

# Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ ΜΕ ΟΞΥ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ ΣΤΗ ΜΕΘ/ΜΑΦ

Άννα Γρηγοριάδου<sup>1</sup>, Κωνσταντίνος Γρηγοριάδης<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Φυσικοθεραπείας, Β Νευρολογικής Κλινικής ΕΚΠΑ, Νοσοκομείο Αττικών, Αθήνα, Ελλάδα

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ασθενείς με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) κινδυνεύουν να εμφανίσουν πνευμονία από εισρόφηση. Η μυϊκή ασυνέργεια έχει επίπτωση στην αποτελεσματικότητα του βήχα και την λειτουργία του διαφράγματος. Είναι συχνό το φαινόμενο η κλινική εικόνα των ασθενών με ΑΕΕ στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) να είναι αρκετά επιβαρυνμένη. Ο φυσικοθεραπευτής συνδράμει αποδεδειγμένα στην γρηγορότερη και ασφαλή αποσωλήνωση των ασθενών αυτών. Η αποδέσμευση από τον μηχανικό αερισμό είναι μια δύσκολη διαδικασία στην οποία η φυσικοθεραπεία μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά. Η μεγάλη θνητότητα των ασθενών με ΑΕΕ περιορίζεται όταν οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς νοσηλεύονται στις ειδικές μονάδες για ασθενείς με ΑΕΕ λόγω εξειδικευμένης φροντίδας. Στη φυσικοθεραπευτική φροντίδα των ασθενών στη ΜΕΘ και την Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας (ΜΑΦ) περιλαμβάνονται αρκετές τεχνικές όπως τεχνικές απομάκρυνσης των εκκρίσεων, τεχνικές αύξησης πνευμονικού αερισμού και ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Stroke, Respiratory Therapy, Physical Therapy Modalities

## THE IMPORTANCE OF RESPIRATORY PHYSIOTHERAPY FOR THE PATIENT WITH ACUTE STROKE IN ICU/STROKE UNIT

Anna Grigoriadou<sup>1</sup>, Konstantinos Grigoriadis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physiotherapy, Attikon University Hospital, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece

## SUMMARY

Stroke patients have an increased risk of developing aspiration pneumonia. Lack of muscle control has an impact on cough efficiency and diaphragm function. The clinical symptoms of patients with stroke in the Intensive Care Unit (ICU) vary significantly. Weaning from mechanical ventilation is a difficult process in which physical therapy can make a significant contribution. The physiotherapist essentially contributes to the faster and safer extubation of these patients. The high mortality of critically ill patients with stroke is limited when patients are admitted in special units for patients with stroke due to specialized care services. Physiotherapy care for patients in the ICU and Stroke Units includes several techniques such as removing secretions, increasing pulmonary ventilation and the strengthening of respiratory muscles.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ασθενείς που εισάγονται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας αντιμετωπίζουν προβλήματα απειλητικά για την ζωή τους και χρήζουν εντατικής υποστήριξης για να την διατηρήσουν. Οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς με οξύ Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (ΑΕΕ) είναι επιρρεπείς στην ανάπτυξη συνδρόμου δυσλειτουργίας πολλαπλών οργάνων (14%).<sup>[1]</sup> Λόγω της συστηματικής φλεγμονής η οποία προκαλείται από την απελευθέρωση αυξημένης ποσότητας κατεχολαμινών σε απάντηση της εγκεφαλική βλάβης, δύναται

να αυξηθεί η διαπερατότητα των αγγείων με αποτέλεσμα την εναπόθεση υγρού στις κυψελίδες και την δημιουργία μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας [Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)].<sup>[2]</sup>

Οι ασθενείς με οξύ ισχαιμικό ΑΕΕ αποτελούν την πλειοψηφία των ασθενών με οξύ ΑΕΕ, οι οποίοι εισάγονται στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) λόγω νευρολογικών επιπλοκών (60,4%) ή καρδιοαναπνευστικών επιπλοκών (34,3%).<sup>[3]</sup> Περίπου ένας

στους τέσσερις που εισέρχονται στη ΜΕΘ θα χρειαστεί μηχανικό αερισμό για ένα χρονικό διάστημα < 10 ημερών.<sup>[3, 4]</sup>

Τέλος είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι το 86,2% όσων χρειάστηκαν μηχανικό αερισμό, κατέληξαν κατά τη διάρκεια της νοσηλείας τους. Η μηχανική υποστήριξη της αναπνοής είναι αναγκαία ως επί το πλείστον σε πολύ βαριές καταστάσεις όπου συνήθως τα περιθώρια βελτίωσης είναι μικρά.<sup>[3]</sup>

## Ο ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΟΞΥ ΑΕΕ ΣΤΗΝ ΜΕΘ

Στη ΜΕΘ οι ασθενείς με ΑΕΕ διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σε ότι αφορά στις ανάγκες νοσηλείας και φυσικοθεραπευτικής φροντίδας. Υπάρχουν ασθενείς με ΑΕΕ διασωληνωμένοι, τραχειοστομημένοι, σε μηχανικό αερισμό ή όχι, με φυσικό αεραγωγό, σε μη επεμβατικό αερισμό, ασθενείς με ισχαιμικό ΑΕΕ, ασθενείς με αιμορραγικό ΑΕΕ, με διαταραχές της ενδοκρανίου πίεσεως ή όχι. Αυτό σημαίνει ότι η παρέμβαση του φυσικοθεραπευτή γίνεται εξατομικευμένα, κάτω όμως από γενικούς κανόνες που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να επιτευχθεί η επιβίωση και η γρήγορη επάνοδος σε νευρολογική κλινική, ώστε στην συνέχεια, αν κριθεί απαραίτητο, ο ασθενής αυτός να μεταφερθεί με ασφάλεια σε περιβάλλον αποκατάστασης.<sup>[5, 6]</sup>

Οι επιπλοκές σε ασθενή με οξύ ΑΕΕ αφορούν είτε εκείνες οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την νευρολογική βλάβη, είτε εκείνες που εμφανίζονται λόγω ανεπιθύμητων συμβαμάτων τα οποία προκύπτουν δευτερογενώς από την εγκεφαλική βλάβη.<sup>[7]</sup> Για παράδειγμα, ένα βασικό πρόβλημα του ασθενούς που έχει υποστεί ΑΕΕ και μεταφέρεται στη ΜΕΘ, είναι η πτώση του επιπέδου συνείδησης. Δευτερογενώς, ο ασθενής απειλείται από πνευμονία από εισρόφηση.<sup>[4]</sup> Εκτός της δυσκαταποσίας, λόγω μυϊκής ασυνέργειας, προκύπτει και έκπτωση της αποτελεσματικότητας του βήχα.<sup>[8]</sup> Η κατάποση και ο βήχας επιτυγχάνονται από παρόμοιους ανατομικούς μηχανισμούς και είναι αναγκαίος ο συντονισμός των δυο λειτουργιών προκειμένου να προστατευτεί ο αεραγωγός.<sup>[9]</sup> Μειωμένα επίπεδα ροής βήχα συσχετίζονται με αυξημένα ποσοστά εμφάνισης πνευμονίας από εισρόφηση σε ασθενείς με οξύ ΑΕΕ.<sup>[9]</sup> Συγκεκριμένα, 1 στα 10 άτομα με ΑΕΕ διαγιγνώσκεται με πνευμονία τις πρώτες 90 μέρες μετά το ΑΕΕ, ενώ 2 στις 3 από τις πνευμονίες προκύπτουν την 1η εβδομάδα, με πιο επικίνδυνη την 3η μέρα του εγκεφαλικού επεισοδίου (20% όλων των πνευμονιών μετά το ΑΕΕ).<sup>[10]</sup> Η εμφάνιση πνευμονίας συνδέεται με την θνητότητα και την πρόγνωση του ΑΕΕ.<sup>[10]</sup> Επιπλέον, η εισρόφηση στοματοφαρυγγικού και γαστρικού περιεχομένου μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ARDS, συμβάν που εμφανίζεται σε πάνω από το 3,6% των ασθενών με ΑΕΕ.<sup>[11]</sup> Η τραχειοστομία φαίνεται να εξασφαλίζει τον αεραγωγό από εισρόφηση κατά την διάρκεια της κατάποσης. Ωστόσο, υπάρχει πάντα η πιθανότητα διαφυγής

