PHYSIOLOGY

بسم الله الرحمن الرحيم

MID | Lecture 1

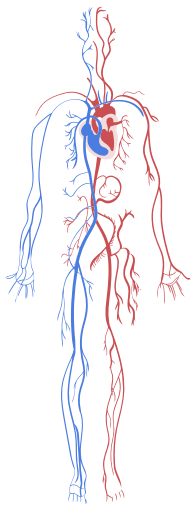
CVS Introduction

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ وَنَعْلَمُ مَا تُوَسْوِسُ بِهِ نَفْسُهُ ۖ وَنَحْنُ أَقْرَبُ إِلَيْهِ مِنْ حَبْلِ الْوَرِيدِ

اللهم إنّا نعوذ بك من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا

Written by: Laith Alhuniti

Reviewed by: Almothana Khalil



Cardiovascular System-1

Faisal I. Mohammed, MD, PhD

General information – 1

- The cardiovascular system is composed of two main components: the cardiac part (the heart) and the vascular part (the blood vessels). It is one of the earliest systems to develop during embryonic life.
- By around the fourth week of gestation, the embryonic heart begins to beat, and this heartbeat can sometimes be detected shortly afterward. The early development of the cardiovascular system reflects its vital role in delivering oxygen and nutrients to the rapidly growing tissues of the embryo.

🫀 General information – 1

1. مكونات الجهاز القلبي الوعائي (Cardiovascular System):

- يتكوّن من جزأين رئيسيين:

1.الجزء القلبي (Cardiac part): وهو القلب الذي يعمل كمضخّة للدم.

2.الجزء الوعائي (Vascular part): وهو الأوعية الدموية التي تنقل الدم إلى جميع أنحاء الجسم.

- هذا الجهاز يُعدّ من أوائل الأجهزة التي تتكوّن في حياة الجنين (أثناء التطور الجنيني المبكر).

2. بداية عمل القلب عند الجنين:

- في الأسبوع الرابع من الحمل يبدأ قلب الجنين بالنبض.
- ويمكن أحيانًا سماع نبض القلب بعد فترة قصيرة من هذا الوقت.
- تكوّن القلب مبكرًا يعكس أهمية هذا الجهاز في نقل الأكسجين والمواد الغذائية إلى أنسجة الجنين التي تنمو بسرعة كبيرة

📘 الخلاصة:

الشرح	النقطة
القلب + الأوعية الدموية	المكونات
من أوائل الأجهزة التي تتشكل في الجنين	زمن التكوّن
الأسبوع الرابع من الحمل	بداية النبض
تزويد الجنين بالأكسجين والغذاء اللازم للنمو	الأهمية

General information – 2

- In any emergency, such as a car accident, the priority is to assess the patient's vital signs — particularly heartbeat, blood pressure, and respiration. Evaluating the cardiac and respiratory functions is essential for determining if the person is alive and stable.
- This is the basis of CPR (CardioPulmonary Resuscitation), a life-saving procedure that supports both the heart and lungs when they stop functioning. Therefore, a solid understanding of the cardiovascular system is crucial for every healthcare professional.

General information – 2

1. أهمية الجهاز القلبي التنفسي في الحالات الطارئة:
في أي حالة طارئة (مثل حادث سيارة)، أول شيء يقوم به المسعف هو تقييم العلامات الحيوية للمريض، وتشمل:
- نبض القلب (Heartbeat)
- ضغط الدم (Blood pressure)
- التنفس (Respiration)

هذه العلامات تساعد في معرفة ما إذا كان الشخص لا يزال حيًا ومستقرًا.

2. العلاقة بين القلب والتنفس:
عمل القلب والرئتين مترابط — إذا توقف أحدهما، سيتوقف الآخر بسرعة.
لذلك تقييمهما معًا ضروري جدًا لإنقاذ الحياة.

3. الإنعاش القلبي الرئوي (CPR):
- CPR = Cardiopulmonary Resuscitation
وهو إجراء إنقاذي يتم عند توقف القلب والرئتين عن العمل.
- الهدف منه هو إعادة ضخ الدم (القلب) وتأمين التنفس (الرئتين) بشكل مؤقت حتى تعود الوظائف الطبيعية.

4. أهمية فهم الجهاز القلبي الوعائي:
- كل شخص يعمل في المجال الصحي يجب أن يكون لديه فهم دقيق للجهاز القلبي الوعائي، لأنه أساسي في تقييم الحياة أو الوفاة والتعامل مع الحالات الطارئة.

الخلاصة:

الشرح	المفهوم
نبض، ضغط، وتنفس	العلامات الحيوية
التأكد من أن المريض حي ومستقر	الهدف في الطوارئ
إجراء لإنقاذ الحياة عند توقف القلب والرئتين	الإنعاش القلبي الرئوي (CPR)
ضرورية لكل شخص في المجال الطبي	أهمية المعرفة

Clinical Problem

This is an introductory case; details are probably not for CVS physiology exam purposes. Feel free to click here to watch Dr. Faisal's explanation.

A 54 years old man seen in the cardiology clinic complaining of severe weakness, fatigue, dry cough, weight gain and difficulty in breathing. He feels severe shortness of breath while walking up stairs of his second floor apartment. He still complains of lesser severity of symptoms at rest. He states he often awakens at night feeling like he was suffocating. He is now sleeping with three pillows under his head. Lately he has taken to fall asleep while he is sitting watching T.V. He also complains of having to urinate 3-4 times per night. He was hospitalized with heart problem two months ago and was told that the efficiency of his heart is less than 30% and he needs ?? and has to wait until??. On examination his weight is 95Kg, height is 165 cm, blood pressure was 140/85 mmHg, his heart rate 90 beats/min and regular, his resp. rate is 28/min and labored.

Auscultation of the heart reveals abnormal heart sounds

شرح الحالة – Clinical Problem

المريض:
رجل عمره 54 سنة جاء إلى عيادة القلب يشكو من:
- ضعف شديد وإرهاق (severe weakness, fatigue)
- كحة جافة (dry cough)
- زيادة في الوزن وصعوبة في التنفس (weight gain & difficulty in breathing)
- ضيق نفس شديد عند صعود الدرج (severe shortness of breath while walking up stairs)

السبب الفسيولوجي:
القلب لا يضخ الدم بشكل كافٍ → الدم يتراكم في الرئتين → يسبب:
- تجمع سوائل في الرئتين → ضيق نفس وسعال.
- قلة الدم الخارج من القلب → ضعف عام وتعب.
- تجمع سوائل في الجسم → زيادة الوزن وتبول ليلي متكرر.

أعراض إضافية:
- يشعر بتحسن بسيط عند الراحة (symptoms less severe at rest).
- يستيقظ ليلاً وهو يختنق أو يشعر بالاختناق (awakens at night feeling suffocated).
- ينام الآن باستخدام 3 وسائد تحت رأسه — وهذا دليل على orthopnea (ضيق النفس عند الاستلقاء).
- بدأ ينام وهو جالس على الكرسي أو أثناء مشاهدة التلفاز — علامة على تعب القلب المتقدم.
- يتبول 3–4 مرات ليلاً (nocturia) — نتيجة تجمع السوائل في القدمين أثناء النهار ثم عودتها إلى الدورة الدموية عند الاستلقاء.

تاريخه المرضي:
- دخل المستشفى قبل شهرين بسبب مشكلة في القلب.
- أخبروه أن كفاءة القلب (Ejection Fraction) أقل من 30% — أي أن القلب يضخ كمية دم ضعيفة جدًا.
- وزنه 95 كغ وطوله 165 سم → مؤشر كتلة الجسم مرتفع (Overweight).
- ضغطه 140/85 mmHg
- معدل نبضه 90/دقيقة ومنتظم
- معدل تنفسه 28/دقيقة ومتعب (labored breathing).
- سماع صوت القلب (Auscultation) يُظهر أصواتًا غير طبيعية.

التشخيص المحتمل:
كل الأعراض تشير إلى أنه يعاني من Heart Failure (فشل قلبي احتقاني)
وبالتحديد Left-sided Heart Failure لأن:
- عنده ضيق نفس وسعال جاف وصعوبة في النوم مسطحًا (orthopnea, paroxysmal nocturnal dyspnea).
- كفاءة القلب (EF) أقل من 30%.

العلاج العام:
- مدرات البول (Diuretics) لتقليل احتباس السوائل.
- أدوية تقوّي ضخ القلب (مثل Digoxin أو ACE inhibitors).
- تقليل الملح والسوائل.
- متابعة طبية دقيقة لتقييم تطور الحالة.

Objectives:

- Introduction to the CVS physiology
- Review the anatomy of the CVS.
- List the functions of the CVS
- Comprehend the pump nature of the heart

Cardiovascular System Anatomy

التركيب الوعائي (Vascular System):
يتكوّن من الشرايين (Arteries) والأوردة (Veins).

1. الشريان (Artery):
•هو الوعاء الذي ينقل الدم بعيدًا عن القلب (away from the heart).
•لا يهم إن كان الدم غنياً بالأكسجين أو فقيراً بالأكسجين.
•المهم أنه يخرج من القلب.
مثال:
•الشريان الأورطي (Aorta): يخرج من القلب ويحمل دم غني بالأكسجين.
•الشريان الرئوي (Pulmonary artery): يخرج من القلب لكن يحمل دم فقير بالأكسجين متجهًا إلى الرئتين.

