

# Φυσιολογία Καρδιάς

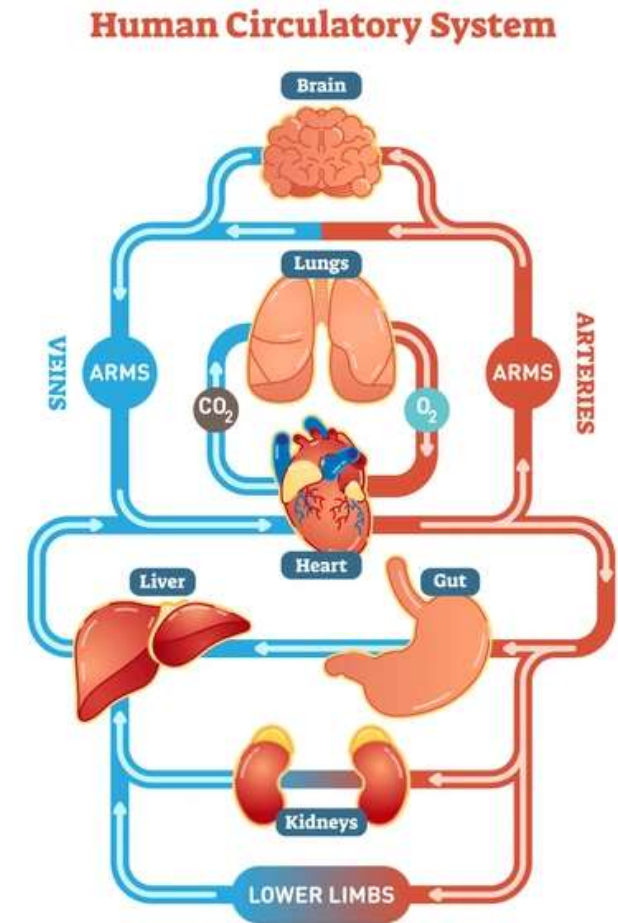
PT\_103

# Σύνοψη

- Βασική ανατομία και λειτουργία της καρδιάς
- Καρδιακός ρυθμός
- Αρτηριακή πίεση σε ηρεμία και κατά την άσκηση
- Ηλεκτροκαρδιογραφήμα (ECG)

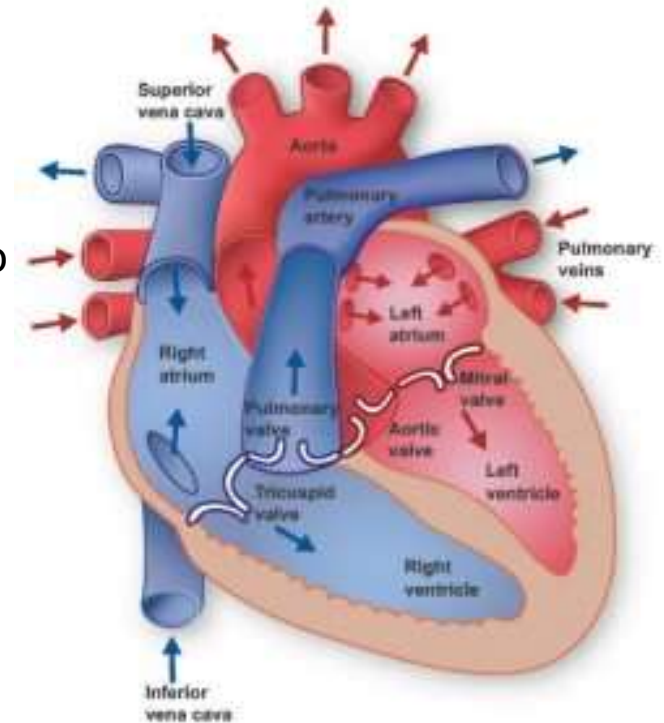
# Η οργάνωση της κυκλοφορίας

- Η κυκλοφορία αποτελείται από: μια αντλία (καρδιά) και μια σειρά διασυνδεδεμένων σωλήνων (τα αιμοφόρα αγγεία)
- Το αίμα αντλείται από τη δεξιά πλευρά της καρδιάς στους πνεύμονες (πνευμονική κυκλοφορία) και στη συνέχεια από την αριστερή πλευρά της καρδιάς στο σώμα (συστημική κυκλοφορία).
- Η δραστηριότητα άντλησης της καρδιάς αυξάνει την πίεση της αρτηρίας πάνω από αυτή των άλλων μεγάλων φλεβών που βρίσκονται σε ατμοσφαιρική πίεση.
- Η αρτηριακή πίεση λοιπόν είναι υπεύθυνη τη ροή του αίματος στη συστηματική κυκλοφορία.
- Ομοίως, το αίμα ρέει μέσω των πνευμόνων επειδή η πίεση στις πνευμονικές αρτηρίες είναι μεγαλύτερη από αυτή στις πνευμονικές φλέβες.



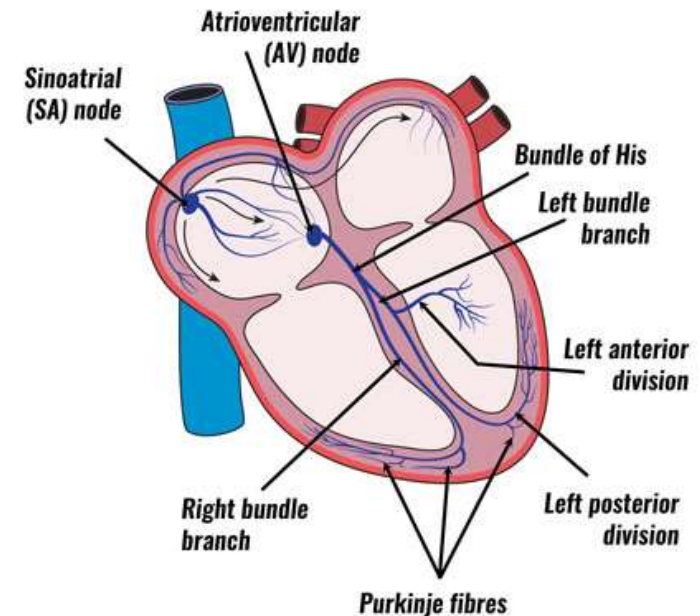
# Η Ανατομία της Καρδιάς

- Η καρδιά είναι ανάλογη με το σώμα και περίπου το μέγεθος μιας σφιγμένης γροθιάς.
- Η καρδιά αποτελείται από τέσσερις μυϊκούς θαλάμους, **δύο κόλπους** και **δύο κοιλίες** που είναι δίπλα-δίπλα χωρισμένες από ένα λεπτό μυϊκό χώρισμα που ονομάζεται **διάφραγμα**.
- Κόλποι – θάλαμοι με λεπτά τοιχώματα που λαμβάνουν αίμα από τις μεγάλες φλέβες και το μεταφέρουν στις κοιλίες.
- Τα τοιχώματα των κοιλιών είναι πολύ παχύτερα με την αριστερή κοιλία να είναι πιο παχιά.
- Οι κόλποι διαχωρίζονται από τις κοιλίες με ένα ινώδες διάφραγμα που περιέχει τις τέσσερις καρδιακές βαλβίδες, τις κολποκοιλιακές βαλβίδες και τις αορτικές και πνευμονικές βαλβίδες.
- Ο μυς της καρδιάς ονομάζεται **μυοκάρδιο**.



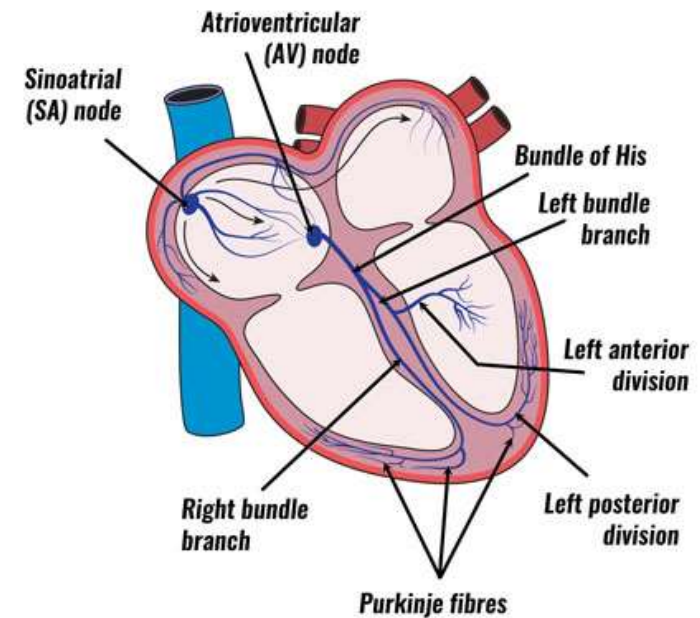
# Η έναρξη του καρδιακού παλμού

- Ο ρυθμικός παλμός της καρδιάς διατηρείται από διεγερτικά σήματα που παράγονται μέσα στην ίδια την καρδιά.
- Υπό συνθήκες, η καρδιά θα συνεχίσει να χτυπά ρυθμικά μετά την απομάκρυνση από το σώμα.
- Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται αυτορυθμιστικότητα (autorhythmicity).
- Για να είναι η καρδιά μια αποτελεσματική αντλία, πρέπει να συντονιστούν οι συσπάσεις των μυοκαρδιακών κυττάρων των κόλπων και των κοιλιών.
- Αυτό επιτυγχάνεται μέσω εξειδικευμένου αγωγίμου ιστού αγωγής ηλεκτρικών σημάτων.



# Δυνατότητες βηματοδότη και διέγερση του μυοκαρδίου

- Αν και όλα τα κύτταρα του μυοκαρδίου μπορούν να εμφανίσουν αυθόρμητη ηλεκτρική δραστηριότητα (κύτταρα βηματοδότη), κανονικά μόνο τα κύτταρα του φλεβοκόμβου (SA node) εμφανίζουν τέτοια δραστηριότητα.
- Αυτά τα κύτταρα βρίσκονται εντός του τοιχώματος του δεξιού κόλπου στο άνοιγμα της άνω κοίλης φλέβας, στον φλεβοκόμβο (the sinoatrial (SA) node).
- Ελλείψει οποιασδήποτε εξωτερικού νευρικού ερεθίσματος, τα κύτταρα του φλεβοκόμβου θα ρυθμίσουν την καρδιά με ρυθμό περίπου 100 bpm. Με άλλα λόγια, ο φλεβοκόμβος δημιουργεί αυθόρμητα ένα δυναμικό δράσης κάθε 600 ms περίπου.



