



Pathophysiology-Review of CVS

Faculty of Pharmaceutical Sciences

Dr. Amjaad Zuhier Alrosan, Dr. Abdelrahim Alqudah

➤ As we learned before:

علم وظائف الأعضاء هو العلم المتعلق بدراسة ميكانيكا وخصائص وسمات الجسم التي تجعله يعمل بالطريقة الصحيحة.

- ✓ **Physiology** is the science, which is related to studying mechanics, characteristics, and features of the body that makes it function the right way.
- ✓ **Pathophysiology** studies abnormal physiology.

يدرس علم الأمراض الفيزيولوجية علم وظائف الأعضاء غير الطبيعي.

THE CARDIOVASCULAR SYSTEM: THE HEART

- The heart contributes to homeostasis by pumping blood through blood vessels to the tissues of the body to deliver oxygen and nutrients and remove wastes.

يساهم القلب في الحفاظ على التوازن الداخلي عن طريق ضخ الدم عبر الأوعية الدموية إلى أنسجة الجسم لتوصيل الأكسجين والمغذيات وإزالة الفضلات.

- The cardiovascular system consists of the blood, the heart, and blood vessels.

يتكون الجهاز القلبي الوعائي من الدم والقلب والأوعية الدموية.

Table 12–1 The Cardiovascular System

Component	Function
<i>Heart</i>	
Atria	Chambers through which <u>blood flows from veins to ventricles</u> . <u>Atrial contraction adds to ventricular filling but is not essential for it</u> . الحجرات التي يتدفق الدم من خلالها من الأوردة إلى البطينين. يساهم انقباض الأذين في امتلاء البطينين ولكنه ليس ضروريًا لذلك.
Ventricles	Chambers whose <u>contractions produce the pressures that drive blood through the pulmonary and systemic vascular systems and back to the heart</u> . الحجرات التي تُنتج انقباضاتها الضغوط التي تدفع الدم عبر الجهازين الوعائيين الرئوي والجهازي، ثم تعود به إلى القلب.
<i>Vascular system</i>	
Arteries	<u>Low-resistance tubes conducting blood to the various organs with little loss in pressure. They also act as pressure reservoirs for maintaining blood flow during ventricular relaxation</u> . أنابيب ذات مقاومة منخفضة تنقل الدم إلى مختلف الأعضاء مع فقدان طفيف في الضغط. كما أنها تعمل كمستودعات ضغط للحفاظ على تدفق الدم أثناء انبساط البطين.
Arterioles	Major sites of resistance to flow; responsible for the <u>pattern of blood flow distribution to the various organs; participate in the regulation of arterial blood pressure</u> . مواقع رئيسية لمقاومة التدفق، مسؤولة عن نمط توزيع تدفق الدم إلى مختلف الأعضاء، وتشارك في تنظيم ضغط الدم الشرياني.
Capillaries	Major sites of <u>nutrient, metabolic end product, and fluid exchange between blood and tissues</u> . مواقع رئيسية لتبادل المغذيات، ونواتج الأيض النهائية، والسوائل بين الدم والأنسجة.
Venules	Sites of <u>nutrient, metabolic end product, and fluid exchange between blood and tissues</u> . مواقع لتبادل المغذيات، ونواتج الأيض النهائية، والسوائل بين الدم والأنسجة.
Veins	<u>Low-resistance conduits for blood flow back to the heart. Their capacity for blood is adjusted to facilitate this flow</u> . قنوات منخفضة المقاومة لتدفق الدم إلى القلب. ويتم ضبط قدرتها على استيعاب الدم لتسهيل هذا التدفق.
<i>Blood</i>	
Plasma	<u>Liquid portion of blood that contains dissolved nutrients, ions, wastes, gases, and other substances. Its composition equilibrates with that of the interstitial fluid at the capillaries</u> . الجزء السائل من الدم الذي يحتوي على مغذيات مذابة، وأيونات، وفضلات، وغازات، ومواد أخرى. يتوازن تركيبه مع تركيب السائل الخلالي في الشعيرات الدموية.
Cells	Includes <u>erythrocytes that function mainly in gas transport, leukocytes that function in immune defenses, and platelets (cell fragments) for blood clotting</u> . يشمل كريات الدم الحمراء التي تعمل بشكل رئيسي في نقل الغازات، وكريات الدم البيضاء التي تعمل في الدفاعات المناعية، والصفائح الدموية (أجزاء من الخلايا) لتخثر الدم.

Components of blood

ينقل العناصر الغذائية ، الهرمونات، والبروتينات. وهو سائل أصفر يشكل حوالي 55% من حجم دم الجسم.

Plasma

Transports nutrients, hormones, and proteins. It is a yellow liquid that makes up about 55% of the body's blood volume.

تشكل جلطات لوقف النزيف. تشكل الصفائح الدموية أقل من 1% من الدم.

Platelets

Form clots to stop bleeding. Platelets make up less than 1% of blood.



تحمل الأكسجين النقي في جميع أنحاء الجسم وتزيل ثاني أكسيد الكربون. تشكل كريات الدم الحمراء حوالي 40 إلى 45% من الدم.

Red blood cells erythrocytes

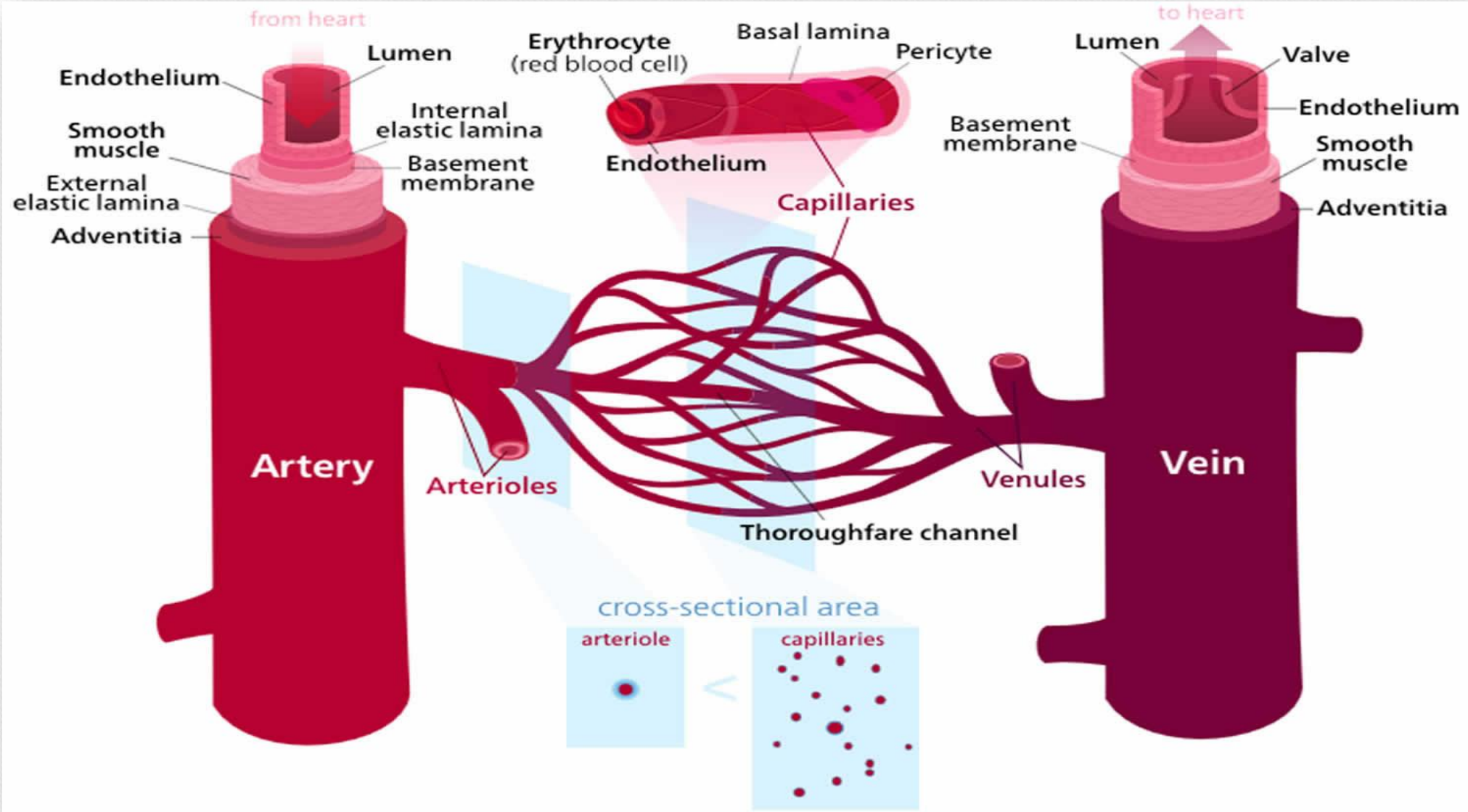
Carry fresh oxygen through the body and remove carbon dioxide. Red blood cells make up about 40 to 45% of blood.

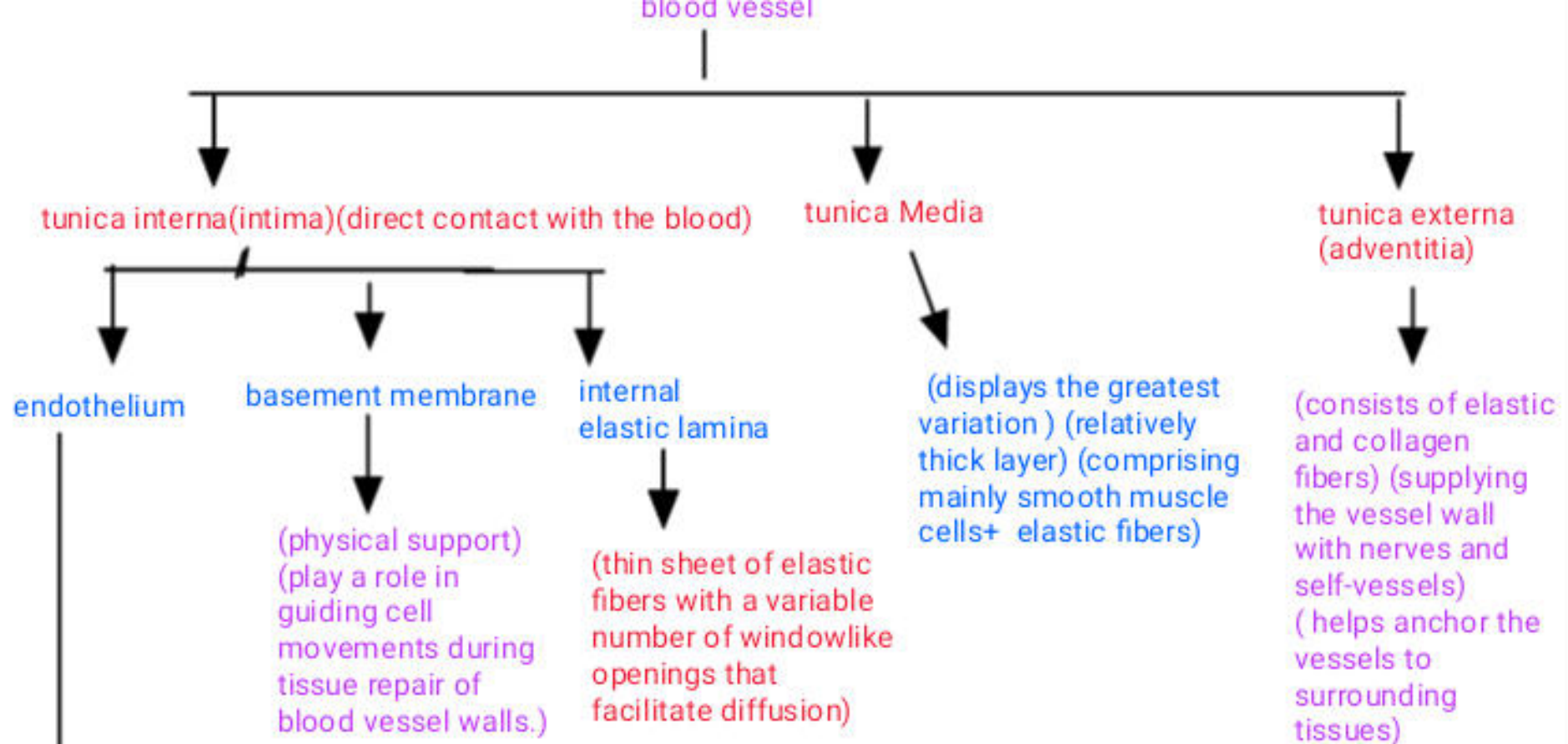
جزء من جهاز المناعة في الجسم، يكشف ويحارب الفيروسات والبكتيريا. هناك خمسة أنواع رئيسية من خلايا الدم البيضاء، وتشكل أقل من 1% من الدم.

White blood cells leukocytes

Part of the body's immune system, detect and fight viruses and bacteria. There are five major types of white blood cells, and they make up less than 1% of blood.

Source: American Society of Hematology





(thin layer of flattened cells that lines the inner surface of the cardiovascular system)

they have a group of functions:

1. physical influences on blood flow

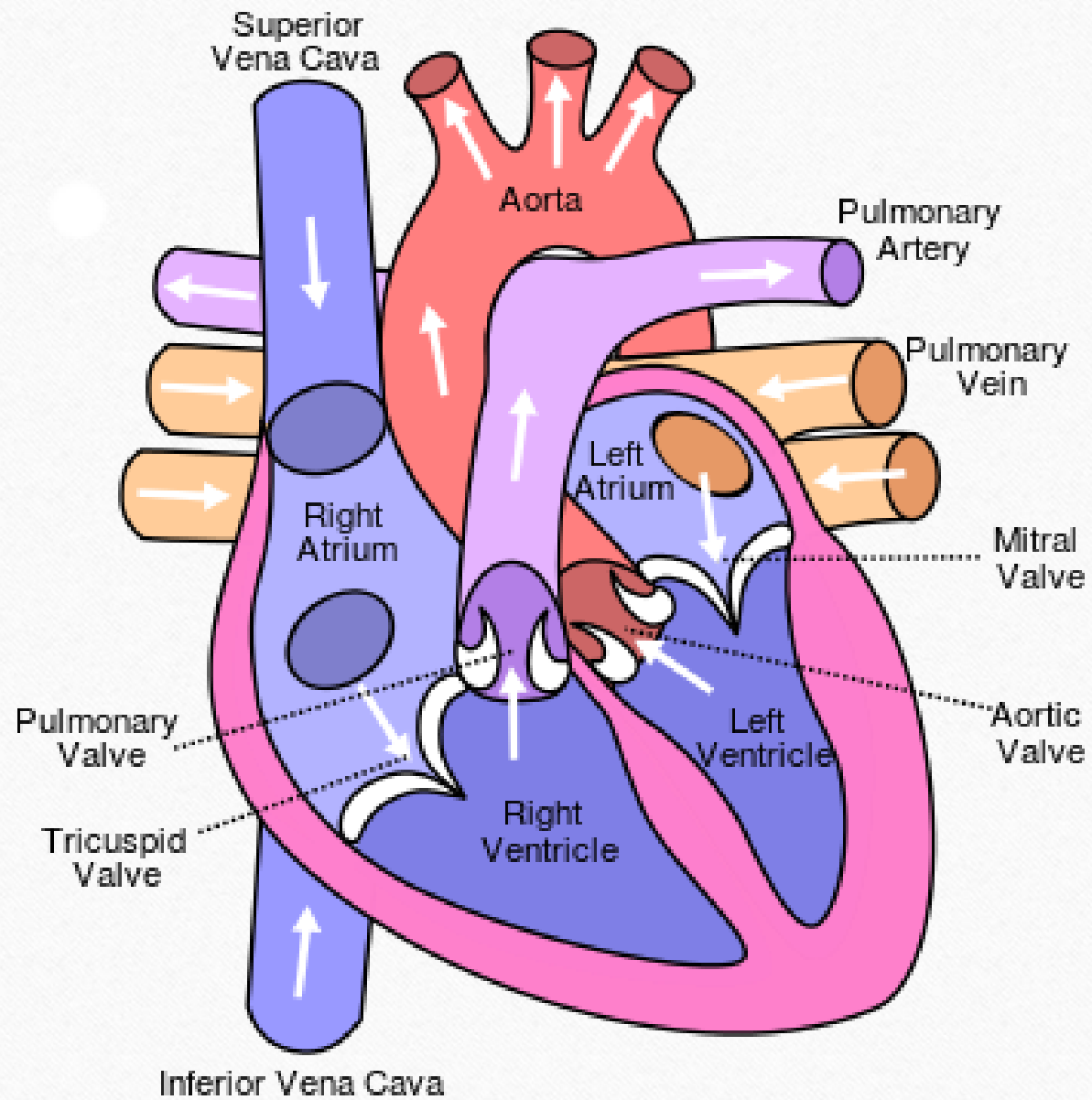
2. secretion of locally acting chemical mediators(vasodilators and vasoconstrictors) that influence the contractile state of the vessel's overlying smooth muscle .

