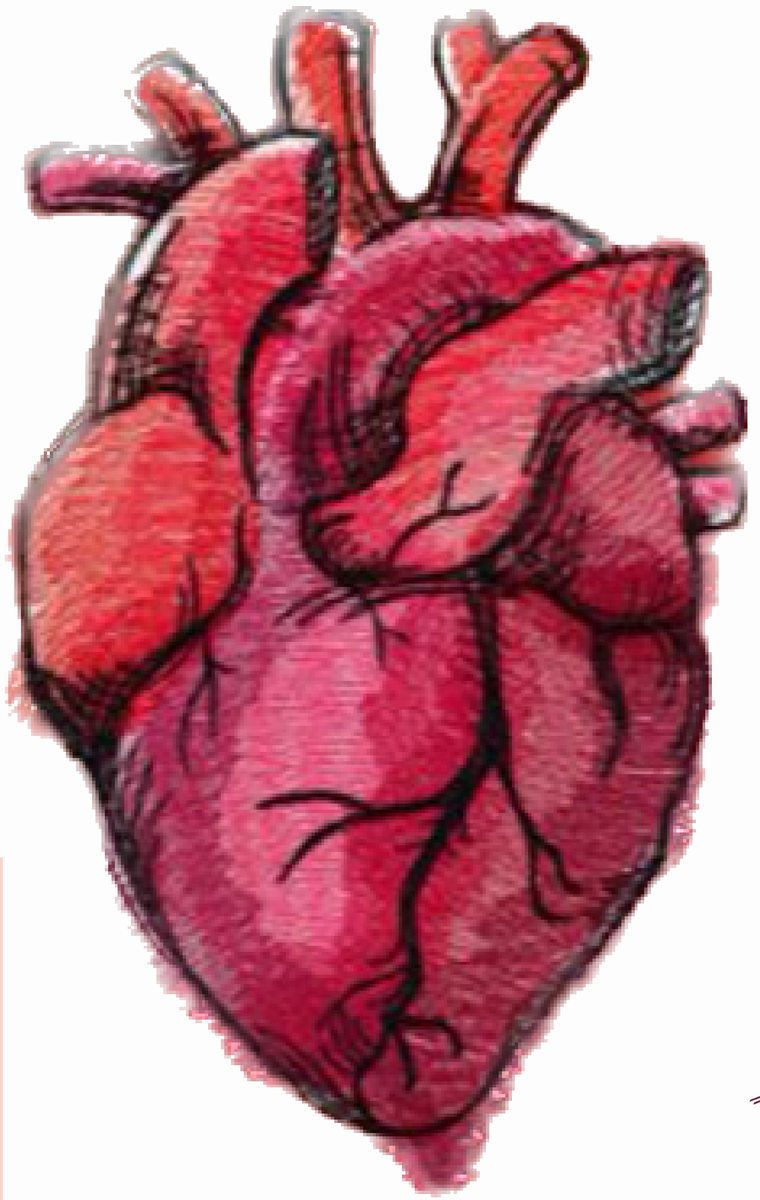


النادي الطبي

CARDIOVASCULAR SYSTEM

SUBJECT : Physiology

LEC NO. : 1

DONE BY : Laith Banat

وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا

SCAN ME!

Functional design of the CVS

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

1. Describe the basic function of the CVS.
2. Explain how structural differences of various parts of CVS subserve their functions.
3. Describe the systemic and pulmonary circulations.
4. Describe blood velocity & blood flow through various parts of CVS in relation to their cross sectional area.

