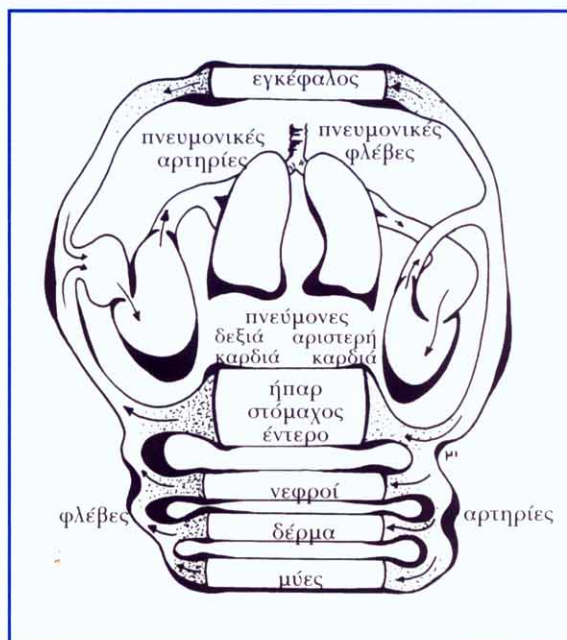


ΤΟ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Μέχρι πρόσφατα, τα αποτελέσματα της δράσης των αναισθητικών παραγόντων στη φυσιολογία της κυκλοφορίας περιγράφονταν μόνο με όρους – τίτλους μεταβολών της αρτηριακής πίεσης και της καρδιακής συχνότητας. Τα τελευταία χρόνια οι εξελίξεις στη βιοϊατρική τεχνολογία συνέβαλαν στη βελτίωση των τεχνικών ένδο και εξωαγγειακής συνεχούς παρακολούθησης (monitoring) των ασθενών κατά την περιεγχειρητική περίοδο και δημιούργησαν τις φυσιολογικές τιμές με την απόλυτη και άμεση παρακολούθηση των αιμοδυναμικών μεταβολών. Τα νέα δεδομένα γρήγορα έπαψαν να είναι αποκτήματα και αποκλειστικότητες ερευνητικών εργαστηρίων και εξειδικευμένων κέντρων και έγιναν μέρος καθημερινής ρουτίνας στην αναισθησιολογική πρακτική. Οι αναισθησιολόγοι, επομένως, θα πρέπει να έχουν πλήρη γνώση της καρδιαγγειακής φυσιολογίας και των μεταβολών της κατά και μετά την αναισθησία, εφαρμόζοντας τη νέα τεχνολογικά εξελιγμένη περιεγχειρητική παρακολούθηση του ασθενούς, οι δε θεράποντες ιατροί να έχουν αντίληψη των επιπτώσεων της αναισθησίας στο κυκλοφορικό σύστημα, προκειμένου να προετοιμάσουν καλύτερα τους ασθενείς τους²⁵.

ΤΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το κυκλοφορικό σύστημα χρησιμεύει για τη μεταφορά προς όλους τους ιστούς του οργανισμού, υγρού, δηλαδή του αίματος, που η συνεχής κυκλοφορία του εξασφαλίζει για όλα τα κύτταρα την προσφορά των απαραίτητων για τη λειτουργία τους



Σχήμα 1.1.

Καρδιαγγειακή κυκλοφορία

ουσιών και την απομάκρυνση των προϊόντων του μεταβολισμού (Σχήμα 1.1). Περιλαμβάνει την καρδιά, τα αγγεία αίματος και το αίμα. Το αγγειακό σύστημα αποτελείται από στεγανούς σωλήνες τις αρτηρίες, τις φλέβες και τα τριχοειδή.

Σπουδαιότατη σημασία για το κυκλοφορικό σύστημα έχει ο μηχανισμός προώθησης που κινεί και διατηρεί το αίμα σε συνεχή κυκλοφορία, ώστε να φθάνει σ'όλους τους ιστούς σε ικανή ποσότητα και με κατάλληλη πίεση. Η **καρδιά** αποτελεί το κύριο τμήμα του προωθητικού τούτου μηχανισμού και θεωρείται το κεντρικό όργανο της κυκλοφορίας.

Οι **αρτηρίες** χρησιμεύουν σαν σύστημα αποστολής που διανέμει την καρδιακή παροχή σ'όλο το σώμα και ρυθμίζει τον όγκο ροής που μεταφέρεται σε κάθε οργανικό σύστημα σε μια σταθερή βάση, σε σχέση με τις περιοχικές μεταβολικές ανάγκες²⁶.

