

Κεφάλαιο 2

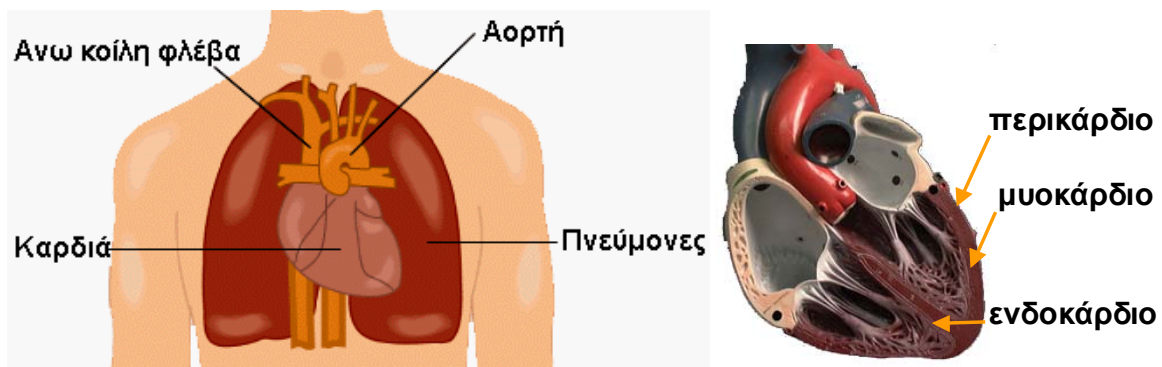
Αντλίες και Ρεύματα

Η Π.Κ. είναι μια ευτραφής κυρία 58 ετών. Έχει ιδιαίτερη αδυναμία στα γλυκά και ειδικά στα crème brûlée. Ως αποτέλεσμα δεν μπόρεσε να χάσει βάρος παρ' όλες τις δίαιτες και παραμένει σταθερή στα 123 κιλά. Καπνίζει κάποτε αλλά όχι πολύ (κάτω από ένα πακέτο τσιγάρα την ημέρα.) Η τελευταία φορά που επισκέφθηκε τον γιατρό της ήταν πριν από 3 χρόνια. Κατά την επίσκεψη εκείνη ο γιατρός την πληροφόρησε ότι η πίεση της ήταν ψηλή (145/90) και οι αναλύσεις της έδειξαν ότι η χοληστερίνη της ήταν 278 σύνολο, 240 LDL και 38 HDL. Ο γιατρός την συμβούλευσε να σταματήσει το κάπνισμα και να αρχίσει δίαιτα ώστε να μειώσει το βάρος και να χαμηλώσει την πίεση της. Η Π.Κ. βρήκε αυτό τον γιατρό πολύ αναιδή και ενοχλητικό και γι' αυτό αποφάσισε να μην ακολουθήσει τις οδηγίες του και να μην να τον ξαναδεί.

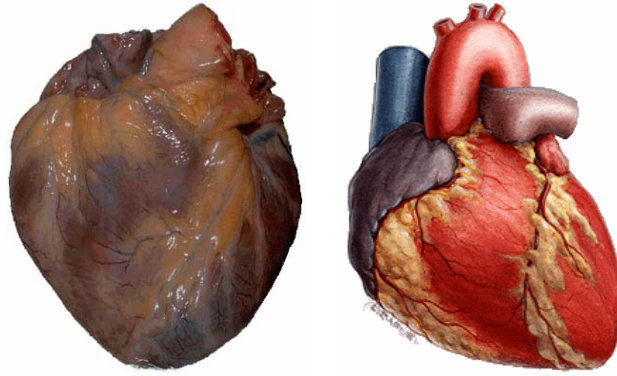
Τι κάνεις καρδιά μου;

Όλα τα κύτταρα του οργανισμού μας για να διατηρηθούν στη ζωή και να λειτουργήσουν χρειάζονται οξυγόνο και θρεπτικές ουσίες. Ο εφοδιασμός αυτός γίνεται με το αίμα το οποίο ταυτόχρονα παραλαμβάνει από τα κύτταρα τις άχρηστες ουσίες. Για να επιτέλεση το αίμα τον προορισμό του, πρέπει να "κυκλοφορεί" συνεχώς. Οι σωλήνες μέσα στους οποίους τρέχει το αίμα ονομάζονται αιμοφόρα αγγεία, η δε καρδιά είναι η αντλία που δίνει στο αίμα την ώθηση για να κυκλοφορήσει. Η καρδιά και τα αιμοφόρα αγγεία αποτελούν το καρδιαγγειακό σύστημα. [1]

Η καρδιά, είναι το κεντρικό όργανο της κυκλοφορίας. Είναι ένα κοίλο μυώδες όργανο, που δέχεται το αίμα που προέρχεται από τις φλέβες και το ωθεί προς τις αρτηρίες. Η καρδιά βρίσκεται μέσα στη θωρακική κοιλότητα ανάμεσα στους δύο πνεύμονες. Το σχήμα της καρδιάς παρομοιάζεται με το σχήμα κώνου με την κορυφή της στο ύψος της πέμπτης πλευράς. Περιβάλλεται από ένα υμένα με δύο φύλλα, το περικάρδιο, ενώ οι εσωτερικές της κοιλότητες καλύπτονται από μια λεπτή μεμβράνη, το ενδοκάρδιο. Ανάμεσα στο περικάρδιο και ενδοκάρδιο βρίσκεται το παχύτερο τοίχωμα της καρδιάς που ονομάζεται μυοκάρδιο και αποτελείται από δυνατές μυϊκές ίνες. Το χρώμα της καρδιάς είναι βαθύ ερυθρό, αλλά η ομοιομορφία του χρώματος διακόπτεται από κίτρινες ραβδώσεις οι οποίες οφείλονται στη συσσώρευση λίπους. Ο όγκος της καρδιάς ποικίλλει στα διάφορα άτομα. Οι διαστάσεις της στον ενήλικα είναι κατά μέσον όρο 10 cm (περιφέρεια 23 cm) και το βάρος της φθάνει τα 275 περίπου γραμμάρια. Η καρδιά της γυναίκας έχει διαστάσεις μικρότερες από του άνδρα κατά 5 - 10 χιλιοστά και ζυγίζει 5-10 γραμμάρια λιγότερο.

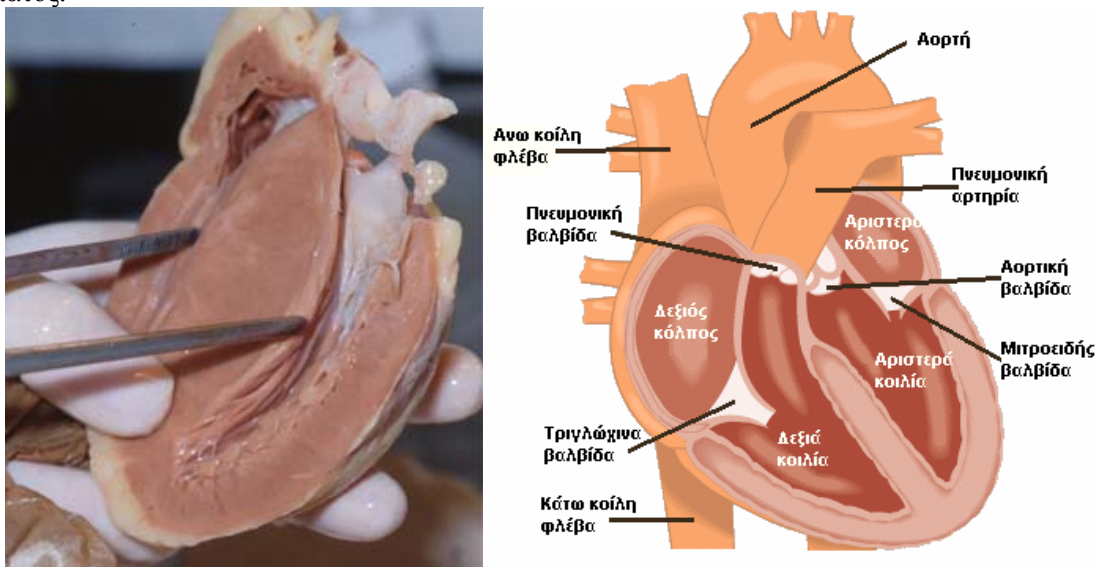


Η διάταξη της καρδιάς στην θωρακική κοιλότητα (αριστερά) και τα κύρια στρώματα της καρδιάς (δεξιά)



Φωτογραφία (αριστερά) και σχηματική αναπαράσταση (δεξιά) του εξωτερικού της καρδιάς

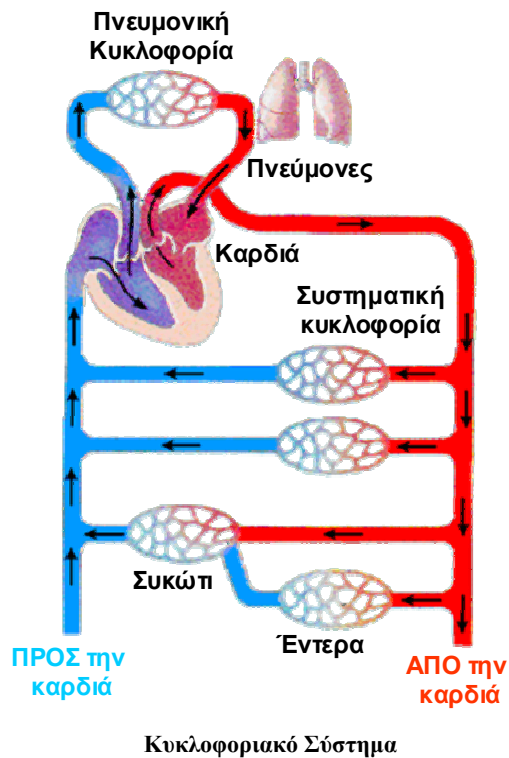
Εσωτερικά ή καρδιά διαιρείται σε δύο τμήματα, ένα δεξιό και ένα αριστερό, τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους με ένα μυώδες διάφραγμα που ονομάζεται μεσοκοιλιακό διάφραγμα. Καθένα από τα τμήματα αυτά αποτελείται από δύο κοιλότητες: την επάνω, που λέγεται κόλπος και την κάτω, που λέγεται κοιλία. Ο κόλπος και η κοιλία συγκοινωνούν μεταξύ τους με το λεγόμενο κολποκοιλιακό στόμιο. Η καρδιά λοιπόν χωρίζεται σε τέσσερις κοιλότητες: τον αριστερό κόλπο και την αριστερά κοιλία, τον δεξιό κόλπο και τη δεξιά κοιλία. Ενώ ο κόλπος και η κοιλία της ίδιας πλευράς επικοινωνούν μεταξύ τους, δεν υπάρχει καμιά επικοινωνία με τις κοιλότητες της άλλης πλευράς δηλαδή το αίμα του αριστερού τμήματος της καρδιάς δεν ανακατεύεται με το αίμα του δεξιού τμήματος.



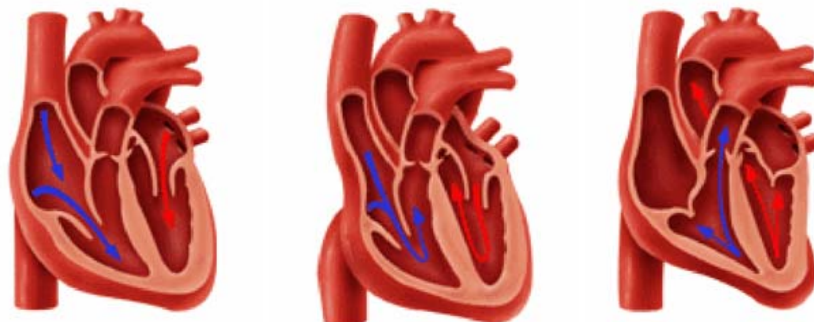
Φωτογραφία (αριστερά) και σχηματική αναπαράσταση (δεξιά) του εσωτερικού της καρδιάς

Το φλεβικό αίμα, που παραλαμβάνει τις άχρηστες ουσίες και το διοξείδιο του άνθρακα από τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού συγκεντρώνεται στην κάτω κοίλη φλέβα και την άνω κοίλη φλέβα οι οποίες εκβάλλουν χωριστά ή καθεμιά στο δεξιό κόλπο. Από τον δεξιό κόλπο το αίμα περνά στη δεξιά κοιλία και από κει στην πνευμονική αρτηρία ή οποία και το μεταφέρει στους πνεύμονες. Εδώ το αίμα αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα και πλουτίζεται με οξυγόνο. Έτσι από φλεβικό γίνεται αρτηριακό, και μέσω των πνευμονικών φλεβών επιστρέφει στον αριστερό κόλπο και κατεβαίνει στην αριστερά κοιλία. Από εδώ, μέσω της αορτής, μεταφέρεται σε ολόκληρο το σώμα αφήνοντας το οξυγόνο και τις θρεπτικές ουσίες και παραλαμβάνοντας τα άχρηστα προϊόντα και το διοξείδιο του άνθρακα. Γίνεται δηλαδή ή ανταλλαγή της ύλης. Έπειτα το αίμα επιστρέφει σαν φλεβικό στις φλέβες και συγκεντρώνεται τελικά στην άνω και την κάτω κοίλη φλέβα. Και ο κύκλος αρχίζει και πάλι. Τα άχρηστα προϊόντα καθαρίζονται από το συκώτι και αποβάλλονται από τους

νεφρούς. Οι θρεπτικές ουσίες από το στομάχι και τα έντερα εισέρχονται στο σώμα μέσω των αγγείων του πεπτικού συστήματος



Η καρδιά για να επιτέλεση τη λειτουργία της σαν αντλία, πρέπει να διευρύνει τις κοιλότητές της, ώστε να γεμίσουν με αίμα και έπειτα να τις συμπίεσει, ώστε το αίμα να διοχετευθεί στις αρτηρίες. Η σύσπαση της καρδιάς ονομάζεται συστολή και η διεύρυνση διαστολή. Οι κινήσεις αυτές δεν γίνονται ταυτόχρονα σε όλες της κοιλότητες της καρδιάς αλλά διαδέχεται η μία φάση την άλλη. Ο δεξιός κόλπος δέχεται το αίμα των κοίλων φλεβών και ο αριστερός κόλπος το αίμα των πνευμονικών φλεβών. Οι κόλποι συστέλλονται (κολπική συστολή) και το αίμα ωθείται προς τις κοιλίες. Το αίμα που ωθείται, εξ αιτίας της κολπικής συστολής στις κοιλίες, προκαλεί το άνοιγμα των κολποκοιλιακών βαλβίδων οι οποίες κλείνουν μόλις τελειώσει ή κολπική συστολή. Μετά συσπώνται οι κοιλίες και το αίμα ωθείται προς τις αρτηρίες (πνευμονική αρτηρία από τη δεξιά κοιλία, αορτή από την αριστερά κοιλία) αφού προηγουμένως έχουν ανοίξει οι πνευμονική και αορτική βαλβίδες. Κατά τη φάση αυτή είναι απαραίτητο το κλείσιμο των κολποκοιλιακών βαλβίδων γιατί αλλιώς το αίμα θα επανερχόταν στους κόλπους. Όταν τελειώσει η κοιλιακή συστολή οι πνευμονική και αορτική βαλβίδες κλείνουν, για να εμποδίσουν το αίμα να επανέλθει στις κοιλίες. Έτσι φθάνουμε στην τρίτη φάση, την καρδιακή ανάπαυλα που είναι φάση ανασυγκροτήσεως, και κατά την οποία η καρδιά ξεκουράζεται.



Συστολή και διαστολή της καρδιάς. Διαστολή (αριστερά), συστολή των κόλπων (μέση) και συστολή των κοιλιών (δεξιά.)

Κατά την κολπική συστολή οι κοιλίες της καρδιάς βρίσκονται σε διαστολή και αντίστροφα. Η καρδιά, λοιπόν, συσπάται στο πάνω μισό μέρος (κόλποι) και διευρύνεται στο κάτω μισό (κοιλίες). Αυτό γίνεται κατά την πρώτη φάση, όταν δηλαδή το αίμα περνά από τους κόλπους στις κοιλίες. Έπειτα, όταν το αίμα περνά στις αρτηρίες και οι κόλποι δέχονται καινούργιο αίμα, γίνεται το αντίθετο, συσπάται το κάτω τμήμα, δηλαδή οι κοιλίες και διευρύνεται το πάνω μισό μέρος, δηλαδή οι κόλποι.

Πόσες φορές κτυπάει την ημέρα η καρδιά μας;

Η μέση καρδιακή συχνότητα είναι 72 συσφίξεις ανά λεπτό. Έτσι η καρδιά κτυπά 100.000 φορές την ημέρα, 38 εκατομμύρια φορές τον χρόνο, και σε ένα άτομο 70 ετών έχει κτυπήσει 2,5 δισεκατομμύρια φορές.

Πόσο όγκο αίματος διακινεί η καρδιά;

Σε κατάσταση ηρεμίας, η καρδιά διακινεί περίπου 5 λίτρα αίμα το λεπτό. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, η ποσότητα αυτή μπορεί να αυξηθεί έως και 25 λίτρα το λεπτό. Σε κάθε συστολή της καρδιάς εκτοξεύονται 70 εκατοστά αίματος. Ο όγκος του αίματος που διακινεί η καρδιά είναι τεράστιος. Εάν η μέση καρδιακή συχνότητα είναι 72 συσφίξεις ανά λεπτό, εκτοξεύονται 5 λίτρα αίματος το λεπτό, 7200 λίτρα ανά ημέρα, 2,628,000 λίτρα ανά έτος και περίπου 250.000 τόνους σε ένα άτομο 75 ετών.

Πως παράγονται οι καρδιακοί ήχοι;

Όταν κάποιος τοποθετήσει ένα στηθοσκόπιο πάνω από τη καρδιά θα ακούσει τους ήχους που παράγει η καρδιά και λέγονται καρδιακοί τόνοι. Περιγράφονται ακουστικά σαν lub dub lub dub. Ο 1ος καρδιακός τόνος παράγεται από την σύγκλειση των κολποκοιλιακών βαλβίδων και ο 2ος καρδιακός τόνος παράγεται από την σύγκλειση της αορτικής και πνευμονικής βαλβίδας.

Πως αλλάζει η καρδιακή συχνότητα με την ηλικία;

Η καρδιακή συχνότητα μειώνεται όσο αυξάνεται η ηλικία από 130 παλμούς ανά λεπτό στους 3 μήνες σε 60 – 100 στους ενήλικες.

Η καρδιά είναι ένα όργανο κάπως αυτόνομο. Έχει μία δική της ανεξάρτητη κυκλοφορία και κατά τον ίδιο τρόπο μπορεί και πάλλεται μόνη της. Το ηλεκτρικό ερέθισμα που κάνει την καρδιά να πάλλεται προέρχεται από το φλεβόκομβο, ένα μικρό ανατομικό μόριο στη συμβολή δεξιού κόλπου και κάτω κοίλης φλέβας. Μετά διαχέεται στους κόλπους τους οποίους και διεγείρει και φθάνει στον κολποκοιλιακό κόμβο που είναι ένας μικρός σχηματισμός μεταξύ κόλπων και κοιλιών και είναι το μοναδικό σημείο ηλεκτρικής σύνδεσης κόλπων και κοιλιών. Το ερέθισμα καθυστερεί για λίγο μέσα στον κολποκοιλιακό κόμβο και μετά μέσω του δεματίου του His διαχέεται στις κοιλίες για να τις διεγείρει. Το δεμάτιο του His είναι συνέχεια του κολποκοιλιακού κόμβου και πορεύεται ενδοκαρδιακά στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα σαν κοινό στέλεχος που στην συνέχεια διακλαδίζεται σε δύο σκέλη το αριστερό και το δεξιό σκέλος. Το αριστερό σκέλος χωρίζεται σε πρόσθιο και οπίσθιο ημισκέλος.

Η καρδιά είναι δυνατό να χτυπά χωρίς τη μεσολάβηση του νευρικού συστήματος. Ωστόσο στη καρδιά φθάνουν νεύρα, τα οποία προέρχονται από το παρασυμπαθητικό (πνευμονογαστρικό) και το συμπαθητικό σύστημα. Τα νεύρα αυτά ρυθμίζουν τούς παλμούς (καρδιακή συχνότητα) της καρδιάς: το συμπαθητικό τούς επιταχύνει, ενώ το πνευμονογαστρικό τους επιβραδύνει. Ανάλογα με τη φυσική και τη ψυχολογική κατάσταση του οργανισμού, το νευρικό σύστημα μπορεί να αυξήσει (άσκηση, στρες, φόβος) ή να μειώσει (ηρεμία, ύπνος) την λειτουργία της καρδιάς και την προσοφρά οξυγόνου.

Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα

Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (ΑΝΣ) ελέγχει όλες τις αυτόματες λειτουργίες του οργανισμού, (καρδιά, αναπνοή, πέψη κ.α.), που αν έπρεπε να τις ελέγχουμε εκούσια και συνειδητά, θα ήμασταν αναποτελεσματικοί και θα σπαταλούσαμε όλη μας την ενέργεια και το χρόνο. Ρυθμίζει και ελέγχει την αντίδραση "φυγή ή πάλη." Το ΑΝΣ αποτελείται από 2 μέρη:

- Το **συμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΣΝΣ)** που ευθύνεται για τη διέγερση όλων των

συστημάτων του οργανισμού (εκτός των 3 που διεγείρει το ΠΝΣ) και προετοιμάζει το σώμα για ανάληψη έντονης δραστηριότητας (περίπτωση έκτακτης ανάγκης, αντίδραση “φυγής ή πάλης”) προκαλώντας αύξηση του καρδιακού ρυθμού και του ρυθμού της αναπνοής, και μείωση της λειτουργίας του πεπτικού συστήματος.

- Το **παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα** (ΠΝΣ) που ευθύνεται για την κινητοποίηση και την καλή λειτουργία του αναπαραγωγικού (άμεσα), του πεπτικού (άμεσα) και του ανοσοποιητικού (έμεσα) και “χαλαρώνει” όλα τα υπόλοιπα.

Το ΠΝΣ επιτελεί λειτουργίες που είναι γενικά αντίθετες μ’ αυτές του συμπαθητικού ΝΣ. Το ΠΝΣ νευρώνει τα εσωτερικά όργανα (σπλάχνα) μειώνοντας τον καρδιακό ρυθμό, αυξάνοντας το ρυθμό της πέψης και γενικά προάγοντας τις λειτουργίες που παράγουν και εξοικονομούν ενέργεια και δεν εξυπηρετούν επείγουσες ανάγκες. Παρά το γεγονός ότι το ΣΝΣ και το ΠΝΣ δρουν ανταγωνιστικά το ένα προς το άλλο, είναι πολλές φορές συγχρόνως δραστηριοποιημένα αλλά σε διαφορετικό βαθμό (φανταστείτε την εικόνα μιας τραμπάλας). Ορισμένες φορές τμήματα του ενός συστήματος μπορεί να είναι ιδιαίτερα ενεργοποιημένα συγχρόνως με τμήματα του άλλου.

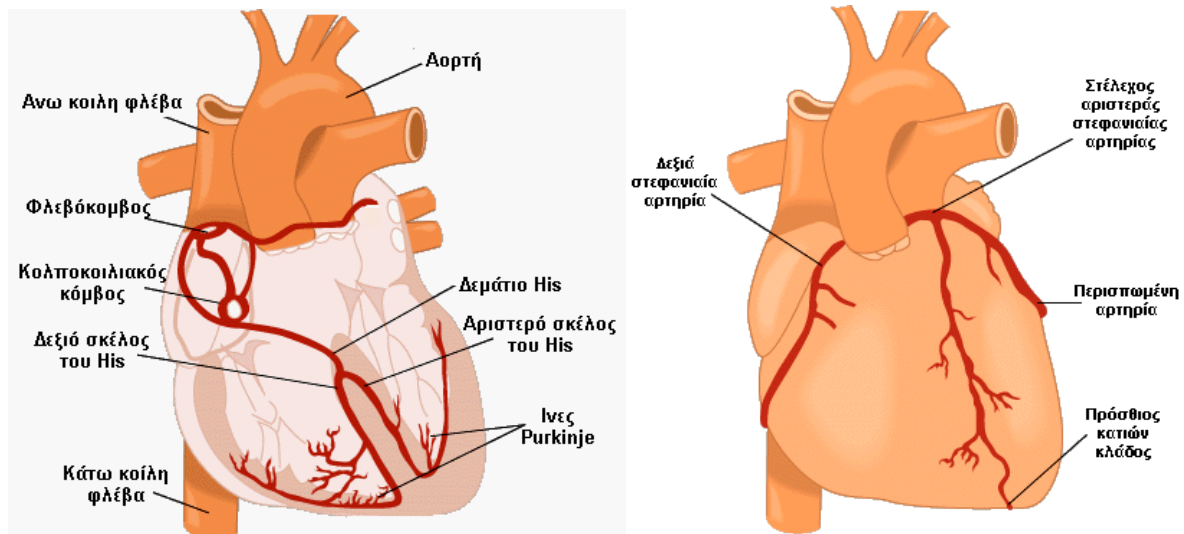
Περιγραφή της Αντίδρασης “φυγή ή πάλη” του οργανισμού

- Καρδιακές λειτουργίες που συντίουν στη γρηγορότερη και εντονότερη μεταφορά αίματος
 - αύξηση ταχύτητας καρδιακού παλμού
 - αύξηση σφρίγγους καρδιακού παλμού
- Αγγειακές λειτουργίες που συντίουν στη αύξηση πίεσης αίματος
 - αγγειοσυστολή (μείωση διαμέτρου των αγγείων), ειδικά στα επιφανειακά αγγεία (όπου συγκεντρώνεται ο μεγαλύτερος όγκος αίματος) επιτυγχάνει μείωση αιμορραγίας σε περίπτωση επιφανειακών τραυμάτων
 - μετατόπιση αίματος από τα σπλάχνα στους μύες - περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας
- Αναπνευστικές λειτουργίες που τείνουν να αυξήσουν την προσφορά οξυγόνου
 - αύξηση αναπνευστικού ρυθμού
 - βρογχοδιαστολή
- Μεταβολικές λειτουργίες που τείνουν να αυξήσουν την προσφορά θρεπτικών συστατικών στους ιστούς του σώματος
 - έκκριση κορτιζόλης που απελευθερώνει χοληστερίνη (το καλύτερο καύσιμο για τους μύες)
 - ενεργοποίηση του μηχανισμού που παράγει γλυκόζη (επίσης καύσιμο για τον οργανισμό)
- Εφίδρωση
 - ρύθμιση θερμοκρασίας σώματος
 - γλίστρημα από τα χέρια του εχθρού
- Μυϊκό σύστημα
 - γενική αύξηση του μυϊκού τόνου = προετοιμασία για δράση
 - σύσφιξη όλων των σφιγκτήρων του σώματος (οισοφάγου, ουροδόχου, πρωκτού) εφόσον αναστέλλονται οι πεπτικές λειτουργίες για να μην αφήνουμε ίχνη πίσω μας, ενώ τρέχουμε για να σωθούμε
- Ανόρθωση τριχών
 - επιβλητική αύξηση όγκου σώματος
 - μήνυμα στον εχθρό ότι βρισκόμαστε σε έντονη διέγερση και είμαστε έτοιμοι να παλέψουμε
- Μυδρίαση (διαστολή της κόρης του ματιού) για εντονότερη αντίληψη του περιβάλλοντος
- Απελευθέρωση ενδορφινών (ενδογενών μορφινών) για την αντιμετώπιση πόνου
- Απελευθέρωση κορτιζονούχων ουσιών για την αντιμετώπιση τραυματισμών στους ιστούς του σώματος
- Καταστολή των παρασυμπαθητικών λειτουργιών (πεπτικών, αναπαραγωγικών, ανοσοποιητικών)



Η ίδια ή καρδιά έχει επίσης ανάγκη από τροφή. Το αίμα που κυκλοφορεί στην καρδιά δεν την τρέφει, απλώς περνά μέσα από τις κοιλότητες της. Για τη θρέψη της υπάρχουν ειδικές αρτηρίες οι στεφανιαίες αρτηρίες (δεξιά και αριστερά), οι οποίες εκφύονται από την αορτή, λίγο πάνω από την έξοδο της από την αριστερά κοιλία. Οι στεφανιαίες αρτηρίες λίγο μετά την έκφυση τους από την αορτή εισχωρούν κατευθείαν στη καρδιά και διακλαδίζονται μέσα στο μυοκάρδιο σε πολυάριθμους μικρότερους κλάδους και αυτοί σε πυκνό δίκτυο τριχοειδών. Το αίμα που έδωσε το οξυγόνο και τις θρεπτικές ουσίες στο μυοκάρδιο συγκεντρώνεται από τις φλέβες της καρδιάς στο στεφανιαίο κόλπο, ο οποίος εκβάλλει κατευθείαν στον δεξιό κόλπο. Η καρδιά λοιπόν έχει μία δική της, μικρή ανεξάρτητη κυκλοφορία.

Η στεφανιαία κυκλοφορία πρόκειται για το πυκνότερο δίκτυο τριχοειδών αγγείων που υπάρχει σε ολόκληρο το σώμα. Αντιστοιχεί ένα περίπου τριχοειδές για κάθε μια μυϊκή ίνα του μυοκαρδίου, δηλαδή κάπου 2500 τριχοειδή σε κάθε ένα κυβικό χιλιοστόμετρο μυοκαρδίου. Το αίμα που διέρχεται από τα στεφανιαία αγγεία σε ένα λεπτό είναι περίπου 250 κυβικά εκατοστόμετρα, όταν βρισκόμαστε σε κατάσταση ηρεμίας, και φτάνει στο ένα λίτρο σε κάθε λεπτό, όταν βρισκόμαστε σε κατάσταση έντονης μυϊκής δραστηριότητας. Δηλαδή, κατ' αναλογία βάρους σε σχέση με τα άλλα όργανα του σώματος, η καρδιά δέχεται το διπλάσιο αίμα σε κατάσταση ηρεμίας και το οκταπλάσιο κατά την άσκηση. Η ροή του αίματος μέσα από τα στεφανιαία αγγεία, τουλάχιστον όσον αφορά τα αγγεία που βρίσκονται σε ορισμένα στρώματα του τοιχώματος της αριστεράς κοιλίας, είναι διακεκομμένη, γιατί κατά τη συστολή της καρδιάς, η πίεση που αναπτύσσεται μέσα στην αριστερή κοιλία είναι μεγαλύτερη από την πίεση του αίματος μέσα στις στεφανιαίες αρτηρίες και τις διακλαδώσεις τους, με αποτέλεσμα τα αγγεία αυτά να συμπιέζονται, και η ροή του αίματος μέσα από αυτά προσωρινά να ανακόπτεται.



Το ερεθισματοαγωγό κύκλωμα της καρδιάς (αριστερά) και οι κύριες στεφανιαίες αρτηρίες (δεξιά)

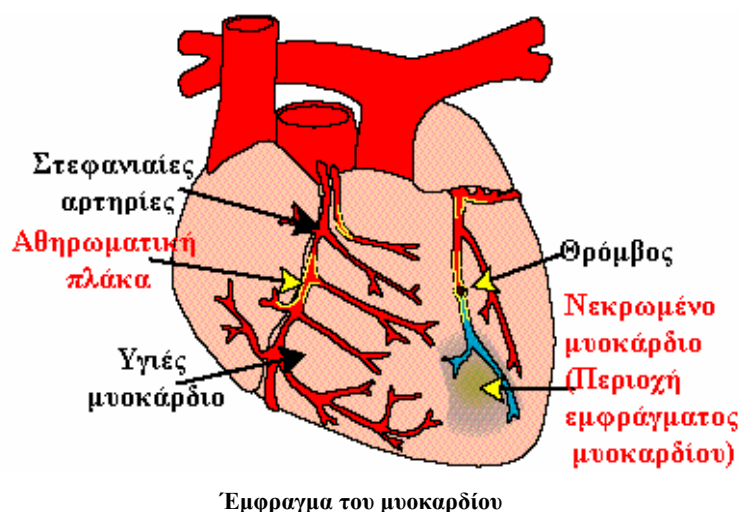
Ενώ βρισκόταν στο αγαπημένο της ζαχαροπλαστείο στην οδό Στασικράτους και απολάμβανε, μετά τα ψώνια της, μια σοκολατίνα, η Π.Κ. ένοιωσε ένα ισχυρό πόνο στο κέντρο του στήθους, που ήταν πιεστικός. Μετά από αρκετά λεπτά, ο πόνος δεν πέρασε. Αντίθετα η δυσφορία και το βάρος στο στήθος μεταφέρθηκαν στο αριστερό χέρι και στη σιαγόνα. Άρχισε να ιδρώνει και ένοιωθε ναυτία και τάση για εμετό. Δύσκολα ανάπνεε και άρχισε να την καταβάλλει αγωνία και φόβος.

Όταν κλείσουν οι αρτηρίες

Δυστυχώς, οι στεφανιαίες αρτηρίες, όπως και πολλές άλλες αρτηρίες στο σώμα, είναι δυνατό να υποστούν στένωση, με την ανάπτυξη στην εσωτερική επιφάνεια τους τοιχώματός τους, αθηρωματικών πλακών (αρτηριοσκλήρωση). [2] Κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν περνάει αρκετό αίμα προς τα τριχοειδή του μυοκαρδίου, όταν η καρδιά χρειάζεται περισσότερο οξυγόνο και άλλα θρεπτικά στοιχεία, όπως όταν περπατάμε, τρέχουμε ή ανεβαίνουμε σκαλοπάτια, με αποτέλεσμα το μυοκάρδιο να πάσχει από έλλειψη οξυγόνου, κατάσταση που προκαλεί έντονο στηθαγχικό πόνο και δυσφορία. Στο σημείο της στένωσης μπορεί επίσης να σχηματιστεί αιφνίδια θρόμβος, από αίμα που έχει πήξει (εξαιτίας της επαφής του αίματος με στοιχεία της αθηρωματικής πλάκας), με αποτέλεσμα την απότομη πλήρη ή σοβαρή διακοπή της ροής του αίματος από αυτό το σημείο. Σ' αυτή την περίπτωση πρόκειται για οξεία καρδιακή προσβολή (έμφραγμα του μυοκαρδίου), με συνέπειες ανάλογες με τη σπουδαιότητα του αρτηριακού κλάδου που έχει αποφραχθεί.

Η αθηροσκλήρωση των στεφανιαίων αρτηριών είναι μία νόσος της αρχαιότητας, όπως τεκμηριώνεται από νεκροψία σε μια 50 ετών μούμια από την 21η Αιγυπτιακή δυναστεία του 1000 π.Χ. περίπου, όπου βλέπουμε σε τομές των στεφανιαίων αρτηριών πάχυνση και εναπόθεση ασβεστίου. Από τους Αρχαίους Αιγυπτιακούς πάπυρους υπάρχουν περιγραφές στεφανιαίας νόσου και αιφνίδιου θανάτου. Η στεφανιαία νόσος επιμένει να είναι ένα μέγιστο πρόβλημα υγείας και είναι η υπ' αριθμόν μία αιτία θανάτου στο σύγχρονο κόσμο. Η στένωση των στεφανιαίων αρτηριών γίνεται από το σχηματισμό μιας πλάκας (αθήρωμα) στο τοίχωμα της αρτηρίας. Με το χρόνο η πλάκα αυξάνει σε πάχος έτσι ώστε μικραίνει τη διάμετρο του αυλού της αρτηρίας δηλαδή προκαλείται στένωση του αγγείου. Η ροή του αίματος ελαττώνεται, εφ' όσον η στένωση του αυλού της αρτηρίας γίνει μεγαλύτερα του 50% της διαμέτρου. Η ελάττωση της προσφοράς οξυγόνου στο μυοκάρδιο εκφράζεται κλινικά με την στηθάγχη. Η ρήξη της πλάκας και δημιουργία θρόμβου (αθηροθρόμβωση) προκαλεί τα οξέα ισχαιμικά ή στεφανιαία σύνδρομα.

