

1

Ονοματολογία των Επαρμάτων, Διαστημάτων και Τμημάτων του ΗΚΓ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ (ΗΚΓ)

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ) αποτελεί μια γραφική αποτύπωση των ηλεκτρικών δυνάμεων που παράγονται από την καρδιά. Η μορφή του αποτελείται από μια σειρά επαρμάτων και κυμάτων τα οποία παράγονται σε κάθε καρδιακό κύκλο.

Πριν ασχοληθούμε με τη δημιουργία κάθε επάρματος και την αντίστοιχη ορολογία, αξίζει να αναφέρουμε κάποια σημαντικά στοιχεία σχετικά με τη διεύθυνση και το εύρος των κυμάτων του ΗΚΓ, καθώς και τον μηχανισμό ηλεκτρικής διέγερσης του μυοκαρδίου.

Διεύθυνση

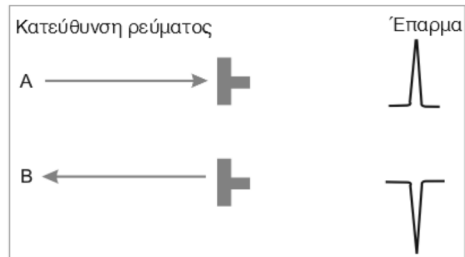
- Θεωρούμε ότι κάθε έπαρμα πάνω από την ισηλεκτρική γραμμή είναι ένα θετικό έπαρμα, ενώ αντίθετα κάθε έπαρμα κάτω από την ισηλεκτρική γραμμή είναι ένα αρνητικό έπαρμα. (Εικόνα 1.1).

Η διεύθυνση ενός επάρματος εξαρτάται από δύο παράγοντες: τη φορά μετάδοσης της ηλεκτρικής ώσης και τη θέση του καταγραφικού ηλεκτροδίου.

Με άλλα λόγια, μια ηλεκτρική ώση η οποία μετακινείται προς ένα ηλεκτρόδιο δημιουργεί ένα θετικό έπαρμα, ενώ αντίθετα μια ηλεκτρική ώση η οποία απομακρύνεται από ένα ηλεκτρόδιο δημιουργεί ένα αρνητικό έπαρμα. (Εικόνα 1.1). Ας δούμε το παρακάτω παράδειγμα:

Η μετάδοση της ηλεκτρικής ώσης γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε πρώτα διεγείρεται το μεσοκοιλιακό διάφραγμα με φορά από

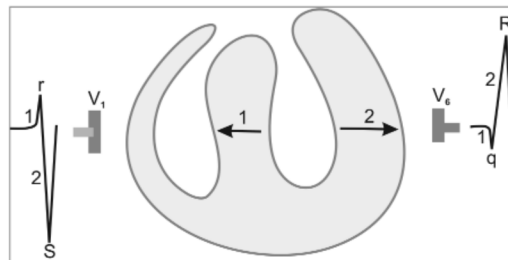
2 ΗΚΓ Εύκολα και Πρακτικά



Εικ. 1.1: Επίδραση της φοράς της ηλεκτρικής ώσης στην διεύθυνση του επάρματος
Α. Προς το ηλεκτρόδιο – θετικό έπαρμα
Β. Μακριά από το ηλεκτρόδιο – αρνητικό έπαρμα

αριστερά προς τα δεξιά. Στη συνέχεια, ακολουθεί η διέγερση του τοιχώματος της αριστερής κοιλίας από το ενδοκάρδιο προς το επικάρδιο.

Αν ένα ηλεκτρόδιο τοποθετηθεί πάνω στην δεξιά κοιλία, θα καταγράψει ένα αρχικό θετικό έπαρμα το οποίο θα αναπαριστά τη διέγερση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος (με φορά προς το ηλεκτρόδιο), το οποίο θα ακολουθείται από ένα μεγάλο αρνητικό έπαρμα που αναπαριστά τη διέγερση του τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (με φορά μακριά από το ηλεκτρόδιο) (Εικόνα 1.2).



Εικ. 1.2: Διέγερση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος (1) και της αριστερής κοιλίας (2), όπως αυτή καταγράφεται από το ηλεκτρόδιο V_1 (εικόνα rS) και το ηλεκτρόδιο V_6 (εικόνα qH).

