الدم ونقي العظم Blood and Bone Marrow

الدم Blood:

هو نسيج ضام خاص يحتوي على خلايا ومادة خارج خلوية (علماً أن المادة خارج الخلوية هي المكون الأكبر).

- يتألف الدم من مادة خارج خلوية ECM وخلايا.
- تتألف المادة خارج الخلوية من مادة أساسية وألياف.
- تكون ألياف هذا النسيج متخفية، حيث تكون منحلة في بلازما الدم، ولا تظهر إلا في الحالات المرضية.

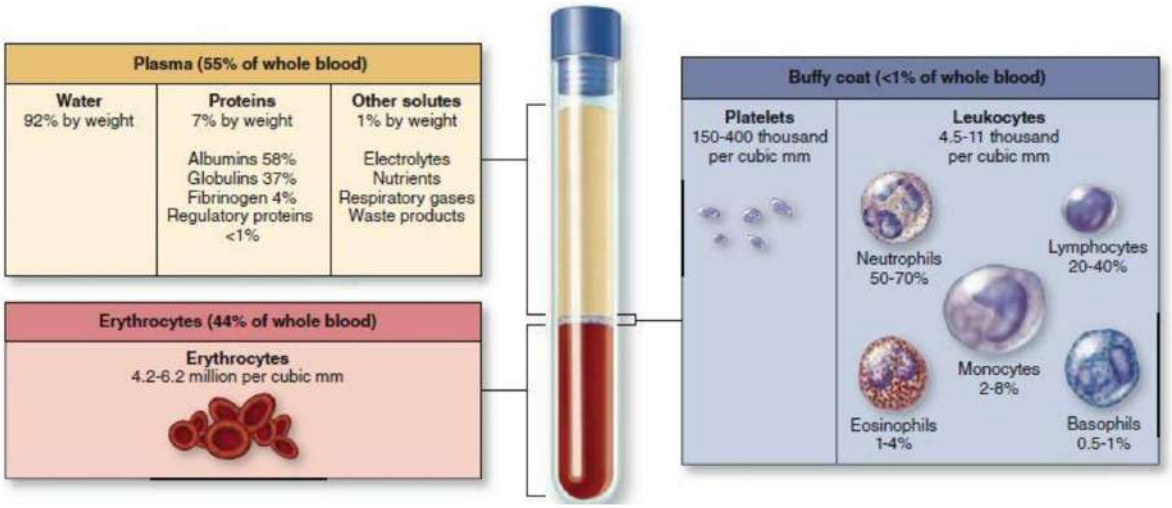
المادة الأساسية (بلازما الدم):

تتألف من:

- 90٪ ماء.
- 1٪ مواد غير عضوية.
- 9٪ مواد عضوية: **البروتينات** والحموض الأمينية والحاثات الموجودة في الدم.
- غازات منحلة.
- عناصر مغذية.

العناصر الخلوية في الدم

- كريات الدم الحمراء **Erythrocytes** (Red blood cells).
- كريات الدم البيضاء **Leukocytes** (White blood cells).
- الصفيحات الدموية **Platelets**.



الكريات الحمر Erythrocytes

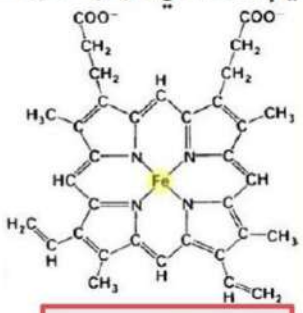
- هي من الخلايا غير الحقيقية (غير منواة) ولا تحوي على عضيات خلوية.
- نشطة في الدم.
- هي خلايا ذات تمايز نهائي (غير قابلة للانقسام).
- يعود لونها الأحمر إلى الهيموغلوبين الموجود داخلها.
- تتوضع الكريات الحمر في الأوعية الدموية على شكل تجمعات تدعى **النضائد**.
- تصبح هرمة بعد 90 – 120 يوم، وتدفن بعدها في الطحال.
- تتمثل وظيفتها بنقل الأوكسجين إلى خلايا الجسم.
- للكرية الحمراء شكل قرصي، وهي مقعرة الوجهين.
- إن شكل الكرية الحمراء يكسبها مرونة تسمح لها بالعبور من خلال الشعيرات الدموية وحويجزات اللب الأحمر للطحال.

يعمل كل من شكل الكرية الحمراء وتوضع الهيموغلوبين فيها على تأمين أقصى درجة من فعالية نقل الأكسجين، **حيث:**

1. يعطي الشكل مقعر الوجهين للكرية الحمراء معدل مساحة كبير جداً مقارنةً مع حجمها.
2. يتوضع الهيموغلوبين على مسافة قصيرة من سطح الخلية.

الهيموغلوبين

- هو بروتين رباعي **حامل لأوكسجين**، مسؤول عن شره الكريات الحمر للملونات.
- تمتلئ هيولى الكريات الحمر بالهيموغلوبين.
- يتألف الهيموغلوبين من قسم بروتيني يدعى الغلوبين وقسم صباغي يدعى الهيم.
- يتألف بروتين الغلوبين من أربع سلاسل ببتيدية (2 الفا و 2 بيتا).
- تحمل كل سلسلة من سلاسل α و β مجموعة من الـ هيم Hem في مركزها ذرة حديد.



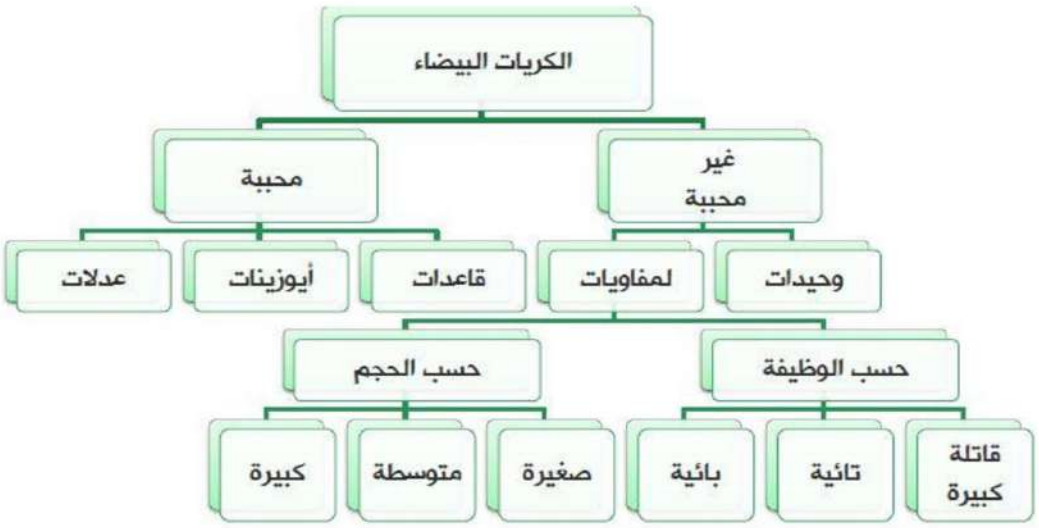
الهيم

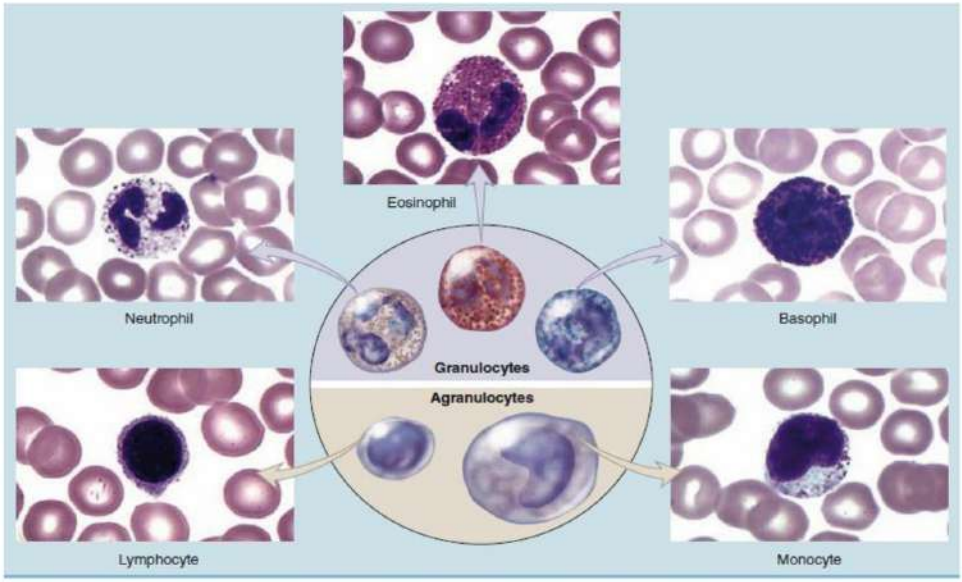
جزيئة الهيموغلوبين

الصفيحات الدموية Thrombocyte

- هي **أشداف من استطالات الخلايا السليفة في نقي العظم** (أي تنشأ من تشدف نهايات استطالات هذه الخلايا العملاقة وبالتالي الصفيحات ليست خلايا).
- هي أصغر العناصر المشكلة للدم.
- خالية من النواة.
- ذات شكل يشبه القرص، قطرها 2-4 ميكرون.
- لها نطاق محيطي شفاف ذو لون أزرق خفيف يعرف بـ **القسيم الشفاف**، وجزء مركزي يحتوي على حبيبات داكنة اللون تعرف بـ **القسيم الحبيبي**.
- مسؤولة عن بدء تشكل الخثرة الدموية.
- عمرها قصير، حوالي 10 أيام فقط.

