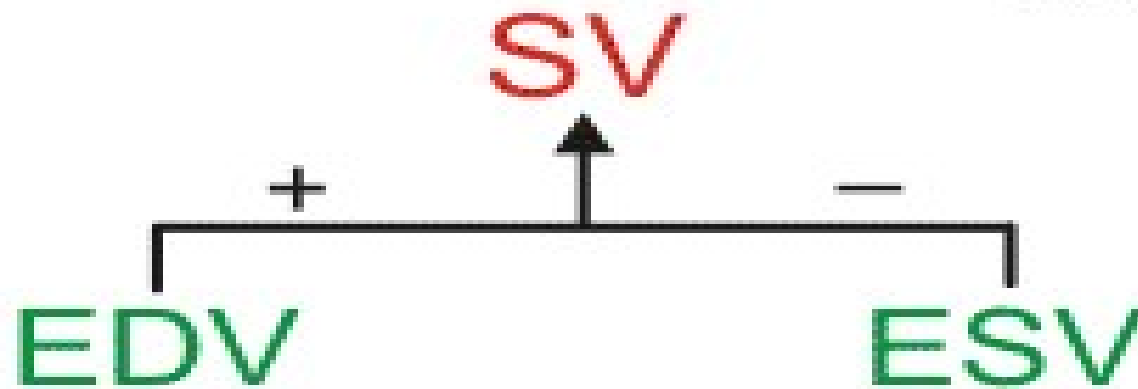


Response of the ventricles to loading conditions





- ↑ Preload → ↑ SV (↑ EDV)
- ↑ Afterload → ↓ SV (↑ ESV)
- ↑ Inotropy → ↑ SV (↓ ESV)



Καρδιακή προσαρμογή στην νόσο...

καρδιακή προσαρμογή στην νόσο...

- Η καρδιά «προσαρμόζεται» οξέως και χρονίως στις αλλαγές του **προφορτίου**, **μεταφορτίου και συσταλτικότητας**, ώστε να διατηρηθεί ο SV, ο ΚΛΟΑ και η MAP.
- Οι καρδιακές νόσοι, αλλά και νόσοι άλλων συστημάτων, επιφέρουν αλλαγές στην καρδιακή λειτουργία αλλά και ανατομία (!), μέσω αλλαγών στις 3 παραπάνω παραμέτρους. Π.χ. έμφραγμα → ↓ **συσταλτικότητα**, ανεπάρκεια αορτής/νεφρική ανεπάρκεια/αλδοστερονισμός/υποθυρεοειδισμός → ↑ **προφορτίο**, στένωση Αο, υπέρταση → ↑ **μεταφορτίο**.
- Ανάλογα με το ποια παράμετρος αλλάζει, η καρδιά «αντιδρά» με διαφορετικό τρόπο λειτουργικά και ανατομικά (!)...
 - Το ΣΝΣ και ο άξονας RAAS συνεισφέρουν στην «καρδιακή προσαρμογή»



Καρδιακό φορτίο

καρδιακό φορτίο

- Φόρτιση όγκου (προφορτίο): Οι κοιλίες υποδέχονται μεγαλύτερο όγκο αίματος (προφορτίο) απο το φυσιολογικό π.χ. Ανεπάρκειες βαλβίδων, αριστερά-δεξιά διαφυγή, αθλητές, κύηση, νεφρική αν/κεια, αλδοστερονισμός, υπερκορτιζολαιμία, υποθυρεοειδισμός, κτλ
- Φόρτιση πίεσης (μεταφορτίο): Οι κοιλίες «αντιμετωπίζουν» υψηλό μεταφορτίο. Π.χ. Συστηματική υπέρταση, πνευμονική υπέρταση (PH), στένωση μηνοειδών βαλβίδων/χώρου εξόδου κοιλιών...



Διάταση – Υπερτροφία: Ορισμοί

- Διάταση: Αύξηση μεγέθους κοιλοτήτων
- Υπερτροφία: Αύξηση πάχους τοιχωμάτων



Αναδιαμόρφωση (Remodeling)

αναδιαμορφωσιμότητα (remodelability)

- Αναλόγως του καρδιακού «φορτίου» οι κοιλίες μπορούν να υποστούν αναδιαμόρφωση...
- Φόρτιση πίεσης: **Υπερτροφία** της κοιλίας χωρίς διάταση της κοιλότητας
- Φόρτιση όγκου: **Διάταση** και (άλλοτε άλλου βαθμού) **υπερτροφία** κοιλίας



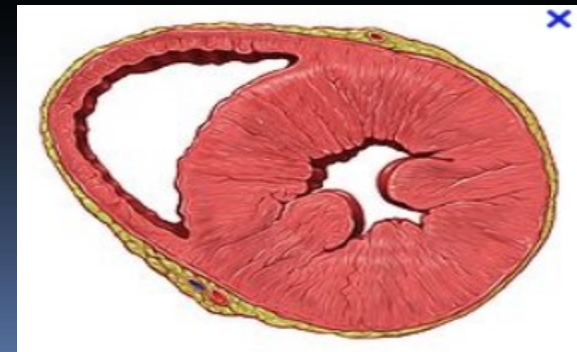
Διάταση – Υπερτροφία: Μηχανισμός

- Διάταση: Η κοιλία καλείται να διαχειριστεί **μεγάλο όγκο υγρών** → **Φόρτιση όγκου**
- Υπερτροφία: (A) Η κοιλία καλείται να διαχειριστεί **μεγάλη πίεση** όταν **εξωθεί το αίμα** → **Φόρτιση πίεσης** και/ή (B) **Φόρτιση όγκου** (μικρότερη υπερτροφία σε σχέση με το A)
- Σενάρια
 - Φόρτιση όγκου: Ανεπάρκεια βαλβίδας, βλάβη της συστολής της κοιλίας π.χ. Έμφραγμα, κύηση, αναιμία, χορήγηση υγρών...
 - Φόρτιση πίεσης: Στένωση χώρου εξόδου κοιλιών (LVOTO, RVOTO), Υπέρταση

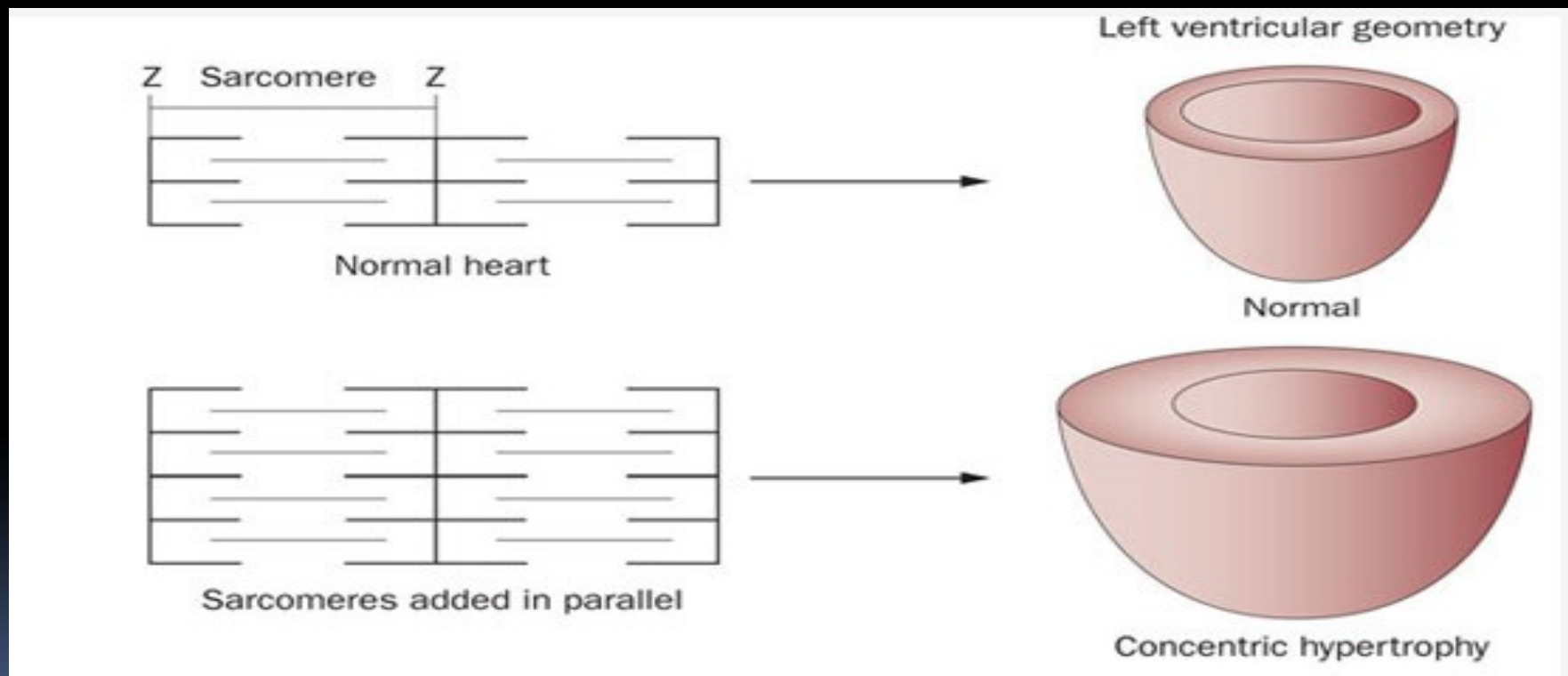


Συγκεντρική υπερτροφία

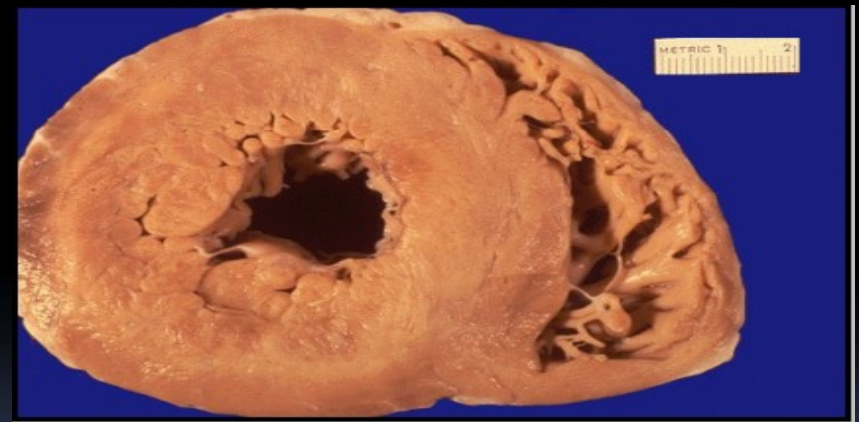
- Υπερτροφία λόγω φόρτισης πίεσης => **Συγκεντρική υπερτροφία**
- Μεγάλη αύξηση μάζας μυοκαρδίου
- Μείωση EDV (Δεν υπάρχει διάταση) => μείωση SV



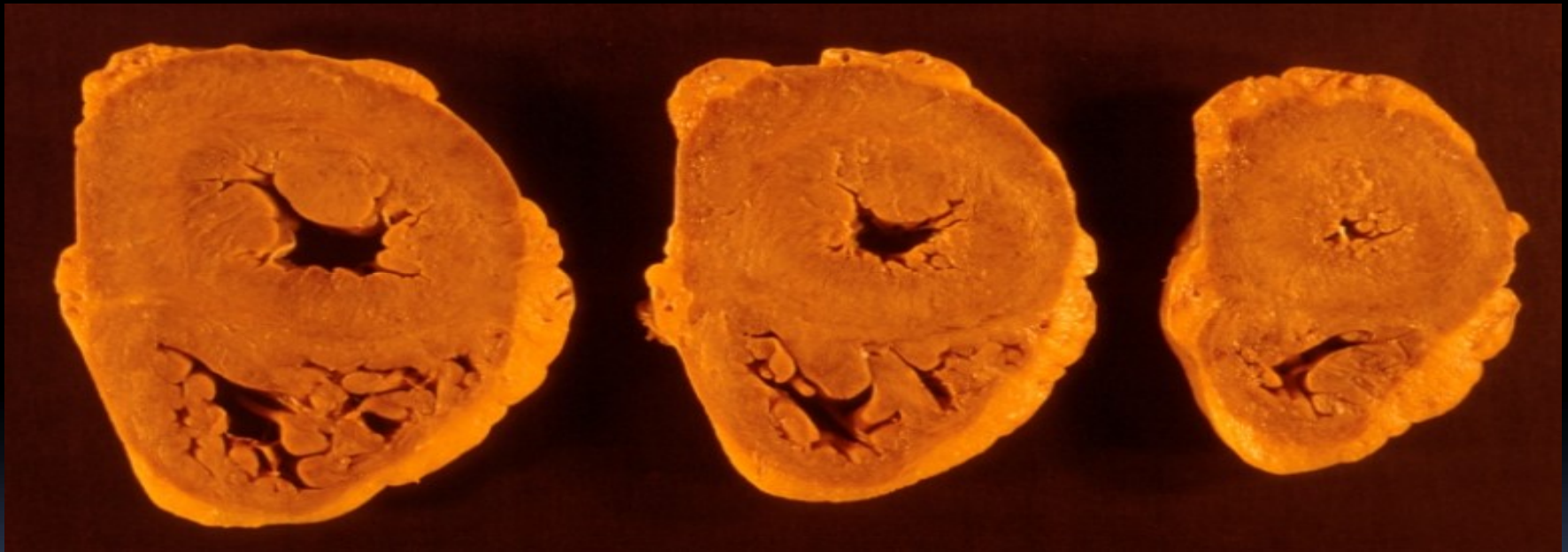
Συγκεντρική υπερτροφία



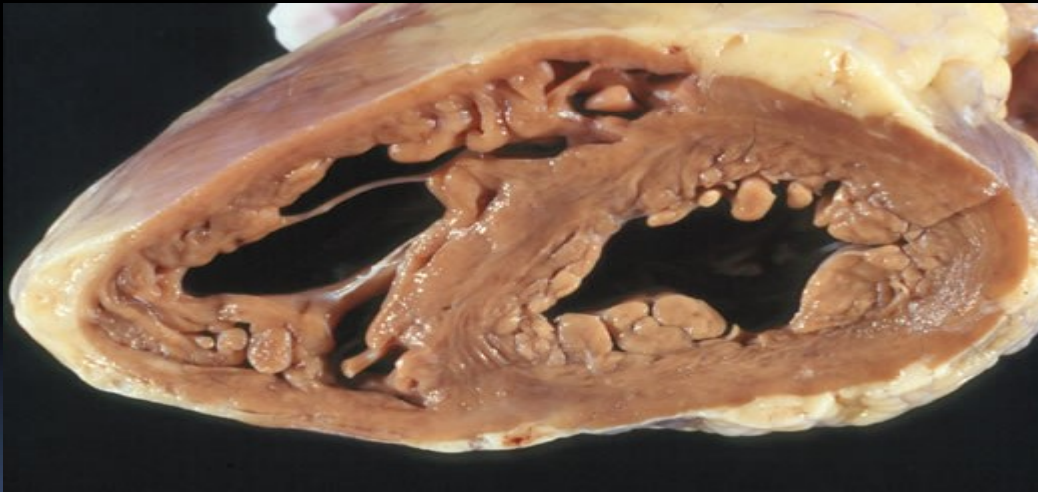
Hypertension and Stenotic Lesions



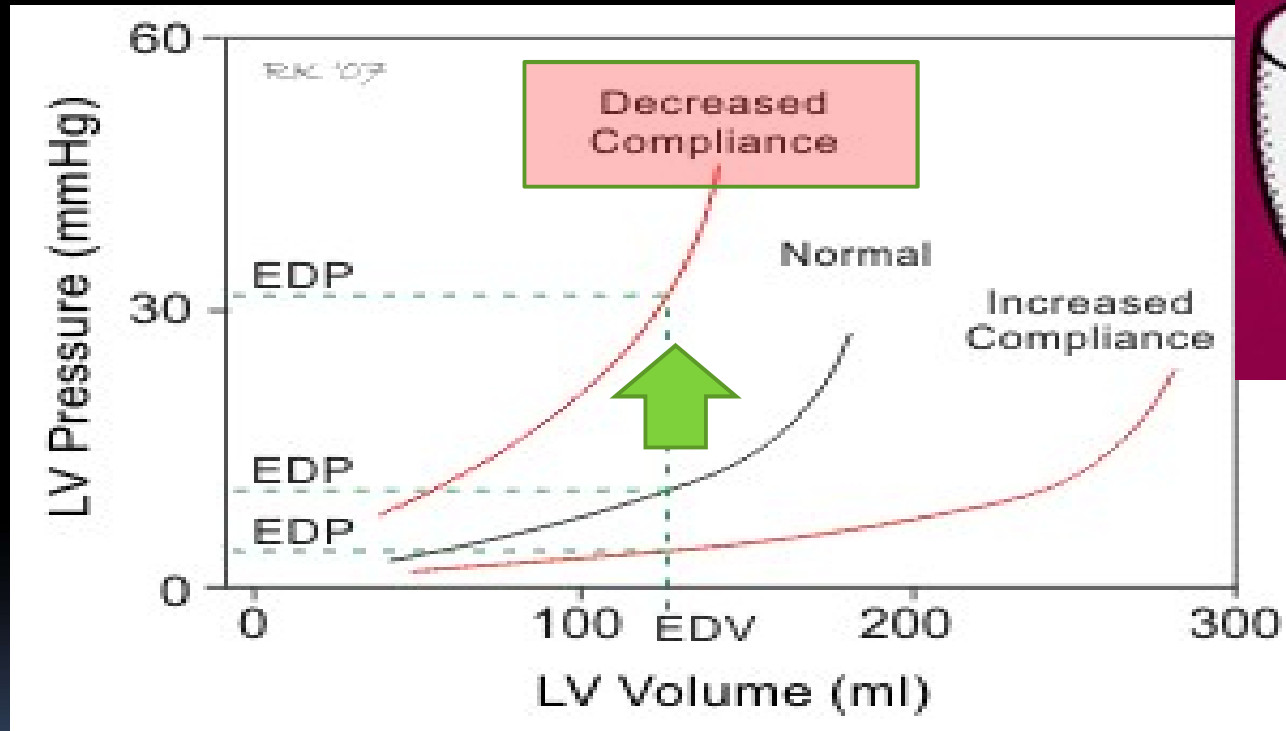
The Stiff LV (LVH)...



The Stiff RV (RVH)...



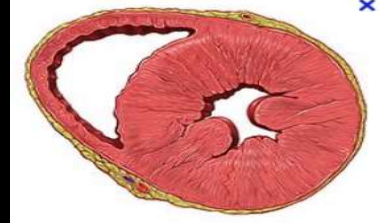
The Stiff Ventricle...



the slope of the relationship is the reciprocal of the compliance, which is sometimes referred to as ventricular "stiffness"



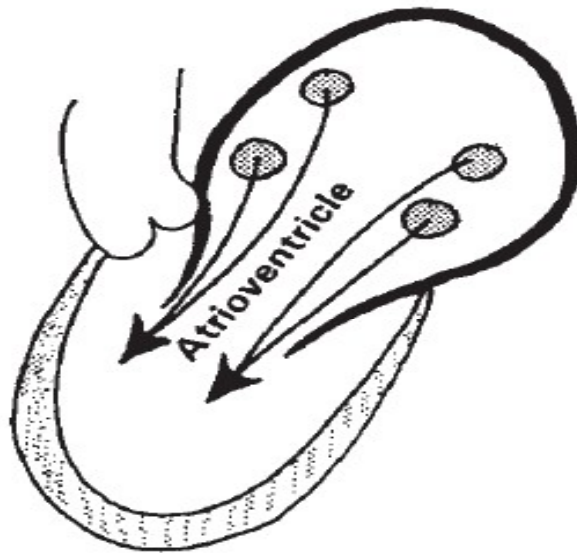
Συγκεντρική υπερτροφία



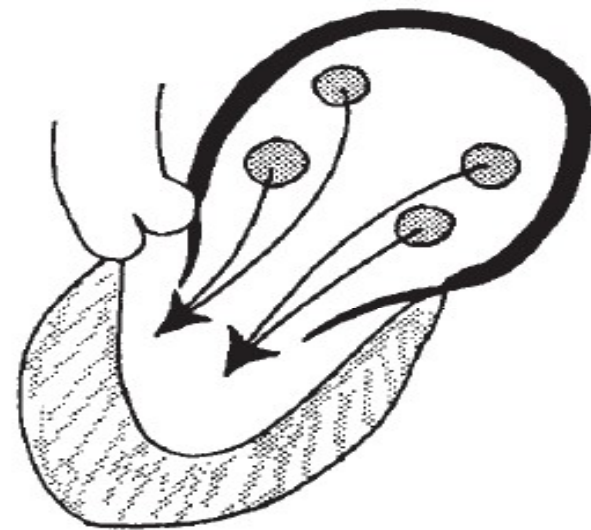
- Υπερτροφία λόγω φόρτισης πίεσης => Συγκεντρική υπερτροφία
- Μεγάλη αύξηση μάζας μυοκαρδίου
- Μείωση EDV (Δεν υπάρχει διάταση) => μείωση SV
- Μείωση της ενδοτικότητας των τοιχωμάτων => αύξηση EDP...



The Stiff LV & LA (Left Atrium)



Normal atrioventricle



Stiff atrioventricle

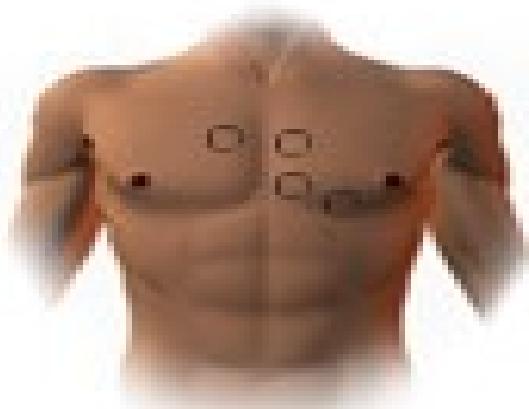
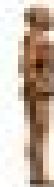
A stiff ventricle must be transmitting its loss of compliance to the atrium during diastole when the AV valves open.



Συνέπειες μείωσης της ενδοτικότητας ΗFrEF...

- Μείωση ενδοτικότητας π.χ. Υπερτροφία
- Αύξηση πιέσεων στα τοιχώματα της κοιλίας (ανένδοτα) → αυξημένη EDP
- Μείωση του προφορτίου (EDV) → Μείωση του SV
- Φυσιολογικό ΚΕ με ↑ EDP → HFrEF (Heart Failure with preserved EF)



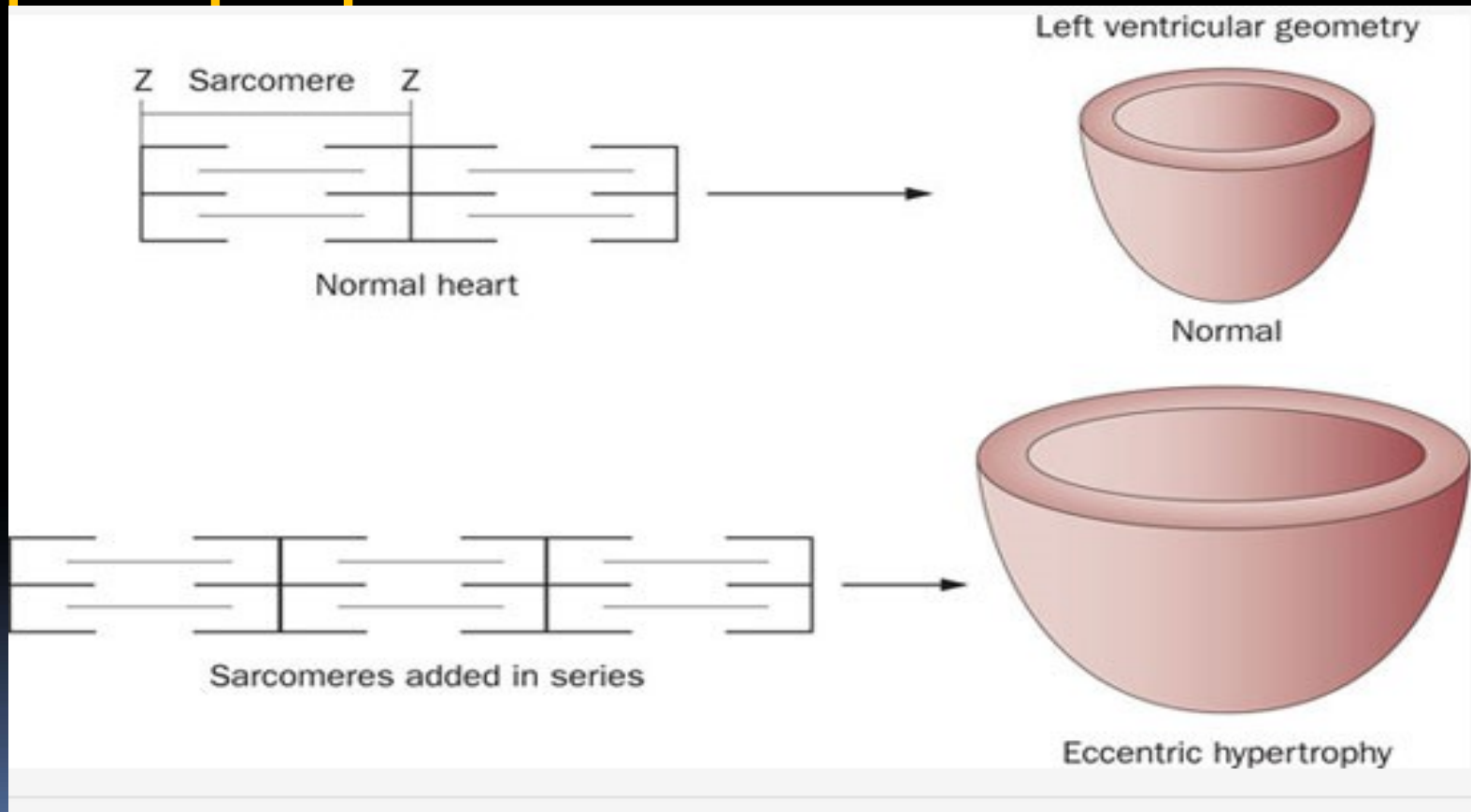


Φόρτιση Όγκου

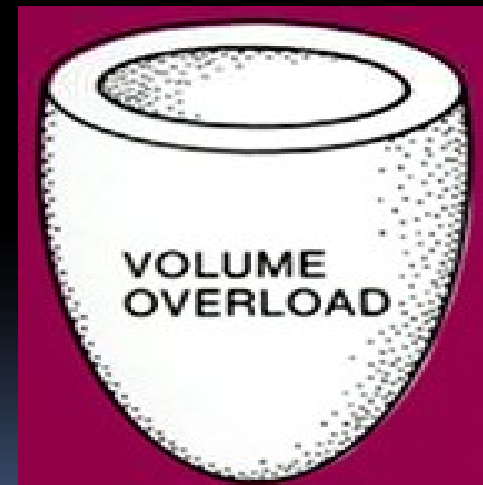
- Φόρτιση όγκου (αύξηση προφορτίου) => Έκκεντρη υπερτροφία
- Μεγάλη αύξηση μάζας μυοκαρδίου
- Σημαντική διάταση (\uparrow EDV)



Φόρτιση Όγκου



The Volume Overloaded Ventricle...



