# الجهاز الدوري Circulatory system

يتكون الجهاز الدوري من القلب والأوعية الدموية والدم :

**القلب (Heart):** عضو عضلي يعتبر مركز الجهاز الوعائي بانقباضاته يتوزع الدم وتكون عضلاته ذاتية الانقباض يتحكم فيه الجهاز العصبي والهرموني لكي يتولد عن ذلك ضغط الدم (Blood pressure)

**الأوعية الدموية (Blood Vessels) :** وتشمل :

الشرايين (Arteries) تنقل الدم من القلب لبقية اعضاء الجسم

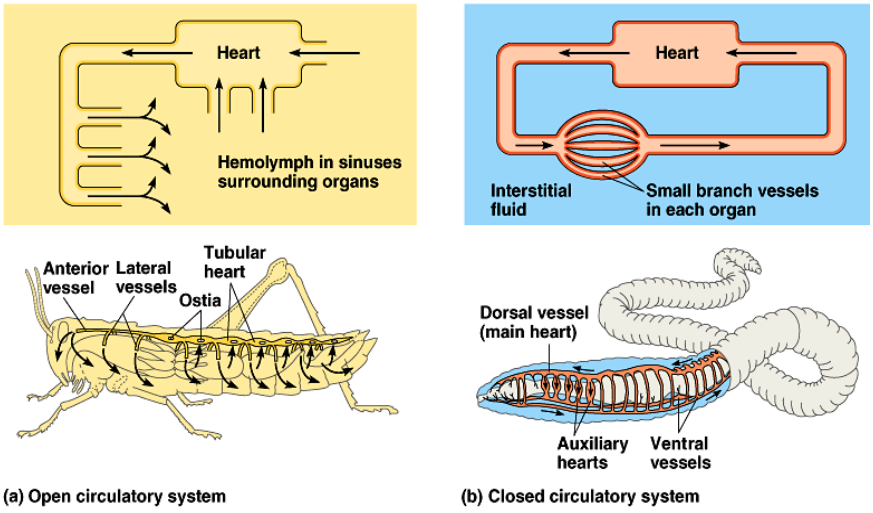
الأوردة (veins) تنقل الدم من اعضاء الجسم الى القلب

والشعيرات الدموية (Blood capillaries) والتي تكون شبكة من الشعيرات الدموية لتوصيل الدم من والى الخلايا في الأعضاء المختلفة للجسم.

**الدم** : وهو السائل الذي يدور في الأوعية الدموية والقلب ويحتوى جميع انواع خلايا الدم والبلازما وبروتينات الدم المجودة في الأوعية الدموية

**الدورات الدموية في الكائنات الشعب الحيوانية :**

يفتقر عدد كبير من كائنات الشعب الحيوانية الدورة الدموية فهي معدومة في الأوليات والإسفنجيات والجفمعويات والديدان المفلطحة والديدان الإسطوانية اما الديدان الحلقية فلها جهاز دوران جيد ( لكن لا يوجد قلب ) وللمفصليات والرخويات أجهزة دوران كاملة . ويبلغ جهاز الدوران اعلى درجات التكامل في الفقاريات.




(a) Open circulatory system (b) Closed circulatory system

والجهاز الدوري في الديدان الحلقية والفقاريات يكون مغلق ( Closed Circulatory System) اى ان الدم يدور ثم يعود عن طريق الاوعية الدموية عن طريق الشعيرات الدموية . وتوجد صمامات (Valves) تجعل الدم يسير في اتجاه واحد .

اما جهاز الدوران في الرخويات والمفصليات فهو مفتوح (Opened Circulatory System ) في هذا النوع لا تتصل الشرايين بالأوردة بواسطة شعيرات دموية وإنما تصب الشرايين في تجاويف بين الأنسجة وتدعى بالجيوب (Sinuses) ذات جدران مؤلفة من طبقة واحدة من الخلايا .

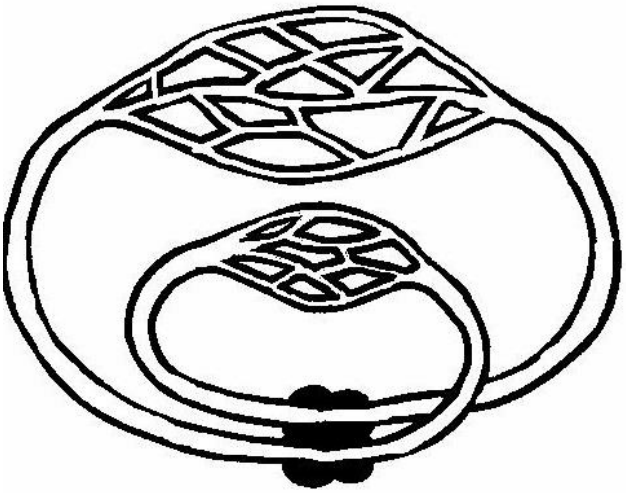
ان الغرض الرئيس من الجهاز الدوري ايصال المواد الغذائية والأكسجين والهرمونات وغيرها للخلايا ونقل ثاني اكسيد الكربون والفضلات من الخلايا الى الجهاز التنفسي والبولي للتخلص منها.

