



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΒΑΡΕΩΣ ΠΑΣΧΟΝΤΑ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Η συμβολή του μη επεμβατικού αερισμού για τον  
απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα,  
μια βιβλιογραφική ανασκόπηση»**

**Όνομα Φοιτήτριας: Αικατερίνη Χρηστίδου**

**A.M.: M150622015**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Μακρής Δημοσθένης, Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας... Επιβλέπων Καθηγητής

Τσολάκη Βασιλική, Επιμελήτρια ΕΣΥ, PhD, Διδάσκουσα ΠΜΣ Π.Δ.407 ... Μέλος  
Τριμελούς Επιτροπής

Ζακυνθινός Επαμεινώνδας, Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας... Μέλος Τριμελούς  
Επιτροπής

**Λάρισα, 27/ 05/ 2024**

## Περιεχόμενα

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Συντομογραφίες .....                                                                                                                        | 3  |
| Περίληψη.....                                                                                                                               | 5  |
| Abstract .....                                                                                                                              | 6  |
| Εισαγωγή.....                                                                                                                               | 7  |
| Εικόνα 1. Μη επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός.....                                                                                            | 8  |
| Εικόνα2. Μηχανικός Αερισμός.....                                                                                                            | 9  |
| Σκοπός.....                                                                                                                                 | 11 |
| Μέθοδος.....                                                                                                                                | 11 |
| Γενικό μέρος.....                                                                                                                           | 12 |
| Κεφάλαιο 1° .....                                                                                                                           | 12 |
| 1. Αναπνευστικό Σύστημα .....                                                                                                               | 12 |
| Εικόνα 3. Ανταλλαγή αερίων του αίματος.....                                                                                                 | 12 |
| Εικόνα 4. Αναπνευστικό Σύστημα.....                                                                                                         | 13 |
| 1.1. Η Αναπνευστική Λειτουργία.....                                                                                                         | 14 |
| 1.2. Η σημασία του Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού στην αναπνευστική λειτουργία                                                              | 16 |
| Σχήμα 1. Εφαρμογή μηχανικού αερισμού .....                                                                                                  | 17 |
| 1.3. Ανάγκη αξιοποίησης Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού.....                                                                                 | 18 |
| Κεφάλαιο 2° .....                                                                                                                           | 20 |
| 2. Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός.....                                                                                                   | 20 |
| 2.1. Ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού .....                                                            | 22 |
| Εικόνα 5. Είδη αναπνευστήρων .....                                                                                                          | 24 |
| 2.2. Ο μηχανισμός δράσης του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού.....                                                                         | 25 |
| 2.3. Ζητήματα πρακτικής σημασίας για την εφαρμογή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού.....                                                | 26 |
| 2.4. Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Αναπνευστικής Εταιρείας για τη χρήση του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού από τους επαγγελματίες υγείας..... | 30 |
| 2.5. Είδη συσκευών αναπνευστήρων θετικής πίεσης.....                                                                                        | 32 |
| 2.6. Η συμβολή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία μετά τον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα.....               | 35 |
| Κεφάλαιο 3° .....                                                                                                                           | 38 |
| 3.1. Ασθενείς που είναι υποψήφιοι για μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό.....                                                                   | 38 |
| 3.2. Εξαρτήματα Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού:.....                                                                                     | 38 |

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 6. Εξαρτήματα Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού .....                                                                                             | 39 |
| 3.3. Κριτήρια αναγνωσιμότητας για αποδέσμευση από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό.....                                                                   | 40 |
| Πίνακας 1. Παρουσίαση κριτηρίων για αναγνώριση των ασθενών που είναι υποψήφιοι για δοκιμασία αυτόματης αναπνοής.....                                     | 40 |
| 3.4. Εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην αντιμετώπιση διάφορων δύσκολων καταστάσεων που σχετίζονται με την αναπνευστική λειτουργία ..... | 41 |
| 3.5. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα αξιοποίησης του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού.....                                                              | 44 |
| 3.6. Η συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην ποιότητα ζωής των ατόμων που απογαλακίζονται από τον αναπνευστήρα.....                         | 47 |
| 3.7. Η μακροχρόνια εφαρμογή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού και η αποτελεσματικότητα αυτού στις αναπνευστικές παθήσεις .....                       | 49 |
| 3.7.1.Στρατηγικές αποτελεσματικού ελέγχου στο μακροχρόνιο Μ.Ε.Μ.Α.....                                                                                   | 50 |
| Συμπεράσματα .....                                                                                                                                       | 52 |
| Βιβλιογραφικές Παραπομπές .....                                                                                                                          | 53 |

## Συντομογραφίες

### Ελληνική Ορολογία

ΜΑΦ: Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας

ΜΕΘ: Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

ΜΕΜΑ: Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός

ΧΑΠ: Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια

ΧΑΑ: Χρόνια Αναπνευστική Ανεπάρκεια

Σύνδρομο Επιπολασμού του Αναπνευστικού (ARDS)

Μονάδες Αυξημένης Φροντίδας (ΜΑΦ)

### **Διεθνής Ορολογία**

AVAPS: Average Volume-Assured Pressure Support (Αναπνευστήρας πίεσης με προκαθορισμένο όγκο)

BiPAP: Believe Positive Airway Pressure (Θετική Πίεση στους αεραγωγούς δύο επιπέδων)

CO<sub>2</sub>: Carbon Dioxide (διοξείδιο του άνθρακα)

CPAP: Continuous Positive Airway Pressure (Συνεχής θετική πίεση των αεραγωγών)

ERS: European Respiratory Society (Ευρωπαϊκή Αναπνευστική Εταιρεία)

EPAP: Expiratory Positive Airway Pressure (Εκπνευστική θετική πίεση στους αεραγωγούς)

FRC: Functional Residual Capacity (Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα)

PaCO<sub>2</sub>: Πίεση του διοξειδίου του άνθρακα

PAV: Proportional Assist Ventilation (Αναλογικός βοηθητικός αερισμός)

PEEP: Positive End Expiratory Pressure (Θετική τελοεκπνευστική πίεση αεραγωγών)

REM: Rapid Eye Movement (Φάση ύπνου ταχέων οφθαλμικών κινήσεων)

## Περίληψη

Ο απογαλακτισμός από τον αναπνευστήρα, αναφέρεται στη διαδικασία αποσύνδεσης ασθενών από μηχανική υποστήριξη της αναπνευστικής λειτουργίας. Τα τελευταία χρόνια, ο Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός, έχει γίνει προτιμώμενη επιλογή για την αντιμετώπιση σοβαρών αναπνευστικών προβλημάτων. Τα στοιχεία που υποστηρίζουν την ευεργετική επίδραση του σε ασθενείς με αναπνευστική δυσλειτουργία, εξαιτίας καταστάσεων, όπως ο παροξυσμός χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας, ή ο απογαλακτισμός από τον αναπνευστήρα, είναι πολύ ισχυρά. Αυτά τα στοιχεία υποστηρίζουν όχι μόνο τη βελτίωση της κατάστασης των ασθενών αλλά και τη μείωση του συνολικού κόστους νοσηλείας τους. Δεδομένων αυτών, η εφαρμογή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού, αποτελεί μια πρόκληση για τους επαγγελματίες υγείας, ιδιαίτερα τη διεπιστημονική ομάδα εντατικής θεραπείας.

Σκοπός της παρούσας ανασκοπικής εργασίας είναι να διερευνηθεί κατά πόσο η συμβολή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού συμβάλει στον απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα. Για την επίτευξη αυτού, προβήκαμε σε ανάλυση της βιβλιογραφίας μέσω συστηματικής αναζήτησης στη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία κατά την τελευταία πενταετία. Αξιοποιήθηκαν δημοσιευμένα άρθρα και μελέτες στις επιστημονικές βάσεις δεδομένων: PubMed, Scopus, Google Scholar, Medicine και Science Direct, χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και τη μελέτη των άρθρων που διεξήγαμε οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα ότι η συμβολή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού είναι μείζονος σημασίας για τον απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα. Σήμερα, υπάρχουν καινοτόμες συσκευές που μπορούν να συλλέγουν μεγάλο όγκο δεδομένων, παρέχοντας τη δυνατότητα στους επαγγελματίες υγείας να αναλύουν πληροφορίες και να υιοθετήσουν διορθωτικές στρατηγικές, προς όφελος του ασθενή.

**Λέξεις κλειδιά:** αναπνευστήρας, μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός, απογαλακτισμός αναπνευστήρα, ασθενείς,

## Abstract

Ventilator weaning refers to the process of disconnecting patients from mechanical respiratory support. In recent years, Non-Invasive Mechanical Ventilation has become a preferred option for treating severe respiratory problems. The evidence supporting its beneficial effect in patients with respiratory dysfunction, due to conditions such as chronic respiratory failure paroxysm, or ventilator weaning, is very strong. These data support not only the improvement of the patient's condition but also the reduction of the total cost of their hospitalization. Given these, the application of Non-Invasive Mechanical Ventilation is a challenge for health professionals, especially the multidisciplinary intensive care team.

The purpose of this review is to investigate whether the contribution of Non-Invasive Mechanical Ventilation contributes to the weaning of patients from the ventilator. To achieve this, we conducted a literature review through a systematic search of the international and domestic literature over the past five years. Published articles and studies in the scientific databases: PubMed, Scopus, Google Scholar, Medicine and Science Direct, using key words. From the review of the literature and the study of the articles we conducted we were led to the conclusion that the contribution of Non-Invasive Mechanical Ventilation is of major importance in the weaning of patients from the ventilator. Today, there are innovative devices that can collect large amounts of data, enabling healthcare professionals to analyze information and adopt corrective strategies for the benefit of the patient.

**Key words:** ventilator, non-invasive mechanical ventilation, ventilator weaning, patients,

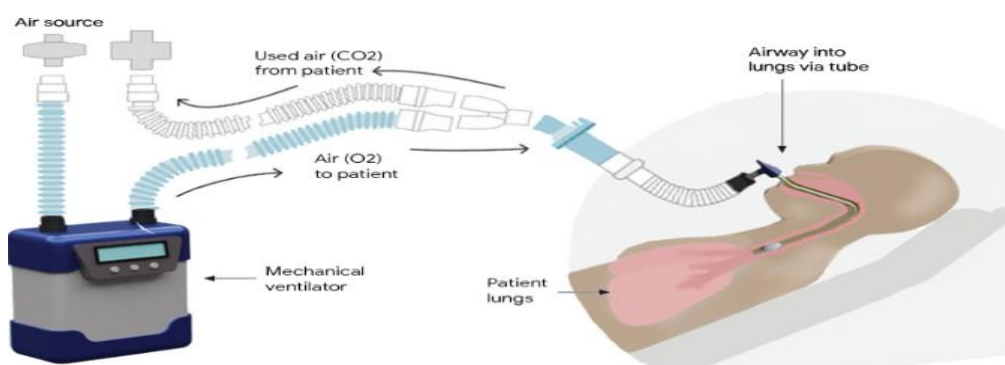
## Εισαγωγή

Ο απογαλακτισμός από τον αναπνευστήρα, αναφέρεται στη διαδικασία αποσύνδεσης ασθενών από μηχανική υποστήριξη της αναπνευστικής λειτουργίας. Κατά τη διάρκεια νοσηλείας σε μια Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ), οι ασθενείς μπορεί να χρειάζονται μηχανική υποστήριξη για την αναπνοή τους, ειδικά εάν αντιμετωπίζουν σοβαρή αναπνευστική ανεπάρκεια. Συνεπώς, ο απογαλακτισμός από τον αναπνευστήρα αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στη φροντίδα του ασθενούς, καθώς υποδεικνύει την ανάκτηση της αναπνευστικής λειτουργίας και την ικανότητα του ατόμου να αναπνέει ανεξάρτητα. Αυτή η διαδικασία πρέπει να γίνεται με προσοχή και υπό την επίβλεψη του εξειδικευμένου ιατρονοσηλευτικού προσωπικού, ενώ ενδέχεται να περιλαμβάνει τη χρήση άλλων τεχνικών μη επεμβατικού αερισμού, όπως ο μηχανικός αερισμός με τη χρήση μάσκας(1).

Σε περίπου 75% των ασθενών που λαμβάνουν μηχανικό αερισμό σε ΜΕΘ, η διαδικασία απογαλακτισμού είναι σχετικά απλή(1). Για να επιτευχθεί αυτό, είναι σημαντικό να αξιολογείται η ετοιμότητα του κάθε ασθενή για απογαλακτισμό καθημερινά, να διακόπτονται συχνά οι φαρμακευτικές υποστηρίξεις και να δοκιμάζεται η αυτόνομη αναπνοή(2). Ωστόσο, σε ορισμένους ασθενείς, ο μηχανικός αερισμός παρατείνεται για μεγαλύτερο διάστημα, ακόμα και αφού η αρχική αιτία του αερισμού έχει επιλυθεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο χρόνος που απαιτείται για τον απογαλακτισμό μπορεί να φτάσει το 50% του συνολικού χρόνου αερισμού(3). Η μακροχρόνια χρήση μηχανικής υποστήριξης αναπνοής αυξάνει τον κίνδυνο επιπλοκών όπως είναι μολυσματικές νόσους, ή πολυνευροπάθεια και η μυοπάθεια(4). Επίσης, η επιβίωση των ασθενών που υπόκειται σε μακροχρόνια χρήση μηχανικής υποστήριξης είναι συχνά χειρότερη σε σύγκριση με αυτήν των ασθενών με απλή διαδικασία απογαλακτισμού. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη η έγκαιρη αποσύνδεση από τη μηχανική υποστήριξη της αναπνευστικής λειτουργίας και η αποφυγή μακροχρόνιας χρήσης μηχανικού αερισμού (περισσότερο από >14 ημέρες), καθώς και η μετάβαση σε εξωνοσοκομειακή θεραπεία σε περίπτωση αποτυχίας του απογαλακτισμού(3). Κατανοούμε λοιπόν, ότι η χρήση του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού (MEMA), καθίσταται μείζονος σημασίας όχι μόνο στο ενδονοσοκομειακό περιβάλλον της ΜΕΘ, ή των τμημάτων επειγόντων περιστατικών, αλλά και στην κατ'οίκον φροντίδα.

Ο MEMA συχνά συμβάλλει στον απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα που φέρουν οι ασθενείς, παρέχοντας μια μη επεμβατική λύση αερισμού των αεραγωγών. Με τον όρο «Μη Επεμβατικό Μηχανικό Αερισμό», αναφερόμαστε σε μια τεχνική που παρέχει υποστήριξη στην αναπνευστική λειτουργία του ασθενούς χωρίς τη χρήση ενδοτραχειακού ή ενδοφαρυγγικού εξοπλισμού. Ιδιαίτερα, η μέθοδος του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, αποτελεί μια απλή, έξυπνη και αποτελεσματική επιλογή, που ενισχύει την αναπνευστική λειτουργία, καθώς και μια θετική προσέγγιση διαφόρων δύσκολων καταστάσεων, όπως η αντιμετώπιση της οξείας και χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας, η ομαλή διαχείριση του καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος, ή η αποδέσμευση από τον μηχανικό αερισμό κ.α.,(2). Επίσης, χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια οξέων αναπνευστικών προβλημάτων, όπως αναπνευστική ανεπάρκεια από ιούς, για παράδειγμα ο κορωνοϊός. Κάτι που το συναντήσαμε έντονα στην περίοδο της πανδημίας(5), όπου η αξιοποίηση του αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τη διαχείριση των ασθενών με Covid-19 και συνέβαλε στη μείωση του φόρτου των ΜΕΘ, καθώς και στη βελτίωση της παρεχόμενης υγειονομικής φροντίδας προς τους πολίτες. Η λειτουργία του έγκειται στη δυνατότητα του να παρέχει θετικές πιέσεις στον πνεύμονα μη επεμβατικά (βλέπε Εικόνα 1.), προσφέροντας πολλαπλά οφέλη στον ασθενή, όπως η μείωση του χρόνου νοσηλείας και η πρόληψη πιθανών επιπλοκών(4). Αυτό συμβαίνει με τη χρήση συσκευών χορήγησης οξυγόνου, όπως μάσκας ή ρινικών καθετήρων, που τοποθετούνται στο πρόσωπο του ασθενούς(4). Κατά συνέπεια, ο MEMA καθίσταται εξαιρετικά χρήσιμος σε καταστάσεις όπου ο ασθενής δεν είναι ή δεν χρειάζεται να είναι διασωληνωμένος, αλλά υπάρχει η ανάγκη για υποστήριξη της αναπνευστικής λειτουργίας.

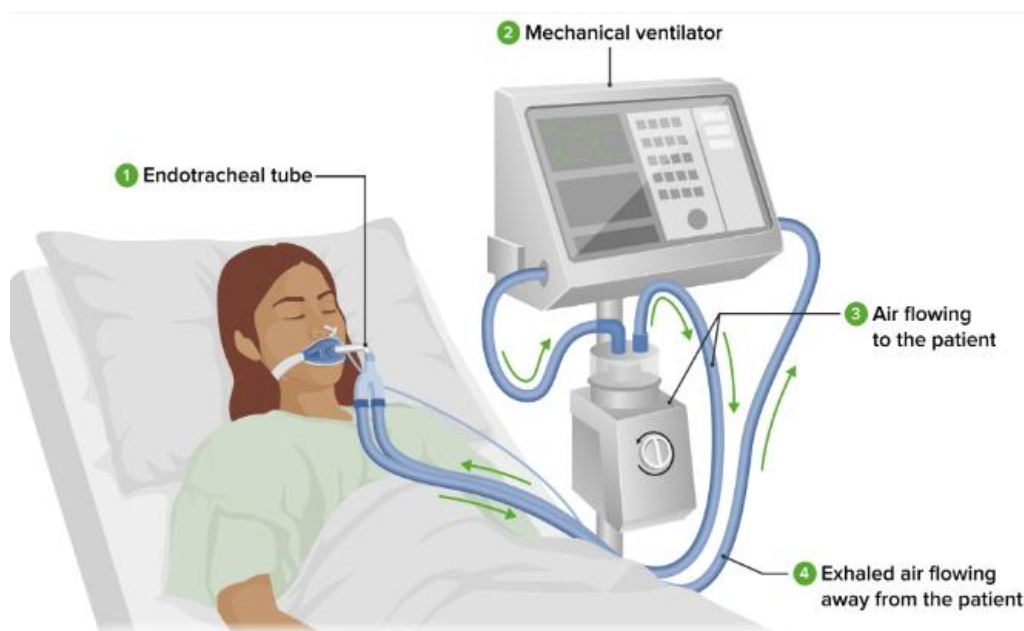
**Εικόνα 1. Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός**



Πηγή: Guia et al., 2021

Η χρήση του MEMA αντιπροσωπεύει μια σημαντική εξέλιξη στον απογαλακτισμό από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό (βλέπε Εικόνα 2). Αναφερόμενοι στον όρο «επεμβατικό μηχανικό αερισμό», εννοούμε τη χρήση μηχανικών συσκευών που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση ή την αντικατάσταση της αναπνευστικής λειτουργίας ενός ασθενούς(6). Ο κύριος στόχος χρήσης του επεμβατικού μηχανικού αερισμού, είναι η βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας, μέσω της ενίσχυσης της ανταλλαγής των αερίων, της αντιμετώπισης της υποξαιμίας, της ρύθμισης της σχέσης αερισμού-αιμάτωσης και της πρόληψης της οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας(7).

