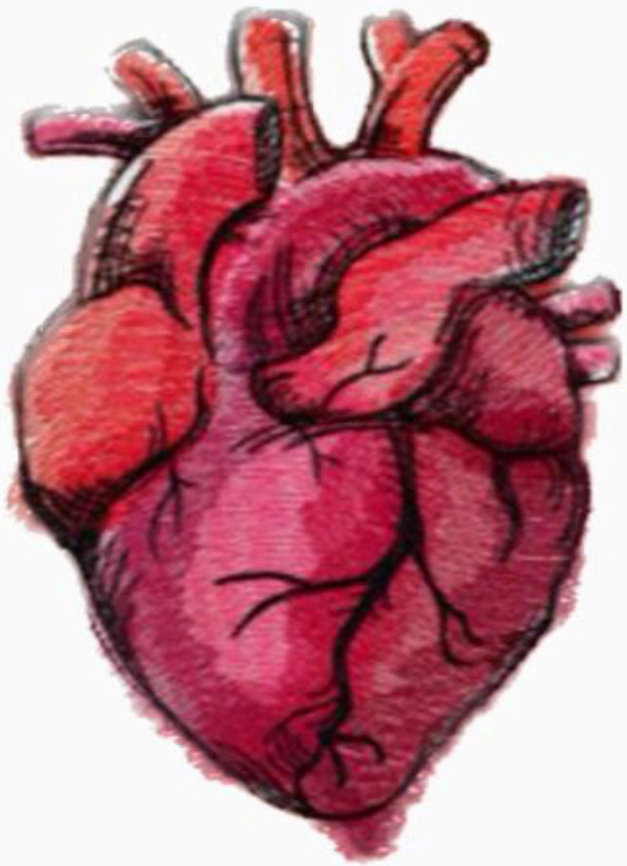
# CARDIOVASCULAR SYSTEM



SUBJECT : فيسو

LEC NO. : Lec 1

DONE BY : Mass

وقل رب زدني علماً

# Lecture 1

Physiology: In any change in our bodies, we should understand the mechanism of this change and the purpose for this change to happen.

Each system has its role in **homeostasis**.

**Homeostasis:** how to keep the internal environment stable.

## Main Function of the circulatory system

### 1. Transport and distribute essential substances to the tissues

مثلا: الجهاز الهضمي يدخل المواد الغذائية و يمعل الامتصاص من جدار الأمعاء لكن كيف ستصل إلى كل خلية من خلايا الجسم ؟ عن طريق الدورة الدموية.

### 2. Remove metabolic byproducts

الخلايا بعملية الـ metabolism ستطرح فضلات (waste material) .. كيف ستصل هذه الفضلات إلى أجهزة الطرح (**kidney , liver** )

تطرح المواد الذائبة

تطرح المواد الذائبة بالماء

- **water** soluble substance excreted by **kidney**.
- **lipid** soluble substance:

تذهب إلى الكبد أولا ثم يحصل conjugation فتتحول المادة التي تذوب بالدهون إلى مادة تذوب بالماء, ثم إما أن الكبد يطرحها هو مباشرة مع المادة الصفراء (bile) أو يعيدها للدورة الدموية و تذهب و تطرح مع الـ kidney .

من أجهزة الطرح الأخرى : الرئتين تطرح الغازات (المواد الطائرة) و نسبه قليلة تطرح عن طريق التعرق.

### 3. Adjustment of oxygen and nutrient supply in different physiologic states.

الدورة الدموية مسؤولة عن نقل الأكسجين من الرئتين و توصله مع الغذاء إلى خلايا الجسم حسب حاجتها و بالعكس سينقل $CO_2$ من خلايا الجسم للرئتين .. فالرئتين هي عضو طرح للغازات.

### 4. Regulation of body temperature (thermoregulation) and maintenance of fluid balance

* الحرارة الزائدة في جسمنا ممكن أن نتخلص منها عن طريق الاشعاع من الجلد و عن طريق التعرق.

