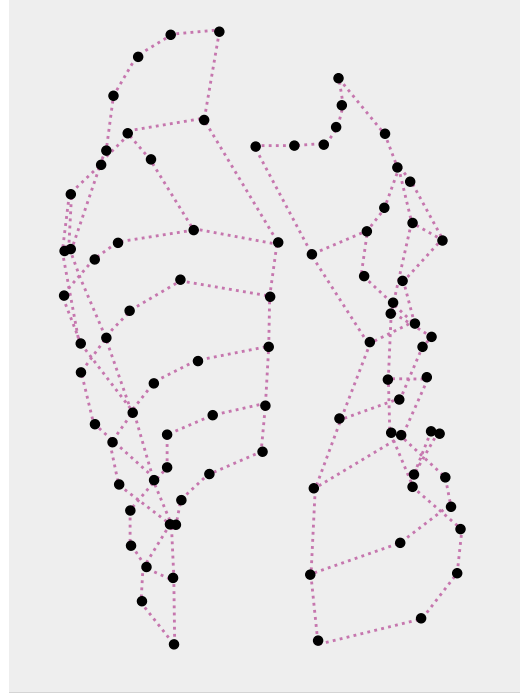


μήκος τους, το διάφραγμα χάνει προοδευτικά την ικανότητά του να αναπτύσσει δύναμη η οποία μηδενίζεται όταν η βράχυνση των μυϊκών ινών του φτάσει στο περίπου 50% του ιδανικού μήκους τους⁵⁴ (Εικόνα 2, βέλος 1).

- Στην σχέση τάσης/ακτίνας καμπυλότητας του (νόμος του LaPlace). Βάσει του νόμου του LaPlace, η τάση η οποία αναπτύσσεται στο διάφραγμα είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ακτίνα καμπυλότητάς του. Επομένως, όσο πιο κυρτό είναι το διάφραγμα (μικρή ακτίνα καμπυλότητας), τόσο μεγαλύτερη δύναμη θα αναπτύξει κατά την κάθοδό του⁵⁵ (Εικόνα 2, βέλος 1).
- Στο μέγεθος της ζώνης εφαρμογής (Εικ. 2). Η ζώνη εφαρμογής είναι μεγαλύτερη όταν ο όγκος των πνευμόνων είναι μικρός και μειώνεται καθώς το διάφραγμα κινείται προς τα κάτω. Όταν ο όγκος των πνευμόνων αγγίζει την ολική πνευμονική χωρητικότητα, η ζώνη εφαρμογής γίνεται πολύ μικρή⁵⁴. Επομένως, όσο πιο κυρτό είναι το διάφραγμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ζώνη εφαρμογής. Στην ζώνη εφαρμογής δρουν δύο δυνάμεις⁵⁶: η 'δύναμη πρόσφυσης', η οποία ασκείται από την πρόσφυση του διαφράγματος στις πλευρές (Εικόνα 2, βέλος 2) και η 'δύναμη εφαρμογής', η οποία ασκείται από την ενδοκοιλιακή πίεση (Εικόνα 2, βέλος 3).

Σκαληνοί μύες

Οι σκαληνοί μύες – πρόσθιος, μέσος και οπίσθιος – προσφύονται στους αυχενικούς σπονδύλους και στις δύο ανώτερες πλευρές. Με σταθερή την αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης, η αμφοτερόπλευρη συστολή τους αυξάνει τον ενδοθωρακικό όγκο με την ανάσπαση των δύο ανώτερων πλευρών και έμμεσα του στέρνου. Οι μύες αυτοί ενεργοποιούνται σχεδόν ταυτόχρονα



Εικόνα 4. Οπτοηλεκτρονικός πηθυσμογράφος (πλάγια απεικόνιση)

με το διάφραγμα σε κάθε εισπνευστικό κύκλο της αναπνοής^{31,57,58}.

