

Μηχανική υποστήριξη της κυκλοφορίας στο αιμοδυναμικό εργαστήριο

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΑΡΑΒΑΝΗΣ¹
ΒΑΪΟΣ ΤΖΙΦΟΣ²
ΕΥΤΥΧΙΑ ΣΜΠΑΡΟΥΝΗ¹
ΙΩΑΝΝΗΣ ΙΑΚΩΒΟΥ¹

¹ Τμήμα Αιμοδυναμικών Μελετών & Επεμβατικής Καρδιολογίας, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο

² Γ' Καρδιολογική Κλινική, Τμήμα Επεμβατικής Καρδιολογίας Ερρίκος Ντυνάν

Λέξεις ευρετηρίου

Μηχανική υποστήριξη, Καρδιογενής καταπληξία, ECMO, Impella, Tandemheart, Ενδοαορτική αντλία αντιώθησης

Νίκος Αραβανής

Καρδιολόγος

Διεύθυνση επικοινωνίας

Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο
Λεωφ. Α. Συγγρού 356, Καλλιθέα, Τ.Κ.: 17674
Τηλ.: 210 9493000
E-mail: nikos_aravanis@hotmail.com

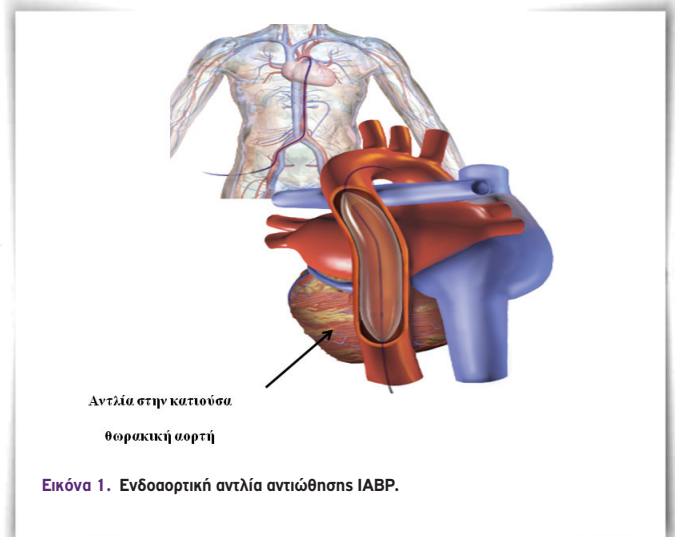
Τα τελευταία χρόνια η μηχανική υποστήριξη της κυκλοφορίας χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε σύμπλοκες επεμβάσεις στο αιμοδυναμικό εργαστήριο και στην αντιμετώπιση της καρδιογενούς καταπληξίας. Η πιο διαδεδομένη συσκευή μέχρι σήμερα, η ενδοαορτική αντλία αντιώθησης (IABP), δεν έχει δείξει θετική επίδραση στην επιβίωση των ασθενών με καρδιογενή καταπληξία μέσα από τις μελέτες IABP-SHOCK II και BCIS-1. Οι συσκευές TandemHeart™ και Impella™ με μεγαλύτερες δυνατότητες παροχής (έως 5L/min), χρησιμοποιούνται σε μικρότερο ποσοστό, λόγω της δυσκολότερης τοποθέτησης και των συχνότερων αγγειακών επιπλοκών. Τέλος το ECMO επιτυγχάνει την υψηλότερη καρδιακή παροχή και είναι το μοναδικό με δυνατότητα αναπνευστικής υποστήριξης, χρήζει όμως εξειδικευμένης ομάδας καρδιάς για την τοποθέτηση και τη λειτουργία του. Η διενέργεια νέων τυχαιοποιημένων μελετών είναι επιβεβλημένη, για να διαλευκάνει όχι μόνο την επίδραση της κάθε συσκευής στην επιβίωση του ασθενούς, αλλά και την βέλτιστη χρονική στιγμή τοποθέτησης της, για να επιτευχθεί το μέγιστο όφελος.

