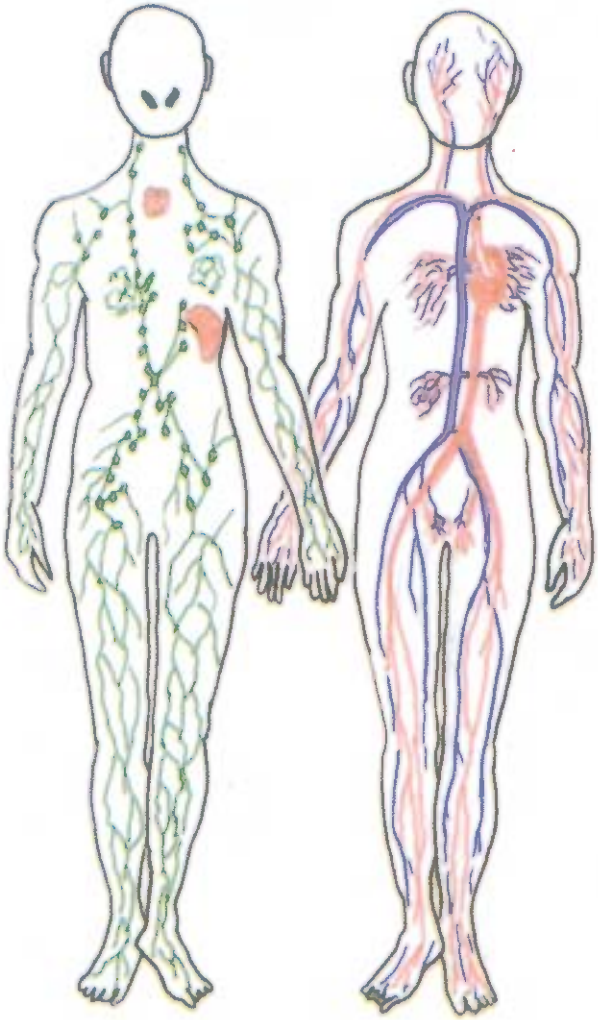
الفصل السادس

الجهاز الدورى الوعائى

Circulatory (Vascular) system



الفصـــل الســـادس
الجهـــاز الـــدورى (الوعـــائى)
Circulatory (Vascular) system

يتكون هذا الجهاز فى الواقع من جهازين يكمل كل منهما الآخر هما :

الجهـاز الـدورى الـــدمـوى Blood circulatory system والجهـاز الـدورى اللفـاوى Lymphatic system

الجهـــاز الدورى الدموى

يتكون هذا الجهاز من القلب والأوعية الدموية، حيث يقوم القلب بضخ الدم الى جميع أجزاء الجسم حتى مستوى الخلايا ثم يعود الدم ليتجمع فى القلب ليضُخ مرة أخرى ويحدث ذلك حوالى ٧٠ مرة فى الدقيقة فى الأحوال العادية فى الانسان.

القلـــــــب Heart

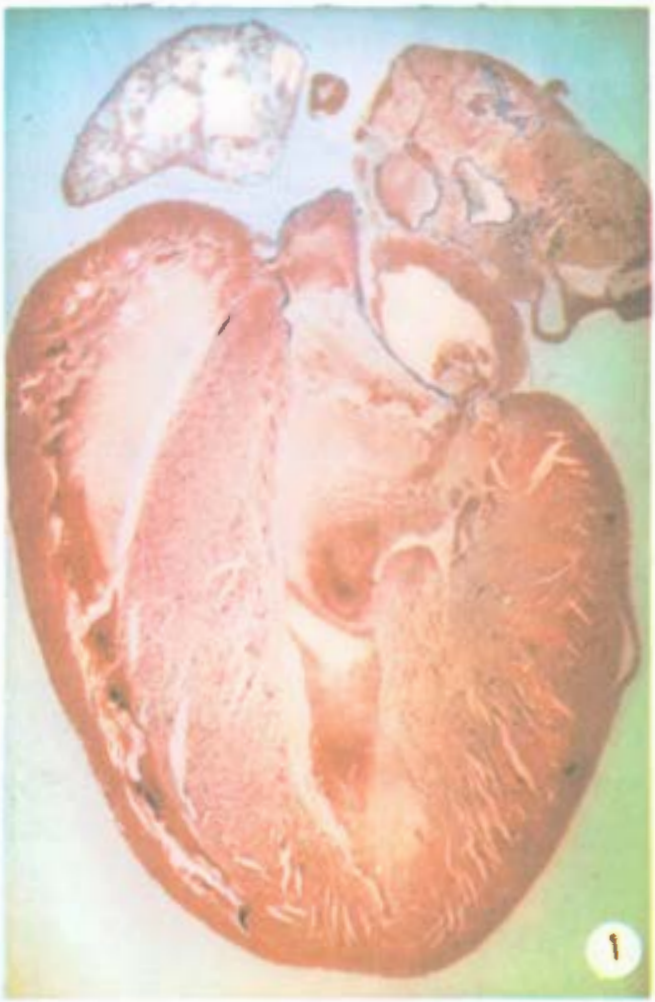
القلب عضو عضلى يتكون من أربع حجرات ذات جدر مختلفة السمك حسب وظيفة كل منها. ويتكون جدار القلب من ثلاث طبقات هى من الداخل الى الخارج : بطانة القلب Endocardium ، وعضلة القلب Myocardium ، وغلاف القلب Epicardium (شكل ٧٦).

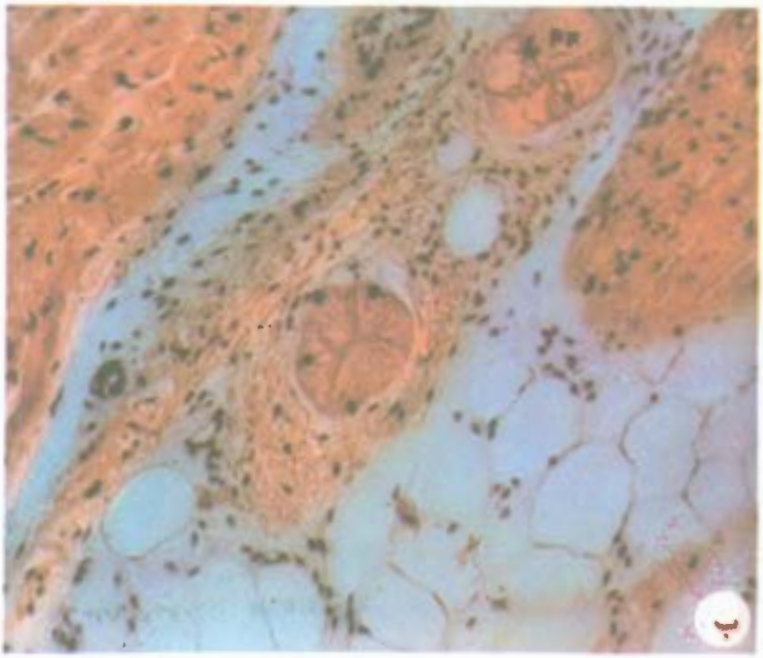
بطـــانة القلـــب :

وهى تشبه بطانة الأوعية الدموية الى حد كبير. وتتكون من طبقة من النسيج الضام مغطاة بالخلايا الطلائية البطانية Endothelium ، وهى خلايا مسطحة متعددة الجوانب تتشابك مع بعضها لتكون سطحا أملسا لتجويف القلب.

عضـلة القلـــب :

وهى عبارة عن ألياف عضلية مخططة تتفرع وتتشابك وتتخذ اتجاهات طولية ودائرية وحلزونية فى جدار كل حجرة. وعندما تتقلص الألياف العضلية يتم ذلك دفعة واحدة فيضيق تجويف الحجرة ليدفع الدم خارجها بقوة. ويتخلل الألياف العضلية نسيج ضام مفكك يحوى الأوعية الدموية والألياف العصبية.



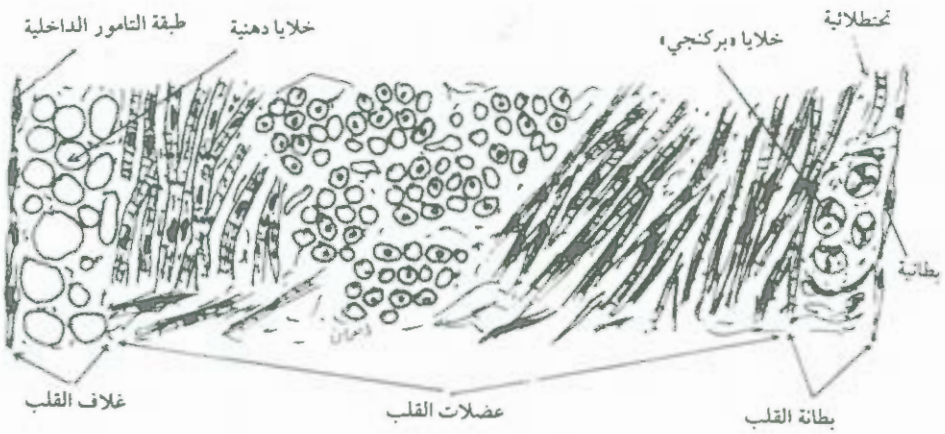


شكل (٧٦) القلب:

أ ــ قطاع طولي (H&E) . يلاحظ الفرق في سمك جُدُر الحجرات.