# Όγκοι αίματος

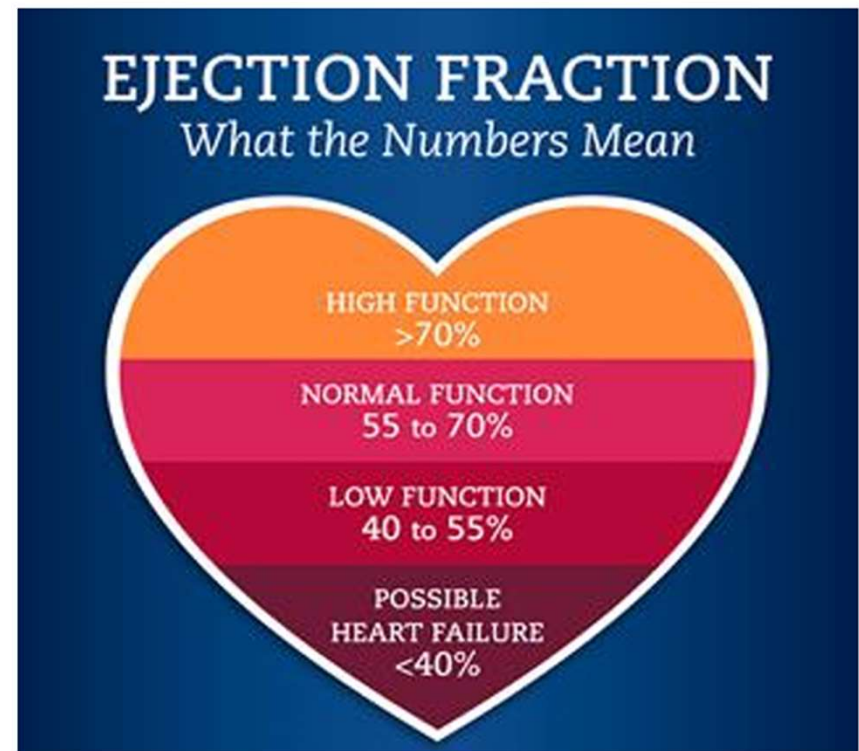
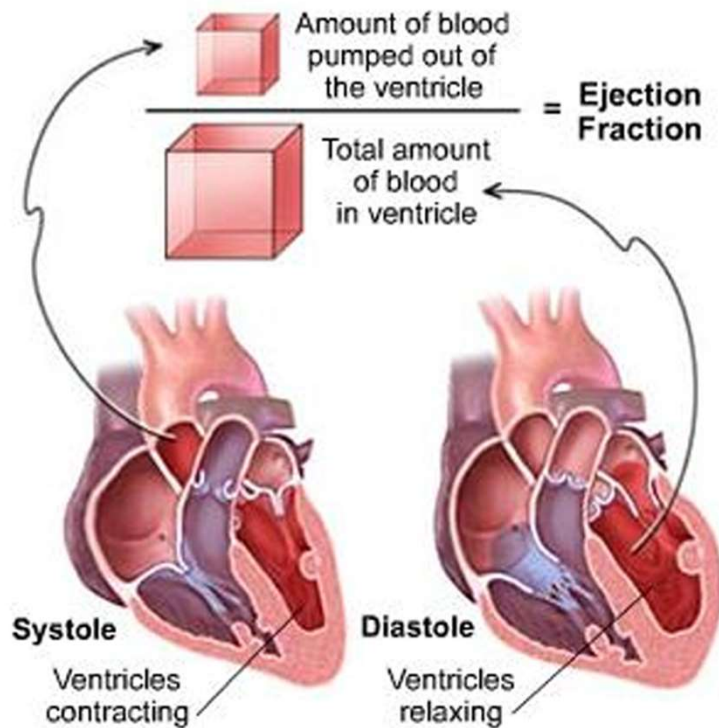
- Κατά τη διάρκεια της διαστολής, η πλήρωση των κοιλιών αυξάνει φυσιολογικά τον όγκο της κάθε κοιλίας κατά 110– 120 ml.
- Ο όγκος αυτός είναι γνωστός ως τελοδιαστολικός όγκος.
- Στη συνέχεια, κατά την εκκένωση των κοιλιών, ο όγκος της κάθε κοιλίας ελαττώνεται κατά 70 ml περίπου. Ο όγκος αυτός καλείται καρδιακός όγκος παλμού (stroke volume).
- Ο υπόλοιπος όγκος κάθε κοιλίας, που είναι 40– 50 ml περίπου, λέγεται τελοσυστολικός όγκος.
- Το ποσοστό του τελοδιαστολικού όγκου που διοχετεύεται από κάθε κοιλία στη σύστοιχη αρτηρία, λέγεται κλάσμα ή ποσοστό εξωθήσης (ή διοχέτευσης) και συνήθως είναι περίπου 60 %.

Έτσι έχουμε ότι:

$$\text{Κλάσμα εξωθήσης (ΚΕ)\%} = \frac{\text{όγκος παλμού}}{\text{τελοδιαστολικός όγκος}} \cdot 100\%$$



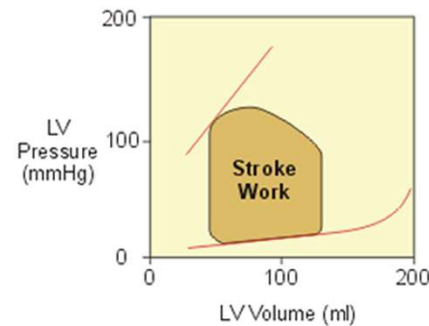
# Κλάσμα Εξώθησης – Εύρος τιμών





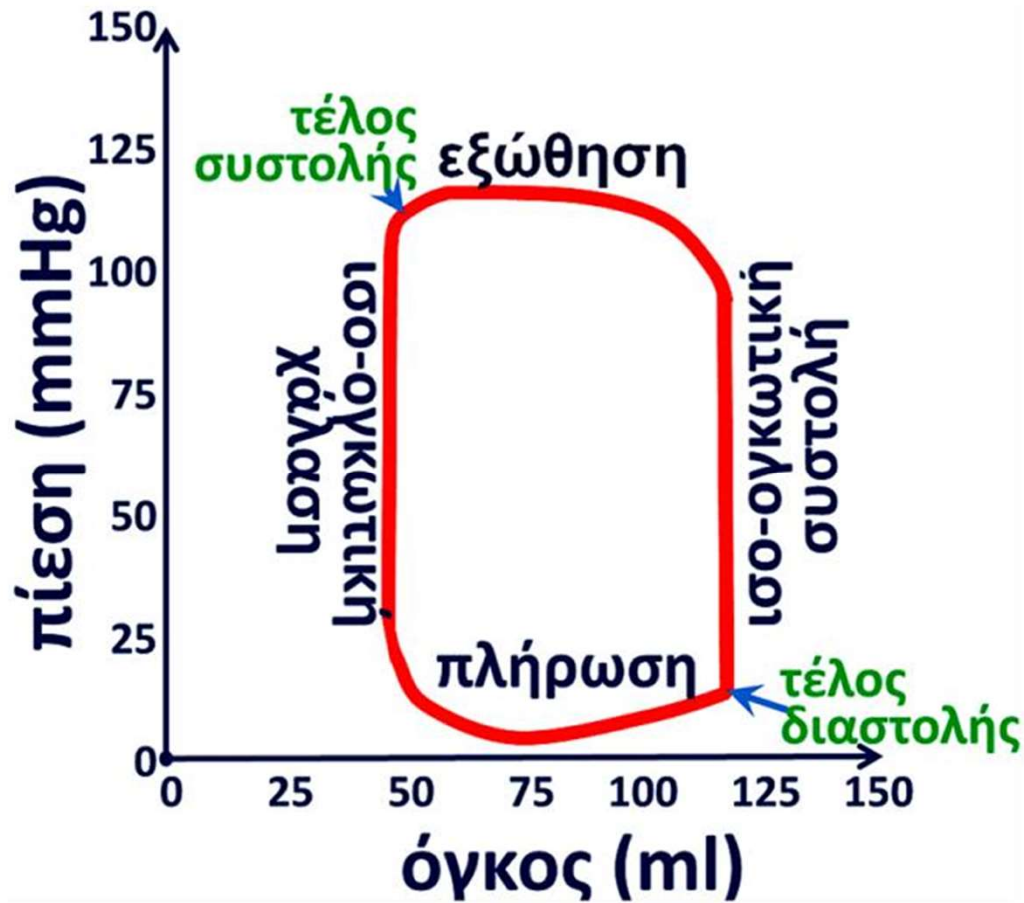
# Καρδιά – Μηχανικό έργο

- Το **μηχανικό έργο ανά καρδιακό παλμό (stroke work)** είναι το ποσό της ενέργειας το οποίο η καρδιά μετατρέπει σε μηχανικό έργο σε κάθε καρδιακό παλμό, κατά την άντληση του αίματος προς τις αρτηρίες.



- Το **μηχανικό έργο ανά λεπτό (cardiac minute work)** είναι το ολικό ποσό της ενέργειας που μετατρέπεται σε μηχανικό έργο μέσα σε ένα λεπτό και που ισούται με το μηχανικό έργο ανά καρδιακό παλμό επί τη συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας.
- Δηλαδή ισχύει:  $W_{\min} = W_{\text{pulse}} \times \text{BPM}$

# Καμπύλη πίεσης-όγκου



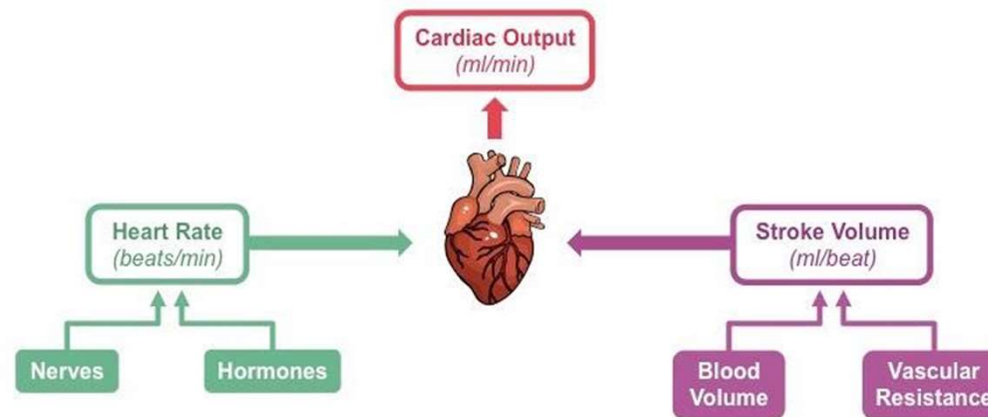
# Καρδιακή παροχή

- Η καρδιακή παροχή (cardiac output) ορίζεται ως η ποσότητα του αίματος που εξωθείται από την καρδιά κατά την διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος, διηρημένου ως προς το διάστημα αυτό.

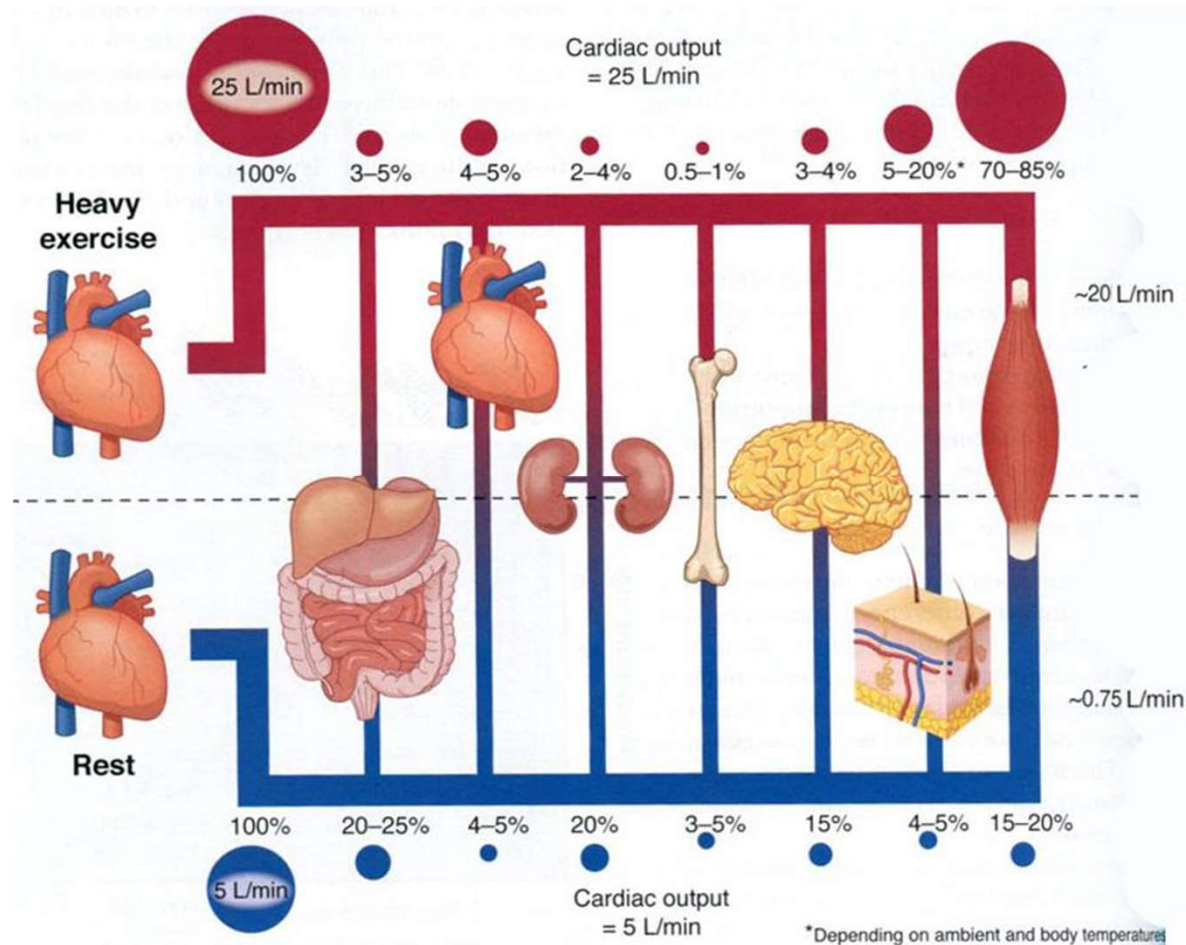
Δηλαδή ισχύει:

$$\text{Καρδιακή Παροχή (ΚΠ)} = \text{Όγκος Παλμού (ΟΠ)} \times \text{BPM}$$

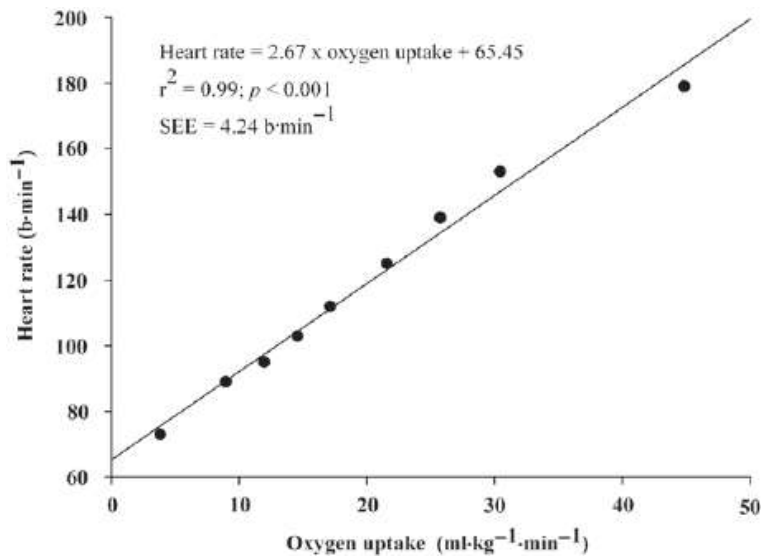
(ml/min)                      (ml/pulse)                      (pulse/min)



