταιριάζουν περισσότερο στη φυσιολογική λειτουργικότητα και στις ανάγκες του ασθενούς καθόλη την πορεία της ανάρρωσής του. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι:

- i. Η αύξηση των νευρολογικών και καρδιολογικών καθισμάτων στις ΜΕΘ, που ευοδώνουν την εύκολη μεταφορά των ασθενών από την κλίνη στην καρέκλα και στην όρθια στάση
- ii. Η ύπαρξη περισσότερων διαθέσιμων συσκευών για την ανύψωση των ασθενών, και φυσικά
- iii. Η παρουσία μεγαλύτερου αριθμού ατόμων που θα βοηθούν στη μετακίνηση των ασθενών

Περισσότερο εξειδικευμένες είναι:

- iv. Οι περιστρεφόμενες κλίνες, που αποτελούν ηλεκτρομηχανικά κρεβάτια, τα οποία γυρίζουν τον ασθενή εντός ενός εύρους 30° σε κάθε πλευρά, ξεκινώντας από ύπτια θέση για περιόδους 3 min. Βέβαια η χρήση των κρεβατιών αυτών περιορίζεται αποκλειστικά σε βαρέως πάσχοντες που

δεν μπορούν να γυρίσουν μόνοι τους (π.χ. ARDS) ή είναι δύσκολο να τους γυρίσουμε χειρονακτικά (π.χ. παχύσαρκοι). Πάντως πρέπει να χρησιμοποιούνται με πολύ προσοχή και ιδιαίτερα επιλεκτικά, ώστε να αποφύγουμε να βασιστούμε στην τοποθέτηση του σώματος παθητικά μέσω του κρεβατιού, και να μην χρησιμοποιήσουμε ενεργητικές ή έστω ενεργητικές υποβοηθούμενες προσεγγίσεις

Το ερέθισμα το οποίο θα εκλύσει τα απευκταία αποτελέσματα της άσκησης θα πρέπει να είναι σε τέτοια δόση ώστε να διατηρήσει την κατάσταση του ασθενούς στα ίδια επίπεδα και να την επιδεινώσει. Για το σκοπό αυτό πρέπει να απαντηθούν κατάλληλα τα παρακάτω αποτελέσματα:

- i. Πώς θα συγκριθούν οι διάφοροι τύποι άσκησης σε σχέση με τα απευκταία αποτελέσματα του καθενός;
- ii. Μπορεί η άσκηση σε ορισμένες στάσεις του σώματος να δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την ίδια άσκηση σε άλλη στάση;
- iii. Με βάση ποιες αρχές θα καθορίσουμε την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης;
- iv. Ποιες αρχές θα καθορίσουν την συχνότητα της κινητοποίησης ή της άσκησης;

Αυτές οι ερωτήσεις δεν έχουν διευκρινιστεί σε ικανοποιητικό βαθμό στη βιβλιογραφία. Εντούτοις κάποιες γενικές πρακτικές χρήζουν ευρύτερης κλινικής αποδοχής. Αυτές περιλαμβάνουν το γύρισμα των ασθενών κάθε 24 h, το κάθισμα και τη βάδιση χωρίς όμως καθορισμένο χρονοδιάγραμμα. Οποιαδήποτε προσέγγιση προϋποθέτει ότι τόσο οι ασθενείς όσο και οι συνοδοί τους θα φροντίζουν ώστε οι ασθενείς να διατηρούν τη στάση του σώματός τους καθόλη τη διάρκεια της κινητοποίησης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση υποστηρικτικών καθισμάτων, σκληρών και μαλακών μαξιλαριών και προσαρμόσιμων κλινών που διατηρούν την καλύτερη δυνατή στάση του σώματος.

Συμπερασματικά, η κινητοποίηση και η άσκηση είναι το “φάρμακο” του φυσικοθεραπευτή με συγκεκριμένες ενδείξεις, αντενδείξεις και παρενέργειες για τον κάθε ασθενή ξεχωριστά. Αποτελούν την πιο άμεση παρέμβαση στη μεταφορά O₂ γιατί επηρεάζουν κάθε βήμα σ’ όλη την πορεία της. Συνεπώς, συνίσταται πάντα σαν θεραπευτική παρέμβαση πρώτης επιλογής για τη θεραπεία της καρδιοπνευμονικής δυσλειτουργίας.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

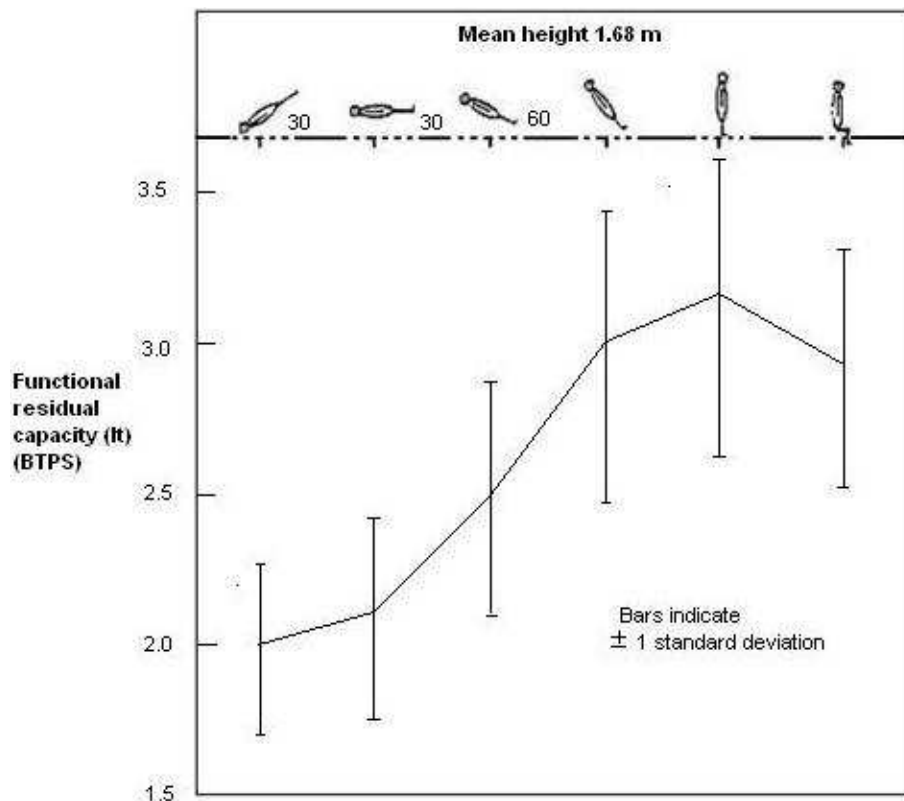
Το άμεσο και πιθανό αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής στη μεταφορά του O_2 , την καθιστά μία μη επεμβατική φυσικοθεραπευτική παρέμβαση πρώτης εκλογής που μπορεί να συνδράμει την αρτηριακή οξυγόνωση, ώστε οι επεμβατικές, μηχανικές και φαρμακολογικές μορφές της υποστήριξης του αναπνευστικού συστήματος, είτε να αναβληθούν είτε να αποφευχθούν εντελώς. Κάθε ασθενής βρίσκεται συνεχώς εκτεθειμένος στη δύναμη της βαρύτητας, άρα κάθε στάση σώματος που λαμβάνει το άτομο αντανακλά στη μεταφορά του O_2 . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι η μεταφορά του O_2 μπορεί να βελτιωθεί, να διατηρηθεί ή και να επιδεινωθεί με τις μεταβολές στη θέση του σώματος. Η βαρύτητα εξάλλου, είναι η κύρια αιτία της σημαντικότητας ανομοιογένειας των φυσιολογικών λειτουργιών μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του πνεύμονα και ο λόγος που οι πνεύμονες δεν πρέπει με κανέναν τρόπο, ούτε φυσιολογικά ούτε και ανατομικά, να προσομοιάζονται με μπαλόνια.

Συχνές αλλαγές στη στάση του σώματος και αποφυγή παρατεταμένων περιόδων παραμονής σε μια συγκεκριμένη σταθερή θέση θα μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο επιστροφών, που είναι αναπόφευκτες. Το χρονοδιάγραμμα διαφέρει ανάλογα με την παθολογία, τον τύπο, τη βαρύτητα και άλλους παράγοντες. Η διάρκεια για την οποία ένας ασθενής λαμβάνει μια συγκεκριμένη στάση πρέπει να εξαρτάται αποκλειστικά από την ανταπόκριση και όχι από το καθορισμένο χρονοδιάγραμμα. Για το λόγο αυτό συστήνονται ταυτόχρονα η συχνή αλλαγή θέσεων σώματος σε συνδυασμό με ακραίες διαδοχικές θέσεις. Αυτές περιλαμβάνουν κινήσεις 360° στον οριζόντιο άξονα και 180° στον κάθετο (κυμαινόμενες από 20° πίσω η κεφαλή έως 20° σκύψιμο μπροστά) για την ανταλλαγή των αερίων σ' ένα δεδομένο ασθενή. Η πρακτική της στροφής των ασθενών κάθε 2 h είναι ευρέως αποδεκτή. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην πίστη ότι οι αρνητικές συνέπειες που σχετίζονται με την υιοθέτηση μιας σταθερής στατικής θέσης για παρατεταμένο χρόνο θα αποφευχθούν. Πρόσφατα στοιχεία εντούτοις, υποστηρίζουν ότι η τακτικότερη στροφή των ασθενών μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερα ευεργετικά αποτελέσματα στους βαρέως πάσχοντες. Αυτό αποκαλύπτει πόσο κριτικής σημασίας είναι η ικανότητα του φυσικοθεραπευτή να ζυγίζει τα ευεργετικά αποτελέσματα και τις καταστροφικές συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει κάθε πιθανή στάση του σώματος ώστε να συστηθεί θεραπευτικά.

Ο άνθρωπος λειτουργεί καλύτερα όντας σε όρθια στάση και κίνηση, άρα οι θεραπευτικές παρεμβάσεις που ακολουθούν αυτό το πρότυπο, είναι περισσότερο δικαιολογημένες σε φυσιολογική βάση. Η υιοθέτηση της κατακεκλιμένης ύπτιας θέσης, που είναι και η συνηθέστερη για τους νοσηλεύόμενους ασθενείς έχει τραγικές συνέπειες στη μεταφορά του O_2 . Οι στάσεις στο πλάι (δηλαδή ο ασθενής γερμένος προς τη μία πλευρά), έχουν ενδιάμεση αποτελεσματικότητα μεταξύ της όρθιας και ύπτιας θέσης. Η τοποθέτηση του ασθενούς σε πρηνή θέση συμβάλλει επίσης σημαντικά στη βελτίωση της οδού μεταφοράς O_2 .

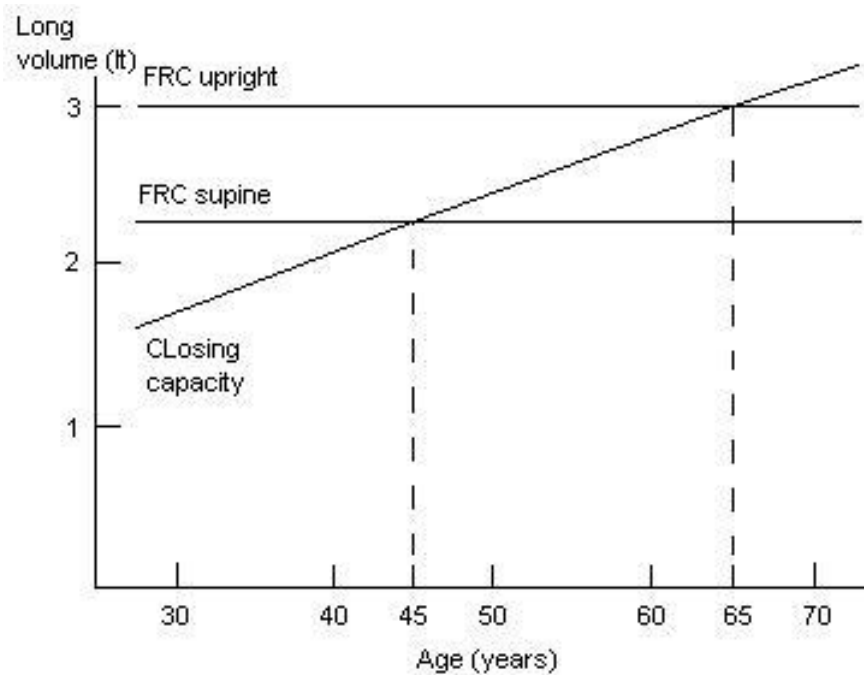
A. ΟΡΘΙΑ ΘΕΣΗ

Η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC), δηλαδή ο όγκος του αέρα που παραμένει εγκλωβισμένος στους πνεύμονες μετά το τέλος μιας φυσιολογικής εκπνοής, είναι ελάχιστα μεγαλύτερος στους όρθιους ασθενείς σε σύγκριση με τους καθιστούς και εξαιρετικά μεγαλύτερος σε σχέση με αυτούς που είναι ξαπλωμένοι σε ύπτια θέση ξεπερνώντας την σχεδόν κατά 50%. (Σχήμα 1).



Σχήμα 1

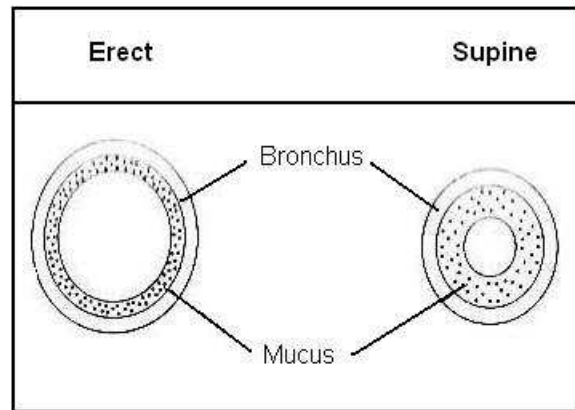
Η μεγιστοποίηση των τιμών της FRC σχετίζεται με μειωμένη σύγκλιση αεραγωγών και μέγιστη αρτηριακή οξυγόνωση.



Σχήμα 2

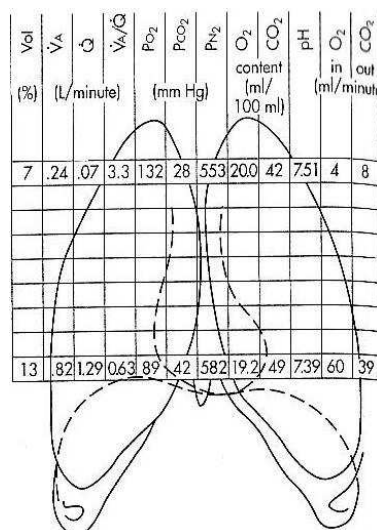
Στο σχήμα 2 φαίνεται η σχέση της FRC με την ικανότητα σύγκλεισης των αεραγωγών σε συνάρτηση με την ηλικία. Εξαιτίας του γεγονότος ότι η ικανότητα σύγκλεισης είναι ανάλογα ηλικιο-εξαρτώμενη, αυτή η δράση επιδεινώνεται ακόμη περισσότερο με την κατάκλιση. Άρα η απόφραξη των αεραγωγών εμφανίζεται σαφώς σε ένα άτομο 45 ετών σε ύπτια θέση και σε ηλικία 65 ετών σε έναν υγιή σε όρθια θέση. Αυτά τα στοιχεία δυσχεραίνονται περαιτέρω σε άτομα που πάσχουν, και δη βαριά, συνεπώς η όρθια θέση προτιμάται γιατί βελτιώνει ουσιαστικά την ανταλλαγή των αερίων.

Όντας όρθιος, η διάμετρος των κύριων αεραγωγών αυξάνει ελαφρά. Αν οι αεραγωγοί είναι αποφραγμένοι, ακόμη και μικρού βαθμού περαιτέρω στένωση του αεραγωγού, όπως αυτή που προκαλείται από την κατάκλιση, έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της αντίστασης του αεραγωγού (Εικόνα 1). Η κάθετη βαρυντική βαθμίδωση είναι μέγιστη σε όρθια θέση, η οπισθοπρόσθια διάμετρος του θωρακικού τοιχώματος είναι μέγιστη και η συμπίεση πάνω στην καρδιά και τους πνεύμονες είναι ελάχιστη. Η τοποθέτηση των μυϊκών ινών του διαφράγματος σε μικρότερο μήκος διορθώνεται με μία αύξηση της νευρικής ενεργοποίησης της αναπνοής στην όρθια θέση.



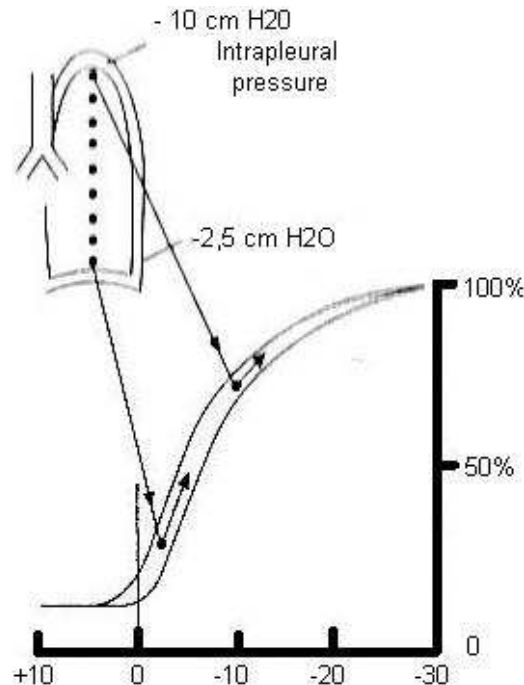
Εικόνα 1

Παράλληλα, στην όρθια θέση, οι ενδοπλευρικές πιέσεις είναι $-10 \text{ cm H}_2\text{O}$ στις κορυφές και $-2,5 \text{ cm H}_2\text{O}$ στις βάσεις, λόγω του βάρους του πνεύμονα. (Σχήμα 3).



Σχήμα 3

Επειδή οι πνευμονικές μονάδες των βάσεων έχουν μικρότερο αρχικό όγκο, άρα και λιγότερο αρνητική πίεση, εμφανίζουν μεγαλύτερη ενδοτικότητα και άρα μεγαλύτερες αλλαγές όγκου κατά τη διάρκεια της αναπνοής. Συνεπώς, η σχετική θέση των διαφόρων περιοχών του πνεύμονα σε συνάρτηση με τη βαρύτητα, καθορίζει τη θέση τους πάνω στην καμπύλη πίεσης-όγκου. (Σχήμα 4).



Σχήμα 4

Όταν ο ασθενής αναπνέει σε συνθήκες χαμηλού πνευμονικού όγκου, όπως σε επίπονες καταστάσεις, σε χειρουργημένους στο θώρακα ή στην κοιλιά, σε ηλικιωμένους και παιδιά, σε παχύσαρκους, εγκύους, σε ασθενείς με παραλυτικό ειλεό και ασκίτη, ενδοθωρακικές και ενδοκοιλιακές μάζες, σε ασθενείς με κακή θρέψη, με βλάβες του νωτιαίου μυελού και σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς, ανατρέπεται η βαθμίδωση της φυσιολογικής ενδοπλευρικής πίεσης, οπότε στην όρθια θέση οι κορυφές έχουν αρνητική πίεση σε σχέση με τις βάσεις που έχουν θετική πίεση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κορυφές να είναι περισσότερο ευένδοτες και άρα καλύτερα αεριζόμενες και οι βάσεις να έχουν ροπή σε απόφραξη των αεραγωγών. Ειδικά στους ασθενείς που βρίσκονται υπό μηχανικό αερισμό, εμφανίζεται επιπλέον και υποξαιμία ως εξής:

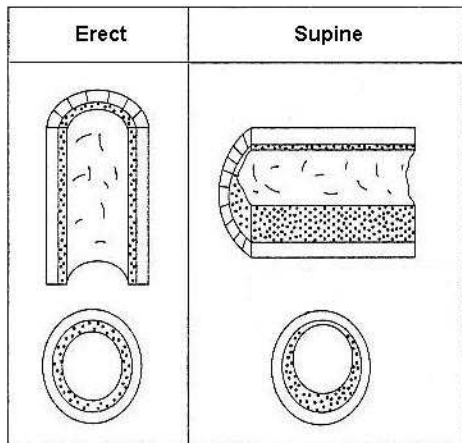
- i. Ανατρέπεται η βαθμίδωση πίεσης, οπότε οι κορυφές αερίζονται καλύτερα
- ii. Επιδεινώνεται η αναντιστοιχία αερισμού-αιμάτωσης
- iii. Σε μηχανικό αερισμό θετικής πίεσης παρατηρείται αύξηση της ενδοθωρακικής πίεσης, μείωση της φλεβικής επιστροφής και άρα ελάττωση της καρδιακής παροχής.

Αυτά τα στοιχεία σε συνδυασμό με την αρνητική πίεση που απαιτείται για να ανοίξει η εισπνευστική βαλβίδα, αυξάνουν σημαντικά το έργο της αναπνοής στο σύνολό του.

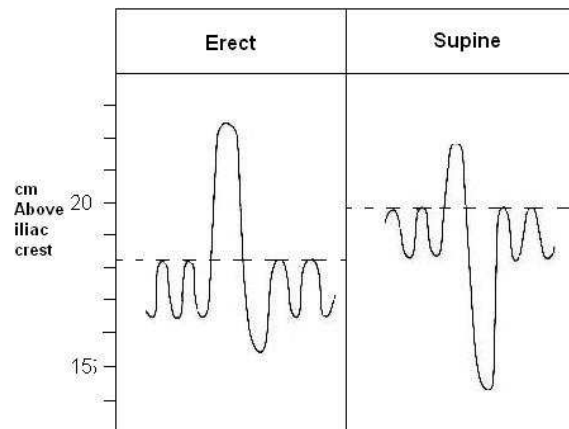
B. ΥΠΤΙΑ ΘΕΣΗ

Η ύπτια θέση είναι σαφώς μία μη φυσιολογική θέση για τον άνθρωπο, αν εξαιρέσουμε φυσικά τις ώρες του ύπνου. Η αδικαιολόγητη χρήση και η αδιαμφισβήτητη αποδοχή της ανάπαυσης επί κλίνης έχει αναπτυχθεί εδώ και 130 χρόνια. Στα μέσα του 18^{ου} αιώνα, πιστευόταν ότι τα εσωτερικά όργανα έπρεπε να ξεκουραστούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που ακινητοποιούνταν ο ασθενής μετά από τραυματισμό του θωρακικού κλωβού (δηλαδή των πλευρών). Αυτή ακριβώς ήταν η φιλοσοφία που επικρατούσε και κανείς δεν τολμούσε να παραβεί. Οι πρώτες προσπάθειες για να σπάσει αυτή η πεποίθηση, ότι δηλαδή η καθήλωση στο κρεβάτι θεραπεύει τα πάντα, έγιναν από τον Harrison το 1945 και τον Browse το 1965.

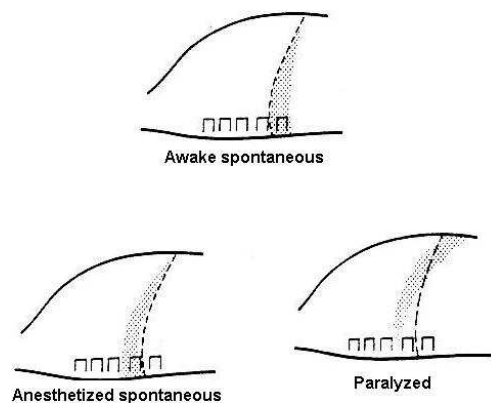
Η ύπτια θέση μεταβάλλει το εύρος κίνησης του θωρακικού τοιχώματος, την οπισθοπρόσθια διάμετρο των ημιδιαφραγμάτων, την ενδοθωρακική πίεση και την ενδοκοιλιακή πίεση δευτεροπαθώς λόγω της αλλαγής της θέσης των ενδοκοιλιακών οργάνων. Η φυσιολογική οπισθοπρόσθια έκπτυξη γίνεται πλέον περισσότερο εγκάρσια. Τα ημιδιαφράγματα τοποθετούνται περισσότερο κεφαλικά, μειώνοντας έτσι σημαντικά την FRC. Μεγάλος αριθμός εκκρίσεων τείνει να συγκεντρωθεί στην εξαρτημένη πλευρά (δηλαδή αυτήν που ακουμπά στο κρεβάτι) του αεραγωγού. Με αυτόν τον τρόπο το πάνω μέρος του αεραγωγού βρίσκεται στεγνό από βλεννώδεις εκκρίσεις, άρα χωρίς επίστρωση, εκθέτοντας έτσι τον ασθενή σε κίνδυνο λοίμωξης και απόφραξης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2



Σχήμα 5



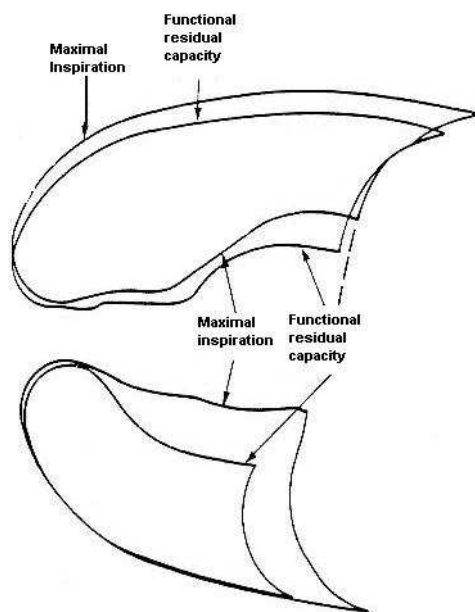
Εικόνα 3

Στο σχήμα 5 φαίνεται η επίδραση της θέσης του σώματος στο επίπεδο και στην κίνηση του διαφράγματος.

