



Βιοϊατρική τεχνολογία

Ενότητα 9: Ανυσματική ανάλυση καρδιάς

Αν. καθηγητής Αγγελίδης Παντελής

e-mail: paggelidis@uowm.gr

ΕΕΔΙΠ Μπέλλου Σοφία

e-mail: sbellou@uowm.gr

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

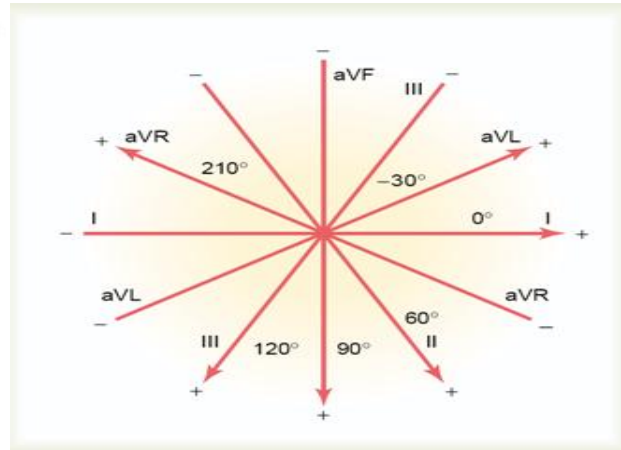
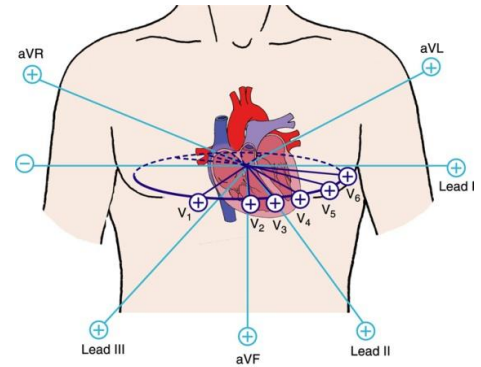
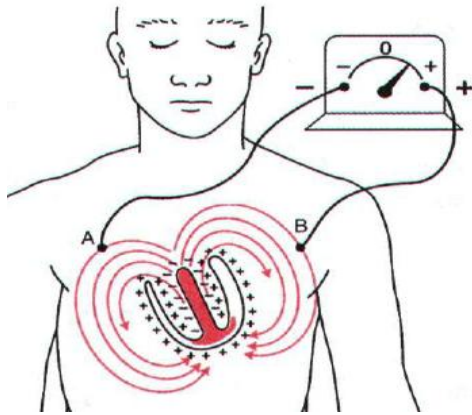


ΣΚΟΠΟΣ

- Διπολικές απαγωγές.
- Τρίγωνο του Einthoven.
- Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ.
- Υπολογισμός μέσου ανύσματος QRS.
- Προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές.
- Ενισχυμένες Μονοπολικές Απαγωγές Άκρων.
- Παθολογικό καρδιογράφημα – Χαρακτηριστικά.



Ανυσματική ανάλυση καρδιάς

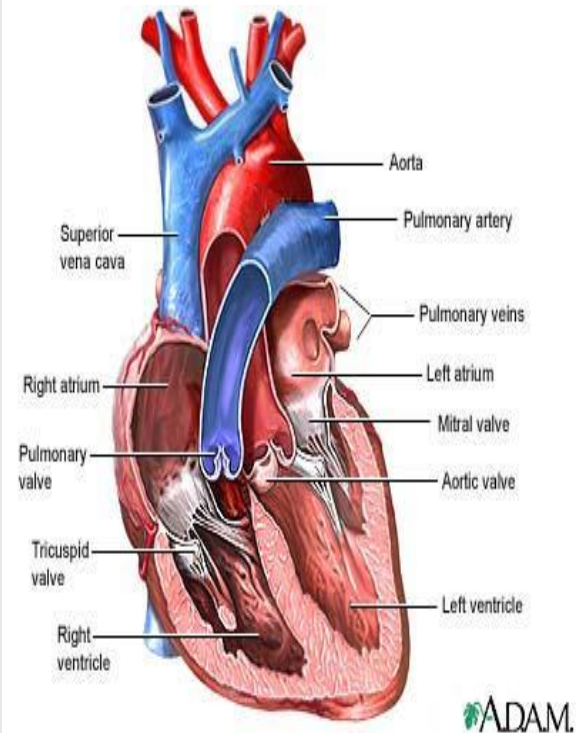


Σοφία Μπέλλου, sbellou@uowm.gr



Λεξικό (1/2)

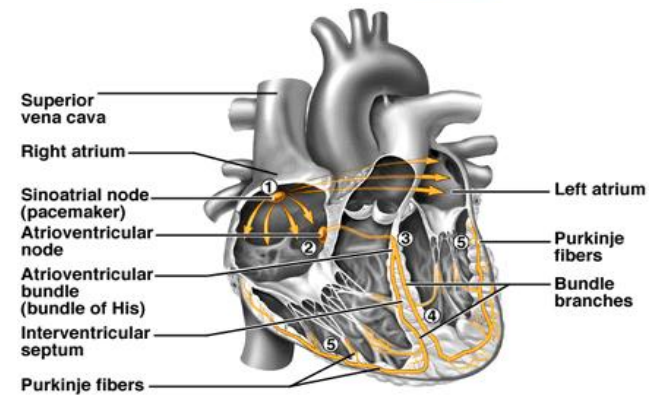
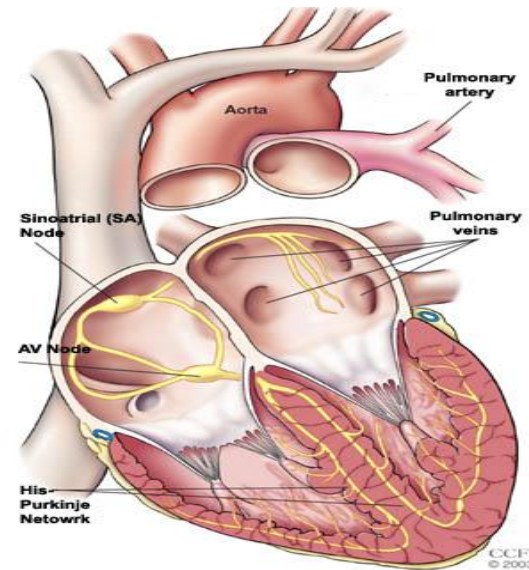
- **Left atrium** Αριστερός κόλπος
- **Left ventricle** Αριστερή κοιλία
- **Right atrium** Δεξιός κόλπος
- **Right ventricle** Δεξιά κοιλία
- **Sinoatrial node** Φλεβόκομβος
- **Pulmonary valve:** Πνευμονική βαλβίδα
- **Tricuspid valve:** Τριγλώχινα βαλβίδα
- **Aortic valve:** Αορτική βαλβίδα
- **Mitral valve:** Μιτροειδής βαλβίδα
- **Pulmonary artery:** Πνευμονική αρτηρία
- **Aorta:** Αορτή
- **Superior vena cava:** Άνω κοίλη φλέβα
- **Inferior vena cava:** Κάτω κοίλη φλέβα
- **Right coronary artery** Δεξιά στεφανιαία αρτηρία
- **Left coronary artery** Αριστερή στεφανιαία αρτηρία



Λεξικό (2/2)

- Sinoatrial node
- Atrioventricular node
- Lead
- Limb
- Standard lead
- Precordial, unipolar chest leads
- Angina pectoris
- Arrhythmia
- *Tachycardia*

- Φλεβόκομβος
- Κοπλοκοιλιακός κόμβος
- Απαγωγή
- Άκρο του σώματος
- Κλασσική απαγωγή
- Προκάρδια απαγωγή
- Στηθάγχη
- Αρρυθμία
- Ταχυκαρδία



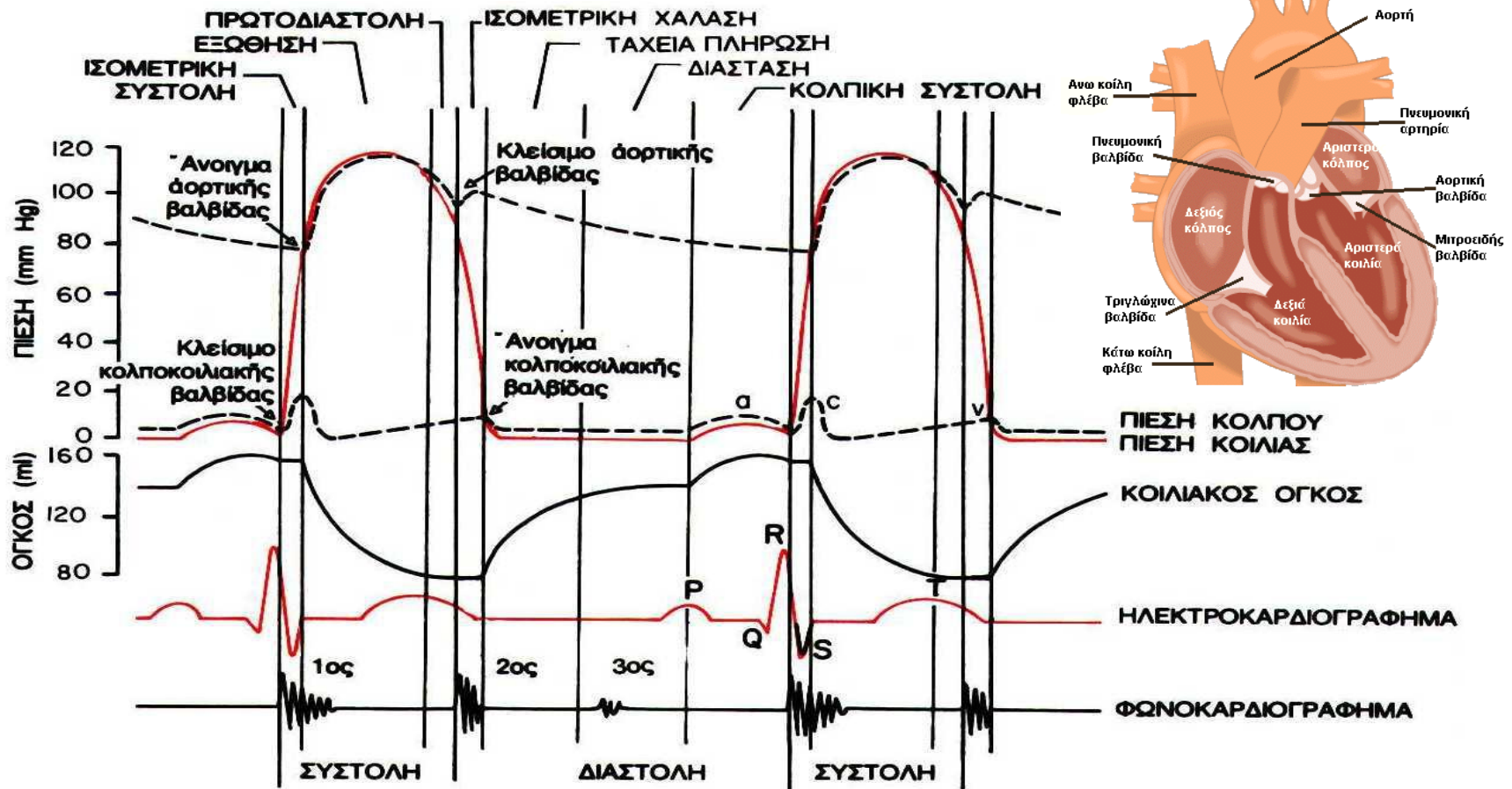
Καρδιακός παλμός (ή καρδιακός κύκλος) (1/2)

Σε κάθε καρδιακό παλμό περιλαμβάνονται τρεις φάσεις:

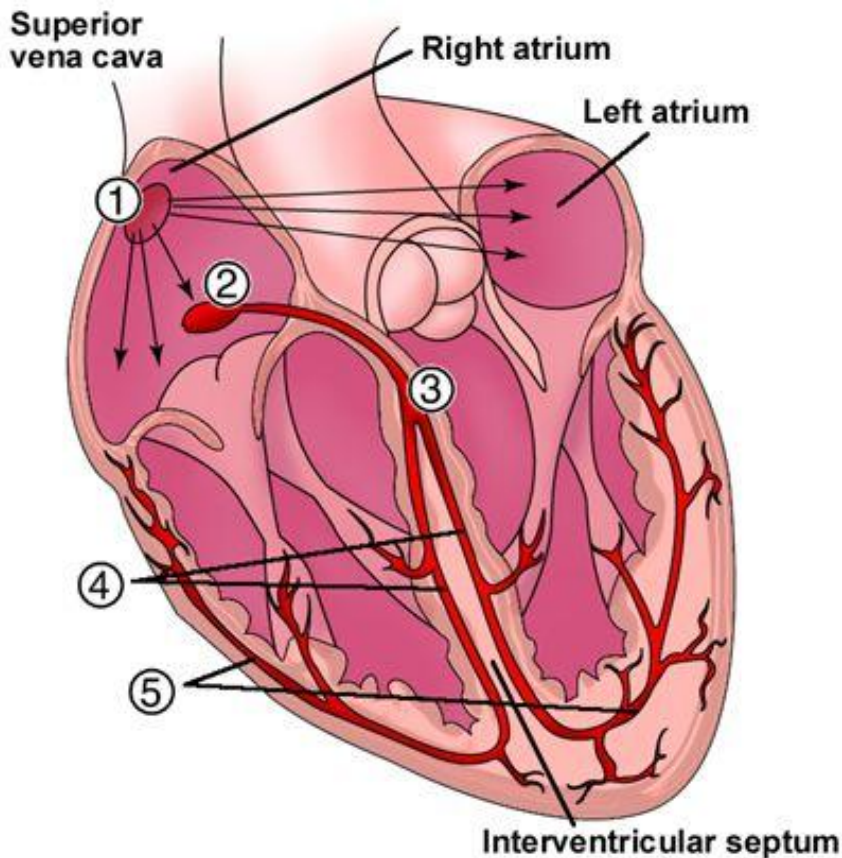
- **Συστολή των κόλπων:** Το αίμα **φέρεται** στις κοιλίες.
- **Συστολή των κοιλιών:** Το αίμα **πηγαίνει** από τη δεξιά κοιλία προς την πνευμονική αρτηρία και από την αριστερή κοιλία στην αορτή.
- **Διαστολή ή παύλα** (ηρεμία των κόλπων και των κοιλιών): Ηρεμούν (αναπαύονται) και οι κόλποι και οι κοιλίες και η καρδιά γεμίζει πάλι από αίμα.
- Η χρονική περίοδος από το τέλος μίας συστολής της καρδιάς μέχρι το τέλος της επόμενης συστολής.
- Αρχίζει με την αυτόματη γένεση ενός δυναμικού ενεργείας στον φλεβόκομβο.
- Το δυναμικό ενεργείας επεκτείνεται στους κόλπους και από εκεί στις κοιλίες.



Καρδιακός παλμός (ή καρδιακός κύκλος) (2/2)



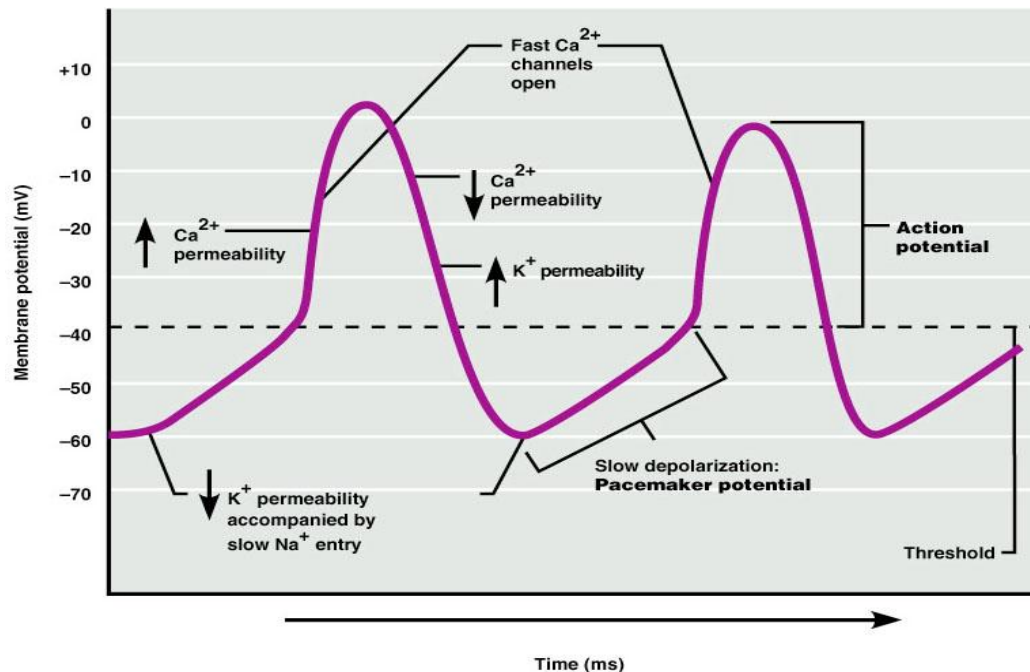
Αγωγή της διέγερσης στην καρδιά



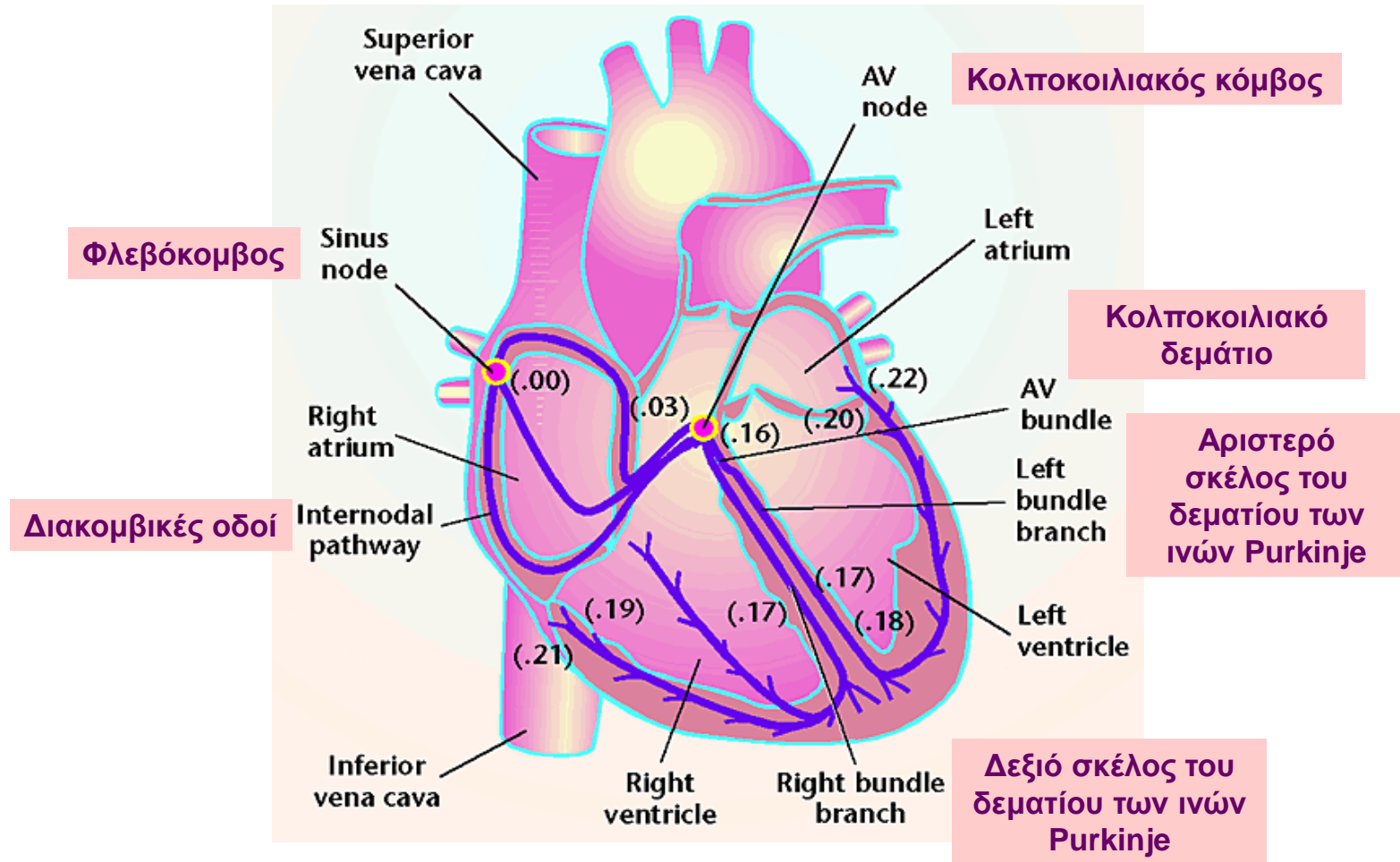
- 1. Φλεβόκομβος (S-V node):**
Παράγει τα φυσιολογικά ρυθμικά ερεθίσματα.
- 2. Κολποκοιλιακός κόμβος (A-V node):** Καθυστερεί το ερέθισμα που προέρχεται από τους κόλπους πριν περάσει στις κοιλίες.
- 3. Το κολποκοιλιακό δεμάτιο:** Άγει τη διέγερση από τους κόλπους στις κοιλίες.
- 4. Το δεξιό και αριστερό σκέλος του δεματίου των ιών Purkinje:** Άγει τη διέγερση προς όλα τα σημεία των κοιλιών.