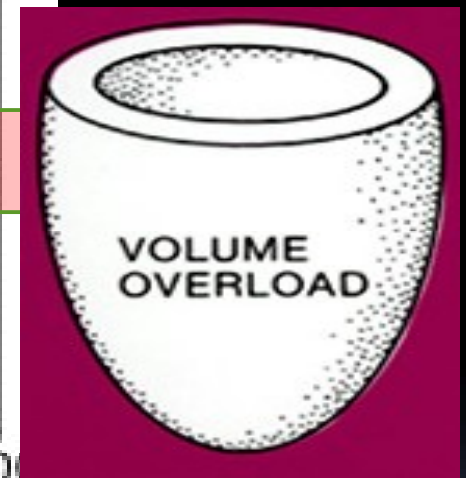
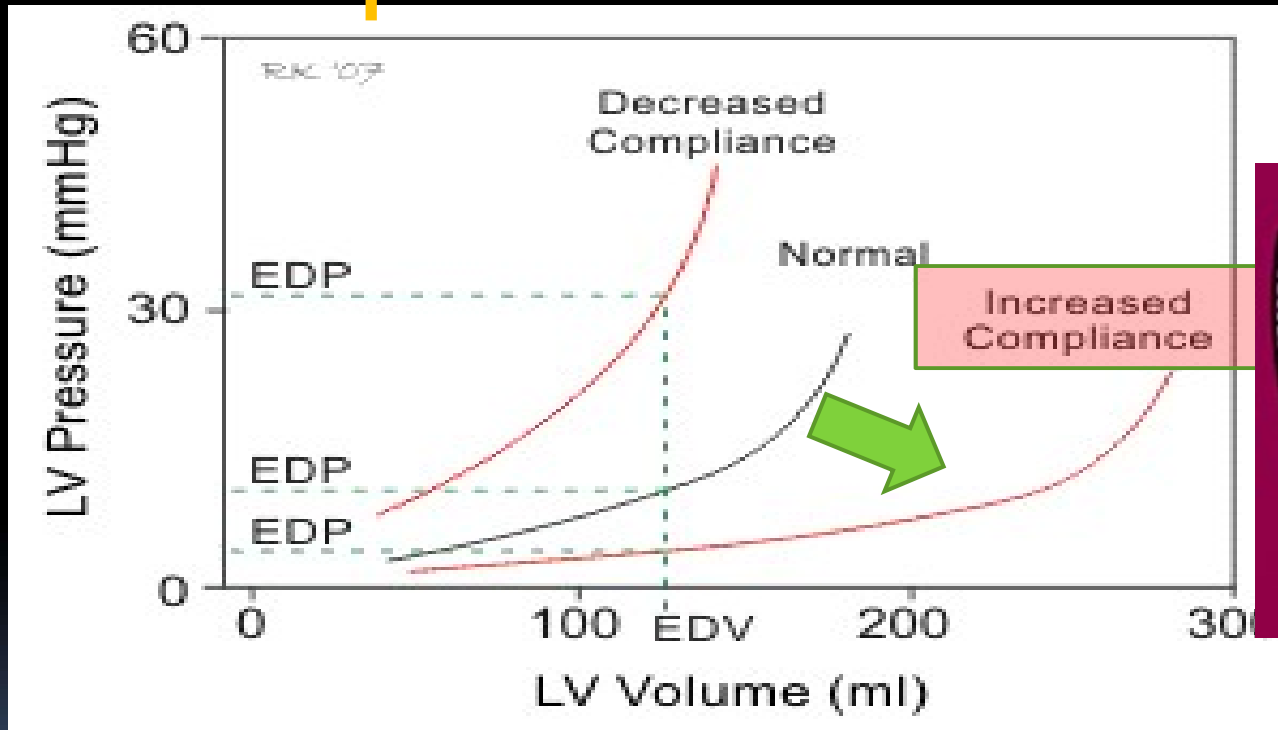
Φόρτιση Όγκου



1. Βαλβιδικές ανεπάρκειες
2. Αριστερά προς τα δεξιά διαφυγή αίματος (πχ. Μεσοκολπική/μεσοκοιλιακή επικοινωνία, ανοιχτός βοττάλειος πόρος, AV-fistula)
3. Αθλητές, κύηση, νόσοι άλλων συστημάτων με αύξηση όγκου υγρών π.χ. νεφρική ανεπάρκεια



The Compliant Ventricle...



the slope of the relationship is the reciprocal of the compliance, which is sometimes referred to as ventricular "stiffness"



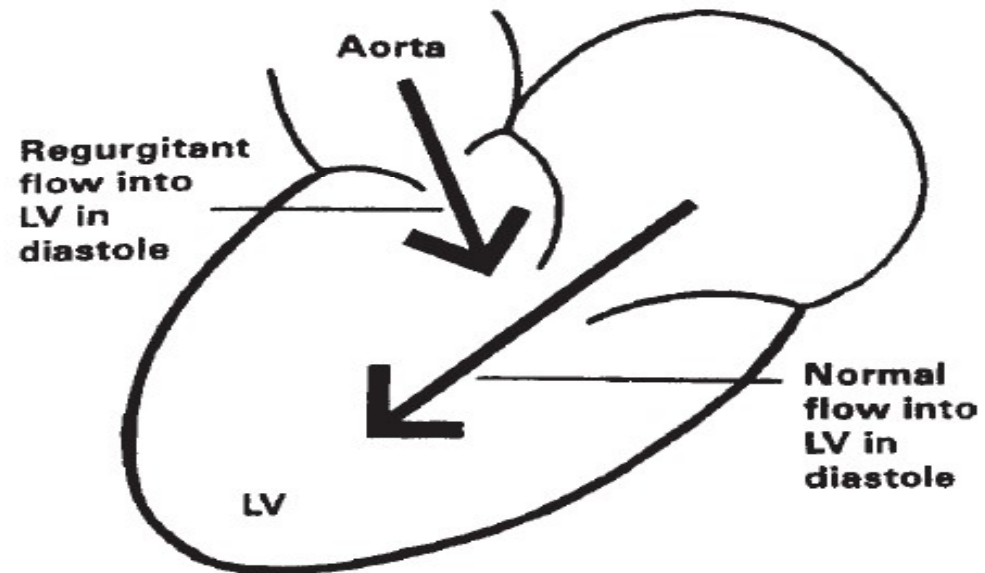
Συνέπειες φόρτισης όγκου

- Φόρτιση όγκου (αύξηση προφορτίου) => Έκκεντρη υπερτροφία
- Μεγάλη αύξηση μάζας μυοκαρδίου
- Σημαντική διάταση (↑ EDV)
- Φυσιολογική EDP, η οποία κάποια στιγμή αργότερα στην πορεία της νόσου θα ↑
- Διατήρηση ΚΕ → αρχικά χωρίς ΚΑ, αλλά όταν ↑ η EDP → HFpEF



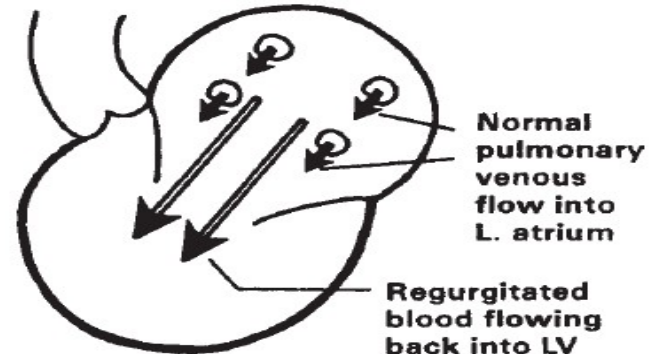
Φόρτιση Όγκου: Ανεπάρκεια αορτής (AR)

This illustration represents ventricular diastole in a patient with AR. The reason for the large volume in diastole in AR is obvious, since the LV fills from two sources. As long as the LV is healthy, it will eject the usual 60–75% of its increased end-diastolic volume, i.e., its ejection fraction will remain normal. Thus, the aorta will receive a large stroke volume with each systole.

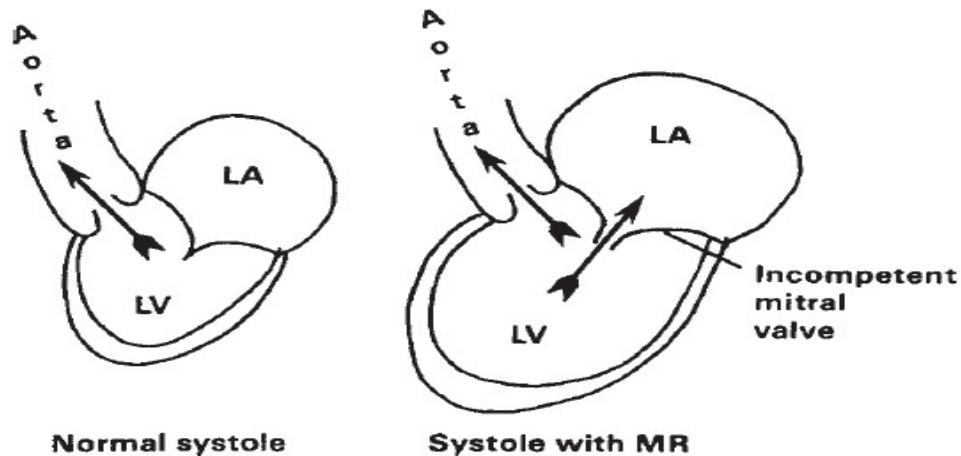


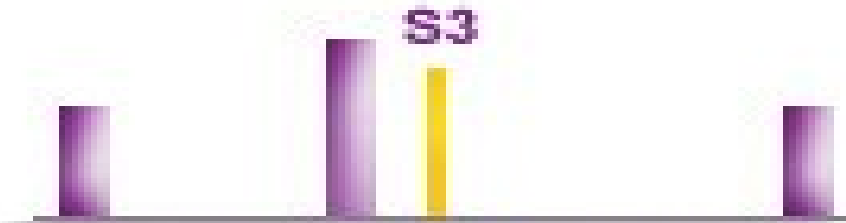
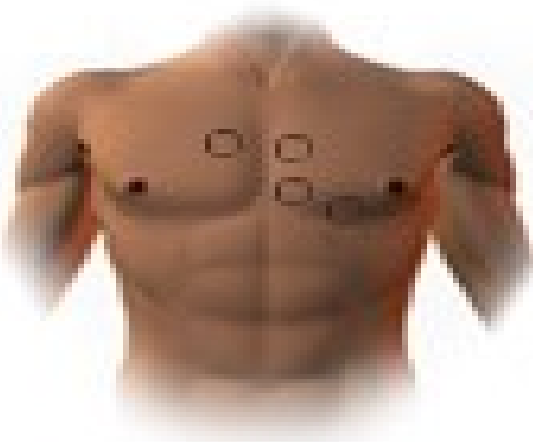
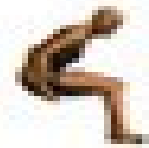
Φόρτιση Όγκου: Ανεπάρκεια μιτροειδούς (MR)

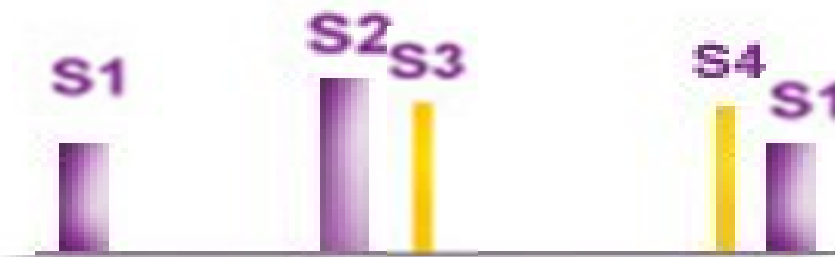
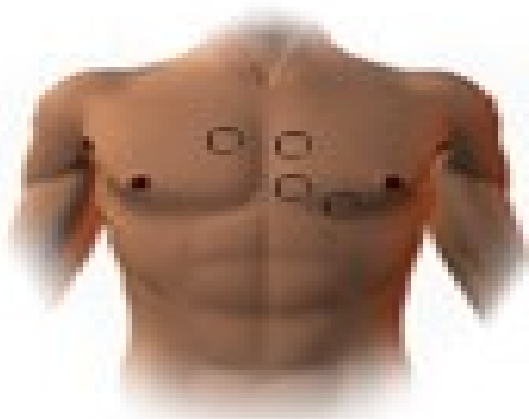
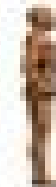
This depicts the extra diastolic flow through the mitral valve that takes place when MR occurs during the previous ventricular systole. In MR, the normal pulmonary venous return to the LV is added to the returning regurgitant flow to increase the volume in the LV beyond normal. Thus, in MR, the left atrium is volume-overloaded during ventricular systole and the LV is volume-overloaded during ventricular diastole.

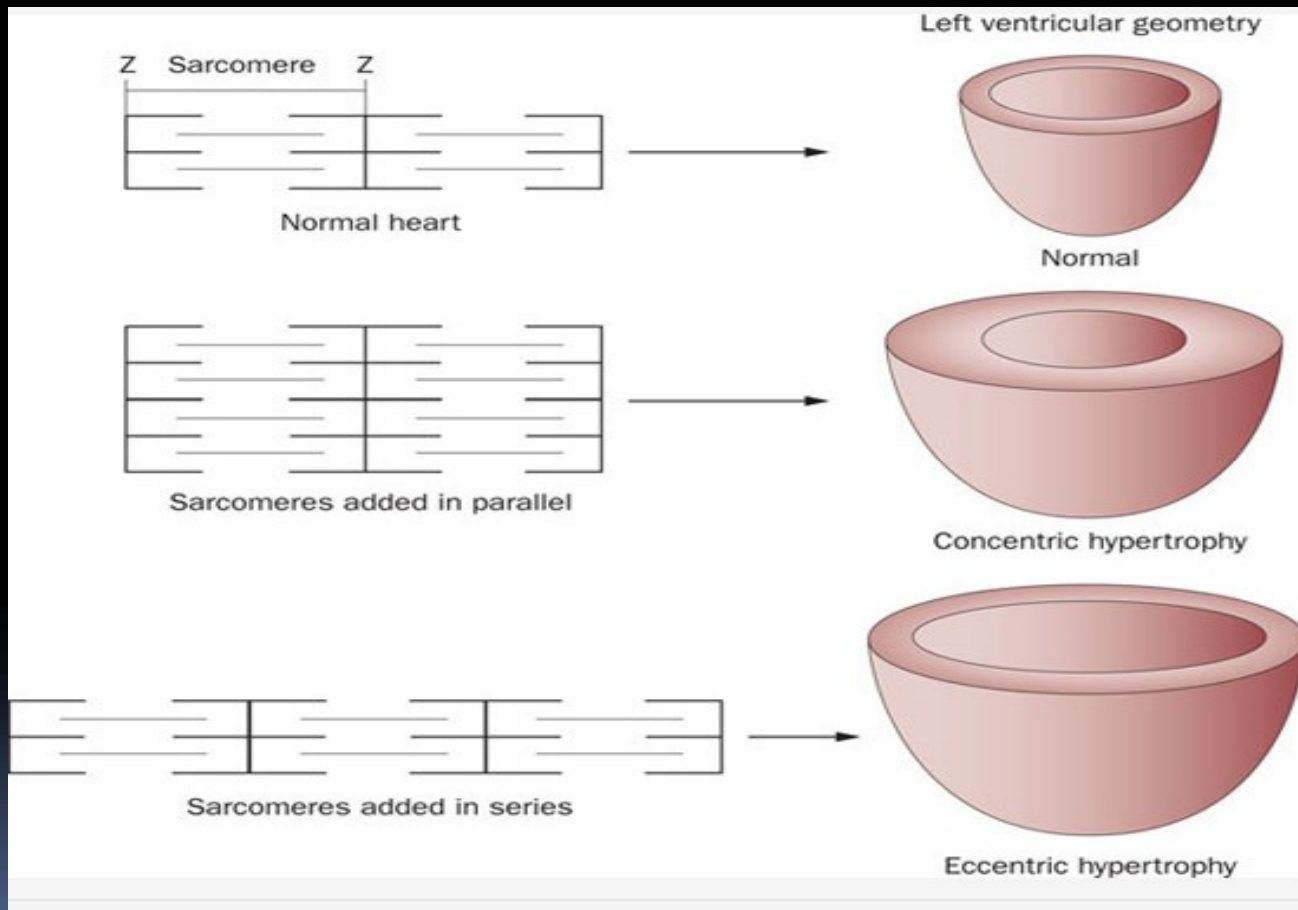


Note that the arrows representing ejection into the aorta are equal, i.e., the forward stroke volume in MR is not reduced unless the MR is very severe or there is cardiac damage.









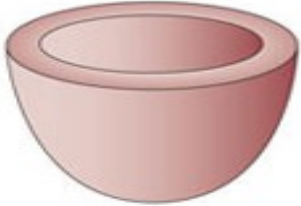
Καρδιακή Υπερτροφία

καρδιακή υπερτροφία

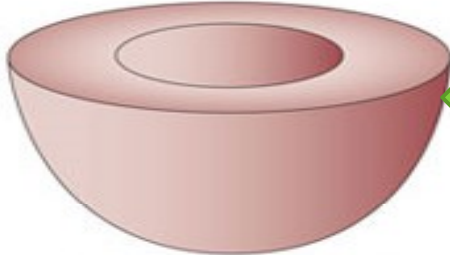
- Η υπερτροφία μπορεί να είναι ιδιοπαθής (Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια)
- Ή να είναι δευτεροπαθής λόγω
 - Φόρτισης πίεσης (Αυξημένο μεταφορτίο)
 - Φόρτισης όγκου (Αυξημένο προφορτίο)



Left ventricular geometry



Normal

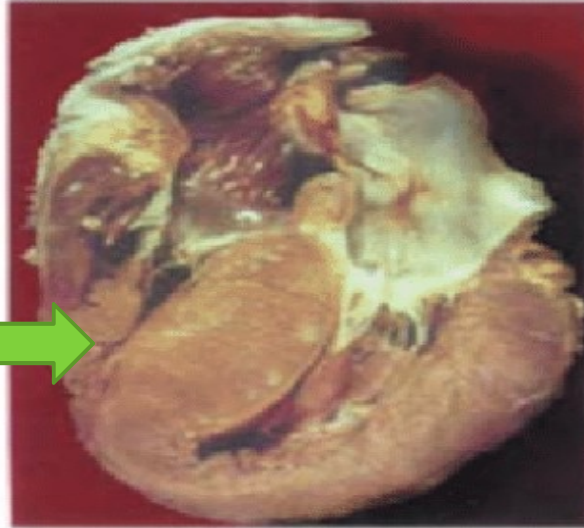


Concentric hypertrophy

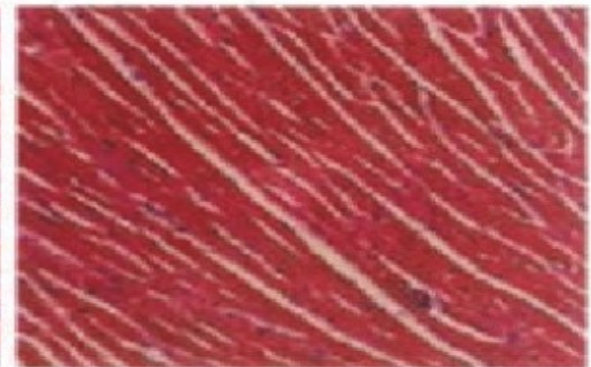
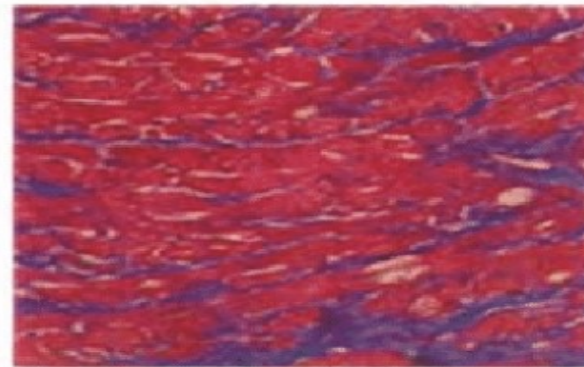