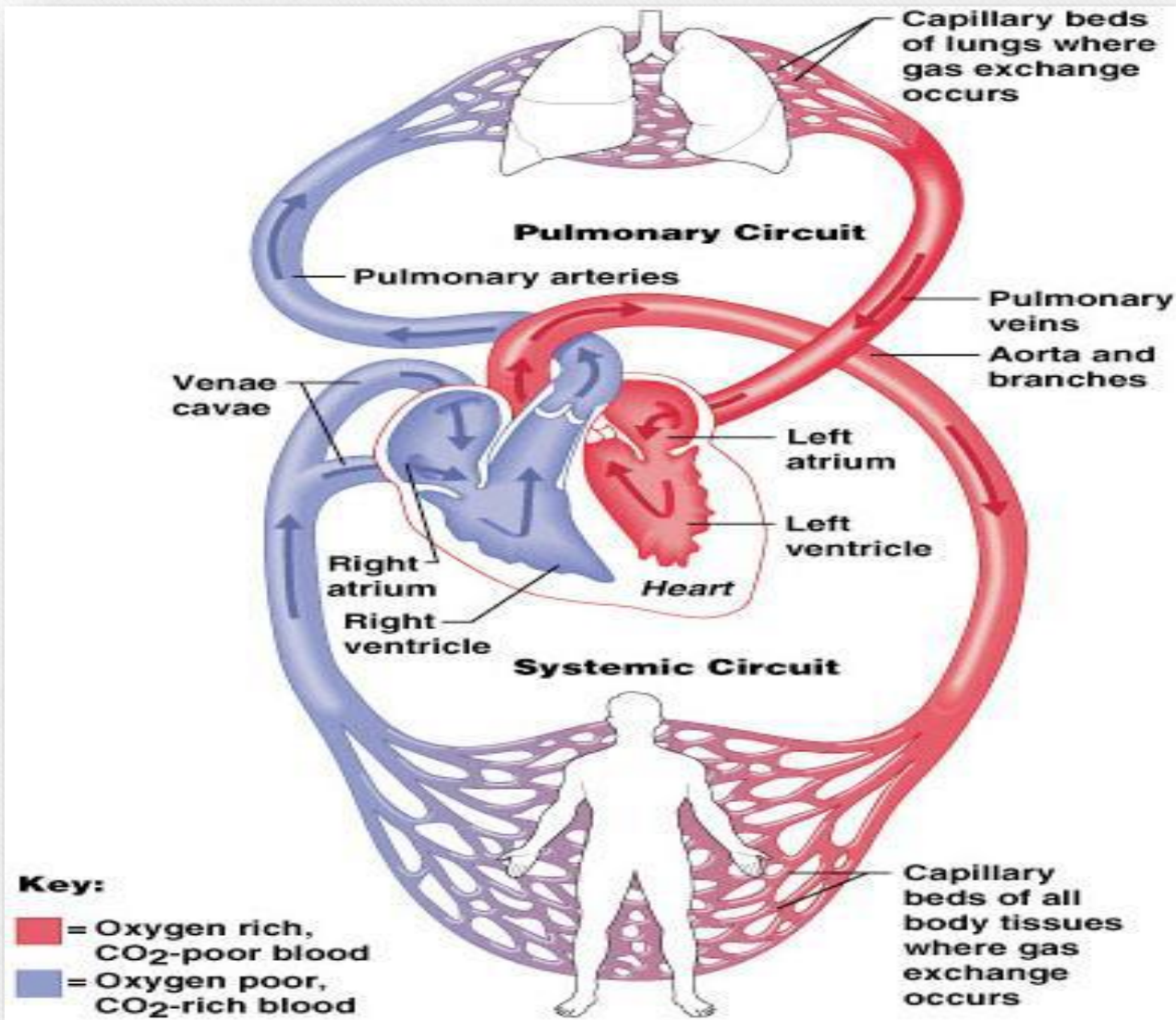
3. facilitates efficient blood flow by reducing surface friction..

4.Reduces inflammation and reduces clotting

Table 1. **Five blood vessel types**

Vessel type	Function
Arteries	Transport <u>high-pressure blood</u> from the heart to smaller arteries and arterioles نقل الدم عالي الضغط من القلب إلى الشرايين والشرايين الصغيرة الأصغر
Arterioles	<u>Connect arteries and capillaries</u> يربط الشرايين والشعيرات الدموية
Veins	Act as <u>reservoir of blood</u> and transport <u>low-pressure blood</u> from <u>venules to heart</u> يعمل كمخزن للدم وينقل الدم منخفض الضغط من الوريدات الصغيرة إلى القلب
Venules	<u>Connect capillaries and veins</u> يربط الشعيرات الدموية والأوردة
Capillaries	Allow <u>gas exchange</u> , <u>nutrient transfer</u> and <u>waste removal</u> between <u>blood and tissue fluid</u> يسمح بتبادل الغازات ونقل المغذيات وإزالة الفضلات بين الدم وسوائل الأنسجة





يضخ القلب الدم إلى دائرتين بالتسلسل:

Heart Pumps Blood into Two Circuits in Sequence :

the arteries carry an unoxxygenated blood

- Pulmonary circuit: To and from the lungs.
- الدورة الدموية الرئوية: من وإلى الرئتين.

- Systemic circuit: To and from the rest of the body.

• الدورة الدموية الجهازية: من وإلى باقي أجزاء الجسم.

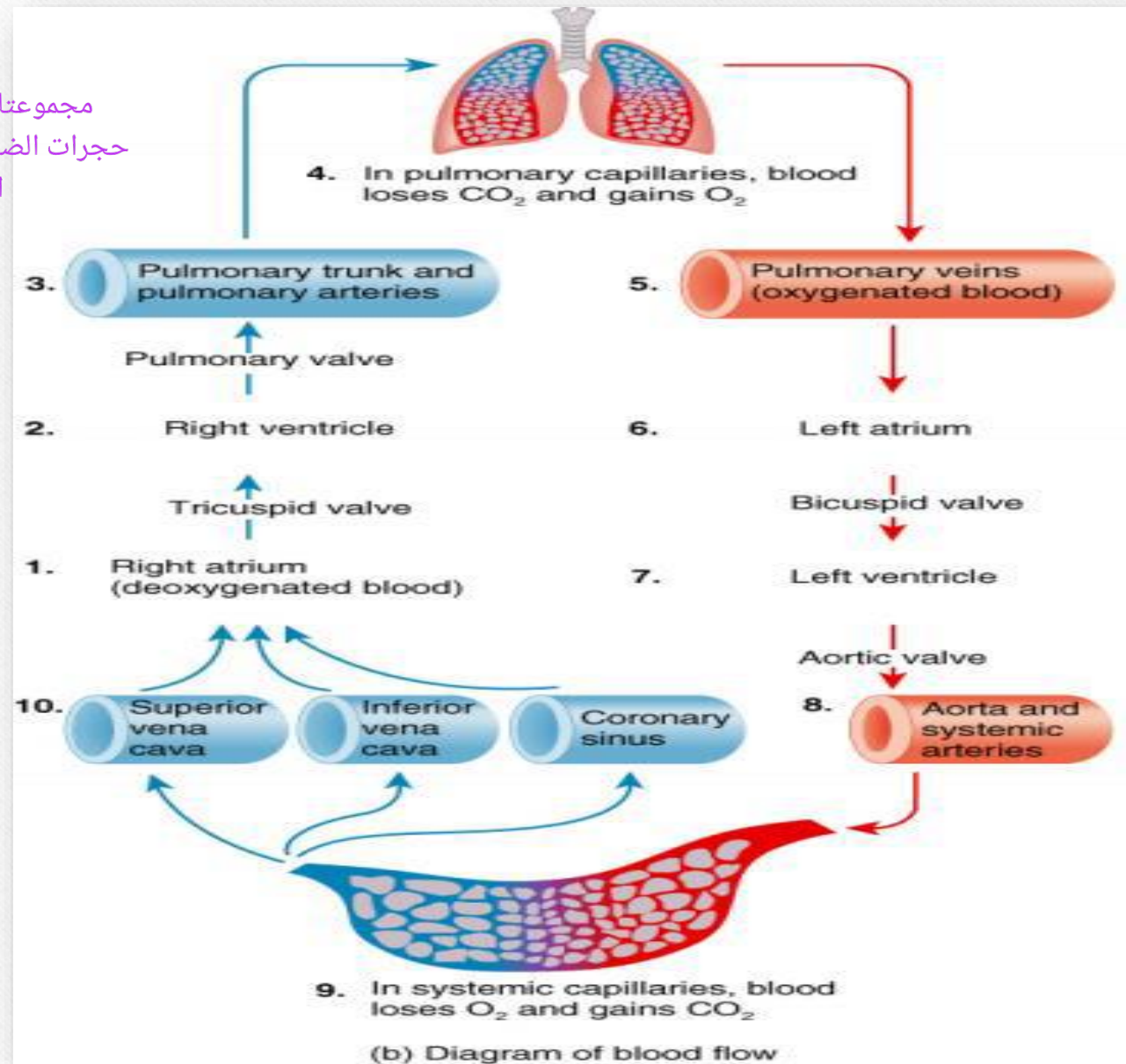
the arteries carry an oxygenated blood

Circulation

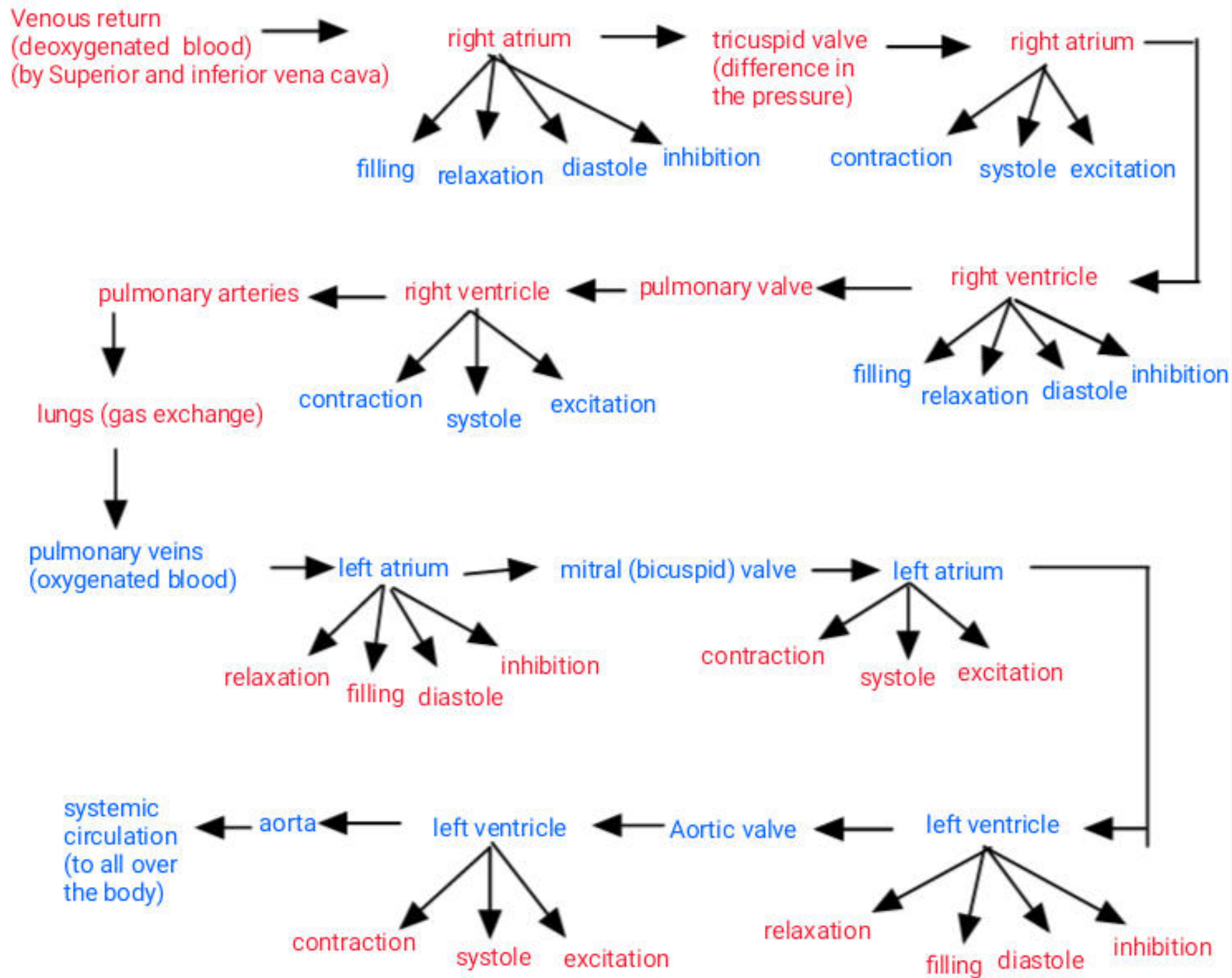
Two Sets of Pumping Chambers in Heart:

- Right atrium:
Receives systemic blood.
- Right ventricle:
Pumps blood to lungs (pulmonary).
- Left atrium:
Receives blood from lungs.
- Left ventricle:
pumps blood to organ systems (systemic).

مجموعتان من
حجرات الضخ في
القلب:



blood pathway :



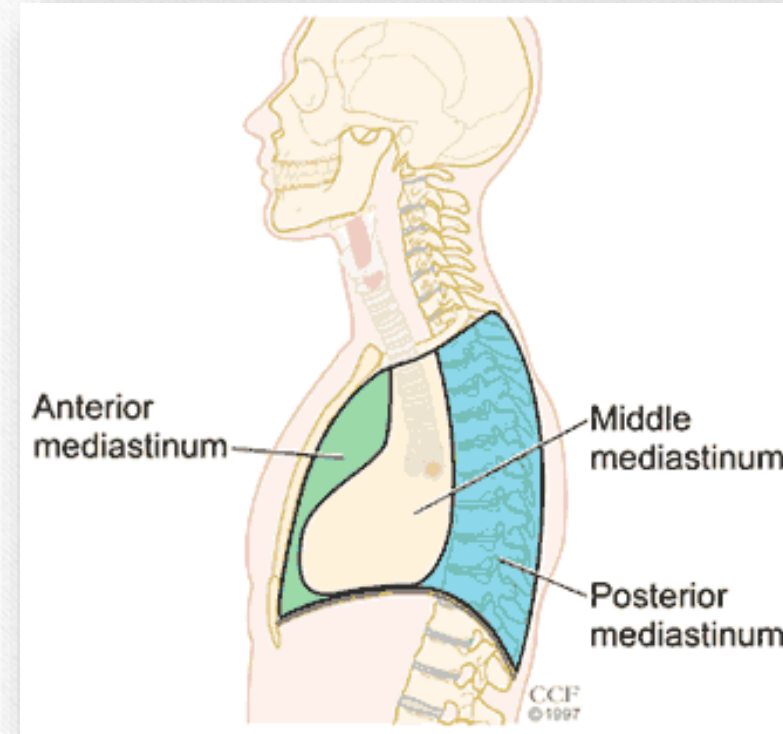
anatomy

مش كثير بهم الدكتور حسب
كلامها بس احتياط ادرسوه

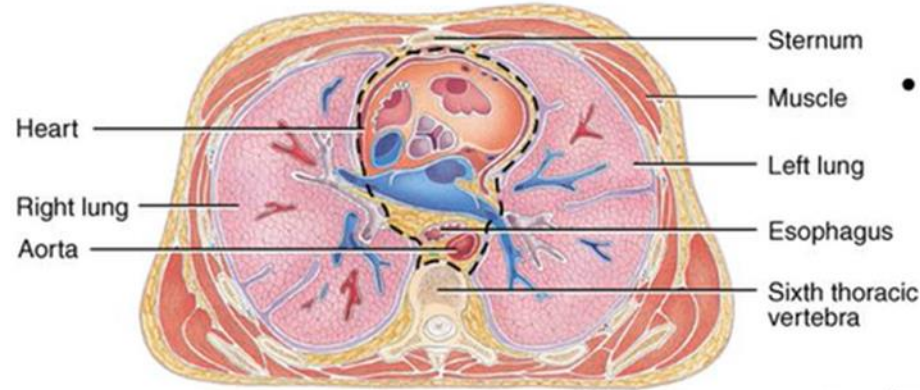
Location of the heart

يقع القلب في التجويف الصدري، وهو المنصف.

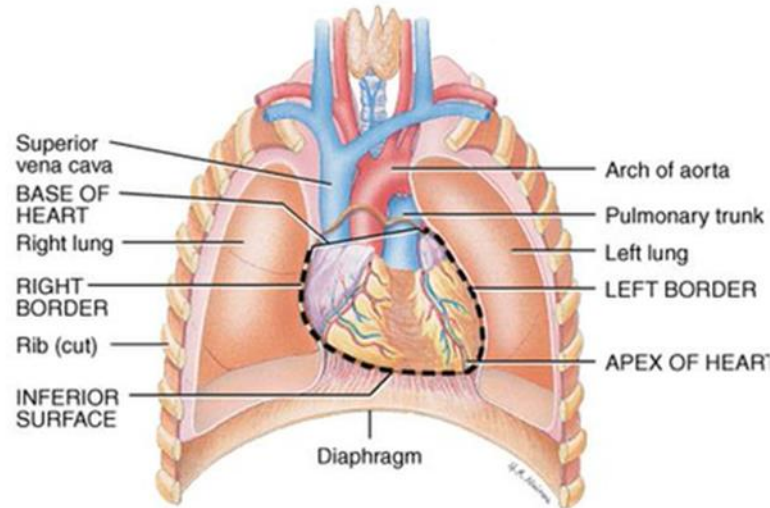
- The heart is located in the thoracic cavity, it is located in the mediastinum.
- Area from the sternum to the vertebral column and between the lungs.
المنطقة من عظم القص إلى العمود الفقري وبين الرئتين.
- The ascending of the aorta is located in the middle mediastinum. The apex of the heart is located in the inferior of the mediastinum. The base is located in the superior mediastinum.
يقع الشريان الأورطي الصاعد في المنصف الأوسط. تقع قمة القلب في الجزء السفلي من المنصف. تقع قاعدته في الجزء العلوي من المنصف.