της τροφής προς την τραχεία, επειδή ο φουσκωμένος αεροθάλαμος του τραχειοσωλήνα υπάρχει περίπτωση να έχει μειωμένη πρόσφυση στην τραχεία και έτσι να αυξάνονται πιθανότητες εισρόφησης καθώς και της οργάνωσης της πνευμονίας που σχετίζεται με τον αναπνευστήρα.<sup>[11,12]</sup>

Στους ασθενείς που πάσχουν από ΑΕΕ αναφέρονται περιπτώσεις εμφάνισης αναπνευστικής απραξίας,<sup>[13]</sup> παθολογικών αναπνευστικών προτύπων<sup>[14]</sup> και καρδιοπνευμονικής δυσλειτουργίας.<sup>[15]</sup> Οι βλάβες στο ΚΝΣ μπορούν να προκαλέσουν διαταραχές της αναπνευστικής συχνότητας ή και μεγάλες αναπνευστικές παύσεις καθώς και περιοδική αναπνοή όπως αναπνοή Cheyne-Stokes, άπνοιες, αταξική αναπνοή (διαταραχές του βάθους της αναπνοής) κ.ά.<sup>[16]</sup> Ο μειωμένος μυϊκός συντονισμός και ειδικότερα η αργή απόκριση των αναπνευστικών μυών οδηγούν στην πραγματοποίηση της αναπνοής με μειωμένους αναπνευστικούς όγκους.<sup>[17]</sup> Φαίνεται ότι στη δεξιά ημιπληγία παρουσιάζεται μεγαλύτερη βλάβη αναπνευστικών μυών σε σχέση με αριστερή ημιπληγία.<sup>[18]</sup> Λόγω της μυϊκής ανισορροπίας προκύπτουν και άλλες δυσλειτουργίες, όπως αδυναμία των κοιλιακών μυών να διατηρήσουν το θωρακικό τοίχωμα σε ευνοϊκή θέση μήκους-τάσης του διαφράγματος, με αποτέλεσμα την περαιτέρω βράχυνση του μυός.<sup>[19]</sup>

Ωστόσο, η θέση μήκους-τάσης δεν είναι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει την λειτουργία του διαφράγματος. Το ημιδιάφραγμα στην παρετική πλευρά παρουσιάζει μικρότερη κινητικότητα από αυτή του υγιούς ημιδιαφράγματος των ατόμων με ΑΕΕ.<sup>[20]</sup> Η αργή απόκριση ή (σπανιότερα) η κατάργηση της κινητικότητας του ημιδιαφράγματος μπορεί να οφείλεται σε βλάβη κεντρικής αιτιολογίας του ετερόπλευρου εγκεφαλικού ημισφαιρίου.<sup>[21]</sup> Μειωμένη μονόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη διαφραγματική δραστηριότητα έχει σημειωθεί σε ορισμένους αλλά όχι σε όλους τους ασθενείς που πάσχουν από ΑΕΕ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο πνευμονικό όγκο με περιορισμό της πνευμονικής λειτουργίας, μειωμένη συμμόρφωση του θωρακικού τοιχώματος και κακό κινητικό έλεγχο της εισπνοής και της εκπνοής.<sup>[16]</sup>

## Διασωληνωμένοι ασθενείς με οξύ ΑΕΕ

### Η αναπνευστική υποστήριξη του ασθενούς

Οι διασωληνωμένοι ασθενείς υποστηρίζονται αναπνευστικά μέσω της μηχανικής αναπνοής μέχρι να ξεπεραστεί η μη διαχειρίσιμη με άλλα μέσα αναπνευστική ανεπάρκεια. Πέρα όμως από την αναπνευστική υποστήριξη ο τραχειοσωλήνας εξασφαλίζει ανοικτό τον αυλό του αεραγωγού, όταν δεν υπάρχει συνείδηση. Αυτό είναι μια πολύ σημαντική προστασία για τους ασθενείς με ΑΕΕ, διότι οι κατασκευές που απαρτίζουν τον αεραγωγό ελλείψει μυϊκού τόνου, μπορεί να μην μπορούν να παραμείνουν ανοικτές. Είναι σημαντικό να

γνωρίζει κανείς ότι η γλώσσα δύναται να μετακινηθεί στο οπίσθιο τοίχωμα του φάρυγγα με αποτέλεσμα την απόφραξη του αεραγωγού.<sup>[22]</sup>

Η διασωλήνωση του ασθενούς δυσκολεύει το έργο του φυσικοθεραπευτή κυρίως σε ότι αφορά την πρώιμη κινητοποίηση, αφενός λόγω ύπαρξης πολλών παρελκόμενων συσκευών, και αφετέρου γιατί αυτά περιστατικά είναι υψηλής βαρύτητας. Πέρα από τα παραπάνω, συχνά επιβάλλεται η χρήση κατασταλτικών φαρμάκων προκειμένου ο ασθενής να μην βιώνει την δυσκολία της διασωλήνωσης και του μηχανικού αερισμού. Επιπροσθέτως τα κατασταλτικά και τα μυοχαλαρωτικά φάρμακα που απαιτούνται κάτω από αυτές τις περιπτώσεις, οι νευροτοξικές αντιβιώσεις και τα στεροειδή, μεταξύ των ανεπιθύμητων ενεργειών που παρουσιάζουν είναι και η μυονευροπάθεια της ΜΕΘ που δυστυχώς επιβαρύνει περαιτέρω τον ασθενή.<sup>[23]</sup>

Τέλος υπάρχουν ιδιαιτερότητες στους ασθενείς με ΑΕΕ σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις των αναπνευστικών αερίων στο αρτηριακό αίμα, καθώς επίσης και για τις μεταβολές του pH. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων καταστάσεων που μπορούν να προκαλέσουν περαιτέρω επιπλοκές και αφορούν τις μεταβολές των αερίων αρτηριακού αίματος είναι:

Η υποκαπνία, που όταν συμβαίνει στους ασθενείς αυτούς επιφέρει αγγειοσύσπαση με αποτελέσματα την επιδείνωση της εγκεφαλικής βλάβης. Επίσης θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι όσο αυξάνεται η υποκαπνία αυξάνεται και η θνητότητα αυτών των ασθενών. Εξαιρέση αποτελεί η αντιρροπιστική υποκαπνία.

