

Η Φυσικοθεραπεία στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Πασχαλίνα Μπεπελέτση¹,
Άννα Χρηστάκου²,
Ειρήνη Πατσάκη³,
Κωνσταντίνος Γρηγοριάδης⁴

¹Φυσικοθεραπεύτρια Π.Γ.Ν. Έβρου

²Φυσικοθεραπεύτρια Γ.Ν.Α. «Ο Ευαγγελισμός» & Πτυχιούχος Φυσικής Αγωγής Αθλητισμού, MSc., Διδάκτωρ ΕΚΠΑ, Εργαστηριακή συνεργάτιδα Τμήματος Φυσικοθεραπείας ΤΕΙ Αθήνας, Συντονίστρια της Κατεύθυνσης της Φυσικοθεραπείας στη ΜΕΘ του Τ.Κ.Α.Φ.Α. του Π.Σ.Φ.

³Φυσικοθεραπεύτρια, MSc, ΓΝΑ «Ο Ευαγγελισμός», Εργαστηριακή συνεργάτιδα Τμήματος Φυσικοθεραπείας ΤΕΙ Αθήνας
⁴Φυσικοθεραπευτής, MSc., Π.Γ.Ν «Αττικών», Εργαστηριακός συνεργάτης Τμήματος Φυσικοθεραπείας ΤΕΙ Αθήνας

Οι συγγραφείς αποτελούν μέλη του Πυρήνα της Κατεύθυνσης της Φυσικοθεραπείας στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (Μ.Ε.Θ.) του Επιστημονικού Τμήματος Καρδιοαγγειακής και Αναπνευστικής Φυσικοθεραπείας - Αποκατάστασης (Τ.Κ.Α.Φ.Α.) του Πανελληνίου Συλλόγου Φυσικοθεραπευτών (Π.Σ.Φ.)

Λέξεις κλειδιά:

- φυσικοθεραπεία
- εντατική θεραπεία
- αναπνευστικές-μυοσκελετικές τεχνικές

Αλληλογραφία

Μπεπελέτση Πασχαλίνα, Π.Γ.Ν. Έβρου
E-mail: bebelepsi@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας ανασκόπησης είναι η περιγραφή και η εξέταση της αποτελεσματικότητας των φυσικοθεραπευτικών τεχνικών σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ). Η φυσικοθεραπεία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της θεραπευτικής αντιμετώπισης αυτών των ασθενών. Ο φυσικοθεραπευτής πραγματοποιεί αναπνευστική και μυοσκελετική αξιολόγηση, με σκοπό την αναγνώριση των στόχων ενός αποτελεσματικού θεραπευτικού προγράμματος. Οι στόχοι του φυσικοθεραπευτικού προγράμματος είναι η κάθαρση του τραχειοβρογχικού δέντρου και της ανώτερης αεροφόρου οδού από εκκρίσεις, η πρόληψη και η μείωση των ατελεκτασιών, η αποδέσμευση από το μηχανικό αερισμό, η ενίσχυση αναπνευστικής λειτουργίας μετά από αυτήν, η πρόληψη-αποφυγή επαναδιασωλήνωσης, η πρόληψη και η αποκατάσταση της μυϊκής αδυναμίας, ατροφίας, δυσκαμψιών και συγκάμψεων. Η πρώιμη έναρξη κινησιοθεραπείας, φυσικής σωματικής δραστηριότητας και κινητοποίησης εφαρμόζεται ανάλογα με το στάδιο της κρίσιμης νόσου, τις συνυπάρχουσες παθήσεις και τη συνεργασία του ασθενούς. Ο φυσικοθεραπευτής είναι υπεύθυνος για το σχεδιασμό και την εφαρμογή του προγράμματος, για τη συνταγογράφηση της άσκησης και για την πρόοδο του ασθενούς σε άρρηκτη συνεργασία με το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό.

Πνεύμων 2015, 28(4):340-349.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) είναι ένα κλειστό τμήμα που καλείται να αντιμετωπίσει μια ποικιλία νοσημάτων διαφορετικής παθολογίας στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς. Είναι στελεχωμένο με εξειδικευμένο προσωπικό και με κατάλληλο εξοπλισμό για την παρακολούθηση, τη φροντίδα και τη θεραπεία αυτών¹. Εξαιτίας του ιδιαίτερου περιβάλλοντος, απαιτείται εξειδίκευση, εκπαίδευση, τεχνογνωσία και αδιαμφισβήτητη άρρηκτη συνεργασία όλων των μελών της διεπιστημονικής ομάδας αποκατάστασης, με στόχο τη γρήγορη αποκατάσταση, τη μείωση των επιπλοκών και τη μείωση

του χρόνου νοσηλείας του βαρέως πάσχοντα ασθενούς σε αυτήν². Ο φυσικοθεραπευτής αποτελεί μέλος της διεπιστημονικής αυτής ομάδας αποκατάστασης.

Ο ΑΣΘΕΝΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘ

Μια σειρά επιπλοκών σχετίζονται με την παρατεταμένη παραμονή των ασθενών στις ΜΕΘ, οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά ως «Χρόνια Βαριά Ασθένεια» (Chronic Critical Illness). Αυτή η κατάσταση εμφανίζεται, περίπου, στο 40% των ασθενών με σήψη, πολυοργανική ανεπάρκεια και επί μακρόν μηχανική υποστήριξη αναπνοής. Συγκεκριμένα, αυτή σχετίζεται με τη μακροχρόνια ακινησία και την αύξηση του χρόνου παραμονής στη ΜΕΘ και συνοδεύεται με μυϊκή ατροφία διαφράγματος, απώλεια μυϊκής μάζας, μυϊκή αδυναμία, διαταραχές λειτουργικότητας, εμφάνιση πιθανής έκτοπης οστεοποίησης, αύξηση του καταβολισμού, ψυχοσωματικές διαταραχές, κατακλίσεις, οιδήματα και διαταραχές φώνησης και κατάποσης (Σχήμα 1).

Συνεπώς η αναγκαιότητα της παρουσίας φυσικοθεραπευτή στο χώρο της ΜΕΘ για να αντιμετωπίσει με τις θεραπευτικές τεχνικές τις ανεπιθύμητες συνέπειες της ακινητοποίησης, του μηχανικού αερισμού και της βαριάς

νόσου είναι μεγάλη και θα συμβάλλει: (α) στη μείωση της διάρκειας νοσηλείας, (β) στην ταχύτερη αποδέσμευση από το μηχανικό αερισμό, (γ) στην πρώιμη αναγνώριση και πρόληψη της μυϊκής αδυναμίας της ΜΕΘ, (δ) στην επίτευξη της μέγιστης λειτουργικότητας, και (ε) στην επίτευξη του υψηλότερου κατά το δυνατόν επιπέδου υγείας του ασθενούς μακροπρόθεσμα³.