Η αυτοδιέγερση του φλεβόκομβου - Αιτία

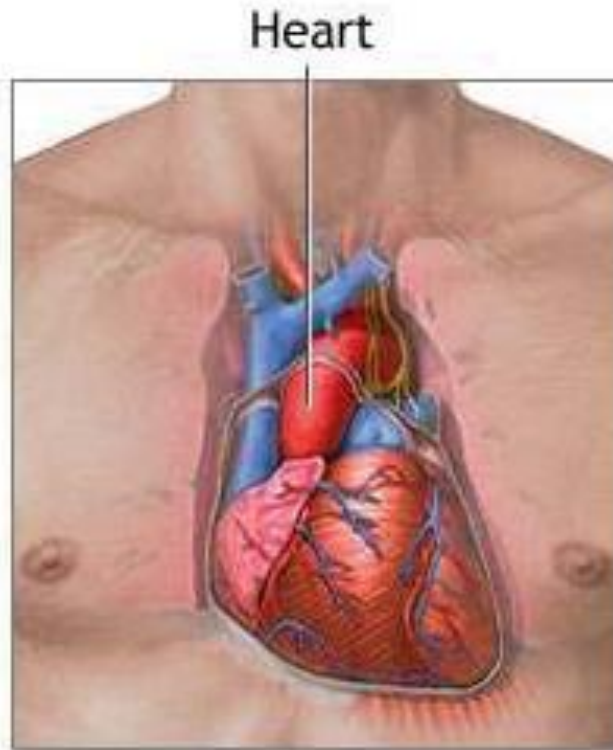
- Εκείνο που βασικά προκαλεί την αυτοδιέγερση των μυϊκών ινών του φλεβόκομβου είναι η ενδογενής διαπερατότητα της μεμβράνης του προς τα ιόντα νατρίου, εξαιτίας του χαμηλού δυναμικού ηρεμίας.



Η αγωγή της διέγερσης με ένδειξη του χρόνου σε sec



Ηλεκτροκαρδιογράφημα - Electrocardiography (ECG) (1/4)



Electrocardiogram



Ηλεκτροκαρδιογράφημα

- Electrocardiogram (ECG) (2/4)

- Κατά τη διέγερση της καρδιάς ηλεκτρικά ρεύματα εξαπλώνονται στους **ιστούς γύρω από την καρδιά** και ένα μικρό μέρος τους φθάνει μέχρι την επιφάνεια του σώματος.
- Με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων στο δέρμα καθίσταται δυνατή η καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται από την καρδιά.
- Το ΗΚΓ καταγράφει τις διακυμάνσεις του ηλεκτρικού δυναμικού σε διάφορα σημεία στην επιφάνεια του σώματος.



Ηλεκτροκαρδιογράφημα

- Electrocardiogram (ECG) (3/4)

- Έτσι, αντλούνται ζωτικές πληροφορίες για:
 1. Τον ανατομικό προσανατολισμό της καρδιάς.
 2. Το σχετικό μέγεθος των διαμερισμάτων.
 3. Διάφορες διαταραχές του ρυθμού και της αγωγής.
 4. Την έκταση, το σημείο και την πρόοδο βλάβης του μυοκαρδίου.
 5. Τα αποτελέσματα από μεταβολές στη συγκέντρωση των ηλεκτρολυτών.
 6. Την επίδραση ορισμένων φαρμάκων.

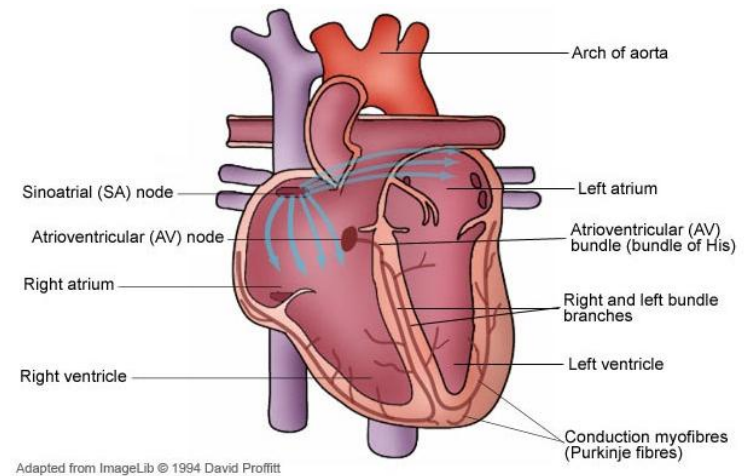


Ηλεκτροκαρδιογράφημα

- Electrocardiogram (ECG) (4/4)

1. Το **πρώτο** ηλεκτρικό δυναμικό παράγεται στο **φλεβόκομβο**.
2. Το δυναμικό αρχικά **διαχέεται στους κόλπους** και γίνεται η **συστολή** αυτών.
3. Περνά τον **κολποκοιλιακό κόμβο** και διαχέεται στις κοιλίες, μέσω του αριστερού και δεξιού σκέλους του His. Έτσι, πραγματοποιείται η **συστολή των κοιλιών**.

Το ΗΚΓ καταγράφει τα ανωτέρω ηλεκτρικά δυναμικά.



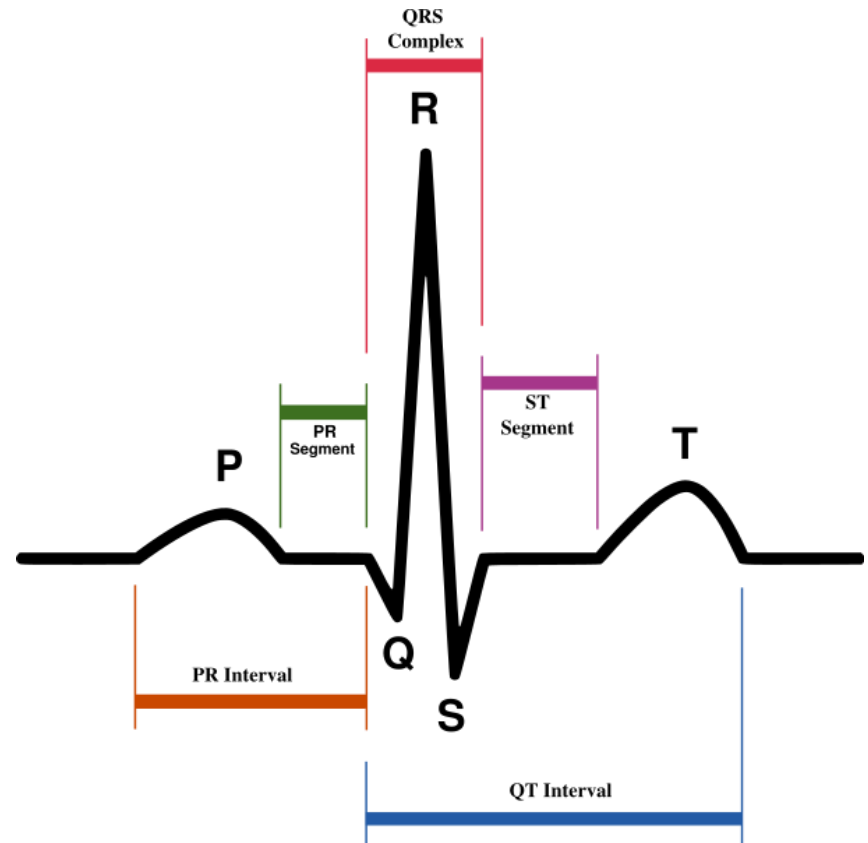
Electrocardiogram (ECG): Electrical Activity of the Heart



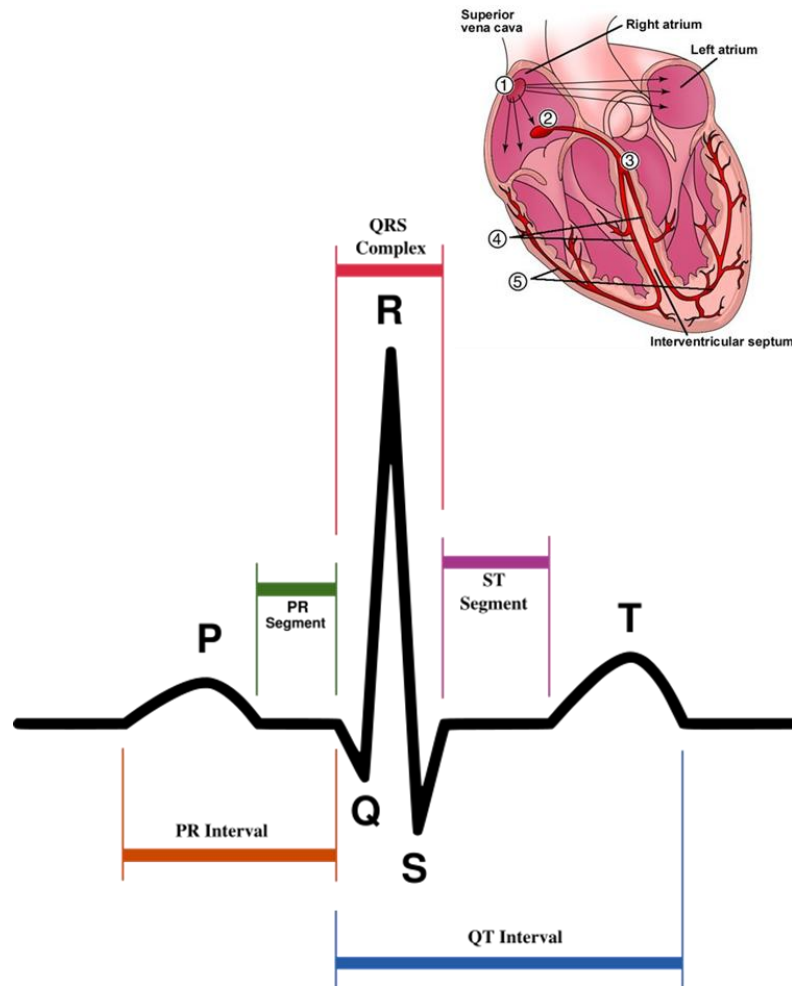
Ηλεκτροκαρδιογράφημα - ΗΚΓ

Αποτελείται από:

- 1 κύμα (ή έπαρμα) P,
- 1 σύμπλεγμα QRS , και
- 1 κύμα T.

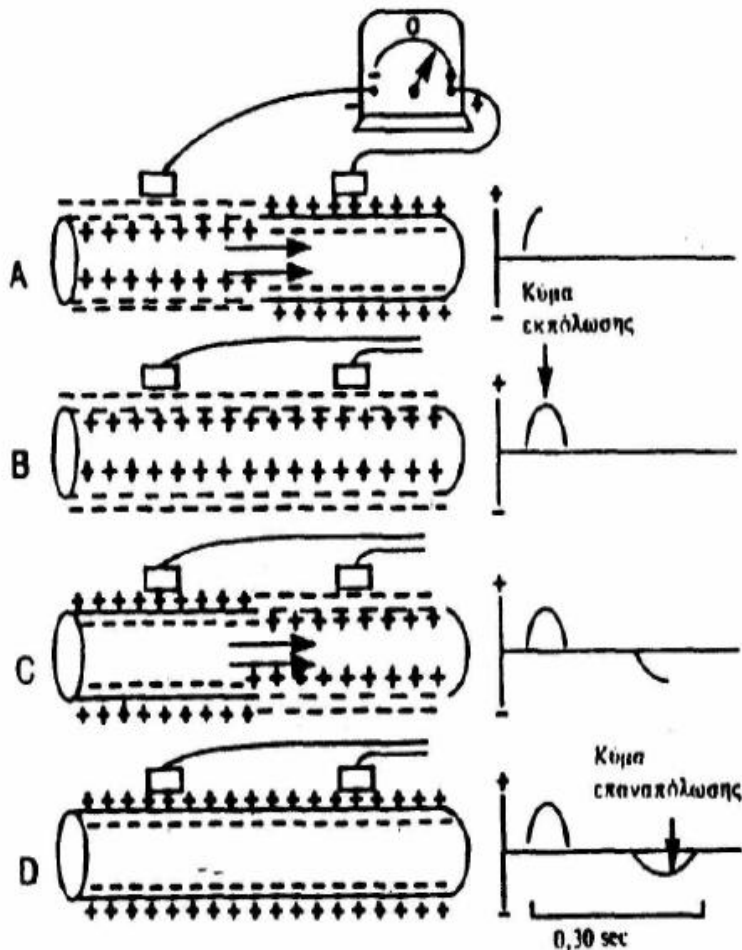


Ερμηνεία των επαρμάτων και των διαστημάτων



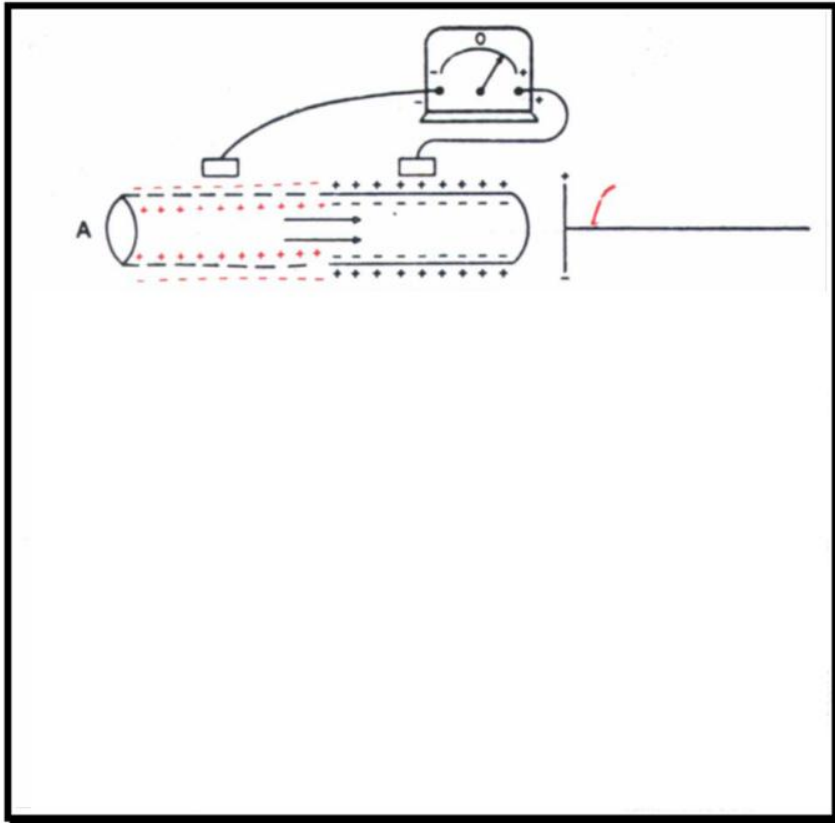
- Έπαρμα P = εκπόλωση των κόλπων.
- Διάστημα PR = εκπόλωση των κόλπων έως την αρχή της εκπόλωσης των κοιλιών.
- Διάστημα PQ = διέλευση ερεθίσματος από τον κολποκοιλιακό κόμβο.
- Σύμπλεγμα QRS = εκπόλωση των κοιλιών.
- Διάστημα QT = πλήρης κύκλος εκπόλωσης και επαναπόλωσης των κοιλιών.
- Διάστημα ST = τέλος εκπόλωσης έως την αρχή της επαναπόλωσης των κοιλιών.
- Έπαρμα T = επαναπόλωση των κοιλιών.

Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης (1/5)



- Μπορούμε να παραστήσουμε τη συμπεριφορά μιας μυϊκής ίνας σε τέσσερα διαφορετικά στάδια **εκπόλωσης και επαναπόλωσης**.
- Κατά τη διεργασία της εκπόλωσης το φυσιολογικό αρνητικό δυναμικό στο εσωτερικό της ίνας παύει να υπάρχει.
- Επίσης, το δυναμικό της μεμβράνης αντιστρέφεται, δηλαδή γίνεται ελαφρά θετικό στο εσωτερικό της ίνας και αρνητικό στο εξωτερικό της ίνας.