**Εικόνα2. Μηχανικός Αερισμός**



Πηγή: Guia et al., 2021

Ως εκ τούτου, η χρήση του MEMA, παρέχει μια λιγότερη επεμβατική επιλογή για την υποστήριξη της αναπνοής των ασθενών, προσφέροντας παράλληλα μια πιο φυσιολογική διαδικασία υποστήριξης της αναπνευστικής λειτουργίας. Αυτό συγκροτεί μια πρόκληση για το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό των ΜΕΘ, καθώς απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες για την αποτελεσματική χρήση αυτής της τεχνολογίας(8). Καθώς, ο αριθμός των ατόμων με πολλαπλές παθήσεις που χρειάζονται διασωλήνωση και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον απογαλακτισμό αυξάνεται, υπάρχει ανάγκη για καινοτόμες προσεγγίσεις στη διαχείρισή τους. Οι χρόνιοι ασθενείς που

εξαρτώνται από τον αναπνευστήρα αντιμετωπίζουν υψηλό κίνδυνο εμφάνισης λοιμώξεων, επιπλοκών και θνησιμότητας. Επομένως, ο απογαλακτισμός όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες πρέπει να επιδιωχθεί όσο το δυνατόν συντομότερα, με τη χρήση του MEMA να αποτελεί μια υποστηρικτική προσέγγιση που μπορεί να διευκολύνει τη μετάβαση αυτών των ασθενών(4).

Η τοποθέτηση του MEMA σε ασθενείς που αντιμετωπίζουν δυσκολίες απογαλακτισμού από παρατεταμένο επεμβατικό μηχανικό αερισμό είναι εφικτή και μπορεί να διευκολύνει τη διαδικασία εξάλειψης της μηχανικής υποστήριξης αναπνοής(9). Οι ασθενείς που ολοκληρώνουν με επιτυχία αυτή τη διαδικασία παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά επιβίωσης και εμφανίζουν ελάχιστες επιπλοκές. Σε ασθενείς όπου η απεξάρτηση από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό αποτελεί πρόκληση, η χρήση του MEMA μπορεί να διευκολύνει την πρόωρη απελευθέρωση.

Η μη επεμβατική μηχανική υποστήριξη της αναπνοής έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση ασθενών με οξεία και χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, καθώς και για ασθενείς που δεν μπορούν να αναπνεύσουν ανεξάρτητα μετά τη διασωλήνωση. Συνήθως, η χρήση του μη επεμβατικού αερισμού δεν απαιτεί καταστολή, επιτρέποντας στους ασθενείς να διατηρήσουν σημαντικές λειτουργίες, όπως η επικοινωνία και η διατροφή. Υποστηρίζεται ότι η χρήση του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού συνδέεται με σημαντική μείωση της θνησιμότητας, των αποτυχιών απογαλακτισμού, της πνευμονίας που σχετίζεται με τον αναπνευστήρα και των χρόνων νοσηλείας στη ΜΕΘ και στο νοσοκομείο, καθώς και με μείωση της συνολικής διάρκειας της μηχανικής υποστήριξης αναπνοής και της τοποθέτησης τραχειοστομίας (10). Η χρήση του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για ασθενείς με χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, αλλά δεν συνίσταται για ασθενείς με εγκατεστημένη οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια μετά τη διασωλήνωση. Ως εκ τούτου, η αξιοποίηση του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη διευκόλυνση του απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα και την αφαίρεση της τραχειοστομίας.

## Σκοπός

Ο κύριος σκοπός της παρούσας ανασκοπικής μελέτης είναι να διερευνήσει τη συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στον απογαλακτισμό του ασθενούς από τον αναπνευστήρα. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού, αναπτύξαμε τρία ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία παραθέτουμε:

1<sup>ο</sup>: *Η διερεύνηση της ασφαλούς χρήσης των μη επεμβατικών μεθόδων αερισμού σε ασθενείς που βρισκόταν υπό την στήριξη του επεμβατικού μηχανισμού και η δυνατότητα αυτών να παραμείνουν στην κλινική φροντίδα, αποφεύγοντας τη μετάβαση τους στη ΜΕΘ.*

2<sup>ο</sup>: *Η διερεύνηση της θετικής ανταπόκρισης της εφαρμογής του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην κατ'οίκον παραμονή του ασθενή.*

3<sup>ο</sup>: *Η εξέταση της ποιότητας ζωής των ασθενών μετά τον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα και τη χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού.*

## Μέθοδος

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση περιλαμβάνει συστηματική αναζήτηση στη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία της τελευταίας πενταετίας, χρησιμοποιώντας επιστημονικές βάσεις δεδομένων, όπως PubMed, Scopus, Google Scholar, Medicine και Science Direct. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν αυτόνομα ή συνδυαστικά περιλαμβάνουν: “αναπνευστήρας”- “ventilaton”, “μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός”-“non-invasive mechanical ventilation”, “απογαλακτισμός αναπνευστήρα”- “ventilator weaning”, “ασθενείς”- “patients”. Εντοπίστηκαν δημοσιεύσεις αναδρομικών και ερευνητικών μελετών που εξετάζουν το ρόλο του Μ.Ε.Μ.Α. ως στρατηγική απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα.

## Γενικό μέρος

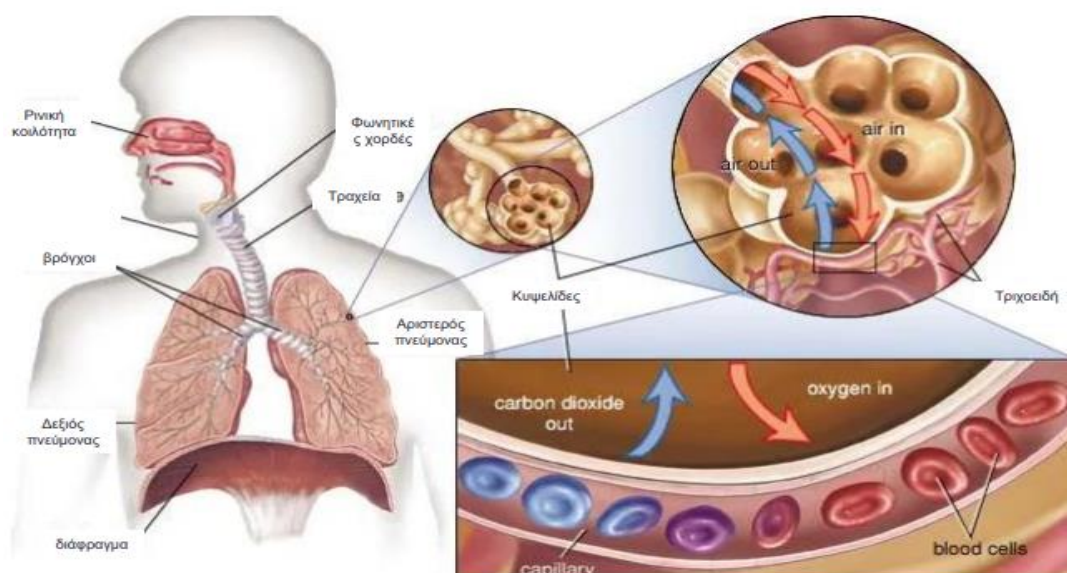
### Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

#### 1. Αναπνευστικό Σύστημα

Πριν αναφερθούμε στη συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, στον απογαλακτισμό του ασθενή από τον αναπνευστήρα, θα παρουσιάσουμε λίγα πράγματα για το αναπνευστικό σύστημα, καθώς η αξιοποίηση του αναπνευστήρα συμβάλει ιδιαίτερα στην εύρυθμη λειτουργία αυτού του οργανικού συστήματος.

Το αναπνευστικό σύστημα εξυπηρετεί την ανταλλαγή των αερίων (βλέπε Εικόνα 3), δηλαδή την πρόσληψη οξυγόνου από την ατμόσφαιρα και την αποβολή διοξειδίου του άνθρακα. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται πνευμονική αναπνοή. Το αναπνευστικό σύστημα διακρίνεται στο ανώτερο και κατώτερο αναπνευστικό. Το *ανώτερο αναπνευστικό σύστημα* αποτελείται από: 1) τη μύτη και 2) τη ρινική και στοματική μοίρα του φάρυγγα. Το *κατώτερο αναπνευστικό σύστημα* αποτελείται από: 1) το λάρυγγα, 2) την τραχεία, 3) τους βρόγχους και 4) τους πνεύμονες(2).

**Εικόνα 3. Ανταλλαγή αερίων του αίματος**



Πηγή: Δημητράκη και συν., 2022

Το αναπνευστικό σύστημα αποτελεί ένα σύνθετο σύνολο οργάνων και διαδικασιών (βλέπε Εικόνα 4.) που επιτρέπουν την εισαγωγή του οξυγόνου στον οργανισμό και την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα, συνθέτοντας έτσι μια διαδικασία του μεταβολισμού(11). Τα κύρια όργανα του αναπνευστικού συστήματος είναι οι δύο πνεύμονες, που συγκροτούν τα βασικά όργανα αναπνοής, καθώς εκεί διεξάγεται η ανταλλαγή των αερίων, δηλαδή του αέρα που εισέρχεται και του αίματος που οξυγονώνεται(11). Επίσης, σημαντικά όργανα αποτελούν οι *αεραγωγοί* (φάρυγγας, τραχεία, βρόγχοι), οι οποίοι είναι σωλήνες που μεταφέρουν τον εισπνεόμενο αέρα από τη μύτη ή το στόμα προς τα πνευμόνια, το *διάφραγμα*, το οποίο είναι ένα μυϊκό όργανο που χωρίζει το θώρακα από το κοιλιακό τοίχωμα και συμβάλλει στη διαδικασία της αναπνοής, *οι μύες*, οι οποίοι συμμετέχουν επίσης, στην αναπνοή, όπως οι θωρακικοί ή οι διαφραγματικοί και τα *αναπνευστικά κέντρα* από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα που ελέγχουν το ρυθμό και το βάθος της αναπνοής(11,12). Η συνεργασία όλων αυτών των οργάνων επιτρέπει τη συνεχή παροχή οξυγόνου στα κύτταρα του οργανισμού, ενώ ταυτόχρονα απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα, συμβάλλοντας στη διατήρηση της ομοιόστασης.

#### Εικόνα 4. Αναπνευστικό Σύστημα



Πηγή: Δημητράκη και συν., 2022

## 1.1. Η Αναπνευστική Λειτουργία

Η αναπνευστική λειτουργία επιτελείται από δύο κύρια μέρη, πρώτον το πνευμονικό παρέγχυμα, το οποίο αναλαμβάνει την ανταλλαγή αερίων με το αίμα και δεύτερον την αναπνευστική αντλία, η οποία είναι υπεύθυνη για τον αερισμό των πνευμόνων(11,12). Η αναπνευστική αντλία περικλείει το θωρακικό τοίχωμα, συμπεριλαμβανομένων των μυών της αναπνοής, των αναπνευστικών κέντρων στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και των νευρικών διαδρομών που συνδέουν αυτά τα δύο, δηλαδή το νωτιαίο μυελό και τα περιφερικά νεύρα(2).

Η ανεπάρκεια του πνευμονικού παρεγχύματος επέρχεται μετά την δράση ορισμένων παθήσεων, όπως πνευμονία, εμφύσημα ή διάμεση πνευμονοπάθεια και οδηγεί σε υποξυγοναιμία με φυσιολογική  $\text{PaCO}_2$  ή υποκαπνία, γνωστή ως υποξαιμική ή αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου I(13). Αντίστοιχα, η ανεπάρκεια της αναπνευστικής αντλίας οδηγεί σε κυψελιδικό υποαερισμό και υπερκαπνία, γνωστή ως υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια ή αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου II(13). Φυσικά, μπορεί να συνυπάρχουν και οι δύο τύποι αναπνευστικής ανεπάρκειας σε έναν ασθενή, όπως παρατηρούμε σε ασθενείς με ΧΑΠ.

Για να διασφαλιστεί ο επαρκής αερισμός, απαιτείται μια ισορροπία μεταξύ της ικανότητας των αναπνευστικών μυών να λειτουργήσουν ως αναπνευστική αντλία και του φορτίου που πρέπει να αντιμετωπίσουν, καθώς και μιας επαρκούς κεντρικής αναπνευστικής ώσης(14). Οποιαδήποτε κατάσταση που διαταράσσει αυτήν την ισορροπία, αυξάνοντας το φορτίο που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι αναπνευστικοί μύες, μειώνοντας τη δύναμη τους ή μειώνοντας την κεντρική αναπνευστική ώση, μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση υπερκαπνικής αναπνευστικής ανεπάρκειας(14).

Κατά τη διάρκεια του ύπνου, η κεντρική αναπνευστική ώση μειώνεται εξαιτίας της μείωσης των ερεθισμάτων από το φλοιό του εγκεφάλου. Παράλληλα, μειώνονται τα ερεθίσματα στους μυς του ανώτερου αεραγωγού, ιδιαίτερα κατά τη φάση REM του ύπνου, με αποτέλεσμα τη μείωση του αναπνεόμενου όγκου και την αύξηση της αντίστασης του ανώτερου αεραγωγού(15). Επιπλέον, μειώνεται η αναπνευστική απάντηση στην αύξηση της μερικής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα, έτσι μειώνεται η ευαισθησία στην αύξηση της  $\text{PaCO}_2$  και η απάντηση στο αναπνευστικό ερέθισμα οδηγεί σε ένα βαθμό υποαερισμού και σε υγρή άτομα, ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε

αύξηση της  $\text{PaCO}_2$  κατά 3 mmHg (15). Συνηθέστερα αίτια αναπνευστικής ανεπάρκειας τύπου II που αφορούν στο αναπνευστικό κέντρο περιλαμβάνουν τον πρωτοπαθή κυψελιδικό υποαερισμό, τον υποαερισμό λόγω μεταβολικής αλκάλωσης, τη δηλητηρίαση από ναρκωτικά ή ηρεμιστικά, οργανικές βλάβες του αναπνευστικού συστήματος, όπως η πολιομυελίτιδα προμήκους και τη μετεγχειρητική κατάσταση της αναπνοής λόγω αναισθησίας (15).

Ακολουθώς, η διαταραχή της ικανότητας των αναπνευστικών μυών μπορεί να οφείλεται είτε σε ενδογενή αδυναμία των μυών, όπως σε ασθενείς με νευρομυϊκά νοσήματα (16), είτε όταν οι αναπνευστικοί μύες είναι αναγκασμένοι να παράγουν αυξημένο έργο λόγω μηχανικού μειονεκτήματος, όπως σε παθήσεις του θωρακικού τοιχώματος ή λόγω υπερδιάτασης των πνευμόνων σε ασθενείς με ΧΑΠ, υπερκαπνίας και οξέωσης(17,18). Η αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου II μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες, όπως αλλαντίαση, φάρμακα παρόμοια με το κουράριο, σύνδρομο Barre, υποκαλιαιμική παράλυση, σκλήρυνση κατά πλάκας, μυϊκή δυστροφία, βαριά μυασθένεια, αντιβιοτικά που προκαλούν αποκλεισμό των μυϊκών συνάψεων, πολιομυελίτιδα, βλάβη του νωτιαίου μυελού και τέτανος(19). Άλλες αιτίες που μειώνουν τη δράση των στοιχείων που κινούν το θώρακα, π.χ. οστά, μυς, νεύρα, υπεζωκότας κ.α., είναι ο ασκίτης, η εκσεσημασμένη παχυσαρκία, η κυφοσκολίωση, το μυξοίδημα, η υπεζωκοτική συλλογή και η παχυπλευρίτιδα, καθώς και διάφοροι τραυματισμοί(20).

Ενώ, η αύξηση στο φορτίο που αντιμετωπίζει η αναπνευστική αντλία προκαλείται από την απόφραξη των αεραγωγών και τη μείωση της πνευμονικής διάτασης λόγω της απώλειας της πνευμονικής ελαστικότητας, η οποία οφείλεται στον χρόνιο υποαερισμό των κυψελίδων και τη μειωμένη διάταση του θωρακικού τοιχώματος(19). Η απόφραξη των αεραγωγών μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ενδογενούς(7) θετικής τελοεκπνευστικής πίεσης (PEEP), καθώς είναι ανεπαρκής η απομάκρυνση του αέρα από τις κυψελίδες στο τέλος της εκπνοής(21). Η παρουσία ενδογενούς PEEP θέτει ένα αυξημένο φορτίο στους αναπνευστικούς μυς, καθώς ένα μέρος του έργου τους καταναλώνεται στην υπερνίκηση της PEEP, ώστε στη συνέχεια να μπορέσει να συμβεί μετακίνηση αέρα(21). Η αύξηση της αντίστασης των ανώτερων αεραγωγών, όπως συμβαίνει σε προμηκική συμμετοχή σε ασθενείς με νευρομυϊκά νοσήματα ή σε ασθενείς με Σύνδρομο Αποφρακτικής Άπνοιας Ύπνου, όπου αυξάνει το έργο των αναπνευστικών μυών(20). Η αύξηση του φορτίου που αντιμετωπίζει η

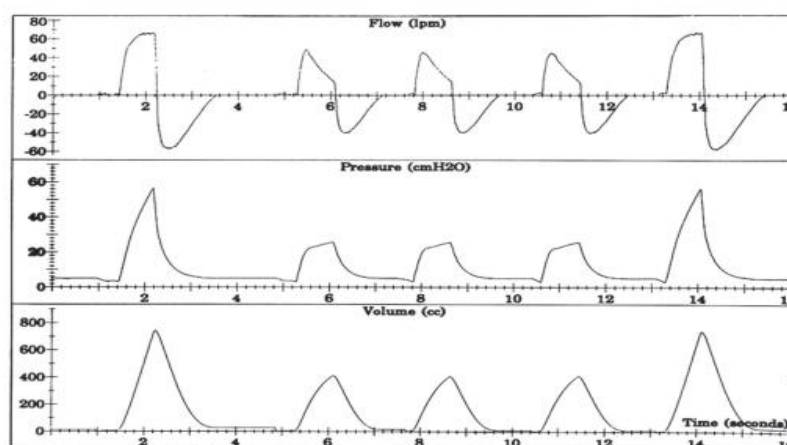
αναπνευστική αντλία μπορεί να προκαλέσει αναπνευστική ανεπάρκεια τύπου I ή II. Συνήθη αίτια περιλαμβάνουν το σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας των ενηλίκων, την ατελεκτασία, το βρογχικό άσθμα, τις βρογχεκτασίες, τη βρογχιολίτιδα, τη χρόνια βρογχίτιδα, την κυστική ίνωση, το πνευμονικό εμφύσημα, τη διάμεση πνευμονική ίνωση, την πνευμονία, τον πνευμοθώρακα, το πνευμονικό οίδημα, την πνευμονική εμβολή, την απόφραξη ανώτερων αεροφόρων οδών κ.α.,(18).