Μεσοπλεύριοι μύες

Οι μεσοπλεύριοι είναι λεπτοί μύες, οργανωμένοι σε τρία στρώματα: α) έξω μεσοπλεύριοι, β) έσω μεσοπλεύριοι και γ) ενδοπλεύριοι⁵⁹.

α) Οι πλέον επιφανειακοί μύες, οι έξω μεσοπλεύριοι, καταλαμβάνουν το μεσοπλεύριο διάστημα από τα φύματα των πλευρών έως τις χονδροπλευρικές αρθρώσεις. Οι ίνες τους προσανατολίζονται λοξά από οπισθιο-άνω της υπερκείμενης πλευράς προς προσθιο-κάτω της υποκείμενης πλευράς. Στο μεσοχόνδριο διάστημα αντικαθίστανται από λεπτές μεσοπλεύριες μεμβράνες, ενώ το μεσοπλεύριο διάστημα στην περιοχική

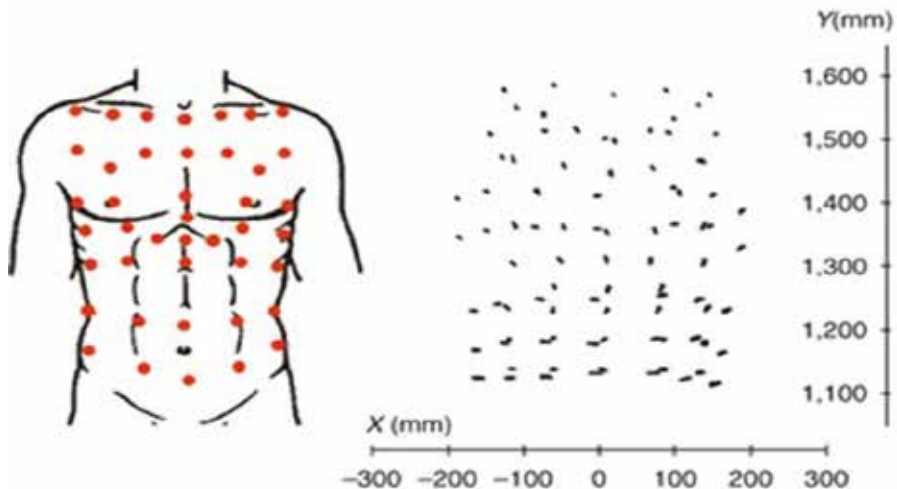
της σπονδυλικής στήλης καλύπτεται από τους ανελκτήρες των πλευρών⁶⁰.

- β) Οι έσω μεσοπλευριοί μύες αποτελούν το δεύτερο στρώμα των μεσοπλευρίων μυών. Καταλαμβάνουν τα μεσοπλευρία διαστήματα από το στέρνο έως τα φύματα των πλευρών και αντικαθίστανται από μεσοπλευρίες μεμβράνες στην περιοχή της σπονδυλικής στήλης⁶⁰. Στην περιοχή των χόνδρων ονομάζονται παραστερνικοί έσω μεσοπλευριοί ενώ στις υπόλοιπες μεσοπλευρίες περιοχές ονομάζονται μεσόστεοι έσω μεσοπλευριοί. Η κατεύθυνση των ινών των παραστερνικών έσω μεσοπλευρίων ινών είναι παρόμοια με αυτήν των έξω μεσοπλευρίων ινών, ενώ των μεσόστεων μεσοπλευρίων είναι κάθετη ως προς την κατεύθυνση των έξω μεσοπλευρίων μυών⁵⁹.
- γ) Οι ενδοπλευριοί μύες αποτελούν το τρίτο στρώμα των μεσοπλευρίων μυών. Μπορεί να διασχίζουν ένα ή δύο μεσοπλευρία διαστήματα και είναι περισσότερο ανεπτυγμένοι στον κατώτερο θώρακα. Η ενέργειά τους δεν έχει μελετηθεί πλή-

ρως. Πιστεύεται ότι η λειτουργία τους είναι παρόμοια με αυτήν των έσω μεσοπλευρίων μυών⁴.