Το έμφραγμα τού μυοκαρδίου οφείλεται σε αιφνίδια απόφραξη ενός κλάδου των στεφανιαίων αρτηριών λόγω ρήξης αθηρωματικής πλάκας και δημιουργίας θρόμβου ο οποίος αποφράσσει πλήρως την υπεύθυνη στεφανιαία αρτηρία με αποτέλεσμα την διακοπή της κυκλοφορίας τού αίματος. [2] Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την νέκρωση μιας περιοχής του μυοκαρδίου. Το έμφραγμα τού μυοκαρδίου προσβάλλει συνήθως τούς άνδρες (με αναλογία 5 προς 1 σε σχέση με τις γυναίκες) στην ηλικία μεταξύ 50 και 60 ετών. Πρέπει να σημειώσουμε ακόμη τη μεγαλύτερη συχνότητα και βαρύτητα τού εμφράγματος στα διαβητικά άτομα. (Κοιτάξετε το Παράρτημα Α για να υπολογίσετε το επίπεδο κινδύνου που έχετε για μελλοντικά καρδιακά επεισόδια τα επόμενα 10 έτη.)

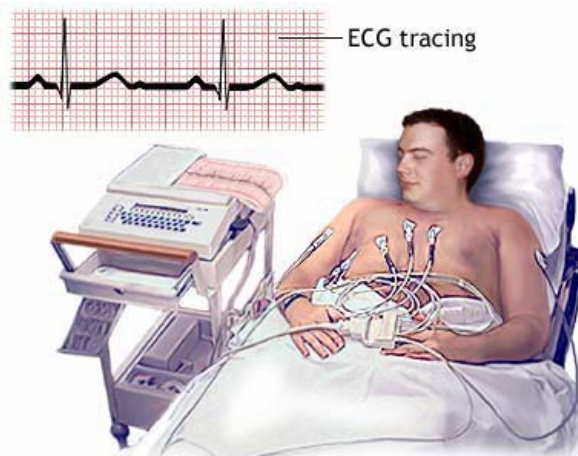


Η Π.Κ. ένοιωθε τόσο άσχημα που αποφάσισε να ζητήσει την βοήθεια του σερβιτόρου. Αυτός, βλέποντας σε τι κακό χάλι βρισκόταν η Π.Κ., αποφάσισε να καλέσει ασθενοφόρο που την οδήγησε στο νοσοκομείο. Μόλις η Π.Κ. έφθασε στις Πρώτες Βοήθειες ο γιατρός μετά από διάφορες ερωτήσεις σχετικά με την υγεία της και το περιστατικό αυτό ζήτησε από την νοσοκόμα να της χορηγήσει μορφίνη, νιτρογλυκερίνη και ασπιρίνη, να στείλει αίμα στο εργαστήριο για ενζυματικές αναλύσεις και να καταγράψει ένα **ηλεκτροκαρδιογράφημα**.

Σήματα από την καρδιά

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα μαζί με τα ένζυμα από τις αναλύσεις του αίματος αποτελούν τις δύο πρώτες παρακλινικές μεθόδους για τη διάγνωση του εμφράγματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί ένα απλό ηλεκτροκαρδιογράφημα για να θέσει την διάγνωση του εμφράγματος.

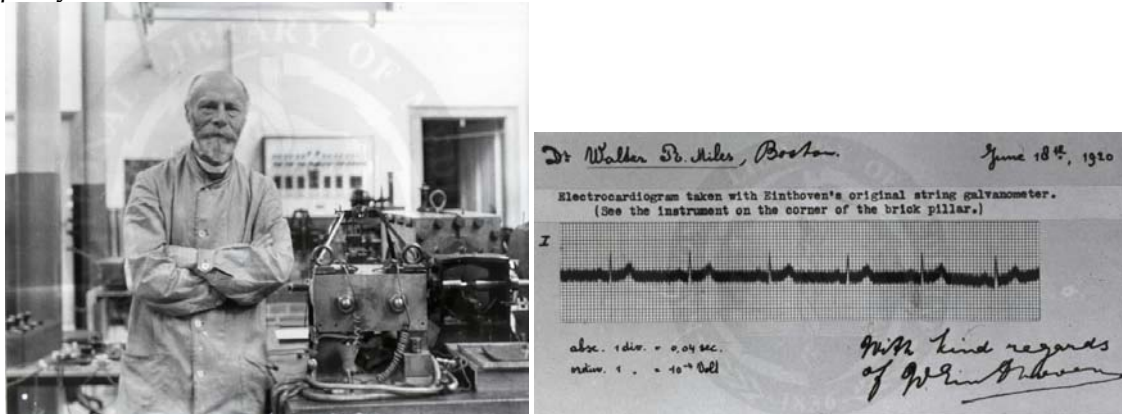
Το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) αποτελεί μία σημαντικότερη διαγνωστική μέθοδο στην καρδιολογία. [3] Είναι η καταγραφή σε χαρτί του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγει η καρδιά και φτάνει στο δέρμα, μέσω της κατάλληλης συσκευής, του ηλεκτροκαρδιογράφου. Μαζί με το ιστορικό και την φυσική εξέταση του ασθενούς αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για την διάγνωση των καρδιακών παθήσεων, η περαιτέρω διερεύνηση των οποίων με πιο εξειδικευμένες και δαπανηρές εξετάσεις (π.χ. test κόπωσης, υπερηχογράφημα καρδιάς κλπ.) βασίζεται εν πολλοίς στις πληροφορίες που παίρνουμε από την απλή και ακίνδυνη αυτή εξέταση.



Ασθενείς σε ηλεκτροκαρδιογράφο.

Τα ηλεκτρικά ρεύματα στην καρδιά είχαν πρωτομετρηθεί πριν από πάνω από εκατό χρόνια, αλλά η θεμελιώδης λειτουργία του ΗΚΓ όπως το ξέρουμε σήμερα αναπτύχθηκε από τον ολλανδό επιστήμονα Βίλλεμ Άιντχοβεν στις αρχές του 20ού αιώνα. Από 1842, ο ιταλός φυσικός Κάρλο Ματεούτσι έδειξε ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα συνοδεύει κάθε κτύπο της καρδιάς. Ήταν όμως εξαιρετικά δύσκολο, τις πρώτες ημέρες του ΗΚΓ, να καταστούν τα ηλεκτρόδια που μετρούσαν το ηλεκτρικό ρεύμα με αρκετή ευαισθησία. Προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα, οι προσπάθειες να μετρηθεί η ηλεκτρική δραστηριότητα στις καρδιές βατράχων ήταν επιτυχείς μόνο όταν εκτίθονταν άμεσα οι καρδιές στα όργανα μέτρησης. Οι μετρήσεις ήταν πράγματι δύσκολες και επιπλέον οι επιστήμονες ήθελαν να είναι σε θέση να μετρούν τα ηλεκτρικά σήματα χωρίς να πρέπει να εισαγάγουν ηλεκτρόδια μέσα στο σώμα. Το πρόβλημα ήταν ότι τα ηλεκτρικά κύματα αδυνάτιζαν πολύ όταν έπρεπε να ταξιδέψουν μέσω των ιστών και του σκελετού του σώματος πριν φθάσουν σε ένα ηλεκτρόδιο πάνω στο δέρμα. Ο Βρετανός φυσιολόγος Αύγουστος Γουάλλερ, του ιατρικού σχολείου του “Σέντ Μαίρη” στο Λονδίνο, δημοσίευσε το πρώτο ανθρώπινο ηλεκτροκαρδιογράφημα. Καταγράφηκε από τον Τόμας Γκόσγουελ, ένα τεχνικό στο εργαστήριο, το 1887 αλλά το σύστημα δεν ήταν ακόμα πρακτικό. Το πρόβλημα λύθηκε από τον Βίλλεμ Άιντχοβεν. [4] Κατόρθωσε να

βελτιώσει την ευαισθησία του ΗΚΓ με τη χρησιμοποίηση ενός γαλβανόμετρου νήματος. Το γαλβανόμετρο νήματος χρησιμοποιούνταν είδη, μεταξύ άλλων, για να ενισχύσει τα ηλεκτρικά σήματα που διαβιβάζονται χιλιάδες μίλια μέσω υπερατλαντικών υποθαλάσσιων καλωδίων επικοινωνιών. Φάνηκε όμως ότι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για την ενίσχυση των ηλεκτρικών σημάτων της καρδιάς.



Ο Βίλλεμ Αϊντχοβεν στο εργαστήριο του και (δεξιά) ένα ΗΚΓ από τον πρώτο ηλεκτροκαρδιογράφο εφοδιασμένο με γαλβανόμετρο.

Το 1905, ο Αϊντχοβεν άρχισε να καταγράφει ηλεκτροκαρδιογραφήματα από το νοσοκομείο στο εργαστήριο του, 1.5 km μακριά, μέσω τηλεφωνικού καλωδίου. Στις 22 Μαρτίου καταγράφηκε το πρώτο "τηλεκαρδιογράφημα" από ένα υγιή νεαρό, το οποίο μάλιστα παρουσίασε μεγάλα R κύματα τα οποία μάλλον οφείλονταν στο γεγονός ότι ο νεαρός έπρεπε να ποδηλατήσει από το εργαστήριο στο νοσοκομείο. Το 1924 ο Αϊντχοβεν τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ "για την ανακάλυψη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος." Η πλείστη από την ορολογία του Αϊντχοβεν χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα, όπως "ηλεκτροκαρδιογράφημα," τα κύματα P, Q, R, S, T κλπ, και η αρχική έρευνά του παραμένει η βάση της ηλεκτροκαρδιογραφίας.

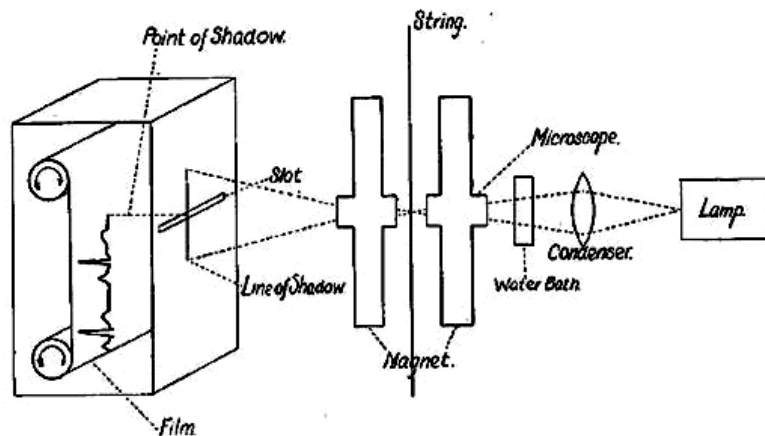


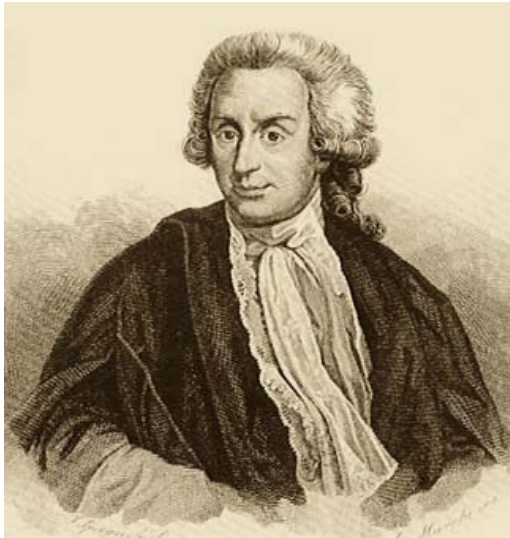
FIG. 7. Diagrammatic representation of the electrocardiograph.



FIG. 8. A diagrammatic electrocardiogram of a normal rhythm. The auricular impulse is shown by the upright curve P, and the ventricular impulse by the complicated curve or "complex" QRST, the beginning and end of which mark the beginning and end of systole.

Στον ηλεκτροκαρδιογράφο χρησιμοποιείται ένα γαλβανόμετρο Άιντχοβεν, το οποίο βασίζεται σε μια διαφορετική αρχή από το γαλβανόμετρο πυξίδων. Εδώ το κινητό μέρος είναι ένα μικροσκοπικό νήμα χαλαζία, αποκαλούμενο "νήμα," που κρεμάται κάθετα σε ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Όταν ένα μικρό ρεύμα περνά μέσω του, το νήμα εκτρέπεται, ή πραγματικά κάμπτεται πλευρικά. Δεδομένου ότι το νήμα υποβαστάζεται και στις δύο άκρες, έχει μια πολύ μικρή μάζα, και κινείται μόνο ένα μέρος ενός χιλιοστόμετρου, έχει πολύ λίγη αδράνεια, και μπορεί να καταγράψει τις διεγέρσεις μέχρι πολλές εκατοντάδες φορές ανά λεπτό. Αυτά τα σήματα καταγράφονται με τον εξής τρόπο: Το νήμα καθίσταται αδιαφανές με ένα επίστρωμα του ασημιού, τοποθετείτε σε μια ακτίνα του φωτός που προβάλλει μια κάθετη σκιά η οποία ενισχύεται από ένα μικροσκόπιο επάνω σε μια μεταλλική πλάκα. Στην πλάκα υπάρχει μια οριζόντια αυλάκωση. Αυτή η αυλάκωση επιτρέπει μόνο σε ένα σημείο της σκιάς για να περάσει και να φτάσει σε μια κινούμενη φωτογραφική πλάκα ή φιλμ, στα οποία το σημείο της σκιάς γράφει σε μια συνεχή καμπύλη. Η συσκευή παρουσιάζεται διαγραμματικά στο σχήμα 8.

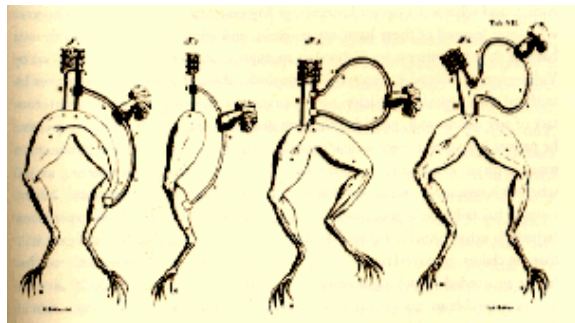
Lamson PD. The Heart Rhythms. Williams & Wilkins Company 1921. pp 20-22



Το γαλβανόμετρο πήρε το όνομα του από τον Λουίτζι Γκαλβάνι. Ο Γκαλβάνι ήταν ιταλός επιστήμονας και δάσκαλος του 18^{ου} αιώνα. [5] Η διασημότερη ανακάλυψη του Γκαλβάνι ήταν τα αποτελέσματα της εφαρμογής ηλεκτρικής ενέργειας στα ζωικά νεύρα και τους μυς. Γεννήθηκε στην Μπολόνια το 1737, και υπήρξε φοιτητής ιατρικής στο πανεπιστήμιο της Μπολόνιας, το σχολείο στο οποίο θα δίδασκε αργότερα. Κατά τη διάρκεια της σταδιοδρομίας του ως καθηγητή της ανατομίας στο πανεπιστήμιο, ανακάλυψε τυχαία ότι το πόδι βατράχου συσπούσε όταν ακουμπούσε πάνω του ένα ηλεκτρισμένο χειρουργικό νυστέρι.

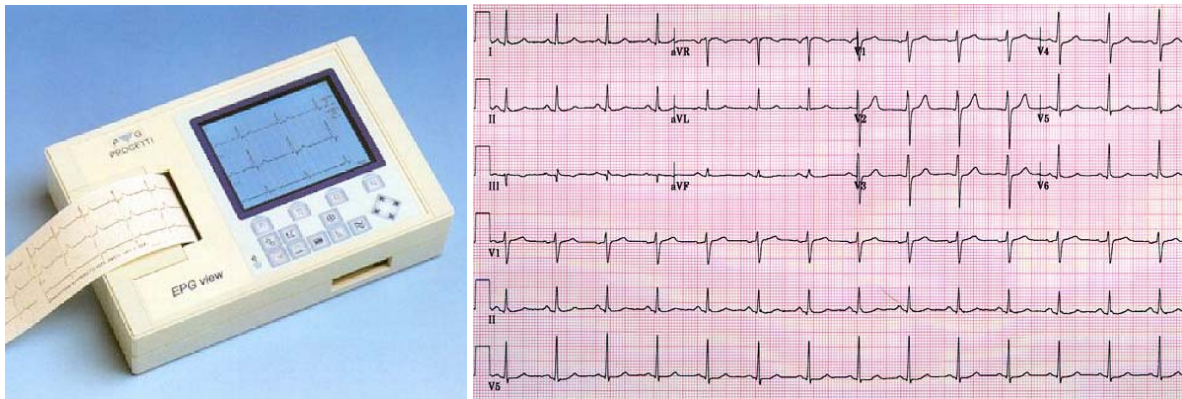
Επίσης, το 1786, ο Γκαλβάνι κατασκεύασε μια

περίεργη μπαταρία. Η μπαταρία περιείχε δύο διαφορετικά μέταλλα, και τους φυσικούς χυμούς από έναν βάτραχο. Αυτά τα πειράματα και ανακαλύψεις ήταν η απαρχή της εξάλειψη των ορίων που ξεχωρίζουν την βιολογία, χημεία, και ηλεκτρικής ενέργεια, ενδεχομένως ενθάρρυναν άλλους επιστήμονες να πραγματοποιήσουν έρευνα στον τομέα. Οι θεωρίες του Γκαλβάνι διορθώθηκαν αργότερα από τον Αλέξανδρο Βόλτα, αλλά οι ανακαλύψεις του ακόμα εντυπωσιάζουν.



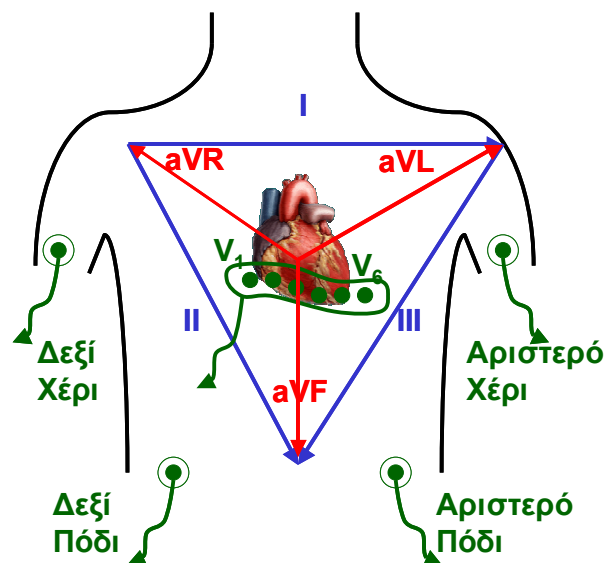
Το ΗΚΓ γίνεται για διάφορους λόγους. Το κάνουν “για καλό και για κακό” όσοι είναι πάνω από 40 ετών. Επίσης, όσοι έχουν πόνο στο στήθος ή ταχυπαλμία ή παίρνουν φάρμακα που πρέπει να ξέρουν πόσο επηρεάζουν τους παλμούς τους. Τέλος, το κάνουν και όσοι έχουν βηματοδότη, για να ελέγξουν κατά πόσον αυτός δίνει το σωστό “τέμπο”. Οι κανονικές συσφίξεις είναι από 60-100 παλμοί το λεπτό,

σε σταθερό ρυθμό. Τυχόν ανώμαλες ενδείξεις μπορεί να παραπέμψουν σε τουλάχιστον 12 διαφορετικές παθήσεις, που πρέπει να διερευνηθούν με άλλες μεθόδους.



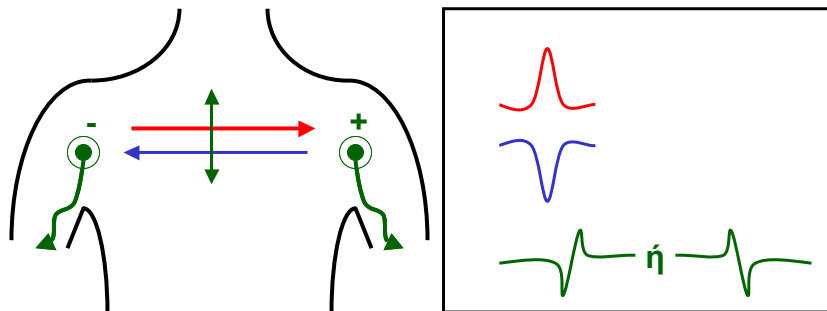
Μοντέρνος φορητός ηλεκτροκαρδιογράφος (αριστερά) και ηλεκτροκαρδιογράφημα με 12 απαγωγές (δεξιά)

Το ΗΚΓ γίνεται με ειδικό μηχάνημα που ονομάζεται ηλεκτροκαρδιογράφος. Ο ηλεκτροκαρδιογράφος είναι ένα ευαίσθητο βολτόμετρο που καταγράφει μέσω ηλεκτροδίων το ρεύμα στην επιφάνεια του σώματος που προκύπτει κατά την λειτουργία της καρδιάς. Αποτελείται από μια κεντρική μονάδα και ένα καλώδιο με 10 ηλεκτρόδια τα οποία συνδέονται στο σώμα του άρρωστου. [3] Τα 4 πρώτα συνδέονται από ένα στα χέρια και στα πόδια και τα υπόλοιπα 6 μπροστά στο θώρακα. Το ηλεκτροκαρδιογράφημα καταγράφεται από την ακίδα του ηλεκτροκαρδιογράφου πάνω σε ένα μιλιμετρέ χαρτί. Οριζόντια το ηλεκτροκαρδιογραφικό χαρτί αντιστοιχεί σε χρόνο, ενώ κάθετα σε ηλεκτρικό δυναμικό. Το ΗΚΓ αποτελείται από 12 απαγωγές. (Σημείωση: Καταγράφονται 12 απαγωγές από 10 ηλεκτρόδια. Μερικές απαγωγές υπολογίζονται με προσθαφαιρέσεις των σημάτων συγκεκριμένων ηλεκτροδίων.) Οι πρώτες 6 ονομάζονται απαγωγές των ακρών (ή κλασσικές) διότι καταγράφουν τα ηλεκτρικά δυναμικά που φθάνουν στα άκρα. Συμβολίζονται κατά σειρά με I, II, III, aVR, aVL, aVF. Οι υπόλοιπες 6 καταγράφουν τα ηλεκτρικά δυναμικά από την πρόσθια επιφάνεια του σώματος και ονομάζονται προκάρδιες απαγωγές. Συμβολίζονται δε ως V1, V2, V3, V4, V5, V6. Στους σύγχρονους ηλεκτροκαρδιογράφους τα σήματα μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή και ακολούθως τυπώνονται σε ενσωματωμένο εκτυπωτή ή φυλάγονται σε ηλεκτρονική μορφή.



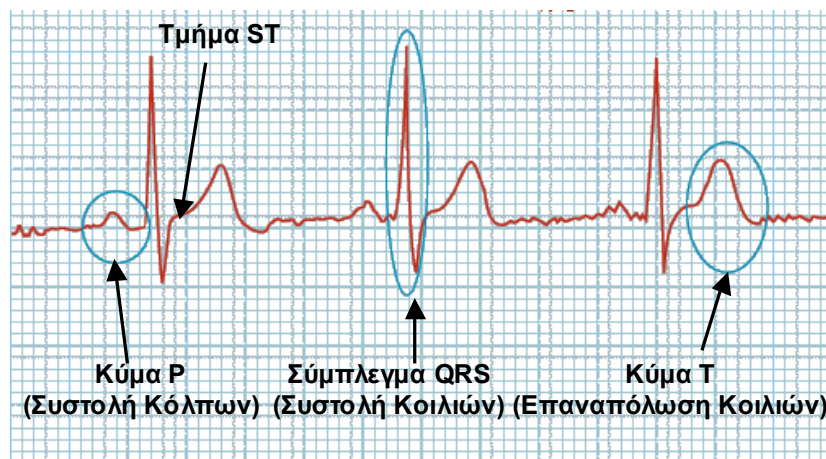
Φωτογραφία (αριστερά) και σχεδιάγραμμα (δεξιά) τοποθέτησης ηλεκτροδίων ΗΚΓ. Στο σχεδιάγραμμα εκτός από τα 10 ηλεκτρόδια (πράσινα κυρτά τόξα) φαίνονται και οι 12 απαγωγές (μπλε και κόκκινα τόξα και V₁ έως V₆.)

Η διέγερση των κυττάρων της καρδιάς καλείται εκπόλωση και η επαναφορά τους σε κατάσταση ηρεμίας επαναπόλωση. Το πολωμένο (διεγερμένο) κύτταρο είναι φορτισμένο θετικά στο εξωτερικό του και αρνητικά στο εσωτερικό του. Το εκπολωμένο κύτταρο είναι φορτισμένο αρνητικά στο εξωτερικό του και θετικά στο εσωτερικό του. Με κάθε παλμό, ο καρδιακός μυς μεταφέρει στοιχειώδη ηλεκτρικά ρεύματα που προκαλούν και συντονίζουν ένα χτύπο της καρδιάς. Αυτά τα σήματα στέλνουν μέσα από τους ιστούς του οργανισμού, την "ηχώ" τους μέχρι το δέρμα. Εκεί μπορούν να εντοπιστούν από μεταλλικούς ανιχνευτές και να εμφανιστούν σε οθόνες σαν κυματοειδείς καμπύλες. Έτσι καταγράφουμε το ΗΚΓ. Όταν το ρεύμα οδεύει προς το ηλεκτρόδιο του ηλεκτροκαρδιογράφου, η γραφίδα κινείται προς τα πάνω και καταγράφει θετική απόκλιση. Όταν το ρεύμα οδεύει μακριά από το ηλεκτρόδιο, η κίνηση της γραφίδας είναι προς τα κάτω. Όταν το ρεύμα επεκτείνεται κάθετα προς μια απαγωγή θα καταγραφεί διφασική απόκλιση.



Ρεύμα από και προς το θετικό (+) ηλεκτρόδιο και απόκλιση ΗΚΓ

Η πρώτη διέγερση του καρδιακού κύκλου, όπως αναφέρθηκε, παράγεται στον φλεβόκομβο. Από εκεί διαχέεται στους δύο κόλπους, που παριστάνεται στο ηλεκτροκαρδιογράφημα σαν κύμα P και μετά φθάνει στο δεμάτιο His. Ακολούθως απλώνεται ταχέως στις κοιλίες. Η πορεία της διέγερσης στις κοιλίες παριστάνεται σαν σύμπλεγμα QRS. Η πορεία της αναπόλωσης στις κοιλίες αντιστοιχεί στο κύμα T. Όταν έχει συμπληρωθεί η διέγερση των κοιλιών, αλλά δεν έχει αρχίσει η αναπόλωση τους, εγγράφεται ισοηλεκτρική γραμμή, το τμήμα ST.



Η ερμηνεία του ΗΚΓ

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα μαζί με τα ένζυμα του ορού αποτελούν τις δύο πρώτες παρακλινικές μεθόδους για τη διάγνωση του εμφράγματος. Τις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί ένα απλό ηλεκτροκαρδιογράφημα: για να θέσει την διάγνωση του εμφράγματος. Αρχικά, κατά την υπεροξεία φάση, το διάστημα ST είναι σημαντικά ενισχυμένο. Ο ασθενής, εκτός και αν είναι ήδη συνδεδεμένος στο θάλαμο καρδιακών περιστατικών, συνήθως δεν φτάνει στο νοσοκομείο παρά μόνο μετά από μισή έως και αρκετές ώρες αργότερα (οξεία φάση). Κατά την περίοδο αυτή η ενίσχυση του διαστήματος ST

υπάρχει ακόμα αλλά δεν είναι τόσο έντονη. Στην συνέχεια το διάστημα ST επανέρχεται στην κανονική του μορφή αλλά το κύμα T αντιστρέφεται. Όταν το έμφραγμα επουλωθεί το ηλεκτροκαρδιογράφημα συνήθως επανέρχεται στην κανονική του μορφή. Σε έμφραγμα του κατώτερου τοιχώματος τα ηλεκτροκαρδιογραφικά ευρήματα παρατηρούνται στις απαγωγές II, III και AVF και σε πρόσθιο έμφραγμα στις απαγωγές V1-V6, σε πλάγιο έμφραγμα στις απαγωγές I, AVL, V5, V6, ενώ στο οπίσθιο έμφραγμα στις απαγωγές V1-V3.

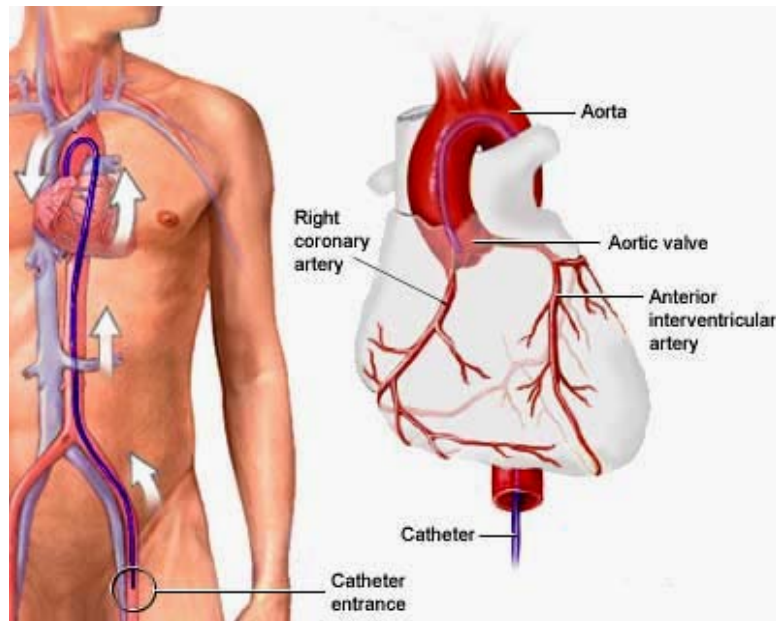


Με το ηλεκτροκαρδιογράφημα μπορούμε να διαγνώσουμε και πολλές άλλες καρδιακές παθήσεις, όπως π.χ. αρρυθμίες (ακανόνιστο ρυθμό καρδιακών παλμών), καρδιομυοπάθειες (προβλήματα με τους μύες της καρδιάς), κλπ.

Οι εξετάσεις της Π.Κ. έδειξαν ότι πράγματι είχε πάθει ένα μικρό, ευτυχώς, έμφραγμα του μυοκαρδίου. Για να περισώσει ότι μπορούν από την καρδιά της Π.Κ.ς, ο καρδιολόγος αποφασίζει να την στείλει αμέσως για **καθετηριασμό, στεφανιογραφία** και αν χρειάζεται **αγγειοπλαστική**.

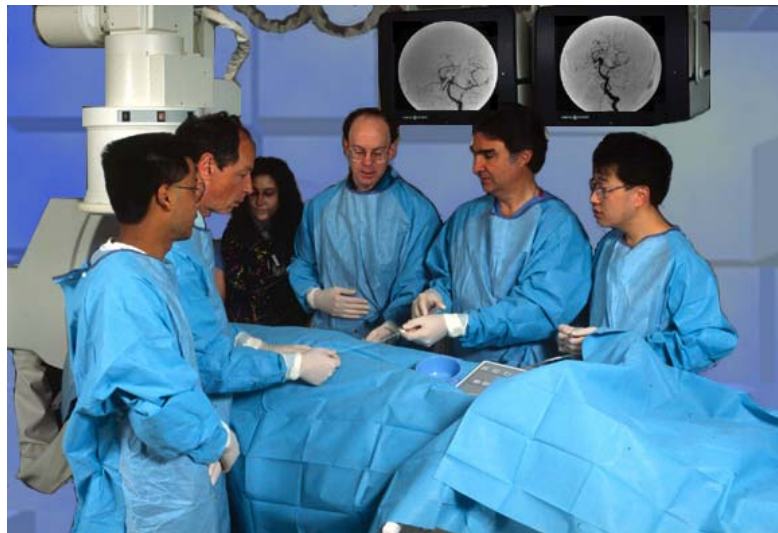
Αγγεία και Αγγειοπλαστική (της καρδιάς)

Η στεφανιογραφία είναι εξέταση με την οποία σκιαγραφούνται οι στεφανιαίες αρτηρίες. Με αυτό τον τρόπο απεικονίζονται διάφορες παθολογικές καταστάσεις (αθηροσκλήρυνση, θρόμβωση, συγγενείς ανωμαλίες και σπασμός) και γίνεται εκτίμηση της σοβαρότητας τους. [2] Γίνεται σε ασθενείς που έχουν σίγουρα κάποιο πρόβλημα στα στεφανιαία αγγεία και κυρίως σε άτομα που έχουν περάσει έμφραγμα ή στηθάχη και έχουν παθολογικό τεστ κόπωσης.



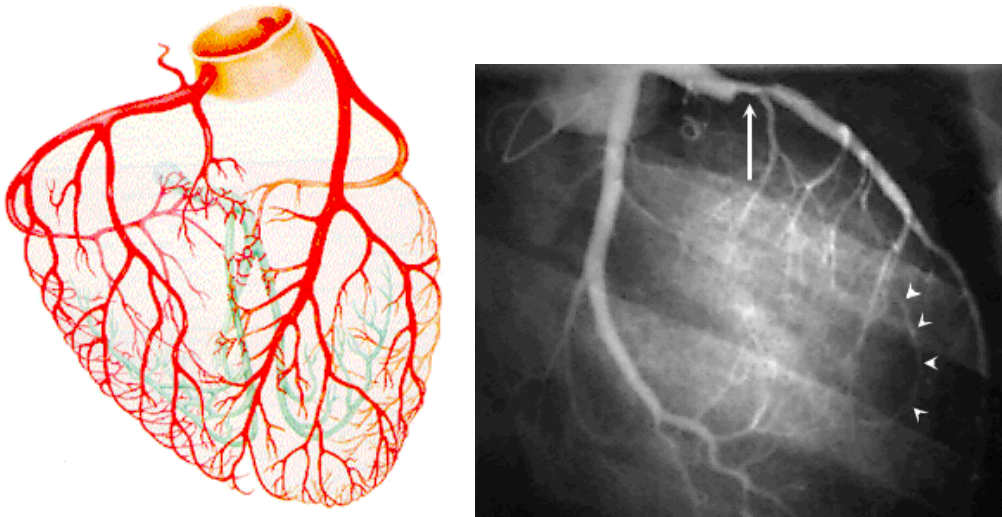
Καρδιακός Καθετηριασμός

Στην αρχή χορηγείται τοπικό αναισθητικό στο σημείο από το οποίο θα μπει ο καθετήρας. Ο γιατρός εισάγει στη συνέχεια έναν πολύ λεπτό πλαστικό σωλήνα, τον καθετήρα, μέσα σε μία αρτηρία του ποδιού και τον προωθεί πολύ προσεκτικά, μέχρις ότου το άλλο άκρο του φτάσει στην καρδιά. Ειδικός καθετήρας εισάγεται στα στόμια των στεφανιαίων αρτηριών που βρίσκονται στην αρχή της ανιούσας αορτής. Τότε ο γιατρός διοχετεύει στο σωλήνα ένα ειδικό υγρό που κυκλοφορεί αμέσως στις στεφανιαίες. Ταυτόχρονα, ένα μηχάνημα κάνει συνεχείς λήψεις σε φιλμ και “φωτογραφίζει” με αλληπάλληλες ακτινογραφίες τη ροή αυτού του υγρού στις αρτηρίες. Έτσι απεικονίζεται η ροή του αίματος και εντοπίζονται τα σημεία κυκλοφορικής συμφόρησης. (Θα μελετήσουμε τις ακτινογραφίες σε κατοπινό κεφάλαιο.)