2. الوريد (Vein):
•هو الوعاء الذي يعيد الدم إلى القلب (returns blood to the heart).
•أيضًا بغض النظر عن كمية الأكسجين فيه.
مثال:
•الوريد الأجوف العلوي والسفلي (Superior & Inferior vena cava): ينقل دم فقير بالأكسجين إلى القلب.
•الوريد الرئوي (Pulmonary vein): ينقل دم غني بالأكسجين من الرئتين إلى القلب.

The vascular system includes arteries and veins:

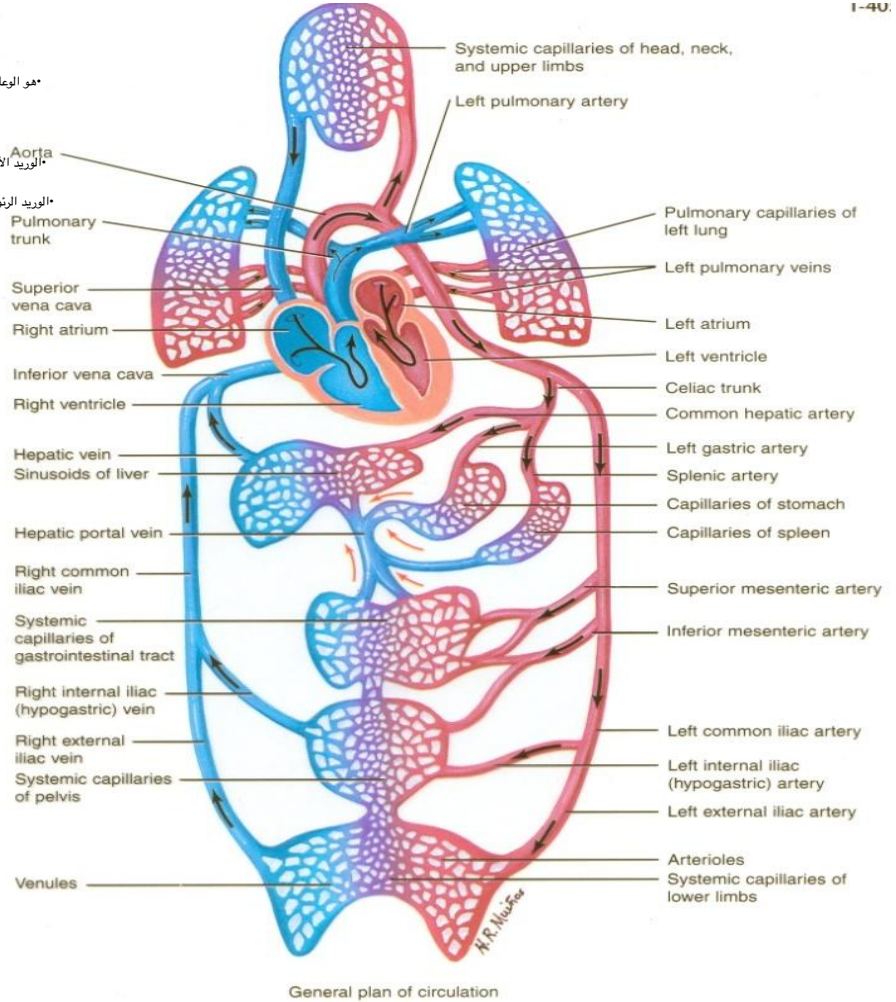
- An artery is defined as a vessel that carries blood away from the heart, regardless of whether the blood is oxygenated or deoxygenated.
- A vein is a vessel that returns blood to the heart, again regardless of its oxygen content.

Mainly arteries carry oxygenated blood, and veins carry deoxygenated blood, however the pulmonary vessels (arteries and veins) are the major exception where the opposite occurs. This is because the lungs are responsible to provide for the oxygen carried in the blood.

القاعدة العامة: ⚖️

استثناء	نوع الدم في أغلب الحالات	الاتجاه	النوع
الشريان الرئوي	غني بالأكسجين	من القلب إلى الخارج	الشريان
الوريد الرئوي	فقير بالأكسجين	إلى القلب	الوريد

السبب في الاستثناء:
الرئتان هما المكان الذي يتم فيه تبادل الغازات، لذلك:
•الشريان الرئوي يحمل دم غير مؤكسج ليذهب إلى الرئتين للتنقية.
•الوريد الرئوي يعود بـ دم مؤكسج إلى القلب.



General plan of circulation

History of cardiac Transplant

HISTORICAL DETAILS ARE NOT INCLUDED FOR THE EXAM; KNOW THE CONCEPTS

الحدث الرئيسي:
•في عام 1967 الطبيب Christiaan Barnard في Cape Town – جنوب إفريقيا أجرى أول عملية زراعة قلب في الإنسان.
•نقل قلب امرأة عمرها 25 سنة توفيت في حادث سير، وزرعه في رجل عمره 55 سنة كان يعاني من فشل في القلب (Louis Washkansky).
•المريض عاش 18 يوم فقط بعد العملية.

- **In 1967,** Christiaan Barnard in Cape Town, South Africa transplanted the first Human Heart removed from a 25-year-old woman who had died following an auto accident and placed it in the chest of Louis Washkansky, a 55-year-old man dying of heart damage. The patient survived for 18 days. The problem was Rejection- Cyclosporine –immunosuppressant -decreased that.

- سبب الوفاة:
- •السبب لم يكن فشل العملية الجراحية نفسها، بل رفض الجهاز المناعي للقلب الجديد (Organ rejection).
- •في ذلك الوقت لم تكن هناك أدوية قوية لتثبيط المناعة (Immunosuppressants).

- In the early attempts at heart transplantation, many patients experienced organ rejection because effective immunosuppressive drugs were not yet available.

التطور العلمي لاحقاً:
- •تم اكتشاف دواء اسمه Cyclosporine لاحقاً، وهو من أهم الأدوية المستخدمة حالياً لمنع رفض الأعضاء المزروعة.
- •هذا الدواء يُضعف الجهاز المناعي حتى لا يهاجم العضو الجديد.

- One of the most important immunosuppressants used today is cyclosporine, which was not discovered or used at the time of the first transplants.

- As a result, the transplanted organs were rejected by the recipient's immune system, leading to the patient's death.

الفكرة الأساسية:

الشرح	النقطة
1967	سنة العملية
Christiaan Barnard	الطبيب
Louis Washkansky	المريض
18 يوم	المدة التي عاشها
رفض المناعة للقلب الجديد	المشكلة
اكتشاف دواء Cyclosporine لتثبيط المناعة	الحل لاحقًا

خلاصة:
- في الماضي، كانت زراعة الأعضاء تفشل بسبب هجوم جهاز المناعة على العضو الجديد.
- لكن بعد اكتشاف الأدوية المثبطة للمناعة، مثل Cyclosporine،
- أصبح من الممكن نجاح عمليات الزراعة لفترات طويلة.

History of cardiac Transplant

HISTORICAL DETAILS ARE NOT INCLUDED FOR THE EXAM; KNOW THE CONCEPTS

1. عام 1984 – أول زراعة قلب ناجحة لطفل (Pediatric Heart Transplant)
- تمت في جامعة Columbia لطفل عمره 4 سنوات.
- كانت أول عملية زراعة قلب ناجحة للأطفال في العالم.
- الطفل عاش فترة طويلة، ثم احتاج إلى زراعة قلب ثانية في عام 1989،
ولا يزال يعيش حياة منتجة حتى اليوم.
- نجاح هذه العملية أثبت إمكانية زراعة القلوب في الأطفال الصغار. ✅

- **In 1984, the world's first successful pediatric heart transplant** was performed at Columbia on a four-year-old boy. He received a second transplant in 1989 and continues to live a productive life today.

2. عام 1984 – زراعة قلب قرد في طفل بشري (Cross-species Transplant)
- الطبيب Leonard Bailey في كاليفورنيا زرع قلب بابون (قرد) في طفلة عمرها 12 يوم فقط (Loma Linda).
- الطفلة عاشت 20 يومًا فقط ثم توفيت.
- السبب: رفض الجهاز المناعي للقلب (Organ rejection).
- هذه التجربة كانت بداية أبحاث "زراعة الأعضاء بين الأنواع" (Xenotransplantation). ⚠️

- **In 1984**, in Linda Loma, California, Leonard Bailey, implanted a baboon heart into a 12-day-old girl, she survived for twenty days.

Also, there was rejection here.