ΣΤΟΧΟΙ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Οι στόχοι του φυσικοθεραπευτικού προγράμματος που προσδιορίστηκαν από τα μέλη της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Εντατικής Θεραπείας και της Ευρωπαϊκής Πνευμονολογικής Εταιρείας^{18,19} είναι:

- Κάθαρση τραχειοβρογχικού δέντρου και ανώτερων αεραγωγών
- Βελτίωση πνευμονικού αερισμού
- Μείωση αναπνευστικού έργου
- Λύση και πρόληψη ατελεκτασιών
- Αποδέσμευση από το μηχανικό αερισμό
- Αντιμέτωπιση αποτυχίας αποδέσμευσης από το μηχανικό αερισμό
- Αποφυγή επαναδιασωλήνωσης

Συντμήσεις

ΜΕΘ: Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Φ/Θ: Φυσικοθεραπεία

ΗΝΜΕ: Ηλεκτρικός Νευρομυϊκός Ερεθισμός

ΜΕΜΑ: Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός

ΜΑ: Μηχανικός Αερισμός

ΑΠ: Αρτηριακή Πίεση

ΜΑΠ: Μέση Αρτηριακή Πίεση

ΗΚΓ: Ηλεκτροκαρδιογράφημα

ΣΣ: Σπονδυλική Στήλη

ΝΜ: Νωτιαίος Μυελός

ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ΑΕΕ: Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

ΧΑΠ: Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

ΟΠΟ: Οξύ Πνευμονικό Οίδημα

ΚΣ: Καρδιακή Συχνότητα

ΑΣ: Αναπνευστική Συχνότητα

HR: Heart Rate = Καρδιακή Συχνότητα

RR: Respiratory Rate = Αναπνευστική Συχνότητα

ICU: Intensive Care Unit = Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

RCT's: Randomized Control Trials = Τυχαιοποιημένες Ελεγχόμενες Μελέτες

SR: Systematic Review = Συστηματική Ανασκόπηση

CRT: Continuous Rotation Therapy = Συνεχόμενη Κυκλική Θεραπεία

VAP: Ventilator Associated Pneumonia = Πνευμονία Σχετιζόμενη με τον Αναπνευστήρα

NIV: NonInvasiveVentilator = Μη Επεμβατικός Αερισμός

VHI: Ventilator HyperInflation = Μηχανική Έκπτυξη μέσω του αναπνευστήρα

MHI: Manual HyperInflation = Δια χειρός Έκπτυξη

ICU-AW: Intensive Care Unit Acquired Weakness = Μυϊκή αδυναμία σχετιζόμενη της ΜΕΘ

CIM: Critical Illness Myopathy = Μυοπάθεια Βαριάς Νόσου

CIPNM: Critical Illness PolyNeuroMyopathy = Πολυνευρομυοπάθεια Βαριάς Νόσου

MRC Scale: Medical Research Council for measuring muscle strength = Κλίμακα Μέτρησης Μυϊκής Ισχύος

ADL: Activity of Daily Living = Δραστηριότητα Καθημερινής Ζωής

GCS: Glasgow Coma Scale = Κλίμακα Γλασκώβης

RASS: Richmond Agitation – Sedation Scale = Richmond Κλίμακα Σύγχυσης – Καταστολής

MBP: Mean Blood Pressure = Μέση Αρτηριακή Πίεση

SaO₂: Saturation Oxygen = Κορεσμός Οξυγόνου

FiO₂: Fraction of Inspired Oxygen = Κλάσμα Εισπνεόμενου Οξυγόνου

PEEP: Positive End Expirated Pressure = Θετική Τελοεκπνευστική Πίεση

RSBI: Rapid Shallow Breathing Index = Δείκτης Ταχείας και Επιπόλαιης Αναπνοής

VT: Tidal Volume = Αναπνεόμενος Όγκος

MV: Minute Ventilation = Κατά λεπτόν Αερισμός

P_{imax}: Pressure Inspiration maximum = Μέγιστη Εισπνευστική Πίεση

P_Emax: Pressure Expiration maximum = Μέγιστη Εκπνευστική Πίεση

MIP: Maximum Inspiration Pressure = Μέγιστη Εισπνευστική Πίεση

PO₂: Μερική πίεση Οξυγόνου

SBT: Spontaneous Breathing Trial = Προσπάθεια Αυτόματης Αναπνοής



ΣΧΗΜΑ 1. Επιπλοκές στη ΜΕΘ.

- Αντιμετώπιση και πρόληψη μυϊκής αδυναμίας και απώλειας μυϊκής μάζας
- Διατήρηση και βελτίωση λειτουργικότητας και ποιότητας ζωής
- Επικοινωνία, γνωστικά ελλείμματα, ψυχολογική ενίσχυση

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Η αναπνευστική φυσικοθεραπεία και η κινησιοθεραπεία-κινητοποίηση είναι δύο πρωταρχικοί στόχοι της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης στους ασθενείς της ΜΕΘ. Συγκεκριμένα, η αναπνευστική φυσικοθεραπεία περιλαμβάνει την κάθαρση των αεραγωγών, την ενίσχυση του βήχα, την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών, ενώ η κινητοποίηση συμβάλλει στην αφύπνιση του ασθενούς, στην πρόληψη ατελεκτασιών, μυϊκής ατροφίας, αδυναμίας, πολυνευρομυοπάθειας, συγκάμψεων, κατακλίσεων, θρομβοφλεβίτιδας, στη διευκόλυνση της μικροαγγειακής κυκλοφορίας, στην πρόληψη εμφάνισης και αντιμετώπισης της έκτοπης οστεοποίησης, στην αντιμετώπιση της συστηματικής φλεγμονής και επιταχύνει την αποδέσμευση του ασθενούς από τον αναπνευστήρα. Οι τεχνικές που

χρησιμοποιούνται^{18,19} είναι:

- Τοποθέτηση - αλλαγή θέσης κάθε δύο ώρες
 - Παροχέτευση βρογχικών εκκρίσεων – πλήξεις / δονήσεις - αναρρόφηση
 - Εφαρμογή πρωτοκόλλων αποδέσμευσης από τον μηχανικό αερισμό
 - Άσκηση εισπνευστικών μυών (συσκευή εισπνευστικού εξασκητή -threshold device, η προσαρμογή του «trigger» του αναπνευστήρα, ασκήσεις βαθιάς εισπνοής-deep breathing exercises)
 - Δια χειρός ή μηχανική έκπτυξη από τον αναπνευστήρα (Manual or Ventilator HyperInflation)
 - Κινησιοθεραπεία – κινητοποίηση (παθητικές, υποβοηθούμενες, ενεργητικές, υπό αντίσταση, διατάσεις, καθιστή θέση, ορθοστάτιση, μεταφορά στην καρέκλα, βάδιση) (Πρωτόκολλο Leuven, Πίνακας 1)
 - Λειτουργική επανεκπαίδευση
- Παράλληλα με τις τεχνικές, ο φυσικοθεραπευτής χρησιμοποιεί κατάλληλο εξοπλισμό είτε στην αναπνευστική φυσικοθεραπεία είτε στην κινητοποίηση του ασθενούς¹⁸⁻¹⁹ όπως:
- Συσκευή ηλεκτροθεραπείας με προγράμματα ηλεκτρικού νευρομυϊκού ερεθισμού

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Πρωτόκολλο Leuven.