Heart Location



- Heart is located in the **mediastinum**
 - area from the sternum to the vertebral column and between the lungs



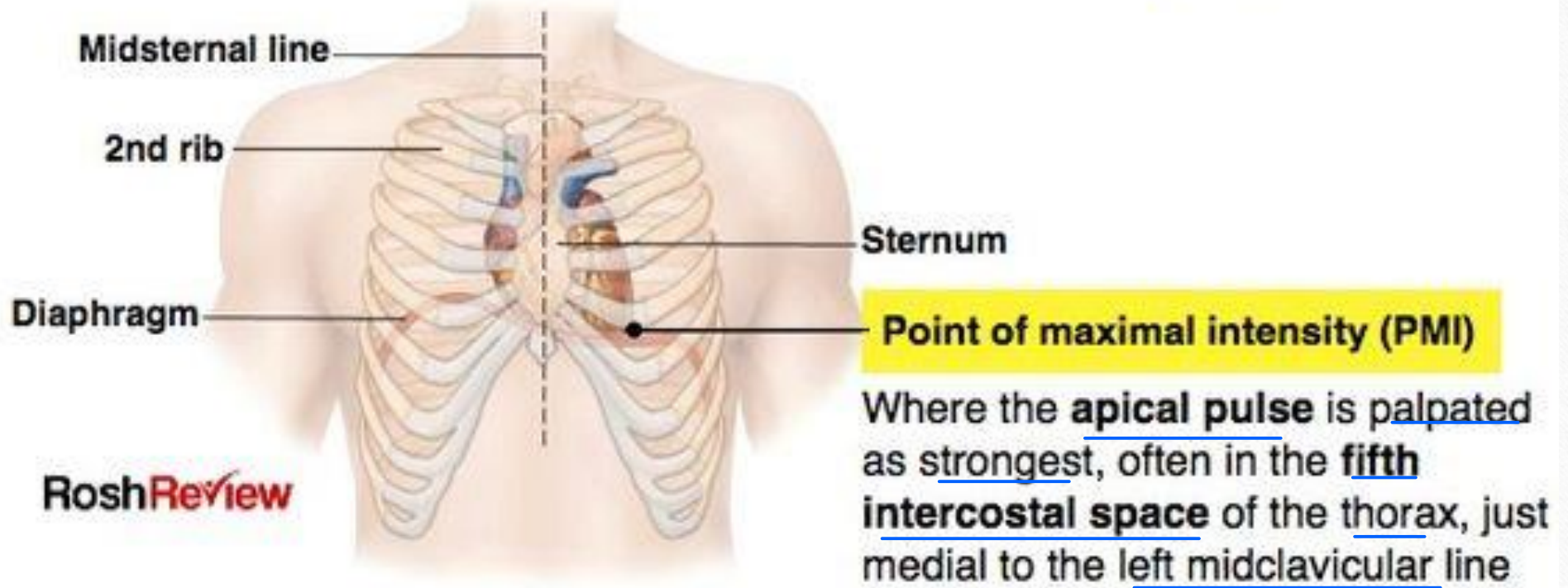
- Apex - directed anteriorly, inferiorly and to the left
- Base - directed posteriorly, superiorly and to the right
- Anterior surface - deep to the sternum and ribs
- Inferior surface - rests on the diaphragm
- Right border - faces right lung
- Left border (pulmonary border) - faces left lung

• يقع القلب في منطقة المنصف من عظم القص إلى العمود الفقري وبين الرئتين

القمة: موجهة للأمام، وللأسفل، ولليسار.
 القاعدة: موجهة للخلف، وللأعلى، ولليمين.
 السطح الأمامي: عميق بالنسبة لعظم القص والأضلاع
 السطح السفلي: يستقر على الحجاب الحاجز
 الحد الأيمن: يواجه الرئة اليمنى.
 الحد الأيسر (الحد الرئوي): يواجه الرئة اليسرى

هذا مهم جدا انه نعرف انه موقع القلب في الحالة الطبيعية بين الضلعين الخامس والسادس

Point of Maximal Intensity (PMI)



- نقطة أقصى شدة (PMI) حيث يتم جس النبض القمي على أنه الأقوى، غالبًا في الفراغ الوريي الخامس من الصدر، مباشرةً إلى الجانب الإنسي من خط منتصف الترقوة الأيسر

■ Pericardial Cavity:

✓ Surrounds the heart.

✓ Lined by the pericardium.

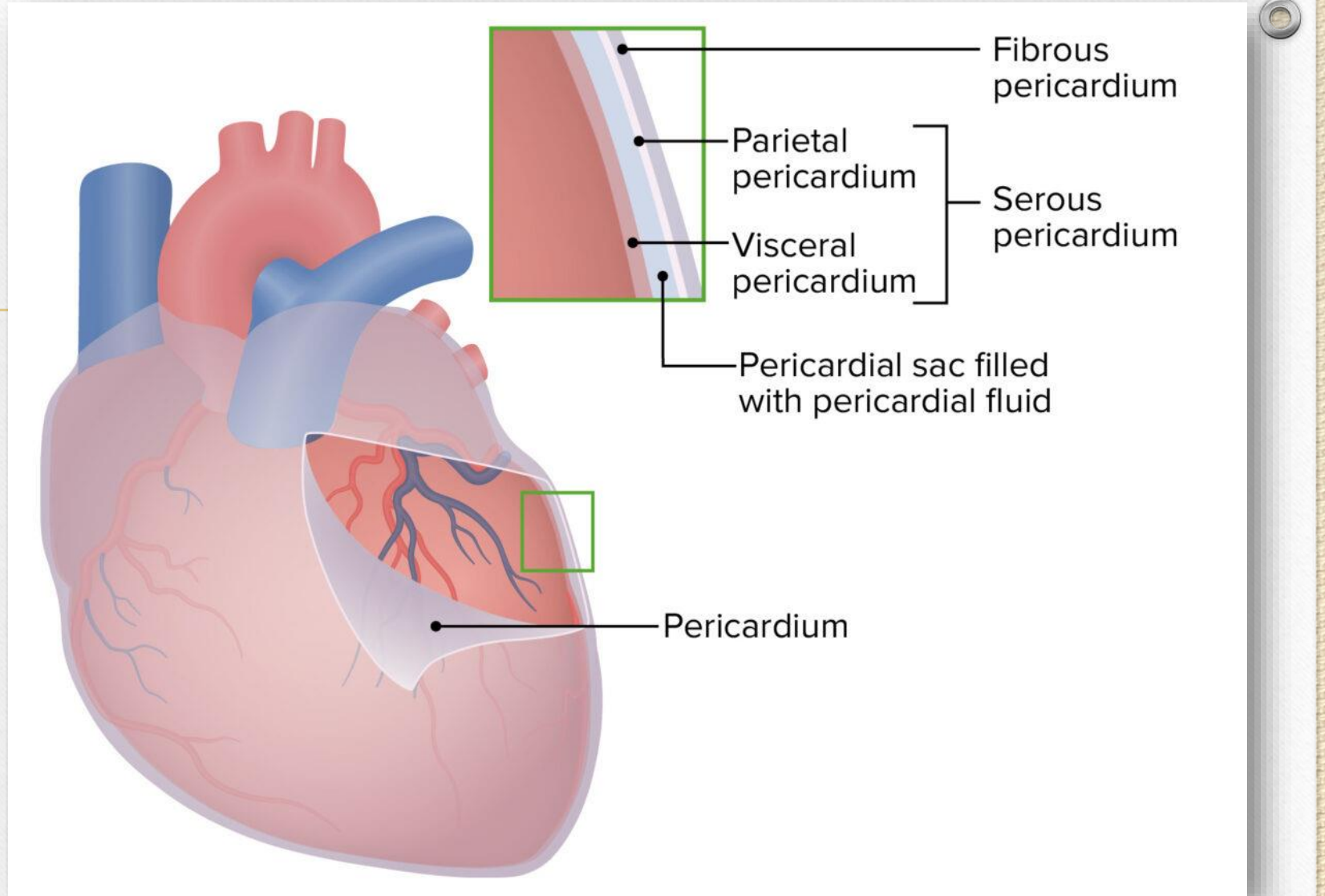
✓ Two layers:

• Visceral pericardium
(epicardium):

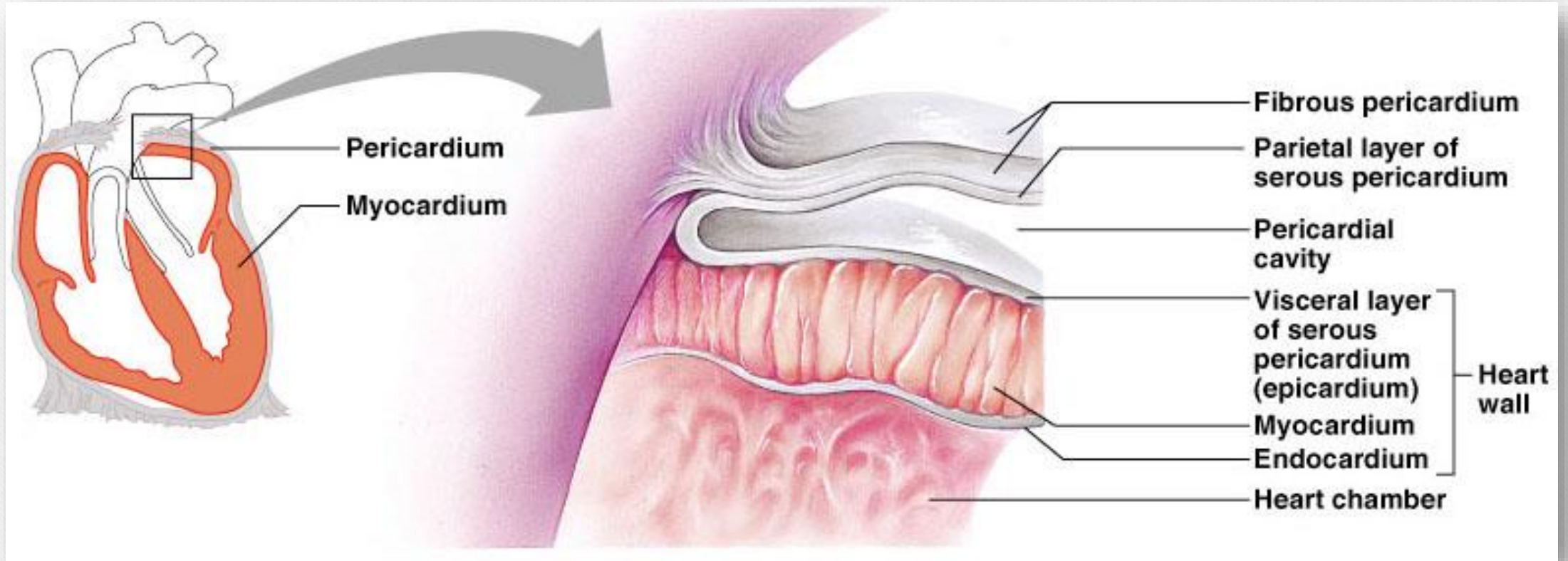
Covers heart surface

• Parietal pericardium:

Lines pericardial sac that
surrounds the heart.



Pericardial Layers of the Heart



The Heart Wall

طبقات القلب

✓ Epicardium (visceral pericardium):

- Outermost layer.
- Serous membrane.

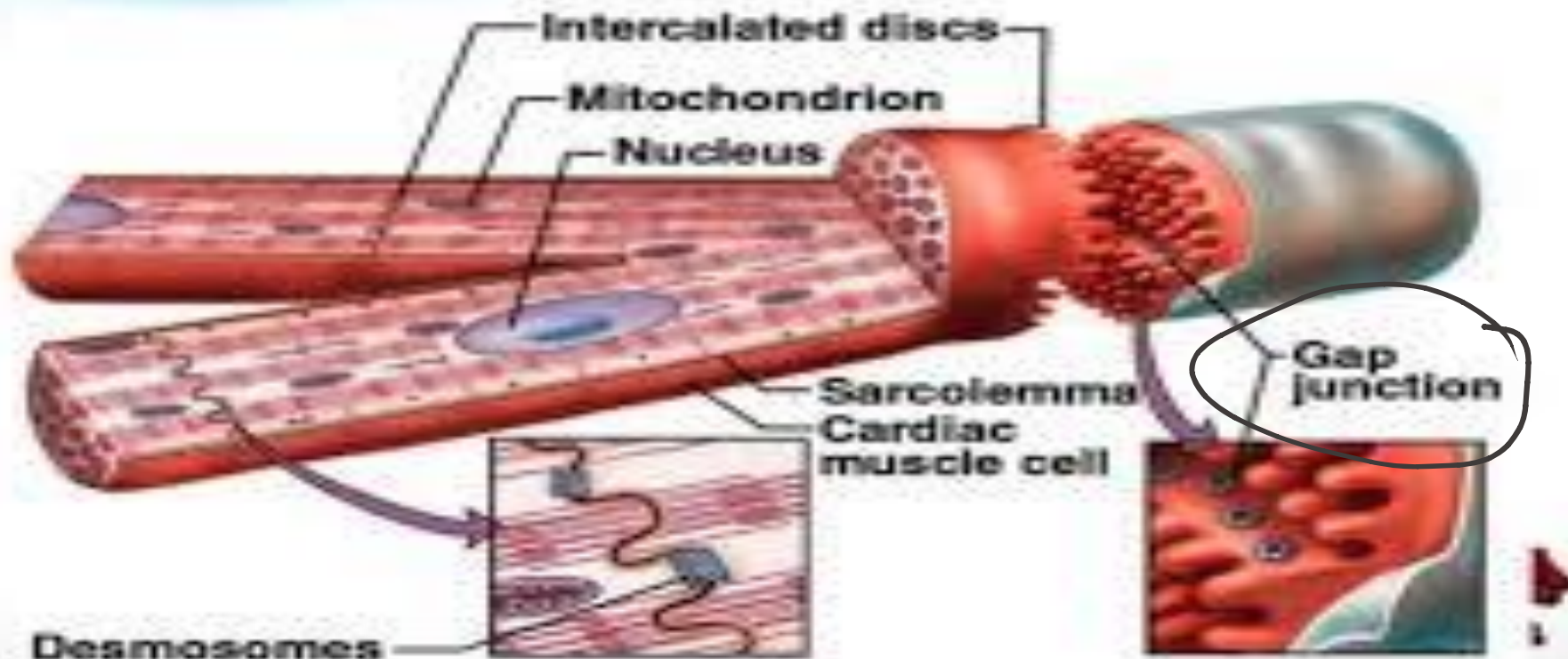
✓ Myocardium:

- Middle layer.
- Thick muscle layer.

✓ Endocardium.

- Inner lining of pumping chambers.
- Continuous with endothelium

Structure of Cardiac Muscle Cell



13

Cardiac Muscle Cells

- ✓ Shorter than skeletal muscle fibers. أقصر من ألياف العضلات الهيكلية.
- ✓ Have a single nucleus. لها نواة واحدة.
- ✓ Have striations (sarcomere organization). لها تخطيطات (تنظيم الساركومير).
- ✓ Depend on aerobic metabolism. تعتمد على الأيض الهوائي.
- ✓ Connected by intercalated discs: متصلة بأقراص بينية:
 - Desmosomes transmit tension. • تنقل الديزموسومات التوتر.
 - Gap junctions transmit action potential. • تنقل الوصلات الفجوية جهد الفعل.

cardiac muscle
compared to
skeletal muscle

- cardiac muscle fibers are shorter in length (stair-step appearance)
 - cardiac muscle fibers connect by intercalated discs (contain desmosomes)
 - gap unit (synchronization)(coordinated)(Autorhythmicity)(automaticity)
 - electrical synapse unlike skeletal muscles chemical synapse
 - involuntary controlled unlike skeletal muscles they are subconsciously controlled
 - they have more calcium ions and they need more ATP (a little ATP is produced by anaerobic cellular respiration unlike the skeletal muscle)
 - single Central nucleus , while the skeletal muscle fibers contain multiple peripheral nuclei
-

Properties of Cardiac Muscle Fibers

الإيقاع الذاتي: القدرة على بدء نبضات القلب باستمرار وبانتظام دون تحفيز خارجي

1. **Autorhythmicity**: The ability to initiate a heart beat continuously and regularly without external stimulation

2. **Excitability**: The ability to respond to a stimulus of adequate strength and duration (i.e. threshold or more) by generating a propagated action potential

الاستثارة: القدرة على الاستجابة لمحفز ذي قوة ومدة كافيتين (أي العتبة أو أكثر) عن طريق توليد جهد فعل منتشر

3. **Conductivity**: The ability to conduct excitation through the cardiac tissue

التوصيل: القدرة على نقل الإثارة عبر نسيج القلب.