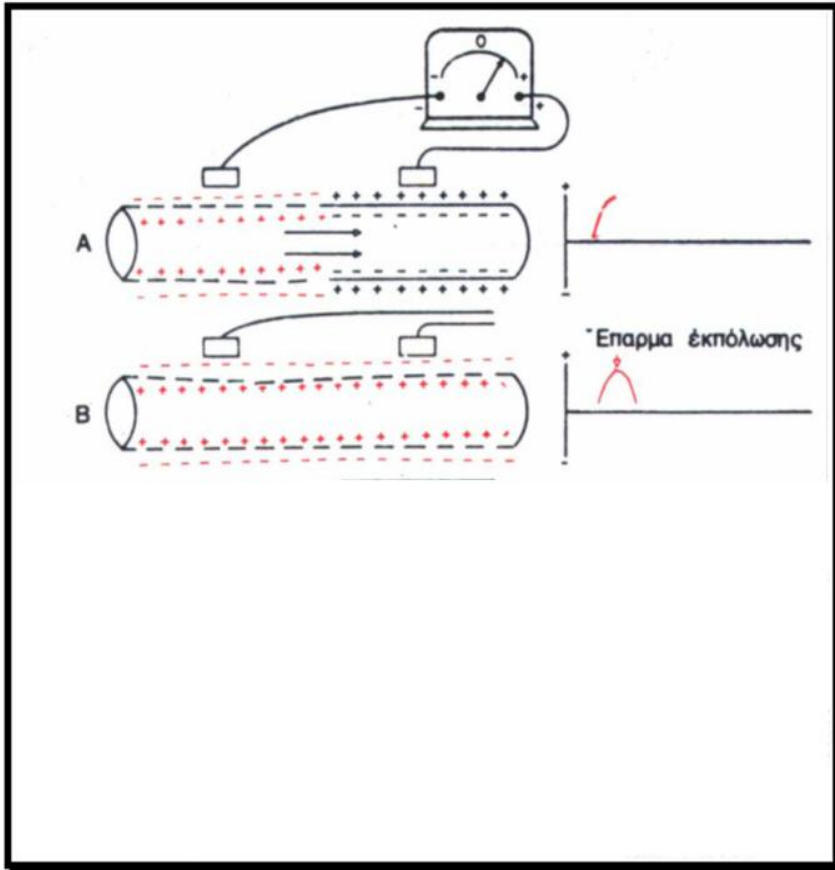
Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης (2/5)



A

- Η διεργασία της εκπόλωσης επεκτείνεται **από τα αριστερά στα δεξιά**.
- Το πρώτο μισό τμήμα της ίνας έχει ήδη υποστεί εκπόλωση ενώ το υπόλοιπο μισό διατηρεί ακόμη της πόλωση του.
- Το αριστερό ηλεκτρόδιο πάνω στην ίνα βρίσκεται σε **περιοχή αρνητικότητας**, ενώ το δεξιό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε **περιοχή θετικότητας**.
- Αυτό καταγράφεται ως **θετική απόκλιση**.

Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης (3/5)

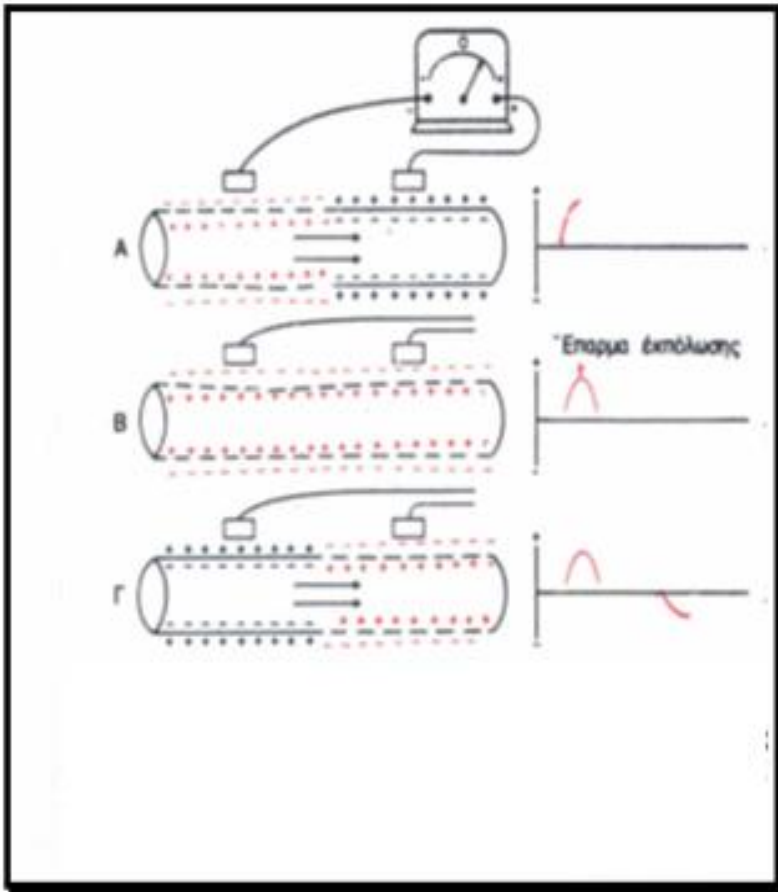


B

- Η εκπόλωση έχει επεκταθεί σε **ολόκληρη τη μυϊκή ίνα**.
- Η καμπύλη έχει επανέλθει στην **ισοηλεκτρική γραμμή** επειδή και τα δύο ηλεκτρόδια βρίσκονται τώρα σε περιοχές **ίσης αρνητικότητας** μεταξύ τους.
- Το συμπληρωμένο αυτό κύμα είναι **κύμα εκπόλωσης**, γιατί προκαλείται από της επέκταση της διέγερσης σε ολόκληρο το μήκος της μυϊκής ίνας.



Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης (4/5)

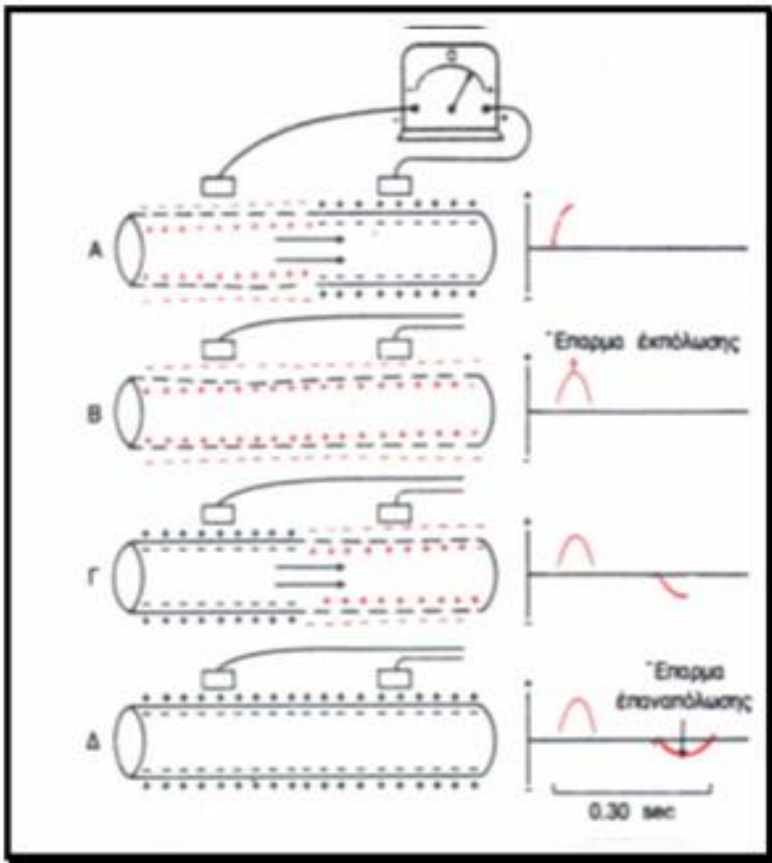


Γ

- Απεικονίζεται η διεργασία **επαναπόλωσης της μυϊκής ίνας**, η οποία έχει ήδη προχωρήσει ως το μέσο της ίνας, από αριστερά προς τα δεξιά.
- Το δεξιό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε επαφή με περιοχή θετικότητας και το αριστερό ηλεκτρόδιο με περιοχή αρνητικότητας.
- Η καμπύλη δυναμικού γίνεται **αρνητική**.



Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης (5/5)



Δ

- Η μυϊκή ίνα έχει **πλήρως επαναπολωθεί**.
- Τα δύο ηλεκτρόδια βρίσκονται σε επαφή με **περιοχές θετικότητας**, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται πια διαφορά δυναμικού μεταξύ τους.
- Το δυναμικό **επανέρχεται** και πάλι στην **ισοηλεκτρική γραμμή**.
- Το συμπληρωμένο αυτό αρνητικό κύμα χαρακτηρίζεται ως **κύμα επαναπόλωσης** επειδή προκαλείται από της **επέκταση της διεργασίας επαναπόλωσης** πάνω στη μυϊκή ίνα.

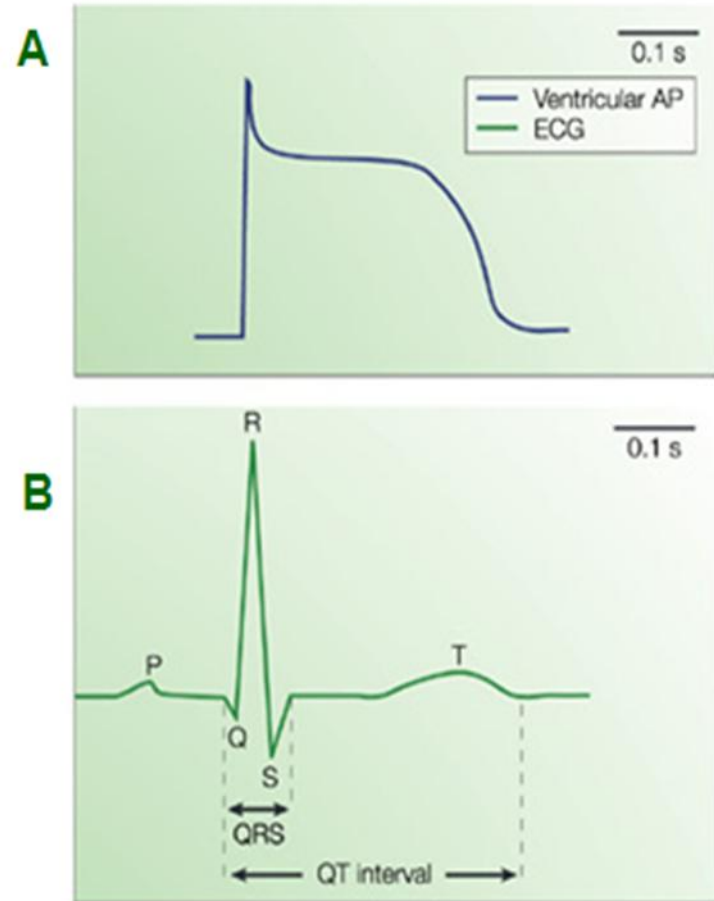


Σχέση μονοφασικού δυναμικού ενέργειας του μυοκαρδίου των κοιλιών προς τα κύματα QRS και T

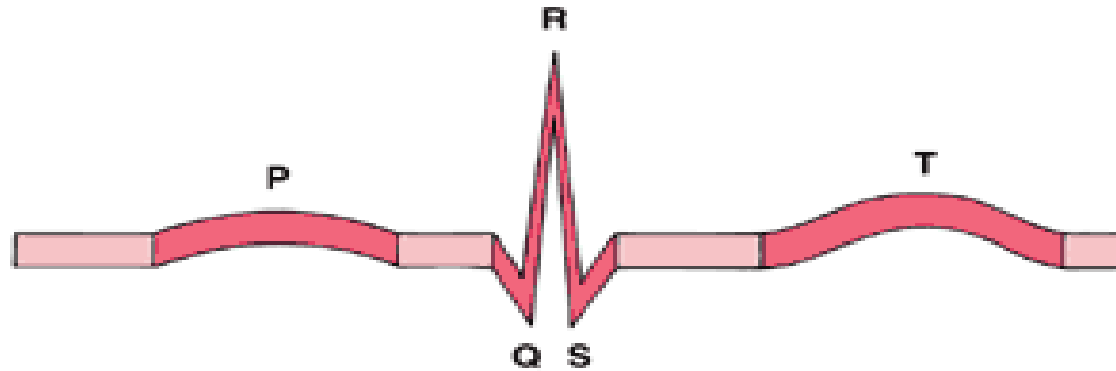
A. Μονοφασικό δυναμικό μετά από καταγραφή με μικροηλεκτρόδιο που έχει εισαχθεί μέσα με μυϊκή ίνα του μυοκαρδίου των κοιλιών.

B. Ηλεκτροκαρδιογράφημα – ΗΚΓ.

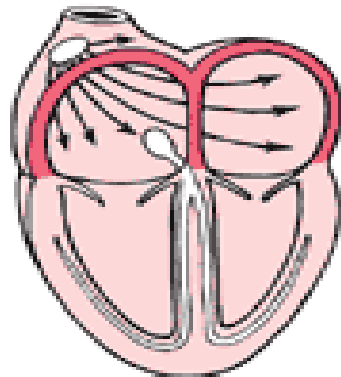
- Το κύμα P εμφανίζεται κατά την έναρξη της συστολής των κόλπων.
- Το κύμα T αντιπροσωπεύει την επαναπόλωση των κοιλιών.



Ηλεκτροκαρδιογράφημα & ηλεκτρική διέγερση της καρδιάς

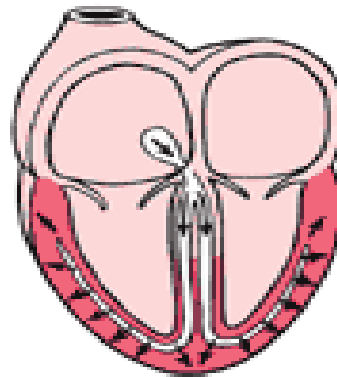


Κύμα P



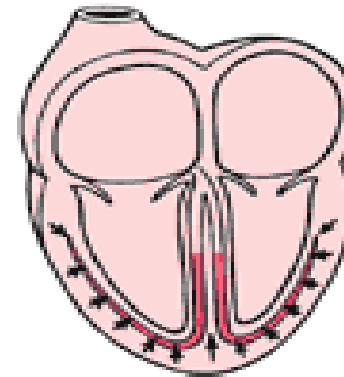
Συστολή του κοιλίου

QRS σύμπλεγμα



Συστολή της κοιλίας

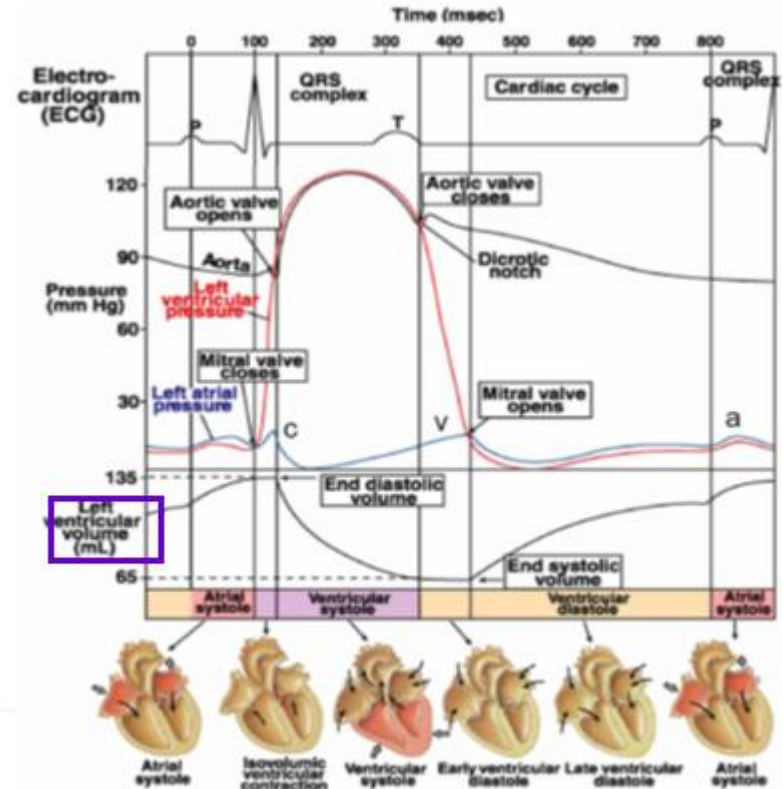
Κύμα T



Επαγαπόλωση

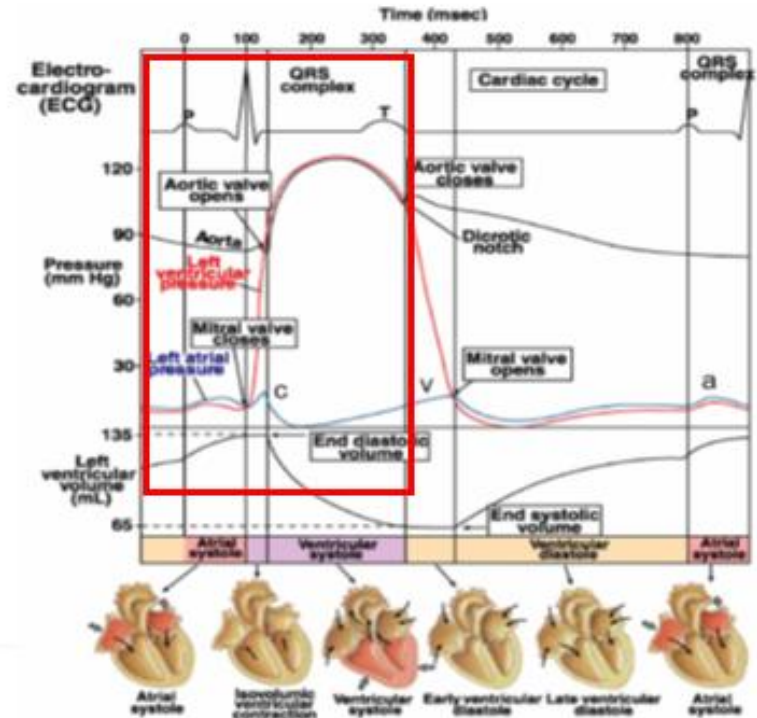
Wiggers diagram (1/3)

- Το έπαρμα P προκαλείται από την εκπόλωση των κόλπων, η οποία ακολουθείται από τη ελαφρά ανύψωση της ενδοκοιλιακής πίεσης αμέσως μετά το έπαρμα P.

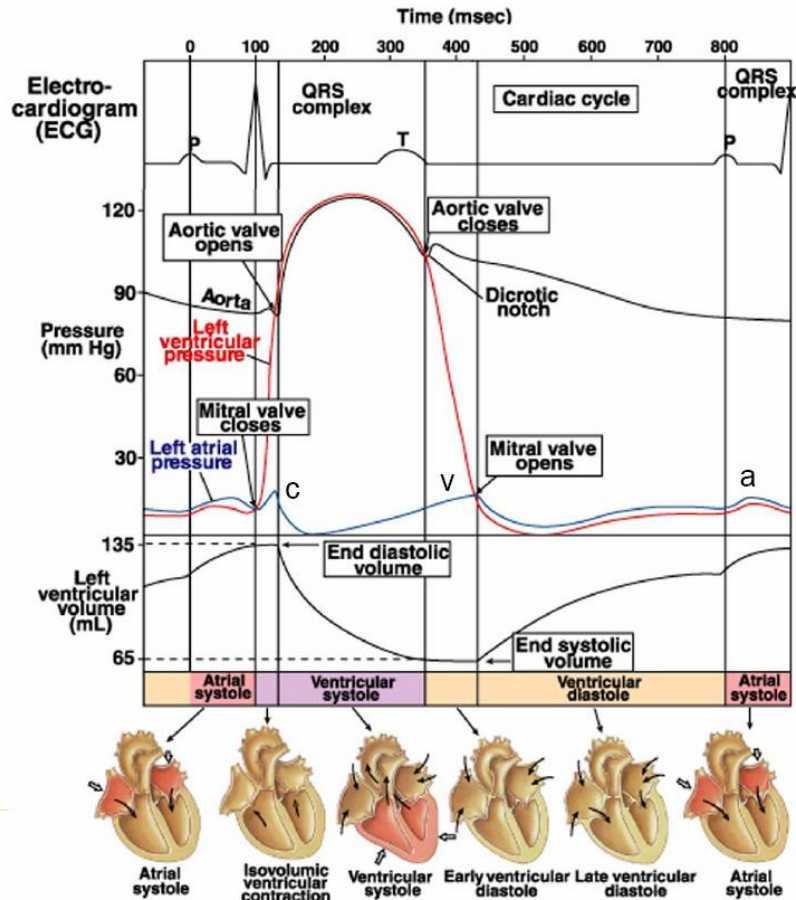


Wiggers diagram (2/3)

- Μετά από 0,16sec από την έναρξη της κοιλιακής εκπόλωσης (έπαρμα P), αρχίζει η κοιλιακή συστολή (σύμπλεγμα QRS).
- Σημαντική αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης.
- Το σύμπλεγμα QRS αρχίζει ελάχιστο χρόνο πριν τη συστολή των κοιλιών.



