كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : علم التشريح المقارن

المحاضرة : الرابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

2024 2025

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

جهاز الدوران
Circulatory System

تتباين درجة تعضي جهاز الدوران عند الفقاريات وفقاً لطبيعة حياتها وتطورها، فهو يختلف كثيراً عند الفقاريات المائية ذات التنفس الخيشومي (الغلصمي)، عن جهاز الدوران عند الفقاريات الأرضية ذات التنفس الرئوي، إذ يترافق الانتقال من الفقاريات الدنيا إلى الفقاريات الراقية، مع تعديلات جوهرية في بنية هذا الجهاز ووظيفته.

تتجلى أهمية جهاز الدوران في تأمين مختلف فعاليات و وظائف الجسم من تنفس وهضم واطراح، فهو مسؤول عن نقل الأوكسجين من الرئتين إلى أنحاء الجسم المختلفة، ونقل نواتج عملية الهضم إلى جميع خلايا الجسم، وطرح فضلات الاستقلاب ونقل مفرزات الغدد الصم ، وتنسيق الفعاليات الفيزيولوجية المختلفة، بالإضافة إلى دوره في الدفاع عن الجسم من خلال الكريات البيضاء

نميز في جهاز الدوران عند مختلف الفقاريات بين مجموعة أوعية دموية، يدور فيها الدم باتجاه محدد وثابت و جزء متقلص متمايز من هذه الأوعية يدعى القلب، وتحدد هذه الأوعية عند الفقاريات بطبقة ظهارية غطائية (حرشفية بسيطة) مستمرة، تفصلها عن اللمف الخلالي، مما يدعونا إلى اعتبار جهاز الدوران جملة مغلقة رغم فقدان هذا التعبير لمعناه في بعض أجزاء الكبد .

اولاً: الدم Blood

يتألف دم الفقاريات من سائل يدعى البلازما، تسبح فيه عناصر خلوية دموية، تدعى خلايا (كريات) الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء بالإضافة الصفيحات الدموية. ويختلف حجم الدم باختلاف المجموعات الحيوانية، فهو يمثل بين 0,5 – 3 % من وزن الجسم عند الأسماك وحوالي 4% إلى 10 % عند رباعيات الأرجل (7% عند الإنسان).

خلايا الدم الحمراء Red blood Cells

خلايا بيضوية أو دائرية الشكل، لونها أحمر نظراً لاحتوائها على صبغة خاصة تدعى الهيموغلوبين Hemoglobin، أو خضاب الدم. والهيموغلوبين مركب ثابت غير منحل ذو وزن جزيئي مرتفع نسبياً (68000)، ويدخل في تركيبه بروتين نوعي، يدعى الغلوبين الذي يتألف من أربع سلاسل من الببتيدات المتعددة، والمرتبطة مع أربع ذرات من الحديد، تؤمن كل منها الارتباط مع أربع ذرات من الأوكسجين. كرية الدم الحمراء لينة، مرنة، وغير متحركة ذاتياً، يختلف شكلها باختلاف صفوف الفقاريات، فقد تكون بيضوية مسطحة عند الزواحف والبرمائيات والأسماك والطيور، أو دائرية عند مستديرات الفم والثدييات. تتميز هذه الخلايا بانها تحتفظ بنواتها، كما هو الحال عند الفقاريات غير الثديية، أو تغيب هذه النواة عند الثدييات.

يختلف عدد خلايا الدم الحمراء من نوع إلى آخر، ومن صف إلى آخر، فهي تقدر بخمسة ملايين خلية في الميليلتر المكعب عند الإنسان، وستمئة ألف خلية عند الضفدع المألوف، وثمانية عشر مليون خلية عند الماعز.

خلايا الدم البيضاء White blood cells

خلايا ضخمة ذات نواة دائمة عند كافة الفقاريات. عددها غير ثابت، ويتوقف على عدة عوامل، وبصورة عامة، يقل عددها عن عدد خلايا الدم الحمراء بعشر مرات تقريباً عند الأسماك، وحوالي سبعين مرة عند البرمائيات، ومئة مرة عند الزواحف، و مئة وستون مرة عند الطيور، وستمئة مرة عند الإنسان.

وتقسم هذه الخلايا حسب شكلها وحجمها وتركيبها إلى مجموعتين رئيسيتين :

❖ **الخلايا البيضاء عديمة الحبيبات Non granular W.B.C**

تتميز بعدم وجود حبيبات نوعية في السيتوبلازما، وتضم نوعين من الخلايا:

1. خلايا بيضاء عديمة الحبيبات اللمفية(الليمفاويات) Lymphocytes :

ذات نواة كروية الشكل، وتشكل 20–40 % من الخلايا البيضاء في دم الانسان. وباستخدام الملونات، تبدو نواتها داكنة اللون، ومحاطة بهالة رقيقة أقل دكنة من السيتوبلازما.

2. خلايا بيضاء عديمة الحبيبات وحيدة النواة Monocytes:

تشكل 3–8% من الخلايا البيضاء في دم الانسان، نواتها تشبه حبة الفاصولياء، محاطة بسيتوبلازما رمادية مزرقة ، وتعد أكبر الخلايا البيضاء حجماً.

❖ **الخلايا البيضاء الحبيبية** Granulocytes:

نواتها المفصصة متعددة الأشكال، تتميز بحركتها المتحولية بفضل الأرجل كاذبة، سيتوبلاسماها غنية بالحبيبات التي تسمح بتمييز ثلاثة أنواع من هذه الخلايا:

1– خلايا بيضاء ولوعة بالحموض(الحمضات) Eosinophils:

تتميز بنواتها المفصصة، وسيتوبلازماها الغنية بالحبيبات، والتي تأخذ لوناً برتقالياً بعد تلوينها. تشكل حوالي 1–3% من الخلايا البيضاء في دم الانسان.

2– خلايا بيضاء معتدلة (العدلات) Neutrophils:

وتتميز بكون نواتها متعددة الفصوص ، تتصل مع بعضها بواسطة جسور، تعطيها شكل حبات العقد. سيتوبلازماها أكثر غنىً بالحبيبات الدقيقة ا مقارنة بالحمضات، وهي ذات حدود واضحة، وتشكل 60 – 75% من الخلايا البيضاء في دم الانسان.

3– خلايا بيضاء قاعدية (الأسسات) Basophils:

أكبر بقليل من الخلايا اللمفية، وتعد من الخلايا البيضاء المتميزة بكبر حجم حبيباتها، وهي ذات لون داكن، ونواتها هلالية الشكل. تشكل 0,5 – 1 % من الخلايا البيضاء في دم الانسان.

الصفيحات الدموية Platelets

تعد أيضاً خلايا دموية رغم غياب نواها عند الإنسان والثدييات ، وهي دائرية أو بيضوية الشكل، قطرها 2-5 ميكرومتر. أما بالنسبة لبقية الفقاريات فهي تأخذ شكلاً مغزلياً، وذات نواة. تتشكل هذه العناصر الدموية بدءاً من خلايا عملاقة، تنشأ من نقي العظم، ويقدر عددها بحوالي 250 ألف صفيحة في كل ميليلتر من دم الانسان. وتلعب الصفيحات دوراً رئيسياً في عملية التخثر الدموي، حيث تحرر أنزيم الثرومبين Thrombin الذي يحول مولد الليفين إلى ليفين أثناء عملية تخثر الدم .

الاوعية الدموية:

يصب الدم في القلب بواسطة الأوردة الحاملة للدم الوريدي (ماعدا الأوردة الرئوية الحاملة للدم مؤكسد) ويندفع الدم المؤكسد إلى مختلف أنحاء الجسم بواسطة الشرايين (ما عدا الشرايين الرؤية الخاملة للدم الوريدي) ليغذي كافة أعضاء الجسم. يشتمل جدار الأوعية الدموية على:

قميص داخلية : مكونة من طبقة خلايا ظهارية وعائية مسطحة.

