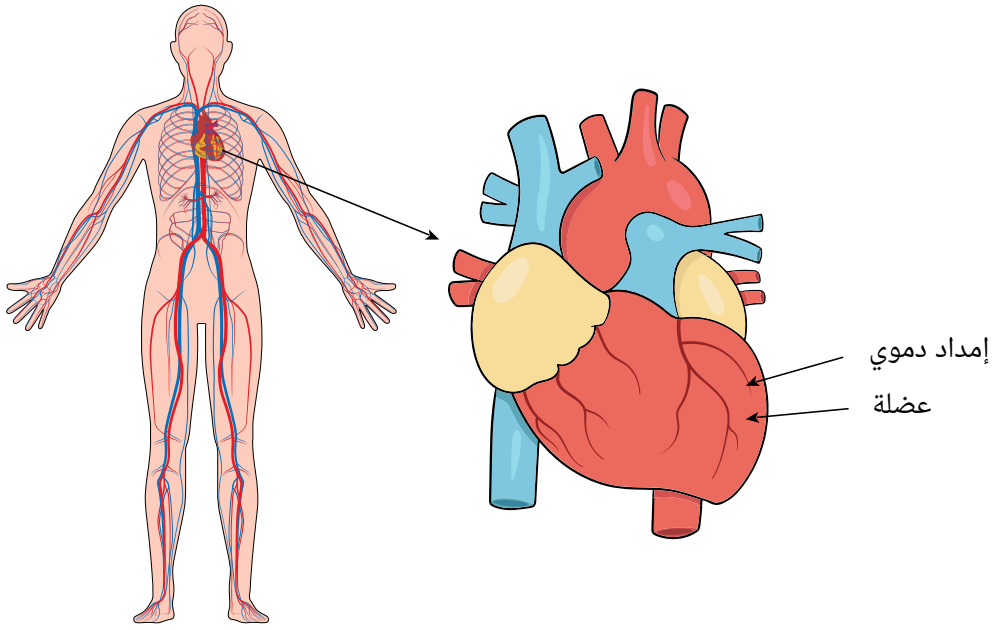
# شارح: القلب

في هذا الشارح، سوف نتعلَّم كيف نَصِف التركيب الأساسي للقلب، ونشرح كيف تكيَّف القلب لأداء وظيفته.

ينبض القلب أكثر من 3 مليار مرة طوال حياة الشخص العادي. يضخ هذا العضو الحيوي، الذي يعمل بقوة، أكثر من 2 000 جالون أو 7 500 لتر من الدم في اليوم. يحمل الدم المُغذِّيات الأساسية والغازات والأيونات والخلايا والنواقل الكيميائية والسوائل والفضلات، وأكثر من ذلك، إلى جميع أجزاء الجسم. ويمكن أن يؤدي فشل القلب في أداء وظيفته أداءً مستمرًّا دون خلل إلى سرعة الإصابة بمرض خطير أو الوفاة.

القلب أحد مُكوِّنات الجهاز الدوري. وكما نرى في الشكل 1، فهو يستقر بالقرب من منتصف التجويف الصدري، بين الرئتين، وهو مُحاط بغشاء وقائي متين يُطلَق عليه «التأمور». إن القلب ينبض أو ينقبض؛ وهي خاصية تعمل على دفع الدم عبر شبكة هائلة من الأوعية الدموية تُشكِّل باقي الجهاز الدوري. أما القلب نفسه فهو عضو مُعقَّد. أغلب القلب يتكوَّن من نسيج عضلي متخصِّص يُطلَق عليه «العضلة القلبية». تتغذَّى هذه العضلة بواسطة الشرايين التي توفِّر إمدادًا ثابتًا من الدم الغني بالأكسجين والمُغذِّيات. وتتحوَّل هذه المُغذِّيات إلى طاقة تُمكِّن القلب من الاستمرار في الانقباض.




**الشكل ١:** مخطط للجهاز الدوري يوضِّح التركيب الخارجي للقلب عن قرب.

### مثال ١: تحديد النسيج الأساسي لجدران القلب

ما نوع النسيج الجسدي الذي تتكوَّن منه جدران القلب بشكل أساسي؟

**الحل**

القلب عضوٌ في الجهاز الدوري. وهو مسئول عن الانقباض المنتظم أو الضخ. وتعمل هذه الخاصية على دفع الدم في الأوعية الدموية التي تنقله إلى جميع أجزاء الجسم. هناك أربعة أنواع رئيسية من الأنسجة في جسم الإنسان. وهذه الأنسجة هي: النسيج العصبي، والنسيج الضام، والنسيج الطلائي، والنسيج العضلي. يعمل النسيج العصبي على نقل السيالات العصبية من مكان إلى آخر لتسهيل التواصل السريع في جميع أنحاء الجسم. ويربط النسيج الضام بين تراكيب الجسم، ويدعمها، ويحميها. ويُبطِّن النسيج الطلائي أسطح الأعضاء وتراكيب الجسم. ويعمل النسيج العضلي على توليد القوة التي تسبِّب الحركة. نحن نعلم أن الوظيفة الرئيسية للقلب تتمثَّل في ضخ الدم. نعلم أيضًا أن هذا يحدث عن طريق الانقباض أو الخفقان، وهو ما يُولِّد القوة التي تُحرِّك الدم عبر الأوعية الدموية.