# الجهاز القلبي الوعائي في الثديات Cardiovascular system

## القلب Heart

القلب هو المضخة التي تدفع الدم حول الجسم في الأوعية الدموية في الدورة الدموية. في الأسماك يمر الدم فقط عبر القلب مرة واحدة في طريقه إلى الخياشيم ثم يدور حول باقي الجسم. ومع ذلك ، في الثدييات والطيور التي لها رئتان ، يمر الدم عبر القلب مرتين: مرة في طريقه إلى الرئتين حيث يلتقط الأكسجين ثم يمر عبر القلب مرة أخرى ليتم ضخه في جميع أنحاء الجسم. وبالتالي فإن القلب عبارة عن مضختين منفصلتين جنبًا إلى جنب (كما في المخطط).

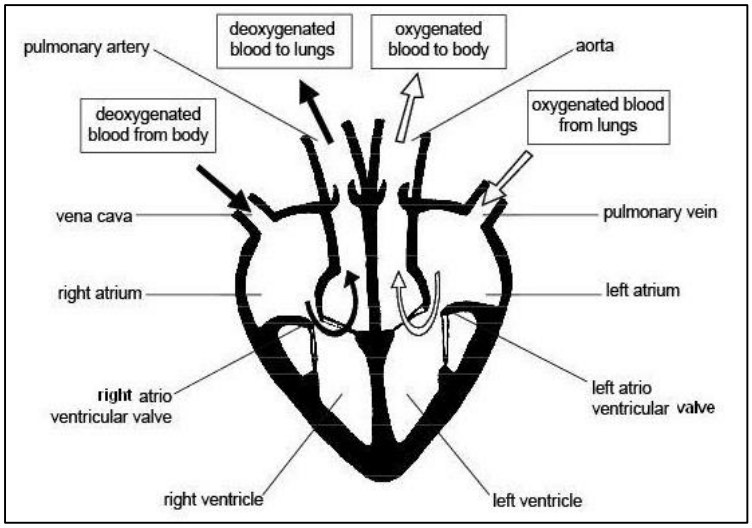
يقع القلب في الصدر بين الرئتين ومحمي بواسطة القفص الصدري. في بعض الحيوانات يتم إزاحتها قليلاً إلى الجانب الأيسر. يغطيها غشاء صلب يسمى غشاء التامور Pericardium . هناك مسافة ضيقة بين التامور والقلب مملوءة بسائل يعمل كمواد تشحيم والذي يساعد في منع الإحتكاك القلب بالغشاء التاموري.

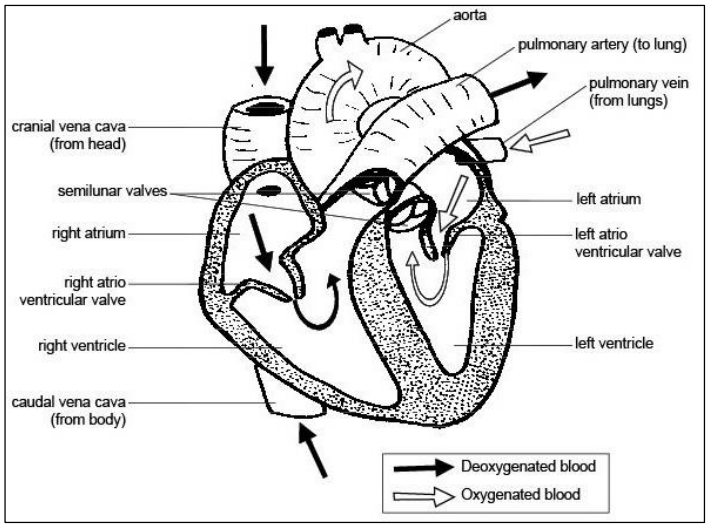


الدورة الدموية المزدوجة المغلقة للثدييات

قلب الثدييات عبارة عن كيس مجوف مصنوع من عضلة القلب. ينقسم التجويف داخل القلب إلى 4 حجرات. الحجرات الموجودة على الجانب الأيمن منفصلة تمامًا عن الحجرات الموجودة على الجانب الأيسر. الحجرتان العلويتان رقيقتان الجدران وتسمان الأذينين ( atria or auricles). الغرفتان السفليتان سميكة الجدران وتسمى البطينين ventricles

