

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

**ΟΡΓΑΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ
ΒΙΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ**

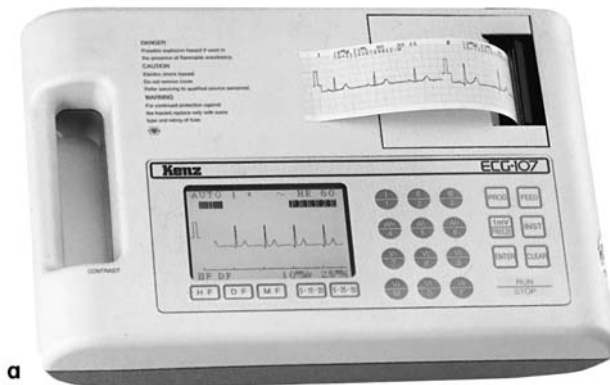
ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΟΣ

(ELECTROCARDIOGRAPHE)

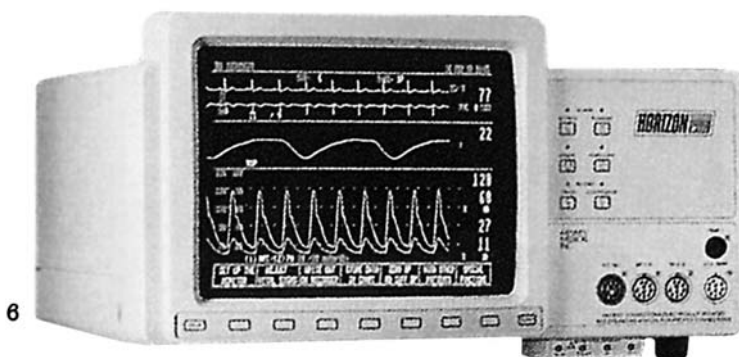
Γενικά

Ο ηλεκτροκαρδιογράφος είναι μία συσκευή ικανή να πολλαπλασιάσει τα ελάχιστα καρδιακά δυναμικά (βιοηλεκτρικά δυναμικά), να τα μετατρέψει σε σήματα και να τα παρουσιάσει με διάφορους τρόπους, είτε σε χαρτί, είτε σε οθόνη καθοδικού παλμογράφου (monitor) (Εικ. 1α, β).

Η γραφική αναπαράσταση των διαφόρων ηλεκτρικών φαινομένων που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία της καρδιάς αποτελεί το *ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ, EKG)*.



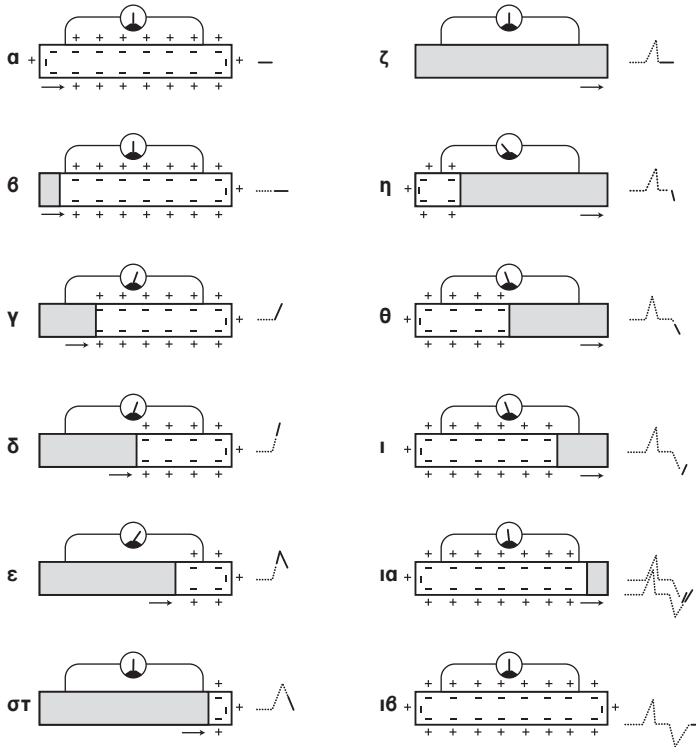
α



β

Εικόνα 1. Διάφοροι τύποι ηλεκτροκαρδιογράφων: α) Κλασικός τύπος με χαρτοταινία. β) Με οθόνη καθοδικού παλμογράφου - συμβουλευτή (monitor).

Για την καλύτερη κατανόηση της δημιουργίας των βιοηλεκτρικών δυναμικών στο μυοκάρδιο, παρακάτω αναπτύσσεται η γνωστή από τη φυσιολογία θεωρία της μεμβράνης (Εικ. 2).



Εικόνα 2. Ο σχηματισμός και η απεικόνιση της διαφασικής καμπύλης του ηλεκτρικού δυναμικού προέρχεται από τις συνεχείς εκπολώσεις και αναπολώσεις των καρδιακών ινών (θεωρία της κυτταρικής μεμβράνης).

