الفصل الثاني

الأنسجة

كل كائن حي يبدأ تكوينه عن طريق خلية واحدة هي اللاقحة أو الزيجة Zygote إذ تبدأ البويضة بعد إخصابها بالانقسام إلى خليتين ثم تتوالى الانقسامات مكونة ثلاث طبقات متداخلة وتأخذ كل طبقة في الانقسام مميزة خلاياها إلى مجموعات متشابهة من حيث الشكل والتركيب والوظيفة مكونة ما يعرف بالنسيج.

ويمكن تعريف النسيج: بأنه مجموعة من الخلايا المتماثلة في الشكل والتركيب التي تؤدي وظيفة أو عدة وظائف. وتصنف الأنسجة البشرية والحيوانية عادة تبعاً لنوع خلاياها وشكلها وتركيبها أو بحسب وظيفة الخلايا المكونة لها. فمن حيث تركيب الخلايا وشكلها يمكن تقسيمها إلى الأنواع التالية:

الأنسجة الطلائية	Epithelial tissues
الأنسجة الضامة	Connective tissues
الأنسجة العضلية	Muscular tissues
الأنسجة العصبية	Nervous tissues
الأنسجة الوعائية	Vascular tissues

الأنسجـــــــة الطلائيـــــــة

تتكون الأنسجة الطلائية من خلايا متجمعة متشابهة وتكوِّن الأسطح الخارجية والداخلية للجسم وسميت بالأنسجة الطلائية لأنها إما أن تكون مبطنة أو مغلفة لعضو ما. وتنمو خلايا الأنسجة الطلائية في النسيج الواقع تحتها فتكون الغدد. وتنشأ الأنسجة الطلائية من الأدمات الجنينية الثلاث، فطبقة الأديم الظاهرEctoderm هي منشأ النسيج الطلائي المغطي لأسطح الجسم الخارجية، أما بطانة الجهازين الهضمي والتنفسي فتنشأ من الأديم الباطن Endoderm ، في حين يبطن أعضاء الجهاز الوعائي نسيج طلائي أصله من الأديم الأوسط (Mesoderm).

وترتكز الأنسجة الطلائية على طبقة رقيقة تسمى الغشاء القاعدي Basement membrane. وتمتاز هذه الأنسجة بقلة المادة الخلالية الواقعة بين الخلايا وبخلوها من الأوعية الدموية حيث تحصل على غذائها من السوائل النسيجية التي ترشح من خلال الغشاء القاعدي الواقع تحتها. وتؤدي الأنسجة الطلائية وظائف متعددة أهمها الإفراز، والامتصاص، والحماية، بالإضافة إلى دورها المهم في عمليات الترشيح كما هو الحال في محفظة بومان Bowman's capsule حيث تشكل هذه الأنسجة حواجز ذات نفاذية خاصة ومتميزة. وتتحور بعض خلايا الأنسجة الطلائية لأداء وظائف حسية كالأنسجة الموجودة في أعضاء اللمس وكذلك الخلايا الانتقالية في المثانة البولية حيث تغير من شكلها لتساعد على انتفاخ المثانة البولية أثناء امتلائها. وبصورة عامة يمكن تمييز الأنسجة الطلائية عن غيرها من الأنسجة بالخصائص التالية:

١ - توجد هذه الأنسجة إما مبطنة أو مغلفة لعضو ما ويعرف النسيج الطلائي المبطن للأوعية الدموية بالإندوثيليوم Endothelium .

٢ - المادة الخلالية الواقعة بين خلايا هذه الأنسجة قليلة للغاية.

٣ - ترتكز خلايا هذه الأنسجة على غشاء قاعدي.

وتصنف الأنسجة الطلائية (الشكل رقم ٥) تبعاً لعدد طبقاتها وشكل خلاياها إلى الأنواع الثلاثة التالية :

(أ) الأنسجة الطلائية البسيطة Simple epithelium

(ب) الأنسجة الطلائية الطبقية Stratified epithelium

(ج) الأنسجة الطلائية الطبقية الكاذبة Pseudostratified epithelium

أولاً : الأنسجة الطلائية البسيطة

يتكون هذا النسيج من طبقة واحدة من الخلايا تنتظم فوق غشاء قاعدي. ويمكن تصنيف هذه الأنسجة تبعاً لشكل خلاياها إلى الأنواع التالية :

١ – النسيج الطلائي الحرشفي Squamous epithelium

تمتازخلايا هذا النسيج في كونها منبسطة شبيهة بالحراشيف وذات أنوية مركزية كبيرة. ويشاهد هذا النوع من الأنسجة مبطناً للأسطح الداخلية الرطبة مثل الحجرة الأمامية للعين وبطانة محفظة بومان وغشاء التامور .

٢ – النسيج الطلائي العمادي Columnar epithelium

تمتاز خلايا هذا النسيج بأن طولها أكبر من عرضها وأنويتها بيضية الشكل قريبة من قواعد الخلايا وتمتليء منطقة السيتوبلازم بين النواة وقمة الخلايا بحبيبات إفرازية ويبطن هذا النسيج الأعضاء التي لها وظائف إفرازية أو إمتصاصية. ويمكن مشاهدة هذا النوع من الأنسجة في الغشاء المخاطي للأمعاء.

٣ –النسيج الطلائي العمادي المهدب Ciliated columnar epithelium

تمتاز خلايا هذا النسيج باحتوائها على زوائد بروتوبلازمية دقيقة عند قممها تسمى الهدبات Cilia وهذه الخلايا غالباً ما تتخللها بعض الخلايا الكأسية. ولهدبات خلايا هذه الأنسجة وظائف وقائية تتمثل في قيامها بإبعاد الأجسام الغريبة كما أنها تساعد على حركة

البويضات والحيوانات المنوية خلال الأجزاء المختلفة من الجهاز التناسلي. يمكن مشاهدة هذا النسيج في الجزء الأمامي لقناة البيض(قناة فالوب).

٤ – النسيج الطلائي المكعب Cuboidal epithelium

تتميز خلايا هذا النسيج بأن طولها مساو لعرضها وبأنها تحوي أنوية كروية الشكل تملأ معظم فراغ الخلية وتظهر خلاياه على شكل مربعات في المقطع العرضي ولكن عند رؤيتها من السطح يكون شكلها سداسيا. ويبطن هذا النسيج القنوات والوحدات الإفرازية للغدد.

ثانياً : الأنسجة الطلائية الطبقية

يتكون هذا النسيج من طبقتين من الخلايا أو أكثر حيث تستند السفلى منها على الغشاء القاعدي. وتسمية الأنواع المختلفة من هذه الأنسجة تعتمد على شكل الخلايا المكونة للطبقة السطحية بغض النظر عن شكل الخلايا الموجودة في الطبقات الأخرى فيصنف هذا النسيج تبعاً لشكل هذه الخلايا إلى الأنواع التالية :

١ – النسيج الطلائي الطبقي الحرشفي Stratified squamous epithelium

تترتب خلايا هذا النسيج في عدة طبقات حيث الطبقة القاعدية منها مكونة من خلايا شبه مكعبة أو عمادية وهذه الطبقة لها القدرة على الانقسام المستمر، لذا تسمى بالطبقة المنبتة أو طبقة مالبيجي Malpighian layer . ونتيجة لهذا الانقسام فإن الخلايا الجديدة المتكونة تدفع الخلايا التي تعلوها إلى الخارج فتزدحم ويضغط بعضها على البعض الآخر فتقل المادة الخلالية الموجودة بين الخلايا مما يؤدي إلى عدم انتشار المواد الغذائية إلى الخلايا البعيدة فتموت بالقرب من السطح مكونة طبقة قرنية Horny layer حيث لا تلبث أن تتوسف وتحل محلها طبقة أخرى جديدة وهكذا.

٢ – النسيج الطلائي الطبقي العمادي Stratified columnar epithelium

خلايا هذا النسيج عمادية منتظمة في عدة طبقات وتبدو خلايا الطبقات السفلى مضلعة الشكل. يشاهد هذا النسيج في ملتحمة العين وفي الغدد اللعابية .

٣ –النسيج الطلائي العمادي المهدب الطبقي

Stratified ciliated columnar epithelium

خلايا هذا النسيج عمادية الشكل منتظمة في عدة طبقات وخلايا الطبقة العلوية مهدبة. ويشاهد هذا النسيج في الغشاء المخاطي المبطن للتجويف الفمي لبعض أنواع الفقاريات غير الثديية كالضفدعة.

٤ – النسيج الطلائي المكعب الطبقي Stratified cuboidal epithelium

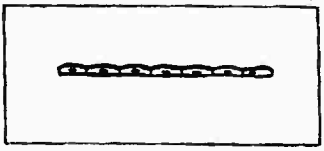
هذا النوع من الأنسجة نادر الوجود حيث الطبقة العليا منه مكونة من خلايا مكعبة كما هو الحال في أقنية الغدد العرقية.