Ασθενής και γιατροί στο θάλαμο καθετηριασμού και στεφανιογραφίας.

Στη στεφανιογραφία παρατηρείται η μορφολογία και η ανατομία των στεφανιαίων αρτηριών, διαπιστώνονται τυχόν στενώσεις τους (η σοβαρότητα τους και η τοπογραφική θέση τους), και τυχόν παράπληρη κυκλοφορία. Ελέγχεται επίσης η βατότητα προηγούμενων στενώσεων που υποβλήθηκαν σε διόρθωση (αορτοστεφανιαίας παράκαμψη ή αγγειοπλαστική).

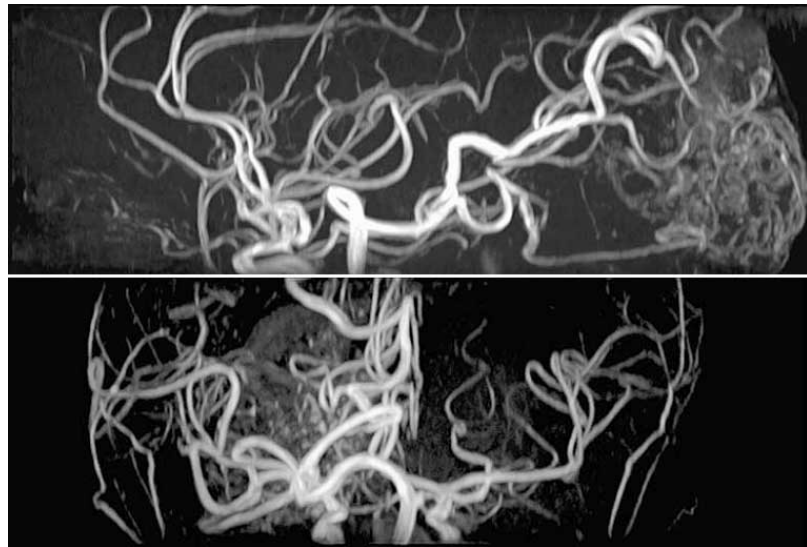


Σχεδιάγραμμα των στεφανιαίων αρτηριών (αριστερά) και στεφανιογράφημα (δεξιά.) Το μεγάλο τόξο δείχνει μια περιοχή αριστερής στεφανιαίας με 75 % στένωση και τα μικρά τόξα επισημαίνουν την δημιουργία παράπλευρης κυκλοφορίας λόγω της στένωσης.

Η στεφανιογραφία όμως εμφανίζει και κάποιους σημαντικούς περιορισμούς. Η αθηροσκλήρωση είναι μια διάχυτη νόσος του τοιχώματος και δεν να εκτιμηθεί πάντοτε με ακρίβεια χρησιμοποιώντας αγγειογραφικές τεχνικές. Ανατομικά στοιχεία όπως οι η ύπαρξη θρόμβου δεν φαίνονται στην στεφανιογραφία. Οι μεταβολές του αγγειακού τόνου, της σύσφιξης δηλαδή των μυών των αγγείων, μπορεί να επηρεάσουν τη διάμετρο του αγγείου, το ίδιο δε μπορεί να προκληθεί από μεταβολές της γωνίας και του ύψους της ακτινοσκοπικής κάμερας καθώς και από την ανομοιόμορφη έγχυση του σκιαγραφικού. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα, όμως, της μεθόδου είναι η έλλειψη συσχέτισης των αποτελεσμάτων της με φυσιολογικές μεταβλητές. Αν και η ελάχιστη διάμετρος του αγγείου σε μία περιοχή σοβαρής στένωσης είναι ο σημαντικότερος δείκτης λειτουργικής σημασίας, η σημασία των ενδιάμεσων στενώσεων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί από την διάμετρο και μόνο.

Η στεφανιογραφία εγκυμονεί και κάποιους κινδύνους. Υπάρχει η πιθανότητα να παρουσιαστούν κάποια προβλήματα, π.χ. θρόμβωση, ανακοπή, τραυματισμός της αρτηρίας ή κάποια λοίμωξη. Ο ασθενής μπορεί, επίσης, να αντιδράσει αλλεργικά στο ειδικό υγρό που εγχύεται ενδοφλέβια.

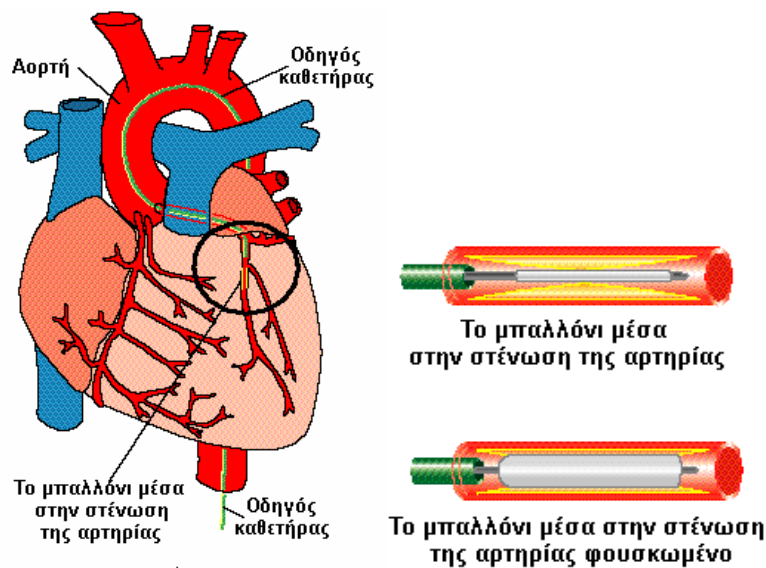
Η μαγνητική στεφανιογραφία είναι μία νέα μη επεμβατική τεχνική που βασίζεται στην μαγνητική τομογραφία, χάρη στην οποία οι γιατροί μπορούν να έχουν μία τρισδιάστατη εικόνα της καρδιάς και των αγγείων της. [6] Θα αποτελέσει μελλοντικά, σύμφωνα με τους ειδικούς, το κύριο διαγνωστικό εργαλείο για τη διάγνωση της στεφανιαίας νόσου, την ανεύρεση δηλαδή των αγγείων της καρδιάς που έχουν αποφραχθεί. Το πλεονέκτημα της νέας τεχνικής είναι ότι προσφέρει υψηλής ευκρίνειας τρισδιάστατες εικόνες της καρδιάς και των στεφανιαίων αγγείων, εφάμιλλης ποιότητας με αυτές της κλασσικής στεφανιογραφίας, χωρίς την εισαγωγή καθετήρα στα αγγεία και χωρίς την έγχυση σκιαγραφικού υγρού. Αν και είναι πολύ νωρίς για να υποστηρίξουμε ότι η μαγνητική στεφανιογραφία θα αντικαταστήσει την "κλασική" μέθοδο, η νέα μέθοδος σίγουρα θα αποτελέσει μια συμπληρωματική εξέταση για τη στεφανιογραφία που είναι πιο επεμβατική. Άλλωστε, ας μην ξεχνάμε ότι η μαγνητική αγγειογραφία κοστίζει σχεδόν τα μισά χρήματα, σε σχέση με την κλασική μέθοδο. (Θα μελετήσουμε την Μαγνητική Τομογραφία σε κατοπινό κεφάλαιο.)



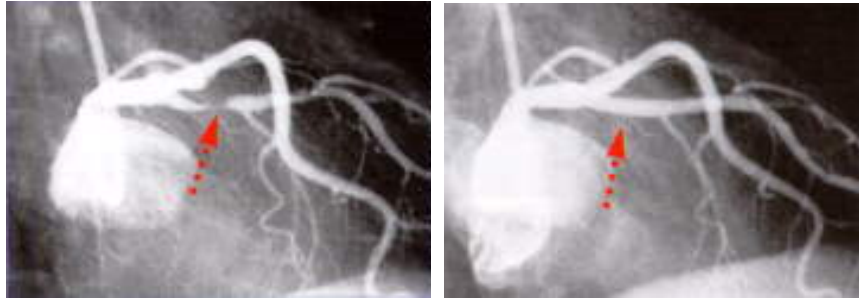
Μαγνητική Αγγειογραφία

Η αγγειοπλαστική εφαρμόζεται στην θεραπεία της στεφανιαίας νόσου, και η αρχή της στηρίζεται στην διάταση της στενωμένης αρτηρίας με ειδικό μπαλόνι. [7] Αφού έχει προηγηθεί στεφανιογραφία και εκτίμηση των στεφανιαίων στενώσεων καθετηριάζεται η προς διάνοιξη στεφανιαία αρτηρία. Οδηγό σύρμα τοποθετείται μέσα στην στένωση. Πάνω από το σύρμα διέρχεται καθετήρας που στην άκρη του φέρει επίμηκες μπαλόνι το οποίο τοποθετείται μέσα στην στένωση. Εν συνεχεία το μπαλόνι διατείνεται με εμφύσηση αέρα. Εάν η διάνοιξη της αρτηρίας δεν είναι ικανοποιητική συρμάτινος νάρθηκας (τα γνωστά stent) τοποθετείται στην στένωση.

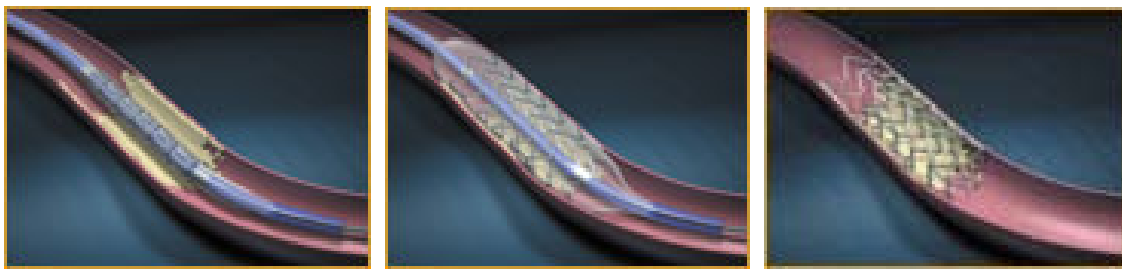
Σε ένα σοβαρό ποσοστό 15-30% των αρρώστων παρουσιάζεται μέσα στο πρώτο εξάμηνο επαναστένωση της αρτηρίας λόγω υπερβολικής αντίδρασης επούλωσης. Αυτοί οι ασθενείς χρειάζονται νέα αγγειοπλαστική. Σήμερα με την τοποθέτηση των αγγειακών νάρθηκων (stent) το πρόβλημα έχει μειωθεί κατά πολύ. Άλλες επιπλοκές είναι οξεία επαναστένωση της αρτηρίας, οξύ έμφραγμα μυοκαρδίου, ρήξη της στεφανιαίας αρτηρίας, θρομβοεμβολικά επεισόδια, και σπάνια θάνατος. Σε εξειδικευμένα κέντρα η θνητότητα από την επέμβαση ανέρχεται σε 1-1,5%.



Είσοδος του καθετήρα στις στεφανιαίες (αριστερά) και το μπαλόνι μέσα στην αρτηρία (δεξιά)



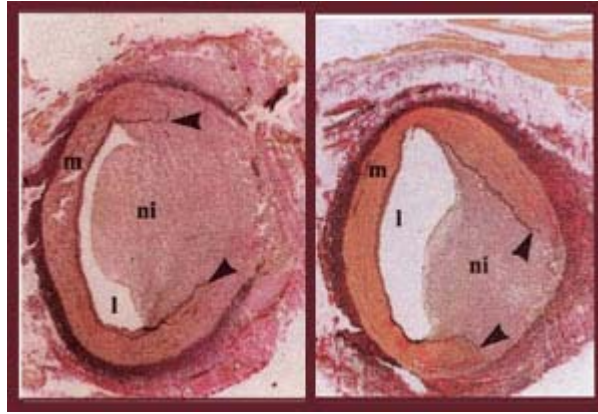
Στεφανιαία αρτηρία πριν την αγγειοπλαστική (αριστερά.) Το βέλος δείχνει το σημείο στένωσης της αρτηρίας. Η ίδια στεφανιαία αρτηρία μετά την αγγειοπλαστική (δεξιά.) Το βέλος δείχνει το σημείο διάνοιξης της στενωμένης αρτηρίας



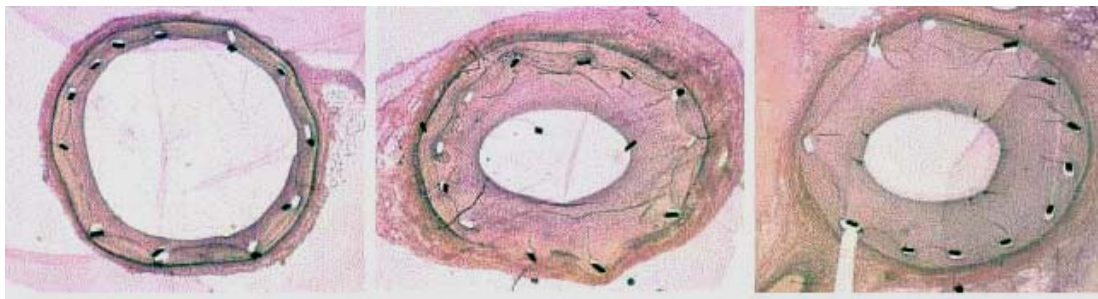
Τοποθέτηση Stent στην στενωμένη στεφανιαία αρτηρία (πριν, κατά και μετά την διάταση του)

Από την αγγειοπλαστική επωφελούνται οι άρρωστοι με στηθάγχη ή πιστοποιημένη ισχαιμία στην δοκιμασία κόπωσης ή το σπινθηρογράφημα. Τέτοιοι ασθενείς είναι όσοι έχουν οξύ έμφραγμα με μετεμφραγματική στηθάγχη, παλαιό έμφραγμα μυοκαρδίου και θετική δοκιμασία κόπωσης, σοβαρή σταθερή στηθάγχη, ασταθή στηθάγχη που δεν απαντά στην φαρμακευτική αγωγή, στενώσεις σε αορτοστεφανιαία μοσχεύματα. Σήμερα με την διεύρυνση των ενδείξεων της αγγειοπλαστικής λίγοι είναι οι ασθενείς που οδηγούνται στο χειρουργείο για αορτοστεφανιαία παράκαμψη. Αντενδείκνυται αγγειοπλαστική σε χρόνια πλήρη απόφραξη της αρτηρίας που έχει πλέον ασβεστωθεί και σε αγγεία με διάσπαρτες πολλαπλές βλάβες. Επίσης αντενδείκνυται αγγειοπλαστική, σε στένωση > 1,5 cm σε μήκος και σε στένωση σε καμπή ή διχασμό αγγείου.

Πάνω από 1 εκατομμύριο διαδικασίες αγγειοπλαστικής με ή χωρίς νάρθηκα (stent) διενεργούνται παγκόσμια κάθε χρόνο. Ενώ αυτές οι διαδικασίες έχουν ένα υψηλό αρχικό ποσοστό επιτυχίας, το χρόνιο πρόβλημα της επαναστένωσης αναπτύσσεται σε ένα μεγάλο ποσοστό των ασθενών. Ας εξετάσουμε τους μηχανισμούς που κρύβονται πίσω από τη διαδικασία της επαναστένωσης. Ο πρώτος μηχανισμός επαναστένωσης είναι λόγω “ελαστικής οπισθοχώρησης,” όπου τα τοιχώματα της αρτηρίας τείνουν να αναπηδούν πίσω προς την προηγούμενη τους θέση αμέσως μετά από τη διαδικασία. Ένας δεύτερος μηχανισμός είναι η “χρόνια αναδιαμόρφωση”. Κατά την αναδιαμόρφωση, το αγγείο συρρικνώνεται καθώς επουλώνεται με αποτέλεσμα να μικραίνει και η διάμετρος του αυλού του. Ο τρίτος μηχανισμός επαναστένωσης περιλαμβάνει την υπερβολική αύξηση του ιστού λείων μυών γνωστή ως “υπερπλασία του έσω χιτώνα”. Τα κύτταρα λείων μυών κ πολλαπλασιάζονται στα τοιχώματα των αγγείων και μεταναστεύουν στον αυλό της αρτηρίας. Ένας νάρθηκας είναι αρκετά ισχυρός ώστε να αποτρέψει την ελαστική οπισθοχώρηση και τη χρόνια αναδιαμόρφωση, αλλά η υπερπλασία συνεχίζει να είναι πρόβλημα. Σε 20 έως 40 τοις εκατό των ασθενών που λαμβάνουν νάρθηκα, η υπερπλασία προκαλεί σημαντική επαναστένωση.



Τομές στεφανιαίας αρτηρίας που παρουσιάζουν επαναστένωση



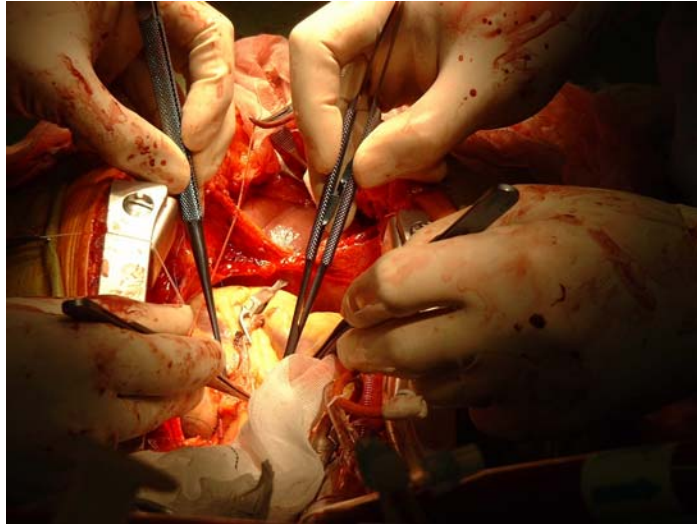
Τομές στεφανιαίας αρτηρίας με νάρθηκα (stent) που παρουσιάζουν επαναστένωση

Κατά την διάρκεια του στεφανιογραφήματος ο καρδιολόγος διαπιστώνει ότι η Π.Κ. έχει 4 τμήματα των στεφανιαίων αρτηριών κλειστά και μάλιστα το ένα παρουσιάζει στένωση για 2.1 cm. Η αγγειοπλαστική επέμβαση ακυρώνεται μια και είναι τώρα φανερό ότι η Π.Κ. χρειάζεται **εγχείρηση αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως (by-pass)**.

Ας παρακάμψουμε το πρόβλημα

Είναι γνωστό ότι η στεφανιαία νόσος οφείλεται σε στενώσεις των στεφανιαίων αρτηριών. Η εγχειρητική τεχνική παράκαμψης των στεφανιαίων στενώσεων ονομάζεται αορτοστεφανιαία παράκαμψη. [2] Η παράκαμψη (υπερπήδηση), με φλεβικά ή αρτηριακά μοσχεύματα, γίνεται συνήθως από την αορτή προς την στεφανιαία αρτηρία μετά την στένωση. Το ένα άκρο της φλέβας ή της αρτηρίας συρράπτεται στην αορτή και το άλλο στην στεφανιαία αρτηρία μετά την στένωση. Έτσι τροφοδοτείται η στεφανιαία κυκλοφορία με αρκετό αίμα από την αορτή. Η παράκαμψη (υπερπήδηση), με αρτηρίες γίνεται από τη θέση της εκφύσεως τους προς την στεφανιαία αρτηρία πάλι μετά την στένωση (το ένα άκρο της αρτηρίας παραμένει ως έχει και το άλλο συρράπτεται στην στεφανιαία αρτηρία μετά την στένωση.)

Η εγχείρηση στεφανιαίας παρακάμψεως γίνεται με σκοπό τη βελτίωση της επιβιώσεως του αρρώστου και τη βελτίωση των συμπτωμάτων του. Αορτοστεφανιαία παράκαμψη συνιστάται συνήθως σε ασθενείς με νόσο και στα 3 στεφανιαία αγγεία η ακόμη και σε νόσο μικρότερης έκτασης όπου όμως είναι τεχνικώς αδύνατη η αγγειοπλαστική, και η συντηρητική αγωγή με φάρμακα είναι ανεπαρκής. Η επέμβαση αυτή αντενδείκνυται σε ασθενείς με βαριά καρδιακή ανεπάρκεια.

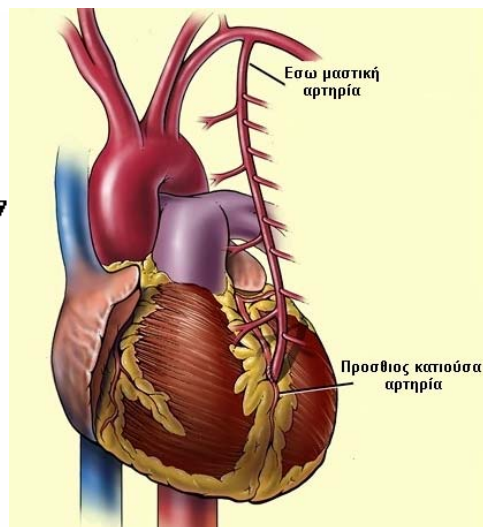
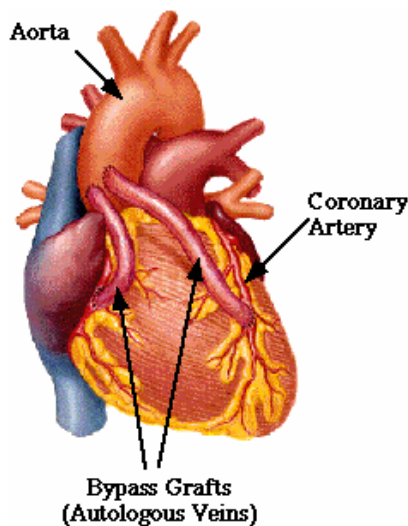


Εγχείρηση αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως (by-pass)

Για την παράκαμψη, χρησιμοποιούνται:

- Φλεβικά ή αρτηριακά μοσχεύματα: Σαν φλεβικά μοσχεύματα χρησιμοποιούνται φλέβες που αποκόπτονται από τα κάτω άκρα ή αρτηρίες που αποκόπτονται από τα άνω άκρα. Τα φλεβικά μοσχεύματα λαμβάνονται συνήθως από την έσω επιφάνεια των κάτω άκρων, από το άνω μέρος του μηρού μέχρις του άκρου ποδός. (Συνήθως λαμβάνεται η μείζονα σαφηνή φλέβα). Σαν αρτηριακά μοσχεύματα χρησιμοποιούνται αρτηρίες που αποκόπτονται συνήθως από τα άνω άκρα.
- Κοντινές αρτηρίες: Χρησιμοποιούνται οι έσω μαστικές αρτηρίες (δεξιά και αριστερά) που βρίσκονται πλάγια του στέρνου, η δεξιά γαστροεπιπλοϊκή από το στομάχι, η οποία αφού διέλθει από το διάφραγμα, αναστομώνεται με τα στεφανιαία αγγεία, κ.λ.π.

Η αναστόμωση του μοσχεύματος με τη στεφανιαία αρτηρία μπορεί να γίνει είτε απευθείας με το αγγείο όπως είναι, ή γίνεται πρώτα ενδαρτηρεκτομή, δηλαδή αφαίρεση της αθηρωματικής πλάκας από το εσωτερικό της αρτηρίας.



Φλεβικά μοσχεύματα ξεκινούν από την αορτή και καταλήγουν στις στεφανιαίες αρτηρίες. (αριστερά)
Αορτοστεφανιαία παράκαμψη με την έσω μαστική αρτηρία (δεξιά)

Η βατότητα των φλεβικών μοσχευμάτων μέσα στους πρώτους 6 μήνες είναι πάνω από 80%. Μετά τους 6 μήνες οι πιθανότητες να μείνουν ανοιχτά είναι πολύ μεγάλες. Το ετήσιο ποσοστό απόφραξης των μοσχευμάτων είναι περίπου 2%.Εν αντιθέσει με τα φλεβικά, τα αρτηριακά μοσχεύματα όπως της έσω μαστικής, παραμένουν βατά (ανοιχτά) για πολλά χρόνια σε εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό (πάνω

από 90% στη 10ετία). Ανακούφιση των ασθενών από τον πόνο (στηθάγχη) επιτυγχάνεται με εγχείρηση σε ένα ποσοστό 75 έως 90%, ενώ με την καλύτερη φαρμακευτική θεραπεία το ποσοστό αυτό είναι σαφώς μικρότερο. Η υποτροπή της στηθάγχης συνήθως οφείλεται στην περαιτέρω επιδείνωση της νόσου και σε στένωση ή απόφραξη των ιδίων των φλεβικών μοσχευμάτων. Γι' αυτό ένα ποσοστό 10-15% περίπου από τους χειρουργημένους ασθενείς θα επαναχειρουργηθούν μέσα στα επόμενα 10-12 χρόνια. Η νέα επέμβαση έχει περίπου 2 φορές υψηλότερο κίνδυνο την πρώτη. Τα μοσχεύματα σε μικρές αρτηρίες, σε περιοχές με κακή λειτουργία του μυοκαρδίου, σε γυναίκες με μικρό σωματικό μέγεθος και μικρά αγγεία, εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά βατότητας. Σχεδόν όλοι οι ασθενείς μετεγχειρητικώς τοποθετούνται σε ασπιρίνη ημερησίως η οποία βοηθά ώστε να διατηρηθεί η βατότητα των μοσχευμάτων.

Η εγχείρηση διαρκεί περίπου 2,5-5 ώρες, αναλόγως και του αριθμού των μοσχευμάτων. Συνήθως τοποθετούνται 3-4 μοσχεύματα. Μετά την εγχείρηση ο άρρωστος παραμένει περίπου επί 2 ημέρες στη μονάδα εντατικής παρακολούθησης και στη συνέχεια σε θάλαμο για άλλες 6-8 ημέρες. Προ της εξόδου από το νοσοκομείο πρέπει να υπάρχει μια ακτινογραφία θώρακος, ηλεκτροκαρδιογράφημα, εξέταση αίματος για ηλεκτρολύτες, αιματοκρίτη, ουρία. Επίσης, εάν ενδείκνυται, υπερηχογράφημα καρδιάς.

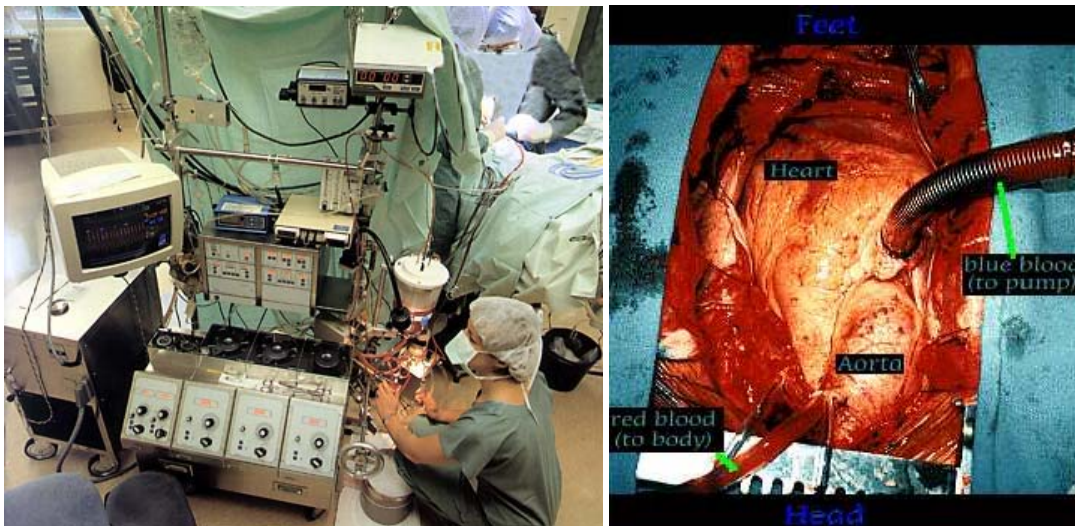
Μετά την έξοδο από το νοσοκομείο, υπερλιπιδαιμία και υπέρταση πρέπει να καταπολεμούνται συστηματικά. Το κάπνισμα, μετά από στεφανιαία παράκαμψη, είναι ένα είδος αυτοκτονίας, όπως τεκμηριούται από διεθνείς στατιστικές. Κάπνισμα μετά από by-pass είναι σαν να μην είχε γίνει by-pass. Η φυσική άσκηση είναι ενδεδειγμένη υπό στενή ιατρική παρακολούθηση. Ορισμένοι άρρωστοι εμφανίζουν ψυχικά και νευροφυτικά προβλήματα ύστερα από την εγχείρηση. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η ψυχική τόνωση του ασθενούς από τον καρδιολόγο και καρδιοχειρουργό. Μετά την έξοδο από το νοσοκομείο περίπου το 60-87% των αρρώστων επιστρέφουν στην εργασία τους. Ασθενείς που επιστρέφουν σε υπεύθυνα για το κοινό επαγγέλματα (πιλότοι, οδηγοί φορτηγών, λεωφορείων κ.λ.π.) πρέπει να υποβληθούν σε επιτυχή δοκιμασία κοπώσεως και να μην έχουν κλινικά ενοχλήματα.

Η θνησιμότητα σε αρρώστους με καλό μυοκάρδιο είναι κάτω του 2%. Το περιεγχειρητικό ή διεγχειρητικό έμφραγμα φθάνει το 5%, ενώ εγκεφαλικά επεισόδια, οφειλόμενα σε εμβολή ή θρόμβωση δεν είναι σπάνια (~ 5 %), ιδίως σε ηλικιωμένους ασθενείς. Αρρυθμίες τύπου κολπικής μαρμαρυγής ή περφυγμού εμφανίζονται σε ένα ποσοστό 10%. Η περικαρδίτις από ερεθισμό του περικαρδίου και αυτοάνοσο αντίδραση φθάνει στα 20%. Παρουσιάζεται ακόμα, σε περίπου 30% των ασθενών, το λεγόμενο “μετακαρδιοτομικό σύνδρομο” όπου πόνος στο στήθος και πυρετός μπορεί να διαρκέσει από 6 μέρες έως και μήνες. Έχουν, επίσης, αναφερθεί απώλεια μνήμης, απώλεια διανοητικής σαφήνειας ή “συγκεχυμένη σκέψη.” Ακόμα, μπορεί να εμφανισθεί συλλογή πλευριτικού υγρού μετεγχειρητικώς.

Η επανάληψη της σεξουαλικής δραστηριότητας είναι ένα σημαντικό βήμα προς πλήρη αποκατάσταση της κανονικής ζωής του ασθενή, αλλά μπορεί επίσης να προκαλέσει φόβο και ανησυχία για το ζευγάρι. Συνήθως η ανησυχία επικεντρώνεται στο φόβο ότι η συνουσία θα είναι πάρα πολύ επίπονη και θα προκαλέσει έμφραγμα. Το ζευγάρι πρέπει να είναι ανοικτό και αληθινό για τις σκέψεις και τα συναισθήματά του. Γενικά, η σεξουαλική επαφή με το σύζυγο ή τον κανονικό εραστή δεν είναι πιο επίπονη από ένα γρήγορα περπάτημα μισό μίλι ή αναρρίχηση σε 20-30 σκαλοπατιών. Εάν αυτές οι δραστηριότητες οδηγούν σε στηθάγχη, δύσπνοια ή μεγάλη κούραση τότε ο ασθενής πρέπει να δει τον γιατρό του πριν επαναλάβει τη σεξουαλική δραστηριότητα. Είναι επίσης σωστό να αποφεύγονται οι στάσεις που ασκούν πίεση στο στήθος και τα χέρια και να περνά τουλάχιστον μισή ώρα μετά από το φαγητό. Εκτός από το άγχος, ορισμένα φάρμακα για την καρδιά μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη σεξουαλική διέγερση και την απόδοση. Σε τέτοια περίπτωση καλό είναι ο ασθενής να συζητά με τον γιατρό τα προβλήματα του.

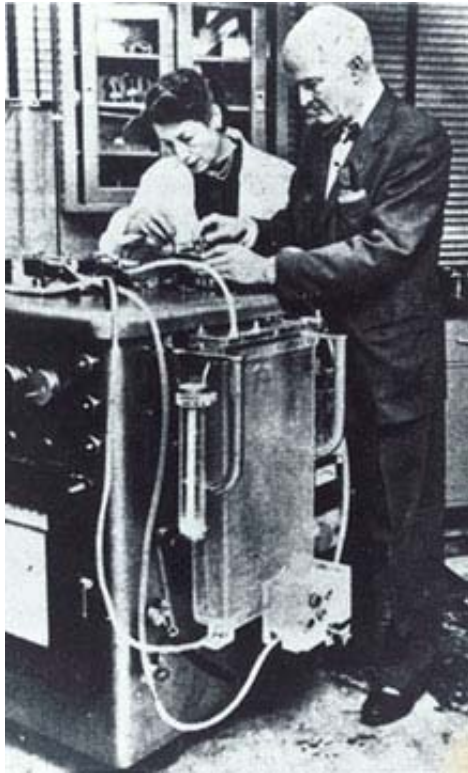
Ποιος θα αναπνέει για σένα;

Για να εκτελεστεί μια καρδιακή επέμβαση χρειάζεται το στήθος να ανοίξει και η καρδιά να είναι ακίνητη. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι μύες του θώρακα δεν μπορούν διαστείλουν τους πνεύμονες και να διοχετεύσουν οξυγόνο και, ακόμα, η καρδιά δεν μπορεί να ωθήσει το αίμα προς τις αρτηρίες. Πρέπει λοιπόν να υπάρχει κάποια τεχνολογία που να διατηρεί τον ασθενή εν ζωή κατά τις εγχειρήσεις ανοικτής καρδιάς. Αυτό επιτυγχάνεται με μηχανική υποκατάσταση της καρδιάς και των πνευμόνων, δια της χρησιμοποίησης της καρδιοαναπνευστικής μηχανής (Heart-lung machine.) [8] Η μηχανή αυτή προσφέρει πίεση και οξυγόνο στο αίμα, αφού, όπως αναφέραμε πιο πάνω, η καρδιά και οι πνεύμονες έχουν σταματήσει να λειτουργούν κατά τη διάρκεια της καρδιακής επέμβασης. Η εφαρμογή της εξωσωματικής κυκλοφορίας απαιτεί την αποκάλυψη της καρδιάς με το κόψιμο του στέρνου στη μέση γραμμή, τοποθέτηση καθετήρων στην αορτή και κοίλες φλέβες και διασύνδεση των καθετήρων με τους σωλήνες της μηχανής της εξωσωματικής κυκλοφορίας. Στις περισσότερες επεμβάσεις ανοικτής καρδιάς διακόπτεται προσωρινά η ροή των στεφανιαίων αρτηριών δια της εφαρμογής λαβίδας επί της αορτής, αποκλείοντας έτσι την κυκλοφορία στις στεφανιαίες αρτηρίες. Κατά τη διάρκεια αυτή, το μυοκάρδιο χρειάζεται προστασία, η οποία επιτυγχάνεται με τοπική υποθερμία και καρδιοπληγία. Υποθερμία και καρδιοπληγία γίνεται με ταχεία χορήγηση ψυχρού διαλύματος καλίου με αίμα στη στεφανιαία κυκλοφορία. Μετά την επέμβαση ο ασθενής αποσυνδέεται σταδιακά από την εξωσωματική κυκλοφορία και τελικά η καρδιά και οι πνεύμονές του λειτουργούν αυτοτελώς και πάλι.