Αν αντίθετα, το ηλεκτρόδιο τοποθετηθεί πάνω από την αριστερή κοιλία, θα καταγράψει ένα αρχικό αρνητικό έπαρμα το οποίο αναπαριστά τη διέγερση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος (με φορά μακριά από το ηλεκτρόδιο), το οποίο θα ακολουθείται από ένα μεγάλο θετικό έπαρμα το οποίο αναπαριστά την ενεργοποίηση του τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (με φορά προς το ηλεκτρόδιο). (Εικόνα 1.2)

Μέγεθος

- Το μέγεθος των επαρμάτων εξαρτάται από την ένταση των ηλεκτρικών δυνάμεων που παράγονται από την καρδιά και το βαθμό με τον οποίο μεταδίδονται αυτές οι δυνάμεις στο καταγραφικό ηλεκτρόδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια του σώματος. Ας δούμε τα παρακάτω παραδείγματα:

Εφόσον η κοιλία έχει πολύ μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σε σχέση με τον κόλπο, τα επάρματα των κοιλιών είναι μεγαλύτερα από τα επάρματα των κόλπων.

Σε περίπτωση πάχυνσης (υπερτροφίας) του τοιχώματος των κοιλιών, τα αντίστοιχα επάρματα είναι μεγαλύτερα από το κανονικό.

Όταν το θωρακικό τοίχωμα είναι παχύ, τα επάρματα των κοιλιών είναι μικρότερα από το κανονικό, αφού το λίπος και οι μυϊκές μάζες παρεμβαίνουν μεταξύ του μυοκαρδίου και του καταγραφικού ηλεκτροδίου. (Εικόνα 1.3)

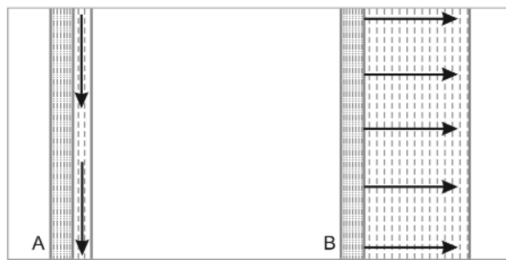


Εικ. 1.3: Επίδραση του πάχους του θωρακικού τοιχώματος στο μέγεθος των επαρμάτων
 Α. Λεπτό θωρακικό τοίχωμα – ψηφλό έπαρμα
 Β. Παχύ θωρακικό τοίχωμα – χαμηλό έπαρμα

4 ΗΚΓ Εύκολα και Πρακτικά

Διέγερση

- Η διέγερση των κόλπων συμβαίνει στον επιμήκη άξονα με διαδοχική μετάδοση του ερεθίσματος από τη μια μυϊκή ίνα στην επόμενη. Αντίθετα, η διέγερση των κοιλιών συμβαίνει κατά τον εγκάρσιο άξονα με μετάδοση του ερεθίσματος από το ενδοκάρδιο προς το επικάρδιο (Εικόνα 1.4)



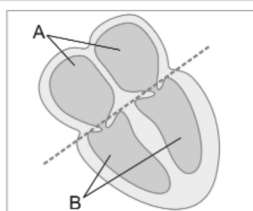
Εικ. 1.4: Διεύθυνση της διέγερσης των κόλπων και των κοιλιών
Α. Κόλπους – στον επιμήκη άξονα, από τη μια μυϊκή ίνα στην επόμενη
Β. Κοιλίες – εγκάρσια, από το ενδοκάρδιο προς το επικάρδιο

Για το λόγο αυτό, η διέγερση των κόλπων μπορεί να αποκαλύψει διάταση των κόλπων (και όχι υπερτροφία τους), ενώ αντίθετα η διέγερση των κοιλιών μπορεί να αποκαλύψει υπερτροφία των κοιλιών (και όχι διάτασή τους).

ΗΛΕΚΤΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Το ΗΚΓ αποτελείται από μια σειρά επαρμάτων ή κυμάτων. Οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών κυμάτων στον άξονα του χρόνου ονομάζονται διαστήματα. Η ισοηλεκτρική γραμμή που μεσολαβεί μεταξύ διαδοχικών κυμάτων ονομάζεται τμήμα.

