جهاز الدوران Circulatory System

ترتبط الفعالية الأيضية لأى نسيج بكمية الدم الذّي يتزود به ، وكلما كانت الأعضاء أكثر نشاطآ كان جهازها الدوراني أكثر أتساعآ.

لأنسجة الفقريات عدد مذهل من الأوعية الشعرية الدموية، فقد يحوى مقطع عرضي لعضلة بمسافة تقرب من نصف مليمتر مربع (500) ليف عضلي و (700) شعيرة دموية تقريبآ. ان الأوعية الدموية للكلية كثيرة جدآ، كما وتكون كل خلية من خلايا الغدد الصم بتماس متفاوت مع بطانة الأوعية الدموية مما يجعل تبادل الطعام والأوكسجين والفضلات كفوءآ ووثيقآ للغاية. وعلى العكس من ذلك فليس للغضروف أوعية دموية ويجب ان يحدث التبادل في الخلايا الغضروفية ببطىء عن طريق الأنتشار عبر المادة البينية. تدورالأوساط السائلة في شبكات متداخلة من أنابيب الأوعية الدموية والجهازاللمفاوي. يضخ القلب الدم الى الشرايين ومن ثم الى الشرينات والى الشعيرات الدموية المتفرعة التي لا حصر لها. ثم تجتمع هذه مع بعضها لتكوّن الوريدات التي تلتقي لتكوّن أوردة تصب في أوردة أكبر وأخيرآ الى الجذوع الوريدية الرئيسة التي تعود بالدم الى القلب. ينضح السائل الدموي من الأوعية الدموية الى الانسجة ويعود جزء كبير من هذا السائل الى الشعيرات الدموية ولكن جزء منه يتجمع بشبكة متسعة دقيقة جدا هي شبكة الشعيرات اللمفاوية والتي يجري منها اللمف ببطء الى اوعية متزايدة الحجم هي الأوعية اللمفاوية وتعيد الجذوع اللمفاوية اللمف الى الجهاز الوعائي الدموي .

أن الأوعية الدموية هي أنفاق لنقل الدم ، إذ تحمل الشرايين الدم بعيدآ عن القلب، بينما تحمله الأوردة باتجاه القلب. وتتواجد الشرايين والأوردة معآ ولهما نفس التنظيم الشبيه بالشجيرة. يشكل الأبهر وفروعه الرئيسة الشرايين الموصلة ، أما الشرايين الموزعة فتحمل الدم الى الأنسجة والشرينات التي تنتهي بالشعيرات.

يتشابه التركيب الأساس للشرايين والأوردة ويختلفان فقط في سمك جدارها. تتألف الأوعية الدموية من ثلاث طبقات:

- الغلالة الخارجية(Adventatia or Tunica externa) :تحوي أليافا من النسيج الرابط تتجه بموازاة المحورالطولي للوعاء.
- الغلالة الوسطى Tunica media ، وتتألف من ألياف مطاطة مرتبة دائريآ ومن ألياف عضلية ملساء.
- الغلالة الداخلية Tunica intima : وتتألف من نسيج رابط خلالي وطبقة مفردة من خلايا طلائية مسطحة هي البطانة endothelium .

وللأوردة صمامات عديدة تكونت بواسطة طيات في الغلالة الداخلية .تدعى الجذوع الوريدية الكبيرة التي تعيد الدم من الجسم الى القلب بالأوردة الجهازية ، أما تلك التي تعيد الدم من الرئتين إلى القلب فتدعى الأوردة الرئوية pulmonary veins ، كما تدعى الأوردة التي تقاطع بالشعيرات الوريدية بالأوردة

البابية portal veins او أجهزة بابيه portal systems. وعندما تكون مثل هذه الشعيرات الوريدية واسعة وملتوية وغير منتظمة فتسمى بالجيبيبات Sinusoids ويكثر وجودها في القضيب Penis والبظر Clitoris.

تتألف الشعيرات الدموية Blood Capillaries من أنابيب من البطانة محاطة بحزم صغيرة من النسيج الرابط وأحيانا ألياف عضلية ملساء، ويكون قطر هذه الشعيرات مساويا لقطر كريات الدم الحمراء تقريباً وعليه فأنها تكون ثابتة في النوع نفسه.

وينتقل الدم أو يحول الجهاز الشرياني الى الجهاز الوريدى بواسطة التشابك الوريدي arterio-venous anstamosis . ولهذه الأوعية القصيرة جدار سميك جدا وتجويف لا يزيد كثيرا عن تجويف الشعيرات، وهي مزودة بألياف عصبية من الجزء جنب الودي Parasympathetic التابع للجهاز العصبي الذاتي. يتخصر التشابك الشرياني الوريدي ويتسع مسببا تغيرات في جريان الدم خلال الجلد مما يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم .

يقع القلب في امتداد من الجوف يدعى التجويف التاموريPericardial cavity ويستطيع القلب عدا أجزاءه التي تخرج منها الأوعية الدموية أو التي تدخل عندها أن يتمدد ويتقلص بحرية داخل التجويف التاموري. تعلق المساريق القلبية الظهرية Dorsal mesocardium القلب في التجويف،ويغطى بطبقة من التامورالحشوي Visceral pericardium.ويغطى التجويف التاموري بالتامور الجداري Parietal-pericardium، كما يبطن القلب من الداخل بالشغاف Endocardium او البطانة وهي مشابهة لبطانة الأوعية الدموية الأخرى.