Στάδιο 1	Στάδιο 2	Στάδιο 3	Στάδιο 4	Στάδιο 5	Στάδιο 6
Καμία συνεργασία S5Q=0	Ελάχιστη συνεργασία S5Q<3	Μικρή συνεργασία S5Q 3	Μέτρια συνεργασία S5Q 4/5	Καλή συνεργασία S5Q =5	Καλή συνεργασία S5Q =5
(-) βασική αξιολόγηση	(+) βασική αξιολόγηση	(+) βασική αξιολόγηση	(+) βασική αξιολόγηση	(+) βασική αξιολόγηση	(+) βασική αξιολόγηση
Ασταθές καρδιολογικό αναπνευστικό νευρικό προφίλ Υψηλός πυρετός	Αν νευρολογική /τραυματική/χειρουργική κατάσταση δεν επιτρέπει μεταφορά σε καρέκλα	Παχυσαρκία, νευρολογική-τραυματική-χ/κή κατάσταση δεν επιτρέπει ενεργητική μεταφορά στην καρέκλα (MRC sum score<36)	MRC sum 36+ BBS Sit to stand=0+ BBS Standing=0+ BBS Sitting 1	MRC sum 48+ BBS Sit to stand=0+ BBS Standing=0+ BBS Sitting 2	MRC sum 48+ BBS Sit to stand=1+ BBS Standing=2+ BBS Sitting 3
Τοποθέτηση ασθενή Αλλαγή θέσης #2ωρες	Τοποθέτηση ασθενή Αλλαγή θέσης #2ωρες Ημικαθιστός Νάρθηκες	Τοποθέτηση ασθενή Όπως στάδιο 2 Καθιστός πάνω στο κρεβάτι Παθητική μεταφορά σε καρέκλα	Τοποθέτηση ασθενή Αλλαγή θέσης # 2ώ Παθητική μεταφορά σε καρέκλα Κάθισμα με τα πόδια έξω από το κρεβάτι Ορθοστάτηση με βοήθεια 2 ατόμων	Τοποθέτηση ασθενή Ενεργητική μεταφορά σε καρέκλα Κάθισμα έξω από το κρεβάτι Ορθοστάτηση με βοήθεια 1 ατόμου	Τοποθέτηση ασθενή Όπως στάδιο 5 Ανεξάρτητη ορθοστάτηση
Φ/Θ τίποτα	Φ/Θ Παθητική κινήσεια Παθητικό Εργ.ποδήλατο HNME	Φ/Θ Παθητική/υποβοηθούμενη/ενεργητική κινήσεια Ενεργοπαθητικό ποδήλατο HNME	Φ/Θ Παθητικές/υποβοηθούμενες/ενεργητικές Αντίστασης άνω & κάτω άκρα Ενεργ. Ποδήλατο (κρεβάτι-καρέκλα) HNME Λειτουργ. Επανεκπαίδευση	Φ/Θ Όπως στάδιο 4 Βάδιση με βοήθεια (Π & 1 άτομο)	Φ/Θ Όπως στάδιο 5 Βάδιση με βοήθεια

- Συνεχής κυκλική θεραπεία με χρήση ειδικών κρεβατιών
- Ενεργοπαθητικό ποδήλατο άνω – κάτω άκρων
- Συσκευή συνεχόμενης παθητικής κινητοποίησης (Continuous Passive Movement, CPM)
- Γερανάκι μεταφοράς ασθενούς
- Ορθοστάτης «tilt table»
- Συσκευή μηχανικής εμφύσησης-εκφύσησης (cough assist)
- Συσκευές εξασκητών αναπνοής με αντίσταση ή με ουδό πίεσης (threshold device)
- «Ανάγκη αναπνευστήρα»²⁰⁻²³

Για την έναρξη της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης, ο ασθενής θα πρέπει να έχει αιμοδυναμική σταθερότητα χωρίς ανάγκη μεγάλων δόσεων αγγειοσπαστικών / ινοτρόπων. Επίσης απαιτείται ο ασθενής να έχει σταθερό καρδιαγγειακό προφίλ χωρίς διαταραχές ΗΚΓ σε ρυθμό και συχνότητα και 65mmHg < ΜΑΠ <110mmHg και σταθερό αναπνευστικό προφίλ με SaO₂ >88% και FiO₂ <0.5-0.6 και συνεχή παρακολούθηση ζωτικών σημείων κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων²⁴.

Μετά την ολοκλήρωση της φυσικοθεραπευτικής αξιολόγησης, ο φυσικοθεραπευτής απαιτείται να καθορίσει στόχους, οι οποίοι θα είναι εφικτοί, θεραπευτικοί και ασφαλείς για τον ασθενή. Η διαδικασία της αξιολόγησης είναι υφίστησης σημασίας¹⁸⁻¹⁹ και αποτελεί βάση του σχεδιασμού του φυσικοθεραπευτικού προγράμματος διότι αυτή (α) καθορίζει το είδος της παρέμβασης (level of evidence D), (β) καθοδηγείται από τη φυσική και λειτουργική εξέταση και λιγότερο από την ιατρική διάγνωση (level of evidence D) και (γ) χρησιμοποιεί έγκυρα, αξιόπιστα και αντικειμενικά εργαλεία, όπως τα παρακάτω:

Κλίμακα Μυϊκής Ισχύος «Medical Research Council» (MRC) (level of evidence 2b)

Η Κλίμακα αυτή αξιολογεί έξι μυϊκές ομάδες, συγκεκριμένα τρεις μυϊκές ομάδες των άνω άκρων, όπως απαγωγείς βραχίονα, καμπτήρες πήχη, εκτείνοντες καρπού και τρεις μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων, όπως καμπτήρες ισχίου, εκτείνοντες γόνατος και ραχιαίοι καμπτήρες άκρου ποδός. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται και στα τέσσερα μέλη

του σώματος, δηλαδή 12 μυϊκές ομάδες συνολικά, που η κάθε μια μυϊκή ομάδα βαθμολογείται με μία κλίμακα από το 0 έως το 5 (60 μέγιστη βαθμολογία ισχύος), όπως φαίνεται παρακάτω:

- 0: καμία κίνηση- καμία σύσπαση (πλήρης παράλυση)
- 1: ορατή μυϊκή σύσπαση, χωρίς μετακίνηση του μέλους
- 2: μικρή εύρους κίνηση
- 3: κίνηση που υπερνικά τη βαρύτητα στο μεγαλύτερο μέρος του εύρους κίνησης
- 4: κίνηση που υπερνικά τη βαρύτητα και μικρή εφαρμογή αντίστασης
- 5: πλήρης μυϊκή ισχύς που υπερνικά μεγάλη εφαρμογή αντίστασης.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση αυτής της δοκιμασίας είναι η εγρήγορση του ασθενούς, δηλαδή ο ασθενής να έχει ένα επαρκές επίπεδο επικοινωνίας και συνεργασίας. Η δοκιμασία αντίληψης και εκτέλεσης εντολών²⁵ βασίζεται στην ακολουθία των ακόλουθων 5 εντολών:

- άνοιξε / κλείσε τα μάτια σου
- κοίταξέ με
- άνοιξε το στόμα σου και βγάλε έξω τη γλώσσα σου
- γνέψε μου με το κεφάλι σου
- σήκωσε τα φρύδια σου και κράτα 5 δευτερόλεπτα.