Eccentric hypertrophy

HCM

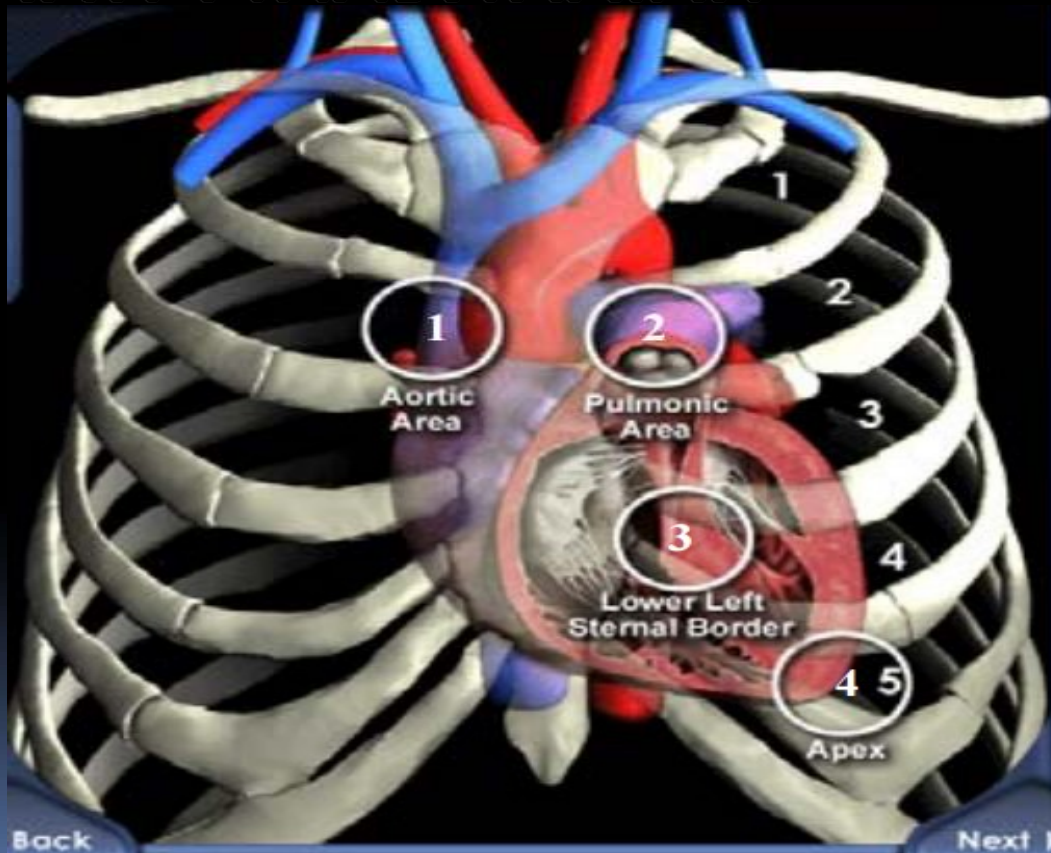


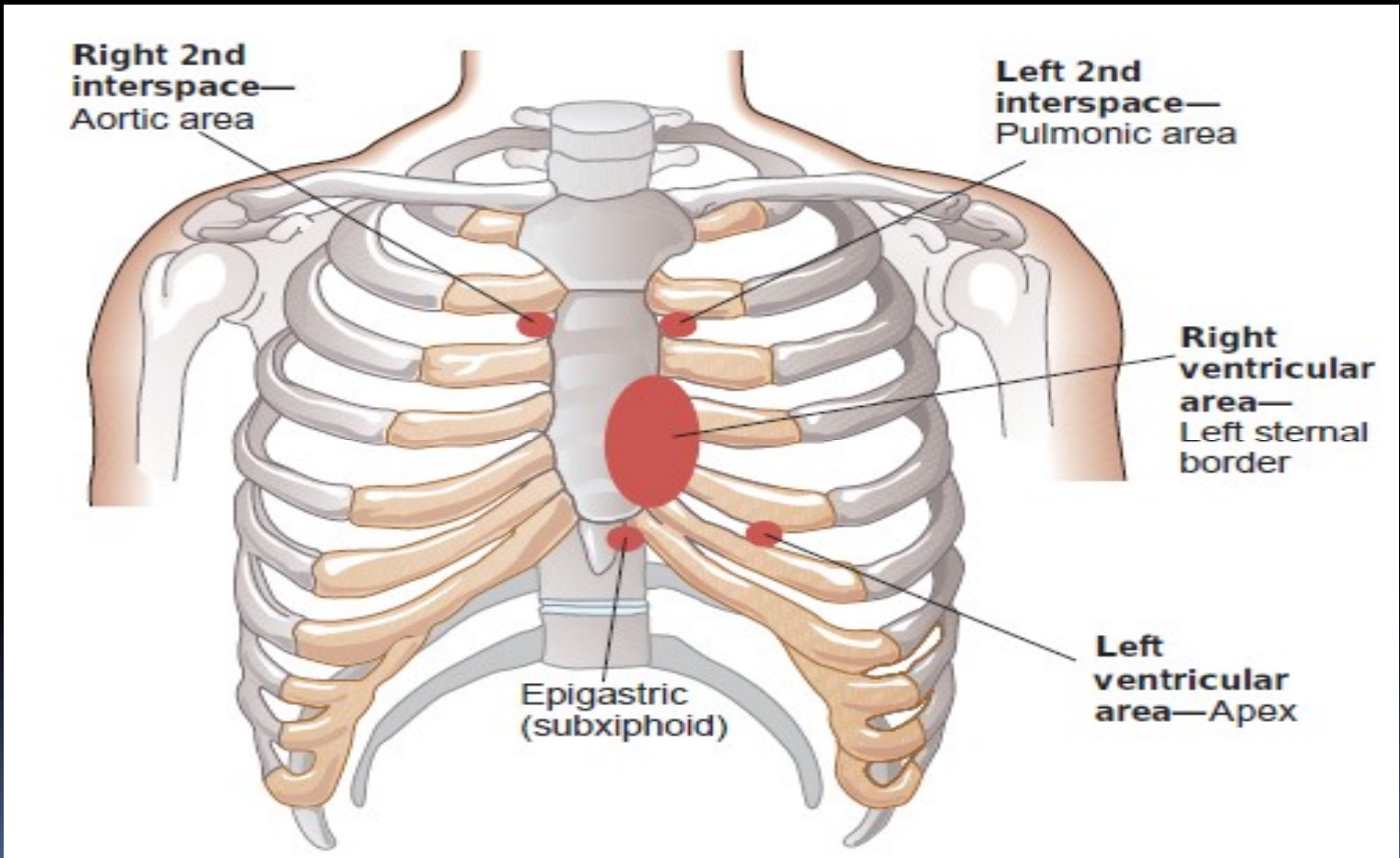
Normal



Ψηλάφηση Προκαρδίου

Ειδικά Φιλίου Μιχαηλίδου





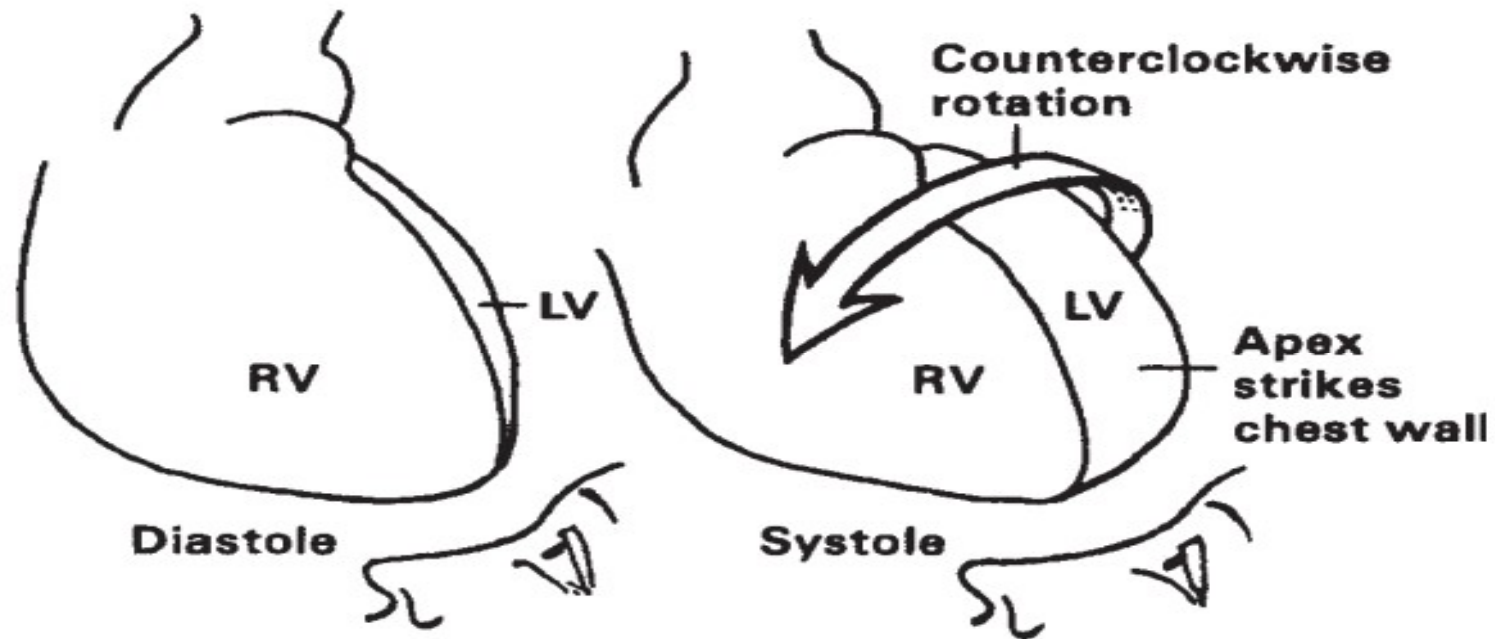
Κορυφαία ώση (Apex Beat...)

Κορυφαία ώση (Apex Beat...)

- Traditionally, the term *apical impulse* refers to the *left ventricular (LV) impulse*
- DDX: *point of maximal impulse (PMI)*
- *It occurs at the onset of LV ejection* and is normally located within the left midclavicular line in the fifth intercostal space



Apex beat...



This counterclockwise rotation occurs during isovolumic contraction, i.e., before blood is ejected from the ventricles.



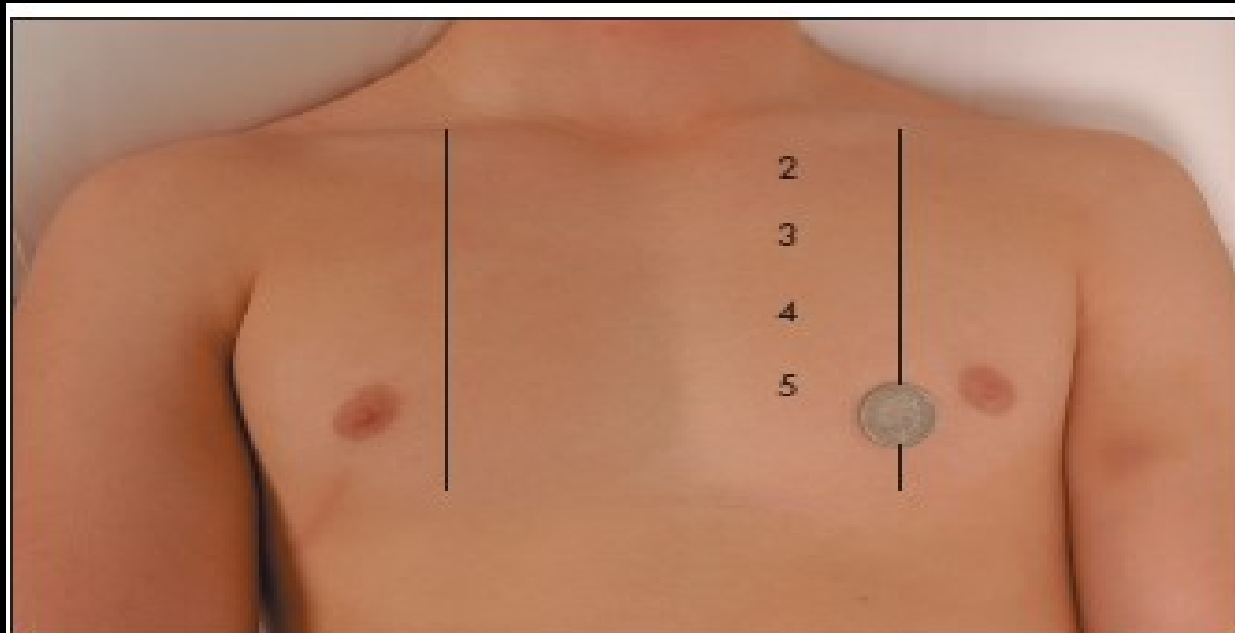


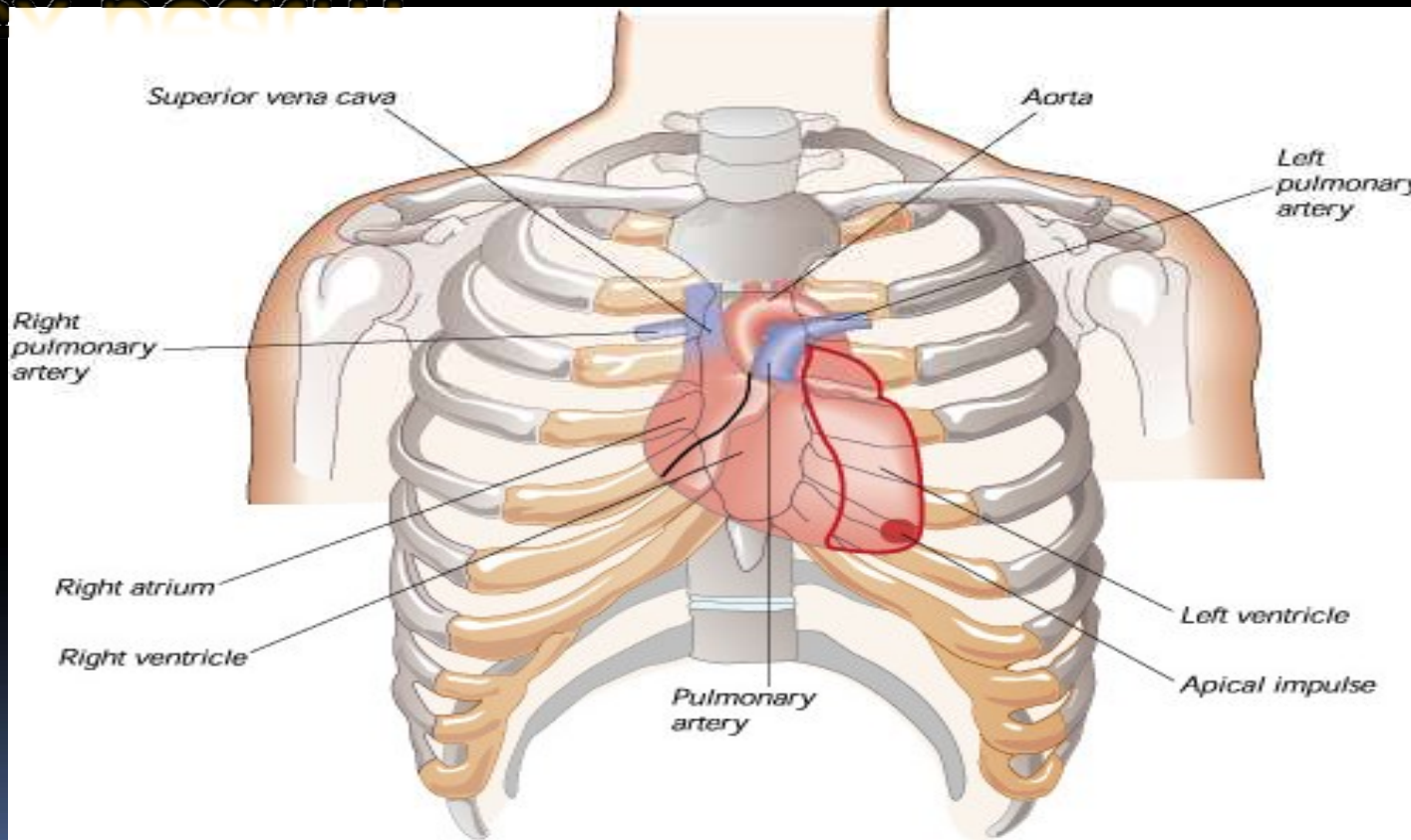
Figure 5.26 The apex beat
The coin is over the apex. The intercostal spaces are numbered. Vertical lines show right and left midclavicular and left anterior axillary lines. Care must be taken in identifying the midclavicular line; the inter-observer variability can be as much as 10 centimetres!





Apex beat...

where is it?



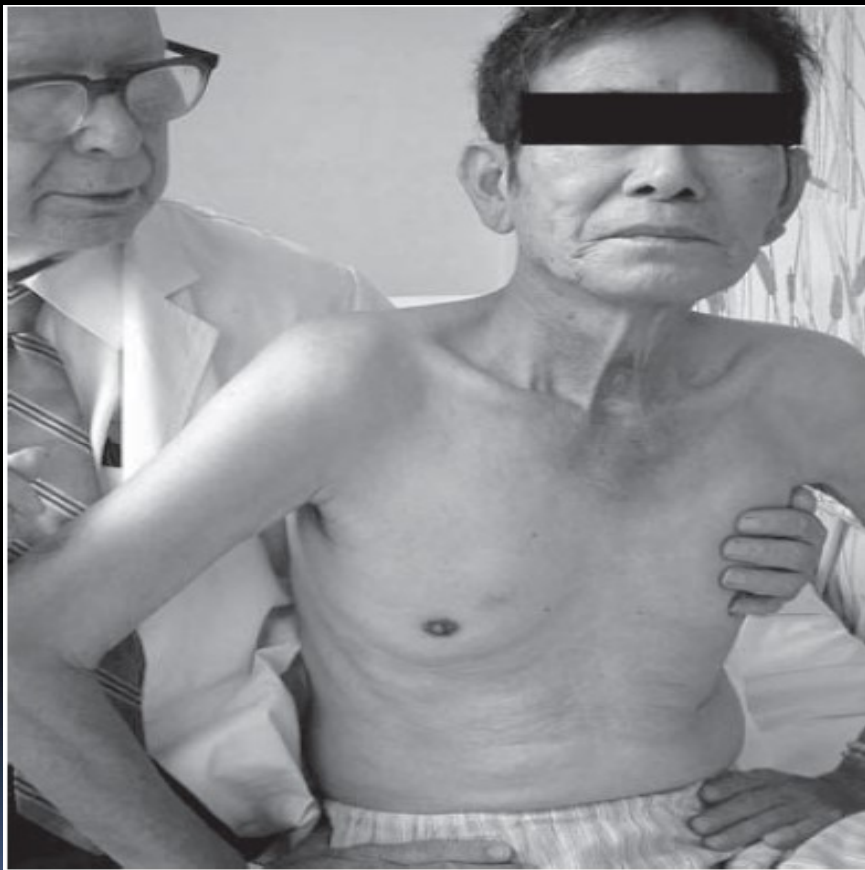
Οδηγά σημεία...





Note that the apex beat is palpable in only about 50% of adults





A posterior in addition to an anterior approach may allow you to feel more subtle movements, especially if your left hand is more sensitive than your right.





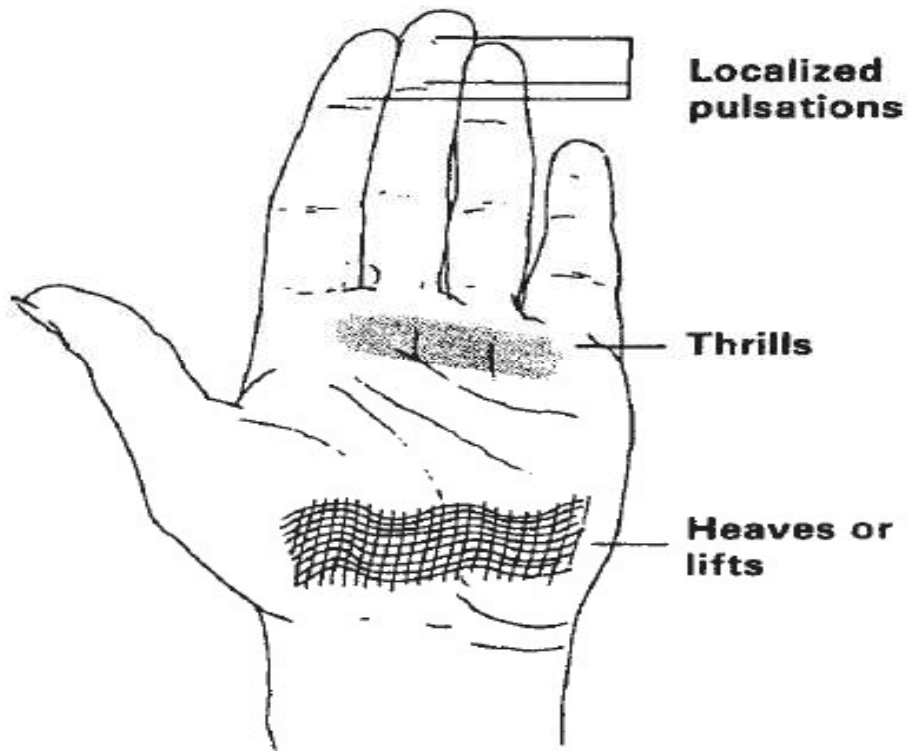
In this patient with mitral stenosis, the physician is palpating the movement of a large RV, which was producing a right ventricular rock, i.e., a sustained left parasternal impulse and lateral retraction.



If your fingernails are long enough to cause discomfort when you push up into the epigastrium with your fingers, you may use the pad of your thumb to test for RV pulsations during a deeply held inspiration.

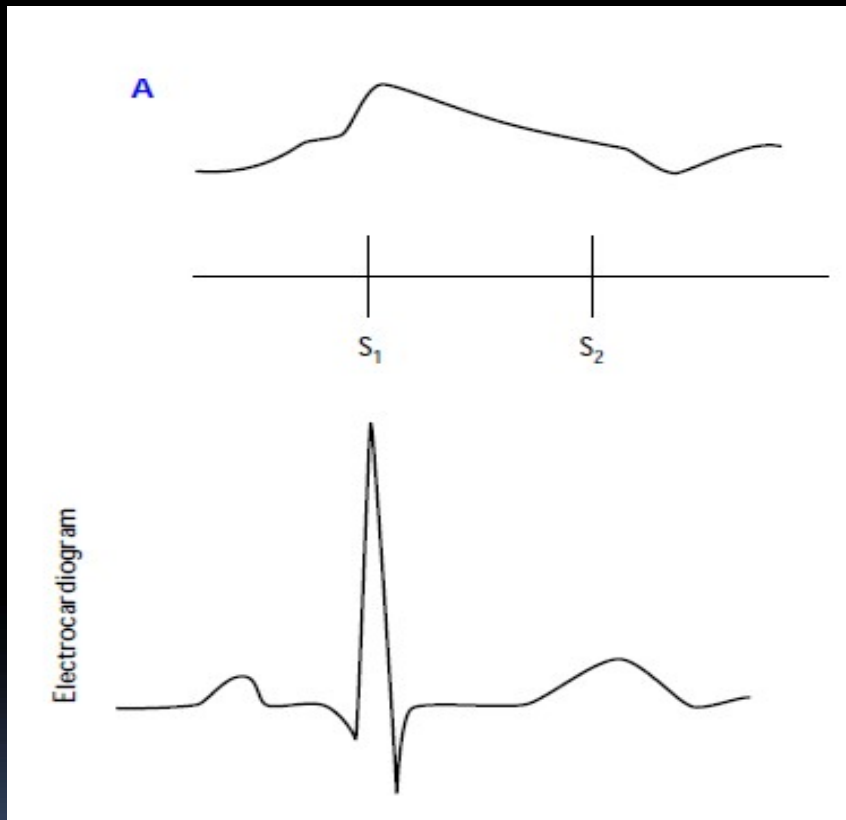


Ροίζος (thrill) vs. Εργώδης ώση (heave)



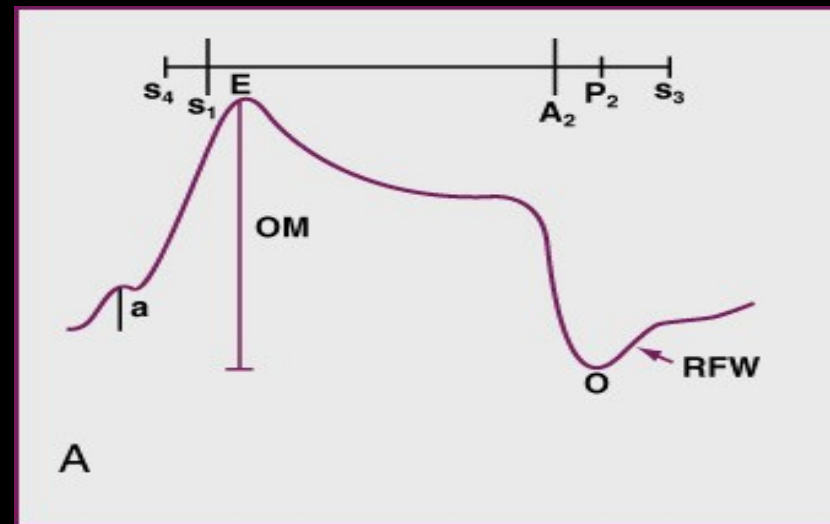
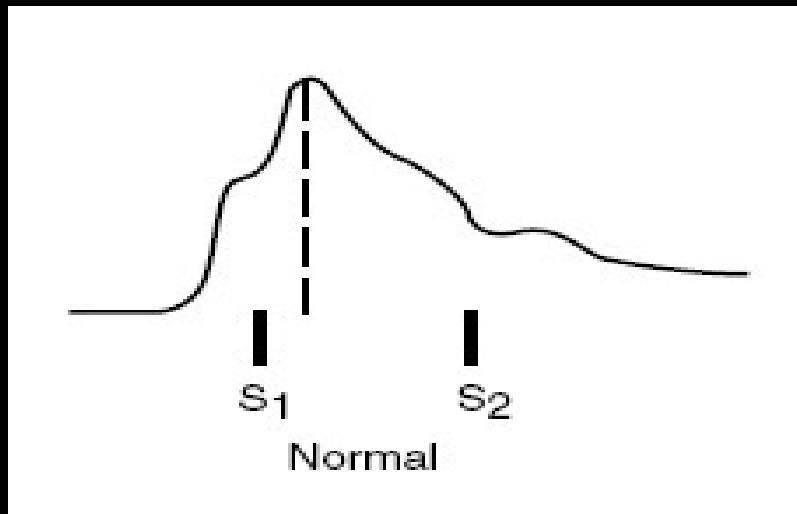
Although small localized movements are best perceived by the distal finger pads, thrills are best felt with the distal palm.





- It is worth noting that the palpable apex beat is not the anatomical apex of the heart but a point above it.
- At the time the apex beat is palpable, the heart is assuming a more spherical shape and the apex is twisting away from the chest wall.
- The area above the apex, however, is moving closer to the chest and is palpable





Φυσιολογικό κορυφογράφημα: Κύμα a < 15 % συνολικού ύψους.

Σημείο E => αρχή συστολής LV. Ακολουθεί σταδιακή υποχώρηση ως το σημείο O (διάνοιξη MV).

Τα δάκτυλα «νοιώθουν» στιγμιαία ώση και κατόπιν την E-O



Apex:

- Palpable in 1 of 5 adults < age 40
- Best felt with fingertips or finger pads

Normal Location:

- No more than 10 cm from mid-sternal line in the supine position
- Left decubitus position not reliable for apical location

Normal Size:

- No larger than 3 cm (about 2 finger breadths)



Διαταραχές της κορυφαίας ώσης...

- **Εντόπιση:** Μετατόπιση → Διάταση και/ή LVH
- **Διάμετρος:** Ευρεία → Διάταση LV
- **Διάρκεια:** Παρατεταμένη → LVH, HFrEF
- **Ύψος:** Υπερκινητική → Φόρτιση όγκου



The normal apex beat is not felt in two interspaces during the same phase of respiration.



A normal apical impulse is no larger than about 1½ fingertip widths (3 cm).



- Διάταση LV:

Μετατόπιση > 10 cm

πλαγίως, ευαίσθητο

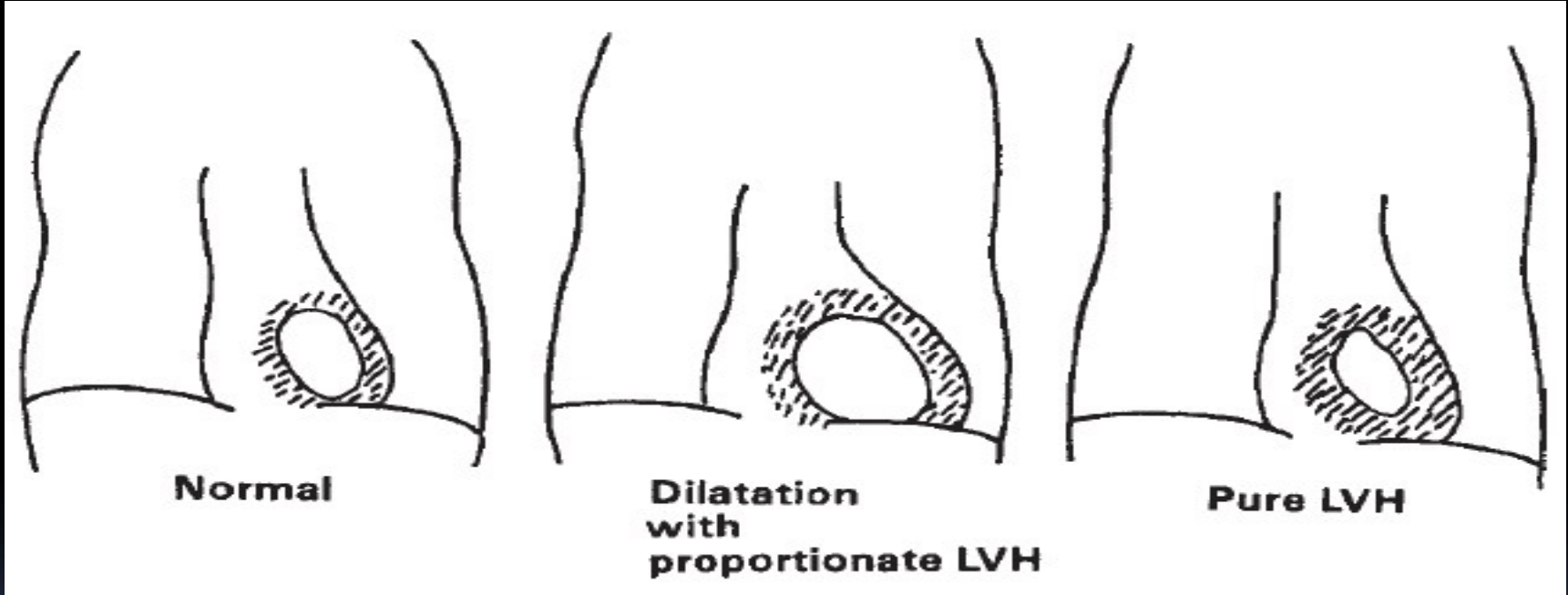
αλλά μη ειδικό σημείο

- Στην left lateral

decubitus θέση,

διάμετρος > 3 cm





Normal

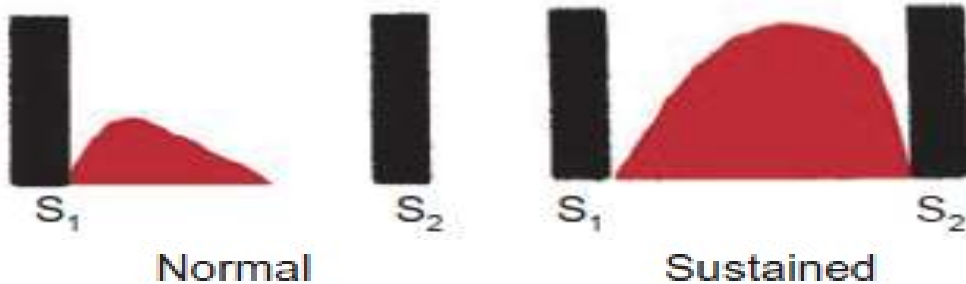
**Dilatation
with
proportionate LVH**

Pure LVH

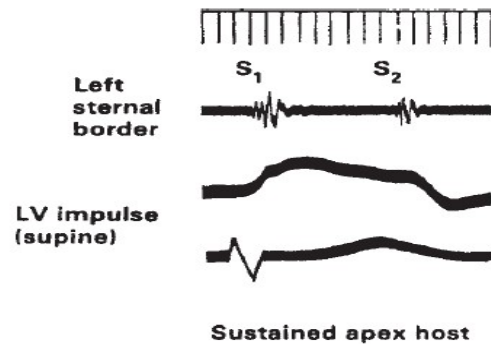


Διαταραχές της κορυφαίας ώσης...