قميص متوسطة: مكونة من ألياف عضلية ملساء وألياف مرنة .

قميص مصلية : تحتوي ألياف ضامة .

الشرايين :

تتعرض الشرايين لضغط دموي لذلك فإن جدرانها تتميز بكون :

القميص المتوسطة تكون ذات ألياف عضلية ملساء وألياف مرنة بغزارة. وتكون هذه الغزارة عالية في الشرايين الكبيرة مثل الأبهر .

الأوردة :

تعيد الدم إلى القلب فهي لا تخضع لضغط عالي . لذلك نجد أن جدران الأوردة تملك طبقة متوسطة ذات ألياف مرنة قليلة وتكاد تنعدم الألياف المرنة في بعض الأوردة .

الشعريات الدموية:

أصغر الأوعية الدموية ، جدران رقيقة تتألف من طبقة خلوية وحيدة (طبقة ظهارية داخلية) تسمح بتبادل الغازات والمواد الأخرى. وتتألف هذه الطبقة من خلايا حرشفية ظهارية بسيطة.

الجيوب الدموية:

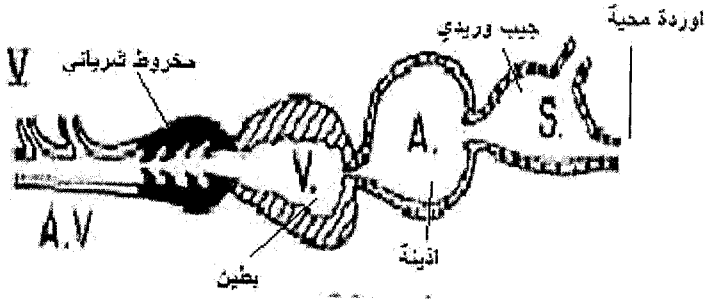
وهي متسعات في القنوات الوعائية الدموية في بعض مناطق الجسم كالطحال والعقد اللمفية والغدة النخامية (الفص الأمامي) وفي غدة الكظر.

ثانياً- القلب The Heart

تتمايز عضلة القلب جنينياً من جهاز الدوران، في الناحية البطنية من البلعوم، داخل تجويف معزول عن الجوف العام، يدعى التأمور Pericardium. تلعب هذه العضلة دور مضخة، تدفع الدم إلى

أنحاء الجسم المختلفة، يستمر وجود القلب في هذه المنطقة عند مستديرات الفم والأسماك البالغة، وينتقل قليلاً إلى الخلف داخل القفص الصدري عند رباعيات الأرجل المختلفة.

والقلب كالأوعية الدموية المتمايز عنها، ينشأ بدءاً من الطبقة الوعائية الأصلية المشتقة من الوريقة الوسطى، ويدعى بالأنبوب القلبي، الذي يتكون من طبقة ظهارية داخلية بسيطة، تشكل الجدار الداخلي للقلب أو شغاف القلب Endocard، عند الكائنات البالغة، ويأخذ القلب في بداية تشكله عند **أجنة الفقاريات كافة**، شكل أنبوب تصب فيه الأوردة المحية في الخلف، ويستمر في الأمام بالأبهر البطني. تتمايز على طول هذا الأنبوب أربع غرف متتالية وهي من الخلف إلى الأمام: الجيب الوريدي Sinus Venous، والأذينة Atrium، والبطين Ventricle، والمخروط الشرياني Conus .



الدراسة المقارن للعضلة القلبية عند الفقاريات:

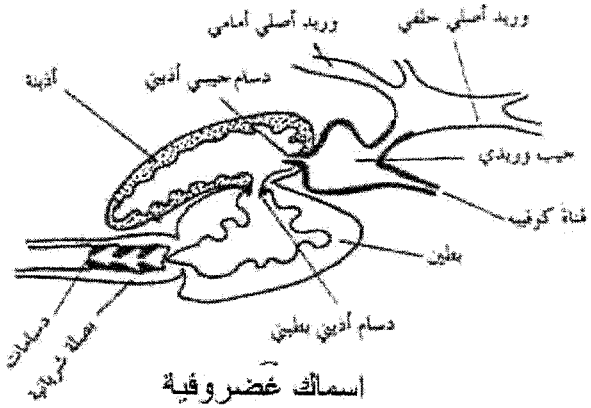
عند الانتقال من المرحلة الجنينية إلى مرحلة البلوغ والانتقال من الوسط المائي إلى اليابسة تبدي العضلة القلبية عند الفقاريات المختلفة تبدلات جوهرية تتوافق مع أوساطها الجديدة وطريقة تنفسها:

- **عند مستديرات الفم :**

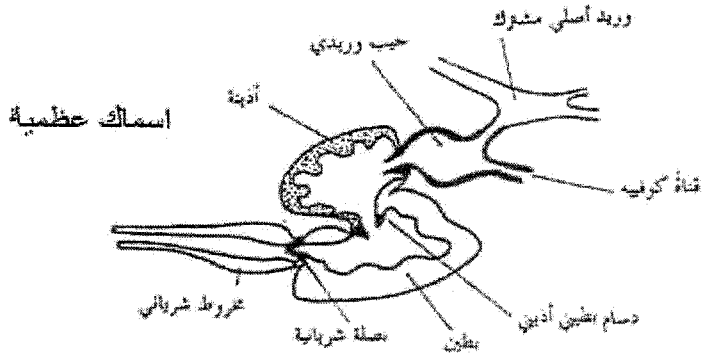
ينثني الأنبوب القلبي على نفسه في المستوى السهمي ما بين الأذينة والبطين مشكلاً ما يشبه الحرف (S)، مما يؤدي إلى توضع الجيب الوريدي الأذينة في الناحية الظهرية بالنسبة للبطين والبصلة أو المخروط الشرياني.

- **عند الأسماك الغضروفية وكاملات التعظم :**

تتميز العضلة القلبية عند هذه الكائنات **بنمو المخروط الشرياني**، الذي يلاحظ على جدرانه أربعة صفوف طولية من الدسامات. **وتختلف الأسماك ذوات التنفسين** عن بقية الأسماك العظمية، حيث يرتبط شكل العضلة القلبية عندها بطبيعة حياتها واشتراك التنفس الخيشومي والتنفس الرئوي معاً في تأمين حاجة جسمها من الأوكسجين، الأمر الذي يتطلب انقسام تلك العضلة إلى حجرتين، تستقبل أحداهما الدم الوريدي الآتي من أنحاء الجسم، وتستقبل الآخرى الدم المؤكسج، الذي تتم تنقيته في الرئتين.