All systems in our body have a role in the Homeostasis

MAIN FUNCTIONS OF THE CIRCULATORY SYSTEM

دورها في ال Homeostasis :-

- Transport and distribute essential substances to the tissues
- Remove metabolic byproducts

يتم توصيل ال waste products من الخلايا
ف تصفيتها ب Excretion في ال kidney - liver خلال ال blood circulation

- Adjustment of oxygen and nutrient supply in different physiologic states
- Regulation of body temperature (thermoregulation) and maintenance of fluid balance

مهم جدًا دور ال CVS في الحفاظ على Body temp.
* لو الحرارة جوا الجسم زادت ← يتم التخلص منها عن طريق skin وتتأثر ال skin بال blood vessels لل vasodilation حصول
مع بعض درجة حرارته عالية عشان تقلنا الدم للجلد اللي وبعدها يبدأ بإشعاع الحرارة

- Humoral communication

مواد تفرز في الدورة الدموية حتى توصل من منطقة لمنطقة
زي الهرمونات مثلا يفرز البنكرياس ال insulin يتم نقله للخلايا عن طريق الدورة الدموية

Functional anatomy of the heart

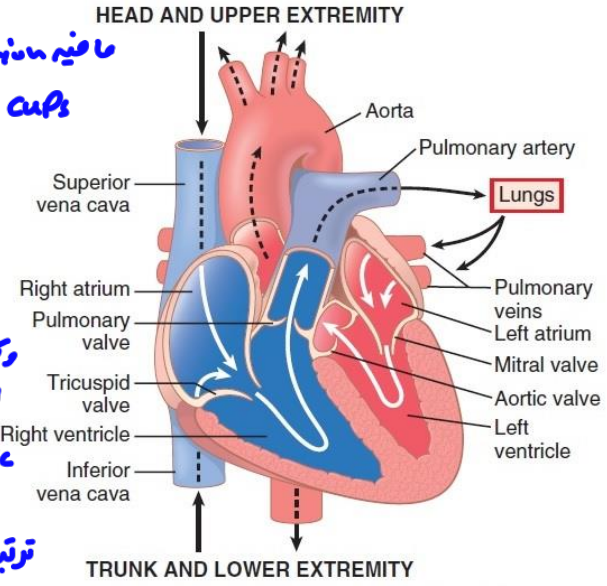
- The heart looks like two cups facing each other mouth to mouth
- Atrial and ventricular myocardial fibers are attached to the **fibrous skeleton** of the heart
- The fibrous skeleton is made up from the union of **four** fibrous rings to which the four cardiac valves are attached
- There is no muscular communication between the atria and the ventricles
- The heart acts as two pumps arranged in series within a closed circuit

Direct communication between 2 cups

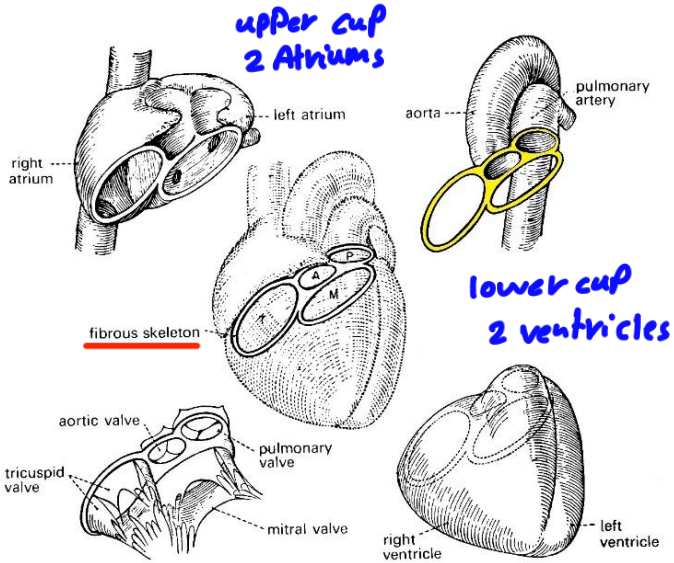
حاجز و منطقة عازلة بينهم وكذلك هو منطقة ارتباط لـ

Four cardiac valves

ترتبط به صمامات البطينين من جهة وصمامات الأذنين من جهة أخرى



Structure of the heart and course of blood flow through the heart chambers and heart valves.



