

Εξωσωματική Κυκλοφορία

ΕΛΕΝΗ ΑΡΓΥΡΙΑΔΟΥ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι βασικές λειτουργίες του κυκλώματος εξωσωματικής κυκλοφορίας είναι η υποστήριξη της καρδιαγγειακής και αναπνευστικής λειτουργίας για την πραγματοποίηση επεμβάσεων στην καρδιά και στα μεγάλα αγγεία. Κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας το αίμα προσωρινά εκπρέπεται μέσω της φλεβικής κάνουλας που τοποθετείται στις κοίλες φλέβες σε ένα κύκλωμα ανταλλαγής αερίων (οξυγονωτής) και στη συνέχεια επιστρέφει μέσω της αρτηριακής κάνουλας στην ανιούσα αορτή. Συνοπτικά κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας επιτυγχάνονται μέσω του κυκλώματος η ανταλλαγή αερίων, η διατήρηση πίεσης άρδευσης των ιστών και η ρύθμιση της θερμοκρασίας. Η εξωσωματική κυκλοφορία ως σύστημα άρδευσης προκαλεί μεγάλες μεταβολές στη φυσιολογία του οργανισμού και αναπόφευκτα την εκδήλωση σημαντικής συστηματικής φλεγμονώδους αντίδρασης. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εισαγωγή στην κλινική πράξη την τελευταία δεκαετία των κυκλωμάτων ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας (MECC) τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά ως προς τη μείωση των επιπλοκών και την καλύτερη προστασία των συστημάτων σε σύγκριση με την συμβατική εξωσωματική.

Λέξεις Κλειδιά: εξωσωματική κυκλοφορία, ελάχιστα επεμβατική εξωσωματική κυκλοφορία (MECC), συμβατική εξωσωματική κυκλοφορία (CECC)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξωσωματική κυκλοφορία μπήκε στην κλινική πράξη τα τελευταία 60 χρόνια και κατέστησε δυνατή τη διενέργεια πολύπλοκων καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων. Η εξωσωματική κυκλοφορία είναι ένα κύκλωμα μηχανικής υποστήριξης του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος που μπορεί να εξασφαλίσει την άρδευση των ιστών και τον αερισμό του ασθενούς για να καταστεί δυνατή η πραγματοποίηση επεμβάσεων στην καρδιά και τα μεγάλα αγγεία. Επίσης, εξασφαλίζει στον χειρουργό ένα αναίμακτο πεδίο και δίνει τη δυνατότητα να ακινητοποιηθεί η καρδιά εκπέποντας προσωρινά την ροή του αίματος εκτός του σώματος προς το κύκλωμα της. Οι λειτουργίες του κυκλώματος εξωσωματικής κυκλοφορίας μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

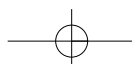
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

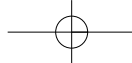
Το κύκλωμα εξωσωματικής κυκλοφορίας διατηρεί μια

ροή αίματος και μια μέση αρτηριακή πίεση (πίεση άρδευσης) με το λιγότερο δυνατό μηχανικό τραύμα στα έμμορφα συστατικά του αίματος. Η εξωσωματική κυκλοφορία αναπόφευκτα φέρνει το αίμα σε επαφή με τεχνητές συνθετικές επιφάνειες (σωλήνες, αντλίες, οξυγονωτή, αιματοδεξαμενή), αλλά και με τον αέρα μέσω των αναρροφήσεων που επιστρέφουν το αίμα από το χειρουργικό πεδίο. Η μηχανική καταπόνηση που δέχονται τα έμμορφα συστατικά του αίματος μέσα στο κύκλωμα, έχει ως αποτέλεσμα την λύση των ερυθρών αιμοσφαιρίων (αιμόλυση), η δε όλη λειτουργία του κυκλώματος οδηγεί στην απελευθέρωση ενδοκυττάριων ενζύμων που ενισχύουν την έκταση της συστηματικής φλεγμονώδους αντίδρασης (SIRS).

ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΙΩΝ

Η εξωσωματική κυκλοφορία παρέχει επαρκή οξυγόνωση στο αίμα, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει επαρκή απομάκρυνση του CO₂ και διατηρεί το PaCO₂ σε φυ-





σιολογικά όρια. Οι οξυγονωτές μεμβράνης που χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή των αερίων στα κυκλώματα εξωσωματικής κυκλοφορίας διαχέουν το οξυγόνο, το CO₂ και τα πτητικά αναισθητικά από το φλεβικό αίμα στο σύστημα παροχής αερίων στον οξυγονωτή. Μετά τη διόδο του από τον οξυγονωτή το PaO₂ του αίματος κυμαίνεται μεταξύ 150-300mmHg, ενώ το PaCO₂ κυμαίνεται μεταξύ 35-45 mmHg. Επειδή ο οξυγονωτής έχει περιορισμένη επιφάνεια οι τιμές PaO₂ συνήθως διατηρούνται σε αρκετά ψηλά επίπεδα για να επιταχυνεται η διάχυση του οξυγόνου στο αίμα.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η υποθερμία που επιτυγχάνεται μέσω του κυκλώματος της εξωσωματικής κυκλοφορίας μειώνει τις απαιτήσεις του οργανισμού για οξυγόνο. Με τη μείωση των μεταβολικών απαιτήσεων μπορεί να γίνει ανεκτή η ελάττωση της ροής της μηχανής της εξωσωματικής κυκλοφορίας και της πίεσης άρδευσης των οργάνων. Κάποιου βαθμού υποθερμία εφαρμόζεται σχεδόν πάντα στις περισσότερες επεμβάσεις που πραγματοποιούνται με εξωσωματική κυκλοφορία. Η μείωση της ροής μειώνει το μηχανικό τραύμα των έμμορφων συστατικών του αίματος και βελτιώνει τις χειρουργικές συνθήκες. Η ανάγκη για μείωση της θερμοκρασίας εξαρτάται κυρίως από τη χειρουργική επέμβαση, τις απαιτήσεις του χειρουργού για καλύτερες συνθήκες ορατότητας στο χειρουργικό πεδίο και από την ανάγκη να προστατευθούν ζωτικά όργανα όπως η καρδιά και ο εγκέφαλος από τις επιπτώσεις της ισχαιμίας. Μέτρια υποθερμία (T=31-34C°) χρησιμοποιείται συνήθως σε επεμβάσεις αορτοστεφανιαίας παράκαμψης και σε επεμβάσεις διόρθωσης ή αντικατάστασης βαλβίδων. Η διατήρηση της νορμοθερμίας (T=34-35C°) κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας απαιτεί την διατήρηση ψηλότερων ροών από το κύκλωμα της εξωσωματικής κυκλοφορίας. Χειρουργικές επεμβάσεις στο αορτικό τόξο απαιτούν παύση της κυκλοφορίας σε συνθήκες βαθιάς υποθερμίας (T=18-24C°). Σε αυτές τις συνθήκες θερμοκρασίας η κυκλοφορική παύση μπορεί να γίνει ανεκτή για χρονικά διαστήματα μέχρι και 40 λεπτών.

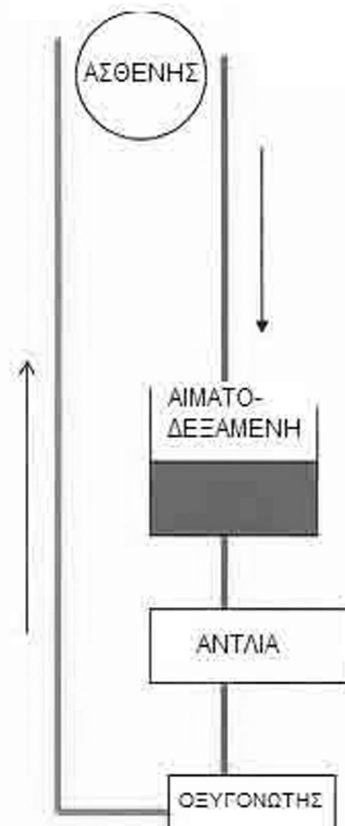
Η χορήγηση καρδιοπληγίας και η προστασία του μυοκαρδίου