4. **Contractility**: The ability to contract in response to stimulation

الانقباضية: القدرة على الانقباض استجابةً للتحفيز

Authorhythmic Fibers: The Conduction System

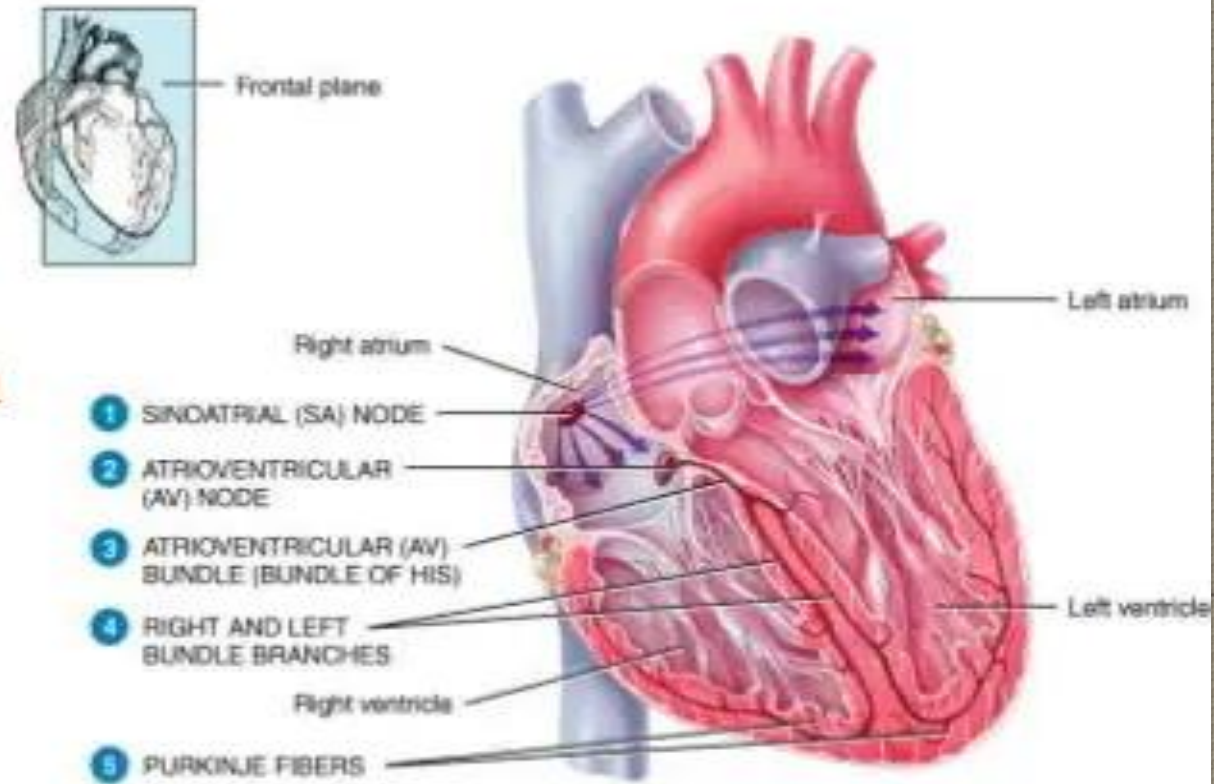
الألياف ذاتية الإيقاع: نظام التوصيل

- ✓ An inherent and rhythmical electrical activity is the reason for the heart's lifelong beat.
النشاط الكهربائي المتأصل والإيقاعي هو سبب نبض القلب مدى الحياة.
- ✓ The **source of this electrical activity** is a network of specialized cardiac muscle fibers called autorhythmic fibers because they are self-excitabile.
مصدر هذا النشاط الكهربائي هو شبكة من ألياف عضلة القلب المتخصصة تسمى الألياف ذاتية الإيقاع لأنها قابلة للاستثارة الذاتية.
- ✓ Authorhythmic fibers repeatedly generate action potentials that trigger heart contractions.

✓ تولد الألياف ذاتية الإيقاع بشكل متكرر جهود فعل تحفز انقباضات القلب.

Locations of autorhythmic cells

- ❖ Sinoatrial node (SA node)
Specialized region in right atrial wall near opening of superior vena cava.
- ❖ Atrioventricular node (AV node)
Small bundle of specialized cardiac cells located at base of right atrium near septum
- ❖ Bundle of His (atrioventricular bundle)
Cells originate at AV node and enters interventricular septum
Divides to form right and left bundle branches which travel down septum, curve around tip of ventricular chambers, travel back toward atria along outer walls
- ❖ Purkinje fibers
Small, terminal fibers that extend from bundle of His and spread throughout ventricular myocardium

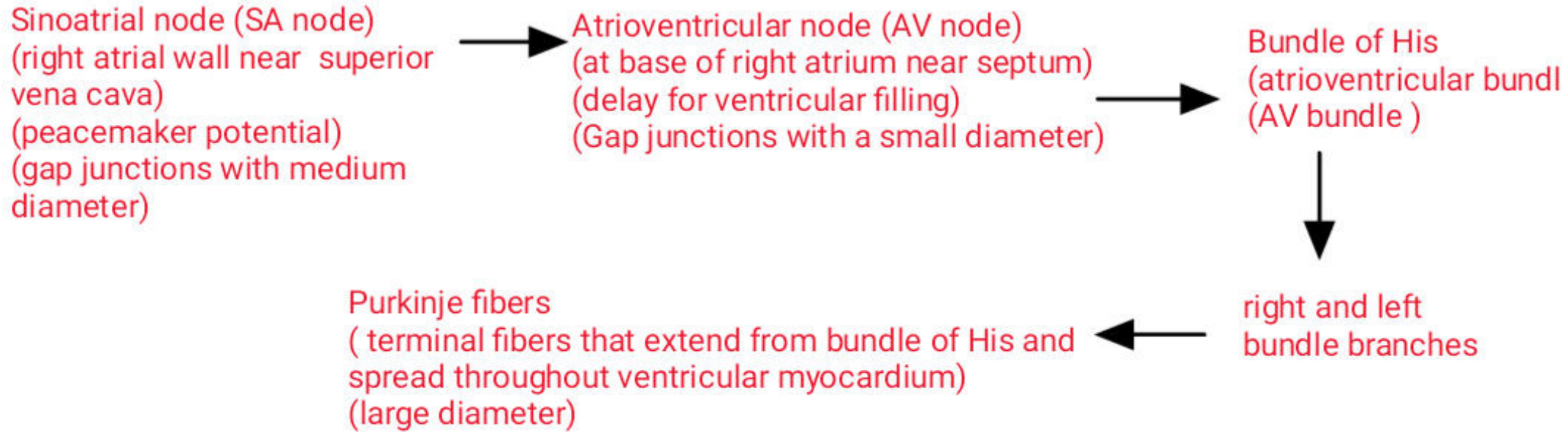


(a) Anterior view of frontal section

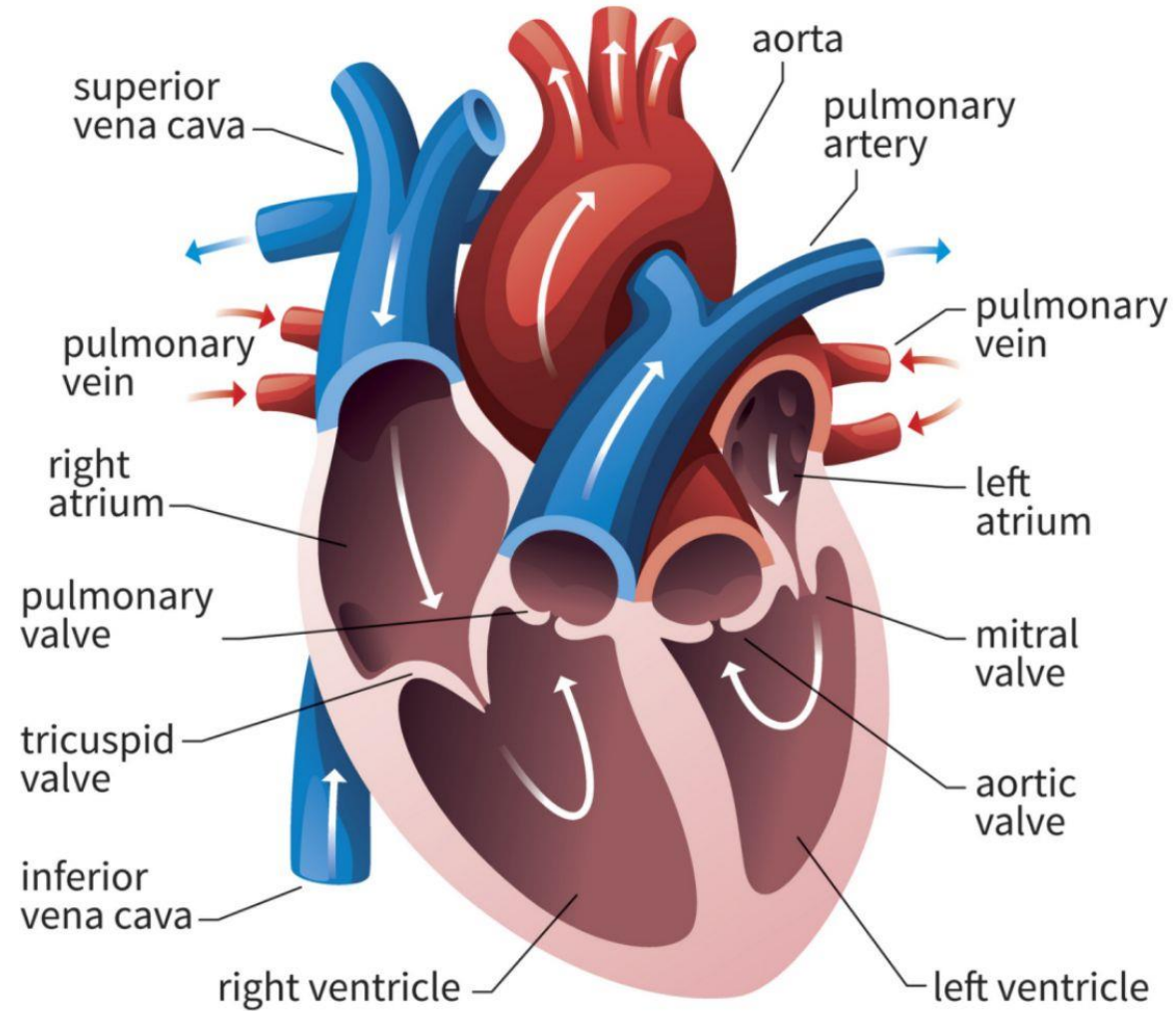
20.10a



cardiac action potential pathway :



Ventricles of the heart



Atrioventricular Valves

تفتح الصمامات الأذينية البطينية وتسمح بتدفق الدم من الأذنين إلى البطينين عندما يكون ضغط البطين أقل من ضغط الأذين:

- A-V valves open and allow blood to flow from atria into ventricles when ventricular pressure is lower than atrial pressure:

- occurs when ventricles are relaxed, chordae tendineae are slack and papillary muscles are relaxed.

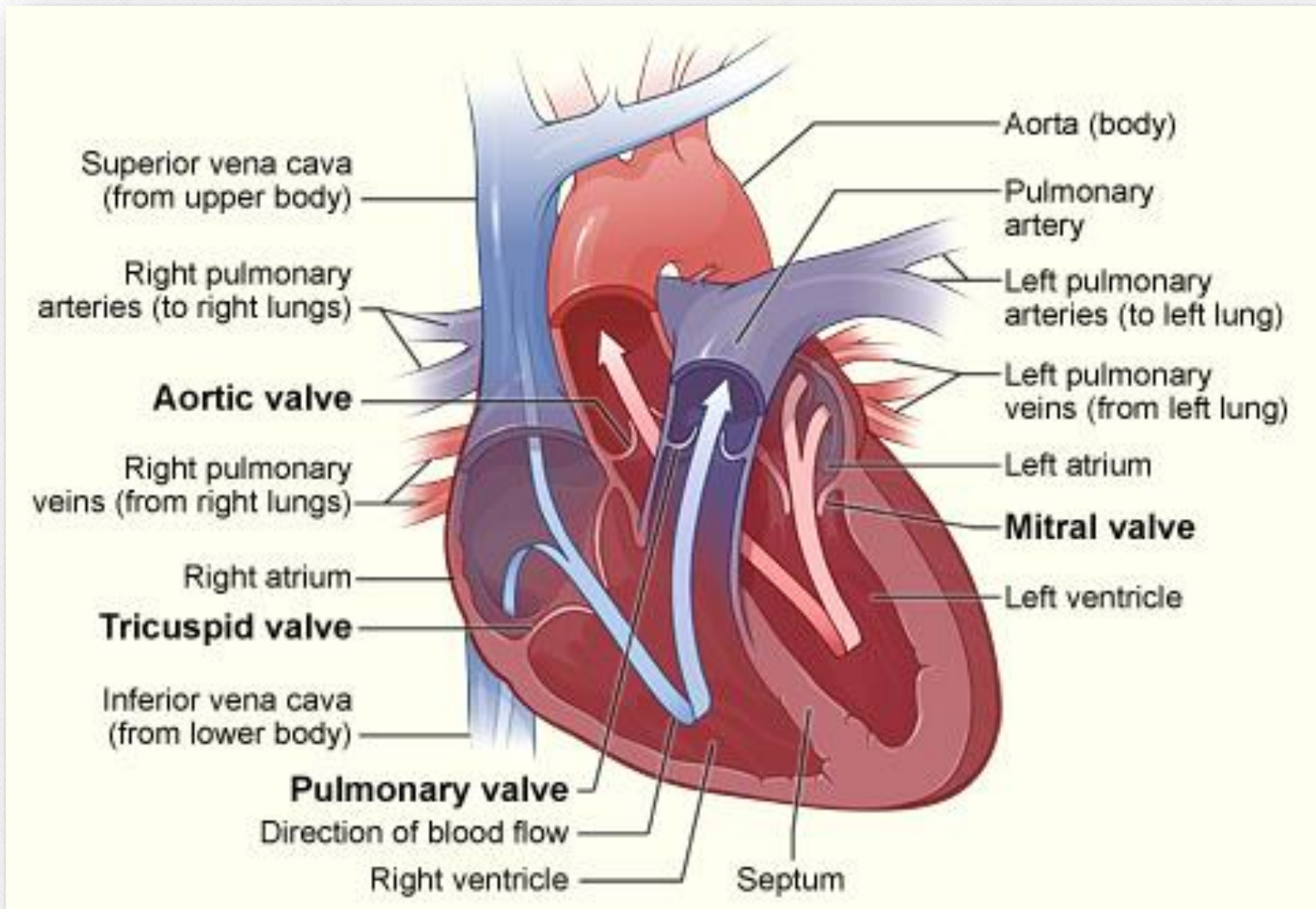
يحدث عندما يكون البطينان مسترخيين، والأوتار الوترية مرتخية، والعضلات الحليمية مسترخية.

• تغلق الصمامات الأذينية البطينية مما يمنع ارتداد الدم إلى الأذنين:

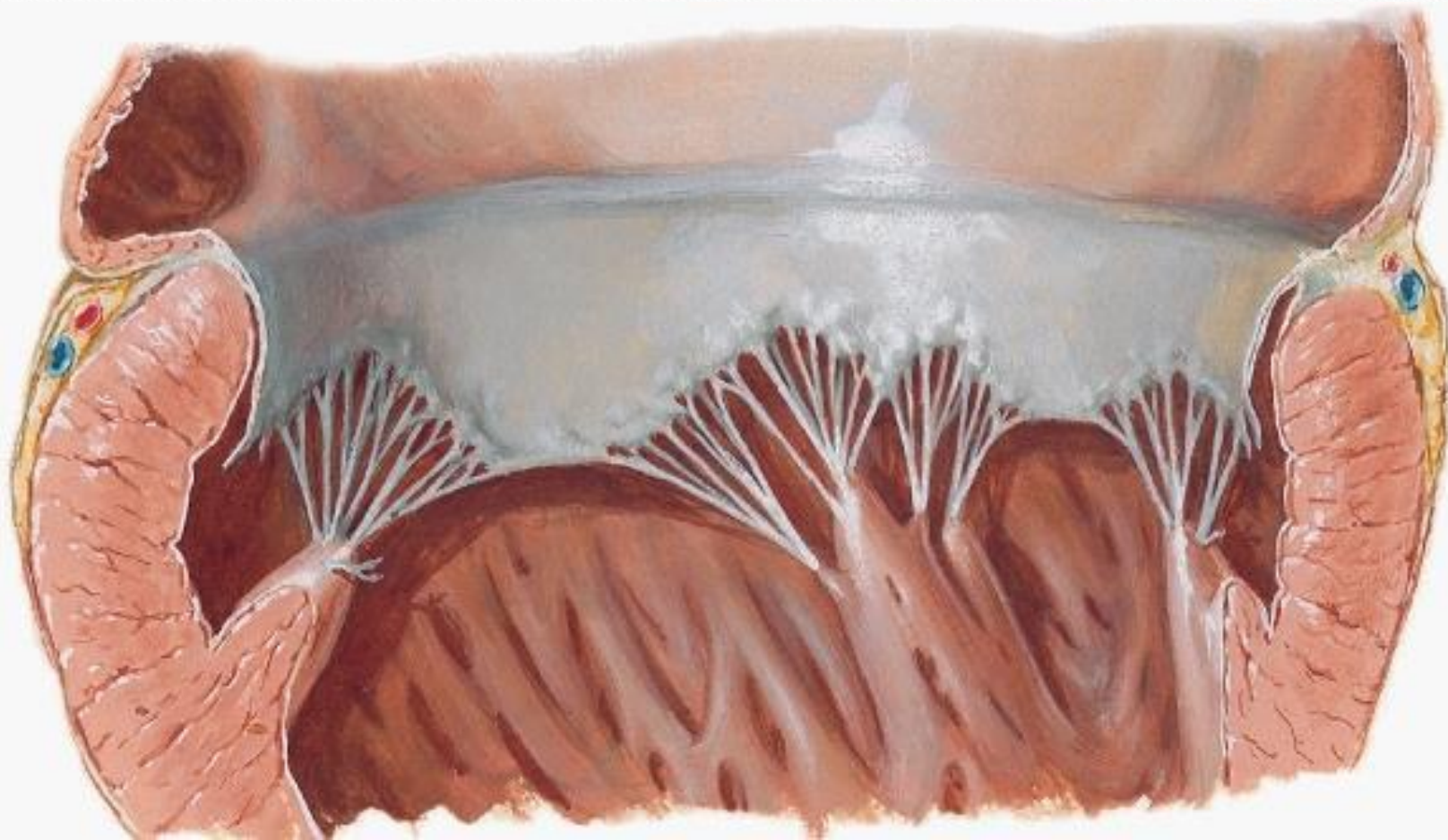
- A-V valves close preventing backflow of blood into atria :

- occurs when the ventricles contract, pushing valve cusps closed, chordae tendinae are pulled taut, and papillary muscles contract to pull CORDS and prevent cusps from everting.