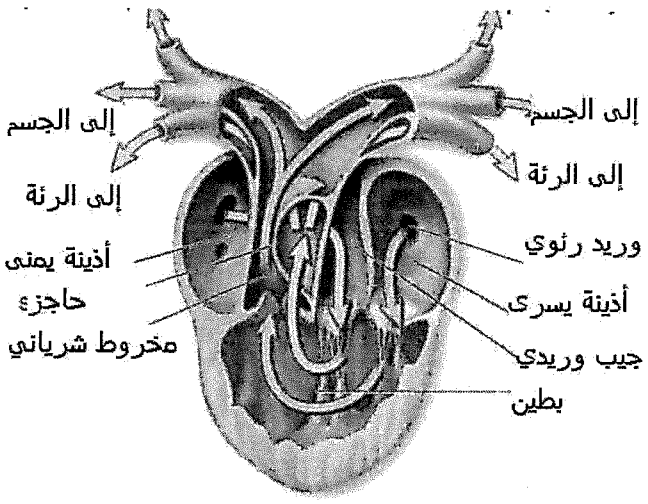
أسماك غضروفية



أسماك عظمية

- **عند البرمائيات:**

تنقسم الأذينة عند البرمائيات انقساماً كاملاً، باستثناء البرمائيات المذنبة وعديمات الأرجل، حيث يكون التنفس الرئوي محدود أو غير موجود، ويبقى الحاجز مثقباً . ويستمر هذا الانقسام في مستوى المخروط الشرياني ، حيث يحدد مجرى رئوياً، يتصل مع القوس الأبهرية السادسة، ومجرى سباتياً جهازياً ينفصل عن القوس السباتية (القوس الثالثة III)، والقوس الجهازية (IV). أما فيما يتعلق بالبطين فيبقى مفرداً دون تقسم، ولا تتأثر عملية التنفس عند البرمائيات بوجود بطين وحيد، لأن الدم الوريدي و الدم الشرياني، يملكان نفس الكمية تقريباً من الأوكسجين المنحل، بسبب وجود التنفس الجلدي الذي يزود الأذينة اليمنى بالدم المؤكسج عن طريق الوريدين الجلديين، كما يرد إليها دم وريدي عن طريق الوريدين الأجوفين والجيب الوريدي .



- **عند الزواحف :**

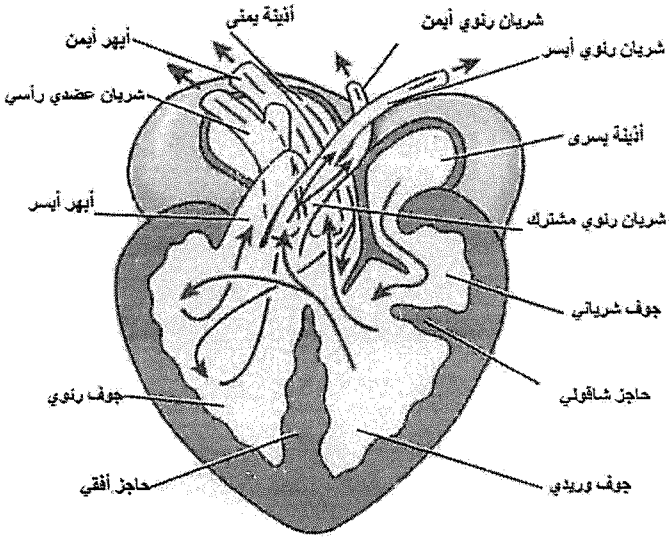
تعد الزواحف أولى المجموعة الفقارية، التي تكيفت للحياة الأرضية بشكل جيد واعتمدت في تنفسها كلياً على التنفس الرئوي، مما يفرض وجود دوران رئوي مستقل ومترافق بتغييرات في أقسام العضلة القلبية. وأهم تلك التغييرات تراجع البصلة الشريانية التي تمثل بحلقة عضلية واحدة عند السلاحف والتماسيح واختفائها كلياً عند الأفاعي، حيث تندمج مع قاعدة الأقواس الأبهرية، التي تصدر عن البطين مباشرة وكذلك الأمر انقسام البطين إلى بطينين بدرجات مختلفة باختلاف أنواع الزواحف، واندماج الجيب الوريدي مع الأذينة اليمنى .

- **قلب الأفاعي والعظايا:**

تصبح بنية البطين الداخلية أكثر تعقيداً من خلال عدداً من الحدبات العضلية، التي تقسمه إلى عدد من الجيوب الصغيرة ، ويتمايز أحياناً عند بعضها وخاصة الأفاعي وجود حاجزين، يقسمان البطين إلى ثلاثة أجواف رئيسية غير مستقلة عن بعضها هما:

-**حاجز رئيسي مائل** ومكتمل في الناحية الخلفية من البطين وغير مكتمل أفقيا في الأمام حيث يصل طرفه إلى عرف من جدار البطين الأيمن. يقسم هذا الحاجز البطين إلى تجوفين غير متساويين : تجويف كبير ظهري جانبي، تصدر عنه الأقواس الجهازية (الأيمن والأيسر)، وتجويف جانبي بطني أيمن اصغر من السابق، لا يتصل مع الاذينات بشكل مباشر ولكن يتصل مع تجويف البطين السابق على الحافة الحرة من الحاجز، حيث يخرج الجذع الرئوي

- **حاجز ثانوي شاقولي** غير كامل يقسم التجويف الجانبي الظهري إلى تجويف شرياني أيسر، تصب فيه الأذينة اليسرى، وتجويف وريدي أيمن، تصب فيه الأذينة اليمنى، باتجاه التجويف الرئوي.

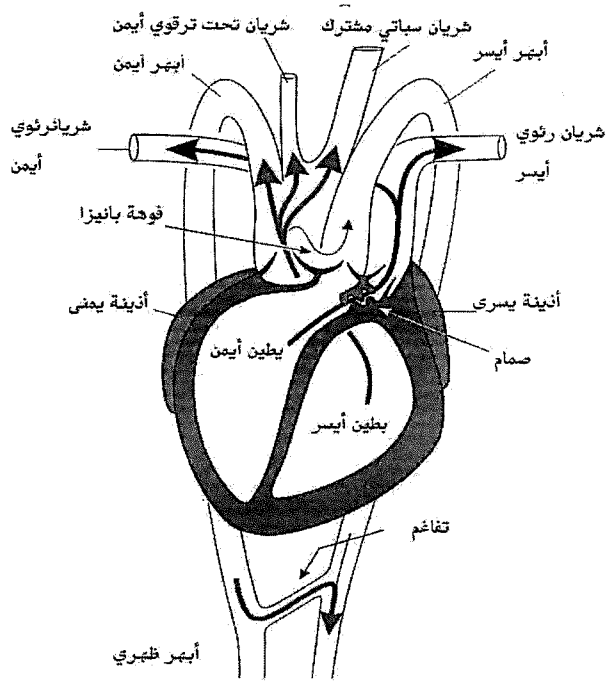


عند التماسيح:

يوجد حاجز وحيد بين بطيني، ينشأ من جزأين:

1- جزء عضلي مشابه للحاجز الرئيسي الملاحظ عند بقية الزواحف

2- جزء غشائي ينمو من حلقة أذينية بطينية نحو الطرف الحر من الجزء العضلي، حيث يلتحم معه وبالتالي فان البطين يقسم كلياً إلى تجويفين مستقلين بحاجز كامل، بطين أيمن يوافق التجويف البطيني (الرئوي) والجزء الأيمن من التجويف الظهري (يتصل مع الأذين الأيمن ويصدر عنه القوس الجهازية اليسرى والجذع الرئوي)، وبطين أيسر يوافق الجزء الأيسر من التجويف الظهري (يتصل مع الأذين الأيسر ويصدر عنه القوس الجهازية اليمنى) .



- **عند الطيور:**

من أهم التغيرات الملاحظة عند الطيور مقارنة بالزواحف، زوال القوس الأبهرية اليسرى، وبقاء القوس الأبهرية اليمنى، والفصل الكامل بين الدم الوريدي والدم المؤكسج بعد انقسام البطين.