## **1.2. Η σημασία του Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού στην αναπνευστική λειτουργία**

Ο επεμβατικός μηχανικός αερισμός, όπως προαναφέραμε αναφέρεται στη χρήση μηχανικών συσκευών που διευκολύνουν ή βοηθούν στην αναπνοή ενός ασθενούς (βλέπε Σχήμα 1 και Σχήμα 2). Ειδικότερα, η χρήση του επεμβατικού μηχανικού αερισμού πραγματοποιείται σε ασθενείς που νοσηλεύονται σε ΜΕΘ και αφορούν την αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών ή δυσχερών επιπλοκών(7). Η ανάγκη για αξιοποίηση του μηχανικού αερισμού, προκύπτει όταν υπάρχει δυσχέρεια στην αναπνευστική λειτουργία ενός ασθενή, οφειλόμενη σε διάφορες αιτίες, όπως η αναπνευστική ανεπάρκεια, που αποτελεί μια άμεση και επικίνδυνη κατάσταση, κατά την οποία το αναπνευστικό σύστημα του ασθενούς, αντιμετωπίζει δυσκολίες στην εκτέλεση του πρωταρχικού του ρόλου, που δεν είναι άλλος από την παροχή οξυγόνου και την ανταλλαγή των αερίων(22). Κρίσιμος παράγοντας για την ομαλή ανταλλαγή αερίων είναι το ισοζύγιο μεταξύ του αερισμού και της αιμάτωσης. Οι ανάγκες για μηχανικό αερισμό των ασθενών εκτείνονται από τη διεγχειρητική υποστήριξη μέχρι την ελάχιστη υποστήριξη ενός μετεγχειρητικού ασθενούς που χρειάζεται συνήθως λίγες μόνο ώρες μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής του, έως τη μέγιστη μακροχρόνια υποστήριξη που χρήζει ένας ασθενής που καταβάλλεται από χρόνια αναπνευστικά προβλήματα, όπως το Σύνδρομο Επιπολασμού του Αναπνευστικού (ARDS),(23). Αξίζει να αναφέρουμε ότι η χρήση του επεμβατικού μηχανικού αερισμού εμπλέκεται σε διάφορες επιπλοκές και η τοποθέτηση μακροπρόθεσμου αεραγωγού, δηλαδή τραχειοστομίας συνδέεται με βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους κινδύνους για τους ασθενείς(24).

Η επιλογή της τραχειοστομίας αποτελεί μια χειρουργική επέμβαση κατά την οποία δημιουργούμε ένα μικρό άνοιγμα στα ημικρίκια της τραχείας και μέσα από αυτό τοποθετούμε ειδικό σωλήνα για να παρέχουμε συνεχή αέρα στο αναπνευστικό σύστημα του ασθενούς. Η τραχειοστομία συχνά τοποθετείται σε ασθενείς που χρειάζονται μακροχρόνια ενδοτραχειακή διασωλήνωση. Οι κύριες ενδείξεις για την τοποθέτηση της περιλαμβάνουν την οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια με αναμενόμενη μακροχρόνια χρήση μηχανικού αερισμού, την αδυναμία αποσύνδεσης από την ενδοτραχειακή διασωλήνωση, την απόφραξη των ανώτερων αεραγωγών και την υπερβολική παραγωγή εκκρίσεων(4). Η τραχειοστομία μπορεί να μειώσει τους κινδύνους που συνοδεύονται με τη μακροχρόνια χρήση ενδοτραχειακού σωλήνα, όπως οι πνευμονίες που σχετίζονται με τη χρήση αναπνευστήρα, οι ιγμορίτιδες και οι βλάβες στο λάρυγγα και την τραχεία. Επιπλέον, βελτιώνει την άνεση του ασθενούς, μειώνει την ανάγκη για φαρμακευτική καταστολή και συμβάλει στην μείωση της αντίστασης των αεραγωγών(4). Τέλος, η τραχειοστομία μπορεί επίσης να διευκολύνει την ανάρρωση του ασθενούς, καθώς επιτρέπει την αποτελεσματικότερη πρόσβαση στους αεραγωγούς και την απομάκρυνση των εκκρίσεων, μειώνοντας την προσπάθεια της αναπνοής και προωθώντας τη φροντίδα εντός και εκτός της ΜΕΘ(4). Κατά συνέπεια, η τραχειοστομία συγκροτεί μια θεραπευτική τεχνική ζωτικής σημασίας για ασθενείς με σοβαρές παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος ή με προβλήματα αναπνευστικής λειτουργίας.

**Σχήμα 1. Εφαρμογή μηχανικού αερισμού**



**Σχήμα 1.** Στις 2 πρώτες αναπνοές εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός σταθερού όγκου (Volume Control Ventilation με τετραγωνικό σχήμα εισπνευστικής ροής-Flow και τελοεισπνευστική παύση) ενώ στις επόμενες 2 αναπνοές μηχανικός αερισμός ελεγχόμενης πίεσης (Pressure Control Ventilation-PCV με επιβραδυνόμενο σχήμα εισπνευστικής ροής- Flow)

Πηγή. Δημητράκη και συν., 2022

### 1.3. Ανάγκη αξιοποίησης Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού

Η ανάγκη χρήσης επεμβατικού μηχανικού αερισμού εμφανίζεται σε πολλές περιπτώσεις σοβαρής αναπνευστικής ανεπάρκειας ή αναπνευστικής ανεπάρκειας, όταν ο ασθενής δεν μπορεί να διατηρήσει αρκετά υψηλά επίπεδα οξυγόνου στο αίμα ή να εξασφαλίσει αποτελεσματική αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα από τον οργανισμό του. Κατά προσέγγιση το 40% των ασθενών που εισέρχονται στις ΜΕΘ χρειάζονται μηχανικό αερισμό, συχνά μέσω διαλαρυγγικής διασωλήνωσης(24). Παρόλο που οι περισσότεροι ασθενείς μπορούν να απελευθερωθούν από το μηχανικό αερισμό μέσα σε μία εβδομάδα, ένα μικρό ποσοστό απαιτεί την τοποθέτηση τραχειοστομίας και τίθενται σε μακροχρόνιο απογαλακτισμό από μηχανικό αερισμό.

Αυτοί οι δύσκολα απογαλακτιζόμενοι ασθενείς μπορούν να μεταφερθούν σε εξειδικευμένες μονάδες απογαλακτισμού, όπως Μονάδες Αυξημένης Φροντίδας (ΜΑΦ) ή κέντρα αποκατάστασης, όπου λαμβάνουν πέραν από την ιατρονοσηλευτική φροντίδα και έντονα προγράμματα φυσιοθεραπείας, προσπαθώντας να ανακτήσουν μια ικανοποιητική ποιότητα ζωής και ευεξίας(2, 25). Οι καταστάσεις που επηρεάζουν την αναπνευστική λειτουργία, αφορούν χειρουργικές επεμβάσεις, ατυχήματα, σοβαρές αναπνευστικές παθήσεις, ή παρατεταμένη νοσηλεία στη ΜΕΘ, καθιστώντας κρίσιμη τη χρήση μηχανικού αερισμού, για την ενίσχυση και βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας(7). Ο επεμβατικός μηχανικός αερισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τύπους εξοπλισμού, σύμφωνα με τις ανάγκες και την κατάσταση του ασθενούς. Οι κύριοι τύποι μηχανικού αερισμού περιλαμβάνουν:

- Την *ενδοτραχειακή διασωλήνωση*, όπου εδώ ένας ενδοτραχειακός σωλήνας τοποθετείται στην τραχεία του ασθενούς, μέσω του στόματος ή της μύτης συνδεδεμένος με ένα μηχάνημα που παρέχει τον απαραίτητο αερισμό(4,23).
- Την *εξωτραχειακή διασωλήνωση*, όπου η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την τοποθέτηση ενός ειδικού σωλήνα μέσω μιας τραχειοστομίας στην τραχεία του ασθενούς και συνδέεται με το μηχάνημα αερισμού(4,23).
- Την *προσωρινή προστατευτική διαφραγματοτομή*, όπου η διαδικασία περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός ανοίγματος στο διάφραγμα του ασθενούς προκειμένου να εισάγει αέρα απευθείας στην πνευμονική κοιλότητα του(4,23).

- Την μη ενδοτραχειακή αεριοθεραπεία, όπου εδώ ο αερισμός παρέχεται με χρήση μάσκας ή άλλης συσκευής χορήγησης οξυγόνου, χωρίς την τοποθέτηση ενδοτραχειακού σωλήνα ή τη διάνοιξη κάποιας άλλης οδού(4,23).

Αυτοί οι βασικοί τύποι επεμβατικού μηχανικού αερισμού αξιοποιούνται συχνά στην κλινική πράξη, ακολουθώντας τις ανάγκες του ασθενή και τις εκάστοτε κατευθυντήριες οδηγίες.

Το σημαντικότερο ζήτημα αναφορικά με τον απογαλακτισμό από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό δεν είναι πώς να γίνει αλλά το πότε να γίνει, δηλαδή η αναγνώριση της κατάλληλης στιγμής που ο ασθενής είναι έτοιμος να δοκιμάσει να αναπνεύσει μόνος του. Έρευνες υποστηρίζουν ότι η δοκιμασία της αυτόματης αναπνοής συνήθως ενδείκνυται όταν ο ασθενής είναι απύρετος, σε εγρήγορση, αιμοδυναμικά σταθερός και ικανός να οξυγονώσει αναπνέοντας οξυγόνο 50% ή και λιγότερο με την ελάχιστη PEEP(21). Αν τα κριτήρια αυτά τηρούνται μπορούμε να επιχειρήσουμε αποδιασωλήνωση και τοποθέτηση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού υποστηρικτικά, έχοντας ως στόχο τη θεραπεία της αρχικής νόσου που οδήγησε στην ανάγκη τοποθέτησης επεμβατικού μηχανικού αερισμού(9). Εν κατακλείδι, το βασικότερο έργο του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού είναι να παρέχει τα απαραίτητα υποστηρικτικά μέτρα ενόσω η βασική νόσος βελτιώνεται και να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε διαθέσιμο μέτρο προκειμένου να μειωθούν οι κίνδυνοι επιπλοκών που μπορεί να παρατείνουν την παραμονή του ασθενούς στον αναπνευστήρα, όπως η οξεία πνευμονική εμβολή.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2. Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός

Ο Μη Επεμβατικός Μηχανικός Αερισμός (Μ.Ε.Μ.Α) αναφέρεται σε μια τεχνική που διασφαλίζει την υποστήριξη του αερισμού της αναπνευστικής λειτουργίας, χωρίς την τοποθέτηση ενδοτραχειακού εξοπλισμού. Αρχικά, κατά το πρώτο μισό του 20<sup>ού</sup> αιώνα, ο ΜΕΜΑ, ήταν η πρωταρχική μέθοδος, υποστήριξης της αναπνευστικής λειτουργίας, εκτός των περιπτώσεων που έχρηζαν αναισθησία(3). Τις αρχές του 1960, ο επεμβατικός αερισμός μέσω ενδοτραχειακού σωλήνα κυριάρχησε, κυρίως λόγω της καλύτερης προστασίας του αεραγωγού(4). Ωστόσο, κατά την τελευταία δεκαετία, η ευρεία εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού έχει αυξηθεί λόγω της ανάπτυξης συσκευών υποστήριξης αυτού, καθώς και των βελτιώσεων στις συσκευές αναπνευστήρων, οι οποίες εξασφαλίζουν αξιοπιστία, ασφάλεια, καλή ανοχή και χαμηλό κόστος.

Ο βασικότερος λόγος που οδήγησε στη μαζική εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού είναι η συμβολή του στην αντιμετώπιση των επιπλοκών που συνδέονται με τον παραδοσιακό επεμβατικό αερισμό(4). Αν και ο παραδοσιακός αερισμός είναι αποτελεσματικός και αξιόπιστος όσον αφορά τη διασφάλιση του κυψελιδικού αερισμού, έχει παράλληλα μειονεκτήματα ή επιπλοκές που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες, σύμφωνα με Ευρωπαϊκή Αναπνευστική Εταιρεία, το 2020(26), στις κάτωθι:

1. Επιπλοκές που σχετίζονται **άμεσα με τη διαδικασία της διασωλήνωσης και του μηχανικού αερισμού**. Συγκεκριμένα, οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν την εισρόφιση γαστρικού περιεχομένου, τους τραυματισμούς στους οδοντικούς ιστούς, το φάρυγγα, τον οισοφάγο, τον λάρυγγα και την τραχεία, την παρουσία αρρυθμιών, υπότασης και το βαρότραυμα από την τοποθέτηση ενδοτραχειακού σωλήνα. Επιπλέον, οι κίνδυνοι τοποθέτησης ενδοτραχειακού σωλήνα περιλαμβάνουν αιμορραγία, λοίμωξη του τραχειοστόματος, λανθασμένη τοποθέτηση ενδοτραχειακού σωλήνα, μεσοθωρακίτιδα, καθώς και κάκωση της τραχείας και των περιφερών ιστών, συμπεριλαμβανομένου του οισοφάγου και των αγγείων. Τέλος, τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί ότι ο παραδοσιακός επεμβατικός μηχανικός αερισμός μπορεί να προκαλέσει φλεγμονώδη

φαινόμενα, είτε συστηματικά, μέσω της πυροδότησης και απελευθέρωσης μεσολαβητών της φλεγμονής, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε βαριά αναπνευστική βλάβη (όπως Σύνδρομο Αναπνευστικής Δυσχέρειας-ARDS), ή δυσλειτουργία περιφερικών οργάνων, κατάσταση που αναφέρεται ως βιοτραυματισμός(26).

2. Επιπλοκές που οφείλονται *στην απώλεια των φυσιολογικών μηχανισμών αντιμετώπισης των εισπνεόμενων ουσιών από τους αεραγωγούς*. Αναφορικά με τις παρούσες επιπλοκές αυτές αφορούν τις νοσοκομειακές λοιμώξεις του ανώτερου και κατώτερου αναπνευστικού, καθώς και η πνευμονία που σχετίζεται με τη χρήση αναπνευστήρα. Η χρήση ενός τεχνητού αεραγωγού αποτελεί άμεση πόρτα εισόδου για τα μικρόβια και άλλα ξένα σωματίδια προς το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας χρόνιο μικροβιακό κατοίκημα, φλεγμονές και διαταραχές στη λειτουργία της βλεννοκροταφικής συσκευής. Αυτές οι συνθήκες δημιουργούν ένα περιβάλλον ευνοϊκό για την εμφάνιση νοσοκομειακής πνευμονίας, η οποία παρουσιάζεται σε ποσοστό 21% των ασθενών που χρησιμοποιούν μηχανική υποστήριξη στη ΜΕΘ, καθώς και παραρρινοκολπίτιδας σε ποσοστό 5-25% λόγω απόφραξης των παραρρινίων κόλπων, κυρίως σε ασθενείς με ρινοτραχειακό σωλήνα. Επιπλέον, οι τακτικές αναρροφήσεις μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμό και ερεθισμό στους κατώτερους αεραγωγούς, επιδεινώνοντας τη φλεγμονή και προκαλώντας οίδημα και υπερβολική παραγωγή βλεννώδους εκκρίματος(26).

3. Επιπλοκές που σχετίζονται με τη *διαδικασία της αποσωλήνωσης ή του απογαλακτισμού από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό*. Όπου εδώ έχουμε τη φωνητική αλλοίωση, τη φαρυγγαλγία, το βήχα, την υπερέκκριση βλέννης, την αιμόπτυση, την απόφραξη των ανώτερων αεραγωγών λόγω τραυματισμού και δυσλειτουργίας των φωνητικών χορδών, καθώς και στενώσεις τραχείας που προκύπτουν μετά την αποσωλήνωση(26).

Στη βάση αυτών, έχουμε επίσης, συμπτώματα που εμφανίζει ο ασθενής, όπως αίσθημα δυσανεξίας, δυσκολία στην επικοινωνία και τη σίτιση, δημιουργώντας του αισθήματα ανικανότητας, απομόνωσης, άγχος και δυσκολία ορθής χρήσης του αναπνευστήρα(26). Γεγονός, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες ανάγκες

καταστολής, καθυστέρηση στην απεμπλοκή από τον αναπνευστήρα, αυξημένο κόστος νοσηλείας και αυξημένο κίνδυνο επιπλοκών, αναπτύσσοντας έναν φαύλο κύκλο.

Ακόμη, η ύπαρξη τραχειοστομίας ως διαδικασία από μόνη της μπορεί να συνοδεύεται από επιπλοκές, καθώς προκαλεί μικροβιακό αποικισμό στις αεραγωγούς οδούς, αυξάνοντας τον κίνδυνο πνευμονίας. Επίσης, μπορεί να προκαλέσει μακροπρόθεσμες επιπλοκές, όπως την ενδοτραχειακή ανάπτυξη ουλώδους ιστού και τη στένωση της τραχείας. Αυτές οι επιπλοκές ενδέχεται να οδηγήσουν σε σοβαρά προβλήματα, όπως η απόφραξη των αεραγωγών, ο χρόνιος πόνος ή ακόμα και σε τραχειοοισοφαγικά ή τραχειοαγγειακά συρίγγια(6).

Στον αντίποδα αυτών, με την εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού, αποφεύγονται αυτά τα προβλήματα, υπό την προϋπόθεση ότι έχει γίνει σωστή επιλογή των υποψηφίων και τηρούνται οι κατευθυντήριες οδηγίες που αφορούν αυτό το είδος υποστήριξης. Κατ'αυτόν τον τρόπο, οι αεραγωγοί παραμένουν ανέπαφοι, δεν παραβιάζονται οι αμυντικοί μηχανισμοί των αεραγωγών και διασφαλίζονται λειτουργίες, όπως η κατάποση, η ομιλία και η απόχρεμψη, προλαμβάνοντας τις λοιμώδεις επιπλοκές που προαναφέρθηκαν(27). Επιπλέον, η συνεργασία, η άνεση και η κινητοποίηση του ασθενούς διασφαλίζονται καλύτερα και από τη μία βελτιώνεται η ποιότητα ζωής του, και από την άλλη ενισχύεται σημαντικά η δυνατότητα υποστήριξης στην κατ'οίκον φροντίδα(28). Κατά συνέπεια, αυτό εξασφαλίζει σημαντικά ψυχολογικά πλεονεκτήματα για τον ασθενή, το περιβάλλον του και τους επαγγελματίες υγείας, ενώ παράλληλα ελαχιστοποιεί τον αριθμό των ενεργών κλινών στις ΜΕΘ, ένα πρόβλημα ιδιαίτερης σημασίας για το σύστημα υγείας της χώρας μας.

## **2.1. Ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού**

Η δημιουργία των αναπνευστήρων αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στην εξέλιξη της ιατρικής τεχνολογίας. Από την αρχική χρήση απλών μηχανισμών όπως οι διασωληνώσεις με αναπνευστικούς σάκους μέχρι την προηγμένη τεχνολογία των σύγχρονων αναπνευστήρων, η ανάπτυξη αυτών των συσκευών έχει συνεχίσει να εξελίσσεται προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της αναπνευστικής υποστήριξης και της ελαχιστοποίησης των επιπλοκών για τους ασθενείς(10). Αυτή η εξέλιξη περιλαμβάνει τη χρήση νέων υλικών, την εφαρμογή προηγμένων αισθητήρων και ελεγκτών(10), καθώς και την ανάπτυξη εξειδικευμένων λειτουργιών(10) που προσφέρουν προσαρμοσμένη υποστήριξη σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε ασθενούς.

Οι πρώτες προσπάθειες μηχανικού αερισμού προήλθαν από τους πολεμικούς γιατρούς κατά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου χρησιμοποιήθηκαν συσκευές (π.χ. αντλίες αέρα), προκειμένου να ενισχύσουν την αναπνευστική λειτουργία των ασθενών(29). Ωστόσο, αυτές οι συσκευές ήταν συχνά ανεπαρκείς και προκαλούσαν πολλές επιπλοκές(30). Ακολουθώντας, η βιβλιογραφία αναφέρει ότι ο παλαιότερος αναπνευστήρας που πρόσφερε μη επεμβατικό αερισμό ήταν ο «ολοσωματικός αναπνευστήρας-body ventilator» (βλέπε Εικόνα 5), που προμήθευε με θετική ή αρνητική πίεση διάφορες περιοχές του ανθρώπινου σώματος(30). Ως αναπνευστήρας αρνητικής πίεσης, περιγράφηκε πρώτη φορά από τον John Dalziel (1938), έναν φυσικό από την Σκωτία(30).