الدم لا يخرج من الأوعية

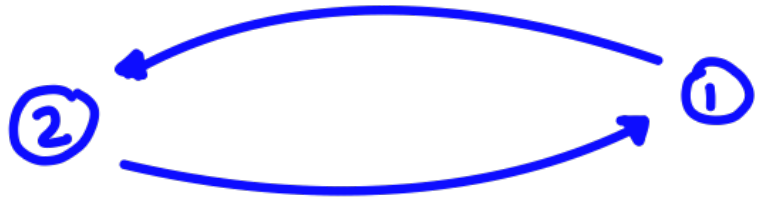
يعني لا تماس بين الدم والخلايا هو فقط بالأنابيب

حفظ بعدم

* القلب يعمل كمضختين مربوطات كالتوالي

وبمضختين هما ال 2 ventricles وبالنهتم حاليا بمضخة الأذينيات وتركيزنا فيه مضختين رئيسيتين

المضخة يزول تضخ الدم والدم اللي بطلع تستلمه المضخة الثانية واللي ع ترجع تضخ الدم للأول وهكذا ...



لذلك نستنتج أنه كل الدم اللي طلع من ① ع يدخل ②

the cardiac output of left = " " " " right

لايمكن أنه يكون ضغط البطينين مختلفين

الدورة الدموية تمشي باتجاه واحد (unidirectional)

* ال Action potential اللي يحدث في جدار ال ventricle

مستحيل ينتقل لل Atrium وكذلك ال AP المتولد في جدار ال Atrium مستحيل ينتقل لل ventricles

↓

why ?

نسيج ليفي

Fibrous tissue

هام جدًا

نوعه Fibrous skeleton هو عبارة عن نسيج ليفي ميت مستحيل ينقل ال AP

(حقيقة لكل الشحنات بكهربائية متولدة بكل جزء)

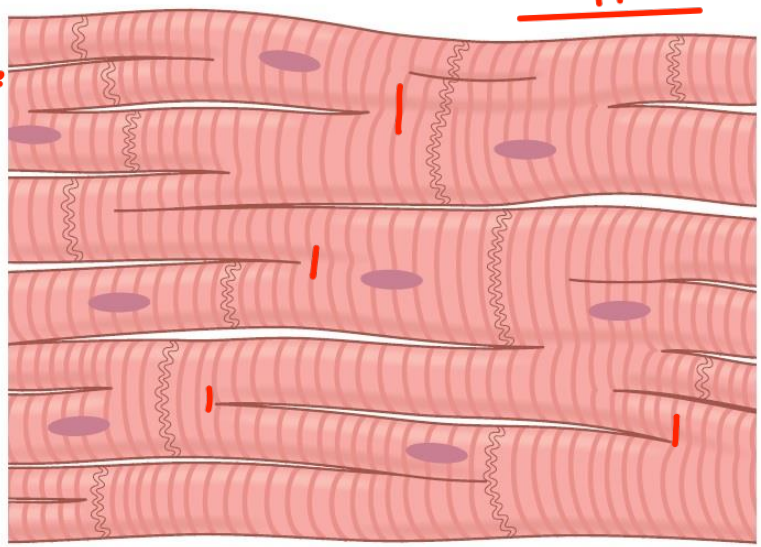
لذلك لا ينتقل فرق الجهد المتكون بالأذينين إلى البطينات والعكس

وهذا يعني أنه لا يوجد أي تواصل كهربي بين الأذين والبطين

↳ طبعًا بس venous return = ... بكمية same يختلف arterial blood flow =

The Myocardium

- Myocardial fibers are arranged in a latticework, with the fibers dividing, recombining, and then spreading again.
- Cardiac muscle is *red* and *striated* as in skeletal muscle, however, cardiac muscle behaves like smooth muscle, i.e. it is *nerve regulated* and not nerve operated.
- Cardiac muscle is a **syncytium**. Individual myocardial cells are connected in series and in parallel with one another by the *intercalated discs*. These discs have gap junctions that allow rapid diffusion of ions and action potential.



Syncytial, interconnecting nature of cardiac muscle fibers.