Μηχανή εξωσωματικής κυκλοφορίας στο χειρουργείο (αριστερά) και οι σωλήνες ενωμένοι με την καρδιά (δεξιά.)

Η παράκαμψη της καρδιάς με εξωτερική κυκλοφορία του αίματος δοκιμάστηκε αρχικά από τον Ιωάννη Γκίμπον το 1937. [9] Αντικαθιστώντας μερικώς την κυκλοφορία μεταξύ της καρδιάς και των πνευμόνων, κατόρθωσε κατ' αυτό τον τρόπο να κρατήσει μια γάτα ζωντανή για τέσσερις ώρες. Δύο χρόνια αργότερα μετά από παρόμοιες διαδικασίες, κάτω όμως από ασηπτικές συνθήκες, 3 από 13 γάτες επέζησαν για περισσότερο από 250 ημέρες, με τα υπόλοιπα ζώα να επιζούν μεταξύ 1 και 23 ημέρες. Κατά τη διάρκεια αυτών των αρχικών πειραμάτων, ο Γκίμπον εξέτασε διάφορους τύπους αντλιών και οξυγονωτών. Διαπίστωσε ότι παλλόμενη ροή, όπως αυτήν που παράγεται από την καρδιά, δεν είναι απαραίτητη. Μια απλή αντλία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει τη συνεχή ροή. Σχεδίασε, ακόμα, και κατασκεύασε έναν τεχνητό πνεύμονα βασισμένο σε έναν περιστρεφόμενο κοίλο κύλινδρο στον οποίο το αίμα έρεε αργά. Το λεπτό στρώμα αίματος που σχηματίζεται στα τοιχώματα του κυλίνδρου κάτω από φυγοκεντρική δύναμη διευκολύνει την απορρόφηση του πεπιεσμένου οξυγόνου από τα ερυθρά αιμοσφαίρια. Το οξυγονωμένο αίμα συλλέγεται στο κατώτατο σημείο του κυλίνδρου και ανατροφοδοτείται στο ζώο.



Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, ο Γκίμπον και οι συνεργάτες του άρχισαν εκτενή πειράματα σε σκυλιά για να εξετάσουν τα αποτελέσματα παρατεταμένης ροής του αίματος μέσω ενός τεχνητού πνεύμονα και εξ' ολοκλήρου αποκλεισμού της καρδιάς και των πνευμόνων από την κυκλοφορία. Ανακάλυψε ότι ακόμα και μόνο η παρέλευση του αίματος μέσα από το εξωτερικό τεχνητό κύκλωμα προκαλούσε το θάνατο σε λιγότερο από 12 ώρες από πολλαπλούς μικρούς θρόμβους αίματος. Αυτό το πρόβλημα υπερνικήθηκε με την ενσωμάτωση ενός λεπτού φίλτρου στο κύκλωμα. Το επόμενο βήμα, το 1953, ήταν το άνοιγμα της καρδιάς κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της παράκαμψης. Αρχικά, μόνο τα μισά ζώα επιβίωναν της επέμβασης, με πιο συχνή αιτία θάνατο την εισδοχή αέρα στην καρδιά. Αυτό το πρόβλημα επιλύθηκε με την χρήση της συνεχούς αναρρόφησης. Με αυτό τον τρόπο οι θάνατοι μειώθηκαν στο 12%.

Ο Γκίμπον και η γυναίκα του δίπλα από μια μηχανή εξωσωματικής κυκλοφορίας. Η κα. Γκίμπον ήταν χημικός μηχανικός και έπαιξε συμπαντικό ρόλο στον σχεδιασμό και κατασκευή του πρωτοτύπου.

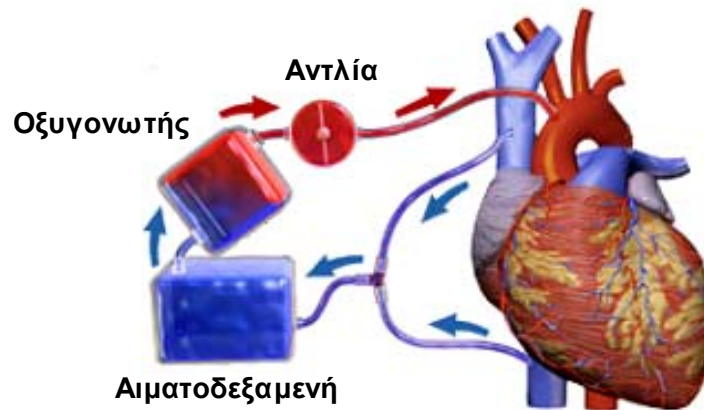
Σύντομα μετά τα πρώτα πειράματα, ο Γκίμπον εκτέλεσε τις πρώτες επεμβάσεις ανοικτής καρδιάς χρησιμοποιώντας τις μηχανές εξωσωματικής κυκλοφορίας σε ασθενείς. Η πρώτη επιτυχής επέμβαση ήταν σε ένα 18χρονο κορίτσι που υπέφερε από ανεπάρκεια της δεξιάς κοιλίας. Μια 45λεπτη εγχείρηση χρειάστηκε για να διορθώσει μια ατέλεια στην καρδιά και η ασθενής ανάρρωσε πλήρως και ήταν υγιής τουλάχιστον πέντε χρόνια αργότερα. Κατά τη διάρκεια αυτών των πρώτων εγχειρήσεων ανοικτής καρδιάς, η καρδιά συνέχιζε να κτυπά, προκαλώντας διαρροή του αίματος και δυσχεραίνοντας σοβαρά το χειρουργό, που προσπαθούσε να επιδιορθώσει έναν κινούμενο στόχο. Το 1955, ο Ντένης Μέλροουζ και οι συνεργάτες του, χρησιμοποιώντας κιτρικό άλας καλίου και έπειτα χλωρίδιο του καλίου, πέτυχαν να σταματήσουν την καρδιά ακίνδυνα σε αναισθητοποιημένα σκυλιά σε μια μηχανή εξωσωματικής κυκλοφορίας. Τα επόμενα πειράματα από τον Μέλροουζ και το Δαβίδ Χέαρς, που χρησιμοποίησαν απομονωμένες καρδιές κουνελιών και αρουραίων, καθιέρωσαν τις βέλτιστες συγκεντρώσεις του χλωριδίου του καλίου για να σταματήσουν την καρδιά, και τους τρόπους να την διατηρήσουν εν ζωή ενώ αυτή στερείται αίματος. Αυτό επιτεύχθηκε με την διατήρηση της καρδιάς σε ένα διάλυμα διάφορων αλάτων με ακριβή συγκέντρωση και τη μείωση της θερμοκρασίας κάτω από 28 βαθμούς C. Αυτή η "κρύα καρδιοπληγία" χρησιμοποιείται συνήθως σήμερα σε εγχειρήσεις ανοικτής καρδιάς.

Σε μια εγχείρηση "ανοικτής" καρδιάς τα βασικότερα προβλήματα είναι:

- Η διατήρηση της άρδευσης και οξυγόνωσης των ιστών του σώματος
- Η αποφυγή μαζικής απώλειας αίματος
- Η αποφυγή εμβολής με αέρα.

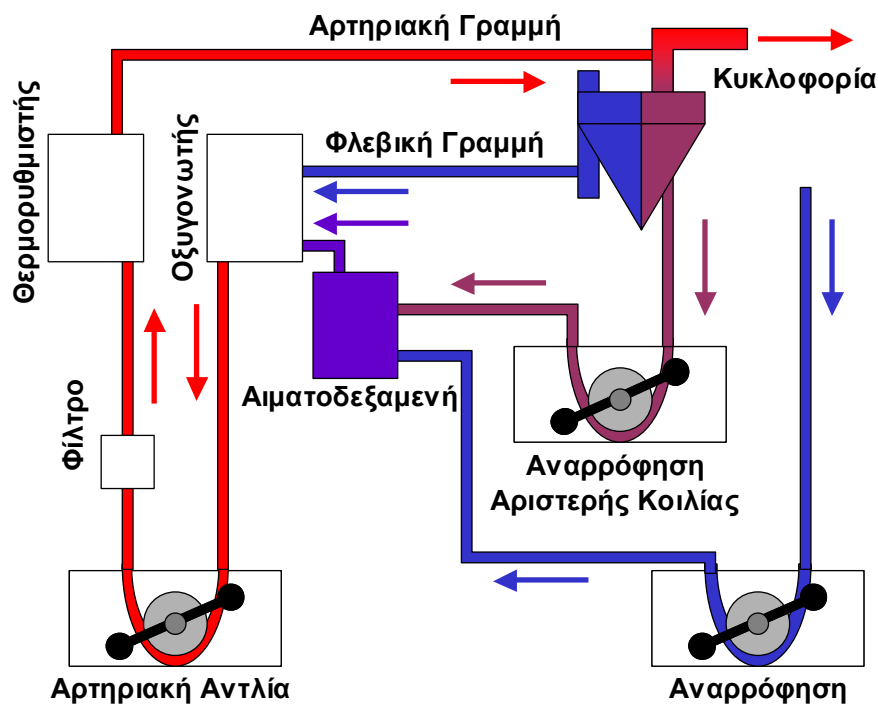
Τα προβλήματα αυτά επιλύονται σε αρκετά μεγάλο ποσοστό με:

- την εξωσωματική διατήρηση της κυκλοφορίας καθώς και τη τεχνητή οξυγόνωση του αίματος με την καρδιοαναπνευστική μηχανή(Heart-lung machine)
- την τροποποίηση του μεταβολισμού των ιστών με χημικά και φυσικά μέσα (καρδιοπληγικό διάλυμα, υποθερμία).



Βασικές αρχές της μηχανής εξωσωματικής κυκλοφορίας

Μετά την τοποθέτηση των καθετήρων η αναπνοή και η κυκλοφορία υποκαθίστανται από την καρδιοαναπνευστική μηχανή. Μέσω των καθετήρων φλεβικής συλλογής το φλεβικό αίμα με την βοήθεια της βαρύτητας οδηγείται στον οξυγονωτή. Εκεί συντελείται η ανταλλαγή των αερίων και στη συνέχεια με την βοήθεια μιας περιστροφικής αντλίας επιστρέφει στην αορτή αφού προηγουμένως φιλτραριστεί από φυσαλίδες και μικροσωματίδια στο ειδικό φίλτρο της συσκευής, και ρυθμιστεί η θερμοκρασία του αίματος στον θερμορυθμιστή ώστε να είναι στο επιθυμητό επίπεδο. Το αίμα το οποίο διαφεύγει στην περικαρδιακή κοιλότητα συλλέγεται με αναρροφήσεις από τον καθετήρα αναρρόφησης της καρδιοαναπνευστικής μηχανής, οδηγείται σε μια αιματοδεξαμενή, φιλτράρετε και φτάνει στον οξυγονωτή για να ακολουθήσει την διαδικασία του υπολοίπου αίματος της εξωσωματικής κυκλοφορίας. Το αίμα από την αριστερή κοιλία επίσης συλλέγεται με μια τρίτη αντλία και μεταφέρεται στην αιματοδεξαμενή.



Βασικές αρχές της καρδιοαναπνευστικής μηχανής

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι οξυγονωτών: οξυγονωτής “δια φυσαλλιδώσεως” (Bubble oxygenator) και οξυγονωτής “με μεμβράνη” (membrane oxygenator). Η καρδιοαναπνευστική μηχανή, ανάλογα με τον τύπο, χρησιμοποιεί τον ένα ή τον άλλο. Στον οξυγονωτή δια φυσαλλιδώσεως κατά την ανταλλαγή των αερίων το αίμα έρχεται σε απ’ ευθείας επαφή με το οξυγόνο στην επιφάνεια της φυσαλίδας. Η επαφή αυτή είναι δυνατόν να είναι επιβλαβής στα έμμορφα στοιχεία και τις πρωτεΐνες του αίματος εάν έχουμε παρατεταμένη διάρκεια εξωσωματικής κυκλοφορίας (πέραν των 4 ωρών). Πάντως για την πλειονότητα των επεμβάσεων δεν απαιτείτε χρόνος εξωσωματικής κυκλοφορίας πέραν των 2-3 ωρών. Ο οξυγονωτής με μεμβράνη ελαχιστοποιεί τη βλάβη των στοιχείων του αίματος γιατί κατά την ανταλλαγή των αερίων το αίμα δεν έρχεται σε άμεση επαφή με τις φυσαλίδες του οξυγόνου καθώς διαχωρίζετε από αυτό με μια λεπτή μεμβράνη μέσω της οποίας γίνεται η ανταλλαγή οξυγόνου (O₂) και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Οι οξυγονωτές με μεμβράνη είναι ακριβότεροι και δυσκολότεροι στη χρήση τους γι’ αυτό χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις και όπου αναμένετε μεγάλος χρόνος εξωσωματικής κυκλοφορίας.

Οι κίνδυνοι από εξωσωματική κυκλοφορία περιλαμβάνουν το σχηματισμό των μικρών θρόμβων αίματος στο αίμα που η μηχανή επεξεργάζεται, το οποίο (σε ακραίες περιπτώσεις) μπορεί να προκαλέσει εγκεφαλικό επεισόδιο, καρδιακή προσβολή ή νεφρική ανεπάρκεια με την επιστροφή στην κυκλοφορία του αίματος στο σώμα. Η εξωσωματική κυκλοφορία μπορεί επίσης να προκαλέσει μια φλεγμονώδη αντίδραση που μπορεί να βλάψει πολλά από τα συστήματα και όργανα του σώματος, ένα φαινόμενο που αποκαλείται μετακαρδιοτομικό σύνδρομο. Επιπλέον, η μετεγχειρητική αιμορραγία μπορεί να είναι μια σοβαρή περιπλοκή, απαιτώντας περιστασιακά επιστροφή στο χειρουργείο. Προβλήματα προσωρινής σύγχυσης ή απώλειας μνήμης έχουν επίσης αναφερθεί σε μερικές περιπτώσεις. Για να αποφύγουν αυτούς τους κινδύνους, οι γιατροί προσπαθούν να αναπτύξουν τεχνικές ελάχιστα επεμβατικές για τη εγχείρηση της καρδιάς που να μην περιλαμβάνουν τη χρήση μιας μηχανής εξωσωματικής κυκλοφορίας.

Η εγχείρηση αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως με την καρδιά σε λειτουργία είναι μια νέα εγχειρητική τεχνική αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως, κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι ότι η καρδιά παραμένει σε λειτουργία, και δεν χρησιμοποιείται η εξωσωματική κυκλοφορία. [10] Κατά την κλασσική μέθοδο αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως η καρδιά τίθεται εκτός λειτουργίας και η κυκλοφορία του αίματος γίνεται με τη βοήθεια ειδικού μηχανήματος εξωσωματικής κυκλοφορίας. Η νέα μέθοδος ονομάζεται χειρουργική επέμβαση παλλόμενης καρδιάς (beating heart surgery), εφαρμόστηκε το 1997 και σήμερα εφαρμόζεται σε μεγάλο αριθμό ασθενών που πρέπει να υποβληθούν σε εγχείρηση αορτοστεφανιαίας παρακάμψεως. Η νέα τεχνική είχε ως αποτέλεσμα μειωμένο κίνδυνο μετεγχειρητικών λοιμώξεων κατά 12%, κίνδυνο εμφάνισης αρρυθμιών μικρότερο κατά 25% , περιορισμό της ανάγκης μετάγγισης κατά 33%, ενώ ο αριθμός των ασθενών που χρειάστηκε να παραμείνουν στο νοσοκομείο περισσότερο από μία εβδομάδα μειώθηκε κατά 13%. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι το χαμηλό της οικονομικό κόστος σε σχέση με την κλασσική μέθοδο. Χρειάζεται όμως ο γιατρός να τύχει ειδικής και επίπονης εκπαίδευσης. Οι χειρουργοί που την εφαρμόζουν πιστεύουν ότι πρέπει να τύχει ευρύτερης αποδοχής, καθώς πλέον υπάρχουν και ερευνητικά δεδομένα για την αποτελεσματικότητα της.

Η εγχείρηση της Π.Κ. διάρκεσε αρκετές ώρες αλλά στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία. Η 4 στεφανιαίες αρτηρίες της Π.Κ. ήταν ανοικτές και λειτουργούσαν θαυμάσια! Όμως, ένα μήνα περίπου μετά την εγχείρηση η Π.Κ. άρχισε να νοιώθει περιοδικά αδύναμη και να έχει τάσεις λιποθυμίας. Μετά από επίσκεψη στον καρδιολόγο της, όπου και εξετάστηκε και είχε ηλεκτροκαρδιογράφημα, πληροφορήθηκε ότι το προηγούμενο έμφραγμα προκάλεσε κάποια βλάβη στο φλεβόκομβο της καρδιάς της με αποτέλεσμα να πάσχει τώρα από βραδυκαρδία και να κινδυνεύει ακόμα και με ανακοπή της καρδιάς της. Μια και η βραδυκαρδία της ήταν σοβαρή δεν ενδεικνυόταν φαρμακευτική αγωγή. Η καλύτερη θεραπεία σε αυτή την περίπτωση ήταν ένας **βηματοδότης**.

Βήμα-βήμα και καλή καρδιά

Σε περισσότερους από 250 000 ανθρώπους σε όλο τον κόσμο τοποθετούνται βηματοδότες σε περίοδο ενός χρόνου. Βηματοδότης, είναι μια συσκευή που παράγει ηλεκτρικά ερεθίσματα, τα οποία διεγείρουν την καρδιά μέσω ενός ή δυο ειδικών καλωδίων. [11] Το σύστημα του βηματοδότη, είναι κατασκευασμένο για να βοηθήσει, όταν χρειάζεται, την καρδιά να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες ανάγκες του σώματος σε παροχή αίματος. Τοποθετείται στις περιπτώσεις όπου η αυτόχθων διέγερση της καρδιάς έχει διαταραχθεί με αποτέλεσμα την εμφάνιση βραδυαρρυθμιών, οι οποίες μπορεί να προκαλούν ζάλη, κόπωση, δύσπνοια ή λιποθυμικά επεισόδια.

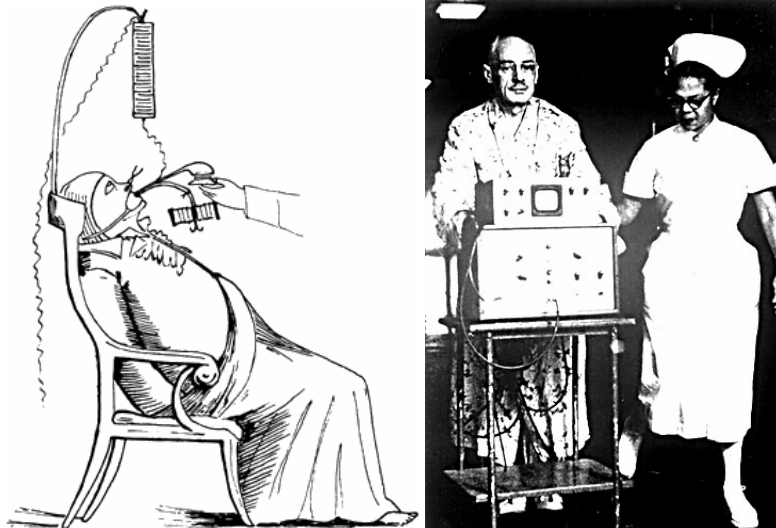
Ο καρδιακός ρυθμός υπό φυσιολογικές συνθήκες ρυθμίζεται από τον φυσικό καρδιακό βηματοδότη, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο πάνω δεξιό μέρος της καρδιάς και ονομάζεται φλεβόκομβος. Είναι μία μικρή ομάδα ειδικών κυττάρων που παράγουν ηλεκτρικά σήματα σε κανονικά διαστήματα. Ο φλεβόκομβος αυτόματα αυξομειώνει τον καρδιακό ρυθμό ανάλογα με τις ανάγκες του σώματος. Για παράδειγμα κατά την διάρκεια ασκήσεως ο καρδιακός ρυθμός αυξάνεται καθώς απαιτείται μεγαλύτερη ροή αίματος στο σώμα. Το ηλεκτρικό σήμα αποστέλλεται από τον φλεβόκομβο στον κολποκοιλιακό κόμβο, μία δεύτερη ομάδα από ειδικά κύτταρα, η οποία είναι τοποθετημένη κοντά στο κέντρο της καρδιάς. Ο κολποκοιλιακός κόμβος στέλνει τα σήματα στα μυϊκά τοιχώματα των κοιλιών. Αυτός ο φυσικός ηλεκτρικός δρόμος είναι πολύ σημαντικός, γιατί όταν τα σήματα φθάνουν στους χαμηλότερους θαλάμους συσπώνται οι δύο κοιλίες, τροφοδοτώντας έτσι το σώμα με αίμα. Αυτή την σύσπαση της καρδιάς σας μπορείτε να την νιώσετε όταν ψηλαφάτε το σφυγμό σας. Συνήθως οι δυο κοιλίες συσπώνται κλάσματα του δευτερολέπτου μετά τους κόλπους, αφού έχουν γεμίσει με αίμα. Αυτή η ιδανική ακολουθία χρονικού συντονισμού ονομάζεται κολποκοιλιακός συγχρονισμός.

Μερικές φορές ο φλεβόκομβος σταματά να λειτουργεί σωστά. Μπορεί να αυξομειώνει ακανόνιστα το ρυθμό με τον οποίο στέλνει τα ηλεκτρικά σήματα ή ο ρυθμός των σημάτων είναι πολύ χαμηλός. Οι θάλαμοι της καρδιάς δεν συσπώνται αρκετά συχνά ώστε να παρέχουν ικανοποιητική ποσότητα αίματος στο σώμα. Προβλήματα επίσης μπορεί να παρουσιαστούν και στον ηλεκτρικό δρόμο μεταξύ των κόλπων και των κοιλιών της καρδιάς. Ο φλεβόκομβος στέλνει σήματα τα οποία μπορεί να φτάσουν καθυστερημένα στον κολποκοιλιακό κόμβο ή να μη φτάσουν καθόλου στις κοιλίες. Αυτή η κατάσταση ονομάζεται κολποκοιλιακός αποκλεισμός. Αν και οι κοιλίες έχουν ένα φυσικό εφεδρικό σύστημα, το οποίο μπορεί συνήθως να παράγει δικά του σήματα, αυτά είναι πολύ αργά. Σαν αποτέλεσμα καρδιακός αποκλεισμός συχνά σημαίνει την αργή κίνηση των κοιλιών, ακόμη και όταν ο φλεβόκομβος στέλνει πιο γρήγορα σήματα σε μία προσπάθεια να αυξήσει τον καρδιακό ρυθμό. Ο καρδιακός αποκλεισμός μπορεί να προκαλέσει το χάσιμο του κολποκοιλιακού συγχρονισμού με άλλα λόγια να προκληθεί κακός συντονισμός στις συσπάσεις μεταξύ κόλπων και κοιλιών. Σαν αποτέλεσμα οι κοιλίες δεν γεμίζουν αρκετά με αίμα πριν από την σύσπαση. Υπάρχουν βέβαια και άλλοι πιθανοί λόγοι για τον οποίο εμφυτεύεται ένας βηματοδότης όπως σε παθήσεις για λόγους άσχετους με τις βραδυκαρδίες. Τέτοιες παθήσεις είναι η διατακτική και υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια χωρίς ακόμα ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Πολλοί ρωτούν για "τον πρώτο βηματοδότη". Η απάντηση δεν είναι εύκολη μια και υπάρχει πολλή προϊστορία σχετικά με τον βηματοδότη [12]. Αρχίζοντας τον 18^ο αιώνα, οι γιατροί συνειδητοποίησαν ότι ηλεκτρική διέγερση της καρδιάς προκαλούσε σύσπαση των μυών και ήξεραν επίσης πολύ καλά ότι η καρδιά ήταν ένας μυς. Ο Τσάρλς Κάιτ, στο έργο του "Ένα δοκίμιο σχετικά με την αποκατάσταση ενός προφανώς νεκρού" (Λονδίνο, 1788) συνιστούσε ηλεκτρικές εκκενώσεις στο στήθος για νεκρανάσταση. Μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί ο περισσότερο ως πρωτεργάτης του απινιδισμού παρά του βηματοδότη. Η "καρέκλα επαναβίωσης" του γιατρού ΝτεΣάνκτις, που συζητείται στον ιατρικό οδηγό του Ριτσαρντ Ρίσι (Λονδίνο, 1820) χρησιμοποιήθηκε για να στείλει παλμούς ηλεκτρικής ενέργειας στην καρδιά. Περιελάμβανε μια βολταϊκή μπαταρία, ένα ηλεκτρόδιο για τον οισοφάγο, και ένα ηλεκτρόδιο που εφαρμόζοταν στο στήθος πάνω από την καρδιά. Διαβάζοντας τη περιγραφή της καρέκλας, μοιάζει σαν ένας βηματοδότης χωρίς όμως αυτόματο χειρισμό του συγχρονισμού με την καρδιά.

Υπήρξαν άλλες δοκιμές για ηλεκτρική διέγερση της καρδιάς κατά τη διάρκεια του 19^{ου} και πρώιμου 20^{ου} αιώνα. Ο Δρ. Αλβέρτος Χάιμαν εφηύρε, και κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, ένας "βηματοδότη" την δεκαετία του '30, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε κυρίως για επαναφορά των αισθήσεων σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης στο χειρουργείο. Το 1950, ο Καναδός Ιωάννης Χόπς κατασκεύασε τον πρώτο εξωτερικό βηματοδότη, οποίος όμως ήταν τεράστιος και μη πρακτικός. Στη σύγχρονη εποχή, υπάρχουν τρεις συσκευές που μπορούν με αξιώσεις να διεκδικήσουν τον τίτλο του "πρώτου βηματοδότη". Αφήνοντας έξω τις αρχικές προσπάθειες, αυτές χωρίς αποτέλεσμα, και συσκευές που δεν οδήγησαν σε περαιτέρω εξέλιξη, έχουμε:

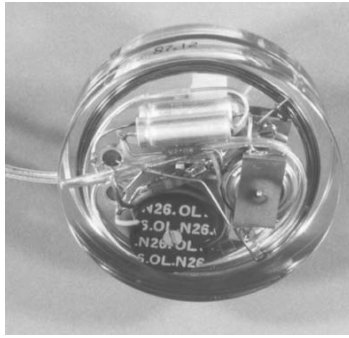
Ο Δρ. Παύλος Ζόλ, μελέτησε το ρυθμό της καρδιάς στα ζώα και στους ανθρώπους, και ανέπτυξε έναν συνδυασμένο ηλεκτροκαρδιογράφο (για να ελέγχει τον κτύπο της καρδιάς) και ένα διεγέρτη (για να προκαλεί κτύπους της καρδιάς όταν δεν εμφανίζονταν φυσικά). Αυτή η συσκευή κατασκευάστηκε από την εταιρία Electrodyn (PM-65), και παρουσιάστηκε στην ιατρική κοινότητα σε ένα άρθρο το 1955 στο "Περιοδικό Ιατρικής της Νέας Αγγλίας." Αυτή η μηχανή χρησιμοποιούσε ηλεκτρική ενέργεια από την παροχή στο νοσοκομείο και είχε το μέγεθος ενός μεγάλου φούρνου μικροκυμάτων. Προοριζόταν κυρίως για την υποστήριξη της ζωής σε έκτακτες ανάγκες μετά από καρδιακή χειρουργική επέμβαση.



Η "καρέκλα επαναβίωσης" του γιατρού ΝτεΣάνκτις (αριστερά) και το PM-65 του Δρ. Παύλου Ζόλ

Ο Δρ. Κ. Γουάλτον Λίλεχεν ήταν ένας από τους πρωτοπόρους στον τομέα της χειρουργικής επέμβασης ανοικτής-καρδιάς στο πανεπιστήμιο της Μινεσότας, ΗΠΑ, και βρήκε τα PM-65 ανεκτίμητα για την επιβίωση των ασθενών οι των οποίων οι καρδιές δεν άρχιζαν να κτυπούν πάλι μετά από τη χειρουργική επέμβαση. Ο βηματοδότης μπορούσε να κρατήσει την καρδιά να κτυπά μέχρι να επουλωθεί αρκετά για να λειτουργήσει ακόμα μια φορά από μόνη της. (Αυτό ήταν συνήθως έπαιρνε μια ή δύο εβδομάδες.) Όταν μια διακοπή ρεύματος ανάγκασε το τροφοδοτημένο από την παροχή PM-65 που διατηρούσε στην ζωή ένα από τους ασθενείς του να σταματήσει, ο Δρ. Λίλεχεν ζήτησε από τον Έρλ Μπάκκεν "να φτιάξει κάτι που να λειτουργεί με μπαταρίες". Ο Μπάκκεν παρέδωσε ένα πρωτότυπο στα τέλη του 1957, το οποίο χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε ασθενείς το 1958, και εξελίχθηκε στη σειρά βηματοδοτών 5800 από την εταιρία Μεντρόνικ.

Ο Δρ. Έκε Σέννινγκ δημιούργησε τον πρώτο εμφυτεύσιμο βηματοδότη που χρησιμοποιήθηκε σε άνθρωπο. Στις 8 Οκτωβρίου 1958 έγινε η πρώτη παγκόσμια εμφύτευση βηματοδότη στο νοσοκομείο Καρολίνσκα στη Στοκχόλμη της Σουηδίας. Η συσκευή δημιουργήθηκε από τον χειρουργό Έκε Σέννινγκ και το γιατρό Ρούν Έλμκουιστ. Ο ασθενής ήταν ένας 43χρονος μηχανικός που έπασχε από το σύνδρομο Στόουκ-Άνταμς. Το όνομά του ήταν Άρνι Λάρσον.



Οι εξελίξεις στη Σουηδία δεν ήταν μοναδικές. Η ιδέα για εμφυτεύσιμο βηματοδότη ήταν γνωστή και ήταν πολλοί αυτοί που έψαχναν να βρουν την κατάλληλη συσκευή. Το 1959, ο μηχανικός Γουίλσον Γκρέιτμπατς κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την ιδέα του για έναν εμφυτεύσιμο βηματοδότη και ο Γουίλιαμ Τσάρτακ παρουσίασε την πρώτη επιτυχημένη μονάδα που τροφοδοτούταν από ξηρές μπαταρίες το 1960. Ο Τσάρτακ χρησιμοποίησε μια χειρουργική διαδικασία σε δύο στάδια. Σε πρώτο στάδιο γινόταν η εμφύτευση των ηλεκτροδίων και κατόπιν, αφού καθοριζόταν με ακρίβεια το κατώτατο όριο διέγερσης, εμφυτευόταν και ο βηματοδότης. Το 1961, ο Ζόλ και οι συνεργάτες του ανέφεραν παρόμοιες επιτυχίες. Σαν εναλλακτική πηγή ενέργειας ο Γκλέν (Ηνωμένες Πολιτείες 1959) χρησιμοποίησε μετάδοση με ραδιοκύματα ενώ ο Έιμπραμς (Αγγλία) χρησιμοποίησε επαγωγική σύζευξη.

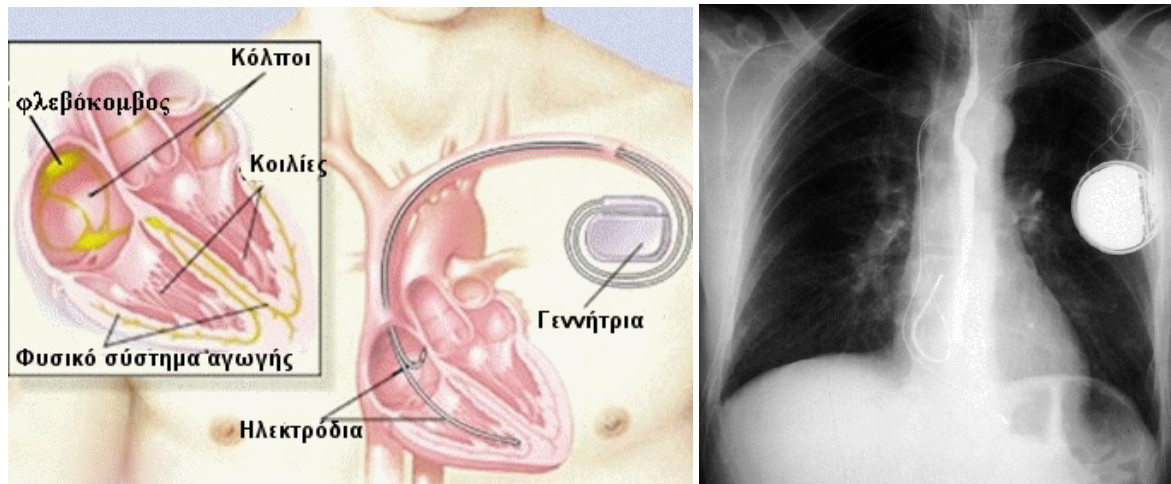
Ο βηματοδότης μεταβάλλει τον καρδιακό ρυθμό ώστε να ανταποκρίνεται η καρδιά στις ανάγκες του σώματος σε αίμα. Ο βηματοδότης παρέχει βηματοδοτικά σήματα που μοιάζουν πολύ με τα φυσιολογικά σήματα της καρδιάς. Ανάλογα με την κατάσταση του ασθενή ο βηματοδότης μπορεί να αντικαταστήσει τα σήματα του φλεβοκόμβου που καθυστερούν ή χάνονται κατά την πορεία του ηλεκτρικού δρόμου μεταξύ κόλπων- κοιλιών. Επίσης μπορεί να βοηθήσει στο χρονικό συντονισμό μεταξύ κόλπων-κοιλιών και να εξασφαλίσει τη σύσπαση των κοιλιών της καρδιάς σε επαρκή συχνότητα. Το βηματοδοτικό σύστημά όπως και κάθε βηματοδοτικό σύστημα αποτελείται από δύο μέρη την γεννήτρια και τα ηλεκτρόδια. Η γεννήτρια παράγει τα βηματοδοτικά ερεθίσματα και τα ηλεκτρόδια αποδίδουν τα βηματοδοτικά ερεθίσματα στην καρδιά. Τα ίδια επίσης ηλεκτρόδια μπορούν να μεταφέρουν σήματα από την καρδιά στον βηματοδότη. Διαβάζοντας αυτά τα σήματα η γεννήτρια παλμών είναι ικανή να παρακολουθεί την καρδιακή δραστηριότητα και να ανταποκρίνεται ανάλογα.