Η ακριβής λειτουργία των μεσοπλευρίων μυών κατά την αναπνοή δεν έχει κατανοηθεί πλήρως και συχνά είναι αντιφατική⁶⁰. Από τις μέχρι σήμερα μελέτες σε ζώα και ανθρώπους μπορούν να καταγραφούν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι έξω μεσοπλευριοί μύες είναι κυρίως εισπνευστικοί^{31,61} και ενεργοποιούνται σχεδόν ταυτόχρονα με το διάφραγμα³¹. Η ενέργειά τους είναι πιο αποτελεσματική στην ραχιαίο-κεφαλική περιοχή του θώρακα λόγω μηχανικού πλεονεκτήματος ενώ μειώνεται στην κοιλιακό-ουριαία περιοχή λόγω μηχανικού μειονεκτήματος με αποτέλεσμα το μηχανικό πλεονέκτημα να αναστρέφεται σε εκπνευστικό στην κοιλιακή περιοχή των κατώτερων έξω μεσοπλευρίων⁶⁰⁻⁶³.
- Οι παραστερνικοί έσω μεσοπλευριοί είναι κυρίως εισπνευστικοί μύες και ενεργοποιούνται σχεδόν ταυτόχρονα με



Εικόνα 5. Οπτοηλεκτρονικός πληθυσμογράφος (πρόσθια απεικόνιση)



Εικόνα 2. Σπιρόμετρο κινήτρου προκαθορισμένης ροής.

να εκτελούν μετεγχειρητικά αργές βαθιές αναπνοές, οι οποίες συντελούν στην πρόληψη των μετεγχειρητικών επιπλοκών και την ανακούφιση της πολιτείας από το κόστος της περίθαλψής τους (**εικόνα 3**). Συνήθως, η IMT πραγματοποιείται επί 15 - 30 λεπτά υπό την επίβλεψη φυσικοθεραπευτή με συσκευή threshold με αντίσταση στο 10% το 60% της μέγιστης εισπνευστικής πίεσης (MIP)¹⁹. Τα αποτελέσματα μιας πρόσφατης συστηματικής ανασκόπησης/μετα-ανάλυσης έδειξαν: α) σημαντική συσχέτιση της προεγχειρητικής άσκησης των αναπνευστικών μυών με την μείωση της μετεγχειρητικής ατελεκτασίας και πνευμονίας συγκριτικά με την συνήθη αντιμετώπιση ή την παρέμβαση χωρίς άσκηση, β) σημαντική συσχέτιση της προεγχειρητικής άσκησης των αναπνευστικών μυών με τη μείωση του χρόνου νοσηλείας, γ) καμία επίδραση στην μετεγχειρητική θνησιμότητα και γ) όχι σημαντική διαφορά στην MIP πριν και μετά το χειρουργείο¹⁹.

Τέλος, η φυσική άσκηση συγκρινόμενη με την τυποποιημένη φροντίδα φαίνεται ότι βελτίωσε τον μετεγχειρητικό πόνο, το χρόνο νοσηλείας και την σωματική λειτουργία, αλλά όχι την αερόβια ικανότητα και την ποιότητα ζωής²⁴.

Μετεγχειρητική φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση και παρέμβαση

Αξιολόγηση

Η φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση αφορά στη συλλογή πληροφοριών για

- την ένταση του πόνου (VAS)²⁵,
- την έκπτυξη του θώρακα,
- τη δύναμη των αναπνευστικών μυών (IMT) και
- το επίπεδο λειτουργικότητας του ασθενούς (6MWD)²⁶

Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση

Η μετεγχειρητική φυσικοθεραπεία αποσκοπεί στην ανακούφιση από τον πόνο (ανταλγική θέση, σταθεροποίηση τραύματος), στην αποκατάσταση των πνευμονικών όγκων^{27,28}, βρογχική υγιεινή και βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζονται αργές βαθιές αναπνοές, Συνεχής Θετική Πίεση Αεραγωγών (CPAP)²⁹, διδασκαλία βήχα, τεχνικές παροχέτευσης των βρογχικών εκκρίσεων (Ενεργός κύκλος τεχνικών αναπνοής)^{18,27,28} και πρώιμη κινητοποίηση³⁰.

