

Κεφάλαιο 1 - Monitoring στη ΜΕΘ

Σύνοψη

Το monitoring στη ΜΕΘ αποτελεί βασικό σκοπό, αλλά πολλές φορές και αιτία, της εισόδου ενός ασθενή στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας. Η βελτιστοποίηση της αιμοδυναμικής κατάστασης του ασθενή και της προσφοράς οξυγόνου στους ιστούς του, η διατήρηση φυσιολογικής θερμοκρασίας και η εξασφάλιση ιδανικών συνθηκών αερισμού και σίτισης εξασφαλίζονται μέσω του monitoring και συνδέονται άμεσα με την επιβίωση του βαρέως πάσχοντα.

Abstract

Monitoring in Intensive Care Unit (ICU) is very important and many times proves to be the main cause of admission of a patient to ICU. The purpose of monitoring in an Intensive Care Unit is to improve patient's outcome through the optimization of hemodynamic status and oxygen supply to tissues and the maintenance of normal temperature, ideal ventilation, and ideal feeding conditions.

Προαπαιτούμενη γνώση

Φυσιολογία αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος.

Το monitoring αποτελεί βασικό σκοπό, αλλά πολλές φορές και αιτία, της εισόδου του ασθενή στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας. Η βελτιστοποίηση της αιμοδυναμικής εικόνας (profile), της θερμοκρασίας, του αερισμού, του μεταβολισμού και της διατροφής συνδέονται άμεσα με την επιβίωση του βαρέως πάσχοντα.

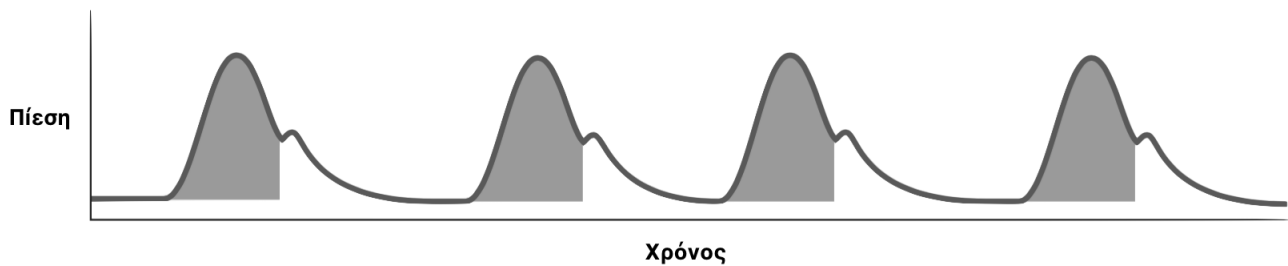
1.1. Αιμοδυναμικό monitoring

Ο σκοπός του αιμοδυναμικού monitoring είναι να προσφέρει τα δεδομένα, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη οξυγόνωση των ιστών. Μέχρι πρόσφατα, ιδανική μέθοδος για τη λήψη των δεδομένων θεωρούνταν ο δεξιός καθετηριασμός (right heart catheterization, RHC). Πρόκειται, όμως, για επεμβατική μέθοδο με επιπλοκές και οι αναλύσεις δεν έδειξαν θετική συσχέτιση με την επιβίωση των ασθενών. Έτσι, σήμερα προτιμώνται οι μη επεμβατικές ή οι λιγότερο επεμβατικές μέθοδοι:

A) Ανάλυση της κυματομορφής της πίεσης του αρτηριακού παλμού (pulse contour analysis, PCA)

Η ανάλυση της κυματομορφής της πίεσης του αρτηριακού παλμού βασίζεται στην παραδοχή ότι η περιοχή κάτω από το συστολικό τμήμα της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης είναι ανάλογη του όγκου παλμού [1]. Ως μέθοδος περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1904 από τους Erlanger και Hooker, που διατύπωσαν την πρόταση ότι η καρδιακή παροχή (CO) είναι ανάλογη της διαφοράς πίεσης (συστολικής-διαστολικής) του αρτηριακού παλμού [2].

Κατά τη συγκεκριμένη ανάλυση, μετράται η διακύμανση της διαφοράς πίεσης (pulse pressure variation, PPV) και η διακύμανση του όγκου παλμού (stroke volume variation, SVV) κατά τη διάρκεια των αναπνευστικών κύκλων: Κατά τη διάρκεια της εισπνοής σε αερισμό θετικών πιέσεων, η ενδοθωρακική πίεση και η πίεση στον δεξιό κόλπο αυξάνονται, ενώ η φλεβική επιστροφή στην καρδιά και ο όγκος παλμού μειώνονται. Μια μεγάλη διακύμανση (10-15 %) των PPV και SVV είναι ενδεικτική μειωμένου ενδαγγειακού όγκου. Έτσι, η μέτρηση των PPV και SVV δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης του πόσο θα ωφεληθεί ο ασθενής από τη χορήγηση υγρών [3].



Εικόνα 1.1 Ο όγκος παλμού καθορίζεται από την επιφάνεια κάτω από το συστολικό τμήμα της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης.