Επίσης, την πρώτη ημέρα που ο ασθενής ανταποκρίνεται σε τρεις από αυτές τις εντολές καταγράφεται και ως η πρώτη ημέρα ελέγχου της δοκιμασίας. Όταν η βαθμολογία της κλίμακας είναι μικρότερη από 48, θεωρείται πιθανή η ύπαρξη της μυϊκής αδυναμίας στη ΜΕΘ που συσχετίζεται με την παραμονή στη ΜΕΘ.

Δυναμομέτρηση χειρός «Hand held dynamometry - Hand Grip dynamometry»

Αποτελεί μία συνήθη τεχνική μέτρησης μυϊκής ισχύος σε διαφορετικές ομάδες ασθενών, αλλά και στο χώρο της ΜΕΘ. Ζητείται από τον ασθενή μέγιστη σύσπαση του εξεταζόμενου μυός, ενώ ο εξεταστής ενθαρρύνει την προσπάθεια του ασθενή διατηρώντας το όργανο μέτρησης στην κατάλληλη θέση. Η δυναμομέτρηση χειρός έχει αποδειχθεί να είναι πιο ευαίσθητη από την κλίμακα MRC μυϊκής ισχύος και υπάρχουν αντίστοιχες τιμές για την πρώιμη κλινική διάγνωση της μυϊκής αδυναμίας της ΜΕΘ (για τους άνδρες είναι <11kg, για τις γυναίκες <7kg)²⁶.

Μέγιστη Εισπνευστική Πίεση «Maximal Inspiratory Pressure» (MIP)

Χρησιμοποιούμε τη μέθοδο του Marini για να μετρήσουμε τη μέγιστη εισπνευστική δύναμη. Για τη μέτρηση

χρησιμοποιούμε μία μονόδρομη βαλβίδα εκπνοής, η οποία επιλεκτικά επιτρέπει την εκπνοή, ενώ η εισπνοή είναι κλειστή. Η βαλβίδα αυτή (που μοιάζει με «T») από τη μία πλευρά της συνδέεται με τον ενδοτραχειακό σωλήνα ή την τραχειοστομία του ασθενούς και από την άλλη με ένα μανόμετρο. Οι Tzanis et al²⁷ έδειξαν συσχέτιση μεταξύ της μέτρησης αυτής και της κλίμακας MRC μυϊκής ισχύος, δίνοντας τη δυνατότητα ανίχνευσης της μυϊκής αδυναμίας της ΜΕΘ και σε ασθενείς που δεν συνεργάζονται. Φυσιολογικά η μέγιστη εισπνευστική πίεση είναι αρνητική και είναι υψηλότερη στους άνδρες απ' ότι στις γυναίκες. Οι τιμές αναφοράς είναι για τους άνδρες MIP = 120-(0.41 x ηλικία) και για τις γυναίκες MIP = 108-(0.61 x ηλικία) cmH₂O²⁸. Η χαμηλή MIP είναι σημαντική για την αναγνώριση των ασθενών που δεν θα αποδεσμευτούν από τον αναπνευστήρα με επιτυχία και το όριο για την πρόβλεψη επιτυχούς απογαλακτισμού είναι $\geq -25\text{H}_2\text{O}$.

Κλίμακα Λειτουργικής Ανεξαρτησίας «Functional Independence Measure» (FIM)

Η Κλίμακα Λειτουργικής Ανεξαρτησίας μετρά τη σοβαρότητα ανικανότητας σε έναν κλινικό χώρο αποκατάστασης και αξιολογεί δραστηριότητες της καθημερινής ζωής σε μια επταβάθμια κλίμακα, που 1 δηλώνει «εξαρτημένος» και 7 «ανεξάρτητος». Περιλαμβάνει 18 ερωτήσεις, οι οποίες απαρτίζονται: (α) τον κινητικό παράγοντα με 13 ερωτήσεις (αυτοεξυπηρέτηση, έλεγχος σφιγκτήρων, κινητικότητα, μεταφορές) και (β) το γνωστικό παράγοντα με 5 ερωτήσεις (επικοινωνία και κοινωνικότητα). Η συνολική μέγιστη και ελάχιστη βαθμολογία είναι 126 (ανεξάρτητος) και 18 (εξαρτημένος), αντίστοιχα. Η Κλίμακα έχει καλή αξιοπιστία και εγκυρότητα με υψηλή ικανότητα ανίχνευσης αλλαγών σε ένα κλινικό χώρο, η οποία μετρά μόνο λειτουργικότητα κατά την παραμονή στο νοσοκομείο.

Κλίμακα «Barthel Index» (BI)

Η Κλίμακα μετρά τη λειτουργικότητα καθημερινών δραστηριοτήτων και τη νοσηλευτική εξάρτηση στην αποκατάσταση. Αποτελείται από δυο παράγοντες που μελετούν την εξάρτηση στην εκτέλεση 10 βασικών δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής, κυρίως, σε αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια (ΑΕΕ). Ο πρώτος παράγοντας μελετά την αυτό-φροντίδα (τροφή, προσωπική περιποίηση, κάνω μπάνιο-πλένομαι, ντύσιμο, έλεγχος ούρησης και αφόδευσης, σήκωμα από και προς τουαλέτα) και ο δεύτερος παράγοντας την κινητικότητα (βάδιση, μεταφορές από αναπηρικό αμαξίδιο στο κρεβάτι, ανέβασμα και κατέβασμα σκαλιών). Η βαθμολογία της Κλίμακας είναι

από 0 (πλήρη εξάρτηση) έως 100 (πλήρη ανεξαρτησία). Συγκεκριμένα, η βαθμολογία της Κλίμακας είναι η εξής:

- Καμία ανικανότητα (Βαθμολογία >90)
- Μέτρια ανικανότητα (Βαθμολογία 55–90)
- Σοβαρή ανικανότητα (Βαθμολογία <55).

