



American Society of  
**Anesthesiologists™**



Anesthesia  
Patient Safety  
Foundation

## **Οδηγίες για τη χρήση των Μηχανημάτων Αναισθησίας ως Αναπνευστήρων Μονάδας Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)**

### **APSF/ASA**

Τα μηχανήματα αναισθησίας είναι εξοπλισμένα με αναπνευστήρες που σε πολλές περιπτώσεις μπορούν να προσφέρουν μηχανικό αερισμό σε ασθενείς με αναπνευστική ανεπάρκεια. Καθημερινά χρησιμοποιούνται με αυτό τον τρόπο εντός των χειρουργικών αιθουσών. Οι οδηγίες του FDA δεν εγκρίνουν την χρήση των αναπνευστήρων αναισθησίας για αναπνευστική υποστήριξη μακράς διάρκειας. Παρ' όλα αυτά, οι αναπνευστήρες αναισθησίας είναι προφανώς μία εναλλακτική λύση πρώτης γραμμής κατά τη διάρκεια της πανδημίας από COVID-19 στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν αρκετοί αναπνευστήρες ΜΕΘ για να ανταποκριθούν στις αυξημένες ανάγκες των ασθενών. Οι διαθέσιμοι πόροι και οι περιορισμοί της κάθε περιοχής θα καθορίσουν πώς αυτή η λύση μπορεί να εφαρμοστεί με τον καλύτερο τρόπο. Μηχανήματα αναισθησίας που δεν χρησιμοποιούνται μπορεί να υπάρχουν διαθέσιμα στις χειρουργικές αίθουσες, στους χώρους χορήγησης καταστολής, σε κέντρα ημερήσιας νοσηλείας, σε ιατρεία και στις εταιρείες ιατρικού εξοπλισμού. Σχετικές οδηγίες υπάρχουν από τους κατασκευαστές, οι οποίες όμως είναι πιθανό να μην καλύπτουν όλες τις κλινικές περιπτώσεις. Οι αναισθησιολόγοι είναι εκείνοι που θα πρέπει να θέσουν αυτά τα μηχανήματα σε λειτουργία και να τα χειριστούν στην ειδική αυτή κατάσταση. Η ασφαλής και αποτελεσματική χρήση των μηχανημάτων αναισθησίας ως αναπνευστήρων ΜΕΘ προϋποθέτει την κατανόηση των δυνατοτήτων των διαθέσιμων μηχανημάτων, των διαφορών μεταξύ αναισθησιολογικών αναπνευστήρων και αναπνευστήρων ΜΕΘ και της δυνατότητας ρύθμισης αυτών των μηχανημάτων ώστε να μιμούνται τις στρατηγικές αερισμού των αντίστοιχων της ΜΕΘ.

Ο σκοπός αυτών των οδηγιών είναι να καθοδηγήσει την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση των αναισθησιολογικών αναπνευστήρων σαν αναπνευστήρων ΜΕΘ. Παρακάτω περιγράφονται λεπτομερείς οδηγίες, ως εργαλεία εφαρμογής παρά την κλίση του ασθενούς με στόχο να εξασφαλισθεί η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια του αναισθησιολογικού αναπνευστήρα σε αυτή τη νέα κατάσταση.

Καλό θα είναι οι αρχές και οι Επιστημονικές Εταιρείες να συνεργάζονται ώστε να μετακινούνται οι αναπνευστήρες στις περιοχές όπου υπάρχει η μεγαλύτερη ανάγκη.

*(ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι οδηγίες αυτές πιθανόν να χρειαστεί να τροποποιηθούν ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Οι οδηγίες έχουν σκοπό να προσφέρουν πληροφορίες που θα βοηθήσουν τους θεράποντες να λάβουν τις κατά το δυνατόν καλύτερες αποφάσεις ώστε να παρέχουν ασφαλή και αποτελεσματική φροντίδα)*

Βασικά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την προετοιμασία των Μηχανημάτων Αναισθησίας για χρήση ως Αναπνευστήρων ΜΕΘ

#### **ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ**

- ΕΙΝΑΙ ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΑΥΤΗ Η ΧΡΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ FDA ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ;
  - Το FDA έχει προσωρινά εγκρίνει την χρήση των μηχανημάτων αναισθησίας σαν αναπνευστήρες ΜΕΘ.

<https://www.fda.gov/medical-devices/letters-health-care-providers/ventilator-supply-mitigation-strategies-letter-health-care-providers>

- FDA ENFORCEMENT POLICIES FOR VENTILATORS DURING COVID-19:

<https://www.fda.gov/media/136318/download>

Οι εταιρείες GE, Draeger and Mindray έχουν εκδώσει οδηγίες για την off- label χρήση των μηχανημάτων τους, οι οποίες περιλαμβάνουν χρήσιμες οδηγίες για την χρήση αυτών των μηχανημάτων σαν αναπνευστήρων ΜΕΘ για μεγάλο χρονικό διάστημα.