Υπάρχει πλήθος τεχνολογικών προσεγγίσεων της ανάλυσης της κυματομορφής του αρτηριακού παλμού:

- **Σύστημα Vigileo/FloTrac:** Χρησιμοποιεί αλγόριθμο ανάλυσης του κύματος της αρτηριακής πίεσης και, μαζί με σωματομετρικά στοιχεία του ασθενή, υπολογίζει την καρδιακή παροχή (CO), τις συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις (SVR) και το SVV [4].
- **Σύστημα LiDCOPlus:** Χρησιμοποιεί, επίσης, αλγόριθμο ανάλυσης του κύματος της αρτηριακής πίεσης για τον καθορισμό του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής. Το συγκεκριμένο σύστημα βαθμονομείται με μια τεχνική θερμοαραιώσης βασισμένη στο λίθιο και απαιτεί βαθμονόμηση κάθε 8 ώρες [5].
- **Σύστημα PiCCO:** Χρησιμοποιεί, επίσης, αλγόριθμο ανάλυσης του κύματος της αρτηριακής πίεσης και χρειάζεται εξωτερική βαθμονόμηση με κρύο νερό. Το σύστημα PiCCO υπολογίζει την καρδιακή παροχή, τον τελοδιαστολικό όγκο αίματος και για τις τέσσερις καρδιακές κοιλότητες και το εξω-αγγειακό πνευμονικό ύδωρ [6].



Εικόνα 1.2 Vigileo/FloTrac, LiDCOPlus και PiCCO: Συστήματα αιματηρής μέτρησης της καρδιακής παροχής.

B) Οισοφαγικό Doppler (Esophageal Doppler)

Το οισοφαγικό Doppler φέρει έναν ηχοβολέα (4 MHz συνεχούς κύματος ή 5 MHz παλμικού κύματος), η κορυφή του οποίου τοποθετείται στον οισοφάγο και καταγράφει την ταχύτητα του αίματος στην κατιούσα αορτή. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει τη μέτρηση του χρόνου ροής (φυσιολογικά 330-360 ms) και τη μέγιστη ταχύτητα (φυσιολογικά > 70 cm/s) του σήματος, επιτρέποντας την αξιολόγηση του προφορτίου και της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου αντίστοιχα [7].

Γ) Ηχοκαρδιογραφία

Η χρήση του υπερήχου έχει συμβάλει σημαντικά στο μη επεμβατικό monitoring της λειτουργίας της καρδιάς στη ΜΕΘ. Το όφελος είναι ότι με τον υπέρηχο οι κλινικοί γιατροί μπορούν να μελετούν την ανατομία της καρδιάς και την αιμοδυναμική κατάσταση, και να αξιολογούν τις δομικές ανωμαλίες, τη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου και τον ενδαγγειακό όγκο ταυτόχρονα [8].

Δ) Απλή Θωρακική Ιστική Αντίσταση (Thoracic Electrical Bioimpedance)

Χρησιμοποιώντας κανείς χαμηλά δυναμικά μπορεί να μετρήσει την ηλεκτρική αντίσταση του θώρακα. Αφού τα υγρά είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, η συνολική αντίσταση του θώρακα είναι αντιστρόφως ανάλογη της ποσότητας του υγρού μέσα σ' αυτόν. Καθώς η καρδιά πάλλεται, ο όγκος αίματος στον θώρακα μεταβάλλεται, και αυτή η μεταβολή της αντίστασης μπορεί να καταγραφεί. Πολλά από τα παλαιότερα προβλήματα της εν λόγω τεχνικής ξεπεράστηκαν από τις σύγχρονες συσκευές νεότερης γενιάς [9].



Εικόνα 1.3 CardioQODM. Συσκευή μέτρησης καρδιακής παροχής μέσω οισοφαγικού Doppler.

Ε) Επαγωγική Θωρακική Ιστική Αντίσταση (Bioreactance)

Όταν μέσα από τον θώρακα περνάει εναλλασσόμενο ρεύμα, παρατηρείται μεταβολή φάσης (phase shift), η οποία καταγράφεται και μεταφράζεται σε μετρήσεις ροής και όγκου παλμού [10].



Εικόνα 1.4 ICON, Aesculon και NICOM: Συσκευές μη αιματηρής μέτρησης της καρδιακής παροχής βασισμένες στην απλή και στην επαγωγική ηλεκτρική αντίσταση (bioimpedance και bioreactance, αντίστοιχα).

1.1.1. Η οξυμετρία του μικτού φλεβικού και του κεντρικού φλεβικού αίματος (SvO₂, ScvO₂)

Καθώς το αρτηριακό αίμα περνάει από τους ιστούς και μετατρέπεται σε φλεβικό, ο κορεσμός του σε οξυγόνο σταδιακά μειώνεται. Όσο πιο μεγάλη είναι η ανάγκη των ιστών για οξυγόνο, τόσο περισσότερο μειώνεται και ο κορεσμός του φλεβικού αίματος σε οξυγόνο. Η οξυμετρία του μικτού φλεβικού αίματος (SvO₂), δηλαδή η μέτρηση του κορεσμού του αίματος που περνάει από την πνευμονική αρτηρία, αντικατοπτρίζει το συνολικό ισοζύγιο προσφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου από τους ιστούς.

Φυσιολογικά, το SvO₂ είναι > 70 %. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας, όμως, η πρόσληψη οξυγόνου από τους ιστούς αυξάνει. Η σχέση της προσφοράς (TO₂) και της κατανάλωσης οξυγόνου (VO₂) στους ιστούς περιγράφεται από το ποσοστό εξαγωγής του οξυγόνου (ERO₂): $ERO_2 = VO_2 / TO_2$, δηλαδή τι ποσοστό οξυγόνου απ' αυτό που προσφέρεται στους ιστούς χρησιμοποιείται.