Σύγχρονοι βηματοδότες

Οι βηματοδότες λειτουργούν κατ' επίκληση. Αυτό σημαίνει ότι ο βηματοδότης αναμένει το φυσικό ρυθμό στις κοιλίες ή στους κόλπους και όταν πέσει κάτω από τα προκαθορισμένα όρια τότε στέλνει βηματοδοτικούς παλμούς (ερεθίσματα), αρκετά δυνατούς ώστε να εξαναγκάσει την καρδιά να συσπαστεί και να τροφοδοτήσει με αίμα το σώμα. Οι σημερινοί λοιπόν βηματοδότες χαρακτηρίζονται από την λειτουργία της αίσθησης (αναγνώριση των φυσικών παλμών της καρδιάς), από την λειτουργία της βηματοδότησης (αποστολή ερεθίσματος ικανού να διεγείρει την καρδιά όταν χρειάζεται), και την βηματοδοτική συχνότητα (δηλαδή την συχνότητα των ερεθισμάτων που εκπέμπει ο βηματοδότης). Εάν η συχνότητα της καρδιάς είναι μικρότερη από την βηματοδοτική, ο βηματοδότης το αισθάνεται και δίνει ερεθίσματα σε συχνότητα όσο η βηματοδοτική. Εάν η συχνότητα της καρδιάς είναι μεγαλύτερη από την βηματοδοτική, ο βηματοδότης το αισθάνεται και αναστέλλει την παραγωγή

ερεθισμάτων. Μερικές λειτουργίες του βηματοδότη μπορούν να ρυθμιστούν από τον γιατρό εξωτερικά μέσω ειδικών συσκευών που ονομάζονται προγραμματιστές βηματοδοτών για να ανταποκρίνεται ο βηματοδότης πλήρως με τις ανάγκες του ασθενούς.



Ανατομία της καρδιάς και βηματοδότη (αριστερά) και ακτινογραφία ασθενή με βηματοδότη (δεξιά)

Η γεννήτρια τοποθετείται κάτω από το δέρμα (θήκη του βηματοδότη) σε μια από τις υποκλείδιες χώρες, συνήθως δεξιά, με μικρή τομή. Η αναισθησία είναι τοπική. Ένα ή δύο καλώδια ξεκινούν από τον βηματοδότη και μέσω της κεφαλικής φλέβας καταλήγουν το μεν ένα στον δεξιό κόλπο το δε άλλο στην δεξιά κοιλία. Την επόμενη αφού γίνει έλεγχος της σωστής τοποθέτησης ο άρρωστος εξέρχεται του νοσοκομείου, και επιστρέφει την 7η μέρα για αποκοπή των ραμμάτων.

Ο βηματοδότης τροφοδοτείται από μία μικρή μπαταρία, ασφαλώς στεγανοποιημένη μέσα στην γεννήτρια. Η μπαταρία αυτή δεν μπορεί να ξαναφορτιστεί. Για αυτό τον λόγο ο βηματοδότης πρέπει να αντικατασταθεί όταν η ενέργεια της μπαταρίας εξαντληθεί. Η όλη διαδικασία απαιτεί τοπική αναισθησία και γενικά είναι μία πολύ απλή και σύντομη επέμβαση. Στις περισσότερες περιπτώσεις το αρχικό ηλεκτρόδιο ή τα ηλεκτρόδια του βηματοδότη δεν χρειάζονται αντικατάσταση. Ο βηματοδότης περιλαμβάνει επίσης αρκετά ηλεκτρονικά κυκλώματα τα οποία ελέγχουν τις λειτουργίες του, καθώς και την παρακολούθηση της καρδιακής δραστηριότητας. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, ο βηματοδότης παρακολουθεί τη δραστηριότητα της καρδιάς, διαβάζοντας τα σήματα που μεταφέρονται από τους θαλάμους της καρδιάς μέσω των ηλεκτροδίων. Έτσι γνωρίζει πότε οι καρδιακοί θάλαμοι συσπώνται. Για τους περισσότερους ασθενείς οι πληροφορίες αυτές είναι αρκετές για να αποφασίσει ο βηματοδότης πότε θα δώσει παλμούς. Μερικοί ασθενείς μπορούν να επωφεληθούν από βηματοδότη που ρυθμίζει αυτόματα τον ρυθμό, ανάλογα με την αύξηση της φυσικής δραστηριότητας (π.χ. όταν ανεβαίνουν σκάλες). Τα βηματοδοτικά συστήματα για αυτούς τους ασθενείς χρησιμοποιούν αισθητές για να παρακολουθούν την σωματική ανάγκη σε αίμα. Οι πληροφορίες που παρέχουν αυτοί οι αισθητές αναλύονται από το βηματοδότη, δίνοντάς του τη δυνατότητα να αυξήσει από μόνος τον το ρυθμό όταν αδυνατεί να το κάνει ο φλεβόκομβος.

Με τον βηματοδότη, ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να μεταβάλλεται, αλλά δεν πρέπει να πέσει κάτω από το μικρότερο όριο που έχει προγραμματισθεί ο βηματοδότης. Ο βηματοδότης έχει έναν ενδείκτη αντικατάστασης, που βοηθά τον γιατρό να καθορίσει τον χρόνο αντικατάστασης του. Ο ασθενής θα πρέπει να αποφεύγει δραστηριότητες που μπορεί να οδηγήσουν σε επαφή με την περιοχή που είναι τοποθετημένος ο βηματοδότης. Γενικά μπορεί, όμως, να επιστρέψει στις καθημερινές δραστηριότητες και ασχολίες που είχε πριν του τοποθετήσουν τον βηματοδότη. Μπορεί να γυρίσει στο φυσικό ρυθμό ασχολιών που έχετε σε ότι αφορά την δραστηριότητα σας στο σπίτι. Μπορεί να επιστρέψει στη φυσική του σεξουαλική δραστηριότητα. Μπορεί να ταξιδεύει με αυτοκίνητα, πλοία, τραίνα, αεροπλάνα.

Ο βηματοδότης είναι μία ηλεκτρονική συσκευή. Αν και είναι καλά προστατευμένη από είδη παρεμβολών που μπορούν να τον επηρεάσουν και προέρχονται από συσκευές καθημερινής χρήσης, υπάρχουν κάποιες πηγές ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν μία προσωρινή αλλαγή στις παραμέτρους του βηματοδότη σας. Σε περίπτωση ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής ο βηματοδότης θα αλλάξει τιμές στις παραμέτρους του, αλλά αυτό θα είναι προσωρινό. Οι περισσότερες οικιακές συσκευές είναι ασφαλείς και δεν επηρεάζουν τον βηματοδότη. Γενικά αυτές οι συσκευές επιδρούν μόνο προσωρινά στο βηματοδότη, και αν ο ασθενής απομακρυνθεί γρήγορα ο βηματοδότης θα επιστρέψει στις κανονικές του λειτουργίες.

Και ενώ η Π.Κ. άκουγε, χωρίς να πολύ καταλαβαίνει όλα αυτά περί βηματοδοτών έπεσε ξερή στο έδαφος! Ο γιατρός της έλεγξε αμέσως την αναπνοή και τον σφυγμό της και όταν δεν κατάφερε να αισθανθεί τον σφυγμό ζήτησε αμέσως να του φέρουν ένα **απινιδωτή**.

Ένα σοκ θα σε κάνει καλά

Με το ηλεκτρικό σοκ, από απινιδωτή, επιτυγχάνεται εκπόλωση της πλειονότητας των καρδιακών κυττάρων, εκμηδενίζονται προϋπάρχουσες διαφορές στη λειτουργική κατάσταση του μυοκαρδίου και καταστέλλεται η αυξημένη δραστηριότητα του πιθανού έκτοπου βηματοδότη, δηλαδή κυττάρων που προκαλούν κτύπο εκτός τόπου και χρόνου, που ευθύνεται για την αρρυθμία. Το ηλεκτρικό σοκ αποτελεί την κατ' εξοχήν ένδειξη για την ανάταξη του καρδιακού ρυθμού σε περιπτώσεις μαρμαρυγής, δηλαδή μη φυσιολογικά ταχύρυθμης σύσπασης της καρδιάς, τόσο ταχύρυθμης που δεν μπορεί να στείλει αίμα στις αρτηρίες. Επίσης συνιστάται για την επείγουσα θεραπεία της ταχυκαρδίας, όταν δεν υποχωρεί με συνήθη αντιαρρυθμική αγωγή ή συνοδεύεται από σοβαρές επιπτώσεις στον ασθενή. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι συνήθως η τοποθέτηση δύο ηλεκτροδίων, ένα πάνω από το στήθος και ένα πιο κάτω και αριστερά του ασθενή, η εξέταση του ρυθμού στην οθόνη του απινιδωτή και ακολούθως, αν αυτό ενδείκνυται, η χορήγηση ενός παλμού ηλεκτρικού ρεύματος. [13] Αν το πρώτο σοκ δεν είναι αρκετό μπορούν να ακολουθήσουν άλλα δυο με αυξημένη ηλεκτρική ενέργεια.



Απινιδωτής και απινίδωση εν δράση

Σήμερα μια νέα γενιά των απινιδωτών, αποκαλούμενοι Αυτοματοποιημένοι Εξωτερικοί Απινιδωτές (ΑΕΑ) καθιστά δυνατό σε μη ιατρικό προσωπικό χρησιμοποιήσει τις συσκευές. [14] Οι νέοι ΑΕΑ είναι ασφαλείς, αποτελεσματικοί, ελαφριοί, με χαμηλό κόστος συντήρησης, εύχρηστοι και σχετικά ανέξοδοι (περίπου \$3.000 ο καθένας). Με αυτές τις συσκευές και εκπαιδευμένο προσωπικό σε χώρους όπου συναθροίζονται μεγάλοι αριθμοί ανθρώπων η θεραπεία παρέχεται νωρίτερα και σώζονται ζωές αφού ακόμα και λίγα λεπτά είναι κρίσιμα σε αυτές τις περιπτώσεις. Στα αεροπλάνα και σε εγκαταστάσεις όπως επιχειρήσεις, αθλητικοί χώροι, μεγάλα ξενοδοχεία, αίθουσες συναυλιών,

πολυώροφα κτίρια και απομακρυσμένες κοινότητες, ΑΕΑ και εκπαιδευμένο στην χρήση τους προσωπικό μπορούν να σώσουν χιλιάδες ζωές.

Η χορήγηση ηλεκτρικού σοκ συνήθως έχει ελαφρές ή μηδαμινές παρενέργειες. Συνηθέστερη είναι η πρόκληση ελαφρού βαθμού δερματικού εγκαύματος και για λίγα λεπτά η εμφάνιση κοιλιακών συστολών. Συχνά παρατηρείται κοιλιακή παύση για αρκετά δευτερόλεπτα με το ηλεκτρικό σοκ, ιδιαίτερα σε ασθενείς με σύνδρομο νοσούντος φλεβοκόμβου ή μαρμαρυγής των κόλπων, και όταν η ηλεκτρική εκκένωση είναι μεγάλης ενέργειας. Σπάνιες είναι οι σοβαρές επιπλοκές, όπως η κοιλιακή μαρμαρυγή, η περιφερική εμβολή, η βλάβη της γεννήτριας εμφυτευμένου τεχνητού βηματοδότη και η βλάβη του κοιλιακού μυοκαρδίου. Επίσης συνιστάται να γίνεται διοισοφάγειο υπερηχοκαρδιογράφημα για τον έλεγχο τυχόν υπέρξεως θρόμβου εντός του αριστερού κόλπου. Εάν υπάρχει θρόμβος, τότε ενδείκνυται αντιπηκτική αγωγή 1-2 εβδομάδες πριν από την προσπάθεια ηλεκτρικής ανάταξης χρόνιας κολπικής μαρμαρυγής, ιδιαίτερα σε ασθενή με στένωση της βαλβίδας, με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας θρόμβων στους κόλπους και του κινδύνου εμβολής κατά την ανάταξη με την επαναλειτουργία του κολπικού μυοκαρδίου.

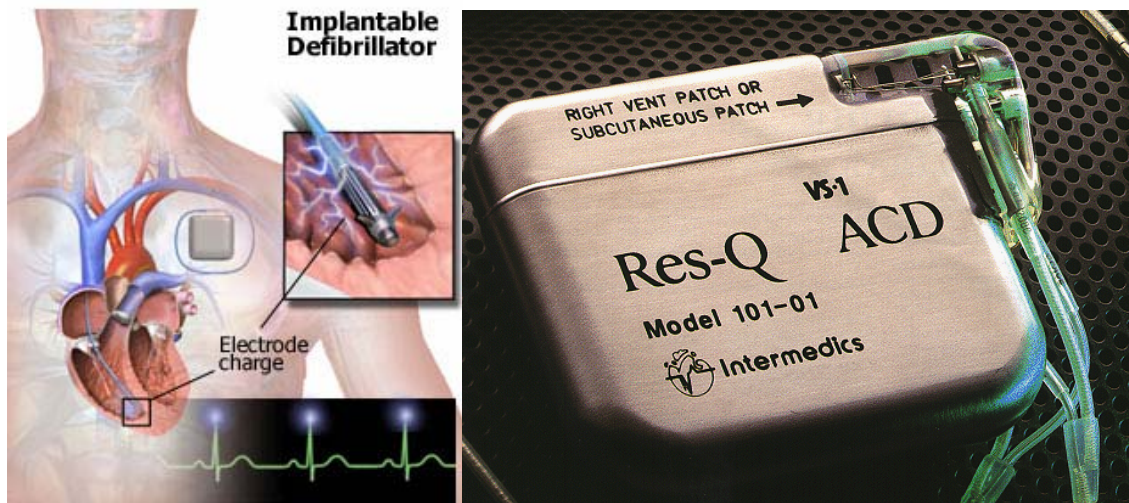
Η ιδέα του απινιδισμού άρχισε περίπου το 1888 όταν ο Δρ. Μάκ Γουίλιαμς σημείωσε ότι η κοιλιακή μαρμαρυγή μπορεί να είναι η αιτία ξαφνικού θανάτου. Το 1899 οι Πρέβοστ και Μπατέλλι σκόνησαν επάνω στην ιδέα του ηλεκτρικού απινιδισμού στα ζώα. Πολλοί επιστήμονες στις αρχές του 19^{ου} αιώνα μελέτησαν και πειραματίστηκαν με την ιδέα για το πώς να μειώσουν τις ταχυαρρυθμίες χρησιμοποιώντας το ηλεκτρικό ρεύμα. [15]

Το 1947 ο Κλόντ Μπέκ, ένας χειρουργός από το Κλήβελαντ των ΗΠΑ, ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε με επιτυχία ένα απινιδωτή σε ανθρώπινη καρδιά. Είχε δοκιμάσει έξι άλλους ασθενείς και δεν ήταν επιτυχής, αλλά στην έβδομη προσπάθειά του, ο ασθενής έζησε. Το 1954 οι Κούβενχοβεν και Μίλνερ απινιδώτησαν ένα σκυλί χωρίς να ανοίξουν τον θώρακα του με ένα απινιδωτή που λειτουργούσε με ηλεκτρική εκκένωση ενός πυκνωτή. Ο Ζόλ, προτιμούσε να εργάζεται σε ανθρώπινες καρδιές αντί ζώων. Επεξεργάστηκε τις ιδέες του Κούβενχοβεν και κατάφερα να κατασκευάσει τον πρώτο εξωτερικό απινιδωτή για ανθρώπινη καρδιά.

Ως πατέρας του εμφυτεύσιμου απινιδωτή αναγνωρίζεται ευρέως ο Δρ. Μιχαήλ Μιρόβσκι. Ο Δρ. Μιρόβσκι άρχισε να ερευνά αυτό το θέμα προς το τέλος της δεκαετίας του '60 μετά από τον θάνατο ενός φίλου του, του Δρ. Χάρρυ Χέλλερ από κοιλιακή μαρμαρυγή. Ήταν πολύ απογοητευμένος από την απουσία μιας εμφυτεύσιμης συσκευής που θα μπορούσε να είχε σταματήσει την αρρυθμία και να του σώσει την ζωή. Ανέπτυξε λοιπόν ένα μικρό και συμπαγή απινιδωτή που μπορούσε να εμφυτευτεί σε έναν άνθρωπο και μπορούσε να παρέχει το συνεχή έλεγχο και την κατάλληλη θεραπεία ηλεκτρικής διέγερσης όταν χρειάζεται.

Σε ασθενείς με επεισόδια κοιλιακής μαρμαρυγής, τα οποία ανατάσσονται με ηλεκτρικό σοκ και δεν προλαμβάνονται με φαρμακευτική θεραπεία, συνιστάται η υποδόρια εμφύτευση ενός μικρού απινιδωτή, μεγέθους ίσου με το μέγεθος που είχαν οι πρώτοι βηματοδότες, με τον οποίο παρακολουθείται ο καρδιακός ρυθμός και γίνεται αυτόματη ανάταξη τη κοιλιακής ταχυκαρδίας ή μαρμαρυγής. Η εμφύτευση ενός απινιδωτικού συστήματος γίνεται συνήθως διαφλέβια και η γεννήτρια τοποθετείται στο θωρακικό τοίχωμα. Τα πιο πολλά συστήματα αποτελούνται από ένα διαφλέβιο ηλεκτρόδιο ή και δύο όταν διαθέτουν δυνατότητα διεστιακής βηματοδότησης. Η εξάπλωση της χρήσης των εμφυτεύσιμων απινιδωτών έχει αλλάξει ριζικά στην αντιμετώπιση των κοιλιακών ταχυαρρυθμιών. Η αρρυθμική θνητότητα εξαλείφεται σχεδόν απόλυτα, ό,τι δηλαδή έχει γίνει παλαιότερα με τους βηματοδότες και τον βραδυαρρυθμικό αιφνίδιο θάνατο. Η ολική πρόγνωση, όμως, κι' εδώ εξαρτάται από τη βαρύτητα της υποκείμενης οργανικής καρδιοπάθειας, κάτι που θα πρέπει να συνεκτιμάται πάντοτε στην καθημερινή κλινική πράξη. Οι εμφυτεύσιμοι αυτοί απινιδωτές παρέχουν

ταυτόχρονα την δυνατότητα βηματοδότησης καθώς και καταγραφής των αρρυθμιών, οι οποίες αργότερα μπορούν να αναλυθούν και να ληφθούν σωστότερες αποφάσεις για την αντιμετώπισή τους



Εμφυτεύσιμος απινιδωτής

Μετά την ανάρρωση της και με τον βηματοδότη της, η Π.Κ. επέστρεψε στην κανονική της ζωή. Μετά από τις αλλεπάλληλες εγχειρήσεις έχασε μάλιστα αρκετό βάρος και έπεσε μάλιστα στα 70 κιλά. Μια και τώρα δεν χρειαζόταν να κάνει δίαιτα μπορούσε επιτέλους να απολαύσει τις γαστρονομικές απολαύσεις που πάντα επιθυμούσε. Δυστυχώς στα επόμενα 3 χρόνια επανέκτησε όλο το βάρος που είχε χάσει και η κατάσταση της Π.Κ. χειροτέρευσε. Μετά από αλλεπάλληλα εμφράγματα η καρδιά της δεν ήταν πια σε θέση να ικανοποιήσει της ανάγκες του σώματος της. Η μόνη της σωτηρία θα ήταν τώρα μια **μεταμόσχευση καρδιάς**! Δυστυχώς, τέτοια όργανα είναι δύσκολο να εξευρεθούν και γι' αυτό και καρδιολόγος της πρότεινε μια προσωρινή λύση. Η Π.Κ. χρειάζεται τώρα ένα **σύστημα υποβοήθησης της λειτουργίας της καρδιάς** ή αν έχει το θάρρος να συμμετάσχει σε μια πειραματική κλινική δοκιμή, μια **τεχνητή καρδιά**.

Καινούργια καρδιά

Ένα από τα προβλήματα έχουμε να αντιμετωπίσουμε, δεδομένου ότι έχουμε βελτιώσει τη θεραπεία διαφόρων καρδιακών παθήσεων, είναι ότι αυτοί οι επιζώντες ασθενείς αναπτύσσουν καρδιακή ανεπάρκεια, η οποία είναι τώρα η κύρια αιτία του θανάτου στον δυτικό κόσμο. Σε σοβαρές μορφές καρδιακής ανεπάρκειας η μόνη θεραπεία είναι η αντικατάσταση της καρδιάς. Η καλύτερη λύση σε αυτές της περιπτώσεις είναι η μεταμόσχευση. [16] Δυστυχώς όμως, για τους περίπου 80-100.000 ανθρώπους ετησίως που χρειάζονται μεταμόσχευση καρδιάς, έχουμε μόνο περίπου 5.000 δότες. Θα ρωτήσετε γιατί δεν σπρώχνουμε περισσότερο τους ανθρώπους ώστε να γίνουν δότες οργάνων; Έχουμε περίπου 15.000 πιθανούς δότες ετησίως. Αυτές, όμως, είναι συχνά τραγικές περιπτώσεις όπως νεαροί άνδρες και οι γυναίκες έχουν σκοτωθεί σε αυτοκινητιστικά ατυχήματα ή από πυροβολισμούς και οι γονείς δεν είναι έτοιμοι να λάβουν τέτοια απόφαση. Είναι κατανοητό λοιπόν ότι παίρνουμε μόνο το ένα τρίτο των πιθανών υποψηφίων. Ακόμα όμως και αν όλοι γίνονταν δότες οργάνων θα υπήρχε ακόμα ένα μεγάλο χάσμα. Προσπαθούμε να καλύψουμε αυτό το χάσμα με έρευνες σε καινούργιες τεχνολογίες.

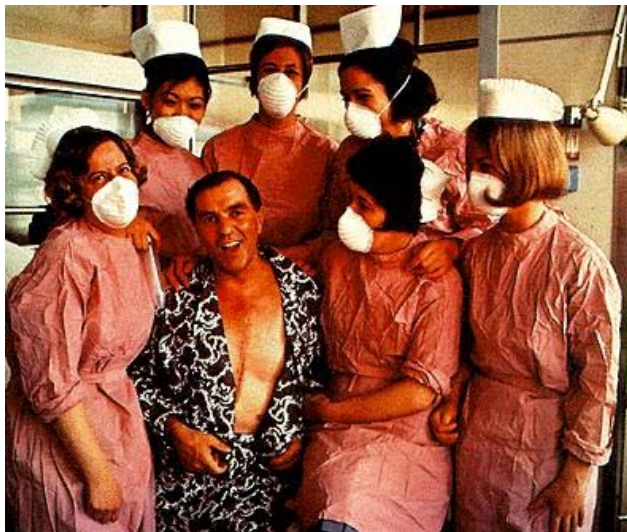
Η πρόοδος στον τομέα της μεταμόσχευσης ήταν σχεδόν ανύπαρκτη την περίοδο της αρχαιότητας και της κλασσικής εποχής. [16] Παρόλα αυτά διακρίνονται τα πρώτα βήματα τα οποία έγιναν εκείνη την εποχή και κατέστησαν την μεταμόσχευση ως εφικτή θεραπευτική επιλογή στις ημέρες μας. Ανασκαφές έχουν αποδείξει ότι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι είχαν εφαρμόσει τεχνικές μεταμόσχευσης οδόντων. Το ίδιο ισχύει και για την Αρχαία Ελλάδα, την Αίγυπτο, τη Ρώμη, τη Νότια Αμερική. Υπάρχουν μουσουλμανικές περιγραφές από αρχαίους χειρουργούς (700 π.Χ) οι οποίοι είχαν κάνει μεταμόσχευση δέρματος.

Στην Αίγυπτο, στην Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, βρέθηκε πάπυρος που περιγράφει μεταμόσχευση καρδιάς κατά την διάρκεια της βασιλείας του Ντζεσέρ (3η δυναστεία). Όταν τραυματίστηκε στην καρδιά κάποιος φρουρός του Φαραώ, οι γιατροί του παλατιού, μετά από παράκληση του Φαραώ, αντικατέστησαν την καρδιά του στρατιώτη με ενός μοσχαριού. Το κείμενο καταλήγει ότι ο στρατιώτης θεραπεύτηκε! 5.000 χρόνια πριν! Στην Κίνα υπάρχουν αναφορές το 300π.Χ. για μεταμόσχευση καρδιάς.

Πραγματικότητα όμως άρχισε να γίνεται από τις αρχές του εικοστού αιώνα όταν ο Αλέξης Λάζελ πραγματοποίησε τέτοιες μεταμοσχεύσεις σε σκύλους ενώ από το 1967 άρχισαν να γίνονται και σε ανθρώπους με διαρκώς αυξανόμενη επιτυχία.

Η πρώτη μεταμόσχευση καρδιάς από άνθρωπο σε άνθρωπο έγινε το 1967 στη Νότια Αφρική από τον Κρίστιαν Μπαρναρντ. Στις 2 Δεκεμβρίου του 1967 στο Κέιπ Τάουν της Νοτίου Αφρικής ο Δρ. Κρίστιαν Μπαρναρντ επιτυγχάνει να μεταμοσχεύσει την καρδιά της εγκεφαλικά νεκρής εξαιτίας τροχαίου 25χρονης Ντενίς Νταρβάλ στον 53χρονο Λούι Βασκάνσκι, του οποίου η σχεδόν κατεστραμμένη από εμφράγματα καρδιά δεν του υποσχόταν παρά μόνο μερικές βδομάδες ζωής. Ο μεταμοσχευμένος έζησε για 18 ημέρες και πέθανε από πνευμονία. Το 1968 η δεύτερη μεταμόσχευση

από τον ίδιο είχε ως αποτέλεσμα ο ασθενής να ζήσει για 18 μήνες. Σήμερα η μεταμόσχευση καρδιάς παρόλα τα ιατροκοινωνικά προβλήματα που δημιούργησε αποτελεί πια μια αποδεκτή θεραπευτική μέθοδο. Στην Ελλάδα η πρώτη μεταμόσχευση καρδιάς έγινε το 1990.



Ο πρώτος λήπτης καρδιακού μοσχεύματος ατενίζει το μέλλον χαμογελώντας αισιόδοξα. Στο θώρακά του διακρίνεται η ουλή από την εγχείρηση. Οι νοσοκόμες φορούν προστατευτικές μάσκες για να τον προφυλάξουν από μολύνσεις. Δυστυχώς 18 ημέρες μετά την επέμβαση πέθανε από πνευμονία. Η καρδιά του λειτούργησε άψογα μέχρι το τέλος.

Μεταμόσχευση καρδιάς είναι αντικατάσταση μιας πάσχουσας καρδιάς με άλλη καρδιά από συμβατό δότη. Γίνεται μεταμόσχευση, ή μόνο της καρδιάς ή του συνόλου καρδιά-πνεύμονες. Η μεταμόσχευση είναι το τελευταίο μας όπλο σε βαρέως πάσχοντες από καρδιακή ανεπάρκεια όταν έχουν αποτύχει όλες οι μορφές συντηρητικής ή χειρουργικής θεραπείας. Δεν γίνεται όμως σε όλους τους ανθρώπους. Κατάλληλοι υποψήφιοι για μεταμόσχευση είναι άνθρωποι μικρότεροι των 70 ετών χωρίς ηπατική, νεφρική ή αναπνευστική ανεπάρκεια, χωρίς περιφερική αγγειοπάθεια ή εγκεφαλική αγγειοπάθεια, χωρίς ινσουλινοεξαρτώμενο διαβήτη με βλάβη των οργάνων – στόχων (νεφροί, εγκέφαλος, οφθαλμοί) χωρίς ενεργό λοίμωξη, χωρίς καρκίνο, χωρίς ψυχιατρικό νόσημα, χωρίς κάποια πάθηση με μειωμένο προσδόκιμο επιβίωσης και τέλος χωρίς βαριά πνευμονική υπέρταση.

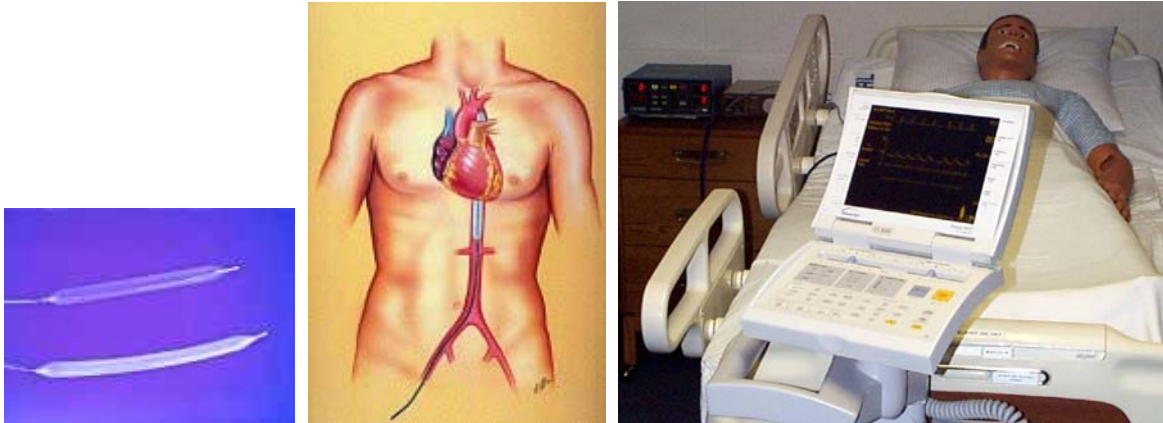
Η μεταμόσχευση καρδιάς περιλαμβάνει τη αφαίρεση της καρδιάς από έναν κατάλληλο δότη, τη μεταφορά της καρδιάς στον παραλήπτη, και την αντικατάσταση της καρδιάς του παραλήπτη με την καρδιά του δότη. Αυτή όλη η διαδικασία εκτελείται με ιδιαίτερα συντονισμένο τρόπο και με τη βοήθεια μιας ομάδας καρδιολόγων, καρδιοχειρουργών, των συντονιστών μεταμόσχευσης, και των διαφόρων δικτύων δοτών. Τα ειδικά κριτήρια χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν το χορηγό και τη λαμβάνουσα καταλληλότητα για τη μεταμόσχευση. Συνήθως το μόσχευμα συρράπτεται (ράβεται) πάνω σε ένα υπόλειμμα της αυτόχθονης καρδιάς από τους κόλπους. Αυτή είναι η λεγόμενη ορθοτοπική μεταμόσχευση. Σε ένα ποσοστό όμως 2.5% των μεταμοσχεύσεων γίνεται ετεροτοπική μεταμόσχευση. Πρόκειται για μία τεχνική που εισήγαγε το 1974 ο Μπάρναρντ όπου η καρδιά-μόσχευμα τοποθετείται σε άλλο μέρος του θώρακα, χωρίς όμως να αφαιρεθεί η καρδιά του δέκτη, συνδεδεμένη εν παραλλήλω ως υποβοηθητική στην αυτόχθονη καρδιά.

Αυτό που φοβόμαστε πιο πολύ είναι η απόρριψη του μοσχεύματος είτε άμεσα είτε αργότερα. Η απόρριψη γίνεται μέσω των μηχανισμών ανοσίας του οργανισμού και γι' αυτό για να προλάβουμε την απόρριψη είναι απαραίτητη η χορήγηση εφ' όρου ζωής ανοσοκατασταλτικών φαρμάκων και η παρακολούθηση της πορείας με συχνές βιοψίες από τον καρδιακό μύ (κάθε εβδομάδα στην αρχή και κάθε τρίμηνο στη συνέχεια). Άλλος σημαντικός κίνδυνος είναι οι λοιμώξεις (40-70% συμβαίνει στις μεταμοσχεύσεις) με ιούς, μικρόβια ή και μύκητες. Επίσης κίνδυνο αυτοί οι ασθενείς διατρέχουν και λόγω της αθηροσκλήρυνσης του μοσχεύματος σε υψηλό ποσοστό 20-50% στα 5 έτη. (συνδυάζεται με υψηλές τιμές τριγλυκεριδίων ή με λοίμωξη μετεγχειρητικά από ιούς ή τέλος με ασυμβατότητα δότη-δέκτη). Η πιθανότητες επιβίωσης είναι περίπου 60% στα 5 ½ έτη και 45% στα 10 έτη. Για αυτούς που υπόκεινται σε μεταμόσχευση καρδιάς και πνευμόνων τα ποσοστά είναι χαμηλότερα με 40% στα 4έτη και 10% στα 10 έτη.

Προσωρινές Αντλίες

Οι ασθενείς που δεν μπορούν να βρουν έναν κατάλληλο δότη καρδιάς αναγκάζονται να προσφύγουν σε μηχανικές συσκευές. Η μηχανική αντικατάσταση της εγγενούς λειτουργίας της καρδιάς μπορεί να χαρακτηριστεί ως μερική υποστήριξη ή πλήρης υποστήριξη της καρδιάς. [17] Συσκευές μερικής υποστήριξης μπορεί να εμφυτευτούν χειρουργικά για παροχή μερικής βοήθειας στην αριστερή κοιλία. Η καρδιά του ασθενή συνεχίζει να κάνει μέρος της δουλειάς.

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για βραχυπρόθεσμη υποστήριξη της καρδιακής λειτουργίας είναι η ενδοαορτική αντλία με μπαλόνι. Την συσκευή αυτή εισήγαγε ο Δρ. Άντριαν Κάντρογουιτς προς το τέλος της δεκαετίας του '60 ως απλό αλλά αποτελεσματικό τρόπο για βελτίωση της στεφανιαίας κυκλοφορίας. Ένας καθετήρας με διογκούμενο μπαλόνι εισάγεται μέσω της μηριαίας αρτηρίας και καταλήγει στην κατιούσα αορτή. Το μπαλόνι είναι συγχρονισμένο με την λειτουργία της καρδιάς έτσι ώστε να διογκώνεται κατά τη διάρκεια της διαστολής και με αυτό τον τρόπο να αυξάνει την διαστολική πίεση και να σπρώχνει περισσότερο αίμα προς τις στεφανιαίες αρτηρίες. Το μπαλόνι ξεφουσκώνει κατά τη διάρκεια της συστολής και με αυτό τον τρόπο μειώνει την πίεση ενάντια στην οποία έχει να σπρώξει η καρδιά με αποτέλεσμα να την διευκολύνει στο έργο της. Υπάρχει επίσης μια μόνιμη εμφυτεύσιμη ενδοαορτική αντλία. Η αντλία ράβεται στην αορτή και συνδέεται με την επιφάνεια του δέρματος από όπου και γίνεται η εμφύσηση για διόγκωση του μπαλονιού. Ηλεκτρόδια τοποθετούνται στη επιφάνεια της καρδιάς και επιτρέπουν το συγχρονισμό της αντλίας με το καρδιακό ρυθμό. Ο μηχανισμός ελέγχου, η αντλία, και η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος είναι εξωτερικοί και φορητοί, επιτρέποντας στον ασθενή να κινείται ελεύθερα. Αυτή η συσκευή βρίσκεται τώρα σε κλινικές δοκιμές.



Ενδοαρτηρικά μπαλόνια (αριστερά), τοποθέτηση του καθετήρα και μπαλονιών στην αορτή (μέση), και ο μηχανισμός ελέγχου δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή (δεξιά.)