- GE Healthcare: 24x7 phone support 800-345-2700

- GENERAL: <https://www.gehealthcare.com/corporate/covid-19>
- SPECIFIC: <https://www.gehealthcare.com/-/jssmedia/3c655c83bd6b427e9824994c12be0da5.pdf?la=en-us>
- DRAEGER Medical: 1-800-437-2437
- GETINGE
  - [https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/marketing/sales/customer-letters/English/mcv00103387\\_reva\\_covid-19\\_customer\\_letter\\_long\\_term\\_ventilation\\_with\\_flow-en-us.pdf](https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/marketing/sales/customer-letters/English/mcv00103387_reva_covid-19_customer_letter_long_term_ventilation_with_flow-en-us.pdf)
- MINDRAY: 800.288.2121 or 877.913.9663
  - <https://www.mindraynorthamerica.com/covid-19-response/>

#### ΠΟΙΟΣ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ;

Αναισθησιολόγος θα πρέπει να είναι πάντα άμεσα διαθέσιμος (24/7/365) ώστε να χειριστεί τα μηχανήματα αναισθησίας ως αναπνευστήρες ΜΕΘ και θα πρέπει να τα ελέγχει ανά μία ώρα. Οι εντατικολόγοι, οι νοσηλευτές της ΜΕΘ και οι φυσιοθεραπευτές δεν είναι εκπαιδευμένοι να χειρίζονται τα αναισθησιολογικά μηχανήματα και είναι ήδη σε κατάσταση stress. Οποσδήποτε είναι επιθυμητή η συνεννόηση με τους εντατικολόγους για την καλύτερη στρατηγική αερισμού. Τα μηχανήματα αναισθησίας δεν διαθέτουν προστασία έναντι μη εξουσιοδοτημένων χρηστών. Ειδική σήμανση πρέπει να προειδοποιεί τους μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να μην αλλάζουν τις ρυθμίσεις του μηχανήματος.

- ΠΟΥ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ; ΣΤΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ Ή ΣΤΗΝ ΜΕΘ;

Η συνεχής φροντίδα του ασθενούς σε επίπεδο ΜΕΘ είναι καλύτερη, αλλά οι τοπικές συνθήκες θα καθορίσουν που τελικά θα αναπτυχθούν οι κλίνες με μηχανήματα αναισθησίας.

- ΜΕΘ: Θα χρειαστεί χώρος για να φιλοξενήσει το μηχάνημα και τις παροχές πεπιεσμένου αέρα και οξυγόνου. Δεν απαιτείται σύστημα απαγωγής αερίων εάν τοποθετηθούν κατάλληλα αντιικά φίλτρα στο κύκλωμα και εφόσον δεν χρησιμοποιούνται πτητικά αναισθητικά. Οι παροχές αναρρόφησης των ΜΕΘ δεν είναι συμβατές με τις αντίστοιχες παροχές των μηχανημάτων αναισθησίας λόγω ασυμβατότητας των συνδέσεων.
  - Χειρουργικές αίθουσες: Πρέπει να είναι διαθέσιμες εφόσον δεν πραγματοποιούνται τακτικά χειρουργεία. Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πολύ καλά ως δωμάτια απομόνωσης, ειδικά αν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής αρνητικής πίεσης. Τα μηχανήματα αναισθησίας πρέπει να είναι έτοιμα προς χρήση και συνδεδεμένα με τις κεντρικές παροχές αερίων, καθώς και με το Σύστημα Ηλεκτρονικού Φακέλου Ασθενούς, όπου αυτό εφαρμόζεται. Οι χειρουργικές αίθουσες ίσως να αποτελούν τη μοναδική επιλογή σε περίπτωση πλήρωσης των ΜΕΘ, αλλά υπάρχουν μειονεκτήματα όσον αφορά τη φροντίδα των ασθενών. Οι συναγερμοί δεν ακούγονται εκτός των αιθουσών και πρέπει να τοποθετηθούν στην μέγιστη ένταση. Ένας νοσηλευτής/ιατρός πρέπει να είναι πάντα παρών στην αίθουσα με τις πόρτες κλειστές. Επίσης, μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να εφαρμοσθεί εντός του χειρουργείου η φροντίδα του ασθενούς με βάση τα standards της φροντίδας στη ΜΕΘ.
  - Κλίνες στη ΜΜΑΦ και σε άλλες πτέρυγες του Νοσοκομείου: Οι ΜΜΑΦ (Μονάδες Μεταναισθητικής Φροντίδας) είναι ανοικτοί χώροι με αυξημένα επίπεδα θορύβου και με κίνδυνο μετάδοσης μολυσματικών παραγόντων. Πιθανόν, δωμάτια σε άλλες πτέρυγες του Νοσοκομείου να είναι πιο κατάλληλα. Για να χρησιμοποιηθούν τα μηχανήματα αναισθησίας ως αναπνευστήρες ΜΕΘ σε αυτούς τους χώρους απαιτείται ο χώρος για την τοποθέτηση του μηχανήματος αναισθησίας, καθώς και παροχές πεπιεσμένου οξυγόνου και αέρα. Οποudήποτε χρησιμοποιούνται τα μηχανήματα αναισθησίας, πρέπει να υπάρχει άμεσα διαθέσιμος αναισθησιολόγος και να εφαρμόζεται το κατάλληλο monitoring, ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση των αναπνευστήρων.
- **ΑΝ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΟΥΜΕ, ΕΧΕΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΠΟΙΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ;**

Υπάρχουν διαφορές στις δυνατότητες αερισμού μεταξύ των μηχανημάτων αναισθησίας. Γενικά, τα νεώτερα μηχανήματα έχουν περισσότερους τρόπους αερισμού, πιο ευέλικτες ρυθμίσεις και προδιαγραφές παρόμοιες με τους αναπνευστήρες της ΜΕΘ (Πίνακας). Προτιμώνται οι αναπνευστήρες αναισθησίας που διαθέτουν αντιρρόπηση της ενδοτικότητας και χορήγηση αναπνεόμενου όγκου που δεν επηρεάζεται από τη ροή φρέσκων αερίων, διότι εξασφαλίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα του χορηγούμενου αναπνεόμενου όγκου και πιο ακριβές monitoring.