Επίσης στην υπεροξυγοναιμία (αυξημένη συκέντρωση οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα μεγαλύτερη από 120mmHg) δημιουργούνται ελεύθερες ρίζες στον εγκέφαλο με αποτέλεσμα την αγγειοσύσπαση. Η αγγειοσυστολή επιδεινώνει περαιτέρω την εγκεφαλική ισχαιμία και προκαλεί μεγαλύτερες βλάβες. Εξαιρέση αποτελεί η σύντομη υπεροξυγοναιμία που χρησιμοποιείται για την διενέργεια αναπνευστικών χειρισμών (όπως στην αναρρόφηση).<sup>[24, 25]</sup>

Μια ήπια υπερκαπνία φαίνεται να έχει ευεργετική επίδραση στην επιβίωση αυτών των ασθενών, όμως μεγάλη υπερκαπνία φαίνεται να αυξάνει το εγκεφαλικό οίδημα.<sup>[24,25]</sup>

Να σημειωθεί ότι κάποιες μελέτες καταδεικνύουν ότι το οξυγόνο που χορηγείται χωρίς σχεδιασμό στον ασθενή με ΑΕΕ, δεν μειώνει την αναπηρία ή την πιθανότητα θανάτου και δεν βελτιώνει την λειτουργική ανεξαρτησία.<sup>[24,25]</sup>

Η προστασία του πνευμονικού παρεγχύματος στον διασωληνωμένο ασθενή (προστατευτικός αερισμός) εξασφαλίζεται από μικρούς αναπνεόμενους όγκους. Οι ισορροπίες όμως στον ασθενή με ΑΕΕ εξαρτώνται ταυτόχρονα και από άλλες παραμέτρους όπως η θελοεκπνευστική πίεση που μπορεί να προκαλέσει αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης και γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να χρησιμοποιείται με σύνεση, όπως επίσης και το οξυγόνο το οποίο δεν μπορεί να αυξηθεί σε υψηλές

συγκεντρώσεις γιατί με την σειρά του προξενεί αγγειοσύσπαση στον εγκέφαλο (όπως και η υποκαπνία). Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι να μην μπορεί να τηρηθεί ιδανική σχέση μεταξύ προστατευτικού αερισμού και μερικών πιέσεων των αναπνευστικών αερίων ιδίως όταν συντρέχουν επιπλοκές από το αναπνευστικό που δυσκολεύουν τον πνευμονικό αερισμό.<sup>[26]</sup>

### Αποδέσμευση από τον μηχανικό αερισμό

Η αποδέσμευση από τον μηχανικό αερισμό είναι μια δύσκολη διαδικασία λόγω της πληθώρας επιπλοκών που μπορεί να προκύψουν από την εγκεφαλική βλάβη του ασθενή. Αυτός είναι και ο λόγος που θα πρέπει να σχεδιαστεί ειδική στρατηγική αποδέσμευσης (weaning) από την επιστημονική ομάδα της ΜΕΘ, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες κατά την λεπτομερή αξιολόγηση όπως η ασυνέργεια των αναπνευστικών μυών που εξαναγκάζει τον θώρακα να λειτουργεί ανεξέλεγκτα, η έλλειψη ελέγχου της αναπνοής που οδηγεί σε παθολογικό αναπνευστικό πρότυπο καθώς και η ανεπαρκής προστασία του αεραγωγού που επιδεινώνεται με την δυσκαταποσία οδηγεί τον ασθενή να κάνει μικροεισροφήσεις, οι οποίες επιβαρύνουν την κατάσταση του αναπνευστικού συστήματος. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η αύξηση του κινδύνου εμφάνισης δευτεροπαθούς εγκεφαλικής βλάβης.<sup>[27]</sup>

### Ο ΑΣΘΕΝΗΣ ΜΕ ΟΞΥ ΑΕΕ ΣΤΗΝ ΜΑΦ

Η εξειδικευμένη φροντίδα προσφέρει το καλύτερο δυνατόν αποτέλεσμα στον βαρέως πάσχοντα ασθενή και αυτό γιατί το εκπαιδευμένο προσωπικό γνωρίζει καλύτερα τις ανάγκες του νευρολογικού ασθενούς, τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν από το ΑΕΕ, καθώς και την διαχείρισή τους.<sup>[28]</sup> Γι' αυτό και οι ασθενείς που νοσηλεύονται σε εξειδικευμένες Μονάδες Αυξημένης Φροντίδας (ΜΑΦ) εγκεφαλικών (Stroke Unit) έχουν μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης, περίπου 30% περισσότερο σε σχέση με τις γενικές ΜΕΘ.<sup>[29]</sup> Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο το ανοσοποιητικό σύστημα ανεπαρκεί, λόγω μιας πλειάδας βιοχημικών διαδικασιών, με αποτέλεσμα ο οργανισμός να είναι ευαίσθητος σε λοιμώξεις ποικίλης αιτιολογίας. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός αυτό και να λαμβάνονται σχολαστικά μέτρα προστασίας όταν προσεγγίζεται αυτή η κατηγορία ασθενών.<sup>[30]</sup>

Η πρώιμη κινητοποίηση ασθενούς με οξύ ΑΕΕ στην ΜΑΦ εγκεφαλικών ξεκινά περίπου 24 ώρες μετά το επεισόδιο.<sup>[31]</sup> Οι φυσικοθεραπευτικές πράξεις εκτελούνται κατόπιν προσεκτικής αξιολόγησης και σε συνεργασία με όλη την διεπιστημονική ομάδα. Ο ιατρός θα ορίσει για παράδειγμα την πίεση στόχο κατά την διάρκεια της θεραπείας, ο νοσηλεύτης θα δρομολογήσει την χορήγηση των φαρμάκων, ο λογοθεραπευτής θα καθορίσει το ιξώδες της τροφής κλπ. Η χορήγηση

O<sub>2</sub> στον ασθενή κατά την διάρκεια της θεραπείας θα πρέπει να ρυθμίζεται λαμβάνοντας υπόψη το ιστορικό και την κλινική εξέταση του ασθενούς. Με βάση τις οδηγίες του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Εγκεφαλικών, συστήνεται χορήγηση O<sub>2</sub> μόνο μετά από πτώση κορεσμού αιμοσφαιρίνης κάτω από 95%. Επιπλέον δεν θα πρέπει να λησμονείται ότι η επιβίωση του ασθενούς εξαρτάται από την εμφάνιση διαταραχών των αναπνευστικών αερίων (υποξία, υπεροξία, υποκαπνία, υπερκαπνία) καθώς μέσω της δημιουργίας ελεύθερων ριζών, αγγειοσύσπασης είτε μέσω της μείωση της αιματικής ροής επιδεινώνεται η εγκεφαλική βλάβη.<sup>[32]</sup>

### Φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση

Η λεπτομερής αξιολόγηση του αναπνευστικού συστήματος θα εξασφαλίσει την καλύτερη δυνατή φυσικοθεραπευτική προσέγγιση. Ο εντοπισμός αντικειμενικών ευρημάτων όπως το πρότυπο αναπνοής, η παρουσία εκκρίσεων, η αδυναμία των αναπνευστικών μυών, η μυϊκή ασυνέργεια και η αδυναμία των περιφερικών μυών που αντικατοπτρίζουν τους αναπνευστικούς μύες ή την μυοπάθεια των ασθενών αυτών καθώς και η ύπαρξη ατελεκτασιών, θα οδηγήσει στην δημιουργία εξατομικευμένου πλάνου αποκατάστασης. Αν ο ασθενής βρίσκεται σε μηχανικό αερισμό και ερευνάται η δυνατότητα αποδέσμευσης, θα χρειαστεί δοκιμασία αερισμού πρώτα σε αυθόρμητο τύπο αναπνοής με έλεγχο του αναπνεόμενου όγκου, της αναπνευστικής συχνότητας, της μέγιστης εισπνευστικής πίεσης και του δείκτη ταχείας ρηχής αναπνοής (ο λόγος της αναπνευστικής συχνότητας προς τον αναπνεόμενο όγκο). Επιπλέον θα αξιολογηθεί αν υπάρχει δυσφορία από απόφραξη των αεραγωγών, παράδοση κίνηση του θωρακικού τοιχώματος, το αν ο αεραγωγός προστατεύεται, σε ποια τιμή αντιστοιχεί η μέγιστη εκπνεόμενη ροή βήχα κλπ.<sup>[33]</sup>

Σημαντικό είναι να εντοπιστούν συννοσηρότητες, αλλά και άλλα συμπτώματα όπως αφασία, διπλωπία, διαταραχές αισθητικότητας κ.α. ώστε η διαμόρφωση ενός φυσικοθεραπευτικού προγράμματος να εξυπηρετεί στον βέλτιστο βαθμό τις ανάγκες του ασθενούς.

Σε γενικές γραμμές ο ασθενής που πάσχει από ΑΕΕ έχει ιδιαιτερότητες που πρέπει να αξιολογηθούν για να έχει περισσότερες πιθανότητες επιβίωσης με τις δυνατόν μικρότερες απώλειες στην λειτουργικότητα και την ψυχική ισορροπία. Οι ιδιαιτερότητες αυτές σχετίζονται με την αιτιολογία του εγκεφαλικού, με την παθοφυσιολογία του πάσχοντος εγκεφάλου καθώς και με την συμπτωματολογία αυτού καθαυτού του ΑΕΕ.<sup>[34]</sup>

### Τεχνικές αναπνευστικής φυσικοθεραπείας στην ΜΕΘ

Πριν από τη διενέργεια της αποσωλήνωσης, συνιστάται η αναπνευστική φυσικοθεραπεία σε όλους τους βαρέως πάσχοντες ασθενείς που υποστηρίζονται με

επεμβατικό αερισμό. Η σύσταση αυτή βασίζεται σε μια πολυσυστημική προσέγγιση η οποία μπορεί να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης αναπνευστικών επιπλοκών που προκύπτουν από την διαδικασία αποδέσμευσης από τον μηχανικό αερισμό, αυξάνουν τις δραστηριότητες του ασθενούς στη ΜΕΘ ενώ παράλληλα μειώνουν την παραμονή στον μηχανικό αερισμό.<sup>[35]</sup> Με τον όρο αναπνευστική Φυσικοθεραπεία (Chest physiotherapy) χαρακτηρίζεται η τεχνική κάθαρσης των αεραγωγών, που εκτός των ειδικών θέσεων παροχέτευσης, περιλαμβάνει και χειρισμούς πιέσεων, δονήσεων και πλήξεων στον θώρακα.<sup>[36]</sup> Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι πλήξεις στους νευρολογικούς ασθενείς φαίνεται να αυξάνουν την ενδοκράνια πίεση και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση.<sup>[37]</sup>

Σε περιπτώσεις όπως το σοβαρό ARDS, η ρύθμιση του μηχανικού αερισμού σε μοντέλο ελεγχόμενου όγκου εξασφαλίζει τον προστατευτικό αερισμό των πνευμόνων και η δράση του υπερτερεί των πιθανών δυσμενών επιδράσεων στους αναπνευστικούς μύες. Ωστόσο, με την παρατεταμένη χρήση του μηχανικού αερισμού προκύπτει ατροφία αναπνευστικών μυών λόγω αχρηστίας. Επομένως, η χρήση του ελεγχόμενου υποχρεωτικού αερισμού πρέπει να περιορίζεται κατά το δυνατόν.<sup>[48]</sup> Η συμβολή της φυσικοθεραπείας σε αυτή την ενότητα για την Επιτυχή Αποδέσμευση από τον Μηχανικό Αερισμό (ΕΑΜΑ) έχει την δυνατότητα χρήσης τεχνικών που βελτιώνουν το αναπνευστικό πρότυπο.<sup>[38]</sup> Σε ότι αφορά τον Μη Επεμβατικό Μηχανικό Αερισμό (ΜΕΜΑ), με την χρήση του προάγεται η βρογχική κάθαρση και η βελτίωση της ενδοτικότητα του πνευμονικού παρεγχύματος μέσω των τεχνικών υπερέκπτυξης, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αυξημένη ενδοκράνια πίεση.<sup>[39]</sup> Οι χειρισμοί επιστράτευσης κυψελίδων (recruitment maneuvers) αυξάνουν την ενδοκράνια πίεση και μειώνουν την Μέση Αρτηριακή Πίεση (ΜΑΠ) σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς με ΑΕΕ. Επομένως αν παρατηρηθεί αυξημένη ενδοκράνια πίεση, με την χρήση αυτής της τεχνικής υπάρχει κίνδυνος επιδείνωσης της εγκεφαλικής βλάβης.<sup>[2]</sup>

### Απομάκρυνση εκκρίσεων

Οι τεχνικές απομάκρυνσης εκκρίσεων χρησιμοποιούνται στην ΜΕΘ και στην ΜΑΦ. Ο φυσικοθεραπευτής καλείται αρχικά να διευκολύνει την απομάκρυνση εκκρίσεων και εισροφητικών στοιχείων, μέσω της αναπνευστικής φυσικοθεραπείας, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει αλληλαγές θέσης και την τοποθέτηση σε θέσεις παροχέτευσης, τεχνικές κάθαρσης των αεραγωγών όπως πιέσεις, δονήσεις και πλήξεις και τεχνικές εκμάθησης βήχα ή υποβοήθησης βήχα προκειμένου οι εν λόγω ασθενείς να βοηθηθούν για την γρήγορη αποδέσμευσή τους από τον μηχανικό αερισμό και την ΜΕΘ.<sup>[40]</sup> Ο ασθενής με ΑΕΕ έχει αυξημένες πιθανότητες εισρόφησης λόγω έλλειμματικής κατάποσης και μικρής προστασίας του αεραγωγού, με έλλειμμα αφενός στη

