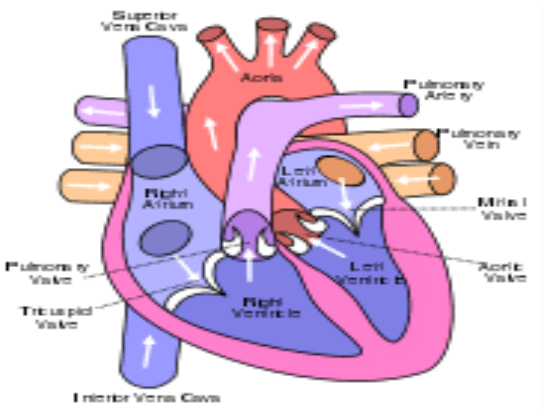
الدوران

-القلب:

يتالف قلب اللبائن من أربع حجرات اثنتان علويتان وتدعى الأذينان واثنتان سفليتان وتدعى البطينان وهي ذات جدار سميكة العضلة، كما أن القلب ينبض 60-80 نبضة في الدقيقة الواحدة في الانسان ، والنبضات عبارة عن التقلص والاسترخاء لعضلة القلب نتيجة التحفيز الكهربائي لعضلة القلب من خلال خلايا متخصصة تدعى منظم الخطى (pacemaker) ينشأ منها تيار كهربائي ينتشر عبر الياف متخصصة الى انحاء القلب. ليتم ضخ حوالي 3-5 لتر من الدم في الدقيقة الواحدة، وتتغذى عضلة القلب من الأوعية الدموية المحاطة بها وأي انسداد بها يؤدي إلى الموت .تشكل العضلة القلبية النسيج الفعال وظيفيا من القلب حيث يؤمن تقلصها انتقال الدم وضخه من القلب إلى باقي الأعضاء مما يجعل القلب محطة الضخ الرئيسية للدم من القلب إلى الاعضاء لتزويدها بالأكسجين المحمل في الدم القادم من الرئتين، من ثم يقوم القلب بضخ الدم القادم من الاعضاء والمحمل بثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين لتنقيته و تحميله من جديد بالأكسجين.

يحتوي القلب على أربعة حجيرات منفصلة تدعى: الأذينين اليمنى واليسرى والبطينين الأيمن والأيسر. تكون جدران الأذينين رقيقة نسبيا لأن طبيعة عملها الأساسي كمستودع للدم ومدخل للبطين فهي لا تقوم بعمل الضخ الأساسي الذي يتكفل به البطين .جدران البطين تكون اسمك لأنه يقوم بعملية الضخ الأساسية في الدوران الرئوي والدوران المحيطي. تنظم حركة الدم في القلب صمامات تشكل بوابات وحيدة الإتجاهات تؤمن انتقال الدم من الأذينة إلى البطين ولا تسمح بالانتقال العكسي، فالتجمع الأساسي للدم الوارد للقلب يحدث في الأذينة اليمنى لينتقل بعد ذلك إلى البطين الأيمن، يقوم البطين الأيمن بضخ الدم للرئتين، يعود الدم بعد تنقيته من الرئتين إلى الأذينة اليسرى، من الأذينة اليسرى ينتقل للبطين الأيسر الذي يضخه بدوره عبر الشريان الأبهر، أو الشريان الرئيسي، إلى باقي الأعضاء.



- 2الأوعية الدموية ، وتتكون من :

ا- الشريان

هو وعاء دموي، ينقل الدم من القلب إلى الأعضاء (كل أجزاء الجسم) وتطلق هذه التسمية على الوعاء الدموي بغضّ النظر عن نسبة إشباعه بالأوكسيجين. إلا أنّ أغلب الشرايين هي الأوعية الغنية بالأوكسيجين. والاستثناء هو للشريان الرئوي الذي ينقل الدم من القلب (بعد دورته في الجسم) إلى الرئتين لإغنائه بالأوكسجين O2 وتخليصه من ثاني أوكسيد الكاربون .CO2 ويرجع لون الدم الأحمر الفاتح في الشرايين إلى وجود الأوكسيجين بها. تستمر الشرايين في التفرع ويقل قطرها لتصبح شرينات .