Οι εξελίξεις στον τομέα της επεμβατικής καρδιολογίας έχουν οδηγήσει στην διενέργεια όλο και πιο σύμπλοκων επεμβάσεων στο αιμοδυναμικό εργαστήριο καθώς και στη θεραπεία ασθενών με υψηλότερο επεμβατικό ρίσκο σε σχέση με το παρελθόν. Η χρήση συσκευών προσωρινής μηχανικής υποβοήθησης της κυκλοφορίας έχει επίσης αυξηθεί, όχι μόνο για την υποστήριξη διαδερμικών επεμβάσεων υψηλού κινδύνου, αλλά και για την καλύτερη αντιμετώπιση της καρδιογενούς καταπληξίας. Παρά τις προόδους στην αντιμετώπιση των οξέων ισχαιμικών συνδρόμων, η επίπτωση της καρδιογενούς καταπληξίας, παρέμεινε σταθερή τις τελευταίες δεκαετίες ως επιπλοκή στο 5-8% των ασθενών με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου¹ ενώ το ποσοστό θνητότητας παραμένει χαρακτηριστικά υψηλό (50-70%).²

Ενδοαορτική Αντλία Αντιώθησης ΕΑΑ (Intra-aortic Balloon Pump – IABP) (Πίνακας 1)

Η σύγχρονη ενδοαορτική αντλία αντιώθησης ΕΑΑ (intra-aortic balloon pump – IABP) είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη συσκευή μηχανικής υποβοήθησης της κυκλοφορίας με εμφύτευση >50.000 συσκευών ετησίως.³ Εφαρμόζεται σε ασθενείς με καρδιογενή καταπληξία (πρωτογενώς ή ως συνέπεια μηχανικών επιπλοκών) είτε περιεπεμβατικά είτε στα πλαίσια οξέος στεφανιαίου συνδρόμου. Η ένδειξη που έχει στις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Καρδιολογικής Εταιρείας (2017) για την χρήση σε ασθενείς με καρδιογενή καταπληξία μετά από οξύ έμφραγμα το μυοκαρδίου με ανάσπαση του ST (STEMI) είναι II (με επίπεδο τεκμηρίωσης A) αλλά μόνο σε περίπτωση που συνυπάρχει μηχανική επιπλοκή.⁴

Η υποβοήθηση με IABP βασίζεται στην τοποθέτηση ενός αεροθαλάμου στην κατιούσα θωρακική αορτή μέσω καθετήρα διαμέτρου 7.5-8 French (Fr) ο οποίος προωθείται διαμέσου της μηριαίας αρτηρίας και τοποθετείται έτσι ώστε το tip του μπαλονιού να βρίσκεται στη κορυφή του αορτικού τόξου (Εικόνα 1). Ο αεροθάλαμος εκπύσσεται με την έναρξη της διαστολικής φάσης της αριστερής κοιλίας, ενώ η σύμπτυξή του πραγματοποιείται κατά την τελοδιαστολική φάση ή βάση ρύθμισης κατά τη διάρκεια της ισομετρικής συστολής. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται αύξηση της αορτικής διαστολικής πίεσης στη φάση έκπτυξης του αεροθαλάμου, συνεπώς και αύξηση της αιματικής ροής στο στεφανιαίο αορτικό



δίκτυο και στη συνέχεια μείωση της τελοδιαστολικής αορτικής πίεσης στη φάση σύμπτυξής του αεροθαλάμου με συνέπεια τη μείωση του μεταφορτίου. Η έκπτυξη- σύμπτυξη του αεροθαλάμου πρέπει να είναι συγχρονισμένη με τις κατάλληλες φάσεις του καρδιακού κύκλου και αυτό μπορεί να γίνει είτε μέσω καταγραφής του ΗΚΓ είτε με τη καμπύλη αρτηριακής πίεσης (Εικόνα 1).⁵

Από τις δημοσιευμένες μελέτες σε ασθενείς με IABP έχει καταδειχθεί η αύξηση της ροής αίματος στο στεφανιαίο δίκτυο και της καρδιακής παροχής κατά 0.5 L/min.⁶ Επίσης, έχει καταδειχθεί ότι η IABP μειώνει τις ανάγκες του μυοκαρδίου σε οξυγόνο κυρίως λόγω της μείωσης του μεταφορτίου και της τοιχωματικής τάσης της αριστερής κοιλίας.³ Εν αντιθέσει με τα παραπάνω, τα δεδομένα των τελευταίων ετών προερχόμενα από τυχαίοποιημένες μελέτες και μεταanalύσεις

Πίνακας 1.