μυϊκή συμμετοχή και αφετέρου στα αντανακλαστικά της περιοχής του στοματοφάρυγγα, όπως το φαρυγγοκικό ή το αντανακλαστικό του βήχα.<sup>[41]</sup> Η διατήρηση του πνεύμονα καθαρού περιλαμβάνει και πιο εξειδικευμένες τεχνικές όπως είναι η τεχνική υπερέκπτυξης με αναισθησιολογικό ασκό. Όλες οι τεχνικές πρώιμης κινητοποίησης και μηχανικής θεραπείας στη ΜΕΘ θα συμβάλουν τα μέγιστα γι' αυτό τον σκοπό.<sup>[42]</sup>

Η ενθάρρυνση του ασθενούς για εισπνοή μεγάλων αναπνευστικών όγκων, οι ηλεκτρικές οδηγίες και αναπαραστάση του βήχα είναι σημαντικά για την βελτίωση του κινητικού ελέγχου του εγκεφαλικού ημισφαιρίου που έχει επηρεαστεί από την βλάβη, σε ότι αφορά στον μυϊκό συντονισμό προκειμένου να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικός βήχας. Δεν συνιστώνται παθητικές μέθοδοι πρόκλησης βήχα και συσκευές πρόκλησης εισπνοής-εκπνοής όπως το Cough Assist.<sup>[8]</sup>

Η επαναξιολόγηση της ικανότητας βήχα είναι σημαντική, όχι μόνο για την ποσοτικοποίηση της βελτίωσης του ασθενούς, αλλά επίσης σηματοδοτεί την ικανότητα για επιτυχή αποσωλήνωση στους διασωληνωμένους ασθενείς. Η ικανότητα του βήχα μπορεί να αξιολογηθεί μέσω της μέτρησης ροής του βήχα. Θα πρέπει να αναφερθεί χαρακτηριστικά ότι βήχας με μέγιστη ροή >160 L/min με μέτρηση δια του στόματος ή PEF >60 L/min δια του ενδοτραχειακού σωλήνα, αποτελεί το κατώφλι για επιτυχή αποδέσμευση ή αποσωλήνωση.<sup>[43]</sup>

### Βελτίωση πνευμονικού αερισμού

Οι τεχνικές βελτίωσης πνευμονικού αερισμού χρησιμοποιούνται στην ΜΕΘ και στην ΜΑΦ. Οι ασθενείς με ΑΕΕ διαθέτουν ελλειμματική έκπτυξη θώρακα γεγονός που οδηγεί σε ατελεκτασίες. Η μυϊκή αδυναμία και η ανισορροπία των αναπνευστικών μυών καθώς και των ελλειπών εγκεφαλικών εντολών εμποδίζουν την ικανοποιητική έκπτυξη του θώρακα με σημαντική επίπτωση στις πνευμονικές χωρητικότητες.<sup>[44]</sup> Η Φυσικοθεραπεία προάγει την αύξηση του πνευμονικού αερισμού μέσω ειδικών χειρισμών έκπτυξης, τεχνικές κινητοποίησης των αρθρώσεων του θωρακικού κλωβού,<sup>[45]</sup> βελτίωση της θέσης επί κλίνης μεταφέροντας τον ασθενή (κατά το δυνατόν) σε μεγαλύτερη κλίση του προσκεφάλου [αύξηση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας/Functional Residual Capacity (FRC)% predicted<sup>[6]</sup> αλλά και διατάσεις των αναπνευστικών μυών, με τις οποίες προκύπτει αύξηση αναπνεύσιμου όγκου και αύξηση κινητικότητας θωρακικού κλωβού στην ημίπληκτη πηληρά.<sup>[46]</sup>

Ο συνδυασμός των τεχνικών κινητοποίησης του θωρακικού κλωβού με την άσκηση των αναπνευστικών μυών αυξάνει την κινητικότητα του θώρακα και την δραστηριότητα των αναπνευστικών μυών, συγκριτικά με την άσκηση των αναπνευστικών μυών σε άτομα με χρόνιο ΑΕΕ.<sup>[45]</sup> Ασκήσεις αντίστασης και ασκήσεις υποβοήθησης της έκπτυξης του θώρακα βελτιώνουν την πνευμονική λειτουργία, την ικανότητα ελέγχου

του κορμού, ωστόσο οι ασκήσεις με αντίσταση είναι πιο αποτελεσματικές στην βελτίωση του ελέγχου του κορμού.<sup>[47]</sup>

### Ενδυνάμωση αναπνευστικών μυών

Η ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών είναι τεχνική που εφαρμόζεται στην ΜΕΘ και στην ΜΑΦ. Ένας από τους βασικούς άξονες των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων σε ασθενή με ΑΕΕ με στόχο την λειτουργική επάρκεια κατά το δυνατόν, είναι βασική αρχή της νευροπλαστικότητας, σύμφωνα με την οποία απαιτείται τακτική εξάσκηση μιας κίνησης για την κατάκτησή της (use it and improve it, or lose it).<sup>[48]</sup>

Όσο πιο άμεση είναι η εφαρμογή της αναπνευστικής φυσικοθεραπείας, τόσο μεγαλύτερες πιθανότητες έχει να αυξηθεί η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα του πνεύμονα [Functional Residual Capacity (FRC)] και να μειωθεί η θνητότητα.<sup>[8]</sup> Η άσκηση των αναπνευστικών μυών θα συνεχιστεί και σε περιβάλλον αποκατάστασης. Είναι χαρακτηριστικό ότι ακόμα και σε ασθενείς με χρόνιο ΑΕΕ οι οποίοι ζουν πλέον στην κοινότητα παρατηρείται αδυναμία της Μέγιστης Εισπνευστικής Πίεσης [Maximal Inspiratory Pressure (MIP)] και της Μέγιστης Εκπνευστικής Πίεσης [Maximal Expiratory Pressure (MEP)] και επομένως γενική αδυναμία των αναπνευστικών μυών.<sup>[19]</sup>

Το μυϊκό σύστημα των ασθενών με οξύ ΑΕΕ αδυνατεί να τους εξασφαλίσει ισορροπημένη αναπνευστική λειτουργία λόγω ελλειμματικής εγκεφαλικής λειτουργίας και συνοδούς μυϊκής αδυναμίας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι αναπνευστικές ασκήσεις βελτιώνουν την δύναμη των αναπνευστικών μυών μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο. Τέτοιες ασκήσεις είναι οι ασκήσεις εισπνευστικών μυών [Inspiratory Muscle Training (IMT)] δοκιμασίες εκπνοής {μαπλόνια, ασκήσεις με θετική εκπνευστική πίεση [Positive Expiratory Pressure (PEP)]}.<sup>[5]</sup>

Η συμμετοχή του ασθενή σε άσκηση IMT (Inspiratory Muscle Training) προϋποθέτει συνεργασία προκειμένου να υπάρξει προσωρινό προπονητικό ερέθισμα στους ασκούμενους μύες, επομένως ο ασθενής θα πρέπει να βρίσκεται σε πλήρη συνείδηση. Η άσκηση εισπνευστικών μυών εφαρμόζεται με ασφάλεια σε ασθενή της ΜΕΘ που είναι διασωληνωμένος, σε ασθενή με τραχειοστομία και σε ασθενή που αποδεσμεύτηκε πρόσφατα από τον αναπνευστήρα. Η άσκηση IMT βοηθά στον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα και βελτιώνει την ποιότητα ζωής. Ενδείκνυται κυρίως για ασθενή που βρίσκεται σε μηχανικό αερισμό για 7 μέρες ή περισσότερο.<sup>[49]</sup>