* الحرارة تتكون باستمرار من جسمنا .. كل عملية metabolism في أي خلية من الجسم تؤدي إلى تكوين حرارة

س: هل الـ Metabolism في جميع خلايا الجسم متشابه؟

لا بعض الأعضاء الـ metabolic rate فيها عالي مثل : Liver ... وبعض الأعضاء الـ metabolic rate فيها قليل مثل: bones , cartilage , subcutaneous fat.

1. لكن لو قسنا الحرارة داخل الـ Liver و داخل bones و subcutaneous fat راح تكون **نفس** الحرارة في كل مكان

لأن عندما يدخل الدم إلى الـ Liver الذي يولد الحرارة العالية سيسخن و سيقوم بنقل هذه الحرارة و يوزعها على الـ organs الأخرى.

2. لو الحرارة زادت عن الحاجة .. يتم التخلص منها عن طريق حدوث vasodilation to blood vessels بالـ skin و ال skin يصير ساخن و يبدأ يشع الحرارة (radiator for the temperature )

و في الجو البارد يحدث vasoconstriction بالـ skin دم قليل يأتي للجلد و فقدان قليل للحرارة للحفاظ على الحرارة الداخلية.

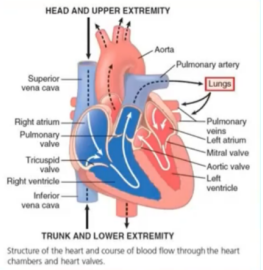
**N.B**: Body temperature is regulated by hypothalamic thermoregulation center which regulate many process to eradicate excess temperature.

**5. Humoral communication:**

المقصود بها هي المواد الكيميائية التي تطرح للدم لتنقل من مكان إلى مكان كرسائل كيميائية.

فمثلاً الهرمونات : لما ينفرز هرمون الانسولين .. هاي رساله لكل خلايا الجسم هكذا يجب أن تستعمل الجلوكوز (تصل من البنكرياس إلى كل خلايا الجسم عن طريق الدورة الدموية)

## Functional anatomy of the heart




- The heart looks like two cups facing each other mouth to mouth.

*No direct communication btw two cups*

The heart has 2 cups:

1) The upper cup forms the atria

2) The lower cup forms the ventricles and 2 cups are separated by a fibrous skeleton which **cannot** conduct the electrical or mechanical signals.

مربوطة على الهيكل العظمي (*skeletal muscle*) و سميتها على اسمه *Skeletal from skeleton*

- 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.

The heart forms of 4 rings of fibrous skeleton and between them 4 valves (right and left atrioventricular valves, aortic and pulmonary valves).

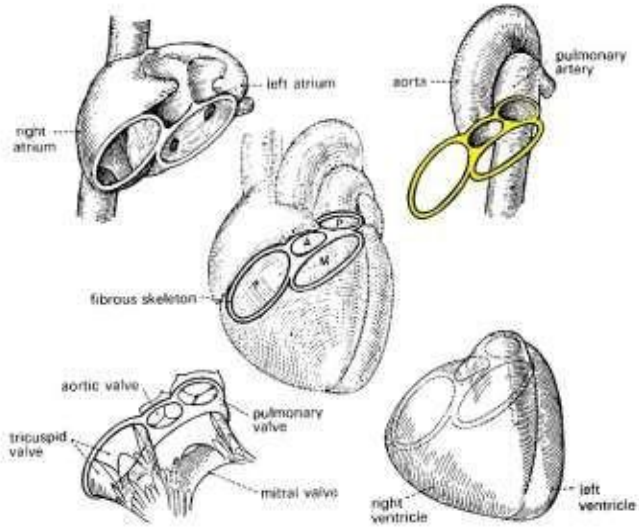
هسا بما انه ما ينقل *action potential* يعني ما رح ينتقل المن الاذين للبطين و العكس صحيح لا تنسو
يعني إذا وصل *AP* لل الاذين ما بوصل للبطين و هكذا تمام ؟
اكيد تمام 😎

النقطة المهمه انه الحاجز الليفي ما ينقل action potential

Action potential: بمشي في جدار العضلة لكن ما بمشي بالـ الاجز الليفي

شو يعني ؟

يعني الـ action potential الي بتولد في الأذين بنتشر في عضلات الأذين لكن لا يمكن ان ينتقل إلى البطين.