ب ـ الياف «بركنجي» (PF) في غلاف القلب محاطة بالخلايا الدهنية، يلاحظ الفرق بينها وبين الألياف القلبية في الحجم والتركيب.

جـ ـ رسم تخطيطي لجدار القلب بشكل عام.



جـ

تابع شكل (٧٦).

غـلاف القلـب :

وهو الجزء الداخلى للتامور Pericardium ، ويتكون من طبقة من النسيج الضام تختلف فى سمكها وتمر فيهـا الأوعية الدموية القلبية كما توجد بها خلايا دهنية بكميات متفاوتة . ويغطى غلاف القلب بطبقة من الخـلايا الطلائية الوسطية Mesothelium التى تهيىء سطحا أملسا ينزلق على سطح الجزء الخارجى من التامور أثناء حركة القلب (شكل ٧٦) .

ولألياف عضلة القلب تركيب دقيق مميز مر ذكـره سابقا، ولكن جدار القلب يحتوى على نوع آخر من الألياف العضلية التى تتميز بشدة حساسيتها وتتجمع فى مناطق محددة من جدار القلب، وهى التى تنظم ضربات القلب. وهناك تجمعان لهذه الخلايا أحدهما عند مدخل الوريد الأجوف العلوى الى الأذين الأيمن ويسمى العقدة الجيب أذينية Sinu-Auricular Node (SAN) ، أما الآخر فيوجد فى الحاجز الذى يفصل الأذين الأيمن عن البطين الأيمن ويسمى العقدة الأذينبطينية Auriculo- Ventricular Node (AVN) .

وتتكون هاتين العقدتين من ألياف عضلية قلبية تختلف عن الالياف العضلية القلبية العادية بأنها أصغر حجما، وبها عدد قليل جدا من الليفيفات العضلية، وتحتوى على كميات أكبر من الجليكوجين.

يخرج من AVN حزمة من الألياف تسمى «الشريط المنظم» Moderator band وتتفرع هذه الحزمة فى بطانة البطينين وتقوم بتنظيم تقلصات الالياف القلبية . ويتكون الشريط المنظم من ألياف قلبية تسمى ألياف بركنجى Purkinje fibers وهى أكثر سمكا وبها عدد أقل من الليفيفات التى تنحصر فى منطقة تحت غشاء الليفة، كما تحتوى ايضا على كميات أكبر من الجليكوجين.

الأوعيـة الدمـويـة Blood Vessels

تكوّن الأوعية الدموية شبكة مغلقة من الأنابيب المبطنة بخلايا بطانية وتتكون جدرها من طبقات ليفية عضلية تحتوى على ألياف عضلية ملس والياف بيض وصفر بنسب متفاوتة . كما يختلف سمك الجدار وسمك طبقاته حسب نوع الوعاء الدموى ووظيفته .

التركيب العام لجدار الوعاء الدموى

يتكون جدار أى وعاء دموى من طبقات ثلاث هى الطبقة الداخلية Intima والطبقة الوسطى Media والطبقة الخارجية Adventitia .

الطبقـة الداخليـة :

وتتكون من طبقتين هما :

١ ـ البـطانية Endothelium وهى عبارة عن خلايا طلائية حرشفية متعددة الجوانب تستطيل فى الأوعية الضيقة وتتشابك حوافها بروابط بين خلوية مختلفة.

٢ ـ التحتبطانية Subendothelium وهى عبارة عن طبقة ضيقة من النسيج الضام المفكك الغنى بالالياف المرنة التى قد تتجمع فى بعض الأوعية لتكون مايسمى بالصفيحة المرنة الداخلية Internal elastic lamina . وقد يوجد فى هذه الطبقة بعض الالياف العضلية الملس الممتدة على طول الوعاء الدموى.

الطبقـة الوسـطى :

وتتكون من ألياف عضلية ملس وألياف مرنة بنسب متفاوتة علاوة على نسيج ضام مفكك وتمتد الياف هذه الطبقة فى اتجاه دائرى حول الوعاء الدموى.

الطبقـة الخـارجيـة :

وتتكون من نسيج ضام يحتوى على ألياف مرنة ، وقد توجد بها ألياف عضلية ملس ممتدة طوليا . وقد تتجمع الالياف المرنة بين الطبقتين الوسطى والخارجية لتكون صفيحة مرنة خارجية External elastic lamina . ويمر فى الطبقة الخارجية الأوعية الدموية الوعائية Vasa vesora ووظيفة هذه الطبقة حماية الوعاء الدموى من أن يتسع أو يقصر أكثر من اللازم عندما تتقلص الالياف العضلية فى جداره أو عندما يتعرض لضغط عال.

بعض الصفات التي تميز الخلايا البطانية والالياف العضلية فى جدر الأوعية الدموية :

أولا : الخلايا البطانية الوعائية : تختلف عن غيرها من الخلايا الطلائية العادية بما يلى :

١ ـ تحتوى على أعداد كبيرة من الحويصلات الاحتسائية Pinocytotic vesicles وهى نتاج مرور السوائل من الدم الى الأنسجة وبالعكس.

٢ ـ تصبح هذه الخلايا رقيقة فى بعض الأحيان لدرجة انها تصبح مثقبة Fenestrated بوجود أماكن مستديرة تختفى فيها أغشية الخلية وبهذا يصبح الدم غير منفصل عن الأنسجة الا بحجاب رقيق جدا (أرق من غشاء الخلية). وتسمح هذه الثقوب بخروج بلازما الدم إلى بعض أنسجة وأعضاء الجسم ولكن الحجب تمنع العناصر الدموية من الخروج.

٣ ـ تلتقى أطراف هذه الخلايا لتكون تشابكات Interdigitations ، وقد تلتحم لتكون طبقات التحامية Fascia occludens وقد تترك هذه الخلايا بين أطرافها مسافات تسمح بخروج الدم بكل عناصره خارج الأوعية الدموية.

ثانيا : الألياف العضلية الوعائية : لها نفس تركيب العضلات الملس العادية ولكن لهذه الخلايا قدرة خاصة على الانقسام فى بعض الأحوال كما أن لها القدرة على تصنيع وافراز الالياف الصفر المرنة والالياف البيض وكذلك بروتينات المادة الخلالية، فهى تشبه فى ذلك الخلايا الليفية الموجودة فى الأنسجة الضامة.

الارواء الدموى لجدران الأوعية الدموية :

تتغذى الطبقة الداخلية من جدر الأوعية الدموية من الدم مباشرة. وقد يحدث هذا أيضا فى الطبقتين الآخرتين فى الجدر الرقيقة. أما فى الأوعية ذات الجدر الأكثر سمكا فان أوعية خاصة تسمى بالأوعية الوعائية تمتد فى الطبقة الوسطى والطبقة الخارجية لاروائهما.

تخرج الشرايين من القلب لتوزع الدم الى أنسجة الجسم وفيها تكوّن الشعيرات الدموية ذات الجدر الرقيقة التى من خلالها يتم تبادل المواد مع الدم ثم تتجمع الشعيرات فى أوردة تعود بالدم مرة أخرى الى القلب.

الشـــعيرات الدمـويـة Blood Capillaries

هى أنابيب شعرية ضيقة تتسع لمرور كرية دموية حمراء واحدة حيث يبلغ متوسط قطر كل منها حوالى ٨ ميكرونات.