Χαρακτηριστικά ενδοαορτικής αντλίας αντιώθησης IABP

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
IABP	ΚΑΤΙΟΥΣΑ ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΑΟΡΤΗ	ΜΑΠ ↑ ΠΡΟΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↓ ΜΕΤΑΦΟΡΤΙΟ ↓	0.5L/min	ΕΥΚΟΛΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΗΣ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ	ΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑ (16%) ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΟΡΤΗΣ ΧΡΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟ ΜΕ ΗΚΓ ή ΚΑΜΠΥΛΗ ΠΙΕΣΕΩΣ	ΜΕΤΡΙΑ – ΣΟΒΑΡΗ ΑΑ ΑΟΡΤΟΠΑΘΕΙΑ

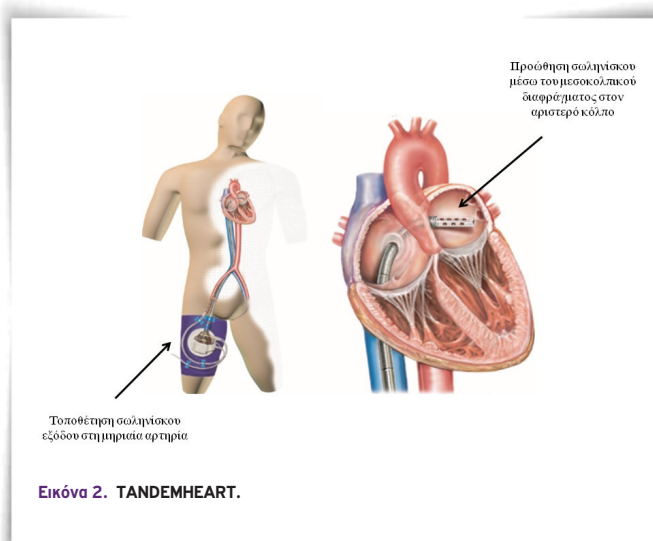
ΜΑΠ: Μέση αρτηριακή πίεση, ΑΚ: αριστερή κοιλία, ΗΚΓ: ηλεκτροκαρδιογράφημα, ΑΑ: αορτική ανεπάρκεια

δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη θετικής επίδρασης της χρήσης IABP στην επιβίωση ασθενών με καρδιογενή καταπληξία.⁶

Εδώ αξίζει να σημειωθεί και η ύπαρξη μιας νέας παρααορτικής αντλίας αντλώθησης, της συσκευής PULLVAD ελληνικού σχεδιασμού, η οποία εμφυτεύεται στη θωρακική κοιλότητα και συνδέεται στην ανιούσα αορτή μέσω ενός ευθέως αγγειακού μοσχεύματος. Λειτουργεί βάση της αρχής της αντλώθησης με χρήση 2 θαλάμων (ένα θάλαμο αέρα και έναν αίματος), παρέχει όγκο παλμού 50ml και επιτυγχάνει σημαντική ελάττωση του μεταφορτίου της αριστερής κοιλίας μέσω μείωσης της αρτηριακής πίεσης. Επιπροσθέτως χρήζει συγχρονισμού με το ΗΚΓ και συνδέεται στην ίδια κονσόλα με την ενδοαορτική αντλία αντλώθησης (IABP) χωρίς καμία τροποποίηση.⁷ Πλεονεκτήματα της συσκευής αποτελούν το χαμηλό κόστος κατασκευής, η ευκολία τοποθέτησης (δεν χρήζει εξωσωματική υποστήριξη της κυκλοφορίας) και η αιμοδυναμική της απόδοση που μένει να δοκιμασθεί σε μελλοντικές μελέτες έναντι των υπολοίπων συσκευών αντλώθησης.