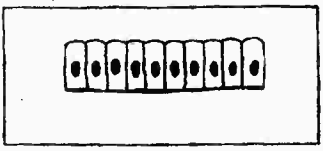
٥ – النسيج الطلائي الانتقالي Transitional epithelium

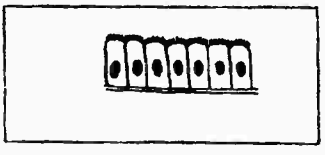
يوجد هذا النوع في الجهاز البولي فقط مبطناً لبعض الأعضاء المجوفة كالمثانة البوليةوالحالبين. وتمتاز خلايا هذا النسيج بالتبدل والمرونة. فعندما يكون هذا النسيج تحت ضغط قليل تظهر الخلايا السطحية كبيرة لها شكل الوسادة ويقل ارتفاعها . يصعب مشاهدة الغشاء القاعدي بوضوح في هذا النسيج.

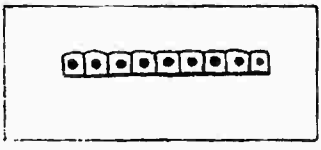
ثالثاً : النسيج الطلائي الطبقي الكاذب Pseudostratified epithelium

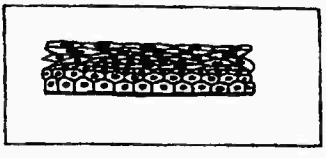
تبدو خلايا هذا النسيج كأنها منتظمة في عدة طبقات بينما هي في الحقيقة منتظمة في طبقة واحدة فقط حيث أن جميع الخلايا ترتكز على الغشاء القاعدي، ولكن بعضها يصل إلى القمة والبعض الآخر لا يصل إليها . ومن هذه الأنسجة أنواع مهدبة حيث تحمل قمم بعض الخلايا التي تصل إلى السطح أهدابا، ولكن بعضها غير مهدبة. ويشاهد هذا النوع من الأنسجة الطلائية في بطانة القصبة الهوائية.

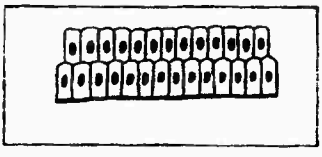

نسيج طلائي حرشفي بسيط

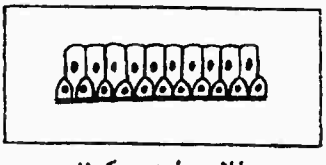

نسيج طلائي عادي بسيط

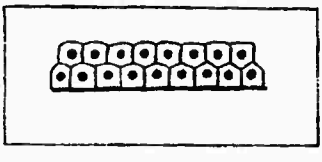

نسيج طلائي عادي مهدب بسيط

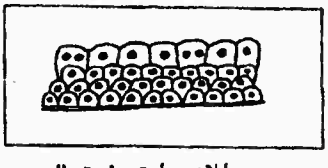

نسيج طلائي مكعب بسيط

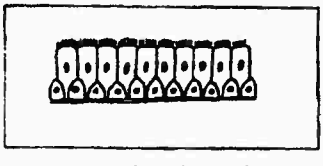

نسيج طلائي طبقي حرشفي


نسيج طلائي طبقي عادي


نسيج طلائي طبقي كاذب


نسيج طلائي طبقي مكعب


نسيج طلائي طبقي انتقالي


نسيج طلائي طبقي كاذب مهدب

الشكل رقم (٥) . رسم تخطيطي لأنواع الأنسجة الطلائية.

أما من حيث وظيفة خلايا الأنسجة الطلائية فإنها تقسم إلى الأنواع الستة التالية :

١ – النسيج الطلائي الوقائي Protective epithelium

تقوم خلايا هذا النسيج بدور الحماية حيث تقي سطح الأعضاء من المؤثرات الخارجية كما في بشرة الجلد وفي بطانة الأوعية الدموية وبطانة المعدة.

٢ – النسيج الطلائي الإنبابي Germinal epithelium

يشاهد هذا النوع من الأنسجة في طلائية المبيض وفي النبيبات المنوية بالخصية ومنه تتكون أرومات البويضات والحيوانات المنوية.

٣ – النسيج الطلائي الحسي Sensory epithelium

تتحور خلايا هذا النسيج لتؤدي وظائف حسية ، حيث تقوم باستقبال المؤثرات الخارجية الواقعة على جسم الحيوان ومن ثم تنقلها إلى الأنسجة العصبية ، يوجد هذا النوع في الجلد والأذن والعين وكذلك في براعم الذوق في اللسان.

٤ – النسيج الطلائي الماص Absorptive epithelium

يقوم هذا النوع من الأنسجة الطلائية بامتصاص الغذاء المهضوم وتمتاز خلاياه باحتوائها على زغبات دقيقة Microvilli وهي امتدادات للسيتوبلازم. وبسبب وجود هذه الزغبات بأعداد كبيرة في طرف هذه الخلايا فإن هذه الأطراف تدعى بالحافة المخططة Striated border.

٥ – النسيج الطلائي القشيري Cuticular epithelium

يغطي هذا النوع من الأنسجة جسم بعض الحشرات والديدان حيث يحتوي على طبقة رقيقة تعرف بالقشيرة Cuticle .

٦ – النسيج الطلائي الغدي Glandular epithelium

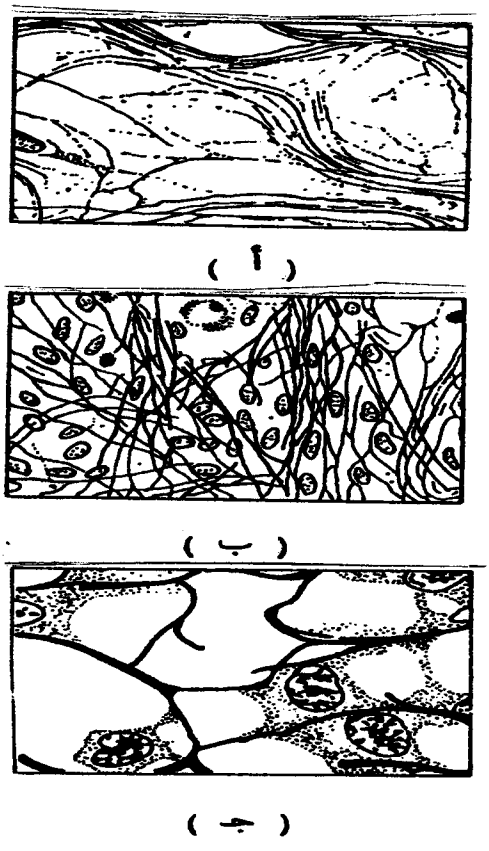
يشاهد هذا النوع من الأنسجة في الغدد المختلفة التي تؤدي وظائف ذات نشاط إفرازي، إذ يكتسب فيها البروتوبلازم القدرة على إنتاج مواد كيماوية خاصة قد تكون نافعة للجسم مثل الإنزيمات الهاضمة. وربما تكون هذه المواد من نتائج عمليات التحول الغذائي ووجودها يضر بالجسم عندها لا بد من التخلص منها وطردها مثل العرق.

الأنسجـــــة الضامـــة

تنشأ الأنسجة الضامة الجنينية من عقل الأديم الأوسط ومن طبقاته الأحشائية الجانبية. وتتميز الأنسجة الضامة باحتوائها على خلايا وألياف ومادة خلالية توجد بكمية كبيرة وخلاياها متباعدة إذ يفصلها عن بعضها البعض المادة الخلالية والألياف، وبخلاف الأنسجة الطلائية فإن الأنسجة الضامة غنية بالأوعية الدموية. تعمل الأنسجة الضامة على ربط الأنسجة والأعضاء المختلفة وتدعيمها وتكوين الغضاريف والعظام التي يستند عليها الجسم. كما تسهم هذه الأنسجة في تنظيم حرارة الجسم والدفاع عنه، حيث تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة Macrophages بابتلاع ما يدخل النسيج الضام من مواد غريبة. كما أن بعض خلايا النسيج الضام تعمل على خزن الدهون، وبعضها يساعد على منع تجلط الدم في الأوعية الدموية. وتحتوي الأنسجة الضامة على اختلاف صفاتها على ثلاثة أنواع من الألياف وعدة أنواع مختلفة من الخلايا أما المادة الخلالية فهي شبه سائلة أو شبه صلبة أو صلبة.

الألياف

يمكن التعرف على ثلاثة أنواع من الألياف في الأنسجة الضامة (الشكل رقم ٦) وهي الألياف الغروية والمرنة والشبكية.