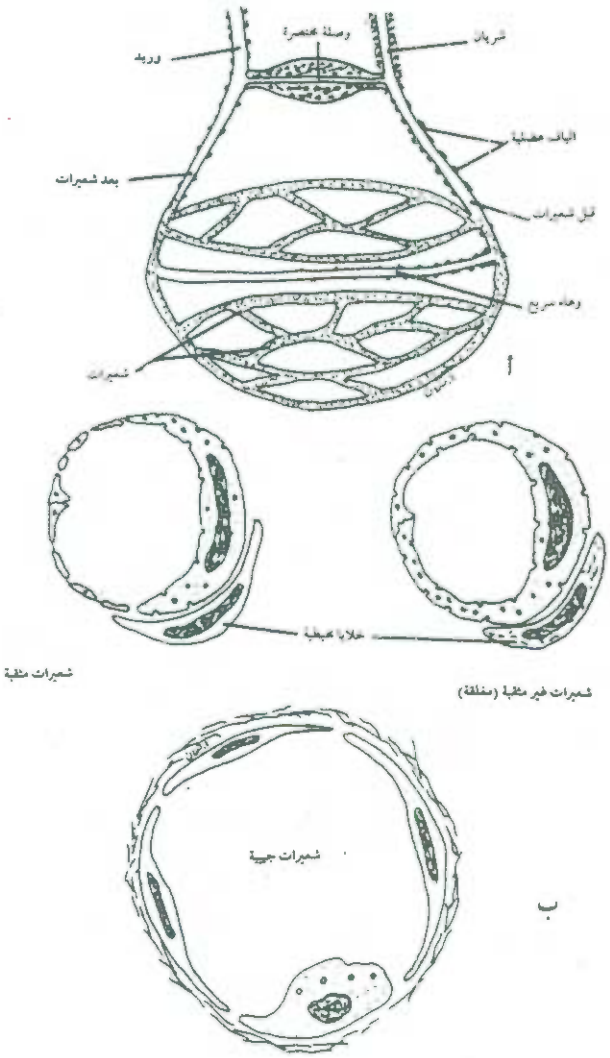
وتكون الشعيرات شبكة تزداد أو تقل كثافتها حسب نشاط النسيج أو العضو الذى توجد فيه. فهى أكثر كثافة فى الكبد، والكلية، والعضلات، والغدد الصم، والمادة الرمادية من الجهاز العصبى المركزى. وتقل كثافتها فى أنسجة أخرى مثل الأوتار والعضلات الملس، والطبقات المصلية المغلفة للأعضاء الحشوية.

يتكون جدار الشعيرة الدموية من طبقة واحدة من الخلايا البطانية الوعائية التى ترتكز على غشاء قاعدى يفصلها عما حولها من الأنسجة الضامة أو الخلايا الأخرى، وفى المقطع العرضى للشعيرة قد يظهر جدارها مكونا من خلية واحدة أو اثنتين تتلاقى أطرافها فى تشابك أو تلاحم. وتمتد الخلايا البطانية طوليا على الشعيرة وتظهر حدودها متعرجة أو مشرشرة (شكل ٧٧).

ويتميز سيتوبلازم الخلايا البطانية ـ كما ذكر من قبل ـ بوجود الحويصلات الاحتسائية كما تظهر على سطحها الخارجى والداخلى كهيفات نتيجة لعمليتى الادخال والاخراج الخلويتين.

ويعتقد ان للخلايا البطانية القدرة المحدودة على التقلص وبذلك يتغير قطر الشعيرة تحت تأثير بعض العوامل.

ويحيط بالشعيرة الدموية شبكة من الالياف البيض والالياف الشبكية كما يوجد حولها نوع من الخلايا التى تسمى «الخلايا المحيطية» Pericytes والتى يحتمل ان تمثل رصيدا من الخلايا غير المتميزة التى يمكنها ان تتميز الى خلايا أخرى وخاصة الالياف العضلية الملس.



شكل (٧٧)
أ ـ رسم تخطيطي يوضح أنواع الاتصالات الشريانوريدية
ب ـ أنواع الشعيرات الدموية

أنـواع الشـعيرات الدمـويـة (شكل ٧٧) :

تقسم الشعيرات حسب تركيبها الى ثلاثة أنواع هى :

١ ـ الشعيرات غير المثقبة : وتحاط بخلايا بطانية سميكة تتلاقى نهاياتها فى تشابكات كما هو الحال فى معظم أنسجة الجسم، أو تتلاحم أطرافها بواسطة نطاقات التحام ونقاط التصاق قوية ـ وبذلك تنغلق المسافات بين الخلوية تماما ـ كما هو الحال فى المناطق التى يوجد فيها حائل دموي كما فى الدماغ وفى الغدة التيموسية.

وتحتوى الخلايا البطانية على العديد من الحويصلات والكهيفات.

٢ ـ الشـعيرات المثقبـة Fenestrated capillaries : وتتميز الخلايا البطانية لهذا النوع بأنها رقيقة جدا، وترق الخلية فى المناطق التى تبعد عن النواة لتظهر عليها ثقوب دائرية لايفصل الدم عندها عن النسيج المحيط سوى حجب رقيقة. ويوجد هذا النوع من الشعيرات فى الكلية وفى الطبقة المخاطية للأمعاء وفى بعض الغدد الصم.

٣ ـ الشـعيرات الجيبيـة Sinusoidal capillaries : وهى شعيرات واسعة غير منتظمة الاتساع قد يصل قطر الـواحدة منها ٤٠ ميكرونا. ويفضل البعض تسميتها بالجيوب الدموية لانها تختلف عن النوعين السابقين فى بعض الصفات مثل :

أ ـ خلاياها البطانية ليست من نوع واحد فبعضها تكون كبيرة ولها القدرة على الالتهام وتسمى ـ فى بعض الأحوال ـ الخلايا الشاطئية Littoral cells .

ب ـ توجد مسافات واسعة بين الخلايا البطانية.

جـ ـ ليس للخلايا البطانية غشاء قاعدى محدد ولكنها تحاط بالالياف الشبكية التى تمسك بها فى أماكنها.

د ـ ليس للجيوب خلايا محيطية.

وتوجد الجيوب الدموية فى نخاع العظم والطحال والكبد وبعض الغدد الصم.

ويوجـد فى الجانب الشريانى من الشعيرات أوعية انتقالية تسمى القبلشعيرات Precapillaries وهى أوسع من الشعيرات وتحاط بعدد من الالياف العضلية الطولية المبعثرة، كما يوجد فى الجانب الوريدى من الشعيرات أوعية انتقالية أخرى تسمى البعدشعيرات Postcapillaries وهى أيضا أوسع ولكن لاتوجد حولها الياف عضلية، وتحاط بعدد أكبر من الخلايا المحيطية.

الشـــــرايين

يتركب جدار الشريان من ثلاث طبقات هى الداخلية والوسطى والخارجية.

وهنـاك ثـلاثة أنـواع من الشـرايين هى :

١ ـ الشـرايين المرنـة (الكـبيرة) Elastic arteries (شكل ٧٨) :

وللشريان المرن جدار غنى بالالياف المرنة وله تجويف واسع بالنسبة لسمك جداره. وتساعد مرونة جدار

الشريان المرن على استمرار اندفاع الدم فيه أثناء انبساط القلب، كما يتحمل ضغط الدم العالى أثناء انقباض القلب.

ومن أمثلة الشرايين المرنة، الأورطى والتفرعات الكبيرة التى تخرج منه مباشرة ويتميز جدارها بمايلى :

الطبقة الداخلية :

الخلايا البطانية متعددة الجوانب وترتبط ببعضها بروابط قوية. أما التحتبطانية فتتكون من الياف بيض وصفر وبعض الخلايا الليفية، كما يوجد فى آخرها ناحية الطبقة الوسطى، بعض الحزم العضلية الطولية ولايوجد غشاء مرن داخلى متميز ولكن توجد أعداد كبيرة من الالياف الصفر الطولية على الحدود بين الداخلية والوسطى.

الطبقة الوسطى :

وهى تكوّن معظم سمك جدار الشريان الكبير، وتتكون من شرائط من الالياف المرنة الدائرية، وقد يصل عدد هذه الشرائط الى ٦٠ شريطا تتفرع وتتشابك مكونة شبكة تتخللها خلايا ليفية وألياف عضلية مرتبة حلزونيا ومتشابكة مع الألياف المرنة.

شكل (٧٨)
قطاع في جدار شريان مرن (الاورطى)
مصبوغ بالأرسين لاظهار الألياف المرنة
قوة صغرى

الطبقة الخارجية :

وهى طبقة ضيقة نسبيا غير محددة من الخارج فهى تندمج مع ماحولها من أنسجة ضامة. وتتكون من نسيج ضام مفكك، ويفصلها عن الطبقة الوسطى غشاء مرن من الالياف الصفر.

٢ ـ الشرايين العضلية (المتوسطة) Muscular arteries (شكل ٧٩) :

وتقوم بتوزيع الدم الى جميع أعضاء الجسم ولذلك تسمى ايضا شرايين مُوزّعة وهى الشرايين التشريحية ذات الأسماء المعروفة والتى ترى بالعين المجردة.

وجدار الشريان العضلى سميك بالنسبة لقطره ويتميز بمايلى :

الطبقة الداخلية :

تتكون من ثلاث طبقات واضحة هى البطانية والتحتبطانية والغشاء المرن الداخلى المتموج، وسبب تموجه هو التقلص الذى يحدث فى الطبقة الوسطى بعد موت الحيوان وقبل تثبيت الشريان.