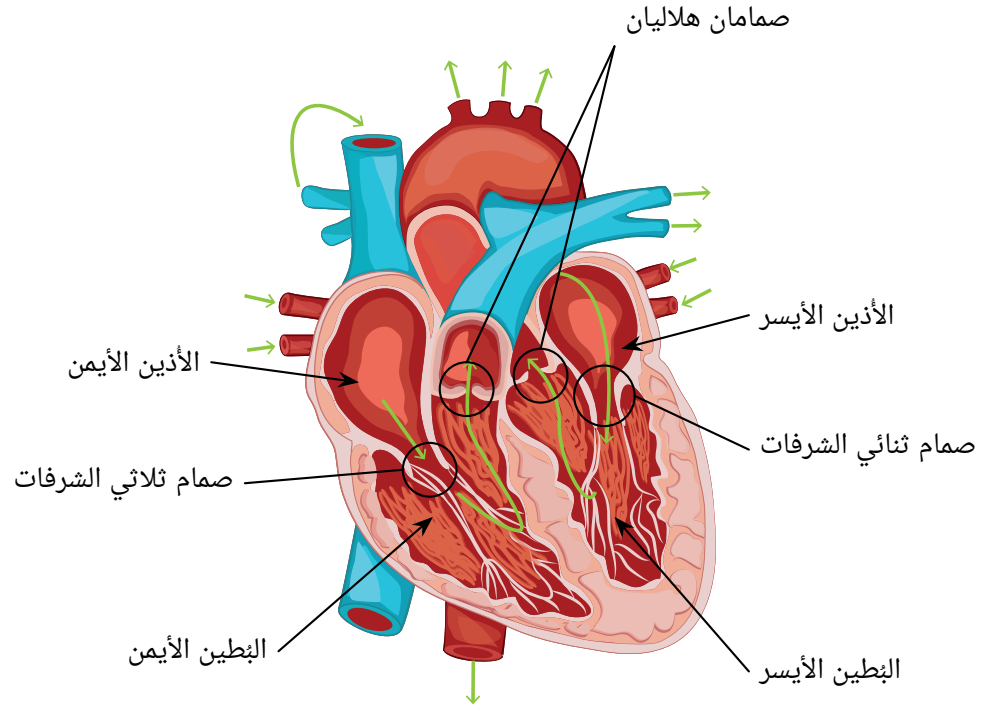
باستخدام هذه المعلومات، يمكننا استنتاج أن جدران القلب تتكوَّن من نسيج عضلي.
ينقسم التركيب الداخلي للقلب إلى أربع حجرات. فهناك أُذينان وبُطينان. الأُذينان عبارة عن حجرتين مرنتين بجدران رقيقة تستقبلان الدم عند دخوله إلى القلب. يُعَد الأذين مدخل الدم إلى القلب. أما البُطينان فهما عبارة عن حجرتين بجدران عضلية سميكة تضخان الدم إلى خارج القلب بعد مروره عبر الأُذين. ونظرًا لأن القلب مُقسَّم إلى جانب أيسر وجانب أيمن، فإننا نُطلِق على الحجرات الأربع: الأُذين الأيسر، والأُذين الأيمن، والبُطين الأيسر، والبُطين الأيمن.
يحتوي القلب أيضًا على أربعة صمامات. الصمامات عبارة عن تراكيب خاصة تمنع الدم من التدفُّق إلى الخلف. تعمل الصمامات على التأكد من أن الدم مُستمر في التدفق في الاتجاه الصحيح. هناك صمام عند مدخل ومخرج كل بُطين. ويُطلَق على الصمامين اللذين يخرج من خلالهما الدم من القلب الصمامان «الهلاليان». الصمام الذي يدخل من خلاله الدم إلى البُطين الأيسر يُطلَق عليه الصمام «الثنائي الشرفات» (أو الصمام المترالي)؛ لأنه يحتوي على شرفتين، والصمام الذي يدخل من خلاله الدم إلى البُطين الأيمن يُطلَق عليه الصمام «الثلاثي الشرفات»؛ لأنه يحتوي على ثلاث شرفات. تتصل شرفات الصمامين بأوتار داخل البُطينين كالآتي: وتران للصمام الثنائي الشرفات، و3 أوتار للصمام الثلاثي الشرفات. تمنع هذه الأوتار انقلاب الصمامات عكس اتجاهها.

### تعريف: الأُذين

الأُذين عبارة عن حجرة في القلب لها جدران مرنة ورقيقة، يستقبل الدم عند دخوله إلى القلب.

### تعريف: البُطين

البُطين عبارة عن حجرة في القلب لها جدران عضلية سميكة، يضخ الدم إلى خارج القلب.
في الأشكال التوضيحية، مثل الشكل 2، يظهر الجانب الأيمن للقلب في الجانب الأيسر من الشكل، ويوجد الجانب الأيسر للقلب في الجانب الأيمن من الشكل. وهذا لأن القلب موضَّح كما لو أنه داخل صدر شخص يواجهك.

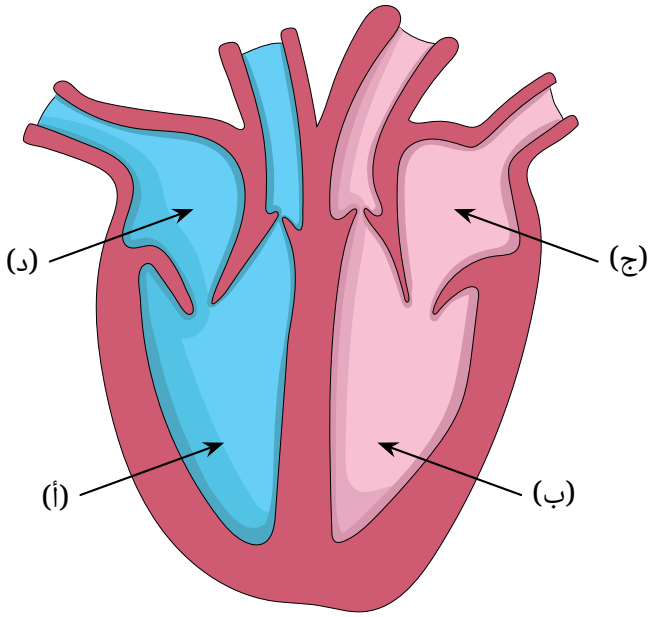



**الشكل ٢:** شكل يوضِّح التركيب الداخلي للقلب. ينقسم القلب إلى 4 حجرات وله 4 صمامات.

### مثال ٢: تحديد حجرات القلب على الشكل

يوضِّح الشكل الآتي مقطعًا عرضيًّا في قلب الإنسان.

حدِّد الحجرات التي تُشير إليها الحروف (أ)، (ب)، (ج)، (د).