Ενώ, ο πρώτος αναπνευστήρας που λειτούργησε με ηλεκτρικό ρεύμα ήταν ο «σιδηρούν πνεύμονας-iron lung» το 1928, που δημιουργήθηκε από τον Phillip Drinker. Το 1931, ο J.M., Emerson(31) κατασκεύασε μια εκδοχή του σιδηρού πνεύμονα, η οποία ήταν πιο απλή, πιο ελαφριά, πιο οικονομική και με λιγότερο θόρυβο. Στηριζόμενοι σε αυτό το είδος αναπνευστήρων, αναπτύχθηκαν εκατοντάδες παρόμοιοι, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν την περίοδο από το 1930 έως το 1960, με πρωτεύον στόχο την διαχείριση και την αντιμετώπιση της αναπνευστικής ανεπάρκειας που εμφανίστηκε ως συνέπεια της επιδημίας πολιομυελίτιδας(31).

**Εικόνα 5. Είδη αναπνευστήρων****Σιδηρούς Πνεύμων****Θώρακας πανοπλίας οπλίτου**

Πηγή. Δημητράκη και συν., 2022

Τα χρόνια που ακολούθησαν αναπτύχθηκαν πολλά μοντέλα αναπνευστήρων αρνητικής πίεσης, όπως οι chest cuirass, raincoat ventilator και breathing jacket, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για τη θεραπεία ασθενών που ανέπτυξαν χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια μετά την νόσηση από πολιομυελίτιδα(30). Επιπρόσθετα, την περίοδο εκείνη κατασκευάστηκαν και άλλες συσκευές παροχής μηχανικού αερισμού, για παράδειγμα η κυλιόμενη κλίνη, ή μηχανήματα που εφαρμόζαν θετική πίεση στην κοιλιακή χώρα του ασθενούς. Ενώ, από το 1952 και έπειτα εξαιτίας της επιδημίας πολιομυελίτιδας στην Κοπεγχάγη άρχισαν να αξιοποιούν αναπνευστήρες θετικής πίεσης(31). Μέχρι τη δεκαετία του 1980, η αξιοποίηση του μη επεμβατικού αερισμού διεξάγονταν μόνο με την τοποθέτηση τραχειοστομίας. Η περιγραφή των Dulaubier και Rideau, αναφορικά με την επιτυχή διαχείριση και αντιμετώπιση δύο ασθενών με μυϊκή δυστροφία υπό τη χρήση μη επεμβατικής εφαρμογής μηχανικού αερισμού, έθεσε τα θεμέλια για την χρήση του στην θεραπεία της αναπνευστικής ανεπάρκειας οφειλόμενης σε νευρομυϊκές παθήσεις, ή παθήσεις του θωρακικού τοιχώματος, ή του συνδρόμου που αναπτύσσεται μετά την νόσηση από πολιομυελίτιδα(31).

Η χρήση του μη επεμβατικού αερισμού επεκτάθηκε σε ασθενείς που έπασχαν από ΧΑΠ, ή από το σύνδρομο παχυσαρκίας με υποαερισμό. Από το 1990 και μετά, οι αναπνευστήρες θετικής ή αρνητικής πίεσης αξιοποιούνται ευρέως, εξαιτίας της ευελιξίας τους στη χρήση, τη μετακίνηση και τη μεγαλύτερη άνεση που προσφέρουν στον ασθενή σε σύγκριση με τους αναπνευστήρες όγκου(30). Συνεπώς, η ιστορία του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού αντικατοπτρίζει μια συνεχή εξέλιξη και βελτίωση της τεχνολογίας στο πεδίο αυτό, με σκοπό τη βελτίωση της αναπνευστικής θεραπείας και την αύξηση της επιβίωσης και της ποιότητας ζωής των ασθενών.

## 2.2. Ο μηχανισμός δράσης του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού

Ο μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός λειτουργεί μέσω ενός μηχανισμού που παρέχει αέρα στους πνεύμονες χρησιμοποιώντας μια συσκευή μάσκας ή καθετήρα, όπως ρινικός καθετήρας, αντί για τη χρήση ενός ενδοτραχηλικού αεραγωγού. Αυτό επιτρέπει στον εισερχόμενο αέρα να φτάσει στο πνευμονικό παρέγχυμα του ασθενούς να γίνει η ανταλλαγή των αερίων και η αιμάτωση των κυττάρων, δίχως την ανάγκη ενδοτραχηλικής έγχυσης(32).

Η χρήση του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού βρίσκει ανταπόκριση σε παθήσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την παρουσία του προοδευτικά επιδεινούμενου νυχτερινού υποαερισμού, που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του ύπνου. Έτσι, οι ασθενείς δύναται να αναπνέουν αυτόματα δίχως τη μηχανική υποστήριξη, όμως εμφανίζουν και διάφορα συμπτώματα οφειλόμενα στις διαταραχές της αναπνοής στον ύπνο, για παράδειγμα κόπωση, ημερήσια υπνηλία ή κεφαλαλγία(33). Επιπλέον, οι ασθενείς αυτοί μπορεί να παρουσιάσουν μια οξεία επιδείνωση των συμπτωμάτων τους, λόγω του γεγονότος ότι είναι ευάλωτοι να αναπτύξουν λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος.

Η σημερινή θεώρηση είναι ότι η μείωση της μυϊκής ισχύος, όπως παρατηρούμε σε ασθενείς με νευρομυϊκές παθήσεις, ή το αυξημένο έργο της αναπνευστικής λειτουργίας, που συναντάμε σε παχύσαρκα άτομα, ή ακόμη και ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, δυσχεραίνει την ήπια υπερκαπνία που φυσιολογικά παρατηρείται με την έναρξη του ύπνου και αυξάνεται στην φάση της REM του ύπνου(34). Οι ασθενείς που έχουν μειωμένη αντίδραση στο υπερκαπνικό ερέθισμα φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη τάση να κρατούν υψηλότερα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) κατά τη διάρκεια της φάσης REM του ύπνου(35). Αρχικά, η κατακράτηση του  $\text{CO}_2$  προκύπτει μόνο στη φάση REM, αργότερα όμως παρατηρείται και στα άλλα στάδια του ύπνου, με αποτέλεσμα αυτό να οδηγεί στην ενεργοποίηση αντίρροπων μηχανισμών δημιουργώντας την κατακράτηση  $\text{HCO}_3$  από τους νεφρούς και οδηγώντας σε αφυπνίσεις κατά τη διάρκεια του ύπνου, διαταράσσοντας το(29).

Αξίζει να αναφέρουμε ότι μια λοίμωξη του αναπνευστικού μπορεί να επιδεινώσει ραγδαία τα προαναφερόμενα φαινόμενα και να συμβάλει στην εμφάνιση

οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας(33). Όμως αυτό που συνήθως συμβαίνει είναι ότι η προοδευτική επιδείνωση του υποαερισμού εμφανίζεται σε βάθος χρόνου μεταξύ μερικών μηνών ή ετών, οδηγώντας σε χρόνια υπερκαπνία και ανθεκτική υποξυγοναιμία, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια πνευμονική καρδιοπάθεια, λόγω υποξικής πνευμονικής υπέρτασης(8,32). Αυτό καταλήγει σε έναν φαύλο κύκλο κατακράτησης CO<sub>2</sub>, ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε νάρκωση από CO<sub>2</sub> και τελικά στον θάνατο.

Χρησιμοποιώντας τον μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό για τουλάχιστον 4-5 ώρες το 24ωρο, διορθώνεται ο νυχτερινός υποαερισμός και ανακόπτεται ο φαύλος κύκλος. Αυτό οδηγεί σε σταθεροποίηση της ανταλλαγής αερίων κατά τη διάρκεια της ημέρας, βελτιώνοντας την ποιότητα του ύπνου και την εξάλειψη των συμπτωμάτων που σχετίζονται με τον νυχτερινό υποαερισμό, βοηθώντας τελικά στην καλύτερευση της δράσης των αναπνευστικών μυών(32).

Επιπλέον, προτάθηκε μια δεύτερη υπόθεση από μια μελέτη που εφάρμοσε μη επεμβατικό αερισμό για 3 ώρες την ημέρα σε ασθενείς με ΧΑΠ. Σε αυτή τη μελέτη, παρατηρήθηκε μείωση του έργου της αναπνοής μέσω μειωμένης αναπνευστικής συχνότητας και πιο ολοκληρωμένης απομάκρυνσης αέρα κατά την εκπνοή, που οδήγησε σε μείωση της υπερδιάτασης. Ωστόσο, τα δεδομένα που υπάρχουν μέχρι σήμερα στη βιβλιογραφία δεν επιβεβαιώνουν αυτήν την υπόθεση(33). Συνεπώς, η βελτίωση του νυχτερινού υποαερισμού και η αντίστοιχη βελτίωση στην ανταλλαγή αερίων αίματος, καθώς και η απάντηση του αναπνευστικού κέντρου στο υπερκαπνικό ερέθισμα φαίνεται να είναι ο κύριος παθοφυσιολογικός μηχανισμός δράσης του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού(32). Η βελτίωση που παρατηρείται στο νυχτερινό υποαερισμό συνδέεται με μείωση της διαταραχής του ύπνου και καλύτερευση των συμπτωμάτων.

### **2.3. Ζητήματα πρακτικής σημασίας για την εφαρμογή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία του απογαλακτισμού έχουν ταξινομηθεί σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το σύστημα του οργανισμού στο οποίο ανήκουν και έχουν διαγνωστεί από τους αρμόδιους ιατρούς κατά την πρώτη αποτυχία της αυτόματης αναπνοής(4). Αυτοί οι παράγοντες αφορούν την ύπαρξη καταστάσεων ή παθήσεων, όπως την κλινική εικόνα του ασθενούς (ελέγχοντας τη σταθερότητα της νόσου, τη γενική υγεία και τη θρέψη), την *αναπνευστική λειτουργία* (αν συνυπάρχουν βρογχόσπασμος, πνευμονία, πνευμονικό οίδημα, αυξημένες εκκρίσεις αεραγωγών κ.α.), την *καρδιακή λειτουργία*, (παρακολούθηση για εμφάνιση τυχόν οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, συμφοριτικής ανεπάρκειας, οξύ εγκεφαλικό επεισόδιο, μυϊκής αδυναμίας κ.α.)(34).

Ακόμη στους παράγοντες επηρεασμού προστίθενται και η *ψυχολογική κατάσταση* (έλεγχος για χρήση ηρεμιστικών ουσιών, άγχος, κατάθλιψη, φόβος, συνεργασία κ.α.)(27). Εξίσου σημαντικός είναι ο έλεγχος ύπαρξης άλλων νοσημάτων όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, ή η αρτηριακή πίεση κ.α., καθώς και η προώθηση εκπαιδευτικών δράσεων αναφορικά με τις διαδικασίες απογαλακτισμού, την αναγνώριση σημείων επιτυχίας ή αποτυχίας, τη συνεχή παρακολούθηση και αντιμετώπιση προβλημάτων κ.α.(27). Και τέλος παράγοντες που σχετίζονται με τον εξοπλισμό, όπως η ρύθμιση του αναπνευστήρα, ώστε να επέλθει σταδιακή μείωση της υποστήριξης, ή η διαθεσιμότητα και η συντήρηση του εξοπλισμού, προκειμένου να εξασφαλίζεται ομαλά η διαδικασία απογαλακτισμού(27). Η επιτυχία του απογαλακτισμού από τον αναπνευστήρα είναι μια πολυπαραγοντική διαδικασία που απαιτεί συνδυασμένη προσέγγιση για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των παραγόντων αυτών.

Σε επείγουσες καταστάσεις, η εκκίνηση του MEMA μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορες μονάδες, όπως στο ΤΕΠ, στις ΜΕΘ, στις ΜΑΦ, αλλά και σε τμήματα κλινικής. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και μέχρι ο ασθενής να σταθεροποιηθεί, είναι σημαντικό να υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης, τόσο για την προσαρμογή των ρυθμίσεων του παρεχόμενου αερισμού, όσο και για την άμεση αντίδραση σε πιθανές αιφνίδιες επιδεινώσεις(36).

Σε περιπτώσεις χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας, η χρήση του MEMA δύναται να γίνει σε διάφορους χώρους, όπως τμήματα κλινικών, εργαστήρια ύπνου, ιδιωτικά ιατρεία, μονάδες φροντίδας ηλικιωμένων ή ατόμων ΑΜΕΑ, ή ακόμη και στον οικιακό

χώρο του ασθενούς. Ωστόσο, το επιλεγμένο περιβάλλον αξιοποίησης του MEMA, εξαρτάται από παράγοντες, όπως οι προτιμήσεις του ιατρού σύμφωνα με τις ανάγκες του ασθενούς και η διαθεσιμότητα πόρων(37). Σε κάθε περίπτωση, η σημαντικότερη πτυχή δεν είναι το περιβάλλον εφαρμογής, αλλά η εξειδίκευση του προσωπικού που επιλέγεται και η αποδοχή της μεθόδου από τον ασθενή.

Όσον αφορά τους αναπνευστήρες, δεν υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα που να υποστηρίζουν την υπεροχή ενός είδους έναντι άλλου, είτε σε οξείες, είτε σε χρόνιες καταστάσεις. Οι αναπνευστήρες προκαθορισμένου όγκου προσφέρουν υψηλότερες πιέσεις και είναι εξοπλισμένοι με περισσότερα συστήματα προειδοποιήσεων, ενώ επιλέγονται συνήθως για ασθενείς με περιορισμένη ή καθόλου αυτόματη αναπνοή, καθώς και για εκείνους με νευρομυϊκά νοσήματα(38). Αντίθετα, οι αναπνευστήρες προκαθορισμένης πίεσεως έχουν μικρότερο όγκο και είναι φθηνότεροι, ενώ σπάνια διαθέτουν συστήματα προειδοποιήσεων που μπορούν να προκαλέσουν πανικό στον ασθενή, αλλά έχουν καλύτερα συστήματα αντιμετώπισης διαρροών αέρος(32). Χρησιμοποιούνται ευρέως σε ασθενείς που χρειάζονται αναπνευστική υποστήριξη μόνο κατά τη διάρκεια του ύπνου, ή μερικώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τέλος, οι σύγχρονοι αναπνευστήρες τύπου BiPAP προσφέρουν προηγμένα χαρακτηριστικά, όπως συστήματα πυροδοτούμενης αναπνοής, αντιμετώπισης διαρροών αέρος και ελεγχόμενης υποστήριξης και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τόσο σε οξείες, όσο και χρόνιες καταστάσεις(39).

Ο τύπος της καταλληλότερης μάσκας εξαρτάται κυρίως από τις προτιμήσεις του ασθενούς. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο παίζουν η καλή εφαρμογή της μάσκας, η σωστή σταθεροποίηση της κατά τη χρήση και η ανοχή του ασθενούς στη χρήση της. Κατά την αρχική εφαρμογή του M.E.M.A, η δυνατότητα δοκιμής διαφόρων τύπων μασκών και η επιλογή της είναι πιο εύκολα ανεκτή από τον ασθενή και συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας. Γενικά, οι ρινικές μάσκες είναι πιο εύκολα ανεκτές από ασθενείς με χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια ή όσους αντιμετωπίζουν κλειστοφοβικά αισθήματα. Αντίθετα, οι στοματορινικές μάσκες προτιμώνται για ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, με μεγάλες απώλειες από το στόμα ή ακόμα για άτομα με δυσμορφίες προσώπου(39).

Οι αρχικές ρυθμίσεις του αναπνευστήρα καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό αυθαίρετα και βασίζονται στην εκτίμηση του ιατρού κάθε φορά. Σχετικά με τη

λειτουργία του Pressure Support Ventilation (PSV), ορισμένοι ιατροί ξεκινούν με σχετικά χαμηλές αναπνευστικές πιέσεις (περίπου 8-10 cm H<sub>2</sub>O), τις οποίες αυξάνουν σταδιακά για να δώσουν προτεραιότητα στην άνεση του ασθενούς και να βελτιστοποιήσουν τη συμμόρφωση του. Άλλοι ιατροί επιλέγουν υψηλότερες εισπνευστικές πιέσεις (περίπου 20 cm H<sub>2</sub>O), τις οποίες στη συνέχεια μειώνουν σταδιακά, με στόχο την αποτελεσματικότητα του αερισμού και την ομαλοποίηση της ανταλλαγής αερίων. Και οι προσεγγίσεις έχουν παρόμοια αποτελέσματα(40).

Στο συμβατικό μηχανικό αερισμό, ο συνιστώμενος αναπνεόμενος όγκος είναι συνήθως μικρότερος από 10ml/kg, ενώ στους αναπνευστήρες προκαθορισμένου όγκου, συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 10-15ml/kg. Αυτό οφείλεται στην ανάγκη αντιστάθμισης των πιθανών απωλειών(3). Σε ασθενείς με περιοριστικού τύπου νοσήματα, φαίνεται πως ένας αναπνεόμενος όγκος περίπου 13ml/kg, παρέχει βέλτιστα αποτελέσματα(4). Παρόλ' αυτά, είναι σημαντικό να προσαρμοστούν τόσο οι αρχικές, όσο και οι τελικές ρυθμίσεις των παραμέτρων του αναπνευστήρα ανάλογα με τη μηχανική συμπεριφορά του αναπνευστικού συστήματος κάθε ασθενή.

Η προσθήκη θετικής τελοεκπνευστικής πίεσης (PEEP ή CPAP), αποτελεί συνήθη πρακτική με στόχο την αντιμετώπιση της ενδογενούς PEEP (PEEPi). Η PEEPi είναι σημαντική παράμετρος που συχνά συνδέεται με την απορρύθμιση ασθενών με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Οι συνήθεις τιμές της PEEP κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 3 και 6 cm H<sub>2</sub>O, εκτός αν υπάρχουν ειδικές ενδείξεις που δικαιολογούν υψηλότερα επίπεδα(8).

Η ελεγχόμενη μηχανική αναπνοή με συγκεκριμένη συχνότητα είναι χρήσιμη σε πολλές περιπτώσεις, όπως όταν υπάρχουν συχνά επεισόδια άπνοιας, ή όταν υπάρχουν διαρροές που είναι μεγάλες και δυσκολεύουν την αντίληψη του αναπνευστήρα, ή σε ασθενείς με νευρομυϊκά νοσήματα που χρειάζεται επαρκή ανάπαυση των αναπνευστικών μυών(8). Ωστόσο, σε σταθερούς χρόνιους ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, δεν φαίνεται να υπάρχει σημαντική ωφέλεια από αυτή τη δυνατότητα.

Η προσθήκη οξυγόνου σε κάθε τύπο αναπνευστήρα MEMA είναι εφικτή και η ρύθμιση του θα πρέπει να γίνεται έτσι ώστε αν εξασφαλίζεται ικανοποιητικό επίπεδο κορεσμού αιμοσφαιρίνης πάνω από 90-92%(4). Η ύπαρξη υγραντήρα δεν θεωρείται απαραίτητη αρχικά, ειδικά όταν η χρήση του MEMA είναι προσωρινή και οι

μηχανισμοί εφύγρανσης του εισπνεόμενου αέρα παραμένουν ανέπαφοι. Ωστόσο, σε περιπτώσεις μακροχρόνιας χρήσης του MEMA, ή όταν υπάρχουν σημαντικές απώλειες, η χρήση υγραντήρα θεωρείται αναγκαία, ειδικά σε ψυχρά κλίματα κατά τους χειμερινούς μήνες(41). Κατά συνέπεια, η αποτελεσματική εφαρμογή του MEMA και η προσεκτική παρακολούθηση των παραμέτρων που σχετίζονται με την αναπνευστική λειτουργία του ασθενούς έχει πρωτεύουσα σημασία.