شكل (٧٩)
قطاع في جدار شريان عضلي
مصبوغ بالأرسين. قوة صغرى.
يلاحظ وجود صفيحة مرنة داخلية
واخرى خارجية

الطبقة الوسطى :

وتتكون من الياف عضلية دائرية تتخللها كمية قليلة من النسيج الضام بمكوناته الخلوية والليفية وخاصة الالياف المرنة. وتمتد كل مكونات هذه الطبقة فى اتجاه دائري حول تجويف الشريان.

وتقل كمية الالياف المرنة فى جدر الشرايين كلما قل قطرها.

الطبقة الخارجية :

وتساوى فى سمكها الطبقة الوسطى تقريبا، وتتكون من نسيج ضام تمتد اليافه حلزونيا أو طوليا. وتتركز الالياف المرنة على حدود الطبقة الوسطى لتكون الغشاء المرن الخارجى. وتندمج الطبقة الخارجية مع الانسجة المحيطة بالشريان.

٣ ـ الشـــريّنات Arterioles (شكل ٨٣) :

وهى شرايين مجهرية يقل قطرها عن ١٠٠ ميكرون ويتميز جدار الواحد منها بمايلى :

الطبقة الداخلية :

تتكون من طبقتين فقط وهما البطانية والغشاء المرن الداخلى المتعرج .

الطبقة الوسطى :

تتكـون من عدد قليل من الالياف العضلية المـرتبة دائريا فى طبقات تتراوح بين طبقة واحدة فى أصغر الشرينات وخمس طبقات فى أكبرها .

الطبقة الخارجية :

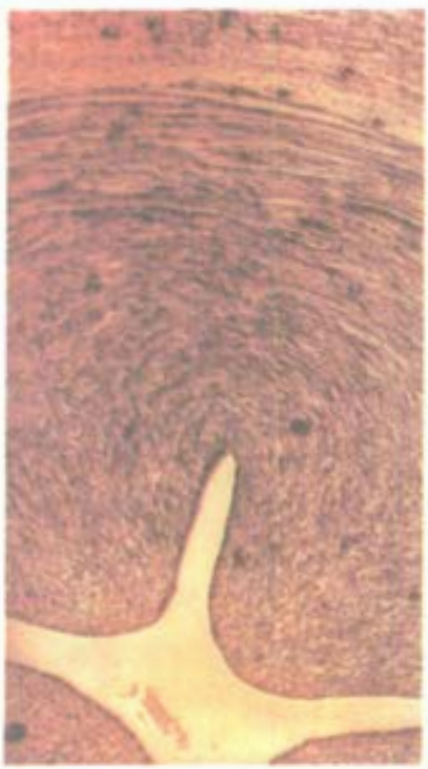
أقل سمكا من الطبقة الوسطى ولايفصلها عن هذه الطبقة غشاء مرن محدد .

ويعتبر جدار الشريّان سميكا جدا بالنسبة لقطر تجويفه . وبتقلص جدار الشريّان يزداد ضغط الدم وبذلك تتحدد كميته التى تصل الى العضو. ولا يسمح جدار الشريان بتبادل السوائل بين الدم وسائل الأنسجة .

شـــرايين ذات طـابـع خـــاص :

هناك بعض الشرايين التى تختلف فى تركيبها عن الشرايين العادية لتتلاءم مع بعض الوظائف الخاصة مثل :

١ - **الشرايين المخية** Cerebral arteries وهى الشرايين التى تغذى المخ وتكون داخل الجمجمة ولكل منها جدار رقيق وتجويف واسع وغشاء مرن سميك يفصل بين الطبقتين الداخلية والوسطى .



شكل (٨٠) قطاع في جدار شريان سُرّي مصبوغ بالصبغة الثلاثية . قوة صغرى يلاحظ انقسام الطبقة الوسطى الى منطقة داخلية طولية وأخرى خارجية دائرية

٢ ـ **الشرايين الرئوية** Pulmonary arteries وجدرها رقيقة تشبه جدر الأوردة التى تساويها فى القطر وذلك لقلة ضغط الدم بها.

٣ ـ **الشرايين السرية** Umblical arteries والشرايين التاجية Coronary arteries : وتتميز بأن الالياف العضلية فى الطبقة الوسطى مرتبة طوليا فى جزئها الخارجى ودائريا فى جزئها الداخلى، وليس لها غشاء مرن داخلى واضح. ويساعد هذا التنظيم العضلى على عدم انغلاق الشريان اثناء تعرضه لأى ضغط خارجى (شكل ٨٠).

٤ ـ **الشرايين القضيبية** Penile arteries وتكون طبقتها الداخلية سميكة وتحتوى على مجموعات من العضلات الطولية التى تكون بروزات فى تجويف الشريان على شكل وسائد تعمل كصمامات تغلق وتفتح هذه الشرايين.

الأوردة

يتكون جدار الوريد من نفس الطبقات الثلاث المعروفة ولكنه أقل سمكا اذا قورن بجدار الشريان المساوى له فى القطر وذلك لان ضغط الدم فى الأوردة يساوى ١,٠ ضغط الدم فى الشرايين.

وهناك ثلاثة أنواع من الأوردة هى :

١ ـ **الأوردة الكبيرة** Large veins (شكل ٨١) :

مثل الوريدين الأجوفين العلوى والسفلى والوريد البابى. وتتميز جدر هذه الاوردة بمايلى :

الطبقة الداخلية :

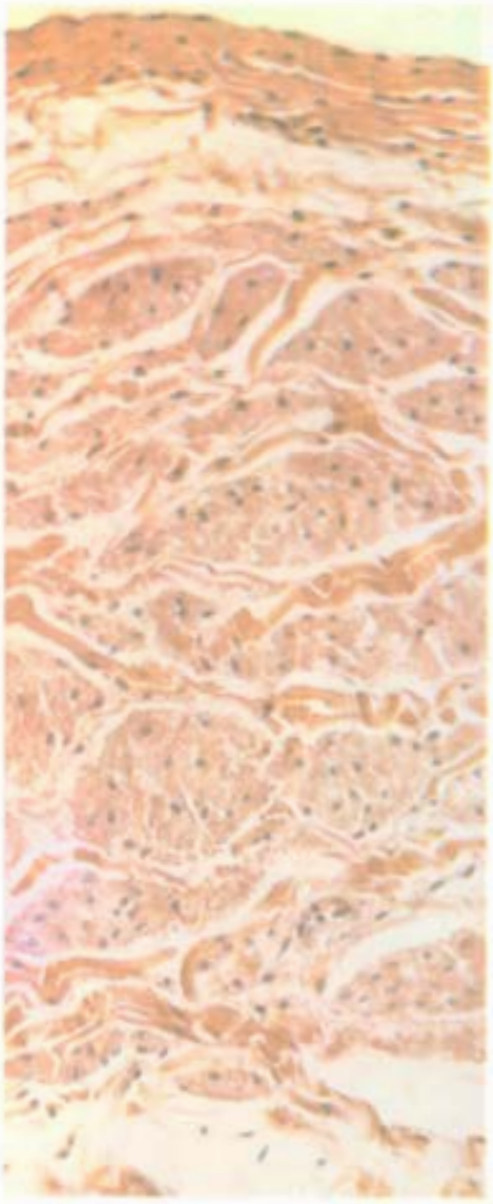
تتكون من بطانية وتحتبطانية فقيرة فى الالياف المرنة. ولايوجد غشاء مرن داخلى.

الطبقة الوسطى :

وهى غير موجودة تقريبا.

الطبقة الخارجية :

وتمثل معظم سمك الجدار وقد تتميز الى ثلاث مناطق : المنطقة الداخلية كثيفة وضيقة وتتكون من الالياف البيض والصفر أما المنطقة الوسطى فهى أكثر سمكا وتحتوى على كميات كبيرة من الالياف العضلية الطولية. وفى جدر الأوردة التى تنقل الدم عكس الجاذبية (الوريد الأجوف السفلى والوريد البابى فى الحيوانات المنتصبة القامة وكذلك في الانسان) تتجمع الالياف العضلية فى حزم طولية يفصلها القليل من النسيج الضام، أما المنطقة الخارجية فهى منطقة ليفية مرنة.