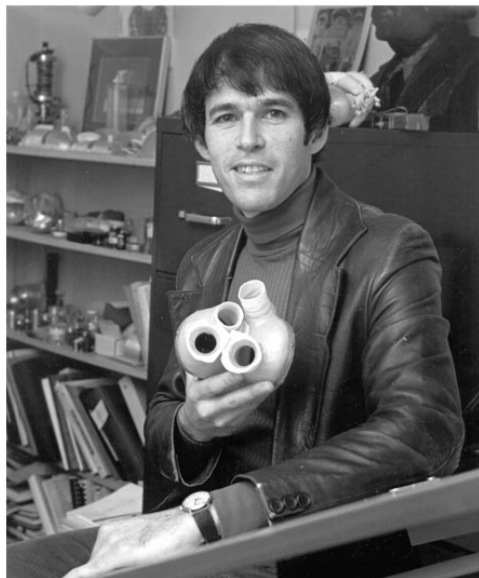
Διάφορες συσκευές παρέχουν πλήρη υποστήριξη στην αριστερή, δεξιά, ή και στις δύο κοιλίες χωρίς να επηρεάζουν απ' ευθείας την καρδιακή λειτουργία. Οι LVAD (left ventricular assist devices) βοηθούν την άντληση στην αριστερή πλευρά της καρδιάς, και οι RVAD (right ventricular assist devices) βοηθούν την άντληση στη δεξιά πλευρά. Οι περισσότεροι ασθενείς υποφέρουν από καρδιακή ανεπάρκεια της αριστερής κοιλίας, της πιο χοντρής και δυνατής πλευράς της καρδιάς που στέλνει το αίμα σε ολόκληρο σώμα. Όταν η καρδιά δεν μπορεί πια να σπρώξει το αίμα στο κεφάλι, τους νεφρούς, τα χέρια και τα πόδια, μπορεί η λειτουργία της να αντικατασταθεί με μια πρόσθετη συσκευή που παίζει τον ρόλο της αντλίας, χωρίς να πρέπει να αφαιρεθεί η καρδιά. Μια αντλία στο αριστερό μέρος της καρδιάς μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την αριστερή κοιλιακή λειτουργία και να παρέχει συνολική αριστερή κοιλιακή υποστήριξη. Πρέπει όμως και η δεξιά κοιλία του ασθενή να λειτουργεί κανονικά για να παρέχει την ικανοποιητικό όγκο αίματος που να γεμίζει την LAVD γι' αυτό και μερικές φορές χρειάζονται υποστήριξη και οι δυο πλευρές. Οι θρόμβοι αίματος είναι ένα σοβαρό πρόβλημα με αυτές τις συσκευές, και οι ασθενείς απαιτούν συνήθως αντιπηκτικά και αντιαιμοπεταλικά φάρμακα. Όταν οι ασθενείς τοποθετούνται σε συσκευές υποστήριξης της καρδιάς, η λειτουργία της καρδιάς μπορεί να βελτιωθεί ή να επιδεινωθεί. Εάν παρουσιαστεί βελτίωση, ο ασθενής μπορεί σταδιακά να αποσυνδεθεί από την συσκευή. Η συσκευή χρησιμεύει έτσι ως μια γέφυρα προς την αποκατάσταση της υγείας του ασθενή. Εάν η λειτουργία της καρδιάς δεν βελτιώνεται, ο ασθενής χρειάζεται συνήθως μεταμόσχευση καρδιάς και όταν αυτή γίνει τότε αφαιρείται η συσκευή. Σε αυτή την περίπτωση η συσκευή χρησιμεύει ως μια γέφυρα προς τη μεταμόσχευση η οποία αυξάνει τη λειτουργία της καρδιάς έως ότου ένας κατάλληλος δότης είναι διαθέσιμος. Διάφορες συσκευές ολικής αντικατάστασης της καρδιάς είναι διαθέσιμες σήμερα. Για να χρησιμοποιηθούν, ο χειρουργός πρέπει να αφαιρέσει την καρδιά του ασθενή εντελώς και να την αντικαταστήσει με μια τεχνητή καρδιά. Οι ασθενείς πρέπει συνήθως να παραμείνουν στο νοσοκομείο έως ότου γίνει μεταμόσχευση.



Heartmate LVAD. Η αντλία (αριστερά) εμφυτεύεται εσωτερικά (δεξιά) ενώ η υπόλοιπη συσκευή μπορεί να μεταφέρεται σε μικρό σακίδιο στην πλάτη.

Καρδιά από ατσάλι

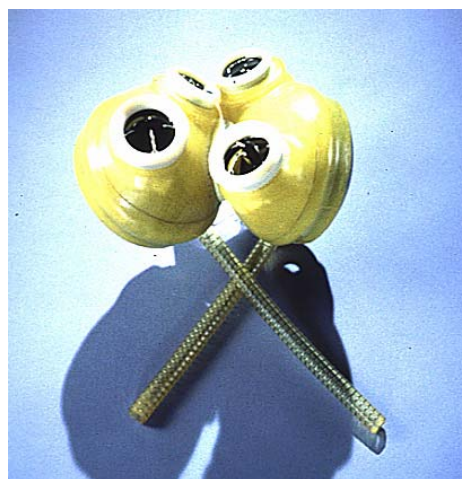
Λόγω της μεγάλης έλλειψης καρδιακών μοσχευμάτων πολλοί ασθενείς στον κατάλογο αναμονής για μεταμόσχευση καρδιάς δεν προλαβαίνουν ποτέ να φτάσουν στο χειρουργείο. Γι' αυτό το λόγο γίνονται προσπάθειες ώστε να τελειοποιηθεί μια συσκευή η οποία θα μπορεί να αντικαταστήσει, επί μόνιμου βάσεως, μια ασθενούςσα καρδιά. Παρά το γεγονός ότι, στις ΗΠΑ τουλάχιστον, οι προσπάθειες έχουν αρχίσει από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 και δαπανήθηκαν πολλά εκατομμύρια δολάρια, οι προσπάθειες δεν έχουν ακόμα επιτύχει.



Το 1964, ο Ρόμπερτ Τζάρβικ (Robert Jarvik) ήταν φοιτητής στο πανεπιστήμιο τη Γιούτα στις ΗΠΑ. Ο πατέρας του έπασχε από καρδιοπάθεια και χρειαζόταν εγχείρηση ανοικτής καρδιάς. Τότε ήταν που ο Τζάρβικ έμαθε ότι πολλοί ασθενείς με καρδιακές παθήσεις χρειάζονται μεταμοσχεύσεις καρδιάς. Σε μερικές περιπτώσεις, όμως, η ασθένεια είναι τόσο σοβαρή που ένας ασθενής δεν μπορεί να επιζήσει της αναμονής για ένα δότη καρδιάς. Σε μια προσπάθεια να βοηθηθούν εκείνοι οι ασθενείς να ζήσουν όσο το δυνατό περισσότερο και πιο άνετα με την καρδιά που έχουν, οι ιατρικοί επιστήμονες είχαν αρχίσει να αναπτύσσουν ηλεκτρονικές συσκευές, όπως απινιδωτές, βηματοδότες, και πρότυπα τεχνητών καρδιών. [18]

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '70, υπήρχαν διάφορα σχέδια για τεχνητές καρδιές. Στα μέσα της δεκαετίας του '50, ο Δρ. Παύλος Γουίντσελ κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια τεχνητή καρδιά. Το 1957, μια ομάδα επιστημόνων, υπό την καθοδήγηση του Γουίλλεμ Κόλφ, εξέτασε το πρωτότυπο στα ζώα για να προσδιορίσει τα προβλήματα. Ένα άλλο σχέδιο τεχνητής καρδιάς εξετάστηκε το 1969 από την ομάδα του Ντέντον Κούλι του Ιδρύματος Καρδιάς του Τέξας και κράτησε ένα ασθενή ζωντανό για περισσότερο από εξήντα ώρες. Οι γιατροί και οι επιστήμονες άρχισαν, μετά από αυτές τις σχετικές επιτυχίες, να εξετάζουν τη δυνατότητα για μια μόνιμη, παρά προσωρινή, εμφυτεύσιμη τεχνητή καρδιά.

Η μόνιμη εμφυτεύσιμη καρδιά που σχεδίασε ο Ρόμπερτ Τζάρβικ ήταν η πρώτη του είδους. Την ονόμασε Τζάρβικ-7. Φτιαγμένα από πολυεστέρα, πλαστικό, αλουμίνιο και ντάκρον, η Τζάρβικ-7 είχαν μια εσωτερική αντλία που λειτουργούσε μέσω ενός συστήματος εύκαμπτων αεραγωγών που εισήγαγαν των συμπιεσμένο αέρα στην καρδιά μέσω του στήθους. Το εξωτερικό σύστημα πνευματικής τροφοδότησης της καρδιάς οδηγούσε τις αντλίες, οι οποίες έστελναν το αίμα στο σώμα των ασθενών. Ο Τζάρβικ και η ομάδα του εξέτασαν τη συσκευή σε αγελάδες και άλλα ζώα, μέχρι που να σιγουρευτούν ότι η καρδιά θα μπορούσε με συνέπεια να κτυπά τουλάχιστον 100.000 φορές την ημέρα. Σύντομα, η συσκευή ήταν έτοιμη να εξεταστεί σε ανθρώπους.



Το 1982, ο πρώτος ασθενής, ο οδοντίατρος Μάρνερν Κλάρκ από το Σιάτλ των ΗΠΑ, έζησε για 112 ημέρες αφότου εμφυτεύτηκε το Τζάρβικ-7 στη θωρακική κοιλότητά του κατά τη διάρκεια μιας εγχείρησης διάρκειας 7 1/2 ωρών. Ο χειρουργός, ο Γουίλιαμ ΝτεΒράης του πανεπιστημίου της Γιούτα, εκτέλεσε τη χειρουργική επέμβαση. Ο Κλάρκ, που για διάφορους ιατρικούς λόγους δεν ήταν υποψήφιος για μεταμόσχευση, δεν ήταν σε θέση να εγκαταλείψει το νοσοκομείο μετά την εγχείρηση. Το σύστημα ήταν ανοικτό σε μολύνσεις και έτσι ο Κλάρκ όπως και οι επόμενοι παραλήπτες του

Τζάρβικ-7, προσβλήθηκαν από διάφορα μικρόβια. Στους ασθενείς έπρεπε, ακόμα, να χορηγούνται αντιπηκτικά για να αποτρέψουν τους θρόμβους και τα εγκεφαλικά επεισόδια. Ο Κλάρκ πέθανε από πολλαπλή οργανική ανεπάρκεια, αλλά το Τζάρβικ-7 κτυπούσε ακόμα και μετά τον θάνατο του. Μετά από τον Κλάρκ, η καρδιά Τζάρβικ-7 εμφυτεύτηκε πολλές φορές. Το ρεκόρ επιβίωσης με τεχνητή καρδιά έχει ο Γουίλιαμ Σχρόντερ, ο οποίος δέχθηκε την συσκευή το 1985. Έζησε για 18 μήνες αν και υπέστη τα εγκεφαλικά επεισόδια, ξαφνικές αιμορραγίες, και μολύνσεις κατά τη διάρκεια των τελικών ημερών του. Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '80, περίπου 70 συσκευές Τζάρβικ εμφυτεύτηκαν για να υποστηρίξουν τους ασθενείς που περιμένουν μεταμοσχεύσεις.

Το Μάιο του 1988, η κυβέρνηση των ΗΠΑ αποφάσισε να σταματήσει την προσπάθεια τελειοποίησης της τεχνητής καρδιάς μετά από εικοσάχρονη προσπάθεια και δαπάνες 250 εκατομμυρίων δολαρίων. Ο λόγος ήταν γιατί παρ' όλες τις προσπάθειες κανένας από τους ασθενείς δεν σώθηκε. Οι πιο πολλοί μάλιστα πέθαναν από σοβαρά εγκεφαλικά επεισόδια και μολύνσεις, δυστυχισμένοι μέσα στο νοσοκομείο. Ο Ρόμπερτ Τζάρβικ, που στην αρχή της καριέρας του αποθεώθηκε από τα μέσα επικοινωνίας, μετά από μια σειρά αποτυχίες, και εν μέρει λόγω του επιδεικτικού του χαρακτήρα του, άρχισε να αποκαλείται ο “δράκουλας της ιατρικής τεχνολογίας.” Οι προσπάθειες για ανάπτυξη μιας τεχνητής καρδιάς δεν σταμάτησαν όμως. Ιδιωτικές εταιρίες και ο ίδιος ο Τζάρβικ συνέχισαν την προσπάθεια και παρουσίασαν κάποια καλά αποτελέσματα μετά το 2000.

Γιατί λοιπόν είναι τόσο δύσκολο να κατασκευαστεί μια τεχνητή καρδιά; Για διάφορους λόγους. Μια τέτοια συσκευή πρέπει να είναι σε θέση να συντηρεί την κυκλοφορία του αίματος και την λειτουργία του ανθρώπινου σώματος με ασφάλεια και αξιοπιστία. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει:

- Η λειτουργία της συσκευής να είναι συνεχής και αδιάκοπη
- Η συσκευή να μην αποτελεί εστία μολύνσεων
- Η διασώληνωση της συσκευής να μην επιτρέπει τη δημιουργία θρόμβων

Τα τεχνικά προβλήματα που αφορούν την απρόσκοπτη λειτουργία της καρδιάς είχαν επιλυθεί από τα πρώτα κιόλας χρόνια. Ακόμα και οι πρώτες τεχνητές καρδιές συνέχιζαν αν λειτουργούν αφού απεβίωνε ο ασθενής. Το πρόβλημα των μολύνσεων έχει επίσης ελαχιστοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση αντιβιοτικών και καλύτερων χειρουργικών τεχνικών.

Το μεγαλύτερο εμπόδιο στη ανάπτυξη και λειτουργία τεχνητών καρδιών είναι η θρόμβωση. Τα ανθρώπινα αιμοφόρα αγγεία είναι καλυμμένα, στο εσωτερικό, με ένα στρώμα ενδοθηλιακών κυττάρων τα οποία, με μια πολύπλοκη δομή μορίων, επιτρέπουν τη ροή του αίματος χωρίς την προσκόλληση των ερυθρών αιμοσφαιρίων στα τοιχώματα και τη δημιουργία θρόμβων. Παρά τις προσπάθειες των πρώτων ερευνητών ήταν αδύνατη η δημιουργία σωληνώσεων και αντλιών με συμπεριφορά και λειτουργία εφάμιλλη με τα ανθρώπινα αιμοφόρα αγγεία. Φυσικά οι έρευνες συνεχίζονται, με νέα υλικά και μεθόδους να επιτυγχάνουν όλο και καλύτερα αποτελέσματα. Οι τεχνητές καρδιές νέας γενεάς, όπως η Jarvik 2000 και η AbioCor, κατασκευάζονται με τεχνολογίες που μειώνουν σημαντικά τις θρομβώσεις. Η AbioCor, ακόμα, είναι μια συσκευή η οποία εμφυτεύεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο σώμα. Λόγω της έλλειψης οποιασδήποτε επαφής με το εξωτερικό του σώματος, οι πιθανότητες μόλυνσης, που ήταν μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου στα προηγούμενα μοντέλα, μειώνονται στο ελάχιστο. Ο Ρόμπερτ Τούλς ήταν ο πρώτος ασθενής ο οποίος δέχτηκε την τεχνητή καρδιά ΑμπάιοΚορ στο Εβραϊκό Νοσοκομείο του Λούισβιλ στο Κεντάκι των ΗΠΑ στις 2 Ιουλίου 2001. Η τεχνητή καρδιά τον κράτησε στην ζωή για 151 μέρες, οπότε και πέθανε σε ηλικία 59 ετών από εσωτερική αιμορραγία και πολλαπλή οργανική ανεπάρκεια. Η καρδιά φαινόταν να δουλεύει ακόμα κανονικά.



Ο Ρόμπερτ Τούλς (αριστερά,) ο πρώτος ασθενής που δέχθηκε την καινούργια τεχνητή καρδιά ΑμπάιοΚόρ (AbioCor) (δεξιά)

Η Π.Κ. μετά από πολύωρη χειρουργική επέμβαση απέκτησε την δική της Heartmate LVAD. Μετά από περίπου 4 εβδομάδες μπόρεσε να σηκωθεί από το κρεβάτι και ήλπιζε σύντομα να μπορεί να βγει και από το νοσοκομείο. Δυστυχώς, η αντιπηκτική θεραπεία που της χορηγήθηκε είχε σοβαρές παρενέργειες που συμπεριλάμβαναν επιδείνωση του έλκους από το οποίο υπέφερε η Π.Κ. και οξεία γαστρική αιμορραγία. Οι γιατροί αναγκάστηκαν να μειώσουν τα αντιπηκτικά αλλά αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η ασθενής να υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο. Μετά το επεισόδιο αυτό η κατάσταση της επιδεινώθηκε με αποτέλεσμα να εισαχθεί στην **μονάδα εντατικής θεραπείας** και να συνδεθεί με **αναπνευστήρα**.

Εντατική Θεραπεία

Η εντατική θεραπεία (Intensive care medicine ή critical care medicine) είναι κλάδος της ιατρικής επιστήμης που ασχολείται κατ' εξοχήν με την αντιμετώπιση ασθενών με οξεία απειλητικά νοσήματα για τη ζωή, μέσα σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας - ΜΕΘ (Intensive Care Unit - ICU) είναι ειδικά εξοπλισμένο και στελεχωμένο τμήμα του νοσοκομείου, αφιερωμένο στην αντιμετώπιση ασθενών με απειλητικά για τη ζωή νοσήματα, βαρείες κακώσεις ή επιπλοκές. [19]

Η ιστορική εξέλιξη των ΜΕΘ σχετίζεται με την ανάπτυξη των αιθουσών μετεγχειρητικής ανάνηψης ή με την εμφάνιση της επιδημίας πολιομυελίτιδας στις αρχές του 1950, όταν η χρήση της μηχανικής αναπνοής είχε σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της θνησιμότητας. Όμως, η εντατική θεραπεία δεν περιορίζεται στη μετεγχειρητική ανάνηψη ή τη χρήση των αναπνευστήρων. Τη δεκαετία 1960-70 αναπτύχθηκαν οι μονάδες εμφραγμάτων για την αντιμετώπιση των επιπλοκών των εμφραγμάτων του μυοκαρδίου. Στη δεκαετία 1970-80 οι λοιμώξεις, η σήψη και η σηπτική καταπληξία και η βαρύτητα των εκδηλώσεών τους άρχισαν να αναγνωρίζονται. Στο διάστημα 1980-90 το ενδιαφέρον της εντατικής θεραπείας στράφηκε στην παθοφυσιολογική αντιμετώπιση του συνδρόμου της πολλαπλής οργάνικης ανεπάρκειας. Σήμερα, η εντατική θεραπεία είναι ξεχωριστή ειδικότητα με ευρύ φάσμα νοσημάτων τα οποία έχουν ως κοινό παρονομαστή τη μεγάλη βαρύτητα, τις αναπτυσσόμενες επιπλοκές και την απειλή της ζωής.

Τα συνήθη νοσήματα τα οποία αντιμετωπίζονται στη ΜΕΘ αφορούν τις παρακάτω νοσολογικές οντότητες: την αντιμετώπιση και ανάνηψη κάθε μορφής καταπληξίας (σοκ), την οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, την αντιμετώπιση του πολυτραυματία ασθενούς, ανεπάρκειες από τα διάφορα οργανικά συστήματα (καρδιαγγειακή, οξεία νεφρική ανεπάρκεια, οξεία αιματολογικά και επείγοντα γαστρεντερολογικά νοσήματα, οξείες μεταβολικές και ηλεκτρολυτικές ανωμαλίες), δηλητηριάσεις, περιβαλλοντικές βλάβες, σοβαρές λοιμώξεις, σήψη, χειρουργικά ορθοπεδικά, γυναικολογικά, νευροχειρουργικά και επείγοντα νευρολογικά περιστατικά, μετεγχειρητικές επιπλοκές, καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, μεταμοσχεύσεις οργάνων κ.λπ. Ορθά η ΜΕΘ χαρακτηρίζεται ως το νοσοκομείο μέσα στο νοσοκομείο για να υποδηλωθεί η μεγάλη σπουδαιότητά της όσον αφορά το φάσμα και τη βαρύτητα των νοσημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει.

Ο τύπος, το μέγεθος και η θέση της ΜΕΘ, βασίζεται στην πολιτική υγείας, στη δομή του νοσοκομείου και τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής. Με εξαίρεση τις στεφανιαίες μονάδες και τις νεογνικές ΜΕΘ, οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς εισάγονται στην εντατική μονάδα του νοσοκομείου και αντιμετωπίζονται από ειδικούς εντατικολόγους. Ο αριθμός των κρεβατιών της ΜΕΘ σε ένα νοσοκομείο κυμαίνεται σε 4-10% του συνολικού αριθμού. Η ΜΕΘ επιβάλλεται να βρίσκεται πλησίον των σχετικά κρίσιμων περιοχών του νοσοκομείου όπως επείγοντα ιατρεία, χειρουργεία. Επίσης, προβλέπεται να υπάρχει άμεση πρόσβαση σε ακτινολογικά εργαστήρια και αξονικό τομογράφο. Η ΜΕΘ πρέπει να διαθέτει ευρυχωρία ώστε να επιτυγχάνεται εύκολη πρόσβαση στον ασθενή. Ο χώρος για κάθε κρεβάτι πρέπει να είναι 5-10 τ.μ. και η ύπαρξη ορισμένων δωματίων των 10-15 τ.μ. είναι αναγκαία για περιπτώσεις μεταδοτικών λοιμώξεων. Η περιοχή των ασθενών πρέπει να εκτείνεται σε ανοικτή μεγάλη επιφάνεια με φυσικό φως, κεντρικό νοσηλευτικό σταθμό με σωστή αρχιτεκτονική ώστε να διευκολύνεται η νοσηλευτική παρακολούθηση. Κάθε κρεβάτι είναι εξοπλισμένο με αναπνευστήρες, καρδιοσκόπια (μόνιτορες), συσκευές αναρρόφησης, 2 παροχές πεπιεσμένου αέρα και 3 οξυγόνου, αρκετές πρίζες, μηχανισμούς και θέσεις ανάρτησης μηχανικών συσκευών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρακωλύεται η νοσηλεία. Άλλα τμήματα της ΜΕΘ περιλαμβάνουν χώρους εργαστηρίου, βιβλιοθήκης, ανάπαυσης, συλλογής ακαθάρτων ειδών κ.ά.



Ένας σταθμός στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Για πολλούς βαρέως πάσχοντες οι ΜΕΘ αναμφίβολα σώζουν ζωές. Τέτοια παραδείγματα αφορούν ασθενείς μετά από καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, μεταμοσχεύσεις οργάνων, πολυτραυματίες, φαρμακευτικές δηλητηριάσεις, σύνδρομο Guillain Barret κ.ά. Επίσης, η επιλεγμένη εισαγωγή ασθενών υψηλού κινδύνου, όπως οι μετεγχειρητικοί ασθενείς, συνοδεύεται από μικρή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Περισσότερο βαρέως ασθενείς παρουσιάζουν μεγαλύτερη θνησιμότητα κατά τη νοσηλεία τους στη ΜΕΘ, αλλά και στο άμεσο διάστημα μετά την έξοδό τους. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ασθενείς με σοβαρή σήψη, ανοσοκαταστολή, νεοπλασματική νόσο, πολυοργανική

ανεπάρκεια και βαρεία χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια. Στην κατηγορία αυτή η μακροχρόνιος επιβίωση εξαρτάται από την ηλικία και τη βαρύτητα της νόσου και επηρεάζεται από τη διάγνωση.

Το κόστος της εντατικής θεραπείας είναι περίπου 3-4 φορές υψηλότερο συγκριτικά με τα συνήθη τμήματα του νοσοκομείου. Στις ΗΠΑ οι ΜΕΘ λαμβάνουν περίπου το 15-20% του συνολικού ετήσιου κεφαλαίου του νοσοκομείου. Λόγω της χρήσης νέων θεραπευτικών τεχνικών και φαρμάκων είναι βέβαιο ότι το κόστος λειτουργίας στη ΜΕΘ θα εξακολουθήσει να ανέρχεται.

Πέρα από το υψηλό κόστος η μη ορθή χρήση των δυνατοτήτων των ΜΕΘ έχει και άλλες συνέπειες. Ο ασθενής μπορεί να υποστεί μεγάλη και μη αναγκαία ταλαιπωρία και απώλειες της αξιοπρέπειάς του, ενώ οι συγγενείς μπορεί επίσης να υφίστανται σημαντικές συναισθηματικές πιέσεις. Άλλοτε πάλι μπορεί η θεραπεία να παρατείνει απλά τη διεργασία του θανάτου ή να διατηρεί μια αμφιβόλου ποιότητας ζωή, ή ακόμη οι κίνδυνοι από τις θεραπευτικές παρεμβάσεις να υπερβαίνουν το πιθανό όφελος. Γι' αυτό η ΜΕΘ είναι το κατεξοχήν τμήμα του νοσοκομείου όπου σε καθημερινή βάση η ιατρική ηθική, ο τρόπος επιλογής των ασθενών που θα εισαχθούν, η ευθανασία και η αφαίρεση ή διακοπή μιας θεραπείας αποτελούν ανυπέρβλητες δυσκολίες. Από πρακτικής πλευράς υπάρχουν περιπτώσεις στη ΜΕΘ όπου όλες οι θεραπείες, συμπεριλαμβανομένων και των πιο σύνθετων και δαπανηρών, δεν μπορούν να αλλάξουν την πρόγνωση. Πέρα από το οικονομικό κόστος, το συναισθηματικό "κόστος" στους συγγενείς αλλά και στο προσωπικό, να διατηρεί τον ασθενή "ζωντανό" μέχρι το τέλος, είναι βαρύ. Η οικογένεια και οι φίλοι γίνονται αιχμάλωτοι της τεχνολογίας, όταν η υποστηρικτική θεραπεία, αντί να σώσει μια ζωή καθυστερεί τον αναπόφευκτο επικείμενο θάνατο.

Όπως και να έχουν τα θέματα της ηθικής, η ΜΕΘ δεν παύει να είναι το κομμάτι εκείνο του νοσοκομείου με τις αυστηρότερες τεχνικές προδιαγραφές και τις περισσότερες ανάγκες σε εξοπλισμό, τελευταίας τεχνολογίας. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται καθημερινά είναι πολλά και η καλή λειτουργία τους είναι απόλυτα αναγκαία για τη ζωή των ασθενών. Στη επόμενη ενότητα θα γνωρίσουμε τη λειτουργία ενός από αυτά τα μηχανήματα, του αναπνευστήρα.

Βαθιές Αναπνοές

Ο αναπνευστήρας είναι συσκευή που χρησιμοποιείται κυρίως στις μονάδες εντατικής θεραπείας, και στα χειρουργεία. Στις μονάδες εντατικής θεραπείας χρησιμοποιείται σε ασθενείς που η κλινική τους κατάσταση είναι τέτοια ώστε αυτοί να μην μπορούν να αναπνεύσουν είτε γιατί βρίσκονται σε καταστολή, επειδή κάποια από τα ζωτικά τους όργανα δεν λειτουργούν κανονικά, είτε γιατί οι μύες των πνευμόνων δεν έχουν τη δύναμη να αντεπεξέλθουν χωρίς μηχανική υποβοήθηση. Στα χειρουργεία οι αναπνευστήρες είναι τμήμα της γενικότερης ομάδας των αναισθησιολογικών μηχανημάτων, και βοηθούν τους ασθενείς που βρίσκονται σε ολική νάρκωση.

Ο σκοπός ενός αναπνευστήρα είναι να αντικαταστήσει ή να βελτιστοποιήσει την αναπνοή ενός ασθενή προκειμένου να διατηρηθεί ένα επαρκές ποσό οξυγόνου στο αίμα του. [20] Οι επιδείξεις στα ζώα από το 1555 από το Βεζάλιους και το 1667 από τον Χούκ έδειξαν ότι ο ασθενής μπορούσε να διατηρηθεί εν ζωή από εμφύσηση των πνευμόνων με φυσητήρες από το στόμα και ενώ η θωρακική κοιλότητα ήταν ανοικτή. Ο πρώτος επιστήμονας που εκτίμησε σωστά τους "μηχανισμούς" της αναπνοής ήταν ο Ιωάννης Μέιου (1641-1679) που, το 1670, κατέδειξε ότι ο αέρας σύρεται στους πνεύμονες με τη διεύρυνση της θωρακικής κοιλότητας. Ο Αλέξανδρος Γκράχαμ Μπέλλ, ο εφευρέτης του τηλεφώνου, σκέφτηκε επίσης τον μηχανικό αναπνευστήρα, προτρεπόμενος ίσως από το θάνατο του μεγάλου γιου του Εδουάρδου στις 15 Αυγούστου 1881. Εφηύρε το



“σακάκι κενού” σε μια επίσκεψη στην Αγγλία τον επόμενο χρόνο. Αποτελείτο από ένα άκαμπτο εξωτερικό περίβλημα, που χωριζόταν στην μέση, με μια μαλακή επένδυση, το οποίο δενόταν γύρω από το στήθος. Φυσητήρες παρείχαν αρνητική πίεση με αποτέλεσμα το στήθος να διευρύνεται. Το δάνεισε “σε κάποιο κύριο που στο Πανεπιστημιακό Κολέγιο στο Λονδίνο” ο οποίος υποσχέθηκε να πειραματιστεί με το σακάκι, αλλά προφανώς δεν το έκανε. Το 1892 ο Μπέλλ βελτίωσε το σχέδιο αλλά η συσκευή αυτή ποτέ δεν χρησιμοποιήθηκε.

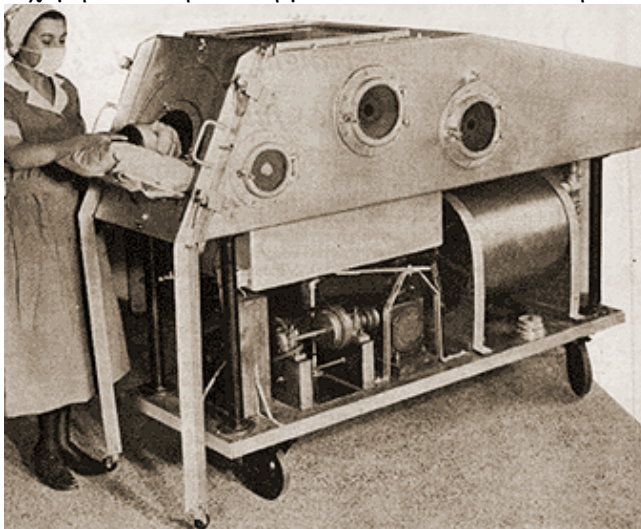
Κατά την διάρκεια του 19^{ου} αιώνα πολλοί επιστήμονες πειραματίστηκαν με συσκευές τεχνητής αναπνοής. Οι Dr Alfred F Jones (ΗΠΑ) 1864, Ignez von Hauke (Αυστρία) 1874, Eugene Joseph Woillez (Γαλλία) 1875, Charles Breuillard (Γαλλία) 1887 ήταν μερικοί από αυτούς.

Η πολιομυελίτιδα στη δεκαετία του '20 είχε επιπτώσεις συνήθως στα παιδιά. Οι ασθενείς που είχαν πολιομυελίτιδα που περιλάμβανε τον αυχενικό και θωρακικό νωτιαίο μυελό δεν μπορούσαν να αναπνεύσουν καθόλου. Συνήθως, μόνο μερικές ώρες χόριζαν τα πρώτα σημάδια αναπνευστικού κινδύνου από το θάνατο. Εκείνοι που φρόντιζαν τέτοιους ασθενείς ανέφεραν ότι ήταν πολύ επώδυνο να βλέπουν αυτά τα παιδιά πνίγονται με τέτοιο τρομακτικό τρόπο.



Το 1926, ένας Αμερικανός, ο Φίλιπ Ντρίνκερ διορίστηκε στην επιτροπή του ιδρύματος Ρόκεφελλερ που διαμορφώθηκε για να αναπτύξει βελτιωμένες μεθόδους επαναφοράς των αισθήσεων. Εκείνο το διάστημα ο αδελφός του Σεσίλ, με ένα νέο φυσιολόγο τον Λούις Σιό, μελετούσαν διάφορες πτυχές της αναπνευστικής φυσιολογίας των γάτων. Διαπίστωσαν ότι εάν τοποθέτησαν μια αναισθητοποιημένη γάτα σε ένα σφραγισμένο κουτί, με μόνο το κεφάλι εκτεθειμένο, μπορούσαν να μετρήσουν ακριβώς το ποσό αέρα που η γάτα ανάπνεε. Όταν η γάτα εισέπνεε, το στήθος της διευρυνόταν και η πίεση μέσα στο κιβώτιο αυξανόταν επειδή η γάτα ελάμβανε τώρα περισσότερο όγκο. Όταν η γάτα εξέπνεε, η πίεση έπεφτε.

Όταν πρόσεξε αυτά τα πειράματα, ο Ντρίνκερ σκέφτηκε ότι το αντίθετο πρέπει επίσης να ισχύει. Έδωσε στην γάτα κουράριο, ένα θανάσιμο δηλητήριο βελών που χρησιμοποιούσαν οι ινδιάνοι της Αμερικανικής ηπείρου, το οποίο ενεργεί ως πολύ ισχυρή μυοχαλαρωτική ουσία, σε τέτοιο βαθμό που η αναπνοή σταματά. Τροποποίησε, επίσης, το κουτί ώστε να μπορεί με μια σύριγγα να αυξάνει και να χαμηλώνει την πίεση μέσα σε αυτό. Τοποθέτησε τη γάτα στη συσκευή και διατήρησε στην ζωή



επιτυχώς το ζώο για μερικές ώρες έως ότου τα αποτελέσματα του φαρμάκου εξαφανίστηκαν.

Ο Ντρίνκερ κατέληξε στο συμπέρασμα ότι εάν λειτουργήσει για μια γάτα η συσκευή θα λειτουργούσε επίσης για τον άνθρωπο. Αυτό τον προέτρεψε να κατασκευάσει μια αναπνευστική συσκευή μεγάλου μεγέθους, χρησιμοποιώντας ένα μεταλλικό κουτί και ένα μηχανισμό από ηλεκτρική σκούπα για την αναρρόφηση. Ο ασθενής θα γλιστρούσε μέσα στην αναπνευστική μηχανή και ένα λαστιχένιο περιλαίμιο θα έκλεινε το κεφάλι έξω.

Μέσα σε μερικούς μήνες, το 1928, έγιναν οι πρώτες κλινικές δοκιμές. Ένα 8χρονο κοριτσάκι που βρισκόταν σε κωματώδες κατάσταση ήταν ο πρώτος ασθενής. Μέσα σε ένα με δυο λεπτά στην συσκευή το κοριτσάκι επανέκτησε τις αισθήσεις της και λίγο αργότερα ζήτησε και παγωτό! Δυστυχώς το κοριτσάκι αυτό πέθανε από πνευμονία μερικές μέρες αργότερα, αλλά αυτοί οι “σιδερένιοι πνεύμονες” όπως χαρακτηριστικά ονομάστηκαν οι συσκευές αυτές, έσωσαν αμέτρητες ζωές μέχρι την ανακάλυψη του εμβολίου κατά της πολιομυελίτιδας.