Σε κατάσταση ηρεμίας η μεμβράνη που περιβάλλει κάθε ζωικό κύτταρο (νευρικό ή μυικό), είναι εσωτερικά φορτισμένη αρνητικά και εξωτερικά φορτισμένη θετικά. Η μεμβράνη βρίσκεται σε κατάσταση *πόλωσης* και η διαφορά δυναμικού στις δύο πλευρές της είναι περίπου 80 mV. Αυτό οφείλεται στην ημιδιαπερατότητα της μεμβράνης και στους μηχανισμούς διαπερατότητάς της, που δημιουργούν διαφορές στη συγκέντρωση ορισμένων ιόντων στις δύο πλευρές της. Έτσι, η συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na^+) στο εσωτερικό της μυικής ίνας είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με εκείνη στο

εξωτερικό της. Το αντίθετο συμβαίνει για τα ιόντα καλίου (K^+). Αυτό το δυναμικό της μεμβράνης είναι μηδέν και ονομάζεται *δυναμικό ηρεμίας*. Αν η μεμβράνη διεγερθεί σε ένα σημείο από κάποιο ερέθισμα (ηλεκτρικό, χημικό, θερμοικό ή μηχανικό), τότε γίνεται τόσο διαπερατή στο σημείο αυτό ώστε να έχουμε εύκολη μετακίνηση των ιόντων Na^+ από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της μυϊκής ίνας. Η μεμβράνη τοπικά γίνεται προς στιγμή ηλεκτροθετική εσωτερικά και ηλεκτροαρνητική εξωτερικά. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται *εκπόλωση*. Διαταράσσεται δηλαδή η ηλεκτρική ισορροπία της μεμβράνης με αποτέλεσμα να προκληθεί ροή ηλεκτρικού ρεύματος από την περιοχή της εκπόλωσης προς τη γειτονική περιοχή. Έτσι, επεκτείνεται η περιοχή της εκπόλωσης και η περιοχή αυξημένης διαπερατότητας της μεμβράνης. Αυτό εξασφαλίζει την παραπέρα μεταβίβαση του ερεθίσματος. Έτσι σε διαδοχικές θέσεις της μυϊκής ίνας αναπτύσσονται αλληπάλλληλα δυναμικά ενέργειας. Είναι το κύμα εκπόλωσης που οδηγείται κατά μήκος της μυϊκής ίνας. Γρήγορα όμως τα ιόντα K^+ , που μπορούν να περάσουν τη μεμβράνη σχετικά εύκολα, κινούνται με μεγάλη ταχύτητα από το εσωτερικό της ίνας προς την εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης. Έτσι λοιπόν, η μεμβράνη γίνεται ξανά ηλεκτροαρνητική εσωτερικά και ηλεκτροθετική εξωτερικά. Αποκαθίσταται δηλαδή η ηλεκτρική ισορροπία της μεμβράνης. Αυτό ονομάζεται *αναπόλωση*. Η αναπόλωση αρχίζει, συνήθως, από εκεί όπου είχε αρχίσει η εκπόλωση. Οι μεταβολές αυτές γίνονται σε κλάσματα δευτερολέπτου και αποτελούν το *δυναμικό ενέργειας*, που είναι υπεύθυνο για τη μεταβίβαση της νευρικής ώσης κατά μήκος της νευρικής ή μυϊκής ίνας.

Ηλεκτρικά δυναμικά της καρδιάς και λήψη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Τα συνεχή ερεθίσματα που δέχονται οι μυϊκές ίνες της καρδιάς από το ερεθισματοαγωγό της σύστημα (φλεβόκομβος) προκαλούν, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τις συνεχείς εκπολώσεις και αναπολώσεις και την εμφάνιση ασθενών δυναμικών στο μυοκάρδιο. Το βιοηλεκτρικό δυναμικό όμως στις διάφορες περιοχές του μυοκαρδίου παριστάνει το αλγεβρικό άθροισμα των ηλεκτρικών δυναμικών των αντίστοιχων καρδιακών ινών.

