

Κεφάλαιο 7

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ - Ο ΕΝΔΟΑΟΡΤΙΚΟΣ ΑΣΚΟΣ

Εισαγωγή

Εάν εξαιρέσουμε τον ενδοκρινικό της ρόλο, η μοναδική λειτουργία της καρδιάς είναι η κυκλοφορία του αίματος. Η ανικανότητα της καρδιάς να διατελέσει στο έπακρο αυτό το καθήκον ονομάζεται καρδιακή ανεπάρκεια. Η καρδιακή παροχή αίματος δεν καλύπτει, λίγο ή πολύ, τις ανάγκες του σώματος. Ανάλογα πάντα με την υποκείμενη αιτία, η ανεπάρκεια αντιμετωπίζεται με φάρμακα ή/και χειρουργείο. Όμως, σε αρκετές περιπτώσεις σοβαρής καρδιακής ανεπάρκειας η μόνη λύση για την υποστήριξη της ζωής είναι η μηχανική υποστήριξη της κυκλοφορίας, δηλαδή συσκευές που προωθούν το αίμα.

Ιστορική αναδρομή συσκευών μηχανικής υποστήριξης της κυκλοφορίας

Αν και στην εποχή μας ο ρόλος της καρδιάς είναι αυτονόητος, το προφανές δεν είναι ποτέ ο κανόνας. Μόλις το 1628 ο Harvey περιέγραψε πρώτος τον αντλητικό ρόλο της καρδιάς και κατέρριψε 14 αιώνες δογματισμού στηριγμένου στις διδασχές του σπουδαίου Έλληνα γιατρού Γαληνού. Παρά την επαναστατική αυτή διαπίστωση, πέρασαν άλλοι 2 αιώνες (1812) για να συνειδητοποιήσει κάποιος, δηλαδή ο σπουδαίος Γάλλος φυσιολόγος Legallois, ότι η αιματική κυκλοφορία μπορεί να υποστηριχτεί με μηχανικά μέσα. Τα επόμενα βήματα ήταν αραιά και δειλά, μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, όταν και η τεχνολογική πρόοδος επιτάχυνε θεαματικά τις εξελίξεις.

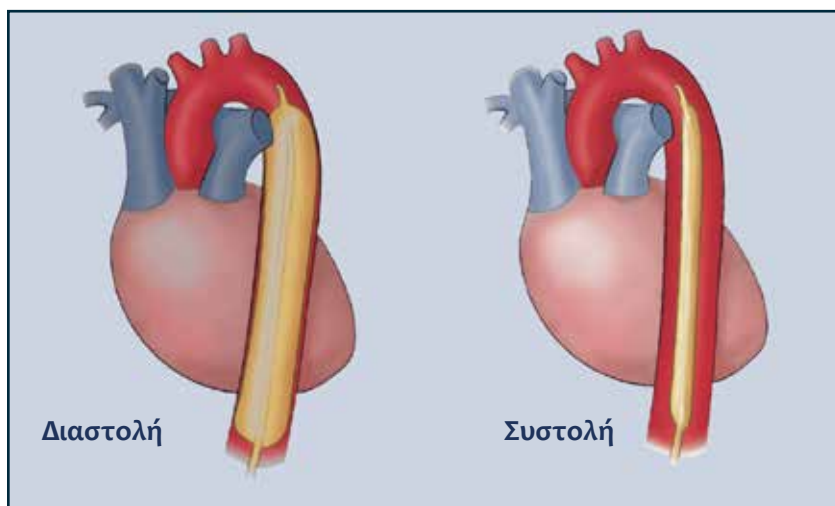
1628	Harvey	Διαπιστώνεται ο αντλητικός ρόλος καρδιάς.
1812	Le Gallois	Διατυπώνεται η ιδέα της μηχανικής υποστήριξης της κυκλοφορίας.
1937	Demikhov	Εμφύτευση τεχνητής καρδιάς σε σκύλο για 5,5 ώρες.
1953	Gibbon	Πρώτη πετυχημένη καρδιοπνευμονική παράκαμψη.
1950s	Lillehei	"Cross circulation". Η «συσσκευή» ήταν συνήθως ένας συγγενής του ασθενούς.
1958	Harken	Διατυπώνεται η ιδέα της αρτηριο-αρτηριακής διαστολικής αντιταλμικής ροής.
1962	Μουλόπουλος	Ενδοαορτικός ασκός - πρώτα πειράματα.
1963	Liotta, Crawford	Εμφύτευση πρώτης συσκευής υποβοήθησης κοιλίας.
1965	Kolobow, Anstadt	Παρουσίαση περικαρδιακών συσκευών για καρδιακές μαλάξεις.
1967	Kantrowitz	Πρώτη κλινική χρήση ενδοαορτικού ασκού.
1969	Cooley, Liotta	1 ^η κλινική χρήση τεχνητής καρδιάς. Για 3 ημέρες μέχρι τη μεταμόσχευση (γεφύρωση προς μεταμόσχευση).
1982	DeVries, Jarvik	Εμφύτευση τεχνητής καρδιάς ως οριστική θεραπεία, και το κλειδί απενεργοποίησης στο χέρι του ασθενούς.
Τελευταίες δεκαετίες		Πληθώρα συσκευών, κυρίως για την υποβοήθηση κοιλίας.