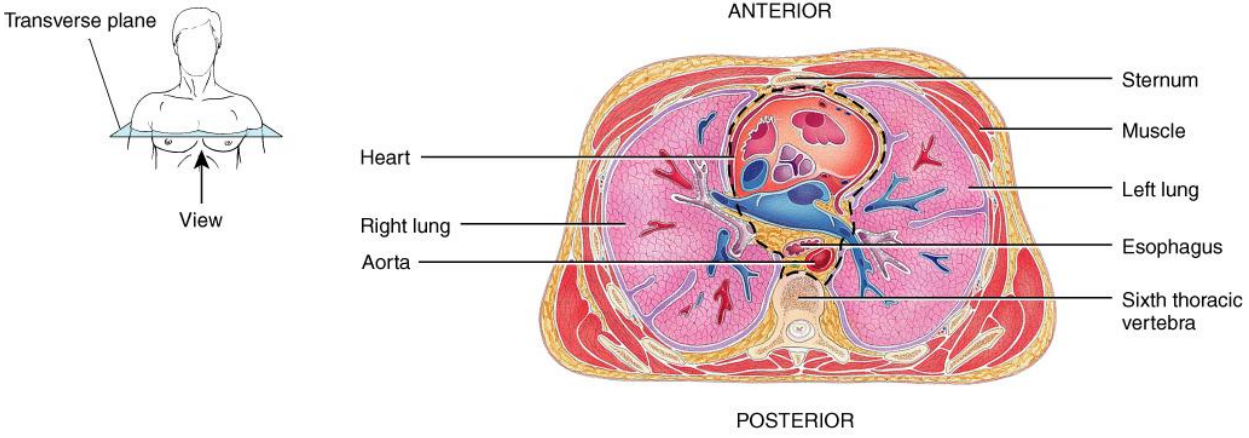
3. عام 1982 – أول قلب صناعي كامل (Total Artificial Heart)
- تمت العملية في جامعة Utah على يد الجراح William DeVries،
وزُرع القلب في Barney Clark (طبيب أسنان).
- عاش 112 يومًا بعد العملية.
- المشكلة كانت تجلط الدم (Blood clotting) نتيجة وجود جسم صناعي غريب داخل الجسم
مما فعّل مسار التجلط الداخلي (Intrinsic pathway).
- هذا الحدث كان بداية تطوير القلوب الصناعية الحديثة. 🧠

- **In 1982** in University of Utah, the first Total Artificial Heart was implanted in the chest a dentist Barney Clark by William DeVries. Clark survived for 112 days-The problem was blood clotting.

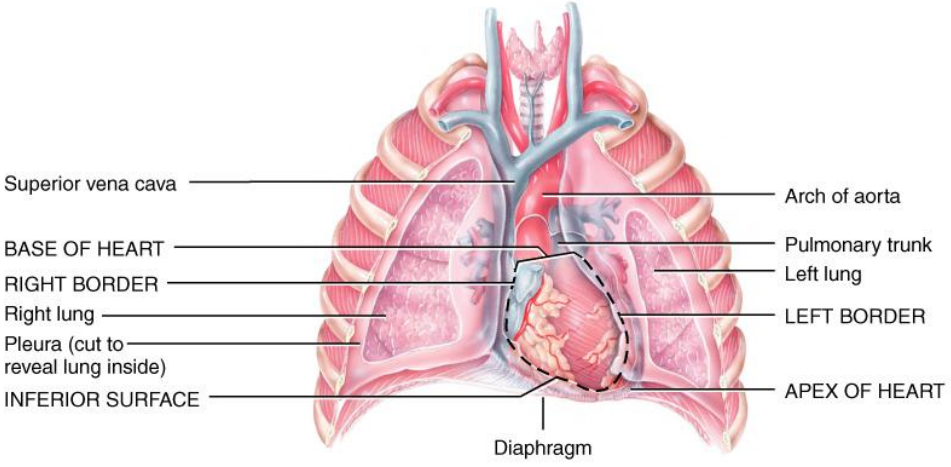
Blood clotting occurred because of the presence foreign body (intrinsic pathway).

الخلاصة: 📘

المشكلة	النتيجة	الحدث	السنة
لا مشاكل كبيرة	ناجحة جدًا	أول زراعة قلب لطفل	1984
رفض مناعي	عاشت 20 يوم	زراعة قلب بابون لطفلة	1984
تخثر الدم	عاش 112 يوم	أول قلب صناعي بالكامل	1982



(a) Inferior view of transverse section of thoracic cavity showing the heart in the mediastinum



(b) Anterior view of the heart in the mediastinum

Anatomy of the heart

الجزء الرئيسي في القلب:
•في الجهة الأمامية (anterior view) من القلب، الجزء الأكثر وضوحًا ومركزية هو الجزء العضلي من القلب.
•هذا الجزء يُسمّى Myocardium (عضلة القلب) ومغلف بطبقة تُسمّى Pericardium (التامور).

In the anterior view of the heart, the central and most prominent structure is the muscular part of the heart (the myocardium, covered by pericardium).

Surrounding it are the **major blood vessels** connected to the heart:

- **Superior vena cava (SVC):** returns deoxygenated blood from the upper part of the body to the right atrium.
- **Inferior vena cava (IVC):** returns deoxygenated blood from the lower part of the body to the right atrium.
- **Aortic arch:** curves from anterior to posterior and gives rise to three main branches:
  1. Brachiocephalic trunk, which divides into the right subclavian artery (supplying the right upper limb) and the right common carotid artery (supplying the right side of the head and neck).
  2. Left common carotid artery, which supplies the head and brain.
  3. Left subclavian artery, which supplies the left upper limb.

The aorta then continues downward as the descending thoracic aorta, and after passing through the diaphragm, it becomes the descending abdominal aorta.

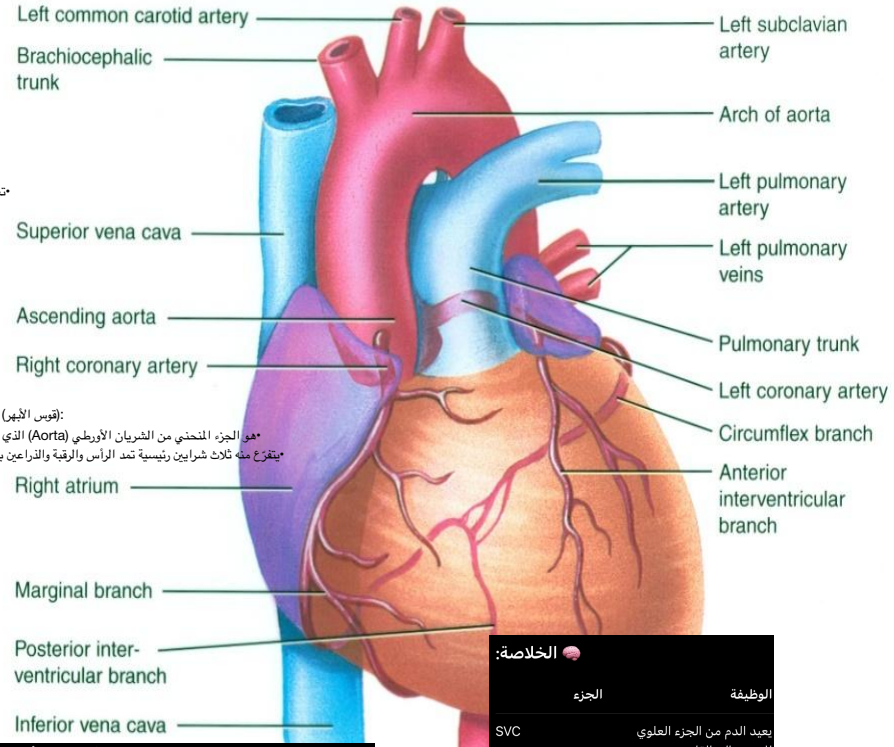
الأوعية الدموية الرئيسية المتصلة بالقلب:

◆ 1. Superior Vena Cava (SVC):
•تعيد الدم الفقير بالأكسجين من الجزء العلوي من الجسم (الرأس والذراعين والصدر) إلى الأذين الأيمن (Right Atrium).

◆ 2. Inferior Vena Cava (IVC):
•تعيد الدم الفقير بالأكسجين من الجزء السفلي من الجسم (الساقين والبطن) إلى الأذين الأيمن أيضًا

◆ 3. Aortic Arch (قوس الأبهر):
•هو الجزء المنحني من الشريان الأورطي (Aorta) الذي يتجه من الأمام للخلف.
•يتفرّع منه ثلاث شرايين رئيسية تمد الرأس والرقبة والذراعين بالدم الغني بالأكسجين:

الاستمرار إلى الأسفل:
•بعد قوس الأبهر، يكمل الشريان الأورطي نزوله كـ Descending Thoracic Aorta (الأبهر النازل الصدري).
•ثم يمر عبر الحجاب الحاجز (Diaphragm) ليصبح Descending Abdominal Aorta (الأبهر البطني).



◆ فروع قوس الأبهر الثلاثة:

	الفرع	الاسم	الوظيفة
1		Brachiocephalic trunk	يتفرّع إلى:
	• Right subclavian artery → يغذي الذراع اليمنى		
	• Right common carotid artery → يغذي الرأس والرقبة اليمنى		
2		Left common carotid artery	يغذي الرأس والدماغ في الجهة اليسرى
3		Left subclavian artery	يغذي الذراع اليسرى

الخلاصة:

الجزء	الوظيفة
SVC	يعيد الدم من الجزء العلوي للجسم إلى القلب
IVC	يعيد الدم من الجزء السفلي للجسم إلى القلب
Aortic Arch	يوزّع الدم الغني بالأكسجين من القلب إلى الرأس والذراعين
الفروع الثلاثة	تغذي الرأس والرقبة والذراعين بالدم المؤكسج
Descending Aorta	يوزّع الدم إلى باقي الجسم بعد الصدر

فكرة أساسية:
القلب مثل أي عضو آخر يحتاج إلى دم وأكسجين ليعمل.
الدم الذي يغذي القلب نفسه يأتي من شبكة خاصة تُسمّى الدورة التاجية (Coronary circulation).