Η υποθερμία δε χρησιμοποιείται μόνο για την προστασία των οργάνων κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας, αλλά και για την προστασία του ίδιου του μυοκαρδίου. Για να μειωθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις η καρδιά σταματάει με τη χορήγηση καρδιοπληγικών διαλυμάτων. Τα διαλύματα αυτά έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε κάλιο και χορηγούνται μέσω του κυ-

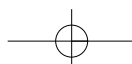
κλώματος της εξωσωματικής κυκλοφορίας ορθόδρομα (δια της ρίζας της αορτής μέσω των στεφανιαίων αρτηριών) ή παλίνδρομα (μέσω του στεφανιαίου κόλπου) μετά τον αποκλεισμό της ανιούσας αορτής. Η εφαρμογή ψυχρών διαλυμάτων απευθείας στο μυοκάρδιο ως μια τεχνική υποθερμίας συνεισφέρει στην προστασία του μυοκαρδίου.

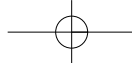
Μέρη του κυκλώματος εξωσωματικής κυκλοφορίας

Το κύκλωμα της εξωσωματικής κυκλοφορίας (Εικόνα 1) αποτελείται από την κονσόλα της εξωσωματικής κυκλοφορίας, τον οξυγονωτή για την ανταλλαγή αερίων, την αιματοδεξαμενή (reservoir για τη συλλογή του φλεβικού αίματος), μια αντλία η οποία ενεργητικά επιστρέφει το οξυγονωμένο αίμα στον ασθενή, τις αντλίες για την αποροή του αίματος από το χειρουργικό πεδίο, το κύκλωμα χορήγησης καρδιοπληγίας, την αορτική κάνουλα που επιστρέφει το οξυγονωμένο αίμα στον ασθενή, τη φλεβική κάνουλα που στέλνει το αίμα από το δεξιό κόλπο στο κύκλωμα της εξωσωματικής κυκλοφορίας και επιπλέον φίλτρα και διάφορα συστήματα ασφαλείας και παρακολούθησης παραμέτρων.



Εικόνα 1: Σχηματική απεικόνιση κυκλώματος συμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας





Ως προς τη λειτουργία της εξωσωματικής κυκλοφορίας, σε γενικές γραμμές το φλεβικό αίμα του ασθενούς από τις κοίλες φλέβες μέσω της φλεβικής κάνουλας καταλήγει στο φλεβικό reservoir με τη βαρύτητα. Στη συνέχεια το αίμα διοχετεύεται μέσω της αντλίας του συστήματος στον οξυγονωτή και μέσω της αρτηριακής κάνουλας που έχει τοποθετηθεί στην ανιούσα αορτή επιστρέφει οξυγονωμένο στον ασθενή. Το κύκλωμα της εξωσωματικής περιλαμβάνει κάποια συστήματα συνεχούς αναρρόφησης για την απομάκρυνση αίματος από το χειρουργικό πεδίο τα οποία καταλήγουν στο φλεβικό reservoir. Η αρχική πλήρωση του κυκλώματος της εξωσωματικής κυκλοφορίας με κρυσταλλοειδή διαλύματα (prime) στα συμβατικά κυκλώματα εξωσωματικής κυκλοφορίας γίνεται με ένα μίγμα κρυσταλλοειδών, κολλοειδών διαλυμάτων και μανιτόλης συνολικού όγκου περίπου 2lt. Ο όγκος αυτός χορηγείται στον ασθενή μόλις συνδεθεί με την εξωσωματική κυκλοφορία με αποτέλεσμα τη σημαντική αιμοαραίωση και την μείωση των τιμών του αιματοκρίτη.