شكل (٨١)
قطاع في جدار الوريد
الأجوف السفلي
(في الانسان)
مصبوغ بـ H&E قوة وسطى .
يلاحظ حزم العضلات
الطولية التي تملأ الطبقة الخارجية

٢ - **الأوردة المتوسطة** Medium - sized veins (شكل ٨٢) :

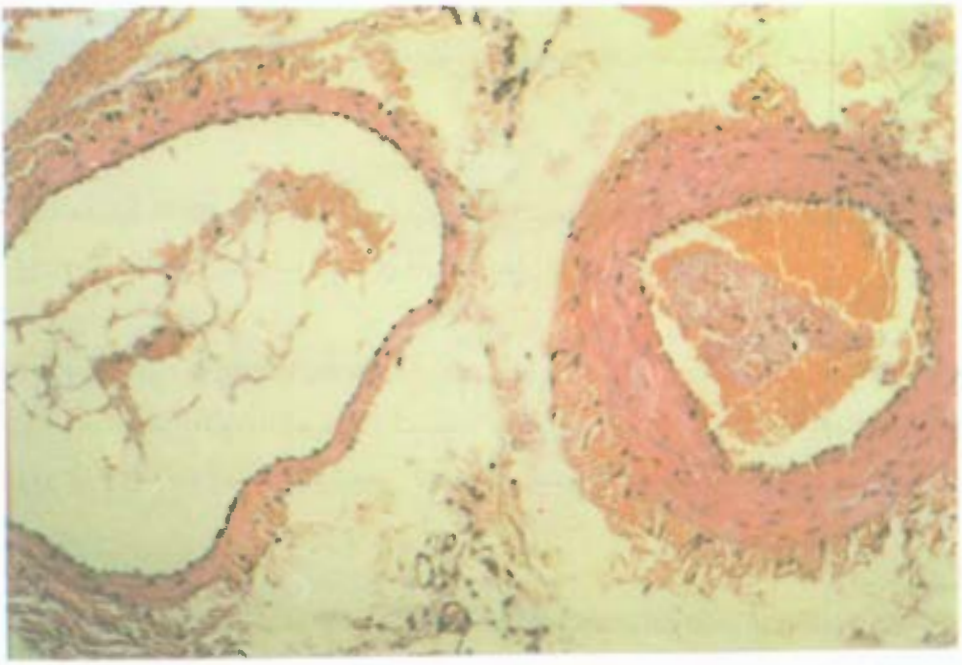
وهى الأوردة التشريحية ذات الأسماء المعروفة وتتميز جدرها بمايلى :

الطبقة الداخلية :

وهى تقريبا كمثيلتها فى الاوردة الكبيرة ولكنها متناسبة فى السمك مع قطر الوريد .

الطبقة الوسطى :

وتكون عضلية ويزداد سمكها النسبي كلما قل قطر الوريد ، ولكنها تكون دائما أقل سمكا من مثيلتها فى الشريان المتماثل القطر .



شكل (٨٢) قطاع فى وريد (إلى اليمين) وشريان (إلى اليسار). الصبغة الثلاثية. قوة صغرى. تلاحظ الفروق بين جداريهما.

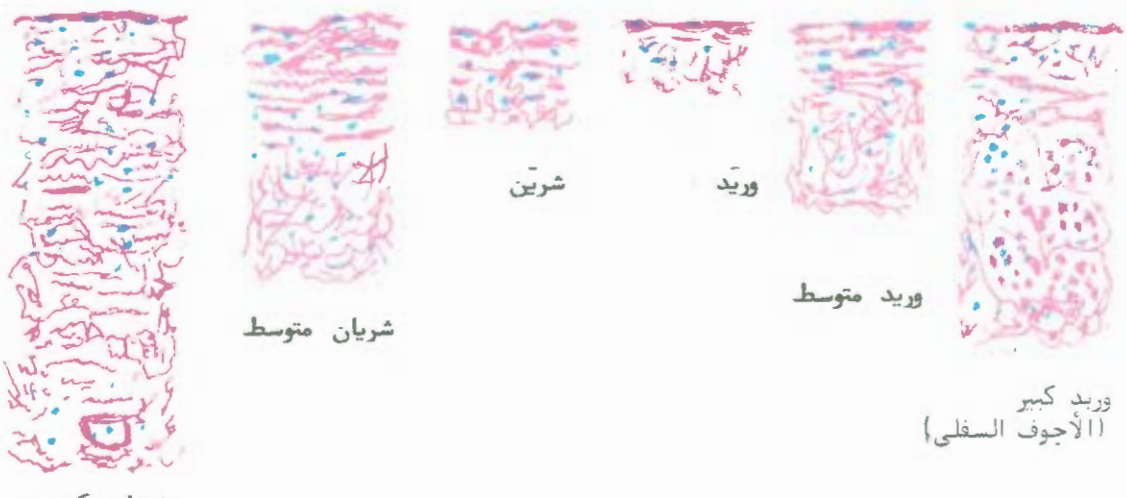
الطبقة الخارجية :

وهى أسمك من الطبقة الوسطى ويقل سمكها كلما زاد قطر الوريد.

٣ - الوريّـــدات Veneoles (شكل ٨٣):

وهى الأوردة المجهرية ويتكون جدار أصغرها من الخلايا البطانية التى يحيط بها طبقة أخرى من النسيج الضام. وهذه الوريدات ذات أهمية كبيرة فى عملية تبادل المحاليل بين الدم وسائل الأنسجة.

أما الوريّدات الأكبر قطرا فتحتوى على بعض الالياف العضلية المتفرقة التى تحيط بطبقتها البطانية علاوة على طبقة خارجية من النسيج الضام.



شكل (٨٣) رسم تخطيطي للأوعية الدموية. يلاحظ الفرق بين سمك ومكونات جدرها

أوردة ذات طابع خاص

١ ـ الاوردة الجيبية Sinus veins وهى واسعة وليس بجدرها الياف عضلية ومن أمثلتها أوردة شبكية العين وأوردة غلاف المخ والحبل الشوكى .

٢ ـ الأوردة العضلية Muscular veins وتحتوى على كميات كبيرة من الالياف العضلية ولذا فانها تشبه الشرايين ومن أمثلتها أوردة الحبل السرى وأوردة جدار الرحم الحامل .

صمامات الأوردة Venous valves

يخرج فى تجويف بعض الاوردة الصغيرة والمتوسطة ثنيات رقيقة من الطبقة الداخلية متجهة ناحية القلب لتسمح بمرور الدم فى اتجاه القلب فقط . وهى ثنيات من النسيج الضام مغطاة بخلايا بطانية .

الاتصالات الشريانورِيدية Arterioveinous anastomoses

علاوة على الشعيرات والجيوب الدموية التى تصل بين الشرايين والاوردة فان هناك مناطق من الجسم تتصل فيها الشرايين مع الأوردة مباشرة دون المرور بالشعيرات أو الجيوب . وهذه الاتصالات تشبه فى تركيب جدرها الشريّنات الا ان طبقتها الوسطى اكثر سمكا وتعمل كصمامات تفتح وتغلق حسب الحاجة وحسب الظروف .

وتوجد هذه الاتصالات فى الاجزاء المكشوفة من جلد الانسان وخاصة الأنف والشفتين والكفين، وفى بعض الغدد التى يتغير نشاطها حسب الظروف مثل الغدة الدرقية، وتوجد كذلك فى جدار القناة الهضمية . وعندما يكون مرور الدم مطلوبا فى هذه الاجزاء تنغلق الوصلات وتفتح القبلشعيرات ليمر الدم فيها . أما اذا كان مرور الدم غير ضرورى تنفتح الوصلات وتغلق القبلشعيرات وبذلك يمر الدم سريعا من الشرايين الى الأوردة (شكل ٧٧) .

الجهـــاز الـــدورى اللمفـاوى Lymphatic system

يتكون هذا الجهاز من الأوعية والأعضاء اللمفاوية. وتبدأ الأوعية بالشعيرات التى تتجمع فى أوعية أكبر فأكبر حتى تكون وعائين كبيرين يصبان فى الوريدين الأجوفين. وبذلك تقوم الأوعية اللمفاوية بتجميع سائل الأنسجة الزائد ـ والذى رشح من الدم ـ لتعيده مرة أخرى الى الدورة الدموية. وتحتوى الأوعية اللمفاوية على صمامات تفتح فى اتجاه القلب وبخاصة فى القناتين الكبيرتين، حتى لاتسمح برجوع الدم الى اللمف ولكى يستمر اللمف فى التحرك باتجاه القلب.

أما الأعضاء اللمفاوية الموجودة فى مسار اللمف فتقوم بتنقيته من أية شوائب تكون قد أتت اليه من سائل الأنسجة. وتقوم الأعضاء اللمفاوية بتزويد اللمف بالخلايا اللمفية التى تصل الى الدورة الدموية بعد ذلك.

وتوجد الشعيرات اللمفاوية فى جميع أعضاء الجسم ولكنها تنعدم فى الجهاز العصبى المركزى، وفى نخاع العظم، وبعض المناطق الأخرى مثل الأذن الداخلية وطبقات مقلة العين.