يتدفق الدم عبر القلب بطريقة واحدة. يتلقى الأذين الأيمن الدم غير المؤكسج من الجسم عبر أكبر وريد في الجسم يسمى الوريد الأجوف vena cava. يضخ تقلص الأذين الدم إلى البطين الأيمن ثم إلى الرئتين عبر الشريان الرئوي pulmonary artery. يتأكسد الدم في الرئتين ثم يعود إلى القلب ويدخل الأذين الأيسر عبر الوريد الرئويpulmonary vein . يضخ تقلص الأذين الأيسر الدم في البطين الأيسر ، ثم يضخه إلى الجسم عبر الشريان الابهر aorta (انظر الرسمين). عادة ما يكون جدار البطين الأيسر أكثر سمكًا من جدار البطين الأيمن لأنه يضطر إلى ضخ الدم إلى نهاية الأصابع وطرف الذيل بينما يضخ البطين الأيمن الدم إلى الرئتين المجاورتين.

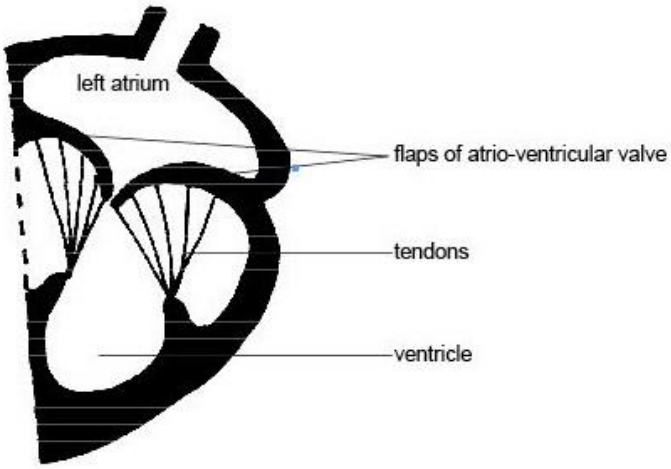


## صمامات القلب Valves

الصمامات عبارة عن لوحات من الأنسجة توقف تدفق الدم للخلف وبالتالي تتحكم في اتجاه تدفق الدم في القلب. يوجد نوعان من الصمامات في القلب. النوع الأول هو الصمامات الضخمة بين الأذينين والبطينين ، الصمامات الأذينية البطينية (Atrioventricular Valves) التي تمنع الدم في البطينين من التدفق مرة أخرى إلى الأذينين. الصمام بين كل من الأذين والبطين الأيمن له ثلاث شرفات (Tricuspid valve) اما بين الأذين الأيسر والبطين اليسر فله شرفتان او صفيحتان (Bicuspid). يتم توصيل اللوحات الخاصة بهذه الصمامات بجدران البطينين بواسطة الأوتار. هذه تجعلها تبدو إلى حد ما مثل المظلات . ويفصل بين الأذينين الغشاء الفاصل بين الأذينين(inter atrial septum) وبين البطينين الغشاء الفاصل بين البطينين ( Intreventricular septum) وجدار الأذينين ارفع من البطينين.

كما توجد صمامات بين القلب والأوعية الدموية المتصلة به كالصمامات شبه الهلالية (Semilunar valves) الواقعة في بداية الأبهر (Aorta) يقع بين البطين الأيسر والأبهر، وصمام الشريان الرئوي يقع بينه وبين البطين الأيمن والتي تمنع رجوع الدم عكس اتجاهه.




الصمامات الأذينية البطينية أو المظلة

(جـ) (ب) ( أ )

منظر توضيحي علوي يبين اشكال صمامات القلب

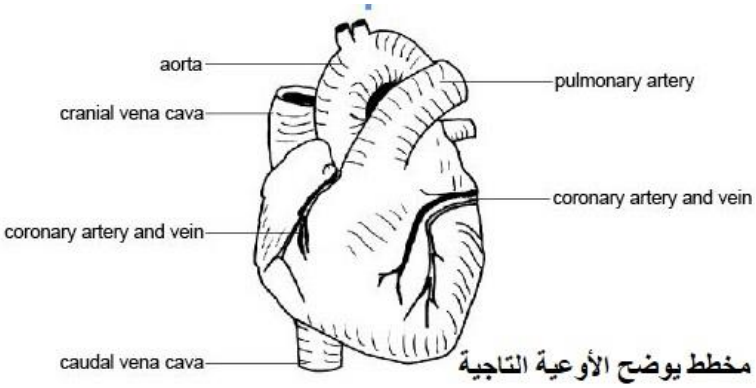
(أ) الصمام ذو الشرفتين (ب) الصمام ذو الثلاث شرف (جـ)الصمام شبه الهلالي