- There is no muscular communication between the atria and the ventricles.
- The heart acts as two pumps arranged in series within a closed circuit.

الدم لا يخرج من الاوعيه يعني لا تماس بين الدم و

شو يعني؟

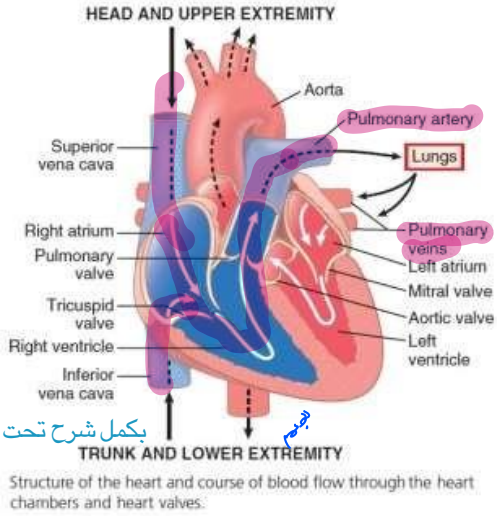
يعني عندي مضختين بالقلب اللي هم ال ventricles وهضول بشتغلو بترتيب معين وبناءا على إشارات معينة وطبعا كمية

الدم اللي بتطلع من LV نفسها الزم ترجع لل RV وهكذا بحيث انه ما يصير في نقص بكمية الدم. (يعني بشتغلوا على التوالي).

وطبعا المضختين ما بضخو بنفس القوة وال نفس الضغط بس بالنهاية لازم يتساوو بكمية الدم اللي بضخوها.

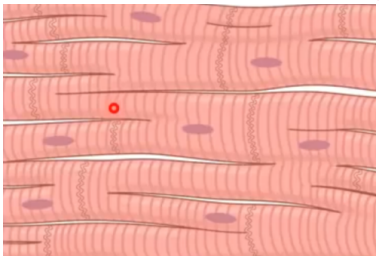
لا يمكن بل مستحيل انه ضخ البطين الأيسر يختلف عن الأيمن يا فطاحل 🙄

* الدورة الدموية تمشي باتجاه واحد (unidirectional)



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

بكمل شرح تحت الصفحه عن آخر سطرين



الصوره من بعيد بتشبه ال *skeletal muscle* بس الاختلاف انه ال *skeletal muscle* بكونو زي السلاك جنب بعض و منفصلين اما القلب تقول زي بيت العيلة كله مفتوح على بعض نو خصوصية 😍🙂

## The Myocardium

شبكة من الالياف ترتبط و تنفصل عند نقاط معينة

- Myocardial fibers are arranged in a latticework, with the fibers dividing, recombining and then spreading again.

يعني إذا اتحفزت خلية من خلايا القلب الـ action potential راح ينتقل لكل خلايا القلب و راح ينقبض كوحدة واحدة.

- 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.

العضله ما بتشتغل إذا ما وصلها نيرف يعني *nerve operated*

انا القلب قنوع ما بتفرق معه زي الاخ الوسطاني على الله وضعه بشتغل بكل الظروف 😂😭

**nerve regulated:** myocardium contract without stimuli from nerves, so the function of the nerve connected to the heart is regulating (**not** operating).

يزيد من قوة التقلص او عدد المرات في وحدة الزمن

شو الفرق بين الثنتين :

nerve operated : يعني العضلات العادية اذا وصلها سيال عصبي هيها اشتغلت وعملت contraction وإذا ما وصلها حتضلها بحالة الـ relaxation

nerve regulated: يعني عضلات القلب بتقدر تشتغل سواء وصلها سيال عصبي او لا يعني بتقدر تعمل اكشن بوتينشيال لحالها وهاي الخاصية بنسميها rhythmicity or automaticity