**الحل**

ينقسم القلب إلى جانبين أيسر وأيمن. الجانبان الظاهران على ورقة هما عكس ما قد نتوقَّعه؛ لأنهما مرسومان كما لو أن شخصًا يواجهك من الصفحة. لذلك، فإن الحجرتين (أ)، (د) تُشكِّلان الجانب الأيمن للقلب، وتُشكِّل الحجرتان (ب)، (ج) جانبه الأيسر. ثمة نوعان من الحجرات في القلب. فهناك أُذينان رقيقان ومرنان. يستقبل الأُذينان الدم عند دخوله إلى القلب. وهناك أيضًا بُطينان لهما جدار عضلي سميك. يضخ البُطينان الدم إلى خارج القلب. يوجد الأُذينان بالقرب من الجزء العلوي للقلب، ويوجد البُطينان بالقرب من جزئه السفلي.

هذا يُخبرنا بأن الحجرات المُشار إليها هي كالآتي:

أ: البُطين الأيمن

ب: البُطين الأيسر

ج: الأُذين الأيسر

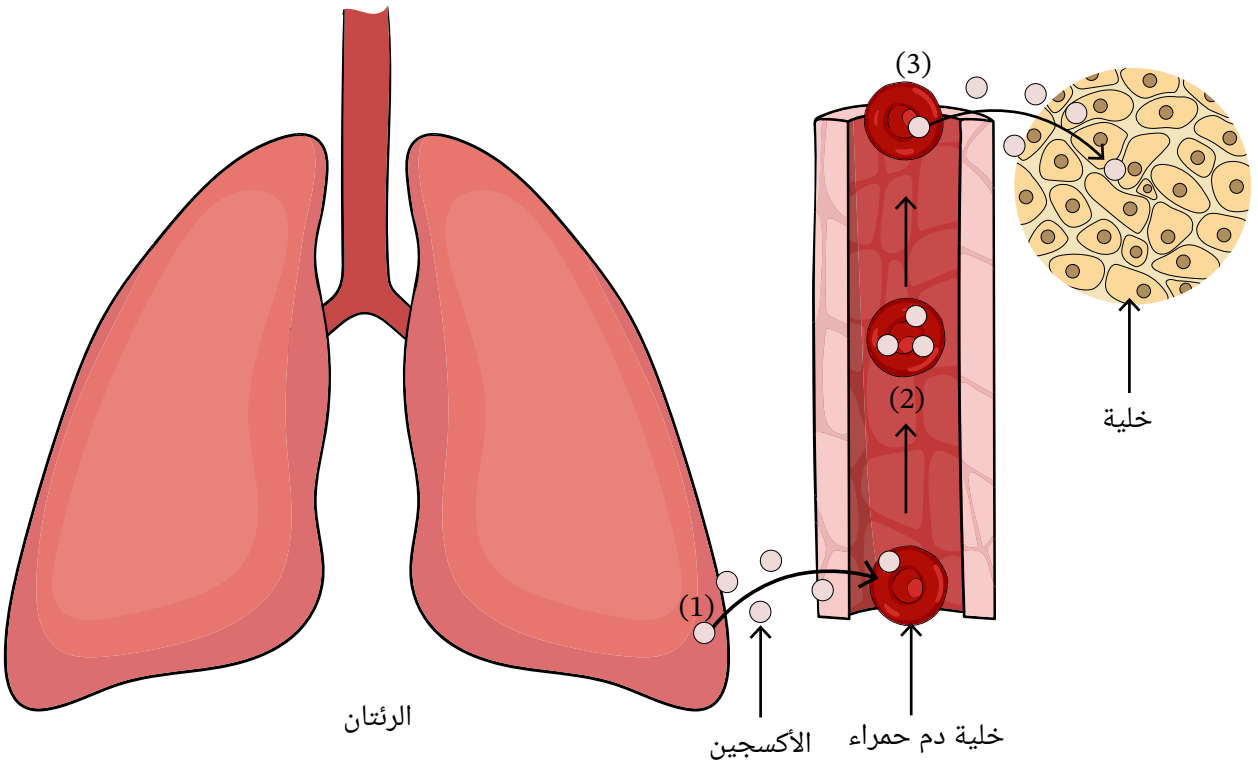
د: الأُذين الأيمن
نلاحظ أن الجانب الأيمن للقلب يُشار إليه باللون الأزرق، والجانب الأيسر يُشار إليه باللون الأحمر. وهما اللونان المستخدَمان لوصف الدم المؤكسج وغير المؤكسج. وكما نعلم، فإن الدم لا يكون لونه أزرق أبدًا! الدم غير المؤكسج يكون لونه أحمر داكن، أما الدم المؤكسج فيميل إلى اللون الأحمر الفاتح. يرجع اللون الأحمر الفاتح للدم إلى اتحاد الأكسجين مع ذرات الحديد التي توجد في جزيء معيَّن في الدم يُطلَق عليه الهيموجلوبين.
يَضخ القلب الدم الغني بالأكسجين، الذي يُطلَق عليه «المؤكسج»، إلى أنسجة الجسم؛ حيث يُنقَل الأكسجين إلى الخلايا التي تحتاج إليه. ثُم يُطلَق على الدم بعد ذلك «غير المؤكسج»؛ حيث أُزيل معظم الأكسجين. يَضخ القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين؛ حيث يمتص الأكسجين من الهواء الذي نستنشقه، كما هو موضَّح في الشكل 3. وهناك، يعود الدم غير المؤكسج مؤكسجًا مرةً أخرى.

**تعريف: المؤكسج**

يَصِف مصطلح «المؤكسج» الدم الذي يحتوي على تركيز عالٍ من الأكسجين.

**تعريف: غير المؤكسج**

يَصِف مصطلح «غير المؤكسج» الدم الذي يحتوي على تركيز منخفض من الأكسجين.




**الشكل ٣:** شكل يوضِّح كيف ينتقل الدم إلى الرئتين، ويمتص الأكسجين (1)، ويُصبح مؤكسجًا (2)، ثم ينتقل إلى الخلايا حيث يُطلِق الأكسجين ويُصبح غير مؤكسج (3).