## عضلات القلب Cardiac Muscle

تتكون جدران القلب من عضلة القلب ، وهي نوع خاص من العضلات يوجد فقط في القلب. تشكل خلايا عضلة القلب شبكة متفرعة من الألياف المنفصلة وإعادة الالتحام والتي تسمح للنبضات العصبية بالانتقال عبر الأنسجة. تحتاج عضلة القلب إلى الكثير من الطاقة لتعمل ، لذا فهي مزودة جيدًا بالميتوكوندريا وتتطلب إمدادات جيدة من الأكسجين. يتم توفير ذلك عن طريق الشرايين التاجية coronary arteries

## الأوعية التاجية The Coronary Vessels

على الرغم من مرور الدم المؤكسد عبر بعض غرف القلب ، إلا أنه لا يستطيع إمداد عضلة جدران القلب بالأكسجين والمواد المغذية التي تحتاجها. تقوم بذلك شرايين خاصة تسمى الشرايين التاجية coronary arteries. ينشأ هذان الشريانان من الشريان الأبهر ويتفرعان عبر القلب لتوصيل الأكسجين والمواد المغذية إلى عضلات القلب وتجميع ثاني أكسيد الكربون والفضلات. تعيد الأوردة التاجية الدم إلى الجانب الأيمن من القلب.



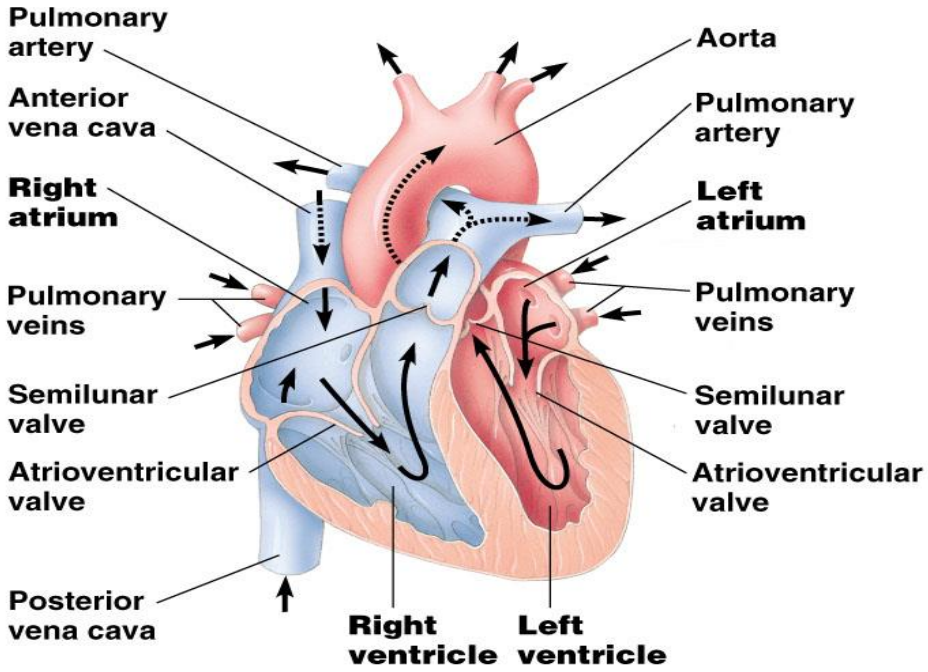
مخطط يوضح الأوعية التاجية

يمكن رؤية بعض هذه الأوعية على السطح الخارجي للقلب. في بعض الأحيان ، تؤدي الرواسب الدهنية الموجودة على الجدار الداخلي للشريان التاجي إلى منع تدفق الدم إلى عضلة القلب. إذا كان الانسداد شديدًا بما يكفي لإتلاف عضلة القلب بسبب نقص إمداد الدم ، فقد ينتج عن ذلك "نوبة قلبية".

## الدورة الدموية داخل القلب

يستلم الأذين الأيمن الدم من جميع أجزاء الجسم ما عدى الرئة عن طريق ثلاثة اوردة جوفاء رئيسية هي : الوريد الاجوف العلوي (Superior vena cava) والذي يجلب الدم من الأجزاء العليا او الامامية للجسم والوريد الأجوف السفلي ( Inferior vena cava) والذي يجلب الدم من اجزاء الجسم الخلفية ثم الجيب التاجي (Coronary sinus) والذي يجلب الدم من الأوعية التي تغذي عضلات القلب .