Η Διαδερμική Συσκευή Υποβοήθησης της Αριστερής Κοιλίας TANDEMHEART™ (Πίνακας 2)

Η συσκευή TandemHeart™ είναι ένα σύστημα bypass που συνδέει τον αριστερό κόλπο με την μηριαία αρτηρία μέσω δυο διαδερμικών σωληνίσκων που τα άκρα τους συνδέονται με μια



φυγοκεντρική αντλία συνεχούς ροής. Το άκρο του ενός σωληνίσκου εισέρχεται από τη μηριαία φλέβα και προωθείται διαμέσου του μεσοκοιλιακού διαφράγματος στον αριστερό κόλπο, από όπου αναρροφά συνεχώς οξυγονωμένο αίμα. Το άκρο του άλλου σωληνίσκου τοποθετείται στη μηριαία αρτηρία όπου παρέχεται το αντλούμενο αίμα. Με αυτόν τον τρόπο αποφορτίζεται η αριστερή πλευρά της καρδιάς και διατηρείται επαρκής αιματική ροή για την επιβίωση του ασθενούς. Το σύστημα έχει μέγιστη ταχύτητα περιστροφής 7.500rpm και μπορεί να παράγει καρδιακό έργο ισοδύναμο με 5L/min (Εικόνα 2).⁸ Όπως προαναφέρθηκε η συσκευή TandemHeart™ αυξάνει ενεργά την καρδιακή παροχή, τη μέση αρτηριακή πίεση και την πίεση ενσφήνωσης, την κεντρική φλεβική πίεση και την πίεση στην πνευμονική αρτηρία, με συνέπεια

Πίνακας 2.

Χαρακτηριστικά συσκευής TANDEMHEART

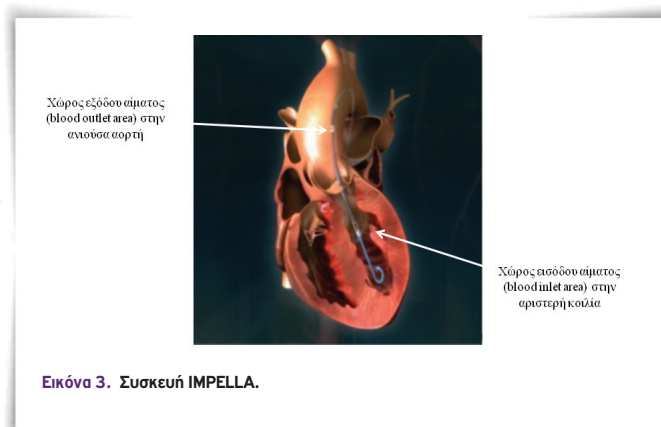
ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
TANDEMHEART	ΑΡ. ΚΟΛΠΟΣ ΜΕΣΩ ΜΕΣΟΚΟΙΛΙΑΚΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	ΜΑΠ ↑ ΠΡΟΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↓ ΜΕΤΑΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↑	ΕΩΣ 5 L/min	ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΔΕΞΙΑ ΚΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΘΡΟΜΒΟ ΑΡ. ΚΟΙΛΙΑΣ ΧΡΗΣΗ ΜΕ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΟΡΤΗΣ	ΑΥΞΗΜΕΝΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ	ΣΟΒΑΡΗ ΑΑ ΑΟΡΤΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΚΟΙΛΙΑΚΟ ΕΛΛΕΙΜΑ ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΩΝ

ΜΑΠ: μέση αρτηριακή πίεση, ΑΚ: αριστερή κοιλία, ΚΑ: καρδιακή ανεπάρκεια, ΑΑ: αορτική ανεπάρκεια

τη μείωση των πιέσεων πλήρωσης στη δεξιά και αριστερή κοιλία, μειωμένο καρδιακό έργο και μειωμένες απαιτήσεις σε οξυγόνο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προσωρινή υποστήριξη ασθενών σε καρδιογενή καταπληξία ή σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αγγειοπλαστικές υψηλού κινδύνου ιδιαίτερα όταν συνυπάρχει σοβαρή δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας.⁹ Σε κλινικές μελέτες που έχουν παραγματοποιηθεί, έχει καταδειχθεί ότι η συσκευή Tandem-Heart™ βελτιώνει σημαντικά τους αιμοδυναμικούς παράγοντες χωρίς όμως να προσφέρει σημαντικό όφελος όσον αφορά την θνητότητα συγκρινόμενη με την IABP.^{10,11}

Η Διαδερμική Συσκευή Υποβοήθησης της Αριστερής Κοιλίας IMPELLA™ (Πίνακας 3)