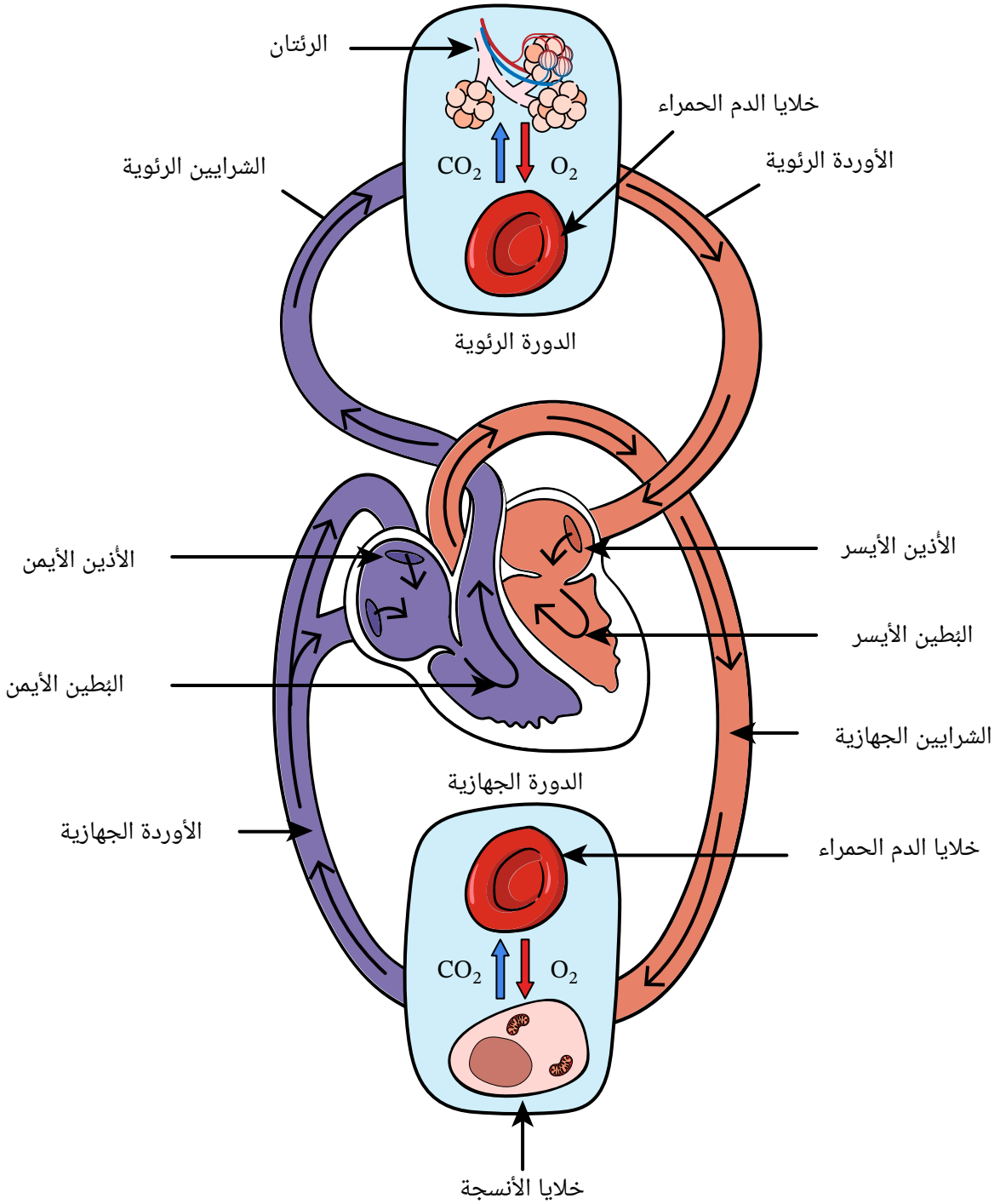
تَستخدم الخلايا الأكسجين للحصول على الطاقة من الجلوكوز عن طريق التنفُّس الهوائي. وتتمثَّل إحدى الفضلات الناتجة عن هذا التفاعل في $CO_2$. يُمكن أن تتحد نسبة صغيرة من $CO_2$ الناتج من الخلايا مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، وتخرج غالبيته من خلايا الدم الحمراء في صورة أيونات بيكربونات إلى البلازما، وهو السائل الذي يحتوي على خلايا الدم ويُشكِّله. ومن ثَمَّ، ينقُل الدم غير المؤكسج الذي يُضَخ عن طريق الجانب الأيمن للقلب البيكربونات، وينقُل $CO_2$ إلى الرئتين حيث يخرجان في صورة زفير.
من خلال النظر إلى الشكل 2، يمكننا أيضًا القول إن الدم الموجود في القلب لا يمر بين الجانب الأيسر والجانب الأيمن. في الواقع، يعمل جانبا القلب الأيسر والأيمن باعتبارهما مضختين متوازيتين. يَضخ الجانب الأيمن للقلب الدم غير المؤكسج من أنسجة الجسم إلى الرئتين ليُصبح مؤكسجًا. ويَضخ الجانب الأيسر للقلب الدم المؤكسج من الرئتين إلى أنسجة الجسم حيث يُصبح غير مؤكسج. وفي بعض الأحيان، نُشير إلى المسار من القلب إلى الرئتين والعودة إليه باسم «الدورة الرئوية». فكلمة «رئوي» تعني «الرئتين». ويُعرَف المسار من القلب إلى الجسم والعودة إليه باسم «الدورة الجهازية»؛ لأنها تُغذِّي أجهزة الجسم. وُضِّحت هاتان الدورتان في الشكل 4.

### تعريف: رئوي

يعني مصطلح «رئوي» ما يتعلَّق بالرئتين أو ما يُشير إليهما.

### تعريف: جهازي

يعني مصطلح «جهازي» ما يتعلَّق بأنسجة الجسم وأعضائه.