الشكل رقم (٦) . رسم تخطيطي لألياف الأنسجة الضامة:-
أ) ألياف غروية ب) ألياف مرنة ج) ألياف شبكية

الألياف الغروية Collagen fibers

تتركب الألياف الغروية من حزم متفرعة تتكون من لفات تحوي على شرائط مستعرضة تتركب من مادة غروية تسمى الكولاجين (أو الغراء) وهو بروتين غني ببعض الحموض الأمينية مثل الكلايسين Glycine والبرولين Proline والهيدروكسي برولين Hydroxyproline . والألياف الغروية بيضاء طرية ولهذا تدعى أيضا بالألياف البيضاء White fibers . أما بعد تحضير النسيج فإنها تصطبغ بالصبغات الحمضية فتكتسب اللون الأحمر عند صبغها بالهيماتوكسلين والإيوسين، بينما تصطبغ باللون الأزرق في صبغة مالوري Mallory's stain وتمتاز الألياف الغروية بأنها قابلة للإنثناء ولكنها ليست مرنة، ولهذا السبب تشاهد في الأوتار Tendon ، والأربطة Ligaments (الشكلان رقما ٧ ، ٨) .

الشكل رقم (٧) . صورة مجهرية ضوئية لمقطع في وتر مسحوق يظهر حزمة من الألياف الغروية. صبغة حمض المر– الفوكسين الحمضي × ٣٧٥

الشكل رقم (٨) . صورة مجهرية ضوئية لمقطع يظهر الألياف المرنة. صبغة الفوكسين الحمضي ثلاثيـــة الألوان × ٣٧٥.

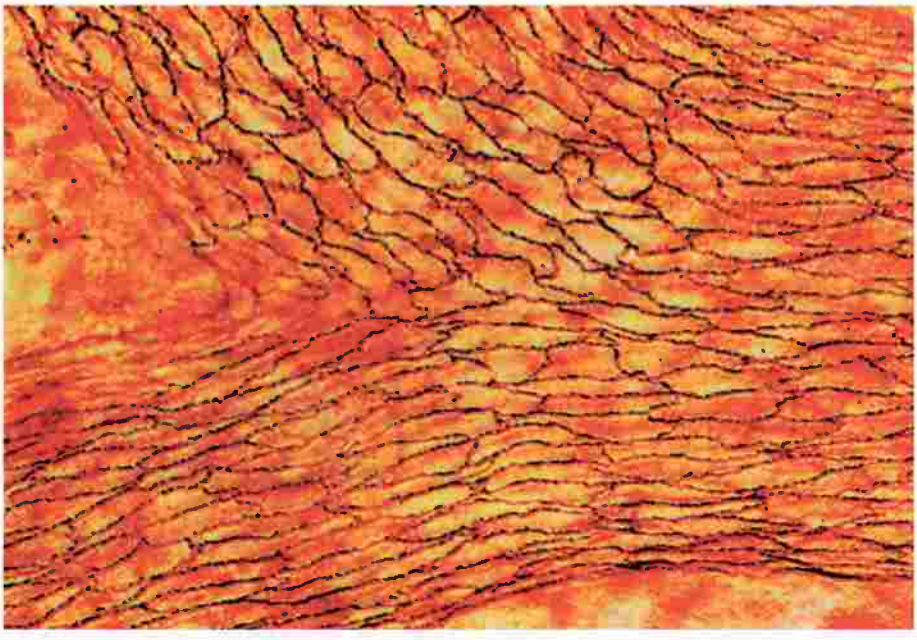
الألياف المرنة (الألياف المطاطية) Elastic fibers

تبدو تجمعات هذه الألياف صفراء اللون ولذلك تدعى ايضا بالألياف الصفراء Yellow fibers ولكنها تبدو وردية فاتحة عند صبغها بالهيماتوكسلين والإيوسين. تتفرع هذه الألياف وتمتد منفردة وليس في حزم ويمكن أن تستطيل إلى ٢٥٠٪ من طولها الأصلي. تتألف الألياف المرنة من مواد سكرية مخاطية ومن بروتين يسمى مطاطين Elastin وهو المادة المسؤولة عن مرونة هذه الألياف وهذا البروتين غني بالحمض الأميني الفالين Valine بالإضافة إلى الكلايسين والبرولين. تشاهد هذه الألياف في أنسجة الأعضاء التي تحتاج إلى مرونة مثل الرئة والشرايين، ولا تتأثر ألياف هذا النوع بالغليان أو بحمض الخليك (الشكل رقم ٩).

الشكل رقم (٩) . صورة مجهرية ضوئية لمقطع يظهر الألياف المرنة توضح أن الألياف تسير منفردة. صبغة التخلل بالفضة × ٦٥٠ .

الألياف الشبكية Reticular fibers

لا تظهر هذه الألياف على هيئة حزم بل تتجمع على هيئة شبكة رقيقة ومتشعبة حول الألياف العضلية والخلايا العصبية وخلايا الكبد والخلايا الدهنية وفي النسيج اللمفاوي. تعتبر الألياف الشبكية بمثابة أوليات للألياف الغروية Precollagen fibers ولا تظهر هذه الألياف عند صبغها بالصبغات الروتينية ولكن يمكن إظهارها عن طريق تشربها بالفضة (الشكل رقم ١٠).



الشكل رقم (١٠) . صورة مجهرية ضوئية لمقطع يظهر الألياف الشبكية توضح أن الألياف علـــى هيئـــة شبكة. صبغة الروتكيولين × ٣٧٥ .

بالإضافة إلى الخلايا الليفية Fibrocytes والدهنية Adipocyte (الشكل رقـم ١١) التي تنتشر في الأنسجة الضامة تشاهد خلايا أخرى متعددة في الأنسجة الضامة وإن كان مصدرها أعضاء أخرى في الجسم حيث تتكون هناك ثم تهاجر حتى تصـل إلى الأنسجة الضامة. يمكن أيضا مشاهدة الخلايا البلعمية الكبيرة Macrophages وهي خلايا كبيرة شديدة الحركة توجد بها أقدام كاذبة ويوجد في سيتوبلازمها عدد كبير من الفجوات. وتعتبر هذه الخلايا نظيرة لكرات الدم البيضاء وحيدة النواة والتي توجد داخل الدورة الدموية. تنشط الخلايا البلعمية الكبيرة أثناء الالتهابات فيزداد حجمها وتقوم بابتلاع المواد الغريبة والجراثيم ثم تحللها وتهضمها بوساطة الإنزيمات الحالة. كما

أنها تلعب دورا كبيرا في مناعة الجسم بحيث تقوم بالتعرف على الأجسام الغريبة وحث الجهاز المناعي على تكوين الأجسام المضادة لها.

وكما يشاهد في الأنسجة الضامة خلايا أخرى مثل الخلايا البدينة Mast cells والخلايا البلازمية Plasma cells والخلايا الصبغية Pigment cells والخلايا المحبة للإيوسين Eosinophils والخلايا اللمفاوية Lymphocytes وخلايا الأم (خلايا الجذع) Stem cells (الشكل رقم ١١). تشاهد الخلايا البدينة في الجلد وهي كروية متفاوتة بالحجم ويحتوي سيتوبلازمها على حبيبات كبيرة تحتوي على مواد مختلفة مثل الهبارين والهستامين والسيروتونين ومواد مخاطية متعددة التسكر. ويمكن التعرف على هذه الحبيبات باستخدام بعض الصبغات القاعدية مثل أزرق المثيلين Methylene blue . ويعتقد بأن الخلايا البدينة مسؤولة عن إفراز المواد الأساسية اللازمة لتكوين النسيج الضام بالإضافة إلى إفراز مادة الهبارين المانعة للتجلط. توجد الخلايا البلازمية بكثرة في الأنسجة اللمفاوية وفي جدار القناة الهضمية ويزداد عددها أثناء الإصابة بالكائنات الممرضة حيث تقوم بإنتاج الأجسام المضادة. تشاهد الخلايا الصبغية في الأنسجة الضامة تحت الجلد وفي مشيمية العين Choroid وقزحيتها Iris. وتمتاز هذه الخلايا بأنها طويلة غنية بحبيبات صبغية تحتوي على مادة الميلانين Melanin .

كذلك تنتشر في الأنسجة الضامة الخلايا اللمفاوية التي تتواجد في الأساس في الجهاز اللمفاوي (الطحال والعقد اللمفاوية) والدم كما توجد في مختلف الأنسجة الأخرى بما فيها الأنسجة الضامة خاصة أثناء الالتهابات المزمنة والإصابات الفيروسية.

تتكون المادة الأساسية Matrix في الأنسجة الضامة من عديدات التسكر المخاطية المرتبطة مع البروتين، وهي إما أن تحتوي على مجموعات حمض الهيالورنيك أو مجموعات كبريتات الكندرويتين. وتتصف المادة الأساسية بقوامها الثخين ، مما

أكسبها قدرة على الإمساك بالمواد الغريبة والجراثيم وتحديد مكانها حتى يتسنى للجسم التعامل معها. وتصطبغ مكونات المادة الأساسية بالأنسجة الضامة بلون أزرق فاتح عند استخدام صبغة أزرق الألشيان Alcain blue كما أنها تتلون بصبغة تفاعل التبدل اللوني Metachromatic reaction حيث تصطبغ مكوناتها بلون مغاير للون محلول الصبغة نفسها كما هو الحال عند استخدام صبغة أزرق التوليدين Toulidine blue .