Αποδεικνύεται ότι η προηγούμενη σχέση μπορεί να πάρει τη μορφή $SvO_2 = 1 - ERO_2$. Έτσι, τιμές SvO_2 70-75 %, αντιστοιχούν σε ERO_2 25-30 %. Το ποσοστό εξαγωγής του οξυγόνου εξαρτάται από τη δραστηριότητα, τον ιστό και τη μιτοχονδριακή λειτουργία. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας, η αυξημένη ανάγκη για οξυγόνο οδηγεί σε αυξημένο ποσοστό εξαγωγής οξυγόνου και μειωμένο SvO_2 . Ενώ το SvO_2 φυσιολογικά μπορεί να πέσει στο 60 % με ταυτόχρονη αύξηση του ERO_2 σε 40 %, όταν το SvO_2 πέφτει στο 40 %, το ποσοστό εξαγωγής οξυγόνου γίνεται 60 %, που αποτελεί και τη μέγιστη δυνατή τιμή του. Σ' αυτήν την τιμή ERO_2 , οποιαδήποτε πρόσθετη ανάγκη των ιστών για οξυγόνο δεν ικανοποιείται, με αποτέλεσμα την αναερόβια παραγωγή γαλακτικού οξέος. Αυτές οι κρίσιμες τιμές, ERO_2 60 % και SvO_2 40 %, αποτελούν τα όρια πέραν των οποίων η προσφορά οξυγόνου στους ιστούς είναι ανεπαρκής και η καταπληξία (shock) αναπόφευκτη [11].

Ο κορεσμός του O_2 στην άνω κοίλη φλέβα ($ScvO_2$) έχει προταθεί ως εναλλακτική λύση του SvO_2 , διότι εξαλείφει την ανάγκη για τοποθέτηση καθετήρα πνευμονικής αρτηρίας. Ωστόσο, σε βαρέως πάσχοντες ασθενείς η $ScvO_2$ είναι υψηλότερη της SvO_2 κατά μέσο όρο 7 ± 4 % (απόλυτη διαφορά). Οι διαφορές μεταξύ των δύο μετρήσεων είναι μεγαλύτερες σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, καρδιογενή καταπληξία και σήψη. Οι υψηλότερες τιμές $ScvO_2$ σε καταστάσεις χαμηλής καρδιακής παροχής αποδίδονται σε περιφερική αγγειοσύσπαση με διατήρηση της ροής αίματος στον εγκέφαλο και οι υψηλότερες τιμές $ScvO_2$ στη σήψη οφείλονται στην αύξηση της σπλαχνικής κατανάλωσης O_2 .

Παρά την παρατηρούμενη διαφορά, οι αλλαγές του $ScvO_2$ αντικατοπτρίζουν γενικά τις αλλαγές του SvO_2 και οι τάσεις διακύμανσης του $ScvO_2$ θεωρούνται πιο ενδεικτικές της κατάστασης του ασθενή από μεμωμένες μετρήσεις [12-17].

Στον Πίνακα 1.1 αναφέρονται καταστάσεις που οδηγούν σε ελαττωμένη ή αυξημένη τιμή SvO_2 .

$SvO_2 < 70$ %		$SvO_2 > 70$ %	
Αυξημένη κατανάλωση O_2	Μειωμένη προσφορά O_2	Μειωμένη κατανάλωση O_2	Αυξημένη προσφορά O_2
Πόνος Άγχος Πυρετός Ρίγος Αναπνευστική δυσχέρεια Αυξημένο έργο αναπνοής	Αναιμία Υποξαιμία Χαμηλή παροχή	Αναλγησία Αγχόλυση Υποθερμία Μυϊκή παράλυση Μηχανικός αερισμός Αδυναμία ή δυσκολία χρήσης του οξυγόνου από τους ιστούς (σήψη)	Υψηλή αιμοσφαιρίνη Χορήγηση οξυγόνου Υψηλή καρδιακή παροχή Μιτοχονδριακή δυσλειτουργία

Πίνακας 1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τον κορεσμό του μικτού φλεβικού αίματος (SvO_2).

1.2. Η παρακολούθηση της θερμοκρασίας

Η διατήρηση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο της εντατικής θεραπείας. Ακόμη και ήπιου βαθμού υποθερμία προκαλεί ανεπιθύμητες εκβάσεις, συμπεριλαμβανομένων θανατηφόρων εμφραγμάτων, λόγω ενεργοποίησης του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, φλεγμονής και καθυστερημένης επούλωσης των τραυμάτων, διαταραχών της πήκτικότητας, καθυστερημένης ανάνηψης μετά από αναισθησία, παρατεταμένης νοσηλείας, ρίγους και ταλαιπωρίας των ασθενών. Είναι, επίσης, γνωστό ότι, δευτερογενώς, όλα τα γενικά αναισθητικά μέσα προκαλούν μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος, λόγω διαταραχής των θερμορρυθμιστικών μηχανισμών και ανακατανομής της θερμότητας από τον πυρήνα προς τα περιφερικότερα τμήματα του σώματος. Έτσι, η παρακολούθηση της θερμοκρασίας στους ασθενείς εντατικής θεραπείας αποκτά εξαιρετική σημασία. Αν και η παρακολούθηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος (πνευμονικής αρτηρίας, οισοφάγου, τυμπανικής μεμβράνης) είναι ιδανική, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και άλλες περιοχές του σώματος, και η κατανόηση των περιορισμών της κάθε συσκευής και της θέσης παρακολούθησης είναι απαραίτητη για τη λήψη κλινικών αποφάσεων [18-24].