وتشبه الشعيرات والجيوب اللمفاوية فى تركيب جدرها الشعيرات والجيوب الدموية.

أما الأوعية اللمفاوية فتشبه الأوردة كثيرا من حيث وجود الصمامات ومن حيث تركيب جدرها أيضا.

الأعضـــاء اللمفـــاويـة Lymphatic organs

توجد الأعضاء اللمفاوية فى مناطق مختلفة من الجسم وتتخذ أشكالا وتراكيب مختلفة:

١ ـ فهناك الانسجة الضامة اللمفاوية التى تزخر بالخلايا اللمفية المتناثرة وتسمى بالأنسجة اللمفية المتناثرة Diffuse lympatic tissues.

٢ ـ وقد تكون الانسجة اللمفاوية على شكل عقيدات لمفاوية Lymphatic nodules محددة كتلك الموجودة فى جدر الممرات التنفسية والقناة الهضمية.

٣ ـ وقد تتجمع العقيدات تحت الغشاء المخاطى للبلعوم مكونة اللّوز البلعومية Pharyngeal tonsils (شكل ٤٨).

٤ ـ وقد تكوّن العقيدات أعضاء منفصلة عن الأنسجة المحيطة بها تسمى العقد اللمفاوية Lymph nodes

٥ ـ كما قد توجد فى مسار الدورة الدموية مثل الطحال.

٦ ـ وقد تكون على شكل غدة مثل الغدة التيموسية.

تركيب العقيـدة اللمفـاوية (شكل ٨٥ ب):

بما أن العقيدة اللمفاوية تمثل الوحدة التركيبية للأعضاء اللمفاوية فانه من المناسب البدء فى ذكر بعض خواصها.

فالعقيدة اللمفاوية عبارة عن جسيمات كروية تتكون من تجمعات من الخلايا اللمفاوية الصغيرة المحمولة

على أرضية من النسيج الشبكى . وتختلف العقيدة فى حجمها وفى مدى نشاطها من وقت لآخر ومن مكان لآخر فى الجسم . وقد يصل حجمها الى الحد الذى يمكّن من رؤيتها بالعين المجردة (حيث يبلغ قطرها فى هذه الحالة ١ مم) .

وتتميز العقيدة النشطة الى قشرة مزدحمة بالخلايا اللمفية الصغيرة، ومنطقة وسطية اقل ازدحاما وبها أنواع من الخلايا الكبيرة مثل الخلايا البلازمية والخلايا اللمفية الكبيرة والخلايا الأكولة، ويسمى هذا الجزء من العقيدة بالمركز المنبت Germinal center حيث تتولد فيه الخلايا اللمفية الصغيرة فى حالة تعرض الجسم لدخول الاجسام الغريبة فيه . وعندما لاتكون هناك ضرورة لانتاج أعداد كبيرة من الخلايا اللمفية يصغر المركز المنبت، وتصغر العقيدة تبعا لذلك ولكنها تعود فتكبر وتنشط عند الضرورة .

شكل (٨٤) اللوزة الحنكية :

أ - قطاع يبين الشكل العام للّوزة (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى .

ب - جزء من لوزة حنكية للانسان (H&E) قوة صغرى، يلاحظ الغدد المخاطية (G) فى الجزء السفلى من الصورة .

تابع شكل (٨٤).

العقـد اللمفـاويـة Lymph nodes

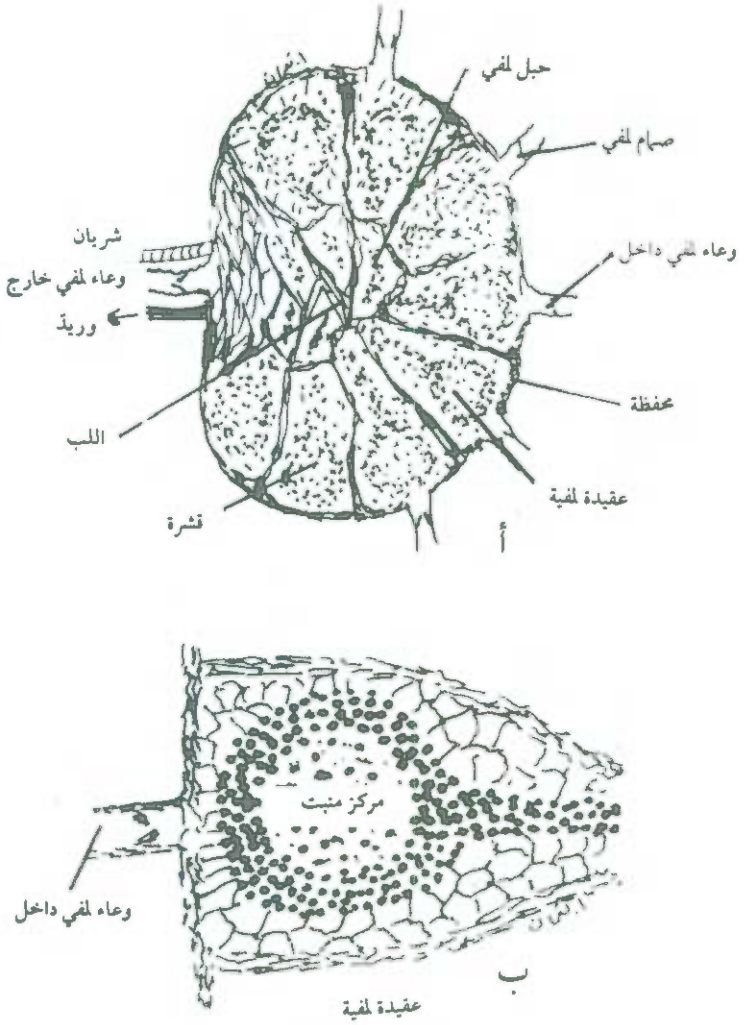
هى أعضـاء كلوية الشكـل عادة، توجـد فى الانسجة الضامة وبعض الأعضاء معترضة مسار الأوعية اللمفاوية. وتدخل الأوعية اللمفاوية الى العقدة من سطحها المحدب وتخرج من سطحها المقعر عند السرة Hilum وهى النقطة التى تدخل وتخرج منها أيضا الأوعية الدموية والالياف العصبية الخاصة بالعقدة (شكل ٨٥ أ، جـ).

وللعقدة قشرة Cortex ولب Medulla وتحاط بمحفظة ليفية قوية تندمج مع الأنسجة المحيطة بالعقدة، وتخرج منها حواجز تقسم القشرة الى حجرات منتظمة فى كل منها عقيدة لمفاوية. وتتفرع هذه الحواجز وتتشابك فى اللب ثم تتجمع فى السرة. وتتخلل الحواجز اللبية شبكة من الحبال اللمفية الرقيقة.

وتدخل الأوعية اللمفية الى العقيدة عن طريق القشرة وتتفرع الى ان تكون جيوبا لمفية تحيط بالعقيدات القشرية ثم بالحبال اللبية، ويتجمع اللمف فى الأوعية اللمفية الخارجة من السرة.

أما الشرايين فتدخل من السرة ثم تتفرع فى الحواجز وتخرج منها أوعية دقيقة تتجه الى العقيدات والحبال دون أن تسمح باختلاط الدم باللمف وتعود الأوردة فى عكس الاتجاه.

وتوجد فى العقدة اللمفية منطقة تقع بين القشرة واللب تسمى المنطقة المعتمدة على الغدة التيموسية Thymus dependant zone ، وهى منطقة تحتوى على خلايا «ت» اللمفية.