Για να καταλάβουμε τη δημιουργία των επαρμάτων και τη σημασία των διαστημάτων και των τμημάτων, αξίζει να κατανοήσουμε κάποιες βασικές ηλεκτροφυσιολογικές έννοιες.



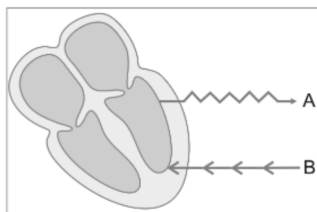
Εικ. 1.5: Η καρδιά ως ένα όργανο που αποτελείται από δύο θαλάμους
 Α. Ο θάλαμος που αποτελείται από τους δύο κόλπους
 Β. Ο θάλαμος που αποτελείται από τις δύο κοιλίες

- Ανατομικά, η καρδιά είναι ένα όργανο που αποτελείται από τέσσερις θαλάμους. Ηλεκτροφυσιολογικά όμως, αποτελείται από δύο θαλάμους. Σύμφωνα με την ηλεκτροφυσιολογική θεώρηση, οι δύο θαλάμοι της καρδιάς είναι αυτός που αποτελείται από τους δύο κόλπους και αυτός που αποτελείται από τις δύο κοιλίες. (Εικόνα 1.5).

Αυτό συμβαίνει γιατί οι κόλποι ενεργοποιούνται ταυτόχρονα και οι κοιλίες συσπώνται επίσης ταυτόχρονα. Επομένως, στο ΗΚΓ η διέγερση των κόλπων αναπαριστάται από ένα μόνο κύμα, ενώ η διέγερση των κοιλιών αναπαριστάται από ένα μόνο σύμπλεγμα κυμάτων.

- Σε φάση ηρεμίας, η μεμβράνη του μυϊκού κυττάρου είναι αρνητικά φορτισμένη στην εσωτερική της επιφάνεια. Όταν διεγερθεί από ένα ηλεκτρικό ερέθισμα, η πολικότητα αλλάζει μέσω μετακίνησης ηλεκτρολυτών (νατρίου και ασβεστίου) δια μέσου της μεμβράνης.

Αυτό οδηγεί σε σύζευξη των ινιδίων της ακτίνης και μυοσίνης με αποτέλεσμα τη μυϊκή σύσπαση. Η μετάδοση του ηλεκτρικού ερεθίσματος κατά μήκος του μυοκαρδίου ονομάζεται εκπόλωση (Εικόνα 1.6)



Εικ. 1.6: Η μετάδοση της ηλεκτρικής ώσης
 Α. Εκπόλωση
 Β. Επαναπόλωση

6 ΗΚΓ Εύκολα και Πρακτικά

Όταν η μυϊκή σύσπαση ολοκληρωθεί, παρατηρείται ξανά μετακίνηση ηλεκτρολυτών, με σκοπό να αποκατασταθεί η κατάσταση ηρεμίας στην κυτταρική μεμβράνη. Αυτό οδηγεί σε αποσύζευξη των ιονιδίων της ακτίνης και μυοσίνης με αποτέλεσμα τη μυϊκή χάλαση. Η επαναφορά του μυοκαρδίου στην ηλεκτρική κατάσταση ηρεμίας ονομάζεται επαναπόλωση (Εικόνα 1.6)

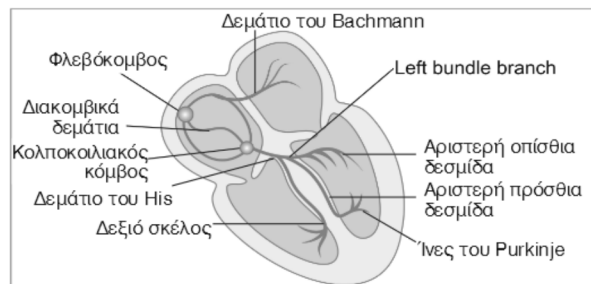
Η εκπόλωση και η επαναπόλωση συμβαίνουν στο μυοκάρδιο τόσο των κόλπων όσο και των κοιλιών. Το κύμα της ηλεκτρικής διέγερσης είναι συγχρονισμένο, ώστε οι κόλποι και οι κοιλίες να συστέλλονται και να διαστέλλονται με την κατάλληλη χρονική αλληλουχία.

Η εκπόλωση των κόλπων ακολουθείται από την επαναπόλωση των κόλπων, η οποία συμβαίνει σχεδόν ταυτόχρονα με την εκπόλωση των κοιλιών. Στη συνέχεια, ακολουθεί η επαναπόλωση των κοιλιών.