Η θερμοκρασία του στόματος μπορεί να είναι ανακριβής μετά από πρόσφατη λήψη τροφής και λόγω της ροής αέρα. Η θερμοκρασία μασχάλης μπορεί να είναι ακριβής με σωστή τοποθέτηση (πάνω από την μασχάλια αρτηρία με τον βραχίονα του ασθενή κρατημένο στο πλευρό του). Ωστόσο, η δυσκολία διατήρησης αυτής της θέσης περιορίσει τη χρήση της. Η θερμοκρασία του ορθού έδειξε να υστερεί σε σχέση με τη θερμοκρασία του πυρήνα και έχει αποδειχθεί ότι δεν αυξάνει κατάλληλα κατά τη διάρκεια ορισμένων υπερθερμικών κρίσεων. Η θερμοκρασία της ουροδόχου κύστης επηρεάζεται έντονα από τη ροή των ούρων και έχει δείχθει ότι

είναι ίση με τη θερμοκρασία του ορθού, όταν η ροή των ούρων είναι χαμηλή, και ίση με τη θερμοκρασία της πνευμονικής αρτηρίας (και συνεπώς του πυρήνα), όταν η ροή είναι υψηλή. Τέλος, η θερμοκρασία του δέρματος είναι σημαντικά χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του πυρήνα. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία του δέρματος στο μέτωπο είναι συνήθως 2 °C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του πυρήνα, και αυτή η διαφορά μπορεί να αυξηθεί σε περίπτωση μειωμένης άρδευσης [25-33].

1.3. Η παρακολούθηση του αναπνευστικού συστήματος

Η παρακολούθηση του αναπνευστικού συστήματος είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής φροντίδας των ασθενών που νοσηλεύονται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας. Η παρακολούθηση αυτή, στη γενικότερη έννοιά της, περιλαμβάνει την τακτική παρακολούθηση της ανταλλαγής αερίων και της μηχανικής του αναπνευστικού συστήματος, και την αξιολόγηση της ικανότητας του ασθενή να αποδεσμευτεί από τον επεμβατικό αερισμό. Η παρακολούθηση βοηθάει στην ελαχιστοποίηση των επιπλοκών που σχετίζονται με τη μηχανική αναπνοή, βελτιστοποιεί τον συγχρονισμό του ασθενή με τον αναπνευστήρα και παρέχει πρώιμα στοιχεία για αλλαγές στην αναπνευστική λειτουργία του ασθενή. Οι παράμετροι που αφορούν τη μηχανική του αναπνευστικού συστήματος και την ανταλλαγή των αερίων του ασθενή θα πρέπει να καταγράφονται κατά την έναρξη του μηχανικού αερισμού και σε τακτική βάση, ιδιαίτερα στους ασθενείς που είναι δύσκολο να οξυγονωθούν και να αεριστούν, και απαιτούν βαθειά καταστολή και αποκλεισμό της νευρομυϊκής αγωγιμότητας. Σ' αυτούς, ο κίνδυνος επιπλοκών είναι μεγαλύτερος και η επαρκής παρακολούθηση καθίσταται περισσότερο σημαντική.

Οι σύγχρονοι αναπνευστήρες δίνουν τη δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο της μεταβολής της πίεσης, της ροής και του όγκου κατά τη διάρκεια των αναπνευστικών κύκλων και της μέτρησης μεγεθών όπως είναι η ευενδοτότητα, στατική ή δυναμική (compliance, static/dynamic), η αντίσταση στους αεραγωγούς, η μέγιστη πίεση κατά την εισπνοή (P_{peak}), η πίεση εντός των κυψελίδων σε συνθήκες μηδενικής ροής (P_{plateau}) και η συνολική τελοεκπνευστική πίεση στο αναπνευστικό σύστημα (total PEEP).

Η παρακολούθηση της ανταλλαγής αερίων γίνεται κυρίως μέσω της συνεχούς σφυγμικής οξυμετρίας και της τακτικής λήψης αερίων αίματος. Η λήψη αερίων αίματος είναι απαραίτητη, καθώς, λόγω του σχήματος της καμπύλης αποδέσμευσης της αιμοσφαιρίνης, μεγάλες αλλαγές της μερικής πίεσης του οξυγόνου μπορεί να συνοδεύονται από μικρές μόνο αλλαγές στη σφυγμική οξυμετρία. Επιπλέον, κατά καιρούς αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν πρόσθετα διάφοροι δείκτες για την αξιολόγηση της ανταλλαγής αερίων, συμπεριλαμβανομένων της αρτηριοφλεβικής ανάμειξης (venous admixture) και των βραχυκυκλωμάτων (shunt). Όμως, ο υπολογισμός των δεικτών αυτών προϋποθέτει τη λήψη μικτού φλεβικού αίματος από την πνευμονική αρτηρία με καθετήρα, επεμβατική τεχνική που δεν χρησιμοποιείται πλέον σε πολλές Μονάδες Εντατικής Θεραπείας όπως παλαιότερα. Η διαφορά της μερικής πίεσης του οξυγόνου στην κυψελίδα και στο αρτηριακό αίμα έχει, επίσης, χρησιμοποιηθεί ως δείκτης, αλλά μπορεί να μεταβληθεί απρόβλεπτα σε ασθενείς της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας με υποξία που οφείλεται σε διαφορετικές αιτίες.