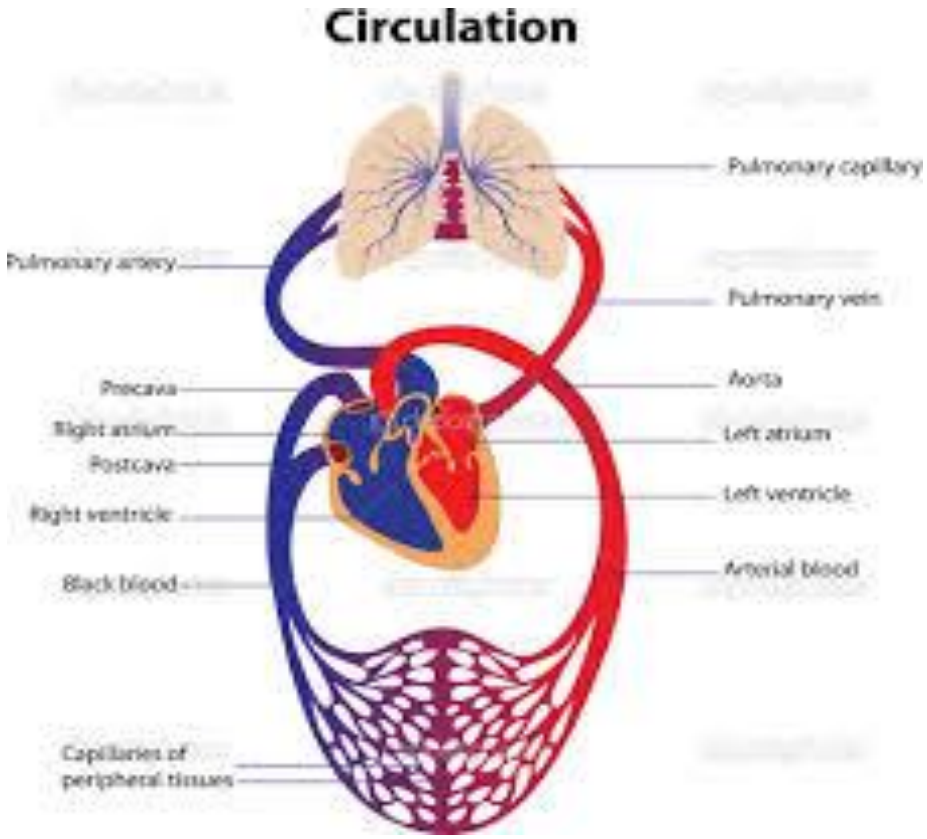
تكون العضلة القلبية خاصة بالقلب وهي مخططة ولكن أليافها متفرعة.ويتألف قلب الفقريات من أربع مناطق رئيسية هي:

- من الخلف الجيب الوريدي Sinus venosus، وهو مدخل الدم الوريدي القادم من الجسم.
- الأذين Atrium
- البطين Ventricle
- المخروط البصلي الشرياني Bulboconus arteriosus

يمر اللمف من الأوعية اللمفاوية الشعرية الى أوعية لمفاوية أكبر بصورة متزايدة ، وتنتشرعلى طول مجرى الأوعية اللمفاوية العقد اللمفاويةLymph nodes التي ترشح اللمف وتزيل منه نفايات الخلايا أو الأحياء المجهرية اذ تكون هذه العقد جيدة النمو في اللبائن فقط. تضاف الخلايا اللمفاوية Lymphocytes المتكونة في العقد الى اللمف حال خروجه منها. يكون جريان اللمف باتجاه القلب بطيئا جدا،وتمنع الصمامات الموجودة على مجرى الأوعية ارتداد اللمف.

ان النسيج اللمفاوي Lymphoid tissueهو تجمع من خلايا لمفاوية ، وقد يكون كثيفا او منتشرا. يتألف النسيج اللمفاوي الكثيف من عقيدات nodules ومن خلايا لمفاوية متماسكة .كما تتألف العقد اللمفاوية من نسيج لمفاوي كثيف ومنتشر أيضا.وما اللوزTonsils إلا تجمعات من العقيدات اللمفاوية ترتبط بالنسيج ألطلائي

وتوجد حول البلعوم. كما انّ بقع بايرPeyer patches في أللفائفي أو أي تجمع لمفاوي في جدار المعي يؤلف لوزة ، وللوز أوعية لمفاوية صادرة فقط.



الدم Blood

يتألف الدم من خلايا او كريات Corpuscles وبلازما Plasma وهي مادة سائلة بينية. يحتوي الدم على كريات دم حمراء Erythrocytes وخلايا بيضاء Leukocytes وأقراص دموية Platelets ويعزى اللون الأحمر للدم إلى الكريات الحمراء.أما البلازما فعديم اللون أو مصفر.

تكون الكريات الحمراء بيضوية او مستديرة وهي في اللبائن اصغر منها في الأصناف الواطئة.وتكون مستديرة باستثناء الجمل إذ تكون بيضوية ومقعرة الوجهين تقريبا.إن أهم صفة مميزة للكريات الحمراء في اللبائن احتوائها على نواة أثناء تكوينها ثم فقدها عند النضج.

تكون الكريات الحمراء كبيرة في الأسماك والبرمائيات ويتفاوت حجمها في كل نوع.ففي اللبائن تتفاوت من 4.1 مايكرون في الماعز الى 7.5 مايكرون في الإنسان.

يتراوح عدد الكريات الحمراء في المليلترالمكعب الواحد من دم اللبائن من 5.5 مليون في الإنسان الى 14 مليون في الماعز. يعزى اللون الأحمر للكريات الحمراء إلى الهيموغلوبين،وهو صبغة تنفسية لها خاصية

الاتحاد بالأوكسجين في الخياشيم أوالرئات.وعندما ينتقل الدم خلال الأوعية الشعرية يعطي الهيموغلوبين الأوكسجين الى الأنسجة.