Σήμερα, οι αναπνευστήρες χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις και είναι πολύ πιο εξελιγμένοι από τους φυσητήρες του 1555! Επιτρέπουν τον ακριβή έλεγχο του οξυγόνου που παρέχεται στον ασθενή και σώζουν καθημερινά ζωές. [20] Οι σύγχρονοι αναπνευστήρες υποστηρίζουν πολλούς τρόπους αερισμού των ασθενών. Οι τρόποι αυτοί διαφέρουν από αναπνευστήρα σε αναπνευστήρα ανά-λογα με τον κατασκευαστή του. Παρ’ όλες όμως τις μικροδιαφορές τους μπορούν να συνοψιστούν στους παρακάτω τρόπους λειτουργίας.



Τα βασικά μέρη ενός αναπνευστήρα

Όλοι οι αναπνευστήρες αποτελούνται από δύο βασικές μονάδες, την πνευμονική και την ηλεκτρονική. Η πνευμονική μονάδα: είναι αυτή που δίνει στον ασθενή τον αέρα που χρειάζεται και έρχεται σε επαφή μαζί του και γι’ αυτό λέγεται και μονάδα ασθενούς. Η μονάδα αυτή παίρνει αέρα αλλά και καθαρό οξυγόνο και καθορίζει την ροή του προς τον ασθενή. Ο αέρας προτού φτάσει στον ασθενή περνά από φίλτρο και διυγράζεται. Τα αέρια της εκπνοής από τον ασθενή φεύγουν προς τα έξω μέσω μιας ανεπίστροφης βαλβίδας. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα δίνει τη δυνατότητα ελέγχου, ρύθμισης της λειτουργίας του αναπνευστήρα και φυσικά παρακολούθησης του ασθενή. Όλες οι λειτουργίες του ηλεκτρονικού κυκλώματος συγκεντρώνονται στον πίνακα ελέγχου του αναπνευστήρα από τον οποίον γίνονται όλες οι ρυθμίσεις και οι έλεγχοι.

Ο έλεγχος του αερισμού μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τις ανάγκες και την κατάσταση του ασθενή. Μπορεί να καθοριστεί η πίεση, ο όγκος ή και τα δύο, που παραχωρούνται στον ασθενή. Με αυτό τον τρόπο γίνεται ο απαραίτητος αερισμός και ταυτόχρονα παρακολουθείται η κατάσταση του ασθενή. Όταν ο ασθενής αναπνέει μερικώς τότε πρέπει οι δικές του αναπνοές να λαμβάνονται υπόψη για τη λειτουργία του αναπνευστήρα ώστε οι μηχανικές αναπνοές να μην εναντιώνονται στην προσπάθεια του ασθενή. Έτσι, όταν ο αναπνευστήρας διαπιστώσει ότι ο ασθενής προσπαθεί να εισπνεύσει πρέπει εκείνη τη στιγμή να τον βοηθήσει στην εισπνοή και σε καμία περίπτωση να μην δώσει εκπνοή ώστε αντί να τον βοηθήσει να του δημιουργήσει επιπλέον πρόβλημα.

Σε ασθενείς με “φυσιολογικούς πνεύμονες,” χωρίς δηλαδή οποιοδήποτε πρόβλημα στους ίδιους τους πνεύμονες, δίνεται συνήθως σταθερός όγκος αέρος. Αντίθετα, σε ασθενείς που λόγω κάποιων παθήσεων έχουν βεβαρημένη λειτουργία πνευμόνων, παραχωρείται αερισμός με προκαθορισμένη πίεση ώστε να επιτυγχάνεται επαρκής οξυγόνωση του αίματος. Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα, για τον ίδιο λόγο, χρησιμοποιείται συνεχής θετική πίεση (CPAP, δηλαδή continuous positive airway pressure). Σε ασθενείς που αναρρώνουν και αρχίζουν να ανπνέουν από μόνοι τους, ο ναπνευστήρας χρησιμοποιείται υποστηρικτικά μέχρι και την αποσύνδεση από τη συσκευή.

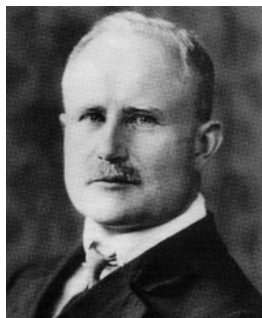
Η κατάσταση της Π.Κ. δεν παρουσίασε καμιά βελτίωση στην ΜΕΘ. Αντίθετα δεν ήταν πια σε θέση να αρχικοποιεί την δική της αναπνοή. Μετά από μερικές μέρες αποφασίστηκε όπως γίνει μια αξιολόγηση της εγκεφαλικής της δραστηριότητας με **ηλεκτροεγκεφαλογράφημα**.

Τι κρύβει το μυαλό

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) είναι μια ιατρική εξέταση που χρησιμοποιείται για να εξετάσει την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου, μέσω ηλεκτροδίων που εφαρμόζονται στο κρανίο. [21] Αυτή η διαδικασία είναι απολύτως ανώδυνη και μπορεί να εκτελεσθεί χωρίς να χρειάζεται ξύρισμα της κεφαλής. Το ΗΕΓ μπορεί να βοηθήσει στην διάγνωση διαφόρων νόσων, συμπεριλαμβανομένης της επιληψίας, των αναταραχών ύπνου και των όγκων εγκεφάλου.

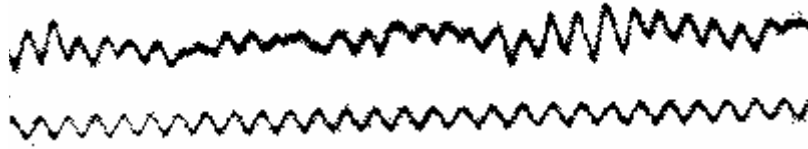
Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) είναι ένα χρονικά μεταβαλλόμενο, ηλεκτρικό σήμα που καταγράφεται από ηλεκτρόδια που συνδέονται με το κρανίο του ασθενή. Το σήμα είναι αποτέλεσμα της ηλεκτρικής δραστηριότητας των νευρώνων του εγκεφάλου και, υπό αυτήν τη μορφή, είναι ένα μέτρο της δραστηριότητας εγκεφάλου. Κάποια ευδιάκριτα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ΗΕΓ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναγνωρίσουν διάφορες καταστάσεις του εγκεφάλου του ασθενή, παραδείγματος χάριν, τον ύπνο, του ήρεμου εγρήγορση, κλπ.

Ο Ρίτσιαρντ Κάντον από το Λίβερπουλ, ιατρός και καθηγητής στην ιατρική σχολή, ανακάλυψε ηλεκτρικά εγκεφαλικά σήματα, εξετάζοντας απευθείας στην επιφάνεια των εκτεθειμένων εγκεφάλων των ζώων. Δημοσίευσε τα αποτελέσματά του το 1875. Ο Κάντον χρησιμοποίησε ένα γαλβανόμετρο απεικόνισης το οποίο εφευρέθηκε το 1858 από το Λόρδο Kelvin. Οι μικρές αλλαγές στη θέση ενός καθρέφτη, ο οποίος ήταν συνδεδεμένος με τις σπείρες του γαλβανομέτρου, παρήγαγαν μια πολύ μεγαλύτερη μετακίνηση ενός αντανακλούμενου σημείου φωτός. Αυτό ήταν μια πρωτόγονη μορφή ενίσχυσης. Τέτοια όργανα ήταν ικανά να μετρήσουν μικρο-αμπέρ. Οι περισσότεροι φυσιολόγοι δεν ήταν ενήμεροι για την εργασία του Κάντον, επειδή μελετούσαν τα επιστημονικά περιοδικά, ενώ ο ίδιος δημοσίευε στα ιατρικά. Ο Αδόλφος Μπέρκ από την Πολωνία επανέλαβε και αναδημοσίευσε την εργασία το 1890, 15 περίπου έτη μετά από τον Κάντον σε ένα περιοδικό φυσιολογίας. Προχωρώντας πέρα από τον Κάντον, ανακάλυψε ότι ακόμη κι αν ένα αισθητήριο ερέθισμα, όπως μια λάμψη ή ένα χειροκρότημα, προκαλούσε μία αντίδραση σε ένα συγκεκριμένο σημείο, υπήρχε μια ευρεία διακοπή του αργού προτύπου των κυμάτων στον εγκέφαλο.

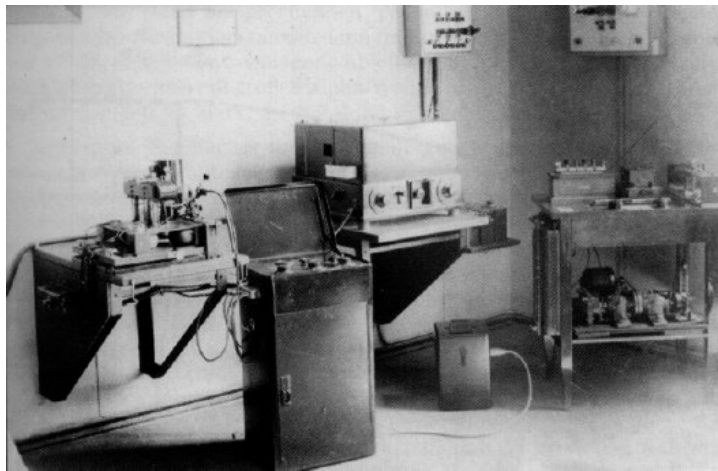


Ο Δρ Χάνς Μπέργκερ, ένας γερμανός ψυχίατρος, ήταν ο πρώτος που κατέγραψε το ανθρώπινο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. [22] Μετά το 1897, και αφ' ότου ολοκλήρωσε το διδακτορικό του στο πανεπιστήμιο της Ιένας, ο Μπέργκερ, ενημερώθηκε για την εργασία του Ρίτσιαρντ Κάντον. Μέχρι το 1910, διεξήγαγε διάφορα πειράματα με ζώα, τα οποία όμως ήταν αναποτελεσματικά. Μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο αποφάσισε να αναζητήσει το ΗΕΓ στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Εργάστηκε με πρωτόγονα όργανα, όπως τα γαλβανόμετρα νήματος (string galvanometers) κι επειδή ήταν ντροπαλό και μυστικοπαθές άτομο δεν αναζήτησε βοήθεια. Στις αρχές της δεκαετίας του '20, ο Μπέργκερ πέτυχε τα πρώτα αποτελέσματά του σε

υποκείμενα που είχαν κρανία με διάκενο κάτω από το δέρμα εξαιτίας της έλλειψης κάποιου οστού. Έκανε τις καταγραφές σε κινούμενο φωτογραφικό χαρτί με ένα κυματιστό σημείο φωτός (wavy spot of light). Κατ' αυτόν τον τρόπο ο Μπέργκερ εντόπισε τα συμμετρικά κύματα με, περίπου, 10 κύκλους ανά δευτερόλεπτον, τα οποία και ονόμασε άλφα, από το πρώτο γράμμα του ελληνικού αλφαβήτου, επειδή ήταν η πρώτη μορφή κύματος που απομόνωσε στο ανθρώπινο ΗΕΓ.



Το πρώτο ΗΕΓ όπως καταγράφηκε από τον Hans Berger, γύρω στο 1928.



Σύστημα Καταγραφής ΗΕΓ (1926)

Ένα ΗΕΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αξιολόγηση ασθενών με πιθανή επιληψία και για να καθορίσει το βάθος του κώματος σε κωματώδεις ασθενείς. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ορισμένων τύπων ανοιών (ασθενειών του εγκεφάλου που προκαλούν προοδευτική διανοητική εξασθένιση) και εγκεφαλοπαθειών (δυσλειτουργία εγκεφάλου), όπως η εγκεφαλοπάθεια που προκαλείται από προχωρημένη ασθένεια συκωτιού ή νεφρών. Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου υπάρχει περιορισμένη πρόσβαση στην αξονική τομογραφία (CT) ή μαγνητική τομογραφία (MRI), ένα ΗΕΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εντοπισθούν εγκεφαλικά επεισόδια, όγκοι ή τα αιματώματα του εγκεφάλου. Ένα ΗΕΓ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να επιβεβαιώσει το θάνατο. Οι ασθένειες που μπορούν να εντοπιστούν με την βοήθεια ενός ΗΕΓ περιλαμβάνουν:

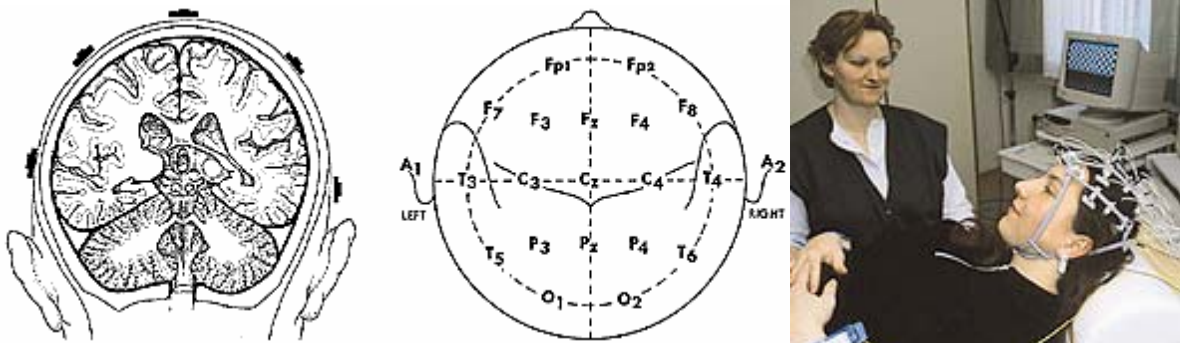
- Θάνατος εγκεφάλου
- Προβλήματα ύπνου (π.χ. ναρκοληψία)
- Νόσος Αλτσχάιμερ
- Φθορά των ιστών του εγκεφάλου
- Ορισμένες ασθένειες του κεντρικού νευρικού συστήματος
- Μεταβολικές ασθένειες που επηρεάζουν τον εγκέφαλο (σε συνδυασμό με άλλες βιοχημικές εξετάσεις)
- Ορμονικές ασθένειες που επηρεάζουν τον εγκέφαλο (σε συνδυασμό με άλλες βιοχημικές εξετάσεις)
- Εγκεφαλικά επεισόδια (προτιμούνται CT ή MRI)
- Αιμορραγίες στο κεφάλι (προτιμούνται CT ή MRI)
- Τραύματα στο κρανίο (προτιμούνται CT ή MRI)
- Όγκοι Εγκεφάλου (προτιμούνται CT ή MRI)

Τα μαλλιά πρέπει να είναι πολύ καθαρά. Διάφορα ηλεκτρόδια εφαρμόζονται στο κρανίο (γενικά μεταξύ 8 και 23, ανάλογα με την ασθένεια που διερευνάται.) Ένα πήκτωμα μπορεί να εφαρμοστεί για να βοηθήσει τα ηλεκτρόδια να κολλήσουν σταθερά και να έχουν καλύτερη ηλεκτρική επαφή με το δέρμα. Ο ασθενής πρέπει να ξαπλώνει ήσυχα για να αποφευχθεί οποιαδήποτε ηλεκτρική παρέμβαση από τις συστολές μυών. Μερικές φορές, ο γιατρός μπορεί να καλέσει τον ασθενή να ανοίξει και να κλείσει τα μάτια του και να αναπνεύσει βαριά ή να παρακολουθήσει φώτα που λάμπουν μπροστά στα μάτια του. Ένα ΗΕΓ παίρνει συνήθως από 30 έως 60 λεπτά για να ολοκληρωθεί. Μερικές φορές, απαιτείται επίσης και καταγραφή του ΗΕΓ κατά την διάρκεια του ύπνου. Εάν ο ασθενής είναι μωρό ή μικρό παιδί, βοηθά εάν οι γονείς καθυστερούν τον ύπνο του παιδιού μέχρι το χρόνο του ΗΕΓ.

Οποιοσδήποτε ηλεκτροεγκεφαλογράφος απαιτεί

- ηλεκτρόδια - που συνδέονται με το κρανίο του ασθενή
- ενός ανενεργού ηλεκτροδίου αναφοράς αλλού στον ασθενή. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς τοποθετείται συχνά στο αυτί. Αυτή η θέση (στο αυτί) μετρά κάποια δραστηριότητα του εγκεφάλου και δεν μπορεί έτσι να θεωρηθεί αληθινά ανενεργός. Άλλες περιοχές όμως, π.χ. το πηγούνι ή η μύτη λαμβάνουν πάρα πολλά παράσιτα.
- ενισχυτές - το εύρος των σημάτων εισαγωγής από τα ηλεκτρόδια είναι συνήθως γύρω στα 10-100 μV και διαφορικοί ενισχυτές ψηλής αντίστασης εισαγωγής χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν αυτό το σήμα.
- φίλτρα - είναι συχνά επιθυμητό να φιλτραριστεί το σήμα του ΗΕΓ πριν από την καταγραφή. Διάφορα φίλτρα χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν τον παρασιτικό θόρυβο από το σήμα.
- μονάδα καταγραφής - χρησιμοποιείται για να διατηρήσει ένα μόνιμο αρχείο του σήματος του ΗΕΓ. Αρχικά το ΗΕΓ καταγραφόταν σε χαρτί αλλά η ψηφιακή καταγραφή είναι τώρα πιο συνηθισμένη.

Διάφορες διαμορφώσεις έχουν προταθεί για την τοποθέτηση ηλεκτροδίων αλλά το διεθνές σύστημα 10-20 είναι τώρα το πιο κοινό σε χρήση. Οι θέσεις των ηλεκτροδίων στο σύστημα 10-20 παρουσιάζονται στο πιο κάτω σχήμα.



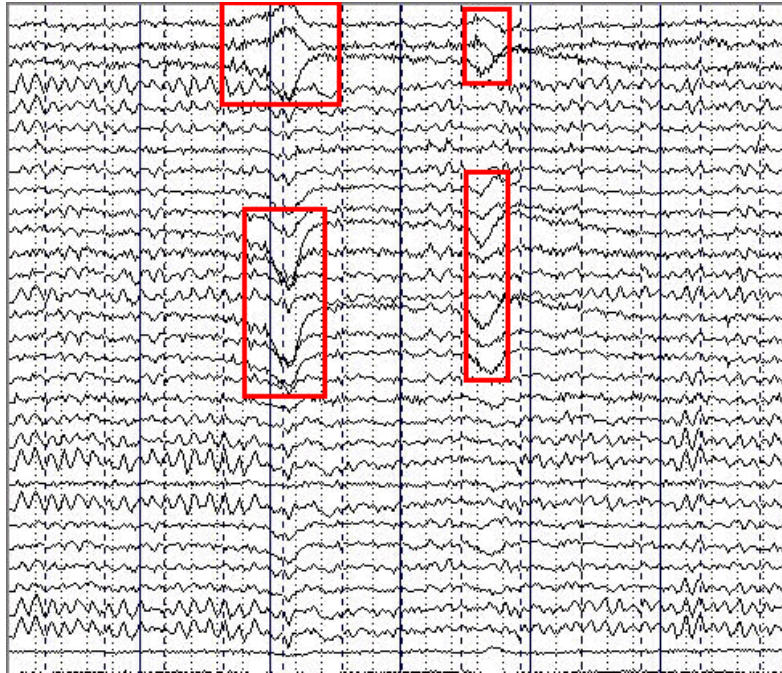
Το διεθνές σύστημα τοποθέτησης ηλεκτροδίων 10-20 (αριστερά) και ΗΕΓ στην κλινική (δεξιά.)

Δυστυχώς η καταγραφή της δραστηριότητας εγκεφάλου διαταράσσεται εύκολα. Οποιαδήποτε δραστηριότητα σημάτων που δεν προέρχεται από τον εγκέφαλο θεωρείται παρασιτικό σήμα. Υπάρχουν πολλές πιθανές αιτίες παρασιτικών σημάτων συμπεριλαμβανομένης της δραστηριότητας μυών (π.χ. μύες κρανίων ή κίνηση ματιών), παρεμβολή ηλεκτρικής ενέργειας από τους κεντρικούς αγωγούς και μετακίνηση των ηλεκτροδίων.

Η ηλεκτρική δραστηριότητα εγκεφάλου αποτελείται πρώτιστα από ρυθμούς σε διαφορετικές ζώνες συχνότητας που έχουν τυποποιημένα ονόματα. Σε ένα άγρυπνο ενήλικο παρουσιάζεται κυρίως ο άλφα ρυθμός αλλά αυτό αλλάζει με την κατάσταση του εγκεφάλου (έτσι στο βαθύ ύπνο η κυρίαρχη συχνότητα είναι πολύ χαμηλότερη).

Όνομα	Συχνότητα
δ	< 4Hz
θ	4-8Hz
α	8-13Hz
β	> 13Hz

Συχνότητες κυμάτων ΗΕΓ



Ένα ΗΕΓ από μοντέρνο ηλεκτροεγκεφαλογράφο. Τα περισσότερα σήματα είναι φυσιολογικά. Ανωμαλίες υποδεικνύονται στα κόκκινα ορθογώνια.

Διάφορες ανωμαλίες μπορούν να παρουσιαστούν στο ΗΕΓ ενός ξύπνιου ασθενή:

- αργά κύματα – ένας άγρυπνος ενήλικας δεν πρέπει να παρουσιάζει κύματα δέλτα ή δραστηριότητα θήτα. Οποιοσδήποτε ρυθμός πιο αργός από τον κανονικό υποδηλώνει κάποιο πρόβλημα.
- αιχμές / αιχμηρά κύματα – αυτά τα κύματα είναι παρόμοια στην εμφάνιση αλλά διαφορετικής διάρκειας. Οι αιχμές διαρκούν λιγότερο από 70ms, τα αιχμηρά κύματα έχουν μια χαρακτηριστική διάρκεια 70-200ms.
- αιχμές και κύμα – ένας συνδυασμός των προηγούμενων δύο ανωμαλιών. Αυτό το σχήμα εμφανίζεται επανειλημμένα με μια συχνότητα περίπου 3Hz.
- ύφεση – μια περίοδος μειωμένου εύρους σημάτων

Στην περίπτωση, παραδείγματος χάριν, της επιληψίας δύο κατηγορίες ανώμαλης δραστηριότητας φαίνονται στο ΗΕΓ, μια κατά τη διάρκεια μιας επιληπτικής κρίσης και διαφορετική μεταξύ των κρίσεων. Η πιο κοινή μορφή ανωμαλίας μεταξύ κρίσεων είναι αιχμηρής μορφής (μεμονωμένες αιχμές, σειρές αιχμών ή αιχμές και κύματα). Αυτές οι αιχμές παρουσιάζονται στην πλειοψηφία των ασθενών με την επιληψία, ενώ μόνο ένας πολύ μικρός αριθμός μη-επιληπτικών ασθενών παρουσιάζει αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα. Για αυτόν τον λόγο, η ανίχνευση αιχμών μεταξύ επιληπτικών κρίσεων παίζει έναν μεγάλο ρόλο στη διάγνωση της επιληψίας. Εντούτοις, πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά τη διάρκεια μιας απομονωμένης αιχμής, ο εγκέφαλος δεν βρίσκεται σε επιληπτική κρίση. Ένα πολύ διαφορετικό ΗΕΓ φαίνεται κατά τη διάρκεια της επιληπτικής κρίσης. Αποτελείται από χαρακτηριστικά, ρυθμικά κύματα. Αν και οι αιχμές στο ΗΕΓ εγείρουν υποψίες επιληψίας, η ασθένεια μπορεί να επιβεβαιωθεί και να γίνει μια πλήρης διάγνωση, μόνο με την παρατήρηση μιας κρίσης.

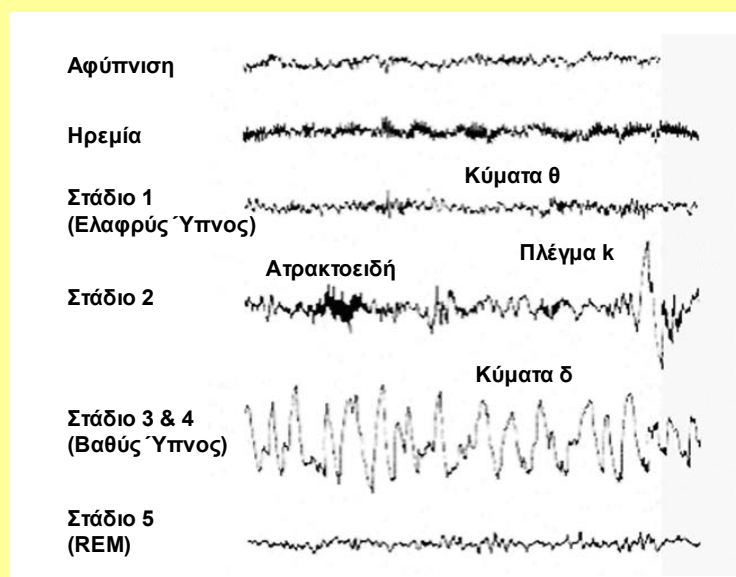


ΗΕΓ κατά την διάρκεια επιληπτικής κρίσης: μεμονωμένη καλοήθης (Α) και γενική (Β)

Ύπνος βαθύς και ατάραχος

Μέχρι πριν μερικές δεκαετίες, ο ύπνος θεωρείτο ότι ήταν μια παθητική κατάσταση της καθημερινής μας ζωής χωρίς ενεργό δραστηριότητα. [23] Σήμερα ξέρουμε ότι όταν κοιμόμαστε ο εγκέφαλός μας είναι πολύ ενεργός. Ο ύπνος επηρεάζει τις καθημερινές μας δραστηριότητες. Οι λειτουργικές μας ικανότητες, η σωματική και ψυχική μας κατάσταση επηρεάζονται με πολλούς τρόπους από τον ύπνο μας.

Ο ύπνος ελέγχεται από ομάδες νευρώνων που βρίσκονται στο στέλεχος του εγκεφάλου. Οι νευρώνες αυτοί παράγουν χημικές ουσίες, όπως η σεροτονίνη και νορεπινεφρίνη, που ανήκουν στην κατηγορία των νευροδιαβιβαστών. Το κατά πόσο θα κοιμόμαστε ή θα είμαστε ξύπνιοι, ελέγχεται από τους νευροδιαβιβαστές. Οι ίδιες ουσίες ρυθμίζουν και ποια μέρη του εγκεφάλου θα λειτουργούν αδιάκοπα ενώ θα κοιμόμαστε. Μια άλλη ουσία που ονομάζεται αδενοσίνη, φαίνεται ότι αυξάνεται μέσα στο αίμα όταν παραμένουμε συνέχεια άγρυπνοι. Η ουσία αυτή προκαλεί νύστα. Όταν κοιμηθούμε η ουσία αυτή διασπάται με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της μέσα στο αίμα να μειώνεται.



ΗΕΓ που παρουσιάζει τα διάφορα στάδια του ύπνου

Κατά τη διάρκεια του ύπνου περνούμε από 5 διαφορετικά στάδια:

- Στάδιο 1: Είναι το πρώτο στάδιο που είναι η φάση του ελαφριού ύπνου. Βρισκόμαστε κατά τη φάση αυτή μεταξύ ύπνου και ξύπνιου και μπορούμε να ξυπνήσουμε εύκολα. Τα μάτια κινούνται πολύ αργά και η μυϊκή δραστηριότητα επιβραδύνεται σημαντικά. Πολλοί νιώθουν στη φάση αυτή ξαφνικές μυϊκές συσπάσεις, που αποκαλούνται μυοκλονίες του ύπνου. Οι ξαφνικές αυτές κινήσεις είναι παρόμοιες με αυτές που μας συμβαίνουν όταν νιώσουμε κάποιο τρόμαγμα. Όταν κάποιος ξυπνήσει στο στάδιο 1 θυμάται αποσπασματικές οπτικές εικόνες.
- Στάδιο 2: Στο στάδιο 2 οι κινήσεις των ματιών σταματούν. Τα ηλεκτρικά κύματα του εγκεφάλου που καταγράφονται από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, γίνονται πιο αργά με παρουσία σποραδικών εξάρσεων ταχέων κυμάτων.
- Στάδια 3 & 4: Στο στάδιο 3 εμφανίζονται κύματα που είναι εξαιρετικά αργά που ονομάζονται κύματα δέλτα. Μεταξύ των κυμάτων δέλτα εμφανίζονται διάσπαρτα κύματα που είναι πιο μικρά και πιο γρήγορα. Στο στάδιο 4 ο εγκεφαλος παρουσιάζει σχεδόν μόνο κύματα τύπου δέλτα. Τα στάδια 3 και 4 αποκαλούνται τα στάδια του βαθιού ύπνου. Στον βαθύ ύπνο δεν υπάρχει μυϊκή δραστηριότητα ούτε κινήσεις των ματιών. Είναι πολύ δύσκολο να ξυπνήσει κάποιος όταν βρίσκεται στα στάδια αυτά. Εάν κάποιος ξυπνήσει στη φάση αυτή, δυσκολεύεται να προσαρμοστεί, νιώθει αδύναμος και αποπροσανατολισμένος για τα μερικά λεπτά που ακολουθούν το ξύπνημα. Μερικά παιδιά κατά τη φάση του βαθιού ύπνου, μπορεί να παρουσιάσουν ενούρηση, εφιάλτες ή ακόμη νυκτοβασία.
- Στάδιο 5: Η φάση των γρήγορων κινήσεων των ματιών (REM, Rapid Eye Movement.) Όταν φτάσουμε στο στάδιο 5 του ύπνου, που είναι η φάση των γρήγορων κινήσεων των ματιών (REM, Rapid Eye Movement), η αναπνοή γίνεται γρήγορη, ακανόνιστη και ελαφριά. Τα μάτια παρουσιάζουν απότομες κινήσεις προς διάφορες κατευθύνσεις. Οι μυς των άνω και κάτω μελών μας, παραλύουν προσωρινά. Ο ρυθμός της καρδιάς και η αρτηριακή πίεση αυξάνονται. Οι άνδρες στη φάση αυτή παρουσιάζουν στύση. Όταν οι άνθρωποι ξυπνούν στην φάση REM, περιγράφουν περίεργες και μη λογικές ιστορίες που στην ουσία είναι τα όνειρα.

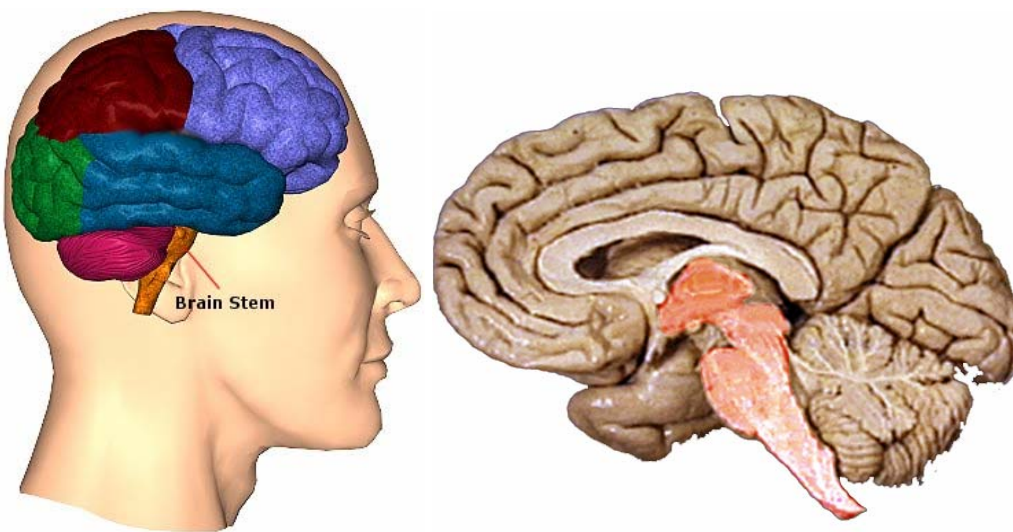
Ένας πλήρης κύκλος του ύπνου περιλαμβάνει και τα 5 στάδια. Η συνολική διάρκεια ενός κύκλου του ύπνου διαρκεί από 90 έως 110 λεπτά κατά μέσο όρο. Το πρώτο στάδιο REM, στο οποίο δημιουργούνται τα όνειρα, συμβαίνει περίπου σε 70 έως 90 λεπτά μετά από το αποκοίμισμα. Οι πρώτοι κύκλοι του ύπνου, περιέχουν μικρές περιόδους REM (στάδιο 5) και μεγαλύτερες περιόδους βαθιού ύπνου (στάδια 3 και 4). Όσο προχωρά η νύκτα τόσο αυξάνεται και η περίοδος των σταδίων REM και μειώνεται ο βαθύς ύπνος. Κατά τις αυγινές ώρες, το περισσότερο μέρος του ύπνου αποτελείται από τον ελαφρύ ύπνο και από περιόδους REM.

Η νικοτίνη και το αλκοόλ διαταράσσουν τα κανονικά στάδια του ύπνου. Η καφεΐνη διεγείρει τον εγκεφαλο διότι επηρεάζει τους νευροδιαβιβαστές που ρυθμίζουν τον ύπνο. Ορισμένα ψυχοτρόπα φάρμακα επηρεάζουν το στάδιο REM. Το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο για την ξεκούραση και είναι στο στάδιο αυτό που λαμβάνουν χώρα τα όνειρα. Ο οργανισμός έχει απόλυτη ανάγκη του ύπνου τύπου REM. Εάν για διάφορους λόγους οργανισμός στερηθεί του ύπνου τύπου REM, τότε την επόμενη φορά που αποκοιμηθεί θα πάει πιο γρήγορα στο στάδιο REM, μειώνοντας τη διάρκεια των υπόλοιπων σταδίων.

Οι άνθρωποι που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία ή είναι σε κώμα δεν κοιμούνται όπως πολλοί νομίζουν. Η εγκεφαλική δραστηριότητα όπως καταγράφεται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, δείχνει αργά και αδύναμα κύματα και όχι την πολύπλοκη δραστηριότητα που καταγράφεται κατά τον ύπνο.

Το τέλος

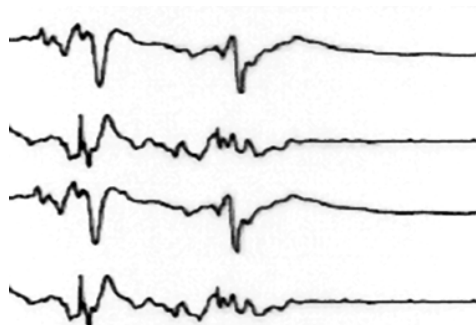
Ο ορισμός του θανάτου του ανθρώπινου σώματος έχει αναθεωρηθεί από ιατρικής σκοπιάς τα τελευταία χρόνια και ταυτίζεται με τον εγκεφαλικό θάνατο. Το τμήμα εκείνο του εγκεφάλου από το οποίο εξαρτώνται οι βασικές λειτουργίες της ζωής -αναπνοή, κυκλοφορία και ικανότητα για συνείδηση- είναι το εγκεφαλικό στέλεχος. Κατ' ακολουθία η ανεπανόρθωτη βλάβη του εγκεφαλικού στελέχους ισοδυναμεί με τον εγκεφαλικό θάνατο και το θάνατο του ατόμου. [24] Ο εγκεφαλικός θάνατος εμφανίζεται όταν πεθαίνει ένας σοβαρά άρρωστος ασθενής μετά από τοποθέτηση του σε σύστημα υποστήριξη της ζωής. Αυτή η κατάσταση μπορεί να εμφανιστεί μετά από, παραδείγματος χάριν, ένα καρδιακό ή εγκεφαλικό επεισόδιο. Η καρδιά συνεχίζει να κτυπά ενώ ο αναπνευστήρας παραδίδει οξυγόνο στους πνεύμονες (η καρδιά μπορεί να συνεχίσει να κτυπά χωρίς σήματα από τον εγκέφαλο) αλλά, παρά τον κτύπο της καρδιάς και το θερμό σώμα, ο ασθενής είναι νεκρός. Δεδομένου ότι ο εγκέφαλος έχει σταματήσει να λειτουργεί, ο ασθενής δεν θα αναπνέει εάν ο αναπνευστήρας σβήσει. Ο εγκεφαλικός θάνατος δεν είναι το ίδιο με το κώμα, επειδή κάποιος σε κώμα είναι αναισθητός αλλά ακόμα ζωντανός.