Τέλος, στην ύπτια θέση, το επίπεδο χάλασης του διαφράγματος επηρεάζεται με διαφορετικό τρόπο από την αναισθησία και το νευρομυϊκό αποκλεισμό (Εικόνα 3). Στην αυθόρμητη αναπνοή, η ανύψωση του διαφράγματος είναι μεγαλύτερη στο οπίσθιο τμήμα του. Κατά την αναισθησία, με ή χωρίς παράλυση, το διάφραγμα ανεβαίνει 2 cm μέσα στο θώρακα. Όταν υπάρχει και παράλυση, η απώλεια του μυϊκού τόνου οδηγεί στην ακόμη μεγαλύτερη ανύψωση του μη εξαρτημένου τμήματος του διαφράγματος σε σχέση με εκείνο που βρίσκεται σε επαφή με το κρεβάτι (εξαρτημένο).

C. ΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΠΛΕΥΡΟ

Η στήριξη στο πλευρό του σώματος είναι περισσότερο φυσιολογική σε σχέση με την ύπτια και συνεπώς έχει πολύ πιο ευεργετικό θεραπευτικό αποτέλεσμα. Δίνει έμφαση στην οπισθοπρόσθια διάταση του θωρακικού τοιχώματος. Σ' αυτήν τη θέση το ημιδιάφραγμα που ακουμπάει δεν είναι σωστά τοποθετημένο κεφαλικά λόγω της συμπίεσης των υποκείμενων σπλάχνων. Η FRC στη στάση αυτή κυμαίνεται μεταξύ της όρθιας και της ύπτιας. Αντίστοιχα, η ευενδοτότητα είναι αυξημένη σε σύγκριση πάντα μ' αυτή σε ύπτια θέση, η αντίσταση μειωμένη και το έργο της αναπνοής μειωμένο. Τα αντίθετα ακριβώς ισχύουν όταν η σύγκριση γίνεται σε όρθια θέση (Εικόνα 4).



Εδώ φαίνεται η FRC και η μέγιστη εισπνοή σε αυθόρμητα αναπνέον άτομο που βρίσκεται ξαπλωμένο στη δεξιά πλευρά. Παρότι υπάρχει αποτελεσματική αναπνοή στον εξαρτημένο πνεύμονα, τόσο η FRC όσο και ο εισπνεόμενος όγκος είναι σημαντικά ελαττωμένα. Παράλληλα, υπάρχουν στοιχεία που υποστηρίζουν ότι στη θέση αυτή αυξάνεται η τελοδιαστολική πίεση των κοιλιών στην εξαρτημένη πλευρά δευτεροπαθώς λόγω της συμπίεσης των υποκείμενων σπλάχνων του διαφράγματος και ελαττώνεται η ευενδοτότητα των πνευμόνων στην ίδια πλευρά. Η βέλτιστη αντιστοιχία αερισμού –αιμάτωσης εμφανίζεται στο ανώτερο 1/3 κάθε πνεύμονα στην τοποθέτηση αυτή. Άρα η συνολική επιφάνεια

βέλτιστης αντιστοιχίας είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτή σε όρθια θέση. Αυτό το θετικό γεγονός όμως, αντirroπείται από τη μείωση των πνευμονικών όγκων και του ρυθμού ροής του αέρα.

Συμπερασματικά, η στάση στο πλευρό προσφέρει σαφώς καλύτερη αρτηριακή οξυγόνωση από την ύπτια. Αυτό ισχύει τόσο σε υγιείς, όσο και σε ασθενείς που λαμβάνουν αποθεματικό O₂, όσο και σε εκείνους που δε λαμβάνουν. Συνεπώς η θέση αυτή αυξάνει την αποτελεσματικότητα της μεταφοράς O₂ και άρα ελαττώνει ή και αποτρέπει εντελώς τη χρήση του αποθεματικού O₂. Τα αέρια του αρτηριακού αίματος βελτιώνονται σε ασθενείς με ετερόπλευρη πνευμονική νόσο όταν τοποθετούνται στο πλάι με τον καλό πνεύμονα να ακουμπάει και επιδεινώνονται όταν ακουμπά ο

βεβλαμμένος πνεύμονας. Αντίστοιχα, όταν η νόσος είναι αμφοτερόπλευρη, τα αέρια βελτιώνονται όταν ο ασθενής τοποθετείται στη δεξιά πλευρά σε σχέση με την αριστερή, μάλλον λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους του δεξιού πνεύμονα και της μειωμένης πίεσης που ασκεί η καρδιά στον πνεύμονα σ' αυτήν τη θέση.

D. ΘΕΣΗ ΜΕ ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΜΠΡΟΣ

Η θέση με κλίση της κεφαλής προς τα εμπρός βοηθά τη μεταφορά του O_2 σε ορισμένους ασθενείς βελτιώνοντας τη μηχανική των πνευμόνων. Ασθενείς με χρόνιο περιορισμό της ροής του αέρα, για παράδειγμα, έχουν την τάση να εμφανίζουν υπερέκπτυξη του θώρακά τους και επιπέδωση του διαφράγματος, του οποίου η κατάσπαση είναι αποτελεσματική λόγω της θέσης των μυϊκών του ινών. Η κλίση της κεφαλής προκαλεί τη μετατόπιση των σπλάγχων κεφαλικά κάτω από το διάφραγμα. Έτσι το διάφραγμα τοποθετείται περισσότερο φυσιολογικά και βρίσκεται σε χάλαση σε θέση υψηλότερη και περισσότερο αποτελεσματική μέσα στη θωρακική κοιλότητα. Στη θέση αυτή, οι ασθενείς βιώνουν ανακούφιση από τη δύσπνοια, μείωση της χρήσης των επικουρικών αναπνευστικών μυών, μείωση των ανώτερων μοντέλων θωρακικής αναπνοής και μείωση του κατά λεπτόν αερισμού.

Ασθενείς με παθολογία στις πνευμονικές βάσεις ευεργετούνται επίσης από τη θέση αυτή γιατί διευκολύνει την ανταλλαγή των αερίων στα περισσότερο λειτουργικά ανώτερα πνευμονικά πεδία και προωθεί την αποσυμφόρηση των κυψελίδων στις βάσεις λόγω της ανόδου τους σε υψηλότερο επίπεδο.

Τέλος, ασθενείς με κόπωση των αναπνευστικών μυών χρειάζονται να καταβάλλουν μικρότερη αναπνευστική προσπάθεια λόγω της προωθητικής αντίστασης που δέχεται το διάφραγμα από το βάρος των υποκείμενων σπλάγχων.

E. ΠΡΗΝΗΣ ΘΕΣΗ

Η πρηνής θέση αυξάνει την αρτηριακή πίεση του O_2 , τον αναπνεόμενο όγκο και την ευενδοτότητα των πνευμόνων. Τα ίδια ευεργετικά αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και σε βαρέως πάσχοντες. Σε μια μελέτη του 1977 των Douglas, Beyden, Sessler και Marsh, η προσθήκη O_2 ελαττώνει στους 4 από τους 5 μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς μετά την τοποθέτησή τους σε θέση πρηνή που άφηνε ελεύθερη την κοιλιακή χώρα.

Διακρίνουμε δύο τύπους πρηνούς θέσης:

- i. Αυτή που πιέζει την κοιλιακή χώρα, όπου ο ασθενής είναι πρηνής με την κοιλιά του σε επαφή με την κλίνη, και
- ii. Αυτή που αφήνει ελεύθερη την κοιλιακή χώρα, όπου ανασηκώνονται οι γλουτοί και το στέρνο

Παρόλα αυτά είναι απαραίτητο να ληφθούν κάποια προστατευτικά μέτρα. Ο ασθενής πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε όλα τα σημεία πίεσης, κυρίως στην κεφαλή και το πρόσωπο, καθώς και η πίεση που δέχονται ο σωλήνας και το κύκλωμα του μηχανικού αερισμού να είναι ελάχιστα. Επίσης πρέπει να υπάρχει συνεχής καταγραφή των ζωτικών σημείων.

Μία ημι-πρηνής θέση μπορεί να προσφέρει πολλά από τα θετικά φυσιολογικά αποτελέσματα της πλήρως πρηνούς θέσης και παράλληλα να ελαχιστοποιήσει κάποιους από τους κινδύνους, κυρίως στους μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς και σε εκείνους που εμφανίζουν κάποια παθολογική κατάσταση στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Επιπροσθέτως ομοιάζει πάρα πολύ με την πρηνή θέση που αφήνει ελεύθερη την κοιλιακή χώρα. Για το λόγο αυτό θεωρείται εκτός από συντηρητικότερη, και ασφαλέστερη επιλογή για τον βαρέως πάσχοντα ασθενή που πιθανώς είναι και αιμοδυναμικά ασταθής, ηλικιωμένος ή έχει μία προτεταμένη κοιλιά.

Τέλος, σε ασθενείς που δεν μπορούν να κινητοποιηθούν αποτελεσματικά είναι απαραίτητη η χρήση της πρηνούς θέσης ή κάποιας διαφοροποίησής της. Αναμφισβήτητα, ασθενείς που αντιμετωπίζουν ένα πολύ περιορισμένο εύρος κινητοποίησης θα αναπτύξουν ατελεκτασίες στα εξαρτημένα πνευμονικά πεδία (δηλαδή αυτά που ακουμπούν στην κλίνη). Τα μονά μέσα για να παρεμποδιστεί και να ελεγχθεί η συμπίεση και η υδροστατικά προκαλούμενη ατελεκτασία είναι η τοποθέτηση αυτών των εξαρτημένων περιοχών σε υψηλότερο επίπεδο. Το χρονοδιάγραμμα εξαρτάται από τον ίδιο τον ασθενή.

F. ΣΥΧΝΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

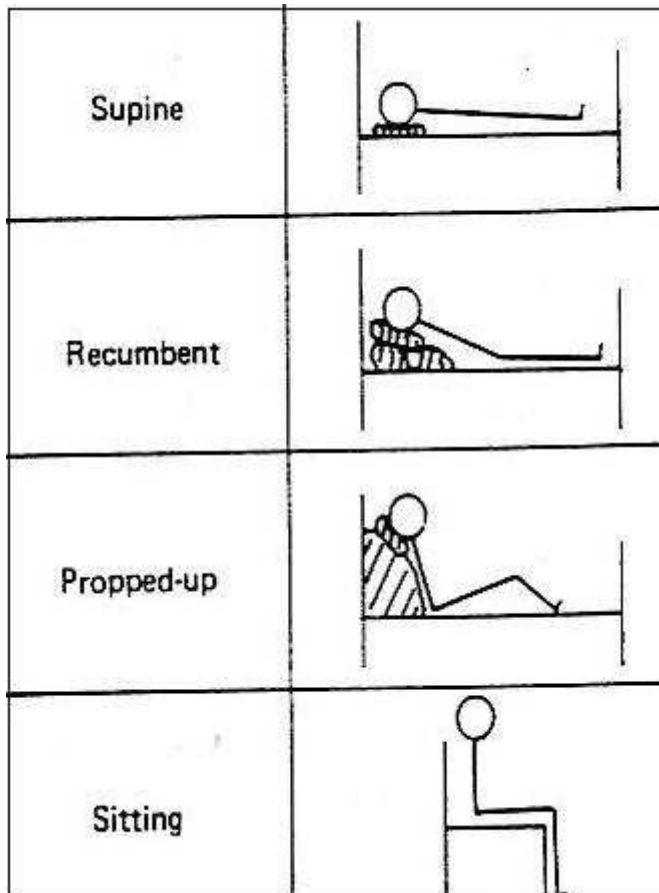
Τα ευεργετικά αποτελέσματα της μεταβολής της θέσης του σώματος ενθαρρύνονται σε μεγαλύτερο βαθμό με τη μετακίνηση του ασθενούς σε μια ακραία θέση, π.χ από την ύπτια στην πρηνή σε σύγκριση με την ύπτια στο πλευρό. Οι ακραίες αυτές θέσεις ομοιάζουν, αλλά δεν αντικαθιστούν τη φυσιολογική περιστροφή και ανησυχία που συμβαίνουν σε όρθια θέση και με φυσιολογική κινητικότητα. Όταν το σχήμα “stir-up” (περιστροφή) προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Driggs και Waters το 1941, δεν εκτιμήθηκαν πλήρως οι φυσιολογικές του προεκτάσεις. Η συμβολή του, όπως αποδείχτηκε τελικά, ήταν εξαιρετικά σημαντική. Πιο συγκεκριμένα, συμβάλλει στην ανακατανομή του αερισμού, της αιμάτωσης και της σχέσης μεταξύ τους. Υπάρχουν δραματικές αλλαγές στις εξαρτημένες ατελεκτασικές περιοχές στο νεκρό χώρο, στην αρτηριοφλεβική επικοινωνία και στην κατανομή και αποβολή της βλέννης. Παράλληλα ενεργοποιείται η λεμφική παροχέτευση, η παραγωγή επιφανειοδραστικού παράγοντα και η κατανομή και λειτουργία των πνευμονικών ανοσοσφαιρινών. Επιπλέον, παρεμποδίζεται ο αποικισμός από βακτήρια και αναδιανέμονται οι δυνάμεις συμπίεσης που δρουν στο διάφραγμα, το μυοκάρδιο και τις δομές του μεσοθωρακίου, καθώς και οι δυνάμεις συμπίεσης των πνευμόνων από το μυοκάρδιο και το μεσοθωράκιο. Επίσης δρα στο ΚΝΣ προκαλώντας ενεργοποίηση του ασθενούς, αύξηση της εγρήγορσής του και ταυτόχρονα ενεργοποίηση για λήψη αναπνοών μεγαλύτερου βάθους και άρα αύξηση του κυψελιδικού αερισμού.

Οι θέσεις που επιλέγονται είναι συγκεκριμένες κι έχουν ως στόχο να προσομοιάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο στη φυσιολογική λειτουργία μιας υγιούς καρδιοπνευμονικής μονάδας σε όρθια θέση. Η ιεραρχία των εναλλακτικών στάσεων του σώματος βασίζεται σε φυσιολογικά στοιχεία και κυμαίνεται από το πλέον κοντινό στο φυσιολογικό έως το ελάχιστο, όπως φαίνεται παρακάτω:

- i. Φυσιολογική κίνηση σε όρθια θέση σε κανονικό βαρυντικό πεδίο και έκθεση σ' ένα εύρος θέσεων και αλλαγών των θέσεων αυτών σε μία πορεία αρκετών ωρών

- ii. Χαλαρή όρθια στάση (όχι παρατεταμένη)
- iii. Στητό κάθισμα (αυτό-υποστηριζόμενο ή με βοήθεια) με πόδια να κινούνται (π.χ ενεργητική, ενεργητική υποβοηθούμενη ή παθητική κυκλική κίνηση)
- iv. Στητό κάθισμα με πόδια εξαρτημένα (δηλαδή στηριγμένα σταθερά πάνω στη βάση)
- v. Κάθισμα με κλίση προς τα εμπρός με τα χέρια υποστηριζόμενα και πόδια εξαρτημένα
- vi. $\geq 45^\circ$ κάθισμα με πόδια εξαρτημένα
- vii. Στητό κάθισμα για μεγάλο χρονικό διάστημα (κάτω άκρα μη εξαρτημένα)
- viii. $< 45^\circ$ κάθισμα (κάτω άκρα μη εξαρτημένα)
- ix. Πρηνής και ημι-πρηνής στάση στο πλευρό
- x. Ύπτια θέση (Εικόνα 5). Οι εναλλακτικές της στητής όρθιας θέσης εφαρμόζονται όταν ο ασθενής επιδεινώνεται κατά την προσπάθεια τοποθέτησής του ή μετά το πέρας αυτής

Εικόνα 5



Όροι: Κάθισμα όρθιο και στητό => πλάτη, κεφαλή και λαιμός κάθετα και σε ευθεία γραμμή με κάμψη μόνο στους μηρούς, ο ασθενής δεν είναι κατακεκλιμένος.

Όσο λιγότερο ικανός είναι ο ασθενής να συνδράμει στην τοποθέτησή του σε διάφορες στάσεις, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για πιο ακραίες θέσεις και συχνότερο γύρισμα.

Αν ο ασθενής είναι εντελώς ανίκανος να κινηθεί, δηλαδή είναι σε κόμα ή παράλυτος, συνίσταται η χρήση ακραίων θέσεων. Εξάιρεση γίνεται όταν ο άρρωστος είναι αιμοδυναμικά ασταθής ή έχει αυξημένη ενδοκράνια πίεση. Η όρθια στάση χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν περισσότερο, εφόσον βέβαια ο ασθενής υποστηρίζεται φυσιολογικά και

με ασφάλεια και καταγράφεται η αντίδρασή του στη θεραπεία. Η παθητική τοποθέτηση του ασθενούς σε κεκλιμένο τραπέζι αμφισβητείται αιμοδυναμικά και για το λόγο αυτό προτιμάται η τοποθέτησή του σε υψηλή Fowler θέση με τα κάτω άκρα εξαρτημένα. Σχήματα που περιλαμβάνουν στροφή 360° στον οριζόντιο άξονα και 180° στον κατακόρυφο (20° κεφαλή κάτω και 20° κλίση μπροστά) χρησιμοποιούνται εφόσον δεν υπάρχουν αντενδείξεις. Η τοποθέτηση στο μέγιστο δυνατό εύρος θέσεων ομοιάζει όσο το δυνατό περισσότερο με την κίνηση του θωρακικού τοιχώματος σε

τρεις διαστάσεις, όπως συμβαίνει και κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής αναπνοής. Η μεγαλύτερη δυσκολία που ανακύπτει στην τοποθέτηση του ασθενούς επί κλίνης, είναι η τάση του να χάνει αυτή τη θέση. Αυτό συμβαίνει σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και γι' αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρακολουθούνται συνεχώς ώστε να διατηρούν τη θέση τους. Η χρήση μαξιλαριών πρέπει να απαγορεύεται γιατί πιέζονται και γυρίζουν εύκολα. Αντίθετα, συνίσταται η χρήση σκεπασμάτων και σεντονιών που έχουν ισχυρά περιστραφεί και δεθεί με ταινία που είναι πολύ πιο αποτελεσματικά στη διατήρηση της επιλεγμένης θέσης.

Πάντως, παρά τα σαφώς καταγεγραμμένα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της θεραπευτικής τοποθέτησης του σώματος για τη βελτίωση της μεταφοράς O₂, η μέθοδος αυτή δεν είναι ικανή να αντικαταστήσει την περισσότερο φυσιολογική μέθοδο της κινητοποίησης που ήδη αναλύθηκε. Άρα η τοποθέτηση του σώματος είναι η δεύτερη καλύτερη επιλογή σε φυσιολογική βάση για την επίτευξη του στόχου, που είναι ένας ασθενής ικανός να κινηθεί σε όρθια θέση. Χρησιμοποιείται όταν έχει διερευνηθεί πλήρως η μέθοδος της κινητοποίησης και όταν ο ασθενής που βρίσκεται ήδη σ' ένα πρόγραμμα κινητοποίησης ευεργετείται από την ταυτόχρονη χρήση και αυτής της μεθόδου μεταξύ των συνεδριών κινητοποίησης.

Η πορεία των αλλαγών στη μεταφορά του O₂ σε συνάρτηση με το χρόνο κατά τη διάρκεια της χρήσης της μεθόδου τοποθέτησης του σώματος χαρακτηρίζεται από τρία πιθανά αποτελέσματα: θετική ανταπόκριση, καμία ανταπόκριση και αρνητική ανταπόκριση. Με την πάροδο του χρόνου και τα τρία αυτά πιθανά αποτελέσματα θα επιδεινωθούν. Η ακριβής χρονική στιγμή βέβαια, θα καθοριστεί από ένα πλήθος παραγόντων.

Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα, η τοποθέτηση του σώματος να γίνει με χρήση μηχανικών μέσων και συγκεκριμένα με τη βοήθεια του Rotobed, το οποίο χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της μεταφοράς του O₂ σε βαρέως πάσχοντες. Έχει ένδειξη μόνο για ασθενείς που είναι αιμοδυναμικά ασταθείς και σε νευρομυϊκούς αποκλεισμούς. Δεν πρέπει επ' ουδενί να εφαρμόζεται σε ασθενείς που βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση ακόμα κι όταν απαιτούνται πολλαπλοί βοηθοί, ιδιαίτερη προσοχή και χρόνος ώστε να επιτευχθεί η αποτελεσματική στροφή και τοποθέτηση του ασθενούς στην προκαθορισμένη θέση.

Οι ενδείξεις για την εφαρμογή της τοποθέτησης του σώματος και της συχνής μεταβολής του είναι οι ακόλουθες:

- Καρδιοπνευμονικές: τοπική αύξηση του όγκου των κυψελίδων, αερισμού, αιμάτωσης, διάχυσης. Μεγιστοποίηση της περιοχής βέλτιστης αντιστοιχίας αερισμού –αιμάτωσης μέσω της πτώσης πνευμονικού shunt, της αύξησης όγκων και χωρητικότητας των πνευμόνων [κυρίως της λειτουργικής υπολειπόμενης (FRC), της ζωτικής (VC) και του αναπνεόμενου όγκου], και της ελαττωμένης απόφραξης εξαρτώμενων αεραγωγών. Αλλαγή της αναπνευστικής συχνότητας, της αλλαγής κατά λεπτόν αερισμού, της αλλαγής της θέσης των ημιδιαφραγμάτων μέσω της αυξημένης αποτελεσματικότητας αναπνευστικών μυών, της ελαττωμένης αντίστασης αεραγωγού, της αύξησης πνευμονικής ευενδοτότητας και της αύξησης της ροής του αέρα. Ενεργοποίηση αντανακλαστικού του βήχα μέσω της βελτίωσης της βιο-μηχανικής αποτελεσματικότητας του βήχα, της ισχύος και της παραγωγικότητάς του και

της μείωσης του όγκου της αναπνοής. Βελτίωση των αερίων του αρτηριακού αίματος, της ανταλλαγής τους και της οξυγόνωσης συνολικά, μέσω της μεταφοράς και της κάθαρσης των βλενωδών εκκρίσεων και της μείωσης βαρυτικών, μηχανικών και συμπιεστικών δυνάμεων που ασκούνται στους πνεύμονες, το θωρακικό τοίχωμα, το διάφραγμα και το έντερο. Αλλαγή του μοτίβου αναπνοής και εγκατάσταση σπλαγχοδιαφραγματικής αναπνοής.

- Καρδιαγγειακές: ελάττωση προ- και μετα- φορτίου, ελάττωση έργου καρδιάς, διαφοροποίηση φλεβικής επιστροφής μέσω της ελάττωσης βαρυτικών, μηχανικών και συμπιεστικών δυνάμεων που ασκούνται στο μυοκάρδιο, τα μεγάλα αγγεία, τις δομές του μεσοθωρακίου και το λεμφικό σύστημα και διατήρηση των μηχανισμών που ρυθμίζουν τον όγκο των υγρών.
- Άλλα συστήματα: Μεγιστοποίηση της παροχέτευση του στερνικού σωλήνα, εξασφάλιση παροχέτευσης ούρων, μείωση του αυξημένου μυϊκού τόνου, εξασφάλιση εγρήγορσης του ασθενούς, προαγωγή της χαλάρωσης και της άνεσης του ασθενούς, έλεγχος του πόνου και προαγωγή βιο-μηχανικά βέλτιστων στάσεων του σώματος που μειώνουν την ενδοκοιλιακή και ενδοκρανιακή πίεση.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΘΑΡΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ

Οι τεχνικές για την κινητοποίηση των εκκρίσεων από τους αεραγωγούς έχουν αναλυθεί εδώ και πολλά χρόνια εφαρμόζονται σε κάθε ασθενή με βλάβη στην κάθαρση της βλέννης ή με μη αποτελεσματικό μηχανισμό βήχα. Οι στόχοι της θεραπείας είναι η μείωση της απόφραξης του αεραγωγού, η βελτίωση της κάθαρσης της βλέννης, η βελτίωση του αερισμού και της ανταλλαγής των αερίων.

Η κάθαρση του αεραγωγού αναφέρεται στ βιβλιογραφία με διάφορα ονόματα, όπως φυσικοθεραπεία θώρακα, βρογχική παροχέτευση, βρογχική υγιεινή, παροχέτευση εκκρίσεων μέσω της τοποθέτησης του σώματος (PD).

Ενδείξεις:

- i. Κυστική ίνωση
- ii. Βρογχεκτασία
- iii. Ατελεκτασία
- iv. Αδυναμία αναπνευστικών μυών
- v. Μηχανικός αερισμός
- vi. Μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα νεογνών (IRDS)
- vii. Άσθμα

Δεν εμφανίζονται ευεργετικά αποτελέσματα σε ασθενείς με πνευμονία ή χρόνια βρογχίτιδα με παραγωγή εκκρίσεων μικρότερου όγκου, σε ιογενή βρογχολίτιδα σε παιδιά <2 ετών και στην καθημερινή φροντίδα των μετεγχειρητικών ασθενών.

A. ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (PD)

Πρόκειται για μία παθητική τεχνική, όπου ο ασθενής τοποθετείται σε διάφορες θέσεις που επιτρέπουν την παροχέτευση του βρογχοπνευμονικού δέντρου με τη βοήθεια της βαρύτητας. Η μέθοδος αυτή αποτελεί μία ευρέως αποδεκτή θεραπεία για ασθενείς με συλλογές εκκρίσεων. Η γνώση της ανατομίας του τραχειοβρογχικού δέντρου είναι το μόνο ζωτικό στοιχείο για επιτυχημένη θεραπεία. Κάθε λοβός που πρόκειται να παροχετευτεί πρέπει να ευθειάζεται, ώστε η βαρύτητα να μπορέσει να μετακινήσει τις εκκρίσεις, αν και μία μελέτη του Lannefors το 1992 προτείνει την ανάμειξη κι άλλων μηχανισμών. Η μέθοδος εφαρμόζεται στην αντιμετώπιση της κυστικής ίνωσης, της βρογχεκτασίας και άλλων πνευμονικών παθήσεων.

Υλικό που απαιτείται:

- i. Για νοσηλευόμενους: Πληθώρα κλινών με χειροκίνητες ή ηλεκτρικές συσκευές για την τοποθέτηση του ασθενούς. Ειδικά στη ΜΕΘ υπάρχουν κρεβάτια θεραπείας με αέρα, που διευκολύνουν την τοποθέτηση παχύσαρκων ή κωματωδών ασθενών
- ii. Χρήση μαξιλαριών για υποστήριξη σημείων του σώματος η/και ανακούφιση των σημείων.

Προετοιμασία:

- i. Νεφελοποιημένα βρογχοδιασταλτικά πριν τη θεραπεία για αύξηση κινητοποίησης εκκρίσεων
- ii. Επιπρόσθετη πρόσληψη υγρών μειώνει τη γλοιότητα των εκκρίσεων, διευκολύνοντας την κινητοποίησή τους

- iii. Γνώση των δυνατοτήτων του μοντέλου του κρεβατιού του ασθενούς, κυρίως την τοποθέτησή του σε θέση Trendelenburg
- iv. ΜΕΘ: γνώση και υπολογισμός των πολλαπλών γραμμών, απαγωγών και σωλήνων που είναι συνδεδεμένα με τον ασθενή. Πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος από κάθε συσκευή ώστε να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε τον ασθενή
- v. Ύπαρξη αρκετού προσωπικού για την τοποθέτηση του ασθενούς με τη λιγότερη δυνατή ένταση τόσο για τον ασθενή, όσο και για το προσωπικό
- vi. Ύπαρξη υλικού για αναρρόφηση έτοιμοι για μετακίνηση εκκρίσεων από τον τεχνητό αεραγωγό ή τη στοματική και ρινική κοιλότητα του ασθενούς

Κυρίως θεραπεία:

- i. Καθορίζουμε το λοβό, τοποθετούμε τον ασθενή στην κατάλληλη θέση χρησιμοποιώντας μαξιλάρια εφόσον αυτό είναι απαραίτητο για την υποστήριξη και την άνεσή του
- ii. Αν η μέθοδος χρησιμοποιείται αποκλειστικά, κάθε θέση πρέπει να διατηρείται για τουλάχιστον 5-10 min. Περισσότερο παρατεταμένα διαστήματα επιλέγονται όταν η θεραπεία συνδυάζεται με νοσηλευτική φροντίδα για την ανακούφιση του δέρματος από την άσκηση πίεσης. Αν πάλι χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κάποια άλλη τεχνική, ο χρόνος σε κάθε θέση πρέπει να μειώνεται. Για παράδειγμα, αν κάθε θέση συνδυάζεται με επίκρουση και δόνηση, τότε 3-5 min είναι αρκετά.
- iii. Όταν ένας ασθενής απαιτεί συνεχή παρακολούθηση, δεν πρέπει να μείνει σε θέση Trendelenburg χωρίς να βρίσκεται κάποιος κοντά για να τον ελέγχει διαρκώς
- iv. Δεν είναι απαραίτητο να ασχολούμαστε με κάθε πάσχον τμήμα του πνεύμονα σε κάθε θεραπευτική συνεδρία, γιατί είναι εξαντλητικό για τον ασθενή. Οι περισσότερο προβληματικοί λοβοί αντιμετωπίζονται ήδη από την πρώτη συνεδρία της μέρας, ενώ οι υπόλοιπες πάσχουσες περιοχές σε κάποια επόμενη συνεδρία
- v. Ο ασθενής πρέπει να ενθαρρύνεται να αναπνέει βαθιά και να βήχει μετά από κάθε θεραπεία, και αν είναι δυνατό, μετά από κάθε στάση. Η τοποθέτησή του αυτή σε στητή καθιστή θέση ή η κλίση του προς τα εμπρός μεγιστοποιεί αυτή την προσπάθεια
- vi. Οι εκκρίσεις μπορεί να μην κινητοποιηθούν αμέσως μετά την θεραπεία, αλλά περίπου μισή με μία ώρα αργότερα. Για το λόγο αυτό ο ασθενής, οι νοσηλευτές και ο συνοδός πρέπει να ενημερωθούν και να συμβάλλουν στο να καθαριστούν οι εκκρίσεις τότε

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Η μέθοδος είναι εύκολη στην εκμάθηση. Ο ασθενής και ο συνοδός πρέπει να γνωρίζουν τη σωστή τοποθέτηση των πασχόντων πνευμονικών πεδίων. Η θεραπεία μπορεί να συνδυάζεται με διάφορες δραστηριότητες, όπως για τον μεν νοσηλευόμενο την ανακούφιση του δέρματος ή κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης, ενώ στο σπίτι με διάβασμα ή παρακολούθηση τηλεόρασης.

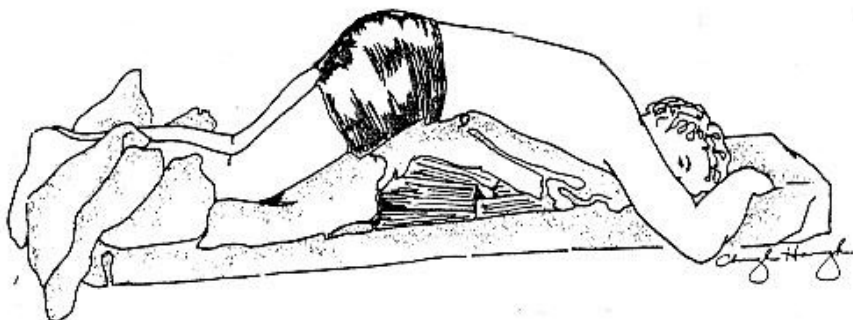
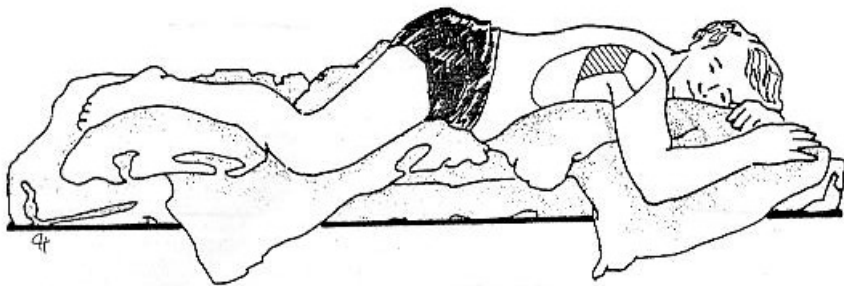
Η ενδοτικότητα του πνεύμονα μπορεί να μειωθεί εξαιτίας της διάρκειας της θεραπείας, κυρίως στον παιδιατρικό πληθυσμό, που απαιτεί σημαντική απόσπαση της προσοχής για να διατηρήσει τη συγκεκριμένη θέση. Το κόστος του υλικού είναι ελάχιστο, αλλά το κόστος ενός φυσικοθεραπευτή, ειδικά για μία χρόνια κατάσταση, είναι υπολογίσιμο. Εάν ένα μέλος της οικογένειας διδάχτει τη διαδικασία, τότε η

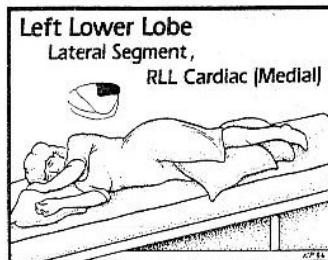
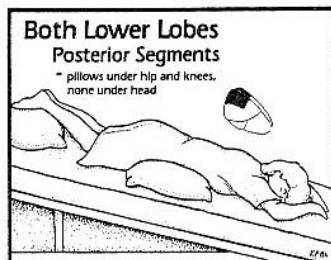
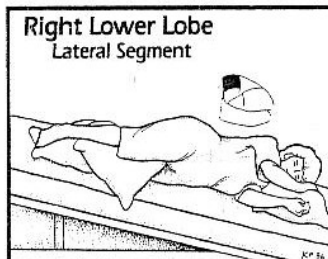
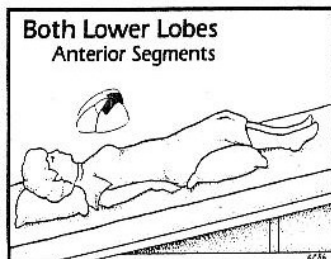
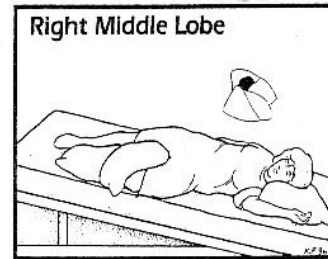
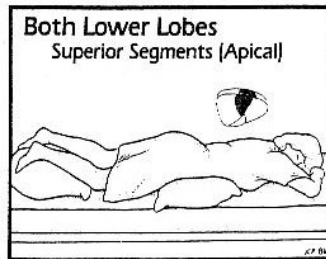
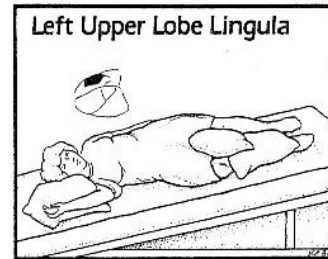
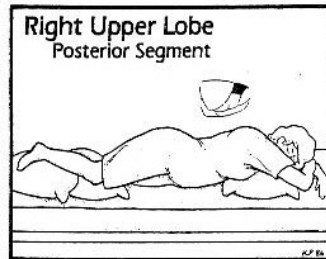
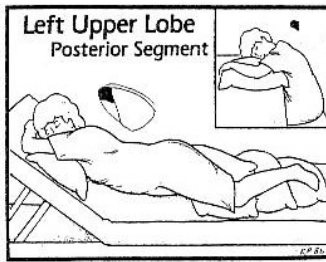
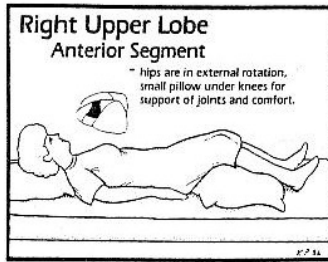
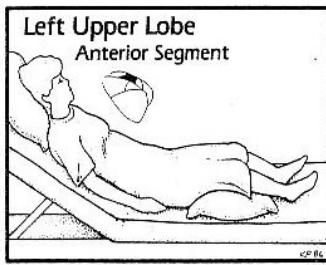
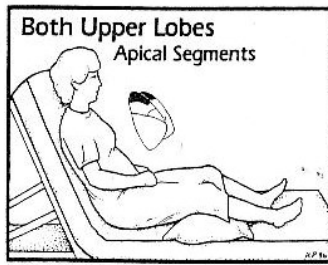
μείωση του κόστους θα είναι σημαντική και ταυτόχρονα το χρονοδιάγραμμα πιο ευέλικτο.

Αντενδείξεις:

- i. Όλες οι θέσεις έχουν αντένδειξη:
 - a. Ενδοκράνια πίεση (ICP) >20 mmHg
 - b. Τραύμα κεφαλής – τραχήλου ώσπου να σταθεροποιηθεί
 - c. Ενεργός αιμορραγία με αιμοδυναμική αστάθεια
 - d. Πρόσφατη επέμβαση σπονδυλικής στήλης ή οξύ τραύμα αυτής
 - e. Ενεργός αιμόπτυση
 - f. Εμπύημα
 - g. Βρογχοϋπεζωκοτική επικοινωνία
 - h. Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα
 - i. Μεγάλη πλευριτική συλλογή
 - j. Πνευμονική εμβολή
 - k. Ηλικιωμένοι, αγκωμένοι και ασθενείς σε σύγχυση
 - l. Κάταγμα πλευρών ± χαλαρός θώρακας
 - m. Χειρουργικό τραύμα η επουλωτικός ιστός
- ii. Μόνο η θέση Trendelenburg:
 - a. Ασθενείς που η αύξηση της ICP μπορεί να αποφευχθεί
 - b. Μη ελεγχόμενη υπέρταση
 - c. Προτεταμένη κοιλιά
 - d. Επέμβαση στον οισοφάγο
 - e. Πρόσφατη μεγάλη αιμόπτυση σχετική με πρόσφατο καρκίνο πνεύμονα
 - f. Μη ελεγχόμενος αεραγωγός με κίνδυνο αναρρόφησης

Η τεχνική φαίνεται στις παρακάτω εικόνες:





B. ΕΠΙΚΡΟΥΣΗ

Αναφέρεται και ως χτύπημα θώρακα και αποτελεί μία παραδοσιακή μέθοδο για την κινητοποίηση των εκκρίσεων. Μια ρυθμική δύναμη με τα χέρια αποδίδεται πάνω στο θώρακα του ασθενούς πάνω από τα προβληματικά τμήματα του πνεύμονα με στόχο την αποκόλληση και τη χαλάρωση των βρογχικών εκκρίσεων. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται με τον ασθενή σε στάσεις παροχέτευσης και απαιτεί την παρουσία ενός ατόμου. Ο συνδυασμός των δύο αυτών μεθόδων αποτελεί την κύρια μέθοδο αντιμετώπισης του ασθενούς με πνευμονική νόσο σε νεογνά και κωματώδεις ασθενείς. Ο προτεταμένος μηχανισμός είναι η μετάδοση ενός κύματος ενέργειας μέσω του θωρακικού τοιχώματος στον πνεύμονα παγιδεύοντας αέρα μεταξύ του θώρακα του ασθενούς και των χεριών του φυσικοθεραπευτή. Η κίνηση που παράγεται σαν αποτέλεσμα χαλαρώνει τις εκκρίσεις από ο βρογχικό τοίχωμα, τις μεταφέρει κεντρικότερα όπου ο βήχας και η κινητικότητα των κροσσών τις αποβάλλουν. Ένας μηχανικός επικρουστής που κρατιέται με χειρολαβή μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τον φυσικοθεραπευτή για την αποφυγή της κόπωσης, όσο και από τον ίδιο τον ασθενή εξασφαλίζοντάς του έτσι ανεξαρτησία. Μελέτες έδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα της μηχανικής και της χειρονακτικής επίκρουσης είναι ισοδύναμη (Maxwell και Redmond 1979, Pryor et al 1979).

Υλικό:

- i. Για τη χειρονακτική επίκρουση απαιτούνται τα χέρια του φυσικοθεραπευτή που θα παραγάγουν τη δύναμη για την κινητοποίηση των εκκρίσεων
- ii. Για ενήλικες και μεγαλύτερα παιδιά διατίθενται επικρουστές, ηλεκτρικοί και με αέρα. Αυτό επιτρέπει στον ασθενή να αυτοεξυπηρετείται. Τα διάφορα μοντέλα εμφανίζουν διάφορες συχνότητες επίκρουσης και διαφορετικά επίπεδα έντασης.
- iii. Διάφορες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επίκρουση σε βρέφη, όπως παιδιατρικές μάσκες αναισθησίας, στηθοσκόπιο, επενδυμένα καπάκια φαρμάκων

Προετοιμασία:

- i. Τοποθετούμε τον ασθενή στην κατάλληλη PD θέση, η οποία αυξάνει το αποτέλεσμα της επίκρουσης
- ii. Τοποθετούμε μια λεπτή ή μια νοσηλευτική ενδυμασία πάνω στο δέρμα του ασθενούς στο σημείο που πρόκειται να επικρουστεί. Αυτό συμβαίνει γιατί η δύναμη της επίκρουσης πάνω σε γυμνό δέρμα μπορεί να είναι ενοχλητική. Παράλληλα πρέπει να εξασφαλίσουμε το κάλυμμα να μην είναι πολύ παχύ γιατί θα απορροφά την επίκρουση και σε θα έχουμε κάποιο αποτέλεσμα
- iii. Προσαρμόζουμε το επίπεδο του κρεβατιού, ώστε η καλή μηχανική του σώματος να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Η αδιαφορία για αυτήν, έχει ως αποτέλεσμα την κούραση ή τον τραυματισμό του φυσιοθεραπευτή λόγω μακροσκελών ή πολυάριθμων θεραπειών.

Κυρίως θεραπεία:

- i. Τοποθετούμε το χέρι σ' ένα κύπελλο με τα δάχτυλα και τον αντίχειρα ενωμένα. Διατηρούμε τη θέση των χεριών καθόλη τη διάρκεια της θεραπείας, αφήνοντας χαλαρούς τους καρπούς, τα άνω άκρα και τους ώμους

- ii. Ο ήχος της επίκρουσης είναι ρηχός σε αντίθεση με τον ήχο που παράγεται από ένα χαστούκι. Αν εμφανιστεί ερύθημα, είναι αποτέλεσμα μπατίσιματος (χαστουκίσματος) ή αποτυχίας εγκλεισμού ικανής ποσότητας αέρα μεταξύ του χεριού και του θωρακικού τοιχώματος
- iii. Ένας σταθερός ρυθμός γίνεται καλύτερα ανεκτός από τον ασθενή και ο ρυθμός της χειρονακτικής επίκρουσης κυμαίνεται κανονικά μεταξύ 100 και 480 φορών/min.
- iv. Η δύναμη που ασκείται στο θωρακικό τοίχωμα από κάθε χέρι πρέπει να είναι ισότιμη. Αν το μη-κυρίαρχο χέρι (δηλαδή το αριστερό για τους δεξιόχειρες) αδυνατεί να ακολουθήσει το ρυθμό του κυρίαρχου τότε ο ρυθμός πρέπει να επιβραδύνεται ώστε να ταιριάζει με αυτόν του αργού χεριού. Φαίνεται επίσης καλύτερο να ξεκινάμε με το μη-κυρίαρχο χέρι και έτσι να αφήνουμε το κυρίαρχο να προσαρμοστεί στο ρυθμό του. Η δύναμη δεν χρειάζεται να είναι υπερβολική για να είναι αποτελεσματική και πρέπει να προσαρμόζεται στα επίπεδα εκείνα που ο ασθενής νιώθει άνετα.
- v. Αν το μέγεθος ενός βρέφους δεν επιτρέπει τη χρήση ολόκληρου του χεριού, η επίκρουση μπορεί να γίνει χειρονακτικά με τέσσερα δάκτυλα κυπελλωμένα, με τρία δάκτυλα με το μέσο “τεντωμένο” ή τις επιφάνειες του θέναρος και του απισθέναρος.
- vi. Η τοποθέτηση του χεριού πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η επίκρουση να μη συμβαίνει πάνω σε οστικές προεξοχές, όπως οι ακανθώδεις αποφύσεις των σπονδύλων, η κλείδα και η ωμοπλατιαία άκανθα. Η επίκρουση πάνω από τις τελευταίες πλευρές (8^η-12^η) πρέπει επίσης να αποφεύγεται, γιατί οι πλευρές αυτές ενώνονται μόνο στη μία πλευρά τους
- vii. Η επίκρουση δεν πρέπει να γίνεται πάνω στο μαστό, γιατί θα είναι ενοχλητική και παράλληλα αναποτελεσματική. Στην περίπτωση που η ασθενής έχει πολύ μεγάλους μαστούς, είναι απαραίτητο να μετακινήσουμε το στήθος με το ένα χέρι και να επικρούσουμε χρησιμοποιώντας το άλλο
- viii. Είναι δυνατό να διδάξουμε στον ασθενή μας την αυτό-επίκρουση με το ένα χέρι σε εκείνες τουλάχιστον τις περιοχές που μπορεί άνετα να διαχειριστεί, είτε χειρονακτικά είτε μ’ ένα μηχανικό επικρουστή. Αυτό βέβαια έχει ως συνέπεια να είναι αδύνατη η θεραπεία των οπίσθιων πνευμονικών τμημάτων.

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: Η προσθήκη της επίκρουσης σε μία θεραπεία με παροχετευτικές θέσεις (PD) αυξάνει την κάθαρση των εκκρίσεων και μειώνει τη διάρκεια της θεραπείας. Οι ασθενείς βρίσκουν το ρυθμό της επίκρουσης χαλαρωτικό και ηρεμιστικό, κυρίως τα μικρά παιδιά και τα βρέφη. Ασθενείς με χρόνια πνευμονική νόσο, που εμφάνισαν ικανοποιητικά αποτελέσματα με το συνδυασμό PD και επίκρουσης είναι πολύ διστακτικοί στην εφαρμογή κάποιας άλλης εναλλακτικής μεθόδου. Η μέθοδος δεν γίνεται καλά ανεκτή από μετεγχειρητικούς αρρώστους χωρίς ικανό έλεγχο του πόνου τους. Παράλληλα, η επίκρουση έχει σχετιστεί με μια πτώση στον κορεσμό του O₂ που αντισταθμίζεται με σύγχρονες ασκήσεις διάτασης του θώρακα και παύσεις για έλεγχο της αναπνοής. Η επιτέλεση της επίκρουσης για εκτεταμένο χρονικό διάστημα σε σταθερή βάση μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό του φυσιοθεραπευτή ή του μέλους της οικογένειας που την έχει αναλάβει. Τα τραύματα αυτά αφορούν κυρίως τις ονυχοφόρες φάλαγγες των δακτύλων τους. Το κόστος για μια ηλεκτρική συσκευή επίκρουσης είναι ελάχιστο σε σύγκριση με αυτό που προκύπτει από την απασχόληση του φυσιοθεραπευτή.

Αντενδείξεις επίκρουσης: Επιπρόσθετες σ' αυτές που ήδη αναφέρθηκαν για τις θέσεις παροχέτευσης:

- i. Υποδόριο εμφύσημα
- ii. Πρόσφατη επισκληρίδια έγχυση ή ραχιαία αναισθησία
- iii. Πρόσφατοι δερματικοί κρημνοί ή μωσχεύματα στο θώρακα
- iv. Εγκαύματα, ανοιχτά τραύματα και δερματικές λοιμώξεις θώρακα
- v. Πρόσφατα τοποθετημένος βηματοδότης
- vi. Υποψία πνευμονικής φυματίωσης
- vii. Θλάση πνεύμονα
- viii. Βρογχόσπασμος
- ix. Οστεομυελίτιδα πλευρών
- x. Οστεοπόρωση
- xi. Υπερπηκτικότητα
- xii. Αίσθημα πόνου στο θωρακικό τοίχωμα

C. ΔΟΝΗΣΗ/ΑΝΑΚΙΝΗΣΗ

Δόνηση είναι η περιορισμένη σύσπαση των ανώτερων φαλάγγων ενός φυσιοθεραπευτή για την παραγωγή δύναμης που μεταδίδεται στο θώρακα πάνω από το πάσχον πνευμονικό πεδίο. Εφαρμόζεται καθόλη τη διάρκεια της εκπνοής ταυτόχρονα με ήπια συμπίεση πάνω στο θωρακικό τοίχωμα. Πολύ συχνά συνδυάζεται με θέσεις παροχέτευσης και ακολουθεί την επίκρουση στην περιοχή. Ένας μηχανικός δονητής μπορεί να αντικαταστήσει τη χειρονακτική εργασία. Οι τεχνικές των θέσεων παροχέτευσης, της επίκρουσης και της δόνησης περιγράφονται ως ενιαία οντότητα και αναφέρονται με το όνομα “φυσικοθεραπεία θώρακα” (CTP), πνευμονική θεραπεία ή θεραπεία θέσεων παροχέτευσης.

Ανακίνηση είναι ένας χειρισμός, που ορισμένες φορές αναφέρεται ως “ελαστικότητα πλευρών” πάνω στο θωρακικό τοίχωμα με τρόπο ρυθμικό καθόλη τη διάρκεια της εκπνοής. Ταυτόχρονα ασκείται πίεση πάνω στο θωρακικό τοίχωμα που συμπιέζει το θώρακα. Είναι παρόμοια με τη δόνηση, με τη διαφορά ότι βρίσκεται στην άλλη άκρη του φάσματος όσον αφορά στην ποσότητα της δύναμης που ασκείται. Η δόνηση περιλαμβάνει μία υψηλής συχνότητας δύναμη, ενώ η ανακίνηση είναι περισσότερο ισχυρή. Μπορεί να αντικαταστήσει την επίκρουση ή να εφαρμοστεί στα ενδιάμεσα διαστήματα του συνδυασμού επίκρουσης και δόνησης.