Wiggers diagram (3/3)



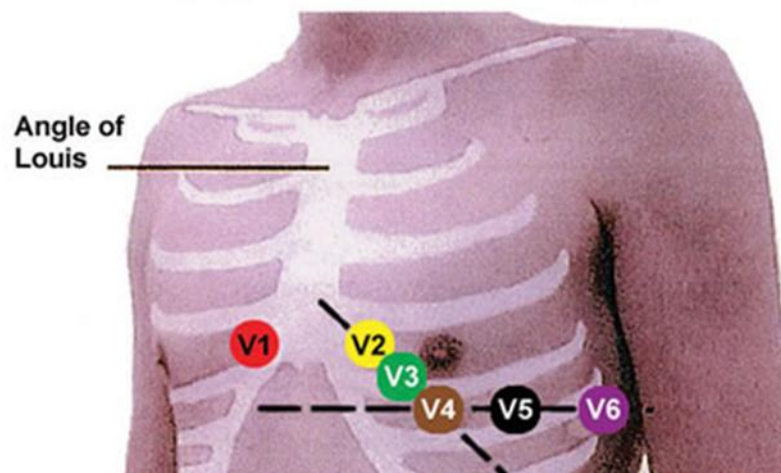
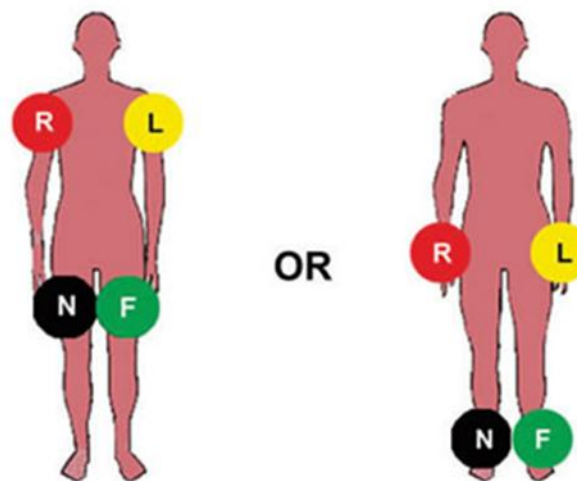
- Κατά την περίοδο επαναπόλωσης των κοιλιών δημιουργείται το έπαρμα T.
- Οι μυϊκές ίνες του μυοκαρδίου των κοιλιών αρχίζουν να χαλαρώνουν .
- Το έπαρμα T εμφανίζεται ελάχιστο χρονικό διάστημα πριν από το τέλος της συστολής των κοιλιών.
- Μειώνεται σημαντικά η πίεση στο εσωτερικό των κόλπων.



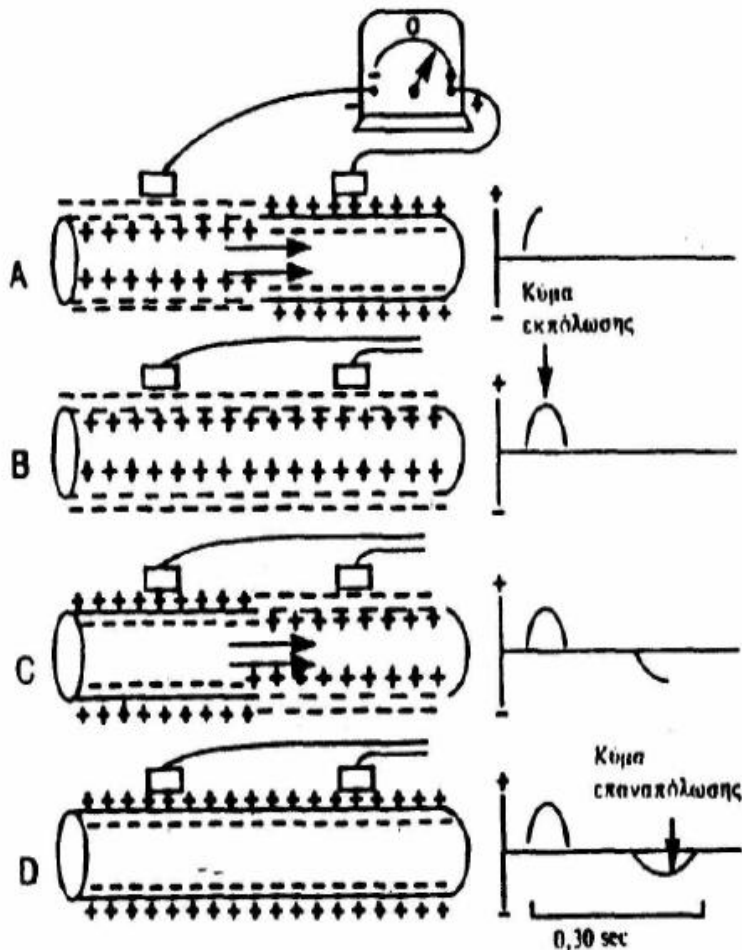
Πώς γίνεται το ΗΚΓ; (1/4)

- Με τον **ηλεκτροκαρδιογράφο**, ένα ευαίσθητο **βολτόμετρο** που καταγράφει μέσω ηλεκτροδίων τις διαφορές δυναμικού στην επιφάνεια του σώματος που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της καρδιάς.
- **Αποτελείται από:**
 - Μία **κεντρική μονάδα**
 - Ένα καλώδιο με 10 ηλεκτρόδια
 - Τα 4 συνδέονται από ένα στα χέρια και στα πόδια και
 - Τα 6 μπροστά στο θώρακα.

Ταχύτητα καταγραφής του ηλεκτροκαρδιογραφήματος:
25mm/sec.



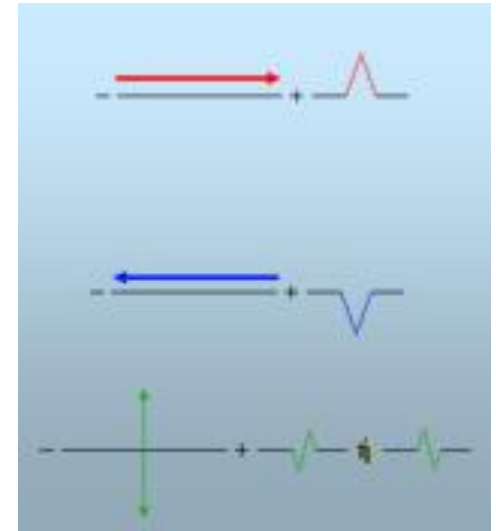
Κύματα εκπόλωσης και κύματα επαναπόλωσης



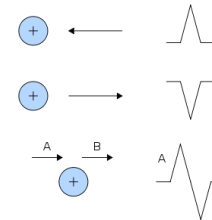
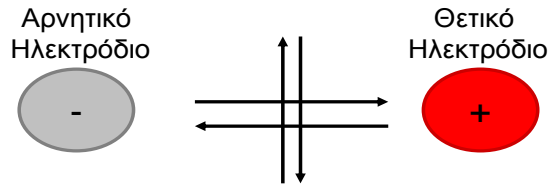
- Μπορούμε να παραστήσουμε τη συμπεριφορά μιας μυϊκής ίνας σε τέσσερα διαφορετικά στάδια **εκπόλωσης και επαναπόλωσης**.
- Κατά τη διεργασία της εκπόλωσης το φυσιολογικό αρνητικό δυναμικό στο εσωτερικό της ίνας παύει να υπάρχει.
- Επίσης, το δυναμικό της μεμβράνης αντιστρέφεται, δηλαδή γίνεται ελαφρά θετικό στο εσωτερικό της ίνας και αρνητικό στο εξωτερικό της ίνας.

Πώς γίνεται το ΗΚΓ; (2/4)

- Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε διάφορες τυπικές θέσεις
- Η πολικότητα της εγγραφής, κατά τη διάρκεια κάθε καρδιακού παλμού, καθορίζεται από τον προσανατολισμό των ηλεκτροδίων σε σχέση με την κατεύθυνση του ρεύματος στην καρδιά.
- Όταν το κύμα εκπόλωσης οδεύει **από το αρνητικό προς το θετικό ηλεκτρόδιο** του ηλεκτροκαρδιογράφου, η γραφίδα κινείται προς τα πάνω και καταγράφει **θετική απόκλιση**.
- Όταν το κύμα της εκπόλωσης οδεύει **από το θετικό προς το αρνητικό ηλεκτρόδιο**, η κίνηση της γραφίδας καταγράφει **αρνητική απόκλιση**.
- Όταν το κύμα εκπόλωσης επεκτείνεται **κάθετα προς μια απαγωγή** θα καταγραφεί **διφασική απόκλιση**.



Πώς γίνεται το ΗΚΓ; (3/4)

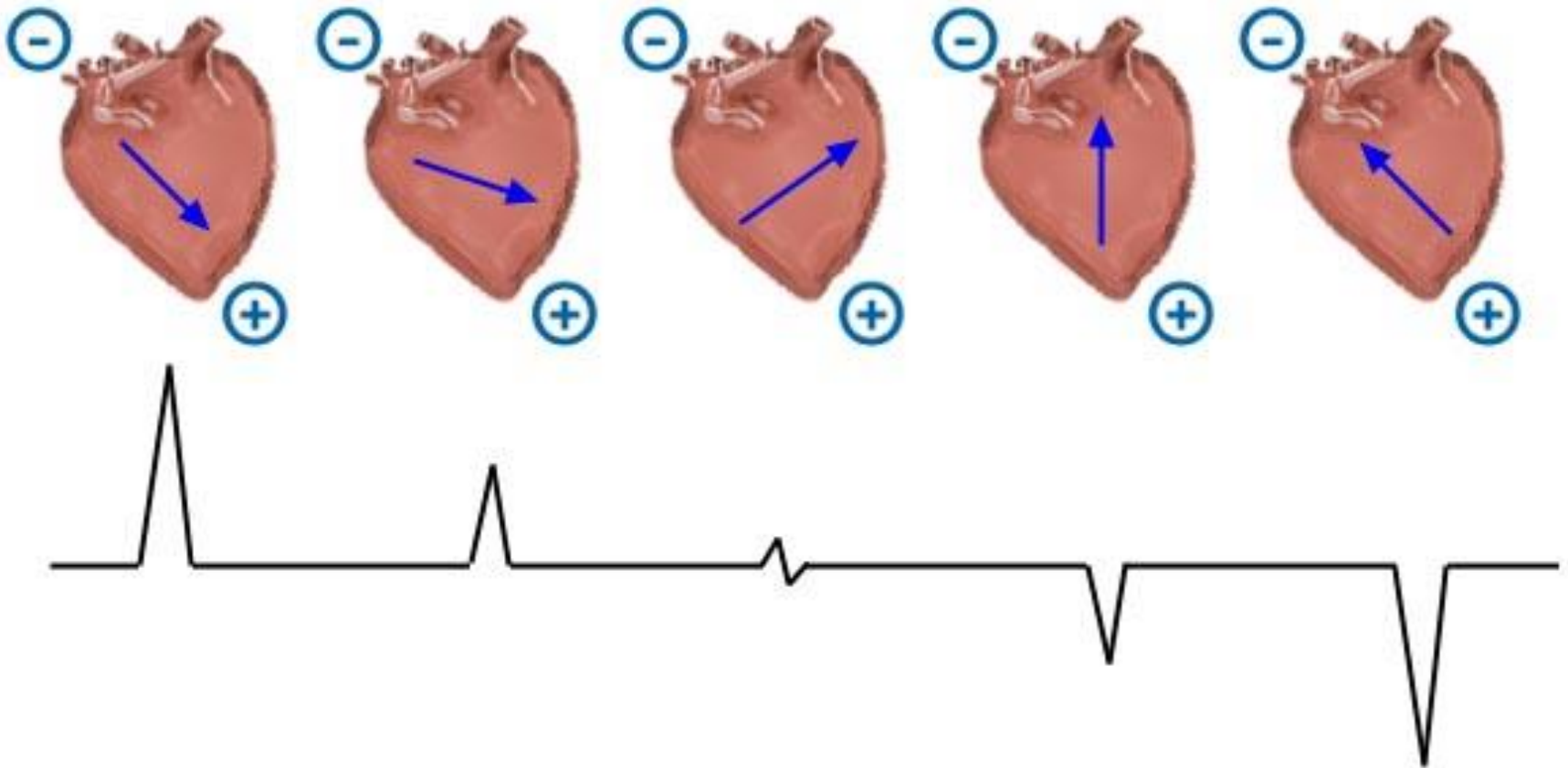


Κύμα	Κατεύθυνση	Καταγραφή	Καταγραφή
Εκπόλωσης-διέγερσης	- → +	Θετική	
Εκπόλωσης-διέγερσης	- ← +	Αρνητική	
Επαναπόλωσης	- → +	Αρνητική	
Επαναπόλωσης	- ← +	Θετική	
Εκπόλωσης ή επαναπόλωσης	- ↑↓ +	Διφασική εκτροπή	

- Το στιγμιαίο πλάτος του δυναμικού εξαρτάται από την κατεύθυνση του θετικού ηλεκτροδίου σε σχέση με το μέσο ηλεκτρικό άνυσμα-άξονα (mean electrical vector).
- Το πλάτος του δυναμικού εξαρτάται άμεσα από τη μάζα του ιστού που αποπολώνεται ή επαναπολώνεται.

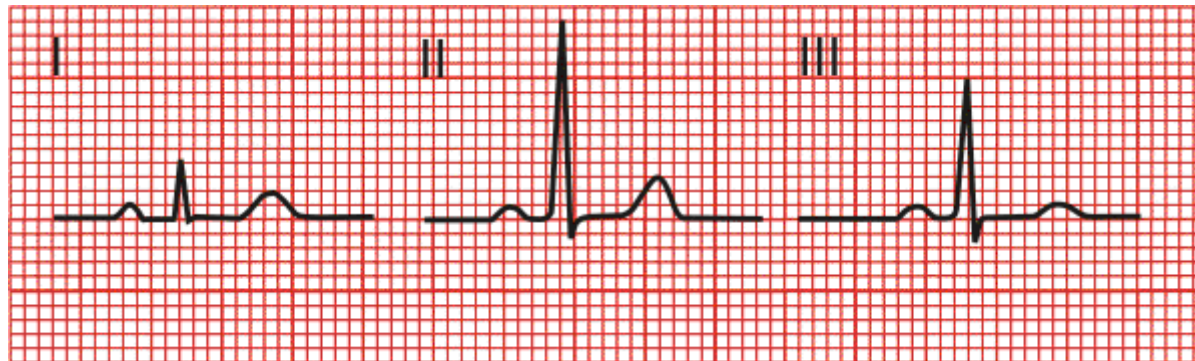


Πώς γίνεται το ΗΚΓ; (4/4)

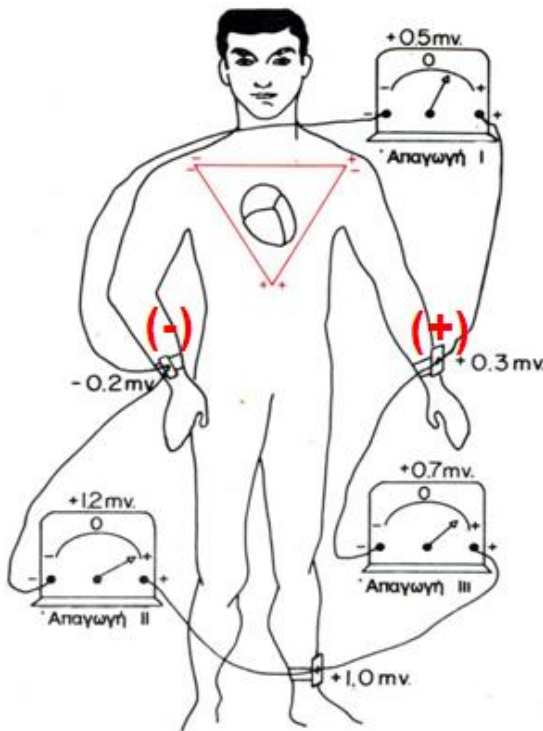


3 Βασικές Απαγωγές: I, II & III

- Limb leads



Απαγωγή I

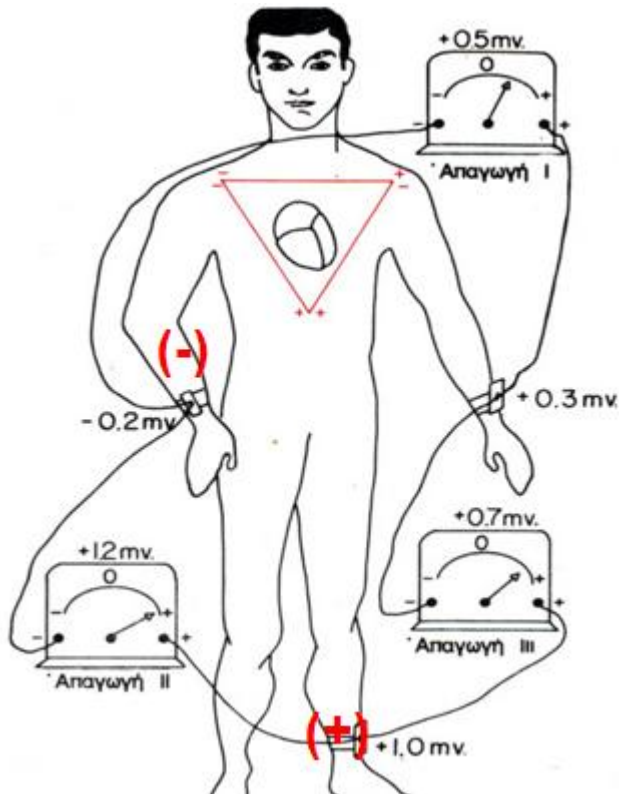


- Το αρνητικό ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο δεξιό άνω άκρο και το θετικό ηλεκτρόδιο στο αριστερό άνω άκρο. Θετική καταγραφή όταν το δεξιό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό άνω άκρο. **Απαγωγή I:** Το (-) του ΗΚΓφου τοποθετείται στο δεξιό άνω άκρο (RA) και το (+) του στο αριστερό άνω άκρο (LA).

$$\rightarrow \text{Απαγωγή I} = V_{LA} - V_{RA}$$

- όταν το σημείο στον θώρακα όπου το δεξιό άνω άκρο συνδέεται με το σώμα είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το σημείο στο οποίο το αριστερό άνω άκρο συνδέεται με τον θώρακα, ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει **θετικό έπαρμα**.
- Όταν η πολικότητα μεταβάλλεται, το καταγραφόμενο έπαρμα είναι **αρνητικό**, δηλαδή κάτω από την ισοηλεκτρική γραμμή.