#### **2.4. Συστάσεις της Ευρωπαϊκής Αναπνευστικής Εταιρείας για τη χρήση του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού από τους επαγγελματίες υγείας**

Οι ενδείξεις για τη χρήση του MEMA, έχουν επεκταθεί σημαντικά, ενώ οι αντενδείξεις έχουν μειωθεί, με την αξιοποίηση αυτού, να έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή της ενδοτραχειακής διασωλήνωσης. Αυτό συνεπάγεται με το γεγονός ότι η χρήση του MEMA, φαίνεται ότι συμβάλει σημαντικά στη μείωση της συχνότητας των επιπλοκών που σχετίζονται με τη διαδικασία της ενδοτραχειακής διασωλήνωσης. Κάτι που υποστηρίζεται από έρευνες, οι οποίες έχουν διενεργηθεί στα αντίστοιχα αναπνευστικά κέντρα διαφόρων χωρών, όπως στις ΗΠΑ(41), στην ΕΕ(42), στην Κίνα(43), στην Ινδία(29) και στην Αυστραλία(44).

Εξαιτίας του ότι η ΧΑΠ αποτελεί μια σοβαρή αναπνευστική πάθηση που απαιτεί συχνά μακροχρόνια διαχείριση, η Ευρωπαϊκή Αναπνευστική Εταιρεία έχει δώσει ορισμένες συστάσεις για τον μη επεμβατικό αερισμό στην κατ'οίκον εφαρμογή του αναφορικά με τη διαχείριση της ΧΑΠ(42). Η μη επεμβατική υποστήριξη χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ως μακροχρόνια θεραπεία σε ασθενείς με υπερκαπνική χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, καθώς έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την έκβαση στην οξεία απειλητική για τη ζωή υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια λόγω παροξύνσεων της ΧΑΠ. Ωστόσο, υπάρχουν λίγα στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μακροχρόνιας χρήσης του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία και στη συμβολή αυτού στον απογαλακτισμό του ασθενούς από τον αναπνευστήρα. Για το λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Αναπνευστική Εταιρεία (European Respiratory Society - ERS), συγκρότησε μια επιτροπή αποτελούμενη από κλινικούς ιατρούς και ειδικούς στην αντιμετώπιση της χρόνιας

αναπνευστικής ανεπάρκειας. Η επιτροπή ανέπτυξε ένα σύνολο κατευθυντήριων οδηγιών, στηριζόμενη στη μεθοδολογία GRADE ( Grading of Recommendations-Bαθμολόγηση, Assessment-Σύσταση, Development-Ανάπτυξη και Evaluation-Αξιολόγηση) βασισμένων σε αποδεδειγμένα στοιχεία αναφορικά με την ορθή χρήση του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού σε ασθενείς με υπερκαπνική ανεπάρκεια λόγω ΧΑΠ(41).

Η Ευρωπαϊκή Αναπνευστική Εταιρεία έχει παράσχει συστάσεις για τη χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού σε διάφορες αναπνευστικές παθήσεις. Αυτές οι συστάσεις βασίζονται σε κατευθυντήριες γραμμές που στηρίζονται σε στοιχεία και συναίνεση των ειδικών(45,46). Μερικές βασικές συστάσεις για τη χρήση του MEMA περιλαμβάνουν:

- ❖ **Την επιλογή του ασθενή:** Ο MEMA θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια που πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια, όπως η υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια λόγω παροξύνσεων της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας ή του καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος(45,46).
- ❖ **Την επιλογή της διεπαφής:** Η επιλογή της διεπαφής μάσκας (π.χ. ρινική μάσκα, ρινικά μαξιλάρια ή μάσκα ολόκληρου προσώπου) θα πρέπει να εξατομικεύεται με βάση την άνεση, την ανοχή και την κλινική κατάσταση του ασθενούς(45,46).
- ❖ **Την παρακολούθηση:** Οι ασθενείς που λαμβάνουν MEMA θα πρέπει να παρακολουθούνται στενά για κλινική ανταπόκριση, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης των αναπνευστικών παραμέτρων (π.χ. αναπνευστικός ρυθμός, οξυγόνωση και επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα), άνεση και σημεία δυσανεξίας, ή επιδείνωσης(45,46).
- ❖ **Τις ρυθμίσεις και τις προσαρμογές:** Οι ρυθμίσεις του MEMA θα πρέπει να προσαρμόζονται με βάση την ανοχή και την ανταπόκριση του ασθενούς, με ιδιαίτερη προσοχή στην επίτευξη επαρκούς αερισμού και οξυγόνωσης, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την ενόχληση του ασθενούς(45,46).
- ❖ **Την εκπαίδευση του προσωπικού:** Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης που εμπλέκονται στη χρήση του MEMA θα πρέπει να λαμβάνουν την κατάλληλη εκπαίδευση στη ρύθμιση του εξοπλισμού, την αντιμετώπιση προβλημάτων και τη διαχείριση ασθενών για να διασφαλιστεί η ασφαλής και αποτελεσματική χρήση του MEMA(45,46).

- ❖ **Την εκπαίδευση των ασθενών:** Οι ασθενείς και οι φροντιστές θα πρέπει αν λαμβάνουν εκπαίδευση σχετικά με το σκοπό του MEMA, τη σωστή τοποθέτηση και χρήση της μάσκας, την αντιμετώπιση κοινών προβλημάτων και την αναγνώριση σημείων δυσανεξίας ή φθοράς(45,46).
- ❖ **Την φροντίδα διεπαφής:** Ο σωστός καθαρισμός και η συντήρηση των διεπαφών και του εξοπλισμού της μάσκας είναι απαραίτητα για την πρόληψη λοιμώξεων και τη διασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης του MEMA(45,46).

Γενικότερα, οι οδηγίες εστιάζουν στην εκπαίδευση των ασθενών και των οικείων τους, προκειμένου να εφαρμόζουν ορθά τον μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό(42). Ενώ, αυτές επιδιώκουν την παρακολούθηση των ασθενών, που χρησιμοποιούν συσκευές μη μηχανικού αερισμού, καθώς και των ίδιων των αναπνευστικών συσκευών από επαγγελματίες υγείας(44). Επιπρόσθετα, οι υπηρεσίες υγείας κάθε χώρας οφείλουν να παρέχουν συνεχή υποστήριξη και ενημέρωση στους ασθενείς και το οικείο περιβάλλον τους, με την δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε ενημερωτικά δελτία, ή παρακολούθηση επιδείξεων κ.α., σχετικά με την ορθή διαχείριση της ΧΑΠ. Εξίσου σημαντικό είναι να ενισχύεται η ενεργή συμμετοχή των ασθενών και των φροντιστών τους προκειμένου να συμμετέχουν εποικοδομητικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αναφορικά με τη διαχείριση της ΧΑΠ και τη χρήση των συσκευών υποστήριξης της αναπνοής(31). Κατά συνέπεια, είναι κρίσιμο να ακολουθούνται οι οδηγίες και οι συστάσεις από τους ασθενείς και τους φροντιστές τους, προκειμένου να εξασφαλίζεται η βέλτιστη διαχείριση της πάθησης.

Αυτές οι συστάσεις μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη συγκεκριμένη αναπνευστική κατάσταση και τον πληθυσμό των ασθενών. Οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να ανατρέξουν στις πιο πρόσφατες κατευθυντήριες γραμμές για δηλώσεις συναίνεσης από το ERS για λεπτομερείς συστάσεις σχετικά με τη χρήση του MEMA σε διαφορετικά κλινικά περιβάλλοντα(45,46).

## 2.5. Είδη συσκευών αναπνευστήρων θετικής πίεσης

Οι αναπνευστήρες θετικής πίεσης λειτουργούν παρέχοντας αέρα υπό πίεση στους αεραγωγούς, αυξάνοντας έτσι την πίεση διαπνοής μεταξύ του στόματος και των κυψελίδων. Αυτό επιτρέπει τη διεύρυνση των πνευμόνων και την εισαγωγή αέρα. Η εκπνοή στη συνέχεια συμβαίνει φυσιολογικά, είτε μέσω των δυνάμεων ελαστικής ανάκαμψης, είτε με την ενεργή σύσπαση των εκπνευστικών μυών(23). Οι συσκευές αναπνευστήρα θετικής πίεσης (βλέπε Εικόνα 6.), χρησιμοποιούνται για να παρέχουν υποστηρίξη στην αναπνευστική λειτουργία και μπορούν να διακριθούν σε διάφορα είδη ανάλογα με τη λειτουργία και τις παρεχόμενες δυνατότητες(47). Ορισμένα από τα κύρια είδη συσκευών αναπνευστήρων θετικής πίεσης περιλαμβάνουν τα κάτωθι:

- **Κλασικοί Αναπνευστήρες:** αυτοί οι αναπνευστήρες χρησιμοποιούνται για τη μηχανική υποστήριξη της αναπνευστικής λειτουργίας και συνήθως αξιοποιούνται σε ασθενείς της ΜΕΘ, καθώς παρέχουν διάφορες λειτουργίες, όπως τη ρύθμιση του όγκου και του ρυθμού αναπνοής, τον έλεγχο του ποσοστού οξυγόνου και την υποστήριξη διαφόρων αναπνευστικών μοτίβων(48).
- **Σύστημα συνεχής θετικής πίεσης των αεραγωγών (Continuous Positive Airway Pressure –CPAP):** η συσκευή συνεχής θετικής πίεσης των αεραγωγών CPAP, δεν λειτουργεί ως πραγματικός αναπνευστήρας διότι δεν επεμβαίνει ενεργά στην αναπνοή. Αντίθετα, παρέχει μια σταθερή θετική πίεση κατά την εισπνοή-εκπνοή, βελτιώνοντας έτσι τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC) και ανοίγοντας ατελεκτασικές περιοχές του πνεύμονα. Αυτό οδηγεί σε μείωση της ενδοπνευμονικής διαφυγής και βελτίωση του αερισμού. Επίσης, η μείωση της πίεσης στην αριστερή κοιλία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του φορτίου στην καρδιά και αύξηση της πίεσης της καρδιακής παροχής, κάνοντας το CPAP μια ελκυστική επιλογή για την αντιμετώπιση του οξέος πνευμονικού οιδήματος. Η χρήση του CPAP είναι ευρέως διαδεδομένη στη θεραπεία του συνδρόμου αποφρακτικής άπνοιας ύπνου και του συνδρόμου παχυσαρκίας υποαερισμού(48,49).

- **Συστήματα αναπνευστήρων όγκου:** οι συγκεκριμένοι αναπνευστήρες όγκου προσφέρουν συγκεκριμένο όγκο αέρα σε κάθε αναπνευστικό κύκλο, ανεξάρτητα από την πίεση που χρησιμοποιείται για την παροχή αυτού του όγκου. Αυτοί οι αναπνευστήρες είναι πιο ακριβοί και βαρύτεροι από τους αναπνευστήρες πίεσης και διαθέτουν συστήματα προειδοποίησης και μπαταρίες για αυτόνομη λειτουργία(50). Με έναν αναπνευστήρα όγκου, μπορεί κανείς να ρυθμίσει τον αναπνεόμενο όγκο ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή, λαμβάνοντας υπόψη τα αέρια του αίματος, την ανεκτικότητα και την κατάσταση του ασθενή, καθώς και τις διαφυγές αέρα που συμβαίνουν από το κύκλωμα. Άλλες ρυθμίσεις περιλαμβάνουν τον αριθμό των προκαθορισμένων αναπνοών, τον εισπνευστικό-εκπνευστικό χρόνο και την ευαισθησία του αναπνευστήρα. Ωστόσο, δεν μπορούν όλοι οι αναπνευστήρες όγκου να προσφέρουν θετική τελοεκπνευστική πίεση (PEEP)(50).
  
- **Συστήματα Αναπνευστήρων Πίεσης:** οι αναπνευστήρες πίεσης είναι ιδανικοί για την αντιμετώπιση της χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας, λόγω των μικρών διαστάσεών τους, της ευκολίας χρήσης και του χαμηλού κόστους. Αυτοί οι αναπνευστήρες προσφέρουν προκαθορισμένη θετική πίεση και κατά την εισπνοή (IPAP) και κατά την εκπνοή (EPAP). Κατά τη διάρκεια της εισπνοής, ο αναπνευστήρας παρέχει πίεση μέχρι την προκαθορισμένη τιμή της IPAP, ανεξάρτητα από τον όγκο του αέρα που παρέχεται στον ασθενή. Τα επίπεδα πίεσης αυτά έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά και καλά ανεκτά από τους ασθενείς, με πιέσεις μεγαλύτερες από 20 cm H<sub>2</sub>O, να μπορούν να οδηγήσουν σε αυτόματη έναρξη εκπνοής, με αποτέλεσμα να υπάρχει απώλεια συγχρονισμού και αύξηση του έργου της αναπνοής(51). Συνήθης πρακτική είναι η σταδιακή αύξηση της χορηγούμενης πίεσης με βάση τα αέρια αίματος και την ανεκτικότητα του ασθενή. Οι αναπνευστήρες πίεσης είναι εξοπλισμένοι με ένα ευαίσθητο σύστημα εκκίνησης, το οποίο μπορεί να ανιχνεύσει αλλαγές στη ροή του αέρα στους αεραγωγούς. Κατά την εισπνοή, η προσπάθεια εισπνοής του ασθενή ενεργοποιεί την παροχή θετικής πίεσης στην εισπνοή (IPAP), ενώ η μείωση της ροής του αέρα ενεργοποιεί την έναρξη της εκπνοής(51). Τα συστήματα εκκίνησης που ανταποκρίνονται σε μεταβολές της ροής είναι πιο αποτελεσματικά από αυτά που αντιδρούν σε μεταβολές της πίεσης ή του όγκου, καθώς είναι πιο ευαίσθητα και καλύτερα ανεκτικά από τον ασθενή. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται λιγότερη προσπάθεια και μικρότερος χρόνος για την εκκίνηση του αναπνευστήρα. Άλλες

δυνατότητες περιλαμβάνουν τη ρύθμιση του αριθμού των αναπνοών που προσφέρονται από τον αναπνευστήρα, του χρόνου εισπνοής και του χρόνου αύξησης της πίεσης(51).

- **Συστήματα Υβριδικά Μοντέλα:** τα υβριδικά μοντέλα αναπνευστήρων αναπτύχθηκαν με γνώμονα την άνεση και τη συμμόρφωση του ασθενούς στη θεραπεία του μη επεμβατικού αερισμού. Δύο τέτοια μοντέλα είναι το *Proportional Assist Ventilation (PAV)* και το *Average Volume-Assured Pressure Support (AVAPS)*(30). Στο μοντέλο PAV, ο αναπνευστήρας παρέχει πίεση που είναι ανάλογη της προσπάθειας του ασθενούς, επιτυγχάνοντας ένα άριστο συγχρονισμό. Η υποβοήθηση στη ροή και τον όγκο του αέρα μειώνει το έργο των αντιστάσεων και της ελαστικής επαναφοράς. Το μοντέλο AVAPS προσφέρει έναν πιο σταθερό όγκο αέρα σε κάθε αναπνευστικό κύκλο, συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα ενός αναπνευστήρα πίεσης(52). Μελέτες έχουν δείξει ότι και τα δύο μοντέλα έχουν παρόμοια επίδραση στην ποιότητα του ύπνου και το νυχτερινό αερισμό, αλλά το AVAPS έχει παρατηρηθεί να έχει μεγαλύτερη βελτίωση στις τιμές του νυχτερινού  $\text{PaCO}_2$ , μικρότερες διαφυγές αέρα και υψηλότερους αναπνευόμενους όγκους. Παρόλα αυτά, δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί ποια υποομάδα ασθενών μπορεί να ωφεληθεί περισσότερο από τα AVAPS(52).

## 2.6. Η συμβολή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία μετά τον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα

Η συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία μετά τον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα είναι σημαντική για τους ασθενείς και μπορεί να προσφέρει πολλαπλά οφέλη. Αυτή η τεχνική, γνωστή και ως μη επεμβατική υποστήριξη της αναπνοής (NIV), παρέχει στους ασθενείς μια εναλλακτική και αποτελεσματική λύση στον απογαλακτισμό από τη συνεχή χρήση του αναπνευστήρα, επιτρέποντας τους να ανακτήσουν την ανεξαρτησία της αναπνοής τους(31). Ιδιαίτερα, σημαντική είναι η συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία, διότι βοηθάει σε πλήθος παραγόντων, όπως στη βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας, όπου ο NIV, βοηθά στην αποκατάσταση της φυσιολογικής

λειτουργίας της αναπνοής, μειώνοντας την ανάγκη για συνεχή υποστήριξη με αναπνευστήρα(31).

Επιπλέον, συμβάλει στην βελτίωση της φυσιολογικής αναπνευστικής μηχανικής, καθώς επιτρέπει στον ασθενή να αναπνέει μόνος του, χωρίς τη συνεχή χρήση εξωτερικού αναπνευστήρα, προάγοντας τη φυσιολογική λειτουργία του πνεύμονα. Επιπρόσθετα, η χρήση του μη επεμβατικού αερισμού βοηθά στην ταχύτερη αποκατάσταση και ανάρρωση του ασθενούς, ενώ συντελεί στη συμμόρφωση αυτού ως προς την ακολουθία της θεραπείας. Συνολικά, η εφαρμογή του μη επεμβατικού αερισμού στην κατ'οίκον νοσηλεία μετά τον απογαλακτισμό από τον αναπνευστήρα μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του ασθενούς, να επιταχύνει την ανάρρωση του και να μειώσει τον κίνδυνο επιπλοκών(31).

Σε μια μελέτη από δύο ευρωπαϊκά κέντρα καταγράφηκαν όλοι οι ασθενείς που εφάρμοζαν για τη θεραπεία της χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας (ΧΑΠ) μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό κατ'οίκον, μεταξύ της περιόδου 2008-2014(53). Η ΧΑΠ οφείλονταν σε τρία κύρια αίτια: πρώτον από το σύνδρομο υποαερισμού παχυσαρκίας με ή χωρίς αποφρακτική άπνοια ύπνου σε 29,5% των περιπτώσεων, δεύτερον σε νευρομυϊκές διαταραχές σε ποσοστό 22,7% και τρίτον σε αποφρακτικές παθήσεις των αεραγωγών σε ποσοστό 19,1% (53). Διαπιστώθηκε ότι η μέση επιβίωση της ομάδας μετά την έναρξη της χρήσης του MEMA ήταν 6,6 έτη. Ωστόσο, η μέση επιβίωση διαφέρει ανάλογα με την αιτία της ΧΑΠ. Η ανάλυση έδειξε ποιοί παράγοντες συσχετίζονται με υψηλότερο ή χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας. Υψηλότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε σε ασθενείς με γρήγορα προοδευτικές νευρομυϊκές διαταραχές, ΧΑΠ, ηλικία άνω των 60 ετών κατά την έναρξη του MEMA μετά από οξεία επεισόδια. Αντίθετα, χαμηλότερος κίνδυνος θνησιμότητας παρατηρήθηκε σε περιπτώσεις με υψηλή συμμόρφωση στη χρήση του MEMA, παρουσία οξυγονοθεραπείας, καθώς και σε γυναίκες(53). Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι το ποσοστό θνησιμότητας μετά την έναρξη του MEMA στην κατ'οίκον νοσηλεία είναι υψηλό, αλλά διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το αίτιο της αναπνευστικής ανεπάρκειας. Ενώ, σε ασθενείς με ΧΑΠ η χαμηλή συμμόρφωση στην ορθή χρήση του MEMA, αποτελεί δυσμενή προγνωστικό χαρακτηριστικό που μπορεί να χρήζει πιο εντατική παρέμβαση φροντίδας(53).