Πριν από τη σύνδεση του ασθενούς με την εξωσωματική κυκλοφορία χορηγείται ηπαρίνη από κεντρική φλέβα σε δόση (150-300 units/kg) ανάλογα με το είδος του κυκλώματος που χρησιμοποιείται με στόχο τον ηπαρινισμό του ασθενούς (τιτλοποίηση του ηπαρινισμού με βάση τον ενεργοποιημένο χρόνος πήξης ACT > 400 seconds) πριν την εγκατάσταση εξωσωματικής κυκλοφορίας. Εισάγεται πρώτα η αορτική κάνουλα στην ανιούσα αορτή και επιβεβαιώνεται η ορθή τοποθέτησή της. Στη φάση αυτή η συστολική αρτηριακή πίεση δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 100 mmHg, σε μεγαλύτερες πιέσεις υπάρχει κίνδυνος διαχωρισμού της αορτής. Στη συνέχεια εισάγεται η φλεβική κάνουλα στο δεξιό κόλπο της καρδιάς και στο τέλος εισάγεται ο καθετήρας χορήγησης καρδιοπληγίας. Από τους χειρουργικούς χειρισμούς για την τοποθέτηση κάθε κάνουλας μπορεί να συμβούν αιμορραγία, υπόταση, αρρυθμίες και θα πρέπει να υπάρχει ετοιμότητα αντιμετώπισης και αιμοδυναμικής σταθεροποίησης του ασθενούς από τον αναισθησιολόγο, ενώ από το χειρουργό και τον τεχνικό της εξωσωματικής κυκλοφορίας υπάρχει αυξημένη προσοχή για την αποτροπή εισόδου αέρα (κίνδυνος εμβολής) στο κύκλωμα. Με την εγκατάσταση της εξωσωματικής κυκλοφορίας, λόγω της χορήγησης του όγκου πλήρωσης του κυκλώματος (prime) στον ασθενή, συμβαίνει σημαντική αιμοαραίωση και μείωση των συγκεντρώσεων των αναισθητικών φαρμάκων στο αίμα. Επιπλέον, κάποια φάρμακα δεσμεύονται σε μεγάλο βαθμό στον οξυγονωτή και στο κύκλωμα με συνέπεια τη μεταβολή στη φαρμακοκινητική τους. Χορήγηση συμπληρωματικών δόσεων αναισθητικών και μυοχαλαρωτικών φαρμάκων είναι απαραίτητη. Ο μηχανικός αερισμός

των πνευμόνων με τον αναπνευστήρα σταματάει - η οξυγόνωση του αίματος γίνεται στον οξυγονωτή του κυκλώματος και για την αποφυγή περαιτέρω άσκοπης αιμοαραίωσης η ενδοφλέβια χορήγηση υγρών διακόπτεται. Κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής ελέγχουμε σε τακτά χρονικά διαστήματα την επάρκεια του ηπαρινισμού (τα επίπεδα ACT) τη διούρηση, τα αέρια αίματος, την οξεοβασική ισορροπία (μέθοδος alpha-stat) καθώς και τους ηλεκτρολύτες, τα επίπεδα γλυκόζης και αιμοσφαιρίνης. Ο προσεκτικός έλεγχος των επιπέδων γλυκόζης του αίματος και η αποφυγή χαμηλής αιμοσφαιρίνης κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας έχουν συσχετισθεί με καλύτερη νευρολογική έκβαση των ασθενών μετεγχειρητικά.

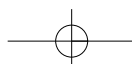
Κατά τη διάρκεια της εξωσωματικής κυκλοφορίας η καρδιακή παροχή είναι η παροχή της αντλίας της. Η διατήρηση επαρκούς άρδευσης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της είναι εξαιρετικής σημασίας για την καλή λειτουργία των οργάνων μετεγχειρητικά. Το κατάλληλο monitoring μας δίνει πληροφορίες για την επάρκεια της άρδευσης οργάνων, όπως η καρδιά, ο εγκέφαλος και τα νεφρά. Ιδιαίτερα για τον εγκέφαλο με την εφαρμογή νευρολογικού monitoring, όπως τα προκλητά δυναμικά, το διακρανιακό Doppler και η εγκεφαλική οξυμετρία υπάρχει η δυνατότητα της συνεχούς παρακολούθησης της άρδευσης του και της διενέργειας παρεμβάσεων με στόχο την άμεση αποκατάσταση επεισοδίων εγκεφαλικής υποάρδευσης.