- **عند الثدييات:**

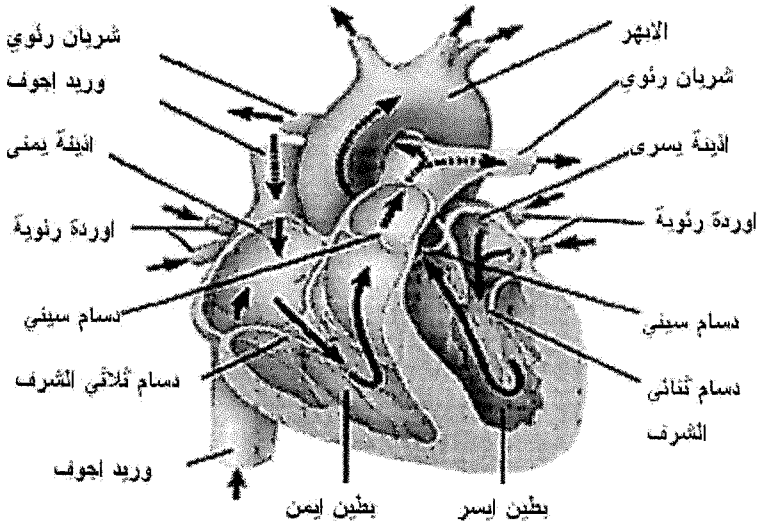
لا يختلف شكل العضلة القلبية عند الثدييات عن قلب الطيور باستثناء زوال القوس الأبهرية اليمنى بدلاً من القوس اليسرى.

من خلال الدراسة المقارنة للعضلة القلبية عند الفقاريات يمكن ملاحظة النقاط التالية:

1- استمرار وجود الجيب الوريدي عند الفقاريات الدنيا حتى البرمائيات، حيث ينفتح على الأذينة اليمنى، ثم اندماجه جزئياً عند الزواحف والطيور العداءة والثدييات وحيدة الثقب، ثم اختفائه كلياً عند بقية الطيور و الثدييات.

2- انقسام الأذينة بصورة كاملة إلى أذينتين عند رباعيات الأرجل.

3- لا ينقسم البطين عند البرمائيات، ولكنه ينقسم جزئياً عند الزواحف (عدا التماسيح)، وكلياً عند التماسيح والطيور والثدييات.



- الجملة الشريانية arterial system

تعرف الجملة الشريانية على أنها مجموعة الأوعية الدموية التي تحمل الدم من القلبي إلى إنحاء الجسم المختلفة. وتتألف هذه الجملة عند أجنة الفقاريات من أبهر بطني مفرد. تتجه هذه الأقواس ظهرياً ضمن الأقواس الحشوية لتلتقي في الناحية الظهرية في جذرين أبهريين، يمتدان نحو الأمام ليشكلا شفعاً من الشرايين السباتية. أما في الناحية الخلفية، فيلتحمان في أبهر ظهري يمتد حتى نهاية الذيل مشكلاً الشريان الذيلي .

يختلف عدد الأقواس الأبهرية باختلاف صفوف الفقاريات بما يتوافق مع عدد الأقواس الحشوية التي تتوضع بينها الشقوق الخيشومية. يصل عددها عند أسلاف الفقاريات إلى عشرين شفعاً، وسبعة أشفاع عند الجلكيات، ثم يتراجع هذا العدد إلى ستة أشفاع فقط، ترقم بالأرقام الرومانية من I-VI.

الشفع الأول I: ويعرف بالقوس الأبهرية الفكية، وهي تروي القوس الحشوية الفكية.

الشفع الثاني II: ويعرف بالقوس الأبهرية اللامية، وهي تروي القوس الحشوية اللامية.

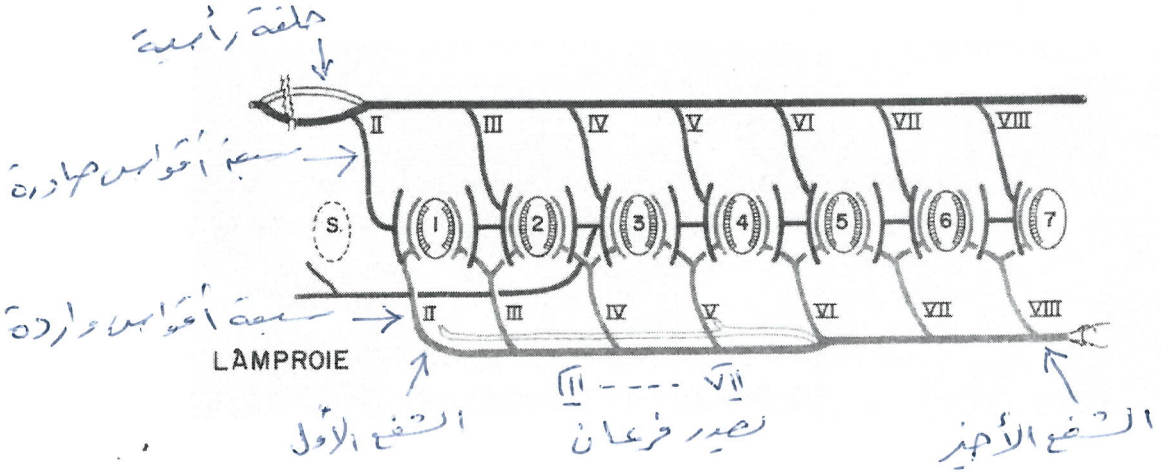
بقية الأقواس: الثالث III، والرابعIV،والخامس V، والسادس VI،هي أقواس أبهرية خيشومية تروي الأقواس الحشوية الأربعة الأولى. يختلف وضع، و ترتيب الأقواس الأبهرية باختلاف صفوف الفقاريات.

1- الجملة الشريانية عند الفقاريات خيشومية التنفس:

تتفرع الأقواس الأبهرية في الصفائح الخيشومية إلى عدد من الشعيرات الدموية، وتتكون كل قوس أبهرية من شريان خيشومي وارد يحمل الدم غير المؤكسج، وقسم صادر يجمع الدم الغني بالأوكسجين من تلك الصفائح يدعى الشريان الخيشومي الصادر .

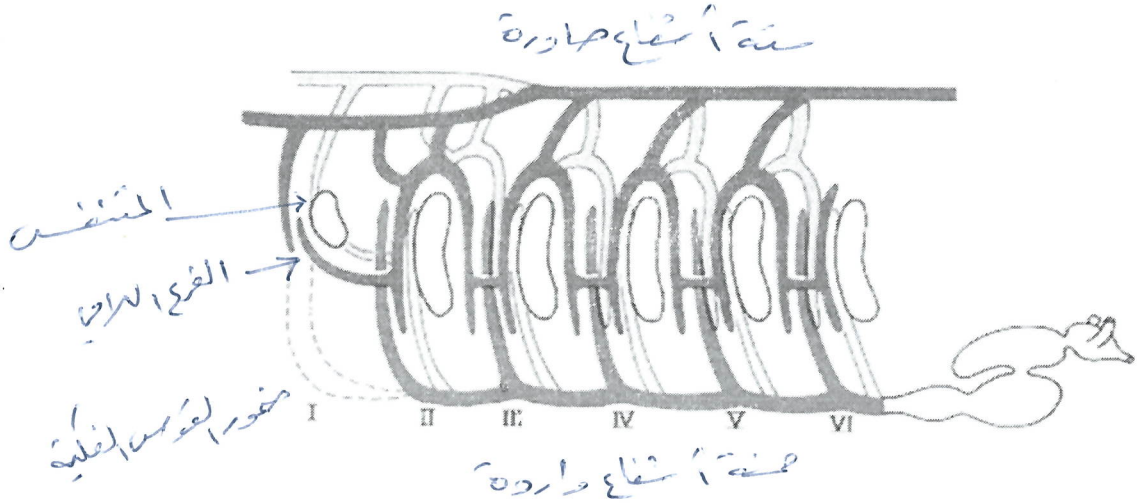
- **عند مستديرات الفم:**

- **الجلكيات** : يتفرع الابهر البطني عند هذه الفقاريات إلى سبعة أشفاع من الأقواس الأبهرية فقط ، يقابلها سبعة أشفاع من الجيوب الخيشومية، حيث يتفرع الابهر في مستوى الجيب الخيشومي الرابع إلى فرعين (أيمن وأيسر)، يصدر عن كل منهما أربعة شرايين خيشومية واردة،. يروي الشفع الأول من الشرايين الخيشومية الواردة الصفائح الخيشومية لنصف الخيشوم الأمامي، في حين يروي الشفع الأخير منها نصف الخيشوم الخلفي. أما فيما يتعلق ببقية الأقواس فيتفرع كل منها إلى فرعين، أحدهما يروي الصفائح الخيشومية الأمامية، والثاني يروي الصفائح الخيشومية الخلفية ضمن الجيوب الخيشومية، أي أن إرواء الخيشوم الكامل، يتحقق بفرعي شريان خيشومي وارد. يعاد جمع الدم المؤكسج من خلال شرايين خيشومية صادرة تصب في أبهر ظهري، يشكل في الناحية الأمامية حلقة رأسية Cephalic، يصدر عنها شرايين، تغذي الدماغ، والعيون، واللسان، وبقية أجزاء الرأس.