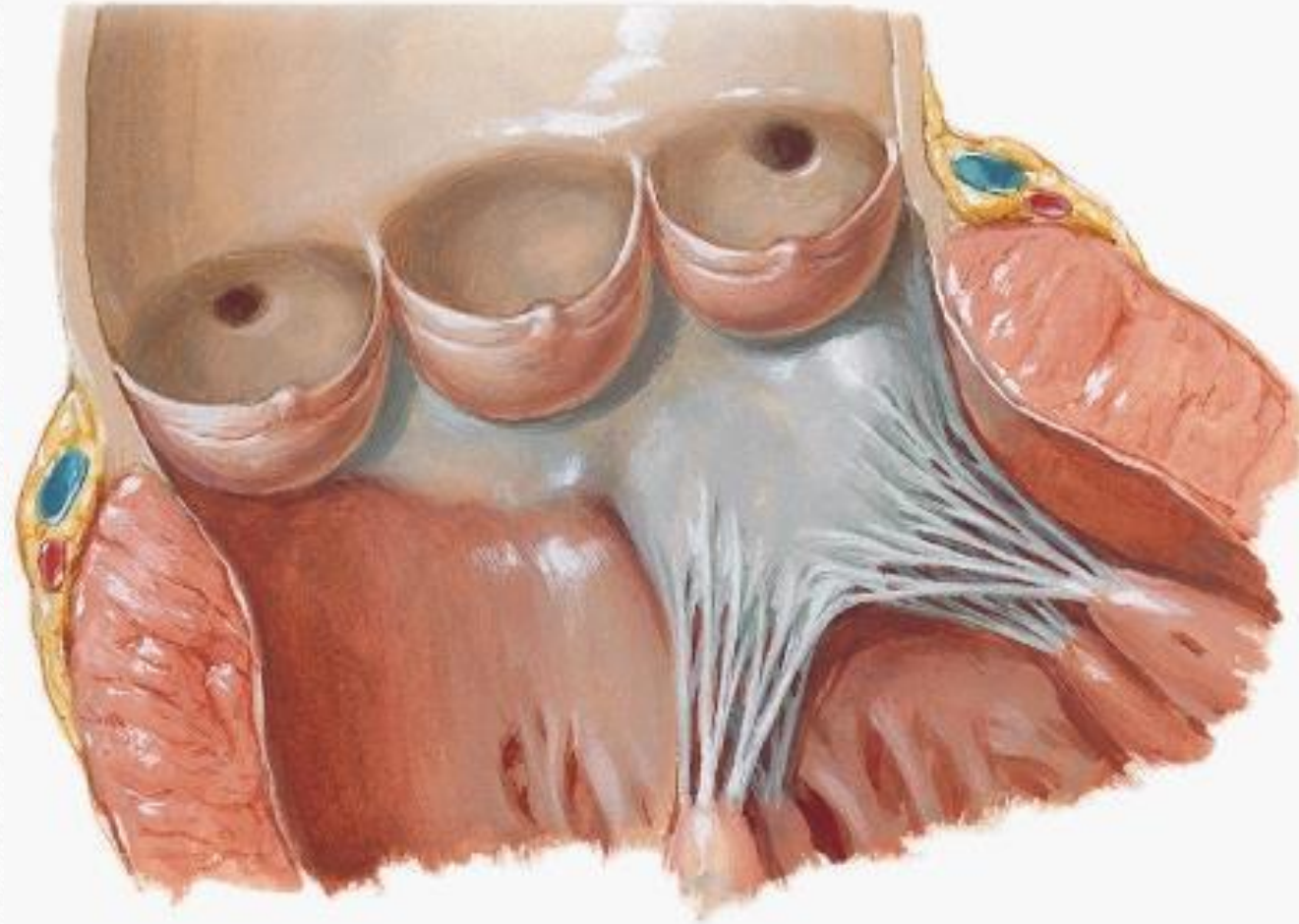
- يحدث عندما تنقبض البطينات، دافعة شرفات الصمام لإغلاقها، وتشد الأوتار الوترية، وتنقبض العضلات الحليمية لسحب الأوتار ومنع الشرفات من الانقلاب.