ΠΙΝΑΚΑΣ:ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑΤΩΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Μοντέλο μηχανήματος	Τύπος αναπνευστήρα	Pmax	RRmax	PEEPmax	Vt/MVmax	Spirometry/Compliance/Sensing (Σπιρομετρία/ενδοτικότητα/αισθητήρες)
Draeger Apollo	E-Piston	70	100	20	1400/50	Ναι/Ναι/Ναι
Draeger Fabius or Tiro	E-Piston	70	60	15	1400/25	Όχι/Ναι/Ναι
Draeger Perseus	E-Blower	80	100	35	1500/40	Ναι/Ναι/Ναι
GE Aisys	P-Bellows	100	100	30	1500/120	Ναι/Ναι/Ναι
GE Aisys C2	P-Bellows	100	100	30	1500/120	Ναι/Ναι/Ναι
GE Avance	P-Bellows	100	100	30	1500/120	Ναι/Ναι/Ναι
GE Avance C2	P-Bellows	100	100	30	1500/120	Ναι/Ναι/Ναι
GE Carestation 600 series	P-Bellows					Ναι/Ναι/Ναι
Getinge Flow-i	P-Reflector	80	100	50		Ναι/Ναι/Ναι
Mindray A7 Advantage	P-Bellows	100	100	30	1500/30	Ναι/Ναι/Ναι
Mindray A5 Advantage	P-Bellows	100	100	30	1500/30	Ναι/Ναι/Ναι

Mindray A4 Advantage	P-Bellows	100	100	30	1500/30	Ναι/Ναι/Ναι
----------------------	-----------	-----	-----	----	---------	-------------

P= Pneumatic, E= Electrical

Αρχικά, πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα καταλληλότερα αναισθησιολογικά μηχανήματα. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί το ίδιο μοντέλο μηχανήματος και να αποφευχθεί η μίξη διαφορετικών τύπων μηχανημάτων αναισθησίας. Ξεκινήστε με μηχανήμα αναισθησίας του οποίου ο αναπνευστήρας διαθέτει SIMV + PS, και χρησιμοποιείτε μοντέλα αερισμού με ελεγχόμενο όγκο ή πίεση σε συνδυασμό με υποστήριξη της πίεσης (pressure support). Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε μηχανήματα με όσο το δυνατόν παρόμοια χαρακτηριστικά. Πρέπει να συνειδητοποιήσετε ότι οι δυνατότητες αερισμού των περισσότερων μηχανημάτων αναισθησίας, ακόμη και αυτών με περιορισμένους τρόπους αερισμού και χωρίς τη δυνατότητα αερισμού με υποστήριξη πίεσης (pressure support ventilation), θεωρούνται επαρκή ως παρέμβαση σωτήρια για τη ζωή για την πλειοψηφία των ασθενών. Το monitoring του αναπνευστικού συστήματος είναι επίσης σημαντικό και περιλαμβάνει καταγραφή της πίεσης και της ροής με αντίστοιχους συναγερμούς (alarms). Η σπιρομετρία σε πραγματικό χρόνο (με καμπύλες Ροής-Όγκου και Πίεσης-Όγκου) είναι επίσης σημαντική για ασθενείς με αναπνευστική ανεπάρκεια, αλλά και για τη διάγνωση τόσο πιθανής διαρροής από τον ενδοτραχειακό σωλήνα, όσο και αυξημένης αντίστασης αεραγωγών μέσω των φίλτρων HME.

Η χρήση του οξυγόνου είναι μία παράμετρος σημαντική όσον αφορά την επιλογή των αναισθησιολογικών μηχανημάτων και την διαχείριση των μοντέλων αερισμού. Γενικά, οι αναπνευστήρες που χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας πεπιεσμένο αέριο, αέρα ή οξυγόνο (αερομηχανικοί), καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο από αυτούς που χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή αναπήδησης (με ηλεκτρικό ρεύμα). Παρακάτω περιγράφονται τροποποιήσεις για την εξοικονόμηση οξυγόνου κατά τη χρήση όλων των τύπων αναπνευστήρων αναισθησίας.

#### **ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟΥ**

Σε πολλά νοσοκομεία, τα μηχανήματα αναισθησίας συνδέονται με δίκτυο αυτόματης καταγραφής των αναπνευστικών παραμέτρων στο ηλεκτρονικό αρχείο του ασθενούς. Η συνέχιση αυτής της ηλεκτρονικής καταγραφής είναι εύκολη, εφόσον τα μηχανήματα παραμείνουν στην χειρουργική αίθουσα. Αν τα μηχανήματα μεταφερθούν σε άλλο σημείο εντός του Νοσοκομείου και δεν είναι πιθανή η δυνατότητα επανασύνδεσης στο ηλεκτρονικό αρχείο, πρέπει να γίνεται χειρόγραφη καταγραφή των παραμέτρων ανά τακτά χρονικά διαστήματα σε ειδική κάρτα.