Η συσκευή IMPELLA™ αποτελείται από μια μικροαντλία καθετήρα η οποία φέρει μικροσκοπικό ηλεκτρικό κινητήρα στον άξονα του οποίου περιστρέφεται αξονίσκος με πτερύγια. Το αίμα αναρροφάται από το κατάλληλα διαμορφωμένο άνοιγμα στο άκρο της αντλίας και εξέρχεται σε θέση πλησιέστερη στον καθετήρα, μέσω ανοίγματος που υπάρχει μεταξύ του πτερυγώτου αξονίσκου και του κινητήρα. Συγκεκριμένα, η εισαγωγή του καθετήρα με την αντλία μπορεί να γίνει διαδερμικά από τη μηριαία αρτηρία στη βουβωνική χώρα ή απευθείας



να εισαχθεί από την ανιούσα αορτή. Η τελική θέση της αντλίας πρέπει να είναι τέτοια ώστε το σημείο αναρρόφησης να βρίσκεται στην αριστερή κοιλία και το σημείο εκβολής στην ανιούσα αορτή. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ορθόδρομη ροή μέσω της αντλίας μεταφέροντας αίμα από την αριστερή κοιλία στην ανιούσα αορτή (Εικόνα 3). Η αντλία αυτή είναι σχεδιασμένη να αυξάνει το καρδιακό έργο κατά 2.5 L/min και έχει λάβει έγκριση από τον FDA για μερική υποστήριξη της κυκλοφορίας έως 6 ώρες.¹² Υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη συστημάτων, το IMPELLA™ 2.5 και το IMPELLA™ 5.0 τα οποία διαφέρουν αφενός στο μέγεθος και στη μέθοδο αγγειακής πρόσβασης και αφετέρου στην ικανότητα άντλησης καθώς μπορούν να προσφέρουν 2.5 και 5.0 L/min αντίστοιχα.¹³ Η συσκευή IMPELLA™ μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της καρδιακής παροχής χωρίς την ανάγκη φλεβικής πρόσβασης και την

Πίνακας 3.						
Χαρακτηριστικά συσκευής IMPELLA						
ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
IMPELLA	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΚΟΙΛΙΑ ΜΕΣΩ ΑΟΡΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ	ΜΑΠ ↑ ΠΡΟΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↓ ΜΕΤΑΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↔	5 L/min	ΧΡΗΣΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΑΡΡΥΘΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΔΕΞΙΑ Κ.Α.	ΑΥΞΗΜΕΝΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ ΧΡΗΣΕΙ Χ/ΚΗΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΑΙΜΟΛΥΣΗ (5-10%) ΑΙΜΟΡΡΑΓΙΑ (31%)	ΣΟΒΑΡΗ ΑΣ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΑΟΡΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΘΡΟΜΒΟΣ ΑΚ ΜΕΣΟΚΟΙΛΙΑΚΟ ΕΛΛΕΙΜΑ

ΜΑΠ: μέση αρτηριακή πίεση, ΑΚ: αριστερή κοιλία, ΚΑ: καρδιακή ανεπάρκεια, ΑΑ: αορτική ανεπάρκεια, ΑΣ: αορτική στένωση

Πίνακας 4.
Χαρακτηριστικά συσκευής ECMO

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΣΗ	ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ
IMPELLA	ΔΕΞΙΟΣ ΚΟΛΠΟΣ ΚΑΙ ΑΟΡΤΗ	ΜΑΠ ↑ ΠΡΟΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↓ ΜΕΤΑΦΟΡΤΙΟ ΑΚ ↑	6 L/min	ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΕΙ ΟΞΥΓΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΙΜΑΤΩΣΗ	ΧΡΗΣΙ Χ/ΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΑΓΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ	ΣΟΒΑΡΗ ΑΑ ΑΟΡΤΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΛΗΨΗΣ ΑΝΤΙΠΗΚΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

ΜΑΠ: μέση αρτηριακή πίεση, ΑΚ: αριστερή κοιλία, ΑΑ: αορτική ανεπάρκεια

τρώση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος. Όπως καταδείχθηκε στην τυχαιοποιημένη μελέτη ISAR-SHOCK η συσκευή IMPELLA™ βελτίωσε τις αιμοδυναμικές παραμέτρους σε ασθενείς με καρδιογενή καταπληξία συγκρινόμενη με την IABP αλλά δεν κατάφερε να δείξει πλεονέκτημα όσον αφορά τη θνητότητα ή άλλες επιπλοκές.¹⁴