Ο λόγος PaO₂:FiO₂, δηλαδή ο λόγος της μερικής πίεσης του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα προς τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο εισπνεόμενο μείγμα, χρησιμοποιείται γενικά ως δείκτης αξιολόγησης του προβλήματος στην ανταλλαγή του οξυγόνου και του βαθμού της προσβολής της πνευμονικής λειτουργίας. Τιμές PaO₂:FiO₂ = 300-500 είναι φυσιολογικές ή συμβατές με ήπιες διαταραχές στην ανταλλαγή του οξυγόνου, τιμές 200-300 είναι συμβατές με προβληματική ανταλλαγή οξυγόνου, όπως συμβαίνει στο ήπιου βαθμού ARDS, τιμές 100-200 υποδηλώνουν μεσαίας βαρύτητας ARDS, ενώ τιμές < 100 σοβαρού βαθμού ARDS [34].

Η παρακολούθηση της μερικής πίεσης του CO₂ (PaCO₂) μπορεί να γίνει είτε δειγματοληπτικά με τη λήψη αερίων αίματος είτε συνεχώς με τη χρήση της καπνογραφίας (μέτρηση του τελοεκπνευστικού CO₂, PeCO₂). Η μέτρηση, μάλιστα, του τελοεκπνευστικού CO₂ και της μερικής πίεσης του CO₂ συνδυαστικά επιτρέπει τον υπολογισμό του νεκρού χώρου (V_D) ως ποσοστού επί του αναπνεόμενου όγκου (V_T) (φυσιολογικές τιμές < 0,35): $V_D/V_T = (PaCO_2 - PeCO_2)/PaCO_2$. (Νεκρός χώρος είναι ο όγκος του αέρα που δε συμμετέχει αποτελεσματικά στην ανταλλαγή του CO₂.)

1.4. Η παρακολούθηση της διατροφικής και μεταβολικής φροντίδας

Η παρακολούθηση της διατροφικής και μεταβολικής φροντίδας στη ΜΕΘ έχει τρεις κύριους στόχους: Τον έλεγχο της πρόσληψης των μακροθρεπτικών (γλυκόζη, πρωτεΐνη, λίπος) και μικροθρεπτικών συστατικών (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία), την αξιολόγηση της ισορροπίας μεταξύ ενεργειακών αναγκών και πρόσληψης, και τέλος τον γλυκαιμικό έλεγχο. Πολλά στοιχεία δείχνουν ότι η ανεπαρκής κάλυψη των αναγκών σε πρωτεΐνες και ενέργεια, και η διαταραχή του γλυκαιμικού ελέγχου σχετίζονται με χειρότερη κλινική έκβαση στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

Οι κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν τη χρήση της έμμεσης θερμιδομετρίας για τη μέτρηση των ενεργειακών αναγκών. Μετρώντας κανείς την παραγωγή CO₂ (VCO₂) και την κατανάλωση O₂ (VO₂), μπορεί να υπολογίσει την κατανάλωση ενέργειας κατά την ηρεμία (resting energy expenditure): **REE (kcal/min) = (3,6 × VO₂) + (1,1 × VCO₂) – 61** [34]. Όπου όμως η έμμεση θερμιδομετρία δεν είναι διαθέσιμη, συνιστάται η χορήγηση 20-25 Kcal/kg/d κατά την οξεία φάση και 25-30 Kcal/kg/d κατά την υποξεία φάση. Σε ό,τι αφορά τη χορήγηση πρωτεϊνών, ο στόχος είναι χορήγηση πρωτεΐνης 1,2-1,6 g/kg/d [35, 36].

Η επάρκεια της πρωτεϊνικής πρόσληψης μπορεί να αξιολογηθεί από τη μέτρηση του ισοζυγίου αζώτου, δηλαδή από τη διαφορά μεταξύ πρόσληψης και απέκκρισης αζώτου προερχόμενου από τις πρωτεΐνες.

Η ποσότητα αζώτου που προσλαμβάνεται σε ένα 24ωρο ισούται με την ποσότητα πρωτεΐνης σε gr: 6,25, καθώς η πρωτεΐνη αποτελείται κατά 16 % από άζωτο. Το άζωτο που απομακρύνεται από το σώμα μετά τον καταβολισμό των πρωτεϊνών εκκρίνεται στα ούρα, και σχεδόν όλο (85 %) ως ουρία. Έτσι, η ουρία, μετρημένη σε gr/24ωρο, αντιπροσωπεύει τη συνολική σχεδόν ποσότητα αζώτου που απεκκρίνεται. Το υπόλοιπο άζωτο (συνήθως 4-6 gr/d) απομακρύνεται με τα κόπρανα. Έτσι, **η ποσότητα αζώτου που απεκκρίνεται σε ένα 24ωρο ισούται με ουρία ούρων + (4-6) gr**. Ο στόχος είναι η δημιουργία ενός θετικού ισοζυγίου αζώτου 4-6 gr/d. Σε περίπτωση διάρροιας, οι απώλειες αζώτου από τα κόπρανα δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθούν και η μέτρηση του ισοζυγίου αζώτου καθίσταται αναξιόπιστη [37, 38].

Σε ό,τι αφορά τον γλυκαιμικό έλεγχο, ο αυστηρός γλυκαιμικός έλεγχος δεν συνιστάται σε ασθενείς σε κρίσιμη κατάσταση, λόγω του κινδύνου υπογλυκαιμίας, η οποία έχει πιο σοβαρές συνέπειες από την υπεργλυκαιμία. Η τρέχουσα σύσταση για νοσηλευόμενους ασθενείς είναι ένα εύρος-στόχος 140-180 mg/dL για τη γλυκόζη του αίματος [39, 40].