Ορόσημα στην ιστορία της μηχανικής υποστήριξης της κυκλοφορίας

Τα τελευταία περίπου 60 χρόνια έχει δοκιμαστεί σχεδόν οτιδήποτε μπορεί να κατασκευαστεί με την υπάρχουσα τεχνολογία. Έχουν σχεδιαστεί τουλάχιστον 74 διαφορετικές συσκευές μηχανικής υποστήριξης της κυκλοφορίας. 17 τεχνητές καρδιές, 15 συσκευές υποβοήθησης κοιλίας 1^{ης} γενιάς (παλμική ροή), 11 συσκευές υποβοήθησης κοιλίας 2^{ης} γενιάς (συνεχής ροή με προπέλα), 21 συσκευές υποβοήθησης κοιλίας 3^{ης} γενιάς (συνεχής ροή φυγοκεντρικά), 6 συσκευές άμεσης καρδιακής συμπίεσης και 4 αορτικά συστήματα, ένα εκ των οποίων είναι ο ενδοαορτικός ασκός που είναι μία από τις παλαιότερες συσκευές και η πλέον διαδεδομένη.

Βασικές αρχές λειτουργίας του ενδοαορτικού ασκού

Ο ασκός υποβοηθάει την καρδιακή λειτουργία. Δεν μπορεί να αναλάβει συνολικά την άντληση του αίματος, αλλά προσφέρει διαστολική αύξηση (diastolic augmentation) και, κατά κάποιον τρόπο, συστολική διευκόλυνση. Ο ασκός είναι ένα επίμηκες, κυλινδρικό μπαλόνι που τοποθετείται στον αυλό της κατιούσας θωρακοκοιλιακής αορτής διαμέσου της μηριαίας αρτηρίας. Φουσκώνει με ήλιο, επειδή αυτό το αέριο μετακινείται εύκολα στα κυκλώματα του μηχανήματος, και σε περίπτωση διαρροής μέσα στον ασθενή απορροφάται εύκολα και δεν αποτελεί σημαντική απειλή.



Η αρχή λειτουργίας του ενδοαορτικού ασκού. Ο ασκός φουσκώνει κατά τη διαστολή της καρδιάς και αδειάζει κατά τη συστολή.

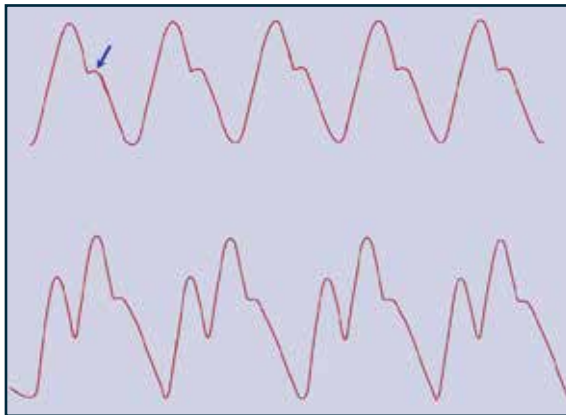
Ο συγχρονισμός του ασκού με τον καρδιακό ρυθμό είναι τόσο σημαντικός, ώστε η ασυγχρονία όχι απλά δεν βοηθάει, αλλά επιβαρύνει τον ασθενή. Κατά την καρδιακή συστολή ο ασκός πρέπει να είναι άδειος για να προωθείται το αίμα ανενόχλητο στην αορτή. Εάν το μηχανήμα δεν συγχρονίζεται με το ηλεκτροκαρδιογράφημα, ενδέχεται ο ασκός να φουσκώσει κατά τη συστολή και έτσι να αντιτεθεί στη ροή του αίματος με καταστροφικές επιπτώσεις για την αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς.

Κατά τη διαστολή ο ασκός φουσκώνει και εκτοπίζει βίαια μια ποσότητα περίπου 40 ml από τον αυλό της κατιούσας αορτής προς την περιφέρεια, δικαιολογώντας τον χαρακτηρισμό «διαστολική αύξηση». Στην περιφέρεια συγκαταλέγονται και τα στεφανιαία αγγεία. Η αορτική βαλβίδα είναι κλειστή, επομένως η πίεση στην αορτική ρίζα αυξάνει και η ροή εντός των στεφανιαίων αρτηριών επίσης αυξάνει. Οι περισσότεροι ασθενείς που λαμβάνουν τον ασκό έχουν στεφανιαία νόσο και μυοκαρδιακή ισχαιμία, επομένως επωφελούνται από την αυξημένη στεφανιαία αιμάτωση.