تقسم الخلايا البيضاء الى مجموعتين رئيسيتين:

- الحبيبية Granular
- غير الحبيبية Agranular

يختلف عدد الخلايا البيضاء باختلاف الفقريات ،فللطيور حوالي 20.000 ألف خلية في كل مليلتر مكعب من الدم .اما اللبائن فلها حوالي 5.500 في الإنسان، ومن 5000 الى 12.000 في الأغنام إلى 17.000 في الخنزير.

للأقراص الدموية صفة ابتداء عملية تجلط الدم عندما تتضرر الأنسجة.وقد اعتقد بأنها نشأت من نتوءات سايتوبلازمية مجزأة من الخلايا العملاقة المسماة النوّاء Mega Karyocytes التي توجد في الأعضاء المولدة للدم وفي الطحال والرئتين. يتراوح عدد الأقراص الدموية من حوالي 155.000 ألف قرص في مليلتر مكعب في دم الكلب الى 250.000 في دم الإنسان.

النمو Growth :

تنشأ خلايا الدم والأوعية الدموية معا خارج الجنين في الأديم المتوسط الحشوي لجدار كيس المح أولا، إذ تتكاثر خلايا اللحمة المتوسطة وتتجمع على شكل عناقيد تدعى جزر الدم Blood Islands.

تتمايز الخلايا الواقعة عند محيط جزر الدم إلى خلايا بطانة تكوّن أنابيب رابطة أما الخلايا الأقرب للمركز فتتمايز إلى خلايا دموية أولية.وتتصل جزر الدم المتجاورة ببعضها حتى يصبح لمجموع جدار كيس المح شبكة مستمرة من الأوعية الشعرية.

يبدأ تمايز جزر الدم في الأديم المتوسط الحشوي الواقع في الجهة الظهرية للمعي .عندما تتمايز البدينة الأولى في الجنين ثم تظهر شقوق تتصل ببعضها وتشكل شبكة من القنوات المتداخلة .تتكون الأوعية الدموية الرئيسة بفعل توسع وتمايز مسارات معينة من هذه الشبكات مبكرة التكوين وضمور الفروع الجانبية .وتتكون الشرايين والأوردة في الطريقة نفسها.

إن أولى الأوعية التي تلاحظ في جسم الجنين هي الأبهران الظهريان Paired-dorsal aorta.فخلال المراحل المبكرة ينشأ جهازان وعائيان منفصلان على جانبي الجنين. ينحني كل أبهر ظهري نحو الجهة البطنية حول الطرف الأمامي للبلعوم ويستمر بالاتجاه البطني تحت البلعوم في جدار التجويف التاموري ليتصل كل منهما بالوريد المحي Vitelline vein الواقع في جهته والقادم من كيس المح . يجمع الوريدان المحيان الدم من جدار كيس المح ويأتيان إلى الجنين مارين خلال أنبوب القلب البدائي Primitive heart tube الواقع في جدار التجويف التاموري، ومن هناك يمر الدم عبر الابهر البطني Ventral aorta القصير،ومن ثم يضخ نحو الجهة الظهرية عبر القوس الأبهري ثم الى كل من الأبهرين الظهريين. يعود الدم من كل أبهر الى كيس المح عن طريق الشرايين المحية Vitelline-arteries،وعليه يلاحظ الاتحاد الوحيد بين الجهاز الوعائي لجانبي جسم الأجنة المبكرة في كيس المح.

يتفرع الشريان السري Umbilical artery من كل ابهر ظهري ويأتي بالدم الى الأغشية المشيمية اللقانقية Chorioallantoic membranes في الحيوانات البيوضة والى السخد Placenta في اللبائن.

تحدث عملية تبادل الغازات وطرح الفضلات في الأغشية خارج الجنينية وتعيد الاوردة السرية Umbilical veins الدم من الأغشية خارج الجنينية ثانية الى كل انبوب قلبي . يحصل اول التحام للجهاز الوعائي لجانبي الجنين في التجويف التاموري.
يقع قلب الجنين المبكر للبائن كقلب الأسماك البالغة والذنبيات تحت البلعوم تماما بين ذراعي الفك الأسفل النامي ، وعندما تتمايز المنطقة العنقية يصبح قلب اجنة السلويات واقعا خلف الرأس.

التشريح المقارن للقلب:

يختلف القلب في حجمه ولكنه ثابت في كل صنف إلى حد ما. إن الحجم النسبي لقلب الطيور اكبر من قلب اي صنف أخر.وفي اللبائن تكون للأنواع الأصغر قلوب اكبر نسبيا.ان معدل ضربات القلب الطبيعي متفاوتة ولكنها عالية جدا في الحيوانات الصغيرة ذات القلوب الكبيرة نسبيا.

الرميح :

للرميح قلب أنبوبي غير متمايز ، يتألف من ردهة مفردة تقع تحت البلعوم ويضخ الدم ببطىء إلى شرايين الخياشيم.

دائرية الفم :

يقع القلب خلف الزوج الأخير من الخياشيم مباشرةٌ. ويتميز القلب الى أربعة أجزاء ، اذ يمر الدم الوريدي خلال القلب بشكل خطي أبتدءآ من الجيب الوريدي ثمً ينتقل الى الأذين والبطين والبصلة بأتجاه الأبهر البطني فالخياشيم. ولا يتعامل القلب الا مع دم وريدي فقط وله نظام واحد في الدوران .