Κομβικά σημεία

- Σκοπός του αιμοδυναμικού monitoring είναι να προσφέρει τα δεδομένα, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη οξυγόνωση των ιστών· πρόκειται για επεμβατική μέθοδο με επιπλοκές, χωρίς θετική συσχέτιση με την επιβίωση των ασθενών. Σήμερα, προτιμώνται οι μη επεμβατικές ή οι λιγότερο επεμβατικές μέθοδοι.
- Η χρήση του υπερήχου έχει συμβάλει σημαντικά στο μη επεμβατικό monitoring της λειτουργίας της καρδιάς στη ΜΕΘ.
- Η οξυμετρία του μικτού φλεβικού αίματος (SvO₂), δηλαδή η μέτρηση του κορεσμού του αίματος που περνάει από την πνευμονική αρτηρία, αντικατοπτρίζει το συνολικό ισοζύγιο προσφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου από τους ιστούς.
- Η διατήρηση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο της εντατικής θεραπείας.
- Η παρακολούθηση του αναπνευστικού συστήματος είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής φροντίδας των ασθενών που νοσηλεύονται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.
- Η παρακολούθηση της διατροφικής και μεταβολικής φροντίδας στη ΜΕΘ έχει ως στόχο τον έλεγχο της πρόσληψης των μακροθρεπτικών (γλυκόζη, πρωτεΐνη, λίπος) και μικροθρεπτικών συστατικών (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία), την αξιολόγηση της ισορροπίας μεταξύ ενεργειακών αναγκών και πρόσληψης, και τέλος τον γλυκαιμικό έλεγχο.

Βιβλιογραφία/Αναφορές

- [1] C. K. Hofer, M. Cecconi, G. Marx, and G. della Rocca, "Minimally invasive haemodynamic monitoring," *Eur J Anaesthesiol*, vol. 26, pp. 996-1002, Dec 2009.
- [2] D. J. Funk, E. W. Moretti, and T. J. Gan, "Minimally invasive cardiac output monitoring in the perioperative setting," *Anesth Analg*, vol. 108, pp. 887-97, Mar 2009.
- [3] P. E. Marik, R. Cavallazzi, T. Vasu, and A. Hirani, "Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature," *Crit Care Med*, vol. 37, pp. 2642-7, Sep 2009.
- [4] L. J. Montenijs, E. E. de Waal, and W. F. Buhre, "Arterial waveform analysis in anesthesia and critical care," *Curr Opin Anaesthesiol*, vol. 24, pp. 651-6, Dec 2011.
- [5] B. Mora, I. Ince, B. Birkenberg, K. Skhirtladze, E. Pernicka, H. J. Ankersmit, *et al.*, "Validation of cardiac output measurement with the LiDCO pulse contour system in patients with impaired left ventricular function after cardiac surgery," *Anaesthesia*, vol. 66, pp. 675-81, Aug 2011.
- [6] A. Oren-Grinberg, "The PiCCO Monitor," *Int Anesthesiol Clin*, vol. 48, pp. 57-85, Winter 2010.
- [7] P. M. Dark and M. Singer, "The validity of trans-esophageal Doppler ultrasonography as a measure of cardiac output in critically ill adults," *Intensive Care Med*, vol. 30, pp. 2060-6, Nov 2004.
- [8] R. M. Mazraeshahi, J. C. Farmer, and D. T. Porembka, "A suggested curriculum in echocardiography for critical care physicians," *Crit Care Med*, vol. 35, pp. S431-3, Aug 2007.
- [9] S. Suttner, T. Schollhorn, J. Boldt, J. Mayer, K. D. Rohm, K. Lang, *et al.*, "Noninvasive assessment of cardiac output using thoracic electrical bioimpedance in hemodynamically stable and unstable patients after cardiac surgery: a comparison with pulmonary artery thermodilution," *Intensive Care Med*, vol. 32, pp. 2053-8, Dec 2006.
- [10] H. Keren, D. Burkhoff, and P. Squara, "Evaluation of a noninvasive continuous cardiac output monitoring system based on thoracic bioreactance," *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, vol. 293, pp. H583-9, Jul 2007.
- [11] P. Kasnitz, G. L. Druger, F. Yorra, and D. H. Simmons, "Mixed venous oxygen tension and hyperlactatemia. Survival in severe cardiopulmonary disease," *JAMA*, vol. 236, pp. 570-4, Aug 9 1976.
- [12] R. P. Dellinger, M. M. Levy, J. M. Carlet, J. Bion, M. M. Parker, R. Jaeschke, *et al.*, "Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008," *Crit Care Med*, vol. 36, pp. 296-327, Jan 2008.
- [13] M. H. Dueck, M. Klimek, S. Appenrodt, C. Weigand, and U. Boerner, "Trends but not individual values of central venous oxygen saturation agree with mixed venous oxygen saturation during varying hemodynamic conditions," *Anesthesiology*, vol. 103, pp. 249-57, Aug 2005.
- [14] R. M. Leach and D. F. Treacher, "The relationship between oxygen delivery and consumption," *Dis Mon*, vol. 40, pp. 301-68, Jul 1994.
- [15] S. Maddirala and A. Khan, "Optimizing hemodynamic support in septic shock using central and mixed venous oxygen saturation," *Crit Care Clin*, vol. 26, pp. 323-33, table of contents, Apr 2010.
- [16] J. V. Pope, A. E. Jones, D. F. Gaieski, R. C. Arnold, S. Trzeciak, N. I. Shapiro, *et al.*, "Multicenter study of central venous oxygen saturation (ScvO₂) as a predictor of mortality in patients with sepsis," *Ann Emerg Med*, vol. 55, pp. 40-46 e1, Jan 2010.
- [17] K. Reinhart, H. J. Kuhn, C. Hartog, and D. L. Bredle, "Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill," *Intensive Care Med*, vol. 30, pp. 1572-8, Aug 2004.
- [18] S. M. Frank, L. A. Fleisher, M. J. Breslow, M. S. Higgins, K. F. Olson, S. Kelly, *et al.*, "Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial," *JAMA*, vol. 277, pp. 1127-34, Apr 9 1997.
- [19] S. M. Frank, M. S. Higgins, L. A. Fleisher, J. V. Sitzmann, H. Raff, and M. J. Breslow, "Adrenergic, respiratory, and cardiovascular effects of core cooling in humans," *Am J Physiol*, vol. 272, pp. R557-62, Feb 1997.
- [20] C. K. Hofer, M. Worn, R. Tavakoli, L. Sander, M. Maloigne, R. Klaghofer, *et al.*, "Influence of body core temperature on blood loss and transfusion requirements during off-pump coronary artery bypass