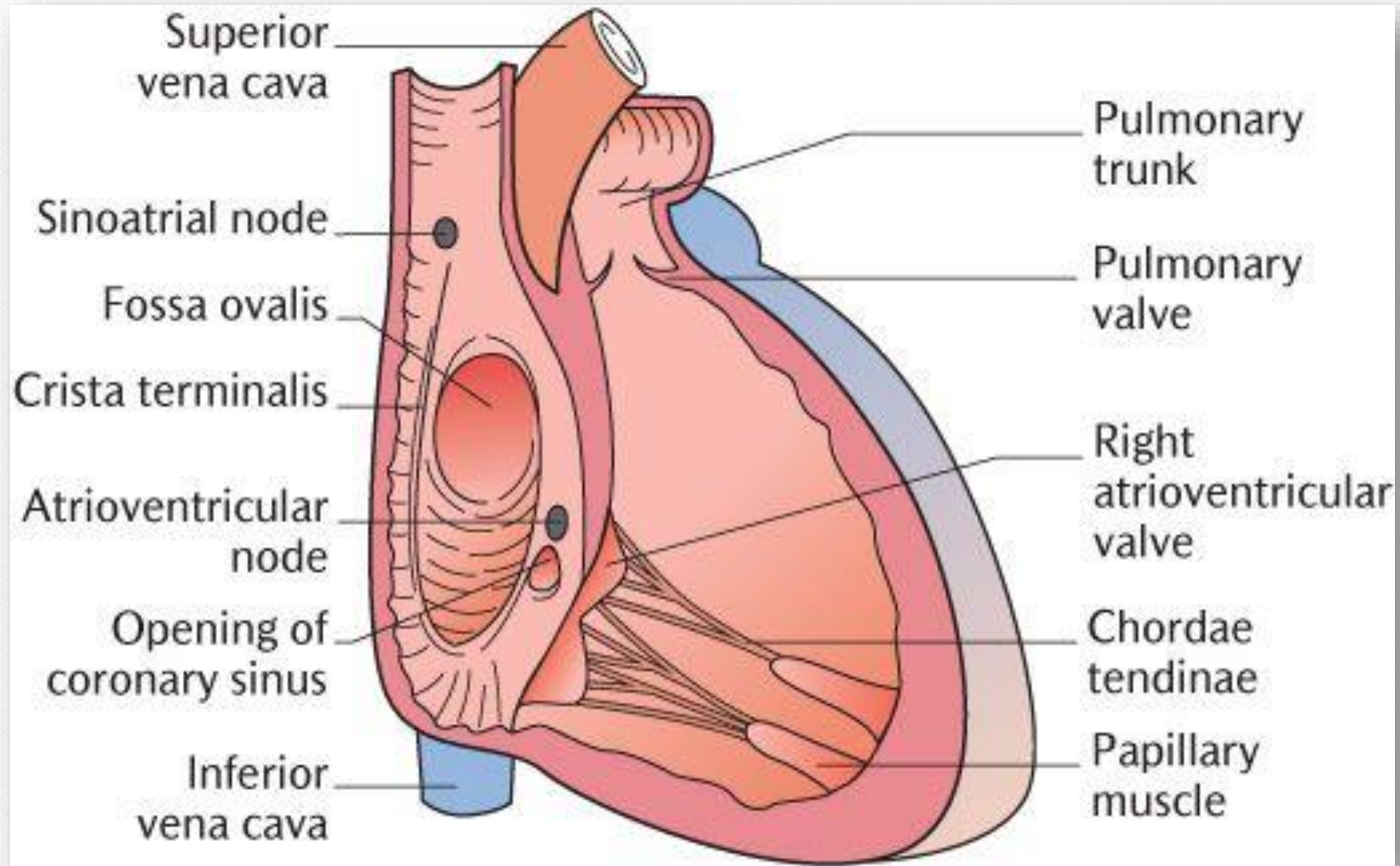


Atrioventricular valves

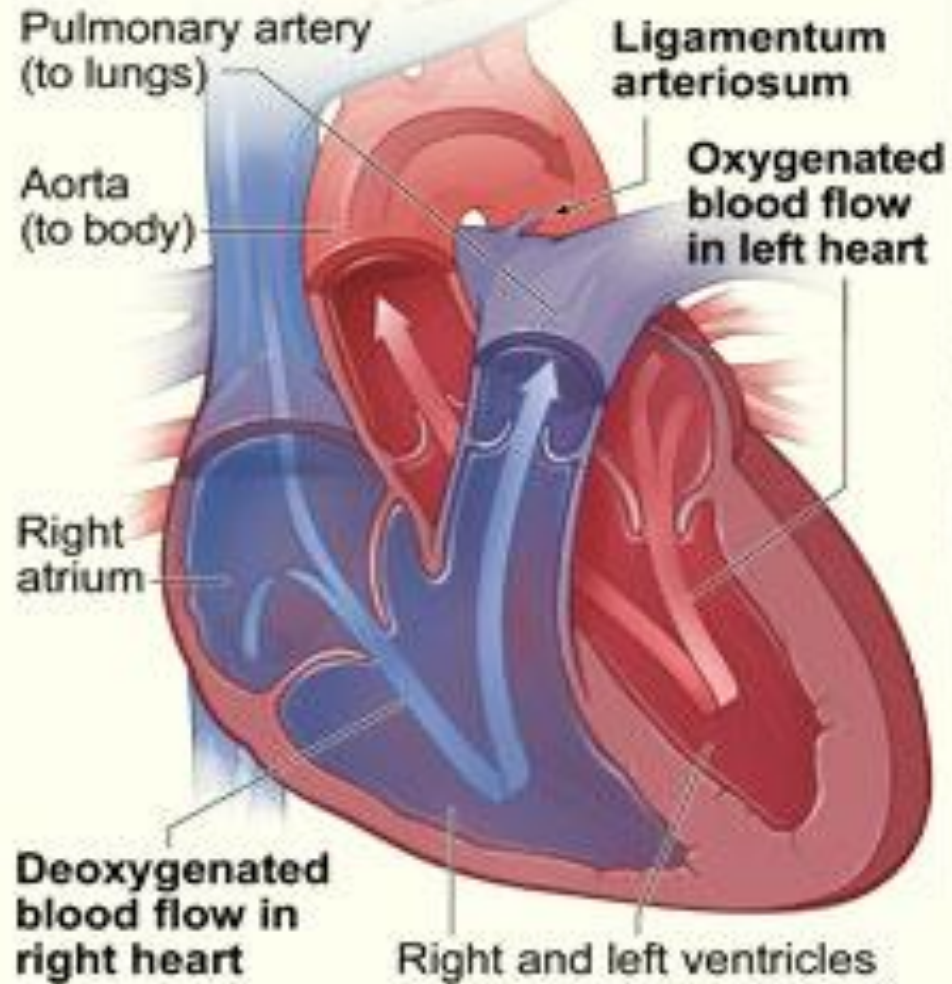


Semilunar valves

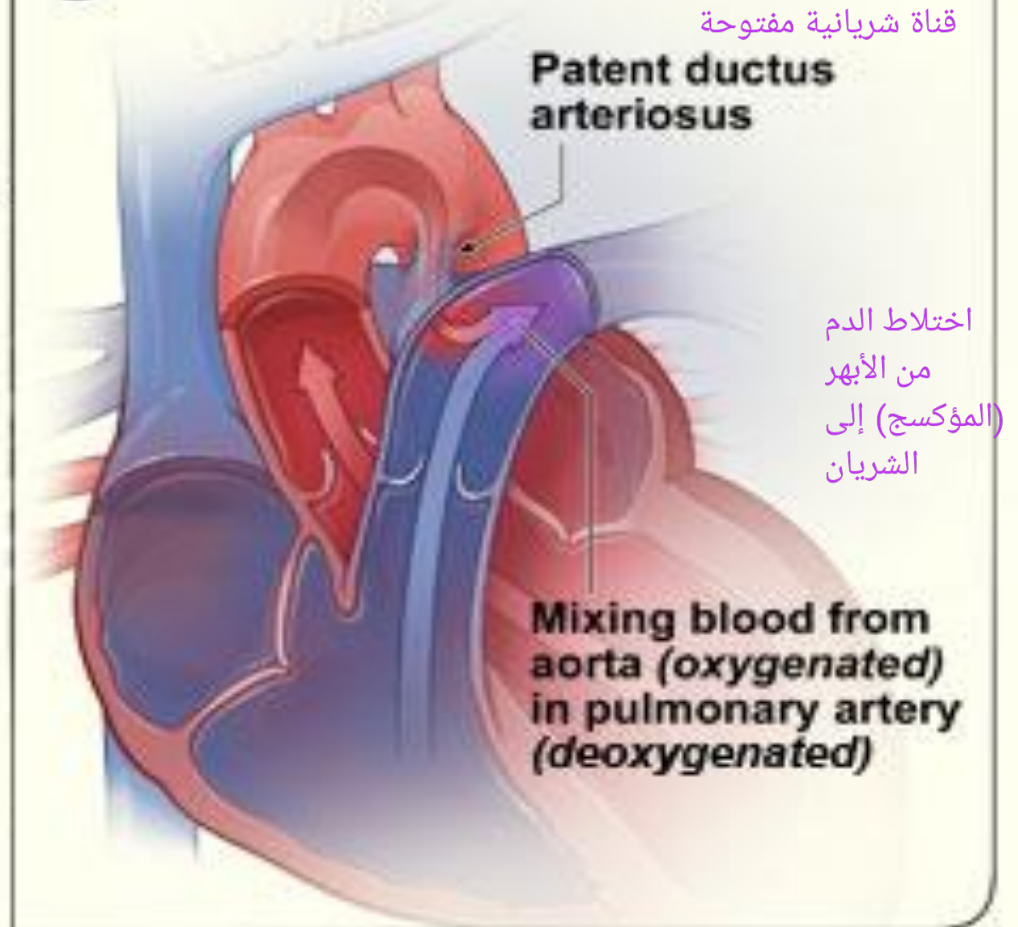




A Normal heart

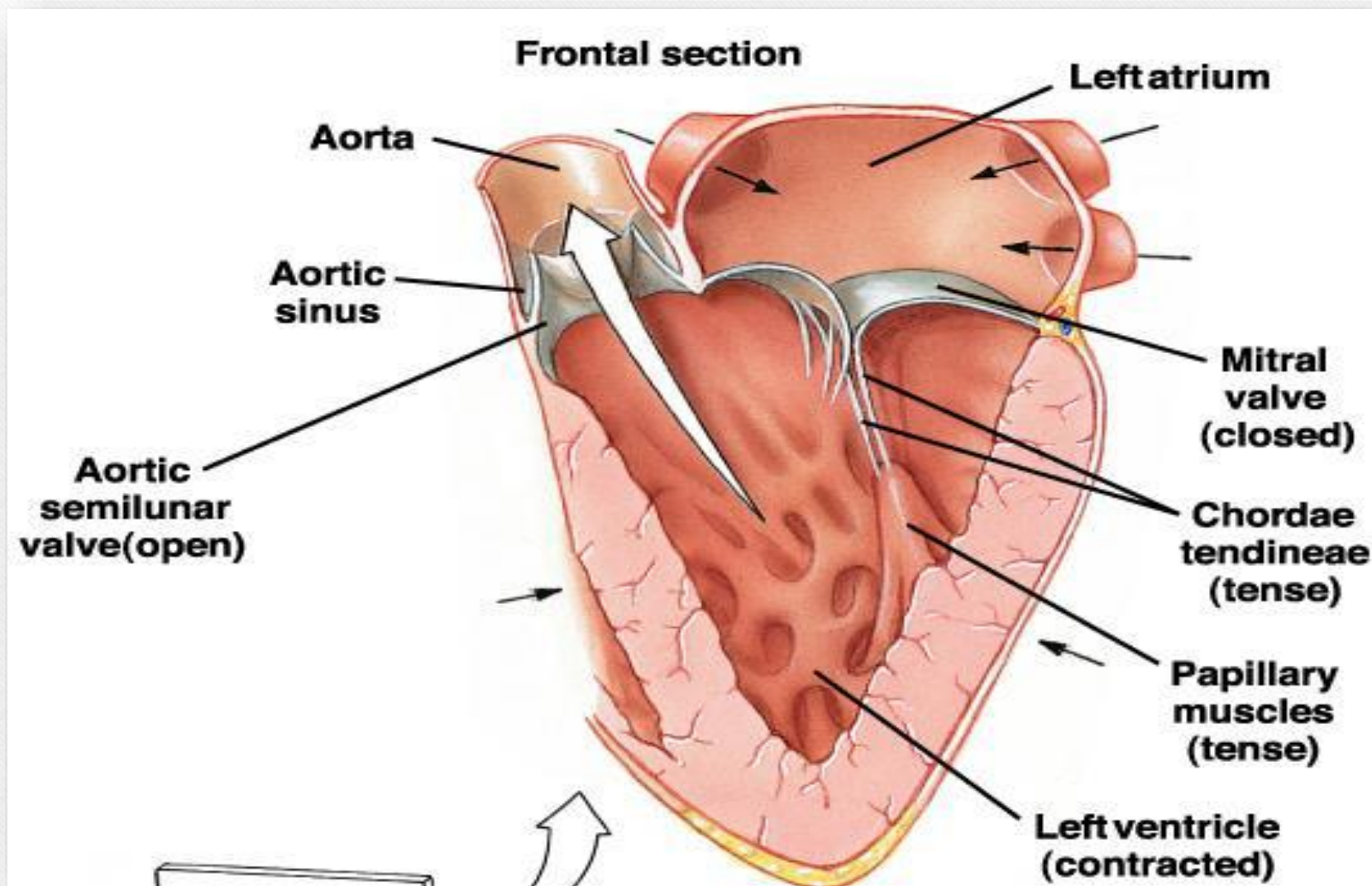


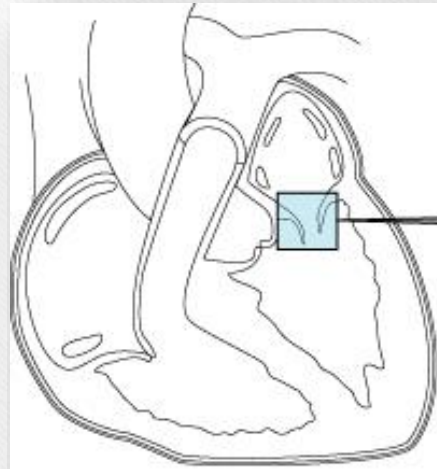
B Heart with patent ductus arteriosus



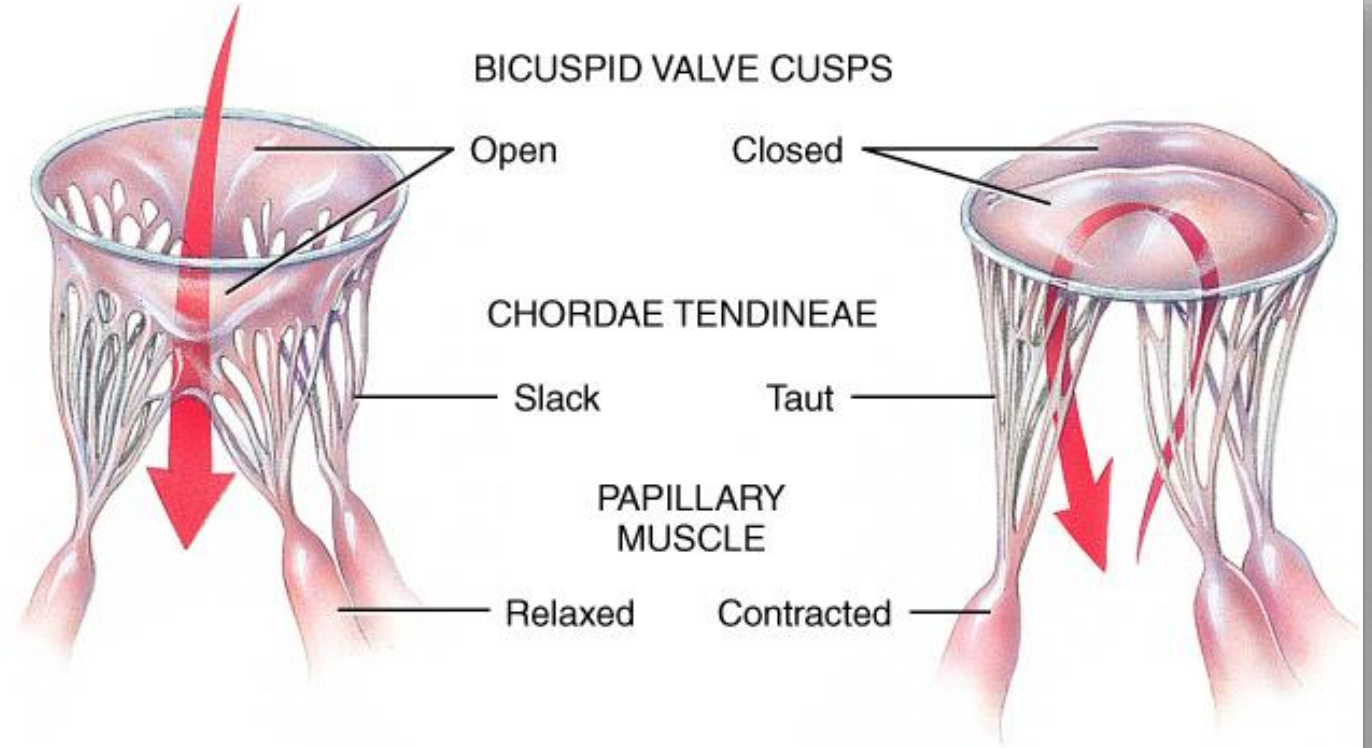
بتصير عند الاطفال المولودين حديثا مرات ، ومرات
بتسكر لحالها ومرات بنحتاج عملية جراحية

Left ventricle





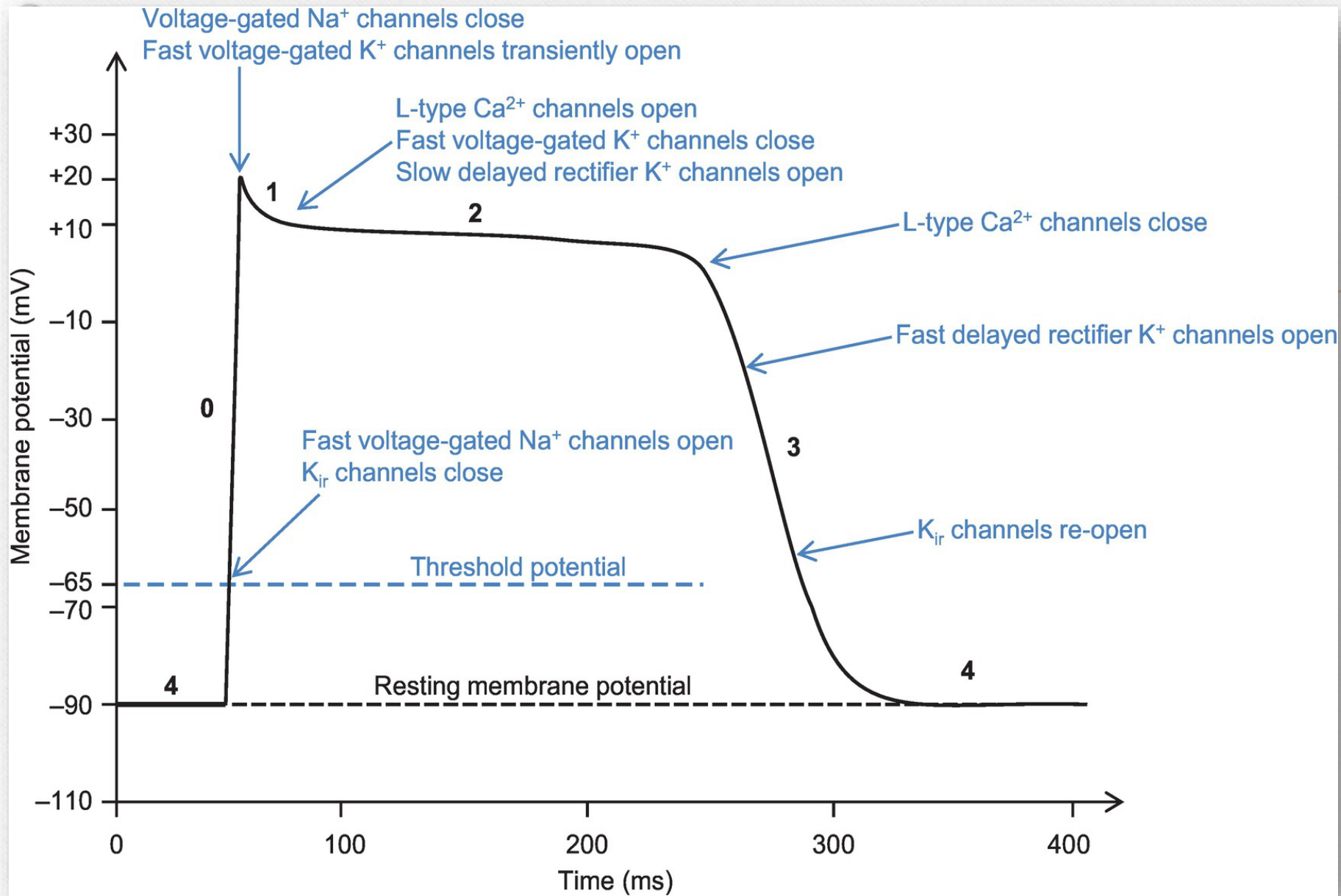
هذا الحكي انشرح قبل الصور انه كيف
بتفتح وتغلق الصمامات



(a) Bicuspid valve open

(b) Bicuspid valve closed

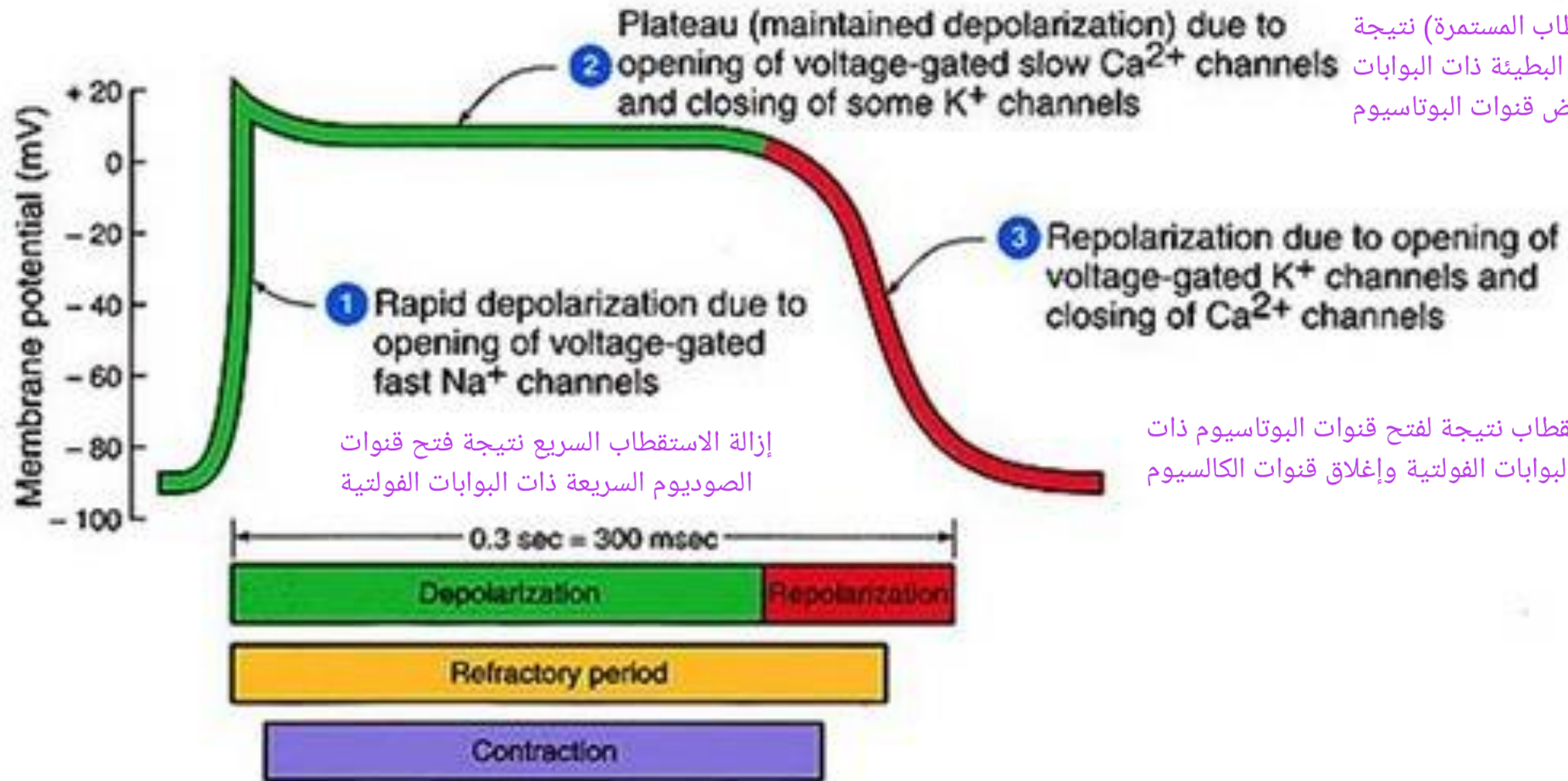
20.06ab



جهد الفعل وانقباض الألياف الانقباضية

Action Potential and Contraction of Contractile Fibers

Action Potential and Contraction of Contractile Fibers



الهضبة (إزالة الاستقطاب المستمرة) نتيجة فتح قنوات الكالسيوم البطيئة ذات البوابات الفولتية وإغلاق بعض قنوات البوتاسيوم

إزالة الاستقطاب السريع نتيجة فتح قنوات الصوديوم السريعة ذات البوابات الفولتية

إعادة الاستقطاب نتيجة لفتح قنوات البوتاسيوم ذات البوابات الفولتية وإغلاق قنوات الكالسيوم

notes about cardiac muscle:

resting membrane potential= -90

threshold= -65
(Na ion channels opens)

depolarization= +20

Plateau: A period of maintained depolarization = +10
(ca ion channels open)(k+ outflow balances ca+2 inflow)

then repolarization until it reaches -90
(more k+ outflow)



في عنا s3 ممكن يكون normal مثل الناس يلي بتلعب رياضة ويكون
عندها bradycardia وممكن يكون abnormal