الكريات البيضاء Leucocyte





Type	Nucleus	Specific Granules[a]	Differential Count[b] (%)	Life Span	Major Functions
Granulocytes					
Neutrophils	3-5 lobes	Faint/light pink	50-70	1-4 d	Kill and phagocytose bacteria
Eosinophils	Bilobed	Red/dark pink	1-4	1-2 wk	Kill helminthic and other parasites; modulate local inflammation
Basophils	Bilobed or S-shaped	Dark blue/purple	0.5-1	Several months	Modulate inflammation, release histamine during allergy
Agranulocytes					
Lymphocytes	Rather spherical	(none)	20-40	Hours to many years	Effector and regulatory cells for adaptive immunity
Monocytes	Indented or C-shaped	(none)	2-8	Hours to years	Precursors of macrophages and other mononuclear phagocytic cells

نقي العظم Bone Marrow:

- نجد في القنوات اللبية للعظام الطويلة وتجاويف العظم القنوي "الإسفنجي":

نقي عظم+خلايا شحمية

- يوجد نوعين من نقي العظم (بناءً على الشكل عند الفحص العياني):

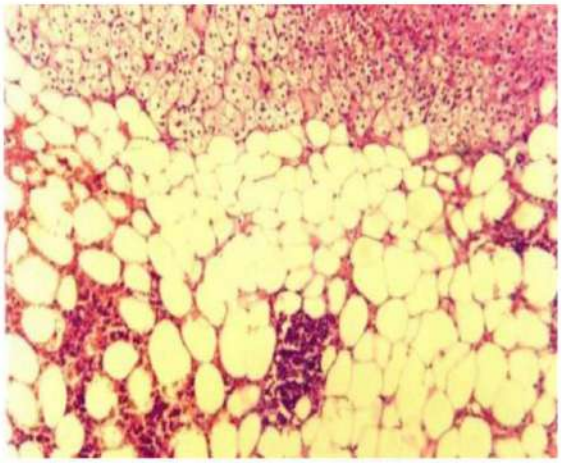
1. نقي عظم أحمر Red Bone Marrow:

- ✓ مكون للدم.
- ✓ يعزى لونه الأحمر إلى كثرة الدم والخلايا المكونة للدم فيه.

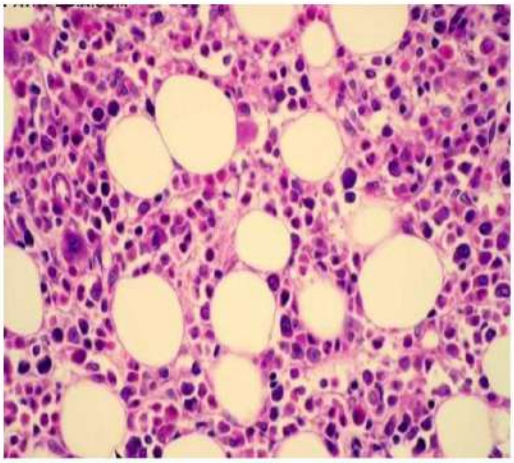
2. نقي عظم أصفر Yellow Bone Marrow:

- ✓ يعزى لونه الأصفر إلى امتلاءه بالخلايا الشحمية وغياب الخلايا المكونة للدم.

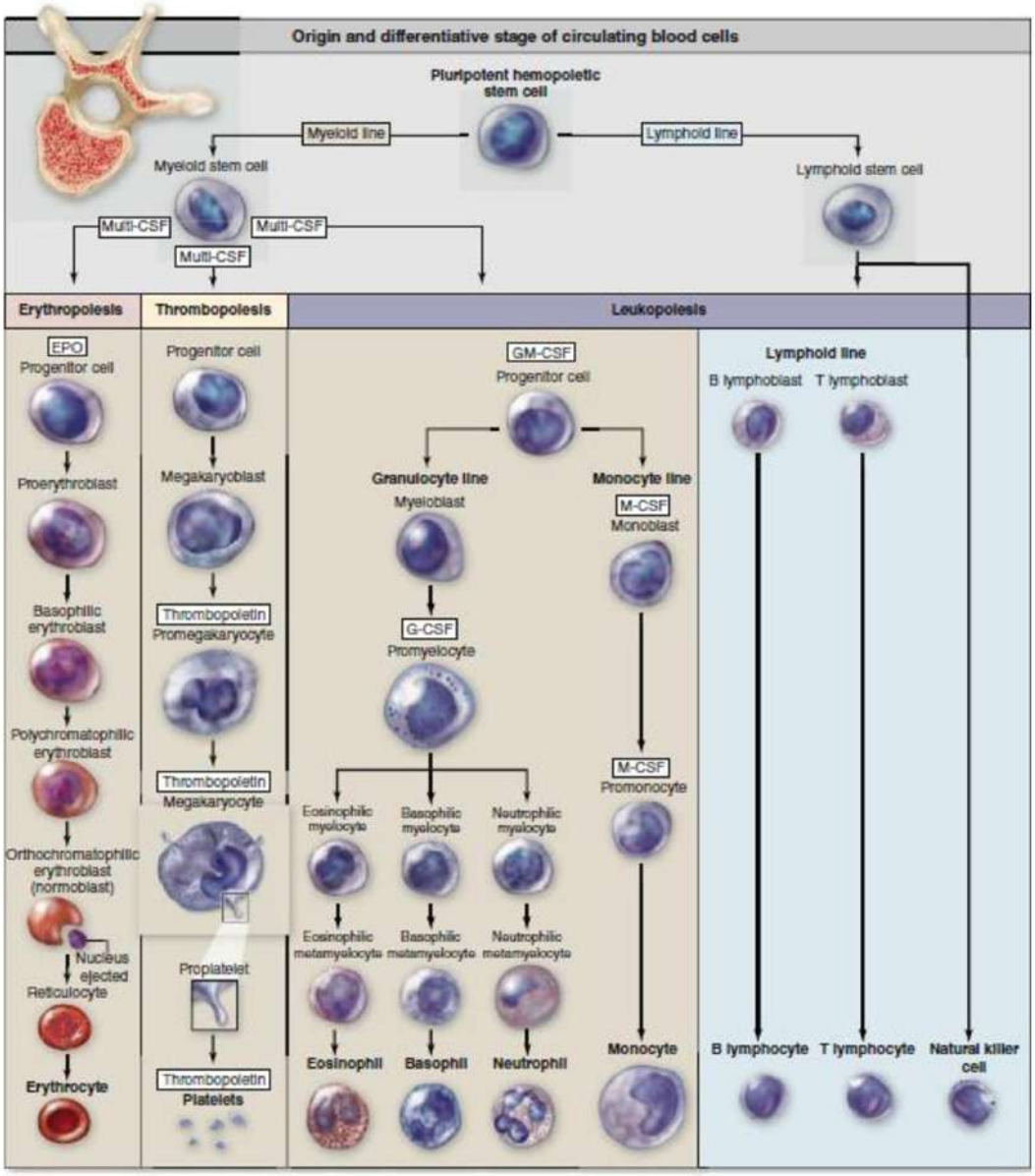
- ➢ يكون نقي العظم **عند حديثي الولادة** ذو لون أحمر ونشيط في إنتاج خلايا الدم.
- ➢ ولكن **مع نمو الطفل** يتحول نقي العظم الأحمر تدريجياً إلى نقي عظم أصفر.
- ➢ يستبدل نقي العظم الأصفر إلى أحمر تحت **ظروف معينة**، كحالات النزف الشديد وحالات عوز الأكسجين.
- ➢ في **الظروف الطبيعية** ترتبط عملية إنتاج خلايا الدم في النقي باحتياجات الجسم، لذلك فإن النشاط قد يزداد عدة أضعاف في وقت قصير.



صورة لنقي العظم الأصفر تحت المجهر الضوئي، نلاحظ فيها غلبة عدد الخلايا الشحمية على عدد الخلايا المكونة للدم.



صورة لنقي العظم الأحمر تحت المجهر الضوئي، نشاهد فيها الخلايا المكونة للدم بنسبة كبيرة + خلايا شحمية أقل عدداً.



Granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF)	**Stem cell factor** (SCF)
Granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF or filgrastim)	**Erythropoietin** (EPO)
Monocyte colony-stimulating factor (M-CSF)	**Thrombopoietin** (TPO)

الخلايا الجذعية متعددة الإمكانات المولدة للدم
Puripotential Hematopoietic Stem Cells

- (تابع مع المخطط في الصفحة السابقة)، تتكاثر الخلايا الجذعية في كل من السلسلتين السابقتين وتعطي خلايا وليدة ذات إمكانات ضعيفة، وذلك لأنها تعطي نوع واحد من الخلايا عندما تزرع، وتدعى **(نسيلة Progenitor، أو وحدات مشكلة للمستعمرات – Colony Forming Unites "CFUs")**.

- تتكاثر هذه الخلايا وتشكل نوعين رئيسيين من **سلاسل الخلايا الجذعية Cell lineages**:

1. **سلسلة خلايا لمفاوية جذعية Lymphoid:**

تشمل خلايا نسيلية لمفاوية، يتطور جزء منها في نقي العظام والجزء الآخر يهاجر إلى الأعضاء اللمفاوية (حيث تهاجر الخلايا اللمفاوية في المراحل التطورية المبكرة من نقي العظام إلى التوتة أو إلى العقد اللمفاوية والطحال والبنى اللمفاوية الأخرى حيث تتكاثر وتتمايز فيها).

2. **سلسلة خلايا نقوية جذعية Myeloid cells:**

تشمل خلايا نسيلية نقوية تتطور في نقي العظام مكونة للخلايا النواءة وللكريات الحمر وللصفيحات الدموية وللخلايا المحببة وللوحيدات.