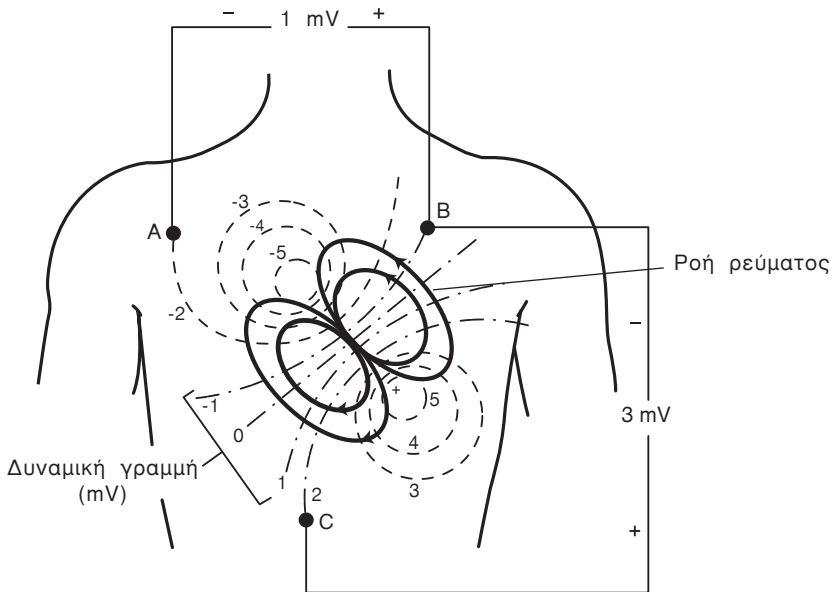
Φυσιολογικά σε κάθε καρδιακό κύκλο συμβαίνουν τα εξής ηλεκτρικά φαινόμενα:

1. Εκπόλωση και αναπόλωση του φλεβόκομβου.
2. Εκπόλωση και αναπόλωση του μυοκαρδίου των κόλπων.
3. Εκπόλωση και αναπόλωση του κολποκοιλιακού κόμβου και του δεμα-

τίου του His.

4. Εκπόλωση και αναπόλωση του μυοκάρδιου των κοιλιών.

Η απεικόνιση και καταγραφή των παραπάνω δυναμικών αποτελεί το ΗΚΓ. Τα βιοηλεκτρικά δυναμικά, που παράγονται στις διάφορες φάσεις της καρδιακής λειτουργίας, δημιουργούν γύρω από τους ιστούς της καρδιάς ένα ηλεκτρικό πεδίο (Εικ. 3) μέσα στο οποίο μεταδίδονται κάθε στιγμή τα παραγόμενα δυναμικά. Τα δυναμικά που μεταφέρονται μέχρι την επιφάνεια του σώματος παραλαμβάνονται με ειδικά ηλεκτρόδια, ενισχύονται σε διάφορες βαθμίδες και καταλήγουν στην καταγραφική μονάδα του ΗΚΓ. Τα υγρά και οι περισσότεροι ιστοί που βρίσκονται κάτω από το δέρμα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού και διευκολύνουν τη μεταφορά των δυναμικών.



Εικόνα 3. Τα βιοηλεκτρικά δυναμικά που παράγονται στην καρδιά, δημιουργούν γύρω της ένα ηλεκτρικό πεδίο μέσα από το οποίο μεταδίδονται τα παραγόμενα δυναμικά.

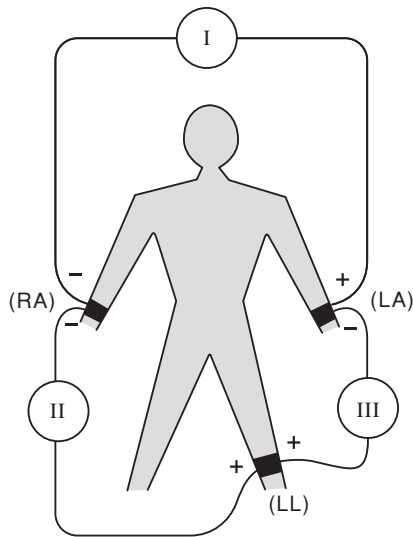
Απαγωγές

Η μεταφορά των βιοηλεκτρικών δυναμικών της καρδιάς με ηλεκτρόδια στον ηλεκτροκαρδιογράφο ονομάζεται απαγωγή. Η καρδιά αποτελεί ένα ηλεκτρικό δίπολο και οι παραγόμενες διαφορές δυναμικού μετρούνται σε

καθορισμένες περιοχές του σώματος, τις θέσεις των απαγωγών. Οι απαγωγές διακρίνονται σε διπολικές και μονοπολικές.

Διπολικές απαγωγές

Με τις διπολικές απαγωγές καταγράφονται οι διαφορές δυναμικού από δύο διαφορετικά σημεία της επιφάνειας του σώματος. Στο συνηθισμένο ΗΚΓ υπάρχουν τρεις διπολικές απαγωγές που ονομάζονται και *κλασικές απαγωγές*. Συμβολίζονται με I, II, III ή D1, D2, D3 ή L1, L2, L3 (Εικ. 4). Η λήψη των απαγωγών επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων στον καρπό του δεξιού χεριού (RA), τον καρπό του αριστερού χεριού (LA), στην κνήμη του αριστερού ποδιού (LL) και στην κνήμη του δεξιού ποδιού (RL). Το τελευταίο ηλεκτρόδιο χρησιμεύει μόνο για τη γείωση του σώματος και δε συμμετέχει στο ΗΚΓ. Η απαγωγή D1 καταγράφει διαφορές δυναμικού μεταξύ του αριστερού και του δεξιού χεριού. Η απαγωγή D2 καταγράφει διαφορές δυναμικού μεταξύ του αριστερού ποδιού και του δεξιού χεριού. Η απαγωγή D3 καταγράφει τις διαφορές δυναμικού μεταξύ του αριστερού ποδιού και του αριστερού χεριού.