The heart receives its own blood supply through the coronary circulation.

الشرايين التاجية الرئيسية (Main Coronary Arteries):
1.Right coronary artery (RCA)
يغذي الجهة اليمنى من القلب.
2.Left coronary artery (LCA)
يغذي الجهة اليسرى وعضلة القلب الأساسية.

There are two main coronary arteries:

- The right coronary artery
- The left coronary artery

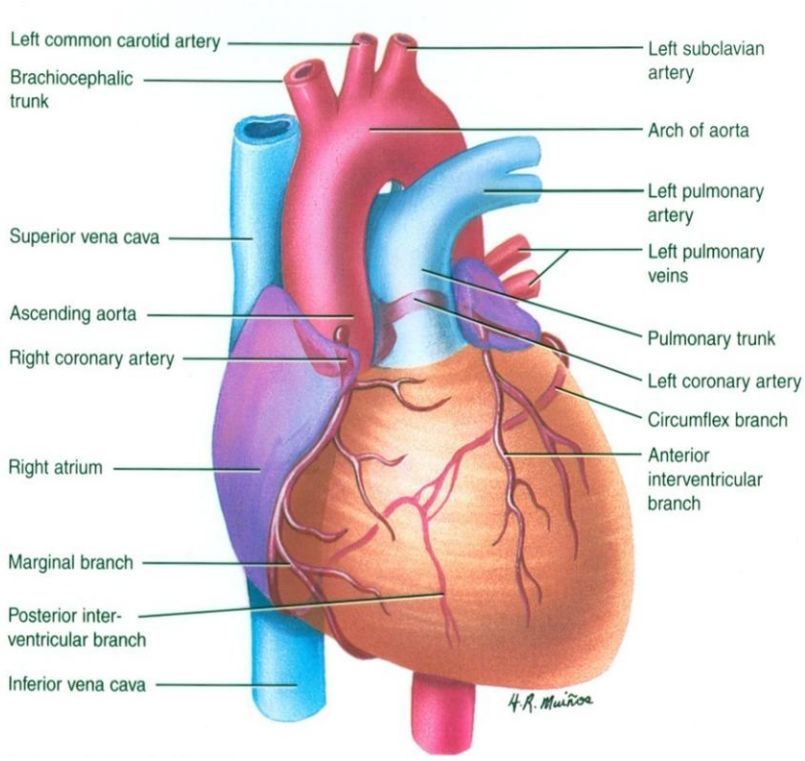
عند حدوث انسداد في هذه الشرايين:
1. انسداد جزئي (Partially blocked):
•يقل تدفق الدم إلى عضلة القلب.
•ينتج عن ذلك نقص في الأكسجين (Ischemia).
•الحالة تُسمّى Angina pectoris (الذبحة الصدرية).
•يشعر المريض بألم في الصدر عند الجهد (مثل صعود الدرج).
•هذه الحالة قابلة للعكس إذا عاد الدم للتدفق.
غالبًا يحدث الألم عندما يقل تدفق الدم بنسبة أكثر من 70%.

If one of these arteries becomes **partially blocked**, the blood flow to the heart muscle decreases – a condition known as **angina pectoris**, which is caused by ischemia due to the compromised blood flow and oxygen content.

2. انسداد كامل (Completely blocked):
•يتوقف تدفق الدم تمامًا عن جزء من عضلة القلب.
•يؤدي إلى Myocardial Infarction (MI) أي نوبة قلبية (Heart Attack).
•هنا يحدث تلف دائم (Irreversible damage) لأن خلايا القلب تموت بسبب نقص الأكسجين الكامل.

If the artery becomes **completely blocked**, there is total cessation of blood flow, leading to **myocardial infarction (MI),** which causes irreversible damage.

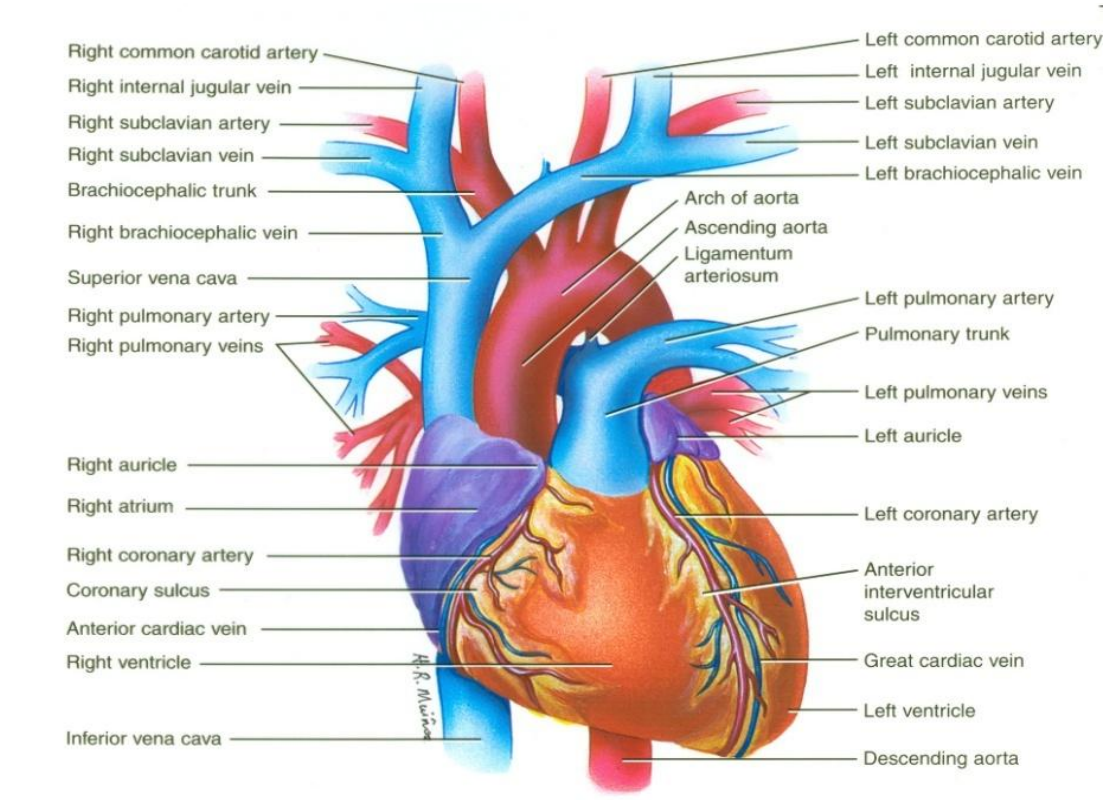
Angina pectoris is usually defined as >70% decrease in blood flow, causing reversible ischemia.



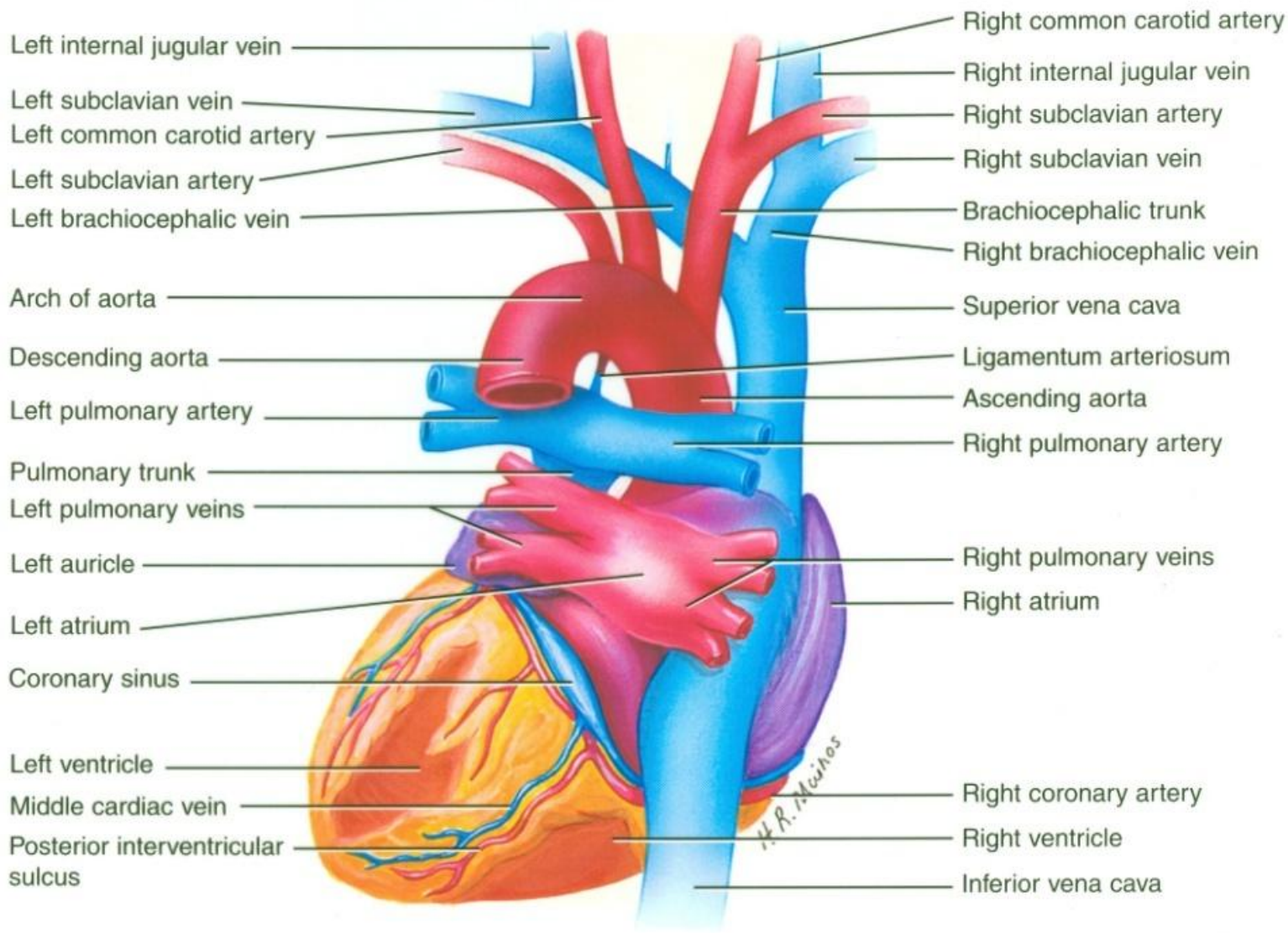
الفرق بين الحالتين:

الحالة	نوع الانسداد	هل التلف قابل للعكس؟	الأعراض
Angina pectoris	جزئي	✅ نعم	ألم الصدر عند الجهد – يزول بالراحة
Myocardial infarction (MI)	كامل	❌ لا	ألم الصدر الشديد – لا يزول بالراحة

Anatomy of the heart



Anterior External View of Structure of Heart, Fig# 20.4a



Posterior External View of Structure of Heart, Fig# 20.4c

Cardiac Valves

🫀 Cardiac Valves – تشريح حجرات القلب والحواجز (Septum)

✅ أولًا: حجرات القلب الأربعة
القلب يتكوّن من 4 حجرات:
1.أذين أيمن (Right atrium)
2.أذين أيسر (Left atrium)
3.بطين أيمن (Right ventricle)
4.بطين أيسر (Left ventricle)

The heart is divided into four chambers – two upper chambers (atria) and two lower chambers (ventricles).

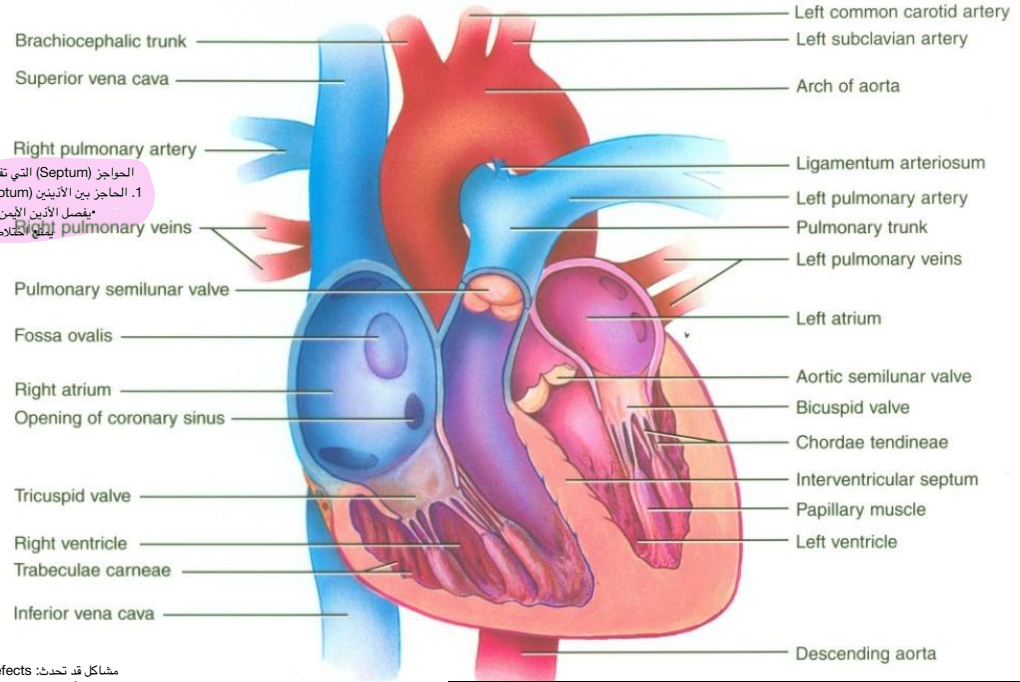
- The atria are separated from each other by the interatrial septum.
- The ventricles are separated by the interventricular septum.

الحواجز (Septum) التي تفصل بين الحجرات:
1. الحاجز بين الأذينين (Interatrial Septum):
•يفصل الأذين الأيمن عن الأذين الأيسر.
•يمنع اختلاط الدم بين الجهتين.

2. الحاجز بين البطينين (Interventricular Septum):
•يفصل البطين الأيمن عن البطين الأيسر.
•مهم جدًا لأنه يمنع اختلاط الدم الفقير بالأكسجين مع الدم الغني بالأكسجين.

Sometimes, these septal walls are not completely closed, leading to septal defects:

- A defect in the interatrial septum causes an Atrial Septal Defect (ASD).
- A defect in the interventricular septum causes a Ventricular Septal Defect (VSD).



مشاكل قد تحدث: Septal Defects
في بعض الأحيان، هذه الحواجز لا تُغلق بشكل كامل عند الجنين.
فينتج عنها ثقوب تُسمّى عيوب الحاجز القلبي (Septal Defects).

Anterior View of Frontal Section of Structure of Heart, Fig# 20.4d

✅ 1. Atrial Septal Defect (ASD)
•يحدث عندما يكون هناك ثقب في الحاجز بين الأذينين.
•يسبب انتقال الدم من الأذين الأيسر إلى الأذين الأيمن.

✅ 2. Ventricular Septal Defect (VSD)
•يحدث عندما يكون هناك ثقب في الحاجز بين البطينين.
•شائع أكثر من ASD.
•يسمح بمرور الدم من البطين الأيسر > البطين الأيمن (لأن ضغط الأيسر أعلى).

الخلاصة: 🧠

إذا كان هناك خلل	الحاجز	المكان
ASD	Interatrial septum	بين الأذينين
VSD	Interventricular septum	بين البطينين

🫀 Cardiac Valves – صمّامات القلب (AV Valves)
القلب يحتوي على صمّامات تفصل بين الأذينين والبطينين لضمان حركة الدم باتجاه واحد فقط.

Cardiac Valves

✅1. الصمّامات الأذينية البطينية (Atrioventricular Valves – AV Valves)

🔷 الصمام ثلاثي الشرفات (Tricuspid Valve) — في الجهة اليمنى
•يفصل الأذين الأيمن عن البطين الأيمن.
•يحتوي على 3 شرفات (cusps).

🔷 الصمام الميترالي (Bicuspid/Mitral Valve) — في الجهة اليسرى
•يفصل الأذين الأيسر عن البطين الأيسر.
•يحتوي على 2 شرفات (cusps).

Each atrium is separated from its corresponding ventricle by an atrioventricular (AV) valve.

- Right side: tricuspid valve, which has three cusps.
- Left side: bicuspid (mitral) valve, which has two cusps.

The edges of these valve cusps are attached to tendinous cords known as the **chordae tendineae**, which are anchored to the papillary muscles projecting from the ventricular myocardium.

✅2. ما الذي يمنع الصمامات من الانقلاب؟

الحبال الوترية (Chordae Tendineae) 🔗
•خيوط قوية تشد أطراف الصمام.
•تربط الصمامات بعضلات داخل البطين تُسمّى العضلات الحليمية (Papillary muscles).

العضلات الحليمية 💪
•تنقبض أثناء انقباض البطين.
• تشد الحبال الوترية.
•تمنع انقلاب الصمام للخلف نحو الأذين.

During ventricular contraction, the papillary muscles contract, tightening the chordae tendineae and **preventing** valve leaflets from **prolapsing** backward into the atria. This maintains the unidirectional blood movement (atrium → ventricle).