يوجد 4 أنواع من النسائل أو الوحدات المشكلة للمستعمرات:

1. سلسلة الكريات الحمر من الوحدة المشكلة للكريات الحمر CFU-E.
2. سلسلة الصفيحات الدموية من الوحدة المشكلة لمستعمرة خلايا النواء CFU-Meg.
3. سلسة الوحيدات والخلايا المحببة من الوحدة المشكلة لمستعمرة الوحيدات والخلايا المحببة CFU-GM.
4. سلسة لمفاوية من الوحدة المشكلة لمستعمرة اللمفاويات CFU-L.

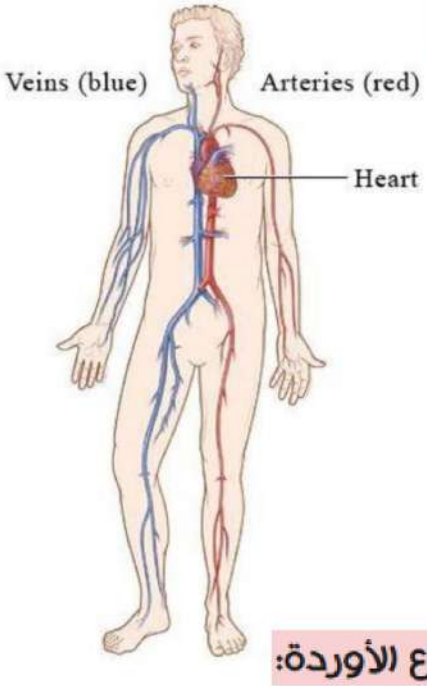
- تنتج جميع النسائل السابقة، **خلايا سليفة Precursor Cells أو أرومات Blasts**، تتمايز صفاتها الشكلية لتعطي أنواع خلايا الدم التي تنضج فيما بعد.

The Circulatory System جهاز الدوران

Cardiovascular system الجهاز القلبي الوعائي

هو جهاز نقل(Transport system) ينقل الدم واللمف بما يحتويانه من عناصر من وإلى الأنسجة في الجسم ،تتضمن هذه العناصر:الخلايا، العناصر التغذوية، المفرزات سواء كانت هرمونات أو سايتوكينات أو إنزيمات الخ، إضافة إلى الفضلات.

يتألف الجهاز القلبي الوعائي بشكل أساسي من:



1. الدم Blood:
   يحوي -إضافة للعناصر المذكورة سابقاً- نسبة عالية جداً من الماء، كما يكون غنياً بالشوارد.
2. القلب Heart:
   وهو عبارة عن المضخة pulp التي تدفع الدم في الشرايين.
3. الأوعية الدمويّة Blood Vessels:
   تتكون من الشبكة الشريانيّة والشبكة الوريديّة، والتي تتألف من:
   - الشرايين Arteries.
   - الأوردة Veins.
   - الشعريات الدمويّة Capillaries.

أنواع الشرايين:

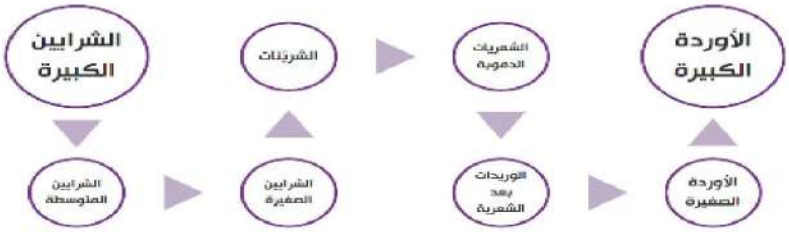
تقسم الشرايين إلى:

- الشرايين الكبيرة Large Arteries.
- الشرايين العضليّة (المتوسطة) Muscular Arteries.
- الشرايين الصغيرة (الشريانات) Arterioles.

أنواع الأوردة:

تقسم الأوردة إلى:

- الوريدات بعد الشعريّة Post capillary venules.
- الأوردة الصغيرة (الوُريدات) Venules.
- الأوردة العضليّة Muscular veins.
- الأوردة الكبيرة Large veins.



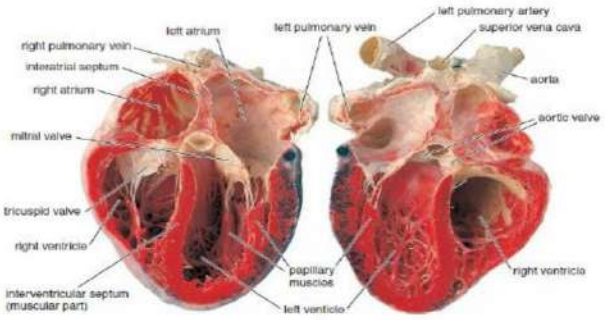
- يتشكل الجهاز القلبي الوعائي من الوريقة الجنينية المتوسطة بشكل مبكر.

القلب The Heart

- يستلقي القلب بشكل مائل، يقع حوالي ثلثيه في **القسم الأيسر** من التجويف الصدري (أي تكون ذروة القلب في الناحية اليسرى من التجويف الصدري).
- يقع في **المنصّف الأوسط Middle Mediastinum**.
- **مجاوراته:** القص sternum في الأمام، والعمود الفقري vertebral column في الخلف، والحجاب الحاجز diaphragm في الأسفل ، والرئتين lungs من الجانبين.
- يتصل القلب مع مجاوراته عبر **الكيس الليفي Fibrous sack**، الذي يشكل جزء أساسي من التامور Pericardium.

تشريحيا:

- يتألف القلب من **البطينين** و**الأذينتين** ويوجد بين هذه الحجرات الأربع **الحاجزين**(septum) اللذين يفصلان بينهما(الحاجز بين الأذينتين والحاجز بين البطينين interatrial and interventricular septum)، يوجد في **محورهما الغشاء الليفي** وعلى **جانبيه** يوجد **العضلات القلبية**، يكون ال septum **أثخن بين البطينات** حيث يوجد كميات كبيرة من العضلات القلبية خارج الغشاء الليفي.



- يوجد بين الأذينات والبطينات ما يسمى **بالدسامات** valves التي تسمح للدم بالعبور باتجاه واحد:
  1. **الدسام التاجي** mitral valve بين **الأذينة اليسرى** والبطين الايسر.
  2. **الدسام ثلاثي الشرف** tricuspid valve بين **الأذينة اليمنى** والبطين الأيمن.
- وهناك أيضاً دسامات أخرى في مستوى الشرايين:
  1. **الدسام الرئوي** pulmonary valve بين **البطين الأيمن** والجذع الرئوي.
  2. **الدسام الأبهري** aortic valve بين **البطين الأيسر** والشريان الأبهري.
- جدار البطين **الأيسر أثخن** من الأيمن وهذا طبيعي لأن البطين الأيسر يقوم بدفع الدم إلى مسافات بعيدة.
- **الأذينة اليسرى** جدارها **أثخن** من الأذينة اليمنى خاصة في مستوى **انصباب الأوردة الرئوية** التي تأتي من الرئة.
- ضمن البطينات يوجد لدينا **الحليمات العضلية** إضافة إلى **الخيوط الوترية** التي تصل بين **شرف الدسامات** (مثلث الشرف أو التاجي) **والحليمات العضلية**.

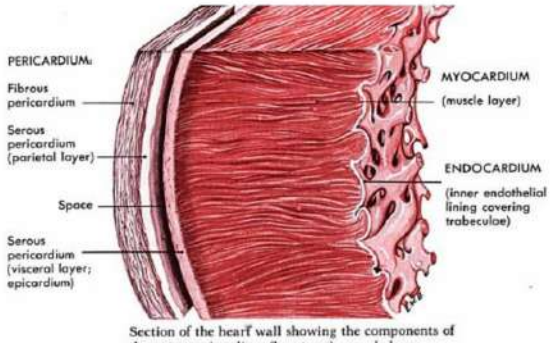
تتلقى الأذينة اليمنى Right atrium الدم العائد من الجسم عبر الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي Superior and Inferior Venae Cavae وهما أكبر أوردة الجسم.

يتلقى البطين الأيمن Right ventricle الدم من الأذينة اليمنى، ويقوم بضخه إلى الرئتين عبر الجذع الرئوي Pulmonary trunk ثم الشرايين الرئوية لتم أكسجته.

تتلقى الأذينة اليسرى Left atrium الدم المؤكسج العائد من الرئتين عبر الأوردة الرئوية.

يتلقى البطين الأيسرLeft ventricle الدم من الأذينة اليسرى، و يقوم بضخه في الشريان الأبهر Aorta الذي يقوم بتوزيعه إلى باقي أنحاء الجسم.

- يضم القلب المكوّنات التالية:
  1. الهيكل الليفي Fibrous Skeleton.
  2. جهاز النقل الداخلي Conducting System.
  3. العضلة القلبيّة Musculature of Cardiac Muscle.
  4. الأوعية الدمويّة الإكليليّة Coronary Vasculature.



Section of the heart wall showing the components of the outer pericardium (heart sac), muscle layer (myocardium), and inner lining (endocardium).

جدار القلب Wall of the Heart

يتشكّل الجدار القلبي من ثلاث طبقات

من الداخل للخارج:

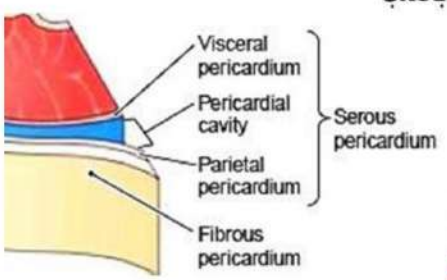
- طبقة الشّغاف Endocardium.
- الطبقة العضليّة (عضلة القلب) Myocardium.
- التامور Epicardium (visceral pericardium).

أولاً: التامور Pericardium:

يتألف من بنيتين :

1)تامور ليفي Fibrous Pericardium:

وهو ذو بنية ليفية حيث يشكل الكيس الليفي Fibrous Sac، لا يرتبط بالقلب بل بالعناصر المجاورة للقلب.