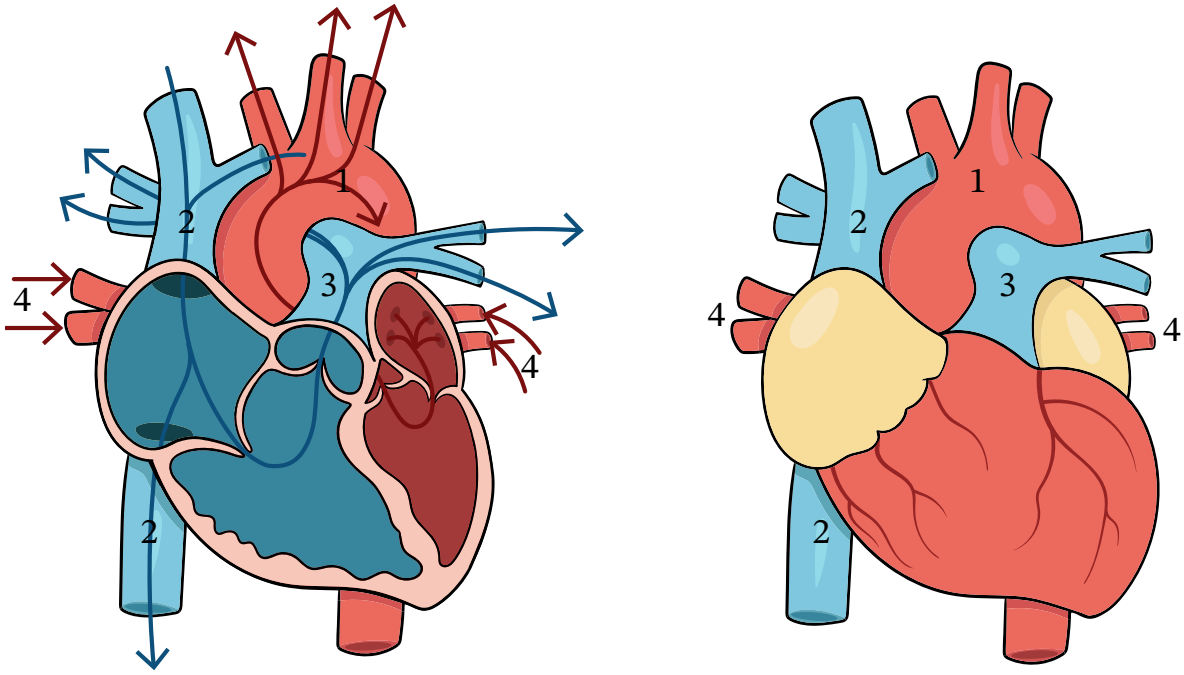



**الشكل ٤:** شكل يوضِّح كيف ينتقل الدم في الدورة الرئوية من القلب إلى الرئتين ثم يعود إلى القلب مرَّة أخرى؛ وكيف يتدفَّق الدم في الدورة الجهازية من القلب إلى خلايا الجسم ثم يعود إلى القلب مرَّة أخرى.

يرتبط القلب ببقية الجهاز الدوري من خلال أربعة أوعية دموية رئيسية.

- الشريان الأورطي هو الوعاء الدموي المُقوَّس الموجود في الجزء العلوي للقلب. وهو ينقُل الدم من البُطين الأيسر إلى الشرايين التي تُزوِّد أنسجة الجسم بالدم المؤكسج.
- الوريد الأجوف عبارة عن زوج من الأوعية الدموية الكبيرة الموجهة رأسيًّا على الجانب الأيمن للقلب. وهو يجمع الدم غير المؤكسج من أوردة الجسم وينقُله إلى الأذين الأيمن.

- الشرايين الرئوية عبارة عن مجموعة من الأوعية الدموية على شكل حرف T توجد بالقرب من الجزء الأمامي للقلب. وهي تحمل الدم غير المؤكسج من البُطين الأيمن إلى الرئتين.
- الأوردة الرئوية عبارة عن مجموعة من الأوعية الدموية الصغيرة توجد في اتجاه الجزء الخلفي للقلب. وهي تنقل الدم المؤكسج من الرئتين إلى الأذين الأيسر.



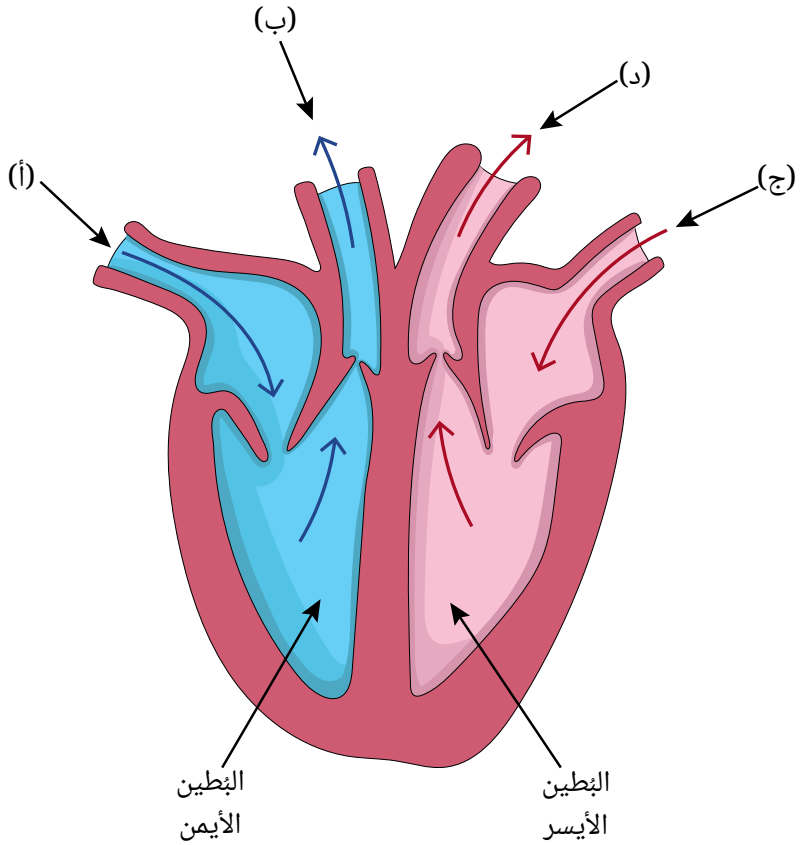

(1) الشريان الأورطي
(2) الوريد الأجوف
(3) الشرايين الرئوية
(4) الأوردة الرئوية

**الشكل ٥:** شكل يوضِّح منظرًا داخليًا وآخر خارجيًا للقلب مع الإشارة إلى الأوعية الدموية الرئيسية التي يدخل من خلالها الدم إلى حجرات القلب ويخرج منها.