# Καρδιακή Παροχή στα Διάφορα όργανα

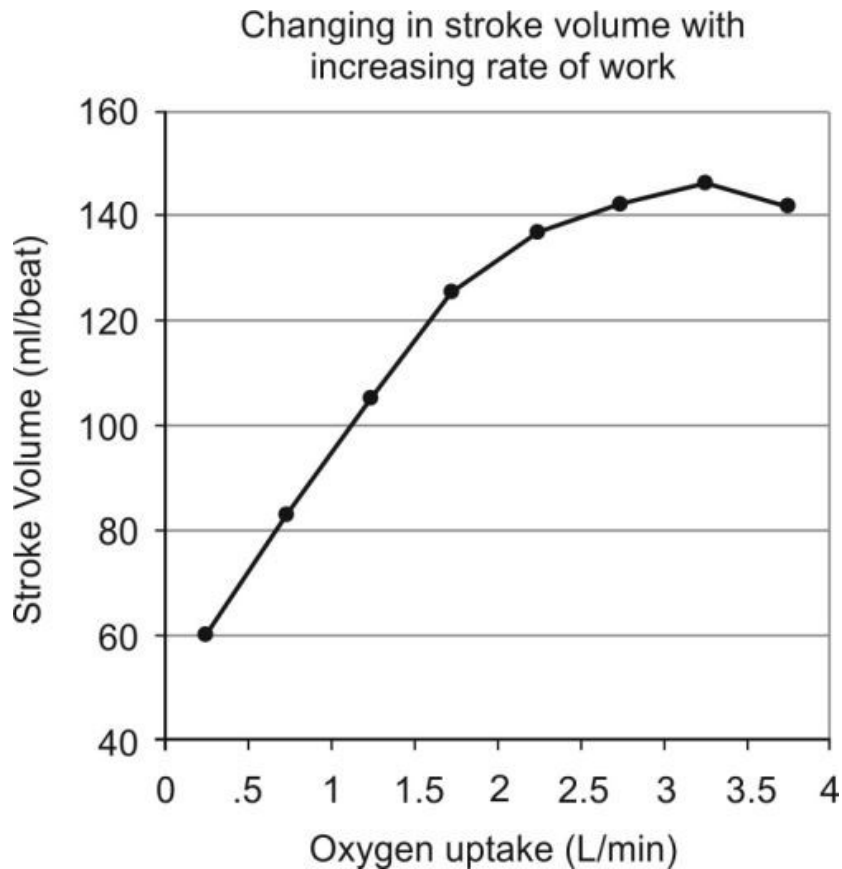


# Καρδιακός ρυθμός (HR)



- Ο καρδιακός ρυθμός αυξάνεται με γραμμικό τρόπο μέχρι να πλησιάσει το μέγιστη τιμή της
- Ο καρδιακός ρυθμός καθορίζεται από την ηλικία. Ο εκτιμώμενος HR έχει 1SD = ± 10bpm
- Αυτόματη αύξηση πριν από την άσκηση

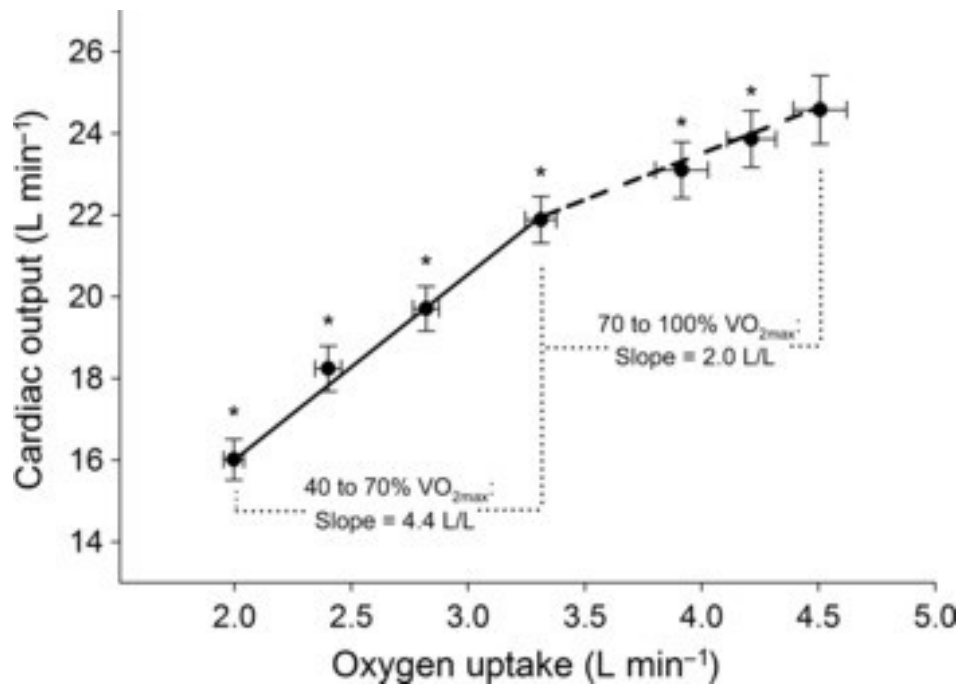
# Καρδιακός Όγκος Παλμού (Stroke volume)



Παράγοντες που καθορίζουν το SV:

- Ο όγκος του αίματος επιστρέφει στην καρδιά - preload
- Ικανότητα των κοιλιών να διαστέλλονται
- Συσταλτικότητα των κοιλιών
- Αορτική πίεση - afterload

# Καρδιακή Παροχή



- Η καρδιακή παροχή αυξάνεται με γραμμικό τρόπο με VO
- Καθώς η ένταση της άσκησης αυξάνεται, ο χρόνος πλήρωσης της αριστερής κοιλίας μειώνεται αλλά η φλεβική επιστροφή ↑ λόγω της φλεβικής συστολής, της μυϊκής αντλίας και της αναπνευστικής αντλίας.
- Η Καρδιακή παροχή (όχι περιφερειακοί παράγοντες) είναι περιοριστικός παράγοντας στη μέγιστη άσκηση



# Καρδιακή Παροχή {Cardiac output (CO)}

- Σε έναν ενήλικο άνθρωπο σε ηρεμία, το CO είναι μεταξύ 4-7 λίτρων  $\text{min}^{-1}$
- Η καρδιακή παροχή μειώνεται στον ύπνο και αυξάνεται μετά από ένα βαρύ γεύμα ή από φόβο ή ενθουσιασμό.
- Μια πολύ μεγαλύτερη αύξηση του CO (έως και έξι φορές) παρατηρείται κατά τη διάρκεια της άσκησης.
- Η φλεβική επιστροφή είναι ο όγκος του αίματος που επιστρέφει στην καρδιά από τα αγγεία κάθε λεπτό και είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με το CO.
- Αλλαγές είτε στον καρδιακό ρυθμό ή στην καρδιακό όγκο παλμού (ή και των δύο) θα επιφέρουν αλλαγές στην καρδιακή παροχή.
- Η ρύθμιση του CO επιτυγχάνεται με ορμόνες, αυτόνομα νεύρα και εγγενείς μηχανισμούς της καρδιάς.

# ΜΑΠ & ΤΠΡ

- Η **μέση αρτηριακή πίεση (ΜΑΠ)** είναι ένας χρονικά σταθμισμένος μέσος όρος της αρτηριακής πίεσης σε έναν ολόκληρο καρδιακό κύκλο.
- $ΜΑΠ = \text{διαστολική πίεση} + 1/3 (\text{παλμική πίεση} *)$
- Η **συνολική περιφερική αντίσταση (ΣΠΑ)** είναι το άθροισμα όλων των αγγειακών αντιστάσεων εντός της συστηματικής κυκλοφορίας. Καθορίζεται από το ιξώδες του αίματος και τη συνολική επιφάνεια διατομής των αγγείων που διαχέονται.
- Η ροή μέσω της κυκλοφορίας είναι η καρδιακή παροχή, επομένως η σχέση μεταξύ της **μέσης αρτηριακής πίεσης**, της **καρδιακής παροχής** και της **συνολικής περιφερικής αντίστασης** δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

**Μέσης Αρτηριακή Πίεση = καρδιακή παροχή \* συνολική περιφερική αντίσταση**

\* Παλμική πίεση είναι η διαφορά μεταξύ SBP και DBP

# Συνολική Περιφερικής Αντίστασης

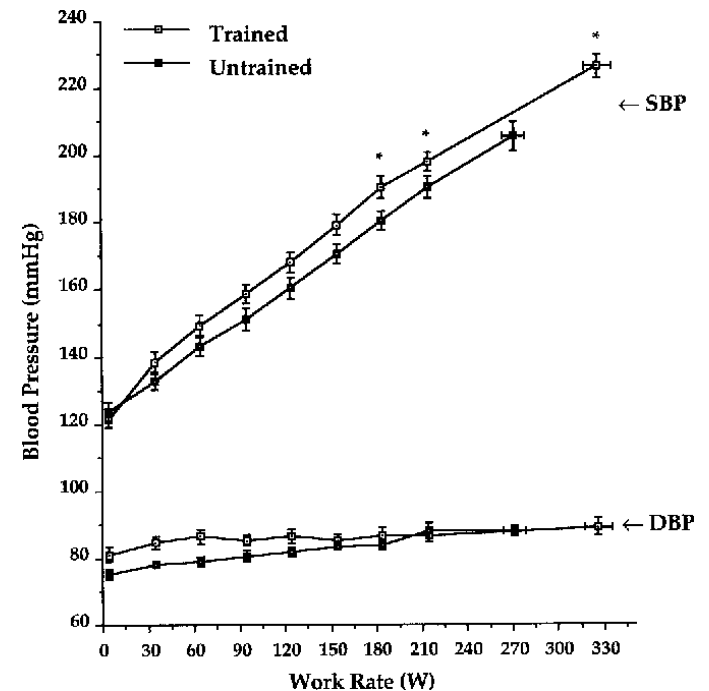
$$\text{MAP (BP)} = \text{CO} \times \text{TPR}$$

During exercise TPR ↓ and CO ↑↑

MAP ↑ because the increase in CO more than offsets the decrease in TPR

# Απόκριση Αρτηριακής Πίεσης στην άσκηση διαβαθμισμένης έντασης

- Η ΑΠ είναι ανάλογη με το γινόμενο της καρδιακής παροχής και της συνολικής περιφερικής αντίστασης.
- Η συστολική αρτηριακή πίεση (SBP) είναι η πίεση στις αρτηρίες κατά τη διάρκεια της κοιλιακής συστολής και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την αλλαγή της καρδιακής παροχής.
- Η διαστολική αρτηριακή πίεση (DBP) είναι η πίεση στις αρτηρίες όταν η καρδιά είναι χαλαρή και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την συνολική περιφερική αντίσταση.
- Κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα αγγεία στις μεγάλες μυϊκές ομάδες διαστέλλονται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντίσταση. Αντίθετα σε λιγότερο μεταβολικά ενεργό ιστό, τα αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται, αυξάνοντας την αντίσταση.
- Ως εκ τούτου, κατά τη διάρκεια της διαβαθμισμένης άσκησης, η συνολική περιφερική αντίσταση μπορεί να πέσει ελαφρά, αλλά λόγω της αύξησης της καρδιακής παροχής, η διαστολική πίεση παραμένει σχετικά αμετάβλητη



# Πώς είναι η φυσιολογική αρτηριακή πίεση (ΑΠ)?

- Σε έναν νεαρό ενήλικα σε κατάσταση ηρεμίας, η συστολική πίεση είναι περίπου 120 mmHg ενώ η διαστολική είναι περίπου 80 mmHg, συνήθως γραμμένη ως 120/80 mmHg.
- Η διαφορά μεταξύ της συστολικής και της διαστολικής πίεσης (40 mmHg) ονομάζεται παλμική πίεση.
- Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την αρτηριακή πίεση ακόμη και σε κατάσταση ηρεμίας και ο πιο προφανής είναι η ηλικία.
- Μέχρι την ηλικία των 70 ετών, η ΑΠ είναι κατά μέσο όρο (180/90 mmHg).
- Αυτή η σημαντική αύξηση οφείλεται στη μείωση της ελαστικότητας των αρτηριών που προκαλείται συνήθως από την αθηροσκλήρωση.