الأسماك :

يستلم الجيب الوريدي الكبير الأوردة الرئيسة المشتركة من كل جانب . كما يستلم الأوردة الكبدية من الكبد. ينتفخ الأذين وحيد الردهة في الجهة الظهرية على جانبي البطين العضلي. ويفتح البطين بالمخروط الشرياني إذ توجد سلسلة من الصمامات الهلالية التي تمنع عودة الدم. لم تعد مناطق القلب مرتبة بنسق خطي ولكن البصلة

والبطين والأذين تؤلف جميعآ عروة شبيهة بالحرف(S). ينقسم الأذين في قلب الاسماك االرئوية جزئياً إلى أذينين (أيمن وأيسر) إذ يفتح الجيب الوريدي في الاذين الايمن وتعود الاوعية القادمة من مثانة العوم الشبيهة بالرئة بالدم المؤكسد إلى الاذين الأيسر. للقلب ثلاث ردهات إذ ينفصل البطين جزئياً بحاجز غير مكتمل هو الحاجز بين البطيني .

البرمائيات:

يفتح الجيب الوريدي بالاذين الأيمن ويفصل الأذينان عن بعضهما بحاجز بين أذيني رقيق . يتكون البطين العضلي من ردهة واحدة، اذ تحتوي على حزمآ عضلية تحفظ الدم في الجهة اليمنى من الأنسياب الى الجهة اليسرى. وتحرس الفتحتان الأذينيتان- البطينيتان بصمامات وتتصل حبال وترية ليفية بالطيات الحرة للصمامات

لتمنعها من الانقلاب إلى داخل الأذينين عند تقلص البطين. ويوجد صمام حلزوني في وسط البصلة يقسمها إلى قناتين .

الزواحف:

يتألف القلب من اربع ردهات إلا أن الدم ينساب من ردهة إلى أخرى خلال ثغرة في القسم الامامي من الحاجز بين البطيني وتغلق هذه الثغرة في التماسيح. يكّون الجيب الوريدي في السلاحف ردهة مستقلة تتصل بالاذين الايمن لكنها أختفت في زواحف أخرى. ينقسم المخروط في جميع الزواحف الى :

-جذع رئوي ، ينقل الدم من البطين الأيمن إلى الرئتين.

-جذعين أبهريين ، ويبرز الجذع الأبهري الأيسر من البطين الايمن ، أما الجذع الابهري الايمن فيبرز من البطين الايسر. ويتقاطع الجذعان الابهريان مع بعضهما وتوجد عند نقطة التقاطع فتحة صغيرة تدعى ثقب بانيزي تسمح للدم في الجذعين بالامتزاج. وتعيد الاوردة الرئوية الدم المؤكسد إلى الاذين الايسر إذ تمر إلى البطين الايسر، ومن هناك تذهب إلى القوس الابهري الايمن . ويكون البطين الايسر أكبر حجماً وأسمك جداراً من البطين الأيمن ويكون جهاز الدوران التاجي معتدل النمو.

الطيور:

للقلب اربع ردهات و يندمج الجيب الوريدي كلياً في جدار الاذين الايمن، ولا يمكن رؤيته كتركيب مستقل ، وتوجد ثلاثة جذوع وريدية كبيرة هي:

1 –الأجوفان الأماميان

2 – الأجوف الخلفي

وكلها تعيد الدم الجهازي إلى الأذين الأيمن. يجري الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن الصغير ومن هناك إلى الجذع الرئوي، وتعيد الأوردة الرئوية الدم الشرياني إلى الأذين الأيسرثم يمر الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر ويكون واسع وكبير الجدران ثم ينقل الدم إلى القوس الجهازي الوحيد. قلب الطيور يشبه قلب اللبائن بكثير من تفاصيله.

اللبائن :

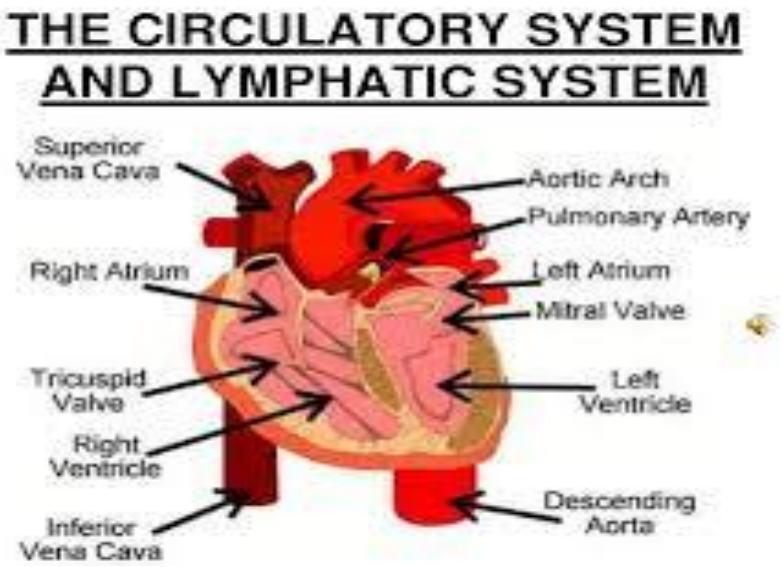
يندمج الجيب الوريدي كلياً في جدار الأذين الأيمن . ويعيد الوريد الأجوف الخلفي ووريد أجوف أمامي واحد عادةً الدم الجهازي إلى الأذين الأيمن. ولبعض اللبائن أجوفين أماميين. يُدفع الدم إلى البطين وعن طريق الجذع الرئوي إلى الرئتين، ثم تعيد الأوردة الرئوية الدم المؤكسد إلى الأذين الأيسر ثم إلى البطين الأيسر الذي يضخه إلى القوس الأبهري الوحيد. يكون البطين الأيمن أصغر من الأيسر وذا جدار أرق, يفصل حاجز بين بطيني كامل البطينين ، كما يفصل حاجز بين أذيني الأذينين عن بعضهما . تتكون أعمدة لحمية عند الجدران الداخلية للبطين هي العوارض اللحمية وجيوب. وتحرس جميع فتحات الأوعية التي تدخل القلب أو التي تخرج منه صمامات كفوءة تمنع جريان الدم بالاتجاه المعاكس. للقناة الأذينية البطينية اليمنى صمام ثلاثي الطيات (الشرفات) بينما لليسرى صمام ثنائي أو صمام تاجي . والصمامات هي طيات من النسيج االرابط ذات حافات