- Παρατεταμένη => Φόρτιση πίεσης (Υπερτροφία)

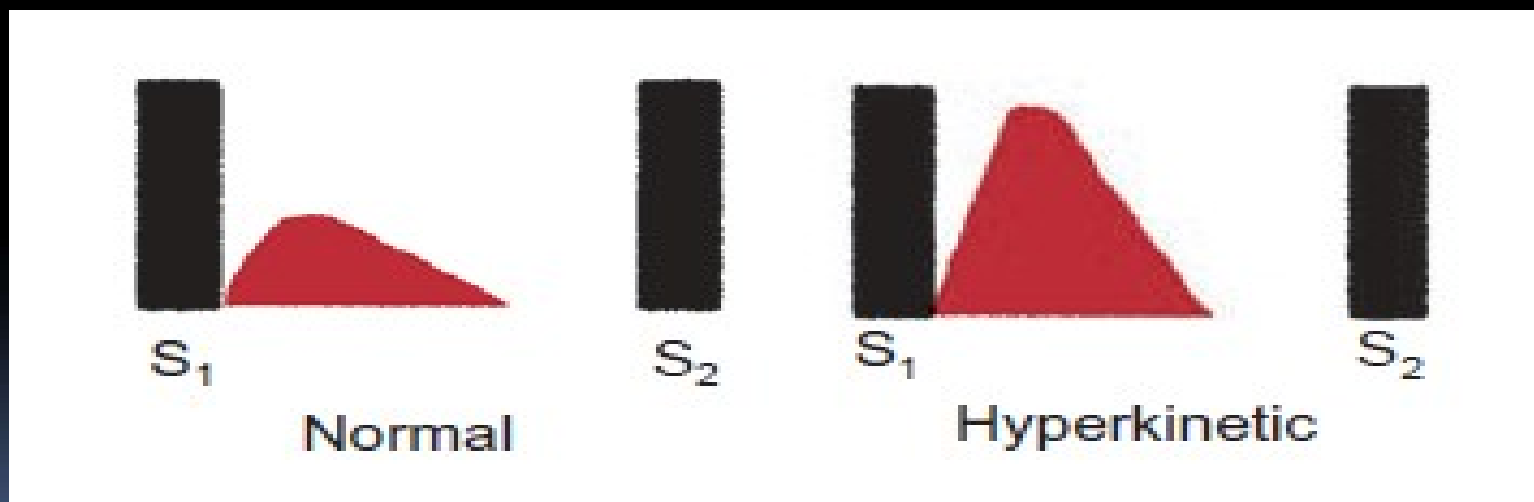


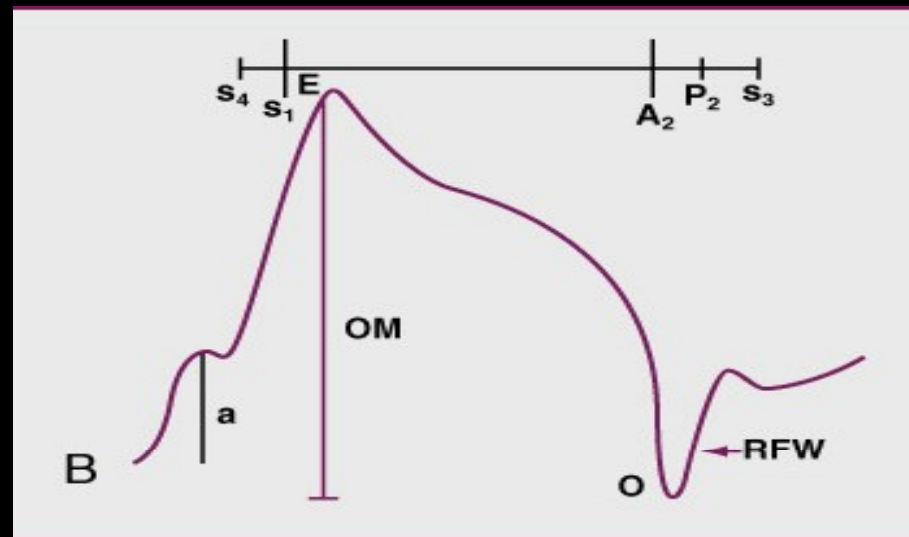
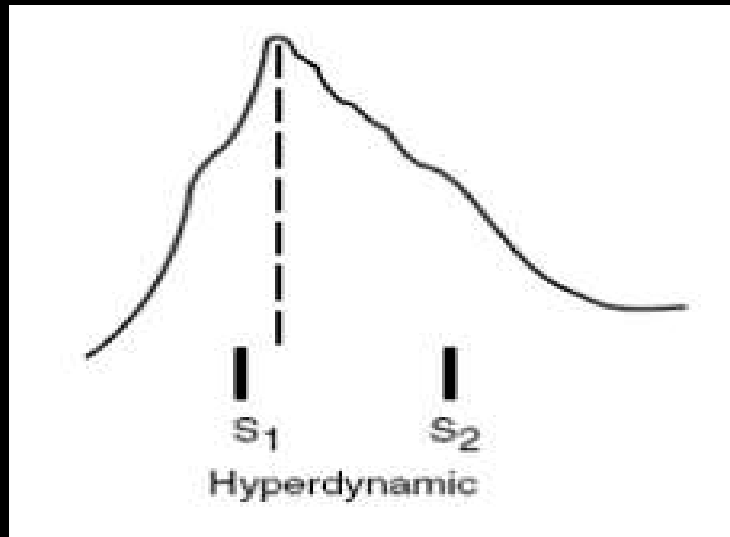
A sustained low-amplitude (hypokinetic) impulse is seen in *dilated cardiomyopathy*.



Διαταραχές της κορυφαίας ώσης...

- Υπερκινητική => Φόρτιση όγκου





Υπερδυναμική ώση: LV volume overload (MR & AR...). Ενίσχυση a (ψηλαφητό) συνήθως σημαίνει \uparrow LVEDP. Συνυπάρχει S₃...



Analysis of the type of Apex beat

Is it forceful?

Yes

Is it sustained?

Yes

**Heaving
Apex**

Will be
displaced too.
Localized apex
generally.
Ventricular
hypertrophy
(pressure
overload)



Analysis of the type of Apex beat

Is it forceful?

Yes

Is it sustained?

No

Yes

**Hyperdynamic
Apex**

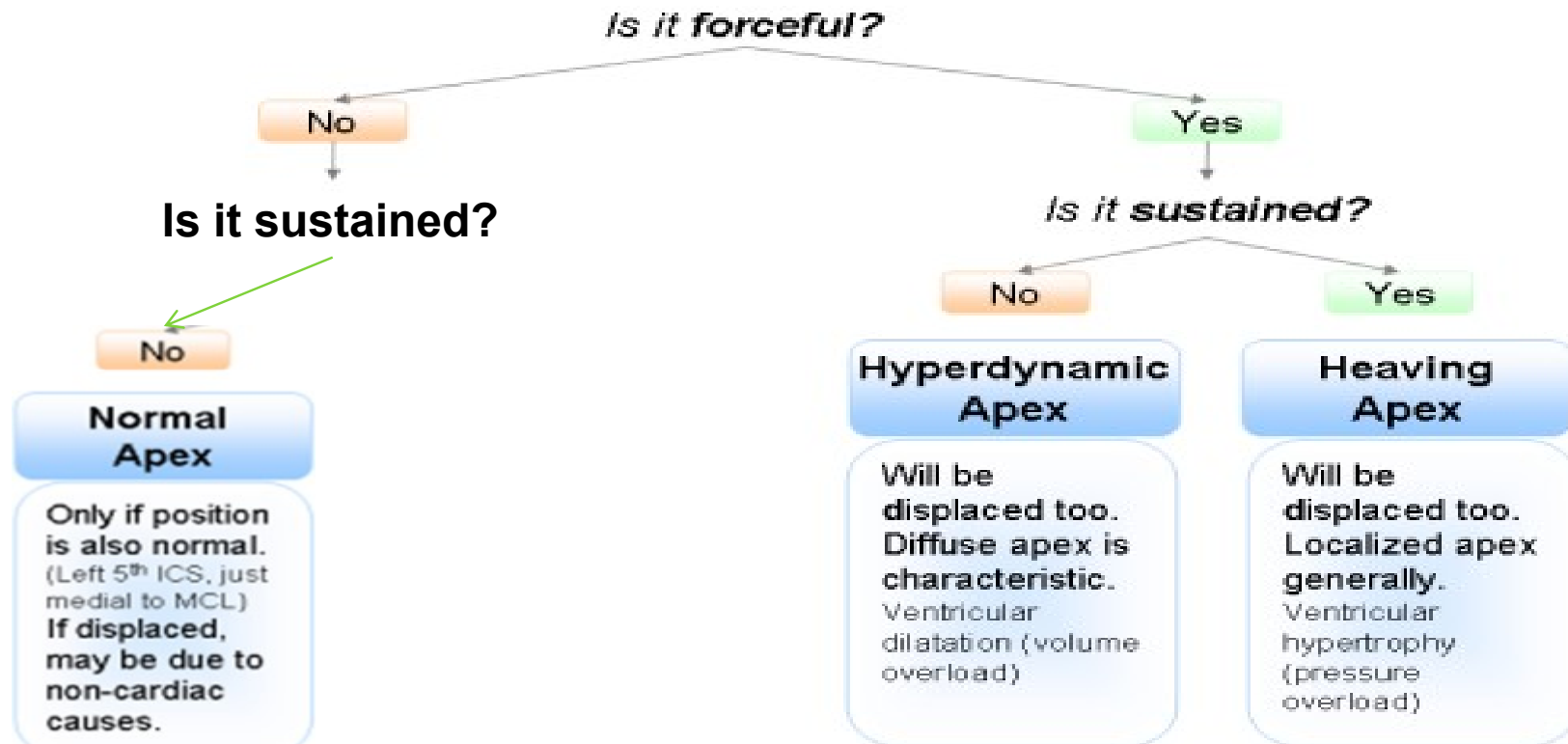
Will be
displaced too.
Diffuse apex is
characteristic.
Ventricular
dilatation (volume
overload)

**Heaving
Apex**

Will be
displaced too.
Localized apex
generally.
Ventricular
hypertrophy
(pressure
overload)



Analysis of the type of Apex beat



Analysis of the type of Apex beat

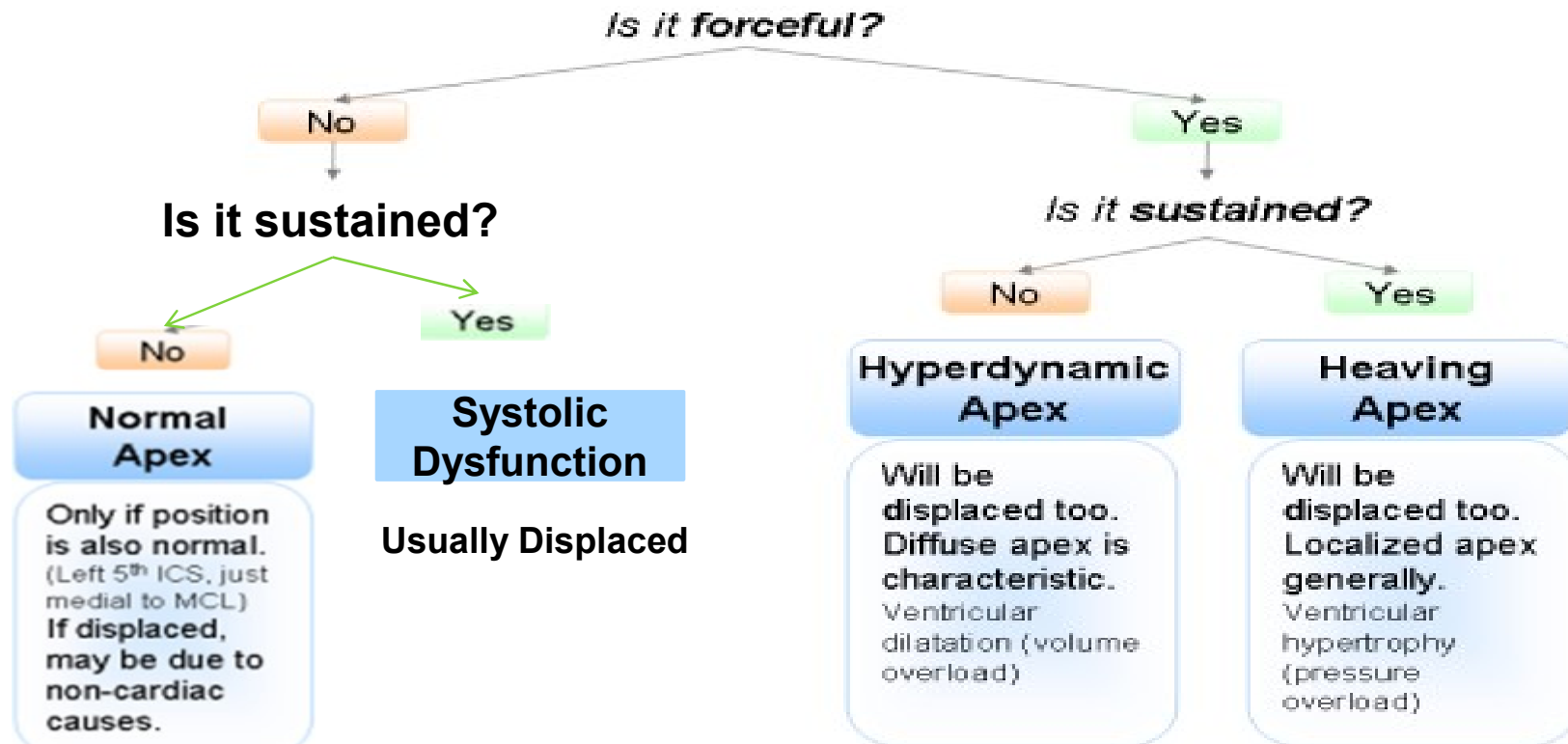




Figure 5.28 Feeling for the parasternal impulse

A *parasternal impulse* may be felt when the heel of the hand is rested just to the left of the sternum with the fingers lifted slightly off the chest. Normally no impulse or a slight inward impulse is felt.

In cases of RV enlargement or severe LA enlargement, where the right ventricle is pushed anteriorly, the heel of the hand is lifted off





In obstructive pulmonary disease, hyperinflated lung may prevent palpation of an enlarged right ventricle in the left parasternal area. The impulse is felt easily, however, high in the epigastrium where heart sounds are also more audible.





Figure 5.29 Palpating the base of the heart

Palpation with the fingers over the pulmonary area may reveal the palpable tap of pulmonary valve closure (*palpable P₂*) in cases of pulmonary hypertension



Myocardial Injury

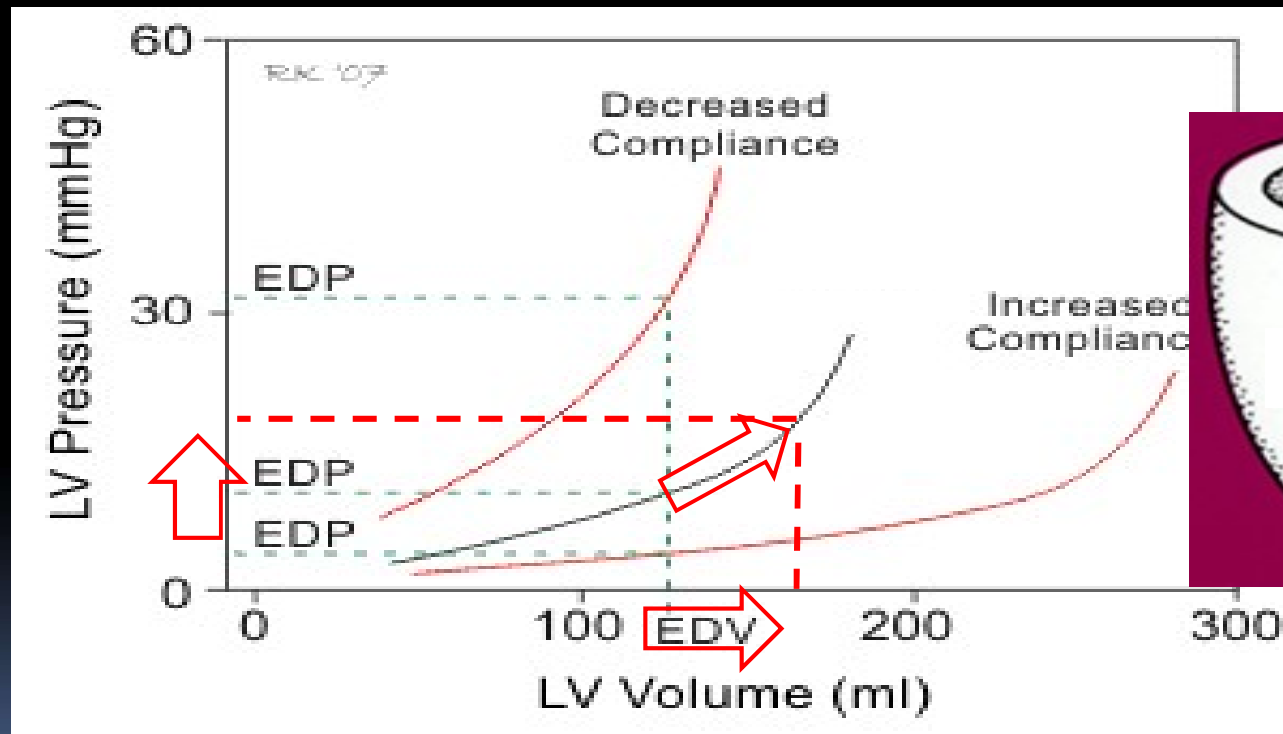


Μυοκαρδιακή βλάβη HFrEF...

- Αν απο οποιοδήποτε αίτιο (ισχαιμία, φλεγμονή, έμφραγμα), ο καρδιακός μυς υποστεί βλάβη, η συσταλτικότητα μειώνεται
- Λιγότερο αίμα εξωθείται (αύξηση ESV & μείωση SV)
- Δηλ «η κοιλία δεν αδειάζει». Άρα ο EDV αυξάνεται (προφορτίο)
- Η κοιλία διατείνεται (αυξημένο προφορτίο) και υπερτρέφεται ελαφρά
- **Μειωμένο ΚΕ με \uparrow EDP \rightarrow HFrEF**



The "Injured" Ventricle...



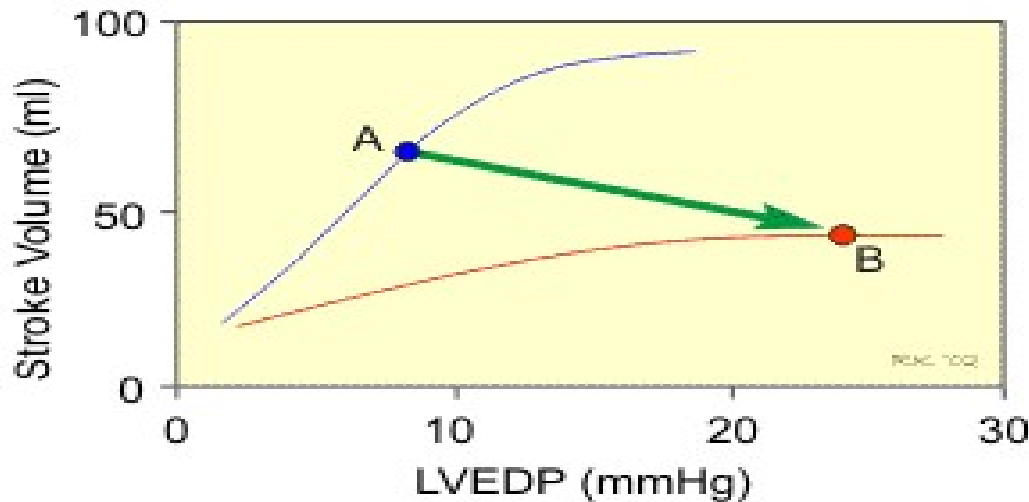


Figure 1. The Frank-Starling relationship showing the effects of heart failure (ventricular systolic dysfunction, loss of inotropy) on stroke volume and ventricular preload (left ventricular end-diastolic pressure, LVEDP). Point A, control point; point B, ventricular failure.

Σε συστολική
 δυσλειτουργία, η
 κοιλία θα
 «δουλέψει» σε
 υψηλότερη EDP
 και θα παράξει
 μικρότερο SV ...



Συνέπειες μείωσης της συσταλτικότητας

καρδιακής ήπιας ή σοβαρής?

- Διάταση και ήπια υπερτροφία
- Μείωση SV
- Αύξηση EDP
- Μειωμένο ΚΕ... → HFrEF (HF with reduced EF)



Μυοκαρδιακή διήθηση HFrEF...

μυοκαρδιακή διήθηση HFrEF...

- Αν ο καρδιακός μυς υποστεί διήθηθεί (αμυλοείδωση), η συσταλτικότητα μειώνεται
- Λιγότερο αίμα εξωθείται (αύξηση ESV & μείωση SV)
- ΑΛΛΑ η κοιλία ΔΕΝ ΔΙΑΤΕΙΝΕΤΑΙ! Στην απεικόνιση φαίνεται υπερτροφική (λόγω διήθησης)
- Είναι η μόνη περίπτωση όπου σε HFrEF δεν έχουμε διάταση (Περιοριστικές Μυοκαρδιοπάθειες)



ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ...

- Μείωση συσταλτικότητας (ισχαιμία, φλεγμονή, νέκρωση) => Διάταση και ήπια υπερτροφία, μειωμένη ενδοτικότητα => μείωση SV, αύξηση EDP, μείωση KE → **HFrEF**
- Διήθηση → Μείωση συσταλτικότητας => υπερτροφία, μειωμένη ενδοτικότητα => μείωση SV, αύξηση EDP, μείωση KE → **HFrEF**



Πως επηρεάζει η καρδιακή νόσος τις συνθήκες φόρτισης

↑ EDV, ↑ EDP, ↓ SV, ↓ EF

- Έμφραγμα, μυοκαρδίτις, DCM → ↓ συσταλτικότητα → ↑ESV, Διάταση, ↑ EDV, ↑EDP, ↓ SV, ↓ EF
- Διήθηση → ↓ συσταλτικότητα → ↑ESV, normal EDV, ↓ Ενδοτικότητα, ↑EDP, ↓ SV, ↓ EF
- Υπέρταση, στένωση μηννοειδών βαλβίδων → ↑ μεταφορτίου → Συγκεντρική υπερτροφία → ↓SV, normal EF
- Ανεπάρκεια βαλβίδων, ASD, VSD, PDA → ↑ προφορτίου → ↑ EDV, Διάταση, +/- EDP, +/-SV (αναλόγως της πάθησης), normal EF



Heart Failure



Καρδιακή ανεπάρκεια

- Η παθοφυσιολογική κατάσταση κατά την οποία η καρδιά αδυνατεί να αντλεί-προωθεί αίμα ανάλογο με τις μεταβολικές απαιτήσεις των ιστών ή το επιτυγχάνει μόνο με αύξηση των πιέσεων πλήρωσής της (EDP)
- Κλινικό σύνδρομο με κύριες εκδηλώσεις την δύσπνοια, την κόπωση, την μειωμένη ανοχή στην άσκηση και την κατακράτηση υγρών



Καρδιακή ανεπάρκεια

- Η EDP μπορεί να αυξηθεί όταν
 - Υπάρχει μείωση της συσταλτικότητας
 - Υπάρχει φόρτιση πίεσης (Μεταφορτίο)
 - Υπάρχει φόρτιση όγκου (Προφορτίο)



Ασθενής με ΚΑ

- Αριστερή → Δύσπνοια, κόπωση, μειωμένη ανοχή στην άσκηση
- Δεξιά → Οιδήματα, ασκίτης, ηπατομεγαλία, δύσπνοια, κόπωση, μειωμένη αντοχή στην άσκηση
- Και στις δυο → ↓ νεφρική αιμάτωση → Καρδιονεφρικό σύνδρομο... (Ur, Cr, eGFR)



MDRD GFR Equation ☆

Estimates glomerular filtration rate based on creatinine and patient characteristics.