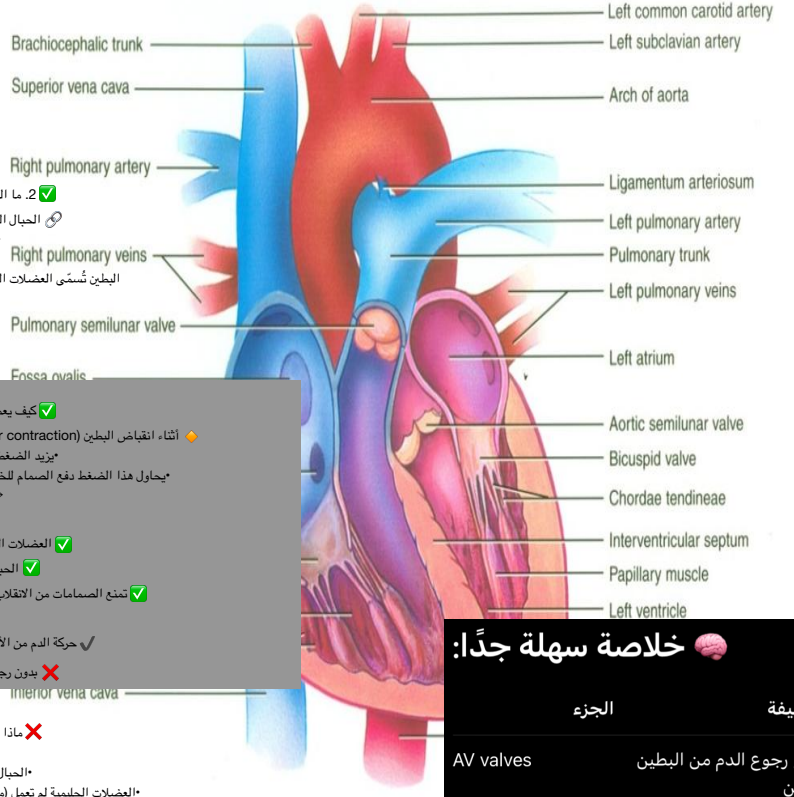
كيف يعمل هذا النظام؟ ✅

أثناء انقباض البطين (Ventricular contraction): 🔶
•يزيد الضغط داخل البطين.
•يحاول هذا الضغط دفع الصمام للخلف نحو الأذين → وهذا خطير.
•لكن!
العضلات الحليمية تنقبض ✅
الحبال الوترية تشد ✅
تمنع الصمامات من الانقلاب (Prolapse) ✅
النتيجة: ➡️
حركة الدم من الأذين → البطين ✔️
بدون رجوع الدم للخلف ❌

In other words, when the pressure inside the ventricle increases, it pushes the valve leaflets toward the atria. However, the papillary muscles and chordae tendineae resist this pressure by holding the valve leaflets in place, preventing them from inverting. If this mechanism fails and the valve leaflets prolapse into the atrium, blood may flow backward into the atrial chamber — a condition known as atrioventricular (AV) valve regurgitation.

ماذا لو هذا النظام فشل؟ ❌
إذا:
•الحبال الوترية انقطعت، أو
•العضلات الحليمية لم تعمل (مثلًا بعد جلطة قلبية)،
فإن الصمام يَنعكس (prolapse) ويدفعه الضغط داخل البطين نحو الأذين.

النتيجة: 🔥
Regurgitation (ارتجاع الصمام):
رجوع الدم من البطين → للأذين، وهذا يسبب:
•نفخة قلبية (Heart murmur)
•تعب
•ضيق نفس
•توسّع القلب مع الوقت



Anterior View of Frontal Section of Structure of Heart, Fig# 20.4d

🧠 خلاصة سهلة جدًا:

الوظيفة	الجزء
تمنع رجوع الدم من البطين للأذين	AV valves
تمسك أطراف الصمام	Chordae Tendineae
تشد الحبال وتمنع انقلاب الصمام	Papillary Muscles
يحدث ارتجاع في الصمام	إذا فشل النظام (Regurgitation)

Cardiac Valves

The exit of blood from the ventricles into the arteries is also regulated by valves known as the semilunar valves (due to their cusps' shape):

- On the right side, blood flows from the right ventricle into the pulmonary artery, through the pulmonary valve.
- On the left side, blood flows from the left ventricle into the aorta, through the aortic valve.

Mechanism of opening and closing:

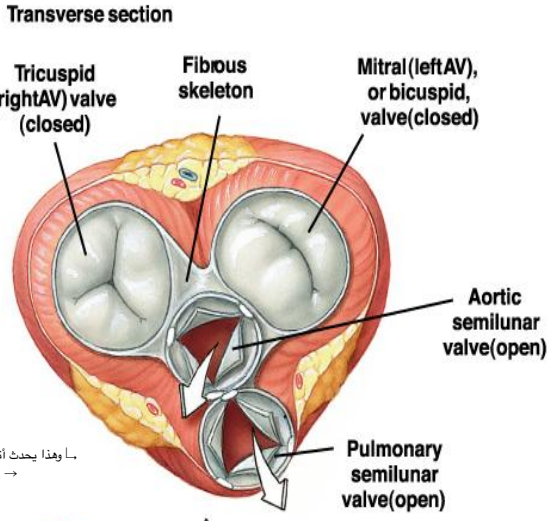
- The semilunar valves open when ventricular pressure exceeds arterial pressure (during ventricular systole), allowing blood to flow into the aorta or pulmonary artery.
- The semilunar valves close when arterial pressure exceeds ventricular pressure, preventing the backflow of blood into the ventricles.

Similarly, the atrioventricular (AV) valves open and close passively based on pressure differences:

- The AV valves open when atrial pressure > ventricular pressure (allowing blood to fill the ventricles).
- The AV valves close when ventricular pressure > atrial pressure (preventing backflow into the atria).

🫀 Cardiac Valves – الصمّامات الهلالية وصمّامات AV
القلب يحتوي على نوعين من الصمامات:
1.Semilunar valves (الصمّامات الهلالية)
2.Atrioventricular valves (الصمّامات الأذينية البطينية – AV)
وكل صمام يفتح ويغلق بناءً على الضغط (Pressure).

✅ أولًا: الصمّامات الهلالية (Semilunar valves)
هي الصمامات التي تسمح بخروج الدم من البطينين إلى الشرايين:
⭐ الصمام الرئوي (Pulmonary valve)
•بين البطين الأيمن → الشريان الرئوي
⭐ الصمام الأبهري (Aortic valve)
•بين البطين الأيسر → الشريان الأبهر (Aorta)



✅ كيف تفتح وتغلق الصمّامات الهلالية؟
🔷 تفتح عندما:
ضغط البطين > ضغط الشريان
↳ وهذا يحدث أثناء انقباض البطين (Ventricular systole)
→ فيندفع الدم إلى الشريان (الأورطي أو الرئوي)
🔷 تغلق عندما:
ضغط الشريان > ضغط البطين
↳ لمنع رجوع الدم من الشريان للبطين
✅ تمنع الـ Backflow

✅ ثانيًا: صمّامات AV (Atrioventricular valves)
تشمل:
•الصمام ثلاثي الشرفات (Tricuspid) – يمين
•الصمام الميترالي (Mitral/Bicuspid) – يسار

✅ كيف تفتح وتغلق صمّامات AV؟
🔷 تفتح عندما:
ضغط البطين > ضغط الأذين
↳ الدم ينساب من الأذين → للبطين (فترة امتلاء البطين)
🔷 تغلق عندما:
ضغط البطين > ضغط الأذين
↳ أثناء انقباض البطين
✅ تمنع رجوع الدم إلى الأذين

🔥 افهمها في خط واحد:

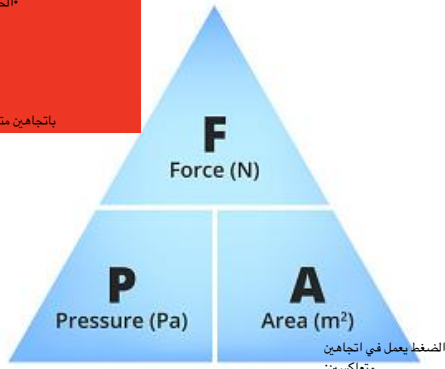
الصمام	متى يفتح؟	متى يغلق؟
AV valves	ضغط الأذين > ضغط البطين	ضغط البطين > ضغط الأذين
Semilunar valves	ضغط البطين > ضغط الشريان	ضغط الشريان > ضغط البطين

✅ ملخّص فائق السهولة:
•AV valves تسمح للدم أن يدخل البطينين.
•Semilunar valves تسمح للدم أن يخرج من البطينين.
•جميع الصمامات تعمل حسب فرق الضغط فقط.
•الهدف الأساسي: ✅ حركة دم أحادية الاتجاه – ❌ بدون رجوع للوراء.

Important Note

- The open/closed state of all 4 cardiac valves solely depends on the pressure gradient across them.
- Chordae tendineae only prevent prolapse and are not mainly involved in opening or closing the valves.

- For example, in the mitral valve, when the left ventricular pressure is higher than left atrial pressure (during systole), the mitral valve closes because the pressure is higher inside the ventricle.
- The force on the valve by the fluid, favors an outward movement from the ventricle, causing the cusps of the mitral valve to close, and causing the cusps of the aortic semilunar valve to open.
- The effect of high ventricular pressure is opposite on both valves because of anatomical restriction, i.e., the shape and direction of the cusps are opposite in relation to the ventricle.



Force (F) = Blood force caused by pressure (P) of the fluid itself on the area (A) of the cusps.