حرة تتصل من الجهة البطينية بالحبال الوترية وتثبت هذه ببروزات لحمية شبيهة بالأصابع تدعى بالعضلات الحلمية. وعندما تتقلص عضلة القلب تتقلص معها العضلات الحلمية إلا أن الحبال الوترية ترتخي وإذا إرتخت فأن طيات الصمامات تنقلب إلى داخل الأذينين فيمر الدم إلى البطينين، ويُحفظ كل جذع أبهري ورئوي بصمام هلالي.

تَقلص القَلب :

تذهب العديد من الأعصاب من القسمين الودي Sympathetic واللاودي parasympathetic للجهاز العصبي الذاتي Autonomic nervous system إلى القلب, ومع ذلك يمكن أن تستمر التقلصات الإيقاعية حتى بعد قطع هذه الأعصاب فالأعصاب تنظم وتوجه الضربات ولكنها لا تبدأها.

يكون للقلب في دائرية الفم والأسماك حركة شبيهة بالموجة تبدأ في الجيب الوريدي وتنتهي في البصلة. أما في الفقريات الراقية فيتقلص الأذين الأيمن أولاً, أما المنشأ الدقيق للتقلص فهو العقدة الجيبية الأذينية Sino-atrial node وهذا هو الجزء الذي أندمج فيه الجيب الوريدي بالأذين وتدعى هذه العقدة بمنظم الخطى Pace-maker . تنتشر الحوافز المنتشرة من المنظم في جدران كِلا الأذينين ثم تُلتقَط من قِبل العقدة الأذينية البطينية Atrio-ventricular node إذ تنتقل إلى جدران البطين بواسطة الحزمة الأذينية البطينية أو تسمى بحزمة هس His - bundle .



نمو الأقواس الأبهرية ومصيرها :

يؤلف الأبهران ألبطني والظهري للجنين وعاءاً مستمراً ينحني أماماً ليكوّن القوس الابهري الأول, وعندما تنشأ أقواس بلعوميه إضافية تتكون ارتباطات مستعرضة بين الابهرين الظهري والبطني, ارتباط واحد لكل قوس ابهري, وقد تمتلك دائرية الفم مايقارب (15) قوساً, و(7) في بعض صفيحية الخياشيم الابتدائية, أما الأسماك الأخرى وأجنة جميع الفقريات الأخرى فيكون لها (6) أقواس أبهرية فقط .

الأسماك :

أن الأقواس الابهرية التي تحمل الخياشيم في الفقريات هي بصورة رئيسية تدابير لجلب الدم الوريدي من القلب إلى الخياشيم, إذ يؤكسد الدم ويدفع إلى الابهر الظهري كدم شرياني, وتنقل الأذرع البطنية التي ترد إلى الأقواس الابهرية أو الشرايين الخيشومية الواردة الدم الوريدي إلى خيوط الخياشيم , أما الفروع الخارجة أو الشرايين الخيشومية الصادرة فتصرف الدم من خيوط الخياشيم.

لأجنة الأسماك ستة أقواس أبهرية الأول يكون مفقوداً أو محوراً في البالغ دائماً, ويوجد القوس الثاني في صفيحية الخياشيم ولكنه يختفي إلى حدٍ كبير في الأسماك الأخرى, يمر الدم الذي يجري في القوس الثالث أماماً إلى الرأس وهذا الاتجاه يصبح أكثر وضوحاً في الأصناف الأخرى, ويؤلف القوس الثالث الجزء الرئيس من الشريان السباتي الداخلي, وتنشأ الشرايين الرئوية كأوعية من القوس الرابع إلى مثانة العوم في اللاتيميريا والأسماك الرئوية.

البرمائيات :

يختفي القوسان الأول والثاني أثناء النمو, كما يختفي القوس الخامس في بعض الذنبيات وفي جميع القافزات تاركاً الأقواس الثالث والرابع والسادس سليمة فقط, ويصبح الرابط الظهري بين القوسين الثالث والرابع راقياً جداً في الذنبيات ويكاد يختفي في القافزات. يجري الدم من الابهر ألبطني إلى القوس الثالث المتمثل بالشريان السباتي الداخلي وأصبح القوسان الأبهريان الرابع الأيمن والأيسر الأبهرين الجهازيين. تنبعث الأوعية إلى

الخيوط الخيشومية في البرمائيات أو في الذنبيات ذات الخياشيم كفروع جانبية من الأقواس الأبهرية الثالث والرابع والسادس ومن الخامس المختزل جداً وتستمر الأقواس الأبهرية الأصلية هذه كأنابيب غير متقطعة .