- grafting: a comparison of 3 warming systems," *J Thorac Cardiovasc Surg*, vol. 129, pp. 838-43, Apr 2005.
- [21] A. Kurz, D. I. Sessler, and R. Lenhardt, "Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group," *N Engl J Med*, vol. 334, pp. 1209-15, May 9 1996.
- [22] A. C. Melling, B. Ali, E. M. Scott, and D. J. Leaper, "Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial," *Lancet*, vol. 358, pp. 876-80, Sep 15 2001.
- [23] H. Schmied, A. Kurz, D. I. Sessler, S. Kozek, and A. Reiter, "Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty," *Lancet*, vol. 347, pp. 289-92, Feb 3 1996.
- [24] D. I. Sessler, "Temperature monitoring and perioperative thermoregulation," *Anesthesiology*, vol. 109, pp. 318-38, Aug 2008.
- [25] C. J. Ash, J. R. Cook, T. A. McMurry, and C. R. Auner, "The use of rectal temperature to monitor heat stroke," *Mo Med*, vol. 89, pp. 283-8, May 1992.
- [26] S. H. Buck and A. L. Zaritsky, "Occult core hyperthermia complicating cardiogenic shock," *Pediatrics*, vol. 83, pp. 782-4, May 1989.
- [27] G. E. Burgess, 3rd, J. R. Cooper, R. J. Marino, and M. J. Peuler, "Continuous monitoring of skin temperature using a liquid-crystal thermometer during anesthesia," *South Med J*, vol. 71, pp. 516-8, May 1978.
- [28] J. C. Horrow and H. Rosenberg, "Does urinary catheter temperature reflect core temperature during cardiac surgery?," *Anesthesiology*, vol. 69, pp. 986-9, Dec 1988.
- [29] P. A. Iaizzo, C. H. Kehler, R. S. Zink, K. G. Belani, and D. I. Sessler, "Thermal response in acute porcine malignant hyperthermia," *Anesth Analg*, vol. 82, pp. 782-9, Apr 1996.
- [30] R. Lodha, N. Mukerji, N. Sinha, R. M. Pandey, and Y. Jain, "Is axillary temperature an appropriate surrogate for core temperature?," *Indian J Pediatr*, vol. 67, pp. 571-4, Aug 2000.
- [31] N. P. O'Grady, P. S. Barie, J. G. Bartlett, T. Bleck, K. Carroll, A. C. Kalil, *et al.*, "Guidelines for evaluation of new fever in critically ill adult patients: 2008 update from the American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America," *Crit Care Med*, vol. 36, pp. 1330-49, Apr 2008.
- [32] J. M. Ogren, "The inaccuracy of axillary temperatures measured with an electronic thermometer," *Am J Dis Child*, vol. 144, pp. 109-11, Jan 1990.
- [33] D. Tandberg and D. Sklar, "Effect of tachypnea on the estimation of body temperature by an oral thermometer," *N Engl J Med*, vol. 308, pp. 945-6, Apr 21 1983.
- [34] S. Bursztein, P. Saphar, P. Singer, and D. H. Elwyn, "A mathematical analysis of indirect calorimetry measurements in acutely ill patients," *Am J Clin Nutr*, vol. 50, pp. 227-30, Aug 1989.
- [35] S. A. McClave, R. G. Martindale, V. W. Vanek, M. McCarthy, P. Roberts, B. Taylor, *et al.*, "Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.)," *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, vol. 33, pp. 277-316, May-Jun 2009.
- [36] J. D. Paauw, M. A. McCamish, R. E. Dean, and T. R. Ouellette, "Assessment of caloric needs in stressed patients," *J Am Coll Nutr*, vol. 3, pp. 51-9, 1984.
- [37] P. J. H. Jones and S. Kubow, "Lipids, Sterols, and Their Metabolites," in *Modern nutrition in health and disease*, M. E. Shils, M. Shike, A. C. Ross, B. Caballero, and R. J. Cousins, Eds., 10th ed Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins, 2006, pp. 92-121.
- [38] N. Velasco, C. L. Long, D. A. Otto, N. Davis, J. W. Geiger, and W. S. Blakemore, "Comparison of three methods for the estimation of total nitrogen losses in hospitalized patients," *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, vol. 14, pp. 517-22, Sep-Oct 1990.
- [39] E. S. Moghissi, M. T. Korytkowski, M. DiNardo, D. Einhorn, R. Hellman, I. B. Hirsch, *et al.*, "American Association of Clinical Endocrinologists and American Diabetes Association consensus statement on inpatient glycemic control," *Diabetes Care*, vol. 32, pp. 1119-31, Jun 2009.
- [40] P. Singer, M. M. Berger, G. Van den Berghe, G. Biolo, P. Calder, A. Forbes, *et al.*, "ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care," *Clin Nutr*, vol. 28, pp. 387-400, Aug 2009.