- The heart actually is composed of two syncytiums: the *atrial syncytium,* and the *ventricular syncytium.*
- This division of the muscle of the heart into two functional syncytiums allows the atria to contract a short time ahead of ventricular contraction, which is important for effectiveness of heart pumping.

* الـ fibers بالـ skeletal muscles كانت زي الخطوط متوازية زي الكوابل وبينها أسلاك نحن الأسلاك مش متصلة مع بعضها سلك، كل سلك مغلف لحاله وماشي بطريقة وكلها متوازية (ما في أي اتصال بين سلك وتاني داخل الكيبل الواحد)

مش معزولين عن بعض (interconnected fibers) ←

* أما الـ myocardium بالـ fibers الـ fibers عبارة عن شبكة من الألياف تتفرق وتتصل ببعض الـ fibers الـ AP في الـ fiber ماشي عيني خلاله فقط واخارج بينتقل لكل وباقي الـ fibers الثانية ← myocardium ← skeletal

* لوصار stimulation لنقطة أو جزء واحد بالـ myocardium ← وقتها خارج بينتشر بكل الـ myocardium = كلها خارج بتتقلص وبشا الصميثين الـ AP سبب بهذاك الـ fiber

(A single spot stimulation in the atrium will cause both atriums contraction)
ventricle ventricles

* الـ skeletal لو قطعنا الـ nerve operated ما بتشتغل لأنها تشتغل بالـ nerve الذي لا يصنع الأوامر حتى يعطي نبضة يعني Automatic، لذلك وظيفة الـ nerves هون فقط تنظيم وليس تقلص العضلات، القلب لأنها هيك هيك بتتقلص لحالها

* نرجع نغيد وينا فا تهيج أي نقطة بال myocardium ← The whole myocardial mass will contract as one unit

وهذا غير موجود بال skeletal muscles

* من تفريغ وريد : لو قطعنا الـ sympathatic / parasympathatic عن القلب شو رح يصير ؟

the heart will keep functioning but it will be difficult to regulate it

وهاي ميزة ساعدت بنقل القلب ولولا هاي الميزة ما تجرأ أحد بإجراء عمليات نقل القلب

زي ما حكينا فوق لو كان القلب operated nerves فبعد نقل القلب تم قطع الـ nerves وبعدين يرجع يعمل regulation للقلب

* من تفريغ وريد وما شوحي لدكتور النقطة الأخيرة : ما بالحكمة من وجود (Atrium - ventricle) 2 syncytium

المتمثل بالجزء العلوي (Atrium) بالانقباض بوقت يسبق الجزء السفلي (ventricle)

وهذا مهم لزيادة الـ effectiveness of pumping

Differences Between Myocardium and Skeletal Muscle

- The myocardium is red and striated, but it is nerve regulated (No motor units)
- Contraction can be graded
- Initial length is not fixed
- Requires extracellular Ca^{2+} for its contraction
- Cannot be tetanized → Acts as repeated simple muscle twitches
- Less powerful but cannot be fatigued practically
- Has high resting tension (tone) which is not nerve dependent (visco-elastic property)
- Highly stretchable (4-6X that of skeletal muscle)
- The mode of contraction is isotonic and auxotonic

* توضيح نقطة 2 : بال skeletal muscle fiber ر Single يا'ا بتقلص ولا مابتقلص يعني ماحدش
to its maximal بتقلص بواحد fiber ولو تقلص (all or none) إنه على
حيث بال skeletal كيف التقلص بكون مرة قوي ومرة ضعيف ؟ حسب عدد ر motor units اللي اشتغلت
يعني لو ر skeletal بدها تعمل تقلص بسيط فبيستخدم عدد قليلة motor units
skeletal muscle بال maximum contraction فبتقلص قسم من ر fibers وقسم ما بتقلص لكن لو بدنا نعمل
فبيشتغل كل ال motor units مع بعض مرة واحدة