الزَواحف :

تختفي الأقواس الابهرية الأول والثاني والخامس في أغلب الزواحف وقد يوجد في بعض السحالي والحيات قوس أبهر خامس دقيق جداً, أما الرابط الظهري الذي يصل بين القوسين الثالث فقد لا يختفي تماماً. يعطي القوس الثالث الشريان السباتي الداخلي, ويكوّن الأمتدادان الأماميان للأبهرين البطينيين الشريانين السباتيين الخارجيين, ويبرز من بطيني القلب ثلاثة أوعية عوضاً عن البصلة الشريانية الوحيدة هي :

- الجِذع الرئوي – الذي يتفرع إلى الشريانين الرئويين وهو ناشئ من القوس الابهري السادس والقوسان الابهران الجهازيان الأيمن والأيسر المشتقان من القوس الرابع.
- الشريان السباتي المشترك – إذ ينشأ من الجهة البطنية للقوس الابهري الأيمن الذي ينشأ بدوره من الجهة اليسرى للبطين.
- شريان تحت ترقوي – ويتصل بكل قوس أبهري.

الطيور:

تختفي الأقواس الأول والثاني والخامس, يكوّن القوس الثالث الشريانين السباتيين الداخليين, واحد على كل جانب كما يعطي الامتداد الأمامي للأبهر البطني الشريانين السباتيين الخارجيين ويكوّن القوس الأبهري الرابع الجهازي في الجهة اليمنى والجزء الأول من الشريان تحت الترقوي Subclavian artery في الجهة اليسرى. يختفي الجذر الأيسر للأبهر الظهري أما جذره الأيمن فيستمر مع القوس ويبقى كقوس أبهري دائمي, تتصل جميع الجذور الشريانية الجهازية بالقوس الأبهر الأيمن الوحيد. تأتي الشرايين الرئوية من القوس السادس وتمثل القناة الشريانية Ductus arteriosus ارتباطآ بين الشريان الرئوي والأبهر في الجنين وتختزل في البالغ إلى حبل من نسيج رابط يدعى الرباط الشرياني .

اللبائن :

للأقواس الابهرية نفس تأريخ النمو ونفس المصير كما في الطيور ولا يبدي القوس الخامس حتى مظهراً انتقاليا في أغلب أجنة اللبائن ولكنه قد يوجد في أجنة الخنازير. إن الاختلاف البارز بين الطيور واللبائن هو أن القوس الأبهرى في الطير يأتي من القوس الأبهر الأيمن الرابع ، بينما يأتي في اللبائن من القوس الأيسر الرابع ومن الطبيعي أن يكون الرابط الشرياني في اللبائن البالغة في الجهة اليسرى.

يبرز القوس ألجهازي من البطين الأيسر ويتقوس بشدة إلى الجهة اليسرى ويكوّن القوس الابهري الرابع الجزء الأول من الشريان تحت الترقوي الأيمن ومنه ينشأ الشريان ألسباتي المشترك الأيمن الذي يمتد إلى الرأس والعنق, ويدعى الجذع المشترك للشرايين تحت الترقوية والسباتية مجتمعة الشريان اللامسمى الأيمن Right innominate artery أو الشريان العضدي الرأسي Brachiocephalic artery.

ينشأ الشريان تحت الترقوي الأيسر والشريان ألسباتي الأيسر من الأبهر كما في الضواري أو منفصلين كما في الرتبة المتقدمة . في الحصان ينقسم الشريان الرأسي العضدي الوحيد إلى شريانين تحت ترقويين أيمن وأيسر, كما ينقسم الشريان ألسباتي المشترك إلى أيمن وأيسر.

الأبهر وفروعه:

يميل الأبهر من قوسه المفرد أو المزدوج باتجاه الخط الوسطي الظهري تقريباً ويمتد إلى الشريان الذنبيCaudal artery ويعطي الأبهر شرايين تعقيلية Segmental arteries مزدوجة إلى العضلات والفقرات على طول مساره ، كما أن التحام عدد من هذه الشرايين التعقيلية ببعضها أو التوسع الموضعي لأحدها يعطي الأجزاء البعيدة من الشرايين تحت الترقوية، كما يرسل الابهر شرايين مزدوجة إلى أعضاء الجسم المزدوجة, وأكبر هذه الشرايين هي الشرايين الكلوية Renal arteries وثلاثة شرايين كبيرة فردية هي الشرايين الحشوية Visceral arteries إلى القناة الهضمية فالشريان المفرد الأول هو:

- الجوفي Coeliac الذي يرسل فروعاً كبيرة إلى الكبد , المعدة, البنكرياس والأثني عشري .
- المساريقي العلوي Superior mesenteric الذي يذهب إلى الأمعاء الدقيقة أسفل الأثني عشري والجزء العلوي من الأمعاء الغليظة .

- المساريقي السفلي Interior mesenteric الذي يذهب إلى الأمعاء الغليظة
- ويبرز شريان مفرد رابع في الكواسج هو المعدي الطحالي gastrosplenic من الأبهر خلف موضع نشوء الشريان الجوفي ليُجهِز الطحال والتقوس الأعظم للمعدة.

في البرمائيات شريان كبير مفرد هو الجوفي المساريقيCoelico mesenteric الذي يذهب إلى أغلب الأحشاء الهضمية وقد يمثل اندماج الشريانين الجوفي والمساريقي العلوي . قد ينشأ الشريان المساريقي العلوي من اتحاد الأجزاء القريبة من الشرايين المُحية وتعيد هذه الدم من الابهر إلى كيس مُح الجنين. وتعطي الشرايين السرية في أجنة السلويات شرايين حرقفية مزدوجة في البالغ وتعيد الشرايين السرية الدم من الابهر إلى الأغشية المشيمية – اللقانقية لأجنة الزواحف والطيور وإلى السخد في أجنة اللبائن. يعطي كل شريان سري شريانا حرقفياً خارجياً External iliac كبيراً إلى الطرف الخلفي , وشرياناً حرقفياً داخلياً Common iliac أصغر إلى الجزء النهائي من القناة الهضمية, المثانة البولية والحوض .