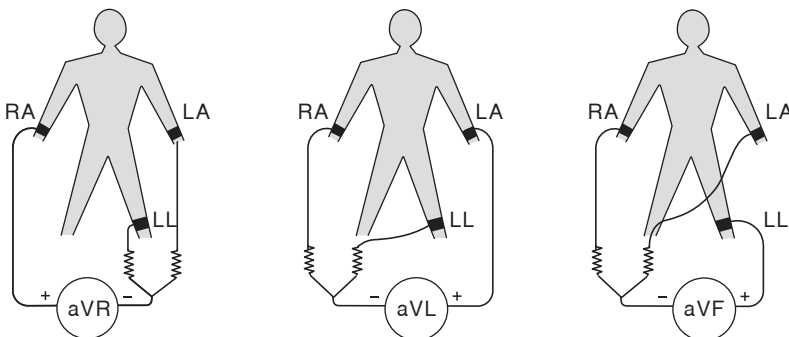
Εικόνα 4. Συνδυασμός ηλεκτροδίων για τη λήψη των τριών κλασικών απαγωγών. Το ηλεκτρόδιο RL χρησιμεύει απλώς για γείωση.

Μονοπολικές απαγωγές

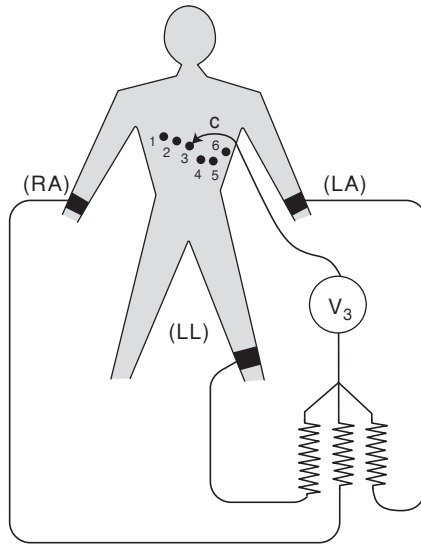
Οι μονοπολικές απαγωγές παριστάνονται με το σύμβολο V και διακρίνονται στις ενισχυμένες μονοπολικές των άκρων κατά Goldberger και στις προκάρδιες μονοπολικές.

α) *Ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές.* Στις ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές των άκρων, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στις κλασικές απαγωγές και παρουσιάζουν αύξηση κατά 50% των καταγραφόμενων δυναμικών. Οι απαγωγές αυτές είναι τρεις και συμβολίζονται με τα γράμματα: aVR, aVL και aVF (Εικ. 5). Το γράμμα α μας πληροφορεί ότι η απαγωγή είναι ενισχυμένη, το V ότι γίνεται χρήση ενός ηλεκτροδίου, που ονομάζεται ουδέτερο ηλεκτρόδιο ή κεντρικός τελικός αγωγός του Wilson. Ο αγωγός αυτός σχηματίζεται από τη σύνδεση όλων των ηλεκτροδίων και έχει δυναμικό μηδέν. Το τρίτο γράμμα μας δηλώνει το άκρο του σώματος όπου πρέπει να συνδεθεί το άλλο ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρόδιο αυτό ονομάζεται θετικό ή ερευνητικό ηλεκτρόδιο και συνδέεται με το θετικό πόλο του γαλβανομέτρου. Έτσι, το R (Right) συμβολίζει το δεξιό βραχίονα, το L (Left) τον αριστερό βραχίονα και το F (Foot) το αριστερό κάτω άκρο. Φυσικά όλες αυτές οι συνδέσεις για τη λήψη των απαγωγών γίνονται αυτόματα με απλή στροφή ενός διακόπτη – επιλογέα (Εικ. 1).

β) *Μονοπολικές προκάρδιες απαγωγές.* Οι προκάρδιες απαγωγές λαμβάνονται με τη μέθοδο Wilson, όπου τα τρία ηλεκτρόδια των κλασικών απαγωγών RA, LA και LL συνδέονται σε ένα με την παρεμβολή μιας ηλεκτρικής αντίστασης (Εικ. 6). Οι απαγωγές αυτές είναι έξι και συμβολίζονται με τα γράμματα $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ (Εικ. 11). Το γράμμα V μας πληροφορεί ότι χρησιμοποιείται ο αγωγός Wilson (ουδέτερο ηλεκτρόδιο). Οι



Εικόνα 5. Οι τρεις ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές των άκρων κατά Goldberger.