Sex	<input type="button" value="Female"/>	<input type="button" value="Male"/>
Age	<input type="text"/>	<input type="button" value="years"/>
Creatinine	<input type="text" value="Norm: 0.7 - 1.3"/>	<input type="button" value="mg/dL ↵"/>
Black race Race may/may not provide better estimates of GFR; optional	<input type="button" value="No"/>	<input type="button" value="Yes"/>



MDRD GFR Equation ☆

Estimates glomerular filtration rate based on creatinine and patient characteristics.

Sex	<input type="radio"/> Female	<input checked="" type="radio"/> Male
Age	<input type="text" value="85"/>	<input type="text" value="years"/>
Creatinine	<input type="text" value="1.3"/>	<input type="text" value="mg/dL ↔"/>
Black race Race may/may not provide better estimates of GFR; optional	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes

52.5 mL/min/1.73 m²
Glomerular Filtration Rate by the MDRD Equation



Ασθενής με ΚΑ

- Οξεία Αριστερή → Οξεία Δύσπνοια
- Οξεία Δεξιά → Σφαγίτιδες, ήπαρ, υπόταση, δύσπνοια
- Χρόνια Αριστερή → Χρόνια Δύσπνοια
- Χρόνια Δεξιά → Οιδήματα, ασκίτης, ηπατομεγαλία, δύσπνοια, κόπωση, μειωμένη αντοχή στην άσκηση



Κλινική προσέγγιση ασθενούς με συμπτώματα αρ. ΚΑ...

κατακλιμική υπερτροφική καρδιομυοπάθεια? ή σε ορισμένες περιπτώσεις...

- Υπερτροφική κοιλία, διατηρημένο ΚΕ → Φόρτιση πίεσης (HFpEF)
- Μεγάλη κοιλία, μειωμένο ΚΕ → Μειωμένη συσταλτικότητα (HFrEF)
- Μεγάλη & υπερτροφική κοιλία, διατηρημένο ΚΕ → Φόρτιση όγκου (HFpEF)
- Υπερτροφική κοιλία, μειωμένο ΚΕ → Διήθηση (HFrEF)



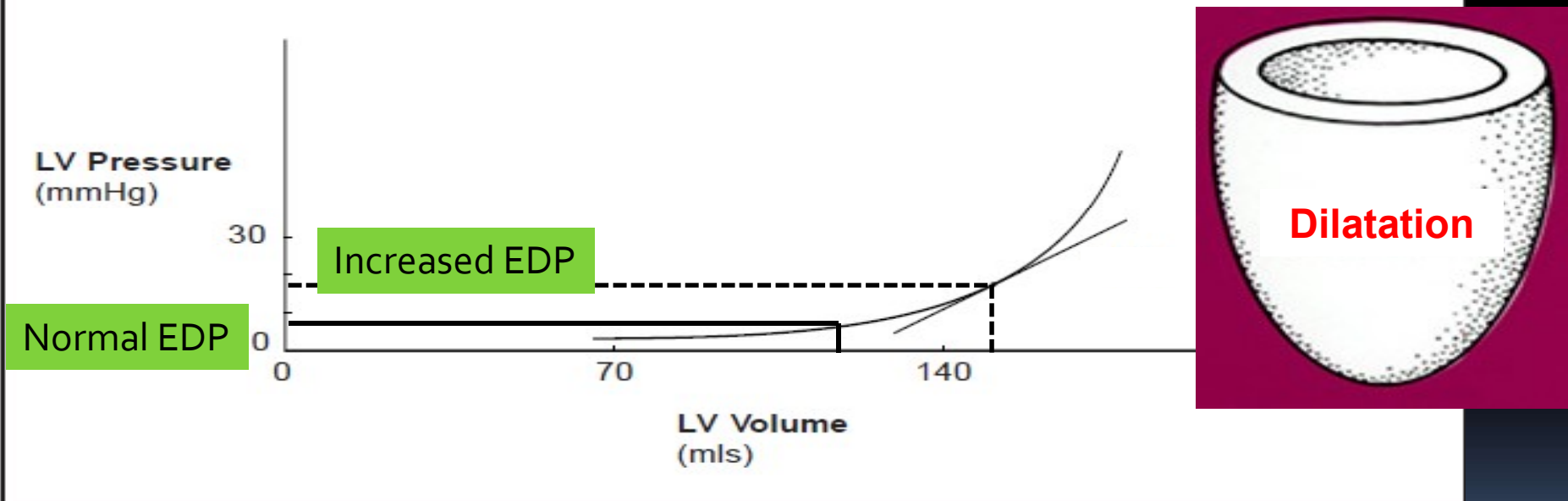
Συστολική καρδιακή ανεπάρκεια

- Μείωση της συσταλτικότητας της κοιλίας => μικρότερος SV, μεγαλύτερος EDV => αυξημένη EDP
- *Κατακράτηση υγρών μέσω νευρο-ορμονικής ενεργοποίησης (αυξημένο προφορτίο) => μεγαλύτερος EDV => μεγαλύτερη αύξηση EDP*



Systolic Heart Failure...

Fig 3.3 LV Pressure-Volume Relationship during Diastole



MI => Decreased contractility => Increased ESV => Increased EDV => Increased EDP...



Healthy Heart Compared To Cardiac Failure

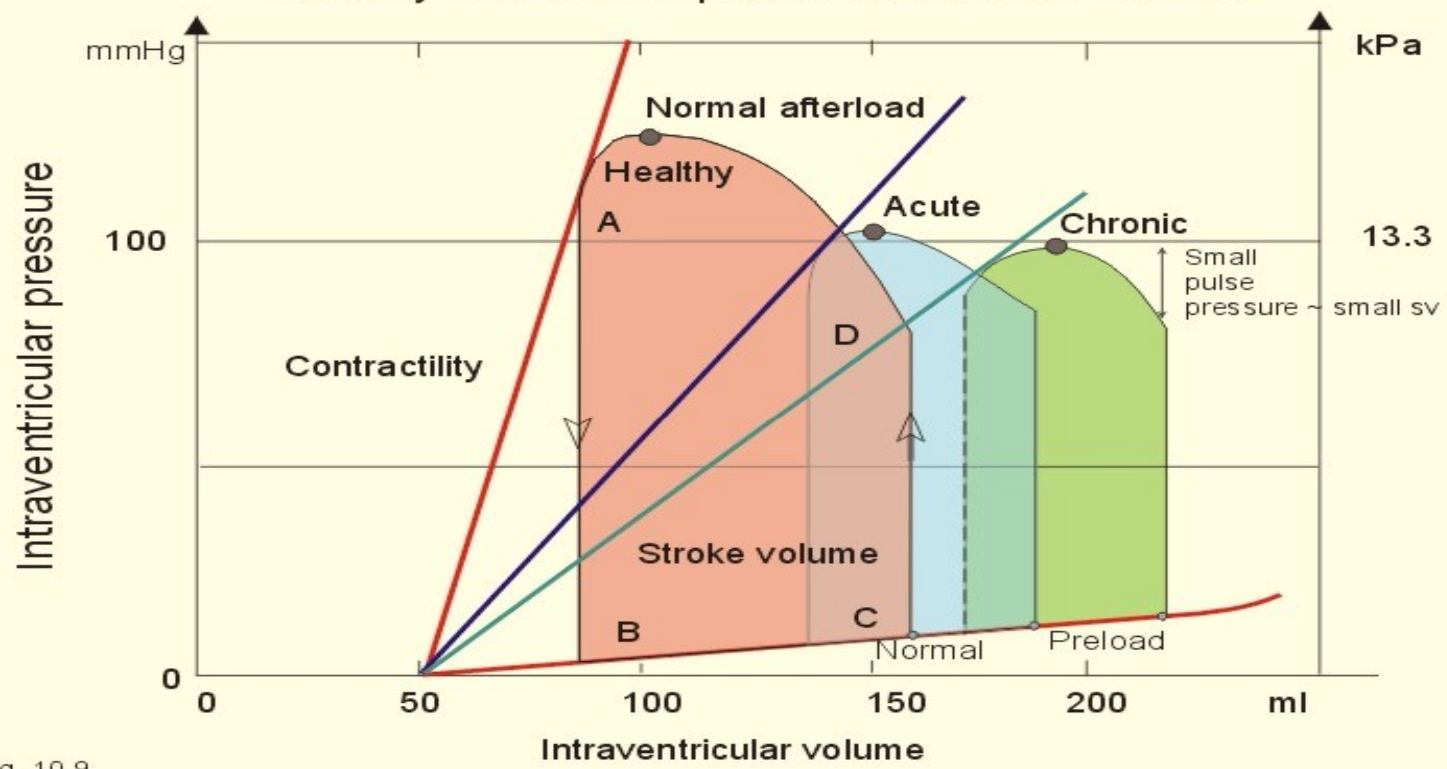


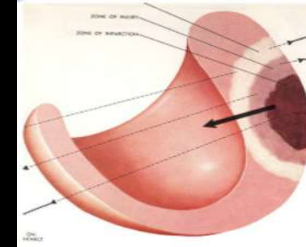
Fig. 10-9

KMc



Ισχαιμία και έμφραγμα...

ισχαιμία και έμφραγμα



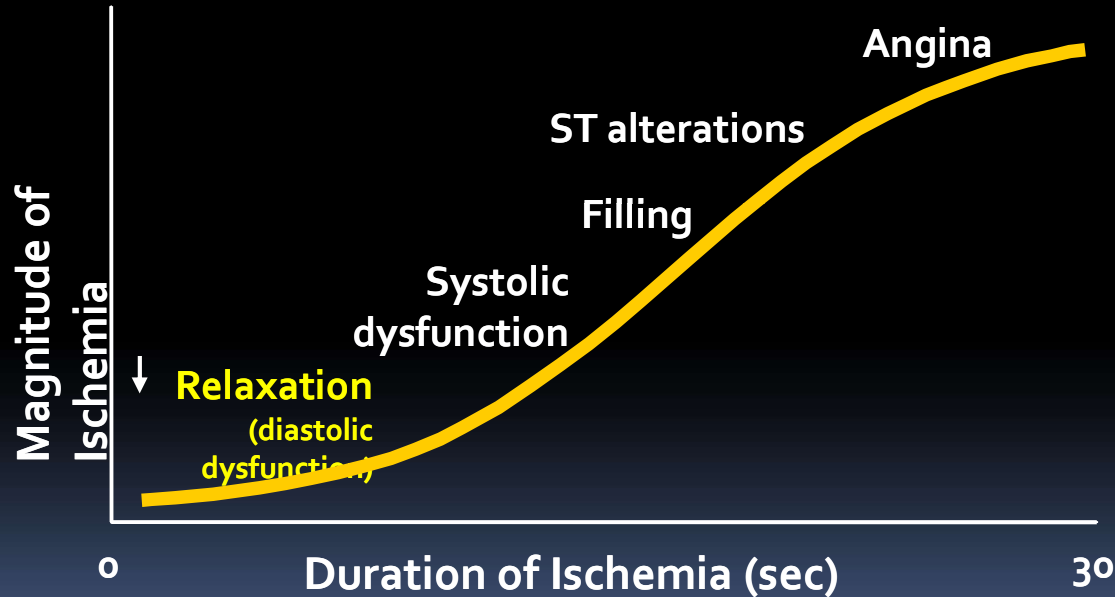
- Zone 3 (outer): ischemia
- Zone #2 (middle): injury
- Zone #1 (inner): necrosis

- Ισχαιμία => Λειτουργική διαταραχή
 - Οξεία ισχαιμία => Απόπληκτο μυοκάρδιο
 - Χρόνια ισχαιμία => Λαθροβιούν μυοκάρδιο
- Έμφραγμα => Μόνιμη ανατομική βλάβη (ουλή)



Ischemic Cascade

Abnormalities evolving during ischemia



- Approximately 1/2 of pts with angina also experience episodes of **asymptomatic (silent) ischemia**
- Many episodes of ischemia never become painful



HFpEF: Μεταφορτίο...

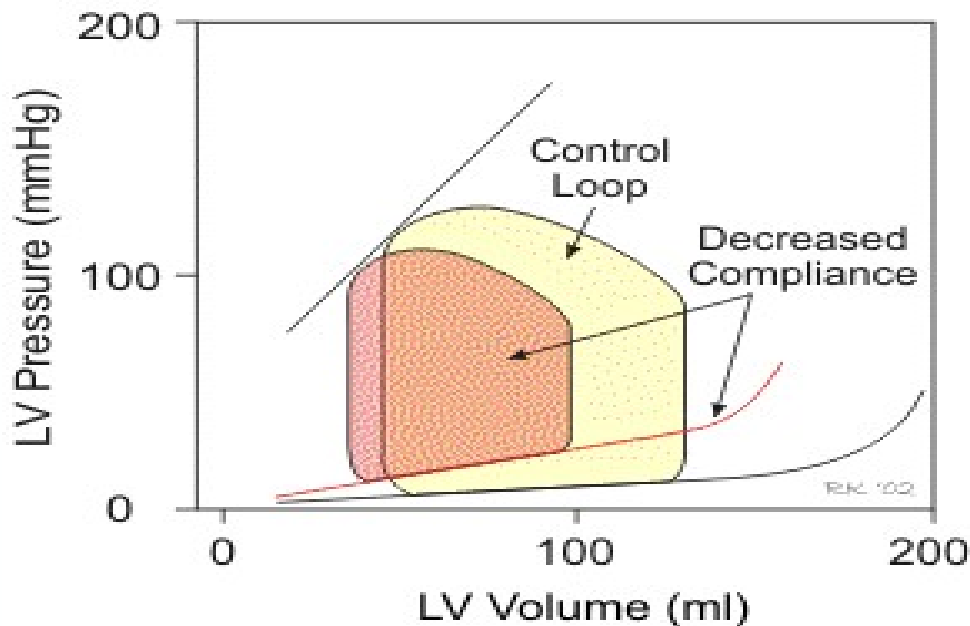
- Αυξημένο μεταφορτίο προκαλεί συγκεντρική υπερτροφία
- LV
 - LVOTO => υποβαλβιδική, βαλβιδική και υπερβαλβιδική στένωση αορτής
 - Στένωση ισθμού της αορτής
 - Συστηματική υπέρταση
- RV
 - RVOTO => στένωση πνευμονικής βαλβίδας, τετραλογία Fallot (μη διορθωμένη)
 - Στένωση πνευμονικών αρτηριών
 - Πνευμονική υπέρταση



Συνέπειες μείωσης της ενδοτικότητας

- Μείωση ενδοτικότητας π.χ. Υπερτροφία
- Αύξηση πιέσεων στα τοιχώματα της κοιλίας (ανένδοτα) δηλ. αυξημένη EDP
- Μείωση του προφορτίου (EDV)
- Μείωση του SV
- *Αν ο ESV μειωθεί αρκετά (ανέπαφη ινοτροπία), το ΚΕ (EF), δε θα αλλάξει παρότι ο SV είναι μειωμένος...*





Effects of left ventricular diastolic failure caused by decreased ventricular compliance (e.g., hypertrophy) on left ventricular pressure-volume loop. Heart rate, inotropy and systemic vascular resistance are unchanged.

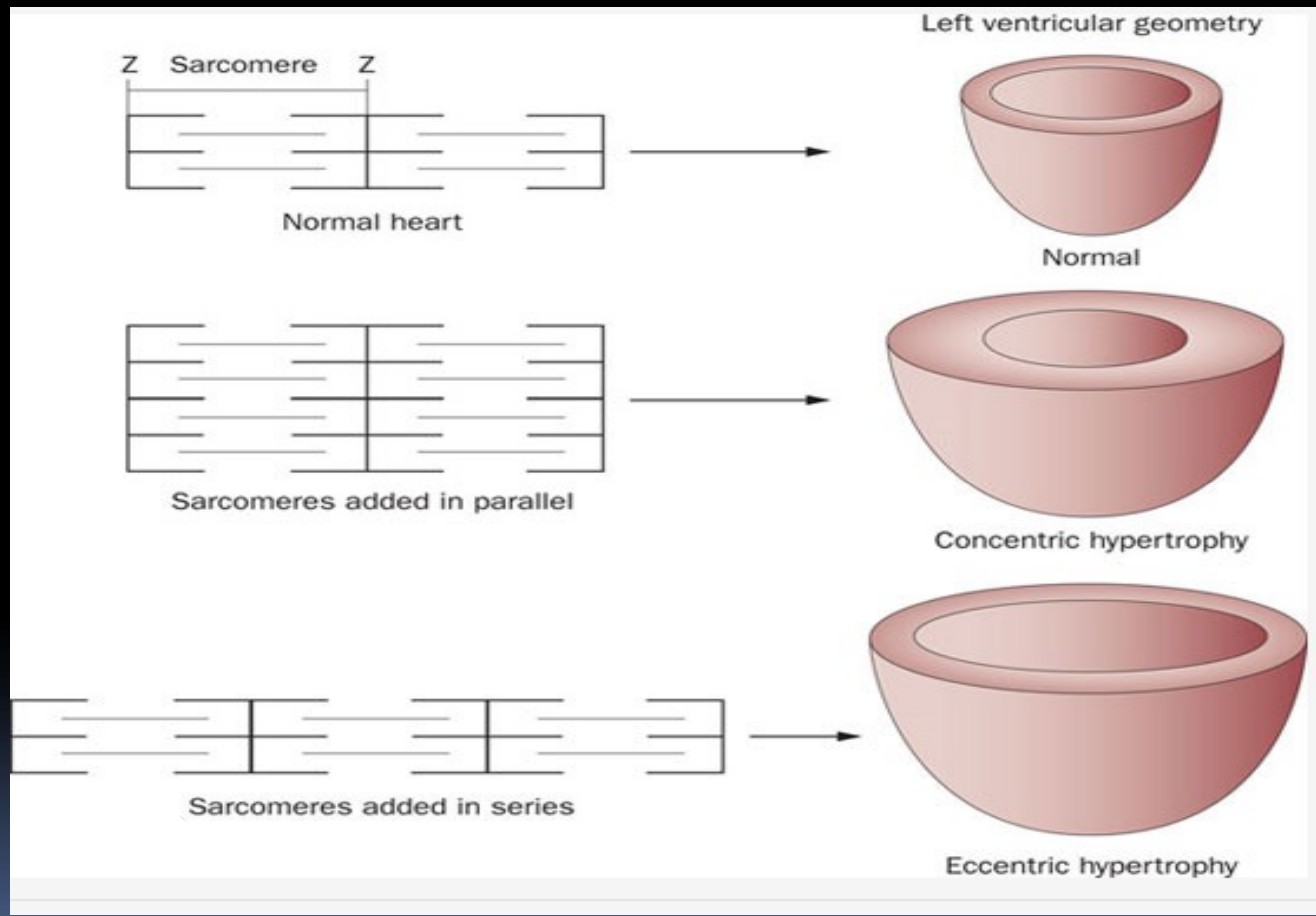
- Μείωση ενδοτικότητας π.χ. Υπερτροφία
- Αύξηση πιέσεων στα τοιχώματα της κοιλίας (ανένδοτα) δηλ. EDP
- Μείωση του προφορτίου (EDV)
- Μείωση του SV
- Αν ο ESV μειωθεί αρκετά (ανέπαφη ινοτροπία), το ΚΕ (EF), δε θα αλλάξει παρότι ο SV είναι μειωμένος...



HFpEF: Προφορτίο...

- Φόρτιση όγκου (αύξηση προφορτίου) => Έκκεντρη υπερτροφία
- Αύξηση μάζας μυοκαρδίου
- Σημαντική διάταση (\uparrow EDV)
- Διατήρηση ΚΕ (άρα \uparrow SV)
- Φυσιολογική EDP...





HFpEF: Προφορτίο...

... η φυσιολογική υπερτροφία ...

- Αυξημένο προφορτίο προκαλεί έκκεντρη υπερτροφία
- Η τελευταία συμβαίνει οποτεδήποτε το κυκλοφορικό «αντιλαμβάνεται» κάποια «διαφυγή» όγκου αίματος...
 - «Διαφυγή» ενός όγκου αίματος από την συστηματική στη φλεβική κυκλοφορία
 - VSD, PDA, giant AV-fistula
 - Ανεπάρκεια μιτροειδούς: «Διαφυγή» ενός όγκου αίματος από την συστηματική κυκλοφορία στον LA
 - Ανεπάρκεια αορτής: «Διαφυγή» ενός όγκου αίματος από την συστηματική κυκλοφορία στην LV

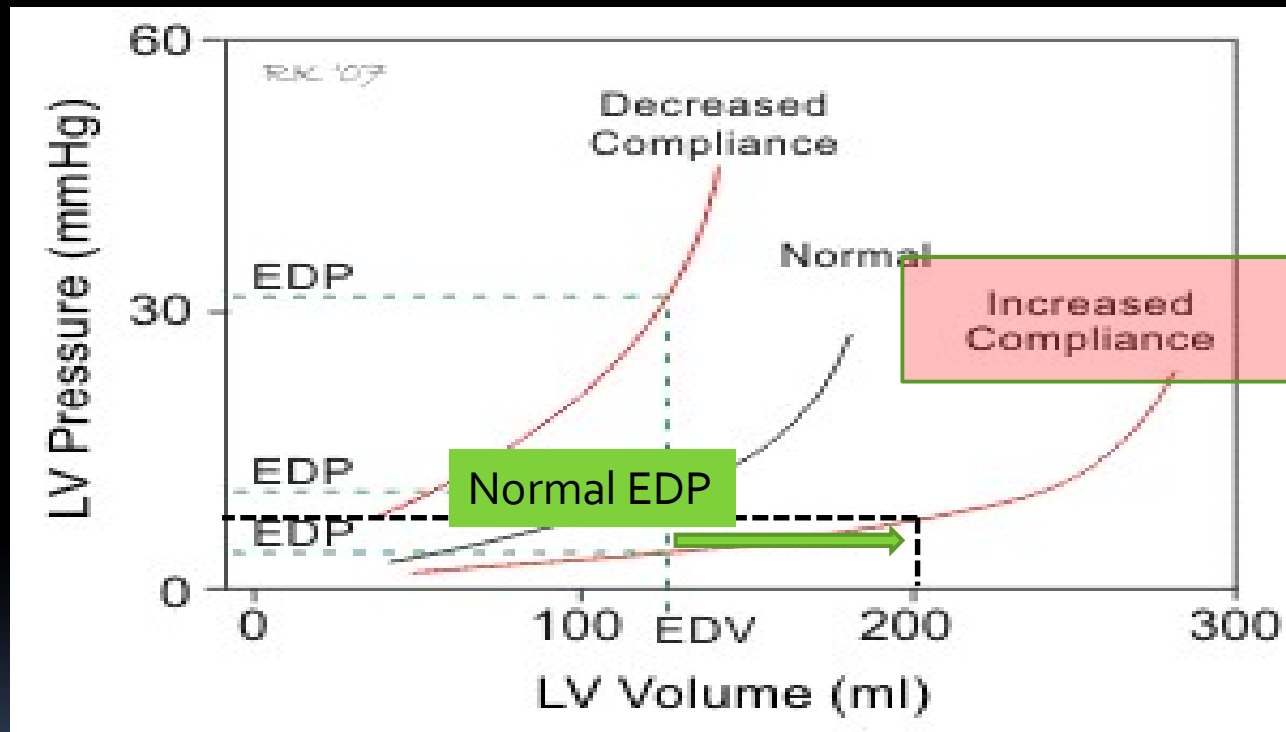


Καρδιακή ανεπάρκεια

- Παρομοίως για την RV
 - Μεσοκοιλιακή επικοινωνία (ASD)
 - Ανεπάρκεια πνευμονικής
 - Ανεπάρκεια τριγλώχινας



The Compliant Ventricle...



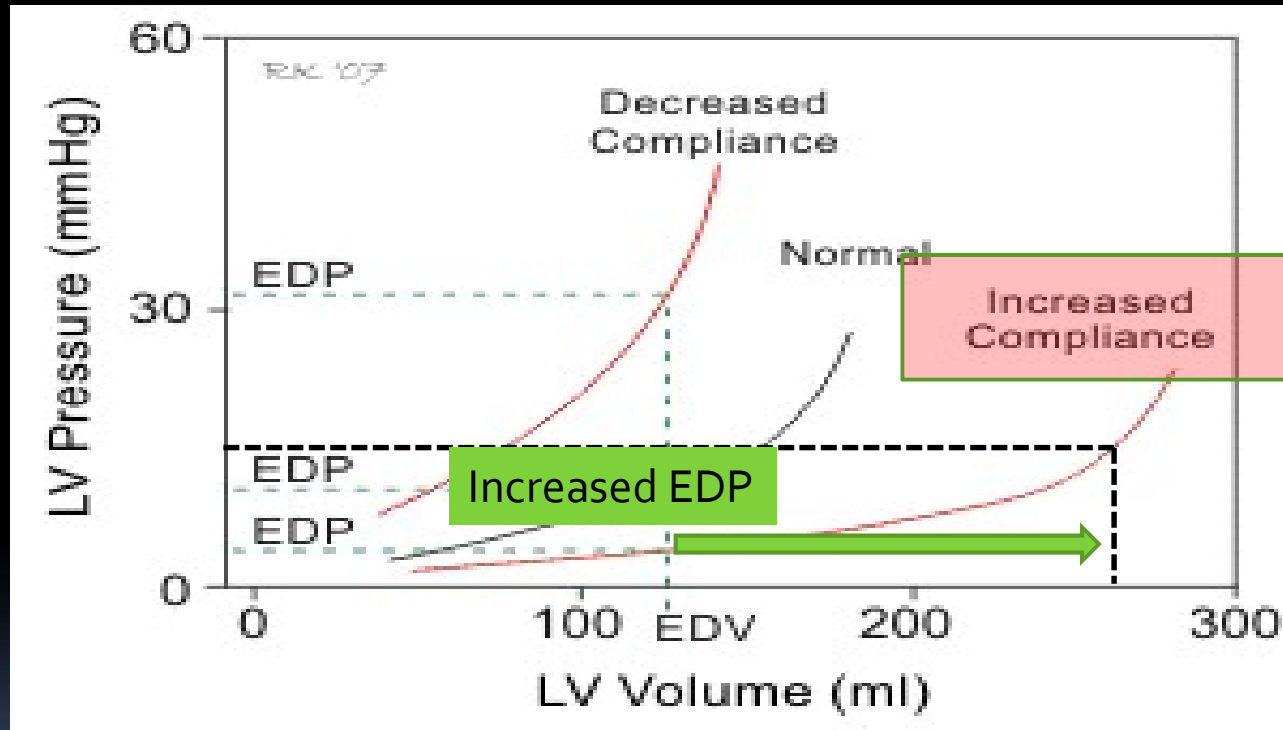
**Regurgitant Lesions
Aortic, Mitral**



**Compensation
phase
Normal or
Increased EF**



The Compliant Ventricle...