Δοκιμασία «Φυσικής Ικανότητας στη ΜΕΘ» (Physical Function in ICU Test, PFIT) (level of evidence 2c)

Η δοκιμασία αυτή απευθύνεται σε ασθενείς της ΜΕΘ, εξετάζοντας την έναρξη της μετακίνησης τους από το κρεβάτι έως την καρέκλα, με ή χωρίς υποστήριξη. Αυτή η δοκιμασία περιλαμβάνει την εκτέλεση των παρακάτω δραστηριοτήτων:

1. Έγερση από καθιστή θέση με βοήθεια που καταγράφεται από 0-3 άτομα.
2. Επιτόπιο βάδισμα (όσο περισσότερο) και καταγράφεται ο χρόνος σε δευτερόλεπτα, το σύνολο των βημάτων και τα βήματα ανά λεπτό.
3. Αμφοτερόπλευρη κάμψη των ώμων όσο γίνεται περισσότερο. Η καταμέτρηση σταματά όταν οι κάμψεις γίνονται μικρότερες από 90° ή ο χρόνος μεταξύ των κάμψεων διαρκεί περισσότερο από 2 δευτερόλεπτα. Καταγράφεται ο χρόνος σε δευτερόλεπτα, οι επαναλήψεις και ο ρυθμός.
4. Έλεγχος μυϊκής ισχύος για την έκταση του γόνατος και την κάμψη του ώμου. Ο βαθμός προκύπτει από το άθροισμα των παραπάνω τεσσάρων σημείων βαθμολογημένων με 3 στο άριστα και 0 στο αδύνατο.

Η βαθμολογία της Κλίμακας αυτής είναι 12 βαθμοί και αποκλείονται ασθενείς με $FiO_2 > 0.6$, $PEEP > 8 \text{ cmH}_2\text{O}$, σύνδρομο που προκαλεί μόνιμη αδυναμία (ΑΕΕ ή κάκωση ΝΜ) και ασταθή κατάγματα. Εξετάζοντας τον απόλυτο αριθμό επανάληψης της χρήσης των λειτουργικών κλιμάκων στη βιβλιογραφία, καταλήγουμε, ότι η συχνότερη κλίμακα είναι η MRC και ακολουθούν οι FIM, Barthel Index και η PFIT ως εξειδικευμένη κλίμακα στο χώρο της ΜΕΘ.

ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

Κινησιοθεραπεία – κινητοποίηση

- Κινησιοθεραπεία μετά τη σταθεροποίηση της αιμοδυναμικής και αναπνευστικής κατάστασης (level of evidence C).
- Πρώιμη κινητοποίηση μετά τη σταθεροποίηση του ασθενούς σχετικά με τα ζωτικά σημεία είναι εφικτή και ασφαλής (level of evidence B)²⁹⁻³¹.
- Η πρώιμη κινητοποίηση συμβάλλει στη μείωση του

χρόνου παραμονής στον μηχανικό αερισμό και στο χρόνο νοσηλείας στη ΜΕΘ, στη βελτίωση του επιπέδου λειτουργικότητας, στον περιορισμό του «delirium», στην ενίσχυση του πνευμονικού αερισμού, την κεντρική και την περιφερική αιμάτωση, την κυκλοφορία, τον κυτταρικό μεταβολισμό, το μεταβολισμό των μυών, και μειώνει τη φλεβική στάση και την εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση (level of evidence B)²⁹⁻³⁰.

- Η σωστή τοποθέτηση, οι νάρθηκες, η παθητική κινητοποίηση και οι διατάσεις των μυών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της κινητικότητας των αρθρώσεων και του μήκους των σκελετικών μυών σε ασθενείς που δεν μπορούν να κινηθούν ενεργητικά (level of evidence C).
- Ο Ηλεκτρικός Νευρομυϊκός Ερεθισμός (HNME) χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της μυϊκής μάζας, την πρόληψη της μυϊκής αδυναμίας της ΜΕΘ (ICU-AW) και δεν είναι απαραίτητη η συνεργασία του ασθενούς (level of evidence C)³²⁻³⁴.
- Οι φυσικοθεραπευτές είναι αυτοί που σχεδιάζουν το πρόγραμμα κινητοποίησης και συνταγογραφούν την άσκηση (level of evidence C)
- Τεχνικές, όπως η τοποθέτηση ή οι παθητικές μεταφορές του ασθενούς στην καρέκλα, θα πρέπει να γίνονται με τη βοήθεια του νοσηλευτικού προσωπικού (level of evidence D).
- Προϋποθέσεις κινητοποίησης (Πίνακας 2)³⁵. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υπάρχει υψηλός βαθμός τεκμηρίωσης (level of evidence A) όταν η διαδικασία της κινητοποίησης πρέπει να διακόπτεται ή να τροποποιείται στις παρακάτω περιπτώσεις^{24,36-38}.
 - Πτώση του κορεσμού ($SpO_2 < 88\%$), η οποία επιμένει παρά την αύξηση του FiO_2 .
 - Σημαντική αύξηση του έργου της αναπνοής/χρήση επικουρικών μυών/ασυνέργια με τον αναπνευστήρα/μη ασφαλής αεραγωγός.
 - Αιμοδυναμική αποσταθεροποίηση.
 1. Μείωση αρτηριακής πίεσης
 2. Αλλαγές στο ηλεκτροκαρδιογράφημα και το ρυθμό
 3. Προκάρδιο άλγος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Προϋποθέσεις κινητοποίησης

Σφύξεις	40 < ΚΣ < 120
Αρτηριακή πίεση	65 < ΜΑΠ < 110
Ρυθμός αναπνοών	5 < ΑΣ < 35
Κορεσμός οξυγόνου	$SpO_2 > 88\%$
Μηχανικός αερισμός	$FiO_2 > 0.6$, $PEEP < 10$
ΚΝΣ	GCS < 7-9, -3 < RASS < 2

- Αριθμός σφύξεων > της μέγιστης τιμής ανάλογη της ηλικίας.
- Αύξηση αναπνοών >20 από αυτές της ηρεμίας.
- Αναφερόμενη κόπωση ή έντονος πόνος ή επιθυμία διακοπής από τον ασθενή.

Τέλος, οι Zanni και Needham²⁴ αναφέρουν ότι η κινητοποίηση αποτελεί αντένδειξη όταν επικρατούν οι παρακάτω συνθήκες:

- Φαρμακευτική αγωγή με νευρομυϊκούς αποκλειστές.
- Μεγάλες δόσεις αγγειοσυσπαστικών/ινοτρόπων.
- Έμφραγμα μυοκαρδίου στις τελευταίες 24 ώρες.
- Μη ελεγχόμενες αρρυθμίες.
- Πνευμονική εμβολή.
- Υψηλή ενδοκράνια πίεση.
- Ασταθής Σπονδυλική Στήλη – Κατάγματα λεκάνης.
- Επιληπτικές κρίσεις.
- Διαδικασία αιμοκάθαρσης/μετάγγισης.
- Απουσία εξοπλισμού μόνιτορ.
- Μη συνεργάσιμος ασθενής.