#### **ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ**

## ○ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Η προσαρμογή του μηχανήματος απαιτεί:

- Αφαίρεση των monitors που είναι προσαρμοσμένα στο μηχάνημα αναισθησίας πριν τη χρήση του ως αναπνευστήρα ΜΕΘ.
- Σύνδεση με τις παροχές πεπιεσμένου οξυγόνου και αέρα, είτε κεντρικές, είτε μεγάλων κυλίνδρων τύπου G ή H. Ύπαρξη εφεδρικών κυλίνδρων οξυγόνου και αέρα.
- Απομάκρυνση ή αποστράγγιση όλων των εξατμιστήρων.
- Απομάκρυνση των κυλίνδρων και των κεντρικών παροχών του υποξειδίου του αζώτου.
- Πιθανή τροποποίηση των συναγερμών (π.χ. επίπεδο PEEP, συναγερμοί όγκου, κατά λεπτόν αερισμού και πίεσης αεραγωγών κ.ά.), έτσι ώστε να συμβαδίσουν με αυτούς των αναπνευστήρων ΜΕΘ.
- Προσαρμογή του συστήματος απαγωγής των αερίων (παροχή αναρρόφησης υπάρχει διαθέσιμη στη ΜΕΘ, αλλά δεν προσαρμόζεται στην αντίστοιχη υποδοχή WAGD του μηχανήματος αναισθησίας λόγω ασυμβατότητας των συνδέσεων). Εάν το σύστημα απαγωγής δεν συνδέεται με κεντρική αναρρόφηση (σύνδεση WAGD) ή με αναρρόφηση, πρέπει 1) είτε να αποσυνδεθούν τα συνδεδεμένα από το αναπνευστικό κύκλωμα και τον αναπνευστήρα, 2) είτε να απομακρυνθεί η δεξαμενή συλλογής/αποθήκευσης του συστήματος, στην περίπτωση που πρόκειται για κλειστό σύστημα απαγωγής αερίων. Οποιαδήποτε από τις παρεμβάσεις αυτές θα αποτρέψει την ανάπτυξη υψηλών πιέσεων στο σύστημα απαγωγής, οι οποίες δυνητικά μπορούν να μεταφερθούν στο αναπνευστικό κύκλωμα και να οδηγήσουν στη δημιουργία υψηλών πιέσεων αεραγωγών και μη επιθυμητής θετικής τελοεκπνευστικής πίεσης (PEEP) στον ασθενή.
- Αλλαγή του οδηγού αερίου σε αναπνευστήρες με φυσούνα. Οι αναπνευστήρες με φυσούνα συνήθως χρησιμοποιούν ως οδηγό αέριο οξυγόνο σε συγκέντρωση 100%. Υπό αυτές τις συνθήκες, η κατανάλωση οξυγόνου ισούται κατά προσέγγιση με τον κατά λεπτό αερισμό (είναι δηλ. σημαντικά υψηλότερη από την ροή φρέσκου οξυγόνου που καταναλώνεται). Αν η παροχή του οξυγόνου είναι περιορισμένη ή πρέπει να γίνει οικονομία, μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις σε ορισμένα μηχανήματα αναισθησίας, ώστε να χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα ως οδηγό αέριο.

Τέτοιου είδους τροποποιήσεις μπορούν να γίνουν σε λιγότερο από μία ώρα από έναν εκπαιδευμένο τεχνικό ιατρικών μηχανημάτων με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή.

- Για τη μετατροπή αναπνευστήρα με φυσούνα GE από 100% O<sub>2</sub> σε συμπιεσμένο αέρα, σας παραπέμπουμε στο Εγχειρίδιο Χρήσης Τεχνικών Χαρακτηριστικών:
  - Aisys CS2 → Section 9.27 Change drive gas
  - Avance CS2→ 9.27 Change drive gas
  - Carestation 6xx →Section Change Drive Gas
  - Aespire View →Section 9.28 Change drive gas

*Προσοχή: Εάν αλλάξετε το οδηγό αέριο, πρέπει να αλλάξετε και την επιλογή οδηγού αερίου στην οθόνη ρύθμισης του αναπνευστήρα. Εάν η επιλογή του οδηγού αερίου διαφέρει από το οδηγό αέριο που χρησιμοποιείται, δεν θα γίνεται προσαρμογή/διόρθωση των όγκων.*

- Δεν είναι δυνατή η αλλαγή του οδηγού αερίου στα μηχανήματα αναισθησίας Midray.
  - Κύκλωμα αναισθησίας με αποθεματικό ασκό και αντιϊκά φίλτρα για να προστατευθεί το μηχάνημα από εσωτερική επιμόλυνση. Ένα φίλτρο ανταλλαγής θερμότητας και υγρασίας (HMEF) πρέπει να τοποθετείται στην σύνδεση του τραχειοσωλήνα με το αναπνευστικό κύκλωμα. Ένα δεύτερο φίλτρο HMEF ή αντιϊκό πρέπει να τοποθετηθεί στο εκπνευστικό σκέλος του κυκλώματος, στο σημείο σύνδεσης με το μηχάνημα αναισθησίας. Εφεδρικά φίλτρα και αναπνευστικά κυκλώματα πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμα.
  - Πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος εφεδρικός χειροκίνητος τρόπος αερισμού (αυτοδιατεινόμενος ασκός, ambu) με φίλτρο στο εκπνευστικό σκέλος. Σε πολλά μηχανήματα αναισθησίας, σε περίπτωση αποτυχίας μηχανικού αερισμού, υπάρχει εφεδρικός χειροκίνητος τρόπος αερισμού ως χαρακτηριστικό ασφαλείας.
  - Συνεχής μέτρηση του εισπνεόμενου οξυγόνου και του εισπνεόμενου/εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα, με αναλυτές οξυγόνου/ αερίων ενσωματωμένους ή μη στο μηχάνημα. είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά στο μηχάνημα.



## ΑΥΤΟΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Οι περισσότεροι σύγχρονοι σταθμοί αναισθησίας διαθέτουν διαδικασίες αυτοελέγχου (self-test), οι οποίες πρέπει να πραγματοποιούνται κάθε 24 ώρες, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του μηχανήματος. Κατά τη διάρκεια του αυτοελέγχου, δεν είναι δυνατός ο αερισμός, χειροκίνητος ή μηχανικός, του ασθενούς. Κατά συνέπεια, σε αυτήν την φάση πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμοι εναλλακτικοί τρόποι αερισμού. Αν και δεν θεωρείται ιδανικό, οι οδηγίες από τους κατασκευαστές για τη χρήση κατά τη διάρκεια της κρίσης επιτρέπουν την πραγματοποίηση της διαδικασίας αυτοελέγχου κάθε 72 ώρες.

### ΠΑΡΟΧΗ ΤΗΣ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

- Εξαιτίας της επανεισπνοής στο κυκλικό κύκλωμα, η εισπνεόμενη συγκέντρωση οξυγόνου είναι δυνατόν να είναι σημαντικά χαμηλότερη από τη συγκέντρωση στα φρέσκα αέρια. Για το λόγο αυτό, πρέπει να παρακολουθείται η συγκέντρωση του εισπνεόμενου οξυγόνου. Η επανεισπνοή αυξάνεται προοδευτικά όταν η ροή φρέσκων αερίων λαμβάνει τιμές χαμηλότερες του κατά λεπτόν αερισμού.
- Σε ορισμένα μηχανήματα αναισθησίας, είναι δυνατόν να καθορίζονται ταυτόχρονα τόσο η συγκέντρωση οξυγόνου στα φρέσκα αέρια, όσο και η συνολική ροή.
- Σε άλλα μηχανήματα αναισθησίας, οι ροές οξυγόνου / αέρα είναι προκαθορισμένες και η συγκέντρωση οξυγόνου στα φρέσκα αέρια πρέπει να υπολογίζεται. Ο πίνακας που ακολουθεί αποτελεί έναν οδηγό για τις αναλογίες των ροών οξυγόνου και αέρα και για τις συγκεντρώσεις οξυγόνου που προκύπτουν στο κύκλωμα.
- Ανεξάρτητα από το τρόπο καθορισμού της συγκέντρωσης οξυγόνου στα φρέσκα αέρια, η εισπνεόμενη από τον ασθενή συγκέντρωση οξυγόνου εξαρτάται από τη ροή φρέσκων αερίων και το ποσοστό επανεισπνοής. Η συγκέντρωση οξυγόνου στα φρέσκα αέρια είναι δυνατόν να χρειάζεται αναπροσαρμογή ώστε να διατηρείται η επιθυμητή εισπνεόμενη συγκέντρωση οξυγόνου.

Επιθυμητή FIO <sub>2</sub>	Αναλογία O <sub>2</sub> /αέρα	Ροή O <sub>2</sub> για συνολική ροή 5L/min	Ροή αέρα για συνολική ροή 5L/min
----------------------------	-------------------------------	---	-------------------------------------

21%	0 προς 1	0.0	5.0
25%	0.06 προς 1	0.3	4.7
30%	0.13 προς 1	0.6	4.4
35%	0.21 προς 1	0.9	4.1
40%	0.31 προς 1	1.2	3.8
50%	0.59 προς 1	1.9	3.1
60%	0.99 προς 1	2.5	2.5
80%	3 προς 1	3.8	1.3
100%	1 προς 0	5.0	0.0

#### **ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΦΡΕΣΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ**

Η δυνατότητα μεταβολής της ροής φρέσκων αερίων που οδηγεί σε μεταβολή της ποσότητας των εκπνεόμενων αερίων που επανεισπνέονται αποτελεί την κύρια διαφορά μεταξύ των αναπνευστήρων αναισθησίας και των αναπνευστήρων ΜΕΘ. Γενικά, εάν η ροή φρέσκων αερίων υπερβαίνει τον κατά λεπτό αερισμό, υπάρχει ελάχιστη ή καθόλου επανεισπνοή. Καθώς η ροή φρέσκων αερίων μειώνεται, αυξάνεται σταδιακά η επανεισπνοή εκπνεόμενων αερίων. Η επανεισπνοή έχει το πλεονέκτημα ότι εξοικονομεί οξυγόνο και αναισθητικό αέριο, αλλά χρησιμοποιεί προσροφητικό CO<sub>2</sub> και παράγει θερμότητα και υγρασία.

Η ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΔΕΙΧΝΕΙ ΞΕΚΑΘΑΡΑ ΟΤΙ ΟΤΑΝ ΕΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΩΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΑΣ ΜΕΘ, Η ΧΑΜΗΛΗ ΡΟΗ ΦΡΕΣΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΟΔΗΓΕΙ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ, ΑΠΟΦΡΑΞΗ ΤΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΓΚΗ ΣΥΧΝΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΡΟΦΗΤΙΚΟΥ CO<sub>2</sub>.