التشريح المقارن للجهاز الوريدي:

❖ **دائرية الفم :**

يندمج زوج من الأوردة الوداجية أو الأوردة الرئيسة الأمامية أمام القلب في جذع منفرد تكون باتجاه الأوردة الأمامية المشتركة وقد أُزيح هذا الجذع إلى الجهة اليمنى من الجيب الوريدي ، كما ألتحم الوريدان الرئيسان الخلفيان أيضاً قبل وصولهما إلى الوريد الرئيسي المشترك المنفرد . يقع الوريدان الخلفيان إلى الجانب من الأبهر الظهري قليلاً ثم يلتفان حول المجمع ويلتحمان خلفاً ليكوّنا وريداً ذنبياً مفرداً.

تدخل الأوردة التعقيلية الجانبية من الكلية إلى الوريد الرئيسي الخلفي ولا يوجد جهاز بابي كلوي , ينشأ الوريد ألبابي الكبدي من الأوردة المحيه , ويوجد في الوريد ألبابي قلب بابي Portal heart نابض غريب كما يعيد وريد كبدي مفرد الدم الكبدي إلى الجيب الوريدي .

❖ الأسماك :

يُظهر الجهاز الوريدي عِدة ميول ضمن الصنف اذ يعطي الوريدان الأماميان من الجهة الظهرية إلى للرأس الوريدين الوداجيين, كما تكوّن الجيبيات الوريدية في الجهة البطنية من الرأس الوريدين الوداجيين السفليين وتفتح

الأوردة الوداجية في قناتي كوفير . ويفتح الوريد تحت الترقوي الرئيس الخلفي في الأسماك الصغيرة أما في الأسماك البالغة ففي قناة كوفير مع الوريد الجانبي ألبطني الذي يحمل الدم من جدار الجسم ويفتح الوريد الحرقفي القادم من الزعنفة الخلفية في الوريد ألبطني الجانبي .

يتصل الوريدان الرئيسيان الخلفيان بوريد ذنبي مفرد وينشأ هذان الوريدان جانبياً على طول كل كلية ولكن ضمور القطعة القريبة لهذين الوريدين تدفع الدم القادم من الوريدين الرئيسين الخلفيين إلى المرور عبر الكلية ويصرف بواسطة زوج جديد من الأوردة الرئيسة الوسطى، ولما كان الدم الوريدي القادم عبر جهاز من الأوعية الشعرية الوريدية ثم يصرف بواسطة قناة وريدية صادرة عليه يصبح هذا جهازاً بابياً كلوياً، كما يصبح الوريدان الرئيسان الخلفيان أو الوعاءان الوريديان الواردان الوريدين البابيين الكلويين.

ليس للأسماك طرفية التعظم أوردة بطنيه جانبية بينما للأسماك الرئوية وريد بطني أمامي وسطي مفرد يستمر خلفياً مع الوريدين الحوضيين القادمين من الوريدين الحرقفيين. للوريدين الحرقفيين في الأسماك طرفية التعظم والأسماك الرئوية تحويلات تربطهما بالوريدين البابيين الكلويين. وفي الأسماك الرئوية يتحد وريدان تحت رئيسيان عند منتصف الكلية مع الوريد ألذنبي. يتحد وريدان تحت رئيسيان منفصلين فوق هذه النقطة, ويكون الوريد تحت الرئيس الأيمن في الأسماك الرئوية أكبر كثيراً من الأيسر ويمكن أن يطلق عليه الآن الوريد الأجوف الخلفي .

❖ **البرمائيات :**

يشابه النمط الوريدي الأساس للبرمائيات مثيله في الأسماك الرئوية وتؤلف الأوردة الوداجية (وتحت الترقوية) من كل جانب أجوفين أماميين يُفتحان كلٌ على حِدة في الجيب الوريدي . ينشأ الوريدان البابيان الكلويان من الوريد الذنبي والوريدان الحرقفيين القادمين من الطرف الحوضي كما يتصل الوريدان الحوضيان الناشأن من الوريدين الحرقفيين بالوريد ألبطني الأمامي الذي يفتح بالوريد ألبابي الكبدي بدلاً من الجيب الوريدي . يمتد الوريد الأجوف الخلفي المفرد من الحافة الخلفية للكليتين إلى الجيب الوريدي وهو ناشئ من الوريد تحت الرئيس الأيمن. تمتد في الذنبيات بقية أمامية رقيقة من الأوردة الرئيسة الخلفية بين الوريد ألبابي الكبدي والجيب الوريدي, بينما تختفي هذه البقايا في القافزات كُلياً .

❖ **الزواحف :**

يدخل الأجوفان الأماميان والأجوف الخلفي إلى الجيب الوريدي إذ ينشأ الأجوفان الأماميان من قناتي كوفير مباشرةً ويستلم كل منهما وريداً وداجياً (تحت ترقوي) وفقرياً . ليس للحيات وريد تحت ترقوي نظراً لخلوها من الأطراف. تقع الأوردة البابية الكلوية في الزواحف قرب الأوردة الكلوية الخارجة من الكليتين والمتصلة بالأجوف الخلفي وهذا غالباً ما يُمثل آخر أثر للجهاز ألبابي الكلوي .

❖ **الطيور :**

يندمج الجيب الوريدي كلياً في جدار الأذين الأيمن ويُفتح الأجوفان الأماميان والأجوف الخلفي في الأذين الأيمن, ويستلم كل أجوف أمامي الوريدين الوداجي وتحت ترقوي. للطيور وريد مساريقي ذنبي Caudal mesenteric vein وسطي يربط الوريد ألذنبي القصير بالوريد ألبابي الكبدي فقد أُعتبر هذا الوريد مناظراً للوريد ألبطني الأمامي في البرمائيات .