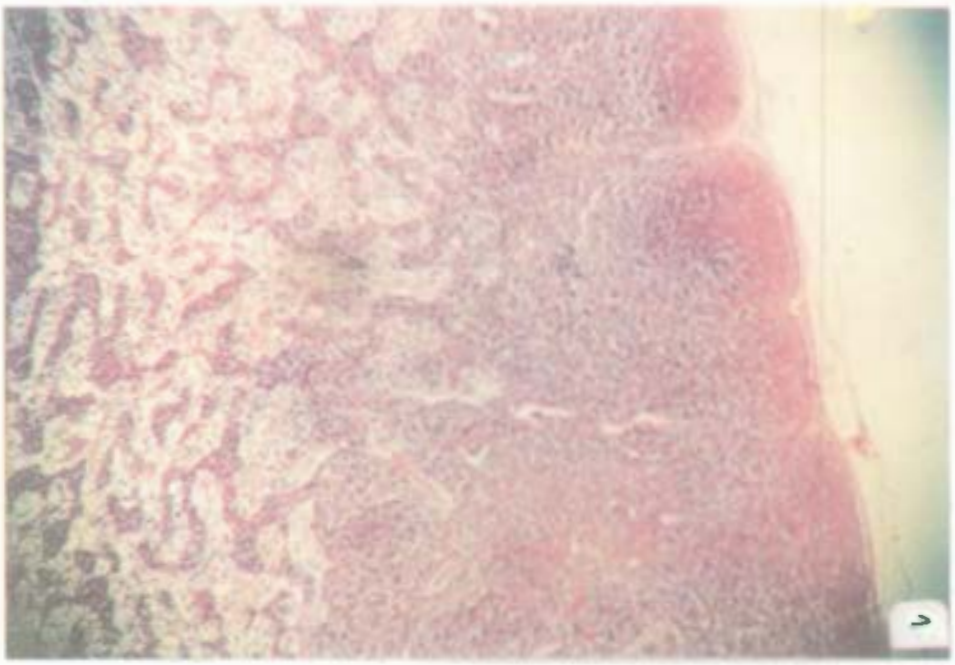
شكل (٨٥) العقدة اللمفية

أ ـ رسم تخطيطي

ب ـ رسم تخطيطي لعقيدة لمفية

جـ ـ قطاع في عقدة لمفية مصبوغة بـ H&E . قوة صغرى

ويلاحظ تميز العقدة الى قشرة ولب



تابع شكل (٨٥)

الطحـــــال Spleen

يشبه الطحال فى تركيبه المجهرى العقدة اللمفاوية فى بعض الجوانب ويختلف عنها فى البعض الآخر. فهو يشبهها فى وجود محفظة وحواجز ووجود أرضية من النسيج الشبكى توجد بها عقيدات لمفاوية الا انه يختلف عنها فى النواحى التالية :

١ ـ تحتوى المحفظة والحواجز على ألياف عضلية ملس علاوة على ألياف النسيج الضام، ولذلك فهى تتحكم فى حجم الطحال الى حد كبير كما تغطي المحفظة بطبقة مصلية لها خلايا وسطية مسطحة Mesothelium (شكل ٨٦جـ).

٢ ـ الحواجز غير منتظمة ولذلك فهى لاتقسم الطحال الى حجرات محددة.

٣ ـ لاينقسم الطحال الى قشرة ولب ولكن تتبعثر فيه العقيدات بغير ترتيب.

٤ ـ تتميز عقيدات الطحال بأن بها شريان أو أكثر يسمى الشريان المركزى Central artery .

٥ ـ لاتحتوى العقيدات على جيوب دموية بينما تتكون المناطق المحيطة بها أساسا من شبكة من هذه الجيوب ولذلك تظهر العقيدات فاتحة اللون وتسمى باللب الأبيض White pulp بينما تظهر المناطق المحيطة بها بلون أحمر وتسمى لذلك اللب الأحمر Red pulp ويظهر هذا التباين فى اللون فى الطحال الطازج، ويظهر التباين ايضا فى الطحال المصبوغ فيكون اللب الأبيض قاعدى الاصطباغ واللب الاحمر حمضى الاصطباغ (شكل ٨٦أ،ب).

٦ ـ يقوم الطحال بتنقية وتخزين الدم، ثم يدفع به وقت الحاجة الى الدورة الدموية كما يقوم بتكوين الخلايا اللمفية التى تتركه الى الدم من خلال الجيوب الدموية.

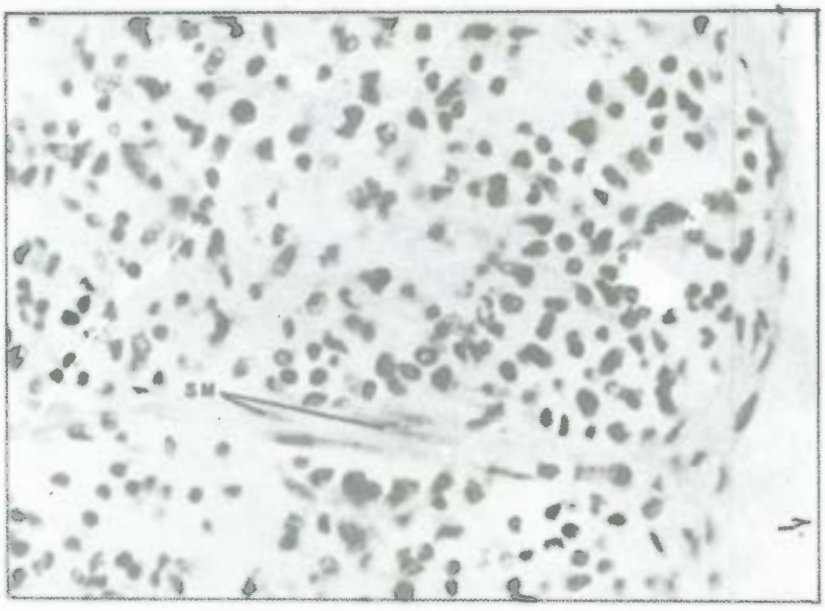
شكل (٨٦) الطحـــال

أ ـ قطاع في الطحال مصبوغ بالصبغة الثلاثية . قوة صغرى

ب ـ رسم تخطيطي لجزء من الطحال

جـ ـ صورة لجزء من الطحال . قوة كبرى .

يلاحظ وجود ألياف عضلية ملس (SM) في المحفظة والحواجز.



تابع شكل (٨٦)

اللب الأبيض أو الجسيمات الطحالية :

وكل منها عبارة عن تجمعات من الخلايا اللمفية حول الشريان المركزى وتتكون من المنطقة المحيطة بالشريان وهى أول مايتكون أثناء الحياة الجنينية، وتسمى بالغلاف الشريانى Arterial sheath ويقع الشريان فى وسطها تماما، ولذلك وصف بأنه مركزى، وأثناء نمو الجنين تتراكم الخلايا اللمفية حول المنطقة الأولى على مسافات مختلفة مكونة العقيدة الحقيقية. ولان تراكم الخلايا لايكون منتظما فان الشريان لأيكون مركزيا فى العقيدات الطحالية. وتحتوى العقيدة على مركز منبت يكبر أو يصغر حسب نشاط العقيدة.

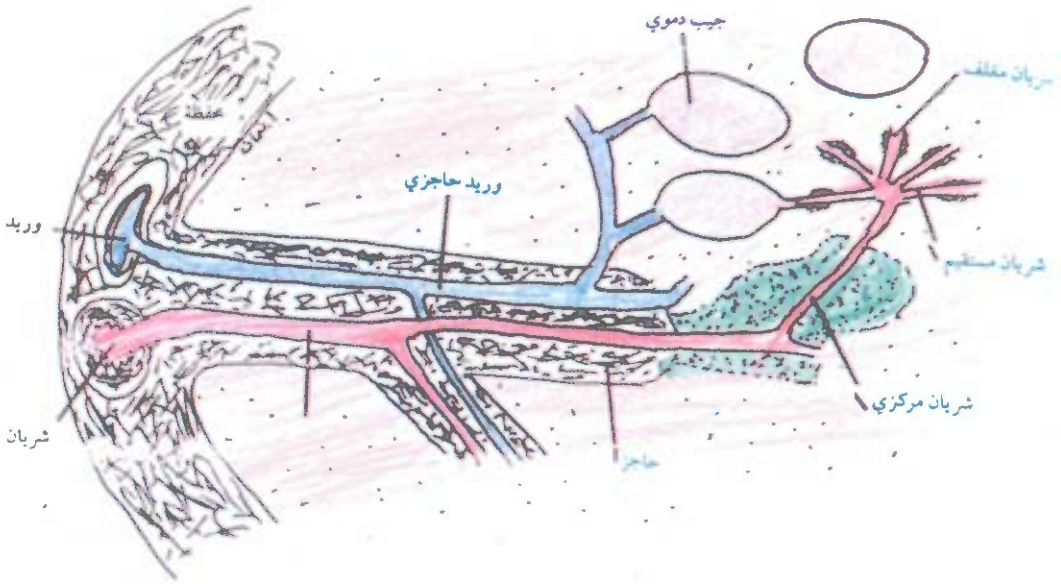
ان معظم الخلايا اللمفية الموجودة فى الغلاف الشريانى تكون من النوع «T» بينما تحتوى العقيدات على الخلايا اللمفية «B» ويوجد على حدود العقيدات الطحالية منطقة غنية بالالياف الشبكية تكون فاصلا بين اللبين الأبيض والأحمر وتسمى بالمنطقة الحدودية Marginal zone (شكل ٨٦ب).

اللب الأحمر :

ويتكون من جيوب دموية متسعة تفصل بينها أحبال من الخلايا المتنوعة معظمها من عناصر الدم وقد توجد خلايا دموية نامية فى اللب الاحمر لطحال بعض الحيوانات البالغة.