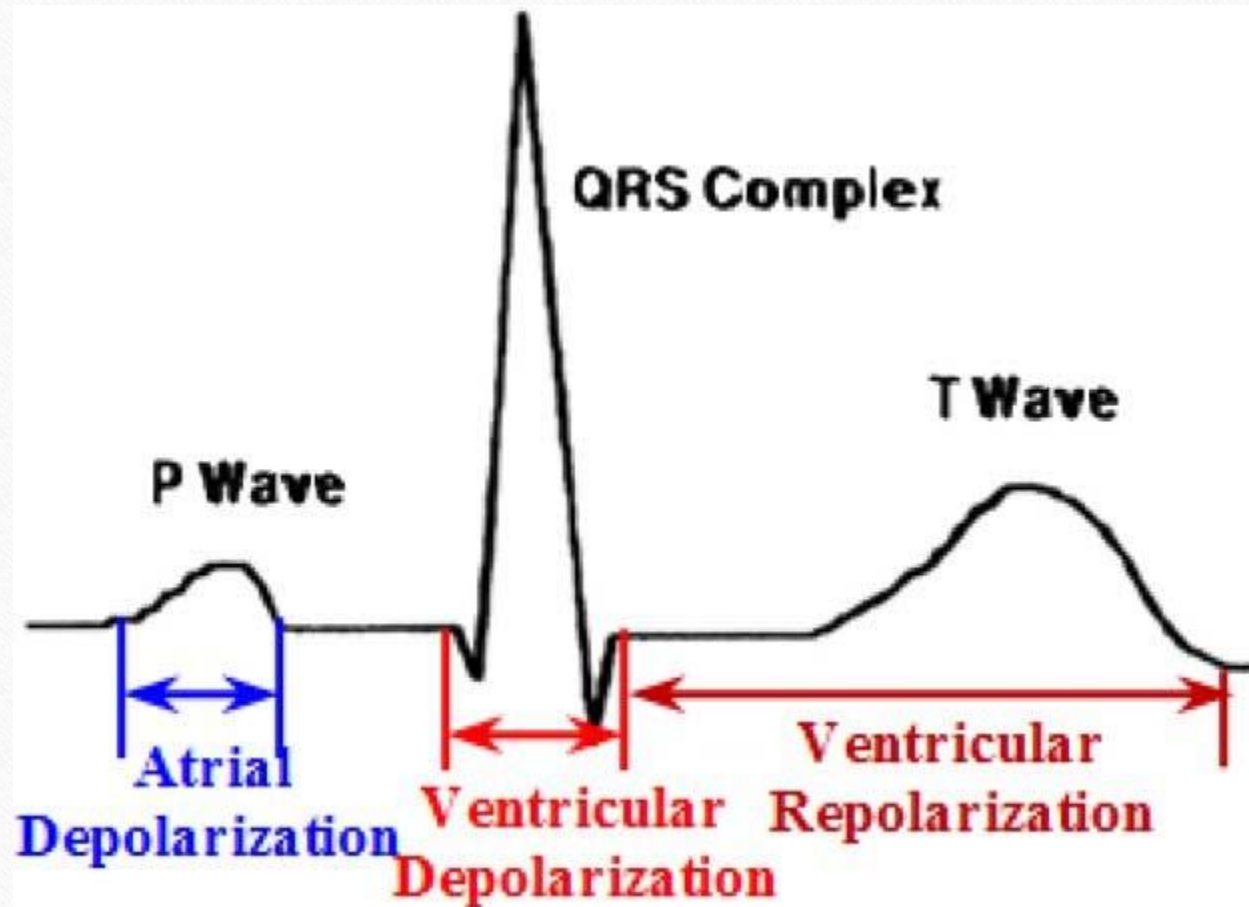
S4 , S3, S1 , S2

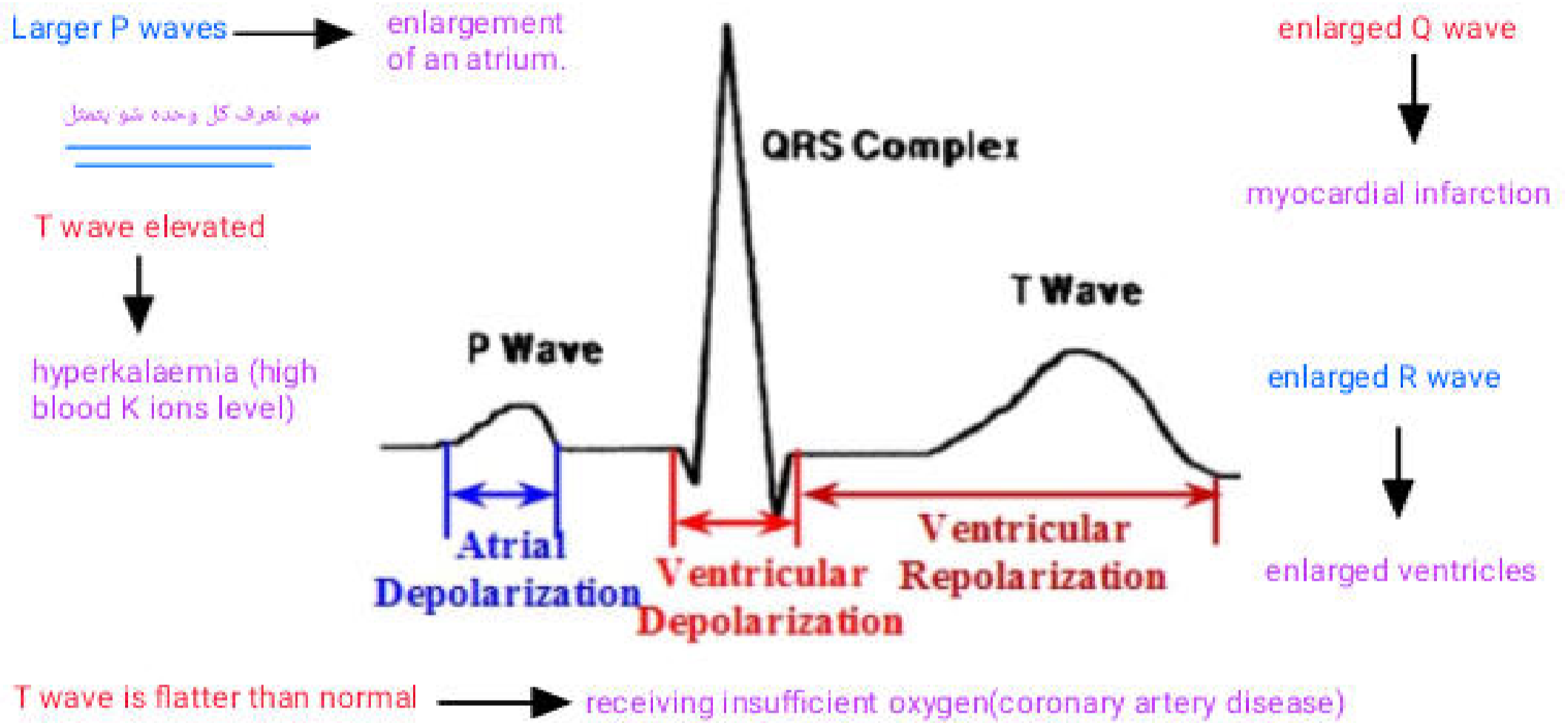
الترتيب كالاتي :

Heart sounds

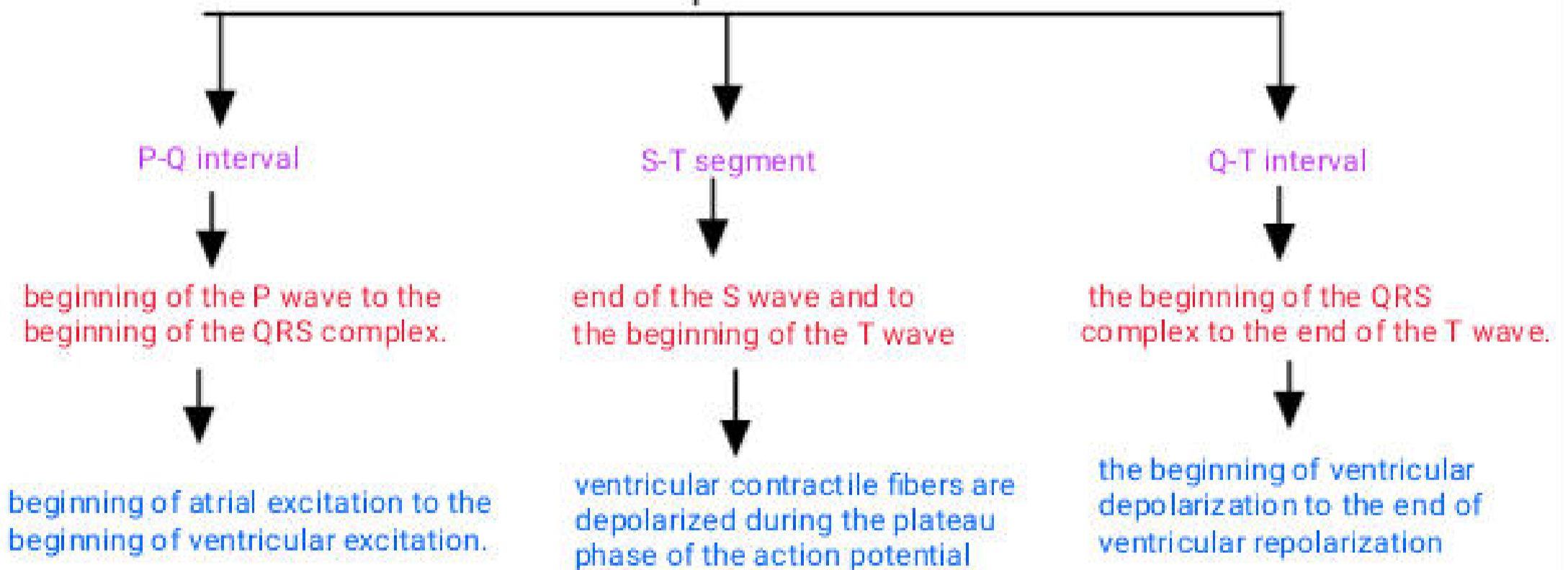
- Auscultation – listening to heart sound via stethoscope
- Four heart sounds
 - S₁ – “lubb” caused by the closing of the AV valves
 - S₂ – “dupp” caused by the closing of the semilunar valves
 - S₃ – a faint sound associated with blood flowing into the ventricles
 - S₄ – another faint sound associated with atrial contraction

ELECTROCARDIOGRAM





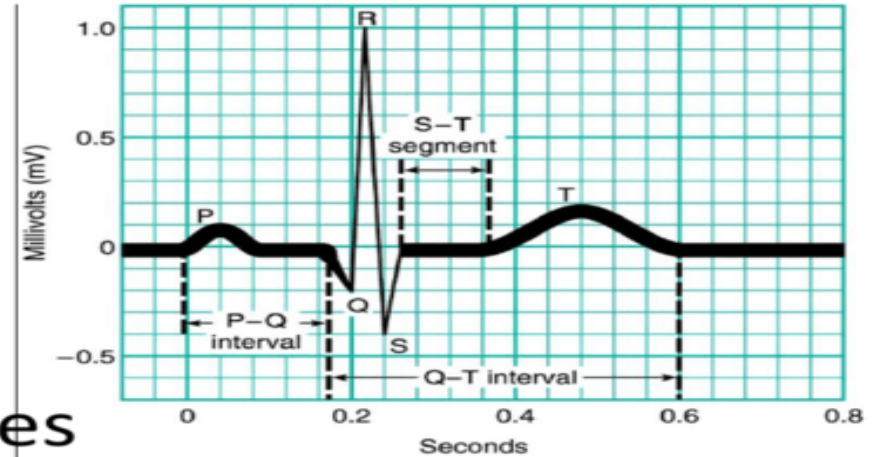
segments or intervals of ECG



The Electrocardiogram

- The major deflections and intervals in a normal ECG include:

- P wave - atrial depolarization
- P-Q interval - time it takes for the atrial kick to fill the ventricles
- QRS wave - ventricular depolarization and atrial repolarization
- S-T segment - time it takes to empty the ventricles before they repolarize (the T wave)



ELECTROCARDIOGRAM

يتضمن تحليل تخطيط كهربية القلب أيضًا قياس الفترات الزمنية بين الموجات، والتي تسمى فترات أو أجزاء.

- Analysis of an ECG also involves measuring the time spans between waves, which are called intervals or segments.
- P-Q interval is the time from the beginning of the P wave to the beginning of the QRS complex. It represents the conduction time from the beginning of atrial excitation to the beginning of ventricular excitation.
- The S-T segment, which begins at the end of the S wave and ends at the beginning of the T wave, represents the time when the ventricular contractile fibers are depolarized during the plateau phase of the action potential.

فترة P-Q هي الوقت من بداية موجة P إلى بداية مركب QRS. وهي تمثل وقت التوصيل من بداية إثارة الأذين إلى بداية إثارة البطين.

يمثل جزء S-T، الذي يبدأ في نهاية موجة S وينتهي عند بداية موجة T، الوقت الذي يتم فيه إزالة استقطاب عضلة البطين الانقباضية أثناء مرحلة الهضبة من جهد الفعل.

ELECTROCARDIOGRAM

- The **Q-T interval** extends from the start of the QRS complex to the end of the T wave. It is the time from the beginning of ventricular depolarization to the end of ventricular repolarization.

تمتد فترة Q-T من بداية مركب QRS إلى
نهاية موجة T. وهي الفترة الزمنية من
بداية إزالة استقطاب البطين إلى نهاية
إعادة استقطاب البطين.

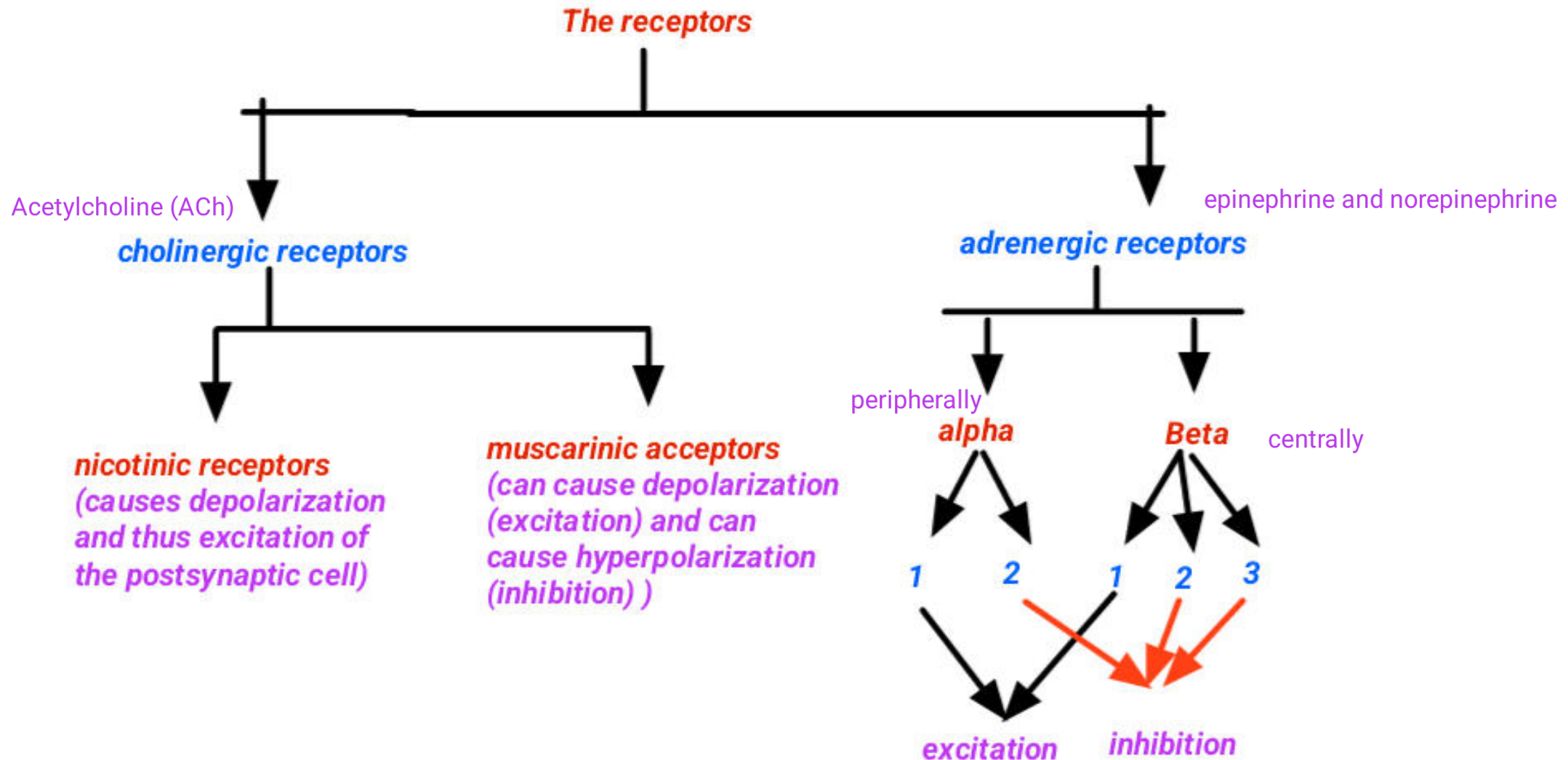
التحكم في القلب بواسطة الأعصاب الودية واللاودية

Control of the Heart by the Sympathetic and Parasympathetic Nerves

1. what is the type of a neurotransmitter for the following :

A . somatic nervous system and enteric nervous system —> Acetylcholine (ACh)