Ο εγκέφαλος και το εγκεφαλικό στέλεχος (πορτοκαλί)

Μερικά από τα σημεία που υποδηλώνουν εγκεφαλικό θάνατο είναι:

- Οι κόρες των ματιών δεν αντιδρούν στο φως
- Ο ασθενής δεν αντιδρά στον πόνο
- Τα βλέφαρα δεν κλείνουν όταν κάτι αγγίζει το μάτι
- Τα μάτια δεν κινούνται όταν κινείται το κεφάλι
- Τα μάτια δεν κινούνται όταν μπει παγωμένο νερό στο αυτί
- Δεν υπάρχει αναγούλιασμα και αντίδραση όταν κάτι αγγίζει το πίσω μέρος του φάρυγγα
- Ο ασθενής δεν αναπνέει όταν σβήσει ο αναπνευστήρας
- Το ΗΕΓ δεν παρουσιάζει οποιαδήποτε σημεία εγκεφαλικής δραστηριότητας.



ΗΕΓ που υποδηλώνει εγκεφαλικό θάνατο

Ο εγκεφαλικός θάνατος διαφέρει σημαντικά από άλλες καταστάσεις έλλειψης των αισθήσεων. Παραδείγματος χάριν, το κώμα είναι παρόμοιο με ένα βαθύ ύπνο, με την διαφορά το ότι κανένα εξωτερικό ερέθισμα δεν μπορεί να ξυπνήσει τον ασθενή. Ο ασθενής, όμως, είναι ακόμα ζωντανός και είναι δυνατή η αποκατάσταση του. Ο θάνατος του εγκεφαλικού στελέχους δεν πρέπει επίσης να συγχέεται μ' αυτό που ονομάζεται "φυτική κατάσταση", κατά την οποία ναι μεν υπάρχει απώλεια των "υψηλότερων εγκεφαλικών λειτουργιών", λόγω μαζικής καταστροφής των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, αλλά το εγκεφαλικό στέλεχος λειτουργεί και συντηρεί αναπνοή και κυκλοφορία. Το άτομο που είναι "φυτό", εφ' όσον μπορεί και αναπνέει από μόνο του, δεν θεωρείται νεκρό και οι γιατροί θα προσπαθήσουν να το κρατήσουν στη ζωή όσο είναι δυνατόν, με όλα τα μέσα που διαθέτουν.

Ενώ λοιπόν για την ιατρική και νομική επιστήμη ο θάνατος είναι ένας και ορίζεται ως "η ανεπανόρθωτη απώλεια της ικανότητας για συνείδηση σε συνδυασμό με την ανεπανόρθωτη απώλεια της ικανότητας για αυτόματη αναπνοή" για τον περισσότερο κόσμο υπάρχουν αμφιβολίες, διότι η δυνατότητα σε μερικές περιπτώσεις τεχνητής υποστήριξης αναπνοής και κυκλοφορίας δημιουργεί την ψευδαίσθηση ότι ο άνθρωπος εξακολουθεί να ζει. Τα μέλη της οικογένειας διατηρούν ψεύτικες ελπίδες ότι ο ασθενής είναι μόνο κωματώδης και θα μπορούσε να ξυπνήσει με το χρόνο ή τη θεραπεία. Είναι σημαντικό για τα μέλη του ιατρικού προσωπικού να εξηγήσουν πλήρως ότι ο εγκεφαλικός θάνατος είναι τελικός, και ότι ο ασθενής είναι νεκρός και δεν έχει καμία πιθανότητα να επανέλθει. Στα ιατρικά χρονικά δεν υπάρχει ούτε μια περίπτωση επανόδου στη ζωή ατόμου που χαρακτηρίστηκε ως εγκεφαλικά νεκρό. Εφ' όσον τεθεί η διάγνωση του εγκεφαλικού θανάτου δεν έχει κανένα νόημα η περαιτέρω σύνδεση του νεκρού με τον αναπνευστήρα, εκτός από την περίπτωση που υπάρχει συναίνεση των συγγενών για δωρεά οργάνων του θανόντος, οπότε η αποσύνδεση μπορεί να καθυστερήσει για λίγες ώρες ακόμα, έως ότου γίνει η αφαίρεση των οργάνων. [25]

Η έκκληση για προσφορά δεν δημιουργεί πρόσθετο πόνο στους συγγενείς. Εκτεταμένες έρευνες έχουν αποδείξει ότι ισχύει, τουλάχιστον μακροπρόθεσμα, το αντίθετο. Η αίσθηση ότι τα όργανα του αγαπημένου τους προσώπου που απεβίωσε, δίνουν την δυνατότητα να σωθούν μερικοί άνθρωποι από βέβαιο θάνατο και άλλοι να βελτιώσουν κατά πολύ την ποιότητα ζωής τους, απαλύνει τον πόνο τους. Η Ορθόδοξος και η Καθολική Εκκλησία, οι Προτεστάντες, ο Ιουδαϊσμός, ο Βουδισμός και ο Ινδουισμός έχουν θετική θέση απέναντι στις μεταμοσχεύσεις, και θεωρούν την Δωρεά Οργάνων ως σπουδαία συνεισφορά στο βωμό της αγάπης προς τον συνάνθρωπο και ως προσωπική απόφαση του δότη.

Είμαστε μέσα στις πρώτες χώρες στην Ευρώπη σε ανθρωποθυσία στο βωμό της ασφάλτου, και από τους τελευταίους στις μεταμοσχεύσεις. Η θυσία αυτή δεν θα ήταν τόσο πολύ άσκοπη αν ξεπερνούσαμε τις προκαταλήψεις μας και δίναμε την συγκατάθεση μας για προσφορά, προκειμένου να ζήσουν οι βαριά πάσχοντες συνάνθρωποι μας.

Μετά το εγκεφαλογράφημα διαπιστώθηκε μύωση της εγκεφαλικής της δραστηριότητας και κρίθηκε ότι η ασθενής ήταν κλινικά νεκρή και αποσυνδέθηκε από τον αναπνευστήρα. Η ζωή της θα μπορούσε να είχε σωθεί αν έβρισκε δότη για μεταμόσχευση καρδιάς.

Δώστε ζωή! Γίνετε δότες οργάνων!

Γενική Βιβλιογραφία

- **Mayo Clinic Heart Book** by Bernard J., Md. Gersh, Bernard J. Gersh. William Morrow & Company, 2000.
- **101 Questions About Blood and Circulation: With Answers Straight from the Heart** by Faith Hickman Brynie. Twenty-First Century Books, 2001.
- **So You're Having a Heart Cath and Angioplasty** by Magnus Ohman, Gail Cox, Stephen Fort, Victoria K. Foulger. John Wiley & Sons, 2003.
- **So You're Having Heart Bypass Surgery** by Brett C. Sheridan, Tracey J. F. Colella, Suzette Turner, Bernard S. Goldman. John Wiley & Sons, 2003.
- **Coping With Heart Surgery and Bypassing Depression: A Family's Guide to the Medical, Emotional, and Practical Issues** by Carol Cohan, June B. Pimm. Intl Universities Press, 1997.
- **Heart Disease for Dummies** by James M. Rippe. For Dummies, 2004.
- **Christiaan Barnard and the Story of the First Successful Heart Transplant** by John Bankston. Mitchell Lane Publishers, 2002.
- **Wrapped in Mourning: The Gift of Life and Organ Donor Family Trauma** by Sue Holtkamp. Taylor & Francis Group, 2001.
- **Brain Death** by Eelco F. M. Wijdicks. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Παράρτημα Α – Ανάλυση Του Καρδιακού Κινδύνου

Τα παρακάτω δεδομένα στηρίζονται στην μελέτη Framingham Heart Study για περίοδο πάνω από 50 έτη. [26]

ΒΗΜΑ 1: Βρείτε τους βαθμούς στηριζόμενοι στο φύλο (Α: άνδρας, Γ: γυναίκα), στην ηλικία, αρτηριακή πίεση, LDL χοληστερίνη (κακή χοληστερίνη) και HDL χοληστερίνη (καλή χοληστερίνη) σας και επίσης στο αν είστε καπνιστής ή έχετε σακχαρώδη διαβήτη

ΗΛΙΚΙΑ		
ΗΛΙΚΙΑ	Α	Γ
30-34	-1	-9
35-39	0	-4
40-44	1	0
45-49	2	3
50-54	3	6
55-59	4	7
60-64	5	8
65-69	6	8
70-74	7	9

LDL ΧΟΛΗΣΤΕΡΙΝΗ		
	Α	Γ
<100	-3	-2
100-129	0	0
130-159	0	0
160-189	1	2
>189	2	2

HDL ΧΟΛΗΣΤΕΡΙΝΗ		
	Α	Γ
<35	2	5
35-44	1	2
45-49	0	1
50-59	0	0
>59	-1	-3

ΕΙΣΘΕ ΚΑΠΝΙΣΤΗΣ;		
	Α	Γ
ΝΑΙ	2	2
ΟΧΙ	0	0

ΕΧΕΤΕ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ;		
	Α	Γ
ΝΑΙ	2	4
ΟΧΙ	0	0

ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΥΠΕΡΤΑΣΗ		
	Α	Γ
<120/<80	0	-3
120-129/80-84	0	0
130-139/85-89	1	0
140-159/90-99	2	2
>159/>99	3	3

ΒΗΜΑ 2: Προσθέστε τους βαθμούς που βρήκατε.

Ηλικία	
LDL-χοληστερίνη	
HDL-χοληστερίνη	
Αρτηριακή πίεση	
Σακχαρώδης διαβήτης	
Καπνιστής	
ΣΥΝΟΛΟ ΒΑΘΜΩΝ	

ΒΗΜΑ 3: Βρείτε το επίπεδο κινδύνου που έχετε για μελλοντικά καρδιακά επεισόδια τα επόμενα 10 έτη

Σύνολο βαθμών	<-2	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	>17
% Κίνδυνος ανδρών	1	2	2	3	4	4	5	7	8	10	13	17	21	26	32	38	46	54	54	54	54
% Κίνδυνος γυναικών	1	1	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	20	22	25	30

ΒΗΜΑ 4: Συγκρίνετε τον δικό σας κίνδυνο με άλλους. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον κίνδυνο καρδιακών επεισοδίων την επόμενη δεκαετία σε άτομα της ανάλογης ηλικίας μη καπνιστές και μη σακχαροδιαβητικούς

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

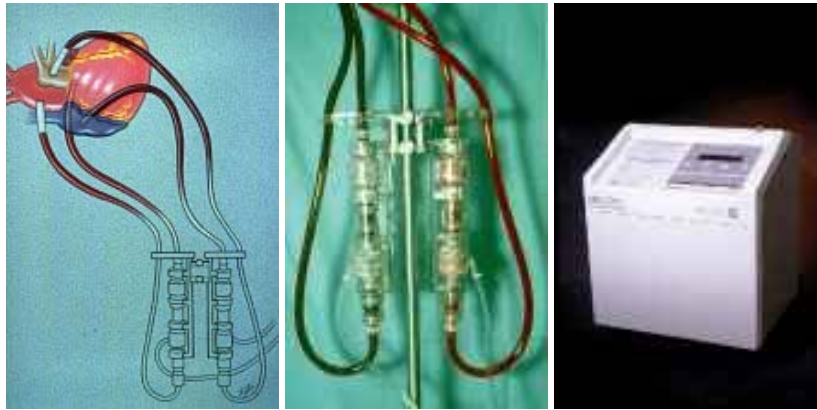
ΑΝΔΡΕΣ		
ΗΛΙΚΙΑ	ΜΕΣΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΧΑΜΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ
30-34	3%	2%
35-39	5%	3%
40-44	7%	4%
45-49	11%	4%
50-54	14%	6%
55-59	16%	7%
60-64	21%	9%
65-69	25%	11%
70-74	30%	14%

ΓΥΝΑΙΚΕΣ		
ΗΛΙΚΙΑ	ΜΕΣΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΧΑΜΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ
30-34	<1%	<1%
35-39	1%	<1%
40-44	2%	2%
45-49	5%	3%
50-54	8%	5%
55-59	12%	7%
60-64	12%	8%
65-69	13%	8%
70-74	14%	8%

Παράρτημα Β – Μοντέλα Αντλιών Υποστήριξης

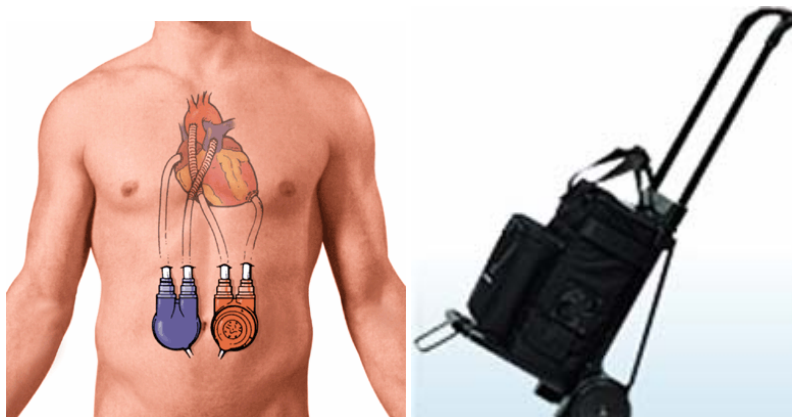
Τα τρία κύρια μοντέλα αντλιών υποστήριξης που υπάρχουν την παρούσα περίοδο στην αγορά είναι:

1. **ABIOMED BVS-5000:** Αυτή η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την λειτουργία της αριστερής, δεξιάς, ή και των δυο κοιλιών. Οι σωλήνες που συνδέουν την συσκευή με την καρδιά εμφυτεύονται εσωτερικά και τα υπόλοιπα μέρη, πνευμονικά και ηλεκτρονικά, βρίσκονται εξωτερικά. Η εγκατάσταση της είναι απλή χειρουργικά και η τιμή της είναι σχετικά χαμηλή και είναι έτσι διαθέσιμη στα περισσότερα καρδιακά χειρουργικά τμήματα. Εντούτοις, η συσκευή δεν είναι φορητή και οι ασθενείς είναι περιορισμένοι στο κρεβάτι μετά την τοποθέτηση της. Χρησιμοποιείται για βραχυπρόθεσμη βοήθεια μόνο, όπως κατά τη διάρκεια της αποθεραπείας μετά από μετακαρδιοτομική καταπληξία.



Abiomed BVS-500 LVAD. Εσωτερικά εμφυτεύονται οι σωλήνες (αριστερά) ενώ εξωτερικά βρίσκονται οι αντλίες (μέση) καθώς και η κονσόλα με τον πνευματικό μηχανισμό και τον ηλεκτρονικό μηχανισμό ελέγχου (δεξιά.)

2. **Thoratec Ventricular Assist Device (VAD):** Αυτή η συσκευή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει την αριστερή, δεξιά, ή και τις δύο κοιλίες. Είναι σχεδιασμένη και κατασκευασμένη καλά και είναι λιγότερο πιθανό να προκαλέσει θρόμβους στο αίμα σε σύγκριση με άλλες συσκευές. Οι αντλίες του Thoratec VAD είναι πνευματικές και βρίσκονται εξωτερικά πάνω από την κοιλιακή χώρα. Τροφοδοτούνται πνευματικά, και η κινητή κονσόλα επιτρέπει στους ασθενείς να κινούνται ελεύθερα.



Thoratec VAD. Εσωτερικά εμφυτεύονται οι σωλήνες ενώ εξωτερικά βρίσκονται οι αντλίες (αριστερά) καθώς και η κονσόλα με τον πνευματικό μηχανισμό και τον ηλεκτρονικό μηχανισμό ελέγχου (δεξιά.)

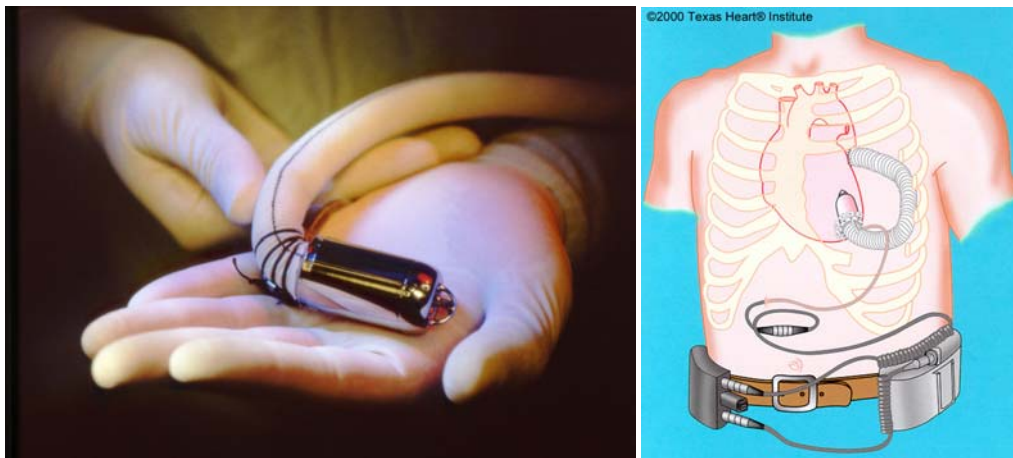
3. **HeartMate Vented Electric Left Ventricular Assist System:** Αυτή η συσκευή βασίζεται, επίσης, σε μια πνευματική αντλία, η οποία όμως εμφυτεύεται εξολοκλήρου μέσα στην κοιλιακή χώρα. Παρέχει εξαιρετική ροή αίματος, πάνω από 9 λίτρα ανά λεπτό. Η επιφάνεια του είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλεί τις λιγότερες θρομβώσεις από οποιαδήποτε άλλη συσκευή και οι ασθενείς να μην χρειάζονται αντιπηκτική φαρμακευτική αγωγή. Η συσκευή είναι τόσο μικρή και εύκολη στην χρήση που οι ασθενείς μπορούν να φύγουν από το νοσοκομείο και να επιστρέψουν στο σπίτι. Η συσκευή αυτή είναι εγκεκριμένη μόνο για ασθενείς που περιμένουν μεταμόσχευση καρδιάς.



Heartmate LVAD. Η αντλία (αριστερά) εμφυτεύεται εσωτερικά (δεξιά) ενώ η υπόλοιπη συσκευή μπορεί να μεταφέρεται σε μικρό σακίδιο στην πλάτη.

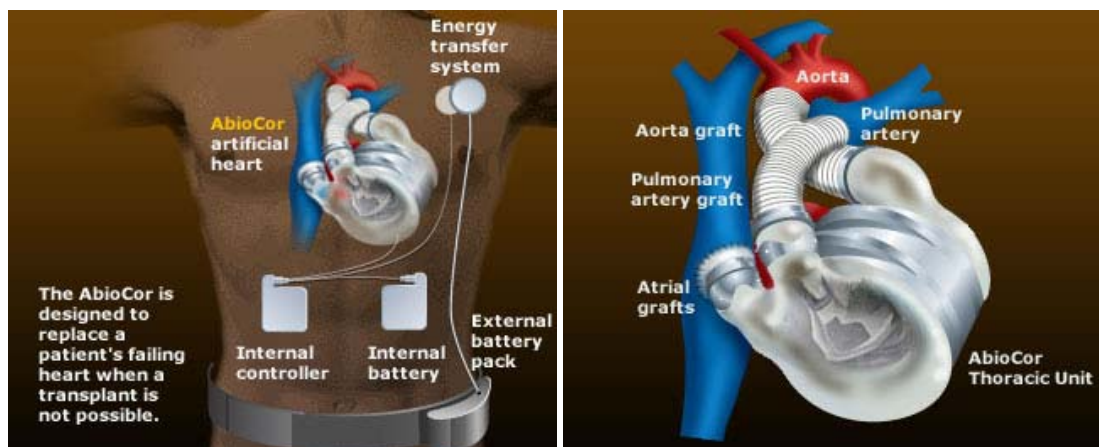
Παράρτημα Γ – Τεχνητές Καρδιές Νέας Γενιάς

Η τεχνητή καρδιά Τζάρβικ 2000 βοηθά τη αριστερή κοιλία, η οποία είναι υπεύθυνη για μεγάλο ποσοστό της δουλειάς που απαιτείται από την καρδιά. Οι περισσότεροι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια έχουν ακριβώς προβλήματα με την λειτουργία της αριστερής κοιλίας. Η Τζάρβικ 2000 δοκιμάστηκε για πρώτη φορά το 2000 στο Ινστιτούτο Καρδιάς του Τέξας ως γέφυρα προς μεταμόσχευση, δηλαδή η συσκευή χρησιμοποιείται για να γεφυρώσει το χρόνο έως ότου μπορέσει να βρεθεί μια δότης για τη μεταμόσχευση. Η Τζάρβικ 2000, συνδέεται με την καρδιά του ασθενή και λειτουργεί όπως ένας μικροσκοπικός στρόβιλος, που ωθεί το αίμα με μια σταθερή ροή. Ενώ μια κανονική καρδιά κτυπά, δημιουργώντας τον χαρακτηριστικό σφυγμό που αισθανόμαστε στους καρπούς και τον λαιμό, οι ασθενείς με την Τζάρβικ 2000 έχουν μια "απαλμική ροή," δηλαδή μια σταθερή κυκλοφορία του αίματος χωρίς σφυγμό. Η συσκευή έχει το μέγεθος μιας μπαταρίας "C", δεν έχει βαλβίδες. Είναι μια μικρή ηλεκτρική αντλία αξονικής ροής, κατασκευασμένη από κεραμικό και τιτάνιο, που εφαρμόζει άμεσα στην αριστερή κοιλία και ωθεί το οξυγονωμένο αίμα σε όλο το σώμα.



The Jarvik 2000

Η αντλία ΑμπάιοΚόρ (AbioCor) είναι μια συσκευή πλήρης αντικατάστασης της καρδιάς για ασθενής με πολύ σοβαρή καρδιακή ανεπάρκεια. Όταν οι ασθενείς βρίσκονται στα πρόθυρα του θανάτου, η συσκευή αυτή μπορεί να παρατείνει την ζωή αλλά και να βελτιώσει την ποιότητα της. Είναι επίσης μια συσκευή η οποία εμφυτεύεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο σώμα. Λόγω της έλλειψης οποιασδήποτε επαφής με το εξωτερικό του σώματος, οι πιθανότητες μόλυνσης, που ήταν μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου στα προηγούμενα μοντέλα, μειώνονται στο ελάχιστο. Μετά την εμφύτευση, κανένα σύρμα ή σωλήνας δεν χρειάζεται να περάσει μέσα από το δέρμα. Ηλεκτρική ενέργεια μεταδίδεται μέσα από το δέρμα με την μέθοδο της επαγωγής (από ένα πηνίο στο εξωτερικό σε άλλο πηνίο στο εσωτερικό μέσω των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.) Ο Ρόμπερτ Τούλς ήταν ο πρώτος ασθενής ο οποίος δέχτηκε την τεχνητή καρδιά ΑμπάιοΚόρ στο Εβραϊκό Νοσοκομείο του Λούισβιλ στο Κεντάκι των ΗΠΑ στις 2 Ιουλίου 2001. Η τεχνητή καρδιά τον κράτησε στην ζωή για 151 μέρες, οπότε και πέθανε σε ηλικία 59 ετών από εσωτερική αιμορραγία και πολλαπλή οργανική ανεπάρκεια. Η καρδιά φαινόταν να δουλεύει ακόμα κανονικά.



Η καινούργια τεχνητή καρδιά ΑμπάιοΚόρ (AbioCor)



Ο Ρόμπερτ Τούλς (αριστερά,) ο πρώτος ασθενής που δέχθηκε την καινούργια τεχνητή καρδιά ΑμπάιοΚόρ (AbioCor) (δεξιά)

Παράρτημα Δ – Μέθοδοι Υποστήριξης Αερισμού με Αναπνευστήρα

Στην περίπτωση πλήρως ελεγχόμενου αερισμού θεωρούμε ότι ο ασθενής δεν έχει τη δυνατότητα να αναπνεύσει μόνος του και οι αναπνοές που παίρνει είναι μόνο μηχανικές. Σε αυτή την περίπτωση καθορίζουμε τον αριθμό των αναπνοών που παίρνει ο ασθενής κάθε λεπτό καθώς και τη διάρκεια της κάθε αναπνοής. Οι τρόποι πλήρως ελεγχόμενου αερισμού είναι οι παρακάτω:

- “Pressure Control” (Ελεγχόμενη Πίεση). Ο αερισμός γίνεται ελέγχοντας μόνο τα όρια πίεσης που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της αναπνοής του ασθενή. Συνήθως σε αυτή την περίπτωση μας ενδιαφέρει πρωτίστως να είναι σταθερή η πίεση στους πνεύμονες του ασθενή και να μην ξεπεράσει κάποια όρια και έπειτα μας ενδιαφέρει η ποσότητα του αέρα που θα πάρει ο ασθενής σε κάθε αναπνοή.
- “Volume Control” (Ελεγχόμενος Όγκος). Ο αερισμός γίνεται ελέγχοντας κυρίως τον όγκο του αέρα που θα πάρει ο ασθενής σε κάθε αναπνοή. Η πίεση απλά δεν πρέπει να ξεπεράσει κάποιο ανώτατο όριο.
- “Pressure reg. Volume Control” (Ελεγχόμενος Όγκος με Ρυθμιζόμενη Πίεση). Στην περίπτωση αυτή έχουμε συνδυασμό των δύο προηγούμενων περιπτώσεων όπου πάλι έχουμε έλεγχο όγκου αλλά με ρύθμιση της πίεσης που αναπτύσσεται σε κάθε αναπνοή.

Όταν ο ασθενής αναπνέει μερικώς τότε πρέπει οι δικές του αναπνοές να λαμβάνονται υπόψη για τη λειτουργία του αναπνευστήρα ώστε οι μηχανικές αναπνοές να μην εναντιώνονται στην προσπάθεια του ασθενή. Έτσι, όταν ο αναπνευστήρας διαπιστώσει ότι ο ασθενής προσπαθεί να εισπνεύσει πρέπει εκείνη τη στιγμή να τον βοηθήσει στην εισπνοή και σε καμία περίπτωση να μην δώσει εκπνοή ώστε αντί να τον βοηθήσει να του δημιουργήσει επιπλέον πρόβλημα. Οι τρόποι υποστηριζόμενου αερισμού είναι οι παρακάτω:

- “Pressure Support” (Αερισμός υποστηριζόμενης πίεσης). Με αυτό τον τρόπο αερισμού ο ασθενής ορίζει τη στιγμή που θα δοθεί η αναπνοή και ο αναπνευστήρας ελέγχει την πίεση κατά τη διάρκεια της αναπνοής.
- “Volume Support” (Αερισμός υποστήριξης όγκου). Με αυτό τον τρόπο αερισμού ο ασθενής ορίζει τη στιγμή που θα δοθεί η αναπνοή και ο αναπνευστήρας ελέγχει τον όγκο του αέρα που θα πάρει στην κάθε αναπνοή.
- “CPAP = Continuous Positive Airway Pressure” (Συνεχής θετική πίεση αερισμού). Στην περίπτωση αυτή έχουμε πάντα μια θετική σταθερή πίεση που παίρνει δύο τιμές, μία για τη διάρκεια της εισπνοής και μία μικρότερη κατά τη διάρκεια της εκπνοής.

Με τον έλεγχο του όγκου ο αναπνευστήρας δίνει προκαθορισμένο αριθμό αναπνοών με προκαθορισμένη σταθερή ροή στη διάρκεια της εισπνοής και φυσικά σταθερό όγκο. Οι διάρκειες της εισπνοής, της παύσης μεταξύ εισπνοής και εκπνοής και της εκπνοής ρυθμίζονται και μένουν σταθερές. Η τελοεκπνευστική πίεση (Peep) των πνευμόνων, δηλαδή η πίεση που έχουν οι πνεύμονες στο τέλος της εκπνοής, είναι και αυτή προκαθορισμένη. Ο σκοπός του τρόπου λειτουργίας είναι

- Να δίνει ελεγχόμενο αερισμό.
- Να δίνει προκαθορισμένο όγκο ανά αναπνοή και λεπτό και συγκεκριμένο ρυθμό ανεξάρτητα από τις ιδιότητες των πνευμόνων και του θώρακα, δηλαδή την αντίσταση και την ελαστικότητα.
- Να δίνει ελεγχόμενο λόγο διάρκειας εισπνοής και εκπνοής

Αυτή η μέθοδος βρίσκει εφαρμογές σε

- Ασθενείς με “φυσιολογικούς” πνεύμονες που υποβοηθούνται για άλλους λόγους.
- Μετεγχειρητικοί ασθενείς που όμως έχουν “φυσιολογικούς” πνεύμονες.

Με τον αερισμό υποστηριζόμενης πίεσης ο τρόπος λειτουργίας του αναπνευστήρα είναι υποστηρικτικός και δίνει αναπνοές μετά από προσπάθεια του ασθενή, με σταθερή προκαθορισμένη πίεση κατά τη διάρκεια της εισπνοής και με μειούμενη ροή. Ο σκοπός του τρόπου λειτουργίας είναι

- Να παρέχει αερισμό στον οποίο κάθε αναπνοή αρχικοποιείται από τον ασθενή.
- Να υποστηρίζει την προσπάθεια του ασθενή κατά τη διάρκεια της εισπνοής με ένα συγκεκριμένο επίπεδο πίεσης.

- Να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του ασθενή με ταχύτητα και ευελιξία.
- Να δίνει είτε CPAP είτε, αν είναι αναγκαίο, συνδυασμό CPAP με pressure support.
- Να επιτρέπει την παρακολούθηση του ασθενή και να δίνει σήματα ειδοποίησης σε περίπτωση που κάτι δεν πάει καλά.
- Να διευκολύνει τη δυνατότητα αποσύνδεσης.
- Να βοηθά ασθενείς που δεν έχουν επαρκή χωρητικότητα πνευμόνων έτσι ώστε να επιτύχουν τον απαιτούμενο αερισμό.

Αυτή η μέθοδος βρίσκει εφαρμογές σε

- Ασθενείς με φυσιολογικούς ρυθμούς αναπνοής.
- Ασθενείς που μπορούν να κάνουν προσπάθεια αρχικοποίησης αναπνοής αλλά δεν μπορούν να επιτύχουν τον απαιτούμενο αερισμό.
- Κατά την αποσύνδεση.
- Κατά τη διάρκεια αλλαγής των αναγκών αερισμού.
- Ασθενείς που μπορούν να αναπνεύσουν μόνοι τους αλλά δεν μπορούν να εξασφαλίσουν ένα επίπεδο PEEP που να τους βοηθά να μην κολλήσουν τα τοιχώματα των πνευμόνων τους.
- Όταν κατά τη διάρκεια της αποσύνδεσης οι ασθενείς δεν πρέπει να εξουθενώσουν τους μυς των πνευμόνων τους.
- Ασθενείς που αναπνέουν μόνοι τους αλλά χρειάζονται ακόμη επίβλεψη.

Βιβλιογραφία

1. Sherwood L. Human Physiology : From Cells to Systems. Brooks Cole, 2003. ISBN: 0534395015.
2. Braunwald E, Zipes DP, Peter L, Bonow R. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. W.B. Saunders Company, 2004. ISBN: 072160479X.
3. Zimetbaum PJ, Josephson ME. Use of the electrocardiogram in acute myocardial infarction. N Engl J Med. 2003 Mar 6;348(10):933-40.
4. Snellen HA. Willem Einthoven (1860-1927 : Father of Electrocardiography : Life and Work, Ancestors, and Contemporaries). Kluwer Academic Publishers, 1995. ISBN: 0792332741.
5. Pera M. The Ambiguous Frog: The Galvani-Volta Controversy on Animal Electricity. Princeton Univ Pr, 1992. ISBN: 0691085129.
6. Danias PG, Stuber M, Botnar RM, Kissinger KV, Yeon SB, Rofsky NM, Manning WJ. Coronary MR angiography clinical applications and potential for imaging coronary artery disease. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2003 Feb;11(1):81-99.
7. Bittl JA. Medical Progress: Advances in Coronary Angioplasty. N Engl J Med 1996; 335:1290-1302.
8. Janvier G, Baquey C, Roth C, Benillan N, Belisle S, Hardy JF. Extracorporeal circulation, hemocompatibility, and biomaterials. Ann Thorac Surg. 1996 Dec;62(6):1926-34.
9. Shumacker HB. A Dream of the Heart: The Life of John H. Gibbon, Jr. Father of the Heart-Lung Machine. Fithian Press, 1999. ISBN: 1564742768.
10. Mack MJ. Beating heart surgery: does it make a difference? Am Heart Hosp J. 2003 Spring;1(2):149-57.
11. Gregoratos G. Indications and recommendations for pacemaker therapy. Am Fam Physician. 2005 Apr 15;71(8):1563-70.
12. Bocka JJ. External transcutaneous pacemakers. Ann Emerg Med. 1989 Dec;18(12):1280-6.
13. O'Dowd WJ. Defibrillator design and development--a review. J Med Eng Technol. 1983 Jan-Feb;7(1):5-15.
14. Liddle R, Davies CS, Colquhoun M, Handley AJ. ABC of resuscitation. The automated external defibrillator. BMJ. 2003 Nov 22;327(7425):1216-8.
15. Geddes L, Hamlin R. The first human heart defibrillation. Am J Cardiol. 1983 Aug;52(3):403-5.
16. Hoffman N. Heart Transplants. Lucent Books, 2003. ISBN: 1560069295,
17. Atlee JL. Cardiac assist devices. Technology and applications. Minerva Anesthesiol. 2004 Jan-Feb;70(1-2):25-44.
18. Bankston J. Robert Jarvik and the First Artificial Heart. Mitchell Lane Publishers, 2002. ISBN: 1584151161.
19. Park GR, Saunders K. Fighting for Life: An Introduction to the Intensive Care Unit. Oxford University Press, 1996. ISBN: 0192625721.
20. Pilbeam SP. Mechanical Ventilation: Physiological and Clinical Applications. Mosby Inc, 1998. ISBN 081512600X.
21. Barlow JS. The Electroencephalogram: Its Patterns and Origins. The MIT Press, 1993. ISBN: 0262023547.
22. Hans Berger on the electroencephalogram of man; the fourteen original reports on the human electroencephalogram. Translated from the original German and edited by Pierre Gloor. Elsevier, 1969. ISBN: 0444407391.
23. Billiard M. Sleep : Physiology, Investigations and Medicine. Plenum, 2003. ISBN: 0306474069.
24. Wijdicks EF. The diagnosis of brain death. N Engl J Med. 2001 Apr 19;344(16):1215-21.
25. Bowman KW, Richard SA. Culture, brain death, and transplantation. Prog Transplant. 2003 Sep;13(3):211-5.
26. Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. Circulation. 1998 May 12;97(18):1837-47.