* بال Heart فلا يمكن تشتغل على إنه (All or none) لأنه لو كان هيك كيف كان يزيد ال Cardiac output
بزيد ويقل حسب مستوى ر Activity أو ر exercise لو كان خفيف فبتقلص بقلب تقلص بسيط
(can be graded) وبوزان ر exercise فلح يضخ أو بتقلص بزيادة لذلك بقلب تقلص
(sympathetic stimulation)

* توضيح نقطة 3 : initial length يعني طول ر fiber أو العضلة قبل بتقلص
بال skeletal : طول العضلة نفس الطول سواء كنا شايلين شيء ثقيل جدًا أو خفيف يعني ر initial length ← ثابت
بال Heart : ممكن يتمدد بكمية دم قليلة أو كمية دم كبيرة وهذا يكون قبل بتقلص فلو كان متمدد بكم قليل فالانتفاخ قليل وطول ر fiber بكون قصير (بالقلب)
لكن لو امتلأ بكمية كبيرة من الدم قبل ما يبلش تقلص فلح يتمدد وطول ر fiber لح يصير أطول (طول ر fiber بال myocardium قبل بتقلص يختلف حسب كمية الدم

* توضيح نقطة 4: الـ skeletal بتحتاج الـ extracellular Ca^{+2} للانقباض يعني لو زاد الـ extra fluid بالـ Ca^{+2} أو نقص عادي بيفرق نو بيأثر كال contraction ليش؟ عشان مخزون الكالسيوم الداخلي كبير

هذا المهم باختصار

without extracellular Ca^{+2} the heart will not work and heart requires extracellular Ca^{+2} for its contraction

يعني بدنا نعرفه أنه القلب بيشتغل بدون كالسيوم خارجي

ولو زاد الكالسيوم جدًا تقلصات القلب ممكن يزيد لحد الوقوف ويؤدي للموت (Calcium toxicity)

* توضيح نقطة 5: tetanization ← continuous contraction

tetanization يعني العضلة الـ skeletal ما بتقدر ترجع ترتخي تتقلص وتضل متقلصة

continuous impulses or AP

* توضيح نقطة 7: في الـ skeletal لو قطعنا الـ nerve العضلة بتضل تنقبض بدون تصير بدون tone ← يعني بلا شد لو شلنا الإيد وترخت ما ترجع تستقيم

so the skeletal muscle in this case lost its tension

partial skeletal muscle contraction هو الـ skeletal بالـ tension ← تعريف الـ

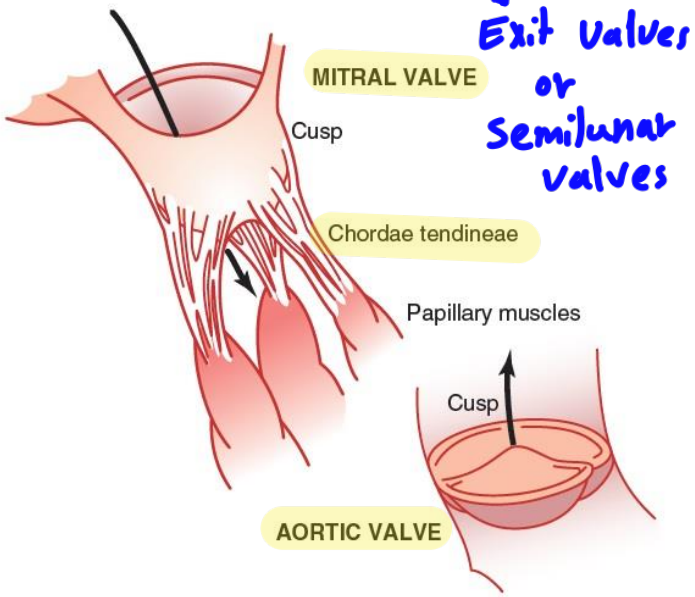
it loose its tone عادي لو قطعنا الـ nerve tension stimulating بتصير بسبب الـ

أما بالنسبة لـ cardiac muscle لو فحصنا مثلاً قلب من لحام ح نلاحظ أنه حتى لو كان برا الجسم
cardiac muscle لـ Resting tension لـ أنه نلاحظ عليه شكله ونستنتج أنه
أنه ح يضل بيشتغل بكور نو محافظ على شكله (visico-elastic property) وهو علاقة بال nerves
يعني مثل خيوط العطاط في الملابس
اللي بتخليها مشدودة

high elastic tissue component لـ نالألياف الموجودة في القلب
بتشد القلب شد ولا علاقة لها بال nerve stimulation .