Θα πρέπει να απασφηνιστεί ότι η εκπόλωση και η επαναπόλωση του μυοκαρδίου είναι ηλεκτρικά φαινόμενα, ενώ η καρδιακή σύσπαση (συστολή) και χάλαση (διαστολή) αποτελούν μηχανικά φαινόμενα.

Παρόλα αυτά, στην πραγματικότητα η εκπόλωση προηγείται της συστολής, ενώ η επαναπόλωση ακολουθείται αμέσως από τη διαστολή.

- Η ηλεκτρική ώση που ξεκινά την εκπόλωση του μυοκαρδίου και ακολούθως την καρδιακή συστολή παράγεται από μια ομάδα κυττάρων που αποτελούν το βηματοδότη της καρδιάς.



Εικ. 1.7: Το ηλεκτρικό δίκτυο της καρδιάς

Ο φυσιολογικός βηματοδότης είναι ο φλεβόκομβος (Sinoatrial node, SA) που βρίσκεται στο άνω τμήμα του δεξιού κόλπου (Εικόνα 1.7)

Από το φλεβόκομβο, η ηλεκτρική ώση μεταδίδεται στο δεξιό κόλπο και μέσω του δεματίου του Bachmann στον αριστερό κόλπο.

Αφού ενεργοποιήσει τους κόλπους, η ώση φτάνει στον κολποκοιλιακό κόμβο (Atrioventricular node, AV), ο οποίος βρίσκεται στο κατώτερο τμήμα του μεσοκοιλιακού διαφράγματος. Η μικρή επιβράδυνση της ηλεκτρικής ώσης που συμβαίνει στον κολποκοιλιακό κόμβο δίνει το χρόνο στους κόλπους να ωθήσουν το αίμα που περιέχουν προς τις αντίστοιχες κοιλίες.

Μετά την επιβράδυνση της ηλεκτρικής ώσης στον κολποκοιλιακό κόμβο, το ηλεκτρικό ερέθισμα μεταφέρεται στις κοιλίες μέσα από ένα εξειδικευμένο σύστημα αγωγής που ονομάζεται δεμάτιο του His. Το δεμάτιο του His αρχικά χωρίζεται σε δύο σκέλη, το δεξιό σκέλος (right bundle branch, RBB) το οποίο διασχίζει τη δεξιά κοιλία και το αριστερό σκέλος (left bundle branch, LBB) που διασχίζει την αριστερή κοιλία (Εικόνα 1.7).

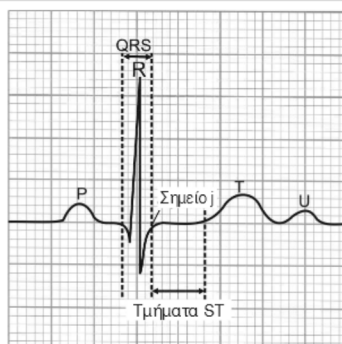
Ένας μικρός διαφραγματικός κλάδος ξεκινάει από το αριστερό σκέλος για να ενεργοποιήσει το μεσοκοιλιακό διάφραγμα από αριστερά προς τα δεξιά. Το αριστερό σκέλος στη συνέχεια χωρίζεται στην αριστερή οπίσθια και στην αριστερή πρόσθια δεσμίδα.

Η οπίσθια δεσμίδα είναι μια ευρεία δέσμη ινών που διασχίζουν την οπίσθια και την κατώτερη επιφάνεια της αριστερής κοιλίας. Η πρόσθια δεσμίδα είναι μια στενή δέσμη ινών που διασχίζει την πρόσθια και άνω επιφάνεια της αριστερής κοιλίας (Εικόνα 1.7).

Αφού περάσει και τα δύο σκέλη του δεματίου του His, η ηλεκτρική ώση φτάνει στις τελικές απολήξεις που ονομάζονται ίνες του Purkinje. Αυτές οι ίνες διασχίζουν εγκάρσια το τοίχωμα του μυοκαρδίου ώστε να ενεργοποιήσουν το σύνολο του μυοκαρδίου με φορά από το ενδοκάρδιο προς το επικάρδιο.