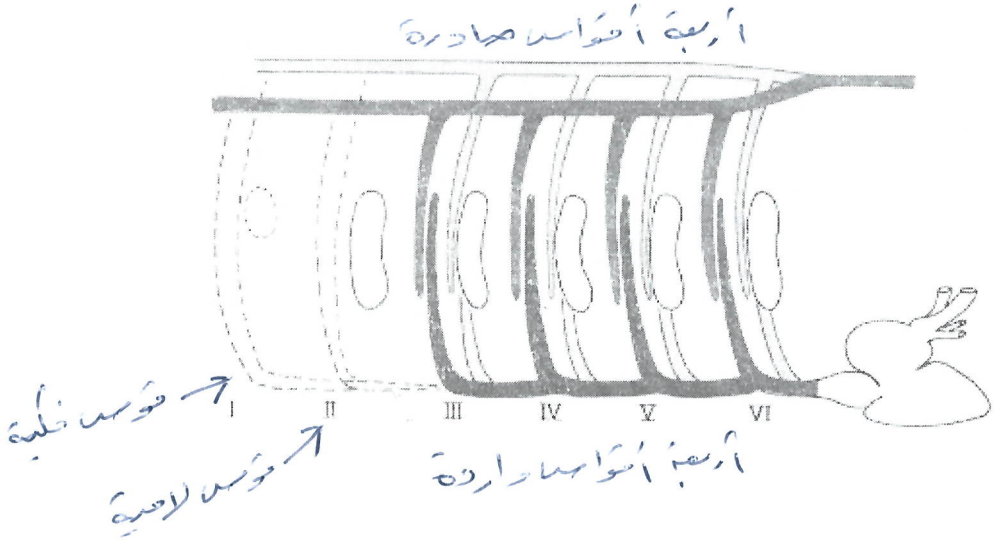


عند الأسماك الغضروفية الحقيقية Selachian:

تحتفظ الأسماك الغضروفية بستة أشفاع من الأقواس الأبهرية، والجيوب الخيشومية في المرحلة الجنينية، ثم يتبدل عدد هذه الأقواس عند البلوغ ، إذ يبقى خمسة أشفاع من القوس الأبهرية الواردة، المتوضعة ضمن الأقواس الحشوية والتي تروي نصف الخيشوم اللامي والخياشيم الأربعة الباقية (II إلى VI). أما الشرايين الخيشومية الصادرة من تلك الأقواس الحشوية، فيتألف كل منها من فرعين، أحدهما أمامي، يجمع الدم الشرياني من نصف الخيشوم الأمامي، في حين يجمع الفرع الثاني الخلفي الدم الشرياني من نصف الخيشوم الخلفي. ترتبط الفروع الخيشومية الصادرة الأمامية، والخلفية في كل قوس مع بعضها بقنوات عرضية. أما الخيشوم الأول فهو خيشوم كاذب (المتنفس)، يروى بدم من الفرع اللامي الصادر الأمامي الذي يحمل دما مؤكسجاً .وبذلك ينشأ من الابهر البطني عند هذه الأسماك، خمسة أشفاع من الشرايين الخيشومية الواردة وستة أشفاع من الشرايين الخيشومية الصادرة.



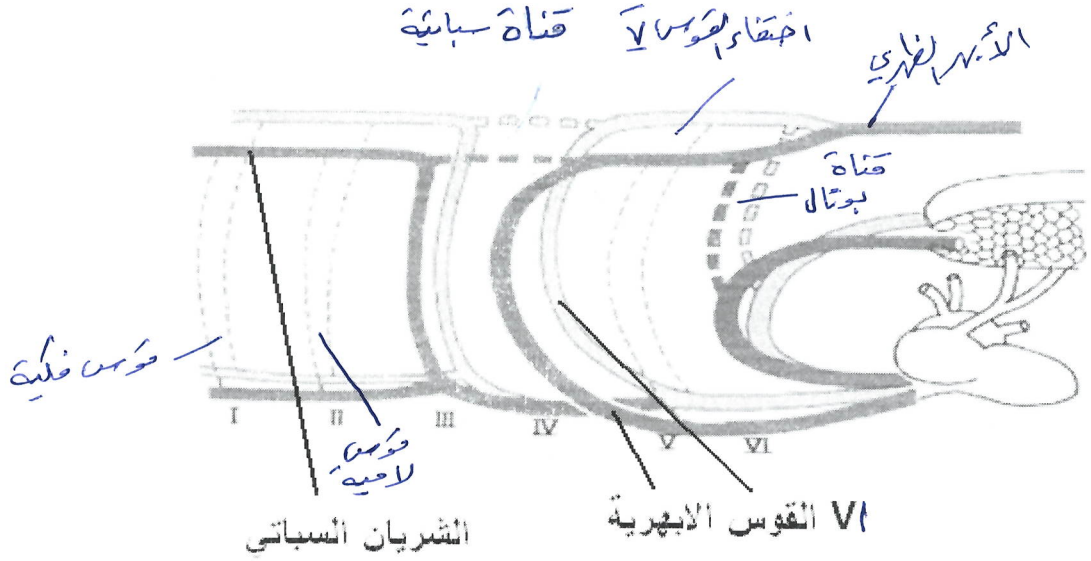
- **عند الأسماك مكتملة العظام Teleosts:** تستمر الأشفاع الأربعة الأخيرة من الأقواس الأبهرية فقط (III، IV، V، VI) في حين تختفي القوس الأبهرية الفكية، والقوس اللامية .



- الجملة الشريانية عند الفقاريات رئوية التنفس:

- **عند البرمائيات عديمة الذنب:**

تختفي الأقواس الأبهرية الأولى، والثانية، والخامسة ، كما تزول قناة بوتال، التي تصل بين القوس السادسة والجذر الرئوي ، و يتشكل الشريان الرئوي. بالوقت نفسه تختفي القناة السباتية التي تصل بين القوس الرابعة، والقوس الثالثة، و يتشكل جذران أبهريان في الخلف، وشريانين سباتيين من القوس الثالثة ومن مقدمة الأبهر البطني في الأمام .



- **عند الزواحف Reptiles:**

تحتفظ الزواحف بالقوس الأبهرية الثالثة، والرابعة، والسادسة. وقد يستمر وجود القوس الأبهرية الخامسة عند بعض العظايا، أو يستمر وجود القناة السباتية عند بعض الأفاعي. ومن التغييرات الجوهرية التي تلاحظ عند الزواحف في مستوى الأبهر البطني ، انفصال القوس الأبهرية الرابعة اليسرى عن القوس المقابلة لها منذ خروجها من القلب، وانبثاق الأبهر السباتي المشترك، ينشأ عنه الشرايين السباتية الداخلية والخارجية، بكامله من القوس الأبهرية اليمنى. كما ينشأ الشريانان الرئويان بصورة مستقلة من البطين الأيمن.