Τα **τριχοειδή** είναι αιμοφόρα αγγεία με λεπτότατο τοίχωμα και ελάχιστη διάμετρο. Διακλαδιζόμενα και αναστομούμενα μεταξύ τους σχηματίζουν δίκτυο που στις βρογχίδες του περικλείονται τα κύτταρα των ιστών και οργάνων, δημιουργώντας έτσι την **τροφοφόρο κλίση, Nutrient Bed**²⁶. Το αίμα φθάνει στα τριχοειδή με τις αρτηρίες, που διακλαδιζόμενες συνέχεια γίνονται προοδευτικά λεπτότερες ώσπου τα μικρά αρτηρίδια μεταπίπτουν στα τριχοειδή. Στη συνέχεια, τα τριχοειδή συγκλίνουν, σχηματίζουν αγγεία αυξανόμενης διαμέτρου με μυϊκές ίνες στο τοίχωμά τους, μέχρις ότου σχηματιστούν μικρά αγγεία με πλήρη μυϊκό χιτώνα που αποτελούν τις μικρές φλέβες²⁷.

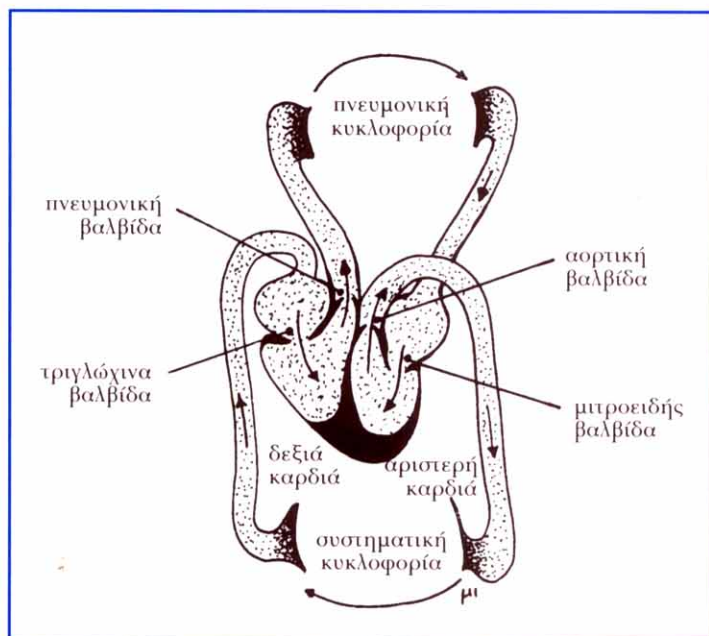
Οι **φλέβες** είναι το σύστημα επιστροφής του αποξυγονωμένου αίματος πίσω στην καρδιοπνευμονική μονάδα. Επίσης λειτουργούν και σαν δεξαμενή όπου διακινούνται τα 70% του κυκλοφορούμενου όγκου αίματος. Φλεβοσύσπαση ή φλεβοδιαστολή, ελαττώνουν ή αυξάνουν τον φλεβικό όγκο αίματος, ανάλογα με τις ανάγκες του καρδιαγγειακού συστήματος²⁶.

Το **αίμα** είναι υγρό του σώματος που επιτελεί σειρά ειδικών λειτουργιών. Κύρια αποστολή έχει να φέρει σε επικοινωνία το έξω με το έσω περιβάλλον του οργανισμού. Το έσω περιβάλλον είναι το μεσοκυττάριο υγρό, μεταξύ του οποίου και των κυττάρων γίνεται συνεχής ανταλλαγή ουσιών. Η διατήρηση της ομοιόστασης του μεσοκυττάριου υγρού αποτελεί τη βασική προϋπόθεση για τον φυσιολογικό μεταβολισμό στους ιστούς. Η ομοιοσύσταση αυτή επιτυγχάνεται με τις λειτουργίες μεταφοράς του αίματος²⁸. Ο Claude Bernard ανέφερε το 1878 πως η σταθερότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος αποτελεί την αναγκαία προϋπόθεση για την ελεύθερη και ανεξάρτητη διαβίωση των ανώτερων οργανισμών²⁷.