Αναπνευστική Φυσικοθεραπεία

Οι στόχοι της φυσικοθεραπείας στην αναπνευστική δυσλειτουργία είναι η βελτίωση της συνολικής ή/και περιφερειακής οξυγόνωσης των πνευμόνων, η μείωση της αντίστασης των αεραγωγών, του έργου της αναπνοής και η απομάκρυνση των εκκρίσεων από την αναπνευστική οδό.

- Η τοποθέτηση του σώματος και η κινητοποίηση είναι θεραπευτικές τεχνικές που μπορούν να αυξήσουν την οξυγόνωση μέσω της βελτίωσης της σχέσης αερισμού – αιμάτωσης. (level of evidence B)^{18,19,39,40}.
- Στην πρηνή θέση ↑ PaO₂ σε ασθενείς με ARDS⁴¹.
- Αύξηση της % λύσης της οξείας ατελεκτασίας με συχνή αλλαγή θέσης κάθε 1-2 ώρες και την εφαρμογή της δια χειρός (Manual Hyperinflation, MHI) ή της μηχανικής έκπτυξης μέσω του αναπνευστήρα (Ventilator HyperInflation, VHI) (level of evidence B).
- Τεχνική της VHI ή της MHI και η ενδοτραχειακή αναρρόφηση ενδείκνυται για την απομάκρυνση των εκκρίσεων (level of evidence B). Οι στόχοι της MHI είναι η πρόληψη ατελεκτασιών, η έκπτυξη των κλειστών βρογχολίων, η βελτίωση της οξυγόνωσης, η βελτίωση της ενδοτικότητα του πνεύμονα και η διευκόλυνση της κινητοποίησης των εκκρίσεων προς τους κεντρικούς αεραγωγούς.
- Η VHI υπερτερεί του MHI, ελέγχοντας τα όρια πιέσεων και όγκων αέρα στους πνεύμονες (level of evidence B).
- Η MHI πρέπει να χρησιμοποιείται πολύ προσεκτικά για τον κίνδυνο βαροτραύματος (level of evidence B).
- Θέση του σώματος ασθενούς συμβάλλει στη βελτίω-

ση της αναπνευστικής αντλίας & της μηχανικής των αναπνευστικών μυών (level of evidence C).

- Θέση ασθενούς-πλήξεις/δονήσεις-κινητοποίηση ενίσχυση της τραχειοβρογχικής κάθαρσης (level of evidence C).
- Σε αδυναμία των αναπνευστικών μυών και αποτυχία απογαλακτισμού από τον μηχανικό αερισμό ακολουθείται πρόγραμμα αναπνευστικής γυμναστικής για ↑PI_{max}, ↑PE_{max} (level of evidence B).
- Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός (MEMA) (level of evidence A) ως:
 - μέσου επιστράτευσης των κυψελίδων «Recruitment»⁴²⁻⁴³
 - προληπτικού μέσου αποφυγής ατελεκτασίας ή διασωλήνωσης^{21,23,44,45}
 - μέσου διόρθωσης της υποξαιμίας, της υποκαπνίας ή μεικτής διαταραχής των αερίων αίματος^{21,23,43,46}
 - μέσου υποβοήθησης των αναπνευστικών μυών^{46,47}
 - μέσου υποβοήθησης του βήχα^{46,48-53}.

Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια αποδέσμευσης από το μηχανικό αερισμό^{18,19,39,40}:

1° στάδιο: Άρση της αιτίας για μηχανικό αερισμό οδηγεί στην υποψία για αυτόματη αναπνοή.

2° στάδιο: Καθημερινή αξιολόγηση ασθενούς και τεστ ετοιμότητας (κλινική εκτίμηση - αντικειμενικές μετρήσεις).

Στην κλινική εκτίμηση:

1. Επαρκής βήχας
2. Απουσία υπερβολικών εκκρίσεων
3. Λύση της οξείας φάσης

Στις αντικειμενικές μετρήσεις:

1. Αιμοδυναμικό προφίλ με μικρή ποσότητα ινοτρόπων/αγγειοσυσπαστικών
2. HR <140, 65<MBP <110mmHg
3. SaO₂ >90%, FiO₂ <0.5, PEEP <7, PO₂ >60mmHg
4. RR <35, VT >5ml/kg, MIP <-25cmH₂O
5. 7.35 ≤ PH ≤7.45
6. Σταθερό μεταβολικό προφίλ
7. Θερμοκρασία <38.5°C
8. GCS ≥8.

3° στάδιο: Δοκιμασία αυτόματης αναπνοής (SBT) οδηγεί στη δοκιμασία «T-piece» (T-piece Trial) (30 – 120 min)

- Πρωτόκολλα για την αποδέσμευση από τον αναπνευστήρα με σχολαστική εφαρμογή από το φυσικοθεραπευτή (level of evidence A)
- Τα πρωτόκολλα αποδέσμευσης είναι αποτελεσματικότερα στην οξεία – υποξεία κατάσταση.
- Τα πρωτόκολλα αποδέσμευσης στο «παρατεταμένο weaning» η ετερογένεια των ασθενών και η πολυπλοκό-

- τητα της βαριάς νόσου περιορίζει τη διαγνωστική τους αξία, προτρέποντας στην εξατομικευμένη προσέγγιση
- Η μέγιστη εισπνευστική πίεση (Maximum Inspiration Pressure, MIP) και ο δείκτης ταχείας κι επιπόλαιης αναπνοής (RSBI) έχουν αναγνωρισθεί ως προγνωστικοί δείκτες της επιτυχίας της αποδέσμευσης από τον αναπνευστήρα (level of evidence B)
 - Μετά την αποσωλήνωση, η σωστή τοποθέτηση του ασθενούς και οι τεχνικές υποβοήθησης βήχα θα πρέπει να θεωρούνται απαραίτητες (level of evidence C)
 - Σε αδυναμία των αναπνευστικών μυών και αποτυχία αποδέσμευσης από τον μηχανικό αερισμό ακολουθείται πρόγραμμα αναπνευστικής γυμναστικής για $\uparrow P_{I\max}$, $\uparrow P_{E\max}$ (level of evidence B)
 - Ο MEMA χρησιμοποιείται στα πλαίσια της στρατηγικής της αποδέσμευσης από το μηχανικό αερισμό (level of evidence A)
 - Ο MEMA αποτελεί θεραπεία 1^{ης} εκλογής σε παρόξυνση ΧΑΠ & καρδιογενές ΟΠΟ (level of evidence A)
 - Σε αποτυχία αποδέσμευσης από το μηχανικό αερισμό (difficult or prolonged weaning) ακολουθείται πρόγραμμα αναπνευστικής γυμναστικής $\uparrow P_{I\max}$, $\uparrow P_{E\max}$ (level of evidence B) και εντατικό πρόγραμμα κινησιοθεραπείας και κινητοποίησης με όλα τα δυνατά μέσα όπως ΗΝΜΕ, ενεργοπαθητικό ποδήλατο, ορθοστάτης «TiltTable» (level of evidence B)^{39, 54-57}.