Κριτήρια αξιολόγησης

Κριτήριο αξιολόγησης 1

Ποιος είναι ο σκοπός του αιμοδυναμικού monitoring;

Απάντηση

Ο σκοπός του αιμοδυναμικού monitoring είναι να προσφέρει τα δεδομένα, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη οξυγόνωση των ιστών.

Κριτήριο αξιολόγησης 2

Πού στηρίζεται η ανάλυση της κυματομορφής της πίεσης του αρτηριακού παλμού;

Απάντηση

Η ανάλυση της κυματομορφής της πίεσης του αρτηριακού παλμού βασίζεται στην παραδοχή ότι η περιοχή κάτω από το συστολικό τμήμα της κυματομορφής της αρτηριακής πίεσης είναι ανάλογη του όγκου παλμού. Κατά τη συγκεκριμένη ανάλυση, μετράται η διακύμανση της διαφοράς πίεσης (pulse pressure variation, PPV) και η διακύμανση του όγκου παλμού (stroke volume variation, SVV) κατά τη διάρκεια των αναπνευστικών κύκλων.

Κριτήριο αξιολόγησης 3

Πώς συνέβαλε η χρήση του υπερήχου στη ΜΕΘ στο αιμοδυναμικό monitoring;

Απάντηση

Η χρήση του υπερήχου έχει συμβάλει σημαντικά στο μη επεμβατικό monitoring της λειτουργίας της καρδιάς στη ΜΕΘ. Με τη χρήση του υπερήχου μπορεί να μελετηθεί η ανατομία της καρδιάς και η αιμοδυναμική κατάσταση, και να αξιολογηθούν οι δομικές ανωμαλίες, η συσταλτικότητα του μυοκαρδίου και ο ενδαγγειακός όγκος ταυτόχρονα.

Κριτήριο αξιολόγησης 4

Γιατί είναι σημαντική η οξυμετρία του μικτού φλεβικού αίματος (SvO₂);

Απάντηση

Η οξυμετρία του μικτού φλεβικού αίματος (SvO₂), δηλαδή η μέτρηση του κορεσμού του αίματος που περνάει από την πνευμονική αρτηρία, αντικατοπτρίζει το συνολικό ισοζύγιο προσφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου από τους ιστούς.

Κριτήριο αξιολόγησης 5

Γιατί είναι σημαντική η διατήρηση της φυσιολογικής θερμοκρασίας του σώματος;

Απάντηση

Ακόμη και η ήπια βαθμού υποθερμία προκαλεί ανεπιθύμητες εκβάσεις, συμπεριλαμβανομένων θανατηφόρων εμφραγμάτων, λόγω ενεργοποίησης του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, φλεγμονής και καθυστερημένης επούλωσης των τραυμάτων, διαταραχών της πήκτικότητας, καθυστερημένης ανάνηψης μετά από αναισθησία, παρατεταμένης νοσηλείας, ρίγους και ταλαιπωρίας των ασθενών.

Κριτήριο αξιολόγησης 6

Τι περιλαμβάνει και γιατί είναι σημαντική η παρακολούθηση του αναπνευστικού συστήματος στη ΜΕΘ;

Απάντηση

Η παρακολούθηση του αναπνευστικού συστήματος στη ΜΕΘ περιλαμβάνει την τακτική παρακολούθηση της ανταλλαγής αερίων και της μηχανικής του αναπνευστικού συστήματος, και την αξιολόγηση της ικανότητας του ασθενή να αποδεσμευτεί από τον επεμβατικό αερισμό. Η παρακολούθηση βοηθάει στην ελαχιστοποίηση των επιπλοκών που σχετίζονται με τη μηχανική αναπνοή, βελτιστοποιεί τον συγχρονισμό του ασθενή με τον αναπνευστήρα και παρέχει πρώιμα στοιχεία για αλλαγές στην αναπνευστική λειτουργία του ασθενή.

Κριτήριο αξιολόγησης 7

Ποιον στόχο έχει η παρακολούθηση της διατροφικής και μεταβολικής φροντίδας στη ΜΕΘ;

Απάντηση

Η παρακολούθηση της διατροφικής και μεταβολικής φροντίδας στη ΜΕΘ έχει ως στόχο τον έλεγχο της πρόσληψης των μακροθρεπτικών (γλυκόζη, πρωτεΐνη, λίπος) και μικροθρεπτικών συστατικών (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία), την αξιολόγηση της ισορροπίας μεταξύ ενεργειακών αναγκών και πρόσληψης, και τέλος τον γλυκαιμικό έλεγχο.

Κριτήριο αξιολόγησης 8

Ποιος είναι ο γλυκαιμικός στόχος στους ασθενείς της ΜΕΘ και γιατί;

Απάντηση

Ο αυστηρός γλυκαιμικός έλεγχος δεν συνιστάται σε ασθενείς σε κρίσιμη κατάσταση, λόγω του κινδύνου υπογλυκαιμίας, η οποία έχει πιο σοβαρές συνέπειες από την υπεργλυκαιμία. Η τρέχουσα σύσταση για νοσηλευόμενους ασθενείς είναι ένα εύρος-στόχος 140-180 mg/dL για τη γλυκόζη του αίματος.