- Αρχικά, χρησιμοποιήστε ροή φρέσκων αερίων ίση με τον κατά λεπτόν αερισμό, περίπου 6-8 L/min για ενήλικες ασθενείς.
- Παρακολουθείστε το κύκλωμα για παρουσία υπερβολικής υγρασίας και στην περίπτωση που η συσσώρευση υδρατμών αποτελεί πρόβλημα, αυξήστε τη ροή φρέσκων αερίων.
- Το προσροφητικό CO<sub>2</sub> πρέπει να χρησιμοποιείται με αργό ρυθμό ή καθόλου, αλλά πρέπει να παραμένει στο κύκλωμα.
- Παρακολουθήστε την εισπνεόμενη συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και αλλάξτε το προσροφητικό εάν υπάρξει χρωματική ένδειξη ή εάν το εισπνεόμενο CO<sub>2</sub> φτάσει τα 5 mmHg.
- Χρησιμοποιήστε φίλτρο HMEF στον αεραγωγό για να εξασφαλίσετε ότι διατηρείται επαρκής υγρασία στους πνεύμονες.
- Χρησιμοποιήστε υψηλής ποιότητας αντιϊκά φίλτρα στο τέλος του εκπνευστικού σκέλους.

Ο στόχος αυτής της οδηγίας είναι να ελαττώσει ή να εξαλείψει την επανεισπνοή των εκπνεόμενων αερίων. Η απορρόφηση του εκπνεόμενου CO<sub>2</sub> παράγει υγρασία και καταναλώνει το προσροφητικό του CO<sub>2</sub>. Ο περιορισμός ή η εξάλειψη της επανεισπνοής αποτρέπει τη συσσώρευση υπερβολικής ποσότητας υγρασίας στο κύκλωμα και την ανάγκη αντικατάστασης του προσροφητικού CO<sub>2</sub>. Εάν η ροή φρέσκων αερίων υπερβαίνει τον κατά λεπτόν αερισμό, δεν υπάρχει σχεδόν καθόλου επανεισπνοή. Περαιτέρω αύξηση της ροής φρέσκων αερίων δεν συνοδεύεται από κάποιο πλεονέκτημα, αντίθετα οδηγεί σε σπατάλη των πεπιεσμένων αερίων.

Οι ενήλικες ασθενείς συνήθως χρειάζονται κατά λεπτό αερισμό ίσο με 6-8 L/min προκειμένου να επιτευχθεί νορμοκαπνία. Εφόσον τα φρέσκα αέρια που εισέρχονται στο κύκλωμα δεν έχουν υγρασία, συστήνεται να τοποθετείται φίλτρο ανταλλαγής θερμότητας και υγρασίας (Heat and Moisture Exchange Filter, HMEF) στον αεραγωγό για να διατηρείται η υγρασία εντός του αναπνευστικού συστήματος.

Το προσροφητικό του CO<sub>2</sub> πρέπει να παραμένει στη θέση του για να ελαττώνεται ο εσωτερικός όγκος του αναπνευστικού κυκλώματος και να προστατεύει τον ασθενή από υπερκαπνία σε περίπτωση μείωσης της ροής φρέσκων αερίων ή εάν αυτή δεν είναι επαρκής για να αποτρέψει πλήρως την

επανεισπνοή. Είναι πιθανό να παρατηρηθεί ένα μικρό ποσοστό επανεισπνοής και κατανάλωσης του προσροφητικού. Η αλλαγή του προσροφητικού όταν το εισπνεόμενο CO<sub>2</sub> φθάσει τα 5mmHg περιορίζει την σπατάλη.

### **ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ**

Η διαθεσιμότητα οξυγόνου διαφέρει. Εάν η επάρκεια παροχής οξυγόνου αποτελεί πρόβλημα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στρατηγικές σημαντικού περιορισμού της κατανάλωσης οξυγόνου κατά τη χρήση αναπνευστήρων αναισθησίας. Χωρίς τροποποίηση, ορισμένοι αναπνευστήρες αναισθησίας είναι δυνατόν να καταναλώνουν 10-12 L/min O<sub>2</sub> ή και ακόμη περισσότερο, συγκριτικά με τα 7-10 L/min που καταναλώνει ένας αναπνευστήρας ΜΕΘ. Πιθανές επιλογές για την εξοικονόμηση οξυγόνου περιλαμβάνουν:

- Τη χρήση αναπνευστήρα αναισθησίας που χρησιμοποιεί ως πηγή ενέργειας ηλεκτρική ενέργεια (αναπνευστήρες Draeger). Οι αναπνευστήρες αυτοί δεν καταναλώνουν οξυγόνο για τη δημιουργία πίεσης και ροής. Η κατανάλωση οξυγόνου ισούται με τη ροή φρέσκων αερίων.
- Τη μετατροπή των αναπνευστήρων με φυσούνα οι οποίοι χρησιμοποιούν ως οδηγό μηχανισμό οξυγόνο, ώστε να χρησιμοποιούν ως οδηγό αέριο πεπιεσμένο αέρα.
- Η εταιρία GE παρέχει τις οδηγίες της διαδικασίας μετατροπής των αναπνευστήρων της ώστε να λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα. Η μετατροπή μπορεί να γίνει από έναν πιστοποιημένο τεχνικό σε λιγότερο από μία ώρα. Οι αναισθησιολόγοι δεν διαθέτουν τυπικά την εκπαίδευση για να κάνουν αυτή την μετατροπή. Παραπάνω δίνονται οι παραπομπές στις οδηγίες του κατασκευαστή.