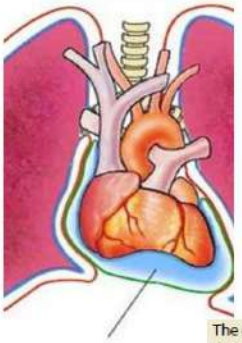
2)تامور مصلي Serous Pericardium:

وهو ذو بنية مصلية، وله جزءان:

- تامور جداري Parietal Pericardium.
- تامور حشوي Visceral Pericardium (Epicardium)، يلتصق مباشرة بعضلة القلب، ويتألف من طبقة واحدة من الخلايا المتوسطية Mesothelial Cells. يسمى النخاب

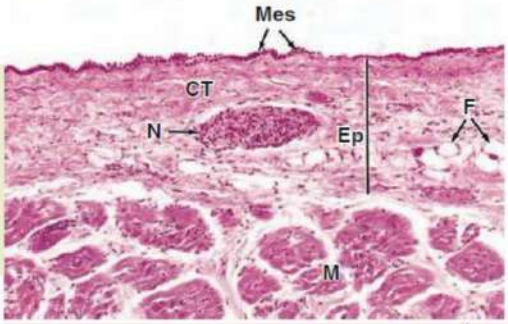
يوجد تحت الظايا المتوسطية (المشكلة للطبقة الحشوية للتامور) طبقة نسيجية تدعى بالنسيج تحت التاموري Subepicardium نسيج ضام رخو غني جداً بالنسيج الشحمي يشكل وسادة للأوعية الدموية والأعصاب، بالإضافة للعقد العصبية نظيرة الودية.

يوجد بين طبقة التامور الجداري وطبقة التامور الحشوي فراغ يدعى الجوف التاموري Pericardial Cavity، ويملأ هذا الفراغ سائل هو السائل التاموري Pericardial Fluid.



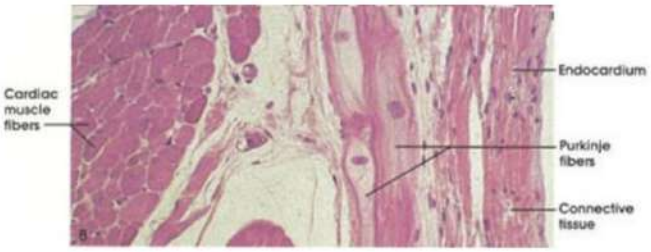
التهاب التامور وانصبابه

- ينشا هذا السائل من إفرازات الخلايا المصلية (mesothelium) في التامور المصلي.
- حجمه حوالي (15-50)ml ويقال أن بنيته شبيهة ببنية السائل الدماغي الشوكيCSF.
- يزداد السائل التاموري في الحالات المرضية مثل التهاب التامور أو حتى الالتهابات القلبية،هذه الزيادة تؤثر على حركة القلب.
- أما في الحالة الطبيعية يشكل السائل التاموري وسادة تحمي القلب من الأذيات.



The external tunic of the heart, the epicardium, is the site of the coronary vessels and contains considerable adipose tissue. This section of atrium shows part of the myocardium (**M**) and epicardium (**Ep**). The epicardium consists of loose connective tissue (**CT**) containing autonomic nerves (**N**) and variable amounts of fat (**F**). The epicardium is the visceral layer of the pericardium and is covered by the simple mesothelium (**Mes**) that also lines the pericardial space. The mesothelial cells secrete a lubricant fluid that prevents friction as the beating heart contacts the parietal pericardium on the other side of the pericardial cavity. (X100; H&E)

ثانياً: عضلة القلب Myocardium :



- توجد تحت التامور الحشوي.
- وتنتظم حزم العضلات القلبية على شكل صفائح Sheets متوضعة في اتجاهات مختلفة عن بعضها البعض.
- تأخذ هذه العضلات الشكل المائل (إذ أنها لا تكون حديّة).

تنفصل الخلايا العضلية القلبية عن بعضها بنسيج ضام خلالي، خلايا ناقلة وهي خلايا عضلية متبدلة تشكل الجهاز الناقل.

ثالثاً: الشغاف Endocardium :

والذي يتكوّن من :

طبقة داخلية inner layer:

تحوي بطانة مسطحة endothelium وطبقة تحت بطانية subendothelial layer

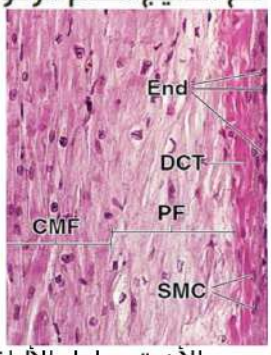
مكونة من نسيج ضام رخو تحوي ألياف مرنة ، حزم ألياف غرائية ومادة أساسية.

طبقة متوسطة (طبقة ليفية عضلية) middle layer:

تحوي نسيج ضام **وخلايا عضلية ملساء** غير معلومة الوظيفة.

طبقة أعمق deeper layer:

تدعى الطبقة **تحت الشغافية subendocardial layer** وهي مكوّنة غالباً من نسيج **ضام رخو** يشكل **مساراً لألياف بوركنج**، **ويتمادى** هذا النسيج **ضمن ال myocardium** مع النسيج الضام الرخو الذي يحيط بالحزم العضلية القلبية.



تكبير لمنطقة الشغاف تظهر البطانة الخلوية END، وطبقة وسطى من الخلايا العضلية الملساء SMC مع نسيج ضام كثيف DCT، والطبقة العميقة من الشغاف التي تحوي ألياف بوركنج PF وبعض الألياف التي تتمادى مع النسيج الضام للعضل القلبي CMF

تتميز الأذينة بغناها بالألياف المرنة خاصة في النسيج تحت الشغافي.

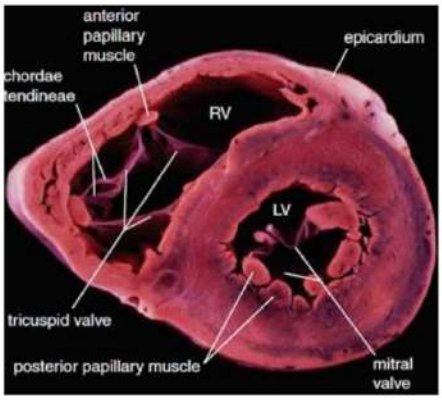
الدسامات VALVES

وهي كما نعرف بنى نسيجية ضامة مغطاة بشغاف القلب، تسمح بحركة الدم باتجاه واحد، أي تمنع حركته بشكل معاكس.

وهي نوعان:

- دسامات أذينية بطينية AtrioVentrical [AV]
- دسامات بين البطين والشريان

ترتبط شرف هذه الدسامات بواسطة خيوط وترية Chordae Tendineae مع رؤوس العضلات الحليمية Papillary Muscles.



الدسامات القلبية ترتبط بهيكل معقد من النسيج الضام الكثيف غير المرتب الذي يشكل الحلقات الليفية ويحيط بالفوهات الحاوية على الدسامات (**الحلقات الليفية تشكل قواعد الدسامات**).

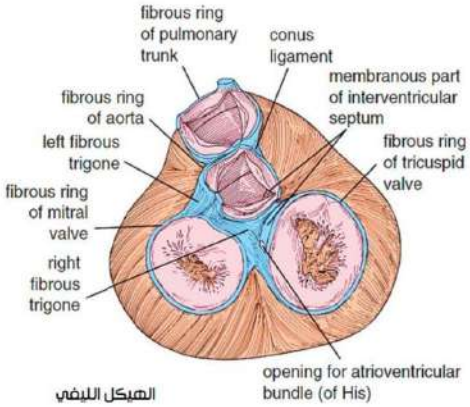
الهيكل الليفي Fibrous Skelton

عبارة عن نسيج ضام كثيف Compact، جميع بناه ليفيّة بحتة لا تحوي أي خلايا عضليّة قلبيّة.

يتألّف من:

1. **أربع حلقات ليفيّة:**
   - تحيط بفوهات الصمامات (الدسامات) القلبية.
   - تشكّل قاعدة لهذه الدسّامات، حيث توجد حلقة لكل دسّام (التاجي، مثلث الشرف، الأبهري، الرئوي).

2. مثلثان ليفيّان، يقومان بربط الحلقات مع بعضها البعض:
   - مثلث أيسر يربط بين حلقة الدسام الرئوي وحلقة الدسام الأبهر.
   - مثلث أيمن يربط بين حلقة الدسام التاجي وحلقة الدسام مثلث الشرف
3. الغشاء الحجابي Symptom membrane:
   - يوجد بين الأذينتين والبطينين.
   - يتصل بالحلقات الليفيّة.
   - تدخل ضمنه حزمة هيس لمسافة قصيرة.

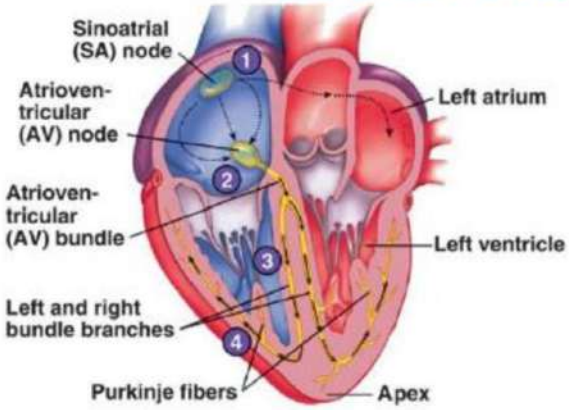


الهيكل الليفي للقلب.

وظيفة الهيكل الليفي للقلب:

- العزل بين الأذينتين والبطينين كهربائياً (بمعنى: أن تقلص البطينات مستقل عن تقلص الأذينات).
- يعمل الهيكل الليفي للقلب على الوصل المستقل للخلايا العضلية القلبية (حيث ينعدم الوصل المباشر بين الألياف العضلية الأذينية والبطينية عبر الأقراص المقحمة Intercalated Disk).