Άλλη μελέτη υποστηρίζει ότι η χρήση του MEMA, έχει καθιερωθεί ως θεραπεία βασιζόμενη σε ενδείξεις για σταθερούς ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ) και υπερκαπνία(54). Καθώς ο αριθμός των ασθενών που χρειάζονται αυτήν τη θεραπεία αυξάνεται, η έναρξη του MEMA, στο σπίτι θα μπορούσε σημαντικά να αποβεί σημαντική για το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Η χρήση του MEMA, στην κατ'οίκον νοσηλεία μέσω τηλεϊατρικής, για σταθερούς ασθενείς με χρόνια υπερκαπνική ΧΑΠ, είναι εξίσου αποτελεσματική με την έναρξη αυτού στο νοσοκομείο. Στη συγκεκριμένη μελέτη περιληφθήκαν 67 σταθεροποιημένοι υπερκαπνικοί ασθενείς με ΧΑΠ, τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, όπου η μία ξεκίνησε τη χρήση του MEMA, κατά την νοσοκομειακή νοσηλεία, ενώ η άλλη ξεκίνησε το MEMA, στο σπίτι με τη χρήση τηλεϊατρικής. Το κύριο αποτέλεσμα της μελέτης ήταν η μείωση της αρτηριακής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια της ημέρας μετά από 6 μήνες χρήσης του MEMA, με περιθώριο μη κατώτερης απόδοσης των 0,4 kPa. Τα αποτελέσματα σχετίζονταν με την ποιότητα ζωής, την υγεία και το κόστος, αναδεικνύοντας ότι η έναρξη του χρόνιου MEMA, στην κατ'οίκον νοσηλεία δεν ήταν λιγότερο αποτελεσματική από την ενδονοσοκομειακή νοσηλεία. Και οι δύο ομάδες, ασθενών παρουσίασαν μείωση των τιμών της πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{PaCO}_2$ ), μετά από 6 μήνες χρήσης του NIV σε σύγκριση με την αρχική τιμή. Επιπλέον, η ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία βελτιώθηκε στις δύο ομάδες χωρίς διαφορά στην αλλαγή μεταξύ των ομάδων, ενώ η έναρξη του MEMA στο σπίτι αποδείχθηκε πιο οικονομική από την ενδονοσοκομειακή έναρξη, με μείωση του κόστους πάνω από το 50% (54).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3.1. Ασθενείς που είναι υποψήφιοι για μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό

Γενικότερα, οι ασθενείς που θεωρούνται υποψήφιοι για την εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού πάσχουν από διάφορες παθήσεις που σχετίζονται με τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, όπως η χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, η υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια, η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, καθώς και ασθενείς που δεν δύναται να ανταποκριθούν επαρκώς στην ανεξάρτητη αναπνοή μετά τη διασωλήνωση(4). Έτσι, υποψήφιοι για την τοποθέτηση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού δύναται να είναι ασθενείς που παρουσιάζουν τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Δύσπνοια: μέτρια προς σοβαρή
- Αναπνευστική ανεπάρκεια ή αναπνευστικό distress
- Ταχύπνοια: αναπνοές > 24/min
- Αυξημένο έργο αναπνοής με χρήση επικουρικών μυών, ή αναπνοή με προτεταμένα χείλη
- Υπερκαπνική αναπνευστική οξέωση (pH μεταξύ 7.10 - 7.35)
- Υποξαιμία ( $\text{PaO}_2/\text{Fi O}_2 < 200 \text{ mmHg}$ , προτιμώμενος σε καταστάσεις υποξαιμίας που ανατρέπονται γρήγορα)(4)

### 3.2. Εξαρτήματα Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού:

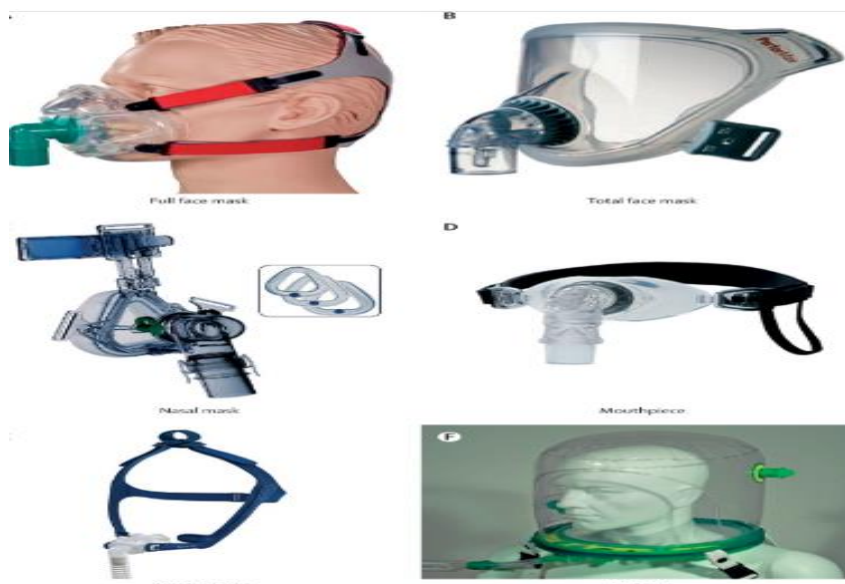
Οι συσκευές μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού χρησιμοποιούν διάφορα εξαρτήματα προκειμένου να παρέχουν αποτελεσματική υποστήριξη στην αναπνευστική λειτουργία του ασθενούς(8). Μερικά από τα βασικά είδη περιγράφονται παρακάτω ως εξής:

- ❖ **Μάσκες:** Η διαφορά μεταξύ επεμβατικού και μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού είναι ότι στη δεύτερη περίπτωση ο αέρας παρέχεται στους αεραγωγούς μέσω μιας μάσκας, αντί για τη διασωλήνωση του αεραγωγού. Η επιλογή της κατάλληλης μάσκας, σε συνδυασμό με τις προτιμήσεις του ασθενή, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το

θεραπευτικό αποτέλεσμα. Οι ρινικές μάσκες είναι κατάλληλες για ασθενείς που χρησιμοποιούν μακροχρόνια μη επεμβατικό αερισμό. Ωστόσο, απαιτείται η πλήρης συνεργασία του ασθενή, καθώς πρέπει να κρατάει το στόμα του κλειστό για να αποφεύγονται οι απώλειες αέρα(8).

- ❖ **Ρινικά μαξιλάρια:** τα συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται για να αποφευχθεί στη ράχη της μύτης και είναι ιδανικά για ασθενείς με κλειστοφοβία(8).
- ❖ **Ρινοστοματική μάσκα:** η ρινοστοματική μάσκα μειώνει τις απώλειες αέρα, αλλά συχνά προκαλούνται προβλήματα από έλκη στη ράχη της μύτης λόγω της πίεσης που ασκείται εκεί(8).
- ❖ **Στοματικές μάσκες:** οι στοματικές μάσκες εφαρμόζονται μόνο στην περιοχή του στόματος και είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για ασθενείς με έλκη στη μύτη, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μάσκες που καλύπτουν ολόκληρο το πρόσωπο(8).
- ❖ **Σκαφάνδρα ή Κράνος:** αυτό είναι ένα είδος μάσκας που εφαρμόζεται σε ολόκληρο το κεφάλι και στους ώμους του ασθενή και δεν ασκεί πίεση στο πρόσωπο. Χρησιμοποιείται κυρίως εντός νοσοκομείου, συνήθως σε ΜΕΘ, για βραχύ χρονικό διάστημα σε ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, αλλά έχει υψηλό νεκρό όγκο(8).

**Εικόνα 6. Εξαρτήματα Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού**



Πηγή. Δημητράκη και συν., 2022

### 3.3. Κριτήρια αναγνωσιμότητας για αποδέσμευση από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό

Η αποδέσμευση από το μηχανικό αερισμό για τους περισσότερους ασθενείς αποτελεί μια γρήγορη και χωρίς προβλήματα διαδικασία, αλλά για έναν στους τέσσερις ή πέντε ασθενείς είναι χρονοβόρα διαδικασία που μπορεί να καταναλώσει σχεδόν τον μισό από τον συνολικό χρόνο παραμονής σε μηχανική αναπνοή(8). Ο χειρισμός των ασθενών υπό μηχανική αναπνοή απαιτεί ετοιμότητα για αναγνώριση σημείων που δείχνουν ότι η μηχανική υποστήριξη δεν είναι πλέον απαραίτητη(23). Όταν οι ασθενείς εμφανίσουν ενδείξεις κλινικής βελτίωσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένα κριτήρια, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. για να επιλεγούν οι πιθανοί υποψήφιοι στους οποίους θα διακοπεί η μηχανική υποστήριξη. Γενικά, θα πρέπει να υπάρχει επαρκής οξυγόνωση χωρίς τοξικά μείγματα εισπνεόμενου οξυγόνου, αλλά και αιμοδυναμική σταθερότητα με ελάχιστη ή χωρίς υποστήριξη με αγγειοσυσπαστικά φάρμακα(9). Οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν καλή επικοινωνία με το περιβάλλον, ενώ δεν βρίσκονται υπό καταστολή και θα πρέπει να έχει αρθεί κάθε αναστρέψιμη κατάσταση (π.χ. σήψη, ή ηλεκτρονικές διαταραχές), που μπορεί να συμβάλλει στη δυσκολία της αποδέσμευσης από τον μηχανικό αερισμό.

**Πίνακας 1. Παρουσίαση κριτηρίων για αναγνώριση των ασθενών που είναι υποψήφιοι για δοκιμασία αυτόματης αναπνοής.**

#### **Αναπνευστικά κριτήρια**

$PaO_2 \geq 60$  mmHg υπό  $F_{IO_2} \leq 40-50\%$  και  $PEEP \leq 5-8$  cm  $H_2O$

$PaO_2$  φυσιολογική ή στο επίπεδο αναφοράς (πλην της περίπτωσης επιτρεπόμενης υπερκαπνίας)

Ο ασθενής είναι ικανός να ξεκινήσει εισπνευστική προσπάθεια.

#### **Καρδιαγγειακά κριτήρια**

Απουσία μυοκαρδιακής ισχαιμίας

Καρδιακή συχνότητα  $\leq 140$  σφύξεις/ λεπτό

Φυσιολογική αρτηριακή πίεση χωρίς αγγειοσυσπαστικά ή με ελάχιστη αγγειοσυσπαστική υποστήριξη

#### **Ικανοποιητικό επίπεδο συνείδησης**

✓ Ασθενής με εγρήγορση ή με σκορ  $\geq$  της Κλίμακας Γλασκώβης

**Απουσία άλλων συν-νοσηρών καταστάσεων**

Ασθενής απύρετος

Χωρίς σημαντικές ηλεκτρολυτικές διαταραχές

Πηγή: Taran et al.,2022

Εφόσον πληρούνται τα κριτήρια του Πίνακα 1., θα πρέπει να αποδεσμεύεται ο ασθενής από τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις στα αέρια του αίματος ή με την παλμική οξυμετρία(9). Ιδιαίτερα, η παλμική οξυμετρία αποτελεί μία χρήσιμη τεχνική παρακολούθηση του ασθενούς που λαμβάνει μη επεμβατικό μηχανικό αερισμό, παρέχοντας μας πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της αρτηριακής οξυγόνωσης.

### **3.4. Εφαρμογή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην αντιμετώπιση διάφορων δύσκολων καταστάσεων που σχετίζονται με την αναπνευστική λειτουργία**

Η εφαρμογή του MEMA, έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική στην αντιμετώπιση διάφορων δύσκολων καταστάσεων που σχετίζονται με την αναπνευστική λειτουργία. Ο MEMA, χρησιμοποιείται ευρέως σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα για την υποστήριξη ασθενών με αναπνευστική ανεπάρκεια, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό(23). Ακολουθούν κάποιες από τις καταστάσεις όπου ο MEMA είναι χρήσιμος.

1. **Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ):** η οξεία επιδείνωση της ΧΑΠ είναι από τις κύριες ενδείξεις για τη χρήση του MEMA. Η εφαρμογή του μπορεί να μειώσει την ανάγκη για διασωλήνωση, να μειώσει τη διάρκεια παραμονής στη ΜΕΘ και να βελτιώσει την επιβίωση(15).
2. **Καρδιογενές Πνευμονικό Οίδημα:** ο MEMA, μπορεί κυρίως μέσω της συνεχούς θετικής πίεσης των αεραγωγών (CPAP), να βοηθήσει στη βελτίωση της οξυγόνωσης. Κι στην αποσυμφόρηση των πνευμόνων, μειώνοντας το έργο της αναπνοής και βελτιώνοντας την καρδιακή παροχή(49).

3. **Ανοσοκατασταλμένοι Ασθενείς:** σε αυτούς η χρήση του MEMA, μειώνει τον κίνδυνο λοιμώξεων που σχετίζονται με τον επεμβατικό αερισμό, όπως η νοσοκομειακή πνευμονία και μπορεί να βελτιώσει τα κλινικά αποτελέσματα(16).
4. **Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια που σχετίζεται με Παχυσαρκία:** εδώ ο MEMA και συγκεκριμένα η επιλογή της BiBAP (Bi-level Positive Airway Pressure), χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της αναπνοής σε ασθενείς με σύνδρομο υποαερισμού της παχυσαρκίας, βελτιώνοντας την αναπνευστική λειτουργία και μειώνοντας την υπερκαπνία(19).
5. **Νευρομυϊκές Παθήσεις:** στις συγκεκριμένες παθήσεις, όπως η μυασθένεια Gravis ή το σύνδρομο Guillian Barre, μπορούν να ωφεληθούν από τη χρήση του MEMA, για την υποστήριξη της αναπνοής και την αποφυγή της διασωλήνωσης(20).
6. **Οξεία Αναπνευστική Ανεπάρκεια σε Καταστάσεις Υποξαιμίας:** ο MEMA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παθολογικές καταστάσεις, όπως η πνευμονία, το οξύ πνευμονικό οίδημα, ή οι χρόνιες παθήσεις του θωρακικού τοιχώματος ή νευρομυϊκές, βελτιώνοντας την οξυγόνωση και να μειώνοντας την ανάγκη για επεμβατικό αερισμό, μέσω συσκευών όπως το CPAP, όπου παρέχει συνεχή πίεση στους αεραγωγούς, ή το BiPAP, το οποίο προσφέρει διαφορετική πίεση στους αεραγωγούς(19). Αυτές οι μέθοδοι έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην πρόληψη και αντιμετώπιση αναπνευστικών επιπλοκών μετεγχειρητικά, στη διατήρηση της αναπνευστικής λειτουργίας και στην ανακούφιση από τη δύσπνοια(14).
7. **Χρόνια Αναπνευστική Ανεπάρκεια:** αποτελεί μία κατάσταση κατά την οποία το αναπνευστικό σύστημα αδυνατεί να παρέχει επαρκές οξυγόνο και να απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα από το αίμα. Η αξιοποίηση του MEMA, αποτελεί σημαντική θεραπεία για τη διαχείριση της χρόνιας αναπνευστικής ανεπάρκειας, παρέχοντας συνεχώς θετική πίεση στο αναπνευστικό σύστημα, ώστε να βελτιώνεται διαρκώς η

αναπνευστική λειτουργία και να μειώνεται ο κίνδυνος επιπλοκών, βοηθώντας τους ασθενείς να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους(25).

8. ***Η αποκατάσταση της αναπνευστικής λειτουργίας κατά τη μετεγχειρητική περίοδο:***

η αποκατάσταση της αναπνευστικής λειτουργίας κατά τη μετεγχειρητική περίοδο είναι κρίσιμη και μπορεί να επιτευχθεί μέσω του MEMA, ή και συνδυαστικά αξιοποιώντας τον MEMA και φυσιοθεραπεία. Η εφαρμογή σταθερής θετικής πίεσης (CPAP), είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την πρόληψη αναπνευστικών επιπλοκών, ιδίως σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε κοιλιακές χειρουργικές επεμβάσεις(16). Η European Society of Anesthesiology και η European Society of Intensive Care Medicine υποστηρίζουν τη χρήση της CPAP μέσω κατευθυντήριων οδηγιών για τον απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα(33). Ενώ η χρήση του high-flow nasal cannula, μπορεί να είναι αποτελεσματική, απαιτείται περισσότερη έρευνα για την αποδοτικότητα της στο μετεγχειρητικό περιβάλλον(14). Η φροντίδα των ασθενών με αυτές τις μεθόδους πρέπει να γίνεται υπό στενή παρακολούθηση και συνεχή αξιολόγηση των αεριομετρικών παραγόντων και της αναπνευστικής λειτουργίας.

9. ***Αντιμετώπιση Συνδρόμου Παχυσαρκίας-Υποαερισμού:*** το σύνδρομο παχυσαρκίας-

υποαερισμού χαρακτηρίζεται από την παρουσία παχυσαρκίας ( $\Delta\text{ΜΣ}>30\text{kg/m}^2$ ), χαμηλό οξυγόνο αίματος ( $<70\text{mmHg}$ ) και υψηλό διοξείδιο του άνθρακα ( $>45\text{mmHg}$ ), προκαλώντας διαταραχές στην αναπνοή κατά τον ύπνο. Ο MEMA αποδεικνύεται αποτελεσματικός σε αυτούς τους ασθενείς, βελτιώνοντας τα αέρια αίματος και μειώνοντας συμπτώματα όπως κεφαλαλγία, ημερήσια υπνηλία, κόπωση, δύσπνοια πνευμονική υπέρταση και οιδήματα κάτω άκρων. Η χρήση της CPAP είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, ειδικά σε περιπτώσεις σοβαρής άπνοιας. Πολλοί ασθενείς χρειάζονται αρχικά συμπληρωματική οξυγονοθεραπεία, αλλά η ανάγκη μειώνεται με τη συνεπή χρήση του MEMA.

**10. Άλλες περιπτώσεις συμβολής του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού:** η χρήση του MEMA εφαρμόζεται επιπλέον, σε περιπτώσεις εκτεταμένης πνευμονίας, κυρίως σε ΜΕΘ ή ΜΑΦ, αν και η ανταπόκριση των ασθενών με υποξυγοναιμία μπορεί να είναι περιορισμένη(54). Ορισμένοι ασθενείς με αναπνευστική ανεπάρκεια λόγω επαναλοίμωξης βρογχεκτασιών μπορεί να ανταποκρίνονται καλύτερα στον MEMA, αν και οι αυξημένες εκκρίσεις μπορεί να περιορίσουν την αποτελεσματικότητα του(41). Επίσης, ο MEMA έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε ασθενείς μετά τη διασωλήνωση, σε μετεγχειρητικούς ασθενείς και σε άτομα με αναπνευστική ανεπάρκεια μετά από μεταμόσχευση. Ωστόσο, δεν συνίσταται η εφαρμογή του σε ασθενείς με οξεία παροξυντική βρογχική ασθένεια, όπως άσθμα, λόγω υπερκαπνίας(29). Συνεπώς, η χρήση του MEMA είναι επιτυχής σε κάποιες καταστάσεις, ενώ σε άλλες μπορεί να επιδεινώσει την υπάρχουσα κατάσταση.