ΤΑ ΕΠΑΡΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΚΓ

Το ΗΚΓ αποτελείται από μια σειρά επαρμάτων ή κυμάτων. Κάθε έπαρμα συμβολίζεται με ένα γράμμα της αλφαβήτου. Έτσι, η σειρά



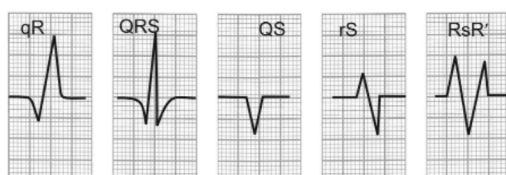
Εικ.1.8: Τα επάρματα ενός φυσιολογικού ΗΚ

των επαυμάτων που αναπαριστούν έναν καρδιακό κύκλο είναι τα επάρματα P Q R S T και U (Εικόνα 1.8).

Τα επάρματα P, T και U γράφονται πάντα με κεφαλαία γράμματα. Αντίθετα, τα επάρματα Q, R και S γράφονται είτε με κεφαλαία, είτε με μικρά γράμματα ανάλογα με το σχετικό ή το απόλυτο μέγεθός τους. Υψηλά επάρματα ($>5\text{mm}$) γράφονται με κεφαλαία γράμματα (Q, R και S), ενώ χαμηλά επάρματα ($<5\text{mm}$) γράφονται με μικρά γράμματα (q, r και s).

Όταν ένα μικρό q ακολουθείται από ένα ψηλό R ονομάζεται σύμπλεγμα qR. Όταν ένα βαθύ Q ακολουθείται από ένα μικρό r ονομάζεται σύμπλεγμα Qr. Παρομοίως, ένα μικρό r που ακολουθείται από ένα βαθύ S ονομάζεται σύμπλεγμα rS, ενώ ένα ψηλό R που ακολουθείται από ένα μικρό s ονομάζεται σύμπλεγμα Rs. (Εικόνα 1.9)

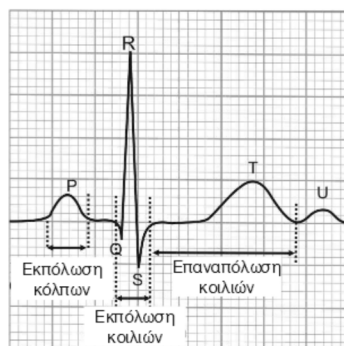
Δύο άλλες περιπτώσεις χρήζουν αναφοράς: Όταν ένα σύμπλεγμα QRS είναι αρνητικό στο σύνολό του χωρίς να περιλαμβάνει κανένα θετικό έπαρμα, τότε ονομάζεται σύμπλεγμα QS. Δεύτερον, αν το σύμπλεγμα QRS περιλαμβάνει δύο θετικά κύματα, το δεύτερο θετικό κύμα ονομάζεται R', και επομένως, το σύμπλεγμα ονομάζεται είτε rSR', είτε RsR', ανάλογα με το μέγεθος του θετικού (r ή R) και του αρνητικού (s ή S) επάρματος. (Εικόνα 1.9)



Εικ. 1.9: Διάφορες παραλλαγές του συμπλέγματος QRS

Ερμηνεία των εναρμάτων (Εικόνα 1.10)

- κύμα P : Παράγεται από την εκπόλωση των κόλπων
- έπαρμα QRS : Παράγεται από την εκπόλωση των κοιλιών.
Αποτελείται από:
 - κύμα Q : Πρώτο αρνητικό έπαρμα πριν το κύμα R
 - κύμα R : Πρώτο θετικό έπαρμα μετά το κύμα Q
 - κύμα S : Πρώτο αρνητικό έπαρμα μετά το κύμα R
- κύμα T : Παράγεται από την επαναπόλωση των κοιλιών
- κύμα U : Παράγεται από την επαναπόλωση των ινών του Purkinje



Εικ. 1.10: Η ηλεκτροκαρδιογραφική απεικόνιση της εκπόλωσης και της επαναπόλωσης των κόλπων και των κοιλιών. Προσέξτε ότι η επαναπόλωση των κόλπων κρύβεται από το σύμπλεγμα QRS.

10 ΗΚΓ Εύκολα και Πρακτικά

Η επαναπόλωση των κόλπων αντιπροσωπεύεται από το κύμα Ta το οποίο εμφανίζεται μετά το κύμα P. Το κύμα Ta όμως δεν διακρίνεται στο ΗΚΓ γιατί συμπίπτει με το σύμπλεγμα QRS.