عندما يمتلئ الأذين الايمن بالدم يندفع الى البطين الأيمن والذي ينقبض ليدفع بالدم الى الرئتين عن طريق الجذع الرئوي (Pulmonary trunk) والذي يتفرع بدورة الى فرعين هما الشريان الرئوي الأيمن والأيسر ( Right and left pulmonary arteries




## الدورة الدموية للقلب

يرجع الدم من الرئتين عن طريق أربعة اورده رئوية تصب في الأذين الأيسر من القلب والذي عند امتلائه ينقبض ليدفع الدم الى البطين الأيسر اسفل منه. وعندما يمتلئ البطين اليسر بالدم فإنه يدفع بالدم الى الجسم عن طريق الأبهر الرئيسي ( Asending aorta) ينقسم الأبهر الرئيسي الى الشرايين التاجية (Coronary arteries) والقوس الأبهري (Aortic arch) والأبهر الصدري (Thoracic aorta) والأبهر البطني (Abdominal aorta) ليمد اعضاء الجسم بما فيها القلب بالدم ما عدى الرئتين.

## الدورة الدموية

يعنى مصطلح الدورة الدموية سريان الدم دخل الأوعية الدموية هناك دورتان رئيسيتا ودورة قصيرة للدم في القلب

**أ- الدورة الدموية الصغرى أو الدورة الرئوية** ( Pulmonary Circulation)

وينتقل فيها الدم غير المؤكسد من القلب الى الرئتين ، ثم يعود كدم مؤكسد من الرئتين الى القلب.

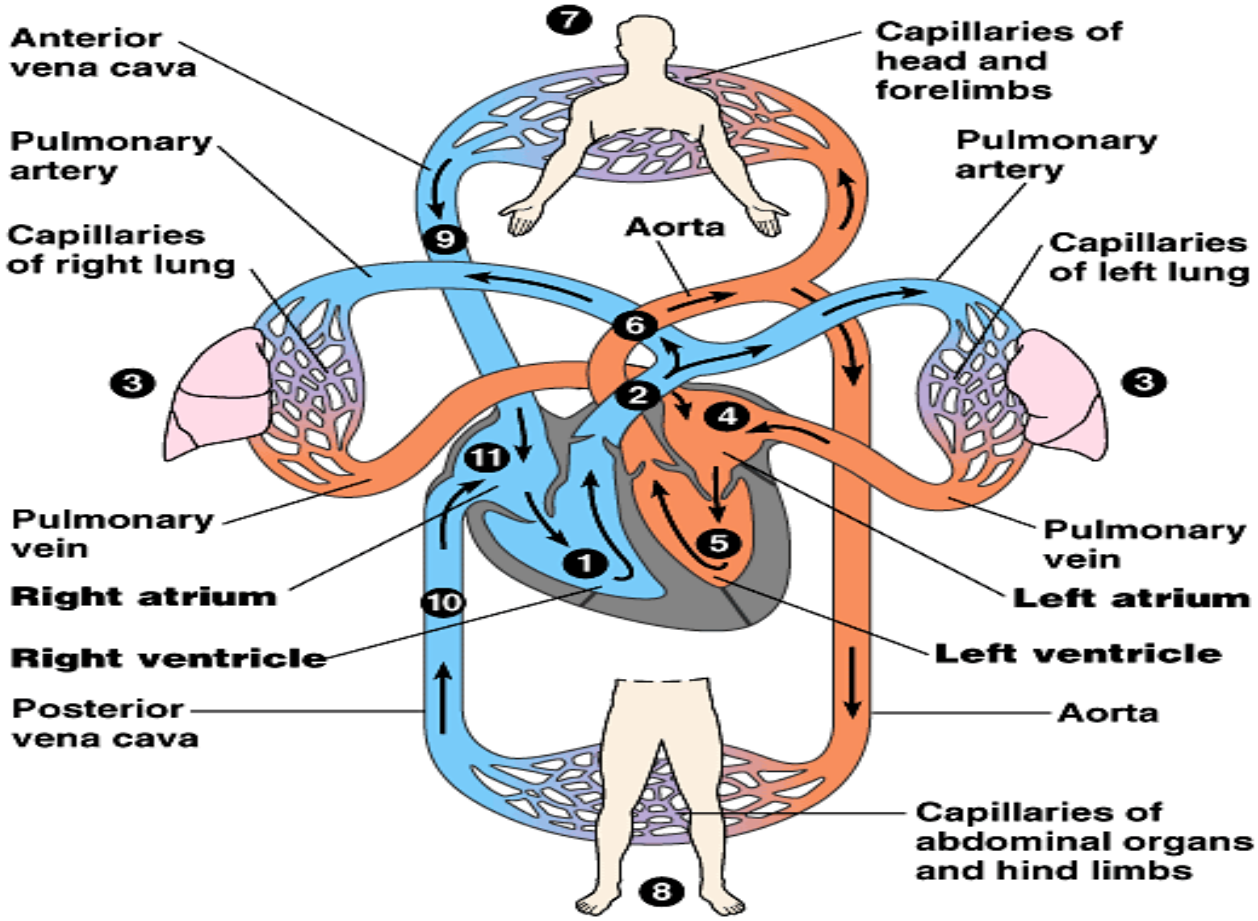
حيث يتدفق الدم الوريدي من البطين الأيمن الى الشريان الرئوي والذي يتفرع داخل الرئتين ثم يتفرع الى شعيرات دموية حول الحويصلات الهوائية داخل كل رئة.حيث يحدث تبادل للغازات حيث ينقل ثاني اكسيد الكربون من الدم الى الحويصلات وينقل الأكسجين الى شعيرات الدم ثم يعود الدم الى الأذين الأيسر للقلب عن طريق الأوردة الرئوية . ثم ينتقل الدم المؤكسد الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر

**ب- الدورة الدموية الكبرى او الدورة الجهازيه ( Systemic circulation)**

حيث ينتقل الدم المحمل بالأكسجين من البطين الأيسر الى جميع اجزاء الجسم عن طريق الشريان أو الأبهر الرئيسي لينقل الدم الى انسجة الجسم (عدى الرئتين ) عبر الشرايين المختلفة ثم يعود الدم الى الأذين الأيمن من جميع اعضاء الجسم عن طريق الأوردة الجوفاء الرئيسية (العلوي والسفلي والتاجي )

**ج- الدورة التاجية (Coronary circulation):**

وهي دورة صغيرة تغذي عضلات القلب بالدم المؤكسد حيث يندفع الدم من البطين الأيسر عبر الابهر الجهازية الذي تتفرع منه الشرايين التاجية الأيمن والأيسر (Right and left coronary Artery) التي تغذي انسجة عضلات القلب ثم يعود الدم من انسجة القلب عن طريق الوريد او الجيب التاجي (Coronary sinus) الى الأذين الأيمن للقلب .




## 2- الأوعية الدموية

**الشريان**

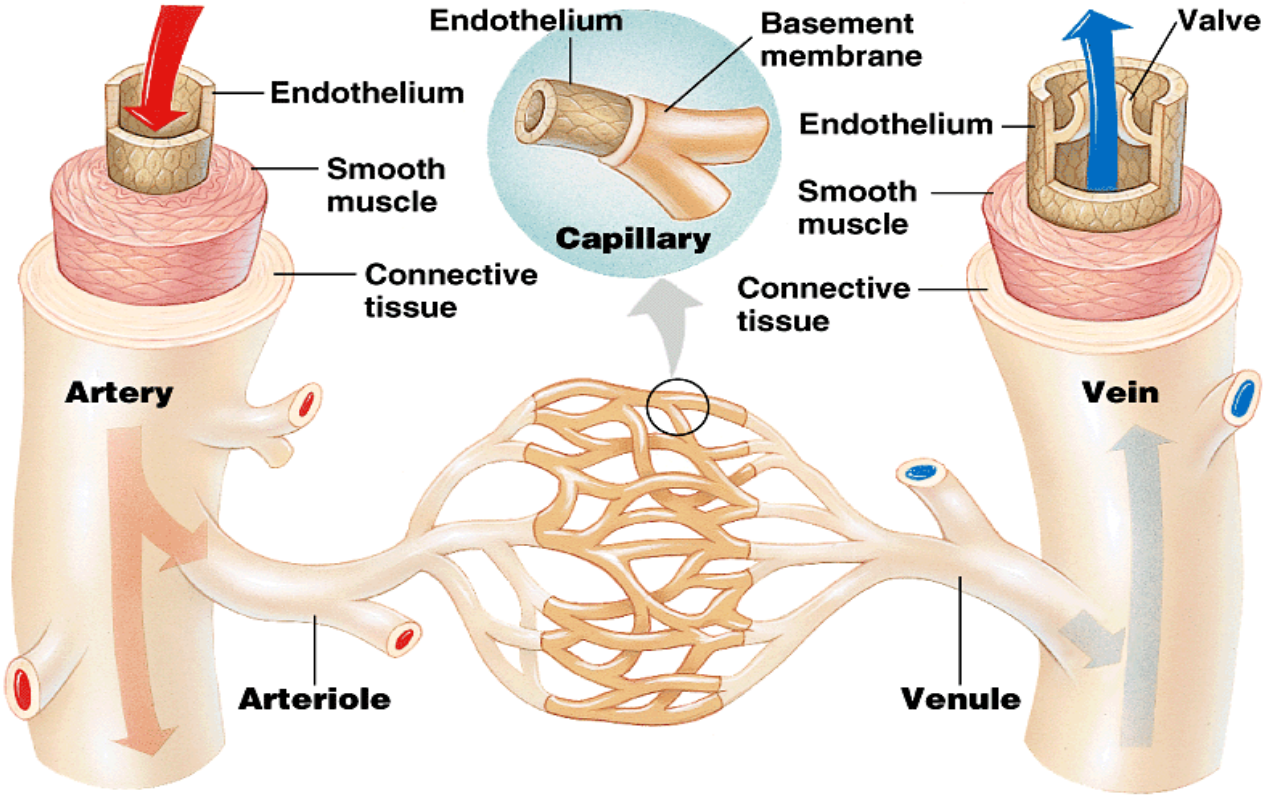
- مرن
- سميك الجدار
- احمر باهت
- يحمل الدم من القلب الى الأنسجة
- يحمل دم مؤكسد (محمل بالأكسجين)
- يكون غائرة في الأنسجة