Κλείνοντας θα λέγαμε ότι η αντιμετώπιση της δυσλειτουργικής αναπνευστικής λειτουργίας εξαρτάται από τη σοβαρότητα της κατάστασης. Σε περιπτώσεις ήπιας δυσλειτουργίας της αναπνευστικής λειτουργίας η εφαρμογή οξυγονοθεραπείας με διάφορα μέσα, όπως ρινική κάνουλα, απλή μάσκα οξυγόνου και μάσκα Venturi, μπορεί να είναι επαρκής(48). Ωστόσο, σε πιο σοβαρές καταστάσεις αναπνευστικής δυσλειτουργίας απαιτείται η χρήση μη επεμβατικού αερισμού. Η διενέργεια διασωλήνωσης αποτελεί την πιο επεμβατική και αποτελεσματική μέθοδο αντιμετώπισης στις ιδιαίτερες σοβαρές περιπτώσεις και κυρίως όταν απειλείται η ζωή του ασθενούς. Επίσης, η χρήση μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού συνίσταται σε περιπτώσεις μετεγχειρητικής πνευμονίας και αναπνευστικής ανεπάρκειας ακόμη εκτός των ΜΕΘ, όπως στον κλινικό χώρο ή στην κατ' οίκον φροντίδα, αρκεί να υπάρχει η κατάλληλη γνώση, εμπειρία και επαγρύπνηση(34). Αξίζει να ανφέρουμε ότι την πρόσφατη περίοδο της πανδημίας Covid-19(5), υπήρχε ευρεία και αναγκαία χρήση αυτών των μεθόδων, λόγω έλλειψης διαθέσιμων κλινών στις ΜΕΘ τόσο στον εγχώριο κλινικό χώρο, όσο και στο διεθνές.

### **3.5. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα αξιοποίησης του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού**

Η αξιοποίηση του MEMA στην κλινική πρακτική προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων, τα οποία τον καθιστούν μια ιδιαίτερα σημαντική μέθοδο για την αντιμετώπιση της αναπνευστικής ανεπάρκειας και άλλων σχετικών καταστάσεων. Η αξιοποίηση του MEMA, έχει επεκταθεί σημαντικά τα τελευταία έτη και έχει αναγνωριστεί ως ένα σημαντικό μέσο για την αντιμετώπιση διαφόρων αναπνευστικών παθήσεων(25). Η ορθή χρήση του μπορεί να προσφέρει σημαντικά κλινικά οφέλη και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ασθενών. Τα κύρια **πλεονεκτήματα** του MEMA περιλαμβάνουν τα κάτωθι:

1. Αποφυγή της διασωλήνωσης: όπου ο MEMA, μπορεί να μειώσει την ανάγκη για διασωλήνωση και επεμβατικό μηχανικό αερισμό, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο σχετικών επιπλοκών, όπως η τραυματική βλάβη του αεραγωγού και η πνευμονία από αναπνευστήρα(25).
2. Μείωση της θνητότητας και της νοσηρότητας: όπου η χρήση του MEMA, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την επιβίωση και μειώνει τις επιπλοκές σε ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, ειδικά σε περιπτώσεις όπως η επιδείνωση της ΧΑΠ και το καρδιογενές πνευμονικό οίδημα(25).
3. Βελτίωση της οξυγόνωσης και της αναπνευστικής λειτουργίας: ο MEMA μπορεί να βοηθήσει στην οξυγόνωση και στη μείωση της υπερκαπνίας, διευκολύνοντας την αναπνευστική προσπάθεια του ασθενούς και βελτιώνοντας την ανταλλαγή αερίων(30).
4. Μείωση της διάρκειας ημερών νοσηλείας: οι ασθενείς που αντιμετωπίζονται με MEMA συχνά παρουσιάζουν ταχύτερη βελτίωση και μπορεί να έχουν μειωμένη διάρκεια παραμονής στη ΜΕΘ και στο νοσοκομειακό περιβάλλον(31).
5. Μείωση της ανάγκης για καταστολή: ο MEMA επιτρέπει στους ασθενείς να παραμένουν σε εγρήγορση και να επικοινωνούν, μειώνοντας την ανάγκη για κατασταλτικά φάρμακα που χρησιμοποιούνται συνήθως στον επεμβατικό μηχανικό αερισμό(31).
6. Καλύτερη Ανοχή και Ανεκτικότητα από τον ασθενή: ο MEMA, είναι γενικά πιο ανεκτός από τους ασθενείς σε σύγκριση με τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό, καθώς αποφεύγεται η δυσφορία της διασωλήνωσης και των επιπλοκών της(32).
7. Μείωση των επιπλοκών που σχετίζονται με τη διασωλήνωση: ο MEMA, μειώνει τον κίνδυνο λοιμώξεων, όπως η πνευμονία από αναπνευστήρα, καθώς και επιπλοκών όπως οι κακώσεις του αεραγωγού, ή οι τραυματικές βλάβες της τραχείας(32).
8. Ευκολότερη διακοπή του αερισμού: όπου η μετάβαση από τον MEMA στον αυτόνομο αερισμό, είναι ομαλή και ευκολότερη για τους ασθενείς(32).

9. Κινητικότητα και δραστηριότητα του ασθενούς: η χρήση του MEMA δεν παραμποδίζει ιδιαίτερα την αυτονομία των ασθενών και μπορούν να είναι πιο κινητικοί, συμμετέχοντας σε διάφορες δραστηριότητες, όπως φυσιοθεραπεία, βελτιώνοντας την αποκατάσταση και τη συνολική τους κατάσταση(32).
10. Οικονομικό Κόστος: η χρήση του MEMA μπορεί να είναι λιγότερο δαπανηρή σε σύγκριση με τον επεμβατικό μηχανικό αερισμό, λόγω της μείωσης της διάρκειας παραμονής στη ΜΕΘ και των λιγότερων επιπλοκών που απαιτούν πρόσθετη θεραπεία(32).

Παρόλο που ο MEMA προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη διαχείριση ασθενών με αναπνευστική ανεπάρκεια, υπάρχουν και κάποια **μειονεκτήματα** και προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση του, όπως παραθέτουμε παρακάτω:

1. Μη ανοχή από τον ασθενή: καθώς πολλοί ασθενείς μπορεί να δυσκολεύονται με τις συσκευές του MEMA, όπως ρινική μάσκα, ή ρινικούς καθετήρες, οδηγώντας σε μη ανοχή της θεραπείας και τη διακοπή της(31).
2. Δερματικές επιπλοκές: η παρατεταμένη χρήση της μάσκας μπορεί να προκαλέσει δερματικά έλκη, ή ερεθισμούς στο πρόσωπο, ειδικά σε σημεία επαφής με τις συσκευές του MEMA(31).
3. Διαφυγή χορηγούμενου αέρα: οι διαφυγές αέρα γύρω από τη μάσκα μπορούν να μειώσουν την αποτελεσματικότητα του MEMA, προκαλώντας ανεπαρκή αερισμό και υποξία. Επίσης, οι διαφυγές μπορούν επίσης, να οδηγήσουν σε ξηρότητα και ερεθισμό των ματιών(33).
4. Επιπλοκές από υπερκαπνία: σε ορισμένες περιπτώσεις, η ακατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων του MEMA μπορεί να οδηγήσει σε υπερκαπνία, κάτι το οποίο σημαίνει υψηλά επίπεδα του άνθρακα στο αίμα, επιδεινώνοντας την αναπνευστική κατάσταση του ασθενούς(33).
5. Δυσφαγία και κίνδυνος αναρρόφησης: η χρήση του MEMA μπορεί να προκαλέσει δυσκολία στην κατάποση και να αυξήσει τον κίνδυνο αναρρόφησης, ειδικά σε ασθενείς με μειωμένο επίπεδο συνείδησης, ή νευρολογικές διαταραχές(33).
6. Επιπλοκές από το γαστρεντερολογικό σύστημα: ο MEMA, μπορεί να προκαλέσει κατάποση αέρα, οδηγώντας σε αίσθημα μετεωρισμού και γαστρική διαταραχή. Αυτό

μπορεί να είναι ιδιαίτερα προβληματικό και δύσκολο σε ασθενείς με υπάρχουσες γαστρεντερικά προβλήματα(33).

7. Περιορισμοί στη χρήση του MEMA: ο MEMA δεν είναι κατάλληλος για όλους τους ασθενείς. Αυτό σημαίνει ότι ασθενείς με ασταθή αιμοδυναμική κατάσταση, σοβαρή υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια ή αδυναμία προστασίας των αεραγωγών, π.χ. λόγω μειωμένου επιπέδου συνείδησης, μπορεί να χρειαστούν επεμβατικό μηχανικό αερισμό(33).
8. Πολυπλοκότητα στη ρύθμιση: η σωστή εφαρμογή του MEMA απαιτεί εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία από το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό για τη ρύθμιση των παραμέτρων αερισμού και την παρακολούθηση του ασθενούς(33).
9. Κόστος και εξοπλισμός: η χρήση του MEMA απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό και συντήρηση, κάτι που μπορεί να είναι δαπανηρό και να περιορίζει τη διαθεσιμότητα του σε ορισμένες υγειονομικές δομές(33).

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι ενώ ο MEMA αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο στη διαχείριση πολλών αναπνευστικών παθήσεων, η αποτελεσματική χρήση του απαιτεί προσεκτική επιλογή των ασθενών, κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού και συνεχή παρακολούθηση για την πρόληψη και διαχείριση των επιπλοκών.

### **3.6. Η συμβολή του μη επεμβατικού μηχανικού αερισμού στην ποιότητα ζωής των ατόμων που απογαλακτίζονται από τον αναπνευστήρα**

Ο μη επεμβατικός μηχανικός αερισμός μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που αποσυνδέονται από τον αναπνευστήρα. Αυτό συμβαίνει επειδή ο μη επεμβατικός αερισμός μπορεί να παρέχει υποστήριξη στην αναπνευστική λειτουργία του ατόμου χωρίς τη χρήση ενδοτραχειακών ή εξωτερικών συσκευών(4). Αυτό επιτρέπει στους ασθενείς να ανακτήσουν την ανεξαρτησία τους και να αποκτήσουν περισσότερη ελευθερία κινήσεων και δραστηριοτήτων. Επιπλέον, ο μη επεμβατικός αερισμός μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της δύσπνοιας και της κούρασης που συνήθως σχετίζονται με τη χρήση του αναπνευστήρα(9). Αυτή η βελτίωση στην άνεση και την ανεξαρτησία μπορεί να οδηγήσει σε μια γενικότερη αίσθηση ευημερίας και βελτίωσης της ποιότητας ζωής. Συνολικά, ο MEMA μπορεί να

επιτρέπει στους ασθενείς να ανακτήσουν την αυτονομία τους και να έχουν μια πιο ενεργή και ικανοποιητική ζωή μετά την αποσύνδεσή τους από τον αναπνευστήρα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω σήμερα, οι υπηρεσίες υγείας επικεντρώνονται όχι μόνο στη μείωση των συμπτωμάτων των ασθενειών που βιώνουν οι ασθενείς, αλλά και στη βελτίωση και την προαγωγή της λειτουργικότητας αυτών, μέσω της συμμετοχής τους στις καθημερινές δραστηριότητες. Αν και η αύξηση της επιβίωσης είναι σημαντικός στόχος, πλέον αναγνωρίζεται ότι η αύξηση και η διατήρηση της ποιότητας ζωής ενός ατόμου καθίσταται εξίσου σημαντική(25). Ειδικότερα, για άτομα που πάσχουν από χρόνιες παθήσεις, η βελτίωση της ποιότητας ζωής μπορεί να έχει προτεραιότητα(16). Έτσι, είναι σημαντικό να υπάρχουν κοινές ερμηνείες για τις έννοιες «ποιότητα ζωής» και «λειτουργική κατάσταση».

Ιδιαίτερα, η έννοια της «ποιότητας ζωής» αναφέρεται στην ολιστική και υποκειμενική αξιολόγηση της ικανοποίησης ενός ατόμου σε θέματα που είναι σημαντικά για τον ίδιο(55). Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα ζωής, συμπεριλαμβανομένου της οικογενειακής και οικονομικής κατάστασης, του επαγγελματικού επιπέδου, της κοινωνικότητας, της πνευματικότητας και της κατάστασης της υγείας. Η έννοια της «λειτουργικότητας» ενός ατόμου αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να εκτελεί τις καθημερινές του δραστηριότητες, τόσο σε φυσικό όσο και σε συναισθηματικό και κοινωνικό επίπεδο(55).

Ως εκ τούτου, η ποιότητα ζωής των ατόμων που χρησιμοποιούν μη επεμβατικό αερισμό μπορεί να επηρεάζεται θετικά από αυτή τη θεραπεία. Ο μη επεμβατικός αερισμός μπορεί να βελτιώσει την αναπνευστική λειτουργία και την οξυγόνωση του αίματος, καθώς και να μειώσει τη δύσπνοια και την υποξυγοναιμία. Αυτές οι βελτιώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αίσθηση ευεξίας και αύξηση της δυνατότητας εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων(25). Ωστόσο, η ποιότητα ζωής περικλείει έναν πολυδιάστατο όρο επηρεαζόμενο από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών, ψυχολογικών, κοινωνικών, οικογενειακών και περιβαλλοντολογικών(55). Επομένως, η αξιολόγηση της ποιότητας ζωής πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης του ασθενούς και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται από τη θεραπεία του.

### 3.7. Η μακροχρόνια εφαρμογή του Μη Επεμβατικού Μηχανικού Αερισμού και η αποτελεσματικότητα αυτού στις ανανπνευστικές παθήσεις

Η μακροχρόνια εφαρμογή του MEMA σε ασθενείς με χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις, όπως η χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια (ΧΑΠ), προκαλεί διαφορετικές αντιδράσεις και δεν υπάρχει συναίνεση σχετικά με τα αποτελέσματα της. Οι δυσκολίες στη μακροχρόνια εφαρμογή του MEMA περιλαμβάνουν τον περιορισμένο αριθμό ασθενών που συμμετέχουν σε σχετικές έρευνες και τα αντιφατικά αποτελέσματα των μελετών(25). Σε σοβαρές περιπτώσεις ΧΑΠ με ύπια υπερκαπνία, τα αποτελέσματα του MEMA είναι περιορισμένα(23). Δεν παρατηρείται θετική επίδραση στην ανταλλαγή αερίων, τη λειτουργία των αναπνευστικών μυών ή τη δυνατότητα άσκησης(23). Ωστόσο, υπάρχει κάποια βελτίωση στη νευροψυχολογική λειτουργία (μνήμη). Σε πιο σοβαρές περιπτώσεις υπερκαπνίας, παρατηρείται βελτίωση στη διάρκεια και την ποιότητα του ύπνου, μείωση του χρόνου νοσηλείας και βελτίωση της υπερκαπνίας. Τα αποτελέσματα της μακροχρόνιας εφαρμογής του MEMA στην επιβίωση είναι συγκρίσιμα με αυτά της οξυγονοθεραπείας, τουλάχιστον σε περιπτώσεις ήπιας υπερκαπνίας.

Ο μακροχρόνιος MEMA αποτελεί αναγνωρισμένη θεραπεία για πολλές παθήσεις, συμπεριλαμβανομένης της χρόνιας υπερκαπνικής ανεπάρκειας(41). Ανάμεσα στις κύριες ομάδες ασθενών που επωφελούνται από το μακροχρόνιο MEMA περιλαμβάνονται αυτοί με ΧΑΠ, σύνδρομο παχυσαρκίας-υποαερισμού, νευρομυϊκές διαταραχές και διαταραχή της αναπνοής του ύπνου(54). Η θεραπεία με μακροχρόνιο MEMA βελτιώνει τα συμπτώματα της δύσπνοιας, των επιπέδων των αερίων του αίματος κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, την επιβίωση και την ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία(53). Αρχικά, οι ασθενείς που υφίσταται θεραπεία με μακροχρόνιο MEMA παρακολουθούνται συχνά στον κλινικό χώρο για εξασφάλιση της άνεσης, της οξυγόνωσης και του ελέγχου των αναπνευστικών συμβάντων. Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση του μακροχρόνιο MEMA έχει καταστήσει αυτήν την ενδονοσοκομειακή παρακολούθηση προβληματική και δαπανηρή(53).

Σήμερα, οι συσκευές μακροχρόνιου MEMA διαθέτουν ενσωματωμένο λογισμικό που καταγράφει πληροφορίες όπως η συμμόρφωση, οι διαρροές αέρα, ή ο όγκος εισπνεόμενου αέρα κ.α.,(43). Αυτές οι συσκευές παρέχουν πληροφορίες που

μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσαρμογή της θεραπείας και την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της(43). Επιπλέον, η σύζευξη των συσκευών μακροχρόνιου MEMA με νυχτερινή παλμική οξυμετρία ή καπνογραφία στην κατ'οίκον φροντίδα, μπορεί να παράσχει σημαντικές πληροφορίες χωρίς την ανάγκη ενδονοσοκομειακής παρακολούθησης(30). Έτσι, η ανάλυση από αυτές τις συσκευές μεγάλων ομάδων ασθενών μέσω της θεραπείας «μεγάλων δεδομένων» αναμένεται να βελτιώσει την κλινική πρακτική και να δώσει φως στους παράγοντες που συνδέονται με την επιτυχία της θεραπείας και την αποτελεσματικότητα της.

### **3.7.1. Στρατηγικές αποτελεσματικού ελέγχου στο μακροχρόνιο M.E.M.A**

Η ανίχνευση αποτελεσματικού ελέγχου του υποαερισμού από το μακροχρόνιο MEMA αναφέρεται στη βιβλιογραφία με διάφορες στατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μία από αυτές είναι η πλήρης πολυπνογραφία από τον MEMA, όπου σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα αερισμού κατά τη διάρκεια του ύπνου, όμως η μέθοδος αυτή είναι δύσκολο να εφαρμοστεί στα κλινικά κέντρα(51). Εναλλακτικά εργαλεία περιλαμβάνουν την οξυμετρία, τη μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα, ή τη χρήση λογισμικού αναπνευστήρα. Ακόμη, η καπνογραφία μπορεί να είναι μια αποδεκτή υποκατάσταση διαδικασία για τη διάγνωση του νυχτερινού υπολειμματικού υποαερισμού(30). Η ταυτόχρονη καταγραφή του οξυγόνου του αίματος με τον ίδιο ανιχνευτή αυτού βελτιώνει την κλινική συμβολή της νυχτερινής διαδερμικής καπνογραφίας, καθώς παρέχει πληροφορίες για σύντομους αποκορεσμούς, που σχετίζονται με σύντομα συμβάντα αερισμού(30). Επομένως, οι στρατηγικές αυτές μπορούν να βοηθήσουν στην ανίχνευση και τη διαχείριση του αναποτελεσματικού ελέγχου του νυχτερινού υποαερισμού από τον MEMA.