ويمكن تصنيف الأنسجة الضامة تبعا لنوع وكمية المادة الخلالية إلى الأنواع الثلاثة التالية : -

١ - الأنسجة الضامة الأصيلة

٢ - الأنسجة الضامة الهيكلية.

٣ - العظام.

١- النسيج الضام الأصيل Connective tissue proper

وظيفة هذا النوع من الأنسجة هي الربط بين الأعضاء المختلفة في الجسم ويمكن تقسيمها إلى ستة أنواع تبعا لنوع الخلايا والألياف الموجودة في كل نوع :

(أ) النسيج الضام الفجوي (الهالي) Areolar connective tissue

ويحتوي هذا النسيج على جميع ألياف النسيج الضام الغروية والمرنة والشبكية بنسب متفاوتة ويسمى هذا النوع بالنسيج الضام الهالي بسبب وجود هالات أو فجوات صغيرة بين الخلايا والألياف (الشكل رقم ١٢). وأشهر الخلايا الثابتة في هذا النوع من النسيج الضام هي الخلايا الليفية Fibrocytes التي تتحور حول الشعيرات الدموية وعندها تسمى بالخلايا المحيطية (Pericytes). كذلك يشاهد بهذا النسيج خلايا حرة مثل الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا البدينة وخلايا البلازما (الشكل رقم١٣).

خليه ليفيه

خليه بلعميه

خليه

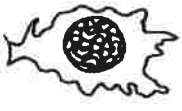
خلية بلازما

خلية صبغيه

خلية دهنيه

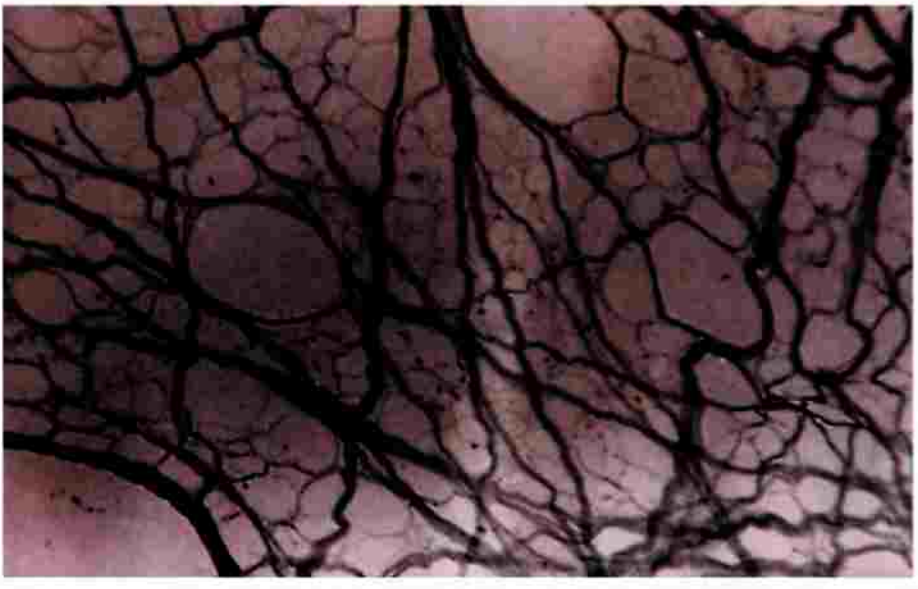
خليه محبه للايوسين

خليه لمفاويه

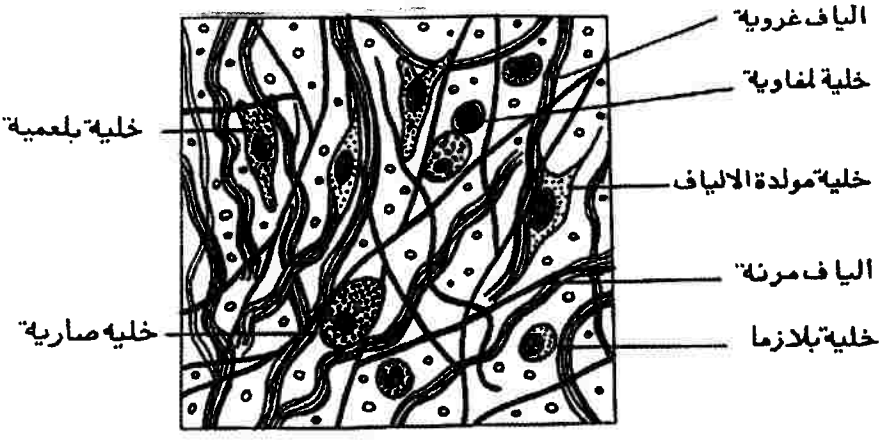


خليه الأم

الشكل رقم (١١) . رسم تخطيطي لأنواع الخلايا في الأنسجة الضامة.



الشكل رقم (١٢). صورة مجهرية لمقطع في نسيج ضام فجوي.
صبغة الأخضر الخفيف× ٢٥٠ .



الشكل رقم (١٣). رسم تخطيطي لنسيج ضام فجوي .

يدخل النسيج الضام الفجوي في تركيب المساريقا وفي تغليف الأوعية الدموية وما تحت الجلد. كما يساهم هذا النسيج في مرونة الأعضاء المحتوية عليه، وله دور كبير في عمليات البناء والدفاع أثناء الالتهابات والأيض المائي.

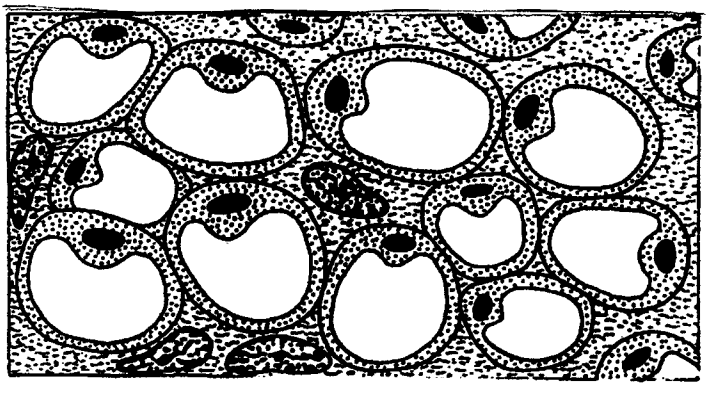
(ب) النسيج الضام المرن (المطاطي) Elastic connective tissue

يمتاز هذا النسيج بقلة خلاياه وكثافة أليافه الصفراء. ولهذا فهو غالبا ما يظهر بلون أصفر بسبب كثافة هذه الألياف ، بينما يحتوي على قليل من الألياف الغروية. ويدعم هذا النسيج الأعضاء التي يجب أن تكون قوية ومرنة بحيث يكسبها القدرة على الاستطالة لبعض الوقت ثم تعود إلى وضعها الطبيعي. يوجد هذا النسيج في الأربطة الصفراء والحبال الصوتية Vocal cords وفي لفافة سكاربا (Scarpus' fascia) في أسفل البطن وفي جدران الشرايين (الشكل رقم ١٤).