Cardiac Valves

- The cardiac valve leaflets consist of thin flaps of flexible, tough, endothelium-covered fibrous tissue that are firmly attached at the base to the fibrous skeleton rings.
- Movement of the valve leaflets is essentially passive, and the orientation of the cardiac valves is responsible for the unidirectional flow of blood through the heart.
- There are two types of valves in the heart: **atrioventricular (AV)** and **semilunar**.
- Atrioventricular valves are the **tricuspid valve** (located between the right atrium and the right ventricle), is made up of three cusps, whereas the **mitral valve** (lies between the left atrium and the left ventricle), has two cusps.
- AV valves (also called the inlet valves) are funnel in shape. Attached to the free edges of these valves are fine, strong ligaments (chordae tendineae) that arise from the powerful papillary muscles of the respective ventricles.



Mitral and aortic valves (the left ventricular valves).

* الـ chordate tendineae اللي متعلقين بـ valve ما لها أي علاقة بإغلاق الـ valve للمتعلقين
والحقيقة أنه وظيفتها فقط التثبيت وشد البورتات عشان ما تنقلب لأنه أول ما يتقلص البطين
ح يتولد ضغط دم عالي جدًا داخل البطين ولذا الضغط العالي ح يسبب اندفاع الأوراق للأعلى في الـ valve
وتنقلب على ظهرها لجهة الـ atria وتدفع داخل الأذين لذلك ربنا خلق لهاي الأحبال لحماية الـ AV valves
ثاول ما يصير ventricular contraction يصير الـ Contraction لـ papillary muscles
فيضغطوا الأوراق بالدمام من أنهم يفتحوا بجهة الأذين ويضغطوا رجوع الدم بالاتجاه المعاكس

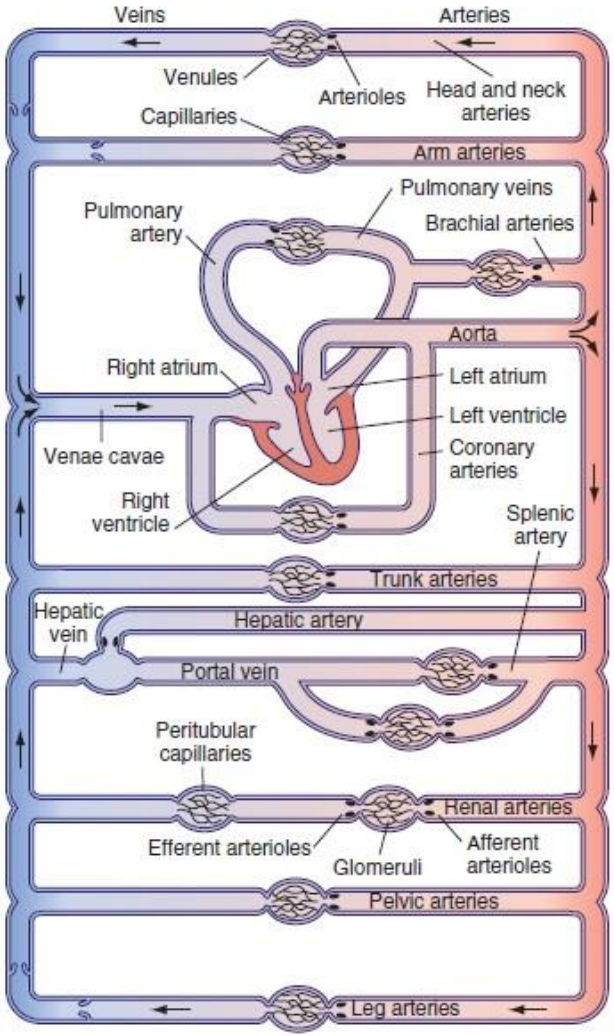
* ملاحظة: هاي الأحبال مش موجودة بالـ semilunar valves