يخرج من قلب الزواحف ثلاثة جذوع أبهرية :

1- **جذع رئوي ي من البطين الأيمن** ويرتبط مع القوس الأبهرية السادسة ويقود الدم الوريدي إلى الرئتين .

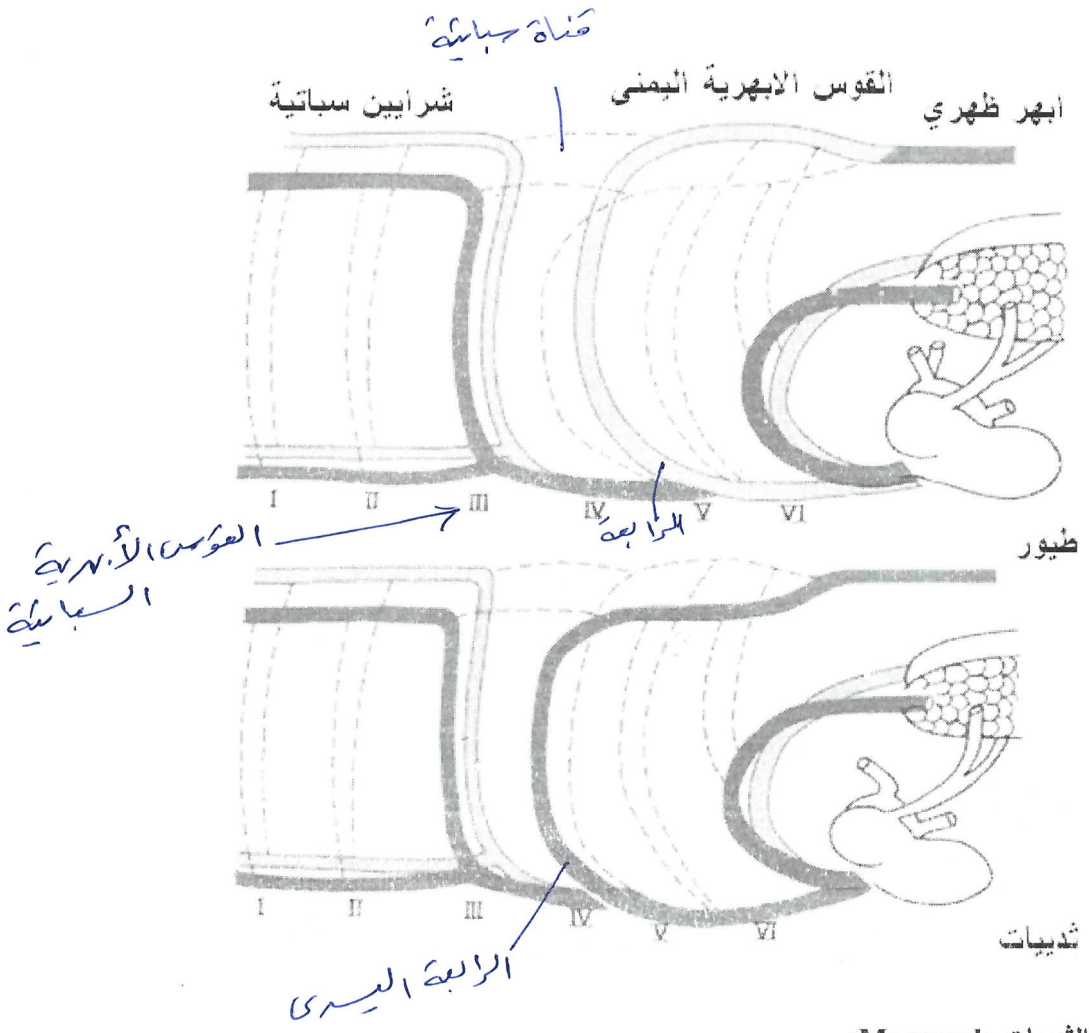
2- **جذع أبهري يخرج من البطين الأيمن** ويرتبط مع القوس الأبهرية الرابعة اليسرى ويسمح هذا بخروج بعض الدم الوريدي إلى الأبهر الظهري .

3- **جذع أبهري يخرج من البطين الأيسر** ويحمل دم مؤكسج ويرتبط مع القوس الأبهرية الرابعة اليمنى التي تحمل دم مؤكسج إلى الأبهر الظهري والأقواس السباتية

وبذلك يتلقى الأبهر الظهري **دم وريدي من البطين الأيمن ودم مؤكسج من البطين الأيسر** بحيث لا يكون الفصل تام بين الدم الوريدي والدم المؤكسج في مستوى الأبهر الظهري

عند الطيور Birds:

لا تختلف الجملة الشريانية عند الطيور عن الزواحف سوى أن الأبهر الظهري، يتشكل بدءاً من القوس الرابعة اليمنى، التي تصدر عن الأبهر البطني، في حين تزول القوس الرابعة اليسرى، وما يتبقى منها يشكل ما يسمى بالشريان تحت الترقوة الأيسر. يستمر الأبهر البطني باتجاه الأمام مشكلاً إضافة إلى القوس الأبهرية أبهراً جهازياً ، يعطي كامل الجملة الشريانية السباتية اليمنى واليسرى.



- **عند الثدييات Mammals:**

يتشكل الأبهر الظهري عند الثدييات، بدءاً من القوس الأبهرية الرابعة اليسرى (عكس الطيور)، في حين تشكل بقايا القوس الأبهرية الرابعة المقابلة الشريان تحت الترقوة الأيمن. أما الشرايين السباتية فقد تنشأ من جذع عضدي رأسي، ينشأ بدوره من القوس الأبهرية قبل انحنائها نحو الجهة اليسرى من الجسم عند الإنسان. حيث ينشأ الشريان السباتي الأيسر من الأبهر مباشرة، في حين ينشأ الشريان السباتي الأيمن من الشريان تحت الترقوة الأيسر.

الجملة الوريدية Venous System

تختلف هذه الجملة من صف إلى آخر من صفوف الفقاريات المختلفة. ويمكن التمييز بين عدة جمل وريدية **عند أجنة الفقاريات:**

1- **جملة الأوردة المحية Vitellin veins** التي تتشكل بتماس مع الكيس المحي عند الأجنة على شكل وريدين محيين (أيمن وأيسر)، عند الأسماك والأمينوسيات. وغالباً ما يشكل الوريد المحي

الأيسر وريداً يتجه إلى منطقة المقذرة مشكلاً حلقة مقذرية، ويدعى الوريد تحت المعوي. يستمر هذا الوريد باتجاه المنطقة الخلفية الذيلية ليشكل الوريد الذيلي.

2- **جملة الأوردة الأصلية Cardinal Veins تقع** على جانبي الأبهر الظهري، ونميز فيها عند **الأجنة شفعاً من الأوردة الأصلية الخلفية**، التي تجمع الدم الوريدي من منطقة الجذع، **وشفعاً من الأوردة الأصلية الأمامية**، التي تجمع الدم من منطقة الرأس. تستقبل الأوردة الأصلية الخلفية، عند أجنة الفقاريات غير الثديية، الدم الوريدي من الوريد الذيلي، ومن الكلى المتوسطة، حيث يتفرع الوريد الذيلي إلى شفع من الأوردة **تحت الأصلية**، ترتبط مع القسم الخلفي من الأوردة الأصلية الخلفية بسلسلة من الأوعية العرضية، التي تدخل الكلى، وتتشكل بداءة **الجملة البابية الكلوية Renal port system**. لاحقاً، تلتقي الأوردة الأصلية الأمامية والقسم المتبقي من الأوردة الأصلية الخلفية من كل طرف بقناة مشتركة، تدعى قناة كوفييه تصب في الجيب الوريدي.