الشكل رقم (١٤). صورة مجهرية ضوئية في جدار شريان تظهر الألياف المرنة

(جـ) النسيج الضام الدهني Adipose connective tissue

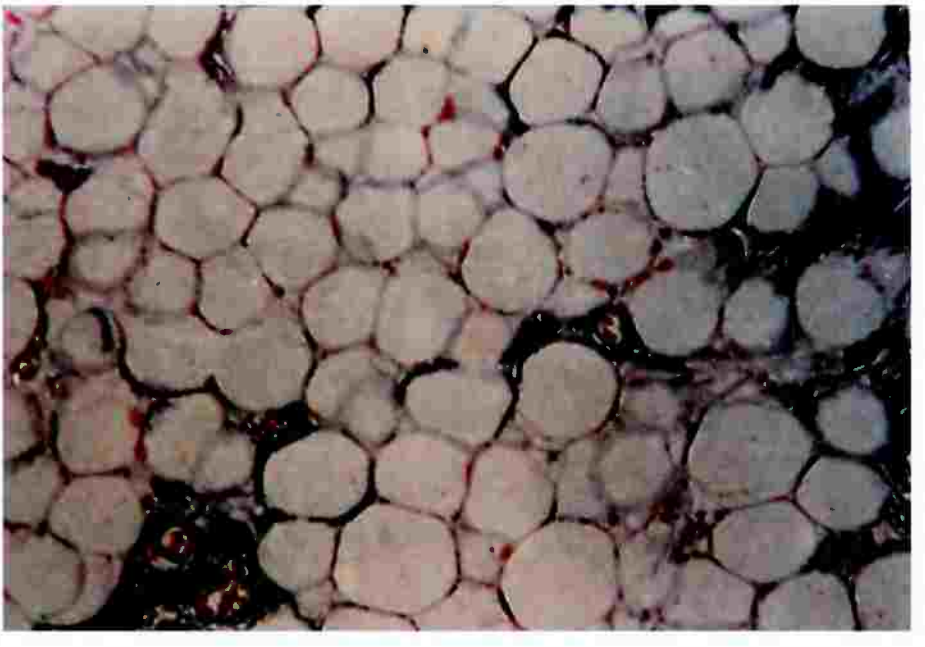
تتراكم الدهون في سيتوبلازم خلايا هذا النسيج دافعة النواة نحو طرف الخلية بينما يمتليء السيتوبلازم بكريات دهنية مما يعطي الخلية شكل الخاتم (الشكلان رقما ١٥ ، ١٦) وتشكل الخلايا الدهنية نسبة كبيرة من مكونات هذا النسيج حيث تقل المادة الخلالية. أما المادة الخلالية فهي ضئيلة إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى من الأنسجة الضامة. وتبدو خلايا هذا النسيج كأنها فارغة بسبب ذوبان الدهون أثناء تحضير القطاعات، ولكن يمكن الإبقاء على هذه الدهون عند استخدام القطاعات الثلجية.



الشكل رقم (١٥). رسم تخطيطي لنسيج ضام دهني.

يلعب النسيج الضام الدهني دورا هاما في توفير طاقة للجسم، فخلال عمليات الأيض الدهني يتم تحويل الحموض الأمينية والجلوكوز بفعل بعض الإنزيمات إلى دهون تختزن في خلايا هذا النسيج. كما يساعد النسيج الضام الدهني على تقليل استهلاك الماء بسبب قابلية الخلايا الدهنية لأخذ الماء. كذلك فإن النسيج الدهني الضام

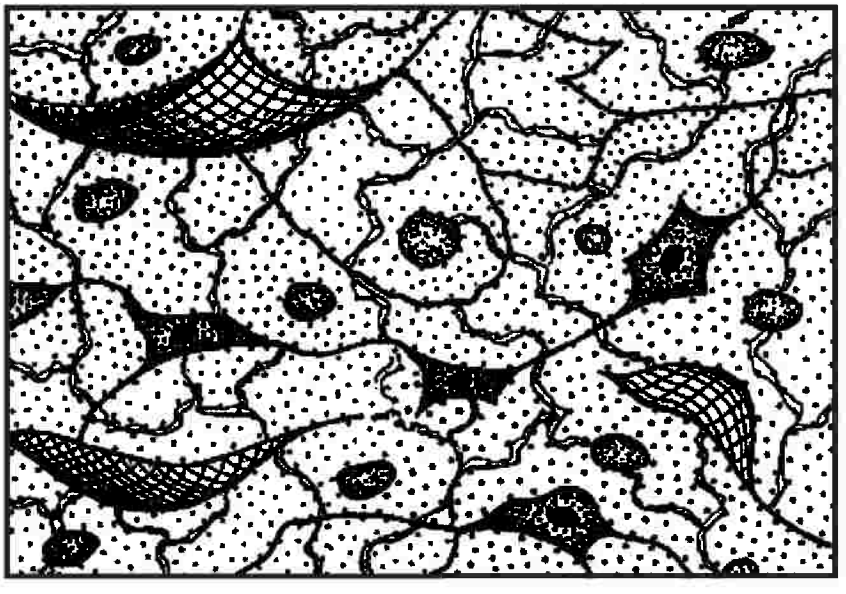
الواقع تحت الجلد يلعب دورا هاما في تنظيم حرارة الجسم وفي حشو الفراغات وامتصاص الصدمات، أما كمية الدهون الموجودة حول الكليتين فتعمل على تثبيتهما في موضعهما وتحميها من الصدمات كما هو الحال كذلك بالدهون الموجودة في محجر العين حيث تساعد على تثبيت العين وحمايتها. كما توجد الخلايا الدهنية في الأنسجة الضامة وفي نخاع العظم.



الشكل رقم (١٦). صورة مجهرية ضوئية لمقطع في نسيج دهني. صبغة الهيماتوكسلين والإيوسين × ٥٠٠.

(د) النسيج الضام الشبكي Reticular connective tissue

يتكون هذا النوع من الأنسجة الضامة من ألياف شبكية تتواضع خلالها خلايا تعرف بالخلايا الشبكية. وخلايا هذا النسيج متفرعة ومتصلة ببعضها لتكون شكلا شبكيا. وتمتاز ألياف هذا النسيج بأنها تتميز بترسيب الفضة عليها ولذلك تعرف أيضا بالألياف المحبة للفضة Argyrophilic fibers ، ويشاهد النسيج الضام الشبكي في العقد اللمفاوية وفي الطحال والكبد ونخاع العظام وفي اللوزتين Tonsils والغدة الزعترية Thymus وغيرها (الشكلان رقما ١٧ و ١٨).

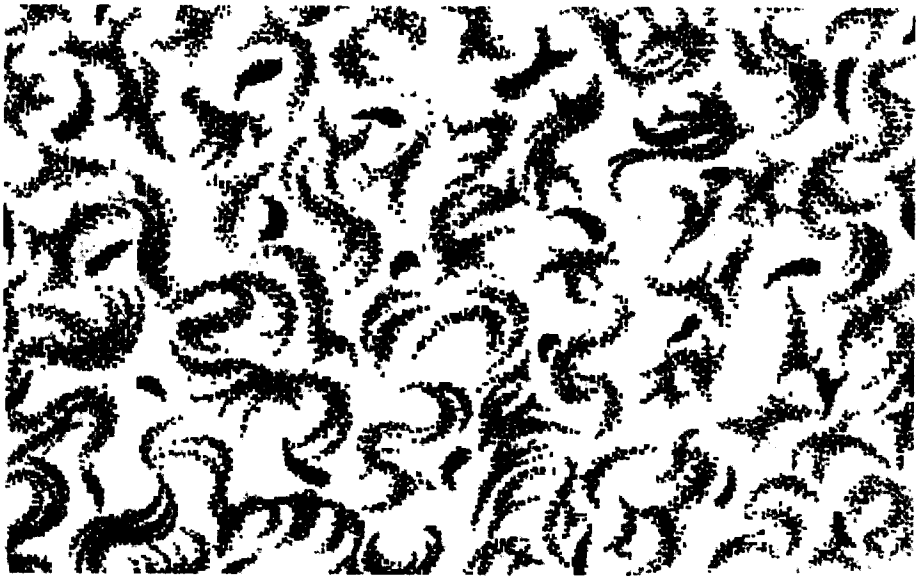


الشكل رقم (١٧). رسم تخطيطي لنسيج ضام شبكي.

الشكل رقم (١٨). صورة مجهرية ضوئية لنسيج شبكي في عقدة لمفاوية تظهر خلايا شبكية محملة بدقائق الصبغة الغروية. صبغة جوردون وسويت – أحمر متعادل × ١٢٠٠ .

(هـ) النسيج الضام المخاطي Mucous connective tissue

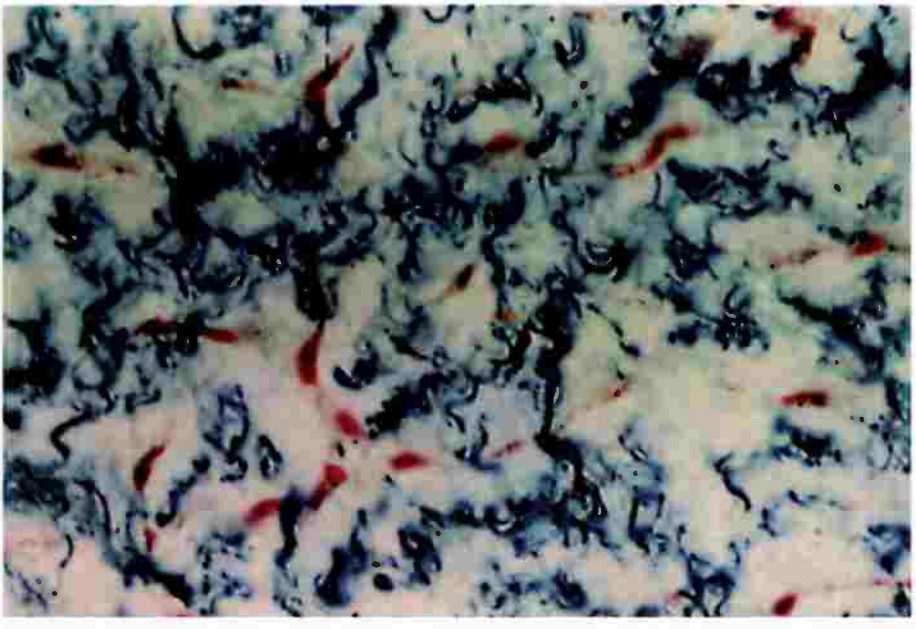
خلايا هذا النسيج قليلة العدد نجمية الشكل وتتميز بنتوءات بروتوبلازمية طويلة ومتشابكة وهي من نوع الخلايا الليفية يفصلها عن بعضها مادة جلاتينية القوام شبه زجاجية هي المادة المخاطية. وهذه مادة غنية بحمض الهيالورنيك وتحوى قليلا من الألياف الغروية ولكنها تخلو من الألياف المرنة والشبكية (الشكلان رقما ١٩ و ٢٠). والنسيج الضام المخاطي جنيني، ولذا لا يوجد في الإنسان البالغ ويمكن مشاهدته بالحبل السري Umbilical cord وفي عرف ديك الدجاج وتحت جلد المناطق الجنسية لبعض أنواع القردة كما يشاهد في بعض الأورام.