الجهاز اللمفاوي Lymphatic system

هناك نضوح مستمر للبلازما من الأوعية الشعرية إلى الأنسجة ويُعاد امتصاص كثير من هذا السائل في الجهاز الوعائي الدموي ولكن الجزء المتبقي يؤخذ بواسطة عشرات الآلاف من الشعيرات اللمفاوية المتشابكة في الأنسجة وعندما تتضرر الأنسجة أو تصاب تتفسخ كنتيجة لانسداد القنوات اللمفاوية التي تصرف اللمف من هذه الأنسجة. تتواجد الأوعية الشعرية اللمفاوية مع الأوعية الشعرية الدموية وهي مشابهة لها غير أن جوفها أوسع والشعيرات اللمفاوية رقيقة جداً وتحتاج الى سرير رخو من النسيج الرابط الدهني المفكك لإسنادها .

ترافق الأوعية اللمفاوية الأوردة دائماً ولكنها أكثر منها عدداً ويعترض مسار أغلب القنوات اللمفاوية عقد لمفاوية ترشح النفايات من اللمف وتمنع الصمامات الموجودة على طول مسار الأوعية اللمفاوية من الانسياب المعاكس للمف البطيء الحركة. في الفقريات الواطئة تكتسب بعض الأوعية اللمفاوية الكبيرة جدراناً عضلية تتقلص إيقاعاً وتسمى هذه بالقلوب اللمفاوية. إن أغلب العناصر الواضحة في الجهاز اللمفاوي هي الأوعية اللبنية المركزية في زغابات الأمعاء. ينقل الجهاز الشامل من الأوعية اللمفاوية الدهون إلى الجهاز الوريدي إذ تنتفخ الأوعية اللمفاوية بالكايلوس بعد وجبة غذاء دسمة. والكايلوس سائل مستحلب ذو لون أبيض يجعل هذه

الأوعية مرئية. يؤدي جهاز الأوعية البينية اللمفاوية الموجودة تحت بشرة الجلد إلى شعيرات لمفاوية مشابهة للنظام اللمفاوي في الأمعاء .

الأسماك:

تلتقي الضفيرة اللمفاوية المحيطة بقنوات أكبر ترافق الجذوع الوريدية . تفتح الأوعية اللمفاوية في الجهاز الوريدي في الأقسام الأمامية الوسطى والخلفية, وليس للأسماك عقد لمفاوية .

البرمائيات :

يُحمل اللمف في اللاقدميات والذنبيات إلى الجهاز الوريدي الرئيس الخلفي بواسطة الأوعية اللمفاوية . يوجد لكل قطعة جسمية زوج من القلوب اللمفاوية . تنحرف القنوات اللمفاوية على طول الابهر الظهري باتجاه الوريدين الترقويين ويُفتح هناك. للقافزات جيوب لمفاوية كبيرة تحت الجلد. يقع قلب لمفاوي عند كل أتصال بين الأطراف والجسم وليس للبرمائيات عقد لمفاوية .

الزواحف :

يُعيد الجهاز اللمفاوي الغني باللمف محتوياته إلى الأجوفين الأماميين عن طريق الوريدين الحرقفيين. هناك زوج واحد فقط من القلوب عند اتصالها بالوريدين الحرقفيين وليس هناك عقد لمفاوية .

الطيور :

تتجه كل القنوات اللمفاوية باتجاه القناتين الصدريتين وتجمع هذه القنوات اللمف من أنحاء الجسم لتصب كل واحدة منهما في أحد الأجوفين الأماميين وليس للطيور قلوب لمفاوية ولكن لها عقد لمفاوية أثرية .

اللبائن:

تعيد قناتان لمفاويتان كبيرتان هما القناة الصدرية والقناة اللمفاوية اليمنى Right lymphatic duct اللمف إلى الوريدين تحت الترقويين الأيسر والأيمن على التوالي وذلك بالقرب من إتصال الوريدين الوداجيين. يمتد الجذع الجامع الرئيس أو القناة الصدرية من المنطقة القطنية إلى الوريد تحت الترقوي وتقع القناة الصدرية إلى يسار

الأبهر على وسادة من نسيج رابط مفكك ونسيج دهني وهي تستلم جميع القنوات اللمفاوية الواقعة تحت الحجاب الحاجز ومن النصف الأيسر من الجسم فوق الحجاب الحاجز .

تتسع القناة الصدرية عند منشئها في المنطقتين القطنية والصدرية السفلى إلى مجمع يدعى الصهريج الكايلوسي Cisterna chili ، وقد يُفتح الوداجي وتحت الترقوي وغيرهما من الجذوع اللمفاوية في الجهة اليمنى بصورة منفصلة, أو تفتح بارتباطات متعددة في الوريد تحت الترقوي وعندما يتحد الجذعان الوداجي وتحت الترقوي يتكون جذع مشترك يسمى القناة اللمفاوية اليمنى. وللبائن عقد لمفاوية جيدة التكوين .

- **الأعضاء المكونة للدم** :

يتكون الدم أثناء الحياة الجنينية المبكرة في جدار كيس المُح بعملية تدعى تكوين الدم ، وعندما تتوقف فعالية جدار أو كيس المح تقوم الكلية الوسطى والكبد والطحال وأخيراً نخاع العظم بوظيفة صنع الكريات . في اللبائن البالغة يقوم نخاع العظم بمهمة صنع الكريات الحمراء والخلايا البيضاء الحبيبية وتنشأ خلايا الدم البيضاء غير الحبيبية في العقد اللمفاوية , الطحال .