**Regurgitant Lesions
Aortic, Mitral**



**Decompensation phase
Normal or
Increased EF**



HFpEF: Προφορτίο...

... volume overload ...

- Φόρτιση όγκου (αύξηση προφορτίου) => Έκκεντρη υπερτροφία => αύξηση της ενδοτικότητας της κοιλίας => αρχικά φυσιολογική EDP, με διάταση και αυξημένο ΚΕ. Ασθενής ασυμπτωματικός...



HFpEF: Προφορτίο...

... volume overload

- Φόρτιση όγκου (αύξηση προφορτίου) => Έκκεντρη υπερτροφία => αργότερα, αδυναμία μεγαλύτερης αύξησης της ενδοτικότητας της κοιλίας => αυξημένη EDP, με διάταση και αυξημένο ΚΕ → Συμπτώματα



Διαστολική δυσλειτουργία...

πρωτογενική αρτηριακή υπέρταση...

- Διαταραχή της διαστολής (↓ ενδοτοκότητας) → ↑ EDP



Διαστολική δυσλειτουργία...

Παθολογική ερηναιολογία...

- Μέχρι στιγμής έχουμε δώσει 2 παραδείγματα:
- ↑ Μεταφορτίο – υπερτροφία - ↓ ενδοτικότητα
- Προφορτίο – διάταση/υπερτροφία – αρχικά ↑ και τελικά ↓ ενδοτικότητα
- Και στις 2 περιπτώσεις HFpEF...



Όμως...

- Και στην συστολική δυσλειτουργία (HFrEF), η ενδοτικότητα της κοιλίας είναι μειωμένη. Άρα υπάρχει ΚΑΙ διαστολική δυσλειτουργία...
- **Διαστολική δυσλειτουργία (σε όλες τις ΚΑ)**
 - Με διατηρημένο ΚΕ
 - Με μειωμένο ΚΕ



Καρδιακή ανεπάρκεια και Διαστολική Δυσλειτουργία

καρδιακή ανεπάρκεια και διαστολική δυσλειτουργία

- Συνεπώς, όλες οι μορφές καρδιακής ανεπάρκειας, εμπεριέχουν το στοιχείο της διαστολικής δυσλειτουργίας...



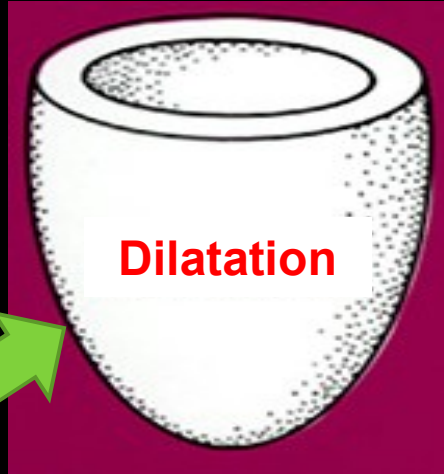
Υπερτροφία: Φυσική Ιστορία...

επιπεπρωμένη φασική ιστορία...

- Όλοι οι τύποι υπερτροφίας, καταλήγουν τελικά και σε **συστολική δυσλειτουργία**, κυρίως λόγω αυξημένων αναγκών αιμάτωσης του μυοκαρδίου και της ίδιας της φόρτισης...



**Hypertension and
Stenotic Lesions (LVOTO)**



**Loss of
contractility
Systolic Failure
Reduced EF**

**Ischemia
Apoptosis
Fibrosis...**

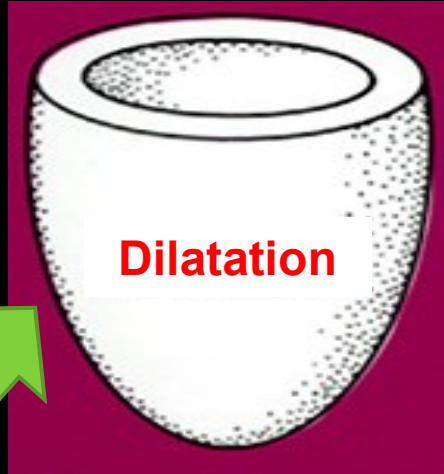
**Diastolic failure
Normal EF**



Hypertension and Stenotic Lesions (LVOTO)



**Diastolic failure
Normal EF**



**Loss of contractility
Systolic Failure
Reduced EF**

**↑ Ischemia
Apoptosis
Fibrosis...**

**Regurgitant Lesions
Aortic, Mitral
Compensation phase
Normal or Increased EF**



Καρδιακή ανεπάρκεια

- **Συστολική (HFrEF)**

- Μειωμένο ΚΕ, διατεταμένη κοιλία (πλην περιοριστικής μυοκαρδιοπάθειας), αυξημένη EDP, μειωμένος SV...

- **Με διατηρημένο ΚΕ (HFpEF)**

- Φυσιολογικό ΚΕ, μικρή κοιλία συνήθως υπερτροφική (συγκεντρική), αυξημένη EDP, μειωμένος SV...



Καρδιακή ανεπάρκεια

καθολική ανεπάρκεια

- **Συστολική (HFrEF)**

- Διατεταμένη κοιλία, Μειωμένο ΚΕ, αυξημένη EDP, μειωμένος SV... (Έμφραγμα, DCMP)

- Μικρή κοιλία, Μειωμένο ΚΕ, αυξημένη EDP, μειωμένος SV... (Περιοριστική ΜΚΠ)

- **Με διατηρημένο ΚΕ (HFpEF)**

- Μικρή κοιλία, συνήθως υπερτροφική (συγκεντρική), Φυσιολογικό ΚΕ, αυξημένη EDP, μειωμένος SV... (Στένωση LVOT/RVOT, υπέρταση συστηματική ή πνευμονική)

- Μεγάλη διάταση, Έκκεντρη υπερτροφία, Αυξημένο ΚΕ, οριακή ή αυξημένη EDP, ο SV ποικίλει...



ΜΕΙΖΟΝΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

- **Στεφανιαία νόσος**
- **Υπέρταση**
- **Ιδιοπαθής διατατική**
- **Βαλβιδοπάθειες**
- Λοιμώδης μυοκαρδίτιδα
- Τοξίνες (οινόπνευμα, ανθρακυκλίνες κοκαΐνη ..)
- Ταχυμυοκαρδιοπάθεια
- Ενδοκρινικές διαταραχές (υπερ/υπόθυρεοειδισμός, διαβήτης)
- Διηθητικές νόσοι (αμυλοείδωση, σαρκοείδωση, αιμοχρωμάτωση)
- Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια
- Νόσοι κολλαγόνου
- Μυϊκές δυστροφίες
- Μυοκαρδιοπάθεια της κνήσεως
- Διατροφικές ανεπάρκειες



ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ
ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Volume/Pressure
overload (AR, MR,
VSD, PDA, TR, PR,
ASD)



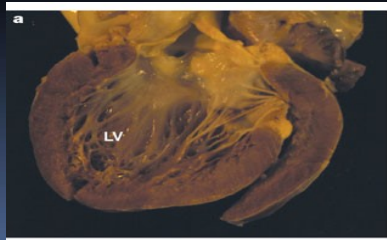
**ΚΟΙΛΙΑΚΗ
ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**



EDP: Normal => High
-Diastolic failure
-Systolic failure

HFrEF: ↓ κοιλιακή εξώθηση

HFpEF: ↓ κοιλιακή πλήρωση



ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

- Heart Failure is characterized by
 - Increased EDP, AND...
 - Reduced SV



ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

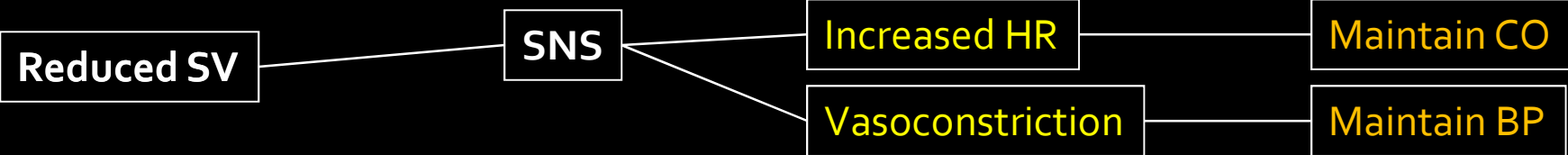
- Heart Failure is characterized by
 - Reduced SV...

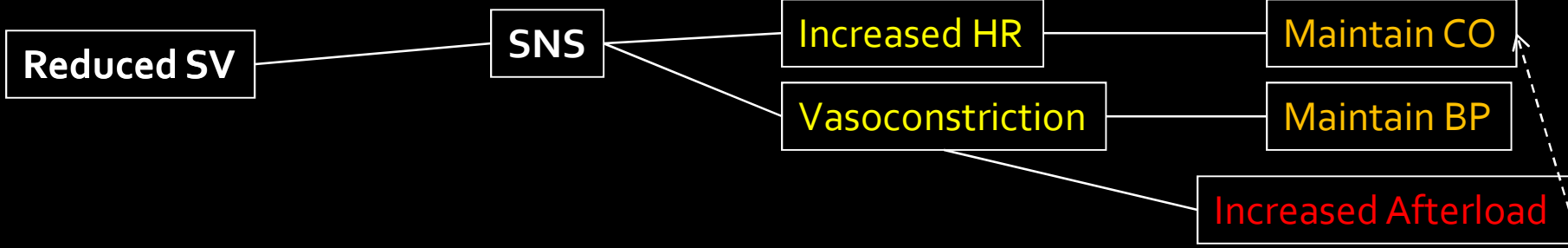


ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

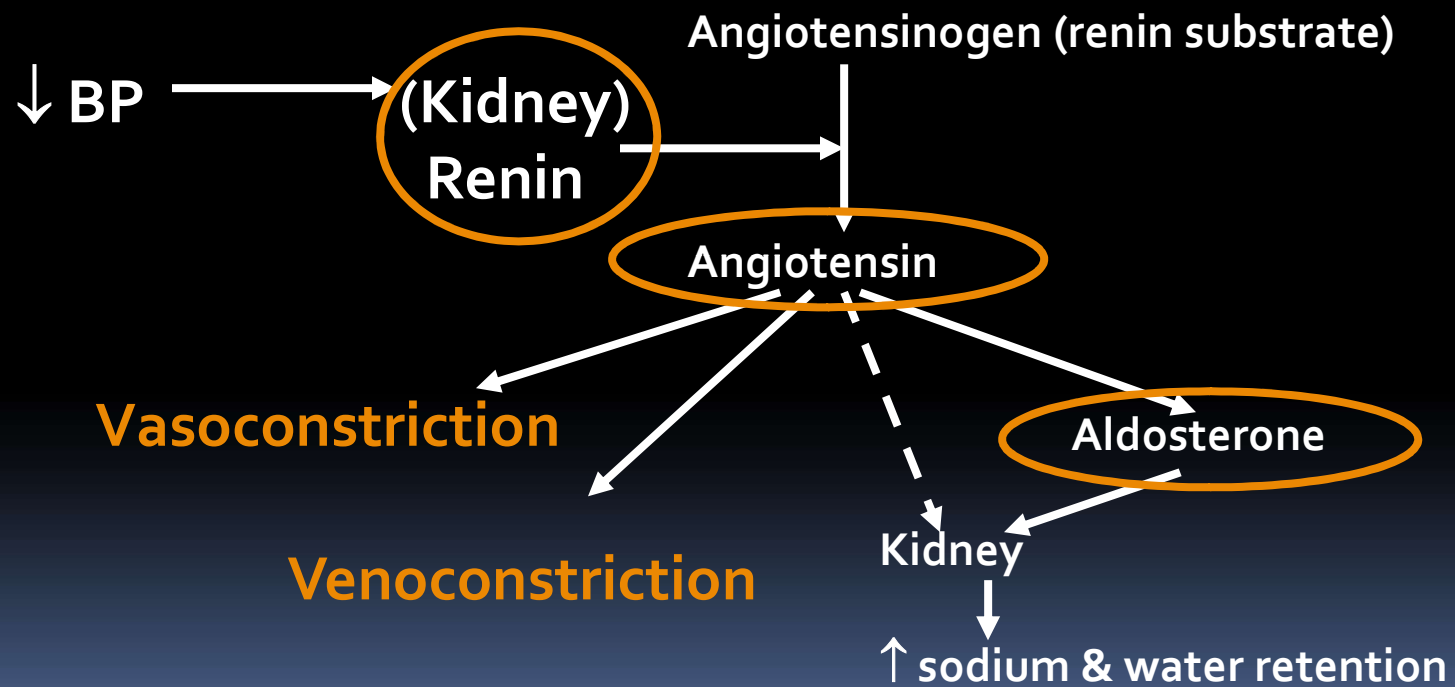
- Cardiac dysfunction precipitates changes in
 - Neurohumoral status
 - Vascular function
 - Blood volume
- In order to maintain...
 - CO
 - Primarily by FS mechanism
 - And BP
 - Primarily by vasoconstriction