### مثال ٣: تحديد الأوعية الدموية المتصلة بالقلب على الشكل

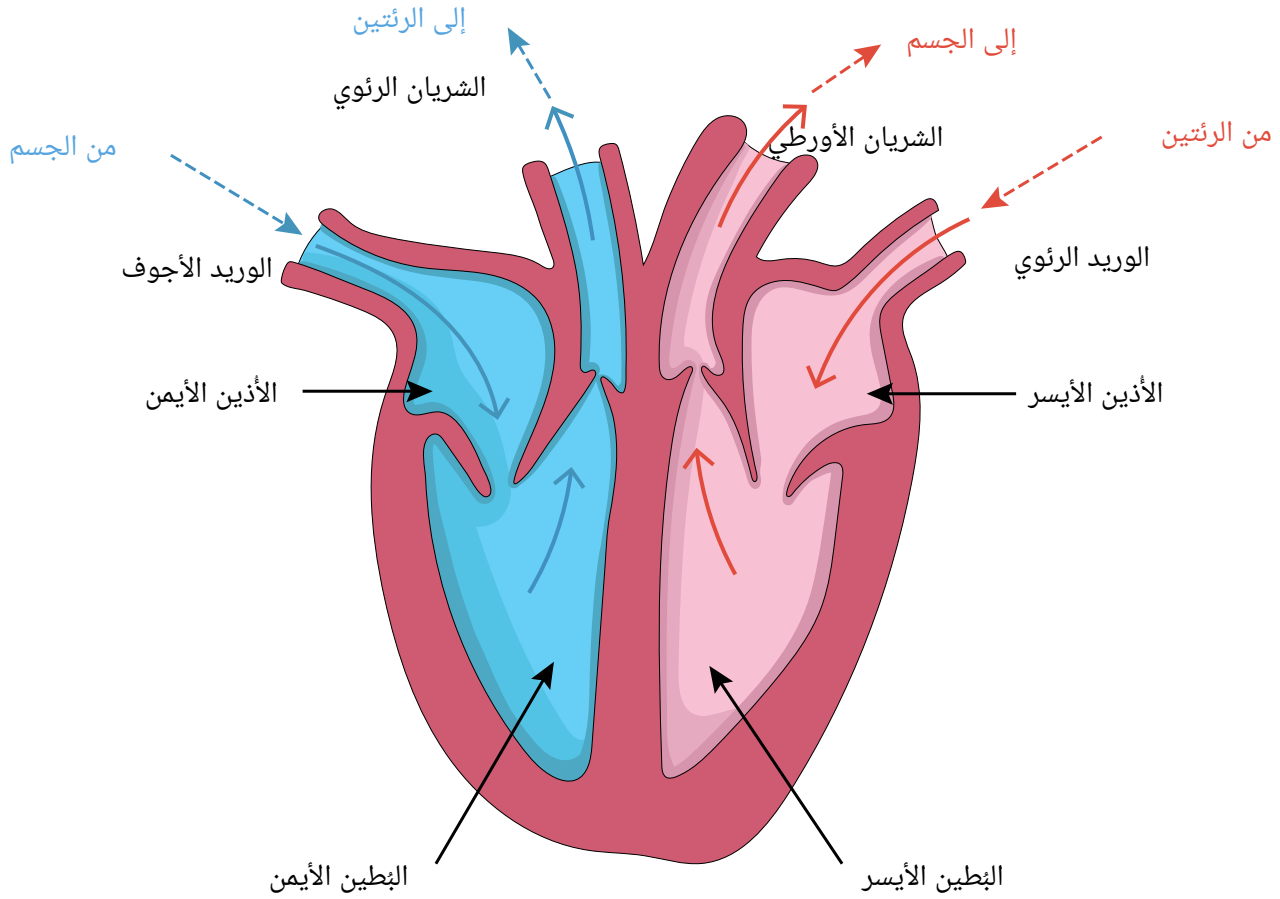
يوضِّح الشكل مخططًا أساسيًا للقلب، تُشير الأسهم إلى الأوعية الدموية الرئيسية.

اذكر الأوعية الدموية المُشار إليها بالحروف (أ)، (ب)، (ج)، (د).




**الحل**

يتكوَّن القلب من 4 حجرات تعمل باعتبارها مضختين متوازيتين. الجانب الأيمن للقلب يضخ الدم إلى الرئتين. الجانب الأيسر للقلب يضخ الدم إلى الجسم. تستقبل الحجرتان العلويتان الموجودتان في كل جانب؛ الأُذينان، الدم عند دخوله إلى القلب وتمرِّرانه إلى البُطينين. وتقوم الحجرتان السفليتان؛ البُطينان، الموجودتان في كل جانب من القلب، اللتان لهما جدار عضلي سميك، بدفع الدم إلى خارج القلب عبر الأوعية الدموية المتفرِّعة التي تُكوِّن الجهاز الدوري. في الجانب الأيمن، يدخل الدم إلى القلب عبر الوريد الأجوف، ثم يخرج من القلب عبر الشرايين الرئوية. أما في الجانب الأيسر للقلب، فيدخل الدم إلى القلب عبر الأوردة الرئوية، ثم يخرج منه عبر الشريان الأورطي.