## Ταξινόμηση και διαχείριση της αρτηριακής πίεσης για ενήλικες

BP classification	SBP mmHg	DBP mmHg	Lifestyle Modification	Initial Drug Therapy	
				Without Compelling Indication	With Compelling Indication
Normal	< 120	And <80	Encourage		
Prehypertension	120-139	Or 80-89	Yes	No hypertensive drug indicated	Drug(s) for compelling indications
Stage 1 Hypertension	140-159	Or 90-99	Yes	Antihypertensiv e drug(s) indicated	Drug(s) for compelling indications. Other antihypertensiv e drugs, as needed.
Stage 2 Hypertension	≥160	Or ≥ 100	Yes	Antihypertensiv e drug(s) indicated. Two-drug combination for	

## Relative Contribution of HR & SV to CO as a result of Postural Changes

e.g. at rest

Supine HR – 50bpm

Sitting HR – 55bpm

Upright HR – 60bpm

When venous return  $\uparrow$  then preload  $\uparrow$  and consequently, SV  $\uparrow$  and HR  $\downarrow$ .

### HOW TO

### Assess Resting Blood Pressure

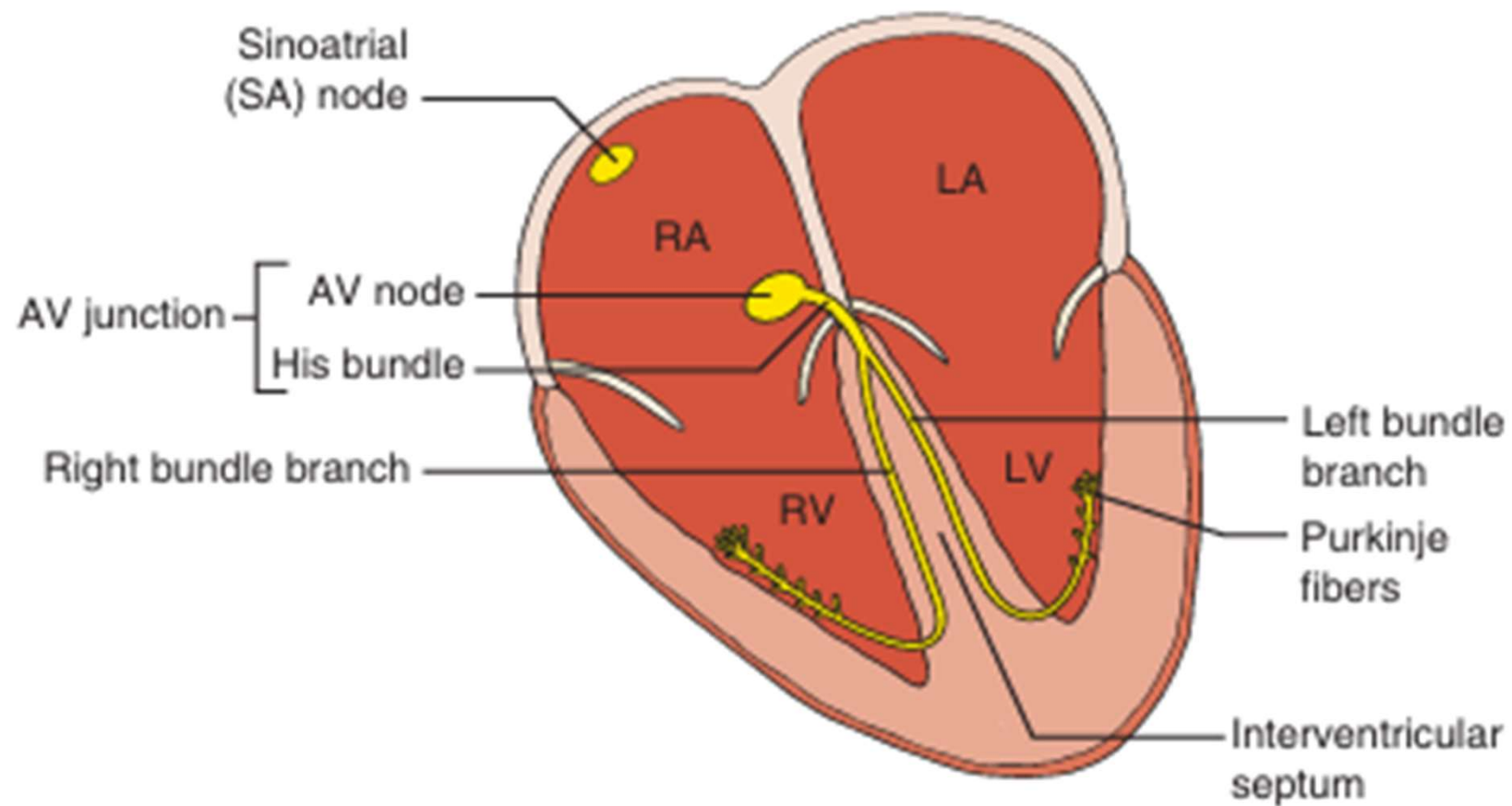
1. Patients should be seated quietly for at least 5 min in a chair with back support (rather than on an examination table) with their feet on the floor and their arm supported at heart level. Patients should refrain from smoking cigarettes or ingesting caffeine for at least 30 min preceding the measurement.
2. Measuring supine and standing values may be indicated under special circumstances.
3. Wrap cuff firmly around upper arm at heart level; align cuff with brachial artery.
4. The appropriate cuff size must be used to ensure accurate measurement. The bladder within the cuff should encircle at least 80% of the upper arm. Many adults require a large adult cuff.
5. Place stethoscope chest piece below the antecubital space over the brachial artery. Bell and diaphragm side of chest piece seem to be equally effective in assessing BP (24). Avoid using the thumb to secure the stethoscope against the arm as this may allow the evaluator's pulse to be detected through the stethoscope.
6. Quickly inflate cuff pressure to 20 mm Hg above first Korotkoff sound.
7. Slowly release pressure at rate equal to 2–5 mm Hg  $\cdot$  s<sup>-1</sup>.
8. SBP is the point at which the first of two or more Korotkoff sounds is heard (phase 1), and DBP is the point before the disappearance of Korotkoff sounds (phase 5).
9. At least two measurements should be made (minimum of 1 min apart), and the average should be taken.
10. BP should be measured in both arms during the first examination. Higher pressure should be used when there is consistent interarm difference.
11. Provide to patients, verbally and in writing, their specific BP numbers and BP goals.

Modified from American College of Sports Medicine. *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*. 5th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer; 2018. 177 p.



# Το Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ)

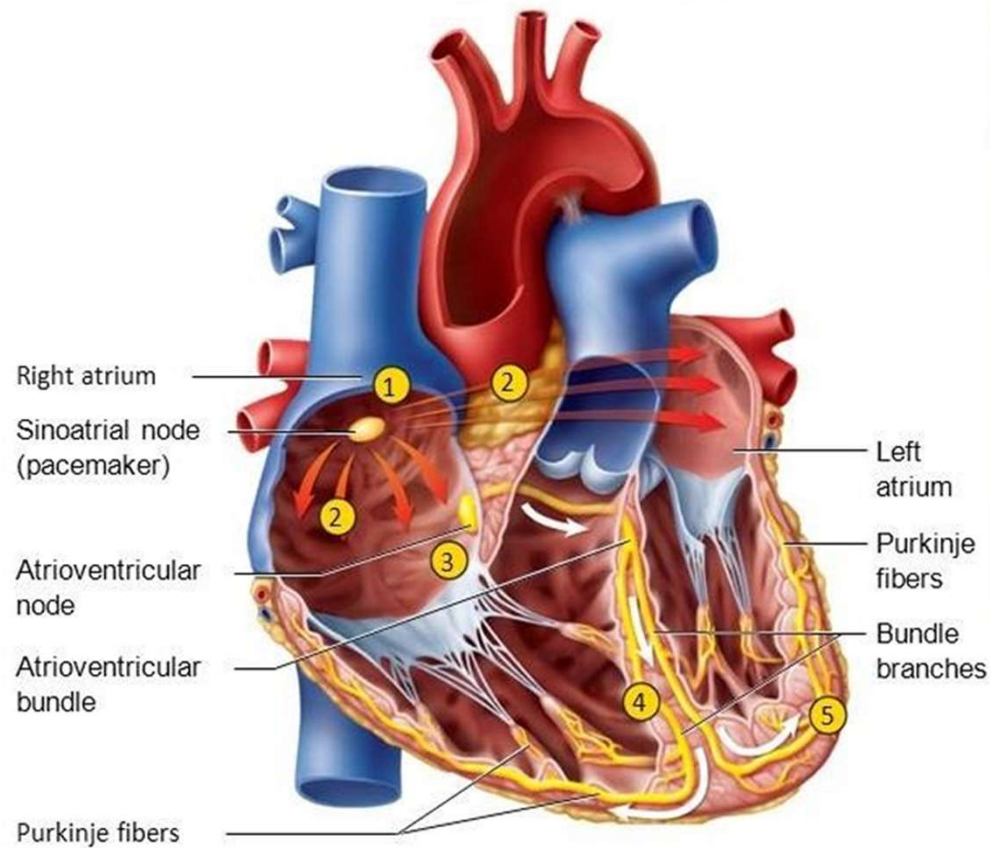
- **Ηλεκτροκαρδιογράφημα** είναι η καταγραφή με τη μορφή γραφικής παράστασης της **ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς**.
- Διενεργείται με τη χρήση ηλεκτροδίων που εφαρμόζονται στην επιφάνεια του σώματος και ανιχνεύουν το μέγεθος και τη διεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου στο μυοκάρδιο.
- Η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων σε διαφορετικά μέρη του σώματος επιτρέπει την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς από διάφορες γωνίες, όπως η λήψη φωτογραφιών από διαφορετικές γωνίες καταγράφει διαφορετικές όψεις ενός αντικειμένου.



# Γιατί το ΗΚΓ είναι τόσο χρήσιμο?

- Διάγνωση επικίνδυνων καρδιακών ηλεκτρικών διαταραχών που προκαλούν βραδύ/ταχυαρρυθμίες
- Παροχή άμεσων πληροφοριών σχετικά με κλινικά σημαντικά προβλήματα, όπως ισχαιμία/έμφραγμα του μυοκαρδίου, διαταραχές ηλεκτρολυτών και τοξικότητα φαρμάκων, καθώς και υπερτροφία και άλλους τύπους υπερφόρτωσης καρδιακών θαλάμων.