Υλικό:

- i. Στις χειρονακτικές τεχνικές απαιτούνται μόνο τα δάκτυλα του φυσιοθεραπευτή
- ii. Μηχανικοί δονητές επιτρέπουν τη θεραπεία από τον ίδιο τον ασθενή ή την ξεκούραση του φυσιοθεραπευτή
- iii. Για τα βρέφη, μια επενδυμένη ηλεκτρική οδοντόβουρτσα είναι μια καλή εναλλακτική λύση

Προετοιμασία:

- i. Τοποθέτηση του ασθενούς σε κατάλληλη θέση παροχέτευσης ή παραλλαγής αυτών, ανάλογα μ' αυτά που επιτρέπει η κατάστασή του
- ii. Τοποθέτηση μιας λεπτής πετσέτας ή μιας νοσηλευτικής ενδυμασίας πάνω στο δέρμα του ασθενούς. Το ύφασμα δεν πρέπει να έχει μεγάλο πάχος γιατί θα απορροφά την ασκούμενη δύναμη

- iii. Η σωστή τοποθέτηση του σώματος του φυσιοθεραπευτή είναι απαραίτητη για το καλύτερο θεραπευτικό αποτέλεσμα και τον περιορισμό της κόπωσης

Κυρίως θεραπεία:

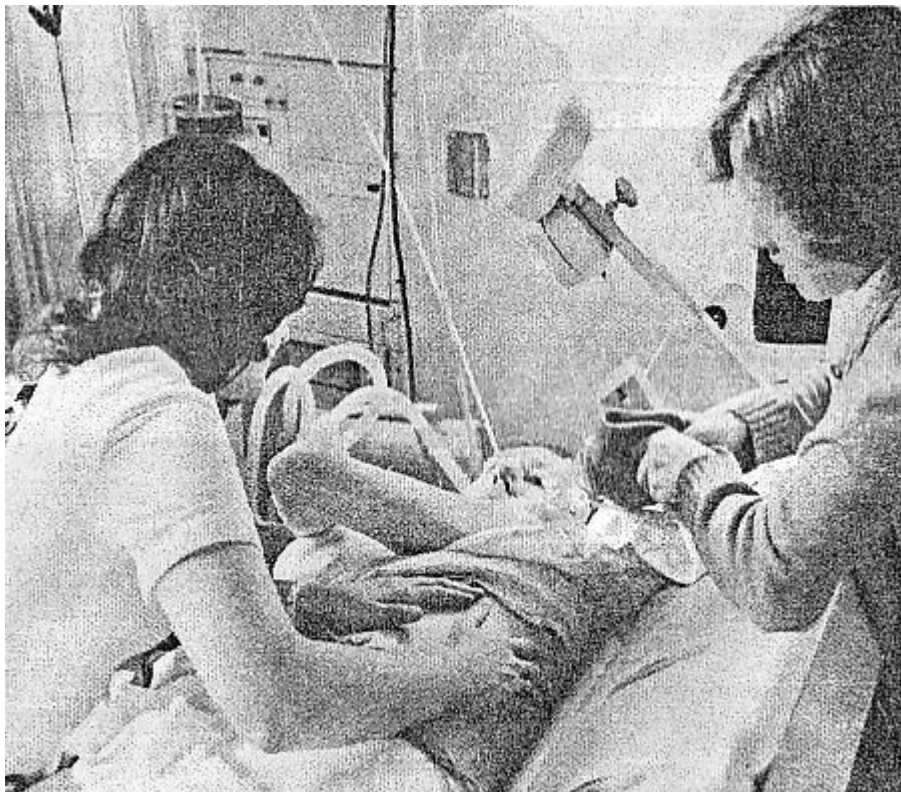
- i. Τυπική φυσικοθεραπεία θώρακα ορίζεται ως ο συνδυασμός θέσεων παροχέτευσης με επίκρουση και δόνηση /ανακίνηση.
- ii. Για την ανακίνηση τοποθετούμε τον ασθενή στην κατάλληλη θέση παροχέτευσης, έπειτα τοποθετούμε τα χέρια μας πάνω στον πάσχοντα λοβό του πνεύμονα και ζητούμε από τον ασθενή να πάρει βαθιά αναπνοή. Στη μέγιστη εισπνοή, ασκούμε μία αργή ρυθμική πίεση στο θωρακικό τοίχωμα έως και το τέλος της εκπνοής. Τα χέρια μας ακολουθούν την κίνηση του θώρακα καθώς ο ασθενής εκπνέει τον αέρα
- iii. Για τη δόνηση τα χέρια πρέπει να τοποθετηθούν πλάι –πλάι ή το ένα πάνω στο άλλο (Εικ 20-7.8 Σελ 346).Έπειτα ζητάμε από τον ασθενή να αναπνεύσει βαθιά ενώ βρίσκεται στην προεπιλεγμένη θέση παροχέτευσης πραγματοποιούμε μία απαλή αλλά σταθερή σύσπαση των ονυχοφόρων φαλάγγων, ώστε να δονηθεί το θωρακικό τοίχωμα, που ξεκινά στη μέγιστη εισπνοή και ακολουθεί τη θωρακική διάταση
- iv. Σε μηχανικά αεριζόμενους, οι τεχνικές που προαναφέρθηκαν χρονοκαθορίζονται από την εκπνοή όπως αυτή έχει ρυθμιστεί στον αναπνευστήρα
- v. Εάν ο ασθενής έχει έναν οξύ αναπνευστικό ρυθμό, είτε αυθόρμητο είτε ελεγχόμενο από τον αναπνευστήρα, κρίνεται σκόπιμο να εφαρμόζεται δόνηση ή ανακίνηση κάθε δεύτερη εκπνοή
- vi. Η συχνότητα της χειρονακτικής δόνησης είναι 12-20 Hz , ενώ της ανακίνησης 2 Hz
- vii. Ένα κινητό θωρακικό τοίχωμα είναι απαραίτητο για να εξασκήσουμε δύναμη χωρίς να προκαλέσουμε δυσφορία στον ασθενή. Εάν ο ασθενής έχει περιορισμένη κινητικότητα θωρακικού τοιχώματος η δόνηση είναι σαφώς καλύτερα ανεκτή σε σχέση με την ανακίνηση
- viii. Μηχανικοί δονητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ίδιους τους ασθενείς με το δεδομένο βέβαια ότι τα οπίσθια τμήματα των πνευμόνων θα μείνουν χωρίς θεραπεία

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: Η δόνηση και η ανακίνηση είναι περισσότερο ανεκτές από την επίκρουση σε μετεγχειρητικούς ασθενείς. Η χειρονακτική δόνηση και ανακίνηση επιτρέπει στον φυσιοθεραπευτή να καθορίζει το μοτίβο και το βάθος της αναπνοής. Η διάταση των αναπνευστικών μυών κατά τη διάρκεια της εκπνοής ενθαρρύνει μια επόμενη βαθύτερη εισπνοή. Ένας μηχανικός δονητής επιλέγεται για περιπτώσεις μακροχρόνιας κάθαρσης αεραγωγού. Εμφανίζουν τις ίδιες ακριβώς αντενδείξεις για την επίκρουση.

D. ΧΕΙΡΩΝΑΚΤΙΚΗ ΥΠΕΡΔΙΑΤΑΣΗ

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε ασθενείς με ενδοτραχειακούς σωλήνες ή τραχειοστομίες που μπορούν να συνδεθούν σε έναν σάκο χειρονακτικού αερισμού. Ένας φυσιοθεραπευτής χρησιμοποιεί το σάκο για να προκαλέσει υπερδιάταση των πνευμόνων με μία αργή βαθιά εισπνοή και μετά από σύντομη εισπνευστική παύση, απελευθερώνει γρήγορα επιτρέποντας έτσι μία ραγδαία εκπνοή. Ένας δεύτερος

φυσιοθεραπευτής εφαρμόζει δόνηση ή ανακίνηση στην έναρξη της εκπνοής ώστε να κινητοποιηθούν οι εκκρίσεις. Το χρονοδιάγραμμα της αλληλουχίας που προαναφέρθηκε είναι σημαντικό για να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Ίσως χρειαστεί έγχυση φυσιολογικού ορού μέσα στον αεραγωγό στην έναρξη του κύκλου και αναρρόφηση κάποιου στοιχείου στο τέλος της θεραπείας κάθε πλευράς. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε στάσεις παροχέτευσης και απαιτεί δύο ικανούς φροντιστές για να γίνει σωστά. Ο προτεινόμενος μηχανισμός περιλαμβάνει: Η εισπνοή, που είναι βαθύτερη σε σχέση με εκείνη που μπορεί ο ασθενής αυθόρμητα να πάρει, προκαλεί αερισμό των κυψελίδων. Παράλληλα η συμπίεση του θώρακα συνδράμει την υψηλή εκπνευστική ροή από το σάκο, διευκολύνοντας έτσι τη μεταφορά των εκρίσεων από τους μικρότερους αεραγωγούς στους μεγαλύτερους βρόγχους. Η μελέτη του Clement το 1968 δείχνει ότι η τεχνική αυτή επιτρέπει στους ασθενείς να παραμένουν στον αναπνευστήρα για μακρά χρονικά διαστήματα χωρίς να παραβλάπτεται η πνευμονική τους λειτουργία (Εικόνα 6).



Εικόνα 6

Υλικό:

- i. Ένας αναπνευστικός σάκος χειρός, όπως η Ambu, συνδέεται με την πηγή του O_2 είναι απαραίτητη για την υπερδιάταση. Επίσης μπορεί να συνδεθεί μία βαλβίδα θετική τελοεκπνευστικής πίεσης (PEEP). Αυτό το τελευταίο συνίσταται όταν >10 cm PEEP χρησιμοποιείται ήδη για το μηχανικό αερισμό
- ii. Ένας δεύτερος εκπαιδευμένος φυσιοθεραπευτής είναι απαραίτητος για τη δόνηση ή ανακίνηση του θώρακα στην ανάλογη αλληλουχία με την υπερδιάταση των πνευμόνων
- iii. Φυσιολογικός ορός μπορεί να εγχυθεί στους αεραγωγούς για να βοηθήσει την αποκόλληση των εκκρίσεων

Προετοιμασία:

- i. Πριν τη θεραπεία χορηγούμε ηρεμιστικό ή αναλγητικό, ώστε η μέθοδος κάθαρσης του αεραγωγού να γίνει καλά ανεκτή
- ii. Οι δύο φυσιοθεραπευτές πρέπει να είναι τοποθετημένοι σε αντίθετες πλευρές του κρεβατιού, ώστε να παρέχεται μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων και καλύτερος έλεγχος της ανταπόκρισης του ασθενούς στη θεραπεία
- iii. Φυσιολογικός ορός (2-3 ml) μπορεί να χρησιμοποιηθεί πριν την υπερδιάταση ώστε να βοηθήσει στη χαλάρωση παχέων εκκρίσεων
- iv. Οι θέσεις για τη θεραπεία θα είναι αρχικά τοποθέτηση στο πλευρό με την κεφαλή του κρεβατιού σε ευθεία ή ελαφρώς ανυψωμένη εφόσον το ανέχεται ο ασθενής

Κυρίως Θεραπεία:

- i. Ένας φυσιοθεραπευτής πιέζει τον αναπνευστικό σάκο χειρός με αργό ρυθμό για να διατείνει τους πνεύμονες. Κάνουμε μία στιγμιαία παύση στη μέγιστη εισπνοή, ώστε να επιτραπεί στην επικουρική αναπνοή να γεμίσει τις υποδιατεινόμενες περιοχές του πνεύμονα. Η απελευθέρωση του σάκου πρέπει να είναι ραγδαία, για να επιτευχθεί μία εκπνευστική ροή
- ii. Ο δεύτερος φυσιοθεραπευτής συμπιέζει το θωρακικό τοίχωμα με δόνηση ή ανακίνηση ώστε να βοηθήσει με την κινητοποίηση των εκκρίσεων. Η φάση της συμπίεσης πρέπει να αρχίζει ακριβώς μετά την κινητοποίηση των εκκρίσεων. Η φάση της συμπίεσης πρέπει να αρχίζει ακριβώς μετά την εισπνοή και να συνεχίζεται μέχρι το τέλος της εισπνευστικής φάσης
- iii. Σε έναν ασθενή που αναπνέει αυθόρμητα, “το ζούληγμα του σάκου” με τον αναπνευστικό σάκο χειρός πρέπει να χρονομετρείται για να βοηθάει την εισπνευστική προσπάθεια του αρρώστου και να κάνει τη δόνηση περισσότερο αποτελεσματική
- iv. Μετά από έξι κύκλους εισπνοής/εκπνοής, γίνεται αναρρόφηση του αεραγωγού με αποστειρωμένη μέθοδο. Η διάρκεια της θεραπείας εξατομικεύεται και εξαρτάται από το ποσό των εκκρίσεων που υπάρχουν στους αεραγωγούς και τις προσβεβλημένες περιοχές του πνεύμονα
- v. Για τα διασωληνωμένα βρέφη και παιδιά, η μέθοδος πρέπει να γίνεται με αναπνευστικούς σάκους κατάλληλου μεγέθους. Η εισπνοή πρέπει να γίνεται αργά, ώστε να αποφευχθεί μέγιστη εισπνευστική πίεση που συνοδεύεται από σοβαρό κίνδυνο βαροτραύματος
- vi. Αν υπάρχει αντένδειξη για τη χειρονακτική υπερδιάταση, η δόνηση ή η ανακίνηση ρυθμίζονται χρονικά με την εκπνευστική φάση του αναπνευστήρα χωρίς επιπρόσθετη διάταση της φάσης της εισπνοής

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: Είναι εξαιρετικά επιβοηθητική μέθοδος για ασθενείς που βρίσκονται σε μηχανικό αερισμό για μακρά χρονικά διαστήματα. Η τεχνική αυτή προσομοιάζει με το βήχα λόγω της αρωγής της εισπνευστικής προσπάθειας, της στιγμιαίας παύσης στη μέγιστη εισπνοή και της πρόκλησης αυξημένης εισπνευστικής ροής. Βέβαια, υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να προκαλέσει βαρότραυμα κι έχει ένα σημαντικό αριθμό αντενδείξεων. Πιο συγκεκριμένα αντενδείκνυται σε αιμοδυναμική αστάθεια, πνευμονικό οίδημα, διαφυγή αέρα, βαρύ βρογχόσπασμο, σε βρέφη με αυξημένη πνευμονική αντίσταση και σε πρόωρα λόγω αυξημένου κινδύνου για πνευμοθώρακα. Τέλος, απαιτείται η παρουσία δύο

φυσιοθεραπευτών, άρα μεγάλο το κόστος, που ίσως να είναι και το μεγαλύτερο μειονέκτημα.

E. ΕΝΕΡΓΟΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (ACB)

Ο Thompson το 1973 στη Νέα Ζηλανδία, περιέγραψε μία μέθοδο για τον καθαρισμό των βρογχικών εκκρίσεων σε ασθενείς με άσθμα που βασίζεται σε βίαιες εκπνοές και διαφραγματική αναπνοή. Στη συνέχεια ο Pryor το 1979 στη Βρετανία την περιέγραψε περισσότερο αναλυτικά και ονομάστηκε “τεχνική των βίαιων εκπνοών” (FET), ώσπου τελικά κατοχυρώθηκε σαν “Ενεργός Αναπνευστικός Κύκλος” (ACB) το 1993 από τους Webber και Pryor. Η ACB αποτελείται από επαναλαμβανόμενους κύκλους τριών αναπνευστικών φάσεων, έλεγχος αναπνοής, άσκηση διάτασης θώρακα και βίαιη εκπνοή (FET). Ο έλεγχος αναπνοής ορίζεται ως ήρεμη αναπνοή του φυσιολογικού αναπνεόμενου όγκου με χαλαρό τον ανώτερο θώρακα και τους ώμους. Η φάση της διάτασης του θώρακα περιλαμβάνει βαθιά εισπνοή και μπορεί να συνοδεύεται από επίκρουση ή δόνηση. Συμβάλλει στην αποκόλληση των εκκρίσεων. Η τεχνική των βίαιων εκπνοών περιλαμβάνει μία ή δύο βίαιες εκπνοές (huffs). Η εκπνοή από μέσο πνευμονικό όγκο (δηλαδή μέτρια εισπνοή), έως τον χαμηλό πνευμονικό όγκο μετακινεί τις εκκρίσεις από την περιφέρεια στους ανώτερους αεραγωγούς. Από εκεί οι εκκρίσεις θα παροχετευτούν με μία εκπνοή από υψηλό πνευμονικό όγκο (δηλαδή μετά από βαθιά εισπνοή). Η μέθοδος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε καθιστή θέση, αλλά είναι περισσότερο αποτελεσματική σε στάσεις παροχέτευσης (PD). Ο στόχος κάθε περιόδου αυτού του κύκλου είναι συγκεκριμένος. Ο έλεγχος της αναπνοής αποτρέπει το βρογχόσπασμο. Η διάταση του θώρακα αυξάνει τον πνευμονικό όγκο, προωθεί την επικουρική αναπνοή και επιτρέπει στον αέρα να εισχωρήσει πίσω από τις εκκρίσεις και να βοηθήσει στην κινητοποίησή τους. Η τεχνική των βίαιων εκπνοών σταθεροποιεί τα βρογχικά τοιχώματα που βρίσκονται υπό την απειλή ατελεκτασίας, αυξάνοντας την εκπνευστική ροή σε ασθενείς με απόφραξη χωρίς να προκαλεί ατελεκτασία, διατηρεί τον κορεσμό του O₂ και σύμφωνα με τη μελέτη του Hassani et al (1994), είναι αποτελεσματική στη μεταφορά των εκκρίσεων απ’ όλες τις περιοχές του πνεύμονα σε ασθενείς με μειωμένη έκκριση. Παράλληλα ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή του ασθενούς και είναι εξίσου αποτελεσματική είτε όταν πραγματοποιείται από τον ασθενή ανεξάρτητα, είτε με τη βοήθεια του φυσιοθεραπευτή.

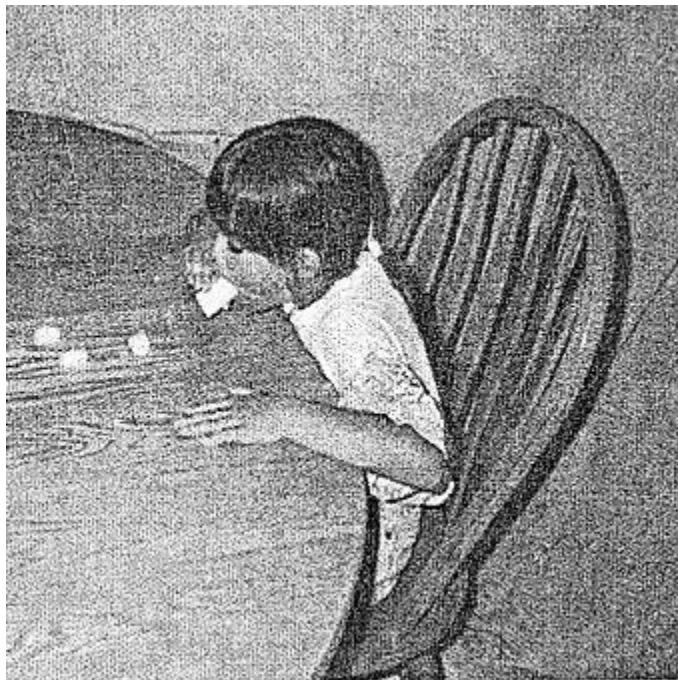
Η **αλληλουχία** των φάσεων της μεθόδου είναι η ακόλουθη:

- i. Έλεγχος αναπνοής – διαφραγματική αναπνοή σε φυσιολογικό αναπνεόμενο όγκο
- ii. 3-4 ασκήσεις διάτασης του θώρακα – βαθιά εισπνοή με χαλαρή εκπνοή στη ζωτική χωρητικότητα, με ή χωρίς επίκρουση του θώρακα
- iii. Έλεγχος αναπνοής
- iv. 3-4 ασκήσεις διάτασης του θώρακα
- v. Έλεγχος αναπνοής (FET) – 1-2 βίαιες εκπνοές από μέσο σε χαμηλό πνευμονικό όγκο με σύσπαση κοιλιακών μυών ώστε να παραχθεί σωστά η βίαιη εκπνοή
- vi. Έλεγχος αναπνοής

Υλικό:

- i. Το μόνο απαραίτητο είναι τα χέρια του ασθενούς ή του φυσιοθεραπευτή για την επίκρουση ή τη δόνηση /ανακίνηση του θωρακικού τοιχώματος στη φάση της διάτασης του θώρακα

- ii. Μηχανικοί επικρουστές ή δονητές είναι επίσης δυνατόν να αντικαταστήσουν τα χέρια στη φάση της διάτασης του θώρακα
- iii. Αν συνδυάζεται με θέσεις παροχέτευσης => απαιτείται υλικό για την PD
- iv. Για να διδαχθεί ο ασθενής το χειρισμό “huffing” βίαιη εκπνοή, χρησιμοποιούμε έναν μετρητή μέγιστης ροής που προσαρμόζεται στη στοματική κοιλότητα και διατηρεί ανοιχτό το στόμα και τη γλωττίδα (Εικόνα 7). Ειδικά για τα παιδιά μπορεί να συνδυαστεί με παιχνίδι, όπως το να φυσάνε μικρές μπάλες από βαμβάκι ή ύφασμα για να βελτιώσουν την τεχνική τους



Εικόνα 7

Προετοιμασία:

- i. Θεραπεία 2-3 παραγωγικών περιοχών σε κάθε συνεδρία γίνεται καλά ανεκτή από τους περισσότερους ασθενείς
- ii. Ο ασθενής τοποθετείται σε ανάλογη θέση παροχέτευσης για τη δεδομένη περιοχή του πνεύμονα που πρόκειται να παροχετευτεί
- iii. Τουλάχιστον 10 min σε κάθε παραγωγική θέση είναι απαραίτητα για την κάθαρση των εκκρίσεων ενός ασθενούς με μέτρια παραγωγή. Σε μετεγχειρητικούς και βαρέως πάσχοντες, ο χρόνος είναι λιγότερος, γιατί έχουν μειωμένες εκκρίσεις και έχουν χαμηλότερο ουδό κόπωσης

Κυρίως θεραπεία:

- i. Έλεγχος αναπνοής: ο ασθενής αναπνέει σε χαλαρό ρυθμό με φυσιολογικό αναπνεόμενο όγκο. Ο ανώτερος θώρακας και οι ώμοι παραμένουν χαλαροί, ενώ ο κατώτερος θώρακας και η κοιλιά βρίσκονται σε ενέργεια. Πρέπει να διαρκεί όσο χρόνο χρειάζεται ο ασθενής για να χαλαρώσει και να προετοιμαστεί για τις επόμενες φάσεις. Συνήθως είναι 5-10 sec
- ii. Διάταση θώρακα: η έμφαση δίνεται στην εισπνοή. Ο ασθενής παίρνει βαθιά αναπνοή έως το μέγιστο εισπνευστικό όγκο και εκπνέει παθητικά και χαλαρά. Ο φυσιοθεραπευτής ή και ο ίδιος ο άρρωστος ακουμπά το χέρι του πάνω στην περιοχή του θώρακα που αντιμετωπίζεται στη συγκεκριμένη

- θεραπεία, ώστε να ενθαρρύνει ακόμα περισσότερο την αυξημένη κινητικότητα του θωρακικού τοιχώματος
- iii. Επίκρουση, δόνηση ή ανακίνηση πραγματοποιούνται σε συνδυασμό με τη διάταση του θώρακα κατά τη διάρκεια της εκπνοής. Για μετεγχειρητικούς και ατελεκτασικούς συνίσταται μία παύση ή εισπνοή μέσω της ρινός στο τέλος της εισπνευστικής φάσης, η οποία διευκολύνει την επικουρική αναπνοή και βοηθά στην επανέκπτυξη του πνεύμονα
- iv. FET: βίαιες εκπνοές και συνδυασμό με έλεγχο αναπνοής. Huff είναι μία ραγδαία βίαιη εκπνοή που παράγεται χωρίς μέγιστη προσπάθεια. Ο χειρισμός συγκρίνεται με την κίνηση που γίνεται για να θολώσουμε ένα ζευγάρι γυαλιά πριν τα καθαρίσουμε. Η γλωττίδα πρέπει να παραμένει ανοικτή σε αντίθεση με το βήχα

Αποτελεσματικό huffing:

- a. Στόμα ανοιχτό σε σχήμα Ο ώστε η γλωττίδα να είναι ανοικτή
- b. Βίαιη εκπνοή (από μέσο σε χαμηλό πνευμονικό όγκο μετακινεί περιφερικές εκκρίσεις, από υψηλό σε μέσο όγκο μετακινεί κεντρικότερες εκκρίσεις)
- c. Σύσπαση μυών κοιλίας και θωρακικού τοιχώματος
- d. Ήχος σαν αναστεναγμός αλλά βίαιος
- e. Ρυθμός εκπνευστικής ροής ποικίλλει ανάλογα με το άτομο, την ασθένεια και το βαθμό απόφραξης του αεραγωγού
- f. Κριγμοί ακούγονται αν υπάρχουν πολλές εκκρίσεις

Αναποτελεσματικό huffing:

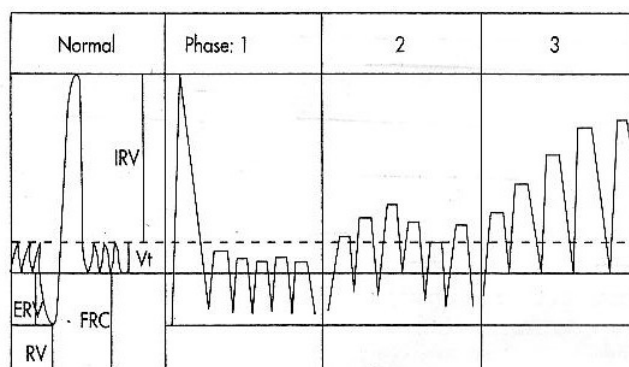
- a. Στόμα μισάνοιχτο ή σχεδόν κλειστό
 - b. Εκπνοή που αρχίζει πάντα από υψηλούς πνευμονικούς όγκους
 - c. Μη χρήση κοιλιακών μυών
 - d. Ήχος που μοιάζει σαν φύσημα ή ήχο αποδοκιμασίας
 - e. Στόμα σε σχήμα τέτοιο ώστε να παραχθεί ήχος E
 - f. Μη σωστή ποιότητα εκπνοής, δηλαδή πολύ παρατεταμένη και ενεργητική ώστε να προκαλεί παροξυσμικό βήχα, πολύ απαλή ή πολύ σύντομη
 - g. “Πιάσιμο” στο πίσω μέρος του λαιμού
- v. Υπάρχουν δύο διαφορετικά επίπεδα huffing στο FET. Όταν ο στόχος μας είναι η κινητοποίηση εκκρίσεων από περιφερικούς αεραγωγούς, ένα huff διάρκειας και ήσυχο μετά από μια μέση εισπνοή είναι αρκετό. Αν τώρα οι εκκρίσεις βρίσκονται σε ένα μεγαλύτερο και κεντρικότερο αεραγωγό, απαιτεί huff μετά από βαθιά εισπνοή για τη μετακίνηση τους, το οποίο είναι σύντομότερο και περισσότερο θορυβώδες από το προηγούμενο
- vi. Ο ασθενής πρέπει να διακόπτει κάθε 1-2 huffs για έλεγχο της αναπνοής. Αυτή η τεχνική θα εμποδίσει οποιαδήποτε αύξηση στην παρακώλυση της ροής του αέρα
- vii. Η τεχνική ACB προσαρμόζεται στις ιδιοστασιακές ανάγκες κάθε ασθενούς. Αν οι εκκρίσεις είναι ισχυρά προσκολλημένες, απαιτούνται δύο κύκλοι διάταση θώρακα ώστε να χαλαρώσουν πριν προχωρήσουμε σε FET. Σε ασθενή με βρογχόσπασμο ή ασταθείς αεραγωγούς, η χρονική διάρκεια του ελέγχου αναπνοής είναι 10-20 sec. Στους μετεγχειρητικούς αρρώστους, τέλος, πρέπει να δίνονται σαφείς οδηγίες για να υποστηρίξουν το τραύμα της τομής στη διάρκεια της FET, ώστε να επιτύχουν ικανοποιητική εκπνευστική ισχύ.
- viii. Όταν ένα huff από μία μέση εισπνοή έως μια πλήρη εκπνοή δεν είναι παραγωγικό και ακολουθείται από ξηρό ήχο για δύο συνεχόμενους κύκλους, η θεραπεία πρέπει να ολοκληρώνεται

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: ο συνδυασμός της τεχνικής ACB με επίκρουση και θέσεις παροχέτευσης επιτρέπει στον ασθενή να συμμετέχει ενεργητικά στη θεραπεία για την κινητοποίηση των εκκρίσεων και προσφέρει τη δυνατότητα της ανεξαρτησίας όσον αφορά στην κάθαρση του αεραγωγού του. Είναι δυνατόν η μέθοδος να διδαχθεί σε παιδιά >3-4 ετών. Παράλληλα μπορεί να εφαρμοστεί σε ασθενείς με ΓΟΠ, βρογχόσπασμο και οξεία έξαρση της πνευμονικής τους νόσου χωρίς να προκαλεί αποκορεσμό O₂ όπως η επίκρουση. Το κόστος της μεθόδου, εφόσον αυτή εκτελείται από τον ίδιο τον άρρωστο είναι ελάχιστο. Το μόνο ορατό μειονέκτημα είναι ότι σε πολύ μικρά παιδιά, βαρέως πάσχοντες και σ' όλα τα περιστατικά που είναι απαραίτητη η εφαρμογή της επίκρουσης ή της ανακίνησης στη φάση της διάτασης του θώρακα, απαιτείται η παρουσία εξειδικευμένου φυσιοθεραπευτή. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε ασθενείς με υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς και μετά από χειρουργική επέμβαση

F. ΑΥΤΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ (AD)

Η αυτογενής παροχέτευση ή αλλιώς “παροχέτευση εαυτού” εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1967 από τον Chevaillier στο Βέλγιο για τη θεραπεία ασθενών με άσθμα. Ήταν ο πρώτος που παρατήρησε ότι κατά τη διάρκεια του ύπνου, του παιχνιδιού ή του γέλιου, η βλέννη κινητοποιούνται πολύ καλύτερα σε σύγκριση με τις θέσεις παροχέτευσης και το χτύπημα. Η μέθοδος αυτή είναι μία αντι-δυσπνοϊκή τεχνική που βασίζεται σε ήρεμες εκπνοές ενώ ο ασθενής βρίσκεται σε χαλαρή κατάσταση χωρίς την εφαρμογή θέσεων παροχέτευσης (PD). Η τεχνική βασίζεται στη χρήση της διαφραγματικής αναπνοής για την κινητοποίηση των εκκρίσεων μέσω της διαφοροποίησης της εκπνευστικής αναπνοής για την κινητοποίηση των εκκρίσεων μέσω της διαφοροποίησης της εκπνευστικής ροής του αέρα. Αποτελείται από τρεις φάσεις:

- i. Αναπνοή σε χαμηλούς –πνευμονικούς όγκους για να “ξεκολλήσουν” οι περιφερικές εκκρίσεις
- ii. Αναπνοή σε χαμηλό έως μέσο πνευμονικό όγκο (αναπνεόμενος όγκος) για να συγκεντρωθεί η βλέννη στους μεσαίους αεραγωγούς.
- iii. Αναπνοή σε μέσο έως υψηλό πνευμονικό όγκο για την αποβολή της βλέννης από τους κεντρικούς αεραγωγούς. Ο ασθενής είναι χαλαρά καθισμένος και εκπνέει ενεργητικά με ανοιχτά στόμα και γλωττίδα, και ακούει την κίνηση της βλέννης αποφεύγοντας το συριγμό. Οι φάσεις αυτές διακρίνονται στην παρακάτω γραφική παράσταση (Σχήμα 6).



Σχήμα 6

Η φυσιολογία κάθε φάσης αναλύθηκε το 1989 από τον Shoni. Η πρώτη φάση ξεκινά με μια εισπνοή που ακολουθείται από συγκράτηση της αναπνοής, ώστε να γεμίσουν ομοιόμορφα όλα τα τμήματα του πνεύμονα και έπειτα μια βαθιά εκπνοή μέσα στο εύρος του εκπνευστικού υπολειπόμενου όγκου. Ελαττώνοντας τον μέσο αναπνεόμενο όγκο κάτω από τα επίπεδα της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας, οι εκκρίσεις από τα περιφερικά πνευμονικά πεδία κινητοποιούνται λόγω συμπίεσης των περιφερικών κυψελιδικών πόρων. Ο μέσος εκπνεόμενος όγκος μειώνεται στο εύρος του φυσιολογικού υπολειπόμενου εκπνευστικού όγκου.

Στη δεύτερη φάση έχουμε αναπνοή φυσιολογικού αναπνεόμενου όγκου, ώστε η αναπνοή να μετατραπεί βαθμιαία από τον υπολειπόμενο εκπνευστικό όγκο στο εύρος του υπολειπόμενου εκπνευστικού όγκου, κι έτσι να κινητοποιηθούν οι εκκρίσεις από τα κορυφαία τμήματα των πνευμόνων. Η ταχύτητα της ροής του αέρα πρέπει να προσαρμόζεται σε κάθε επίπεδο της εισπνοής, ώστε να φτάνουμε τη μέγιστη εκπνευστική ροή χωρίς όμως να προκαλεί ατελεκτασία.

Η τρίτη φάση τέλος, χαρακτηρίζεται από βαθιά εισπνοή εντός του υπολειπόμενου εισπνευστικού όγκου σε συνδυασμό με βίαιη εκπνοή (huffing) για να αφαιρεθούν οι προηγούμενες κινητοποιηθείσες εκκρίσεις. Ο έλεγχος της ροής του αέρα στη φάση αυτή είναι απαραίτητος ώστε να αποφευχθεί ο έντονος και μη παραγωγικός βήχας.

Η βελγική μέθοδος τροποποιήθηκε από τους Γερμανούς, οι οποίοι χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό διαφραγματικής και προστερνικής αναπνοής σε μια θεραπεία που δε διαιρείται σε φάσεις (Σχήμα 6). Ο ασθενής διαφοροποιεί τον μέσο αναπνεόμενο όγκο σε μία παθητική εκπνοή που ακολουθείται από μία ενεργητική εκπνοή με σουφρωμένα τα χείλη ή από τη μύτη. Η γερμανική παραλλαγή συνδυάζει την AD με θεραπεία εισπνοής, FET, ασκήσεις για το θωρακικό τοίχωμα και άσκηση. Η σύγκριση της AD με τη θετική εκπνευστική πίεση και το συνδυασμό θέσεων παροχέτευσης (PD) με επίκρουση /δόνηση έδειξε ότι:

- i. Παράγονται περισσότερα πτύελα με την AD σε ασθενείς με υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς
- ii. Είναι εξίσου αποτελεσματική με το συνδυασμό PD και επίκρουση /δόνηση στους άσχοντες από κυστική ίνωση
- iii. Αύξηση του κορεσμού O₂ με την AD σε σχέση με PD και επίκρουση /δόνηση (Giles 1993)

Βέβαια, η εκμάθηση της AD απαιτεί οπτικό και ακουστικό υπόβαθρο και συνεχείς τροποποιήσεις τουλάχιστον σε αρχική φάση της τεχνικής του ασθενούς για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Παράλληλα με τον αρκετό χρόνο που απαιτείται, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί και η συνεργασία του ασθενούς. Για το λόγο αυτό δεν συνίσταται για πολύ μικρά παιδιά και άτομα με διάσπαση της προσοχής τους.

Υλικό:

- i. Δε χρειάζεται κανενός είδους υλικό για την πραγμάτωση της μεθόδου από τον ασθενή. Απλά θα πρέπει να έχει το απαραίτητο υπόβαθρο για να αντιλαμβάνεται τη μετακίνηση της βλέννης και να προσαρμόζει ανάλογα την τεχνική
- ii. Για να μπορέσει ο φυσιοθεραπευτής να διδάξει τη μέθοδο πρέπει να έχει εξασκημένες απτικές και ακουστικές αισθήσεις ώστε να μπορεί να καθοδηγεί τον ασθενή μεταξύ των φάσεων με το να ακούει και να νιώθει τη θέση και την ποιότητα των εκκρίσεων

Προετοιμασία:

- i. Ο ασθενής κάθεται στητός σε καρέκλα με στήριγμα στην πλάτη. Το περιβάλλον πρέπει να στερείται αντιπερισπασμών, επιτρέποντάς του έτσι να συγκεντρωθεί στην τεχνική της αναπνοής του
- ii. Οι ανώτεροι αεραγωγοί (μύτη, λάρυγγας) πρέπει να καθαρίζονται από τις εκκρίσεις με βίαιη εκπνοή ή με φύσημα της μύτης
- iii. Ο φυσιοθεραπευτής πρέπει να κάθεται στο πλευρό, ελαφρά πίσω από τον ασθενή αλλά αρκετά κοντά του, ώστε να ακούει την αναπνοή του. Ένα χέρι πρέπει να είναι τοποθετημένο πάνω στην κοιλιακή χώρα, ώστε να νιώθει το έργο των αντίστοιχων μυών, και το άλλο στον ανώτερο θώρακα (Εικόνα 8).



Εικόνα 8

Κυρίως θεραπεία:

- i. Σ' όλες τις φάσεις η εισπνοή πρέπει να γίνεται αργά και από τη μύτη, χρησιμοποιώντας το διάφραγμα ή τον κατώτερο θώρακα. Ακολουθεί μία παύση 2-3 sec, η οποία επιτρέπει των επικουρικό αερισμό και την εισχώρηση του αέρα πίσω από τις εκκρίσεις
- ii. Η εκπνοή πραγματοποιείται από το στόμα με τη γλωττίδα ανοιχτή, κάνοντας έτσι τις εκκρίσεις ακουστές. Οι δονήσεις της βλέννης μπορούν επίσης να γίνουν αισθητές μέσω του χεριού που έχει τοποθετηθεί στον ανώτερο θώρακα. Η συχνότητα των δονήσεων αποκαλύπτει τη θέση των εκκρίσεων.
- iii. Υψηλές συχνότητες → Μικρότεροι αεραγωγοί, Χαμηλές συχνότητες → μεγάλοι αεραγωγοί
- iv. Ακολουθούν οι τρεις φάσεις, της αποκόλλησης, της συγκέντρωσης και της αποβολής των εκκρίσεων όπως αναλύθηκαν παραπάνω
- v. Η ατελεκτασία των αεραγωγών πρέπει να αποφεύγεται. Για το λόγο αυτό, εάν ακουστεί συριγμός, η εκπνευστική ροή πρέπει να ελαττωθεί. Οι αρχάριοι

ίσως χρειάζεται να σουφρώνουν τα χείλη τους για να το πετύχουν αυτό. Προτείνοντας στον ασθενή να στριφογυρίζει τη γλώσσα του, είναι ένας καλός τρόπος να ελέγξει την εκπνευστική του ροή

- vi. Η διάρκεια κάθε φάσης της AD εξαρτάται από την τοποθεσία των εκκρίσεων. Η διάρκεια κάθε συνεδρίας AD καθορίζεται από την ποσότητα και το ιξώδες των εκκρίσεων. Μια μέση συνεδρία διαρκεί 30-45 min, αλλά ένας έμπειρος χρήστης της μεθόδου σπαταλά σαφώς λιγότερο χρόνο σε σύγκριση μ' έναν αρχάριο

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: μπορεί να πραγματοποιηθεί ανεξάρτητα και χωρίς υλικό από ασθενείς ≥ 12 ετών. Επειδή δε συνδυάζεται με στάσεις παροχέτευσης είναι κατάλληλη για ασθενείς με ΓΟΠ και υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς. Η εκμάθηση της τεχνικής απαιτεί αρρώστους με πειθαρχία και ικανότητα συγκέντρωσης, γιατί απαιτεί περισσότερη εξάσκηση απ' όλες τις υπόλοιπες μεθόδους. Δεν αποτελεί θεραπεία εκλογής για ασθενή με έλλειψη κινήτρων ή που σε συνεργάζεται και δε μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρά παιδιά. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά της είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οξεία έξαρση πνευμονικής νόσου καθώς δεν είναι η στιγμή για την εκμάθησή της και ταυτόχρονα απαιτεί καταβολή μεγάλου έργου από τον ασθενή.

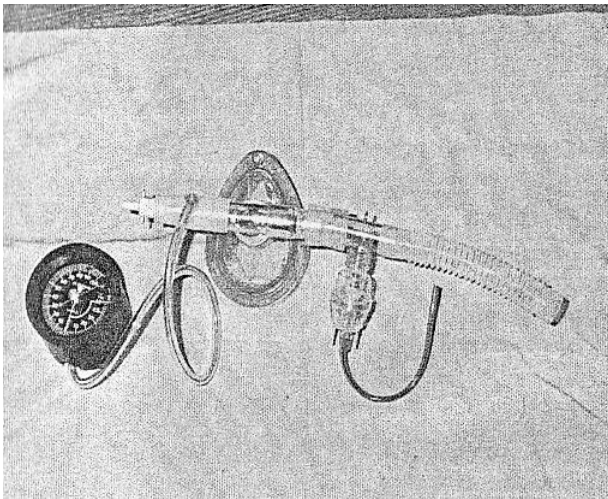
G. ΘΕΤΙΚΗ ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (PEP)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στη Δανία στη δεκαετία του '80. Η εφαρμογή της PEP προϋποθέτει την ύπαρξη μιας μάσκας ή μιας στοματικής συσκευής που είναι συνδεδεμένη με μία μονόδρομη αναπνευστική βαλβίδα, όπου προσκολλώνται οι εκπνευστικές αντιστάσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη θετικής πίεσης στους αεραγωγούς στη διάρκεια της εκπνοής. Η παρουσία ενός μανομέτρου μέσα στο κύκλωμα καθορίζει και καταγράφει τη σωστή πίεση που δημιουργείται από τον ασθενή. Ο άρρωστος χρησιμοποιεί την PEP σ' ένα κύκλο περίπου 10 αναπνοών με τον φυσιολογικό αναπνεόμενο όγκο και με ελαφρώς πιο ενεργητική εκπνοή που ακολουθείται από βίαιη εκπνοή ή βήχα, ώστε να αποβληθούν οι εκκρίσεις. Μπορεί να συσταθεί η χρήση είτε υψηλής είτε χαμηλής πίεση 10-20 cmH₂O στη διάρκεια της εκπνοής. Η επιλογή PEP υψηλής πίεσης απαιτεί από τον ασθενή την πραγματοποίηση χειρισμών βίαιης ζωτικής χωρητικότητας σ' όλο το εύρος των εκπνευστικών αντιστάσεων ενώ η μάσκα είναι συνδεδεμένη μ' ένα σπιρόμετρο. Η κατάλληλη αντίσταση είναι εκείνη που παράγει μία καμπύλη ροής-όγκου και αποκαλύπτει μία μέγιστη βίαιη ζωτική χωρητικότητα, καλή επιπέδωση (plateau) και καμία καμπυλότητα. Το εύρος της PEP υψηλής πίεσης είναι 50-120 cmH₂O. Πάντως η PEP χαμηλής πίεσης χρησιμοποιείται συχνότερο, καθώς προσφέρει ισοδύναμη αποτελεσματικότητα και μικρότερο κίνδυνο για πνευμοθώρακα. Θεωρείται ότι η PEP επιτρέπει σε μεγαλύτερη ποσότητα αέρα να εισέλθει μέσω των επικουρικών καναλιών και έτσι να γίνεται η επανέκπτυξη των ατελεκτασικών κυψελίδων. Η πίεση δημιουργείται περιφερειακά της απόφραξης, συμβάλλοντας στη μετακίνηση των εκκρίσεων σε μεγαλύτερους αεραγωγούς. Κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης θεραπείας μπορεί να χορηγηθεί συμπληρωματικό O₂, καθώς επίσης και η χορήγηση νεφελοποιημένων φαρμακοθεραπειών είναι αποτελεσματική. Η PEP φαίνεται να ευεργετεί ασθενείς με κίνδυνο μετεγχειρητικής ατελεκτασίας, ενώ παράλληλα κερδίζει έδαφος στην κάθαρση του αεραγωγού ασθενών με κυστική ίνωση. Εφαρμόζεται σε όρθια θέση και μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε οξείες όσο και σε χρόνιες καταστάσεις. Η στοματική συσκευή της PEP

(Resistex) εγκρίθηκε από το FDA πρόσφατα, η αντίστοιχη μάσκα όμως δεν έχει λάβει ακόμη την ίδια έγκριση.

Μια άλλη μορφή PEP σε συνδυασμό με ταλάντωση υψηλής συχνότητας, δηλαδή μια διαλείπουσα PEP υπάρχει σε μία συσκευή που ονομάζεται flutter^{T.M.} VRP1 (Vario Raw SA, Aubonne, Switzerland). Πρόκειται για μία συσκευή χειρός που διακόπτει την εκπνευστική ροή και μειώνει τον κίνδυνο ατελεκτασίας των αεραγωγών. Η συσκευή που μοιάζει με “καπνοσύριγγα” αποτελείται από μία ατσάλινη σφαίρα, ένα πλαστικό κώνο, μία τρυπητή επένδυση και το κομμάτι που εφαρμόζεται στο στόμα. Ο ασθενής ολοκληρώνει περίπου 10-15 βαθιές αναπνοές κρατώντας τα μάγουλα επίπεδα, ενώ το flutter^{T.M.} ενεργοποιείται για να επιτύχει τα μέγιστα αποτελέσματα της δόνηση στο θώρακα. Η διαδικασία ακολουθείται από βίαιη προκαλεί δονήσεις και ταλάντωση του αεραγωγού, ώστε να διευκολύνει την αποβολή της βλέννης. Η PEP που διατηρείται μέσω του flutter^{T.M.} (5-35 cmH₂O) εμποδίζει τη δυναμική σύγκλιση συγκεκριμένης συσκευής είναι η ικανότητά της να μετακινείται και η ευκολία στην εκμάθησή της. Έτσι τα μικρά (>4 ετών) μπορούν να διδαχθούν την αποτελεσματική χρήση του flutter, και λόγω του μικρού του μεγέθους, είναι πολύ εύκολο να χρησιμοποιηθεί σε πολλές θεραπείες στη διάρκεια της μέρας.

Υλικό:

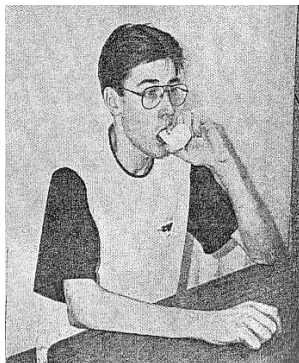


- i. Μία μάσκα για PEP παράχθηκε από την Astra Tesh στη Δανία, αλλά δεν εγκρίθηκε από τον FDA. Παρόλα αυτά ένα αυτοσχέδιο σύστημα PEP με μάσκα, μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας μία μαλακή αναπνευστική μάσκα, ένα T-piece, μία μονόδρομη βαλβίδα και αντίσταση διαφόρων μεγεθών ή ένα ροοστάτη. Η μάσκα πρέπει να εφαρμόζει απολύτως αλλά άνετα πάνω στη μύτη και το στόμα (Εικόνα 9).
- ii. Μία άλλη μορφή PEP περιλαμβάνει μία συσκευή για το στόμα που συνδέεται με μια μονόδρομη βαλβίδα με προσαρμοζόμενη εκπνευστική αντίσταση. Η βαλβίδα Resistex εγκρίθηκε πρόσφατα από τον FDA
- iii. Ένα μανόμετρο τοποθετείται δίπλα στην αντίσταση στα αρχικά στάδια της εκμάθησης για τη χρήση της PEP. Πρώτον, το μανόμετρο βοηθά να καθαρίσουμε και να παρακολουθήσουμε τα κατάλληλα επίπεδα αντίστασης που απαιτούνται ώστε ο ασθενής να έχει πίεση 10-20 cmH₂O καθόλη τη διάρκεια της εκπνοής. Δεύτερον, η ένδειξη του μανόμετρου λειτουργεί σαν υπόβαθρο για να βοηθήσει τους ασθενείς να τελειοποιήσουν την τεχνική
- iv. Τα αερολύματα που χρησιμοποιούνται με νεφελοποιητή ή αναπνευστήρα καθορισμένης δόσης μπορούν να δοθούν ταυτόχρονα με την PEP για την κάθαρση του αεραγωγού
- v. Συμπληρωματικό O₂ μπορεί επίσης να συγχωρηθεί σε ασθενείς που είναι υποξαιμικοί

- vi. Στη θεραπεία με μάσκα PEP υψηλής πίεσης, η σπιρομέτρηση χρησιμοποιείται για να καθορίσει την κατάλληλη αντίσταση για τον κάθε ασθενή εξατομικευμένα
- vii. Το flutter που περιγράφηκε προηγουμένως εγκρίθηκε πρόσφατα από τον FDA
- viii. Η μάσκα της PEP, η στοματική συσκευή και το flutter πρέπει να καθαρίζονται τακτικά με ζεστό, αφρώδες νερό, γιατί το σαπούνι θα την κάνει κολλώδη. Εντός των νοσηλευτικών ιδρυμάτων είναι απαραίτητη η αποστείρωση του υλικού σύμφωνα με τις αρχές ελέγχου των λοιμώξεων

Προετοιμασία:

- i. Ο ασθενής τοποθετείται σε καθιστή θέση, στητός και με τους αγκώνες να ακουμπούν πάνω στο τραπέζι. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μάσκα είναι απαραίτητο να την κρατά και με τα δύο του χέρια ώστε να εφαρμόζει τέλεια.
- ii. Εάν ο ασθενής ταυτόχρονα λαμβάνει φαρμακευτικό αερόλυμα, πρέπει να έχει προηγουμένως λάβει τις απαραίτητες οδηγίες για το πώς θα σταματήσει τη ροή του φαρμάκου όταν έρθει η στιγμή της αφαίρεσης της μάσκας ή της στοματικής συσκευής στο τέλος της συνεδρίας
- iii. Για να καθορίσουμε το σωστό επίπεδο αντίστασης για την PEP-χαμηλής πίεσης, ο ασθενής εισπνέει στα όρια του φυσιολογικού αναπνεόμενου όγκου και εισπνέει ενεργητικά στη μάσκα ή τη στοματική συσκευή. Δοκιμάζονται διάφοροι αντιστάτες και ταυτόχρονα το επίπεδο της PEP παρακολουθείται στο μανόμετρο. Η αντίσταση βαθμιαία ελαττώνεται ώστε η PEP να φτάσει σε τιμές 10-20 cmH₂O. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση αντιστατών ροής διαμέτρου 2,5-4 mm. Η σωστή επιλογή αντίστασης, θα δημιουργήσει πολύ χαμηλή πίεση και αυξημένη αναπνευστική συχνότητα, ενώ αντίθετα η χρήση πολύ μικρού αντιστάτη θα δημιουργήσει πολύ χαμηλή πίεση και αυξημένη αναπνευστική συχνότητα, ενώ αντίθετα η χρήση πολύ μικρού αντιστάτη θα δημιουργήσει πολύ υψηλή πίεση και ελάττωση αναπνευστικής συχνότητας
- iv. Για να καθορίσουμε τη σωστή αντίσταση για την PEP-υψηλής πίεσης συνδέουμε το εξωτερικό τμήμα της μάσκας με ένα σπιρόμετρο. Εφαρμόζονται χειρισμοί βίαιης ζωτικής χωρητικότητας μέσω διαφορετικών εκπνευστικών αντιστατών. Ο αντιστάτης που παράγει τη μέγιστη βίαιη ζωτική χωρητικότητα μέσω της μάσκας της PEP είναι αυτός που τελικά επιλέγεται
- v. Για να χρησιμοποιήσει ο ασθενής τη βαλβίδα του flutter^{T.M.} πρέπει να είναι καθιστός και με στητό τον κορμό (Εικόνα 10). Τα βέλτιστα αποτελέσματα της δόνησης που προσφέρει το flutter μπορεί να ληφθούν αλλάζοντας τη γωνία τοποθέτησης της συσκευής. Η τοποθέτηση του περισσότερο προς τα πάνω, αυξάνει την πίεση και τη συχνότητα, ενώ περισσότερο προς τα κάτω ελαττώνει την πίεση και τη συχνότητα. Το flutter επιτυγχάνει συχνότητες 6-20 Hz



Εικόνα 10

Κυρίως θεραπεία:

- i. Συμβουλεύουμε τον ασθενή να αναπνέει μέσα στη μάσκα ή τη στοματική συσκευή στα επίπεδα του φυσιολογικού αναπνεόμενου όγκου χρησιμοποιώντας τον κατώτερο θώρακα και την κοιλιά. Η εκπνοή πρέπει να είναι ενεργητική, αλλά όχι βίαιη
- ii. Ο ασθενής συνεχίζει να αναπνέει μέσα στη μάσκα ή τη στοματική συσκευή για 10-15 αναπνοές με φυσιολογική αναπνευστική συχνότητα. Αρχικά, ο ασθενής και ο φυσικοθεραπευτής παρακολουθούν την προσπάθεια μέσω ενός μανομέτρου, επιβεβαιώνοντας έτσι ότι η πίεση παραμένει στα 10-15 cmH₂O σ' όλη τη διάρκεια της εκπνοής. Αφού έχει επιλεγεί ο κατάλληλος αντιστάτης, το μανόμετρο μπορεί πλέον να αφαιρεθεί. Η κατάλληλη αυτή αντίσταση βέβαια, πρέπει να επανελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τις κλινικές επισκέψεις ή περιόδους νοσηλείας
- iii. Έπειτα από τις 10-15 αναπνοές η μάσκα αφαιρείται και ο ασθενής πραγματοποιεί μία σειρά από βίαιες εκπνοές (huffs) ή και τον βήχα εάν είναι απαραίτητο για την απόχρεμψη της βλέννης που κινητοποιήθηκε
- iv. Αυτή η αλληλουχία (PEP-αναπνοές που ακολουθούνται από huffs), επαναλαμβάνεται 4-6 φορές. Η συνολική θεραπεία διαρκεί 15-20 min και πρέπει να επαναλαμβάνεται 2-3 φορές /ημέρα. Η συχνότητα και η διάρκεια της θεραπείας πρέπει να εξατομικεύεται. Σε περιόδους έξαρσης της πνευμονικής τους νόσου, οι ασθενείς ενθαρρύνονται να αυξήσουν τη συχνότητα των συνεδριών της PEP και όχι να αυξάνουν τη διάρκεια των μεμονομένων θεραπειών
- v. Η διαδικασία για τη χρήση της PEP υψηλής πίεσης διαφέρει από αυτή της χαμηλής. Η εκπνευστική πίεση που χρησιμοποιείται συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 50-120 cmH₂O. Οι ασθενείς εισπνέουν και εκπνέουν μέσω της μάσκας σε φυσιολογικό αναπνεόμενο όγκο για 6-10 αναπνοές. Έπειτα η εισπνοή γίνεται στην ολική πνευμονική χωρητικότητα και πραγματοποιείται βίαιος εκπνευστικός χειρισμός στη μάσκα της PEP. Αυτό επαναλαμβάνεται έως ότου όλη η βλέννη κινητοποιηθεί
- vi. Η συνιστώμενη **διαδικασία** στην εφαρμογή του **flutter** είναι η ακόλουθη:
 - a. Βαθιά εισπνοή και παύση για 2-3 sec
 - b. Τοποθετούμε το flutter στο στόμα οριζόντια και με σφιχτά τα χείλη γύρω του, κρατώντας επίπεδα τα μάγουλα και εκπνέουμε μέσω της συσκευής προσαρμόζοντας το επίπεδο κλίσης για να μεγιστοποιηθούν οι δονήσεις
 - c. Η εκπνοή δεν πρέπει να είναι βίαιη και πρέπει να γίνεται με συμμετοχή των κοιλιακών μυών. Ο ασθενής είναι αυτός που θα καθορίσει την ταχύτητα της εκπνοής του
 - d. Πραγματοποιούμε πολλαπλές εκπνοές (5-15) μέσω του flutter κρατώντας την αναπνοή για να μεγιστοποιηθεί η κινητοποίηση της βλέννης
 - e. Μετά την ολοκλήρωση πολλαπλών “χαλαρωτικών” αναπνοών, αυξάνουμε το βάθος της αναπνοής και την ταχύτητα εκπνοής μέσω του flutter να καθαριστούν οι εκκρίσεις. Κάθε συνεδρία αποτελείται από 10-15 αναπνοές, που ακολουθούνται από huffing και κάθε συνεδρία διαρκεί 15-20 min. Για να αποφευχθεί η ζάλη που προκαλείται λόγω του υπεραερισμού, ο ασθενής πρέπει να απέχει από βίαιη εκπνοή και να κάνει μία παύση κάθε 5-10 εκπνοές πριν συνεχίσει τη θεραπεία

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: είναι εύκολη στην εκμάθηση (μετά 1-2 συνεδρίες) και μπορεί να εφαρμοστεί εξίσου σε παιδιά και ενήλικες. Είναι επίσης κατάλληλη για νοσηλευόμενους. Το κόστος είναι ελάχιστο και οι συσκευές εύκολα μετακινούμενες, και εφόσον ο ασθενής αποκτήσει εμπειρία στην εφαρμογή της, του προσφέρει ανεξαρτησία. Αντενδείκνυται σε ασθενείς με οξεία παραρινοκολπίτιδα, ωτική λοίμωξη, επίσταξη, πρόσφατη στοματική ή επέμβαση προσώπου ή τραύμα στην περιοχή, και ασθενείς που δε θέλουν ή /και δε μπορούν να συνεργαστούν. Υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εμφάνισης πνευμοθώρακα σε ασθενείς που λαμβάνουν PEP υψηλής πίεσης, ενώ συνίσταται η χορήγηση βρογχοδιασταλτικού σε αρρώστους με υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς πριν τη χρήση της PEP.

H. ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΘΩΡΑΚΑ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

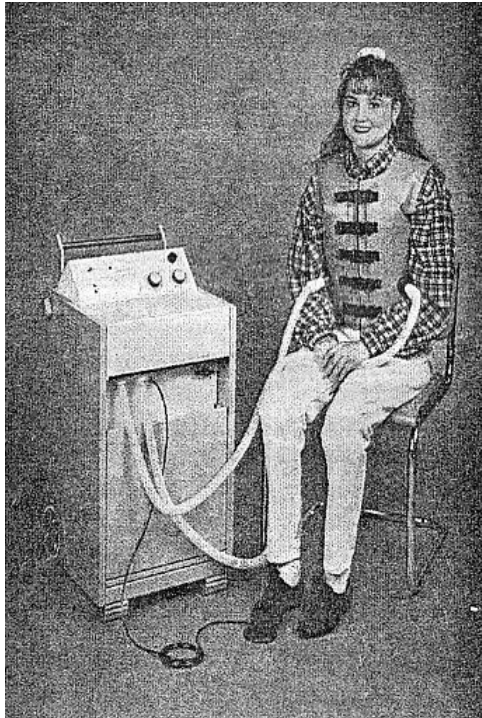
Προσπάθειες με στόχο την κάθαρση της βλέννης μέσω της δημιουργίας μιας διαφορικής ροής του αέρα, που μεταφράζεται σε μεγαλύτερη εκπνευστική σε σχέση με την εισπνευστική ροή, οδήγησαν στην ανάπτυξη του συστήματος συμπίεσης του θώρακα σε υψηλή συχνότητα (HFCC). Οι Hansen και Warwick το 1990 σχεδίασαν ένα σύστημα μεγάλου όγκου και μεταβλητής συχνότητα παράδοσης δονήσεων αέρα, για να χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς με αποφρακτική πνευμονοπάθεια.

Το σύστημα ThAIRapy vest αποτελείται από ένα διατεινόμενο γιλέκο που εφαρμόζει στο θώρακα και είναι συνδεδεμένο με μία γεννήτρια παραγωγής δονήσεων αέρα μέσω ελαστικής σωλήνωσης. Η συσκευή προσφέρει ταλάντωση ολόκληρης της θωρακικής κοιλότητας σε διάφορες συχνότητες (5-25 Hz) και εφαρμόζεται σε καθιστή θέση με τον κορμό στητό. Ο εκπνευστικός όγκος τείνει να αυξάνεται σε χαμηλότερες συχνότητες (<10-12 Hz) και να μειώνεται σε υψηλότερες συχνότητες (12-20 Hz). Τρεις συχνότητες επιλέγονται για μεγάλους όγκου και τρεις για υψηλές ροές, και κάθε συχνότητα χρησιμοποιείται για 3-5 min με συνεχή φυσικοθεραπεία σε αερόλυμα ή φυσιολογικό ορό για την κινητοποίηση των εκκρίσεων. Έχουν προτεθεί δύο μηχανισμοί για να δικαιολογήσουν την αύξηση της κινητοποίησης των εκκρίσεων. Ο πρώτος μηχανισμός υποστηρίζει ότι η ταλαντούμενη ροή του αέρα οδηγεί σε αλλαγές, στη σύσταση της βλέννης, που σε δεύτερο χρόνο αυξάνει την κινητοποίηση των πτυέλων, καθότι σημειώθηκαν σημαντικές μειώσεις στη γλοιοελαστικότητά τους. Ο δεύτερος μηχανισμός υποστηρίζει ότι η διαφορά μεταξύ εισπνευστικών και εκπνευστικών ταχυτήτων παράγει ισχυρές δυνάμεις ικανές να μετακινήσουν τις εκκρίσεις. Κάθε συμπίεση του θώρακα προκαλεί μία παροδική ώση ροής αντίστοιχη με αυτή που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του βήχα και χρησιμοποιώντας αυτές τις ροές στο μέγιστο εύρος και όγκο, παράγεται ικανή δύναμη για να μετακινήσει τη βλέννη από τον αεραγωγό. Σύμφωνα με μελέτη του King το 1983, η HFCC αυξάνει την κάθαρση της βλέννης στους σκύλους με το βέλτιστο αποτέλεσμα στα 11-15 Hz. Φαίνεται τέλος ότι νοσηλευόμενοι ασθενείς με οξεία έξαρση της πνευμονοπάθειάς τους ανέχονται καλά την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου και ότι υπάρχει αυξημένη ασφάλεια όσον αφορά σε μηχανικά αεριζόμενους για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας ασθενής σε HFCC (Εικόνα 11).

Υλικό:

- i. Η γεννήτρια των ώσεων αέρα που είναι απαραίτητη για τη θεραπεία με HFCC, ζυγίζει πάνω από 100 lb, αλλά φέρει ροδάκια για τη μεταφορά της από το ένα δωμάτιο στο άλλο

- ii. Το διατεινόμενο γιλέκο έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να εφαρμόζει σ' ολόκληρο το θώρακα και πρέπει να φτάνει την κορυφή των μηρών όταν ο ασθενής κάθεται στητός. Υπάρχουν πέντε διαφορετικά μεγέθη (για παιδί, έως ευτραφή ενήλικο). Για τη χρήση του στο νοσοκομειακό περιβάλλον υπάρχουν προσαρμοζόμενα γιλέκα, τα οποία εφαρμόζουν στους διάφορους ασθενείς με λωρίδες
- iii. Ταυτόχρονη χρήση φυσικοθεραπείας σε αερόλυμα ή φυσιολογικού ορού συστήνεται καθόλη τη διάρκεια της θεραπείας. Αυτό υγροποιεί τον αέρα ώστε να αντισταθμίσει την ξηρότητα που προκαλείται από την αυξημένη ροή του



Προετοιμασία:

- i. Ο ασθενής κάθεται στητός σε μια καρέκλα. Το γιλέκο πρέπει να εφαρμόζει σωστά, αλλά να μην εμποδίζεται η αναπνοή όταν είναι ξεφούσκωτο. Ένα μονό στρώμα ρούχων πρέπει να φορεθεί κάτω από το γιλέκο
- ii. Το χειριστήριο για τον έλεγχο της πίεσης πρέπει να έχει προσαρμοστεί είτε στο υψηλό, είτε στο χαμηλό ανάλογα με την άνεση του ασθενούς
- iii. Το χειριστήριο ποδιού /χειριού πρέπει να είναι τοποθετημένο στο πάτωμα και να ενεργοποιείται με ένα απλό πάτημα ή κάτω από το μηρό και να ενεργοποιείται γέρνοντας πάνω του με απλό πάτημα του χειριού

Εικόνα 11

Κυρίως θεραπεία:

- i. Η θεραπεία πρέπει να εξελίσσεται μέσω διαφόρων συχνοτήτων, από χαμηλή (7-10 Hz) έως μέση (10-15 Hz) και υψηλή (15-25 Hz) για να επιτύχουμε και υψηλό εύρος ροής και αυξημένο πνευμονικό όγκο. Σύμφωνα με το Warwick (1991) έδειξε ότι οι συχνότητες που σχετίζονται με υψηλή ροή είναι συνήθως >13 Hz, ενώ εκείνες που σχετίζονται με το μέγιστο όγκο είναι <10 Hz
- ii. Το προτεινόμενο πρωτόκολλο δίνει τη δυνατότητα διαλείπουσας ή συνεχούς χρήσης. Στη διαλείπουσα μέθοδο (μόνο κατά την εκπνοή), ο ασθενής πρέπει να εισπνέει βαθιά και να πατά το χειριστήριο ποδιού /χειριού στη μέγιστη εισπνοή. Η εκπνοή πρέπει να είναι παθητική και χαλαρή όσο το γιλέκο πάλλεται. Για τη συνεχή μέθοδο, το χειριστήριο πρέπει να πατιέται σε φυσιολογική αναπνοή. Τουλάχιστον μία φορά ανά λεπτό, ο ασθενής πρέπει να εισπνέει στην ολική πνευμονική χωρητικότητα
- iii. Το μέσο χρονικό διάστημα που απαιτείται για κάθε συχνότητα είναι 3-5 min, αλλά αυτό εξαρτάται πάντοτε από την ανοχή του ασθενούς, την ποσότητα και τη σύσταση των εκκρίσεων και τη φάση της πάθησης του ασθενούς (οξεία ή χρόνια).
- iv. Μετά τη θεραπεία σε κάθε συχνότητα για τον προκαθορισμένο χρόνο, το χειριστήριο ποδιού /χειριού πρέπει να απελευθερώνεται και ο ασθενής να

εκπνέει βίαια (huff) ή να βήχει για να καθαριστούν οι χαλαρωμένες εκκρίσεις. Το χειριστήριο προσαρμόζεται στην επόμενη συνιστώμενη συχνότητα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται

- v. Η HFCC έχει εφαρμοστεί σε μικρότερη κλίμακα σε ασθενείς που χρειάζονται μακροχρόνιο μηχανικό αερισμό και φαίνεται να είναι αποτελεσματικότερο και ασφαλέστερο σε σχέση με τις θέσεις παροχέτευσης και επίκρουσης
- vi. Ασθενείς που χρειάζονται πρόσβαση μέσω κεντρικής φλέβας, όπως ο Porta-cath ή ο Hickman, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ThAIRapy vest σύστημα με καλή επένδυση για να ανακουφίσουν την πίεση που δέχονται τα φλεβοκεντημένα σημεία

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: η HFCC προσφέρει ανεξαρτησία και είναι εύκολη στην εκμάθηση. Μπορεί να εξυπηρετήσει παιδιά >3 ετών, καθώς επίσης και παχύσαρκους ενήλικες. Μπορεί να εφαρμοστεί σε όσους ασθενείς αντενδείκνυται οι θέσεις παροχέτευσης καθώς και σε κλινήριες που δε μπορούν να τοποθετηθούν καθιστοί και στητοί.

Μπορούν να χορηγηθούν παράλληλα τα νεφελοποιημένα φάρμακα του αρρώστου και όλοι οι λοβοί του πνεύμονα αντιμετωπίζονται ταυτόχρονα. Τα μόνα μειονεκτήματα είναι το μεγάλο κόστος του υλικού και η αδυναμία μετακίνησής του έξω από το νοσοκομείο ή το σπίτι.

I. **ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΚΑΘΑΡΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ**

Φαίνεται ότι πέρα από τα ευεργετικά αποτελέσματα της άσκησης στη γενικότερη υγεία και καλή διαβίωση των ασθενών, συμβάλλει και στην κάθαρση των εκκρίσεων. Ίσως να μπορεί να αντικαταστήσει τη συνήθη φυσικοθεραπεία θώρακα σε ορισμένους ασθενείς και σε κάποια φάση της πνευμονοπάθειάς τους. Η άσκηση αυξάνει τη μεταφορά της βλέννης σε πάσχοντες από χρόνια βρογχίτιδα γιατί δημιουργείται αυξημένη διαπνευμονική πίεση που ανοίγει τους κλειστούς βρόγχους και αυξάνει τον επικουρικό αερισμό. Παράλληλα αποδεικνύεται ότι ο υπεραερισμός που προκαλείται λόγω της άσκησης είναι πιο αποτελεσματικός από τον ευκαπνικό υπεραερισμό για την κινητοποίηση των εκκρίσεων. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην ουσιαστική μεταφορά της βλέννης είναι η εκπνευστική ροή και ο βήχας που προκαλείται από την άσκηση

Υλικό:

- i. Για ένα πρόγραμμα βαδίσματος: κατάλληλα παπούτσια και ασφαλής τοποθεσία
- ii. Το ακόλουθο υλικό είναι απαραίτητο για έναν ασθενή που ξεκινά ένα πρόγραμμα: διάδρομος, εργόμετρο με ποδήλατο, εργόμετρο άνω άκρου, μίνι-τραμπολίνο
- iii. Για πιο ικανούς αθλητές ή ασθενείς με υψηλότερη αντοχή στην άσκηση, το υλικό μπορεί να περιλαμβάνει ανάβαση σκάλας, κωπηλασία, σκι με τα ανάλογα πάντα μηχανήματα
- iv. Τα εργαλεία για να παρακολουθήσουμε την ανταπόκριση του ασθενούς στην άσκηση: μετρητής αρτηριακής πίεσης, μετρητής σφύξεων, σφυγμικό οξύμετρο και μία υποκειμενική κλίμακα που μετρά το βαθμό εξάντλησης του ασθενούς (Σχήμα 7)

6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	

Σχήμα 7

Προετοιμασία:

- i. Ασθενείς με υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς πρέπει να λαμβάνουν προκαταβολικά ένα συνιστώμενο βρογχοδιασταλτικό
- ii. Τα ζωτικά σημεία αναφοράς πρέπει να καταγράφονται πριν από την έναρξη της άσκησης

Κυρίως θεραπεία:

- i. Εξατομικεύουμε ένα πρόγραμμα άσκησης για κάθε ασθενή όσον αφορά στην ένταση, τη διάρκεια, τη συχνότητα, τις βάσεις του ζεστάματος και της χαλάρωσης
- ii. Νοσηλευόμενοι ασθενείς για οξεία έξαρση της πνευμονοπάθειάς τους, δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν ασκήσεις αντοχής για τις πρώτες δύο μέρες. Αυτοί πρέπει να ξεκινούν ήρεμα και η πρόοδός τους εξαρτάται αποκλειστικά από την αντοχή τους. Η παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού, της αρτηριακής πίεσης, του κορεσμού του O₂, της αναπνευστικής συχνότητας και του βαθμού εξάντλησης πριν και κατά τη διάρκεια της άσκησης όπως και κατά την ανάνηψη, θα επιτρέψουν τον καθορισμό του φόρτου και της διάρκειας για την καλύτερη απόδοση
- iii. Ο ασθενής πρέπει να καθοδηγείται στην βαθιά εκπνοή ή το βήχα (παραγωγικός, όχι παρατεταμένος) για την απόχρεμψη των εκκρίσεων
- iv. Ένα σταθερό και κανονικό πρόγραμμα άσκησης πρέπει να καθορίζεται γύρω από τις καθημερινές δραστηριότητες του ασθενούς ώστε να επιτευχθεί προσαρμογή (π.χ. βόλτα του σκύλου, σχολικά αθλήματα κλπ)

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα: το κυριότερο πλεονέκτημα της άσκησης είναι ότι πραγματοποιείται σε σταθερό ρυθμό από μη πάσχοντες, προσφέροντας στον ασθενή ένα αίσθημα ομοιογένειας με τους λοιπούς συνομηλίκους. Βελτιώνει την αυτοπεποίθηση και την ποιότητα ζωής, και δίνει ένα αίσθημα καλής υγείας. Συνήθως συστήνεται σαν προσθήκη σ' ένα άλλο πρόγραμμα κάθαρσης του αεραγωγού. Αυτό γίνεται σαφώς καλύτερα κατανοητό σε ασθενείς με οξεία έξαρση της πάθησής τους, οπότε εμφανίζουν μειωμένο βαθμό αντοχής σε βρέφη και πάσχοντες από νευρολογικά ή μυϊκά προβλήματα. Τέλος, σε αρρώστους, με υπεραντιδραστικούς αεραγωγούς ή με τάση αποκορεσμού O₂ συστήνεται χορήγηση βρογχοδιασταλτικού, επιπρόσθετου O₂ και συνεχής παρακολούθηση. Πάντως όλα τα στοιχεία δείχνουν ότι

ένα πρόγραμμα άσκησης σε συνδυασμό με κάθαρση των εκκρίσεων ελαττώνει τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα, βελτιώνοντας την ικανότητα για άσκηση (Πίνακας)

Airway Clearance Techniques Applied to Patients								
TYPE	INDEPENDENCE	EQUIPMENT NEEDED	AGE			REFLUX PRESENT	SEVERE EXACERBATION	REACTIVE AIRWAYS
			<4	>4	>12			
Traditional CPT*	No	PD board percussor	Yes	Yes	Yes	Modified	Modified	May cause bronchospasm
HFCC	Yes	Vest and generator	No	Yes	Yes	Yes	Yes	May include bronchodilator
PEP	Yes	Mask or mouthpiece	No	Yes	Yes	Yes	Yes	May include bronchodilator
ACB Technique	Yes	PD board	No	Yes	Yes	Modified	Modified	Needs care
AD	Yes	None	No	No	Yes	Yes	No	Good results
Exercise	Yes	Variety	No	Yes	Yes	Yes	No	Bronchodilator Premedication

Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της τεχνικής για την κάθαρση του αεραγωγού

- i. Κίνητρο
- ii. Στόχοι του ασθενούς
- iii. Στόχοι του γιατρού
- iv. Αποτελεσματικότητα της επιλεγμένης τεχνικής
- v. Ηλικία του ασθενούς (βρέφη και πολύ μικρά παιδιά περιορίζονται στην κλασική φυσικοθεραπεία θώρακα, >3-4 ετών μπορεί να διδαχτεί την τεχνική ACB, η HFCC εφαρμόζεται σε παιδιά >3 ετών για τα οποία υπάρχει γλίεκο, εάν είναι >12 ετών μπορούν να εφαρμοστούν όλες χωρίς κάποιο περιορισμό)
- vi. Ικανότητα ασθενούς να συγκεντρωθεί
- vii. Ευκολία στην εκμάθηση, την εφαρμογή και τη δυνατότητα θεραπευτή να διδάξει
- viii. Κόπωση και το έργο που απαιτείται
- ix. Ανάγκη για παρουσία βοηθών ή συσκευών
- x. Κόστος
- xi. Επιθυμία για συνδυασμό μεθόδων
- xii. Περιορισμοί λόγω του τύπου και τη βαρύτητα της ασθένειας (ΓΟΠ απαγορεύει τη συμβατική φυσικοθεραπεία, πνευμονοπάθεια τελικού σταδίου ή οξεία έξαρση δεν επιτρέπει την εφαρμογή ενεργητικών τεχνικών όπως AD ή PEP)

Μελλοντική εφαρμογή για τους ασθενείς της MEΘ αποτελεί το κρεβάτι EFICA CC^{T.M.} Dynamic Air Therapy που προσφέρει συνεχή περιστροφή, επίκρουση, δόνηση και τη δυνατότητα να τοποθετούμε τον ασθενή σε θέσεις παροχέτευσης με τη βαρύτητα. Αυτό απαιτεί πολύ μικρότερο χρόνο από τον φυσιοθεραπευτή για την κάθαρση του αεραγωγού.

ΚΑΘΑΡΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΗΧΑ

“Ο βήχας εξυπηρετεί πολλούς σκοπούς: μία θεραπευτική τεχνική, ένα διαγνωστικό σημείο και μία κοινωνική αναγκαιότητα. Αν δεν υπήρχε ήδη, θα έπρεπε να τον δημιουργήσουμε”

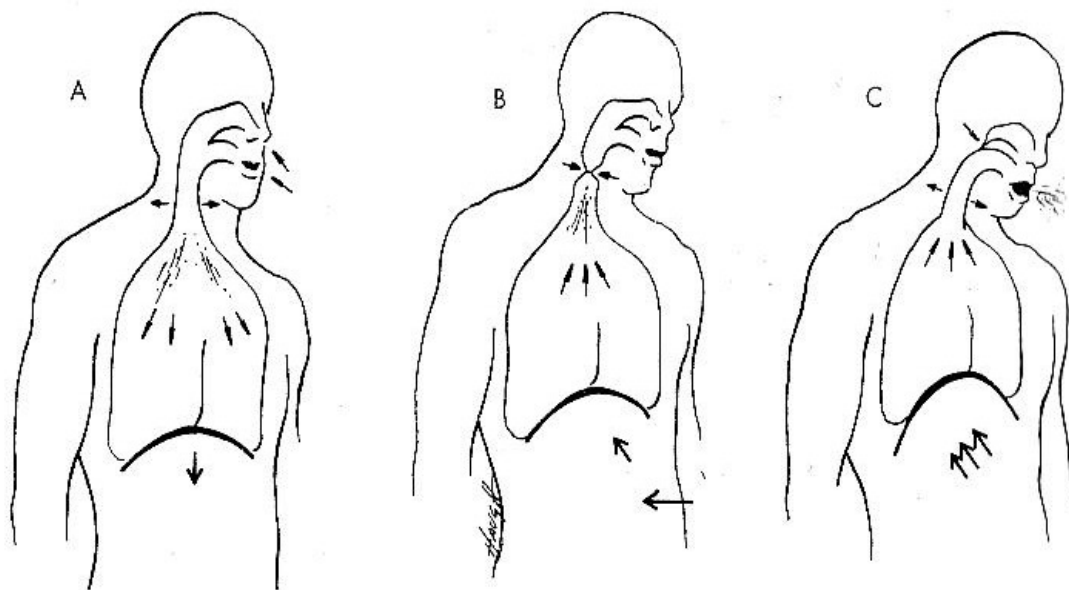
Glen Lillington, MD

Ο βήχας μπορεί να είναι είτε αντανακλαστικός, είτε εθελούσιος. Δεν αποτελεί το συνήθη μηχανισμό για τον καθαρισμό της βλέννης, εκτός εάν είναι πολύ παχύρρευστη όπως σε αφυδάτωση, εισρόφηση ξένου σώματος ή βλωμός τροφής που πέρασε στην τραχεία αντί για τον οισοφάγο. Στην πραγματικότητα οι μηχανισμοί της κίνησης της κίνησης της βλέννης και του βήχα είναι δύο τρόποι που έχει ο πνεύμονας για την κάθαρση του αεραγωγού κάτω από φυσιολογικές συνθήκες. Σε γενικές γραμμές ο βήχας είναι περισσότερο αποτελεσματικός σε αυξημένη εκπνευστική ροή και υψηλούς όγκους και έχει ελάχιστη αξία για τους αεραγωγούς μετά την G-7 διαίρεση του βρογχικού δέντρου. Για το λόγο αυτό ή πνευμονία κατώτερου λοβού ή η ατελεκτασία απαιτούν την εφαρμογή άλλων τεχνικών όπως PD, AD ή ACB για την κινητοποίηση των εκκρίσεων στην περιοχή που ο βήχας σε βοηθάει.

Επιπλοκές: Δεν θα πρέπει ποτέ να ζητείται από τον να βήχει επαναλαμβανόμενα σαν μέρος της ρουτίνας της θεραπείας. Ο ερεθισμός και η πιθανή στένωση των αεραγωγών κατά τη διάρκεια της βίαιης εκπνοής μπορεί να προκαλέσει βρογχόσπασμο. Αν ο ασθενής ακούγεται ξηρός και μη παραγωγικός, δεν πρέπει να ενθαρρύνεται ο συχνός, τακτικός βήχας. Αυτό είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται σε ασθενείς με άσθμα. Εάν τώρα ο ασθενής εμφανίζει συλλογή εκκρίσεων στην ακτινογραφία, ενθαρρύνεται η λήψη υγρών, η χρήση τεχνικών κινητοποίησης βλέννης για την κάθαρση του αεραγωγού και η προσεκτική αξιολόγηση του βήχα. Προτείνεται στον ασθενή ο ελεγχόμενος βήχας όταν πτύελα βρίσκονται στο λαιμό ή στους ανώτερους αεραγωγούς. Επίσης ο βίαιος βήχας αυξάνει την αρτηριακή πίεση και μειώνει την καρδιακή παροχή. Συγκοπικός βήχας εμφανίζεται όταν ένας ασθενής έχει επαναλαμβανόμενο βήχα στον οποίο η ενδοθωρακική πίεση είναι τόσο υψηλή που παραβλάπεται σοβαρά η φλεβική επιστροφή. Αυτό προκαλεί πτώση της καρδιακής παροχής, οπότε ο ασθενής εμφανίζει ζάλη και τελικά απώλεια συνείδησης.

Στάδια του βήχα:

- i. Βαθιά εισπνοή που προσφέρει τον απαραίτητο όγκο αέρα για έναν ισχυρό βήχα. Πρέπει να είναι τουλάχιστον το 60% της προτεινόμενης ζωτικής χωρητικότητας
- ii. Σύγκληση της γλωττίδας (φωνητικών χορδών) ώστε να προετοιμαστούν οι κοιλιακοί και μεσοπλευριοί μύες για να δημιουργήσουν θετική ενδοθωρακική πίεση περιφερικά της γλωττίδας
- iii. Ενεργητική σύσπαση αυτών των μυών
- iv. Άνοιγμα της γλωττίδας και βίαιη αποβολή του αέρα. Ο ασθενής πρέπει να βήχει 3-6 φορές ανά εκπνευστική προσπάθεια (Εικόνα 12)



Εικόνα 12

Εκτίμηση βήχα:

Πώς θα εκτιμήσουμε εάν ο βήχας ενός ασθενούς είναι αποτελεσματικός;

- i. Ρωτάμε: “σε ποια θέση σου αρέσει να βήχεις όταν νιώθεις την ανάγκη να το κάνεις;”
- ii. Έπειτα του ζητάμε να πάρει αυτή τη θέση ή τον βοηθάμε να πάρει μία θέση όσο το δυνατόν πιο κοντινή σ’ αυτό. Ο ασθενής πρέπει αυθόρμητα να διαλέξει μία θέση που να επιτρέπει την κάμψη του κορμού, η οποία είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική αποβολή των εκκρίσεων και την προστασία του αεραγωγού. Μία λάθος επιλογή θα γίνει από ασθενή που είναι σε ύπτια θέση και περιλαμβάνει έκταση του κορμού και φτωχό μηχανικό ευθείασμό για την προστασία του αεραγωγού
- iii. Του /της ζητάμε να μας δείξει τον τρόπο που θα έβηχε εάν υπήρχαν εκκρίσεις στο θώρακά του /της και αισθανόταν την ανάγκη να τις αφαιρέσει
- iv. Τέλος, υπάρχει και ο αντικειμενικός έλεγχος με τις πνευμονικές δοκιμασίες

Καθοδήγηση ασθενούς:

- i. Ασθενείς με άσθμα τείνουν να εμφανίσουν εκπνευστικό συριγμό όταν πιέζουν και παρατείνουν την εκπνοή του. Αυτό μας οδηγεί σε βρογχόσπασμο και αναπνευστικό stress. Για το λόγο αυτό μαθαίνουμε στον ασθενή μας το βήχα-αντλία, μία παραλλαγή του huffing (βίαη εκπνοή). Το huff χρησιμοποιείται σε αρρώστους με ενδοτραχειακό σωλήνα για παρατεταμένο χρόνο. Οι φωνητικές χορδές είναι ερεθισμένες και πρησμένες. Συνεπώς, δεν μπορούν να κλείσουν και να σφραγίσουν πλήρως ώστε να ανέβει η πίεση και να παραχθεί ο βήχας. Ο πάσχον καθοδηγείται να εκπνέει βίαη αντί να βήξει για να κινητοποιήσει τις εκκρίσεις, κάτι το οποίο γίνεται με πιο ανοιχτές χορδές, είναι πιο χαμηλός θόρυβος και απαιτεί λιγότερη ενέργεια αλλά είναι αρκετά αποτελεσματικό. Ο βήχας αντλία επιμηκύνει το huff και είναι πιο ευεργετικός. Ζητείται από τον ασθενή να κάνει τρία σύντομα huffs που ακολουθούνται από τρεις σύντομους και εύκολους βήχες σε χαμηλούς πνευμονικούς όγκους, όχι βαθιές αναπνοές ή αυξημένοι πνευμονικοί όγκοι. Γίνονται 3-4 κύκλοι...huff, huff, huff, βήχας, βήχας, βήχας, huff, huff, huff,

βήχας, βήχας, βήχας, huff, huff, huff, βήχας, βήχας, βήχας. Συνήθως, εφόσον υπάρχουν εκκρίσεις, θα παραχθεί αυτόματος βήχας ή θα κινητοποιηθούν με τον ήπιο βήχα.

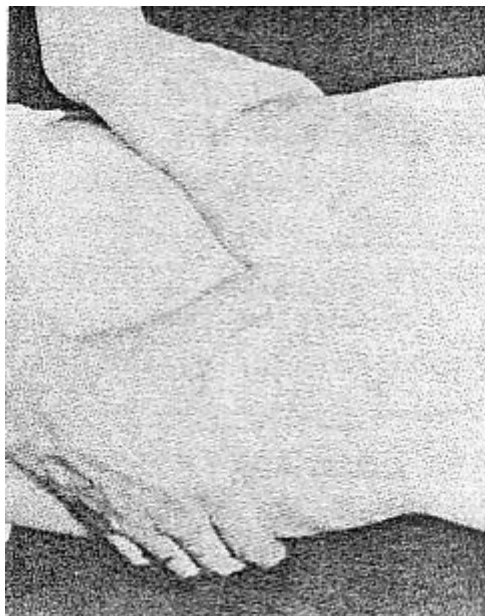
- ii. Ασθενείς με εμφύσημα έχουν υπερδιατεταμένους πνεύμονες και δυσκολία στην εκπνοή. Για το λόγο αυτό δεν πρέπει να του ζητηθεί να αναπνεύσουν βαθιά και να βήξουν, γιατί θα εγκλωβιστεί περισσότερος αέρας και δε θα αποβληθούν οι εκκρίσεις. Αντίθετα θα πρέπει να παίρνουν μικρές ή μέσες αναπνοές που θα ακολουθούνται από huffs ή ήπιο βήχα. Η καλύτερη επιλογή γι' αυτούς είναι η τεχνική ACB.
- iii. Στους μετεγχειρητικούς ασθενείς εφαρμόζεται μία σειρά από βήχες ξεκινώντας από μικρή ανάσα που ακολουθείται από μικρό βήχα, μέση ανάσα και μέσο βήχα, έπειτα βαθύτερη ανάσα και πιο ισχυρός βήχας.
- iv. Σε ασθενείς με παροδική ή μόνιμη νευρομυϊκή αδυναμία ή παράλυση ακολουθείται το παρακάτω σχήμα:
 - a. Τοποθετούμε τον ασθενή έτσι ώστε να επιτύχουμε αποτελεσματικό βήχα, εστιάζοντας κυρίως στον ευθαισμό του κορμού του
 - b. Μεγιστοποιούμε την εισπνευστική φάση μέσω προφορικών εντολών, ειδικών θέσεων και ενεργής κινητοποίησης των χεριών, π.χ. “κοίτα ψηλά καθώς εισπνέεις”, “σήκωσε και τα δυο σου χέρια ψηλά πάνω από το κεφάλι σου καθώς εισπνέεις”, “πίεσε τους ώμους σου πίσω καθώς εισπνέεις”, “ίσιωσε την πλάτη σου καθώς εισπνέεις” ή αν τα χέρια εμφανίζουν μειωμένη λειτουργία: “φέρε τα χέρια σου πάνω και έξω καθώς εισπνέεις”, “περιέστρεψε τα χέρια σου προς τα έξω καθώς εισπνέεις”, “υπτίασε τον πήχη σου καθώς εισπνέεις”.
 - c. Βελτίωσε τη φάση συγκράτησης της αναπνοής με λεκτικές οδηγίες και τοποθέτηση. Αυτό γίνεται με μια κοφτή δυνατή και σαφή εντολή: “Κράτησέ τη” στη φάση της μέγιστης εισπνοής. Υπάρχει βέβαια, ο κίνδυνος ο ασθενής να μην έχει προλάβει να εισπνεύσει σωστά, οπότε συνίσταται η εξής προσέγγιση: “Πάρε μια βαθιά ανάσα, πιο βαθιά...πιο βαθιά...και τώρα κράτησέ τη”, δίνοντας αρκετή ώρα στον ασθενή για να εισπνεύσει.
 - d. Μεγιστοποίησε την ενδοθωρακική και ενδοκοιλιακή πίεση με μυϊκές συσπάσεις, δική σου φυσική βοήθεια και κινητοποίηση του κορμού.
 - e. Καθοδήγησε τον ασθενή σε αποβολή των εκκρίσεων τη σωστή στιγμή και με τη σωστή στάση του κορμού του, π.χ. “Κοίτα κάτω όταν βήχεις”, “Τράβηξε τα χέρια σου προς τους μηρούς σου καθώς βήχεις”, “Φέρε τους ώμους σου προς τα εμπρός καθώς βήχεις”, “Λύγισε τον κορμό σου προς τα εμπρός καθώς βήχεις” ή εάν τα χέρια έχουν μειωμένη λειτουργία: “Πίεσε τα χέρια σου στο στήθος καθώς βήχεις”, “Περιέστρεψε τους ώμους και τα χέρια σου προς τα μέσα καθώς βήχεις”, “Τύρισε τις παλάμες σου προς τα κάτω καθώς βήχεις”

A. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΗΧΑ

Εάν ακόμη και μετά την καθοδήγηση και τροποποίηση στο βήχα ενός ασθενούς, εκείνος και πάλι δεν είναι σε θέση να παράγει αποτελεσματικό βήχα, χρησιμοποιείται μια από τις ακόλουθες τεχνικές, οι οποίες χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες.

1. Υποβοηθούμενες τεχνικές βήχα

i. Πλευροδιαφραγματική υποβοηθούμενη (Εικόνα 13)

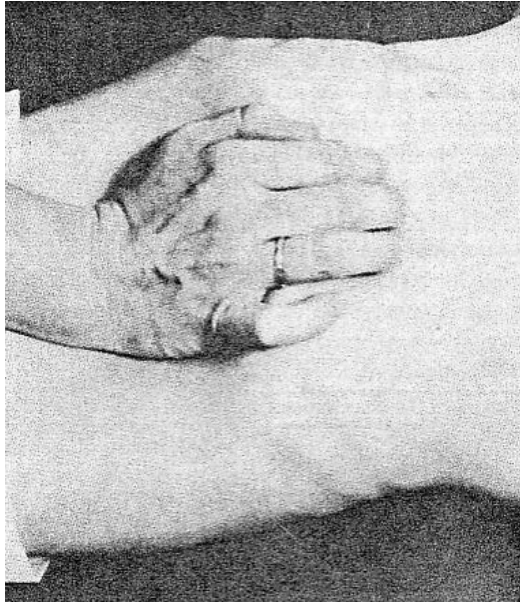


Μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε στάση, αν και συνηθέστερα προτιμούνται η καθιστή ή η στάση στο πλευρό. Στη συνέχεια ο φυσικοθεραπευτής συμβουλεύει τον ασθενή να μεγιστοποιήσει και τα τέσσερα στάδια του βήχα του ενώ παράλληλα ο ίδιος τοποθετεί τα χέρια του στις πλευροδιαφραγματικές γωνίες του θωρακικού κλωβού. Στο τέλος της επόμενης εκπνοής ο θεραπευτής ασκεί μια γρήγορη τάση με φορά κάτω και μέσα στον ομφαλό του ασθενούς με στόχο να εξασφαλίσει την ισχυρότερη σύσπαση των διαφραγματικών και μεσοπλεύριων μυών κατά την επικείμενη εισπνοή. Ο ασθενής μπορεί να συνδράμει ακόμη περισσότερο το χειρισμό χρησιμοποιώντας ενεργητικά τα άνω άκρα, την κεφαλή, το λαιμό, τα μάτια

και τον κορμό του για να μεγιστοποιήσει την εισπνευστική του φάση. Ακολούθως ο θεραπευτής του ζητά να κρατήσει την αναπνοή του και λίγο πριν του δώσει εντολή να βήξει ενεργητικά ασκεί ισχυρή πίεση με τα χέρια του και πάλι με φορά μέσα και κάτω στον ομφαλό του ασθενούς. Με τον τρόπο αυτό ουσιαστικά συμβάλλει στην αύξηση της ενδοθωρακικής πίεσης και της έντασης-βιαιότητας της εκπνοής. Αυτή η τεχνική βρίσκει εφαρμογή σε αρρώστους με αδύναμους ή παραλυμένους μεσοπλεύριους ή κοιλιακούς μύες. Ο θεραπευτής πρέπει πάντα να λαμβάνει υπόψη του την επίδραση της βαρύτητας και της στάσης σε κάθε θέση που επιλέγεται και ότι η δεδομένη τεχνική είναι κατάλληλη για τους κατώτερους λοβούς και δεν βοηθάει άμεσα στην κάθαρση του ανώτερου θώρακα. Τέλος, είναι εύκολη η εκμάθησή της και μπορεί να εφαρμοστεί τόσο στην οξεία φάση της νόσου όσο και στη φάση της ανάρρωσης του πάσχοντος, γι' αυτό και χρήζει μεγάλης αποδοχής.

ii. Υποβοηθούμενη τύπου Heimlich ή κοιλιακής εισδυσσης

Στην τεχνική αυτή ο φυσιοθεραπευτής τοποθετεί τη βάση της παλάμης του χεριού του στο ύψος του ομφαλού του ασθενούς, αποφεύγοντας την άμεση τοποθέτηση του πάνω στις κατώτερες πλευρές. (Εικόνα 14). Μετά την κατάλληλη τοποθέτησή του, ζητείται από τον άρρωστο να εισπνεύσει βαθιά και να κρατήσει την αναπνοή του. Δυστυχώς με τη μέθοδο αυτή δεν είναι δυνατό να επηρεάσουμε με τα χέρια μας την εισπνοή, όπως μπορούμε με την πλευροδιαφραγματική. Καθώς δίνεται εντολή στον ασθενή να



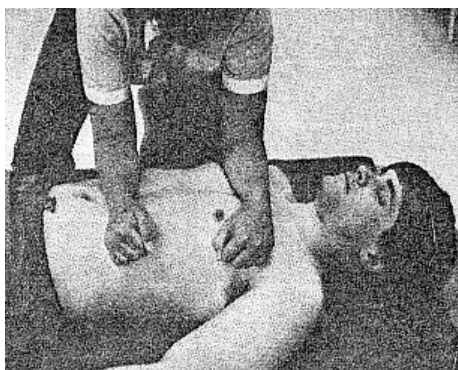
βήξει, ο φυσιοθεραπευτής πιέζει πάνω και μέσα, κάτω από το διάφραγμα με τη βάση της παλάμης του, όπως ακριβώς γίνεται στο χειρισμό Heimlich για πνιγμό. Ταυτόχρονα, ζητείται από τον ασθενή να συνδράμει με κατάλληλες κινήσεις του κορμού του όσο αυτό είναι δυνατό. Από τεχνικής απόψεως, η μέθοδος αυτή είναι πολύ αποτελεσματική στη βίαιη αποβολή του αέρα αλλά είναι και εξαιρετικά άβολη για τον άρρωστο λόγω: α) της μεγάλης επιφάνειας επαφής, β) της ξαφνικής της φύσης που μπορεί να εκλύσει μια έντονη αύξηση του νευρομυϊκού τόνου και γ) τη δύναμη που μπορεί να προκαλέσει πρόπτωση κοιλιακών σπλάγγων.

Συμπερασματικά, συστήνεται μόνο όταν ο ασθενής δεν ανταποκρίνεται σε καμιά από τις άλλες τεχνικές και είναι επείγον να παραχθεί βήχας. Τα άτομα που επιλέγονται είναι όσα έχουν μειωμένο νευρομυϊκό τόνο ή χαλαρούς κοιλιακούς μύες.

Τέλος, είναι δυνατόν οι δύο τεχνικές που μόλις αναλύθηκαν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα με τον ασθενή τοποθετημένο στο πλευρό. Στην περίπτωση μάλιστα που ο ασθενής πάσχει από ετερόπλευρη πνευμονική ή θωρακική πάθηση ή τραύμα, δίνεται έμφαση στη μία πλευρά του θώρακα κατά τη διάρκεια των τεχνικών κάθαρσης του αεραγωγού. Το ένα άνω άκρο του θεραπευτή χρησιμοποιείται για το χειρισμό Heimlich και το άλλο για τον ετερόπλευρο πλευροδιαφραγματικό χειρισμό. Με τον τρόπο αυτό ο φυσιοθεραπευτής μπορεί να πιέζει και τους τρεις άξονες της αναπνοής στον κατώτερο θώρακα την ίδια χρονική στιγμή.

iii. Υποβοηθούμενη συμπίεση του πρόσθιου θωρακικού τοιχώματος

Η τεχνική αυτή συνδυάζει τη συμπίεση τόσο του ανώτερου όσο και του κατώτερου πρόσθιου θωρακικού τοιχώματος κατά τη διάρκεια του βήχα. Ο φυσιοθεραπευτής τοποθετεί το ένα του άκρο πάνω στη θωρακική περιοχή του ασθενούς ώστε να συμπιέζει τον άνω θώρακα και το άλλο άκρο τοποθετείται είτε παράλληλα προς το πρώτο στον κατώτερο όμως θώρακα ή στην κοιλιά (Εικόνα 15) είτε όπως στο χειρισμό τύπου Heimlich (Εικόνα 16). Οι εντολές είναι ίδιες όπως με τις προηγούμενες τεχνικές.





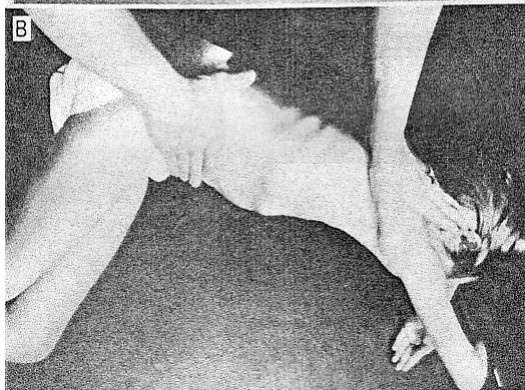
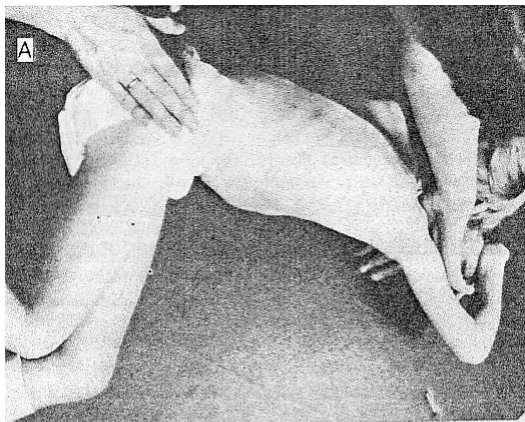
Εικόνα 16

Η εισπνοή μπορεί εύκολα να καθοριστεί ακολουθούμενη από παύση, οπότε ο φυσιοθεραπευτής έχει ήδη βοηθήσει τις δύο πρώτες φάσεις του βήχα. Στη συνέχεια εξασκεί μια γρήγορη δύναμη και με τα δυο του χέρια που προσομοιάζει με τη δύναμη που είναι απαραίτητη

για τη φάση της αποβολής των εκκρίσεων. Η φορά της δύναμης αυτής είναι κάτω και πίσω για τον ανώτερο θώρακα και πάνω και πίσω για κατώτερο θώρακα ή την κοιλιά. Όταν πραγματοποιούνται ταυτόχρονα δηλαδή, σχηματίζεται το γράμμα V. Η μέθοδος αυτή είναι πιο αποτελεσματική από την πλευροδιαφραγματική για ασθενείς με πολύ αδύναμους θωρακικούς μύες λόγω της επιπρόσθετης πίεσης στον άνω θώρακα. Η καλύτερη δυνατή τοποθέτηση του ασθενούς είναι στο πλευρό ή ύπτια κατά τα $\frac{3}{4}$. Τέλος, αντενδείκνυται για ασθενείς με κοίλο άνω πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα λόγω του κινδύνου περαιτέρω κατάρρευσής του.

iv. Υποβοηθούμενη αντί- περιστροφή

Αποτελεί την πιο αποτελεσματική μέθοδο για την πλειοψηφία



των νευρολογικών ασθενών σύμφωνα με την μέχρι τώρα κλινική εμπειρία.