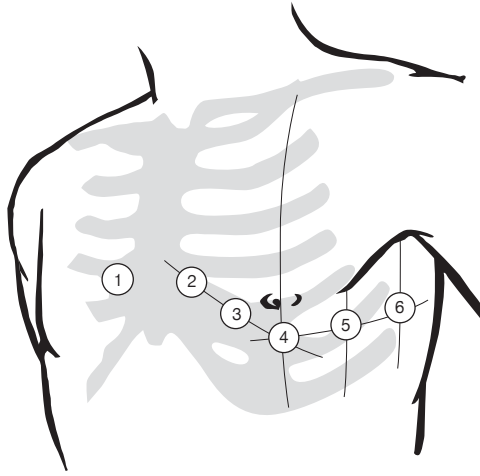


Εικόνα 6. Για τη λήψη των μονοπολικών προκάρδιων απαγωγών χρησιμοποιείται ως αδιάφορο ηλεκτρόδιο ο κεντρικός τελικός αγωγός του Wilson (συνένωση όλων των ηλεκτροδίων των άκρων), ενώ ως ερευνητικό το ηλεκτρόδιο με την ένδειξη C (Chest electrode).

αριθμοί 1 μέχρι 6 δηλώνουν τη θέση του άλλου ηλεκτροδίου (ερευνητικό) επάνω στο θώρακα. Ως ερευνητικό ηλεκτρόδιο χρησιμοποιείται ένα πέμπτο ηλεκτρόδιο που έχει την ένδειξη C (Chest electrode) (Εικ. 9).

Το προκάρδιο ηλεκτρόδιο μετακινείται στις ακόλουθες θέσεις (Εικ. 7).

1. Για τη λήψη της V_1 στο 4A μεσοπλεύριο διάστημα, αμέσως δεξιά από το στέρνο.
2. Για τη λήψη της V_2 το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 4A μεσοπλεύριο διάστημα, αμέσως αριστερά από το στέρνο.
3. Για τη V_3 το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο μέσο του διαστήματος των V_2 και V_4 .
4. Για τη V_4 στο 5A μεσοπλεύριο διάστημα αντίστοιχα προς την αριστερή μεσοκλείδια περιοχή.
5. Για τη V_5 στο 5A μεσοπλεύριο διάστημα αντίστοιχα προς την αριστερή πρόσθια μασχαλιαία γραμμή.
6. Για την V_6 το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο 5A μεσοπλεύριο διάστημα, αντίστοιχα προς την αριστερή μέση μασχαλιαία γραμμή.



Εικόνα 7. Για τη λήψη των έξι προκάρδιων απαγωγών ($V_1 \dots V_6$) το ερευνητικό ηλεκτρόδιο (C) τοποθετείται κατά σειρά στις θέσεις 1, 2, 3, 4, 5, 6. Οι τρεις πρώτες αφορούν στη δεξιά κοιλία και οι υπόλοιπες στην αριστερή κοιλία.

Ηλεκτρόδια

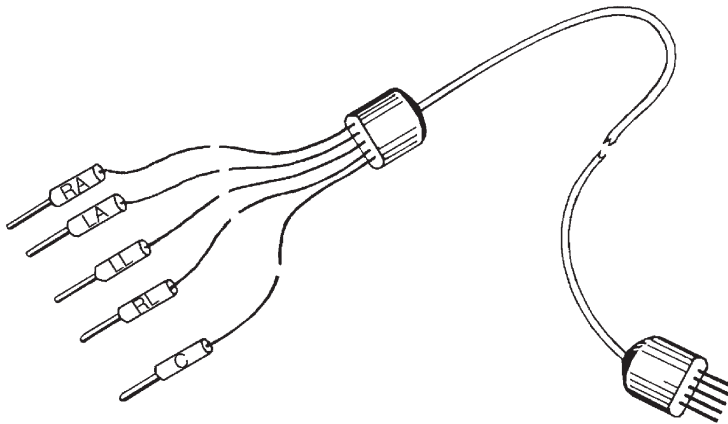
Για τη μεταφορά των βιοηλεκτρικών δυναμικών και ρευμάτων από το ανθρώπινο σώμα προς τη συσκευή καταγραφής ή απεικόνισης χρησιμοποιούνται διάφορα είδη ηλεκτροδίων. Συνήθως τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται επάνω στο δέρμα, ενώ η μεταφορά των ρευμάτων προς τη συσκευή γίνεται με αγωγούς. Τα ηλεκτρόδια είναι κατασκευασμένα από διάφορα ανοξείδωτα μέταλλα και έχουν διάφορα σχήματα και μεγέθη ανάλογα των περιπτώσεων (Εικ. 8). Συνήθως χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια από πλατίνη, χρυσό ή διάφορα κράματα, όπως νικέλιο – άργυρος κ.ά. Το ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Η επαφή με το δέρμα πρέπει να είναι καλή και να παρουσιάζει τη μικρότερη αντίσταση. Για την κα-



Εικόνα 8. α) Ειδικά πλακίδια - ηλεκτρόδια, που τοποθετούνται στο δέρμα των άκρων για τη λήψη των απαγωγών, β) Διάτρητη ελαστική ταινία για τη συγκράτηση των πλακιδίων στη θέση τους.