Απαγωγή II



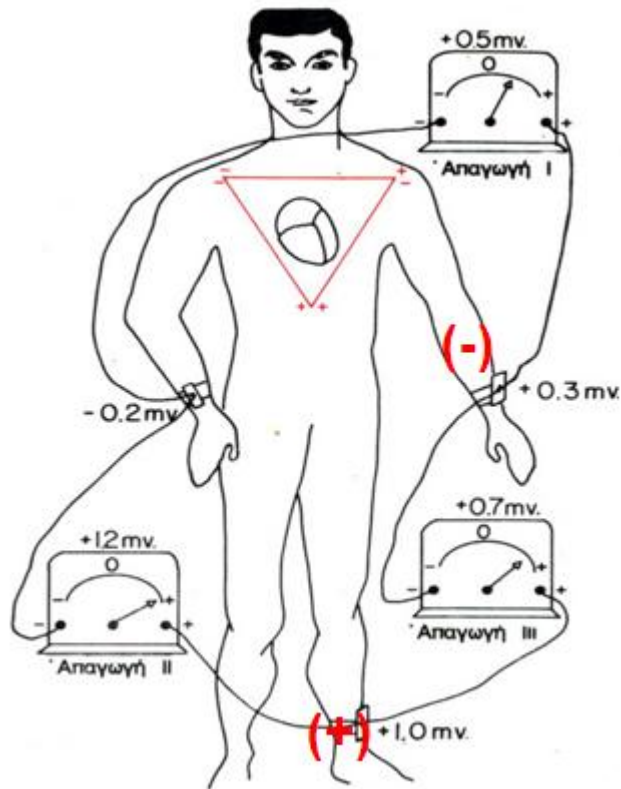
- **Απαγωγή II:** Το αρνητικό ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο **δεξί άνω άκρο** και το **θετικό ηλεκτρόδιο** στο **αριστερό κάτω άκρο**. Θετική καταγραφή όταν το δεξί άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο.

Απαγωγή II: Το (-) του ΗΚΓφου τοποθετείται στο δεξιό άνω άκρο (RA) και το (+) στο αριστερό κάτω άκρο (LL).

$$\rightarrow \text{Απαγωγή II} = V_{LL} - V_{RA}$$

- Κατά συνέπεια, όταν το δεξιό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο, ο ΗΚΓφος καταγράφει θετικό έπαρμα.

Απαγωγή III



- **Απαγωγή III:** Το αρνητικό ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο **αριστερό άνω άκρο** και το **θετικό ηλεκτρόδιο** στο **αριστερό κάτω άκρο**. Θετική καταγραφή όταν το αριστερό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο.

- **Απαγωγή III:** το (-) του ΗΚΓφου τοποθετείται στο αριστερό άνω άκρο (LA), και το (+) στο αριστερό κάτω άκρο (LL).

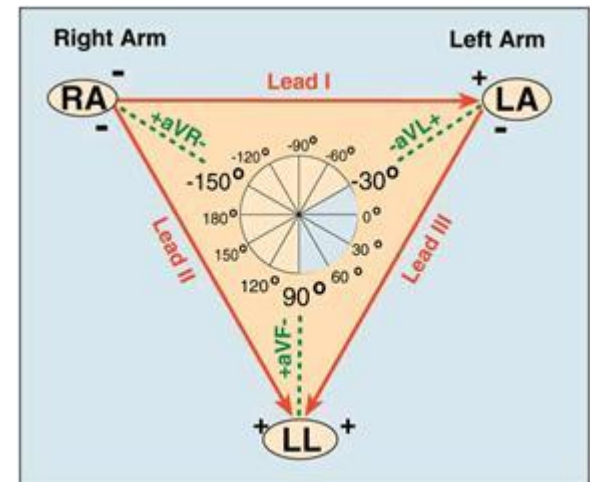
$$\rightarrow \text{Απαγωγή III} = V_{LL} - V_{LA}$$

- Αυτό σημαίνει ότι ο ΗΚΓφος καταγράφει θετικό έπαρμα όταν το αριστερό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο.



Τρίγωνο του Einthoven (1/2)

- Το **ισόπλευρο τρίγωνο** που περιβάλλει την καρδιά.
- Οι δύο άνω γωνίες παριστάνουν τα σημεία στα οποία τα **δύο άνω άκρα** πραγματοποιούν ηλεκτρική σύνδεση με τα υγρά που περιβάλλουν την καρδιά και η κάτω γωνία αποτελεί τα το σημείο στο οποίο το **αριστερό άκρο** συνδέεται με αυτά τα υγρά.
- **Νόμος του Einthoven:**
 - Για δεδομένη χρονική στιγμή το δυναμικό μιας απαγωγής μπορεί να υπολογιστεί από τις δύο πρώτες, λαμβάνοντας υπόψη τα θετικά και αρνητικά σημεία των απαγωγών.



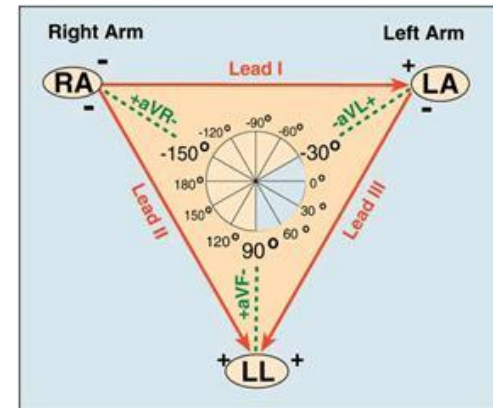
Τρίγωνο του Einthoven (2/2)

- $V_I = V_{LA} - V_{RA}$
- $V_{II} = V_{LL} - V_{RA}$
- $V_{III} = V_{LL} - V_{LA}$

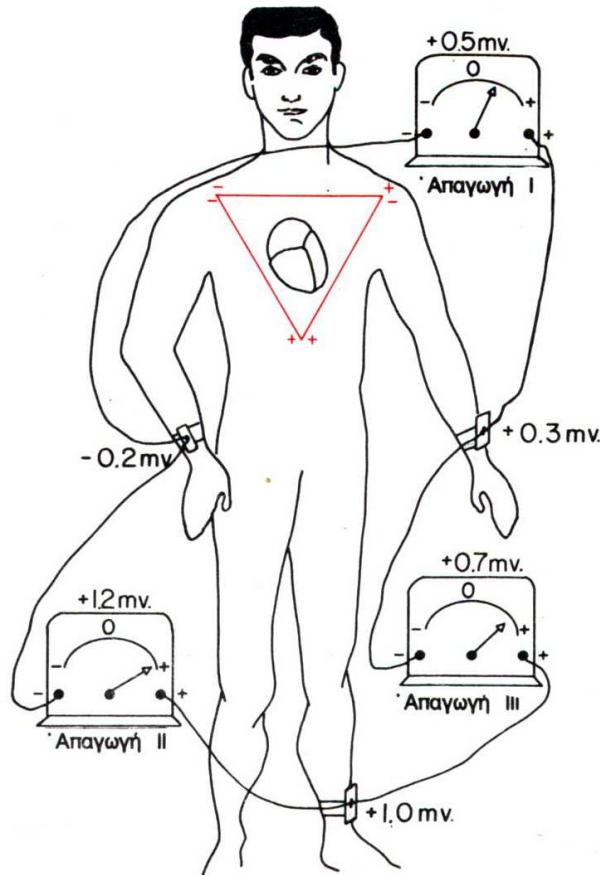
$$V_I + V_{III} = V_{LA} - V_{RA} + V_{LL} - V_{LA} = V_{LL} - V_{RA}$$

➤ $V_I + V_{III} = V_{LL} - V_{RA}$

➤ $V_I + V_{III} = V_{II}$



Παράδειγμα



$$V_{RA} = -0,2\text{mV}$$

$$V_{LA} = +0,3\text{mV}$$

$$V_{LL} = +1,0\text{mV}$$

$$\text{Απαγωγή I} = V_{LA} - V_{RA} = 0,3 - (-0,2) = 0,5 \text{ mV}$$

$$\text{Απαγωγή III} = V_{LL} - V_{LA} = 1,0 - (0,3) = 0,7 \text{ mV}$$

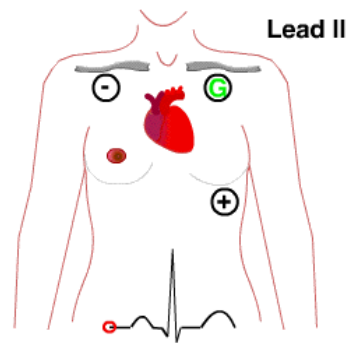
$$\underline{\text{Απαγωγή I} + \text{Απαγωγή III} = \text{Απαγωγή II}}$$

$$\text{Απαγωγή II} = 0,7 + 0,5 = 1,2 \text{ mV}$$

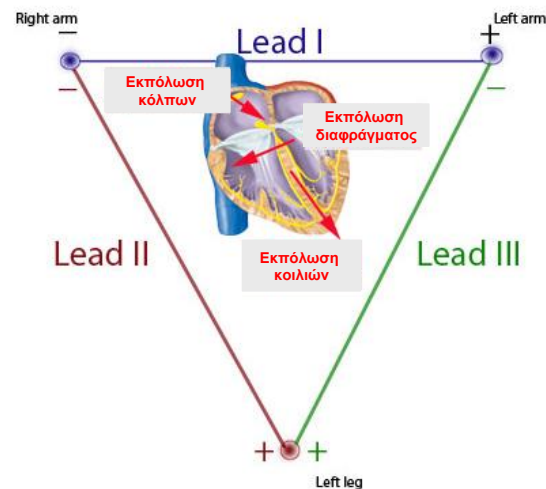


Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ (1/5)

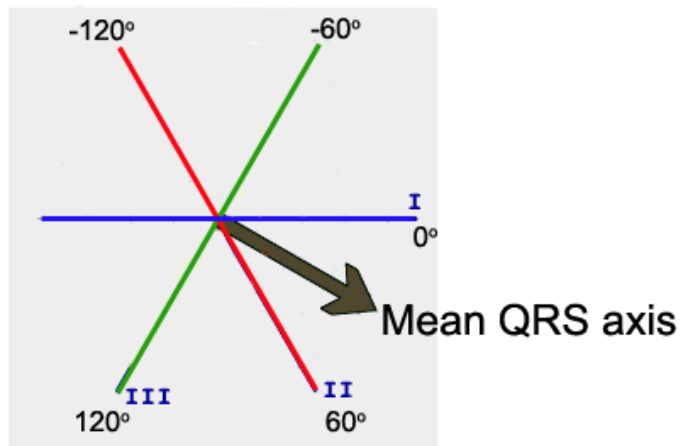
- Κατά το μεγαλύτερο μέρος του κύματος εκπόλωσης
 - η κορυφή της καρδιάς παραμένει θετική,
 - η βάση της καρδιάς παραμένει αρνητική.



WWW.RNCEUS.COM
Health Interactive © 1999



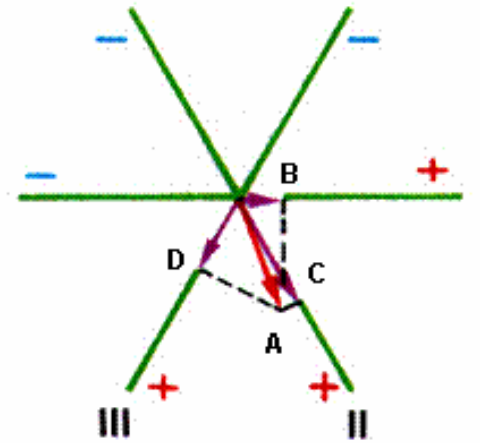
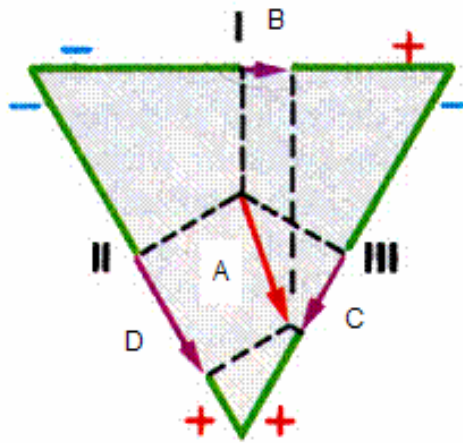
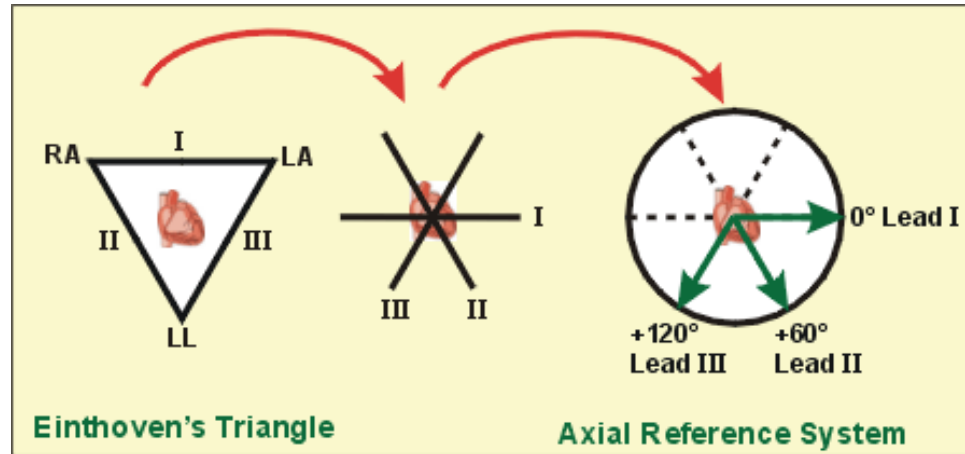
Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ (2/5)



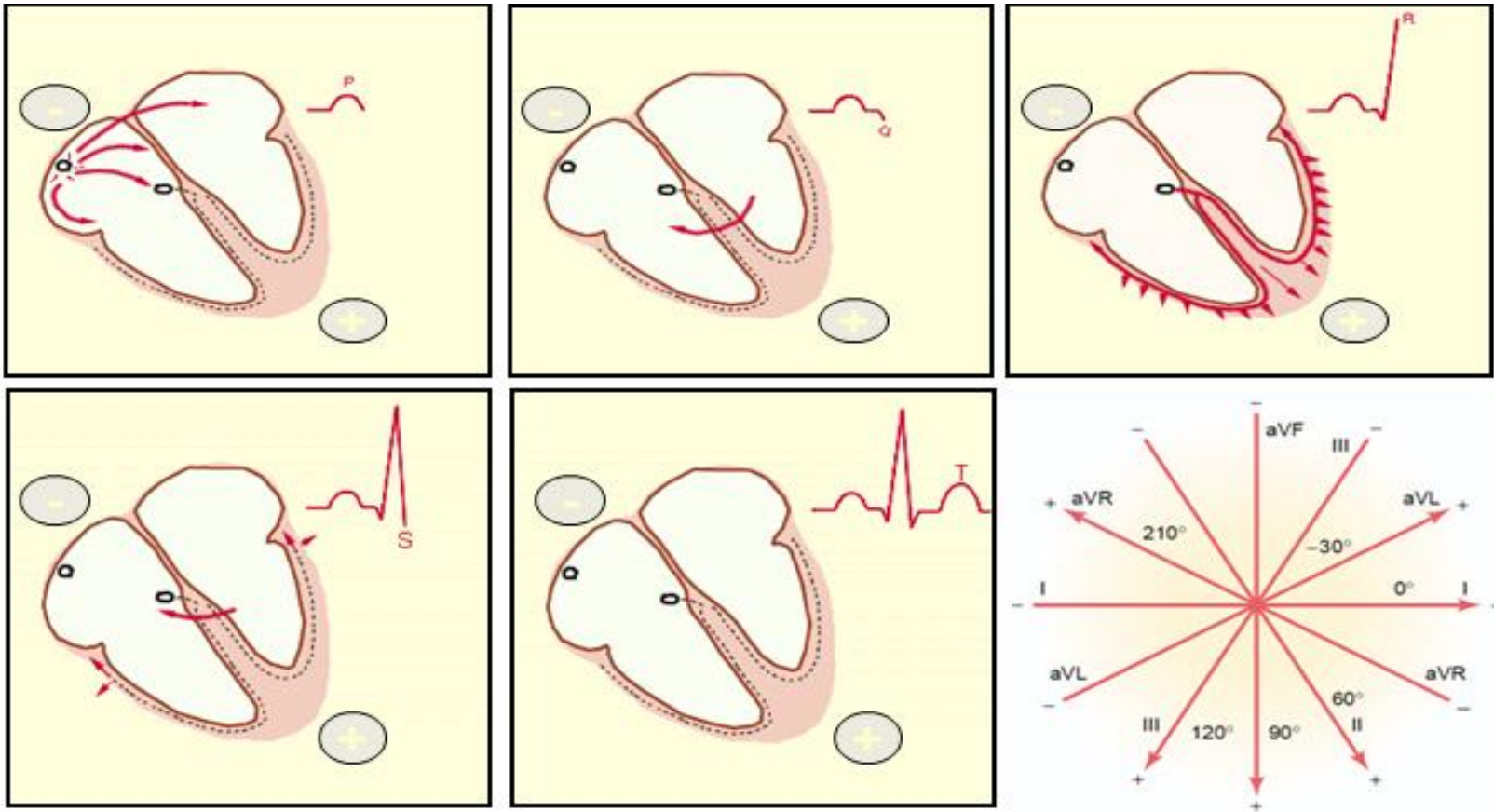
- Τα ηλεκτρικά ρεύματα από την καρδιά ρέουν προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση σε κάθε δεδομένη στιγμή του καρδιακού παλμού.
- Το άνυσμα έχει κατεύθυνση προς τη φορά του ρεύματος, με την αιχμή του προς τη θετική κατεύθυνση.
- Η μέση κατεύθυνση του ανύσματος της καρδιάς κατά την επέκταση του κύματος της εκπόλωσης στις κοιλίες είναι περίπου **+59 μοίρες** (μέσο άνυσμα QRS).
- **Φυσιολογικά όρια: -30° έως +90°.**