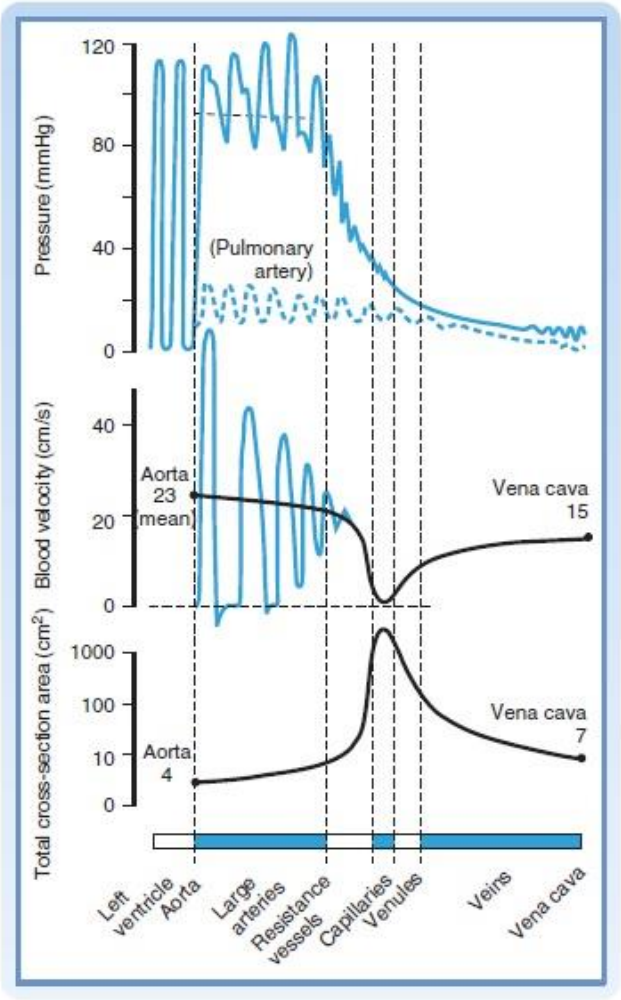
هاي الحالة اسمها valve prolapse

Cardiac Valves (cont.)

- The chordae tendineae prevent the valves from becoming everted during ventricular systole.
- The semilunar valves (also called the outlet valves) are the **pulmonic** and **aortic valves** are located between the right ventricle and the pulmonary artery and between the left ventricle and the aorta, respectively.
- Four sounds are usually generated by the heart, but **only two** are ordinarily audible through a stethoscope. *
- The first heart sound is initiated at the onset of ventricular systole and reflects closure of the AV valves.
- The second heart sound occurs with the abrupt closure of the semilunar valves.
- Valvular lesions (such as stenosis or incompetence) are usually associated with heart **murmurs**.

* نتج لصمام لا يولد صوت بينما الإغلاق
يتولد منه صوت خلال اصطدام الأوراق





Right Fig. Schematic Diagram of the Parallel and Series Arrangement of the Vessels That Constitute the Circulatory System.

Left Fig. Phasic Pressure, Velocity of Flow, and Cross-Sectional Area of the Systemic Circulation. The important features are the major pressure drop across the small arteries and arterioles, the inverse relationship between blood flow velocity and cross-sectional area, and the maximal cross-sectional area and minimal flow rate in the capillaries.

Test Question:

Which one of the following statements concerning the mitral valve is correct?

A. It requires contraction of the papillary muscle in order to initiate closing

B. A murmur is produced when it fails to close properly

C. It closes at the end of ventricular contraction

D. Its closure normally generates the second heart sound

E. It prevents backflow of blood into the ventricle during ventricular relaxation (diastole)