λή επαφή ανάμεσα στο δέρμα και στο ηλεκτρόδιο χρησιμοποιούνται διάφορες ειδικές αλοιφές ή αραιό διάλυμα χλωριούχου νατρίου. Για τη σταθεροποίηση των ηλεκτροδίων στα άκρα χρησιμοποιούνται λαστιχένιες διάτρητες ταινίες, ενώ το προκάρδιο ηλεκτρόδιο είναι προσαρμοσμένο σε λαστιχένια βεντούζα για να προκαλείται μόνιμη στήριξη του ηλεκτροδίου επάνω στο δέρμα. Για την ορθή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων υπάρχουν, σε κάθε ακροδέκτη των αγωγών, γράμματα ενδεικτικά της κάθε περιοχής RA, LA, RL, C (Εικ. 9).

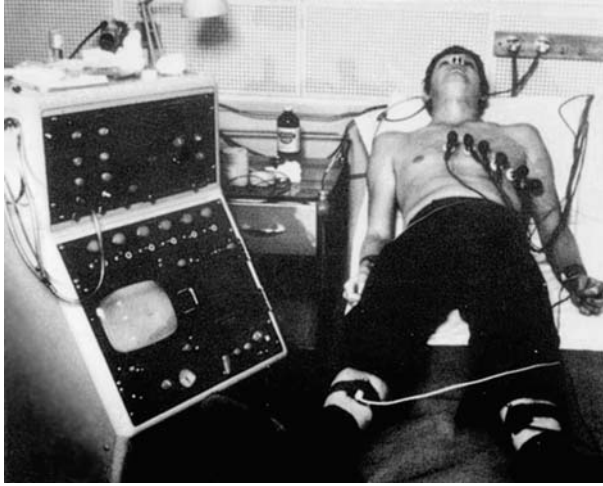
Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι καθαρά κατά τη χρήση τους. Αν έχει δημιουργηθεί σκουριά ή ηλεκτρική αντίσταση, κατά την επαφή των ηλεκτροδίων με το δέρμα, αυξάνεται και τα επάρματα στο ΗΚΓ παρουσιάζονται εξασθενημένα.



Εικόνα 9. Για την σωστή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων στα άκρα υπάρχουν σε κάθε ακροδέκτη των αγωγών γράμματα (RA, LA, RL, LL, C) ενδεικτικά της κάθε περιοχής.

Τεχνική λήψης ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Για τη λήψη ΗΚΓ ο εξεταζόμενος πρέπει να βρίσκεται, συνήθως, ξαπλωμένος σε ύπτια θέση (Εικ. 10) σε ένα αναπαυτικό καναπέ ή καθισμένος σε μία αναπαυτική πολυθρόνα, όχι μεταλλική. Κανένα μέλος του εξεταζόμενου δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα, επειδή αυτό είναι αιτία να προκληθούν φτωχά ΗΚΓ. Η ενημέρωση του εξεταζόμενου για τον τρόπο που θα λαμβάνεται το ΗΚΓ είναι απαραίτητη ώστε να του φύγει κάθε φόβος και να ηρεμήσει. Ο καθαρισμός με οινόπνευμα των τεσσάρων άκρων και της προκάρδιας περιοχής, από τις λιπαρές ουσίες, θέσεις όπου πρόκειται να



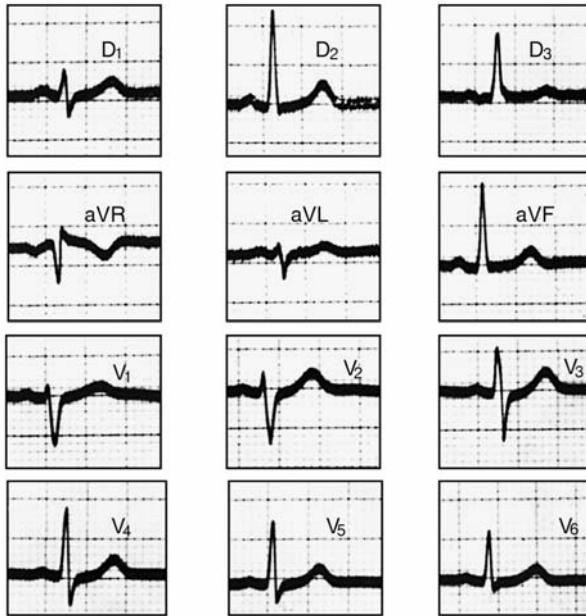
Εικόνα 10

τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια, είναι απαραίτητος. Στις θέσεις αυτές, μετά το καθάρισμά τους, τοποθετείται ειδική αλοιφή (ηλεκτρολύτης) για να εξασφαλιστεί η καλή αγωγιμότητα. Τα ηλεκτρόδια σταθεροποιούνται στα άκρα με τις ειδικές λαστιχένιες διάτρητες ταινίες. Τα ηλεκτρόδια συνδέονται με τους αγωγούς της συσκευής σύμφωνα με τις ενδείξεις που υπάρχουν πάνω στους ακροδέκτες (Εικ. 9). Τα προκάρδια ηλεκτρόδια σταθεροποιούνται στο δέγμα με τις ενσωματωμένες μικρές λαστιχένιες βεντούζες (Εικ. 10).