Επιπλέον η άσκηση των εισπνευστικών μυών εφαρμόζεται σε ασθενείς με μυϊκή αδυναμία, η οποία δυσκολεύει την αποδέσμευση τους από τον αναπνευστήρα.<sup>[48, 50]</sup> Η άσκηση των αναπνευστικών μυών σε άτομα με ΑΕΕ βελτιώνει τον Δυναμικά Εκπνεύσιμο Όγκο στο πρώτο δευτερόλεπτο [Forced expiratory volume

in the first second (FEV1)], την FRC, την Μέγιστη Εκπνευστική Ροή [Peak expiratory Flow (PEF)], την MIP και την MEP. Τα οφέλη αυτής της ενδυνάμωσης των αναπνευστικών μυών και της πνευμονικής λειτουργίας έχουν αντίκτυπο στην αντοχή κατά την σωματική άσκηση.<sup>[51]</sup> Βελτιώνεται η απόδοση των ασθενών σε δραστηριότητες όπως βάρδια και μειώνεται η πιθανότητα εμφάνισης επιπλοκών από το αναπνευστικό τους σύστημα.<sup>[52]</sup> Εκτός των αναπνευστικών επιπλοκών (όπως η πνευμονία) περιορίζεται και το φαινόμενο της δυσφαγίας, το οποίο εκφράζεται με την μείωση της πιθανότητας εισρόφησης σε τροφές με χαμηλή ιξώδες.<sup>[9]</sup> Επιπροσθέτως αυξάνεται η ικανότητα για εκτέλεση δραστηριοτήτων και βελτιώνεται η δύσπνοια.<sup>[5]</sup> Όταν η άσκηση εισπνευστικών μυών δρα σε συνδυασμό με το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα βελτιώνεται και ο έλεγχος του κορμού,<sup>[53]</sup> καθώς ο έλεγχος του κορμού σχετίζεται αρκετά με την MEP.<sup>[20]</sup>

Ο ενδεδειγμένος χρόνος της εν λόγω άσκησης θα πρέπει να είναι 20 με 30 λεπτά για 5 φορές την εβδομάδα για 4 με 5 εβδομάδες.<sup>[9, 54]</sup> Φαίνεται ότι 2 με 5 σετ των 5 με 30 επαναλήψεων στο 30-50% της MIP/MEP είναι ικανοποιητικό για αρχή και αργότερα θα πρέπει να αυξάνεται σταδιακά με τις θεραπείες, για 3 με 10 εβδομάδες.<sup>[51]</sup> Τρεις εβδομάδες άσκησης αναπνευστικών μυών είναι ευεργετικές για την πνευμονική λειτουργία των ατόμων με ΑΕΕ.<sup>[55]</sup>

Εκτός ΜΕΘ, η συνδρομή της τεχνολογίας στο φυσικοθεραπευτικό έργο είναι μεγάλη. Ενδεικτικά να αναφερθεί ότι για την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών σε άτομα με ΑΕΕ, ο συνδυασμός άσκησης εισπνευστικών μυών με ηλεκτρική μυϊκή διέγερση στον ορθό κοιλιακό και στους πλάγιους κοιλιακούς μύες για 20' έδειξε αύξηση σε FEV1 και PEF.<sup>[56]</sup> Ασκήσεις με ηλεκτρονικά παιχνίδια βελτίωσης αναπνευστικής λειτουργίας (Breathing Games) για 25 λεπτά για 3 φορές την εβδομάδα είχαν ως αποτέλεσμα βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας, λόγω αύξησης αναπνευστικών όγκων και δύναμης αναπνευστικών μυών σε 5 εβδομάδες,<sup>[57]</sup> ενώ άσκηση με την χρήση της ηλεκτρονικής συσκευής ψυχαγωγίας και άσκησης (Nintendo Wii) εκτός της θετικής εντύπωσης από τον ασθενή λόγω του ευχάριστου και καινοτόμου μέσου άσκησης, υπήρξε βελτίωση στην ισορροπία του ασθενούς και τον μυϊκό έλεγχο του κορμού, μύες που συμμετέχουν στην αναπνοή και τον βήχα.<sup>[58]</sup>

Σε ότι αφορά τους επικουρικούς μύες, ασκήσεις αντίστασης των επικουρικών αναπνευστικών μυών μέσω της μεθόδου Ιδιοδεκτικής Νευρομυϊκής Διευκόλυνσης – PNF συμβάλλουν στην βελτίωση στην πνευμονική λειτουργία του ασθενούς και επομένως στην βελτίωση της οξυγόνωσης των ιστών.<sup>[59]</sup>

### Περαιτέρω φροντίδα ασθενούς

Είναι σημαντικό να υπάρξει και μέριμνα και για την ενδυνάμωση των υπολοίπων μυών, ως προετοιμα-

σία της κινητοποίησης,<sup>[60]</sup> την πρώιμη κινητοποίηση για αναπνευστικούς, νευρολογικούς, κυκλοφορικούς κλπ. λόγους,<sup>[60]</sup> την αυτόματη κινητική δυνατότητα της κλίνης της ΜΕΘ για την σωστή λειτουργία αναπνευστικού συστήματος αλληλά και ως προστασία κατά των κατακλίσεων,<sup>[61]</sup> την φροντίδα για να μην παρουσιάσει ο ασθενής πνευμονική εμβολή, επιπλοκή που μπορεί να προληφθεί και με φυσικοθεραπευτικές μεθόδους (όπως με την χρήση καλτσών διαβαθμισμένης συμπίεσης, την διαλείπουσα πνευματική συμπίεση καθώς και με ηλεκτρική διέγερση των μυών των ποδιών<sup>[62]</sup>), την έναρξη της νευρολογικής παρέμβασης πάνω στο σχέδιο που θα ακολουθηθεί (Bobath κλίση) και την φροντίδα για τοποθέτηση για ποικίλους λόγους.<sup>[63]</sup> Ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού και τεχνικές ρυθμικής σταθεροποίησης PNF δείχνουν να βελτιώνουν μέγιστη εισπνευστική (MIP) και μέγιστη εκπνευστική πίεση (MEP).<sup>[64]</sup> Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι η πλάγια κλίση του κορμού και η κακή ευθυγράμμιση των σπονδύλων μπορεί να προκαλέσουν αναπνευστικό περιορισμό. Ασκήσεις ενδυνάμωσης του παρετικού άνω άκρου όπως κάμψη γληνοβραχιόνιας άρθρωσης και ενδυνάμωση μυών ωμοπλάτης, χωρίς αντισταθμιστική κίνηση του κορμού, βελτιώνει την θέση του κορμού και την αναπνευστική λειτουργία, την μυϊκή συνέργεια και τον μυϊκό συντονισμό, ενώ παράλληλα μειώνουν την δυσκαμψία και την υπερτονία.<sup>[65]</sup>

### Αύξηση αντοχής

Η φυσική κατάσταση των ατόμων με ΑΕΕ είναι περιορισμένη<sup>[66]</sup> και υπάρχει ανάγκη για καρδιοαναπνευστική άσκηση. Με την κλινική σταθεροποίηση του ασθενούς, μπορεί να ξεκινήσει η ένταξη σε πρόγραμμα για αερόβια άσκηση.<sup>[67]</sup> Συνήθως η κλινική σταθεροποίηση προκύπτει στην πρώιμη υποξεία φάση. Επομένως αποτελεί σημαντικό στόχο του φυσικοθεραπευτή, όμως δεν εντάσσεται στο πρόγραμμα αποκατάστασης στην οξεία φάση.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση είναι αναμφίβολα αναπόσπαστο κομμάτι της θεραπείας του ασθενούς με ΑΕΕ. Η αναπνευστική φυσικοθεραπεία ως μέρος της συνολικής φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης, θα βοηθήσει στην αποφυγή πληθώρας επιπλοκών από το αναπνευστικό σύστημα, προκειμένου να εξασφαλιστούν οι προϋποθέσεις ομαλής αποκατάστασης στο νοσοκομείο, στο κέντρο αποκατάστασης καθώς και σε δεύτερο χρόνο στην οικία του ασθενούς.