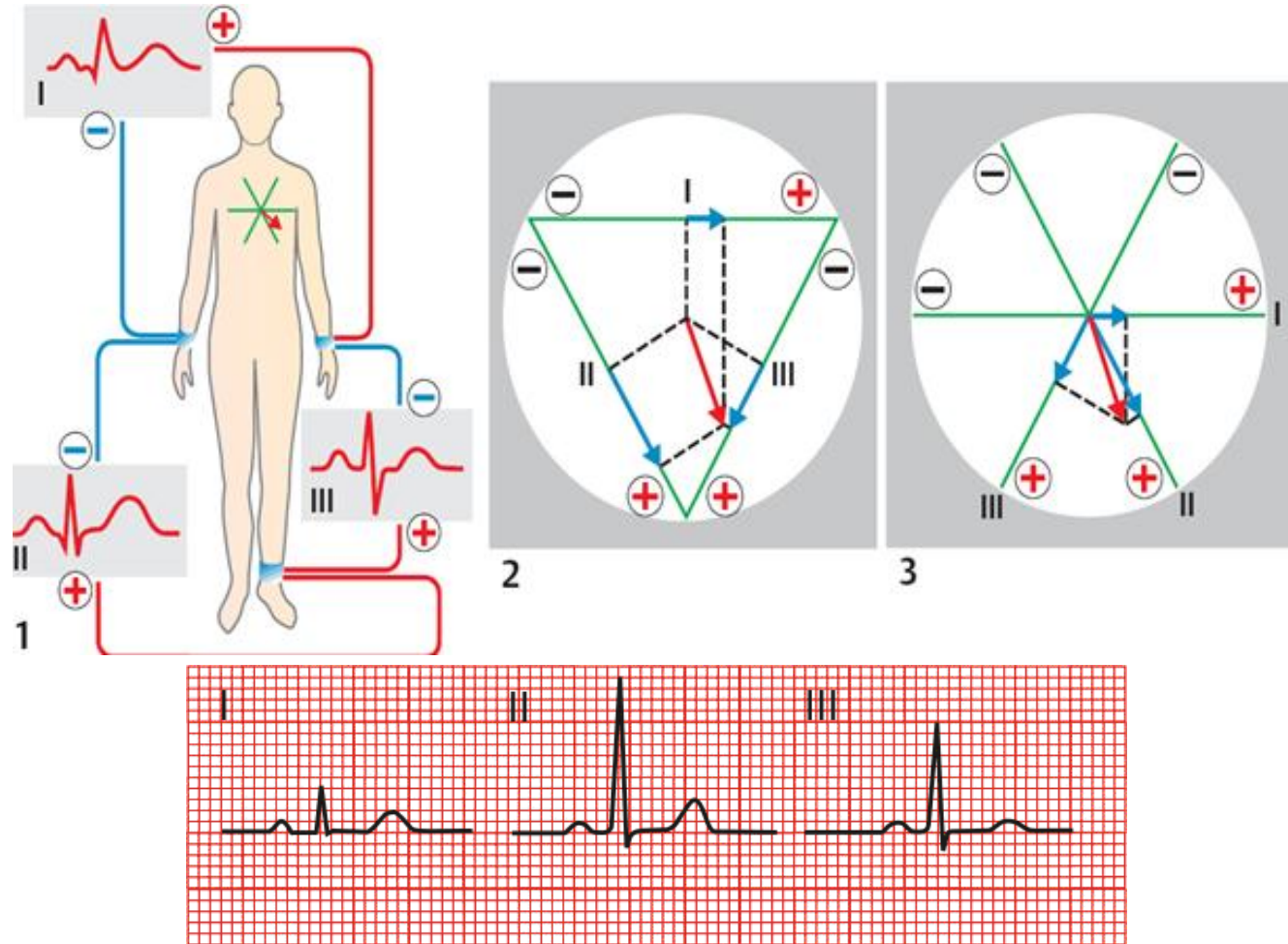
Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ (3/5)



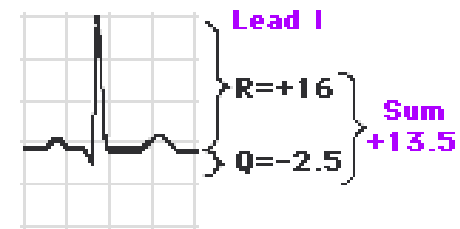
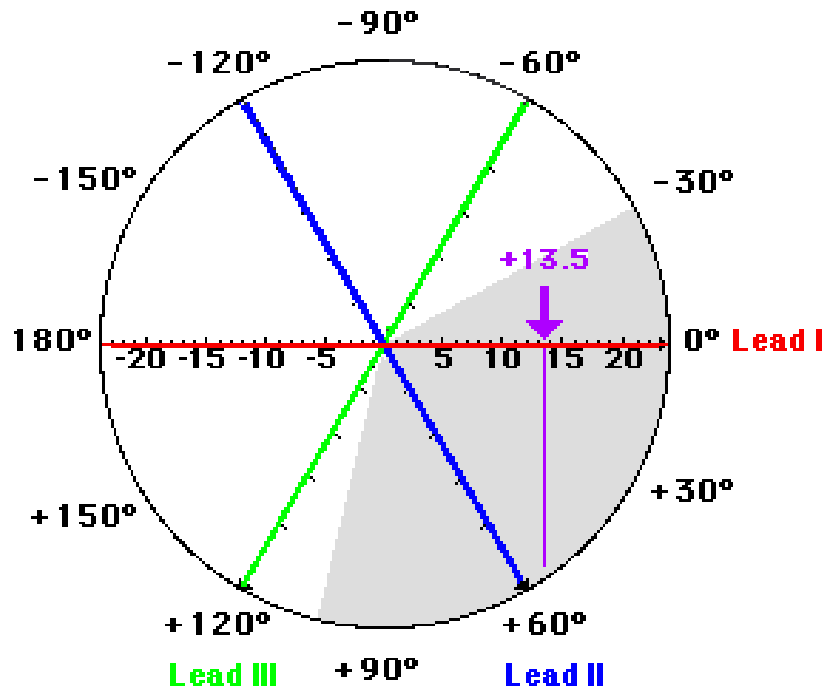
Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ (4/5)



Οι αρχές της ανυσματικής ανάλυσης του ΗΚΓ (5/5)



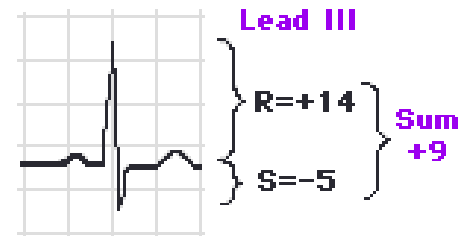
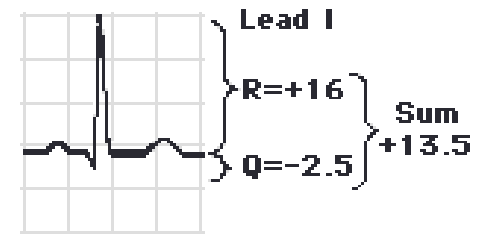
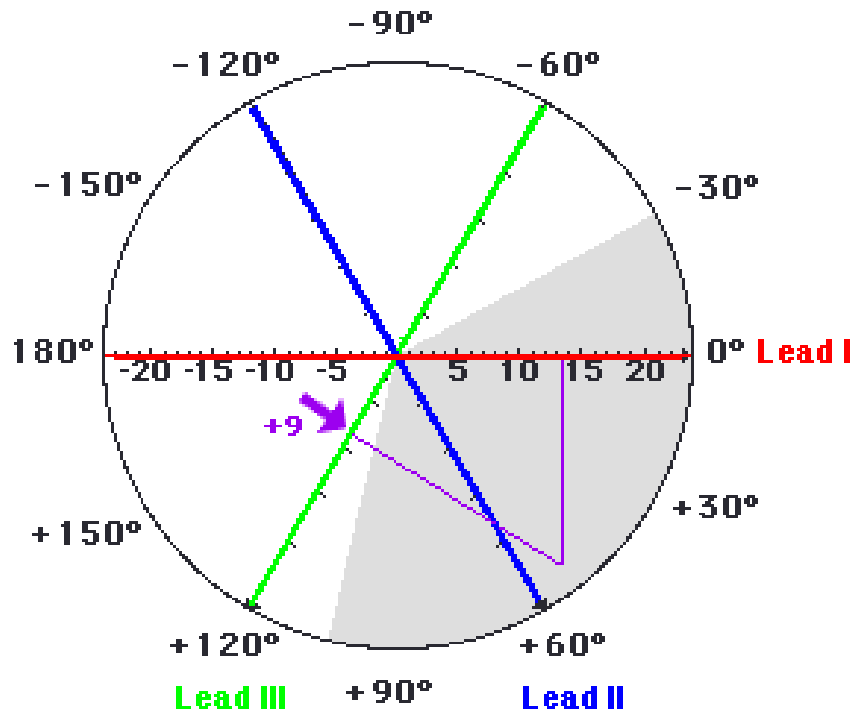
Υπολογισμός μέσου ανύσματος QRS μέσω των απαγωγών I και II



Βήμα 1ο: Απαγωγή I - QRS=13,5 mm



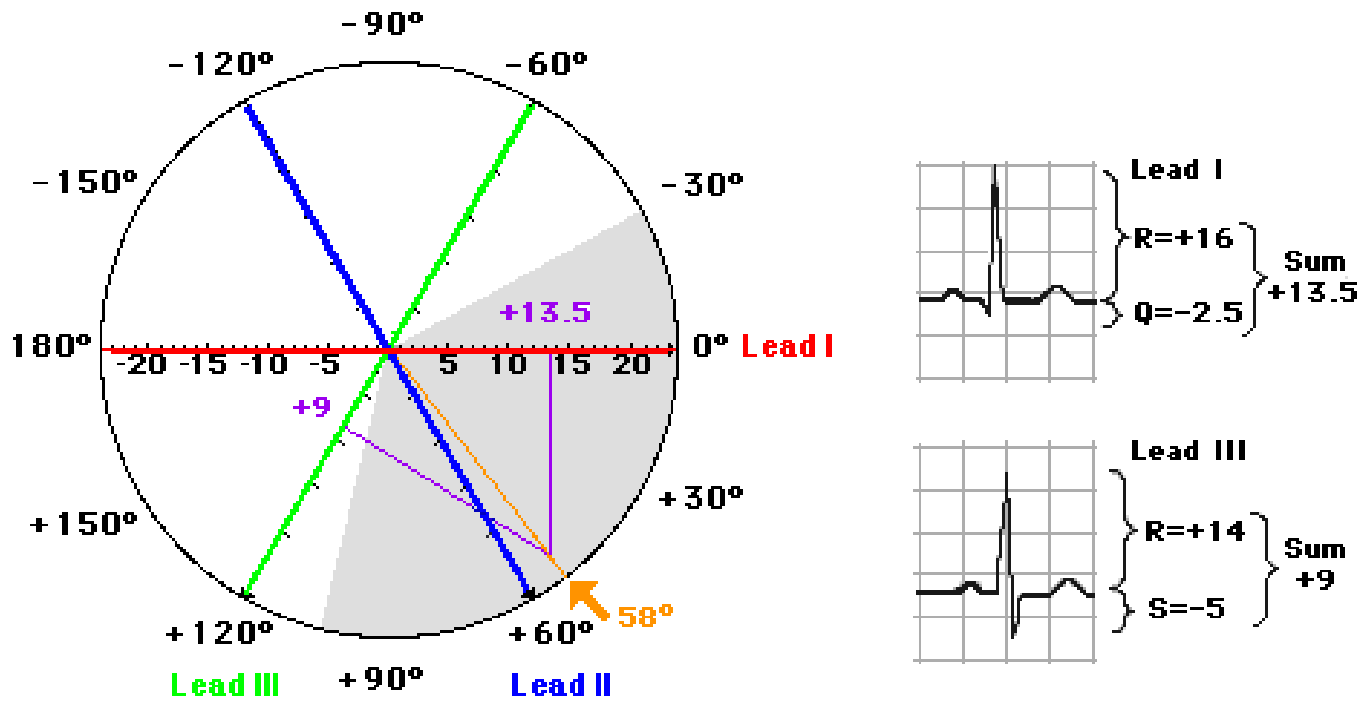
Καθορισμός Μέσων Ανυσμάτων QRS (1/2)



Βήμα 2ο: Απαγωγή III - QRS=9 mm



Καθορισμός Μέσων Ανυσμάτων QRS (2/2)



Βήμα 3^ο: Σχεδιασμός γραμμής από το κέντρο προς την τομή των κάθετων γραμμών.

Μέσο άνυσμα QRS = 58 μοίρες - φυσιολογικά όρια

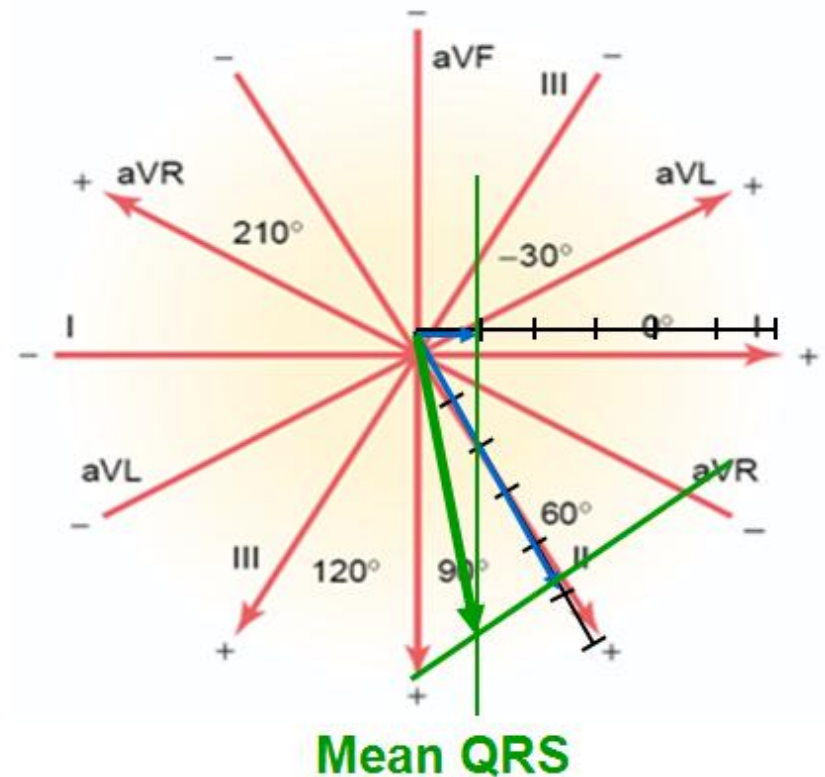
Ποιο είναι το μέσο ηλεκτρικό άνωσμα QRS; (1/2)

1. Αναγνώριση του συμπλέγματος QRS.
 2. Ποια είναι θετικά και ποια αρνητικά έπαρμα στο QRS – πάνω και κάτω από την ισοηλεκτρική γραμμή.
- **Απαγωγή I:** Θετικό έπαρμα R και αρνητικό έπαρμα S.
R: 3.5mm.
S: -1.0mm.
QRS: 3.5-1.0-0 = 2.5mm.
 - **Απαγωγή II:** Θετικό έπαρμα R (μόνο).
R: 14.0mm.
QRS: 14.0-0-0 = 14.0mm.



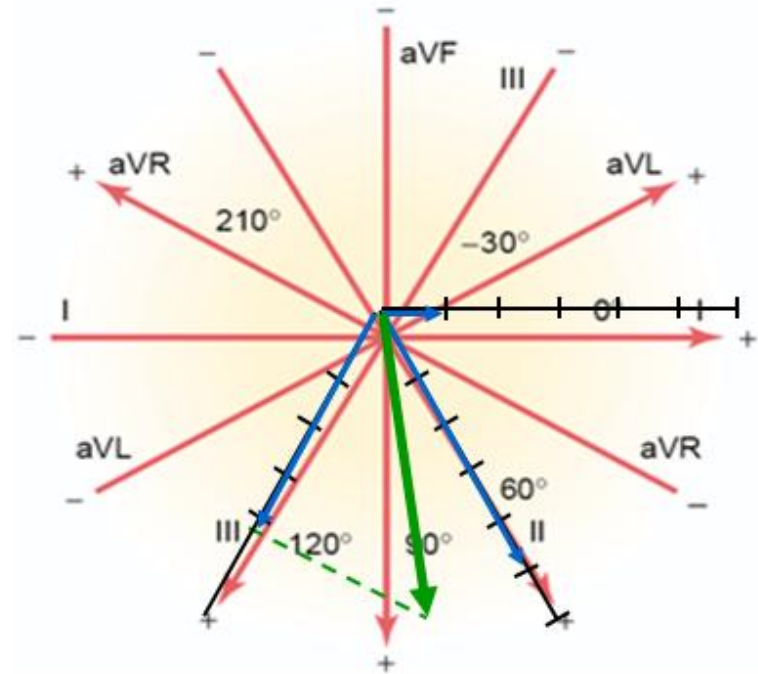
Ποιο είναι το μέσο ηλεκτρικό άνυσμα QRS; (2/2)

- Απαγωγή I:
QRS: 3.5-1.0-0 = 2.5mm.
- Απαγωγή II:
QRS: 14.0-0-0 = 14.0mm.



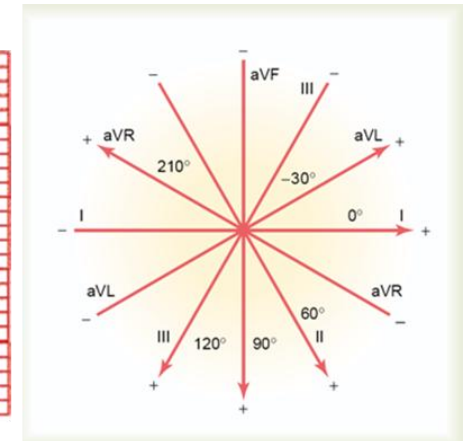
Επαλήθευση...

- Απαγωγή I:
QRS: $3.5 - 1.0 - 0 = 2.5\text{mm}$.
- Απαγωγή II:
QRS: $14.0 - 0 - 0 = 14.0\text{mm}$.
- Απαγωγή III:
QRS: $14.0 - 3.5 = 11.5\text{mm}$.



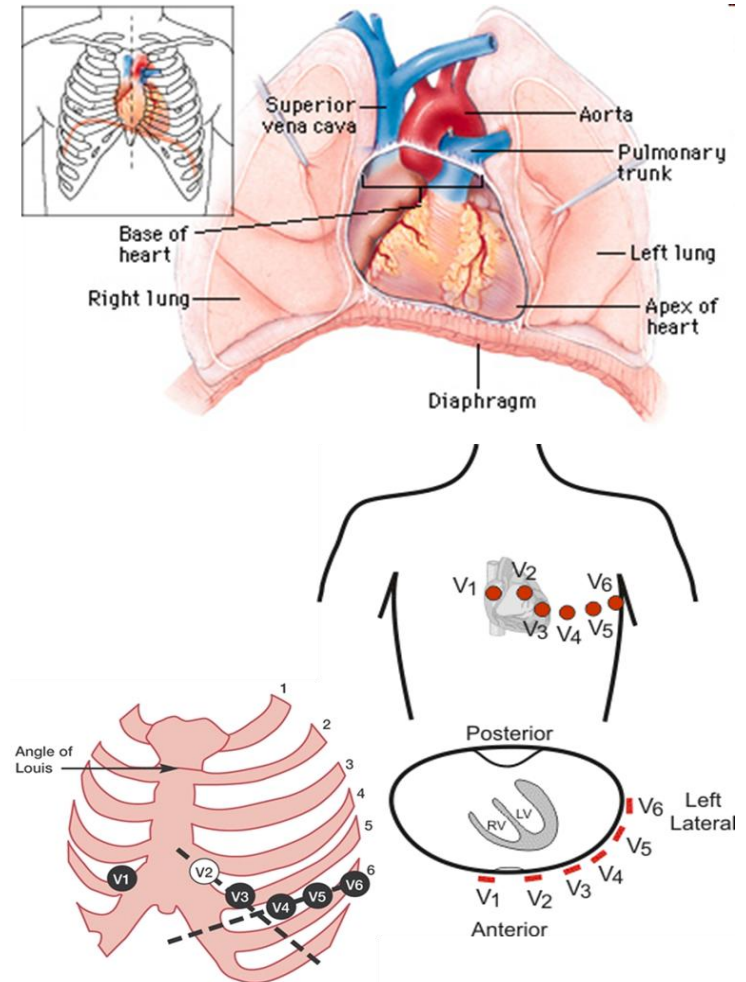
Κλασσικές απαγωγές άκρων: I, II & III

- Τα τρία ΗΚΓ λαμβάνονται **ταυτόχρονα** από τις απαγωγές I, II & III.
- Μοιάζουν μεταξύ τους γιατί και στα τρία τα κύματα **P** και **T** είναι **θετικά** και το μεγαλύτερο μέρος του συμπλέγματος **QRS** είναι **θετικό**.
- Το **άθροισμα των δυναμικών στις απαγωγές I και III είναι ίσο με το δυναμικό στην απαγωγή III**.
- Για τη **διάγνωση αρρυθμιών** δεν έχει σημασία ποια απαγωγή χρησιμοποιείται.
- Για τη **διάγνωση βλάβης στο μυοκάρδιο** (κοιλιών ή κόλπων) είτε στο **σύστημα αγωγής των διεγέρσεων** ενδιαφέρει η απαγωγή που χρησιμοποιείται.