جهاز النقل الداخلي Conduction System



1) العقدة الجيبيّة الأذينيّة Sinuatrial node (SA).
2) العقدة الأذينيّة البطينيّة (AV) Atrioventricular node.
3) حزمة هس(التي تتفرع لحزمة يمنى وحزمة يسرى)والتي تنتهي بألياف بوركنج. Purkinje fibers

مسؤول عن بدء زوال الاستقطاب Depolarization وعن التقلص الرتمي المنتظم للقلب.

الأوعية الدمويّة التاجيّة (الإكليليّة) Coronary vasculature

✓ تقوم بتغذية القلب.

التطبيقات الطبية:

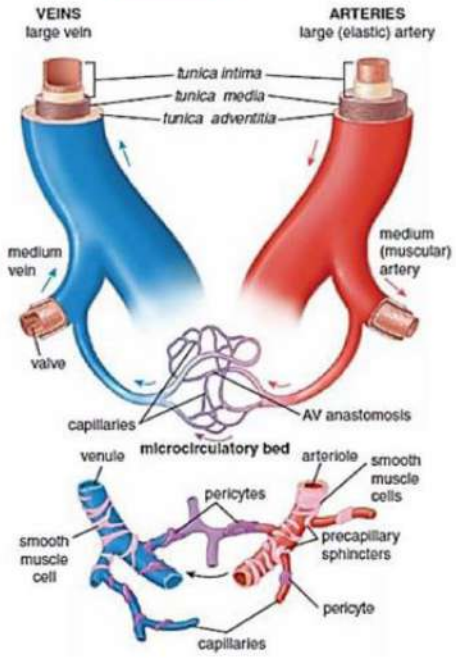
مع التقدم بالعمر تسمك الدسامات و تصبح قليلة المرونة و بما أن محاورها نسيج ضام كثيف فمن الممكن ان تصاب بالتكلس حيث تسبب قصورا و تضيف بالفتحة الدسامية مما يؤدي الى عدة أمراض تعرف بمجموعها بالأمراض القلبية الدسامية مثل: القلب الرثوي Rheumatic Heart، التهاب الشغاف الخضري vegetative endocarditis،

التنكس التكلسي المتضيق للدسام الأبهري degenerative calcific aortic valve stenosis، و التكلس الحلقي التاجي mitral annular calcification.
أكثر الدسامات تعرضا للاذية هو الدسام التاجي (65-70٪ من الأذيات تصيب هذا الدسام) و 20-25٪ للدسام الأبهري، حيث أن الدسام ثلاثي الشرف يكون أكثر مقاومة (ربما بسبب الكثافة الليفية العالية في الدسام التاجي مما يسهل تكلسه).

البنية العامة للشرايين والأوردة

بشكل عام، تتألف جدران الشرايين والأوردة (الأوعية الدموية) من ثلاث طبقات تُدعى **بالغلالات Tunics**، مُرتبة من اللمعة باتجاه الخارج وفق التّالي

- القميص الباطن (الغلالة البطانية) Tunica intima.
- القميص المتوسط (الغلالة الوسطى) Tunica media.
- القميص الخارجي أو الحواشي (الغلالة البرانيّة) Tunica adventitia.



- في الصورة الجانبية **شكل ترسيمي** للشجرة الشريانية والشجرة الوريدية.
- يوجد **فارق كمي من حيث سماكة** كل قميص في الشريان والوريد.
- **القميص الداخلي** لا يختلف تقريبا بينهما، إلا أن **القميص المتوسط** أكبر في الشريان، و**القميص الخارجي** أكبر في الوريد.
- **تتميز الأوردة** بأن قطرها أكبر من قطر الشرايين، وذلك بسبب رقة جدرانها، مما يسمح بتوسعها.

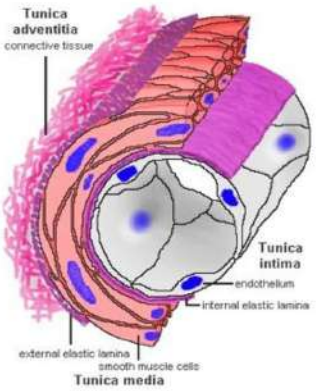
أولاً: القميص الباطن Tunica Intima:

يمثل الطبقة الأكثر داخلية من طبقات الوعاء الثلاث، ويتألف من ثلاث مكونات:

- طبقة واحدة من **الخلايا الظهارية المسطحة** (بطانة الوعاء الدموي Endothelium).
- **الصفيحة القاعدية** Basal Lamina التي تستند إليها البطانة.
- طبقة **تحت بطانية** Subendothelial مكونة من **نسيج ضام رخو** (عادة يوجد فيها خلايا عضلية ملساء).

ثانياً: القميص المتوسط Tunica Media:

تتكون بشكل رئيسي من **ألياف عضلية ملساء** Smooth muscle cells، بالإضافة إلى **ألياف كولاجينية وألياف مرنة** بنسب متفاوتة حسب العضو المدروس.



ثالثاً: الطبقة الخارجية Tunica Adventitia:

نسيج ضام كثيف يحوي ألياف كولاجين وألياف مرنة، يحوي شبكة من الأعصاب الذاتية وأوعية دموية لتروية جدار الوعاء.

الشرايين

هناك ثلاث أنواع رئيسية من الشرايين:

1. الشرايين الكبيرة (المرنة) elastic arteries.
2. الشرايين المتوسطة (العضلية) muscular arteries.
3. الشرايين الصغيرة small arteries والشرينات Arterioles.

وذلك حسب حجم وخصائص الطبقة الوسطى.

الشرايين الكبيرة Large arteries

- تدعى أيضاً بالشرايين المرنة Elastic arteries.
- من الأمثلة عليها:
  - الشريان الأبهر Aorta، الشرايين الرئويّة Pulmonary arteries.
  - كما تعدُّ الفروع الرئيسيّة لهذه الشرايين أيضاً من الشرايين المرنة (الكبيرة)

القميص الداخلي Tunica intima

يتكوّن من:

1. طبقة بطانيّة (ظهارة بسيطة مسطّحة Endothelium)، مع الصفيحة القاعديّة Basal lamina.
2. طبقة تحت بطانيّة من نسيج ضام رخو Subendothelial connective tissue.

تحوي الطبقة تحت البطانية بشكل رئيسي خلايا عضليّة ملساء، ويمكن أن تحتوي على خلايا بالعة Macrophages.

3. صفيحة مرنة داخليّة Internal elastic membrane (lamina).

القميص المتوسّط Tunica media

- ويشكل الطبقة الأثخن في الشرايين المرنة.
- يتكون من:
  1. طبقات من الخلايا العضلية الملساء ذات التوضع المائل.
  2. عدد كبير من الصفائح المرنة المثقبة (fenestrated) ويتعلق عددها بالعمر وبضغط الدم في الشريان.
- تتوضع طبقات الخلايا العضلية الملساء بالتناوب مع الصفائح المرنة.
- تكون الصفائح المرنة مثقبة وذلك لتأمين انتشار المواد في جدار الشريان وكذلك تأمين Gap junction بين الخلايا العضلية الملساء.

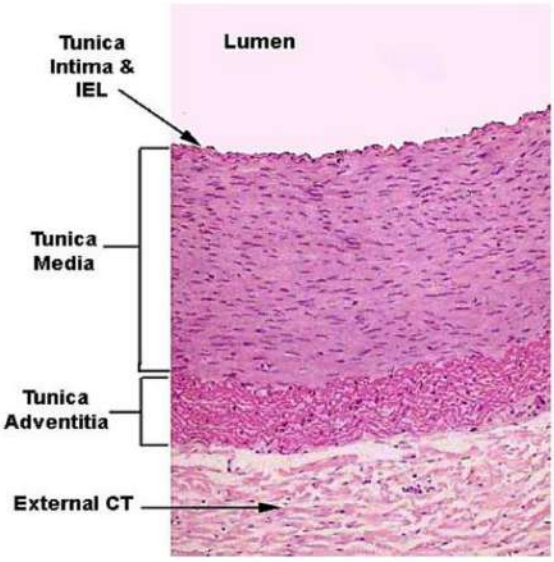
القميص الخارجي Tunica adventitia

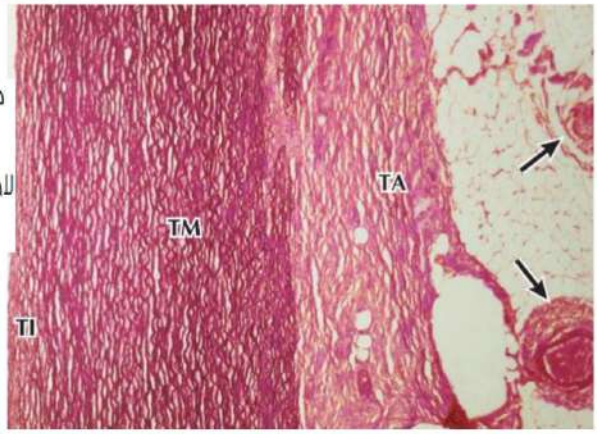
❖ طبقة رقيقة نسبياً.

❖ عبارة عن طبقة من نسـيج ضـام متدرج بين المعتدل والكثيف غير المرتب وفيها كل مكونات النسيج الضام.

❖ يتكون من:

1. ألياف مرنة (ألياف وليس صفائح) وألياف كولاجين.
2. خلايا مصورة لليف.
3. أوعية الأوعية (Vasa vasorum).
4. أعصاب الأوعية (nervi vasorum).