**الوريد**

- أقل مرونة
- رقيق الجدار
- أحمر داكن
- يحمل الدم من الأنسجة للقلب
- يحمل دم غير مؤكسد(محمل بـ $CO_2$)
- يكون قريب من سطح الأنسجة

## الشعيرات الدموية : Blood Capillaries

وهي ارق من الأوعية الدموية (فقط تمرر كرية دم حمراء) وهي التي تصل بين الشرايين والاوردة يتم من خلالها تبادل المواد الغذائية والغازات (CO2,O) بين الدم وخلايا الجسم




### خواص الدم :

- يختلف حجم الدم لكل كائن حي حسب العمر والجنس بإختلاف الظروف البيئية والفسيولوجية ويترواح بين 6-9% من وزن الجسم .
- تحتوى الدورة الدموية على 50% من كمية الدم والباقي في الكبد 20 % والطحال 20 % والجلد (10%).
- في الإنسان ( وزنه 70كجم) 5 لترات.
- الأس الهيدروجيني للدم : (pH) يتراوح بين( 7.4- 7.35 )pH
- كما ان هيموكلوبين الدم وبروتينات بلازما الدم تساعد على حفظ (pH)

## الجهاز الدوري في الطيور: Circulatory system in Birds

تمتلك الطيور جهاز دوري متقدم فقلب الطيور يعمل بكفاءة عالية تناسب حاجة الطائر العالية للأكسجين اثناء التنفس والقلب كبير الحجم نسبيا ومعدل ضرباته سريع ويضخ كمية كبيرة من الدم خلال الدقيقة وذلك مقارنة بالثديات المماثلة لها في الحجم.
وللدم وظائف هامة جدا للدواجن فالدم له وظيفة تنفسية واخراجية وتنظيمية ونقل وظيفة وقائية وكلها وظائف هامة جدا تتداخل مع بعضها ويشترك في ادائها العديد من الاجهزة الاخرى.

### القلب:

يوجد القلب في معظم الطيور في الصدر thorax في اتجاه اليسار قليلا من الخط الوسطي للجسم وغالبا يكون موازي للمحور الطولي للجسم باستثناء أن قمة القلب apex تتجه ناحية اليمين. وكما هو الحال في الثدييات يحاط القلب بكيس التامور pericardial sac ويتكون القلب من أربعة حجرات هي الأذينين two atria والبطينين two ventricles وعادة يكون الأذين الأيمن أكبر حجما من الأذين الأيسر وكما أن البطين الأيسر يصل سمكه إلى حوالي ثلاثة أضعاف سمك البطين الأيمن.
وتفتح الأذينات في البطينات عن طريق فتحات يمكن غلقها بواسطة الصمامات الأذين بطينية Atrioventricular Valves والصمام الأيسر عبارة عن غشاء رقيق ثنائي الشرفات bicuspid كما هو موجود في الثدييات وأما الصمام الأيمن فهو عبارة عن رف عضلي بسيط simple muscular Atrioventricular Valves ينشأ عند قاعدة الشريان الرئوي pulmonary artery ويدعم بواسطة الحواجز العضلية trabecular muscle. وعند انقباض البطين الأيمن يؤدي هذا إلى اندفاع الأجزاء الحرة من الصمام إلى الفتحة الأذين بطينية مما يؤدي إلى غلقها.
يلاحظ أن وزن القلب في الطيور يميل لأن يكون أثقل مما في الثدييات المساوية لها في وزن الجسم وقد لوحظ أيضا أن العوامل البيئية مثل نقص أكسجين الأنسجة hypoxia(في الطيور التي تعيش على ارتفاعات عالية) يزيد من حجم القلب.