Automaticity = the ability to generate spontaneous action potential

والخلايا اللي بتعمل هاد الحكي اسمها pacemaker cells

*Cardiac output from right ventricle =it is the same of aortic blood flow = also same to pulmonary blood flow = Venus blood flow*

كلهم نفس الأسماء يعني التدفق نفسه بس الضغط بختلف من مكان للتاني الاختلاف بالكتاب كل كتاب اسم شكل بس نفس المعنى زي احمر و *red* اختلاف احرف بس نفس الشي

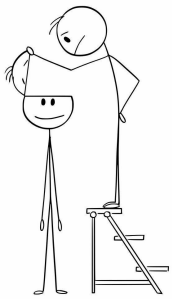
اما شو تشبيه اشي من الاخر تتذكر وما تنعاد 🙄😁😁

لو جزء بالقلب ضعف و صار يضخ كميه اقل
فباقي الأجزاء يلي هما الأسماء يلي حكيتهم
هسا رح يضخوا نفس الشي يعني زي اخوهم
الخربان وصلت؟
ان شاء اه

- 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.

خلايا مفتوحين على بعض

الجدار زي المنخل



**N.B** ≫ **Syncytium** in the heart means a combination of multiple cells with multiple nuclei and one cell membrane so you cannot differentiate the presence of single cells

Intercalated discs (gap junctions) which lead to the propagation of action potential between contractile cells in the same chamber.

- 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.

النيرڤ بالعاده قبل ما يوصل لل عضله الهيكلية رح يتقسم ل أحبال انحف و كل حبل يربط على *single muscle fiber* معينه هاد بسميه ال *motor units*

## Differences Between Myocardium and Skeletal Muscle

هسا عنا أمثله ذكرها الدكتور يلي هي انه احيانا ال *nerve fibers* بكون ٣٠٠ او ٤٠٠ فايبر و احيانا بس ٣ او ٤ طيب هاد متى كله ؟ يا سيدي هاد رح افهمك اياه على أمثله بالاضافي انه لا يكون في حبه رز على ايدك و تشيلها او في معلق بين سنانك و بلسانك تطلعه او ترسم دائره صغيره بطرف اصابعك هون النيرڤ بكون بس ٣او ٤ اما عضلات ظهرك و الرقبه بدهم جهد يعني النيرڤ هون بعمل ٣٠٠ او ٤٠٠

بالع ضلات الهيكلية تتقلص حسب عدد ال *motor units* يلي فيها

1) **The myocardium is red and striated, but it is nerve regulated (No motor units).**

هسا في العضلات الهيكلية مرات العصب بتوزع لأكثر من تفرع عند ال nerve terminals وكل تفرع بغذي فايبر واحد، العصب ومجموعة الفايبرز اللي بغذيها بسميها ال motor unit وطبعا عدد ال motor units اللي شغالة بقدر الدماغ يتحكم فيها بحسب الحاجة مثال اذا بدك تشيل وزن ثقيل بتشتغل موتور يونيتس اكثر وهكذا هسا بالقلب الحكي هاض مش موجود وزي ما حكينا عنا بس تركيب ال syncytium وهاض بخلي القلب يشتغل كله كوحدة واحدة.

كم نيرڤ طالع من ال *NS* وكم *muscle fibers* عنا ؟ لسا هسا شرحت الفكره تنسوش
المهم كل واحد نيرڤ يقابله ١٠٠ *muscle fibers* هيك النسبة ١:١٠٠ هاد التنظيم يلي هو *nerve fibers* مع الفروع يلي بعملها بسميه نظام ال *motor unit*

هاي المنظومه بال *skeletal muscles* بس يا رب ما تنسو

2) **Contraction can be graded:**

Skeletal muscles contraction cannot be graded but the body can determine number of motor units which contractile according to body need. But in cardiac muscles contraction can be graded by regulation of Ca influx during action potential.

هسا بالعضلات الهيكلية، ال contraction بكون all or non يعني اذا وصل سيال عصبي للعضلة رح تعطي ال maximum contraction بس الفكرة بالعضلات الهيكلية انو تدريج الانقباض بكون حسب عدد ال motor units مش نفس انقباض العضلة اللي بقدر اتحكم فيه .