### **ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΥΓΡΑΝΣΗ**

Τα αέρια που εισέρχονται στο αναπνευστικό κύκλωμα έχουν 0% υγρασία. Η μη ύγρανση των αερίων είναι δυνατόν να ξηράνει την βλέννη και τις υπόλοιπες εκκρίσεις των αεραγωγών και να οδηγήσει στη δημιουργία βυσμάτων και μακροπρόθεσμα, σε βλάβη του επιθηλίου. Κατά συνέπεια, είναι εξαιρετικά σημαντικό να διατηρείται η υγρασία του αεραγωγού κατά τη διάρκεια παρατεταμένου μηχανικού αερισμού.

- Στις προτεινόμενες ροές φρέσκων αερίων τιτλοποιημένων στον κατά λεπτό αερισμό, η διατήρηση επαρκούς ποσότητας υγρασίας στους πνεύμονες προϋποθέτει τη χρήση μιας συσκευής ανταλλαγής θερμότητας και υγρασίας (Heat and Moisture Exchanger, HME). Συστήνεται να

χρησιμοποιούνται οι συσκευές HMEF, οι οποίες περιέχουν και φίλτρο. Μια άλλη επιλογή είναι η ενεργητική ύγρανση, αλλά δεν συνιστάται από τους περισσότερους κατασκευαστές.

- Εάν χρησιμοποιείτε ενεργητική ύγρανση, θα αντιμετωπίσετε προβλήματα κατά τον αερισμό και το monitoring που θα κληθείτε να διαχειριστείτε. Σε χαμηλές ροές φρέσκων αερίων και ενεργητική ύγρανση, σημαντικές ποσότητες νερού θα συσσωρεύονται στο κύκλωμα με την πάροδο του χρόνου. Τα μηχανήματα αναισθησίας δεν είναι σχεδιασμένα να χειρίζονται μεγάλες ποσότητες συμπυκνωμένων υδρατμών εντός του αναπνευστικού κυκλώματος. Αυτές μπορεί να προκαλέσουν αυξημένες αντιστάσεις στη ροή εντός του κυκλώματος, παρεμβολές με αισθητήρες (π.χ. αισθητήρες ροής και αναλυτές αερίων) και με ηλεκτρονικά εξαρτήματα του κυκλώματος. Θερμαινόμενα αναπνευστικά κυκλώματα προλαμβάνουν μέρος αυτής της συμπύκνωσης. Κατά τη διάρκεια παρατεταμένης χρήσης, ο χρήστης πρέπει περιοδικά να στραγγίζει το νερό από τις οπές και από τις θέσεις συλλογής νερού εντός του αναπνευστικού κυκλώματος. Κατά τη διάρκεια αυτών των χειρισμών, είναι δυνατόν να απαιτηθεί χειροκίνητος αερισμός του ασθενούς.

## **MONITORING ΑΕΡΙΣΜΟΥ**

Παρά το ότι οι αναισθησιολόγοι και οι νοσηλευτές αναισθησιολογικού είναι εκπαιδευμένοι να παρακολουθούν τις παραμέτρους αερισμού διεγχειρητικά, σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν επιπρόσθετα προβλήματα εξαιτίας της χρήσης επιπλέον φίλτρων στο αναπνευστικό κύκλωμα, της συσσώρευσης συμπυκνωμένων υδρατμών με την πάροδο του χρόνου και της πιθανότητας παρουσίας του ιού COVID-19 σε αερόλυμα.

- Οι βασικές παράμετροι παρακολούθησης (πίεση, ροή, όγκος, κατά λεπτό αερισμός) πρέπει να καταγράφονται κατά την έναρξη της θεραπείας. Εάν υπάρχει διαθέσιμη σπιρομετρία, οι αρχικές καμπύλες πρέπει να καταγράφονται ως καμπύλες αναφοράς και να διατηρούνται για μελλοντικές συγκρίσεις.
- Ένα πρόβλημα από τη χρήση φίλτρων είναι η αύξηση των αντιστάσεων που προκαλούν όταν υγροποιούνται (κυρίως τα φίλτρα ηλεκτροστατικού τύπου) ή όταν γεμίζουν με εκκρίσεις. Οι αυξημένες πιέσεις στους αεραγωγούς αποτελούν απώτερη ένδειξη αυτού του προβλήματος, γιατί ο αισθητήρας πίεσης τοποθετείται περιφερικότερα του φίλτρου HMEF. Η παρεμπόδιση της εκπνευστικής ροής αποτελεί πιο πρώιμη ένδειξη η οποία πρέπει να αναζητείται μέσω της σύγκρισης της καμπύλης εκπνευστικής ροής και της καμπύλης ροής-όγκου με τις αντίστοιχες καμπύλες αναφοράς. Η παρεμπόδιση της εκπνευστικής ροής γίνεται εμφανής από μια ελάττωση της μέγιστης εκπνευστικής ροής ή από την παράταση της

εκπνευστικής ροής σε διάγραμμα ροής ή σε καμπύλη ροής-όγκου. Επίσης, μπορεί να παρατηρηθεί ελαφρά καθυστέρηση ή παράσιτα στο εκπνευστικό σκέλος της καπνογραφίας.