Μετά από την προετοιμασία αυτή, ο ηλεκτροκαρδιογράφος μπαίνει σε λειτουργία (ON) και προθερμαίνεται για μερικά λεπτά της ώρας, όπως συνήθως γίνεται με τις περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές. Αφού ρυθμιστεί η ευαισθησία (calibration) του οργάνου στο επιθυμητό επίπεδο μπαίνει σε κίνηση ο μηχανισμός κίνησης της χαρτοταινίας και ενώ ο εξεταζόμενος βρίσκεται σε ακινησία καταγράφονται οι διάφορες απαγωγές. Παράλληλα δίνεται προσοχή στο να μη καταγραφούν ανεπιθύμητα παράσιτα. Μετά τη λήψη των απαγωγών και προτού απομακρυνθούν τα ηλεκτρόδια πρέπει να κλείσει (OFF) η συσκευή. Στη συνέχεια καθαρίζονται τα ηλεκτρόδια και το δέγμα από την αλοιφή. Η περιγραφή λειτουργίας και ο τρόπος χειρισμού του ΗΚΓ δεν αναφέρονται σε αυτό το βοήθημα. Ο σπουδαστής θα έχει την ευκαιρία να γνωρίσει αυτές τις διαδικασίες κατά την άσκησή του στα νοσοκομεία.

Συσκευή του ηλεκτροκαρδιογράφου

Ο ηλεκτροκαρδιογράφος λειτουργεί με το ρεύμα της πόλης ή με μπαταρίες.



Εικόνα 11. Φυσιολογικό ΗΚΓ ανθρώπου με τα τρία είδη απαγωγών.

Η κύρια ενισχυτική συσκευή του ηλεκτροκαρδιογράφου έχει περίπου τέσσερα ενισχυτικά στάδια ικανά να μεγενθύνουν τα ελάχιστα καρδιογραφικά δυναμικά, που μετριοούνται σε χιλιοστά του βολτ (mV), να τα μετατρέψει σε σήματα και στη συνέχεια να τα απεικονίσει σε ειδικό χαρτί ή σε οθόνη παλμογράφου (Εικ. 1α,β). Ο ενισχυτής είναι κατασκευασμένος με τέτοιο τρόπο, ώστε να περιορίζει στο ελάχιστο τα ανεπιθύμητα εξωτερικά σήματα (παράσιτα) που καθώς έχουν διαφορετικές συχνότητες είναι ικανά να αλλοιώσουν τη μορφή του ΗΚΓ. Αντίθετα τα βιολογικά σήματα που διαφέρουν από τα πρώτα, ενισχύονται κανονικά. Το καταγραφικό ηλεκτροκαρδιογραφικό σύστημα αποτελείται από δύο μέρη. Το καταγραφικό όργανο και το χαρτί.

Το καταγραφικό όργανο είναι συνήθως ένα γαλβανόμετρο που δέχεται τα τελικά ενισχυμένα μεταβαλλόμενα δυναμικά του ενισχυτή. Η γραφή γίνεται με πυρακτομένη γραφίδα – αντίσταση που βρίσκεται στην άκρη της βελόνας του γαλβανομέτρου και κινείται επάνω σε θερμοευαίσθητο χαρτί. Με ρυθμιζόμενο διακόπτη μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί η θερμοκρασία της πυρακτωμένης γραφίδας. Το θερμοευαίσθητο χαρτί του ηλεκτροκαρδιογράφου κινείται σταθερά μέσα από τη συσκευή με ηλεκτρικό κινητήρα. Η ταχύτητα της χαρτοταινίας ανάλογα με την περίπτωση (ταχυκαρδία,

βραδυκαρδία) μπορεί να μεταβάλλεται, μετακινώντας ένα μοχλό, από 50 mm/s σε 25 mm/s, που είναι και η πιο συνηθισμένη ταχύτητα. Στην πρόσοψη του ηλεκτροκαρδιογράφου υπάρχουν επίσης διάφορα κουμπιά που χρησιμεύουν για την επιλογή των απαγωγών, για τη ρύθμιση της ευαισθησίας του οργάνου, για την κίνηση της χαρτοταινίας κλπ.