3- **الأوردة الجانبية البطنية** يلاحظ وجود هذه الجملة عند الأسماك الغضروفية، حيث تجمع الدم الوريدي من الزعانف الصدرية والحوضية ثم تصب في قناتي كوفييه. أما فيما يتعلق برباعيات الأرجل، فتجمع الدم الوريدي من الأطراف وتصب في الجيب الوريدي.

4- **جملة الأوردة الرئوية** تلاحظ عند الفقاريات الأرضية بصورة رئيسية حيث تعيد الدم من الرئتين إلى الأذينة اليسرى دون أن تتصل مع الجيب الوريدي.

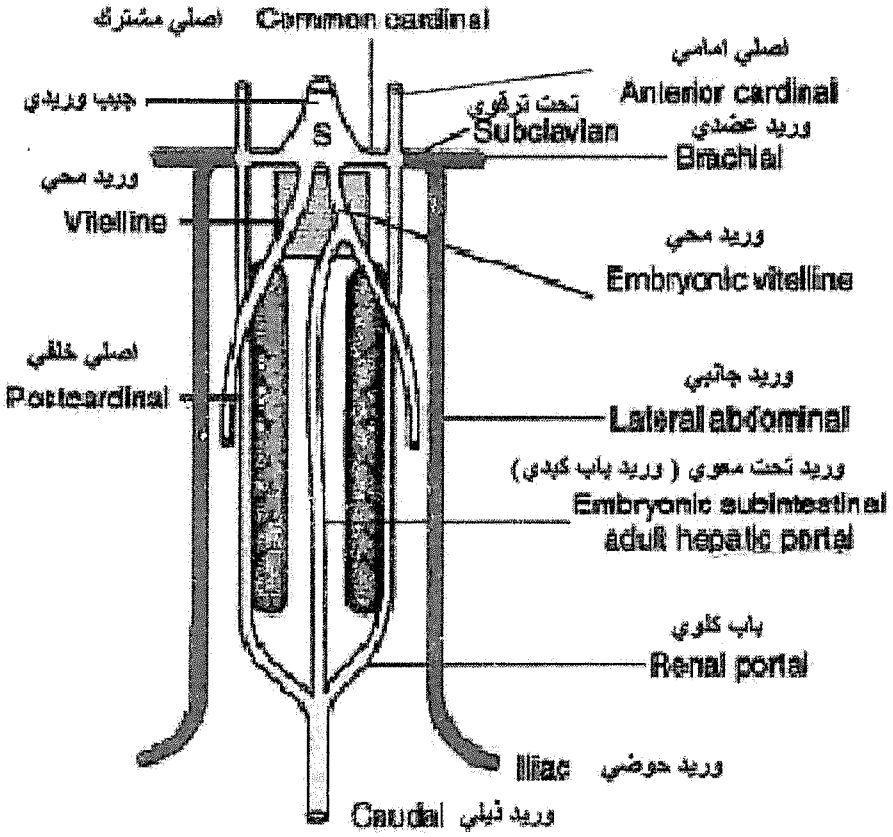
عند الانتقال إلى الأشكال البالغة يلاحظ وجود جملة من التبدلات أهمها :

A- تتمايز الأقسام الأمامية من **الأوردة المحية** بعد تمايز الكبد لتشكل الجملة **البابية الكبدية Hepatic portal system**. تساهم هذه الجملة في جمع الدم من أنبوب الهضم (خاصة الأمعاء)، وتتألف من وريد رئيسي يدعى وريد الباب الكبدي، ومن أوردة تصدر عن الكبد تدعى الأوردة فوق الكبدية، والتي تصب في الجيب الوريدي.

B- تخضع جملة **الأوردة الأصلية الأمامية و الخلفية وقناتي كوفييه عند الفقاريات البالغة** إلى تبدلات جوهرية:

- **الأوردة الأصلية الأمامية:**

1. **عند ذوات الفك البالغة(عدا الثدييات):** تبقى قناتي كوفيية والأوردة الأصلية الأمامية التي تدعى هنا الأوردة الوداجية الداخلية.
2. **الثدييات:** تتحول قناة كوفييه اليمنى إلى وريد أجوف وحيد، يجمع الدم الوريدي من الوريد الوداجي الداخلي الأيسر والوريد تحت الترقوة الأيسر . أما قناة كوفييه اليسرى فتتحول إلى وريد إكليلي يجمع الدم الوريدي من العضلة القلبية.



- **الأوردة الأصلية الخلفية :**

1. **عند الأسماك والبرمائيات المذنبة:** تبقى هذه الأوردة، وتجمع الدم الوريدي من الأوردة الكلوية الصادرة.
2. **عند الثدييات:** تختفي الجملة البابية الكلوية كلياً، وينقسم الوريد الأجوف الخلفي إلى قسم إمامي، يرتبط مع مجموعة من التفرعات الوعائية الآتية من تفاغم بين الوريد تحت الأصلي الأيمن والوريد تحت الأصلي الخلفي الأيسر، ومن الوريد الأصلي الخلفي الأيمن وقسم خلفي يجمع الدم الوريدي من الأوردة الحوضية. يلاحظ عند الثدييات وجود اتصال عرضي مائل يجمع الدم الوريدي من البقايا الخلفية للوريد الأصلي الخلفي الأيسر (الوريد نصف الفرد) ليصب في الوريد الأصلي الخلفي الأيمن (الوريد الفرد الكبير) .

- **الأوردة الجانبية أو الوشيقية: عند البرمائيات:** تندمج الأوردة الجانبية مع بعضها لتشكل وريداً بطنياً وحيداً على علاقة مع الأوردة الحوضية، والإطراف الخلفية.
- **عند الأمنيوسيات:** تشكل الأوردة الجانبية عند الأمنيوسيات جملة جديدة، **تدعى جملة الأوردة السرية** ، التي تحمل الدم من الوشيقة، أو الكيس المحي إلى قلب الجنين، حيث يلتقي الوريد الوشيقي الأيمن مع الوريد الوشيقي الأيسر عند دخولهما جسم الجنين، ويصبان بعد التحامهما، في م في الوريد الأجوف السفلي بواسطة قناة "ارانتيوس"، أو القناة الوريدية. عند البلوغ تختفي هذه الجملة .

الجهاز اللمفي (البلغمي) Lymphatic system

يعد الجهاز اللمفي جملة ملحقة بالجملة الوريدية وجزءاً من الجهاز المناعي، فهو مجموعة مغلقة من الأوعية والأجواف المبطنة بالطبقة الوعائية الداخلية التي يعمل على جمع وإعادة السوائل من المسافات بين الخلوية في أنسجة الجسم إلى مجرى الدم.

- **اقسام الجهاز اللمفي:**

يتكون الجهاز اللمفي من اللمف والأوعية اللمفية والنسيج اللمفي.

1- اللمف The Lymph:

سائل شفاف عديم اللون، يرتشح من الدم عبر جدران الأوعية الدموية الشعرية، يمكن التمييز بين نوعين من اللمف هما:

أ- اللمف الخلالي interstitial-lymph:

سائل يشبه بلاسما الدم باستثناء كونه فقيراً بالعناصر الخلوية، ، يتواجد في المسافات بين الخلايا كنتيجة لارتشاح بلاسما الدم عبر جدران الشعيرات الدموية.