B. autonomic nervous system : —> epinephrine and norepinephrine



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

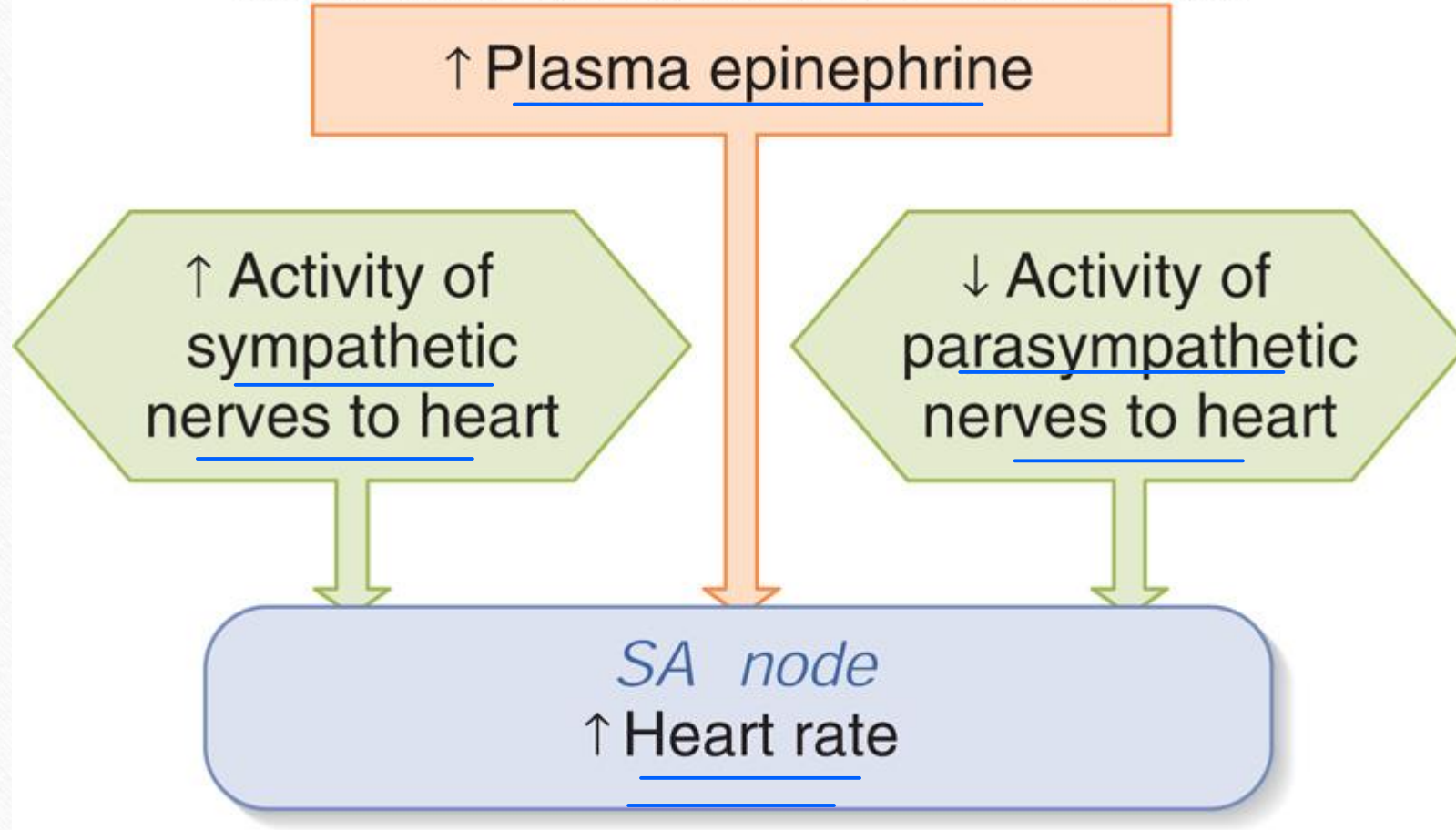
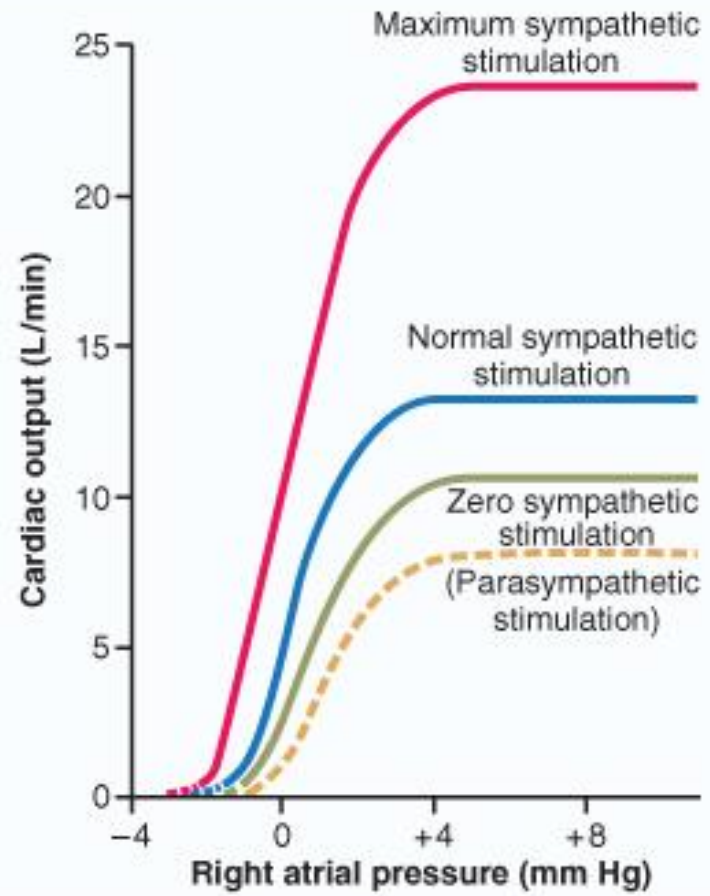


Table 12–3 Effects of Autonomic Nerves on the Heart

Area Affected	Sympathetic Nerves (<u>norepinephrine on β-adrenergic receptors</u>)	Parasympathetic Nerves (<u>ACh on muscarinic receptors</u>)
SA node	<u>Increased heart rate</u>	<u>Decreased heart rate</u>
AV node	<u>Increased conduction rate</u>	<u>Decreased conduction rate</u>
Atrial muscle	<u>Increased contractility</u>	<u>Decreased contractility</u>
Ventricular muscle	<u>Increased contractility</u>	<u>No significant effect</u>



© Elsevier. Guyton & Hall: Textbook of Medical Physiology 11e - www.studentconsult.com

Sympathetic postganglionic neurons to skeletal muscle arterioles
Release norepinephrine

تفرز الخلايا العصبية الودية بعد العقدية
للشرايين العضلية الهيكلية النورأدرينالين

Adrenal medulla
Secretes epinephrine
into blood

لب الكظر يفرز
الأدرينالين في الدم

↑ Norepinephrine in extracellular fluid

↑ Plasma epinephrine

(Causes vasoconstriction)

α

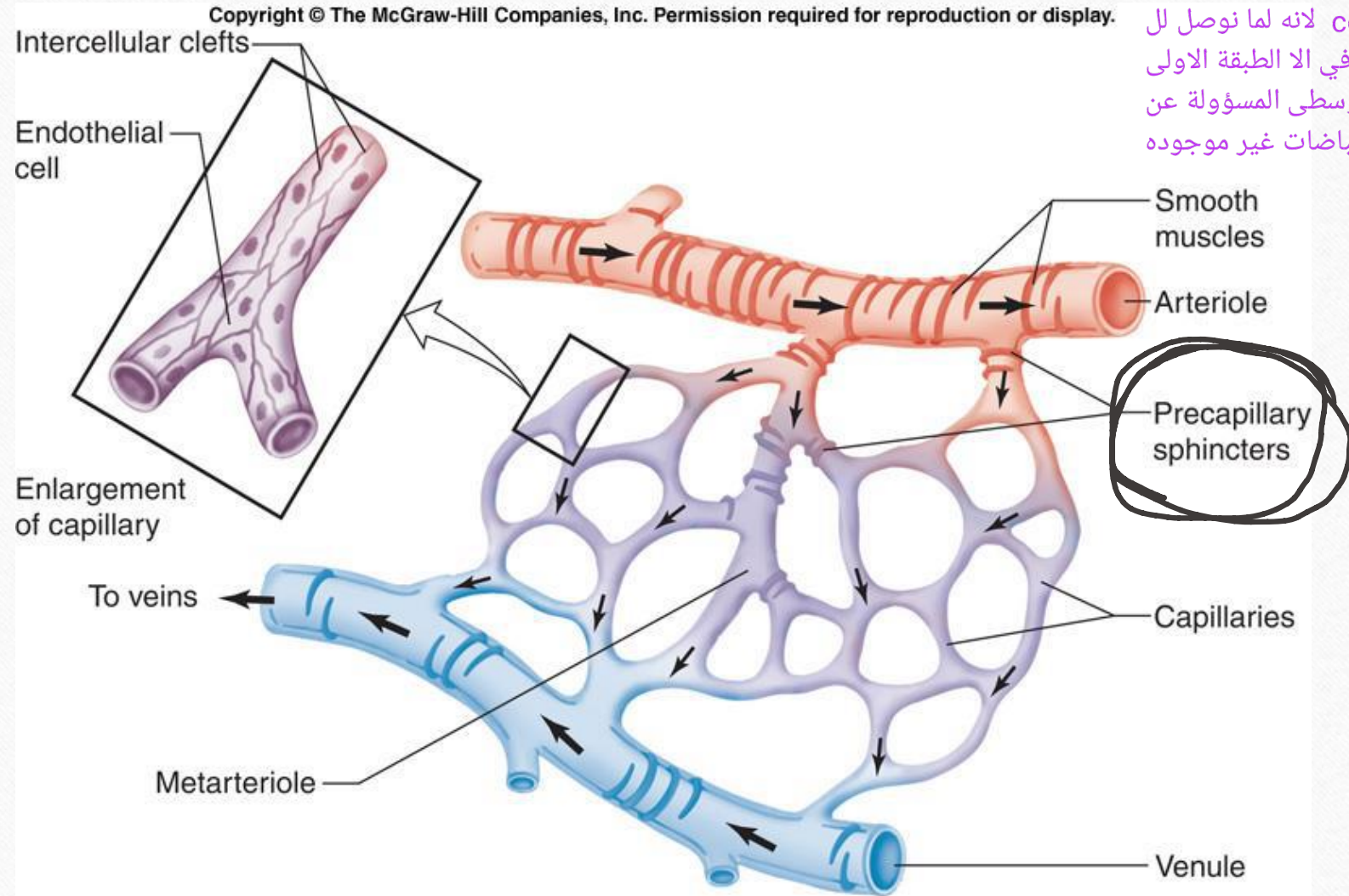
β_2

(Causes vasodilation)

Smooth muscle in skeletal muscle arterioles
Altered arteriolar radius
العضلات الملساء في الشرايين العضلية الهيكلية تغير نصف قطر الشريان

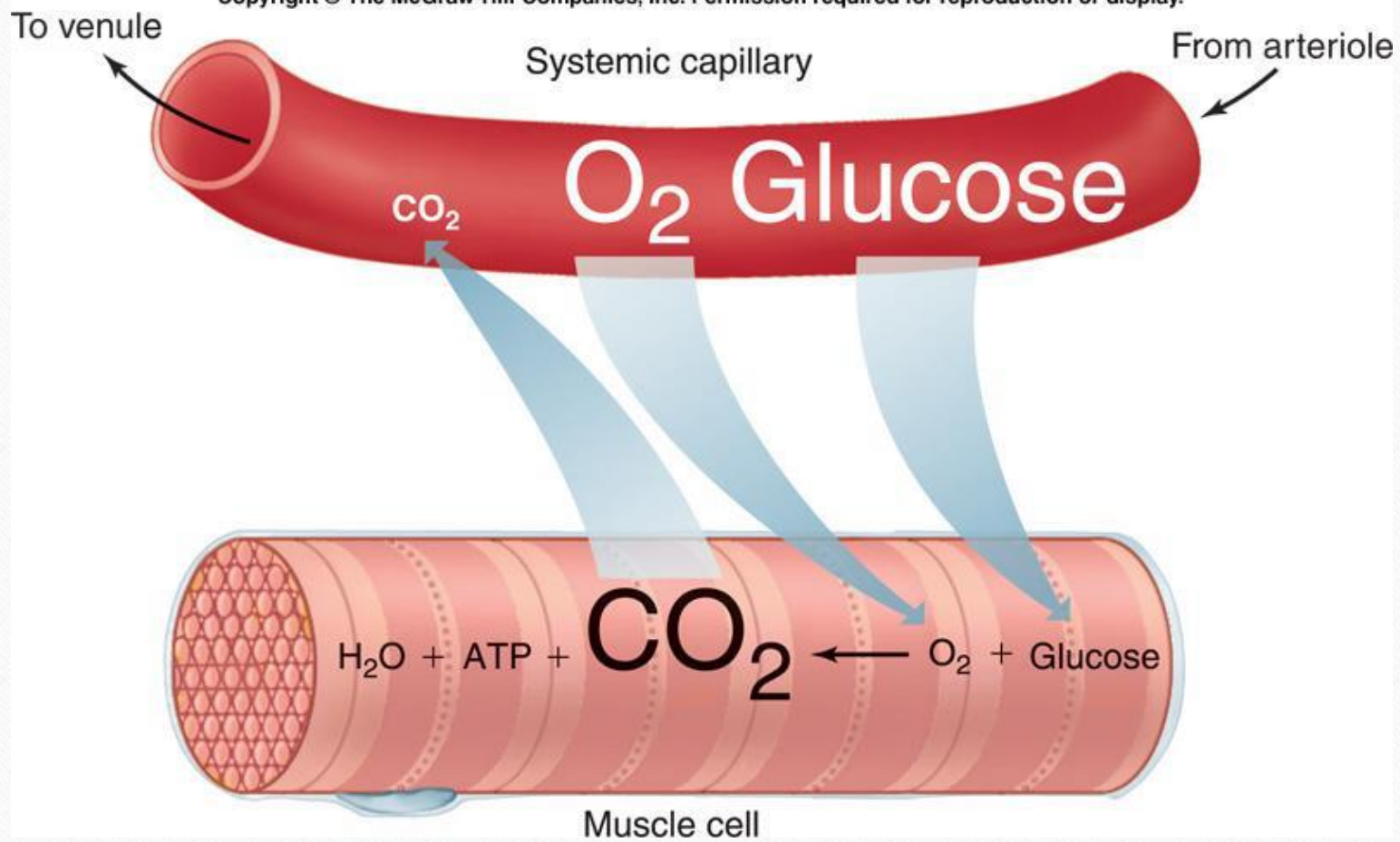
**Effects of Potassium
and Calcium Ions on
Heart Function**

Capillaries

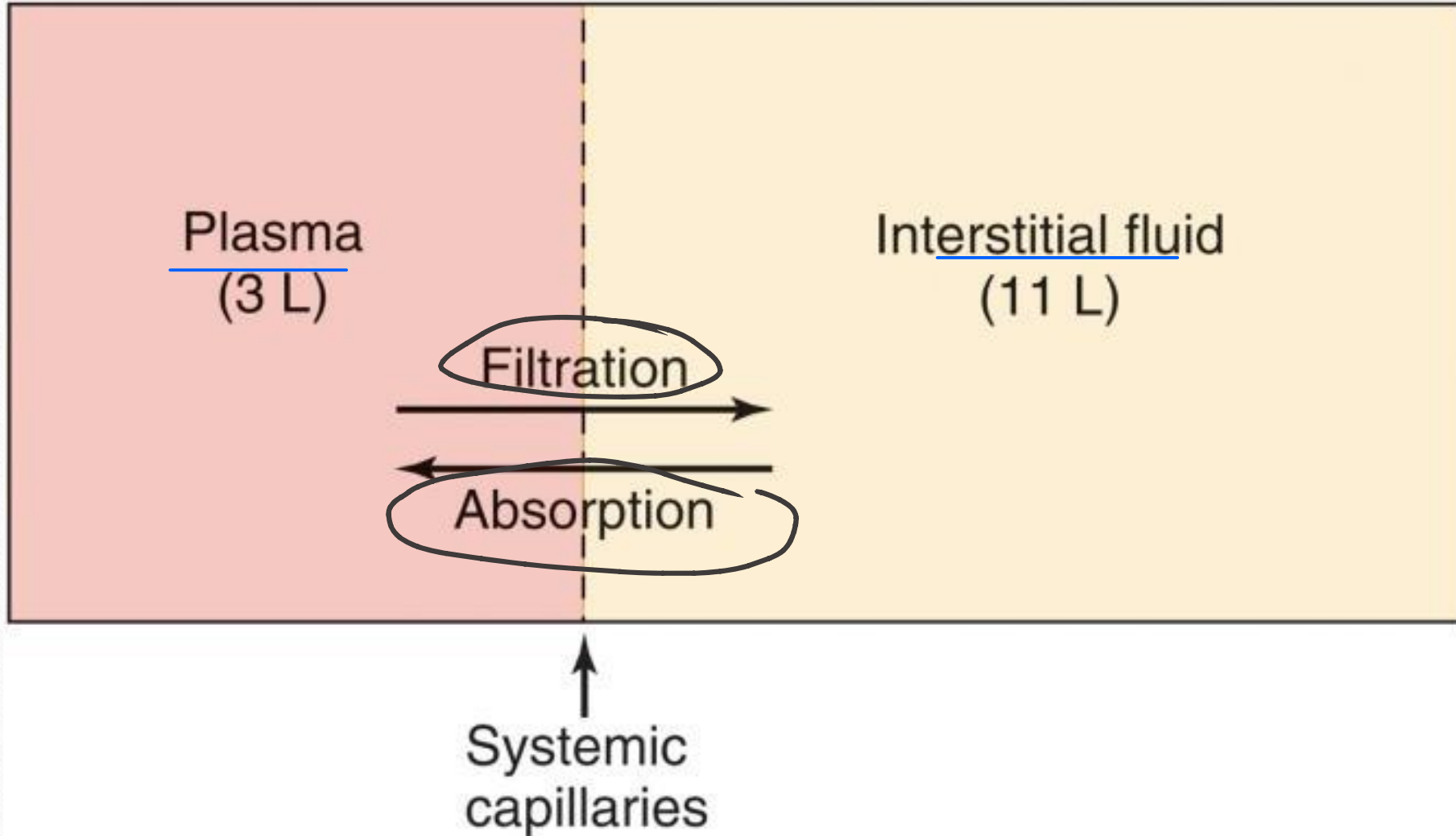


هذا الصمام هو يلي بسبب نقل الدم ويعمل contractions لانه لما نوصل لل capillary يكون مافي الا الطبقة الاولى وبالتالي الطبقة الوسطى المسؤولة عن الانقباضات غير موجوده

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



Extracellular fluid (ECF)



القلب هو المضخة التي تحرك الدم. يمكن التعبير عن نشاطه باسم "التنتاج القلبي (Coj)" بالإشارة إلى كمية الدم التي يتم تحريكها لكل وحدة زمنية.

CO = HR x SV, as follows.

The heart is the pump that moves the blood. Its activity can be expressed as "cardiac output (CO)" in reference to the amount of blood moved per unit of time.

Mean arterial pressure, which drives the blood, is the sum of the diastolic pressure plus one-third of the difference between the systolic and diastolic pressures.

متوسط الضغط الشرياني، الذي يدفع الدم، هو مجموع الضغط الانبساطي زائد ثلث الفرق بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي.

The autonomic system dynamically adjusts CO and MAP.

يقوم الجهاز العصبي اللاإرادي بضبط الناتج القلبي ومتوسط الضغط الشرياني ديناميكياً.



Thank You