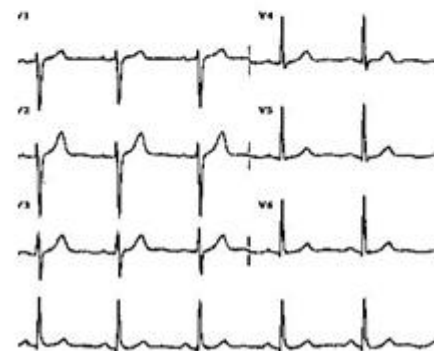
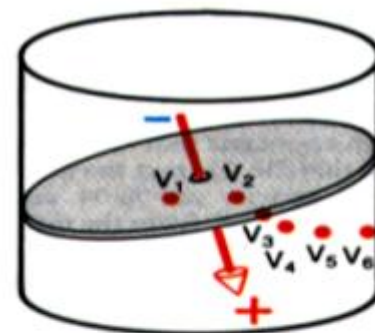
Οι προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές (1/3)

- Το **θετικό ηλεκτρόδιο** του ηλεκτροκαρδιογράφου τοποθετείται στην **πρόσθια επιφάνεια του θώρακα**, πάνω από την καρδιά, σε ένα από τα έξι ξεχωριστά σημεία.
- Το **αρνητικό ηλεκτρόδιο** (αδιάφορο ηλεκτρόδιο) συνδέεται, με την παρεμβολή αντιστάσεων, με το δεξί και αριστερό άνω άκρο και με το αριστερό κάτω άκρο.
- Λαμβάνονται **έξι διαφορετικές πρότυπες απαγωγές** με τη διαδοχική τοποθέτηση του θωρακικού ηλεκτροδίου στα έξι σημεία.
- **Απαγωγές V1, V2, V3, V4, V5 και V6.**



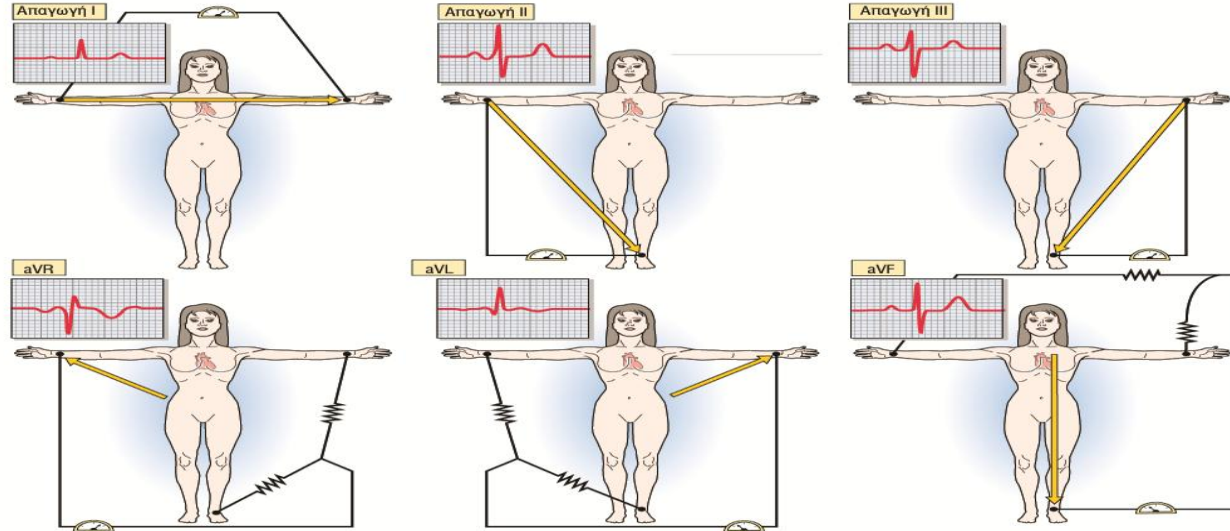
Οι προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές (2/3)

- Κάθε μία θωρακική απαγωγή καταγράφει, κατά κύριο λόγο, το ηλεκτρικό δυναμικό του τμήματος του μυοκαρδίου που βρίσκεται αμέσως κάτω από το ηλεκτρόδιο.
- Τα ηλεκτρόδια V1 & V2 δίνουν αρνητικό QRS γιατί είναι πλησιέστερα στη βάση της καρδιάς παρά στην κορυφή (κατεύθυνση ηλεκτραρνητικότητας κατά την εκπόλωση των κοιλιών).
- Τα ηλεκτρόδια V4, V5 & V6 δίνουν θετικό QRS γιατί είναι πλησιέστερα στην κορυφή της καρδιάς (κατεύθυνση ηλεκτροθετικότητας κατά την εκπόλωση των κοιλιών).

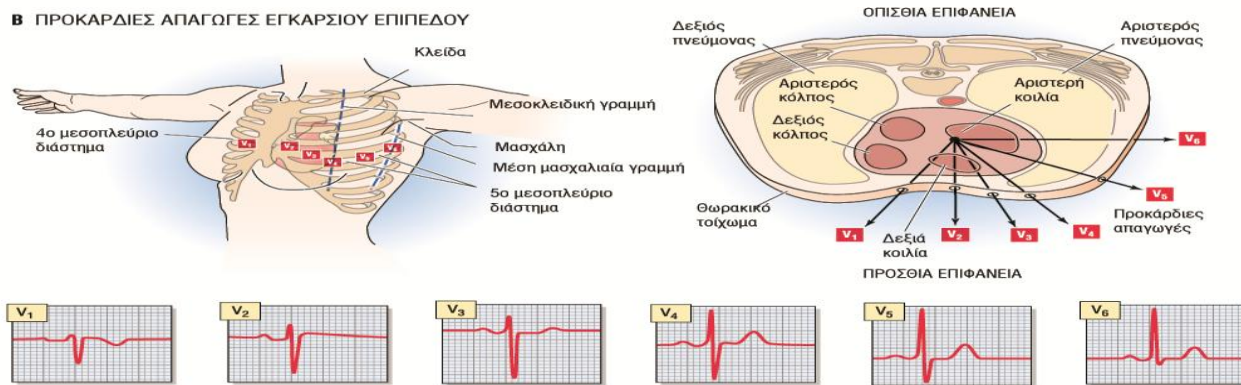


Οι προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές (3/3)

Α ΑΠΑΓΩΓΕΣ ΜΕΤΩΠΙΑΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

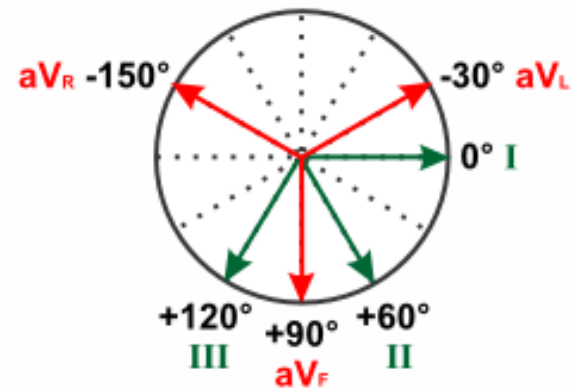
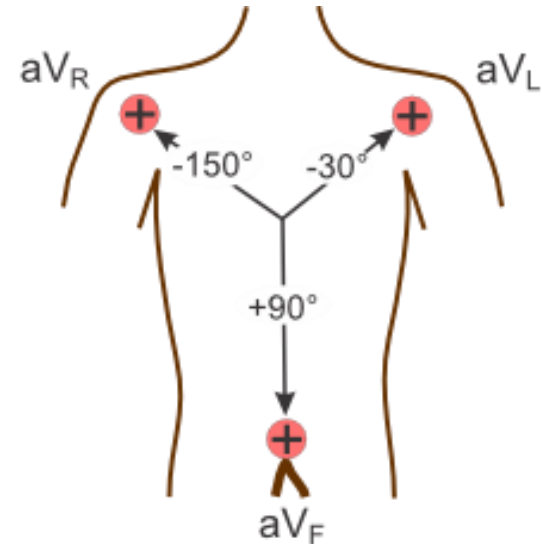


Β ΠΡΟΚΑΡΔΙΕΣ ΑΠΑΓΩΓΕΣ ΕΓΚΑΡΣΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ



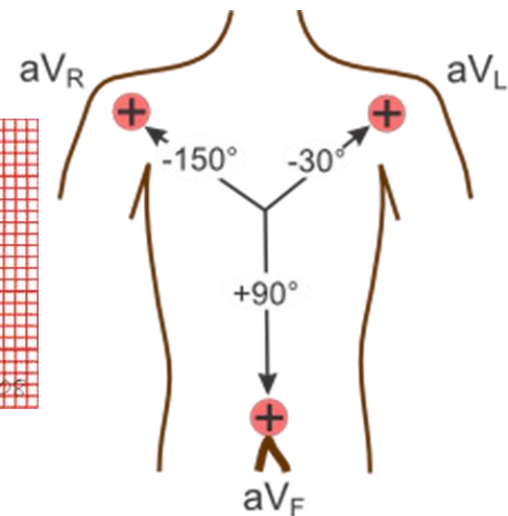
Ενισχυμένες Μονοπολικές Απαγωγές Άκρων Unipolar and Augmented Leads

- Αρνητικό ηλεκτρόδιο:
Ταυτόχρονη σύνδεση σε δύο
άκρα (παρεμβολή ηλεκτρικών
αντιστάσεων).
- Θετικό ηλεκτρόδιο:
σύνδεση με τρίτο άκρο.
 - RA → **Απαγωγή aVR.**
 - LA → **Απαγωγή aVL.**
 - LF → **Απαγωγή aVF.**



Φυσιολογικά ΗΚΓ ενισχυμένων μονοπολικών απαγωγών (1/3)

- Καταγραφές όμοιες με των πρότυπων διπολικών απαγωγών, εκτός από απαγωγή aVR - ανεστραμμένο ΗΚΓ.



Φυσιολογικά ΗΚΓ ενισχυμένων μονοπολικών απαγωγών (2/3)

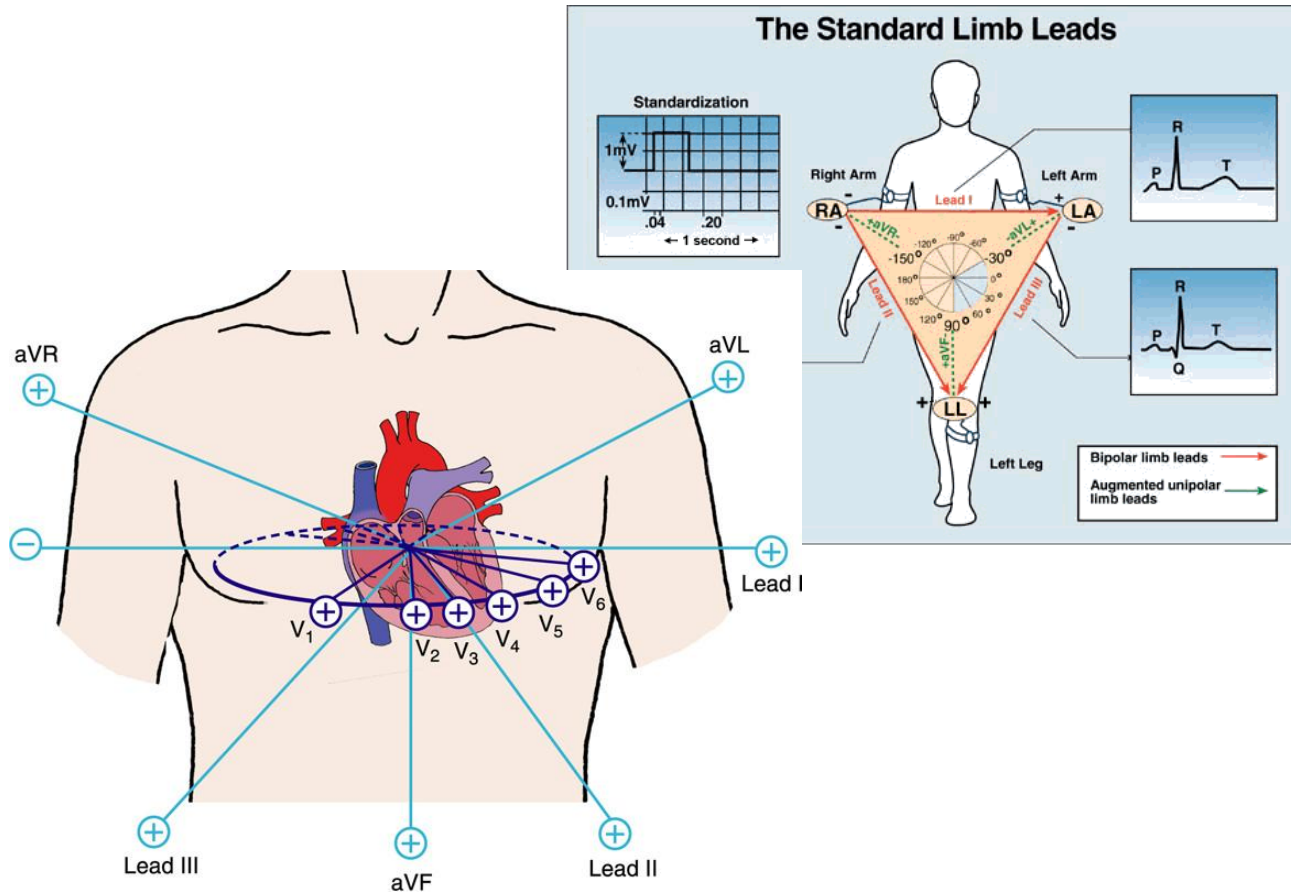


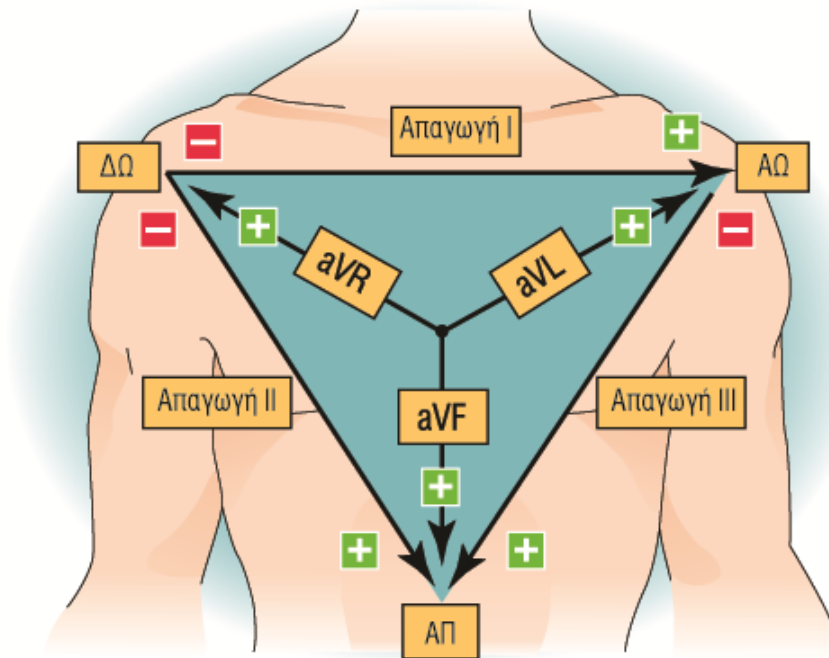
Figure 17-42 Electrocardiographic views of the heart.

Copyright © 2005 Lippincott Williams & Wilkins. Instructor's Resource CD-ROM to Accompany Critical Care Nursing: A Holistic Approach, eighth edition.