هذا يعني أن الأوعية الدموية المُشار إليها هي كالآتي:

أ: الوريد الأجوف

ب: الشريان الرئوي

ج: الوريد الرئوي

د: الشريان الأورطي

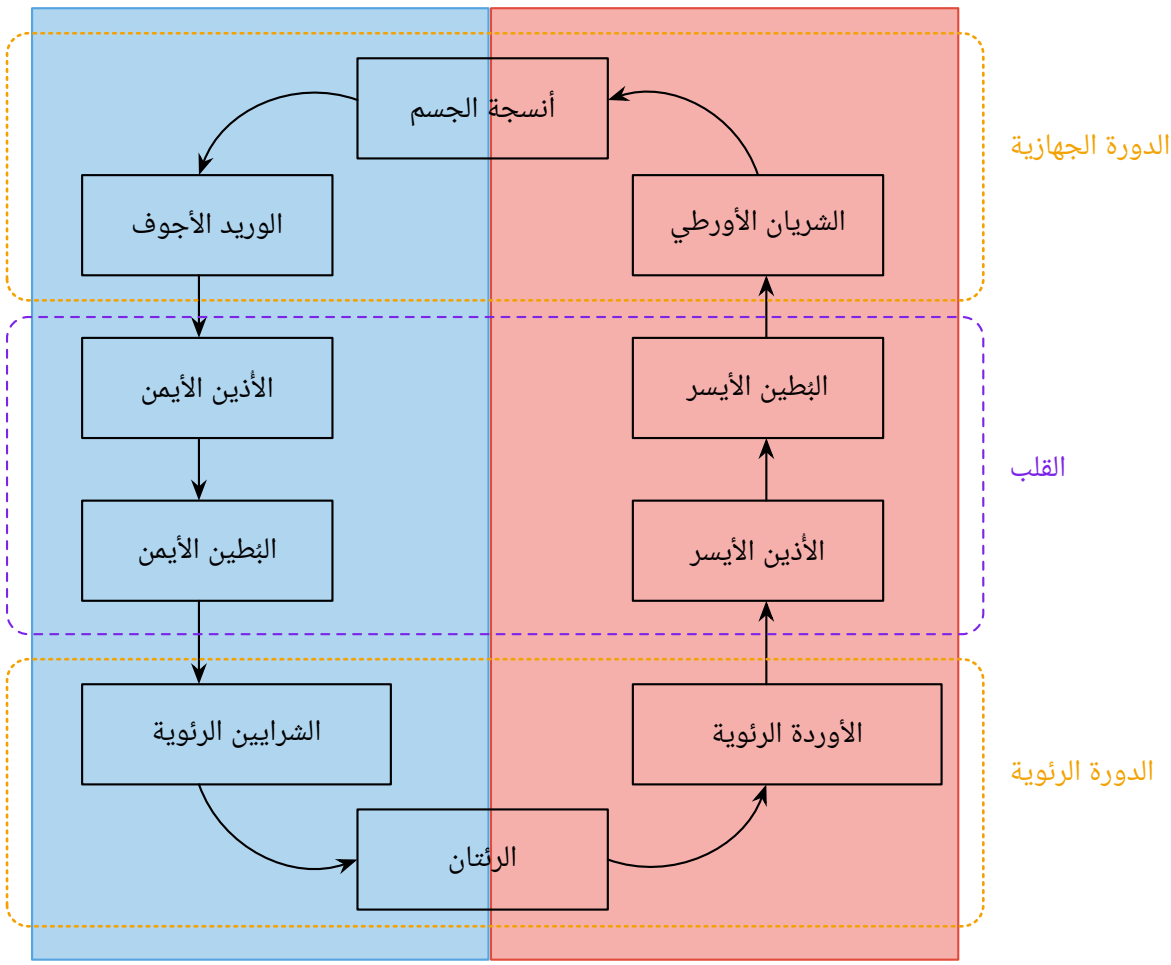
إذا فحصنا الدورة الجهازية فقط، فقد نستنتج أن الشرايين تنقل دائمًا الدم المؤكسج، وأن الأوردة تنقل دائمًا الدم غير المؤكسج. ومع هذا، الأمر ليس كذلك عادةً. في الدورة الرئوية، تنقل الأوردة الدم المؤكسج، أما الشرايين فتنقُل الدم غير المؤكسج. وهذا لأن الشرايين هي الأوعية الدموية التي تنقل الدم بعيدًا عن القلب، بغض النظر عن مستوى الأكسجين في الدم داخلها، ولأن الأوردة هي الأوعية الدموية التي تنقل الدم باتجاه القلب.

**تعريف: الوريد**

الوريد عبارة عن وعاء دموي ينقل الدم باتجاه القلب.

### تعريف: الشريان

الشريان عبارة عن وعاء دموي ينقل الدم بعيدًا عن القلب.
هيا نتخيَّل مسار خلية دم حمراء واحدة منذ لحظة دخولها إلى القلب في الأذين الأيسر. بعد ذلك، ستتحرَّك عبر صمام إلى داخل البُطين الأيسر. وبعدها تُضَخ عبر صمام آخر إلى داخل الشريان الأورطي. تلتقي خلية الدم بفروعٍ تؤدي إلى شرايين أصغر فأصغر حتى تفرِّغ الأكسجين الذي تحمله في أنسجة الجسم. تدخل خلية الدم الحمراء التي أصبحت الآن غير مؤكسجة إلى أوردة أكبر فأكبر إلى أن تمر عبر الوريد الأجوف إلى داخل الأذين الأيمن. ومن الأذين الأيمن ستُدفَع خلية الدم عبر صمام إلى داخل البُطين الأيمن، الذي سيضخها عبر صمام آخر إلى داخل شريان رئوي. يتفرَّع الشريان الرئوي إلى أوعية أصغر فأصغر تؤدي إلى إحدى الرئتين. حينها ستَمتص خلية الدم الأكسجين الموجود في الرئة، لتعود مؤكسجة مرةً أخرى. ثم تُدفَع خلية الدم إلى أوعية أكبر فأكبر إلى أن تصل إلى الأوردة الرئوية وتدخل إلى القلب من خلال الأُذين الأيسر مجددًا. المسار الذي يسلكه الدم عبر القلب وفي أنحاء الجسم موضَّح في المخطط الانسيابي في الشكل 6. تمر خلية الدم عبر هذا المسار بأكمله في نحو دقيقة واحدة في المتوسط.