الشكل رقم (١٩). رسم تخطيطي لنسيج ضام مخاطي.

(و) النسيج الضام الليفي Fibrous connective tissue

يتكون هذا النوع من الأنسجة الضامة من ألياف غروية يتخللها قليل من الألياف المرنة، وخلايا مولدة الألياف Fibroblasts ، وخلايا ليفية Fibrocytes ، والخلايا الليفية مفلطحة يمتد منها زوائد سيتوبلازمية مما يعطي الخلية شكلا نجميا. تقوم خلايا هذا النسيج بصنع الألياف الضامة وإفراز بعض العناصر المكونة للمادة الأساسية في النسيج الضام وكما تنشط الخلايا الليفية أثناء الالتهابات حيث تساعد في ترميم التلف بالأنسجة وفي التئام الجروح ولكنها في الظروف الطبيعية تبقى خاملة. وقد تترتب ألياف هذا النسيج في حزم وبشكل متواز كما يشاهد في الأوتار وأربطة المفاصل والأغشية الليفية أو تتواضع في اتجاهات مختلفة وغير مرتبة في حزم كما هو الحال في الأنسجة الضامة الليفية في سمحاق العظم وأدمة الجلد (الشكل رقم ٢١).



الشكل رقم (٢٠). صورة مجهرية ضوئية لنسيج ضام مخاطي في الحبل السري يظهر الألياف الغروية يتخللها بعض الخلايا بانية الألياف. صبغة مالوري آزان × ٢٠٠.

الشكل رقم (٢١). صورة مجهرية ضوئية لنسيج ضام ليفي.

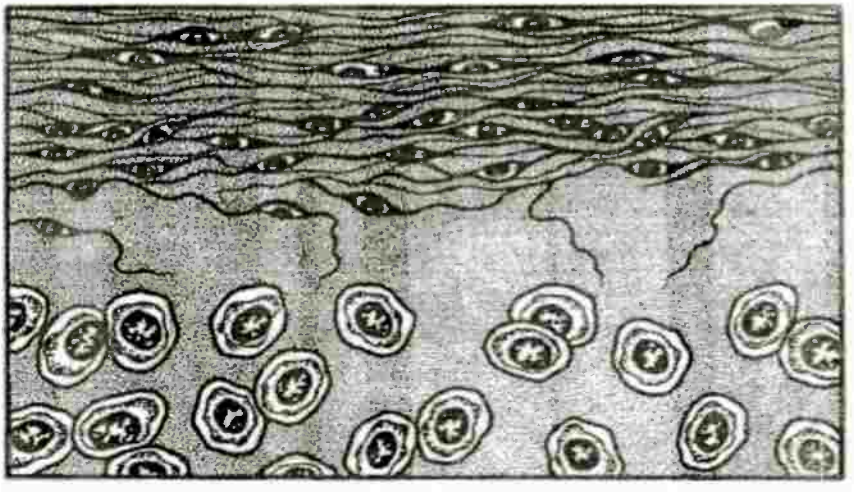
٢ – الغضـــــروف (الأنسجة الضامة الهيكلية) Cartilage

يمتاز النسيج الغضروفي Cartilage بأنه نصف صلب وذلك بسبب خواص مادته الخلالية المليئة بالألياف الغروية والمرنة والشبكية التي تمكنه من تحمل مقدار كبير من الضغط وتسمى هذا المادة بالغضروفين Chondroitin ، ويمتاز النسيج الغضروفي بخلوه من الأوعية الدموية واللمفاوية والأعصاب. كما يتصف الغضروف بإحتوائه على خلايا غضروفية Chondrocytes موجودة في فجوات Lacunae ومحاطة بمحافظ Capsules بداخلها سائل. ويحيط بالغضروف غشاء سمحاق الغضروف Perichondrium به أوعية دموية. يصنف النسيج الغضروفي تبعا لمادته الخلالية إلى أربعة أنواع هي :

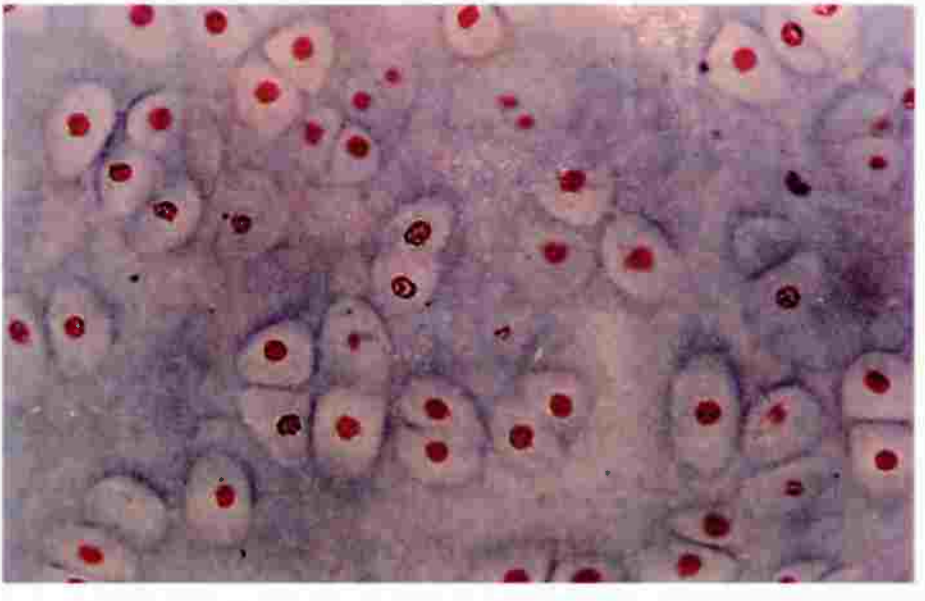
الغضروف الزجاجي ، الغضروف الليفي ، الغضروف المرن ، الغضروف المتكلس.

(أ) الغضروف الزجاجي Hyaline cartilage

خلايا هذا الغضروف كبيرة متفاوتة بالحجم بها نواة كروية تحتوي على نوية أو أكثر وقد تكون هذه الخلايا مفردة أو في مجموعات يحيط بها محفظة ، وقد تحتوي المحفظة الواحدة على خلية غضروفية واحدة أو خليتين أو أربع أو ثماني خلايا (الشكلان رقما ٢٢ و٢٣). تمتاز المادة الخلالية في الغضروف الزجاجي بخلوها من الأوعية الدموية واللمفاوية ، بينما غلاف هذا الغضروف غني بالأوعية الدموية. وتحتوي المادة الخلالية على بروتين مخاطي غضروفيني Chondromucoprotein ومواد مخاطية مكبرتة وعلى ألياف غروية ناعمة لا ترى لأن كثافة هذه الألياف هي نفس كثافة الوسط الذي يحيط بالخلايا. يشاهد الغضروسف الزجاجي بالهيكل الجنيني وفي الحنجرة والقصبة الهوائية وغضاريف الأنف وفي السطوح المفصلية للعظام وفي نهايات الضلوع.



الشكل رقم (٢٢). رسم تخطيطي لغضروف زجاجي.