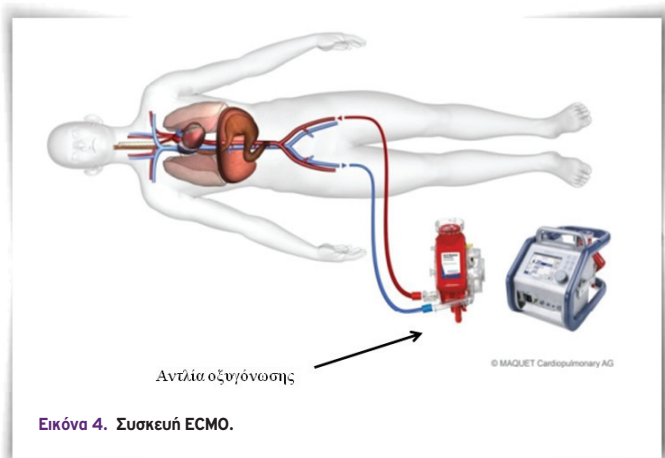
Ομοίως, με το TandemHeart™ η συσκευή IMPELLA™ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σύστημα μερικής υποβοήθησης της κυκλοφορίας σε ασθενείς με καρδιογενή καταπληξία ως γέφυρα προς θεραπεία ή γέφυρα προς την επέμβαση σε περιπτώσεις πολύπλοκων αγγειοπλαστικών. Συγκεκριμένα σε σοβαρές περιπτώσεις καρδιογενούς καταπληξίας χωρίς σημεία ανάκαμψης έχει συστηθεί η χρήση του συστήματος IMPELLA™ 5.0.¹

Πρόσφατη μετανάλυση μεταξύ 1.680 ασθενών που υπεβλήθησαν σε αγγειοπλαστική έδειξε αυξημένη νοσοκομειακή θνητότητα στους ασθενείς με Impella™ σε σχέση με τους ασθενείς που έλαβαν IABP (45% vs 34,1%)¹⁵. Επιπλέον η μελέτη DanGer Shock (Danish-German Cardiogenic Shock) Trial, που πραγματοποιείται αυτή τη περίοδο τυχαιοποιεί ασθενείς με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου και καρδιογενές shock σε τοποθέτηση Impella™ έναντι φαρμακευτικής αγωγής, τα αποτελέσματα της οποίας δεν έχουν δημοσιευθεί ακόμα.

ECMO (EXTRACORPORAL MEMBRANE OXYGENATION)

(Πίνακας 4)

Το ECMO παρέχει πλήρη υποστήριξη της κυκλοφορίας και της οξυγόνωσης ανάλογη με αυτή που παρέχεται από το bypass κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων καρδιάς. Η συσκευή αυτή μπορεί να παρέχει πλήρη υποστήριξη της κυκλοφορίας για ημέρες ή και εβδομάδες. Το φλεβικό-αρτηριακό ECMO αποτελείται από ένα κλειστό κύκλωμα στο οποίο συμμετέχουν δύο καθετήρες μεγάλης διαμέτρου οι οποίοι τοποθετούνται στο δεξιό κόλπο και την αορτή αντίστοιχα. Το κύκλωμα συμπληρώνεται από μια αντλία οξυγόνωσης. Το φλεβικό αίμα από το φλεβικό καθετήρα προωθείται και οξυγονώνεται μέσα στην αντλία



Εικόνα 4. Συσκευή ECMO.