ب-الاوردة:

هي الأوعية الدموية التي تنقل الدم الذي يحتوى على نسبة منخفضة من الأكسجين وتوصلها إلى القلب. الهيموجلوبين الذي لا يحتوى على الأكسجين في الأوردة يكون لونه مائلا الى الزرقة لذلك تبدو الاوردة بالون الازرق، أما الذي يحتوى على كمية مناسبة من الأكسجين فلونه أحمر فاتحاً. وكما هو الحال في الشرايين فأن الاوردة تستمر في التفرع حتي الوصول الى (الوريدات)

ج-شعيرات دموية، وهي نهايات الشرايين وبدايات الأوردة وتمتاز برقة جدرها ، كي تنفذ خلالها الغازات والمواد المذابة

-3الدم:

الدم عبارة عن نسيج سائل ، من أشكال النسيج الضام يجري داخل الجسم ضمن الأوعية الدموية (الأوردة و الشرايين و الشعيرات الدموية) و يتكون من مادة سائلة (البلازما (Plasma تسبح فيها الكريات الدموية. Blood Corpuscles والتي تشمل خلايا الدم الحمر عديمة النواة وخلايا الدم البيض والصفيحات الدموية.

الدورة الدموية Blood circulation

يتم ضخ الدم المليء بالأكسجين من القلب عبر الشرايين إلى كافة أجزاء الجسم ليصل الأكسجين والغذاء لكل أنسجة الجسم كما يأخذ الدم المواد من الأنسجة ويعود عبر الأوردة إلى الأذين الأيمن ومنه إلى البطين الأيمن ليتم ضخه إلى الرئة عبر الشريانان الرئوي الأيسر والأيمن لتتم تنقيته من غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى وإشباعه بالأكسجين ليرجع الدم عبر الأوردة الرئوية إلى الأذين الأيسر ومنه إلى البطين الأيسر للقلب حيث يتم ضخه مرة أخرى عبر الأبهر ومنه إلى جميع أجزاء الجسم وهكذا نلاحظ ان الدورة الدموية تقسم الى قسمين -1الدورة الدموية الكبرى 2-الدورة الدموية الصغرى.

عند انبساط الأذينين يدخل الدم المحمل بالأكسجين إلى الأذين الأيسر ، ويدخل الدم المحمل بثاني أكسيد الكربون إلى الأذين الأيمن في الوقت نفسه .عند انقباض الأذينين وانبساط البطينين ، ينتقل الدم من كل أذين إلى البطين الذي أسفله. عند انقباض البطينين ، يغلق الصمام بين كل أذين وبطين ، ويندفع الدم المحمل بثاني أكسيد الكربون من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوي الذي يتفرع عند دخوله للرئتين ، حيث يتخلص الدم مما به من ثاني أكسيد الكربون ، ويتزود بالأكسجين. يعود الدم المحمل بالأكسجين إلى الأذين الأيسر عن طريق أوردة رئوية ، ومنه إلى البطين الأيسر. من البطين الأيسر يدفع الدم المحمل بالأكسجين عن طريق الابهر إلى أجزاء الجسم ، ليمد الخلايا بالأكسجين اللازم لاحتراق الغذاء، ويحمل الدم ثاني أكسيد الكربون الناتج عائدًا إلى الأذين الأيمن.

الجهاز الدوري في الطيور Circulatory System in Birds

تتشابه وظائف الجهاز الدوري في كل من الطيور والثدييات إلى حد بعيد، حيث يتكون الجهاز الدوري في الطيور من القلب والشرايين والأوردة والأوعية الليمفاوية والدم.

القلب Heart

قلب الطيور يتكون من أربعة حجرات، أُذين أيمن وبُطين أيمن، أُذين أيسر وبُطين أيسر، الدم الغير مؤكسد يتم استقباله في الأُذين الأيمن ثم يمر بعد ذلك للبُطين الأيمن، مع انقباض عضلة القلب يتم ضخ الدم من البطين الأيمن إلى الرئتين حيث يتم حمل الأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون، ثم ينتقل الدم المؤكسد من الرئتين في طريقه إلى الأُذين الأيسر ثم البُطين الأيسر، وبمجرد انقباض البُطين الأيسر يندفع الدم عبر الجهاز الشرياني في اتجاهه إلى الخلايا المُستهدفة لإعطائها الأكسجين والتقاط ما بها من فضلات تمثيلية ليتم التخلص منها، وعندئذ