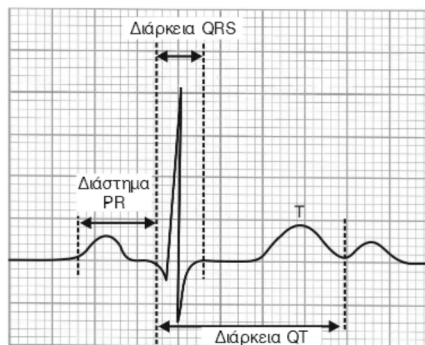
ΤΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΚΓ

Κατά την ανάλυση του ΗΚΓ, οι αποστάσεις μεταξύ συγκεκριμένων επαρμάτων έχουν σημασία καθώς αντικατοπτρίζουν τη σχέση μεταξύ διαδοχικών συμβαμάτων του καρδιακού κύκλου. Αφού οι αποστάσεις μεταξύ των επαρμάτων αποτυπώνονται στον άξονα του χρόνου, ονομάζονται διαστήματα του ΗΚΓ. Τα παρακάτω διαστήματα έχουν κλινική σημασία.

Διάστημα P-R

Το διάστημα P-R υπολογίζεται από την αρχή του επάρματος P ως την αρχή του συμπλέγματος QRS (Εικόνα 1.11). Αν και το διάστημα P-R είναι αυτό που χρησιμοποιείται συνήθως, το διάστημα P-Q θα ήταν πιο κατάλληλο. Σημειώνεται ότι η διάρκεια του P περιλαμβάνεται στη μέτρηση.

Γνωρίζουμε ότι το P αναπαριστά την εκπόλωση των κόλπων, ενώ το QRS αναπαριστά την εκπόλωση των κοιλιών. Επομένως, το διάστημα



Εικ. 1.11: Τα διαστήματα σε ένα φυσιολογικό ΗΚΓ

P-R αντικατοπτρίζει το χρόνο της κολποκοιλιακής αγωγής.

Αυτό περιλαμβάνει το χρόνο που απαιτείται για την εκπόλωση των κόλπων, την επιβράδυνση του ερεθίσματος στον κολποκοιλιακό κόμβο και τον χρόνο που απαιτείται για το ερέθισμα για να περάσει το ηλεκτρικό σύστημα αγωγής των κοιλιών μέχρι να ξεκινήσει η εκπόλωση των κοιλιών.

Διάστημα Q-T

Το διάστημα Q-T υπολογίζεται από την αρχή του Q μέχρι το τέλος του T (Εικόνα 1.11). Αν υπολογιστεί ως το τέλος του U, τότε ονομάζεται διάστημα Q-U. Σημειώνεται ότι η διάρκεια του QRS, το ST και η διάρκεια του T περιλαμβάνονται στον υπολογισμό του Q-T.

Το QRS αναπαριστά την εκπόλωση των κοιλιών, ενώ το T αναπαριστά την επαναπόλωση των κοιλιών. Επομένως, γίνεται κατανοητό ότι το Q-T αντικατοπτρίζει τη συνολική διάρκεια της συστολής των κοιλιών.

Αφού το U αναπαριστά την επαναπόλωση των ινών του Purkinje, το διάστημα Q-U συμπεριλαμβάνει και το χρόνο που χρειάζονται για να επαναπολωθούν οι ίνες Purkinje.

ΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΚΓ

Το μέγεθος και η φορά ενός επάρματος περιγράφεται σε σχέση με τη βασική γραμμή η οποία ονομάζεται ισοηλεκτρική γραμμή. Η κύρια ισοηλεκτρική γραμμή είναι η περίοδος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών καρδιακών κύκλων κατά την οποία δεν υπάρχει ηλεκτρική δραστηριότητα και δεν υπάρχει έπαρμα. Βρίσκεται μεταξύ του τέλους του T (ή του U αν υπάρχει) ενός καρδιακού κύκλου και της αρχής του P του επόμενου κύκλου.

Υπάρχουν όμως και δύο άλλα τμήματα της ισοηλεκτρικής γραμμής που παρατηρούνται μεταξύ των επαρμάτων ενός καρδιακού κύκλου και έχουν κλινική σημασία.