ب- اللمف الوعائي vascular lymph:

سائل شاحب أو عديم اللون، فقير بالعناصر الخلوية قبل عبوره للعقد اللمفية ثم يصبح غنياً بالخلايا البيضاء وبشكل خاص اللمفية بعد خروجه منها. يتشكل هذا السائل نتيجة عبور اللمف الخلالي للأوعية اللمفية.

2- الأوعية اللمفية Lymphatic vessels:

تتكون الأوعية اللمفية بشكل رئيسي من طبقة مستمرة من الخلايا البطانية في الشعيرات اللمفية، تضاعفها طبقة من الخلايا المتوسطية التي سرعان ما تتمايز إلى نسيج ضام، وألياف عضلية ملساء في الأوعية اللمفية المتوسطة والكبيرة. تقسم الأوعية اللمفية تبعاً لقطرها إلى:

1- الشعيرات اللمفية Lymphatic Capillaries:

شعيرات ذات نهايات مغلقة، تتكون من طبقة واحدة من الخلايا البطانية الوعائية الرقيقة، عديمة المسام، ترتكز على غشاء قاعدي متقطع.

2- الأوردة اللمفية Lymphatic Veins:

أوعية ذات قطر كبير، ومتوسط وجدران أثخن قليلاً من جدران الشعيرات اللمفية، تدعم فيها الطبقة الوعائية البطانية بطبقة من الألياف الضامة، والعضلية الملساء. يحمل سطحها الداخلي زوائد شفعية تشكل دسامات (بشكل خاص عند الطيور والثدييات)، توجه سير الليمف باتجاه واحد (من الشعيرات اللمفية نحو القلب).

3- القلوب اللمفية Lymph Hearts:

متسعات بسيطة في الأوعية اللمفية، ذات جدران عضلية ثخينة، مدعمة بالألياف العضلية المخططة ومجهزة بدسامات تحدد جهة سير اللمف. توجد عند الأسماك الرئوية وكافة البرمائيات

والزواحف والطيور. تعمل هذه القلوب كمضخات صغيرة تضخ اللمف عبر الأوعية اللمفية نحو الأوعية الدموية التي تحمله إلى القلب . تتفاوت في أعدادها فهي تتراوح بين قلب واحد عند بعض الأسماك العظمية، وشفعين عند الضفادع عديمات الذنب، وعشرة أشفاع عند الضفادع المذنبة، ومائة شفع عند الضفادع عديمات الأرجل، وشفع واحد عند الزواحف وغالبية الطيور.

يسير اللمف باتجاه واحد بفضل تقلص عضلات الأطراف، والحركات التنفسية، والدسامات التي توجد على مسار الأوردة اللمفية.

النسيج اللمفي Lymphatic Tissue:

نسيج ضام شبكي متمايز، يحتوي على أعداد كبيرة من الخلايا اللمفية، يشكل ما يسمى بالأعضاء اللمفية التي تشمل كل من **الطحال، والتيموس، واللوزات، والعقد اللمفية، والجريبات اللمفية.** تتواجد العقد اللمفية عند غالبية الفقاريات لكنها تتمايز بشكل خاص عند:

1- الطيور، حيث تمتلك شفعان من العقد اللمفية ، شفع أمامي في المنطقة الرقبية أو الصدرية، وشفع خلفي في المنطقة القطنية قرب المناسل.

2- الثدييات، حيث توجد العقد اللمفية بأعداد تختلف باختلاف الأنواع، إذ يصل عددها إلى حوالي 500 عقدة عند الإنسان و 8000 عند الحصان .

الدراسة المقارنة للجهاز اللمفي عند الفقاريات:

صنف لعام ٢٠٠٧/٢٠٠٨

1- عند مستديرات الفم والأسماك :

يتكون الجهاز اللمفي من شبكة دقيقة من الأوعية تشبه الأوعية اللمفية لكنها تحتوي على كريات حمراء، وتتصل بالأوردة والجيوب الوريدية في مواضع متعددة مما يبرر إطلاق مصطلح الجهاز الدموي اللمفي على هذا النمط من الأوعية التي تشكل مرحلة أولية من تطور الجهاز اللمفي عند بقية الفقاريات.

2- عند ذوات التنفسين Dipnoi وبقية الأسماك:

الجهاز اللمفي بسيط وغير مكتمل عند ذوات التنفسين، يتمايز بشكل أوضح عند الأسماك العظمية الأخرى، حيث يتكون الجهاز اللمفي من جزء سطحي جلدي، يتألف من قناة ظهرية وقناة بطنية وقناتان جانبيتان، وجزء عميق يتكون من قناتين تحت فقاريتين تمتدان تحت العمود الفقري على جانبي الأبهر. كما يلحق بهذا الجهاز شبكة لمفية أصلية. يتمايز عندها شفعان من القلوب اللمفية في المنطقتين البلعومية والذيلية، بينما لا تتمايز عندها العقد اللمفية، ولا الدسامات داخل الأوعية اللمفية.

3- عند البرمائيات:

يتمايز الجهاز اللمفي عند البرمائيات بشكل واضح، **فعند الضفادع المذنبة** Urodela يكون الجهاز اللمفي مشابهاً للجهاز اللمفي للأسماك العظمية، باستثناء ظهور عدة أشفاع من القلوب اللمفية؛ أضخمها شفع يتوضع في سوية ارتباط الأطراف الأمامية، وآخر في سوية ارتباط الأطراف الخلفية. أما بالنسبة **لعديمات الذنب Anura** البالغة، فيتكون الجهاز اللمفي السطحي من جيوب لمفية كبيرة (تحت الجلد)، وشفعين من القلوب اللمفية ، أحدهما في مستوى الفقرة الثالثة، والأخر بالقرب من القلم الذيلي.

4- عند الزواحف:

يتألف الجهاز اللمفي عند الزواحف من مجموعة من الأقنية السطحية، وقناتين صدريتين . تنفتح القناتان الصدريتان في الناحية الخلفية في جيب قطني واسع يدعى الخزان القطني. لا توجد قلوب لمفية أمامية، في حين يستمر وجود شفع من القلوب الخلفية بالقرب من العجز، تصب في وريد الباب الكبدي.

5- عند الطيور:

يتالف من قناتين صدريتين تصبان في الوريد الأجوف الأمامي، كما تظهر مجموعة من الأقنية الأصغر، تصب في الأوردة الحوضية. الأوعية اللمفية عند الطيور فقيرة بالدسامات، في حين تتشكل القلوب اللمفية وتستمر إلى ما قبل البلوغ ثم لا تلبث أن تزول. أما بالنسبة للعقد اللمفية، فتظهر لأول مرة عند الطيور حيث يشاهد شفعاً من العقد اللمفية الرقبية، وشفعاً من العقد اللمفية القطنية.

6- عند الثدييات:

تتطور القنوات اللمفية الرئيسية وتقتصر على:

- **قناة مفردة صدرية يسرى** thoracic duct تتوضع في الطرف الأيسر من الجسم. تمتد على طول الجسم، وتجمع اللمف من الجزء الخلف والجزء الأيسر الأمامي للجسم وتنفتح على الوريد تحت الترقوة الأيسر.

تتسع القناة الصدرية عند الإنسان في جزئها السفلي، مشكلة متسعاً يدعى الصهريج الكيلوسي cisterna chili تصب فيه الأوعية اللمفية المساريقية.

- **قناة صدرية يمنى** توجد في الجهة الصدرية اليمنى من الجسم، تعيد اللمف من الطرف العلوي الأيمن والجزء الأيمن من الرأس والصدر وتصب في الوريد تحت الترقوة الأيمن.

تزول القلوب اللمفية عند الثدييات، في حين يستمر وجود الدسامات الصفائحية الثنائية، كما تنتشر العقد اللمفية على مسار الأوعية اللمفية، وبشكل خاص في الإبط والعانة والمساريقا والصفن.