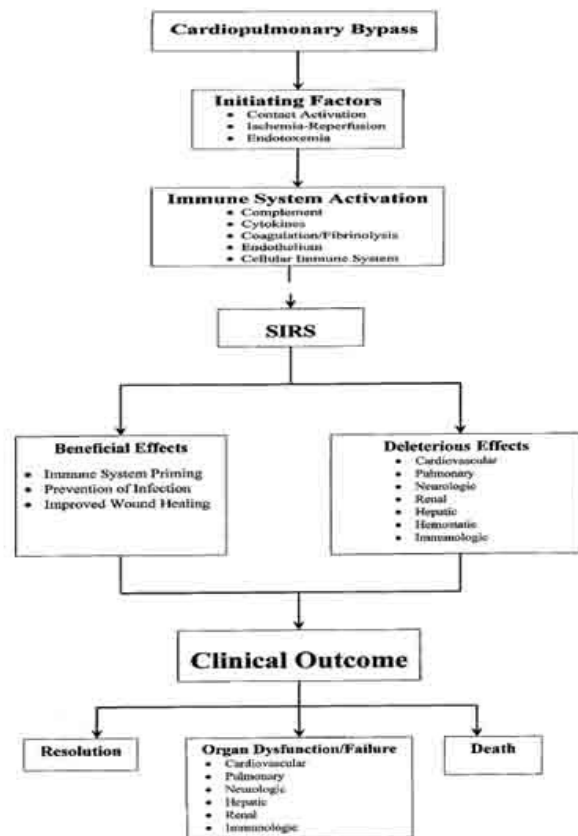
ΕΞΩΣΩΜΑΤΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗΣ ΦΛΕΓΜΟΝΩΔΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ (SIRS)

Οι καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις προκαλούν την έντονη εκδήλωση συστηματικής φλεγμονώδους αντίδρασης εξαιτίας πολλών και διαφορετικών παραγόντων, όπως εφαρμογή εξωσωματικής κυκλοφορίας, υποθερμία, μεταγίσεις και μεγάλο χειρουργικό τραύμα (Εικόνα 2). Η εξωσωματική κυκλοφορία ως σύστη-



Εικόνα 2: Καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις και sirs





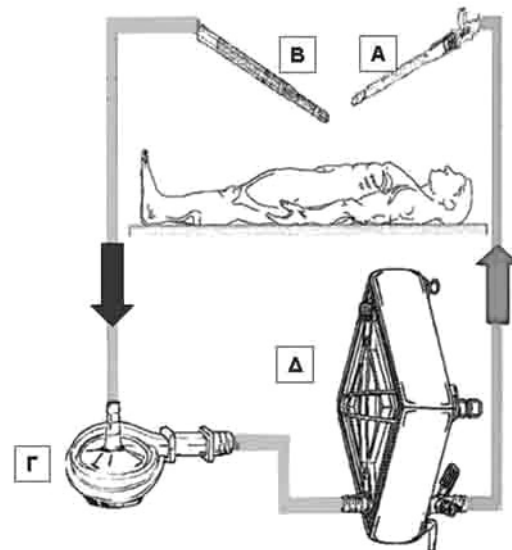
Εικόνα 3. Εξωσωματική κυκλοφορία και sirs (Anesthesiology 2002 ; 97:215-252)

μα άρδευσης προκαλεί μεγάλες μεταβολές στη φυσιολογία του οργανισμού. Παρά τις βελτιώσεις στη τεχνολογία των κυκλωμάτων, η κατάγηση της σφυγμικής ροής του αίματος, η επαφή του αίματος με τις ξένες επιφάνειες του κυκλώματος εξωσωματικής κυκλοφορίας, ο μηχανικός τραυματισμός των ερυθρών συστατικών του αίματος από τις αντλίες και η αναπόφευκτη αιμορραγία προκαλούν μια έντονη stress απάντηση.