Άσκηση αναπνευστικών μυών

Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης αυξάνει τη δύναμη των εισπνευστικών μυών, αυξάνει τη MIP, αλλά δεν είναι απόλυτα ξεκάθαρο ότι εξασφαλίζεται η επιτυχία της αποδέσμευσης από το MA^{54,58,59}.

Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης των εισπνευστικών μυών αυξάνει τη μυϊκή τους ισχύ, βελτιώνει την αναπνευστική λειτουργία και ευνοεί την αποδέσμευση από το MA στους ασθενείς της ΜΕΘ⁵⁴.

- Η συσκευή εισπνευστικού εξασκητή με ουδό πίεσης, ο οποίος δεν εξαρτάται από τη ροή και προσφέρει σταθερή πίεση (threshold device), είναι αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο.

Πρόληψη - Αντιμετώπιση κατακλίσεων

Τα νεότερα επιστημονικά δεδομένα πειραματικών μελετών δείχνουν ότι οι φυσικοθεραπευτικές τεχνικές πιθανά συμβάλλουν τόσο στην πρόληψη όσο και στην ταχύτερη επούλωσή τους. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Παροχής Συμβουλών για κατακλίσεις (European Pressure Ulcer Advisory Panel) συνιστάται:

- Αλλαγή θέσεων κάθε 2 ώρες χωρίς τριβή του σώματος του ασθενούς (level of evidence A).
- Σε ασθενείς με αιμοδυναμική αστάθεια να εφαρμόζονται μικρού εύρους συχνές μετατοπίσεις για να διασφαλίζεται η οξυγόνωση του δέρματος μέσω της αποφυγής της πίεσης (level of evidence A).
- Πρώιμη κινητοποίηση - Παθητική ορθοστάτιση (level of evidence B).
- Ο ΗΝΜΕ συμβάλλει στην επιτάχυνση της επούλωσης κατακλίσεων 3^{ου} και 4^{ου} σταδίου σε συνδυασμό με τη συνήθη περιποίηση του έλκους^{60,61} (level of evidence A)
- Η εφαρμογή χαμηλής συχνότητας υπερήχων, σε συνδυασμό με τη συνήθη περιποίηση της πληγής, συμβάλλουν στην επιτάχυνση της επούλωσης κατακλίσεων 2^{ου} έως 4^{ου} σταδίου⁶² (level of evidence C).
- Η υψηλής συχνότητας υπέρηχοι έχουν σημαντική μικροβιοκτόνο δράση⁶² (level of evidence C).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ασθενείς κατά την έξοδο τους από τη ΜΕΘ κατέχονται για μακρό χρονικό διάστημα από επιπλοκές, όπως αναπνευστική και νευρομυϊκή αδυναμία, ψυχολογικές διαταραχές, γνωστικά ελλείμματα, μείωση της λειτουργικής ικανότητας και μειωμένη ποιότητα ζωής. Η παρατεταμένη και μακροχρόνια ακινητοποίηση δημιουργεί δυσμενείς συνέπειες στον ασθενή κατά τη διάρκεια της νοσηλείας του και επιπλέον σχετίζεται με τις προαναφερόμενες επιπλοκές. Λύση αποτελεί η στρατηγική της γρήγορης και καθημερινής διακοπής της καταστολής σε συνδυασμό με την πρώιμη κινητοποίηση και το γρήγορο απογαλακτισμό από τον μηχανικό αερισμό, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση του χρόνου παραμονής στον αναπνευστήρα και νοσηλείας στη ΜΕΘ, τη μείωση του χρόνου νοσηλείας στο νοσοκομείο, τον περιορισμό του «delirium», τη βελτίωση λειτουργικότητας του ασθενούς και τέλος στην ποιότητα ζωής. Απαραίτητη προϋπόθεση ο προσεκτικός καθημερινός σχεδιασμός του ημερήσιου προγράμματος, η προσεκτική παρακολούθηση των ασθενών (daily screening), για την ύπαρξη των κριτηρίων, ώστε να προχωρήσει η θεραπευτική διαδικασία με ασφάλεια. Επίσης, η εκπαίδευση, η κατάρτιση, η τεχνογνωσία και η συνεργασία των μελών όλης της θεραπευτικής ομάδας που εμπλέκονται στη φροντίδα του ασθενούς της ΜΕΘ είναι απαραίτητη. Η επιστημονική τεκμηρίωση παράσχει τις πιο ενδεδειγμένες και αποτελεσματικές φυσικοθεραπευτικές τεχνικές για τη γρήγορη αποκατάσταση των βαρέως πασχόντων ασθενών, καθιστώντας, τη φυσιοθεραπεία αναγκαία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ciesla ND. Physical therapy for patients in the ICU. *Phys Ther* 1996; 76:609-25.
2. Denehy L, Berney S. Physiotherapy in the ICU. *Phys Therapy Reviews* 2006; 11:49-56.
3. Needham ND. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. *J Am Medical Association* 2008; 300:1685-90.
4. Dittmer DK, Teasell R. Complications of immobilization and bed rest. Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications. *Can Fam Physician* 1993;39:1428-32, 1435-7.
5. Dittmer DK, Teasell R. Complications of immobilization and bed rest. Part 2: Other complications. *Can Fam Physician* 1993; 39:1440-2, 1445-6.
6. Powers J, Bennett SJ. Measurement of dyspnea in patients treated with mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 1999;8:285-7.
7. Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator – induced diaphragmatic dysfunction. *Current Opinion in Critical Care* 2010; 16:19-25.
8. Levine S, Nguyen T, Taylor N, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 2008;358:1327e35.
9. Davydow DS, Desai SV, Needham DM, Bienvenu OJ. Psychiatric morbidity in survivors of the acute respiratory distress syndrome: a systematic review. *Psychosom Med* 2008; 70:512-9.
10. Timmers TK, Verhofstad MH, Moons KG, van Beeck EF, Leenen LP. Long-term quality of life after surgical intensive care admission. *Arch Surg* 2011; 146:412-8.
11. Iwashyna TJ, Ely EW, Smith DM, Langa KM. Long-term cognitive impairment and functional disability among survivors of severe sepsis. *JAMA* 2010;304:1787-94.
12. Bolton CF. Neuromuscular manifestations of critical illness. *Muscle Nerve* 2005; 32:140-63.
13. Nanas S, Kritikos K, Angelopoulos E, et al. Predisposing factors for critical illness polyneuromyopathy in a multidisciplinary intensive care unit. *Acta Neurol Scand* 2008; 118:175-81.
14. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, et al. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA* 2002; 288:2859-67.
15. Schmutzhard E, Pfausler B. It's not only biochemistry: a possible pathogenetic role of immobilization/immobility in critical illness polyneuromyopathy. *Crit Care Med* 2008; 36:1021-2.
16. Schweickert WD, Hall J ICU-acquired weakness. *Chest* 2007; 131:1541-9.
17. Druschky A, Herkert M, Radespiel-Troger M, et al. Critical illness polyneuromyopathy: clinical findings and cell culture assay of neurotoxicity assessed by a prospective study. *Intensive Care Med* 2001; 27:686-93.
18. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 2008;34:1188-99.
19. Gosselink R, Clerckx B, Robbeets C, Vanhullebusch T, Vanpee G, Segers J. Physiotherapy in the Intensive Care Unit. Netherlands *J Critical Care* 2011; 15:66-75.
20. Holland A, Denehy L, Ntoumenopoulos G, Naughton M, Wilson J. Non-invasive ventilation assists chest physiotherapy in adults with acute exacerbations of cystic fibrosis. *Thorax* 2003; 58:880-4.
21. Jaber S, Michelet P, Chanques G. Role of non-invasive ventilation (NIV) in the perioperative period. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 2010; 24:253-65.
22. Lapinsky S, Aubin M, Mehta S, Boiteau P, Slutsky A. Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure. *Intensive Care Med* 1999; 25:1297-301.
23. Perrin C, Jullien V, Vénissac N, et al. Prophylactic use of non-invasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Resp Medicine* 2007; 101:1572-8.
24. Zanni JM, Needham DM. *PT in Motion*, 2010; pp 22-28.
25. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med* 2007; 35:2007e15.
26. Ali AN, O'Brien MJ, Hoffman PS, et al. Acquired weakness, handgrip strength and mortality in critically ill patients. *Am J Resp Crit Care Med* 2008; 178:261-8.
27. Tzani G, Vasileiadis I, Zervakis D, et al. Maximum inspiratory pressure, a surrogate parameter for the assessment of ICU-acquired weakness. *BMC Anesthesiology* 2011; 11:14.
28. Evans J, Whitelaw W. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory Care* 2009; 54:1348-60.
29. Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: A systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J* 2012; 23:5-13.
30. 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; 41:1543-54.
31. Berney S, Denehy L. The effect of physiotherapy treatment on oxygen consumption and haemodynamics in patients who are critically ill. *Australian J Phys* 2003; 49:99-105.
32. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care* 2009; 13:R161.
33. Routsis C, Gerovasili V, Vasileiadis I, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Crit Care* 2010; 14:70-4.
34. Meesen RL, Dendale P, Cuyppers K, et al. Neuromuscular electrical stimulation as a possible means to prevent muscle tissue wasting in artificially ventilated and sedated patients in the intensive care unit: A pilot study. *Neuromodulation* 2010;13:315-20.
35. Morris PE, Goad A, Thompson C, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2008; 36:2238-43.
36. Nydahl P, Ruhl AP, Bartoszek G, et al. Early mobilization of mechanically ventilated patients: a 1-day point-prevalence study in Germany. *Crit Care Med* 2014; 42:1178-86.
37. Perme C, Nalty T, Winkelmann C, Kenji Nawa R, Masud F. Safety and efficacy of mobility interventions in patients with femoral catheters in the ICU: A prospective observational study. *Cardiopulm Phys Ther J* 2013; 24:12-7.
38. Stiller K, Phillips AC, Lambert P. The safety of mobilization and its effect on haemodynamic and respiratory status of intensive