أما بالقلب ممكن اني اتحكم بدرجة انقباض العضلة عن طريق انو الجسم يتحكم بكمية ال$Ca^{+2}$ اللي حتدخل للخلية.

زياده التمارين = زياده الانقباض
ما بمشي هون على مبدأ *all or non* بالنسبه لل *contraction* بس بمشي عليه بمبدأ ال *action potential* اذا ممكن يصير او لا

هي القوة التي *Preload*
تجعل ألـ *muscle fiber* اطول قبل ال *contraction*

### 3) Initial length is not fixed

يعني طول العضلة قبل التقلص
بالنسبة لل skeletal muscle مثل إذا فتحت إيدك طول العضلة biceps ( البعد بين origin و insertion على الـ skeleton ) لو حملت كيلو أو عشرة كيلو بضل ثابت
أما بالنسبة لعضلة القلب .. ممكن القلب يملئ بكمية دم كبيرة أو قليلة قبل التقلص .. فإذا كانت كمية الدم قليلة بكون انتفاخ القلب صغير و طول الفايبر قصير لكن إذا كانت كمية الدم بالقلب كبيرة بكون انتفاخ القلب أكبر و طول الفايبر أطول يعني بالقلب ال *muscle fibers change in*

### 4) Requires extracellular Ca2+ for its contraction

الـ skeletal muscle لا تحتاج ل extracellular $Ca^{+2}$ for its contraction
يعني إذا الـ $Ca^{+2}$ زاد أو نقص بالـ extracellular ما بأثر على تقلص الـ skeletal muscle لأنه مخزونها للكالسيوم الداخلي كبير.

أمثله على سوائل بحط القلب فيها و مافيها *ca* هي ال *normal saline*

كلشي بحتاج *ca* لينقبض بس إذا زاد عن عنده بعمل توقف بعضله القلب

أما القلب بدون extracellular $Ca^{+2}$ لا يعمل.

مختصر الموضوع يا حلوين 😍 انه كيف كان ينتقل السيال إذا بتذكرو عن بالو دخول ال *Na* بس يدخل بفتح مخازن ال *ca* يلي بالعضلة الهيكلية اما بالقلب حبيب الجماهير مافي 🙄 شو مافي ؟ مافي دخول لل *Na* بالتالي مافي *ca* طبعا التفكير هاد غلط كبوه هون 🤦‍♀️⬛
نكمل هسا القلب بشتغل بس إذا دخل *ca* من برا و حفز خروج ال *ca* من المخازن و هاد القانون اسمه *ca induced ca released*

*Continues contraction*

### 5) Cannot be tetanized ≫Acts as repeated simple muscle twitches

يعني العضلات الهيكلية ممكن يصير فيها انقباضات متتالية بسبب انها ممكن تستجيب لاكثر من action potential ورى بعض زي مثال العضلات اللي بتخلي راسك بالوضع الطبيعي ثابت فالسبب انو عضلات الرقبة بتضلها بحالة contraction أو في حالة انه بنقدر انضلنا واقفين بس عضلات القلب ما بتقدر تعمل هاد الاشي

لو عطيت القلب الف *ap* ما رح تعمل *tetanization*

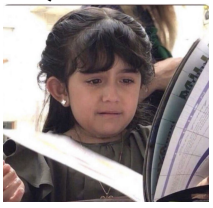
Tetanization : the ability to make repeated contractions to stay in the continuous contracted state for a long period of time

### 6) Less powerful but cannot be fatigued practically

مثل: يعني القلب بضل ينبض بدون ما يتعب بس العضلات الهيكلية بعد فترة بتحس انك بطلت قادر تحرك ايدك.