Τμήμα P-R

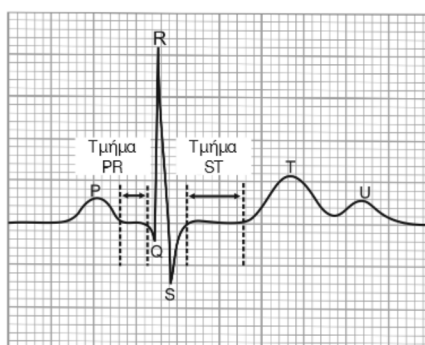
Το τμήμα P-R είναι το τμήμα της ισοηλεκτρικής γραμμής που μεσολαβεί μεταξύ του τέλους του επάρματος P και της αρχής του QRS

12 ΗΚΓ Εύκολα και Πρακτικά

(Εικόνα 1.12). Σημειώνεται ότι το τμήμα P-R δεν περιλαμβάνει το κύμα P, ενώ αντίθετα το διάστημα P-R το περιλαμβάνει.

Τμήμα S-T

Το τμήμα S-T είναι το τμήμα της ισολεκτρικής γραμμής που μεσολαβεί μεταξύ του τέλους του επάρματος S και της αρχής του T (Εικόνα 1.12). Το σημείο στο οποίο σταματάει το QRS και ξεκινάει το τμήμα S-T, ονομάζεται σημείο J.



Εικ. 1.12: Τα τμήματα του ΗΚΓ

2 Οι Ηλεκτροκαρδιογραφικές Απαγωγές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΓΩΓΕΣ

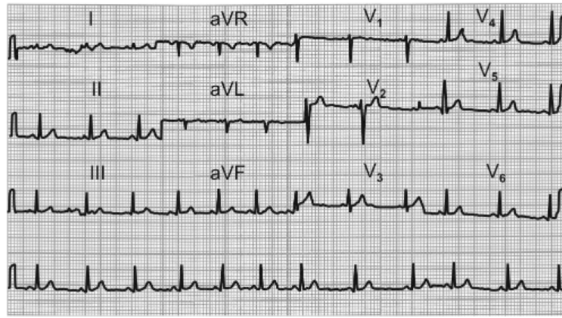
Κατά τη διέγερση του μυοκαρδίου, ηλεκτρικές ώσεις (ή δυναμικά ενεργείας) μεταδίδονται προς διάφορες κατευθύνσεις. Αυτές οι ηλεκτρικές ώσεις μπορούν να ανιχνευθούν από την επιφάνεια του σώματος με τη βοήθεια ηλεκτροδίων και να καταγραφούν σαν ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Ένα ζεύγος ηλεκτροδίων, το οποίο αποτελείται από ένα θετικό και από ένα αρνητικό ηλεκτρόδιο αποτελεί μια ηλεκτροκαρδιογραφική απαγωγή. Κάθε απαγωγή είναι έτσι προσανατολισμένη ώστε να καταγράφει ηλεκτρικές ώσεις από μια συγκεκριμένη πλευρά της καρδιάς.

Η θέση των ηλεκτροδίων αυτών μπορεί να αλλάξει έτσι ώστε να καταγράφονται διαφορετικές απαγωγές. Η γωνία από την οποία καταγράφεται η ηλεκτρική δραστηριότητα είναι διαφορετική για κάθε απαγωγή. Με τον τρόπο αυτό, οι διάφορες γωνίες καταγραφής εξασφαλίζουν μια λεπτομερή αναπαράσταση των ηλεκτρικών φαινομένων της καρδιάς.

Το κλασσικό ΗΚΓ 12 απαγωγών αποτελείται από:

- 6 απαγωγές των άκρων
- 6 προκάρδιες απαγωγές

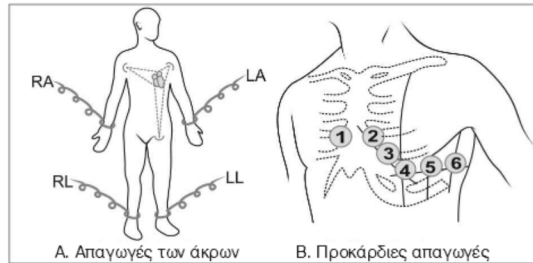


Εικ. 2.1: Το φυσιολογικό ΗΚΓ

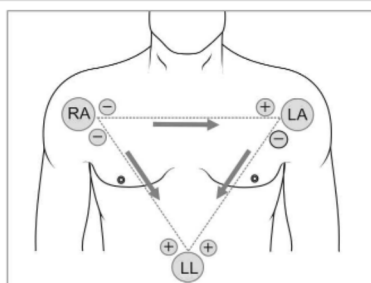
ΟΙ ΑΠΑΓΩΓΕΣ ΤΩΝ ΑΚΡΩΝ

Οι απαγωγές των άκρων προκύπτουν από ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετούνται στα άκρα. Στο δεξιό χέρι, στο αριστερό χέρι και στο αριστερό πόδι τοποθετείται από ένα ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρόδιο του δεξιού ποδιού χρησιμοποιείται για την ηλεκτρική γείωση (Εικόνα 2.2Α).

- Κλασικές απαγωγές των άκρων (τρεις)
- Ενισχυμένες απαγωγές των άκρων (τρεις)



Εικ. 2.2: Η θέση των ηλεκτροδίων



Εικ. 2.3: Οι τρεις κλασικές απαγωγές των άκρων I,II,III

Οι Κλασικές Απαγωγές των Άκρων

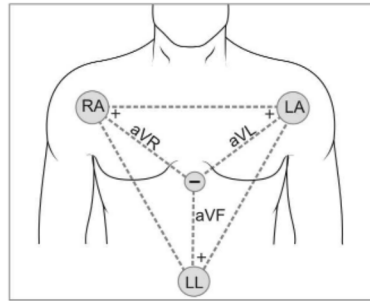
Οι κλασικές απαγωγές των άκρων ονομάζονται αλλιώς και διπολικές απαγωγές. Σε αυτές ένα άκρο συνδέεται με το θετικό ηλεκτρόδιο και το άλλο άκρο συνδέεται με το αρνητικό ηλεκτρόδιο. Υπάρχουν τρεις κλασικές απαγωγές των άκρων (Εικ. 2.3)

Απαγωγές	Θετικό ηλεκτρόδιο	Αρνητικό ηλεκτρόδιο
I	Αριστερό χέρι	Δεξιό χέρι
II	Αριστερό πόδι	Δεξιό χέρι
III	Αριστερό πόδι	Αριστερό χέρι

Ενισχυμένες Απαγωγές των Άκρων

Οι ενισχυμένες απαγωγές των άκρων ονομάζονται αλλιώς μονοπολικές απαγωγές. Σε αυτές, ένα άκρο συνδέεται με το θετικό ηλεκτρόδιο, ενώ ο τελικός ακροδέκτης αντιπροσωπεύει τον αρνητικό πόλο που ουσιαστικά έχει μηδενικό δυναμικό. Υπάρχουν τρεις ενισχυμένες απαγωγές των άκρων (Εικ. 2.4)

- Απαγωγή aVR (δεξιό χέρι)
- Απαγωγή aVL (αριστερό χέρι)
- Απαγωγή aVF (αριστερό πόδι)



Εικ. 2.4: Οι τρεις μονοπολικές απαγωγές: aVR, aVL, aVF

Απαγωγή	Θετικό ηλεκτρόδιο
aVR	Δεξιό χέρι
aVL	Αριστερό χέρι
aVF	Αριστερό πόδι

ΟΙ ΠΡΟΚΑΡΔΙΕΣ ΑΠΑΓΩΓΕΣ

Οι προκάρδιες απαγωγές προκύπτουν από ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετούνται στο προκάρδιο σε συγκεκριμένες θέσεις. Ένα ηλεκτρόδιο μπορεί να τοποθετηθεί σε έξι διαφορετικές θέσεις στο αριστερό προκάρδιο και κάθε θέση αντιπροσωπεύει μια απαγωγή (Εικόνα 2.2B). Συγκεκριμένα, οι έξι προκάρδιες απαγωγές είναι:

- Απαγωγή V_1 : Στο τέταρτο μεσοπλευρικό διάστημα, στο δεξιό όριο του στέρνου
- Απαγωγή V_2 : Στο τέταρτο μεσοπλευρικό διάστημα, στο αριστερό όριο του στέρνου
- Απαγωγή V_3 : Μεταξύ της V_2 και της V_4