- Συμπύκνωση υδρατμών στα συνδετικά του κυκλώματος και στα εξαρτώμενα τμήματα του αναπνευστικού κυκλώματος είναι δυνατόν να προκαλέσουν ταλαντώσεις στις κυματομορφές της πίεσης και της ροής, κατά τη δίοδο των φουσαλίδων αέρα μέσω αυτών των σημείων απόφραξης από τους υδρατμούς. Αυτές οι ταλαντώσεις μπορεί να γίνουν αντιληπτές ως εισπνευστική προσπάθεια του ασθενούς και να προκαλέσουν την έναρξη εισπνοής πυροδοτούμενης από τον ασθενή στον αναπνευστήρα. Αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν η συνολική συχνότητα αναπνοών υπερβαίνει αυτήν που έχει οριστεί σε ασθενή υπό καταστολή ή/και υπό νευρομυϊκό αποκλεισμό.
- Η διαφυγή από τον αεροθάλαμο του ενδοτραχειακού σωλήνα είναι καταστροφική σε ασθενή με COVID-19, εξαιτίας του αερολύματος που δημιουργείται. Εάν υπάρχει διαφυγή από τον αεροθάλαμο, ο μετρούμενος αναπνεόμενος όγκος (Tidal Volume) θα είναι σημαντικά χαμηλότερος του μετρούμενου εισπνεόμενου αναπνεόμενου όγκου και η καμπύλη ροής-όγκου δεν θα κλείνει. Σε χαμηλές ροές φρέσκων αερίων και εάν υπάρχει σημαντικού βαθμού διαρροή γύρω από τον αεροθάλαμο του τραχειοσωλήνα, η φυσούνα δεν θα εκπτύσσεται πλήρως κατά την εκπνοή, ενώ σε αναπνευστήρα Draeger με έμβολο (πιστόνι) ή τουρμπίνα, ο αποθεματικός ασκός προοδευτικά θα αδειάζει.

#### **ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ**

Τα μηχανήματα αναισθησίας έχουν τη δυνατότητα χορήγησης ισχυρών εισπνεόμενων αναισθητικών για καταστολή κατά τη διάρκεια μακροχρόνιας νοσηλείας. Ενώ αυτό φαίνεται ελκυστική επιλογή στην περίπτωση έλλειψης ενδοφλεβίων κατασταλτικών, γενικά δεν συνιστάται όταν τα μηχανήματα αναισθησίας χρησιμοποιούνται ως αναπνευστήρες ΜΕΘ εξαιτίας των παρακάτω:

- Τα εισπνεόμενα αναισθητικά έχουν σημαντικές φυσιολογικές επιδράσεις στα διάφορα συστήματα, οι οποίες δυνητικά μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στην έκβαση των βαρέως πασχόντων ασθενών.
- Οι νοσηλευτές και οι ιατροί της ΜΕΘ δεν είναι εξοικειωμένοι με τις δόσεις και την παρακολούθηση των δράσεων αυτών των φαρμακευτικών παραγόντων.
- Κατά τη χορήγηση εισπνεόμενων αναισθητικών είναι απαραίτητη η παρουσία συστήματος απαγωγής αερίων (scavenging), το οποίο συνήθως δεν είναι διαθέσιμο εκτός της χειρουργικής αίθουσας.

- Οι υψηλές ροές φρέσκων αερίων που απαιτούνται για την αποφυγή συσσώρευσης υδρατμών στο κύκλωμα θα οδηγήσουν σε αυξημένη κατανάλωση αναισθητικών και στην ανάγκη συχνής πλήρωσης του εξατμιστήρα. Υπό αυτές τις συνθήκες, η μεγαλύτερη ποσότητα του αναισθητικού θα σπαταληθεί στην ατμόσφαιρα και δεν θα απορροφηθεί από τον ασθενή.
- Η χορήγηση καταστολής μακράς διάρκειας με εισπνεόμενα αναισθητικά δεν αποτελεί συχνή πρακτική στις περισσότερες χώρες.

Παρά τις παραπάνω επισημάνσεις, σε περιπτώσεις έλλειψης των ενδοφλεβίων κατασταλτικών, είναι δυνατή η χορήγηση καταστολής με εισπνεόμενα αναισθητικά σε ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό με μηχανήμα αναισθησίας. Οδηγίες για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της χρήσης των εισπνεόμενων αναισθητικών για καταστολή στη ΜΕΘ μπορούν να αναζητηθούν στο έγγραφο:

*ASA/APSF Guidance for Use of Volatile Anesthetic for Sedation of ICU Patients.*

#### **ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ**

Εφόσον η εφαρμογή φίλτρων στα αναπνευστικά κυκλώματα έχει γίνει όπως πρέπει, είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση αναπνευστήρων από ασθενή σε ασθενή. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν φαίνεται να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος μετάδοσης του ιού COVID 19 από ασθενή σε ασθενή μέσω του μηχανήματος αναισθησίας. Εάν υπάρχουν ενδείξεις επιμόλυνσης της εσωτερικής επιφάνειας του αναπνευστικού κυκλώματος, πρέπει να τηρούνται οι συστάσεις του κατασκευαστή για απολύμανση του μηχανήματος αναισθησίας. Σας παραπέμπουμε στις οδηγίες του κατασκευαστή για τις ειδικές διαδικασίες:

<https://www.apsf.org/fag-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/#cleaning>

#### **ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΗΡΩΝ ΜΕΘ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑΤΡΙΚΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ.**

Δεν θεωρείται ασφαλής η χρήση των μηχανημάτων αναισθησίας ως αναπνευστήρων ΜΕΘ σε νεογνά και παιδιατρικούς ασθενείς σύμφωνα με τα πρόσφατα δεδομένα.