Cardiac Valves Open and Close Passively

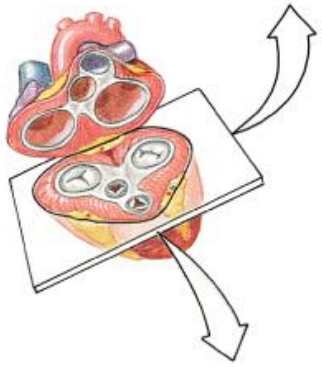
Think about it.

Is this picture during systole or diastole?

✅ الإجابة النهائية:

✅ الصورة تمثل Diastole (الانبساط)
وليس Systole.

✅ لماذا ليس Systole؟
في Systole يحدث العكس تمامًا:
•AV valves تغلق
•Semilunar valves تفتح
لكن هنا AV valves مفتوحة و semilunar valves مغلقة → وهذا يدل بوضوح على Diastole.



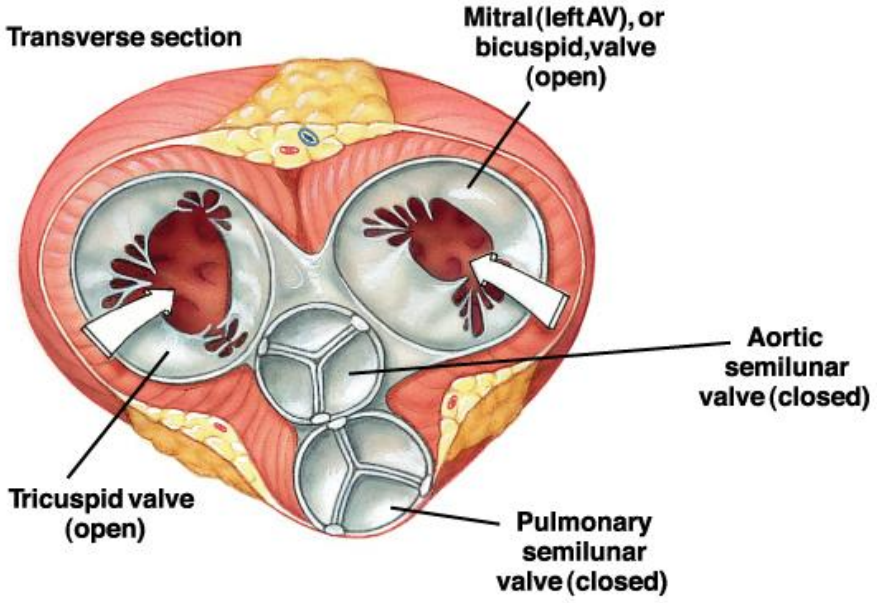
✅ شرح الصورة
الصورة تُظهر مقطع عرضي (Transverse section) للقلب، وتوضح حالة الصمامات:

✅ الصمامات المفتوحة:
•Mitral valve (left AV) → مفتوح
•Tricuspid valve (right AV) → مفتوح

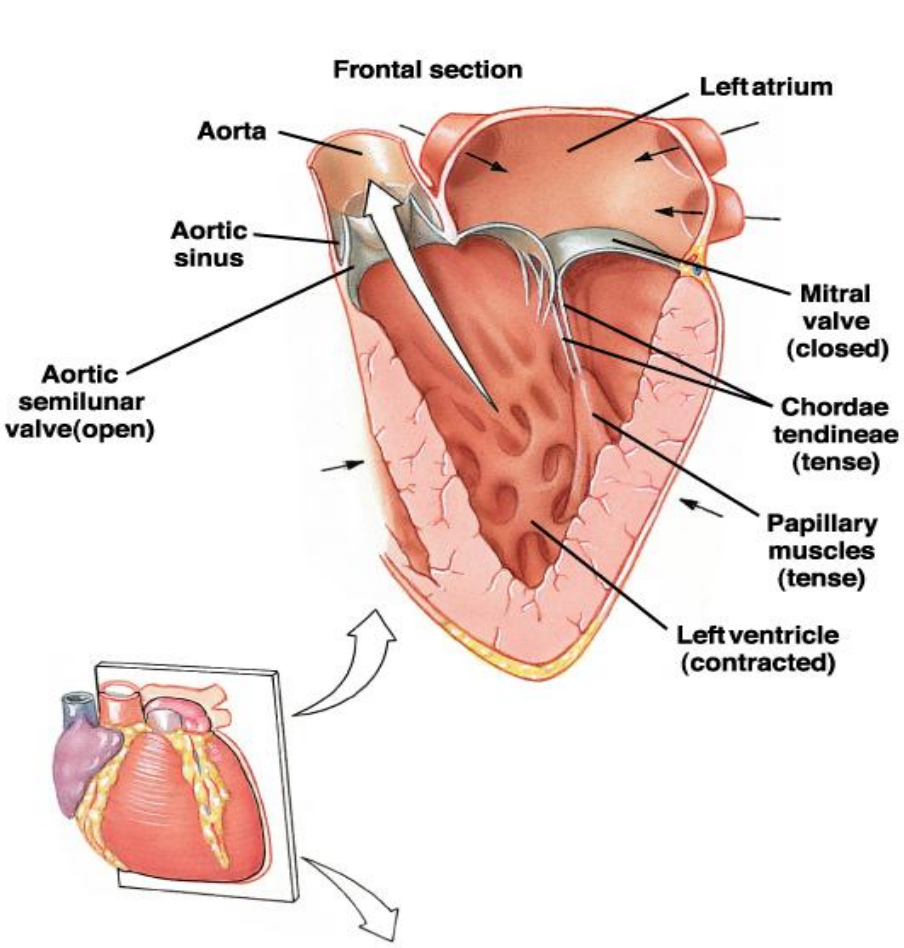
✅ الصمامات المغلقة:
•Aortic semilunar valve → مغلق
•Pulmonary semilunar valve → مغلق

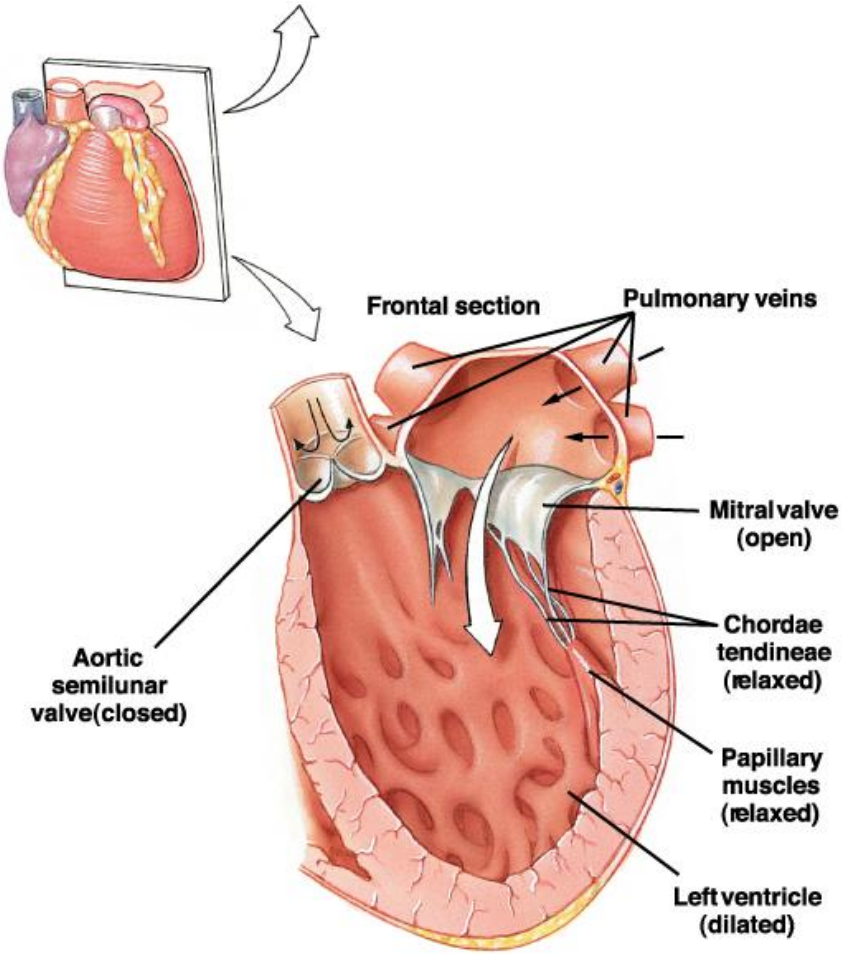
✅ ماذا يعني وضع الصمامات هذا؟
إذا كانت:
•AV valves مفتوحة (Mitral + Tricuspid)
•Semilunar valves مغلقة (Aortic + Pulmonary)
فهذا يحدث فقط عندما:

✅ البطينان في حالة ارتخاء (Diastole)
✓ لأن ضغط البطين منخفض جدًا
✓ وبالتالي يسمح للدم بالدخول من الأذين إلى البطين
✓ وفي نفس الوقت لا يمكن للدم الرجوع من الشريان إلى البطين → لذلك تبقى الصمامات شبه الهلالية مغلقة