Σπουδαιότατο χαρακτηριστικό του αίματος είναι η σταθερότητα της χημικής του σύστασης και των φυσικών ιδιοτήτων του, ώστε να εξασφαλίζονται έτοιμα σταθερές συνθήκες για τη λειτουργία των κυττάρων. Το αίμα ωθείται από την καρδιά προς τις αρτηρίες, διέρχεται από τα τριχοειδή και με τις φλέβες επανέρχεται στην καρδιά. Το αίμα απλά διέρχεται από τις αρτηρίες και τις φλέβες, χωρίς να υφίσταται κάποια σημαντική μεταβολή στη σύστασή του και στις ιδιότητές του. Αντίθετα κατά τη δίοδο του αίματος δια των τριχοειδών επιτελείται ανταλλαγή ουσιών μεταξύ αυτού και των υγρών των ιστών με αποτέλεσμα να επέρχονται μεταβολές στη σύστασή του. Πάντως, οι μεταβολές αυτές κυμαίνονται σε στενότερα όρια και γρήγορα αντirroπούνται²⁷.

Το **κυκλοφορικό σύστημα** συνίσταται από δύο πλήρη κυκλώματα, που το καθένα αρχίζει και τελειώνει στην καρδιά. Το φλεβικό αίμα έρχεται με την άνω και κάτω κοίλη φλέβα στο δεξιό κόλπο (Σχήμα 1.2). Διοχετεύεται στη δεξιά κοιλία δια μέσου της τριγλώχινας βαλβίδας και από εκεί, αφού περάσει από την πνευμονική βαλβίδα, διοχετεύεται με την πνευμονική αρτηρία στους πνεύμονες. Στα τριχοειδή των πνευμόνων υφίσταται την επεξεργασία της αρτηριοποίησης με την πρόσληψη οξυγόνου και την αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα. Στη συνέχεια, το αρτηριακό πλέον αίμα φέρεται με τις πνευμονικές φλέβες στον αριστερό κόλπο, περνάει στην αριστερή κοιλία δια μέσου της μιτροειδούς βαλβίδας και με την αορτή και τους κλάδους της εξακοντίζεται στα τριχοειδή των διαφόρων ιστών και οργάνων από όπου επανέρχεται με την άνω και κάτω κοίλη φλέβα στο δεξιό κόλπο. Το πνευμονικό κύκλωμα ή **μικρή κυκλοφορία** ή **πνευμονική κυκλοφορία** αρχίζει από τη δεξιά κοιλία και τελειώνει στον αριστερό κόλπο. Το αορτικό κύκλωμα ή **μεγάλη ή συστηματική κυκλοφορία** αρχίζει από την αριστερή κοιλία και τελειώνει στο δεξιό κόλπο.

Η κυκλοφορία αποτελεί σημαντικό παράγοντα λειτουργικής ολοκλήρωσης και εξισορρόπησης των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων ολόκληρου του οργανισμού.



Σχήμα 1.2.

Ενδοκαρδιακή αιματική ροή. Η δράση των τεσσάρων καρδιακών βαλβίδων.

Η ΚΑΡΔΙΑ

Η καρδιά είναι ένα μυώδες όργανο τεσσάρων κοιλοτήτων που η μόνη λειτουργία του είναι να κινεί και να προωθεί το αίμα σε μια ικανή ποσότητα απαραίτητη για τις μεταβολικές ανάγκες του σώματος.

Το τοίχωμα της καρδιάς αποτελείται κυρίως από το μυοκάρδιο και τέσσερις **ινώδεις δακτυλίους** που είναι ο **σκελετός της καρδιάς**. Οι ινώδεις δακτύλιοι περιβάλλουν τα κολποκοιλιακά και τα αρτηριακά στόμια των κοιλιών²⁹. Έτσι, οι κόλποι, οι κοιλίες, οι βαλβίδες και οι ρίζες των μεγάλων αρτηριών προσφύονται στερρά στον ινώδη σκελετό. Η ρυθμική λειτουργία της καρδιάς εξασφαλίζεται με την παραγωγή και αγωγή του ηλεκτρικού ερεθίσματος, που διανέμεται σ'όλο το μυοκάρδιο μέσω του ερεθισματοαγωγού συστήματος^{30,31}.

Το μέγεθος της καρδιάς ισούται περίπου με το μέγεθος της γροθιάς του ατόμου. Το βάρος της καρδιάς είναι 280-340 g στους άνδρες και 230-280 g στις γυναίκες, ενώ το σχετικό βάρος ανέρχεται σε 4g/Kg^{26,29}.

Δομή του καρδιακού τοιχώματος

Το καρδιακό τοίχωμα συνίσταται από το περικάρδιο, το μυοκάρδιο και το ενδοκάρδιο.