Η στεροτομή -αναπόφευκτη στο σύνολο σχεδόν των καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων- έχει ενοχοποιηθεί ως ανεξάρτητος σημαντικός παράγοντας για την εκδήλωση σοβαρού SIRS. Είναι γνωστό ότι η επαφή του αίματος με τεχνητές επιφάνειες όπως αυτές των κυκλωμάτων της εξωσωματικής κυκλοφορίας προκαλεί ενεργοποίηση του συμπληρώματος και διαταραχές του πηκτικού μηχανισμού. Οι ασθενείς που εμφανίζουν σοβαρό SIRS παρουσιάζουν παρατεταμένη διάρκεια μηχανικού αερισμού, αυξημένη αιμορραγική διάθεση μετεγχειρητικά και αυξημένη διαπερατότητα τριχοειδών η οποία οδηγεί σε εξαγγείωση του ενδοαγγειακού όγκου και εκδήλωση δυσλειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος, των νεφρών αλλά και του κεντρικού νευρικού συστήματος. Το SIRS είναι πολυπαραγοντικό

και οι κλινικές του εκδηλώσεις ποικίλουν (Εικόνα 3). Εκδηλώνεται μετεγχειρητικά ως οργανική δυσλειτουργία που μπορεί να αφορά ένα ή περισσότερα συστήματα και αν δεν αντιμετωπισθεί αποτελεσματικά μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή οργανική ανεπάρκεια ή ακόμα και σε θάνατο.

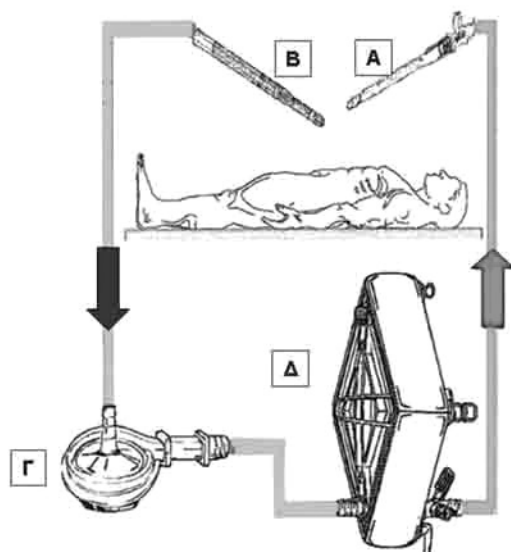
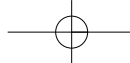
Τα τελευταία χρόνια μπήκαν στην κλινική πράξη τα κυκλώματα ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας (Minimal ExtraCorporal Circulation - MECC) (Εικόνα 4) με πολύ καλά αποτελέσματα ως προς τη συχνότητα και τη βαρύτητα των μετεγχειρητικών επιπλοκών, ως προς το χρόνο και την ποιότητα της ανάνηψης του ασθενούς και ως προς όλους τους δείκτες της φλεγμονής και τη λειτουργία του πηκτικού μηχανισμού. Η Καρδιοθωρακοχειρουργική Κλινική του ΑΠΘ στο Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ πρωτοπορεί τα τελευταία πέντε χρόνια στα κυκλώματα ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας τόσο ερευνητικά όσο και σε κλινική εφαρμογή. Αρκετές είναι οι διαφορές στον σχεδιασμό των συμβατικών και των ελάχιστα επεμβατικών κυκλωμάτων εξωσωματικής κυκλοφορίας. Οι σημαντικότερες συνοψίζονται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση κυκλώματος ελάχιστα επεμβατικής

εξωσωματικής κυκλοφορίας (MECC). Α: αορτική κάνουλα, Β: φλεβική κάνουλα, Γ: φυγοκεντρική αντλία και Δ: οξυγονωτής.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά κυκλώματα, στα ελάχιστα επεμβατικά συστήματα εξωσωματικής κυκλοφορίας ο συνολικός όγκος αρχικής πλήρωσης είναι σημαντικά

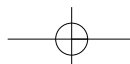


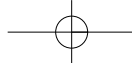
Εικόνα 5: Διαφορές μεταξύ MECC και συμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας

μικρότερος (250-600 ml) με συνέπεια την αποφυγή αιμοραϊώσης και τη διατήρηση του αιματοκρίτη σε αποδεκτά επίπεδα, την αποφυγή των μεταγγίσεων αίματος και παραγόντων πήξης. Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα, άμεσα μετά την σύνδεση του ασθενούς με το κύκλωμα της εξωσωματικής κυκλοφορίας, να πληρωθεί το κύκλωμα με αυτόλογο αίμα του ασθενούς με συνέπεια την περαιτέρω μείωση της αιμοραϊώσης. Η διατήρηση ψηλότερων τιμών αιματοκρίτη έχει συσχετισθεί με μείωση της συχνότητας, αλλά και της βαρύτητας των νευρολογικών επιπλοκών μετεγχειρητικά. Πολύ σημαντική διαφορά των δύο κυκλωμάτων είναι η αποφυγή της επαφή του αίματος του ασθενούς με τον ατμοσφαιρικό αέρα και η απουσία της αναρρόφησης της καρδιοτομίας στο κύκλωμα MECC. Έτσι, η διαχείριση του συνόλου του αίματος που προέρχεται από τις αναρροφήσεις του χειρουργικού πεδίου γίνεται μέσω συσκευής αυτομετάγγισης (cell saver). Η αναρρόφηση αίματος από το χειρουργικό πεδίο στην κλασική εξωσωματική έχει θεωρηθεί πηγή λιπιδών εμβόλων για τον εγκέφαλο και η δυνατότητα αποφυγής της σε συνδυασμό με την διατήρηση του ψηλού αιματοκρίτη στα συστήματα MECC συνιστούν πραγματικά νευροπροστατευτικές παρεμβάσεις.

Η τεχνολογία των κυκλωμάτων εξωσωματικής κυκλοφορίας είναι σχετικά παλιά. Από την εποχή των πρώτων καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων με εξωσωματική κυκλοφορία στην δεκαετία του 50 έχουν γίνει αρκετές βελτιώσεις στον σχεδιασμό του οξυγονωτή, στην καλύτερη βιοσυμβατότητα των κυκλωμάτων, στο monitoring του πηκτικού μηχανισμού και στην κατανόηση των μη-

χανισμών καταστροφής των έμμορφων συστατικών του αίματος με αποτέλεσμα τα ασφαλέστερα σύγχρονα κυκλώματα. Όμως, παρ' όλες τις εξελίξεις και βελτιώσεις στην τεχνολογία των κυκλωμάτων η εξωσωματική κυκλοφορία συνδέεται ακόμα με το σύνδρομο SIRS και την εκδήλωση μυοκαρδιακής, νεφρικής, πνευμονικής και νευρολογικής δυσλειτουργίας. Αν και οι εκδηλώσεις του συνδρόμου είναι συχνά ήπιες και υποκλινικές, μπορούν να οδηγήσουν σε μετεγχειρητικές επιπλοκές και κακή έκβαση των ασθενών. Τα κυκλώματα ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας (MECC) αξιοποίησαν τη σύγχρονη τεχνολογία και σχεδιάστηκαν με στόχο την μείωση των ανεπιθύμητων επιδράσεων της συμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας. Η εισαγωγή στην κλινική πράξη των κυκλωμάτων MECC κατέδειξε ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Η αναισθησιολογική αντιμετώπιση εξελίσσεται και παρακολουθεί την σύγχρονη χειρουργική τεχνική. Στην κλινική εφαρμογή των συστημάτων MECC υπάρχουν αρκετές διαφορές στην διαχείριση των ασθενών. Για τον χειρουργό, τον αναισθησιολόγο αλλά και για τον χειριστή της εξωσωματικής κυκλοφορίας υπάρχει σύγγραφα καμπύλη εκμάθησης της τεχνολογίας MECC. Η τελειοποίηση της αναισθησιολογικής τεχνικής ενισχύει την μετεγχειρητική ανάνηψη, ενώ η εξέλιξη της τεχνολογίας της ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας εξασφαλίζει μεγαλύτερη ασφάλεια και εξαιρετικές χειρουργικές συνθήκες. Ο συνδυασμός τους μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική πρόοδο, αν όχι μια πραγματική επανάσταση στην καρδιοχειρουργική. Πιστεύουμε ότι τα κυκλώματα ελάχιστα επεμβατικής εξωσωματικής κυκλοφορίας αποτελούν το παρόν και το μέλλον στην καρδιοχειρουργική και η επικράτησή τους στην κλινική πράξη είναι αναπόφευκτη, φυσικά προς όφελος του ασθενούς.