Συχνά, αναφέρονται σημαντικές διαρροές και μη φυσιολογικά υπολειμματικά αναπνευστικά συμβάντα εντοπίζονται σε ασθενείς που έχουν φυσιολογικά νυχτερινά επίπεδα οξυγόνου. Μελέτες, όπως αυτή των Georges et al (2020), έχουν δείξει ότι ο συνδυασμός των σημάτων από το διοξείδιο του άνθρακα και των δεδομένων από το λογισμικό του αναπνευστήρα παρέχει την καλύτερη μη επεμβατική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του MEMA(56). Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την

παρακολούθηση του MEMA. στο νοσοκομειακό περιβάλλον ή στο σπίτι χωρίς περίπλοκα logistics. Η απλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων και η περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων που παρέχονται από το λογισμικό αναπνευστήρα μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση του μηχανισμού που οδηγεί στη βελτιστοποίηση των ρυθμίσεων του MEMA. Αυτό μπορεί να περιορίσει τη χρήση της πλήρους πολυπνογραφίας σε πιο περίπλοκες καταστάσεις(56).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει τη συχνή εμφάνιση μη συγχρονισμού ασθενών και αναπνευστήρων, κυρίως ατόμων που τον χρησιμοποιούν σε μακροπρόθεσμη βάση. Μία ομάδα ερευνών πρότεινε ένα πλαίσιο για την ανάλυση αυτών των δεδομένων, το οποίο περιλαμβάνει τη διόρθωση των διαρροών και των εμποδίων που συχνά συνεισφέρουν στην εμφάνιση τους(33). Αυτή η ανάλυση εστιάζει στην ανίχνευση ασύγχρονης ταχύτητας ή και ενδοκυκλικού ασυγχρονισμού, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει πολλαπλές προσπάθειες ενεργοποίησης, αποσύνδεσης και αναποτελεσματικές προσπάθειες(33). Η κλινική σημασία αυτών των δεδομένων παραμένει αμφιλεγόμενη, καθώς η προσέγγιση και η ερμηνεία των δεδομένων διαφέρουν ανάλογα με τις μελέτες(31). Ωστόσο, η παρατήρηση των καταγεγραμμένων στοιχείων είναι σημαντική μετά τη διόρθωση των διαρροών, ειδικά αν υπάρχουν συμπτώματα ή οι αποκορεσμοί δεν εξηγούνται.

Η τηλε-παρακολούθηση έχει γίνει κοινή πρακτική σε πολλές χώρες για την παρακολούθηση ασθενών που χρησιμοποιούν το μακροχρόνιο MEMA και πάσχουν από διαταραχές του ύπνου(31). Πολλές συσκευές MEMA, έχουν ενσωματωμένη τεχνολογία, αλλά κάθε κατασκευαστής έχει δικό του λογισμικό και τρόπο αναφοράς ορισμένων παραμέτρων, γεγονός που δημιουργεί προκλήσεις για τους κλινικούς επαγγελματίες υγείας(31). Η αξιοπιστία των δεδομένων παραμένει ζήτημα, ειδικά για ορισμένες παραμέτρους. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η τηλε-παρακολούθηση του MEMA είναι μια αναδυόμενη στρατηγική. Η χρήση της ως συμπληρωματική έναρξη του μακροχρόνιου MEMA στην κατ'οίκον φροντίδα, είναι επίσης, μια επιλογή που έχει αποδειχθεί οικονομικά αποδοτική σε επιλεγμένες περιπτώσεις όπως η χρόνια υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια που σχετίζεται με νευρομυϊκές διαταραχές(23,31). Η αξιοποίηση του μεγάλου όγκου δεδομένων από τις καινοτόμες αυτές συσκευές προσφέρουν την πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων με υψηλή ταχύτητα απόκτησης και ποικιλομορφία πηγών, συνήθως με αβεβαιότητες όσον αφορά την ποιότητα(30). Η ευρεία χρήση της τηλεπαρακολούθησης για τη χρόνια

αναπνευστική ανεπάρκεια έχει ανοίξει νέους δρόμους για την εξέταση των ιδιαίτερων ασθενών και τον εντοπισμό πιθανών φαινοτύπων που επηρεάζουν τη συμμόρφωση και την αποτελεσματικότητα(23). Για παράδειγμα, η ανάλυση της καθημερινής χρήσης συσκευών αποκαλύπτει μοτίβα συμπεριφοράς που βελτιώνουν την κατανόηση μας για το πώς οι ασθενείς αποδέχονται τη θεραπεία τους. Επιπλέον, η τηλεπαρακολούθηση επέτρεψε την αξιολόγηση του αντίκτυπου του lockdown κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19, στη συμμόρφωση με τον μακροχρόνιο MEMA(55). Αναμφίβολα, αυτού του είδους οι πληροφορίες θα γίνονται όλο και πιο διαθέσιμες στο μέλλον, συμβάλλοντας στην ποιότητα ζωής, την επιβίωση και τις εισαγωγές στο νοσοκομείο.

## Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, διαπιστώσαμε την ιδιαίτερη συμβολή του Μη Επεμβατικού μηχανικού Αερισμού στον απογαλακτισμό των ασθενών από τον αναπνευστήρα, καθώς παρουσιάζει θετικά αποτελεσματικότητα στη βελτίωση διαφόρων παραγόντων που σχετίζονται με τη γενική υγεία αυτού και την ποιότητα ζωής του, όπως η βελτίωση του αισθήματος της δύσπνοιας, η ποιότητα του ύπνου και η οξυγόνωση του αίματος. Ο MEMA, είναι ένας τρόπος μηχανικής της υποστήριξης της αναπνευστικής λειτουργίας που εφαρμόζεται χωρίς ενδοτραχειακή διασωλήνωση.

Από την ανασκόπηση διαπιστώσαμε ότι είναι αποτελεσματικός στην αντιμετώπιση οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας από διάφορες αιτίες, μειώνοντας τον χρόνο νοσηλείας και τις επιπλοκές σε σχέση με την επεμβατική μηχανική υποστήριξη της αναπνοής. Επιπλέον, μειώνει την πιθανότητα διασωλήνωσης και τη θνητότητα σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτικά νοσήματα, νευρομυϊκές παθήσεις και περιοριστικά νοσήματα του θώρακα. Η χρήση του M.E.M.A συμβάλλει τη μείωση του χρόνου παραμονής των ασθενών στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, το συνολικό χρόνο νοσηλείας, τη θνητότητα και τις συχνές εισαγωγές στο νοσοκομείο.

Ακόμη, η χρήση αυτής της τεχνολογίας ως θεραπευτική μέθοδο έχει δείξει θετικά αποτελέσματα στη μείωση του χρόνου νοσηλείας των ασθενών στον κλινικό χώρο κατά τις οξείες παροξύνσεις, αλλά και στην αντιμετώπιση των περιοριστικών νοσημάτων του θώρακα. Παρόλα αυτά είναι αναγκαία η διεξαγωγή περαιτέρω μελετών για την αναγνώριση των ομάδων ασθενών που θα επωφεληθούν περισσότερο από αυτή τη θεραπεία, προκειμένου να ενισχυθεί η κλινική πρακτική και να βελτιωθεί η ποιότητα της φροντίδας των ασθενών.

## Βιβλιογραφικές Παραπομπές

1. Ευαγγελία Δ, Ιωάννης Κ, Δημήτριος Π. Αποτελεσματικότητα της πρώιμης τραχειοστομίας στη διάρκεια μηχανικού αερισμού. ΤΟ ΒΗΜΑ ΤΟΥ ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ. 2022;
2. Giessner SR, Dawson JF, Horton KE, West M. The impact of supportive leadership on employee outcomes during organizational mergers: An organizational-level field study. J Appl Psychol. Απρίλιος 2023;108(4):686–97.
3. Geiseler J, Westhoff M. [Weaning from invasive mechanical ventilation]. Med Klin Intensivmed Notfmed. Νοέμβριος 2021;116(8):715–26.
4. Guia M, Ciobanu LD, Sreedharan JK, Abdelrahim ME, Gonçalves G, Cabrita B, κ.ά. The role of non-invasive ventilation in weaning and decannulating critically ill patients with tracheostomy: A narrative review of the literature. Pulmonology. 1 Ιανουάριος 2021;27(1):43–51.

5. Chippa V, Aleem A, Anjum F. Post-Acute Coronavirus (COVID-19) Syndrome. Στο: StatPearls [Διαδίκτυο]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [παρατίθεται 8 Απρίλιος 2024]. Διαθέσιμο στο: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570608/>
6. Walter JM, Corbridge TC, Singer BD. Invasive Mechanical Ventilation. South Med J. Δεκέμβριος 2018;111(12):746–53.
7. Szafran JC, Patel BK. Invasive Mechanical Ventilation. Crit Care Clin. Απρίλιος 2024;40(2):255–73.
8. Ceriana P, Nava S, Vitacca M, Carlucci A, Paneroni M, Schreiber A, κ.ά. Noninvasive ventilation during weaning from prolonged mechanical ventilation. Pulmonology. 1 Νοέμβριος 2019;25(6):328–33.
9. Taran S, McCredie VA, Goligher EC. Noninvasive and invasive mechanical ventilation for neurologic disorders. Handb Clin Neurol. 2022;189:361–86.
10. Kampelmacher MJ. Moving from Inpatient to Outpatient or Home Initiation of Non-Invasive Home Mechanical Ventilation. J Clin Med. 19 Απρίλιος 2023;12(8):2981.
11. Kaminsky DA, Cockcroft DW, Davis BE. Respiratory System Dynamics. Semin Respir Crit Care Med. Οκτώβριος 2023;44(5):526–37.
12. Zepp JA, Morrissey EE. Cellular crosstalk in the development and regeneration of the respiratory system. Nat Rev Mol Cell Biol. Σεπτέμβριος 2019;20(9):551–66.
13. He Y, Xu X, Wang C, Wu Z. Prognostic value of the early lung ultrasound B-line score for postoperative pulmonary insufficiency in patients undergoing thoracic surgery: an observational study. Eur J Med Res. 3 Δεκέμβριος 2023;28(1):160.
14. Adler D, Janssens JP. The Pathophysiology of Respiratory Failure: Control of Breathing, Respiratory Load, and Muscle Capacity. Respiration. 2019;97(2):93–104.
15. McNicholas WT, Hansson D, Schiza S, Grote L. Sleep in chronic respiratory disease: COPD and hypoventilation disorders. Eur Respir Rev. 30 Σεπτέμβριος 2019;28(153):190064.
16. Patel N, Howard IM, Baydur A. Respiratory considerations in patients with neuromuscular disorders. Muscle Nerve. Αύγουστος 2023;68(2):122–41.
17. Henke C, Spiesshoefer J, Kabitz HJ, Herkenrath S, Randerath W, Brix T, κ.ά. Respiratory muscle weakness in facioscapulohumeral muscular dystrophy. Muscle Nerve. Δεκέμβριος 2019;60(6):679–86.
18. Gea J, Ausín P, Martínez-Llorens JM, Barreiro E. Respiratory muscle senescence in ageing and chronic lung diseases. Eur Respir Rev. 30 Σεπτέμβριος 2020;29(157):200087.
19. Shi T, Feng L. Blood biomarkers associated with acute type II respiratory failure in COPD: A meta-analysis. Clin Respir J. Φεβρουάριος 2022;16(2):75–83.
20. Al-Subu AM, Adams CK, Dykstra SA, Langkamp MR, Yngsdal-Krenz RA, Al Subu RM, κ.ά. Management of Critically Ill Patients With Spinal Muscular Atrophy Admitted With Acute Respiratory Failure. Respir Care. 3 Ιανουάριος 2023;68(2):247–54.

21. Eskander A, de Almeida JR, Irish JC. Acute Upper Airway Obstruction. *N Engl J Med*. 14 Νοέμβριος 2019;381(20):1940–9.
22. Bresesti I, Agosti M, Lakshminrusimha S, Lista G. Synchronized Invasive Mechanical Ventilation. *Clin Perinatol*. Δεκέμβριος 2021;48(4):813–24.
23. Bertoni M, Telias I, Urner M, Long M, Del Sorbo L, Fan E, κ.ά. A novel non-invasive method to detect excessively high respiratory effort and dynamic transpulmonary driving pressure during mechanical ventilation. *Crit Care*. 6 Νοέμβριος 2019;23(1):346.
24. Wong IMJ, Ferguson ND, Urner M. Invasive mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. Ιούνιος 2023;49(6):669–72.
25. Sohal AS, Anand A, Kaur P, Kaur H, Attri JP. Prospective Comparative Evaluation of Noninvasive and Invasive Mechanical Ventilation in Patients of Chronic Obstructive Pulmonary Disease with Acute Respiratory Failure Type II. *Anesth Essays Res*. 2021;15(1):8–13.
26. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing GJ, Harjola VP, κ.ά. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 21 Ιανουάριος 2020;41(4):543–603.
27. Trudzinski FC, Neetz B, Bornitz F, Müller M, Weis A, Kronsteiner D, κ.ά. Risk Factors for Prolonged Mechanical Ventilation and Weaning Failure: A Systematic Review. *Respiration*. 17 Αύγουστος 2022;101(10):959–69.
28. Windisch W, Weber-Carstens S, Kluge S, Rossaint R, Welte T, Karagiannidis C. Invasive and Non-Invasive Ventilation in Patients With COVID-19. *Dtsch Arztebl Int*. Αύγουστος 2020;117(31–32):528–33.
29. Chawla R, Dixit SB, Zirpe KG, Chaudhry D, Khilnani GC, Mehta Y, κ.ά. ISCCM Guidelines for the Use of Non-invasive Ventilation in Acute Respiratory Failure in Adult ICUs. *Indian J Crit Care Med*. Ιανουάριος 2020;24(Suppl 1):S61–81.
30. Scala R, Accurso G, Ippolito M, Cortegiani A, Iozzo P, Vitale F, κ.ά. Material and Technology: Back to the Future for the Choice of Interface for Non-Invasive Ventilation - A Concise Review. *Respiration*. 2020;99(9):800–17.
31. Vaschetto R, Pecere A, Perkins GD, Mistry D, Cammarota G, Longhini F, κ.ά. Effects of early extubation followed by noninvasive ventilation versus standard extubation on the duration of invasive mechanical ventilation in hypoxemic non-hypercapnic patients: a systematic review and individual patient data meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 1 Ιούνιος 2021;25(1):189.
32. Cammarota G, Simonte R, De Robertis E. Comfort During Non-invasive Ventilation. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:874250.
33. Marchioni A, Tonelli R, Fantini R, Tabbi L, Castaniere I, Livrieri F, κ.ά. Respiratory Mechanics and Diaphragmatic Dysfunction in COPD Patients Who Failed Non-Invasive Mechanical Ventilation. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019;14:2575–85.

34. Navarra SM, Congedo MT, Pennisi MA. Indications for Non-Invasive Ventilation in Respiratory Failure. *Rev Recent Clin Trials*. 2020;15(4):251–7.
35. Warnke C, Heine A, Müller-Heinrich A, Knaak C, Friessecke S, Obst A, κ.ά. Predictors of survival after prolonged weaning from mechanical ventilation. *Journal of Critical Care*. 1 Δεκέμβριος 2020;60:212–7.
36. Tommaso Scquizzato, Guglielmo Imbriaco, Federico Moro, Rosario Losiggio, Luca Cabrinie, Filippo Consolo. Non-Invasive Ventilation in the Prehospital Emergency Setting: A Systematic Review and Meta-Analysis: *Prehospital Emergency Care: Vol 27, No 5 [Διαδίκτυο]*. [παράτίθεται 13 Μάιος 2024]. Διαθέσιμο στο: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10903127.2022.2086331>
37. Schmitt FCF, Gruneberg D, Schneider NRE, Fögeling JO, Leucht M, Herth F, κ.ά. Non-Invasive Ventilation as a Therapy Option for Acute Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Acute Cardiopulmonary Oedema in Emergency Medical Services. *Journal of Clinical Medicine*. Ιανουάριος 2022;11(9):2504.
38. Alomari AS, Tayli SIA, Alzaydan AMA, Muneef RBAB, Aljaber TI, Alsekait RBA, κ.ά. Non-invasive ventilation strategy for patients with acute respiratory failure in emergency department – a systematic review. *International Journal of Medicine in Developing Countries*. 7 Ιανουάριος 2024;8(1):438–438.
39. Arshad M, Mehmood K, Iazoglu I. Development of a non-invasive ventilator for emergency and beyond. *Computers in Biology and Medicine*. 1 Δεκέμβριος 2023;167:107670.
40. Popowicz P, Leonard K. Noninvasive Ventilation and Oxygenation Strategies. *Surgical Clinics*. 1 Φεβρουάριος 2022;102(1):149–57.
41. Macrea M, Oczkowski S, Rochweg B, Branson RD, Celli B, Coleman JM, κ.ά. Long-Term Noninvasive Ventilation in Chronic Stable Hypercapnic Chronic Obstructive Pulmonary Disease. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 Αύγουστος 2020;202(4):e74–87.
42. Ergan B, Oczkowski S, Rochweg B, Carlucci A, Chatwin M, Clini E, κ.ά. European Respiratory Society guidelines on long-term home non-invasive ventilation for management of COPD. *Eur Respir J*. Σεπτέμβριος 2019;54(3):1901003.
43. Zhang Z, Xu P, Fang Q, Ma P, Lin H, Fink JB, κ.ά. Practice pattern of aerosol therapy among patients undergoing mechanical ventilation in mainland China: A web-based survey involving 447 hospitals. *PLoS One*. 2019;14(8):e0221577.
44. Korula PJ, Nayyar V, Stachowski E, Karuppusami R, Peter JV. An observational study on the practice of noninvasive ventilation at a tertiary level Australian intensive care unit. *Aust Crit Care*. Ιανουάριος 2020;33(1):89–96.
45. Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, Hallman M, Klebermass-Schrehof K, Ozek E, κ.ά. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome: 2022 Update. *Neonatology*. 2023;120(1):3–23.

46. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, κ.ά. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med.* Ιούλιος 2023;49(7):727–59.
47. Lemyre B, Deguise MO, Benson P, Kirpalani H, Ekhuere OA, Davis PG. Early nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) versus early nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) for preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 19 Ιούλιος 2023;7(7):CD005384.
48. Wilson ME, Dobler CC, Morrow AS, Beuschel B, Alsawas M, Benkhadra R, κ.ά. Association of Home Noninvasive Positive Pressure Ventilation With Clinical Outcomes in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 4 Φεβρουάριος 2020;323(5):455–65.
49. Berbenetz N, Wang Y, Brown J, Godfrey C, Ahmad M, Vital FM, κ.ά. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 5 Απρίλιος 2019;4(4):CD005351.
50. Lynch AL, Matlock DN, Akmyradov C, Weisner MD, Beck J, Sinderby C, κ.ά. Tidal volume delivery during nasal intermittent positive pressure ventilation: infant cannula vs. nasal continuous positive airway pressure prongs. *J Perinatol.* Φεβρουάριος 2024;44(2):244–9.
51. Chen, Z., Zhao, Z., & Zhang, Z. Retracted: Obstructive Sleep Apnea Syndrome Treated Using a Positive Pressure Ventilator Based on Artificial Intelligence Processor. *J Healthc Eng.* 2012;2023:9796878.
52. Pavone M, Verrillo E, Onofri A, Caggiano S, Cutrera R. Ventilators and Ventilatory Modalities. *Front Pediatr.* 2020;8:500.
53. Patout M, Lhuillier E, Kaltsakas G, Benattia A, Dupuis J, Arbane G, κ.ά. Long-term survival following initiation of home non-invasive ventilation: a European study. *Thorax.* Νοέμβριος 2020;75(11):965–73.
54. Duiverman ML, Vonk JM, Bladder G, van Melle JP, Nieuwenhuis J, Hazenberg A, κ.ά. Home initiation of chronic non-invasive ventilation in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax.* Μάρτιος 2020;75(3):244–52.
55. Malik P, Patel K, Pinto C, Jaiswal R, Tirupathi R, Pillai S, κ.ά. Post-acute COVID-19 syndrome (PCS) and health-related quality of life (HRQoL)—A systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Virology.* 2022;94(1):253–62.
56. George, P. M., Wells, A. U., & Jenkins, R. G. (2020). Pulmonary fibrosis and COVID-19: the potential role for antifibrotic therapy - *The Lancet Respiratory Medicine* [Διαδίκτυο]. [παρατίθεται 18 Μάιος 2024]. Διαθέσιμο στο: [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(20\)30225-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30225-3/fulltext)