### الدورة الدموية Blood Circulation:

تتضمن رحلة الدم في جسم الطيور دورتين: دورة صغرى من القلب (مركز الدورة الدموية) إلى الرئتين وبالعكس وتسمى الدورة الرئوية، ودورة دموية كبري من القلب إلى سائر أجزاء الجسم وبالعكس، وتسمى الدورة الجهازية.كما في الثديات.

## الجهاز الدوري في الاسماك Circulation System of fish

نظراً لمعيشة الأسماك في الماء فيتحور جهازها الدوري لملائمة هذه البيئة، كما تلأمت أجهزتها الأخرى من تنفسية وإخراجية وهضمية، وغيرها من أجهزة وأعضاء وشكل جسم الأسماك. ويتكون الجهاز الدوري من القلب والأوعية الدموية.

### القلب والدورة الدموية:

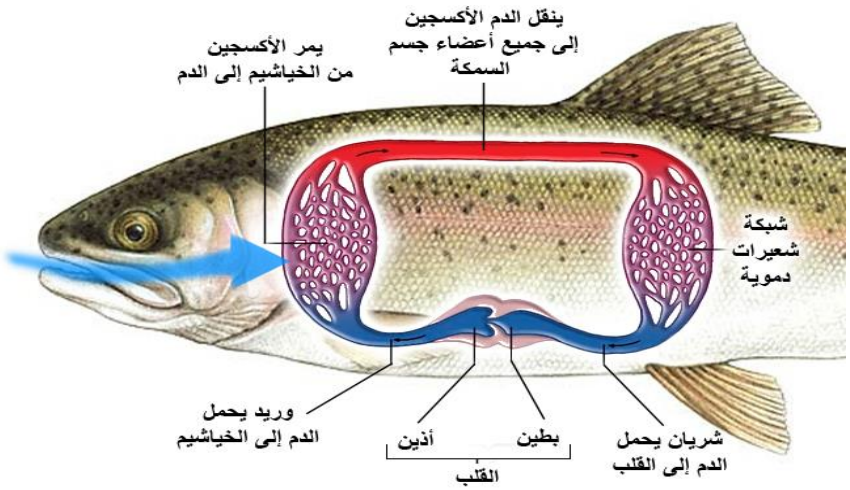
يختلف شكل وتركيب القلب باختلاف الأسماك، فهو في الأسماك العظمية مكون من 3 حجرات هي جيب وريدي وأذين وكلاهما رقيق الجدران ثم بطين مثلث الشكل سميك الجدران أسفل الأذين، بينما في الأسماك الغضروفية يأخذ شكل حرف S ومكون من 4

حجرات (جيب وريدي، آذين، بطين، مخروط شرياني). ويقوم القلب بضخ سائل الدم آو اللمف الدموي في حركة دائرية حاملا معه الأوكسجين (الوارد من الخياشيم) إلى كافة خلايا الجسم في دورة انقباض Contract phase (Systole) ودورة انبساط Relaxation or filling phase (diastole) للتبادل الغازي لطرد ثاني أوكسيد الكربون (الوارد من خلايا الجسم) وحمل الأوكسجين في الخياشيم وأوعيتها الدموية . والدم الوريدي فقير بالأوكسجين يتجه من الجسم إلى الخياشيم مُباشرة ومنها ينساب ثانية إلى الجسم في الدم الشرياني.

**الدم:**

ويختلف كذلك حجم الدم في الأسماك فهو أقل عما للحيوانات الأخرى، فهو للأسماك العظمية حوالي 2-4 مل / 100 جم، وفي الاسمال الغضروفية حوالي 6-8 مل / 100 جم، ويتوقف حجم الدم الخارج من القلب على عمل الجسم، خاصة وأن قلب السمك واقع تحت تأثير الجهاز العصبي الباراسمبثاوي (الطرفي) بينما في الحيوانات الأخرى يتصل القلب بالجهاز العصبي السمبثاوي (المركزي).

ويختلف التركيز الأسموزي لدم السمك طبقا للظروف البيئية المحيطة بالسمك ودرجة أقلمه السمك على هذه الظروف. وفي المتوسط يبلغ التركيز الأسموزي لدم الأسماك العظمية أقل من 200 ملى أوزمول في المياه العذبة وأكثر من 400 ملى أوزمول للأسماك البحرية. وعليه تبلغ درجة تجمد دم السمك - 0.6 م للأسماك العظمية للماء العذب وحوالى - 0.75 م، للأسماك البحرية، وقد تبلغ درجة حرارة المياه القطبية الشمالية -1.6 م وفي المياه القطبية الجنوبية -1.86 م، لذا تتحصن الأسماك برفع تركيزها الأسموزي (لعدم تجمدها) بواسطة محتوى الدم من الجليكوبروتينات.



قلب الاسماك