# Η καρδιακή ηλεκτροφυσιολογία

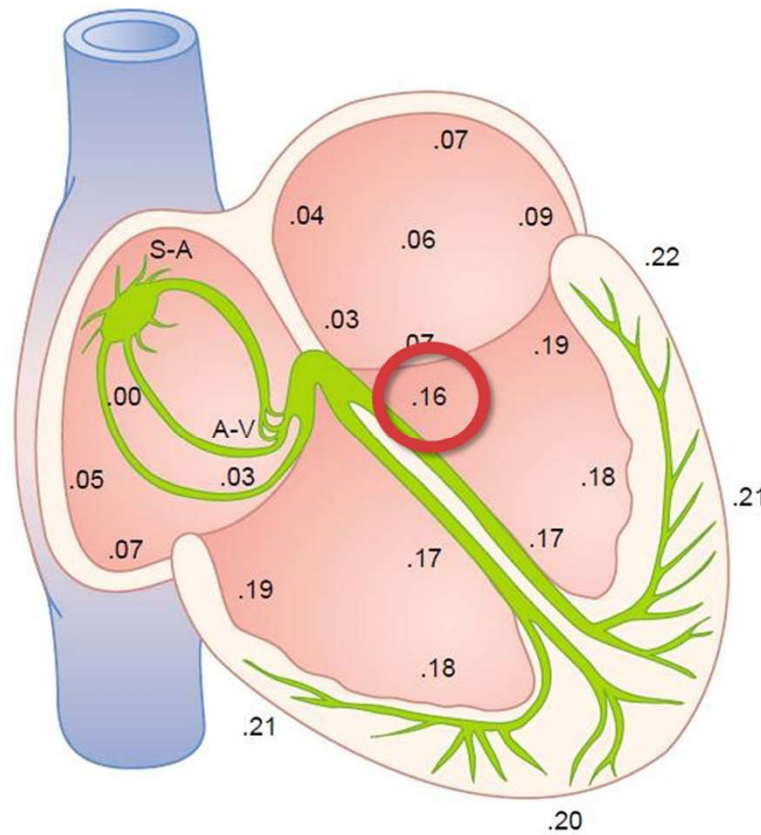


- 1 SA node fires.
- 2 Excitation spreads through atrial myocardium.
- 3 AV node fires.
- 4 Excitation spreads down AV bundle.
- 5 Purkinje fibers distribute excitation through ventricular myocardium.

# Το ηλεκτρικό σύστημα της καρδιάς



# Μετάδοση του ερεθίσματος μέσα στην καρδιά - Χρόνοι

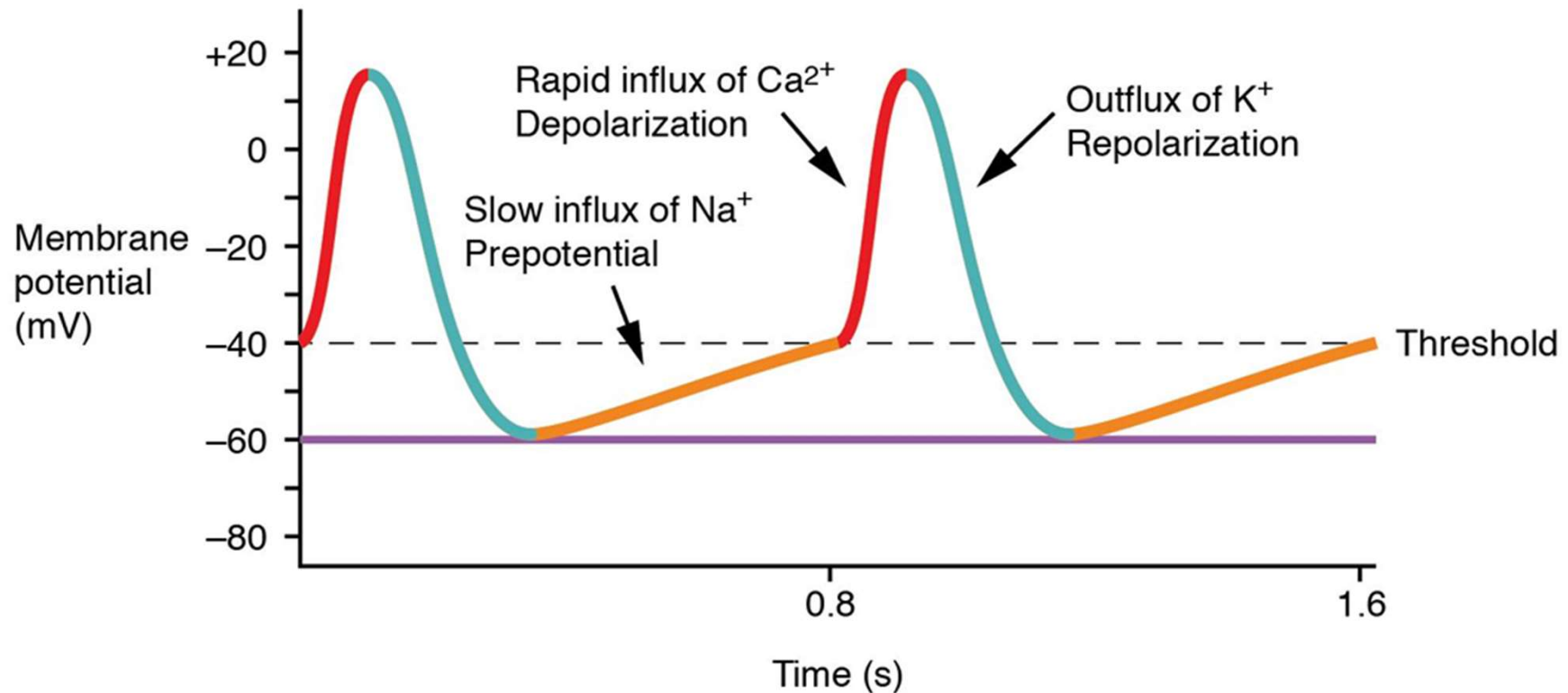


# Εκπόλωση μυοκαρδιακών κυττάρων

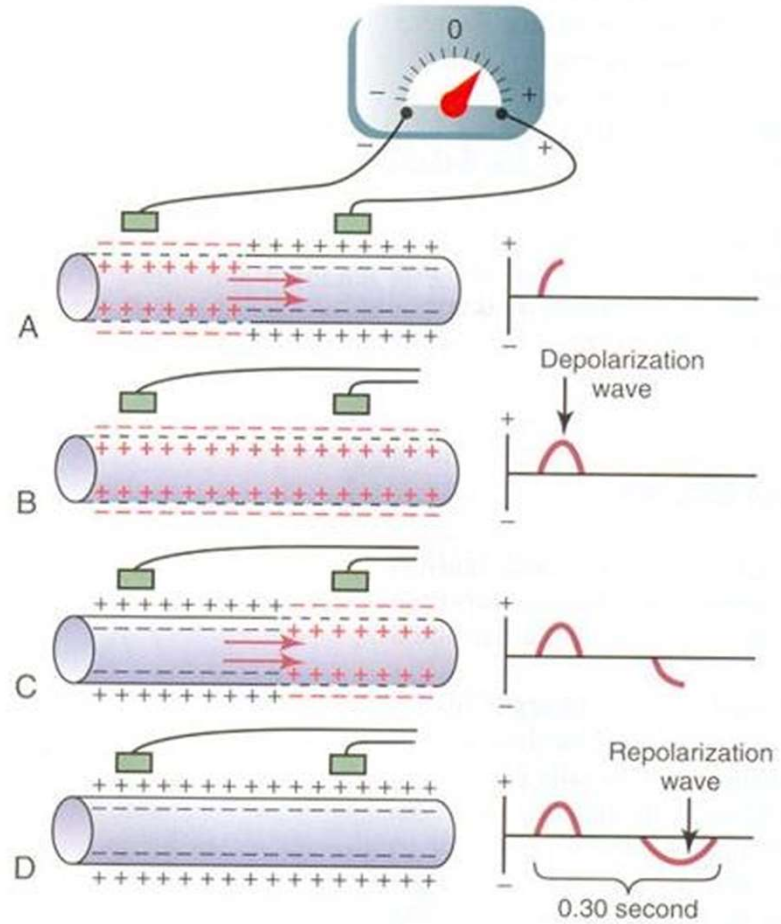
- Κατά τη φάση ηρεμίας οι καρδιακές ίνες είναι πολωμένες. Στο εσωτερικό της κυτταρικής τους μεμβράνης είναι αρνητικά φορτισμένες.
- Το εσωτερικό των καρδιακών μυϊκών ινών που είναι αρνητικά φορτισμένο φορτίζεται θετικά κατά τη διέγερση προς συστολή.
- Η ηλεκτρική διέγερση των καρδιακών μυϊκών ινών ονομάζεται εκπόλωση και αποτέλεσμα αυτής είναι η συστολή των καρδιακών μυϊκών ινών.
- Η εκπόλωση μπορεί να περιγραφεί ως κύμα θετικών φορτίων που κατακλύζουν τις μυοκαρδιακές ίνες.
- Η ηλεκτρική δραστηριότητα που προκύπτει από την κίνηση των ιόντων διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης καλείται δυναμικό ενέργειας



# Δυναμικό ενέργειας κυττάρου φλεβόκομβου

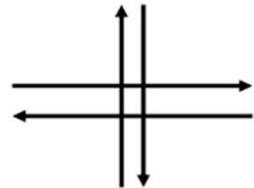
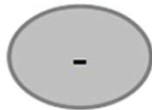


# Εκπόλωση και Επαναπόλωση

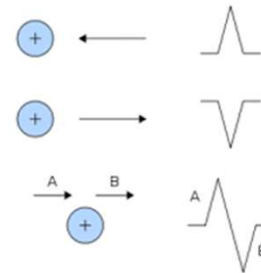
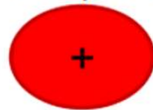


# Επάρματα εκπόλωσης και επαναπόλωσης

Αρνητικό Ηλεκτρόδιο



Θετικό Ηλεκτρόδιο



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

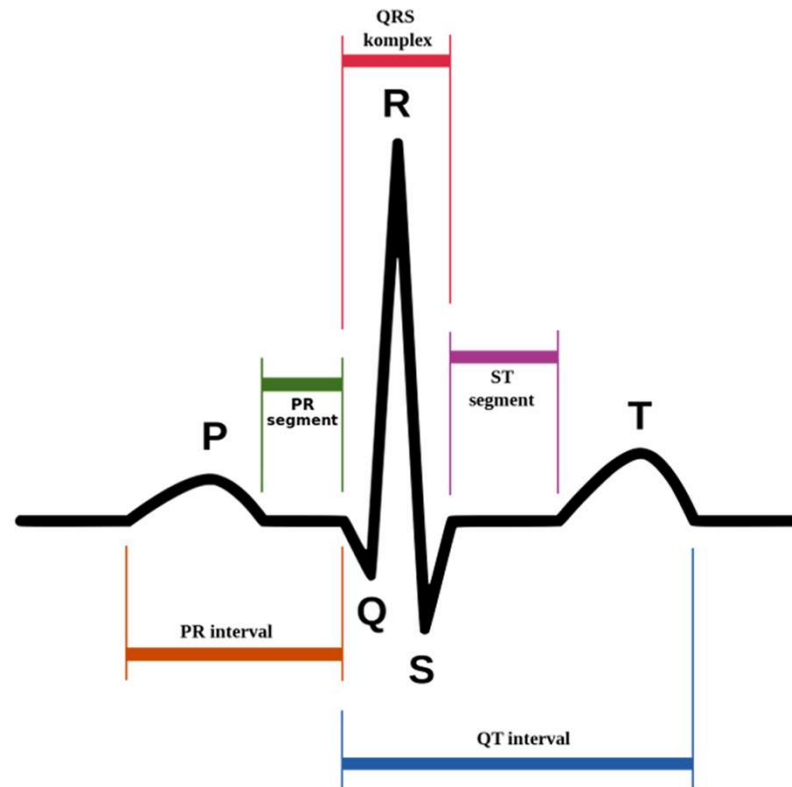
# Πληροφορίες ΗΚΓ

- Το ΗΚΓ αντανakλά τα ηλεκτρικά γεγονότα που σχετίζονται με την καρδιακή διέγερση και παρέχει πληροφορίες σχετικά με:
  - τον ανατομικό προσανατολισμό της καρδιάς
  - τα σχετικά μεγέθη των καρδιακών κοιλοτήτων
  - την καρδιακή συχνότητα
  - το ρυθμό
  - την παραγωγή και την αγωγή της διέγερσης
  - τις διαταραχές στα παραπάνω γεγονότα ανεξάρτητα από το αν οφείλονται σε ανατομικές, μηχανικές, μεταβολικές ή κυκλοφορικές ατέλειες
  - Τις αλλαγές στις ηλεκτρολυτικές συγκεντρώσεις και την επίδραση ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών

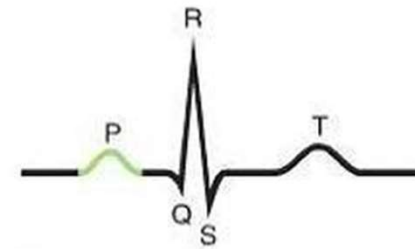
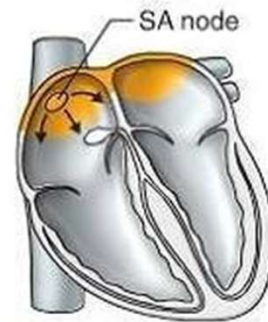
# Πληροφορίες ΗΚΓ

- Το ΗΚΓ, όμως, δεν παρέχει άμεσες πληροφορίες σχετικά με τη συστολή και την αντλητική ικανότητα της καρδιάς. Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να κριθούν με βάση την πίεση του αίματος, την καρδιακή παροχή, τους καρδιακούς ήχους κ.ά

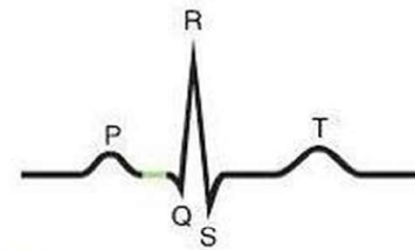
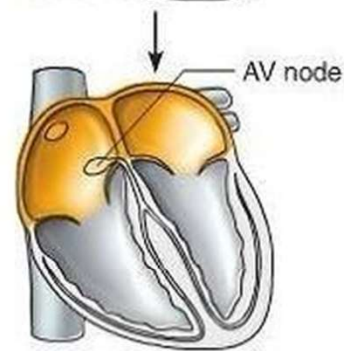
# ΗΚΓ - Φυσιολογική μορφή



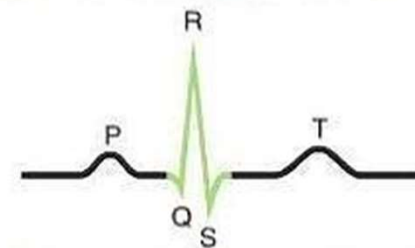
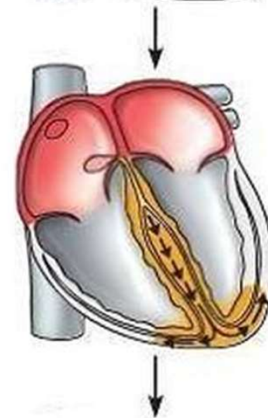
# Συσχέτιση συστολών και επαρμάτων



① Atrial depolarization, initiated by the SA node, causes the P wave.



② With atrial depolarization complete, the impulse is delayed at the AV node.

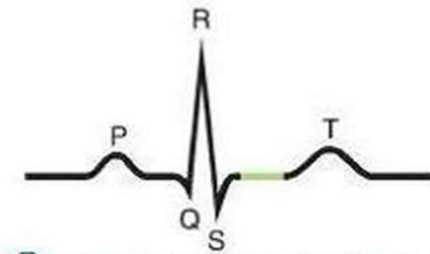
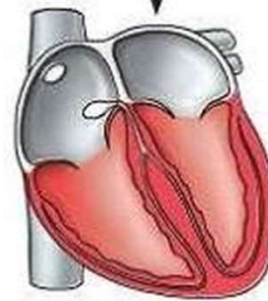
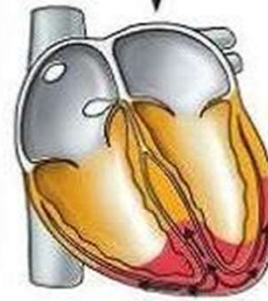
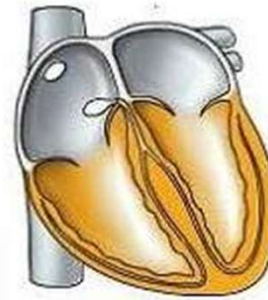


③ Ventricular depolarization begins at apex, causing the QRS complex. Atrial repolarization occurs.

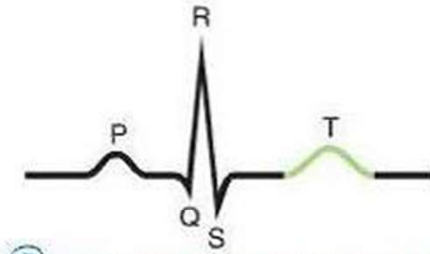
■ Depolarization    ■ Repolarization



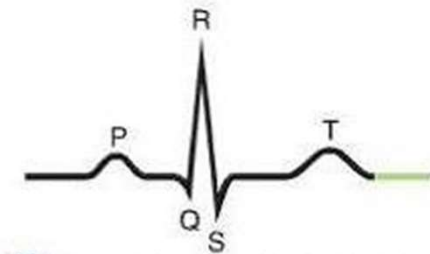
# Συσχέτιση συστολών και επαρμάτων



④ Ventricular depolarization is complete.



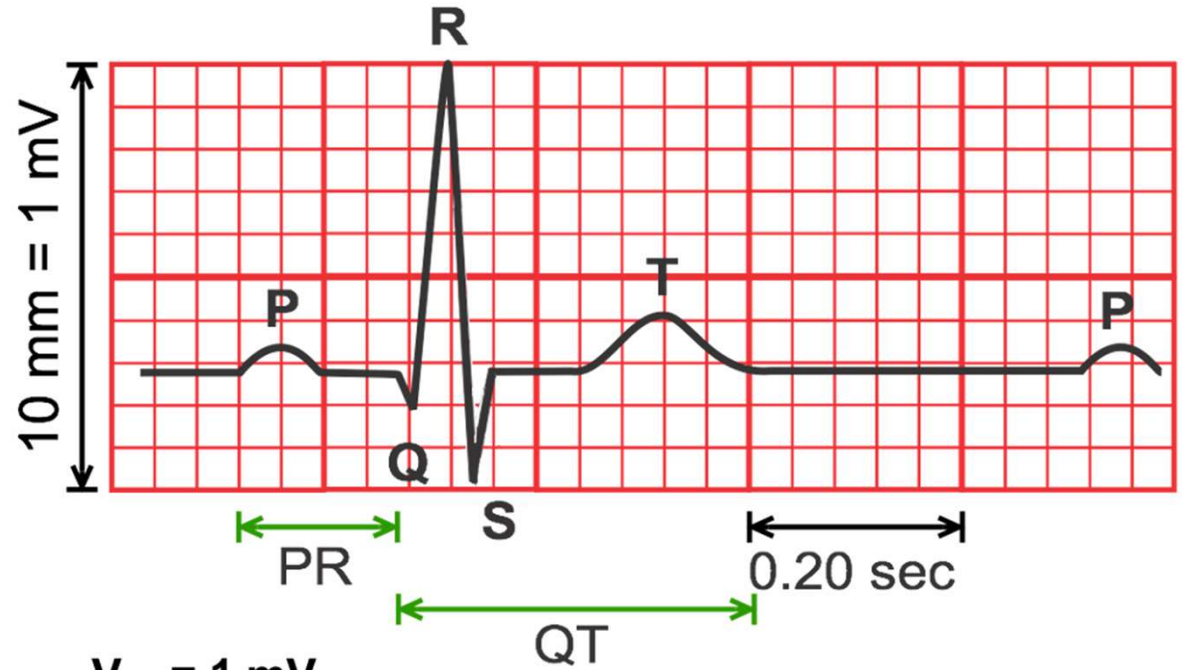
⑤ Ventricular repolarization begins at apex, causing the T wave.



⑥ Ventricular repolarization is complete.