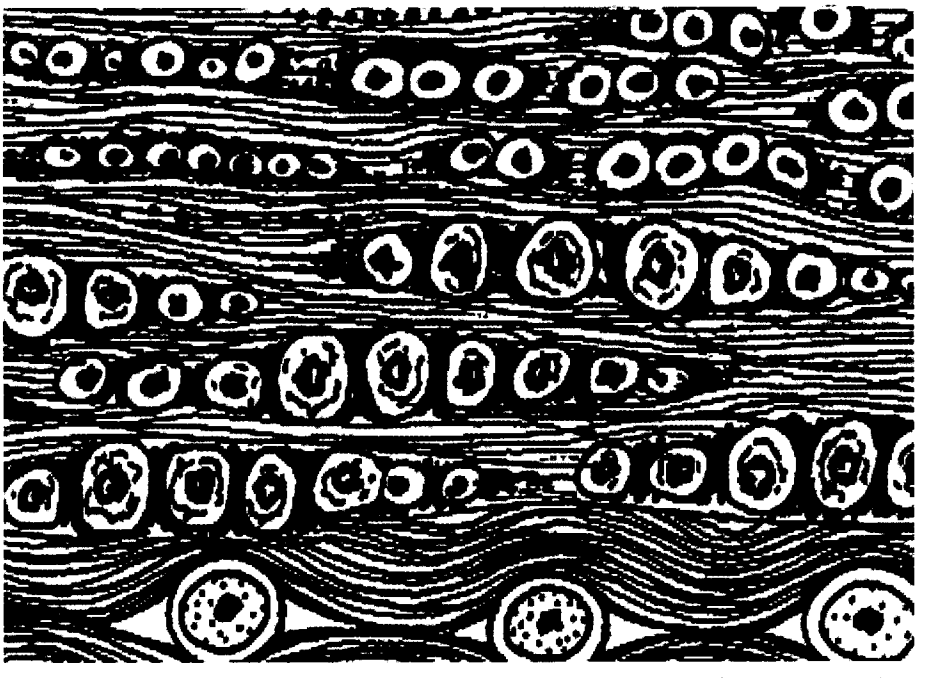


الشكل رقم (٢٣). صورة مجهرية ضوئية لغضروف زجاجي. صبغة مالوري ثلاثية الألوان × ٦٢٥.

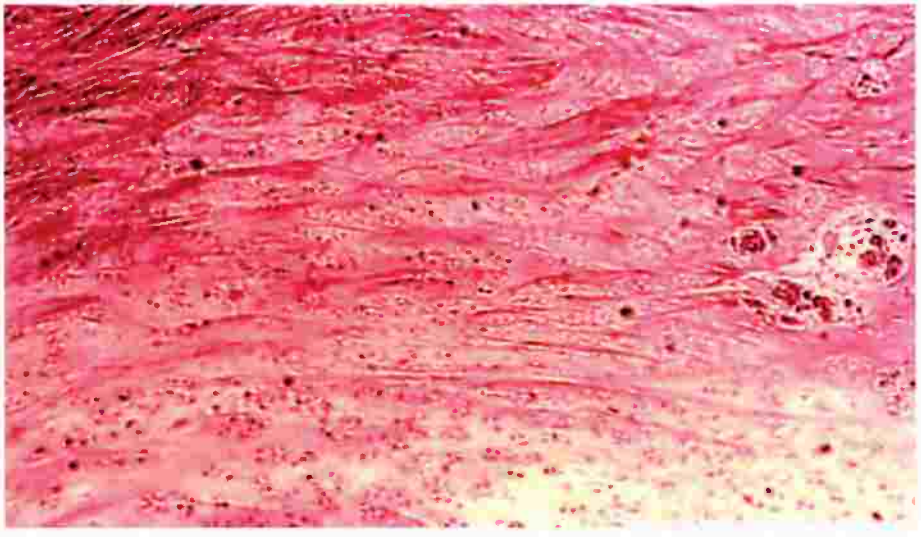
(ب) الغضروف الليفي Fibro-cartilage

تشبه خلايا هذا ا لغضروف خلايا الغضروف الزجاجي بالشكل والخواص ولكنها مبعثرة قليلة العدد. تحتوي المادة الخلالية على حزم سميكة من الألياف الغروية موازية لاتجاه الشد أو الضغط ولها قدرة كبيرة على الانثناء (الشكلان رقما ٢٤ و ٢٥).

ويشاهد الغضروف الليفي في الأقراص بين الفقرات وفي أماكن اتصال الأوتار مع عظمة الفخذ وفي الارتفاق العاني Symphysis pubis وفي مفصل الركبة Knee joint .



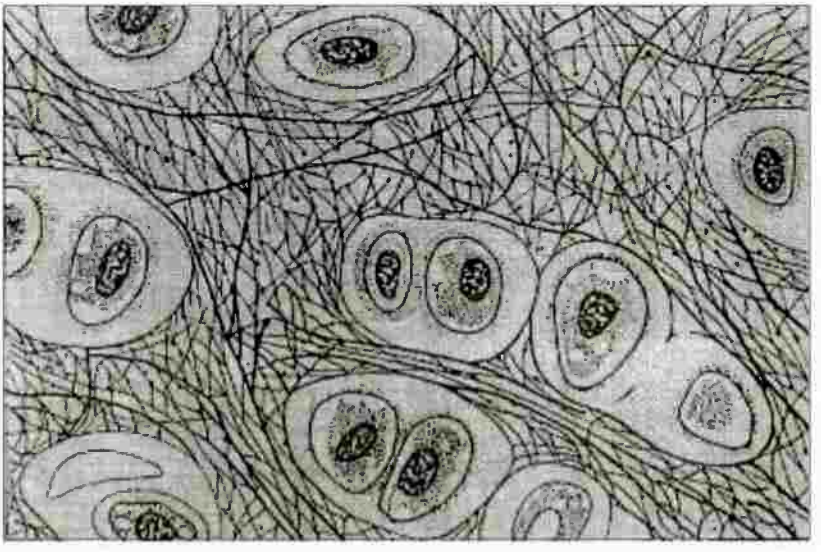
الشكل رقم (٢٤). رسم تخطيطي لغضروف ليفي يظهر الخلايا الغضروفية وحزم الألياف الغروية.



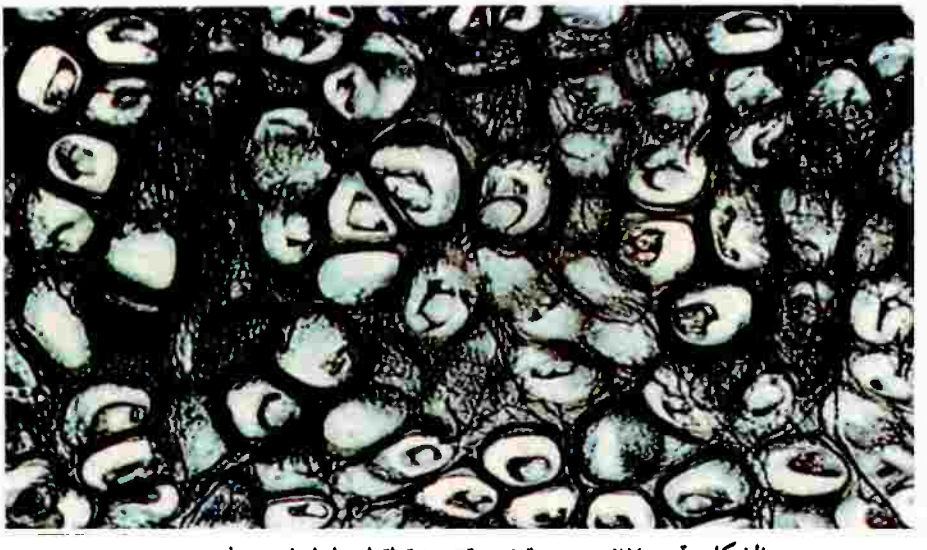
الشكل رقم (٢٥). صورة مجهرية لمقطع غضروف ليفي. صبغة الهيماتوكسلين والإيوسين× ٥٠٠ .

(ج) الغضروف المرن Elastic cartilage

يمتاز هذا الغضروف بوجود شبكة كثيفة من الألياف المرنة مع بعض الألياف الغروية التي تتخلل الخلايا الغضروفية (الشكلان رقما ٢٦ و ٢٧). ويتصف الغضروف المرن ببعض الصلابة المصحوبة بالمرونة مما يكسبه القدرة على الانثناء وتغيير الشكل ومن ثم استعادة الوضع الطبيعي. ويشاهد هذا الغضروف في صوان الأذن الخارجية ولسان المزمار (Epiglotiss) والقناة السمعية (Auditory canal) وفي بعض غضاريف الحنجرة وفي جدار قناة استاكيوس Eustach tube.



الشكل رقم (٢٦). رسم تخطيطي لغضروف مرن.



الشكل رقم (٢٧). صورة مجهرية ضوئية لمقطع طولي لغضروف مرن.

(د) الغضروف المتكلس Calcified cartilage

تترسب في بعض الحالات أملاح الكالسيوم بكثرة في المادة الخلالية للغضروف فتكسبه صلابة ويسمى عندها بالغضروف المتكلس ويشاهد في العظم فوق الكتفي في بعض البرمائيات كالضفدعة.