صورة تظهر الأقمصة الثلاث للشريان المرن الكبير، القميص الداخلي (TI)، القميص المتوسط (TM)، القميص الخارجي (TA).
لاحظ النسيج الضام المُميِّز للقميص الخارجي، والخلايا الشحمية التي تظهر في هذا المستوى، كما تظهر أوعية الأوعية في القميص الخارجي بوضوح (الأسهم).
Vasa vasorum

الشرايين المتوسطة Medium Arteries

❖ تُدعى أيضاً بـ الشرايين العضليّة Muscular arteries.

❖ كما تُدعى بـ الشرايين الموزّعة Distributing arteries (لأنها تقوم بتأمين جريان الدم إلى أعضاء الجسم).

❖ من الأمثلة على الشرايين المتوسطة: الشريان الفخذي Femoral arteries، الشريان العضدي Brachial arteries.

القميص الداخلي Tunica intima

يكون **أقل ثخانة** منه في الشرايين المرنة.

يتكوّن من:

1. طبقة بطانيّة (ظهارة بسيطة مسطّحة Endothelium)، مع الصفيحة القاعدية Basal lamina.
2. طبقة تحت بطانيّة من نسيج ضام رخو Subendothelial connective: تكون **أكثر سماكة** منها في الشرايين المرنة.
3. صفيحة مرنة داخليّة Internal elastic membrane، وتدعى هنا بـ **المحدّدة الداخليّة**.

القميص المتوسّط Tunica media

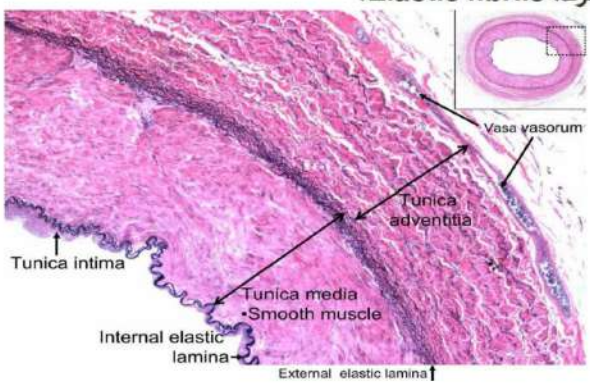
يتكوّن من:

1. خلايا عضليّة ملساء Smooth muscle cells **بشكل رئيسي**.
2. **والقليل** نسبياً من الصفائح المرنة Elastic lamella.

- يكون توضّع الخلايا العضليّة الملساء والصفائح المرنة في القميص المتوسط لهذه الشرايين مماثلاً لتوضّعها في الشرايين المرنة.
- لا وجود للخلايا المصوّرة لليف Fibroblast في هذا القميص، فالخلايا العضليّة الملساء هي التي تقوم بإنتاج الألياف المرنة والكولاجين والمادّة الأساسيّة (كما في الشرايين المرنة).

القميص الخارجي Tunica adventitia

- ✓ يكونُ **ثخيناً** بالمقارنة مع القميص الخارجي للشرايين المرنة.
- ✓ تكون ثخانته في هذه الشرايين **مساويةً** لثخانة القميص المتوسّط تقريباً.
- ✓ هو عبارة عن نسيج ضام متدرج بين المعتدل والكثيف، **يحتوي على:**
  - **الصفيحة المرنة الخارجيّة external elastic membrane**: تكون مجاورة تماماً للقميص المتوسّط Tunica media، وتدعى هنا أيضاً بـ **المحدّدة الخارجيّة**.
  - أوعية الأوعية Vasa vasorum وأعصاب الأوعية Nervi vasorum.
  - خلايا مصوّرة لليف Fibroblast.
  - ألياف كولاجينيّة Collagen fibrils وألياف مرنة Elastic fibrils.
  - خلايا شحميّة.



مقطع نسيجي لجدار شريان عضلي، نلاحظ أن الصفيحة المرنة الداخلية (IEL) تكون حصراً طبقة وحيدة، أما الصفيحة المرنة الخارجية (xEL) فيمكن أحياناً أن تتكون من أكثر من طبقة من الألياف المرنة.

إن وجود الـ (IEL) والـ (XEL) في صورة مجهرية هو ميزة مهمة **للشرايين العضلية**.

الشرايين الصغيرة Small Arteries

- تكون لمعتها ضيقة وجدارها سميك.
- طبقاتها:

القميص الداخلي Tunica intima:

☒ أيضاً يتألّف من بطانة وعائية (خلايا بطانية) Endothelium ونسيج تحت بطاني.

☒ يكون النسيج تحت البطاني واضحاً، كما يمكن أن تتشكّل فيه العصائد.

☒ يحتوي **في أغلب الأحيان** على صفيحة مرنة داخليّة Internal elastic lamina.

القميص المتوسّط Tunica media:

يحتوي على:

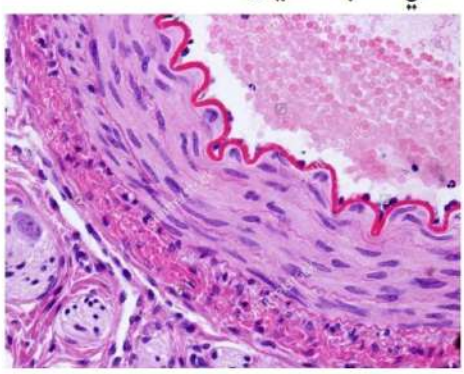
☒ 3-8 طبقات من الخلايا العضليّة الملساء Smooth muscle cells.

☒ ألياف كولاجينيّة Collagen fibrils.

☒ ألياف شباكيّة Reticular fibrils.

القميص الخارجي Tunica adventitia:

قليل الثخانة، أقل ثخانةً من القميص المتوسّط (في أغلب الأحيان).

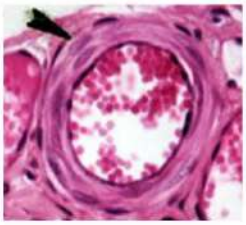


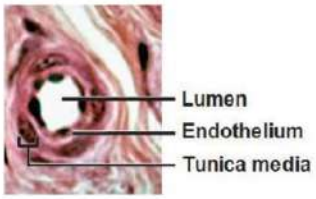
في الصورة جانباً لدينا مقطع في شريان صغير، لاحظ كلاً من:

1. ظهور الصفيحة المرنة الداخليّة.
2. غياب الصفيحة المرنة الخارجيّة.
3. وجود حوالي 8 طبقات من الخلايا العضليّة الملساء في القميص المتوسّط.
4. قلّة كثافة القميص الخارجي.

الشريانات Arterioles

- ولها دور كبير في ضبط تدفق الدم إلى السرير الشعري capillary bed، وتنظيم الضغط.
- يتكون القميص المتوسط من 1-3 طبقات من الخلايا العضلية الملساء.
- أما القميص الخارجي فيكون رقيقاً.
- اللمعة تكون منتظمة.

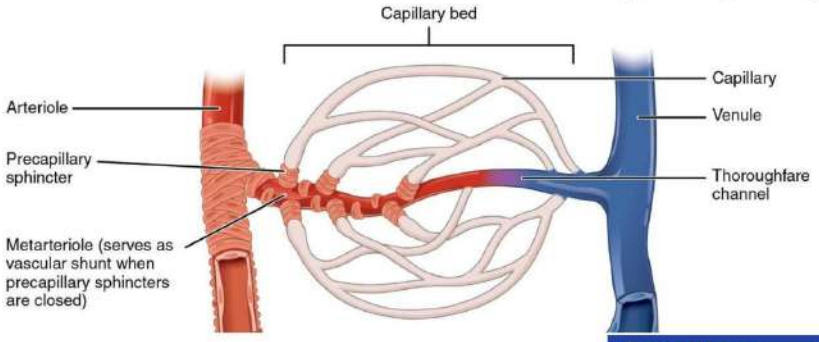




تغيب المحددات

ما بعد الشريانات Metarteriole

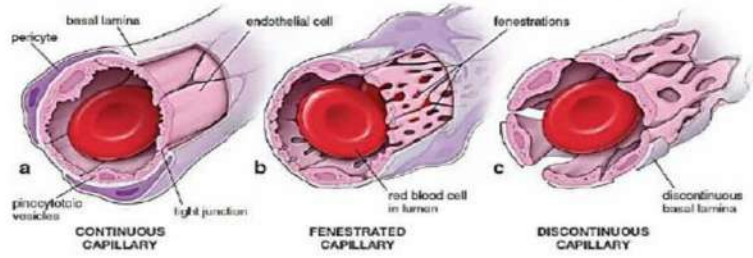
- هي أوعية ضيّقة Narrow vessels تقوم بنقل الدم من الشريانات Arterioles إلى السرير الشعري Capillary bed.
- إنّ الخلايا العضليّة الملساء للقميص المتوسّط في هذه الأوعية تتوضّع بشكل حلقي حول بداية الشعريات الدمويّة مشكّلةً المصرّات قبل الشعيريّة Precapillary sphincters.
- تلعب هذه المصرّات دوراً هامّاً في ضبط وتنظيم عبور الدّم إلى الشعريّات الدمويّة، وذلك عن طريق تقلّص أو استرخاء الخلايا العضليّة الملساء المكوّنة لهذه المصرّات، ممّا يسمح بإغلاق أو فتح مدخل الشعريّات الدمويّة



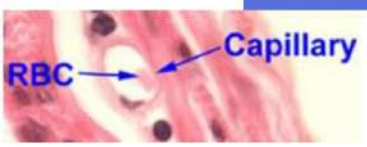
الشعريات Capillary

- وهي أصغر الأوعية الدموية قطراً إذ يكون قطرها غالباً أصغر من قطر الكرية الحمراء.
- عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا البطانية.
- يمكن لخلية واحدة أن تشكل شعرية دموية ويمكن أن تشترك أكثر من خلية في تشكيلها.
- تصنف إلى ثلاثة أنماط رئيسية وذلك حسب وجود الموصلات المحكمة Tight junctions بين الخلايا البطانية وحسب استمرارية الصفيحة القاعدية Basal Lamina على السطح القاعدي لهذه الخلايا.