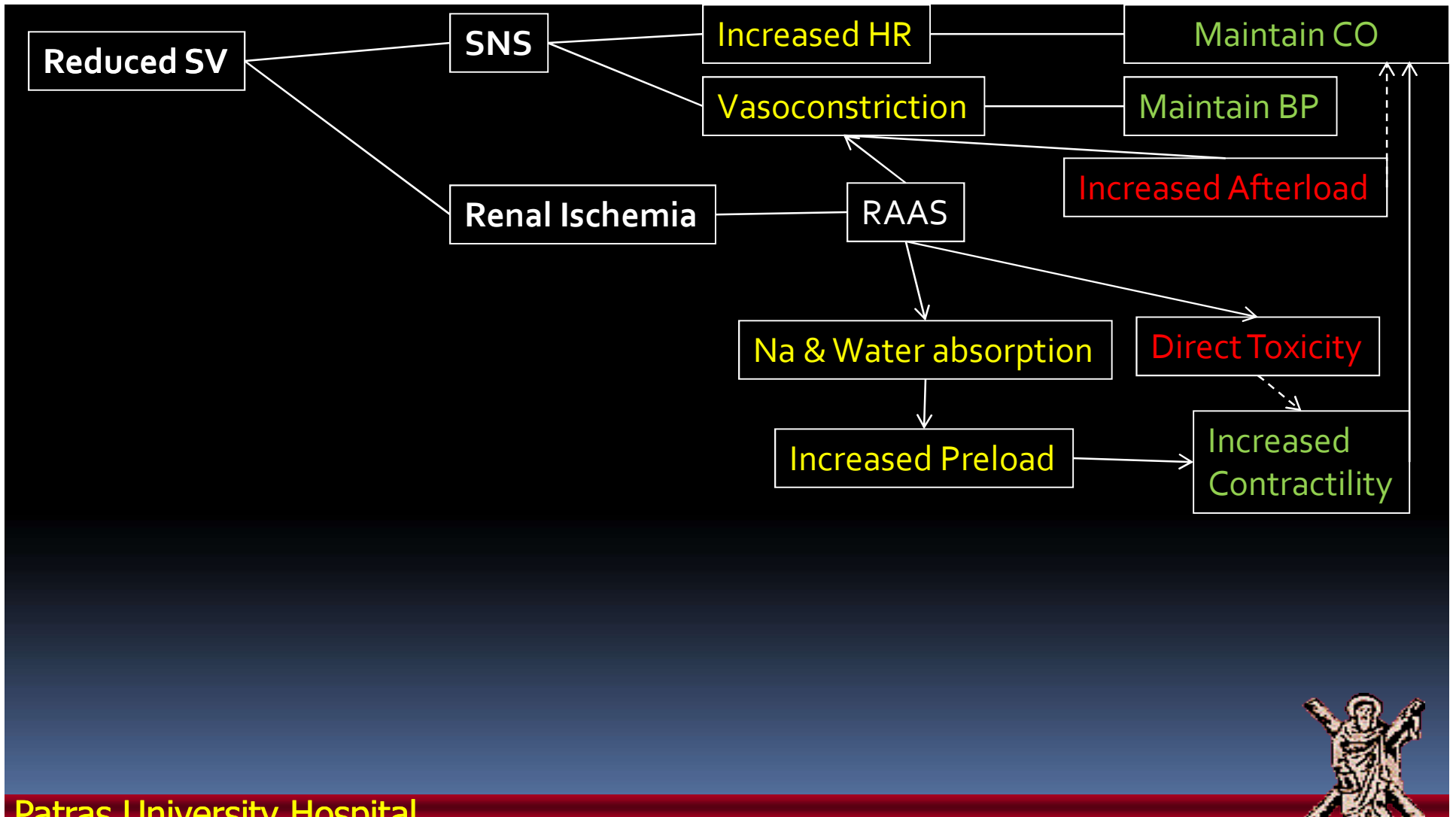




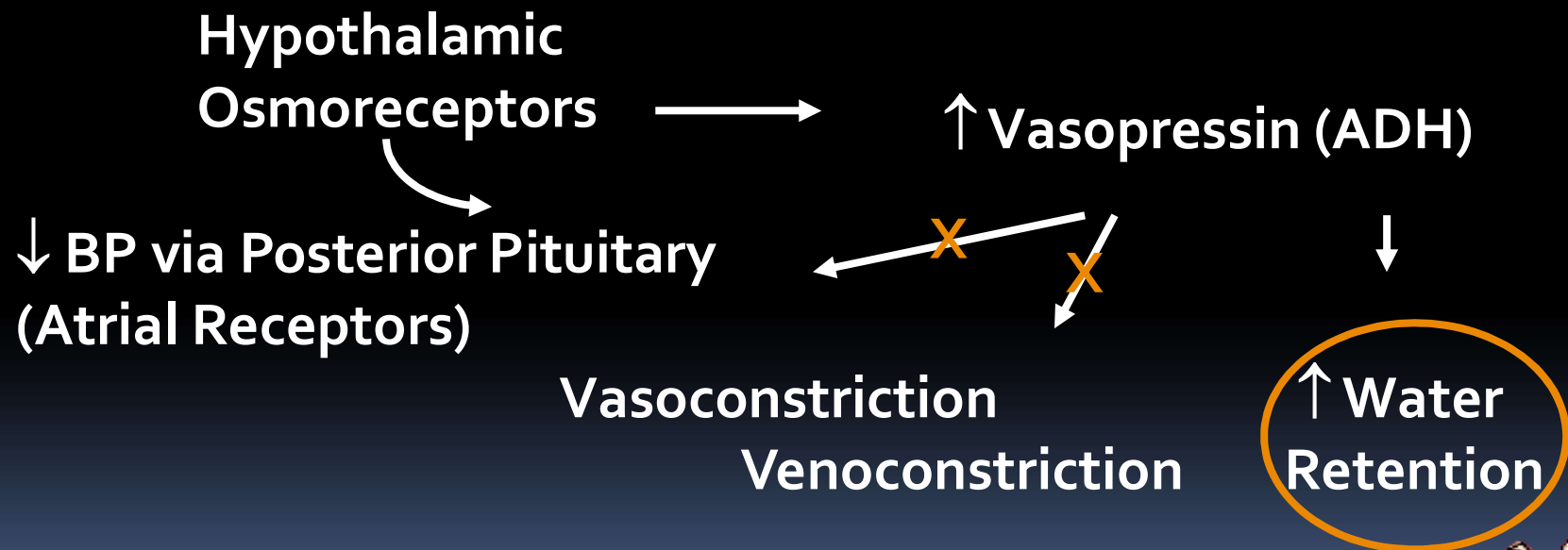


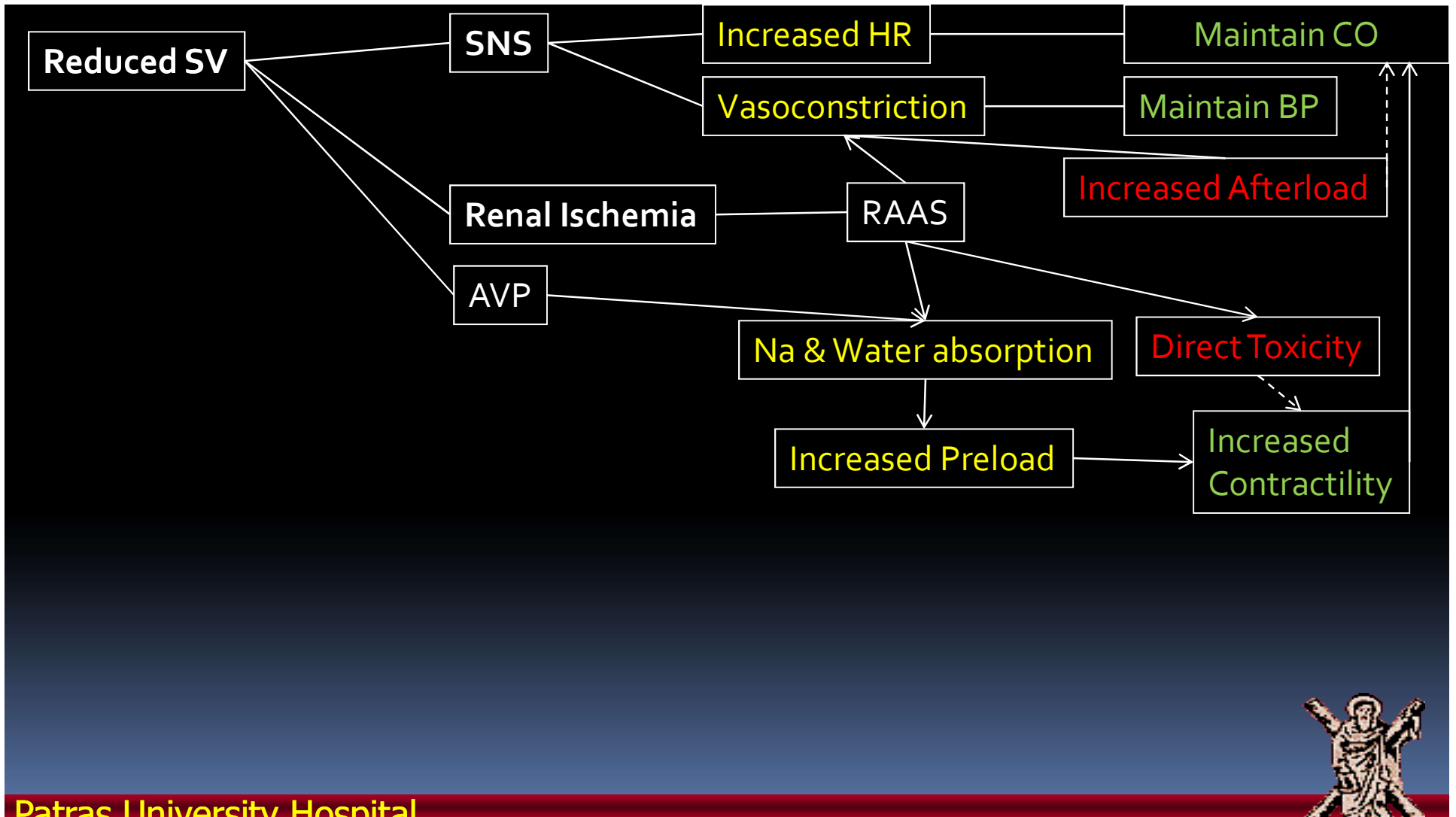
RENIN-ANGIOTENSIN-ALDOSTERONE MECHANISM

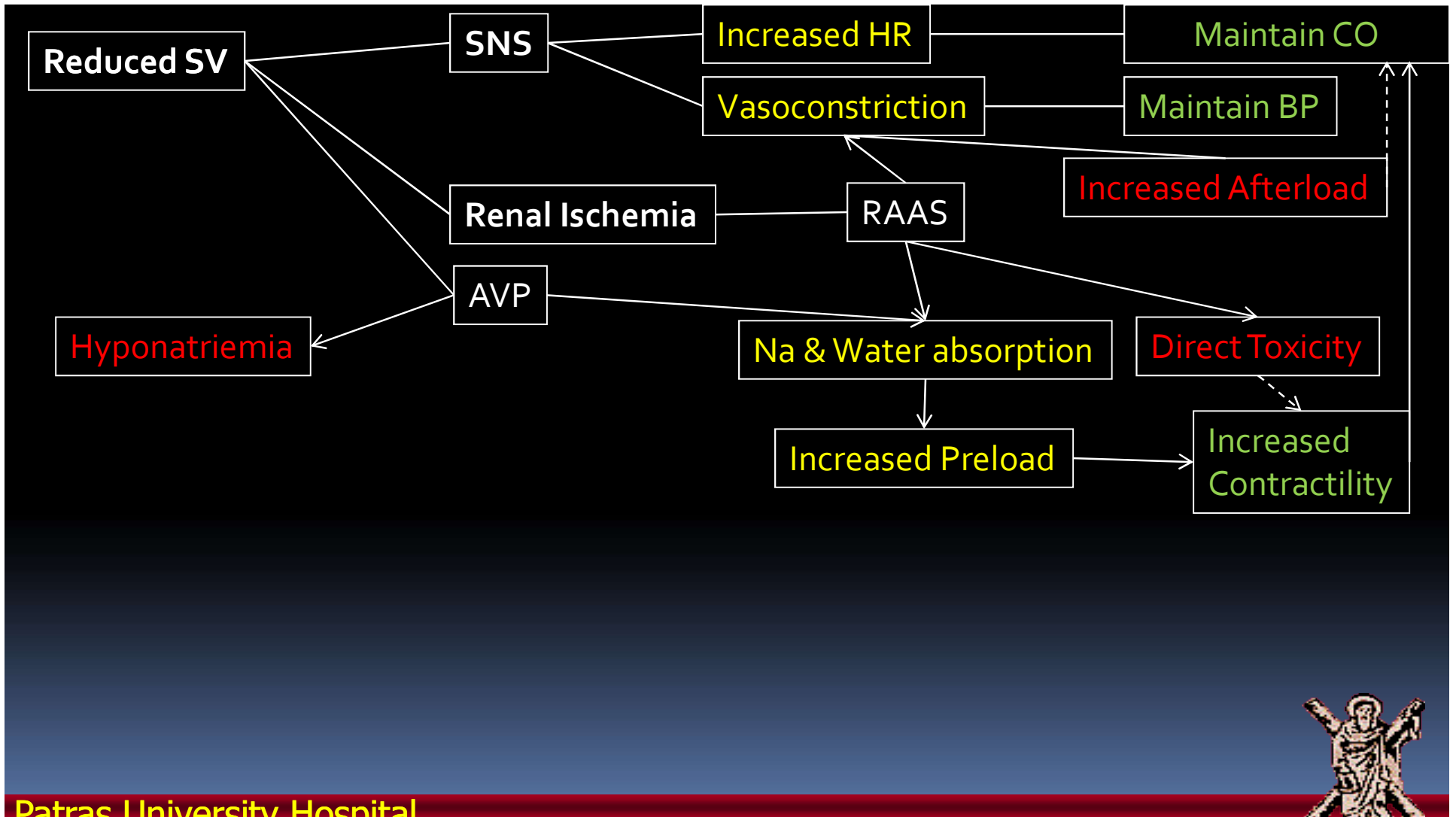


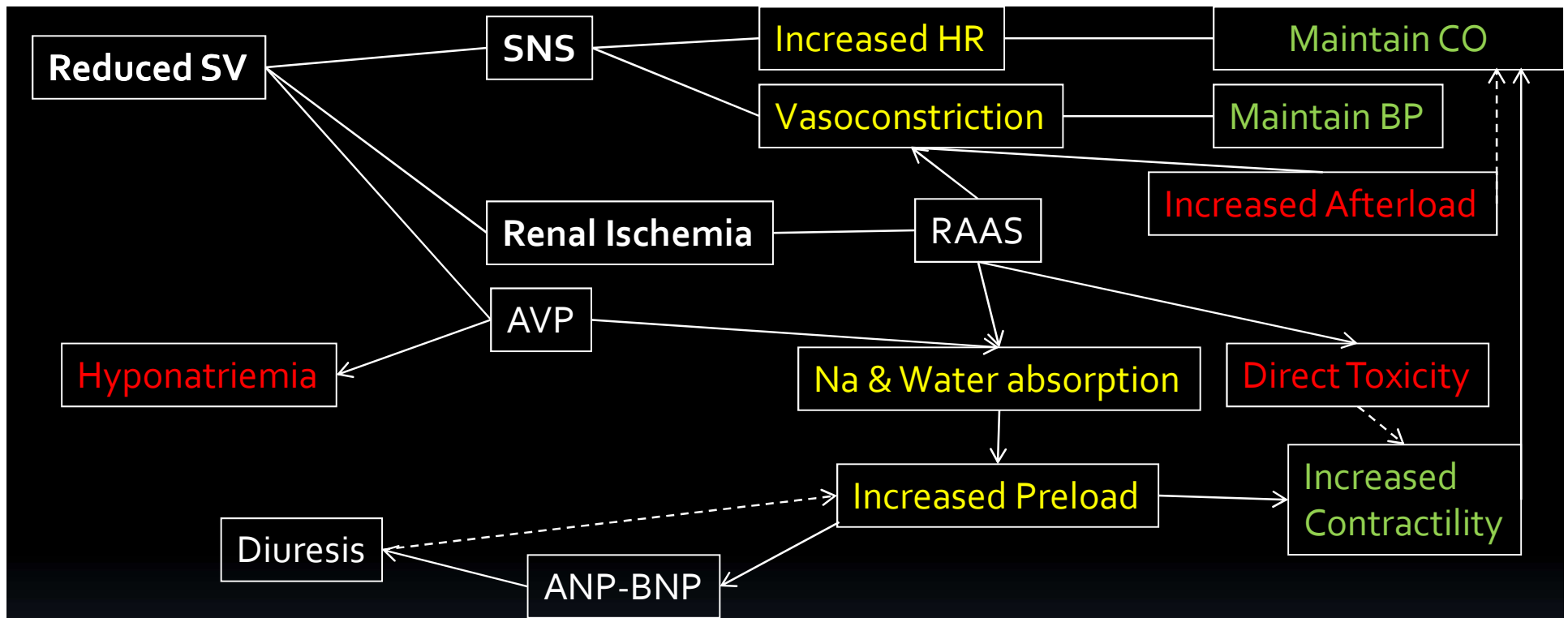


VASOPRESSIN (ANTIDIURETIC HORMONE)









- However, these compensatory changes over months and years can worsen cardiac function.
- Therefore, some of the most effective treatments for chronic heart failure involve modulating non-cardiac factors such as arterial and venous pressures...



Ο φαύλος κύκλος της καρδιακής ανεπάρκειας



ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ



ΚΟΙΛΙΑΚΗ ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ



ΑΝΤΙΡΟΠΙΣΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ



ΚΑΡΔΙΑ Διάταση
Υπερτροφία
(remodeling)

ΝΕΦΡΟΙ Ενεργοποίηση
RAS Κατακράτηση
Na/H₂O

ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ ΝΣ Ταχυκαρδία
Αύξηση συσπαστικότητας
Αύξηση αρτηριακού και
φλεβικού τόνου



ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ



ΚΟΙΛΙΑΚΗ ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Μείωση Όγκου παλμού
Καρδιακής παροχής Περιφερικής
αιμάτωσης

Αύξηση Διαστολικών πιέσεων κοιλιών
Κολπικών πιέσεων Πίεσης ενσφήνωσης
Πνευμονικής πίεσης



ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ



ΑΝΤΙΡΟΠΙΣΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ



ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑ
ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ



ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΟΡΓΑΝΩΝ

ΑΙΦΝΙΔΙΟΣ ΘΑΝΑΤΟΣ



ΘΑΝΑΤΟΣ



Στάδια εξέλιξης της καρδιακής ανεπάρκειας

A

Υψηλός κίνδυνος για καρδιακή ανεπάρκεια αλλά χωρίς δομική καρδιακή νόσο ή συμπτώματα

Δομική καρδιακή νόσος

B

Δομική καρδιακή νόσος χωρίς ποτέ συμπτώματα

Συμπτώματα

Γ

Δομική καρδιακή νόσος με παρόντα ή παρελθόντα συμπτώματα

Ανθεκτικά συμπτώματα

Κλινική καρδιακή ανεπάρκεια

Δ

Ανθεκτική στην θεραπεία συμπτωματολογία που απαιτεί ειδικές παρεμβάσεις



Αίτια μειωμένης ανοχής στην άσκηση στην καρδιακή ανεπάρκεια

αλεπάρκεια

- Κεντρικοί αιμοδυναμικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνουν την αδυναμία αύξησης της καρδιακής παροχής και την αύξηση των πιέσεων πλήρωσης της αριστερής κοιλίας (δύσπνοια) στην άσκηση
- Περιφερικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνουν την περιφερική αγγειοσύσπαση και την σκελετική και αναπνευστική μυοπάθεια (πολύπλοκη αλληλεπίδραση νευροορμονικών, φλεγμονοδών και μεταβολικών παραγόντων)



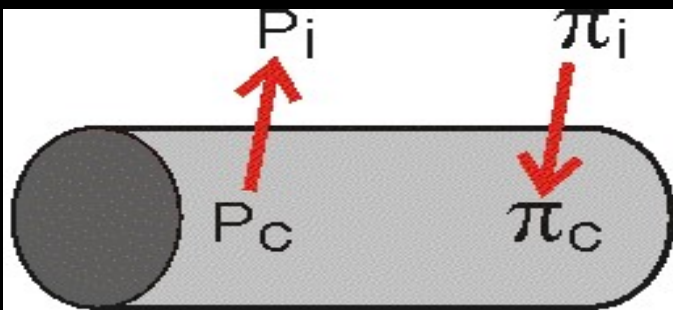
LVEDP and Pulmonary Edema (PE)



Πνευμονικό οίδημα

- Εξοίδηση υγρού στην ΚΨΤΧ μεμβράνη και στις κυψελίδες
- Καρδιογενές: οφείλεται πάντα σε αυξημένη υδροστατική πίεση που προέρχεται από τις αριστερές κοιλότητες
- Μη καρδιογενές: Καταστροφή της ΚΨΤΧ μεμβράνης π.χ.
NRDS, ARDS





RK '09

P_C = capillary hydrostatic pressure

P_i = tissue interstitial pressure

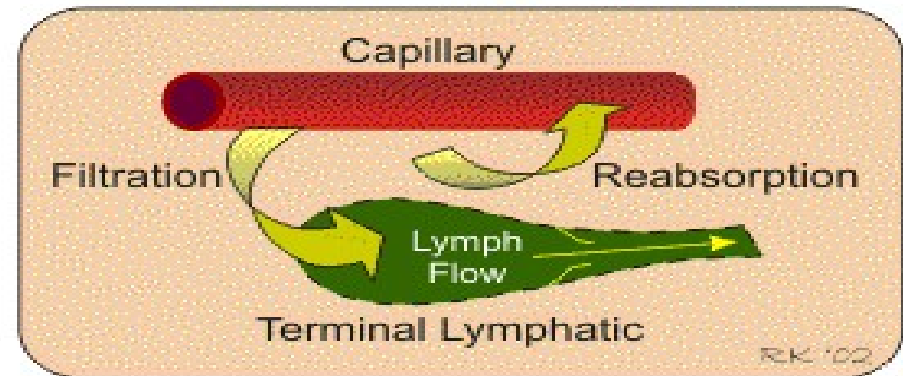
π_C = capillary plasma oncotic pressure

π_i = tissue interstitial oncotic pressure

$$NDF = (P_C - P_i) - \sigma(\pi_C - \pi_i)$$

When $NDF > 0 \rightarrow$ Filtration

When $NDF < 0 \rightarrow$ Reabsorption

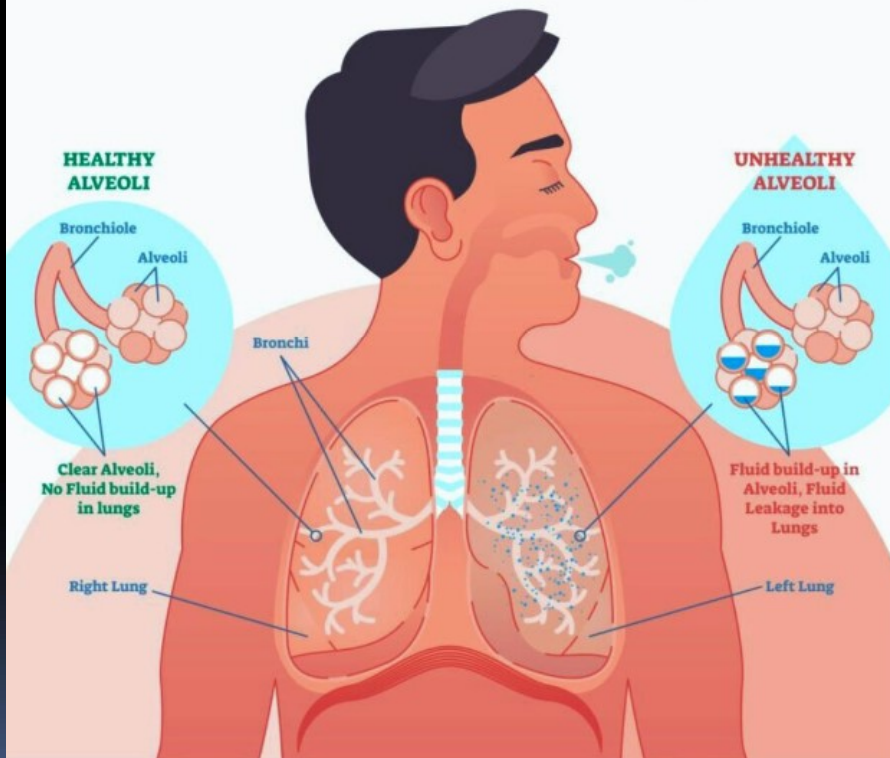


RK '02

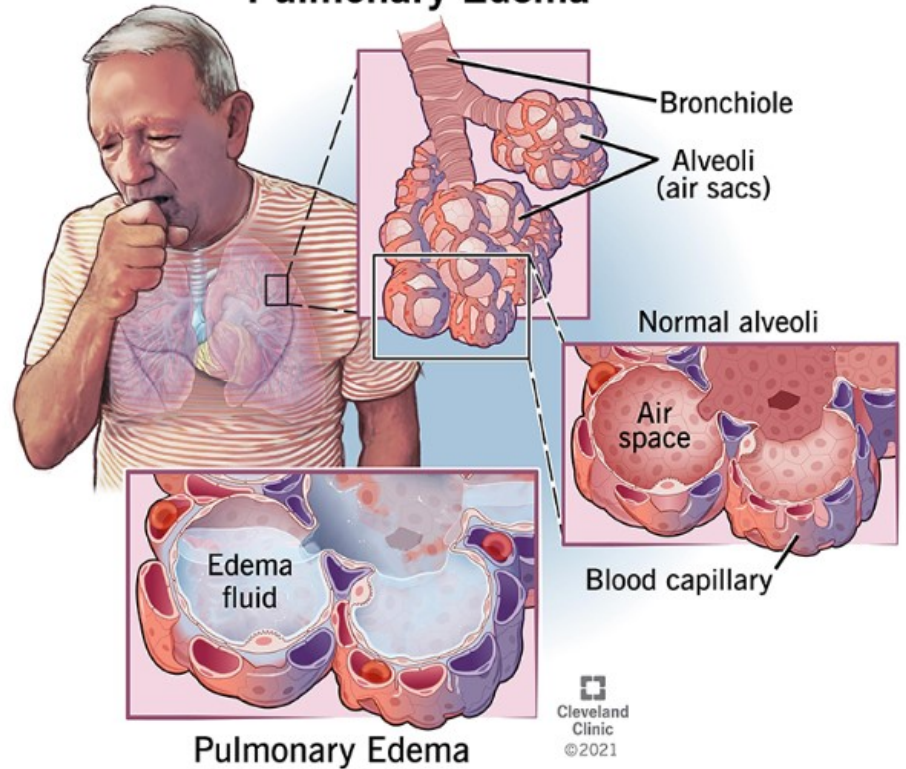
The interstitial volume (bounded area) depends on the rates of filtration, reabsorption, lymph flow, and the compliance of the interstitial compartment.

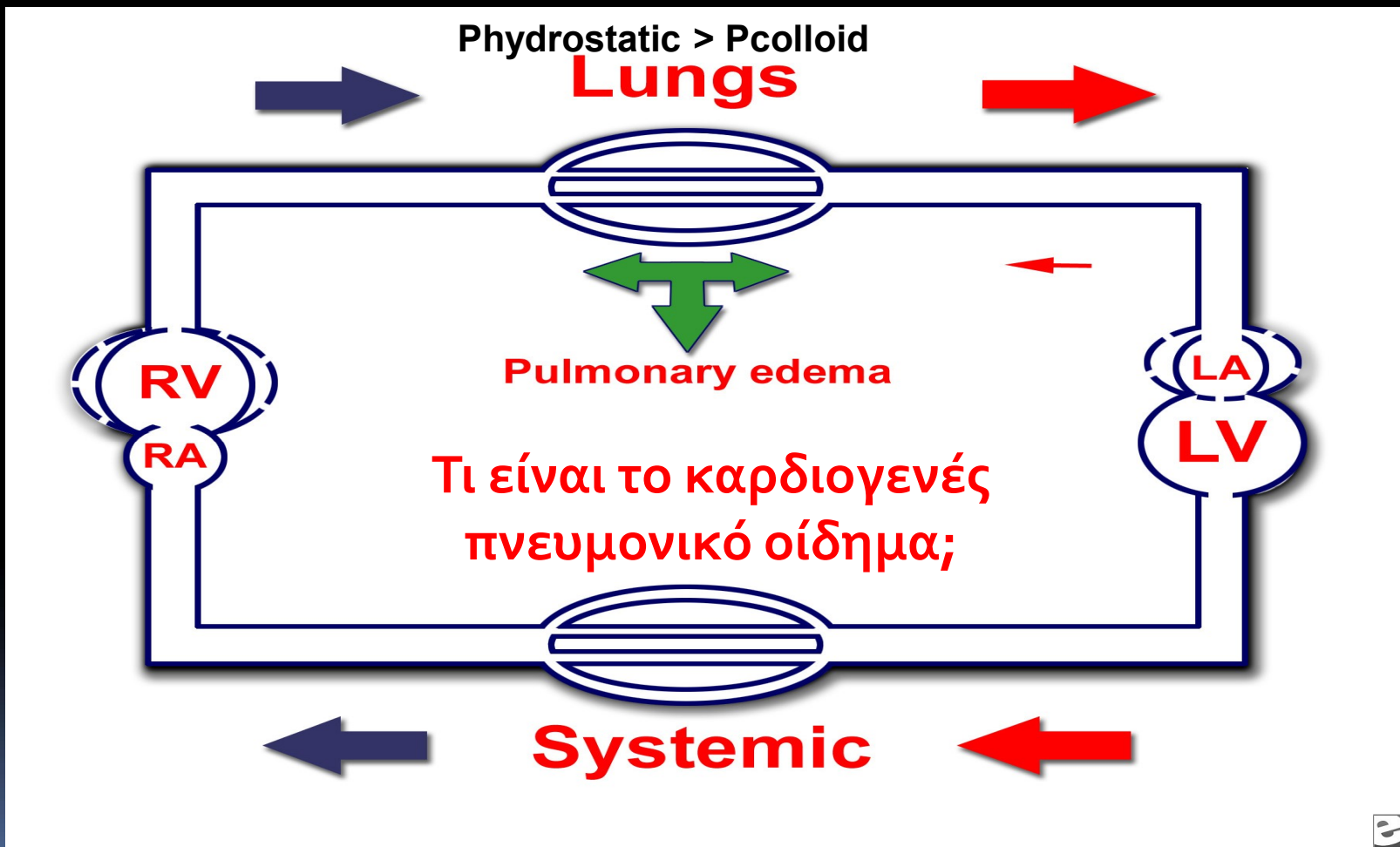


PULMONARY EDEMA



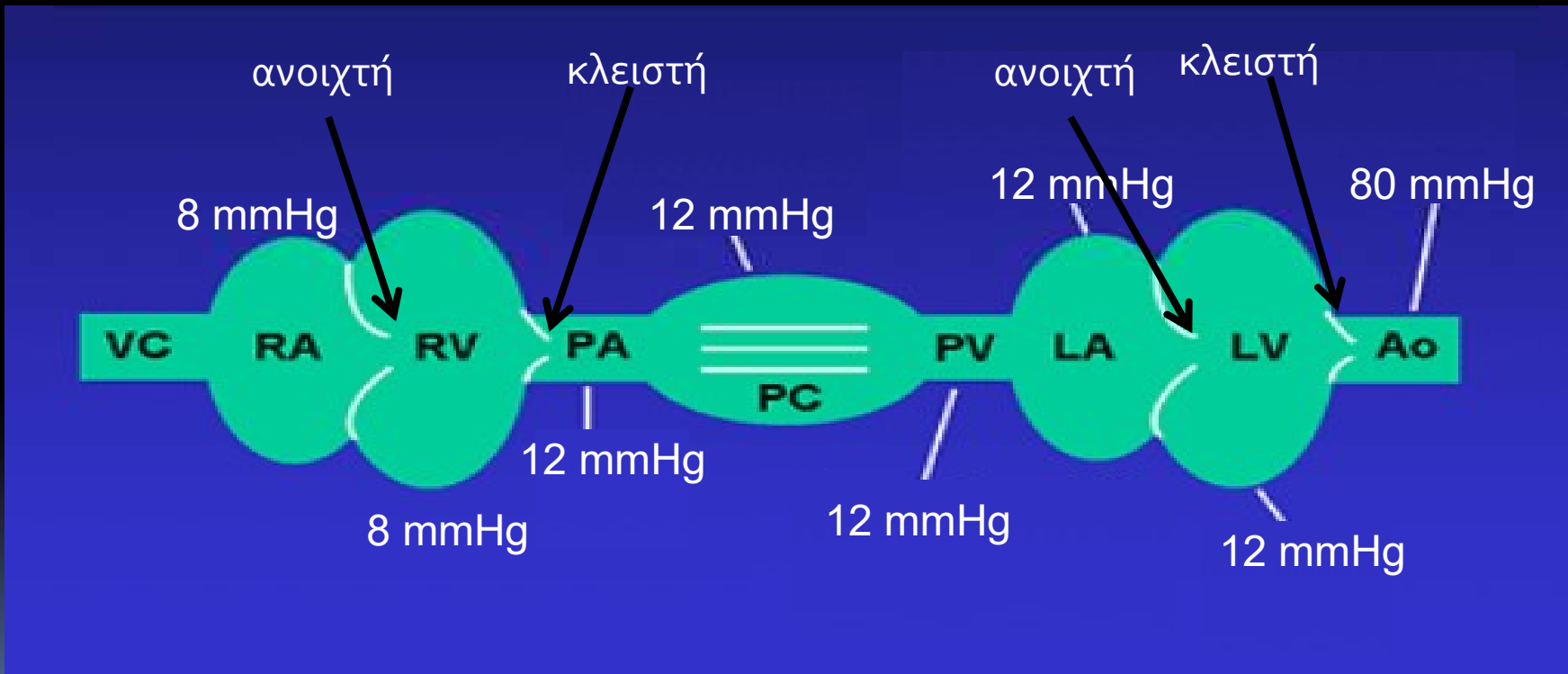
Pulmonary Edema





Η πίεση στη διαστολή...

...και οι αιμοδυναμικές...

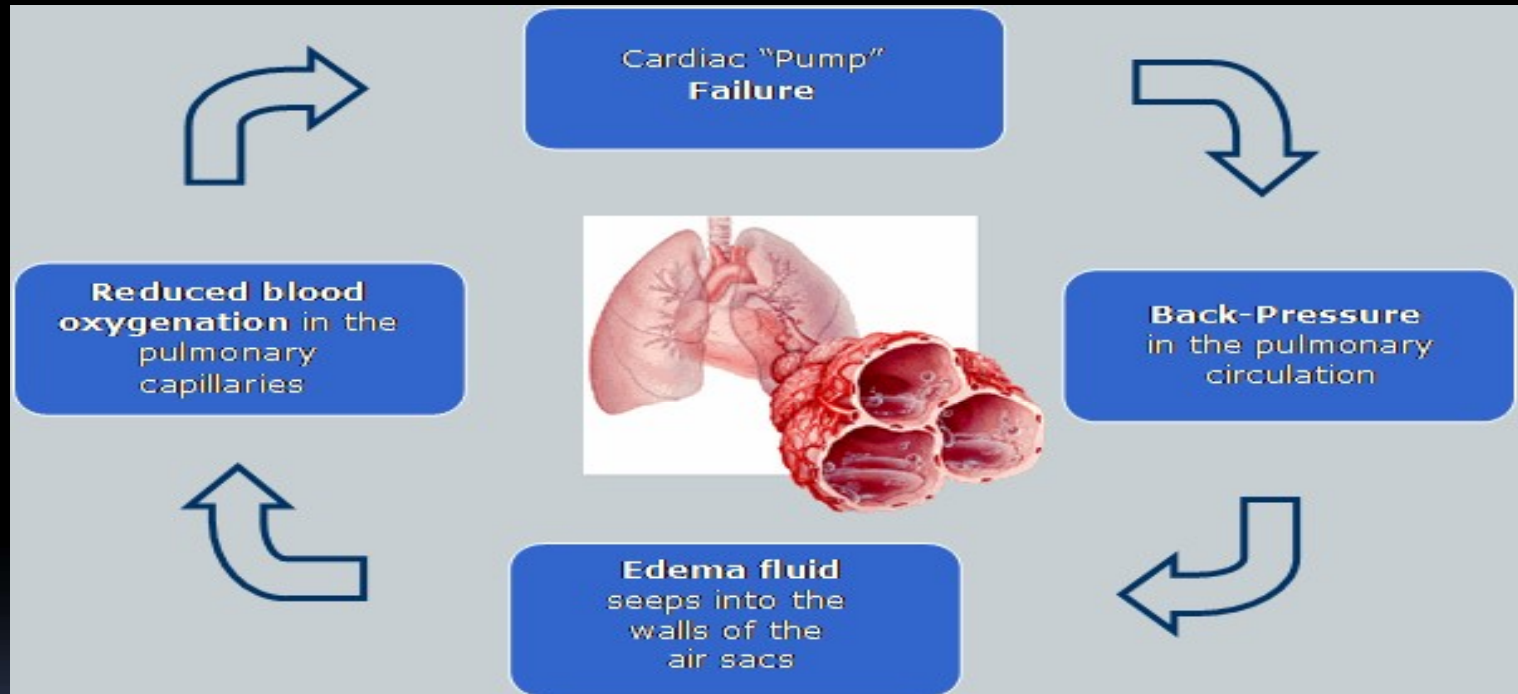


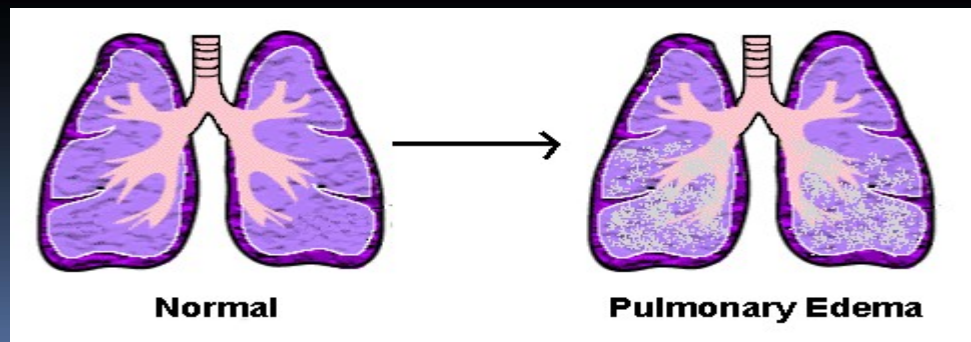
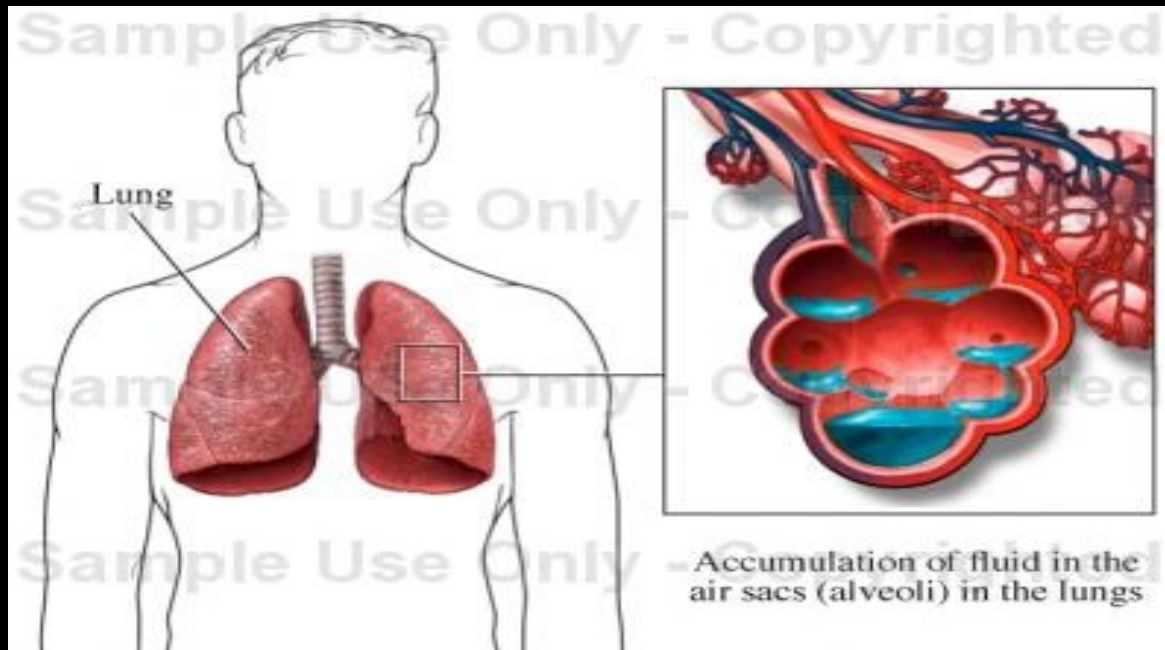
Pulmonary Edema mechanism