και επιστρέφει στο αρτηριακό δίκτυο μέσω του αρτηριακού καθετήρα (**Εικόνα 4**). Το ECMO μπορεί να χρησιμοποιηθεί προφυλακτικά σε αγγειοπλαστικές υψηλού ρίσκου και έχει φανεί ότι βελτιώνει την επιβίωση όταν χρησιμοποιηθεί για αιμοδυναμική υποστήριξη σε ασθενείς με STEMI και καρδιογενή καταπληξία που υποβάλλονται σε πρωτογενή αγγειοπλαστική.⁶

Το φλεβικό - αρτηριακό ECMO (VA-ECMO) μπορεί να αυξήσει το καρδιακό έργο κατά 6 L/min. Ήπια αύξηση του μεταφορτίου της αριστερής κοιλίας μετά την εμφύτευση του ECMO έχει παρατηρηθεί λόγω επιστροφής του αίματος στην ανιούσα αορτή. Ο συνδυασμός ECMO με IABP είναι μια επιλογή για ασθενείς σε καρδιογενή καταπληξία με μελέτες να έχουν δείξει μικρή μείωση της θνητότητας 58,4% για τον συνδυασμό ECMO+IABP έναντι 63,1% για το VA-ECMO χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη αύξηση στις επιπλοκές.⁶ Καθώς μέχρι τώρα ασφαλή συμπεράσματα από τυχαίοποιημένες μελέτες για την αποτελεσματικότητα του ECMO δεν υπάρχουν, περιμένουμε με ενδιαφέρον τα δεδομένα από 3 μελέτες που πραγματοποιούνται αυτή στιγμή (ECLS-SHOCK, ECMO-CS, EURO-SHOCK).

Αντιπηκτική Αγωγή

Η διαχείριση της αντιπηκτικής αγωγής αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας σε όλες τις συσκευές μηχανικής υποβοήθησης. Οι αιμοδυναμικά σημαντικές αιμορραγίες που χρήζουν μετάγγισης μπορούν να φτάσουν έως και το 80% σε ασθενείς με μηχανική υποστήριξη. Η λεπτή ισορροπία μεταξύ αιμορραγίας και θρόμβωσης αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην επιβίωση αυτών των ασθενών.^{15,16} Η αντιπηκτική αγωγή είναι απαραίτητη για όλες τις συσκευές υποβοήθησης και το σκεύασμα εκλογής αποτελεί η κλασική ηπαρίνη (UFH) σε θεραπευτική δόση (70-100 IU/kg), με ταυτόχρονη παρακολούθηση των επιπέδων αντιπηξίας είτε μέσω εξέτασης του χρόνου ενεργοποιημένης μερικής θρομβοπλαστίνης (aPTT) είτε μέσω μέτρησης των επιπέδων anti-X.^{17,18} Εναλλακτική επιλογή αποτελεί η αντιπηξία με χαμηλού μοριακού βάρους ηπαρίνη (LMWH), η οποία όμως έχει υψηλότερο χρόνο ημίσειας ζωής σε σχέση με την

UFH και χρήζει αναπροσαρμογής της δόσης σε ασθενείς με νεφρική ανεπάρκεια. Τέλος σε ασθενείς με θρομβοπενία προκαλούμενη από την ηπαρίνη (Heparin Induced Thrombocytopenia-HIT) συνιστάται η χρήση αναστολέων της θρομβίνης όπως είναι η ηπαρίνη και η αργατροβάνη καθώς και αποφυγή χορήγησης οποιασδήποτε μορφής ηπαρίνης.^{19,20}

Συμπεράσματα

Η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη προς τοποθέτηση συσκευών μηχανικής υποβοήθησης κοιλίας στο αιμοδυναμικό εργαστήριο είναι δεδομένη και αναμφισβήτητη. Η χρήση της IABP, της πιο διαδεδομένης συσκευής μέχρι σήμερα, τείνει να μειωθεί λόγω μη ύπαρξης θετικής επίδρασης στην επιβίωση των ασθενών με καρδιογενή καταπληξία. Οι αντλίες υποβοήθησης TandemHeartTM και ImpellaTM δείχνουν να είναι πιο αποτελεσματικές, έχοντας όμως περισσότερες επιπλοκές και δυσκολότερη τοποθέτηση. Το ECMO από την άλλη επιτυγχάνει την υψηλότερη καρδιακή παροχή και είναι το μοναδικό με δυνατότητα αναπνευστικής υποστήριξης, χρήζει όμως εξειδικευμένη ομάδα καρδιάς για την τοποθέτηση του.²¹ Αυτός ίσως να είναι ο λόγος που έχει χρησιμοποιηθεί λιγότερο από τις υπόλοιπες συσκευές σε υψηλού ρίσκου αγγειοπλαστικές.