1. الشعريات الدموية المستمرة Continuous capillary.
2. الشعريات الدموية المثقبة Fenestrated capillary.
3. الشعريات الدموية المتقطعة Discontinuous (sinusoidal) capillary.



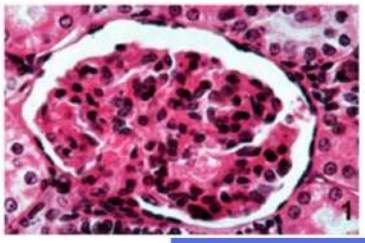
1. الشعريات الدموية المستمرة Continuous capillary:



- هناك Tight junction بين الخلايا البطانية.
- الصفيحة القاعدية Basal Lamina مستمرة.
- انتقال المواد انتقائي Selective (نفوذية اصطفائية).
- يشاهد هذا النوع من الشعريات في الجملة العصبية المركزية، في النسيج العضلي، كل النسج الضامة **عدا الصفيحة الخاصة في الأمعاء والنسيج الضام الكثيف**، في النسيج العظمي، في النسيج الشحمي.
- يمكن أن تحاط الشعريات الدموية تحاط بالخلايا الحوطية (pericytes) وخصوصاً في الجملة العصبية المركزية.

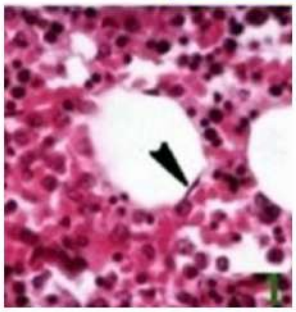
2. الشعريات الدموية المثقبة Fenestrated capillary:

- تكون الصفيحة القاعديّة فيها **مستمرّةً**.
- **توجد ثقوب** بين الخلايا الظهاريّة (كميّة أقل من الـ Tight junction بالإضافة إلى وجود الـ Gap junction).
- فتكون **النفوذية عالية** في هذا النوع من الشعريّات Highly permeable.
- **نجدها في** الكبيبات الكلوية، الغدد الصم، الضفائر العنكبوتية، الأغشية الزليلة



مقطع في الكبيبات الكلوية

3. الشعريات الدموية المتقطعة Discontinuous (sinusoidal) capillary:



- هي عبارة عن أشباه جيوب.
- تمتاز بوجود فراغات gap بين الخلايا البطانية.
- الصفيحة القاعدية تكون متقطعة (تكون مستمرة فقط في المناطق التي تكون فيها على تماس مع السائل النسيجي ECM وتكون متقطعة في المناطق التي لا يتم فيها هذا التماس)، لذا فهي تمتاز بنفاذية عالية جداً.
- تتواجد في **جميع النسج المكونة للدم** (الطحال، الأعضاء اللمفاوية، الكبد، نقي العظام).

في نقي العظم

التفاغر الوريدي الشرياني Arteriovenous shunts (AV shunts)

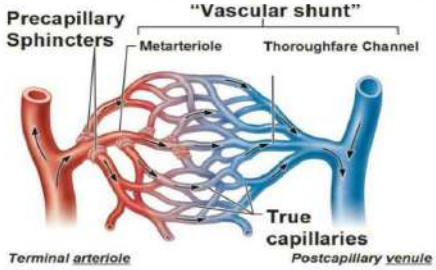
- هو عبارة عن **اتصال مباشر** بين الشريان والوريد.
- إما أن يكون الاتصال على شكل **تفاغرات anastomosis**.
- وإما أن يكون هذا الاتصال على شكل **ممر سريع (مباشر) Throughfare channel**.

على شكل تفاغرات Anastomoses

❖ نشاهده في:

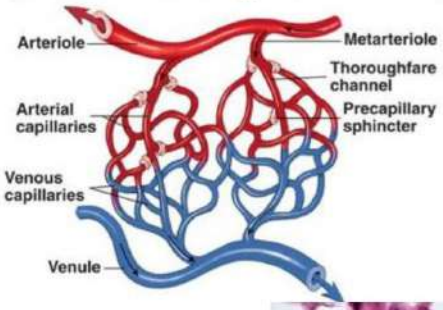
1- نهايات الأصابع، وذروة الأنف، وفي الشفاه، وظيفته هنا التنظيم والتبادل الحراري.

2- الأعضـــاء النعوظة (القضـيب والبظر)، لـه دور في نعوظ هـذه الأعضـــاء (امتلاء الجيوب بـالـدم)



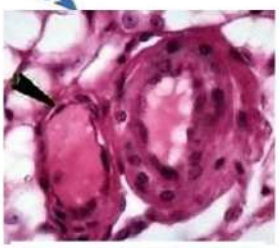
على شكل ممر سريع (مباشر) Throughfare channel

إذ يعطي الشـــريـان فرعـاً يسـمى metarteriole ويستمر الطريق مباشرة من مسـتوى الـــ metarteriole حتى ينتهي في مستوى الوريد.



الشبكة الوريدية

1. الوُريدات Venules.
2. الأوردة الصغيرة Small veins.
3. الأوردة المتوسّطة Medium veins.
4. الأوردة الكبيرة Large veins.



Venule & Arteriole

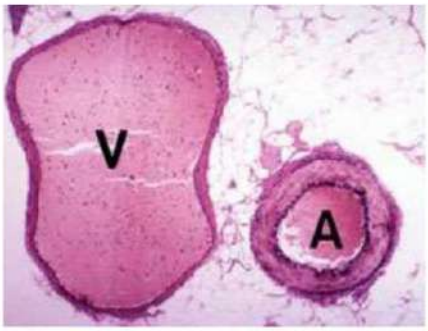
في المقطع السابق وُرَيد عضلي (V)، وشُرَين.
لاحظ وجود طبقتين من الخلايا العضليّة الملساء في الوُرَيد.
لاحظ كثافة الخلايا العضليّة الملساء في جدار الشُرَين أكثر منها في جدار الوُرَيد.
لاحظ أنّ لمعة الوُرَيد غير منتظمة وهي أكبر من لمعة الشُرَين.

الوُريدات Venules

- قطرها: أصغر من 0.1 mm.
- تصنّف الى:
  - ✓ وُريدات بعد شعيريّة Post capillaries venules.
  - ✓ وُريدات عضليّة Muscular venules.

	الوُرَيدات بعد الشعيريّة	الوُرَيدات العضليّة
البطانة	خلايا مرتفعة (أقرب إلى المكعّبة)	ظهارة بسيطة مسطّحة
القميص المتوسّط	غير مميّز	مميّز
طبقات الخلايا العضليّة الملساء	غير موجودة	طبقة أو طبقتين
الخلايا الحوطيّة	موجودة	غير موجودة (غالباً)

3. الأوردة الصغيرة Small Veins :



شريان عضلي ووريد صغير

القميص الباطن Tunica intima :

- بطانة ونسيج تحت بطاني رقيق جداً.

القميص المتوسط (العضلي) Tunica Media:

- 3-5 طبقات من الخلايا العضلية الملساء.
- الخلايا العضلية متباعدة ضمن الطبقة الواحدة.
- عدد الخلايا أقل مما هو عليه في الشرايين المرافقة لها.

القميص الخارجي Tunic adventitia :

- يكون أثخن لأنه يتحد مع النسيج الذي يحيط بالوُريد الصغير.

4. الأوردة المتوسطة Medium Veins :

القميص الباطن Tunica Intima:

- بطانة تستند إلى غشاء قاعدي و نسيج تحت بطاني رقيق.
- تظهر بعض الخلايا العضلية الملساء ذات التوضع الطولي الشبيه لما هو موجود في الشرايين.

تتميز هذه

القميص المتوسط Tunica Media:

- عدة طبقات حوالي (3 - 10) من الخلايا العضلية الملساء بحسب الأعضاء.
- تظهر هذه الخلايا العضلية مفككة متباعدة عن بعضها ذات كثافة قليلة.

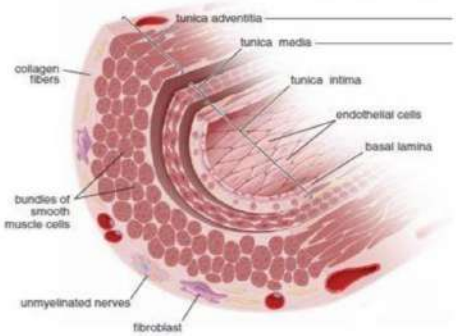
القميص الخارجي Tunica Adventitia:

- ثخين جداً يتكون دوماً من النسيج الضام كبقية الأوعية الدموية.
- يحتوي على أوعية الأوعية .

الأوردة بوجود **الصمامات Valves**، والتي تسمح للدم بالجريان باتجاه واحد، تكثر في الأطراف السفلية، وهي طيات من القميص الداخلي.

5. الأوردة الكبيرة Large veins :

- تتمثل بالوريد الأجوف Vena Cava العلوي والسفلي وكل الروافد التى تصب فيهما.
- يتكون جدار الوريد الكبير من :

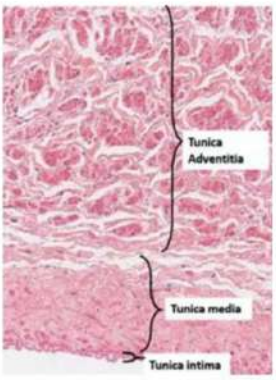


القميص الباطن Tunica intima:

- عدد قليل من الخلايا العضلية الملساء.
- يمكن أن يوجد صفيحة مرنة.

القميص المتوسط Tunica media:

- الطبقات العضلية تكون رقيقة فيه.