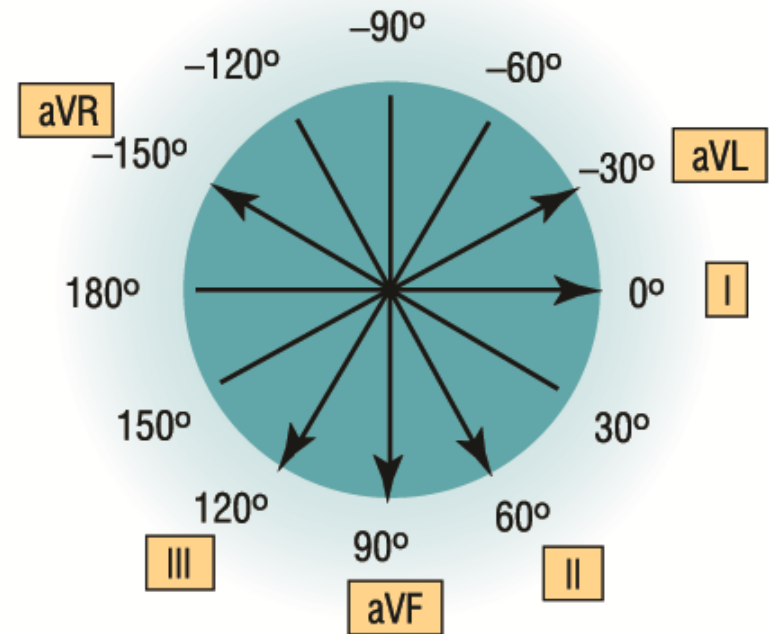


Φυσιολογικά ΗΚΓ ενισχυμένων μονοπολικών απαγωγών (3/3)

A ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΟΥ ΕΙΝΘΟΒΕΝ



B ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΑΞΟΝΩΝ



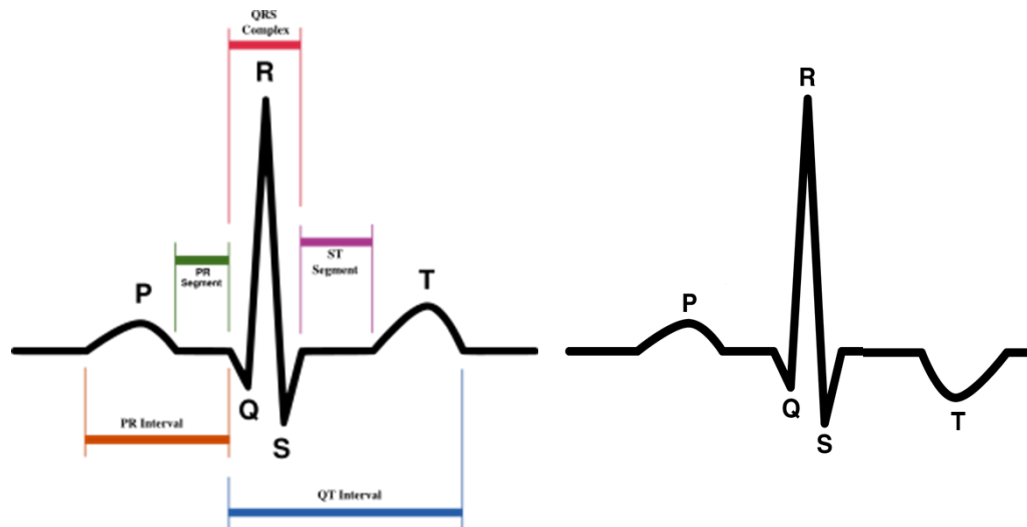
Παθολογικό ΗΚΓ

- **Οι καρδιακές βλάβες:**
 - Η ισχαιμία, το έμφραγμα και η στηθαγχική κρίση.
- **Οι καρδιακές αρρυθμίες:**
 - Η ταχυκαρδία, η βραδυκαρδία, ο κολποκοιλιακός αποκλεισμός, η μαρμαρυγή των κοιλιών, η μαρμαρυγή των κόλπων, ο πτερυγισμός των κόλπων.
- **Η καρδιακή στάση (ανακοπή).**

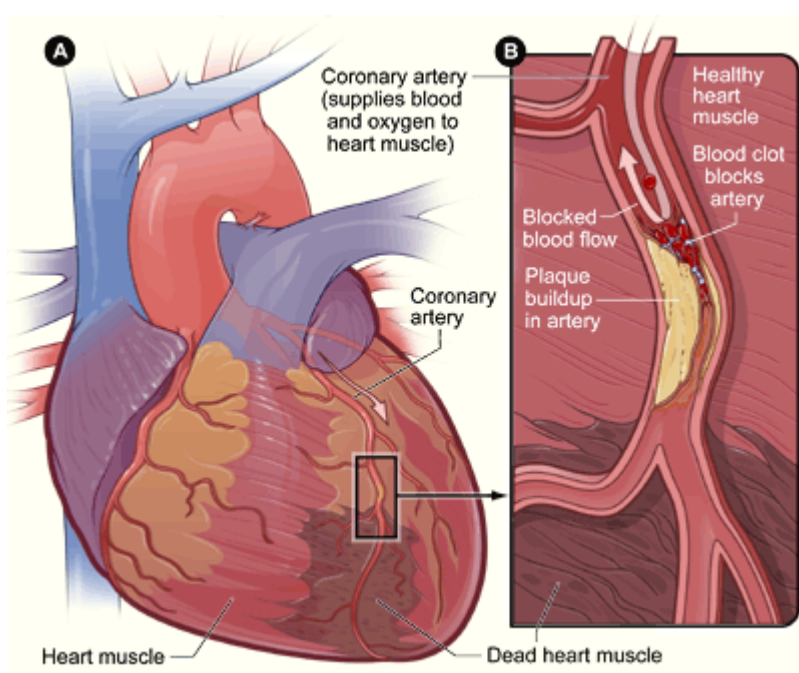


Ισχαιμία του μυοκαρδίου

- Συμβαίνει όταν έχουμε στένωση της μιας μεγάλης στεφανιαίας αρτηρίας. Προκαλεί ελάττωση στη ροή του αίματος.
- Εκδηλώνεται με μεταβολές του ST ή του T. Το **T είναι αρνητικό και συμμετρικό** στις απαγωγές που φυσιολογικά είναι θετικό.

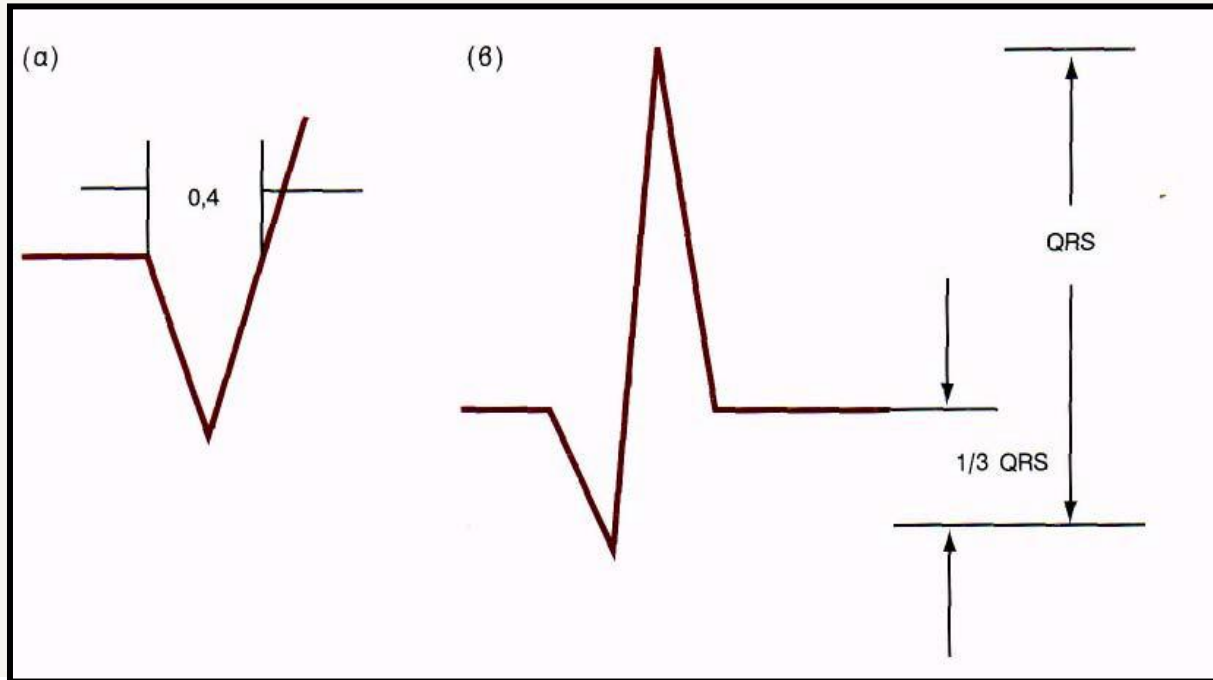


Έμφραγμα του μυοκαρδίου(1/3)



- Παρατηρείται όταν μια στεφανιαία αρτηρία **φράζει πλήρως**. Έχει ως αποτέλεσμα τη **νέκρωση** ενός μέρος του τοιχώματος της καρδιάς.
- Η βλάβη γίνεται κυρίως αντιληπτή σε κατάσταση κόπωσης όπου οι ανάγκες σε αιμάτωση είναι μεγαλύτερες και η αγγείωση δεν επαρκεί.
- Η αποφραγμένη περιοχή, κατά τη λειτουργία της καρδιάς, παρουσιάζει ηλεκτρικό κενό τη στιγμή που η υπόλοιπη καρδιά λειτουργεί κανονικά.
- Στο ΗΚΓ παρουσιάζεται είτε με σημαντικό κύμα Q είτε με ανύψωση του ST.

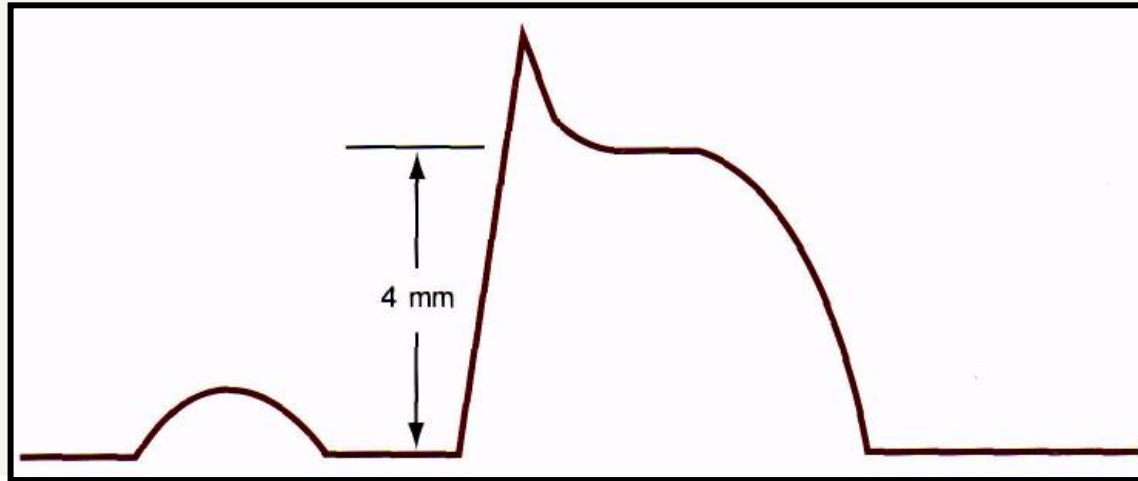
Έμφραγμα του μυοκαρδίου (2/3)



Εμφάνιση εμφράγματος:

- σημαντικό κύμα Q που έχει εύρος 0,04sec.
- σημαντικό κύμα Q με ύψος ίσο με το 1/3 του QRS.

Έμφραγμα του μυοκαρδίου (3/3)



Εμφάνιση εμφράγματος:

- Ανύψωση του ST ως ένδειξη εμφράγματος ~4mm.

Στηθαγχική κρίση

- Οφείλεται στην **παροδική ισχαιμία του μυοκαρδίου** από μία διαταραχή του ισοζυγίου «προσφορά και ζήτηση» του μυοκαρδίου σε οξυγόνο.
- Κυριότερη κλινική εκδήλωση της στεφανιαίας νόσου.
- **Κατά τη διάρκεια ηρεμίας:** Φυσιολογικό ΗΚΓ.
- **Κατά τη διάρκεια στηθαγχικής κρίσης:** Σημαντική κατάπτωση του ST (~3mm) κάτω από την ισοηλεκτρική γραμμή, στις απαγωγές V2-V6.



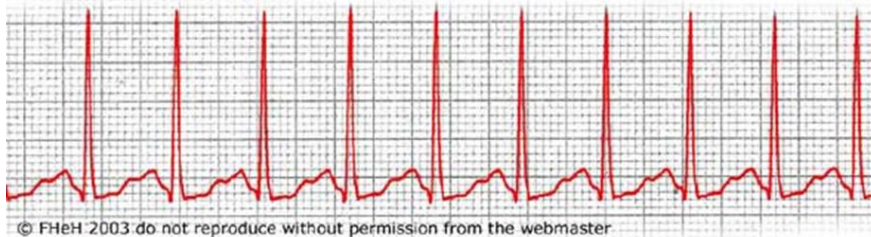
Καρδιακές αρρυθμίες

- Η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας είναι είτε μεγαλύτερη είτε μικρότερη από όσο απαιτείται για την άντληση του απαιτούμενου ποσού αίματος.
- Αίτια αρρυθμιών:
 - ✓ Παθολογικός ρυθμός του βηματοδότης
 - ✓ Μετατόπιση του βηματοδότη από τον φλεβόκομβο σε άλλα σημεία της καρδιάς.
 - ✓ Αποκλεισμός της μετάδοσης της διέγερσης.
 - ✓ Παθολογικές οδοί της μετάδοσης της διέγερσης μέσα από την καρδιά
 - ✓ Αυτόματη παραγωγή διεγέρσεων, σχεδόν από οποιοδήποτε σημείο της καρδιάς.



Ταχυκαρδία

- Περισσότερες από 100 συστολές ανά λεπτό (φυσιολογικά 60-100 χτύποι/λεπτό).
- Αίτια της ταχυκαρδίας:
 - **Αυξημένη θερμοκρασία του σώματος:** 18 συστολές / λεπτό για κάθε βαθμό Κελσίου.
 - **Διέγερση της καρδιάς,** για παράδειγμα η απλή εξασθένιση του μυοκαρδίου προκαλεί αύξηση της συχνότητας καθώς η εξασθενημένη καρδιά δεν αντλεί επαρκές αίμα προς τις αρτηρίες.
 - **Τοξικές καταστάσεις της καρδιάς.**



This is an ECG (electrocardiogram) of sinus tachycardia, the heart rate is 135bpm.

Παλμοί / λεπτό:
 $300 / 2,2 \approx 135$ παλμοί/λεπτό

Μαρμαρυγή των κοιλιών - Ventricular fibrillation

- Η βαρύτερη από όλες τις αρρυθμίες
- Οφείλεται σε διεγέρσεις της καρδιάς προς διάφορες κατευθύνσεις
- Πολλά μικρά τμήματα του μυοκαρδίου των κοιλιών συστέλλονται συγχρόνως, ενώ άλλα τμήματα βρίσκονται την ίδια στιγμή σε χάλαση (ηρεμία - διαστολή).

**Δεν υπάρχει συντονισμένη συστολή
ολόκληρου του μυοκαρδίου των κοιλιών.**



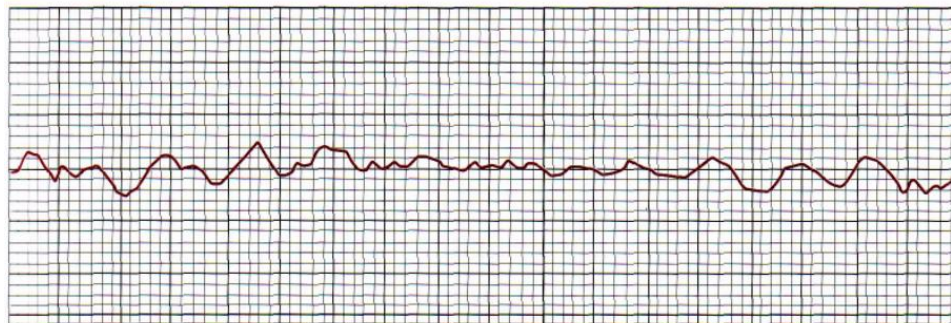
Μαρμαρυγή των κοιλιών

- **Αποτέλεσμα:**
 - Οι κοιλίες ούτε διευρύνονται ούτε και περιορίζεται, αλλά παραμένουν σε μία μέση κατάσταση μερικής συστολής.
 - Οι κοιλίες είτε δεν αντλούν καθόλου αίμα, είτε αντλούν αμελητέα ποσότητα αίματος.
- Μετά την έναρξη της μαρμαρυγής προκαλείται, μέσα σε 4-5sec, απώλεια συνείδησης του ατόμου.
- **Αιτία:**
 - Αιφνίδια επίδραση ηλεκτρικού ρεύματος στην καρδιά.
 - Ισχαιμία του μυοκαρδίου, του ειδικού συστήματος αγωγής της διέγερσης.



ΗΚΓ & Μαρμαρυγή των κοιλιών

- Πολύ παράδοξο σχήμα.
- Αρχικά, μεγάλες μάζες του μυοκαρδίου συστέλλονται συγχρόνως και αυτό προκαλεί ισχυρά αλλά μη κανονικά κύματα στο ΗΚΓ.
- Σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα, οι αδρές συστολές των κοιλιών εξαφανίζονται και εμφανίζονται ακανόνιστα κύματα με χαμηλό δυναμικό.
- **ΚΑΜΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ.**
- Αρχικά: 0,5mV και στη συνέχεια 0,2-0,3mV.



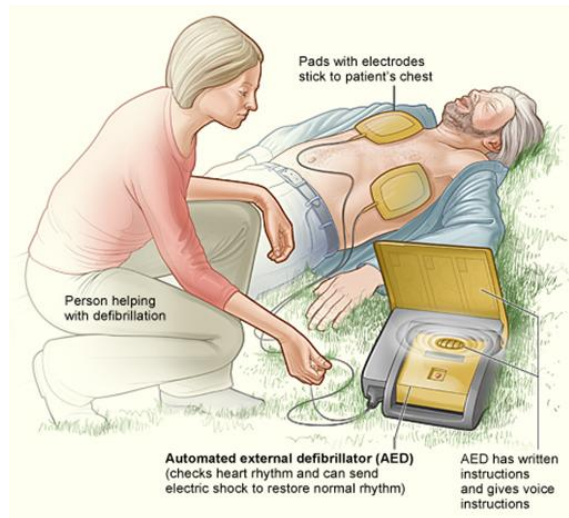
Μαρμαρυγή των κοιλιών – Απαγωγή ΙΙ

Απινίδωση των κοιλιών με ηλεκτρική εκκένωση

© Original Artist
Reproduction rights obtainable from
www.CartoonStock.com



"When I yell 'CLEAR' that doesn't mean you."

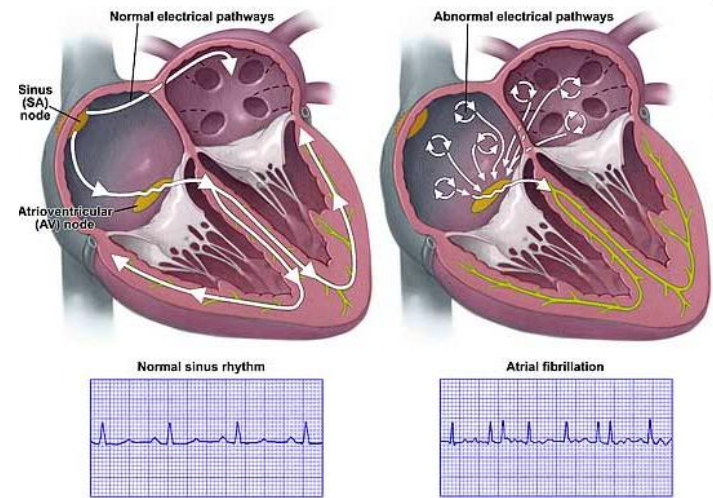


- Εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος στο θώρακα για την ανάταξη μαρμαρυγής των κοιλιών.
- Χιλιάδες Volts για λίγα msec.
- Το ρεύμα διαπερνά τις περισσότερες ίνες των κοιλιών.
- **Αποτέλεσμα:** Σύγχρονη διέγερση του μυοκαρδίου και εγκατάσταση ανερέθιστης περιόδου.
- Όλες οι διεγέρσεις αναστέλλονται, η δε καρδιά παραμένει σε ηρεμία για 3-5sec.
- Μετά η καρδιά αρχίζει να συστέλλεται με βηματοδότη τον φλεβόκομβο ή κάποιο άλλο σημείο της καρδιάς.



Κολπική μαρμαρυγή - Atriale fibrillation

- Παρόμοιος μηχανισμός με κοιλιακή μαρμαρυγή.
- Συχνά παρατηρείται ανεξάρτητα από την μαρμαρυγή των κοιλιών.
- Οι κόλποι δεν αντλούν αίμα.
- **Αποτέλεσμα:**
 - Οι κόλποι δεν αντλούν αίμα.
 - Το αίμα ρέει παθητικά από τους κόλπους στις κοιλίες.
 - Η αντλητική απόδοση των κόλπων μειώνεται κατά 20-30%.
- Το άτομο μπορεί να επιβιώνει για χρόνια, με μειωμένη όμως αντλητική απόδοση της καρδιάς.



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