■ Depolarization   ■ Repolarization

# ΗΚΓ - Φυσιολογικές τιμές



$$V_{RS} = 1 \text{ mV}$$

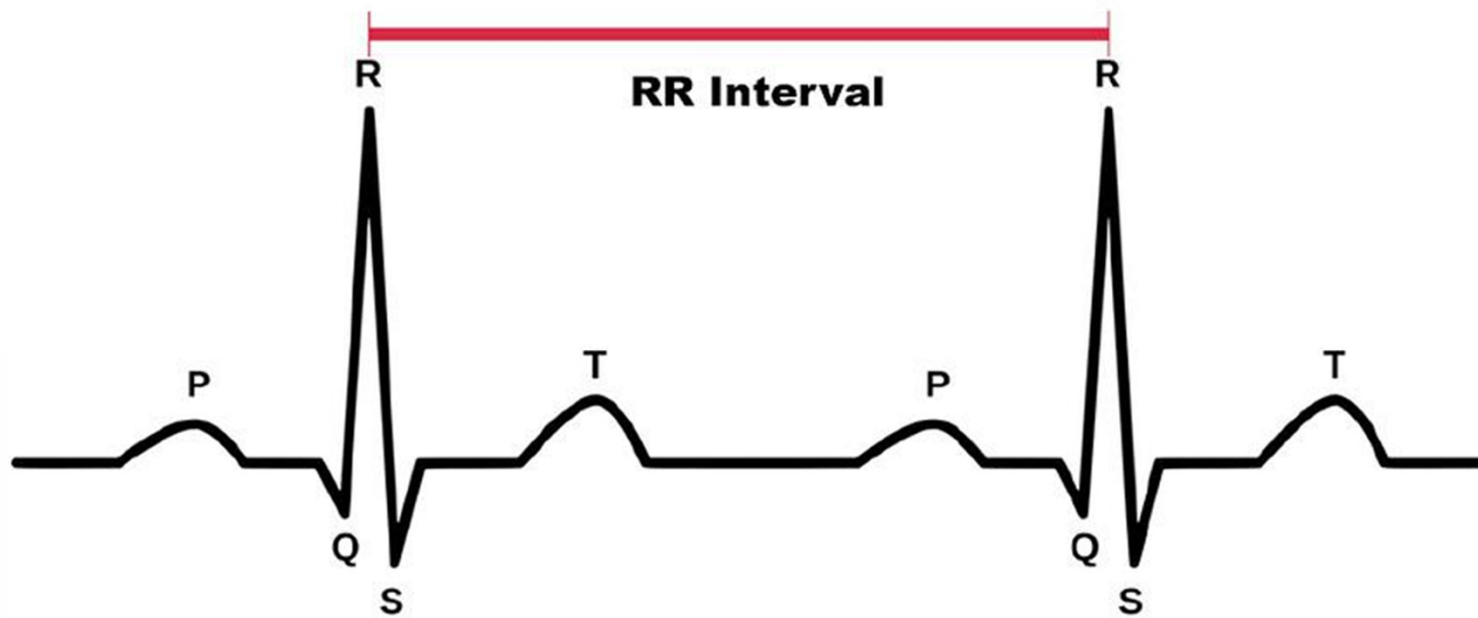
$$V_P = 0,1 \sim 0,3 \text{ mV}$$

$$V_T = 0,2 \sim 0,3 \text{ mV}$$

$$PR = 0,16 \text{ sec}$$

$$QT = 0,35 \text{ sec}$$

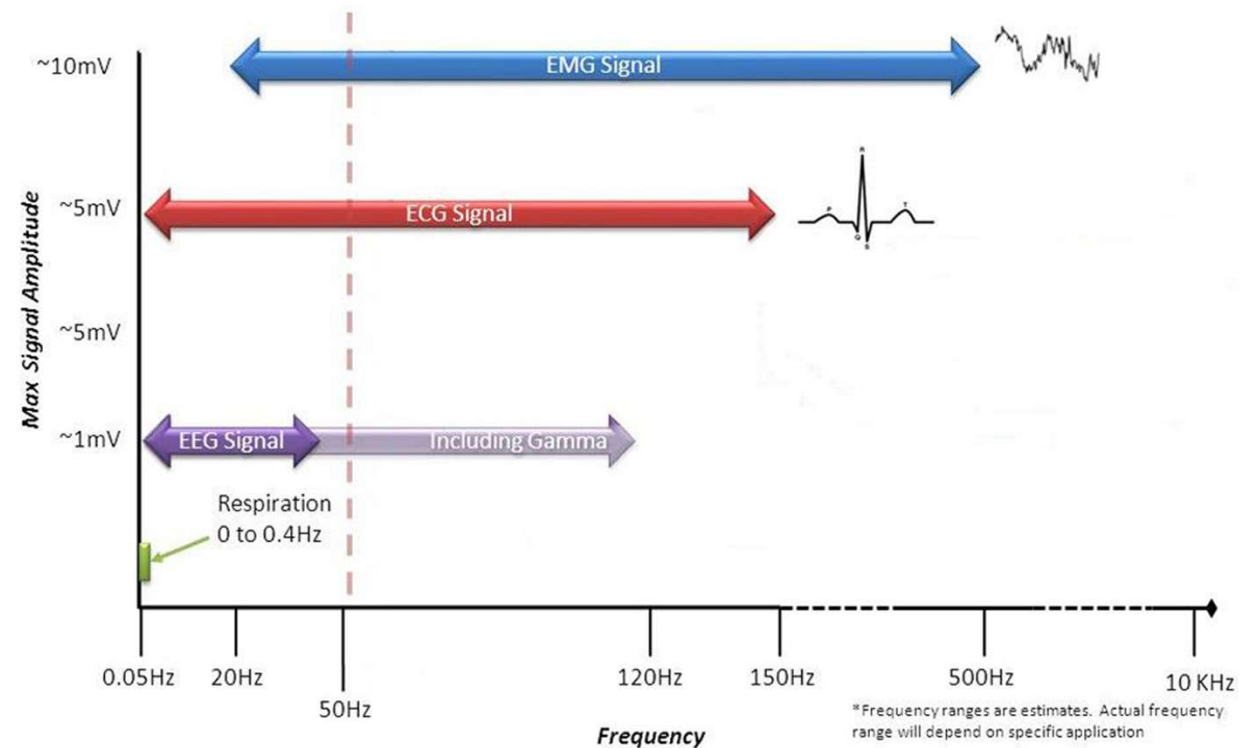
# Καθορισμός συχνότητας



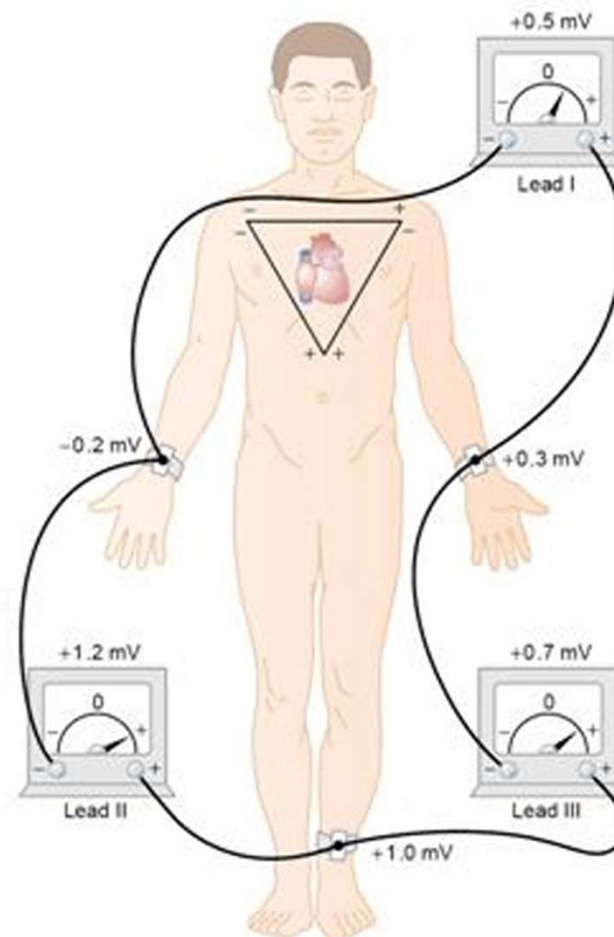
$$\text{BPM} = \frac{1}{\text{RR Interval}} \times 60$$

# Εύρος Ζώνης Βασικών Βιοσημάτων

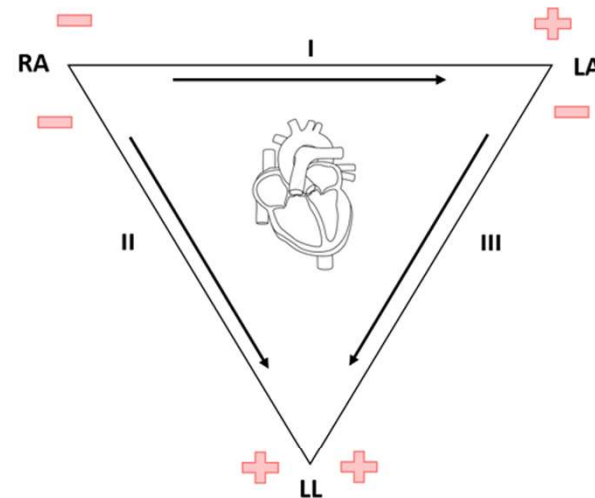
## *Bandwidth of interest*



# Διπολικές απαγωγές των άκρων

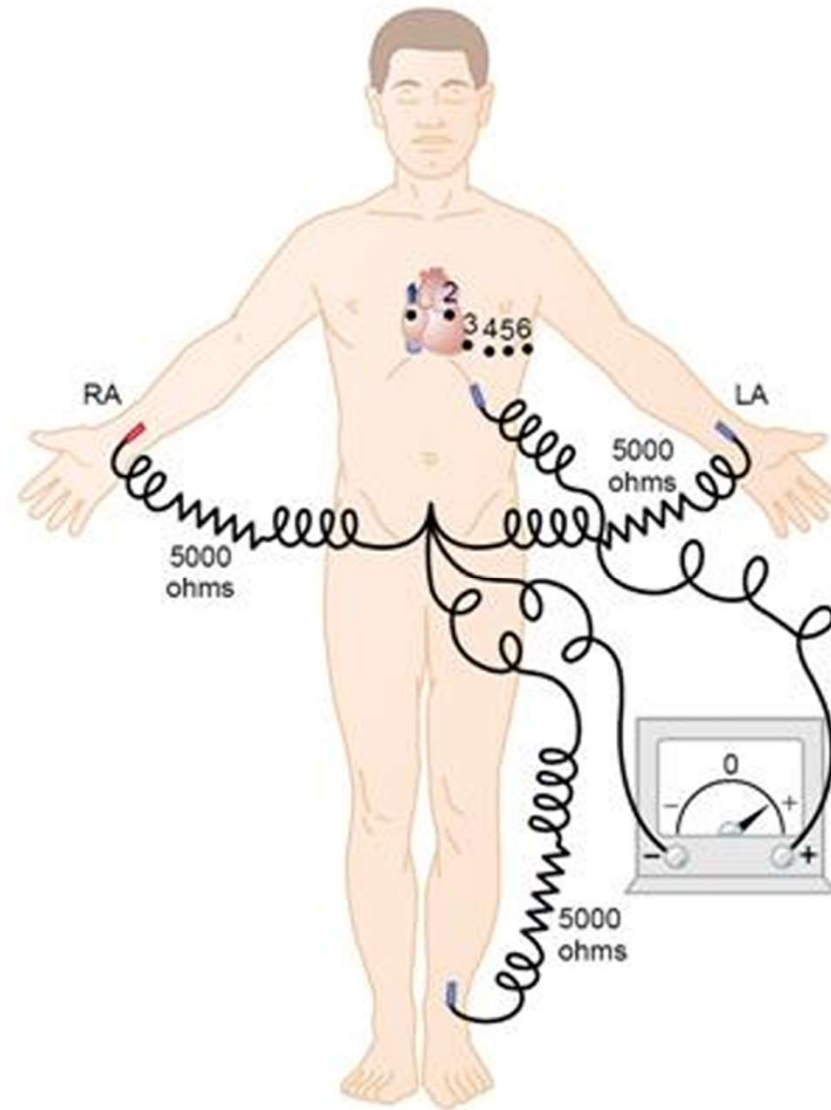


# Τρίγωνο Einthoven



- **Ο νόμος του Einthoven:** Κατά το νόμο του Einthoven, αν τα ηλεκτρικά δυναμικά δύο οποιωνδήποτε από τις τρεις ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές είναι γνωστά για δεδομένη χρονική στιγμή, το δυναμικό της τρίτης απαγωγής μπορεί να υπολογιστεί μαθηματικώς, από τις δύο πρώτες, με την απλή άθροισή τους.
- Δηλαδή ισχύει πάντα ότι :  $V_I + V_{III} = V_{II}$

# Θωρακικές (προκάρδιες) απαγωγές



# Θωρακικές (προκάρδιες) απαγωγές – Τάση αδιάφορου ηλεκτροδίου

Η τάση Wilson (ή κεντρικό τερματικό Wilson) ορίζεται ως η μέση τάση των τριών άκρων του σώματος (δεξί χέρι - RA, αριστερό χέρι - LA και αριστερό πόδι - LL), δηλαδή:

$$V_W = \frac{1}{3} \cdot (V_{RA} + V_{LA} + V_{LL})$$

και χρησιμοποιείται ως η τάση αναφοράς.

Οι μονοπολικές απαγωγές μετράνε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ ενός ηλεκτροδίου στο κεντρικό τερματικό Wilson και ενός άλλου «εξευρενητικού» ηλεκτροδίου που τοποθετείτε στο σημείο ενδιαφέροντος. Έτσι, αυτές οι απαγωγές μετράνε το πραγματικό δυναμικό και όχι τη διαφορά δυναμικού, όπως στο σύστημα Einthoven.

Οι θωρακικές απαγωγές χρησιμοποιούν ως ηλεκτρόδιο αναφοράς (αρνητικό ηλεκτρόδιο) το «αδιάφορο» ηλεκτρόδιο, το οποίο αποτελεί το κεντρικό τερματικό Wilson.



# Ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές άκρων

Λόγω του μικρού μεγέθους της μέτρησης (στο δεξί ή αριστερό άνω άκρο και στο αριστερό κάτω άκρο), χρησιμοποιείται η παραλλαγή **Goldberger**. Δηλαδή, αποσυνδέεται το «εξερευνητικό» ηλεκτρόδιο από την τάση Wilson για την ενίσχυση του σήματος. Οι τελικές απαγωγές συμβολίζονται με **aVR**, **aVL** και **aVF**

(a από το augmented και R, L και F από το δεξί και αριστερό άνω άκρο και αριστερό κάτω άκρο, αντίστοιχα).