### 7) Has high resting tension (tone) which is not nerve dependent (visco-elastic property)

Muscle tone in skeletal muscle: the partial muscle contraction.
يعني الإنسان لما يكون صاحي كل عضلة من عضلات الـskeletal muscle لازم يكون فيها عدد من الـ motor units (لو قليل ) يكون في حالة تقلص ... هاد راح يؤدي إلى تقلص طفيف بالـ skeletal muscles الي هو بنسميه الـ muscle tone
يعني العضلات وانت نايم بكون muscle tone قليل أما وأنت مستيقظ و واقف و بتمشي بكون muscle tone عادي متوسط أما شخص في حلبة يريد توجيه لكمة يكون muscle tone له عالي.



للعلم انه ال *tone* للقلب اعلى بالف مره من العضلات الهيكلية و ابسط مثال هو إذا رحت للحام و حكيتله هات لحمه من الفخذ إذا مسكت الفخذه من النص رح أشوف انه الأطراف نزلو لتحت و الثابت هو الطرف الوسطي يلي انا ماسكه ليش؟ لانه مافي نيرڤ يعني مافي *tone* اما القلب حتى لو فرغته من الدم رح يضل محافظ على شكله بسبب ال *tone*

Muscle tone in skeletal muscle is nerve dependent

أما في القلب حتى لو قطعنا الـ nerve الي رايح للقلب ... راح يضل القلب ب tone.

**8) Highly stretchable (4-6X that of skeletal muscle)**

مثال : يعني لو جبنا عضلة قلبية و عضلة هيكلة و علقنا بكل وحدة وزن العضلة القلبية راح تتمطت (تستطيل) من 4 – 6 أضعاف العضلة الهيكلية.

9) **The mode of contraction is isotonic and auxotonic**

في العضلات الهيكلية :

إما يحدث isotonic وذلك عند رفع شي وزنه 1 كيلو مثلا يحدث تقلص للعضلة ... فالعضلة تولد قوة تعادل قوة الوزن و يكون الـ tone ثابت.

أو عند محاولة رفع سيارة مثلا بايدك فمهما بلغت قوة تقلص العضلة لن تستطيع رفعها إذا طول العضلة لن يقصر باليد ولكن الـ tone سيكون في حده الأقصى و هذا التقلص يسمى isometric .

أما في العضلات القلبية : فيحدث isotonic , auxotonic وسيتم شرحه فيما بعد.

هون ادرسو المخطط

## 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**.

*Another name is inlet valve*

اتجاه الدم من *A to V* لهيك سمناه *AV*

1) atrioventricular (AV) valve: between Atrium and ventricle.

*Exit valve*

2) semilunar ( الصمام الشبيه بالهلالي) : توجد بين البطين و الشريان المرتبط بالبطين

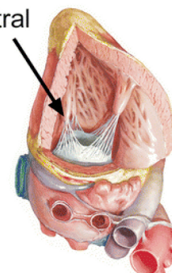
أما بين البطين الأيسر و الشريان الأبهر: pulmonary valve : يوجد بين البطين الايمن و الشريان الرئوي Aortic valve.

- 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.

Mitre

زي قبعه قس الكنيسه تذكرو كلشي اله اسم

Mitral

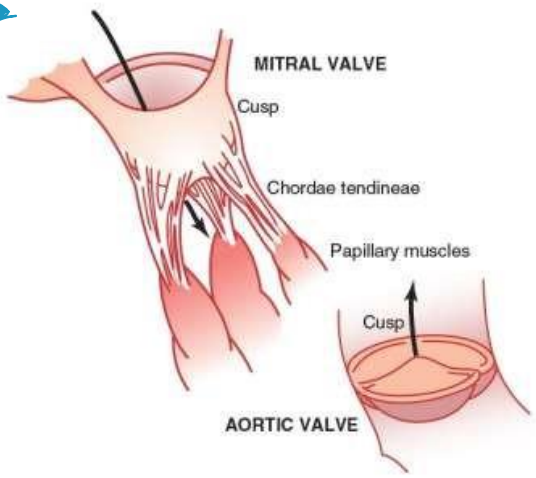


مثل القمع شكله

- 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.

بحمي ال valve من انهم يسكرو على بعض

تقلص هذه العضلات (papillary muscles) ليس له علاقة بفتح و اغلاق الصمام .. ~~هذه العضلات للتثبيت فقط~~



Mitral and aortic valves (the left ventricular valves).