Importance of Chordae Tendineae





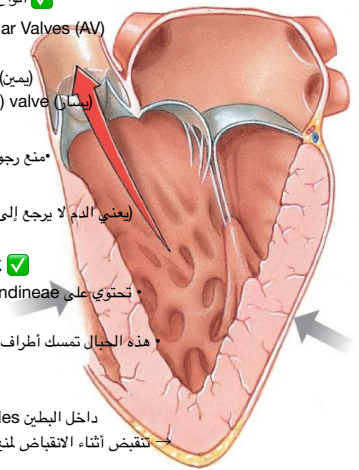
Functional Anatomy of the Heart Valves

- Function is to prevent backflow
  - Atrioventricular Valves (Tricuspid and Mitral)
    - Prevent backflow to the atria
    - Prolapse is prevented by the chordae tendineae
      - Tensioned by the papillary muscles
  - Semilunar Valves (Aortic and Pulmonary)
    - Prevent backflow into ventricles

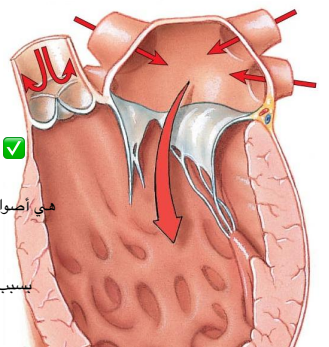
✅ الوظيفة الأساسية للصمامات
الهدف الرئيسي للصمامات هو:
منع رجوع الدم (Prevent backflow)
حتى يبقى اتجاه الدم دائمًا في اتجاه واحد فقط.

✅ أنواع الصمامات ووظائفها

1 Atrioventricular Valves (AV)
تشمل:
•Tricuspid valve (يمين)
•Mitral (Bicuspid) valve (يسار)
✅ وظيفتها:
•منع رجوع الدم من البطين → إلى الأذين
(يعني الدم لا يرجع إلى الخلف أثناء انقباض البطين).
✅ كيف تمنع رجوع الدم؟
• تحتوي على Chordae tendineae (حبال ليفية)
• هذه الحبال تمسك أطراف الصمام وتمنع انقلابه (prolapse)
✅ من يشد الحبال؟
• Papillary muscles داخل البطين
→ تنقبض أثناء الانقباض لمنع الصمام من الانقلاب



2 Semilunar Valves
تشمل:
•Aortic valve
•Pulmonary valve
✅ وظيفتها:
•منع رجوع الدم من الشريان → إلى البطين
لا تحتوي على chordae tendineae.



- Abnormal heart sounds, called murmurs, can indicate valve dysfunction. For example, aortic regurgitation, mitral regurgitation, or other forms of valvular insufficiency.
- Murmurs can occur when blood flows backward through a valve, such as from the ventricle back into the atrium, producing an abnormal turbulent sound.

✅ أصوات القلب غير الطبيعية (Murmurs)
✅ ما هي؟
هي أصوات غير طبيعية ناتجة عن مرور الدم بشكل مضطرب (Turbulent flow).
✅ لماذا تحدث؟
بسبب تسريب الصمام (regurgitation) مثل:
•Aortic regurgitation
•Mitral regurgitation
أو أي خلل في إغلاق الصمام.
✅ متى تُسمع؟
عندما يرجع الدم باتجاه خاطئ، مثلاً:
•من البطين → إلى الأذين
وهذا ينتج صوت نفخة (Murmur).

✅ الخلاصة السريعة

نوع الصمام	موقعه	وظيفته	كيف يمنع الرجوع؟
AV valves	بين الأذين والبطين	يمنع رجوع الدم إلى الأذين	Chordae + Papillary muscles
Semilunar valves	بين البطين والشريان	يمنع رجوع الدم إلى البطين	يعتمد على الضغط فقط

Movement of blood in the heart

According to the direction of blood flow through the heart:

- Blood enters the right atrium from the superior vena cava (SVC) and inferior vena cava (IVC).
- When the right atrium contracts, blood flows through the tricuspid valve into the right ventricle.
- From the right ventricle, blood is pumped through the pulmonary valve into the pulmonary artery, which carries it to the lungs for oxygenation.

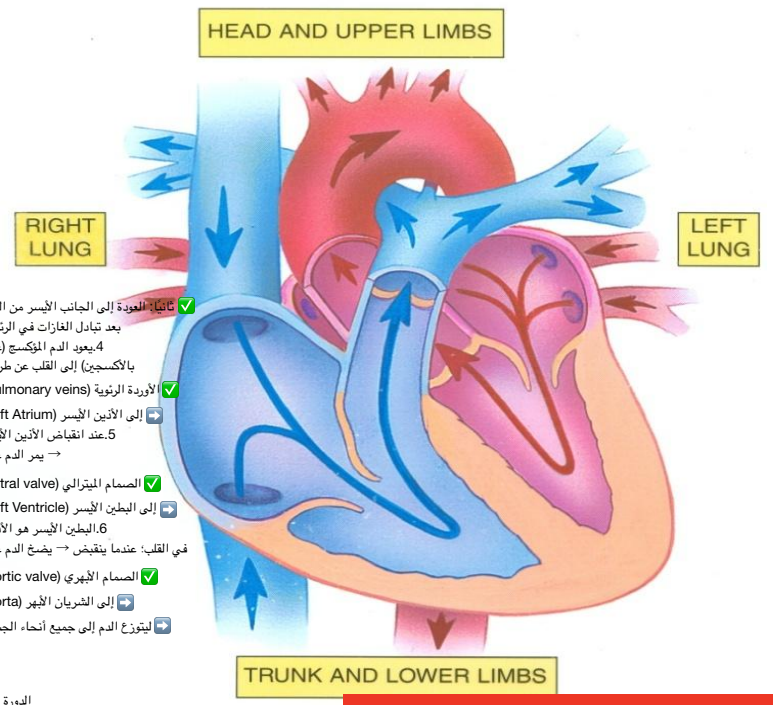
After gas exchange in the lungs, oxygenated blood returns to the left atrium via the pulmonary veins, then passes through the mitral valve into the left ventricle. The left ventricle pumps blood through the aortic valve into the aorta, which distributes it to the rest of the body.

So, the body has two main circulations:

- **Pulmonary circulation** – also called the lesser circulation because it is short and limited to the pathway between the heart and the lungs.
- **Systemic circulation** – also called the greater circulation because it delivers blood to nearly all body tissues.

أولًا: دخول الدم إلى الجانب الأيمن من القلب
1.الدم غير المؤكسج (فيه CO_2) يرجع إلى القلب من الجسم عن طريق:
- SVC: من الجزء العلوي للجسم
- IVC: من الجزء السفلي للجسم

يدخل الأذين الأيمن (Right Atrium)
2.عندما ينقبض الأذين الأيمن ← يمر الدم عبر:
الصمام ثلاثي الشرفات (Tricuspid valve) ✅
إلى البطين الأيمن (Right Ventricle) ➡️
3.عندما ينقبض البطين الأيمن ← يضخ الدم عبر:
الصمام الرئوي (Pulmonary valve) ✅
إلى الشريان الرئوي (Pulmonary artery) ➡️
ثم يذهب الدم إلى الرئتين لتتم عملية الأكسجة



ثانيًا: العودة إلى الجانب الأيسر من القلب ✅
بعد تبادل الغازات في الرئتين:
4.يعود الدم المؤكسج (غني بالأكسجين) إلى القلب عن طريق:
الأوردة الرئوية (Pulmonary veins) ✅
إلى الأذين الأيسر (Left Atrium) ➡️
5.عند انقباض الأذين الأيسر ← يمر الدم عبر:
الصمام الميترالي (Mitral valve) ✅
إلى البطين الأيسر (Left Ventricle) ➡️
6.البطين الأيسر هو الأقوى في القلب؛ عندما ينقبض ← يضخ الدم عبر:
الصمام الأبهري (Aortic valve) ✅
إلى الشريان الأبهر (Aorta) ➡️
ليتوزع الدم إلى جميع أنحاء الجسم.

الدورتان الدمويتان (Circulations) ✅

1 Pulmonary Circulation – الدورة الدموية الصغرى
- من القلب ← إلى الرئتين ← رجوعًا إلى القلب
- وظيفتها: أكسجة الدم
Lesser Circulation تُسمى لذلك ← قصيرة ✅

2 Systemic Circulation – الدورة الدموية الكبرى
- من القلب ← إلى جميع أنسجة الجسم ← رجوعًا إلى القلب
- وظيفتها: إيصال الأكسجين والغذاء لكل الخلايا
Greater Circulation تُسمى لذلك ← طويلة ✅

Blood Flow: Path of Blood Through Heart, Fig# 20.

خلاصة بسيطة جدًا ✅

✅ Right side = Receives deoxygenated blood → sends to lungs

✅ Left side = Receives oxygenated blood → sends to body

❤️ Right = Low pressure

❤️ Left = High pressure

PHYSIOLOGY QUIZ

LECTURE 1

External Resources

رسالة من الفريق العلمي

Additional sources:

1. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Unit III, Ch9

Scan the QR code or click it for FEEDBACK

Corrections from previous versions:

Versions	Slide # and Place of Error	Before Correction	After Correction
V0 → V1			
V1 → V2			