Μετά τη διαστολή, ο ασκός αδειάζει απότομα ρίχνοντας σημαντικά την ενδοαορτική πίεση. Αυτό διευκολύνει την επικείμενη καρδιακή συστολή, καθώς το μεταφορτίο μειώνεται, δηλαδή μειώνεται η τάση που αναπτύσσουν τα συστελλόμενα μυοκαρδιακά κύτταρα, προκειμένου αυτά να υπερνικήσουν την πίεση στην αορτή. Έτσι, η καρδιά προωθεί περισσότερο αίμα προς την περιφέρεια, ενώ η ίδια αναπτύσσει μικρότερη πίεση. Συνολικά, η βοήθεια αυτή συνεπάγεται μειωμένη καταπόνηση οξυγόνου από το πολύπαθο μυοκάρδιο.

Η διάδοση του ασκού εξηγείται όταν συγκριθεί με τις υπόλοιπες συσκευές μηχανικής υποστήριξης της κυκλοφορίας. Ο ασκός τοποθετείται, χρησιμοποιείται

και αφαιρείται πιο εύκολα, έχει χαμηλότερο κόστος και αυξάνει τη μυοκαρδιακή αιμάτωση. Υπάρχουν όμως και σημεία που υστερεί. Ο ασκός υποβοηθάει μόνο όταν υπάρχει κάποια καρδιακή παροχή, και αυτή η υποβοήθεια δεν είναι μεγάλη. Οι αρρυθμίες αποσυντονίζουν τη λειτουργία του, και αρκετές μελέτες δεν δείχνουν όφελος στην επιβίωση. Ο ασκός δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί («απόλυτη αντένδειξη») εάν συνυπάρχει ανεπάρκεια της αορτικής βαλβίδας, καθώς αρκετό αίμα θα παλινδρομήσει βίαια εντός της αριστερής κοιλίας, θα αυξήσει δραματικά το προφορτίο της ήδη εξασθενημένης καρδιάς, θα προκαλέσει αιμοδυναμική κατάρρευση, και επίκειται θάνατος. Ο ασκός δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν συνυπάρχει διαχωρισμός της κατιούσας αορτής, επειδή τόσο η είσοδος όσο και η λειτουργία του θα διαμελίσουν τα στρώματα του αορτικού τοιχώματος και πιθανότατα θα οδηγήσουν σε ρήξη της αορτής, απόφραξη μεγάλων κλάδων της αορτής και θάνατο. Τέλος, η χρήση του ασκού είναι επισφαλής («σχετική αντένδειξη») σε ανευρύσματα της κατιούσας αορτής και της μηριαίας αρτηρίας, επειδή η χρήση του μπορεί να προκαλέσει διαχωρισμό ή ρήξη. Ακόμα και στην περίπτωση φυσιολογικών περιφερικών αγγείων, η τοποθέτηση του ασκού μέσω της μηριαίας αρτηρίας και οι πολλοί χειρισμοί στην περιοχή ίσως επιπλακούν με ισχαιμία του κάτω άκρου.



Πάνω αναπαρίσταται η κυματομορφή της αορτικής πίεσης χωρίς ενδοαορτικό ασκό. Τα κύματα μοιάζουν με το γράμμα «Λ», ενώ τονίζεται η παρουσία της εγκοπής (βέλος) που σηματοδοτεί το κλείσιμο της αορτικής βαλβίδας. Κάτω αναπαρίσταται η κυματομορφή της αορτικής πίεσης με τη συμμετοχή του ενδοαορτικού ασκού σε κάθε καρδιακή διαστολή (βοήθεια 1 προς 1). Αυτά τα κύματα μοιάζουν με το γράμμα «Μ». Η πρώτη κορυφή είναι χαμηλότερη και αντικατοπτρίζει την καρδιακή συστολή. Τη χρονική στιγμή που θα παρουσιαζόταν η εγκοπή, δηλαδή όταν κλείνει η αορτική βαλβίδα, φουσκώνει ο ασκός. Η δεύτερη κορυφή είναι υψηλότερη και αντανακλά τη διαστολική αύξηση. Αμέσως μετά την υψηλή κορυφή, ο ασκός αδειάζει απότομα και η πίεση μέσα στην αορτή μειώνεται αρκετά. Έτσι, η ερχόμενη συστολή είναι υποβοηθούμενη, δηλαδή η καρδιά αντιμετωπίζει μικρότερο μεταφορτίο και προωθεί μεγαλύτερη ποσότητα αίματος αναπτύσσοντας μικρότερη πίεση.