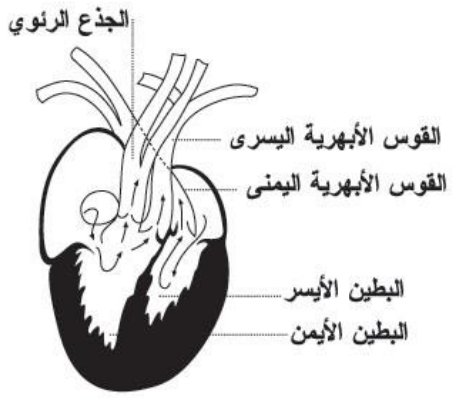
يعود الدم غير المؤكسد مرة أخرى إلى القلب عن طريق الجهاز الوريدي، ثم تُكرر هذه العمليات وهكذا.في حالة زيادة الطلب على كل من الأكسجين والعناصر الغذائية في الدم كما هو الحال في أثناء الطيران، يزداد مُعدل ضربات القلب بشكل كبير والذي قد يصل إلى 5- 14 ضعف مقارنة بمُعدل ضربات القلب في وقت الراحة. ومن الجدير بالذكر فإن مُعدل ضربات القلب يتباين بين أنواع الطيور المختلفة كما في الجدول التالي.

مُعدل ضربات القلب في بعض الطيور.

نوع الطائر	عدد ضربات القلب في الدقيقة
الكناريا	1000
السمان	600-500
الدجاج	475-350
الرومي	275-200
الحمام	220

الزواحف:

يتالف القلب من اذينين وبطينين ، البطينان غير مكتملة الفصل بشكل كامل(عدا التماسيح) ،يخرج الدم من البطين الأيمن، يأخذ الدم إلى الرئتين للتنقية، ثم يعود الدم الى الاذين الايسر ثم البطين. وقد بينت الدراسات الحديثة أنه على الرغم من عدم اكتمال الحاجز البطيني فإن نوعي الدم المؤكسج والدم غير المؤكسج لا يختلطان، بحيث أن الدم المؤكسج ينطلق في الشريان الابهر، والدم الوريدي في الشريان الرئوي للتنقية.



البرمائيات

القلب يتألف من ثلاث حجرات، أذينتين وبطين واحد. يعود الدم الذي تأكسج في الرئتين إلى الأذينة اليسرى عن طريق الوريد الرئوي، بينما ينتقل الدم غير المؤكسج من الجسم إلى الأذينة اليمنى عن طريق الوريدين الأجوفين الأمامي والخلفي. ينقبض الاذينان في الوقت ذاته وينقلان الدم إلى البطين المفرد، الذي بنيت سطوحه الداخلية بحيث تَحُول دون امتزاج الدم إلى حد ما. ويُمنَعُ امتزاج الدم أيضاً لدى مروره من البطين إلى الجيب الشرياني **sinus arteriosus** بوساطة صمام حلزوني يقسم مرور الدم إلى ممرين متميزين. الممر الظهري يقود الدم إلى الشريانين الرئويين الجلديين اللذين يصدران فروعاً إلى الجلد وإلى الرئتين، بينما يأخذ الممر البطني الدم إلى القوسين الأبهريتين والشريانين السباتيين.

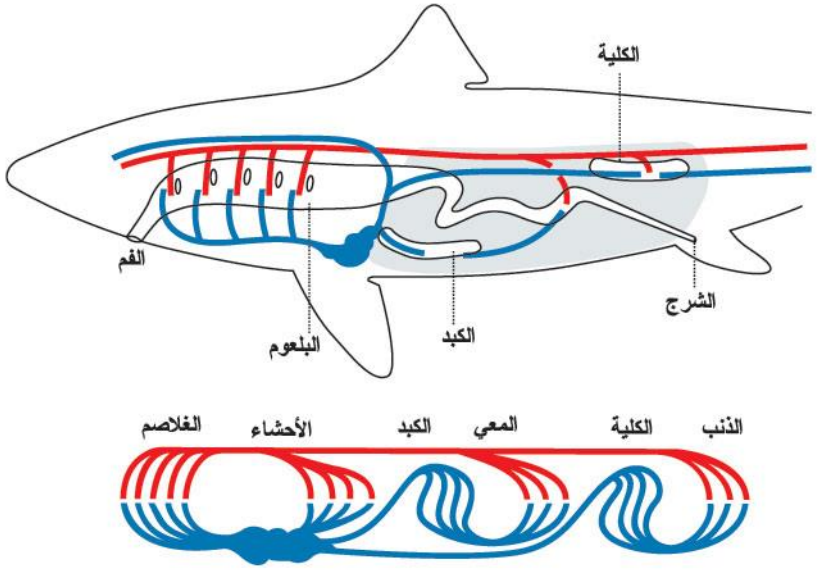
وهكذا يتضح وجود دورتين متميزتين للدم، إحداهما تتبع الرئتين والأخرى تتبع الجسم، ويمكن عدّ ذلك دوراناً دموياً مضاعفاً، حيث ينتقل الدم من القلب إلى الرئتين للتنقية، فيما يسمى «الدورة الرئوية»، ثم يعود الدم إلى القلب ثانية قبل أن يذهب إلى الجسم، فيما يسمى «الدورة الجهازية