- care patients. *Physiotherapy Theory Practice* 2004; 20:175-85.
39. Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation. *ERJ* 2007; 29:1033-56.
40. Clini E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respiratory Med* 2005; 99:1096-104.
41. Nakos G, Batistatou A, Galiatsou E, et al. Lung and 'end organ' injury due to mechanical ventilation in animals: comparison between the prone and supine positions. *Crit Care* 2006; 10:R38.
42. Futier E, Constantin J-M, Pelosi P, et al. Noninvasive ventilation and alveolar recruitment maneuver improve respiratory function during and after intubation of morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2011; 114:1354-63.
43. Lapinsky S, Aubin M, Mehta S, Boiteau P, Slutsky A. Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure. *Int Care Medicine* 1999; 25:1297-301.
44. Jolliet P, Abajo B, Pasquina P, Chevolet J-C. Non-invasive pressure support ventilation in severe community-acquired pneumonia. *Int Care Medicine* 2001; 27:812-21.
45. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthes Scand* 2000; 44:75-81.
46. Holland A, Denehy L, Ntoumenopoulos G, Naughton M, Wilson J. Non-invasive ventilation assists chest physiotherapy in adults with acute exacerbations of cystic fibrosis. *Thorax* 2003; 58:880-4.
47. Bourke SC, Tomlinson M, Williams TL, Bullock RE, Shaw PJ, Gibson GJ. Effects of non-invasive ventilation on survival and quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a randomized controlled trial. *Lancet Neurology* 2006; 5:140-7.
48. Bach JR. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. *Chest* 1993; 104:1553-62.
49. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol A, Polkey M, Simonds A. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *ERJ* 2003; 21:502-8.
50. Fauroux B, Guillemot N, Aubertin G, et al. Physiologic benefits of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuro-muscular diseases. *Chest* 2008; 133:161-8.
51. Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respiratory Care* 2007; 52:1296-307.
52. Sancho J, Servera E, Díaz J, Marin J. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in medically stable patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Chest* 2004; 125:1400-5.
53. Vianello A, Corrado A, Arcaro G, et al. Mechanical insufflation-exsufflation improves outcomes for neuromuscular disease patients with respiratory tract infections. *American J Physical Med & Rehabil* 2005; 84:83-8.
54. Cader SA, Vale RG, Castro JC, et al. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: A randomized trial. *J Phys* 2010; 56:171-7.
55. Moodie LH, Reeve JC, Vermeulen N, Elkins MR. Inspiratory muscle training to facilitate weaning from mechanical ventilation protocol for a systematic review. *BMC* 2011; Research Notes 4:283.
56. Stiller K. Safety issues that should be considered when mobilizing critically ill patients. *Crit Care Clin* 2007; 23:35-53.
57. Vitacca M, Paneroni M, Bianchi L, et al. Maximal inspiratory and expiratory pressure measurement in tracheotomised patients. *ERJ* 2006; 27:343-9.
58. Caruso P, Denari S, Ruiz SA, Demarzo SE, Deheinzeln D. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics* 2005; 60:479-84.
59. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care* 2011; 15:R84.
60. Regan MA, Teasell RW, Wolfe DL, Keast D, Mortenson WB, Aubut JA. A systematic review of therapeutic interventions for pressure ulcers after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90:213-31.
61. Houghton PE, Campbell KE, Fraser CH, et al. Electrical stimulation therapy increases rate of healing of pressure ulcers in community-dwelling people with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehab* 2010; 91:669-78.
62. Flemming K, Cullum N. Therapeutic ultrasound for pressure sores. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; 4.