- 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.

الغلق هو الذي يصدر الصوت و ليس الانقباض

- 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**.

صوت غير طبيعي غير الصوت الاول و التاني يلي بسمعهم بالسماعة
رح يشرحه الدكتور بالتفصيل المحاضره الجاي

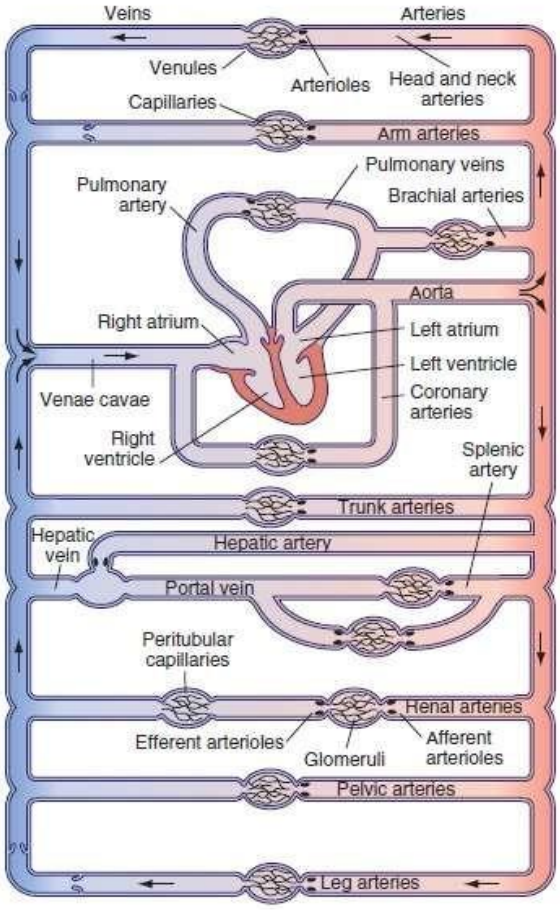
Incompetence: عدم كفاءة الصمام للغلق الكامل يؤدي لرجوع الدم

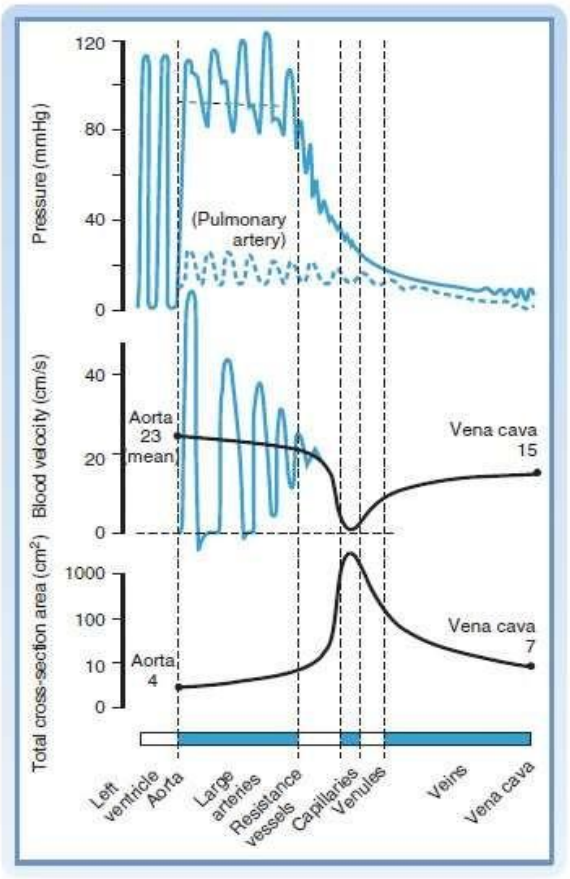
Stenosis: عدم فتح الصمام بشكل كامل (تضيق)

N.B ≫ Valvular defect is mainly due to defection in papillary muscles.

**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)

**Answer : B**

خلصنا 💃

💃💃💃