Βιβλιογραφία

1. Khan MH, Corbett BJ, Hollenberg SM. Mechanical circulatory support in acute cardiogenic shock. *F1000 Prime Rep.* 2014;6 (October):1-11.
2. Stretch R, Sauer CM, Yuh DD, Bonde P. National trends in the utilization of short-term mechanical circulatory support: Incidence, outcomes, and cost analysis. *J Am Coll Cardiol [Internet].* 2014;64(14):1407-15.
3. Basra SS, Loyalka P, Kar B. Current status of percutaneous ventricular assist devices for cardiogenic shock. *Curr Opin Cardiol.* 2011;26(6): 548-54.
4. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute my-

- ocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J.* 2018;39(2):119–77.
5. Kar B, Basra SS, Shah NR, Loyalka P. Percutaneous circulatory support in cardiogenic shock interventional bridge to recovery. *Circulation.* 2012;125(14):1809–17.
 6. Li Y, Yan S, Gao S, et al. Effect of an intra-aortic balloon pump with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation on mortality of patients with cardiogenic shock: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2019;55(3):395–404.
 7. Kontogiannis C, Aravantinos D, Nanas I, et al. Salutary effects of the Pulvad, a novel implantable counterpulsation assist device, on cardiac mechanoenergetics. *ASAIO J.* 2019; 65(5):473–80.
 8. Ouweneel DM, Henriques JPS. Percutaneous cardiac support devices for cardiogenic shock: Current indications and recommendations. *Heart.* 2012;98(16):1246–54.
 9. Kar B, Adkins LE, Civitello AB, et al. Clinical experience with the TandemHeart® percutaneous ventricular assist device. *Texas Hear Inst J.* 2006;33(2):111–5.
 10. Thiele H, Sick P, Boudriot E, et al. Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J.* 2005;26(13):1276–83.
 11. Burkhoff D, Cohen H, Brunckhorst C, O'Neill WW. A randomized multicenter clinical study to evaluate the safety and efficacy of the Tandem-Heart percutaneous ventricular assist device versus conventional therapy with intraaortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock. *Am Heart J.* 2006;152(3):469.e1-469.e8.
 12. Vahdatpour C, Collins D, Goldberg S. Cardiogenic Shock. *J Am Heart Assoc.* 2019; 8(8): 47–59.
 13. Glazier JJ, Kaki A. The Impella Device: Historical Background, Clinical Applications and Future Directions. *Int J Angiol.* 2019;28(2):118–23.
 14. Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, et al. A Randomized Clinical Trial to Evaluate the Safety and Efficacy of a Percutaneous Left Ventricular Assist Device Versus Intra-Aortic Balloon Pumping for Treatment of Cardiogenic Shock Caused by Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(19):1584–8.
 15. Dhruva SS, Ross JS, Mortazavi BJ, et al. Association of Use of an Intravascular Microaxial Left Ventricular Assist Device vs Intra-aortic Balloon Pump with In-Hospital Mortality and Major Bleeding among Patients with Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2020;323(8): 734–45.
 16. Fletcher-Sandersjö A, Thelin EP, Bartek J, et al. Incidence, outcome, and predictors of intracranial hemorrhage in adult patients on extracorporeal membrane oxygenation: A systematic and narrative review. *Front Neurol.* 2018;9:1–10.
 17. Amiral J, Amiral C, Dunois C. Optimization of Heparin Monitoring with Anti-FXa Assays and the Impact of Dextran Sulfate for Measuring All Drug Activity. *Biomedicines.* 2021;9(6):700.
 18. Reed BN, DiDomenico RJ, Allender JE, et al. Survey of Anticoagulation Practices with the Impella Percutaneous Ventricular Assist Device at High-Volume Centers. *J Interv Cardiol.* 2019 Mar 4;2019:3791307.
 19. Selleng S, Selleng K. Heparin-induced thrombocytopenia in cardiac surgery and critically ill patients. *Thromb Haemost.* 2016;116(5): 843–51.
 20. Rougé A, Pelen F, Durand M, Schwebel C. Argatroban for an alternative anticoagulant in HIT during ECMO. *J Intensive Care.* 2017;5(1):1–5.
 21. Moll V, Teo EYL, Grenda DS, et al. Rapid development and implementation of an ECMO Program. *ASAIO J.* 2016;62(3):354–8.