Συμπερασματικά, η αναπνευστική φυσικοθεραπεία κατά την περίοδο που ασθενής με ΑΕΕ νοσηλεύεται σε ΜΕΘ ή σε ΜΑΦ θα εξασφαλίσει την υγιέστερη δυνατή πορεία του, απαλλαγμένη από την πληθώρα των επιπλοκών του αναπνευστικού που караδοκούν σε κάθε βήμα της αποκατάστασης. Ο ασθενής θα έχει

το σύνολο των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων με όλα τα προαναφερθέντα ευεργετικά αποτελέσματα.

### Σύγκρουση συμφερόντων

Δεν υπήρξε καμία σύγκρουση συμφερόντων.

### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Robba C, Battaglini D, Samary CS, et al. Ischaemic stroke-induced distal organ damage: pathophysiology and new therapeutic strategies. *Intensive Care Med Exp*. 2020 Dec 18;8(Suppl 1):23.
- [2] Batra A, Chou SH. Advances in Neurocritical Care of Stroke—Present and Future. *Stroke*. 2024 Oct;55(10):2528-31.
- [3] Khassawneh B, Ilnian A, Yassin A, et al. The outcome of patients with acute stroke requiring intensive care unit admission. *Eur Respir J*. Sep 2019;54 (suppl 63):PA2283.
- [4] Carval T, Garret C, Guillon B, Lascarrou JB, et al. Outcomes of patients admitted to the ICU for acute stroke: a retrospective cohort. *BMC Anesthesiol*. 2022 Jul 25;22(1):235.
- [5] Menezes KK, Nascimento LR, Avelino PR, et al. Efficacy of interventions to improve respiratory function after stroke. *Respir Care*. 2018 Jul;63(7):920-33.
- [6] Wang XL, Ma LJ, Hu XG, et al. Application of the respiratory critical care-sub-critical care-rehabilitation integrated management model in severe stroke associated pneumonia. *BMC Pulm Med*. 2020 Mar 5;20(1):61.
- [7] Kumar S, Selim MH, Caplan LR. Medical complications after stroke. *Lancet Neurol*. 2010 Jan;9(1):105-18.
- [8] Ward K, Rao P, Reilly CC, et al. Poor cough flow in acute stroke patients is associated with reduced functional residual capacity and low cough inspired volume. *BMJ Open Respir Res*. 2017 Oct 26;4(1):e000230.
- [9] Zhang W, Pan H, Zong Y, et al. Respiratory muscle training reduces respiratory complications and improves swallowing function after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2022 Jun;103(6):1179-91.
- [10] de Jonge JC, va de Beek D, Lyden P, et al. Temporal profile of pneumonia after stroke. *Stroke*. 53(1):53-60.
- [11] Davis DG, Bears S, Barone JE, et al. Swallowing with a tracheostomy tube in place: does cuff inflation matter? *J Intensive Care Med* 2002;17(3):132-5.
- [12] Ding R, Logemann JA. Swallow physiology in patients with trach cuff inflated or deflated: a retrospective study. *Head Neck*. 2005 Sep;27(9):809-13.
- [13] Howard RS, Rudd AG, Wolfe CD, et al. Pathophysiological and clinical aspects of breathing after stroke. *Postgrad Med J*. 2001 Nov;77(913):700-2.
- [14] Schmutzhard E. Central breathing disturbances. *J Neurol Sci* 2019;405:9-10.
- [15] Barnett HM, Davis AP, Khot SP. Stroke and breathing. *Handb Clin Neurol*. 2022;189:201-22.
- [16] Rochester CL, Mohsenin V. Respiratory complications of stroke. *Semin Respir Crit Care Med*. 2002 Jun;23(3):248-60.
- [17] Kim M, Lee K, Cho J, et al. Diaphragm thickness and inspiratory muscle functions in chronic stroke patients. *Med Sci Monit*. 2017 Mar 11;23:1247-53.
- [18] de Almeida IC, Clementino AC, Rocha EH, et al. Effects of hemiplegia on pulmonary function and diaphragmatic dome displacement. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011 Sep 15;178(2):196-201.
- [19] Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Oct;86(10):1974-8.
- [20] Kubo H, Nozoe M, Yamamoto M, et al. Recovery process of respiratory muscle strength in patients following stroke: A Pilot Study. *Phys Ther Res*. 2020 Jul 22;23(2):123-31.
- [21] Arumairaj AJ, Agarwal S, Borkar R, et al. Hemi-diaphragmatic Paralysis Post Stroke Leading to Hypercapnic Respiratory Failure. *Cureus*. 2021 Feb 4;13(2):e13141.
- [22] Safar P, Escarraga LA, Chang F. Upper airway obstruction in the unconscious patient. *J Appl Physiol*. 1959 Sep;14:760-4.
- [23] Zhou C, Wu L, Ni F, et al. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a systematic review. *Neural Regen Res*. 2014 Jan 1;9(1):101-10.
- [24] Dylla L, Adler DH, Abar B, et al. Prehospital supplemental oxygen for acute stroke—A retrospective analysis. *Am J Emerg Med*. 2020 Nov;38(11):2324-8.
- [25] Tiruvoipati R, Pilcher D, Botha J, et al. Association of hypercapnia and hypercapnic acidosis with clinical outcomes in mechanically ventilated patients with cerebral injury. *JAMA Neurol*. 2018 Jul 1;75(7):818-26.
- [26] Robba C, Bonatti G, Battaglini D, et al. Mechanical ventilation in patients with acute ischaemic stroke: from pathophysiology to clinical practice. *Crit Care*. 2019 Dec 2;23(1):388.
- [27] Battaglini D, Siwicka Gieroba D, Brunetti I, et al. Mechanical ventilation in neurocritical care setting: a clinical approach. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2021 Jul;35(2):207-20.