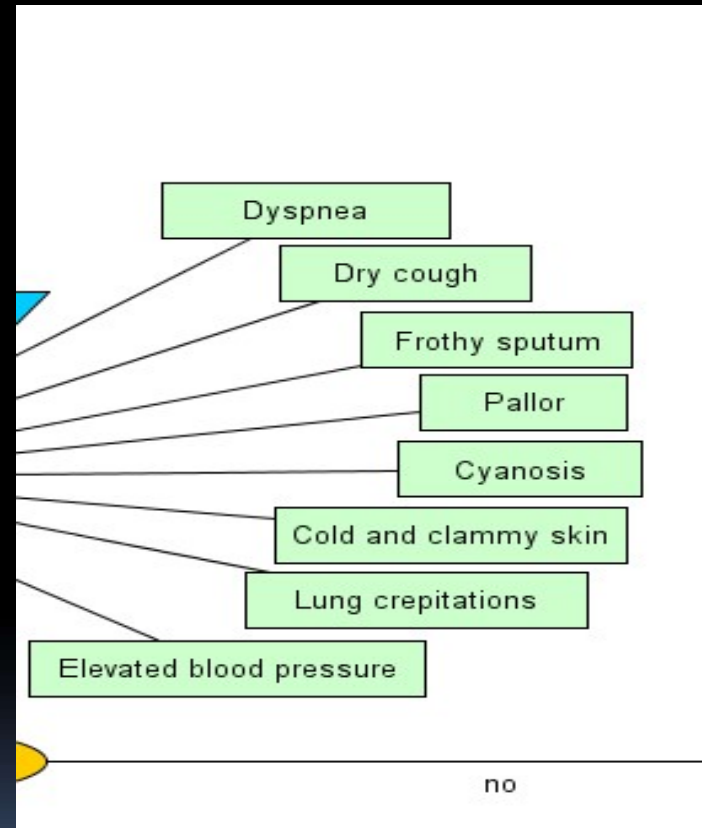
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ

- Increased hydrostatic pressure in pulmonary capillaries
 - Obstacle in PV or LA → PV stenosis, Cor Triatriatum, Mitral Stenosis
 - No Obstacle (most common aetiology) → Increased LVEDP (High LVEDP → High LAP → High Pulmonary Capillary Pressure)





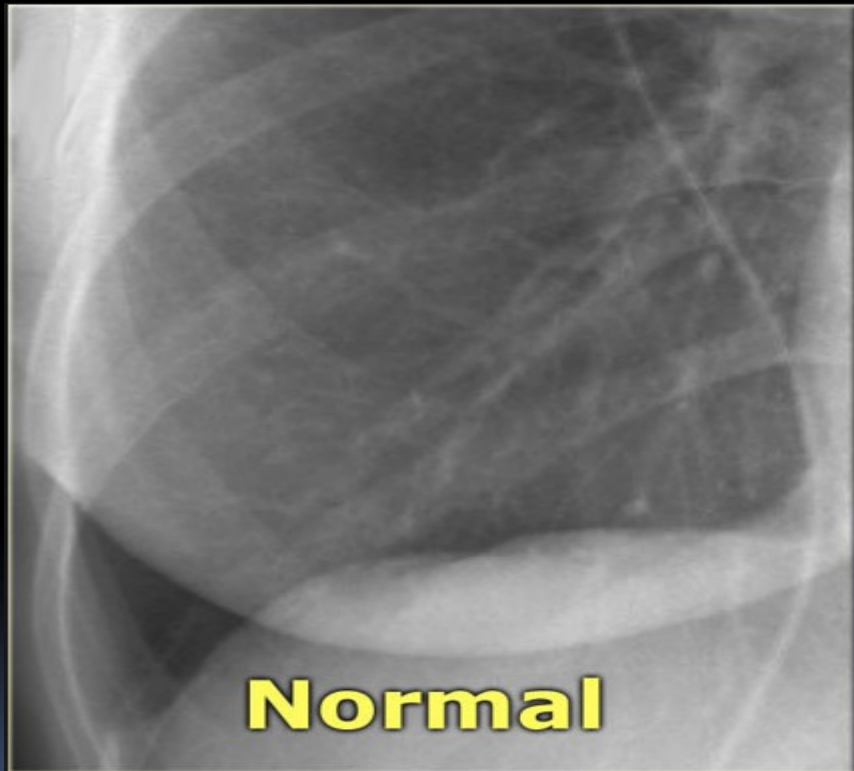






Εκπαιδευτικός Στόχος (ΕΣ): ΚΘΔ δείκτης (Πότε η καρδιά είναι διατεταμένη;), Πνευμονικό οίδημα
→ Διάταση καρδιακών πυλών, φλεβική διάταση και ανακατανομή αιμάτωσης





Normal



Kerley B

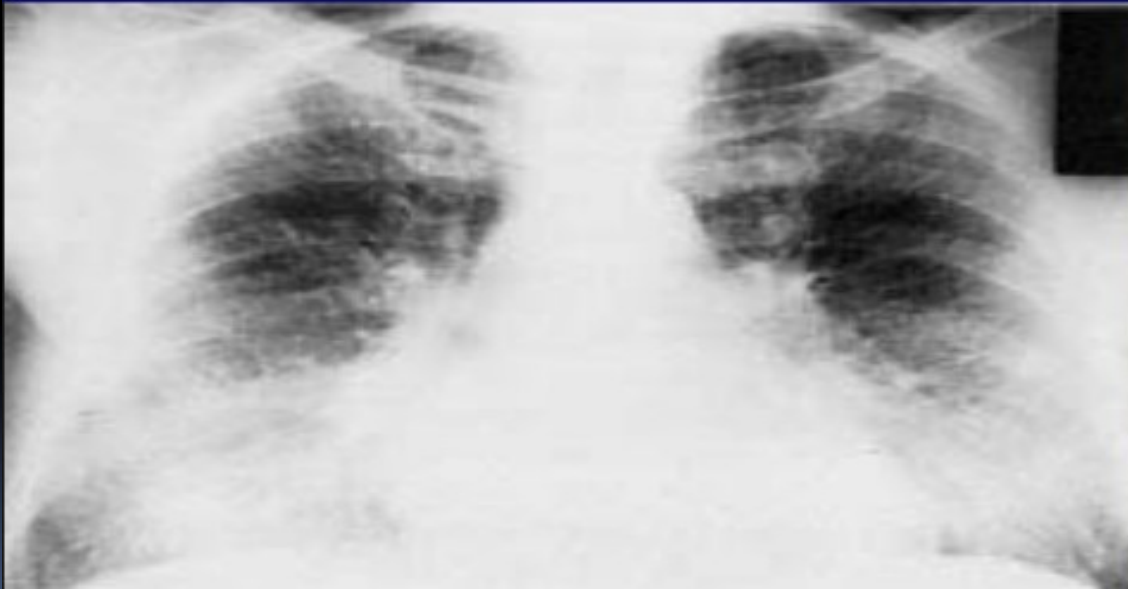
Εκπαιδευτικός Στόχος (ΕΣ): Πνευμονικό οίδημα

Patras University Hospital



Congestive Heart Failure

- Increased heart size:
cardiothoracic ratio >0.5



- Large hila with indistinct markings
- Fluid in interlobar fissures
- Pleural effusions, alveolar edema

56

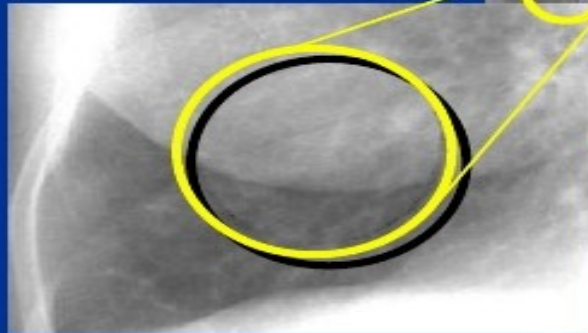
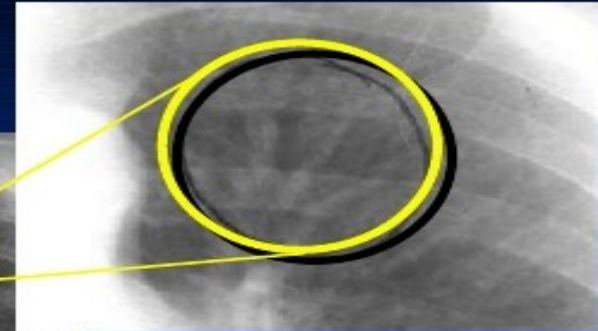
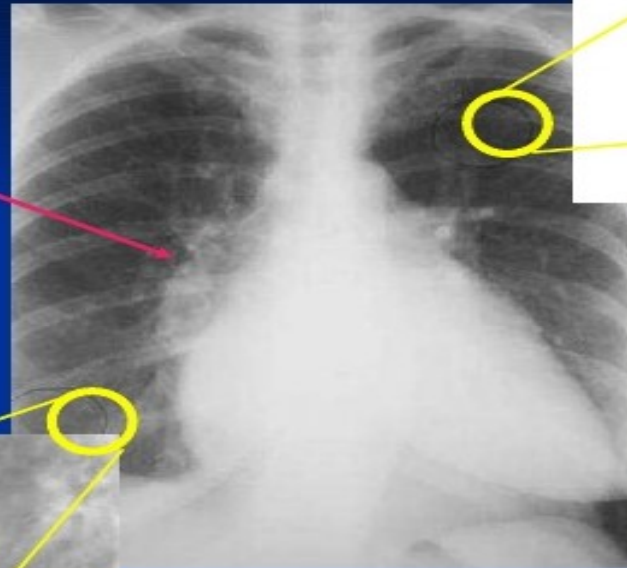
Εκπαιδευτικός Στόχος (ΕΣ): Πνευμονικό οίδημα

Patras University Hospital



Venous Hypertension

RDPA usually
> 17 mm

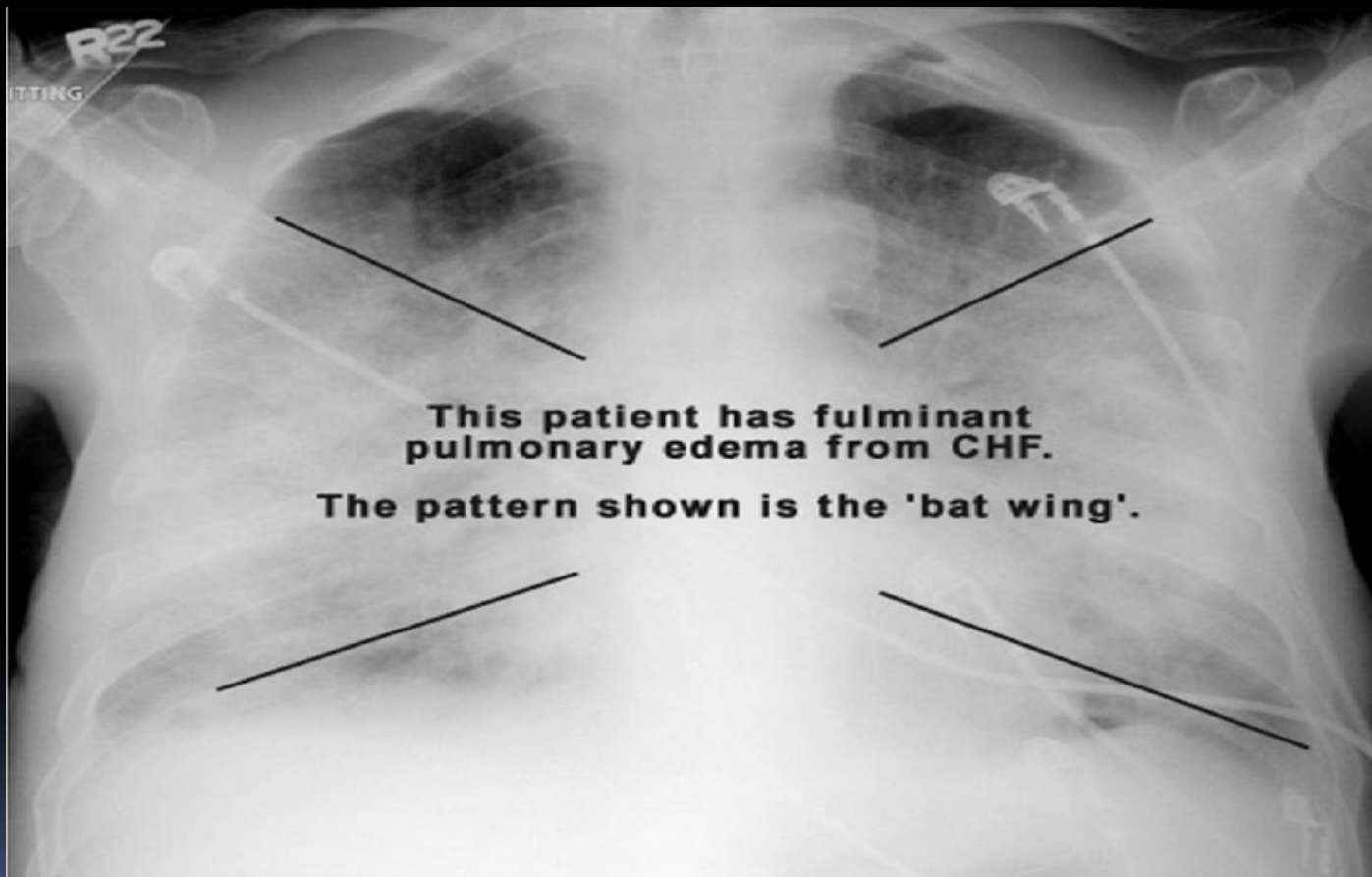


Upper lobe
vessels equal
to or larger
than size of
lower lobe
vessels =
Cephalization

Εκπαιδευτικός Στόχος (ΕΣ): Πνευμονικό οίδημα

Patras University Hospital





Εκπαιδευτικός Στόχος (ΕΣ): Πνευμονικό οίδημα

Patras University Hospital



Stage of Congestive Heart Failure

Stage 1
Redistribution
PCWP 13-18 mmHg



Redistribution pulmonary vessels
Cardiomegaly
Broad vascular pedicle
(non acute CHF)

Stage 2
Interstitial edema
PCWP 18-25 mmHg



Kerley lines
Peribronchial cuffing
Hazy contour of vessels
Thickened interlobar fissure

Stage 3
Alveolar edema
PCWP > 25 mmHg



Consolidation
Air bronchogram
Cottonwool appearance
Pleural effusion



ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΣΠΝΟΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ

ΜΕΙΩΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Μείωση ενδοτικότητας

Αύξηση αντιστάσεως

ΑΥΞΗΣΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Υποξαιμία

Δυσαναλογία αερισμού-αιμάτωσης

Υπερκαπνία

ΔΥΣΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΩΝ ΜΥΩΝ

Μείωση καρδιακής παροχής

Περιφερική αγγειοσύσπαση

Μυοπάθεια



Αύξηση του έργου των αναπνευστικών μυών



ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑ NEW YORK HEART ASSOCIATION

- NYHA I Δεν υπάρχουν συμπτώματα στην καθημερινή δραστηριότητα
- NYHA II Ήπιος περιορισμός στη φυσική δραστηριότητα. Συμπτώματα εμφανίζονται στις συνηθισμένες δραστηριότητες
- NYHA III Σημαντικός περιορισμός στη φυσική δραστηριότητα. Συμπτώματα εμφανίζονται σε δραστηριότητα λιγότερη της συνηθισμένης
- NYHA IV Συμπτώματα εμφανίζονται με κάθε δραστηριότητα ή υπάρχουν ακόμη και στην ηρεμία



Patras University Hospital, Cardiology Dpt



📷 Επεξεργασία φωτογραφίας εξωφύλλου



Patras Cardiology Dpt

336 φίλοι



+ Προσθήκη στην ιστορία

✎ Επεξεργασία προφίλ

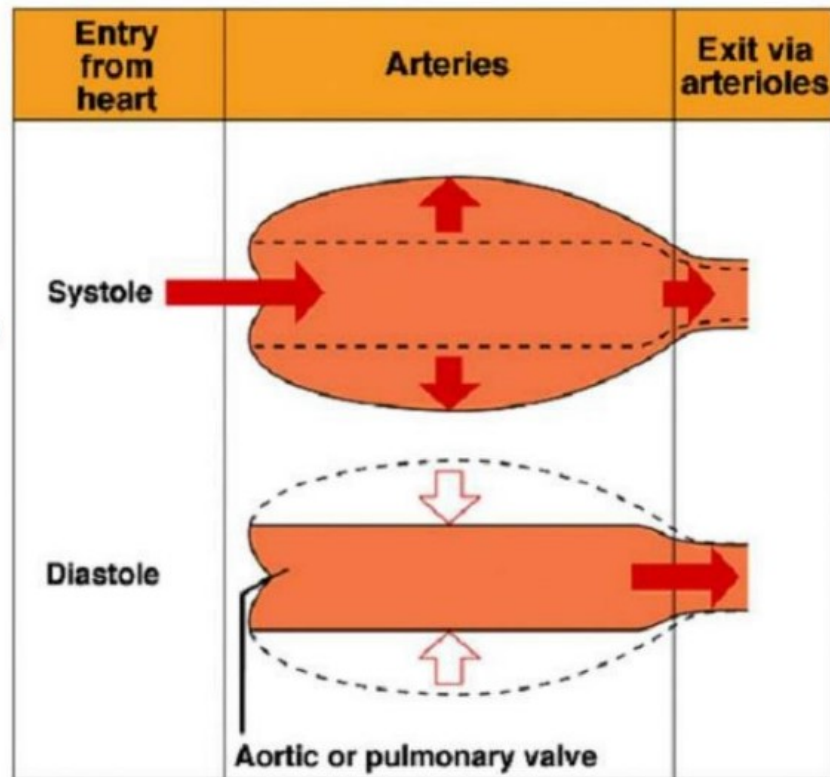


EXTRA

Patras University Hospital



The blood moved in a single heart contraction stretches out the arteries, so that their recoil continues to push on the blood, keeping it moving during diastole.



Movement of blood into and out of the arteries during the cardiac cycle



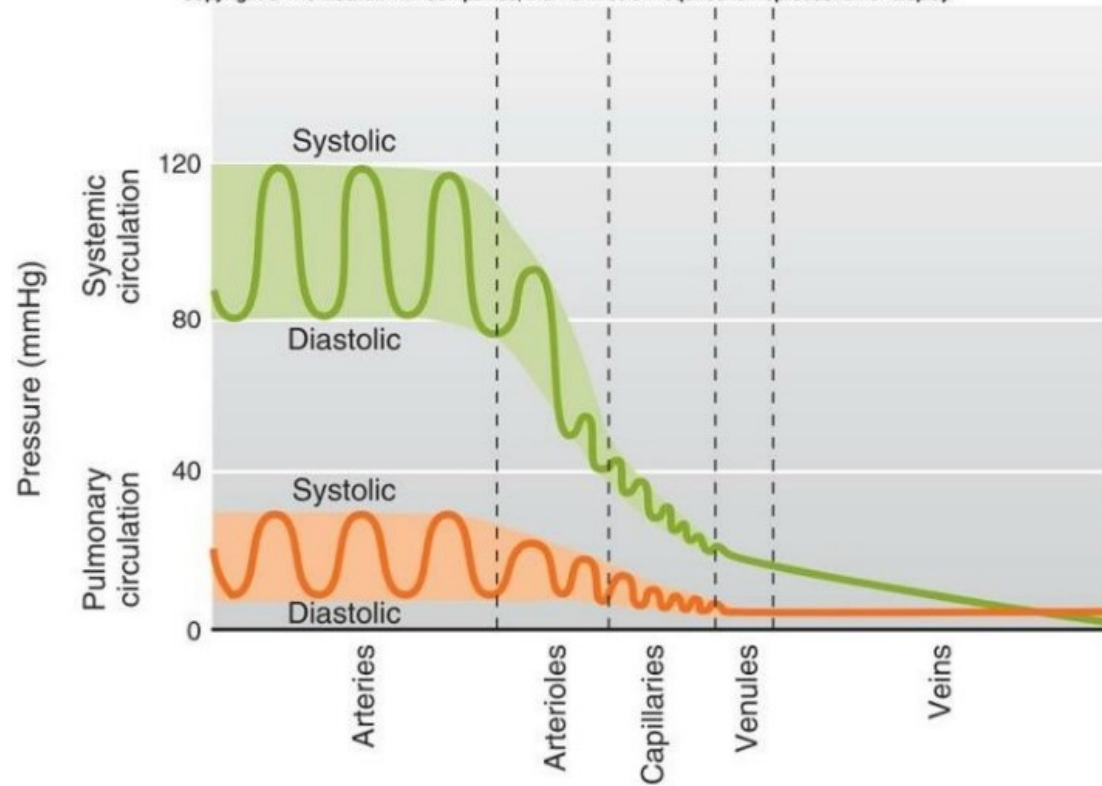
Βασική ορολογία

- **Pressure**: a measure of the force that the blood exerts against the vessel walls as it moves through the vessels
- **Flow**: $V \times \text{Surface}$
- **Resistance**: force that opposes the flow of a fluid (vessel diameter)
- Bernoulli's principle and the continuity equation



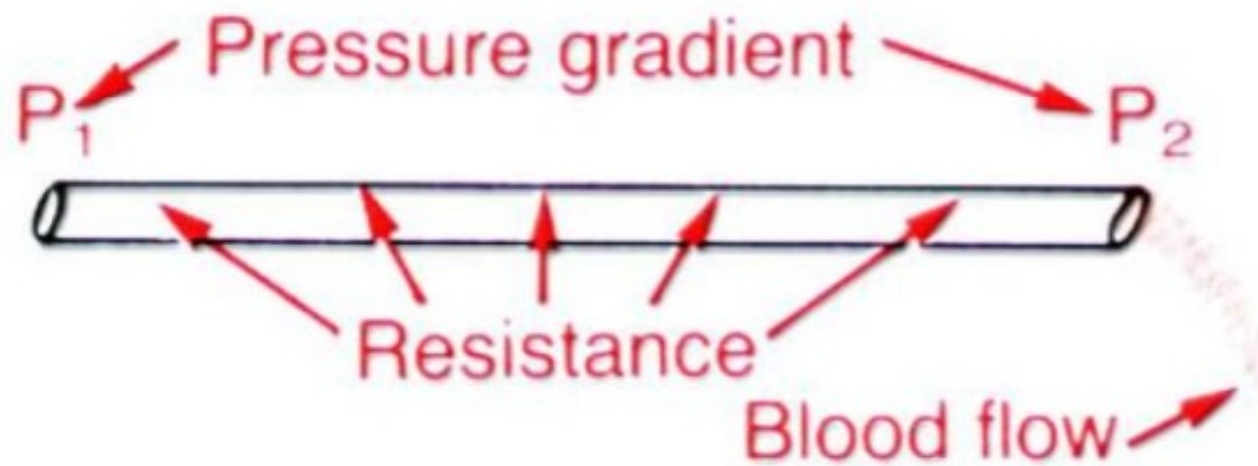
In response to the pulsatile contraction of the heart:
pulses of pressure move throughout the vasculature,
decreasing in amplitude with distance

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Blood flow

$$Q = \Delta P / R = (P_1 - P_2) / R$$



Basic Terminology

- **Pulse**: the rhythmic expansion of an **artery** that is caused by ejection of blood from the **ventricle**
- **Pressure**: Systolic pressure is due to ventricular contraction. Diastolic pressure occurs during relaxation. **Pulse pressure** is the difference between systolic and diastolic pressure.
 - Four major factors interact to affect blood pressure: **cardiac output** (CO), blood volume, **peripheral** resistance, and **viscosity**.