**الشكل ٦:** مخطط انسيابي يوضِّح مسار الدم في أنحاء الجهاز الدوري.

بعد ذلك، هيا نتعلَّم كيف نحسب الناتج القلبي للقلب.
الناتج القلبي هو مقياس حجم الدم الذي يمكن للقلب ضخه في دقيقة واحدة. وهو يُستخدَم لقياس أداء القلب. لكي نحسب الناتج القلبي، سنحتاج إلى قيمتين. سيتعيَّن علينا معرفة مُعدَّل ضربات القلب، أو مدى سرعة نبضات القلب. كما نحتاج إلى معرفة حجم النفضة، أو مقدار الدم الذي يضخه القلب في ضربة واحدة. ويُحسَب الناتج القلبي عن طريق ضرب مُعدَّل ضربات القلب في حجم النفضة. المعادلة مكتوبة في مربع المعادلة الآتي.

### معادلة: الناتج القلبي

الناتج القلبي = مُعدَّل ضربات القلب × حجم النفضة.

### كيفية حساب الناتج القلبي

لكي نحسب الناتج القلبي، يجب أن يتوافر لدينا مُعدَّل ضربات القلب وحجم النفضة للمريض.

يقيس الناتج القلبي، الذي يُرمز إليه بالحرفين CO، أو في بعض الأحيان بالمُتغيِّر $Q$، حجم الدم الذي يضخه القلب في دقيقة واحدة.

يقيس مُعدَّل ضربات القلب، الذي يُرمز إليه بالحرفين HR، عدد مرات ضربات القلب في دقيقة واحدة.

يقيس حجم النفضة، الذي يُرمز إليه بالحرفين SV، حجم الدم الذي يضخه القلب في ضربة واحدة.

بعد ذلك، نُطبِّق القيم المُعطاة على المعادلة:

$$\text{CO} = \text{HR} \times \text{SV}.$$

على سبيل المثال، بالنسبة إلى مُعدَّل ضربات القلب الذي يبلغ 70 bpm، أو ضربة لكل دقيقة، وحجم نفضته يبلغ 0.17 لتر لكل ضربة، ستكون العمليات الحسابية كالآتي:

$$\text{CO} = 70 \frac{\text{ضربة}}{\text{دقيقة}} \times 0.17 \frac{\text{لتر}}{\text{ضربة}}.$$

تُحذَف وحدة ضربة كالآتي:

$$\text{CO} = 70 \frac{\cancel{\text{ضربة}}}{\text{دقيقة}} \times 0.17 \frac{\text{لتر}}{\cancel{\text{ضربة}}}.$$

نضرب القيمتين كالآتي:

$$\text{CO} = 11.9 \frac{\text{لتر}}{\text{دقيقة}}.$$

### تعريف: الناتج القلبي

الناتج القلبي هو مقياس لحجم الدم الذي يضخه القلب في دقيقة واحدة.

### تعريف: حجم النفضة

حجم النفضة هو مقياس لحجم الدم الذي يضخه الدم في ضربة واحدة.

### تعريف: مُعدَّل ضربات القلب (bpm)

مُعدَّل ضربات القلب هو مقياس عدد مرات ضربات القلب في دقيقة واحدة.

### مثال ٤: حساب الناتج القلبي من حجم النفضة ومُعدَّل ضربات القلب

احسب الناتج القلبي بوحدة $\text{cm}^3/\text{min}$ لقلبٍ حجم نفضته 80 سنتيمترًا مكعبًا لكل ضربة، ومُعدَّل ضرباته 70 bpm، لأقرب عدد صحيح.

**الحل**

الناتج القلبي هو مقياس لحجم الدم الذي يضخه القلب في دقيقة واحدة. ولكي نحسب الناتج القلبي، نضرب مُعدَّل ضربات القلب في حجم النفضة. يقيس مُعدَّل ضربات القلب عدد مرات ضربات القلب في دقيقة واحدة. ويقيس حجم النفضة حجم الدم الذي يضخه القلب خلال ضربة واحدة.

ستبدو الصيغة هكذا:

الناتج القلبي (CO) = مُعدَّل ضربات القلب (HR) × حجم النفضة (SV).

يمكننا التعويض بالقيمتين المُعطاتين في السؤال للحصول على هذه المعادلة:

$$\text{CO} = 70 \frac{\text{ضربة}}{\text{دقيقة}} \times 80 \frac{\text{cm}^3}{\text{ضربة}}.$$

بإكمال العمليات الحسابية، يمكننا استنتاج الآتي:

$$\text{CO} = 5\,600 \frac{\text{cm}^3}{\text{دقيقة}}.$$

القلب هو أحد أهم الأعضاء في جسم الإنسان. للقلب وظيفة حيوية يؤديها بمفرده طوال عمر الإنسان. تكيَّف القلب لأداء هذه الوظيفة خصوصًا. إن الحفاظ على صحة القلب أمر ضروري حتى نتمكَّن من عيش حياة طويلة وصحية.
نراجع ما تعلَّمناه عن القلب في هذا الشارح.

### النقاط الرئيسية

- يتكوَّن القلب من أربع حجرات: بُطينين وأُذينين.
- الصمامات في القلب تمنع الدم من التدفق إلى الخلف.
- الأوعية الدموية الرئيسية الأربعة المتصلة بالقلب هي: الشريان الأورطي، والوريد الأجوف، والأوردة الرئوية، والشرايين الرئوية.

- ينتقل الدم عبر الجهاز الدوري في دورتين هما: الدورة الرئوية حيث يُضَخ الدم إلى الرئتين، والدورة الجهازية حيث يُضَخ الدم إلى بقية أجزاء الجسم.
-

الناتج القلبي = مُعدَّل ضربات القلب × حجم النفضة.