- [28] Langhorne P, Ramachandra S; Stroke Unit Trialists' Collaboration. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke: network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Apr 23;4(4):CD000197.
- [29] Ungerer MN, Ringleb P, Reuter B, et al. Stroke unit admission is associated with better outcome and lower mortality in patients with intracerebral hemorrhage. *Eur J Neurol*. 2020 May;27(5):825-32.
- [30] Shi K, Wood K, Shi FD, et al. Stroke-induced immunosuppression and poststroke infection. *Stroke Vasc Neurol*. 2018 Jan 12;3(1):34-41.
- [31] Sundseth A, Thommessen B, Rønning OM. Early mobilization after acute stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014 Mar;23(3):496-9.
- [32] Ferdinand P, Roffe C. Hypoxia after stroke: a review of experimental and clinical evidence. *Exp Transl Stroke Med*. 2016 Dec 7;8:9.
- [33] Gosselink R, Clerckx B, Robbeets C, et al. Physiotherapy in the intensive care unit. *Neth J Crit Care*. 2011;15(2):66-75.
- [34] Bevers MB, Kimberly WT. Critical care management of acute ischemic stroke. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2017 Jun;19(6):41.
- [35] Kayambu G, Boots R, Paratz J. Physical therapy for the critically ill in the ICU: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2013 Jun;41(6):1543-54.
- [36] Chaboyer W, Gass E, Foster M. Patterns of chest physiotherapy in Australian intensive care units. *J Crit Care*. 2004 Sep;19(3):145-51.
- [37] Tomar GS, Singh GP, Bithal P, et al. Comparison of effects of manual and mechanical airway clearance techniques on intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury on a ventilator: randomized, crossover trial. *Phys Ther*. 2019 Apr 1;99(4):388-95.
- [38] CliftonSmith T, Rowley J. Breathing pattern disorders and physiotherapy: inspiration for our profession. *Phys Ther Rev*. 2011;16(1):75-86.
- [39] Lemes DA, Zin WA, Guimaraes FS. Hyperinflation using pressure support ventilation improves secretion clearance and respiratory mechanics in ventilated patients with pulmonary infection: a randomised crossover trial. *Aust J Physiother*. 2009;55(4):249-54.
- [40] Waseem HW, Lasi FF, Valecha J, et al. Effectiveness of chest physiotherapy in cerebrovascular accident patients with aspiration pneumonia. *J Mod Rehabil* 2021;15(1):47-52.
- [41] Grossmann I, Rodriguez K, Soni M, et al. Stroke and pneumonia: mechanisms, risk factors, management, and prevention. *Cureus*. 2021 Nov 26;13(11):e19912.
- [42] Belli S, Prince I, Savio G, et al. Airway clearance techniques: the right choice for the right patient. *Front Med (Lausanne)*. 2021 Feb 4;8:544826.
- [43] Winck JC, LeBlanc C, Soto JL, et al. The value of cough peak flow measurements in the assessment of extubation or decannulation readiness. *Rev Port Pneumol (2006)*. 2015 Mar-Apr;21(2):94-8.
- [44] Lista-Paz A, Kuisma R, Canosa JLS, et al. Pulmonary function in patients with chronic stroke compared with a control group of healthy people matched by age and sex. *Physiother Theory Pract*. 2023 May;39(5):918-26.
- [45] Park SJ. Effects of inspiratory muscles training plus rib cage mobilization on chest expansion, inspiratory accessory muscles activity and pulmonary function in stroke patients. *Appl Sci* 2020;10(15):5178.
- [46] Rattes C, Campos SL, Morais C, et al. Respiratory muscles stretching acutely increases expansion in hemiparetic chest wall. *Respir Physiol Neurobiol*. 2018 Aug;254:16-22.
- [47] Song GB, Park EC. Effects of chest resistance exercise and chest expansion exercise on stroke patients' respiratory function and trunk control ability. *J Phys Ther Sci*. 2015 Jun;27(6):1655-8.
- [48] Hidaka Y, Han CE, Wolf SL, et al. Use it and improve it or lose it: interactions between arm function and use in humans post-stroke. *PLoS Comput Biol*. 2012 Feb;8(2):e1002343.
- [49] Bissett B, Leditschke IA, Green M, et al. Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians. *Aust Crit Care*. 2019 May;32(3):249-55.
- [50] Schellekens WJ, van Hees HW, Doorduyn J, et al. Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients. *Crit Care*. 2016 Apr 19;20(1):103.
- [51] Pozuelo-Carrascosa DP, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, et al. Effectiveness of respiratory muscle training for pulmonary function and walking ability in patients with stroke: a systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jul 24;17(15):5356.
- [52] Wu F, Liu Y, Ye G, et al. Respiratory muscle training improves strength and decreases the risk of respiratory complications in stroke survivors: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020 Nov;101(11):1991-2001.
- [53] Aydoğan Arslan S, Uğurlu K, Sakizli Erdal E, et al. Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, trunk control, balance and functional capacity in stroke patients: a singleblinded randomized controlled study. *Top Stroke Rehabil*. 2022 Jan;29(1):40-8.
- [54] Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, et al. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory com-



- plications after stroke: a systematic review. *J Physiother*. 2016 Jul;62(3):138-44.
- [55] Yoo HJ, Pyun SB. Efficacy of bedside respiratory muscle training in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018 Oct;97(10):691-697.
- [56] Jung JH, Shim JM, Kwon HY, et al. Effects of abdominal stimulation during inspiratory muscle training on respiratory function of chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2014 Jan;26(1):73-6.
- [57] Joo S, Shin D, Song C. The effects of game-based breathing exercise on pulmonary function in stroke patients: a preliminary study. *Med Sci Monit*. 2015 Jun 22;21:1806-11.
- [58] Brown R, Sugarman H, Burstin A. Use of the nintendo wii fit for the treatment of balance problems in an elderly patient with stroke: A case report. *Int J Rehabil Res* 2009;32:S109-S110.
- [59] Slupska L, Halski T, Żytkiewicz M, et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation for accessory respiratory muscles training in patients after ischemic stroke. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1160:81-91.
- [60] Bernhardt J, English C, Johnson L, et al. Early mobilization after stroke: early adoption but limited evidence. *Stroke*. 2015 Apr;46(4):1141-6.
- [61] Kelley RE, Vibulsresth S, Bell L, et al. Evaluation of kinetic therapy in the prevention of complications of prolonged bed rest secondary to stroke. *Stroke*. 1987 May-Jun;18(3):638-42.
- [62] Naccarato M, Chiodo Grandi F, Dennis M, et al. Physical methods for preventing deep vein thrombosis in stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Aug 4;2010(8):CD001922.
- [63] Carr EK, Kenney FD. Positioning of the stroke patient: a review of the literature. *Int J Nurs Stud*. 1992 Nov;29(4):355-69.
- [64] Lee YH, Cho YH. The effects of trunk stability exercise using stabilizing reversal and rhythmic stabilization techniques of PNF on trunk strength and respiratory ability in the elderly after stroke. *PNF & Mov* 2021;19(1):105-13.
- [65] Kim DH, Jang SH. Effects of an upper-limb exercise program for improving muscular strength and range of movement on respiratory function of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016 Oct;28(10):2785-88.
- [66] McDonald O, Elizabeth G. The timecourse of post-stroke fatigue: A systematic review of longitudinal cohort studies. *Health Sci Rev* 2023;100095.
- [67] MacKay-Lyons M, Billinger SA, Eng JJ, et al. Aerobic exercise recommendations to optimize best practices in care after stroke: AEROBICS 2019 update. *Phys Ther*. 2020 Jan 23;100(1):149-56.