دورة الدم فى الطحال (شكل ٨٧):

يدخل الدم الى الطحال عن طريق الشريان الطحالى Splenic artery الذى يتفرع فى المحفظة وتدخل تفرعاته الى الحواجز مكونة الشرايين الحاجزية Trabecular arteries يخرج من الشريان الحاجزى الشريان المركزى Central artery الذى يمر باللب الأبيض ومن تفرعاته تخرج شرينات الى اللب الأحمر حيث تكون



شكل (٨٧) دورة الدم في الطحال

فروعا مستقيمة تسمى الشرينات البنسلينية Penicellar arteries وينتهى كل منها بجزء سميك الجدار يسمى الشريان المغلف Sheathed artery الذى يصب اما فى جيب دموى واما فى المسافات الموجودة بين الجيوب، وفى الحالة الأخيرة يتجمع الدم فى الجيوب مرة أخرى.

ويخرج الدم من الجيوب عن طريق وريدات ثم أوردة حاجزية ثم الوريد الطحالى.

ويكون دوران الدم فى الطحال فى دورة مفتوحة (عندما تفتح الشرينات فى اللب الأحمر) أو فى دورة مغلقة (عندما تفتح الشرينات فى الجيوب مباشرة).

وعندما يعمل الطحال كمخزن للدم تكون الدورة المفتوحة هى السائدة حيث يسيل الدم فى أنسجة الطحال الذى يتضخم ممتلئاً به. وعند الحاجة تنغلق الشرينات المغلفة وتتقلص الالياف العضلية الموجودة فى المحفظة والحواجز ليُضخ الدم المخزن الى الدورة الدموية. وتظهر هذه الخاصية بوضوح فى الحيوانات التى تنشط بشكل مفاجىء مثل الحصان والغزال.

ويقوم الطحال علاوة على وظائفه التى ذكرت بتكسير كريات الدم الحمر الهرمة ويحتفظ بالحديد الموجود فى الهيموجلوبين لينتقل الى أماكن تخليق الكريات الحمر فى نخاع العظم.

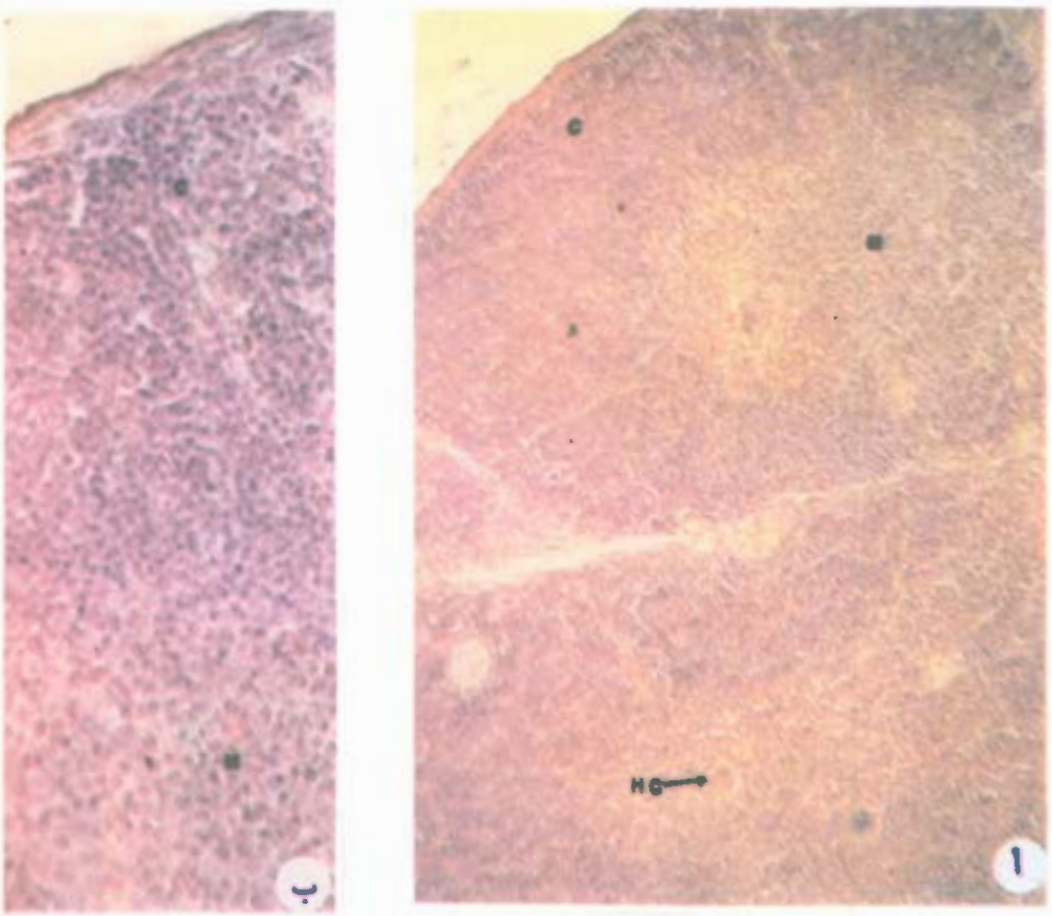
الغـدة التيموســـية (التيموس أو الغدة السعترية) Thymus

التيموس عضو لمفاوى غدى يقوم بافراز مواد تؤثر على نمو ونشاط الأنسجة اللمفاوية الأخرى ويبلغ ذروة نموه ونشاطه فى مرحلة ماقبل البلوغ ثم يضمحل تدريجيا الى أن يختفى تماما ويحل محله نسيج ضام ليفى.

يقع التيموس خلف عظم القص فوق قاعدة القلب أمام الأوعية الدموية الخارجة من القلب، ويغطى بمحفظة ليفية تخرج منها حواجز تقسمه الى فصوص وفصيصات، وتتصل الفصيصات ببعضها عن طريق حبال تجعل الحواجز غير كاملة (شكل ٨٨).

ويتميز الفصيص التيموسى الى قشرة كثيفة الخلايا ولب أقل ازدحاما بالخلايا. وتتكون القشرة من خلايا طلائية يتصل بعضها ببعض لتكوّن شبكة خلوية تحصر بين تفرعاتها أعداداً كبيرة من الخلايا اللمفية الصغيرة المتزاحمة. ويوجد فى اللب ايضا شبكة من الخلايا الطلائية ولكن الخلايا اللمفية الصغيرة تكون أقل كثيرا عما هي عليه فى القشرة.

ويوجد فى اللب أوعية دموية وبعض الخلايا الطلائية التى تتجمع لتكون كريات «هسل» التيموسية Thymic (Hassal's) corpuscles التى تحتوى فى منتصفها على مادة حمضية الاصطباغ هلامية التكوين. وترتبط الخلايا المكونة لكريات «هسل» ببعضها بواسطة روابط بين خلوية مختلفة كما يحتوى سيتوبلازمها على حبيبات الكيراتين.



شكل (٨٨) الغدة التيموسية (التيموس)
أ ـ فصيصان H&E قوة صغرى
ب ـ جزء من فصيص يظهر به القشرة (C) واللب (M) وكريات «هسل» (HC)

ومن المعتقد ان يكون لكريات «هسل» وظيفة افرازية ويلاحظ أنه بتقدم السن تبدأ الكريات فى التحلل والاختفاء.

ويوجد فى التيموس ايضا خلايا أكولة وخلايا بلازمية علاوة على الخلايا اللمفية الصغيرة والتى تسمى أحيانا «الخلايا التيموسية» Thymocytes .

يغذى التيموس بأوعية دموية تدخل الى المحفظة ثم تمر الى الحواجز ومنها الى اللب ثم القشرة. وتتميز الشعيرات الدموية الموجودة فى التيموس بأنها من النوع غير المثقب المغلق تماما. وتكون خلاياها مع الخلايا الشبكية المحيطة بها الحاجز الدموى التيموسى الذى يجعل الخلايا التيموسية (وبعضها ذات ذاكرة) بمعزل عن التقلبات التى تحدث فى الدم.

وظـائف التيمـوس :

١ ـ يقوم بمد الجسم بخلايا T اللمفية فى مراحل العمر الأولى.

٢ ـ يسيطر ويتحكم فى نمو الأعضاء اللمفاوية الأخرى وخاصة المناطق المعتمدة عليه فى العقد اللمفاوية وفى الطحال.

٣ ـ يقوم بافراز مادة تصب فى الدم تسمى «العامل التيموس الدموى» Thymic humoral factor وهى مادة ضرورية فى الأسبوع الأول من حياة الانسان حين يبدأ تعرضه الى الأجسام الغريبة.

٤ ـ هنـاك علاقـة بين نشـاط ونمـو التيمـوس والهرمونات الجنسية حيث يعتقد ان هذه الهرمونات تسبب اضمحلال وضمور التيموس.