Εφαρμόζεται με τον ασθενή τοποθετημένο στο πλευρό. Ο φυσιοθεραπευτής ξεκινά παρακολουθώντας τον αναπνευστικό κύκλο του ασθενούς με τα χέρια του τοποθετημένα στους ώμους και την πύελο. (Εικόνα 17) Στη συνέχεια βοηθάει με ήρεμο τρόπο τον άρρωστο στην εισπνοή και στην εκπνοή του, ώστε να επιτευχθεί καλύτερος συνολικός αερισμός. Αυτό επαναλαμβάνεται για 3-5 κύκλους ή ώσπου να καταλάβουμε ότι ο ασθενής έχει πετύχει επαρκή αερισμό σ' όλα τα τμήματα του πνεύμονα. Στο σημείο αυτό μπορεί πλέον να αρχίσει η διαδικασία του βήχα. Ζητείται από τον ασθενή να εισπνεύσει όσο βαθύτερα μπορεί, ενώ ο φυσιοθεραπευτής βοηθά στη διάταση του θώρακα. Στη συνέχεια του δίνεται η εντολή να κρατήσει την αναπνοή του στο τέλος της μέγιστης

εισπνοής και μετά να βήξει όσο δυνατώτερα μπορεί, ενώ ο φυσιοθεραπευτής πιέζει το θώρακα με τα χέρια του γρήγορα και βίαια σε στάσεις κάμψης.

Όταν η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σωστά είναι η μόνη που προκαλεί σύγκλειση της θωρακικής κοιλότητας και στους τρεις άξονες της αναπνοής σε όλες τις περιοχές του θώρακα. Η μοναδική περίπτωση για να παρεμποδιστεί η βίαιη έξοδος του αέρα είναι η εθελούσια σύγκλειση της γλωττίδας από τον ασθενή. Πάντως, είναι πολύ συχνή η λάθος εφαρμογή της μεθόδου από το φυσιοθεραπευτή λόγω του τραβήγματος του κορμού σε έκταση κατά τη διάρκεια της αποβολής των εκκρίσεων αντί για κάμψη που είναι η πρόποσα. Ένας χρήσιμος κανόνας είναι ο ακόλουθος: εάν μπορείς να δεις το πρόσωπο του ασθενούς όταν ασκείς τη δύναμη συμπίεσης, τότε τον έχεις τραβήξει σε έκταση! Η κεφαλή και ο λαιμός πρέπει να μένουν μπροστά και σε κάμψη, οπότε το μόνο ορατό θα είναι ένα προφίλ του προσώπου.

Η πραγματική ομορφιά της τεχνικής αυτής είναι ότι δεν χρειάζεται καθόλου ενεργητική συμμετοχή από την πλευρά του ασθενούς για να είναι επιτυχημένη. Αρα βαρέως πάσχοντες σε κωματώδη κατάσταση θα εμφανίσουν πολύ καλή κάθαρση και αποβολή των εκκρίσεών τους. Η όλη μηχανική της διαδικασίας επιβάλλει ότι ο αέρας που υπάρχει μέσα στους πνεύμονες θα αποβληθεί ραγδαία και βίαια άσχετα από το επίπεδο συμμετοχής του αρρώστου. Βέβαια, η συμμετοχή του ασθενούς είναι επιθυμητή κάνοντας και την κάθαρση πιο αποτελεσματική και προετοιμάζοντας τον να αποβάλλει μόνος του τις εκκρίσεις του κάποια στιγμή στο μέλλον.

2. Αυτοβοηθούμενες τεχνικές βήχα

Είναι τεχνικές που διδάσκονται αργότερα στην πορεία ανάρρωσης του ασθενούς και επειδή απαιτούν πολύ μεγαλύτερη και ενεργητικότερη συμμετοχή από μέρους του χαρακτηρίζονται ως αυτοβοηθούμενες. Οι μέθοδοι αυτές δεν μπορούν εκ των πραγμάτων να εφαρμοστούν σε μια ΜΕΘ και για το λόγο αυτό θα αναφερθούν απλά ονομαστικά. Οι τεχνικές αυτές είναι οι εξής:

- i. Πρηγής στηριζόμενος στους αγκώνες με την κεφαλή σε κάμψη
- ii. Κάθισμα με τα κάτω άκρα σε έκταση
- iii. Κάθισμα με τα κάτω άκρα σε κάμψη στα γόνατα
- iv. Στήριξη στις παλάμες και στα γόνατα (σα να μπουσουλάει)
- v. Βήχας σε όρθια θέση.

ΑΠΟΔΕΣΜΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΑ

Ο φυσιοθεραπευτής και ο θεραπευτής αναπνοής είναι οι δύο κυρίως υπεύθυνοι για την αποδέσμευση του ασθενούς από το μηχανικό αερισμό. Αυτό απαιτεί την πλήρη συνεργασία τους ώστε και η διαδικασία να ολοκληρωθεί σωστά και να μην εμφανιστούν παρενέργειες, όπως ατελεκτασία μετά την αποσωλήνωση, εισρόφηση και υποξαιμία. Το ιδεατό θα ήταν ο αυθόρμητος αναπνεόμενος όγκος του ασθενούς να είναι περίπου ο ίδιος με αυτόν που λάμβανε από τον αναπνευστήρα και η ζωτική χωρητικότητα 2-3 φορές ο απαιτούμενος αναπνεόμενος όγκος. Οι γενικές και επίσημες οδηγίες που ακολουθούνται για την αποδέσμευση κάθε μηχανικά αεριζόμενου ασθενούς είναι οι ακόλουθες:

- i. Σχεδιασμός ενός εξατομικευμένου προγράμματος αποδέσμευσης για κάθε ασθενή, στο οποίο θα καθορίζονται πλήρως οι περίοδοι που ο ασθενής θα είναι εντελώς εκτός αναπνευστήρα και εκείνες που θα χρησιμοποιείται σωλήνας T για τη μεταφορά οξυγόνου και υγρασίας.
- ii. Προσεκτική επιλογή της χρονικής περιόδου πλήρους αποδέσμευσης από τον αναπνευστήρα: τα πρωινά είναι καλύτερη επιλογή.
- iii. Η φυσική δραστηριότητα πρέπει να είναι ελάχιστη σε αυτή τη φάση, π.χ. όχι κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά τη φυσιοθεραπεία, όχι μετά τα γεύματα, δοκιμασίες ή ιατρικές παρεμβάσεις, όχι κατά τη διάρκεια οικογενειακών επισκέψεων και ενώ χορηγείται συμπληρωματικό οξυγόνο και υγρασία.
- iv. Ο φυσιοθεραπευτής προσφέρει αίσθηση ασφάλειας και επιβεβαίωσης.
- v. Τα ζωτικά σημεία και τα σημεία και συμπτώματα αναπνευστικού stress καταγράφονται συνεχώς καθόλη τη διάρκεια της αποδέσμευσης.
- vi. Ο ασθενής θα πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς στις αρχικές συνεδρίες αποδέσμευσης έως ότου να υπάρχουν περίοδοι αρκετών λεπτών μακριά από τον αναπνευστήρα που είναι άριστα ανεκτές.
- vii. Η επιδείνωση των ζωτικών σημείων, των αερίων του αρτηριακού αίματος και σημεία stress δείχνουν ότι ο ασθενής πρέπει να επιστρέψει άμεσα στην αναπνευστική ενίσχυση. Παράλληλα περίοδοι χαλάρωσης τουλάχιστον μιας ώρας πρέπει να συνυπάρχουν στο πρόγραμμα αποδέσμευσης.
- viii. Τα αέρια του αίματος μετρώνται σε συγκεκριμένα και σαφώς καθορισμένα χρονικά διαστήματα (15, 30, 60, 90, 120min ή λιγότερο ή και περισσότερο συχνά ανάλογα με τις ενδείξεις)
- ix. Εάν τα αέρια του αίματος σταθεροποιηθούν εντός αποδεκτών ορίων κατά την περίοδο αποδέσμευσης και ο ασθενής φαίνεται να αποδέχεται καλά τη διαδικασία, αυξάνεται ο χρόνος μακριά από τον αναπνευστήρα.
- x. Ασθενείς με υποκείμενη καρδιοπνευμονική νόσο που είναι ηλικιωμένοι, κακώς σιτισμένοι, παχύσαρκοι ή καπνιστές αναμένεται να χρειαστούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να αποδεσμευτούν πλήρως από τον αναπνευστήρα.

- xι. Η αποδέσμευση είναι σε γενικές γραμμές ταχύτερη σε ασθενείς που χρειάστηκαν μικρότερη περίοδο μηχανικού αερισμού.
- xιι. Έχει φανεί ότι ο διαλείπων υποχρεωτικός αερισμός (IMV) είναι χρήσιμος για να επιταχυνθεί η διαδικασία αποδέσμευσης. Απ' την άλλη πλευρά υπήρξαν στοιχεία που υποστηρίζουν ότι η χρήση του IMV κουράζει τον ασθενή και καθυστερεί την πορεία της αποδέσμευσής του. Συνεπώς ο IMV πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή και να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η διαφοροποίηση μεταξύ των ασθενών για να καθοριστεί τελικά η αποτελεσματικότητά του.

ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΣΕ ΑΣΘΕΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

Οι ασθενείς που έχουν προγραμματιστεί για χειρουργείο ανοικτής καρδιάς αντιμετωπίζονται σαν χειρουργικοί υποψήφιοι υψηλού κινδύνου εξαιτίας της φύσεως και της επεμβατικότητας της συγκεκριμένης διαδικασίας. Οι οδηγίες που υποχρεούται να ακολουθήσει ο φυσιοθεραπευτής για να κουράρει ικανοποιητικά έναν τέτοιο ασθενή χωρίζονται σε 7 στάδια και είναι οι παρακάτω:

Στάδιο 1: Κλινική αξιολόγηση του ασθενούς από το φυσιοθεραπευτή κατά την ανάνηψη και επαναφορά από την αναισθησία. Ο ασθενής συνήθως αποσωληνώνεται μέσα στο πρώτο 24ωρό από την επέμβαση. Παρά το γεγονός ότι ο άρρωστος θα πρέπει να ξεκουραστεί όσο το δυνατόν περισσότερο μέσα σ' αυτές τις πρώτες 24 ώρες, είναι απαραίτητη η σωστή τοποθέτηση του σώματος για να ενεργοποιηθεί η φυσιολογική "περιστροφή". Συνήθως, από τη στιγμή της αποσωλήνωσης ο ασθενής τοποθετείται από πλευρό σε πλευρό ώστε να αναπνεύσει βαθιά και να βήξει τουλάχιστον τέσσερις φορές μέσα στο πρώτο 24ωρό και παράλληλα αρχίζει η κινητοποίηση χαμηλής έντασης. Τα φάρμακα χορηγούνται πριν από τη θεραπεία με στόχο να εξασφαλιστεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ανάλογα με τα ευρήματα που θα προκύψουν από την ακτινογραφία θώρακα, τα αέρια αρτηριακού αίματος και τη φυσική εξέταση, ο ασθενής μπορεί να χρειαστεί την εφαρμογή δονήσεων ή ακόμη και επίκρουσης. Οι στάσεις παροχέτευσης με τη βαρύτητα τροποποιούνται για να αποφευχθεί η τοποθέτηση του ασθενούς σε πρηνή θέση, κάτι το οποίο θα αυξήσει το strain του μυοκαρδίου. Την ίδια χρονική στιγμή παίρνουμε ένα δείγμα πτυέλων για καλλιέργεια και δοκιμασία ευαισθησίας. Ο ασθενής μπορεί τη δεδομένη στιγμή να ανεκτεί καλώς το να κρέμεται από την άκρη του κρεβατιού για μερικά λεπτά. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται για όλους τους καρδιοχειρουργημένους ασθενείς ώστε να αποφεύγουν το χειρισμό Valsalva, το βίαιο βήχα, το huffing και να διατηρούν μία ημι- κατακεκλιμένη ή στητή θέση για τη θεραπεία. Η αρτηριακή πίεση ελέγχεται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη θεραπεία. Η κινητοποίηση προχωράει.

Στάδιο 2: Οι βαθιές αναπνοές και οι χειρισμοί του βήχα συνδυασμένοι με κινητοποίηση συνεχίζονται. Η τοποθέτηση για την βελτίωση του κυψελιδικού αερισμού και της αντιστοιχίας αερισμού- αιμάτωσης έχει ένδειξη. Εάν προκαλείται πρόβλημα από την άθροιση εκκρίσεων και ο ασθενής είναι σοβαρά αιμοδυναμικά ασταθής οπότε η κινητοποίηση ή η τοποθέτησή του κρίνονται απαγορευτικές, συστήνεται η εφαρμογή θέσεων παροχέτευσης με τη βαρύτητα και επίκρουση και/ή δόνηση. Προτείνονται ασκήσεις για τα άνω άκρα και τον τράχηλο. Οι ασκήσεις του τραχήλου αναβάλλονται εφόσον υπάρχουν ακόμη κεντρικές φλεβικές γραμμές στις σφαγίτιδες ή τις υποκλείδιες. Ο ασθενής μπορεί να καθίσει σε καρέκλα δίπλα στο κρεβάτι. Τέλος, ο ασθενής ενθαρρύνεται να σταθεί στητός για ένα λεπτό περίπου καθώς κινείται προς πίσω στην καρέκλα.

Στάδιο 3: Ο ασθενής μπορεί να κάνει μικρούς περιπάτους όσο ο ίδιος ανέχεται. Το περπάτημα δεν ξεκινάει έως ότου όλες οι αρτηριακές γραμμές και ο καθετήρας Swan- Ganz κλείσουν ή αφαιρεθούν. Τα ζωτικά σημεία παρακολουθούνται πριν και μετά τη στάση και τη βάδιση. Οι βαθιές αναπνοές και οι χειρισμοί του βήχα συνεχίζονται ακόμη και αν ο θώρακας είναι καθαρός, μέχρι ο ασθενής να αναρρώσει πλήρως στο βαθμό βέβαια, που γίνονται ανεκτά. Ο ασθενής ενθαρρύνεται να αναλάβει την αυτό- εξυπηρέτησή του.

Στάδιο 4: Οι βαθιές αναπνοές και ο βήχας πρέπει πλέον να γίνονται από τον ασθενή χωρίς την ανάγκη εποπτείας. Η παρουσία ατελεκτασίας είτε στην ακτινογραφία θώρακα είτε από τα κλινικά ευρήματα θα είναι το στοιχείο εκείνο που θα καθορίσει την ανάγκη για παράταση της κινητοποίησης και της τοποθέτησης του σώματος μαζί με αναπνευστικές ασκήσεις. Η βάδιση ενθαρρύνεται στο βαθμό που είναι καλά ανεκτή.

Στάδιο 5: Ο ασθενής μπορεί να συμμετάσχει σε ατομικές ή ομαδικές δραστηριότητες, να συγκεντρωθεί στην κινητικότητα του κορμού του, στο εύρος των κινήσεων των άνω άκρων του, σε συνδυασμένες αναπνευστικές δραστηριότητες, στάση, βιομηχανική και στη βαθμιαία αύξηση της αντοχής του.

Στάδιο 6: Ο ασθενής μπορεί να δοκιμάσει την ανάβαση 6-8 σκαλοπατιών εφόσον η πρόοδος του είναι ικανοποιητική. Οι διορθώσεις πάνω στην αορτή έχουν αυξημένο κίνδυνο ρήξης μέσα στην πρώτη μετεγχειρητική εβδομάδα. Για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγεται οποιαδήποτε αύξηση της πίεσης ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος του σπασίματος των αορτικών ραμμάτων.

Στάδιο 7: Για τη διατήρηση του κυψελιδικού του αερισμού και της μεταφοράς της βλάννης, ο ασθενής βασίζεται πρωτίστως στο περπάτημα κι όχι σε ασκήσεις βήχα και αναπνοής. Επίσης έχει μάθει να ισορροπεί τις περιόδους της εξάντλησης με αυτές της ξεκούρασης. Ο ασθενής παίρνει εξιτήριο. Ο φυσιοθεραπευτής εξασφαλίζει ότι ο άρρωστος κατανόησε πλήρως τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες του προγράμματος άσκησης που πρόκειται να ακολουθήσει στο σπίτι. Η άσκηση για καρδιολογικούς ασθενείς δίνει έμφαση σε ρυθμικές, συνδυασμένες, δυναμικές κινήσεις και στην αποφυγή ισομετρικών στατικών ασκήσεων. Εάν είναι δυνατό, ο ασθενής καλείται να συμμετάσχει σε ένα πρόγραμμα επανένταξης και βελτίωσης της υγείας του σαν ασθενής σε εξωτερική βάση σε ένα κέντρο φυσιοθεραπείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Donna Frownfelter, MA, PT, CCS, RRT & Elizabeth Dean, PhD, PT. (1996). Principles and Practice of Cardiopulmonary Physical Therapy (3rd ed.)
2. Πλέσσας Τ. Σταύρος, Καθηγητής Φυσιολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών & Κανέλλος Ευάγγελος, Καθηγητής Φυσιολογίας ΤΕΙ Αθήνας (1997). Φυσιολογία του Ανθρώπου 1 (2nd ed.)
3. Πορφυριάδου Ανθή (Θεσσαλονίκη), Φυσικοθεραπεία Κυκλοφορικού Συστήματος
4. Ρούσσοι Χ. (2000) Εντατική θεραπεία (2nd ed.), Τόμος 1, Π.Χ. Πασχαλίδης
5. Τζιαμπίρη-Γκίμπα Ολυμπία, Καθηγήτρια Ιατρικής ΑΠΘ (2000) Η Φυσιολογία του Ανθρώπου (2nd ed.), Τόμος 1
6. Χριστάρα-Παπαδοπούλου Αλεξάνδρα (Θεσσαλονίκη 2001), Αναπνευστική φυσικοθεραπεία
7. Frank H. Netter, M.D. & John T. Hansen, Ph.D., (2003). Atlas of Human Anatomy (3rd ed)
8. Keith L. Moore B.A., M.Sc., Ph.D., F.I.A.C., F.R.S.M. (1998). Clinically Oriented Anatomy (3rd ed.)
9. American College of Sports Medicine (1994). Guidelines for Exercise Testing and Prescription (6th ed.). Philadelphia: Williams & Wilkins
10. Borg, G.A.V (1970). Psychophysiological bases of perceived exertion. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 2, 92-98
11. McGavin, C.R., Gupta, S.P., & McHardy, G.J.R. (1976). Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. British Medical Journal, 1, 822-823
12. Orlava, O.E. (1959). Therapeutic physical culture in the complex treatment of pneumonia. Physical Therapy Review, 39, 153-160
13. Pyne, D.B. (1994). Regulation of neutrophil function during exercise. Sportw Medicine, 17, 245-258
14. Sandler, H., Popp, R.L., & Harrison, Dc. (1988). The hemodynamic effects of repeated bed rest exposure. Aerospace Medicine, 59, 1047-1053
15. Schimmel, L., Civetta, J.M., & Kirby, R.R. (1977). A new mechanical method to influence pulmonary perfusion in critically ill patients. Critical Care Medicine, 5, 277-279
16. Skerrett, S.J., Niederman, M.S., & Fein, A.M. (1989). Respiratory infections and acute lung injury in systemic illness. Clinics in Chest Medicine, 10, 469-502
17. Summer, W.R., Curry, P., Haponik, E.F., Nelson, S., & Elston, R. (1989). Continuous mechanical turning of intensive care unit patients shortens length of stay in some diagnostic-related groups. Journal of Critical Care, 4, 45-53
18. Wolff, R.K., Dolovich, M.B., Obminski, G., & Newhouse, M.T. (1977). Effects of exercise and eucapnic hyperventilation on bronchial clearance in man. Journal of Applied Physiology, 43, 46-50
19. Albert, R.K., Leasa, D., Sanderson, M., Robertson, H.T., & Hlastala, P. (1987). The prone position improves arterial oxygenation and reduces shunt in oleic-acid induced acute lung injury. American Review of respiratory Diseases, 135, 628-633

20. Behrakis, P.K., Baydur, A., Jeager, M.J., & Milic-Emili, J. (1983). Lung mechanics in sitting and horizontal body positions. *Chest*, 83, 643-646
21. Cane, R.D., Shapiro, B.A., & Davison, R. (1990). *Case Studies in Critical Care Medicine*. Chicago: Year Book Medical Publishers
22. Dean, E. (1985). Effect of body position on pulmonary function. *Physical Therapy*, 65, 613-618
23. Dean, E., & Suess, J. (1995). Relationship of frequency of body position changes and oxygen transport in ARDS patients. Submitted for publication
24. Dripps, R.D., Waters, R.M. (1941). Nursing care of surgical Patients. I. The "strip-up". *American Journal of Nursing*, 41, 530-534
25. Fink, M.P., Helmsmoortel, C.M., Stein, K.L., Lee, P.C., & Cohn, S.M. (1990). The efficacy of lower respiratory tract infection in critically ill victims of blunt trauma. A prospective study. *Chest*, 97, 132-137
26. Hsu, H.O., & Hickey, R.F. (1976). Effect of posture on functional residual capacity postoperatively. *Anesthesiology*, 44, 520-521
27. Ross, J., Dean, E., & Abboud, R.T. (1992). The effect of postural drainage positioning on ventilation homogeneity in healthy subjects. *Physical Therapy*, 72, 794-799
28. Svanberg, L. (1957). Influence of posture on lung volumes, ventilation and circulation of normals. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigations*, 25, 1-195
29. Wet, J.B. (1985). *Ventilation/Blood Flow and Gas Exchange* (4th ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications
30. AARC Clinical Practice Guideline. (1991). Postural drainage therapy. *Respiratory Care*, 36 (12), 1418-1426
31. Althaus, P., et al. (1989). The bronchial hygiene assisted by the Flutter VRP1 (module regulator of a positive pressure oscillation expiration). *European Respiratory Journal*, 2 (8), 693
32. Althaus, P. (1993). Oscillating PEP. In *Bronchial Hypersecretion: Current Chest Physiotherapy in Cystic Fibrosis (CF)*, Published by International Committee for CF (ICP/CF)
33. Cerny, F.J. (1989). Relative effects of bronchial drainage and exercise for in-hospital care of patients with cystic fibrosis. *Physical Therapy*, 69, 633-639.334
34. Chevallier, J. (1992). Airway clearance techniques. Course Presented at Sixth Annual North American Cystic Fibrosis Conference, Dallas
35. David, A. (1991). Autogenic drainage-the German approach. In Pryor, J. (Ed.), *Respiratory Care*. Edinburgh: Churchill Livingstone
36. MacKenzie, C.F., et al. (1980). Changes in total lung/thorax compliance following chest physiotherapy. *Anes and Anal*, 59 (3), 207-210
37. Radford, R., et al. (1982). A rational basis for percussion-augmented mucociliary clearance. *Respiratory Care*, 27, 556-563
38. Thompson, B.J/ (1973). The physiotherapist's role in the rehabilitation of the asthmatic. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 4, 11-16
39. Tomkiewicz, R., Bivij, A., King, M. (1994). Rheologic studies regarding high frequency chest compression (HFCC) and improvements of mucus clearance in cystic fibrosis. Abstract presented at ATS International Conference, Boston
40. Warwick, W.J/ (1992). Airway clearance by high frequency chest compression. Symposium presented at Sixth Annual North American Cystic Fibrosis Conference, Washington, D.C.

41. Zadai, C.C. (1981). Physical therapy for the acutely ill medical patient. *Physical Therapy*, 61 (12), 1746-1753
42. Braun, S.R., Giovannoni, R., & O'Connor, M. (1984). Improving cough in patients with spinal cord injury. *American Journal of Physical Medicine* 63(1):1-10
43. Nancy D. Ciesla, (June 1996), Chest Physical Therapy for Patients in the Intensive Care Unit, *Physical Therapy*. Vol. 76, Number 6, Cardiopulmonary Special Series
44. Linda Denehy & Susan Berney, (2006), *Physiotherapy in the Intensive Care Unit*. *Physical Therapy Reviews* 2006; 11: 49-56
45. Kenneth Davis Jr, Jay A. Johannigman, Robert S. Campell, Ann Marraccini, Fred A. Luchette, Scott B. Frame & Richard D. Branson, (2001), The acute effects of body position strategies and respiratory therapy in paralyzed patients with acute lung injury, University of Cincinnati, Ohio, USA. *Critical Care*, 5:81-87
46. Patrick Pasquina, Martin R. Tramer & Bernhard Walder, Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review, *BMJ* 2003;327;1379
47. Kathy Stiller, PhD, *Physiotherapy in Intensive Care-Towards an Evidence-Based Practice*. *Chest*. 2000;118:1801-1813
48. Hasin Y., Danchin N., Philippatos G., Heras M., Janssens U., Leor J., Nahir M., Parkhomenko A., Thygesen K., Tubaro M., Wallentin L., Zakke Il., on behalf of the Working Group on Acute Cardiac Care of the European Society Of Cardiology, (2005), Recommendations for the structure, organization, and operation of intensive cardiac care units, *Eur J. Cardiol*