إن عدم الفصل الكامل بين الدم المؤكسج والدم غير المؤكسج في هذا الجهاز يجعل من الجهاز الوعائي الدموي لدى البرمائيات جهازاً خاصاً جداً يتلاءم مع الحياة البرمائية. فعندما يكون الضفدع غير نشط ينتشر الأكسجين إلى الشعريات الدموية المتوضعة تحت الجلد وينتقل إلى الأذينة اليمنى من القلب عن طريق الوريد تحت الترقوي، ولا تستعمل الرئتان إلا في ظروف العمل النشيط، وبذلك فإن الأذينة اليسرى تتلقى عادة مقداراً أقل من الدم المؤكسج.

الاسماك

يقع قلب الاسماك في تحت البلعوم في الجهة البطنية من الجسم ويحيط به تجويف تاموري ويتالف من حجرتين رئيستين ،الاذين والبطين . يسبق الاذين جيب وريدي رقيق الجدران ويلي البطين مخروط شرياني يوجه الدم الى الابهر البطني الذي يتفرع الى الاقواس الابهرية منها خمس في الاسماك الغضروفية واربع في الاسماك العظمية تمر الدم الى الغلاصم للتنقية والتشبع بالاوكسجين ثم يتجمع الدم في شريانيين ابهريين ظهريين يوزعان الدم الى انحاء الجسم ومن ثم يعود عن طريق الاوردة الى الى الجيب الوريدي ليصب في الاذين وتحتوي الحجرات في مقدمتها على صمامات تسمح بمرور الدم باتجاه المقدمة فقط وتمنع رجوعه.

يمتلك جهاز الدوران في الاسماك دورة واحدة حيث يتم ضخ الدم الى الغلاصم ويتابع طريقة الى الجسم وهذا يعرف بالدوران المفرد . وللسماك كما في باقي الفقريات دورة بابية كبدية بين الوريد المعوي والوريد الكبدي . ودم الاسماك احمر وتحنوي عموما على كريات دم حمراء وبيضاء تختلف في سعتها الاكسجينية من نوع لاخر



الدم Blood

الدم هو نسيج ضام وعائي يتكون من البلازما والمكونات الخلوية (خلايا دم حمراء وخلايا دم بيضاء وصفيحات دموية او(وثرومبوسيت في الطيور). البلازما Plasma هي السائل الذي تسبح فيه المكونات الخلوية وتتكون البلازما من حوالي 90% ماء مُذاب فيه مواد عضوية (بروتينات وكربوهيدرات ودهون) وغير عضوية (أملاح معدنية).

خلايا الدم الحمراء هي خلايا تختلف في اشكالها واحجامها باختلاف الكائنات الحية تتكون من الهيموجلوبين وصبغة حمراء تحتوي على الحديد، في الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور ، تبدو خلايا الدم الحمراء بيضاوية الشكل ومحدبة الوجهين ولها نواة يُمثل تركيب خلايا الدم الحمراء في الطيور أحد الاختلافات الهامة مقارنة بالثدييات، فمثلا تحتوي خلايا الدم الحمراء في الطيور على أنوية وميتوكوندريا وشبكة إندوبلازمية وهي جميعاً تراكيب خلوية غير موجودة بخلايا الدم الحمراء في الثدييات، كما أن عددها في الطيور أكبر مقارنة بالعدد في الثدييات والإنسان، ويبلغ متوسط عُمر خلايا الدم الحمراء في الدجاج من 28 إلى 35 يوم، وهي تقريباً نصف عُمرها في الإنسان. تتكون خلايا الدم الحمراء في نخاع العظام ويُختزن

جزء منها في الطحال، وعندما يتم استهلاكها تُنقل للكبد حيث ينفصل منها الحديد ومكونات الهيموجلوبين.

خلايا الدم البيضاء (White blood cells) Leucocytes والتي تختلف في أشكالها وأحجامها، فهي أكبر حجماً وأقل عدداً من خلايا الدم الحمراء ووظيفتها مُهاجمة البكتريا والأجسام الغريبة

الصفيحات او الثرومبوسيت Thrombocytes وهي المُكون الخلوي الأخير في الدم وتعمل عمل الصفائح الدموية في الثدييات حيث تلعب دوراً هاماً في عملية تجلط الدم Clotting لمنع النزيف، وهي ذات أحجام وأشكال مختلفة من البيضاوي إلى المستدير، حيث أن الشكل النموذجي لها هو البيضاوي ذو النواة المركزية.