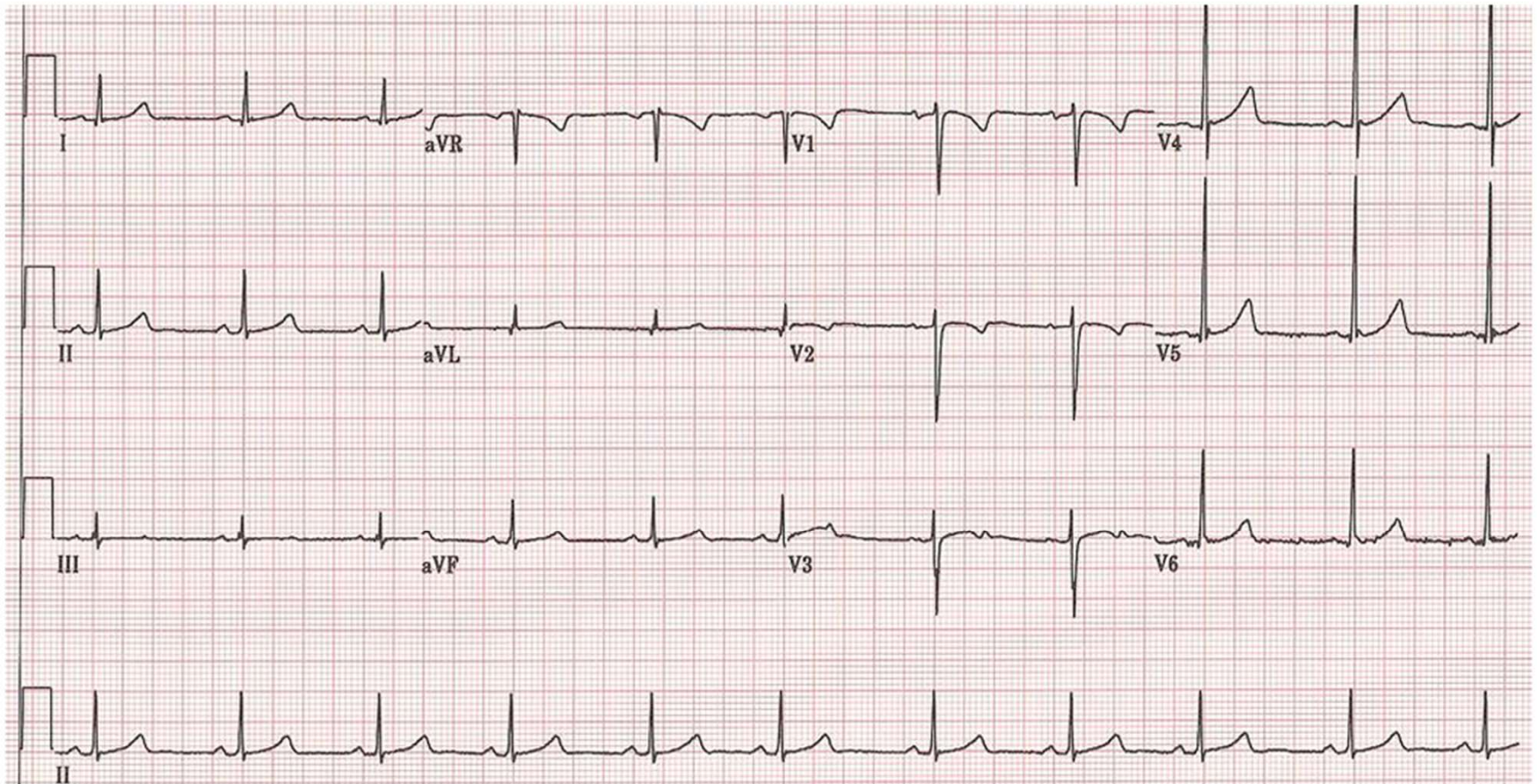
# ΗΚΓ 12-Απαγωγών

- Απαγωγή είναι η “ηλεκτρική απεικόνιση” ενός τμήματος της καρδιάς (κάθε απαγωγή είναι ουσιαστικά “μια κάμερα” που καταγράφει την καρδιά– ηλεκτροδυναμικά- από μια διαφορετική οπτική γωνία).
- Στο σύνηθες ΗΚΓ καταγράφονται οι κυματομορφές 12 απαγωγών:
  - 6 απαγωγές των ακρών για τα ηλεκτρικά δυναμικά της καρδιά που φθάνουν στα άκρα (I, II, III, aVR, aVL, aVF).
  - 6 προκάρδιες απαγωγές για τα δυναμικά που φθάνουν στην πρόσθια επιφάνεια του θώρακα (V1, V2, V3, V4, V5, V6)

# ΗΚΓ 12-Απαγωγών

- Οι απαγωγές aVR, aVL, aVF, ονομάζονται (ενισχυμένες) μονοπολικές απαγωγές των άκρων και καταγράφουν τα δυναμικά που φθάνουν από την καρδιά στα σημεία που βρίσκονται (δεξιό χέρι, αριστερό χέρι και αριστερό πόδι αντίστοιχα).
- Οι απαγωγές I, II, III, ονομάζονται διπολικές απαγωγές των άκρων και καταγράφουν την διαφορά δυναμικού μεταξύ 2 απαγωγών κάθε φορά.
- Για την λήψη 12 απαγωγών απαιτούνται 10 ηλεκτρόδια (3 ηλεκτρόδια άκρων + 1 ηλεκτρόδιο της γείωσης + 6 προκάρδια)

# Φυσιολογική ΗΚΓ εξέταση 12-Απαγωγών



# Αρρυθμίες Παραδείγματα

Normal Heart Rhythm



Examples of Abnormal Heart Rhythms



# Σημαντικές καρδιακές βλάβες

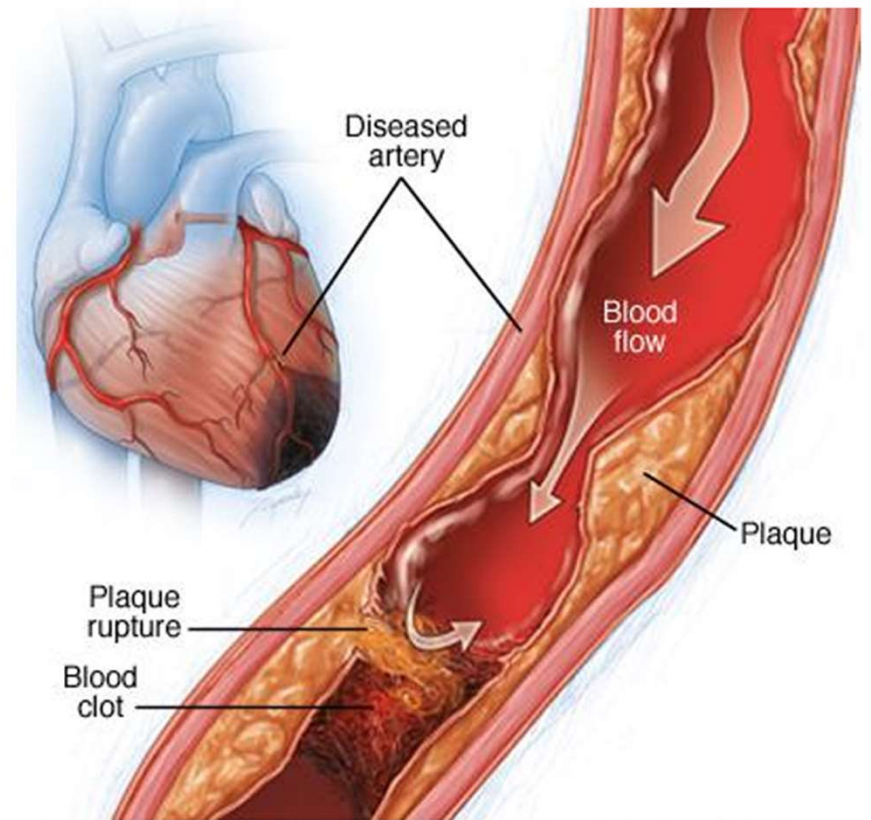
Ισχαιμία του μυοκαρδίου είναι η μειωμένη προσφορά οξυγόνου - αίματος συγκριτικά με τη ζήτηση του στο μυοκάρδιο.

Το έμφραγμα του μυοκαρδίου οφείλεται σε αιφνίδια απόφραξη ενός κλάδου των στεφανιαίων αρτηριών λόγω ρήξης ή διάβρωσης της αθηρωματικής πλάκας και δημιουργίας θρόμβου ο οποίος αποφράσσει πλήρως την υπεύθυνη στεφανιαία αρτηρία με αποτέλεσμα την διακοπή της κυκλοφορίας του αίματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη νέκρωση μιας περιοχής του μυοκαρδίου.

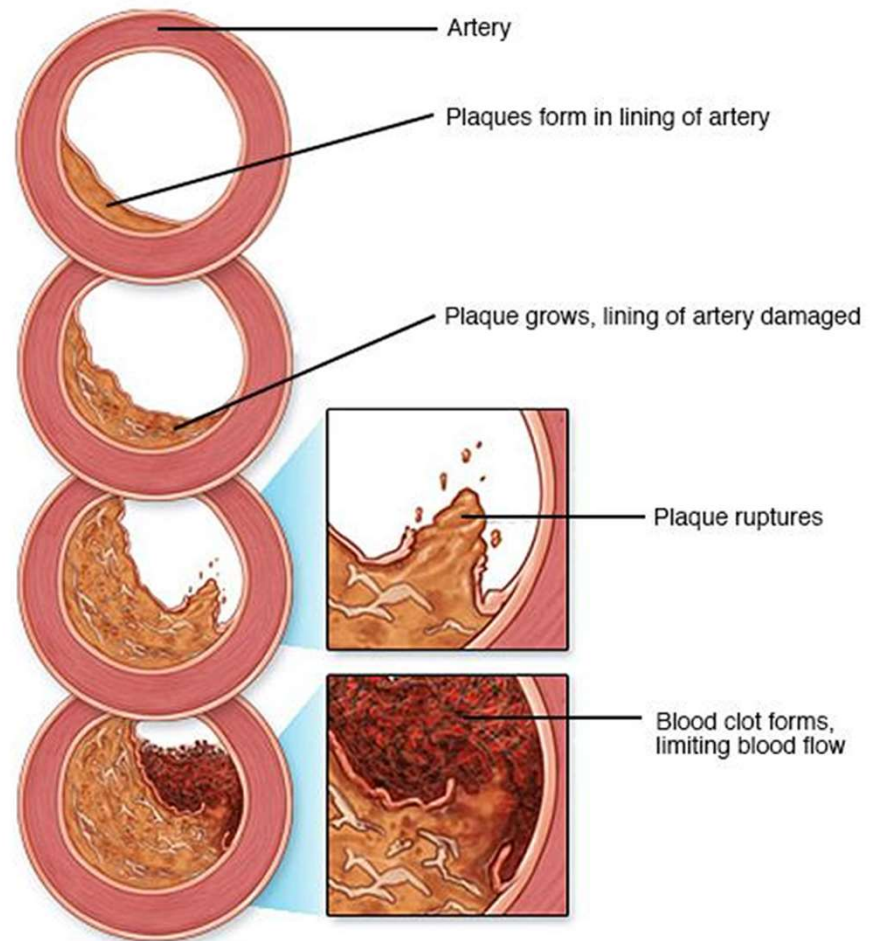
Η **στηθάγχη** είναι παροξυσμός θωρακικού πόνου που εντοπίζεται στην προκάρδια περιοχή και αποτελεί την κυριότερη κλινική εκδήλωση της στεφανιαίας νόσου. Τα είδη της στηθάγχης είναι η σταθερή, η ασταθής και η στηθάγχη Prinzmetal.



# Ισχαιμία

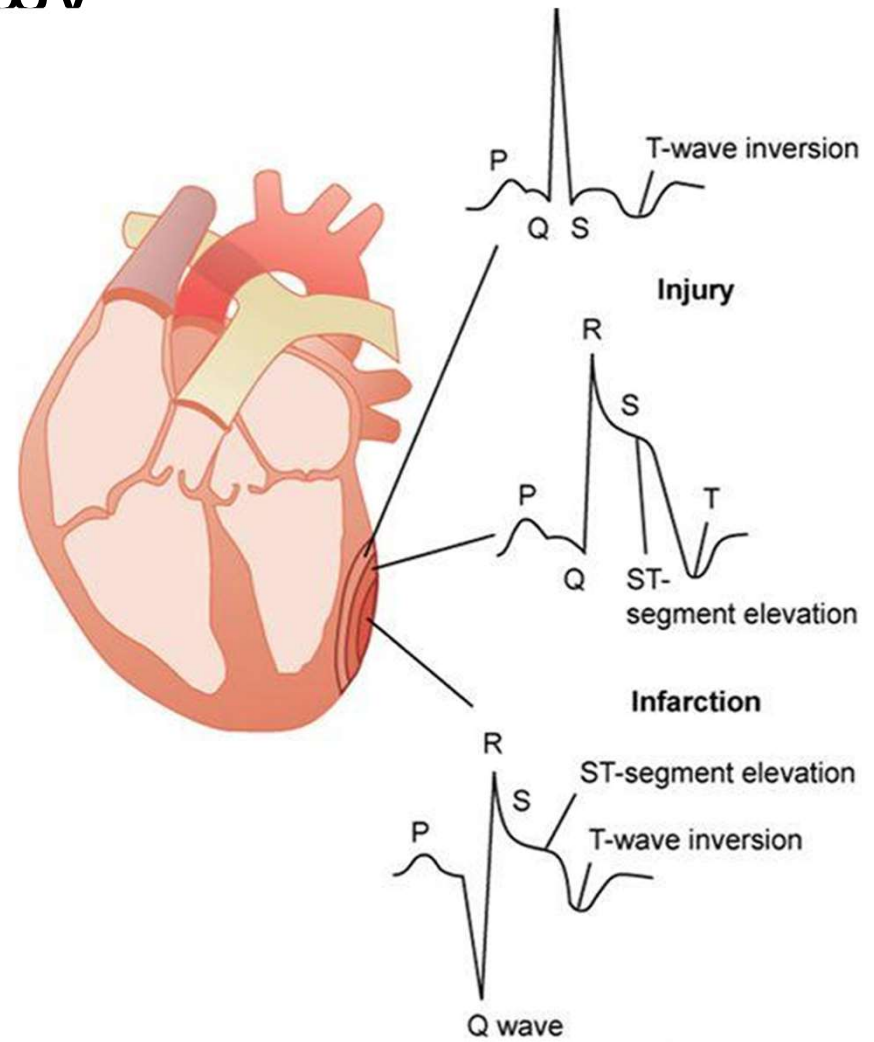


# Βασικό αίτιο ισχαιμίας





# ΗΚΓ ισχαιμικών επεισοδίων



# Τροποποίηση ΗΚΓ μετά το έμφραγμα