القميص الخارجي Tunica Adventitia:

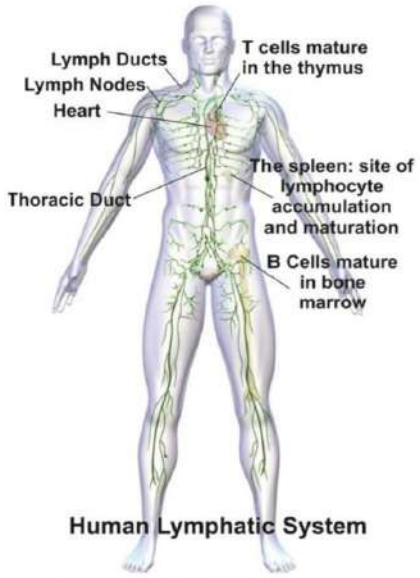
- عدد كبير من حزم الألياف العضلية الطولية وهذا ما يميز الأوردة الكبيرة و روافدها.
- نسيج ضام ما بين هذه الحزم.
- نشاهد أوعية الأوعية التي تغذي **القميص الخارجي** و **القسم المتوسط من القميص المتوسط**.

التطبيقات الطبية:

التصلب العصيدي Atherosclerosis:

يتميز بظهور **ثخانة في الغلالة الباطنة**، وتكاثر في العضلات الملساء وزيادة مكونات النسيج الضام وترسب الكوليسترول في الخلايا العضلية الملساء والبلاعم. يطلق على البلاعم عند امتلائها بالشحم بالخلايا الرغوية Foam cells، وتتشكل شرائط ولويحات شحمية يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وقد تمتد للغلالة المتوسطة وتزداد لتشكل سدادة في الوعاء الدموي، تعتبر الشرايين التاجية من أكثر الشرايين إصابة بالتصلب العصيدي.

الأوعية اللمفاوية Lymphatic Vessels



- بالإضافة إلى الأوعية الدموية، هناك مجموعة أخرى من الأوعية تنقل السوائل (اللمف) وتدعى **بالأوعية اللمفاوية** Lymphatic Vessels.
- تنقل الأوعية اللمفاوية كل المواد التي **لا يتم نقلها عبر الشبكة الوعائية الدموية** (كالـLipoprotein) من **الأنسجة** إلى مجرى الدم.
- توجد الشبكة اللمفاوية في كل مكان **باستثناء**: الجملة العصبية المركزية، النسيج العظمي، نقي العظم.

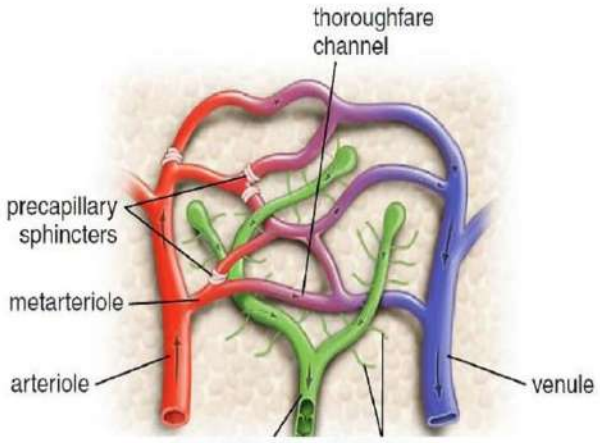
تصب الشعيرات اللمفاوية في الأوعية اللمفاوية الجامعة Lymphatic Collecting Vessels.

تتوحد الأوعية اللمفاوية في نهاية المطاف لتشكيل القناتين الرئيسيتين (القناة الصدرية Thoracic Duct، والجذع اللمفي الأيمن)، التي تصب في الأوردة الكبيرة في قاعدة الرقبة (عند التقاء الوريد الوداجي الباطن بالوريد تحت الترقوة).

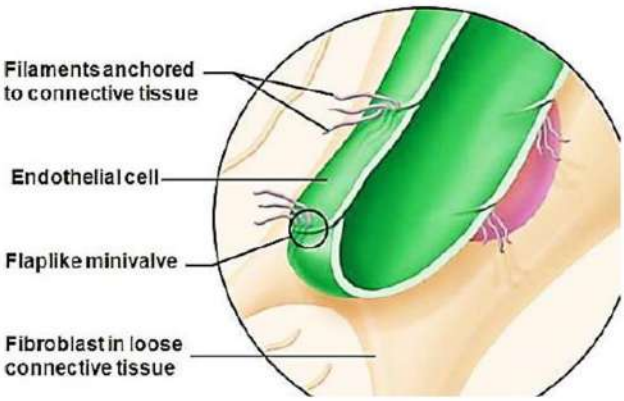
اللمف :

- **يتركب من** الماء ومواد محلولة في المطرق الخلالي ومواد مغذية وبروتينات مصورية.
- يتبدل تركيبه في وسط النسيج الخلالي نتيجة الفعالية الخلوية والإفرازات والفضلات التي تنتج عنها.
- **يحتوي على** خلايا هاجرة وبيضاء وبلاعم.
- تركيز الكريات البيض فيه أكبر بكثير منه في الدم.
- **يجول ببطء** ولكن بشكل مستمر ضمن الأوعية اللمفية التي تختلف عن الأوردة بغياب الكريات الحمر وبوجود كريات بيض وخصوصاً لمفاويات.
- **الدسامات** في الأوعية اللمفية هي أكثر عدداً منها في الأوردة

أولاً: الشعيرات اللمفاوية Lymphatic Capillaries:



Lymphatic capillary



- هي قنوات **متفاغرة** بشكل كبير.
- لمعتها **أكبر** من لمعة الشعيرات الدموية10-50µm.
- **غير منتظمة** الشكل.
- تبدأ في النسيج الضام **كأنابيب مغلقة النهاية** Blind-end و تنقل الدم باتجاه واحد (من النسج إلى مجرى الدم على عكس الأوعية الدموية التي تعمل باتجاهين).
- تشكلها **طبقة واحدة** من الخلايا البطانية ولا تتصل فيما بينها بالـ Tigh Junctions بل تتوضع فوق بعضها البعض.
- قليلة أو معدومة الصفيحة القاعدية (غير مكتملة إن وجدت).

تبقى لمعة الشعيرات اللمفاوية مفتوحة وذلك بسبب وجود خيوط ارتباط Anchoring Filaments التي تربطها مع النسيج الضام المحيط بها.

ثانياً: الأوعية اللمفاوية الجامعة Lymphatic Collecting Vessels:

تتشكل من التقاء الشعيرات اللمفاوية.

شكلها غير منتظم.

رغم عدم وجود بنية واضحة من الأقمصة المطبقة، يوجد عضلات ملساء تساعد في تدفق اللمف باتجاه واحد نحو القلب.

تشبه الأوردة باستثناء أن:
1. تفاغرها أكبر.
2. جدرانها أرق فتكون لمعتها أوسع.
3. الدسامات أكثر عددا.

تصب في الجذوع اللمفاوية Lymphatic Trunks.

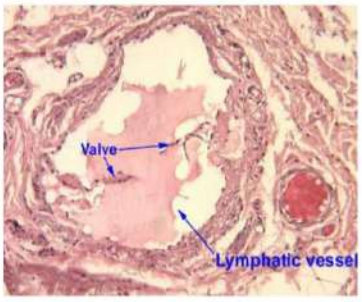
تصب الجذوع بدورها في الأقنية الكبرى (القناة الصدرية أو القناة اللمفاوية اليمنى).

تمر هذه الأوعية اللمفاوية عبر العقد اللمفاوية لترشيح اللمف.

ثالثاً: الجذوع اللمفاوية Lymphatic Trunks :

تتشكل من اتحاد أكبر الأوعية اللمفاوية الجامعة ، نسيجياً تشبه في بنيتها الأوردة الكبيرة.

وهذا وعاء لمفاوي عبارة عن لمعته غير منتظمة مقارنة مع الوريد وهذا الجدار الكلي ويحتوي على دسام ونرى نسيج تحت بطاني قليل جداً معدوم تقريباً والعضلات متخلخلة والقميص الخارجي متداخلا مع النسيج الضام الذي يجاوره



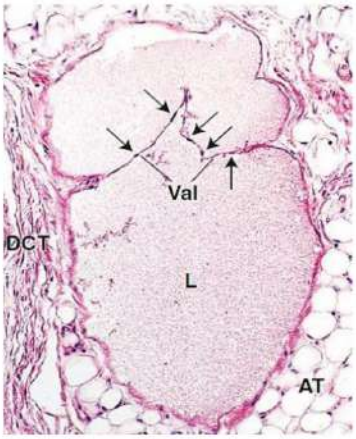
رابعاً: الأقنية اللمفية Lymphatic Ducts:

القناة اللمفية اليمنى (تنزح اللمف من الجهة اليمنى من الطرف العلوي والرأس والصدر).

القناة الصدرية (Thoracic duct) : تبدأ من الصهريج الكيلوسي (cisterna chyli) وتنزح اللمف من باقي الجسم.

كل اللمف يصب الى الدوران الوريدي في نقطة التقاء الوريد الوداجي الباطن مع الوريد تحت الترقوة كل منهم في جانبه.

الأوعية اللمفاوية الكبيرة تشبه الأوردة قليلا في ماعدا اللمعة الكبيرة والجدران الرقيقة.



الصورة توضح لمعة الوعاء اللمفاوي الكبيرة واحتوائه على دسامات (Val). ويحيط بالوعاء نسيج ضام كثيف وقليل من النسيج الشحمي.

الأعضاء اللمفية:

أعضاء لمفية مركزية (أولية): التوتة، نقي العظم.

أعضاء لمفية محيطية (ثانوية) : العقد البلغمية، الطحال، التشكلات اللمفية في جهاز الهضم.

وستدرس بالتفصيل في مقرر الأنسجة 2.....