**ABSTRACT****Cardiopulmonary Bypass
Argiriadou Helen**

Cardiopulmonary bypass (CPB) technology is relatively old. Since the first cardiac surgical operations in the early '50s, improvements in oxygenator design, in coagulation monitoring, greater understanding of blood damage by flow rates and shear stresses have contributed to the relative safe modern circuit. Despite all this refinement CPB is still associated with a systemic inflammatory response (SIRS), which is translated into myocardial, renal, pulmonary and neurologic dysfunction. However, although these effects are often subclinical, they can contribute to adverse postoperative outcome. Over the past 10 years, miniaturized extracorporeal circulation (MECC) has been developed targeting in reducing the side effects of conventional CPB (CECC). MECC has adopted all modern technology and translated the results from research in its structures. The net outcome from the use of these systems is reduced perioperative morbidity and reduced procedural mortality.

Key Words: Cardiopulmonary bypass (CPB), miniaturized extracorporeal circulation (MECC), conventional CPB (CECC).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Gill R, Murkin JM. Neuropsychologic dysfunction after cardiac surgery: what is the problem? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:91-98.
- Royston D. Surgery with cardiopulmonary bypass and pulmonary inflammatory responses. *Perfusion* 1996;11:213-219.
- Blauth CI, Arnold JV, Schulenberg WE, McCartney AC, Taylor KM. Cerebral microembolism during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 95:668-676.
- Palanzo DA. Perfusion safety past, present and future. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11:383-390.
- Borst C, Grundemann PF. Minimally invasive coronary artery bypass grafting. An experimental perspective. *Circulation* 1999;99:1400-1403.
- Kirklin JK, Westaby S, Blackstone EH, Kirklin JW, Chenoweth DE, Pacifico AD. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;86:845-857.
- Paparella D, Yau TM, Young E. Cardiopulmonary bypass induced inflammation: pathophysiology and treatment. An update. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002;21:232-244.
- Olthof CG, Jansen PG, de Vries JP, et al. Interstitial fluid volume during cardiac surgery measured by means of a non-invasive conductivity technique. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:508-512.
- Borst C, Grundeman PF. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: an experimental perspective. *Circulation* 1999;99:1400-1403.
- Royston D. The inflammatory response and extracorporeal circulation, *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11:341-354.
- Ranucci M, Cirri S, Conti D, et al. Beneficial effects of Duraflon II heparin-coated circuits on postperfusion lung function. *Ann Thorac Surg* 1996;61:76-81.
- Zanardo G, Michielon P, Paccagnella A, et al. Acute renal failure in patients undergoing cardiac operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:1489-1495.
- Ascione R, Lloyd CT, Underwood MJ, et al. Inflammatory response after coronary revascularization with or without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1198-1204.
- Paparella D, Yau TM, Young E. Cardiopulmonary bypass induced inflammation: Pathophysiology and treatment. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:232-244.
- Anastasiadis K, Asteriou C, Deliopoulos A, Argiriadou H, Karapanagiotidis G, Antonitsis P, Grosomanidis V, Misias G, Papakonstantinou C. Haematological effects of minimized compared to conventional extracorporeal circulation after coronary revascularization procedures. *Perfusion* 2010;25:197-203.
- Anastasiadis K, Argiriadou H, Kosmidis M, Megari KM, Antonitsis P, Thomaidou E, Aretouli A, Papakonstantinou C. Neurocognitive outcome after coronary artery bypass surgery using minimal versus conventional extracorporeal circulation: a randomised controlled pilot study. *Heart* 2011;97:1082-1088.
- Anastasiadis K, Antonitsis P, Haidich AB, Argiriadou H, Deliopoulos A, Papakonstantinou C. Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Cardiol* 2012 Feb 8. [Epub ahead of print].