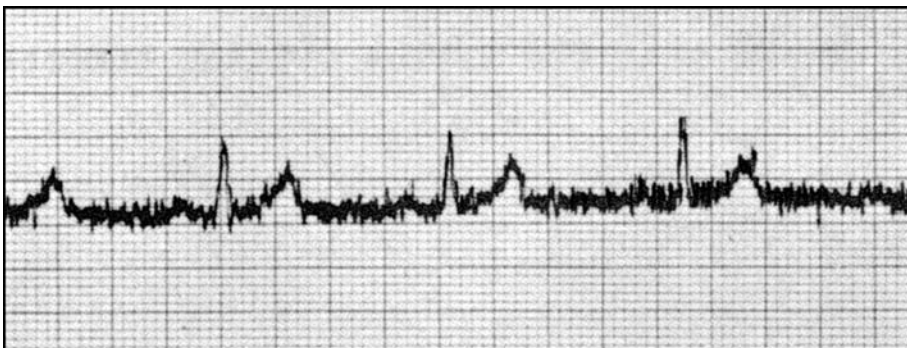
Στις μονάδες εντατικής παρακολούθησης υπάρχουν αυτοματισμοί με συστήματα συναγερμού όπου παρακολουθείται σε μόνιτορ η πίεση του αίματος, ο καρδιακός παλμός ή καταγραφή των βιοηλεκτρικών δυναμικών κ.ά.

Παράσιτα

Παρόλο που ο βιολογικός ενισχυτής του ΗΚΓ έχει τα κατάλληλα φίλτρα για να κόβονται οι ανεπιθύμητες συχνότητες, θα πρέπει πάλι να δοθεί προσοχή σε ορισμένες λεπτομέρειες, που είναι απαραίτητες για τη σωστή λήψη του ΗΚΓ. Ο χώρος όπου εξετάζεται ο ασθενής δεν πρέπει να είναι κοντά σε ηλεκτρικά μηχανήματα, όπως ακτινολογικά, διαθερμίες κλπ., τα οποία πολλές φορές προκαλούν παρεμβολές στο ΗΚΓ. Παρεμβολές μπορεί ακόμα να δημιουργηθούν από ηλεκτρικά καλώδια που βρίσκονται στους τοίχους ή το πάτωμα. Οι αναπνευστικές κινήσεις, επίσης, μπορούν να προκαλέσουν μία ακανόνιστη ισοηλεκτρική γραμμή. Αν ο ασθενής είναι λαχανιασμένος και κάνει συχνές αναπνευστικές κινήσεις, θα πρέπει πρώτα να ηρεμήσει και μετά να γίνει η λήψη του ΗΚΓ. Επίσης, δεν πρέπει να δέχεται μεγάλες πιέσεις από τα ρούχα του.

Παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις πιθανές αιτίες που προκαλούν ανεπιθύμητα ΗΚΓ:

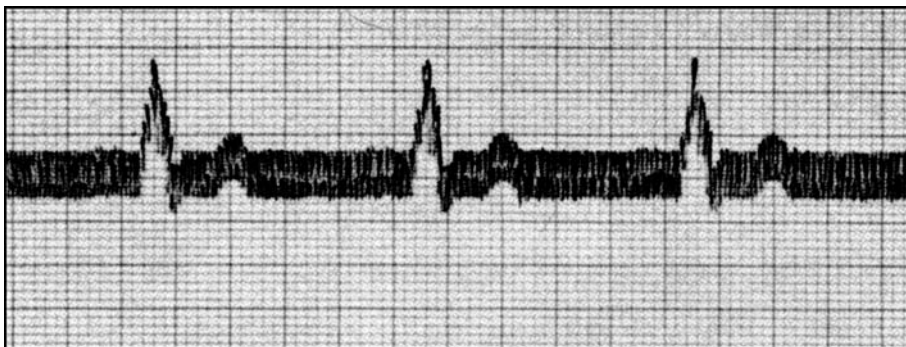
1. Η Εικ. 12 δείχνει ΗΚΓ με παρεμβολές που προκλήθηκαν από κακή το-



Εικόνα 12

ποθέτηση των ηλεκτροδίων ή από κακή τοποθέτηση του ασθενή.

2. Η Εικ. 13 δείχνει ΗΚΓ με παρεμβολές εναλλασσόμενου ρεύματος (50 c/s). Μπορεί να προέρχεται από κακή τοποθέτηση του ασθενή κοντά σε ηλεκτροφόρες γραμμές. Παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται από κακή κατάσταση ηλεκτροδίων.



Εικόνα 13

3. Η Εικ. 14 δείχνει ΗΚΓ με ρυθμικά ανεβοκατεβάσματα της βασικής γραμμής. Μπορεί να προέρχεται από κίνηση του ασθενή ή των ηλεκτροδίων.



Εικόνα 14

4. Η Εικ. 15 δείχνει ΗΚΓ με απορυθμισμένη τη βασική γραμμή. Μπορεί να οφείλεται σε ατελή επαφή των ηλεκτροδίων ή σε μεταλλικά αντικείμενα που βρίσκονται κάτω από τα ηλεκτρόδια.