Το **περικάρδιο** είναι ινορογόνος θύλακας μέσα στον οποίο βρίσκεται η καρδιά και οι ρίζες των μεγάλων αγγείων. Αποτελείται από δύο θύλακες, τον ένα μέσα στον άλλο, το παχύτερο **ινώδες περικάρδιο** από έξω και το λεπτότερο **ορογόνο περικάρδιο** από μέσα. Το ορογόνο περικάρδιο είναι ορογόνο υμένας με δύο πέταλα, το τοιχωματικό και το σπλαχνικό ή επικάρδιο. Ανάμεσα στα δύο πέταλα του ορογόνου περικαρδίου περιλαμβάνεται σχισμοειδής κοιλότητα, η κοιλότητα του περικαρδίου, που περιέχει 20-30ml ορώδους και διαυγούς υγρού, του **περικαρδιακού υγρού**. Το περικαρδιακό υγρό δρα σαν λιπαντικό υγρό αντιτριβής για την προστασία των επιφανειών του περικαρδίου κατά τους χρόνους των καρδιακών ώσεων^{26,29}.

Το **μυοκάρδιο**, ο σπουδαιότερος χιτώνας της καρδιάς, διακρίνεται στο μυοκάρδιο των κόλπων, το μυοκάρδιο των κοιλιών και τις εξειδικευμένες μυϊκές ίνες διέγερσης και αγωγής της διέγερσης³¹. Οι μυϊκές ίνες του μυοκαρδίου εμφανίζουν, κοινή για όλες, επιμήκη γράμμοση καθώς και εγκάρσια, όμοια με αυτή των σκελετικών μυών. Αυτή όμως η ιστολογική ομοιότητα των ινών καρδιακού και σκελετικού μυός δεν επεκτείνεται και στις φυσιολογικές τους ιδιότητες. Τόσο κατά τη συστολή του, την αντίδρασή του προς το νευρικό ερεθισμό, όσο και κατά τις χημικές εκδηλώσεις της λειτουργίας του, ο καρδιακός μυς διαφέρει ουσιαστικά από τον σκελετικό²⁷.

Το μυοκάρδιο των κόλπων και των κοιλιών συστέλλεται με τον ίδιο τρόπο όπως και οι σκελετικοί μύες, πλην όμως έχει πολύ μεγαλύτερη διάρκεια συστολής. Οι εξειδικευμένες μυϊκές ίνες διέγερσης και αγωγής της διέγερσης, επειδή έχουν ελάχιστα συστατικά ινίδια, σχεδόν στερούνται συστολής. Συγκροτούν όμως σύστημα καρδιακής διέγερσης και σύστημα ελεγχόμενης αγωγής του σήματος διέγερσης όλου του μυοκαρδίου³².

Ενδιαφέρον έχει, κατά τη μελέτη της ιστολογικής δομής της καρδιάς, η θεώρηση του μυοκαρδίου ως **συγκύτιο**. Οι μυϊκές ίνες της καρδιάς είναι κυλινδρικές, επιμήκεις, με πυρήνα στη μέση. Κατά τον Houssay (1961) οι γειτνιάζουσες μυϊκές ίνες αναστομώνονται μεταξύ τους με πρωτοπλασματικές γέφυρες, ώστε ολόκληρο το μυοκάρδιο να αποτελεί ένα συγκύτιο²⁷. Οι Parmley και Talbot (1979), Sommer και Johnson (1979), Hurst και συν (1990) και Guyton (1991) αναφέρουν τυπική ιστολογική εικόνα του μυοκαρδίου, όπου οι μυϊκές ίνες του καρδιακού μυός σχηματίζουν δίκτυο μετά από αλληπάλληλη διαίρεση και επανασύνδεσή τους (Σχήμα 1.3). Οι μυϊκές ίνες του μυοκαρδιακού δικτύου αποτελούνται από πολλά καρδιακά μυϊκά κύτταρα που συνδέονται στενά μεταξύ τους σε σειρά. Οι συνδέσεις αυτές καλούνται **ενδιάμεσα διαφράγματα**^{31,33-35}, **εμβόλιμοι δίσκοι**, **Intercalated disks**^{24,25} ή **σε σειρά συνδέσεις χαμηλής αντίστασης**, **Serial Low-Resistance Connections**, (**SLRC**)²⁵ και είναι κυτταρικές μεμβράνες που διαχωρίζουν ανεξάρτητα μυϊκά κύτταρα μεταξύ τους. Η ηλεκτρική αντίσταση των ενδιάμεσων διαφραγμάτων είναι περίπου ίση με το ένα προς τετρακόσια της αντίστασης στην εξωτερική κυτταρική