Τεχνικές αποκατάστασης των πνευμονικών όγκων

Στην προσπάθεια αντιμετώπισης της μετεγχειρητικής ατελεκτασίας οι φυσικοθεραπευτές επιδιώκουν την βελτίωση του αναπνευστικού προτύπου και την αύξηση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας μέσω των αργών και βαθιών αναπνοών και μέσω της πρώιμης κινητοποίησης. Η ικανότητα αύξησης του αναπνεόμενου όγκου αέρα θεωρείται σημαντικά στην πρόληψη των μετεγχειρητικών πνευμονικών επιπλοκών. Επειδή τα αποτελέσματα του ανα-



Εικόνα 2. Άσκηση αναπνευστικών μυών με συσκευή IMT.

πνευστικού αυτού προτύπου διαρκούν τα αποτελέσματά τους επί μία ώρα μετά την άσκηση, οι αργές βαθιές αναπνοές εφαρμόζονται 10 φορές/ώρα. Μετά τη μία ώρα, η πνευμονική διατασιμότητα φαίνεται ότι μειώνεται φθάνοντας στα προ της παρέμβασης επίπεδα. Η αύξηση στον αναπνεόμενο όγκο που παρατηρείται κατά τη βάδιση είναι μικρότερη από αυτήν που σημειώνεται στη διάρκεια των αργών βαθιών αναπνοών^{25,26}.

Τεχνικές παροχέτευσης βρογχικών εκκρίσεων

Ο τεχνική η οποία εμπεριέχει αργές βαθιές αναπνοές με κράτημα ολίγων δευτερολέπτων και βοηθάει στην έκπτυξη της αναπνευστικής επιφάνειας είναι Ο ενεργός κύκλος τεχνικών αναπνοής (ACBT). Επιπλέον, η ACBT δεν απαιτεί βήχα παρά μόνο χνωτίσματα, τα οποία δεν είναι τόσο επώδυνα όσα ο βήχας. Η ACBT σχετίζεται με τη μείωση του πόνου κατά το βήχα από την 5η μετεγχειρητική ημέρα και μετά και με την αύξηση του SpO₂ από την 3η μετεγχειρητική ημέρα και μετά, χωρίς διαφορές συγκριτικά με τη συμβατική φυσικοθεραπεία (θέσεις

παροχέτευσεις-πλήξεις-δονήσεις) στην πρόληψη των μετεγχειρητικών επιπλοκών¹⁸.

Πρώιμη Κινητοποίηση

Ασθενείς οι οποίοι παρουσιάζουν επαρκή ανακούφιση από τον μετεγχειρητικό πόνο φαίνεται ότι καταναλώνουν μεγαλύτερο χρόνο σε λειτουργικές δραστηριότητες συγκριτικά με εκείνους οι οποίοι δεν εμφανίζουν ικανοποιητική ανακούφιση από τον πόνο. Επιπλέον φαίνεται ότι η πρώιμη κινητοποίηση στην όρθια θέση έχει θετική επίδραση στη μείωση του χρόνου παραμονής στο νοσοκομείο και της συχνότητας εμφάνισης μετεγχειρητικών πνευμονικών επιπλοκών^{26,27}.

Εφαρμογή Συνεχούς Θετικής Πίεσης Αεραγωγών (CPAP)

Η εφαρμογή CPAP μπορεί να βελτιώσει την πνευμονική λειτουργία μετεγχειρητικά αυξάνοντας την FRC, αυξάνοντας την επιστράτευση των κυψελίδων και μειώνοντας το αναπνευστικό έργο. Οι συνέπειες της ατελεκτασίας όπως η πνευμονία και η οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια μπορούν να προ-