تجدر الإشارة إلى أن الغضروف لا يحتوي على أوعية دموية، والخلايا الغضروفية تحصل على غذائها من المواد الغذائية التي تنتشر خلال المادة الخلالية الموجودة في الجزء الخارجي من سمحاق الغضروف.

٣ - العظم Bone

العظم هو نوع من الأنسجة الضامة يحتوي على خلايا وألياف منغمسة في مادة صلبة. ويعتبر العظم السند الذي يرتكز عليه الجسم كما أنه يحيط بالأعضاء والأنسجة الرخوة ذات الأهمية الكبيرة للجسم كالقلب والدماغ والرئتين ونخاع العظم. يتكون العظم من خلايا عظمية Osteocytes ومادة خلالية صلبة متكلسة. تتركب المادة الخلالية كيماويا من مواد عضوية تشكل (٣٠ - ٤٠٪) من تركيب العظم محتوية على مادة عظمية تدعى أوسين Ossein ومادة عظمية مخاطية Osseomucoid ومادة عظمية محية Osseo-albuminoid مع كمية صغيرة من حمض الهيالورونيك وحمض السياليك Sialic aicd . وتحتوي المادة الخلالية على مواد معدنية تشكل (٦٠ - ٧٠٪) من تركيب العظم. وتشمل هذه أملاح الكالسيوم والمغنسيوم التي تكسب العظام الصلابة. ويغطي العظام نسيج ضام يسمى السمحاق العظمي Periosteum وهو يحيط بالعظام باستثناء السطوح المفصلية حيث يغطيها الغضروف. والعظم إما أن يكون أصم Compact أو إسفنجيا Spongy .

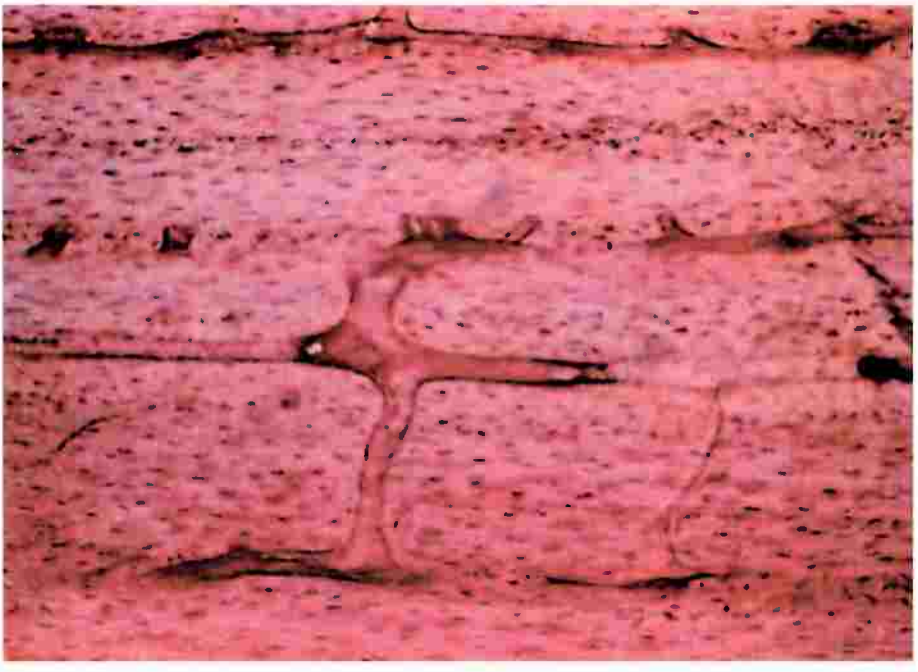
يتركب العظم الأصم من صفائح Lamellae دائرية الشكل تتخللها المادة الخلالية المتكلسة المحتوية على ألياف غروية ومواد عضوية وأملاح جيرية. ويقع بين طبقات الصفائح العظمية الخلايا العظمية حيث يوجد كل منها منفردا داخل محفظة بيضية الشكل. ويخرج من الخلايا العظمية بروزات تتفرع إلى قنيات Canaliculi حيث تتصل المحافظ ببعضها عن طريق هذا القنيات. وتنتظم الصفائح العظمية على هيئة عدد من الحلقات متحدة المركز تحيط بقنوات مركزية تعرف بقنوات هافرس Haversian canals ، حيث تحتوي بداخلها على أوعية دموية وعصبات. وتشكل الصفائح العظمية متحدة المركز ما يسمى بجهاز هافرس Haversian system أو الأستيون Osteon (الشكل رقم ٢٨). يقع بين التراكيب مجموعات غير منتظمة من الصفائح العظمية تسمى بالصفائح الخلالية Interstitial lamellae وتتصل قنوات هافرس مع بعضها البعض بوساطة قنوات مستعرضة أفقية تسمى قنوات فولكمان Volkman's canal (الشكل رقم ٢٩).

الشكل رقم (٢٨). صورة مجهرية ضوئية لمقطع عرضي في عظم متكلس.
صبغة شمورل ثايونين – حمض المر. × ٤٠٠.

ويوجد العظم الإسفنجي في أجسام العظام القصيرة. ويتركب هذا النوع من صفائح رقيقة متشابكة تتخللها فراغات يشغلها نخاع العظم. كذلك يحتوي العظم الإسفنجي على صفحات رقيقة مكونة من ألياف تسير بنفس الاتجاه ومتعامدة على ألياف الصفيحة المجاورة ويمتاز هذا العظم باتساع القنوات التي تسير فيها الأوعية الدموية حيث تتصل فجواته بالتجويف المركزي.

يظهر أثناء نمو العظم أنواع مختلفة من خلايا العظم فمنها خلايا بانية العظم Osteoblasts وهذه الخلايا توجد على سطوح العظام حديثة التخليق وتفرز المادة الخلالية في العظم وتمتاز بزوائد سيتوبلازمية واحتوائها على كميات وفيرة من الشبكة الإندوبلازمية. وعندما تحاط الخلايا بانية العظم بالمادة الخلالية تشكل ما يعرف بالخلايا العظمية Osteocytes أما في حالة تآكل العظم فإنه تظهر على سطوح العظم خلايا تعرف بالخلايا ناقضة العظم Osteoclasts . وتظهر هذه الخلايا في حالة الهدم كالهرم والمرض وتمتاز بكبر حجمهاوتعدد أنويتها وباحتوائها على إنزيم الفوسفاتاز الحمضي وإنزيمات محللة لوسادة العظام.

ويتغذى العظم عن طريق شريان نخاعي Medullary artery الذي يدخل العظم الأصم ويرسل فروعاً إلى قنوات هافرس حيث يصل إلى القناة المركزية ليتفرع إلى فرع صاعد وفرع هابط. وتتفرع خلال العظم شبكة من الشعيرات الدموية تتبادل مع الخلايا العظمية من خلال الفسح المحاطة بهذه الخلايا كل من الكالسيوم والماء المحمل بالمواد الغذائية.



الشكل رقم (٢٩). صورة ضوئية لمقطع في عظم متكلس تظهر قناه فولكمان.

الأنسجة العضلية

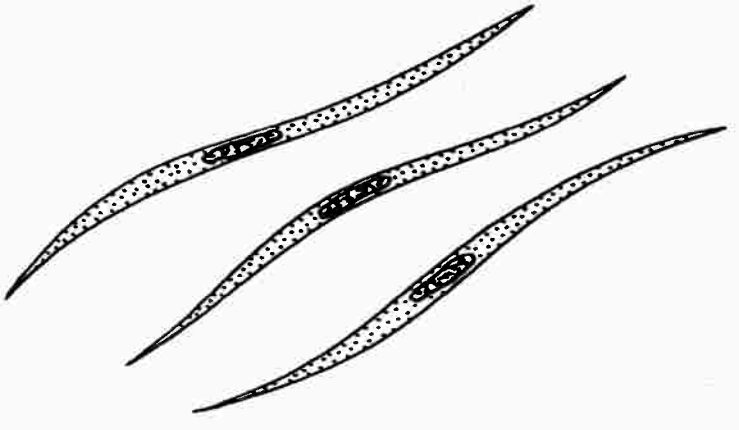
الأنسجة العضلية هي الأنسجة التي لها القدرة على الإنقباض فيؤدي انقباضها إلى الحركة. وتنشأ هذه الأنسجة من الأديم الأوسط ويتكون النسيج العضلي من خلايا طويلة فقدت القدرة على الانقسام واكتسبت القدرة على الانقباض. وتعرف هذه الخلايا بالألياف العضلية وتحتوي على ليفات عضلية Myofibrils مغمورة بسيتوبلازم عضلي يسمى الساركوبلازم Sarcoplasm. تقوم الأنسجة العضلية بوظيفة الحركات الإرداية وغير الإرادية عن طريق انقباض الألياف العضلية.

وتصنف العضلات تبعا لموقعها في الجسم إلى ثلاثة أنواع هي:

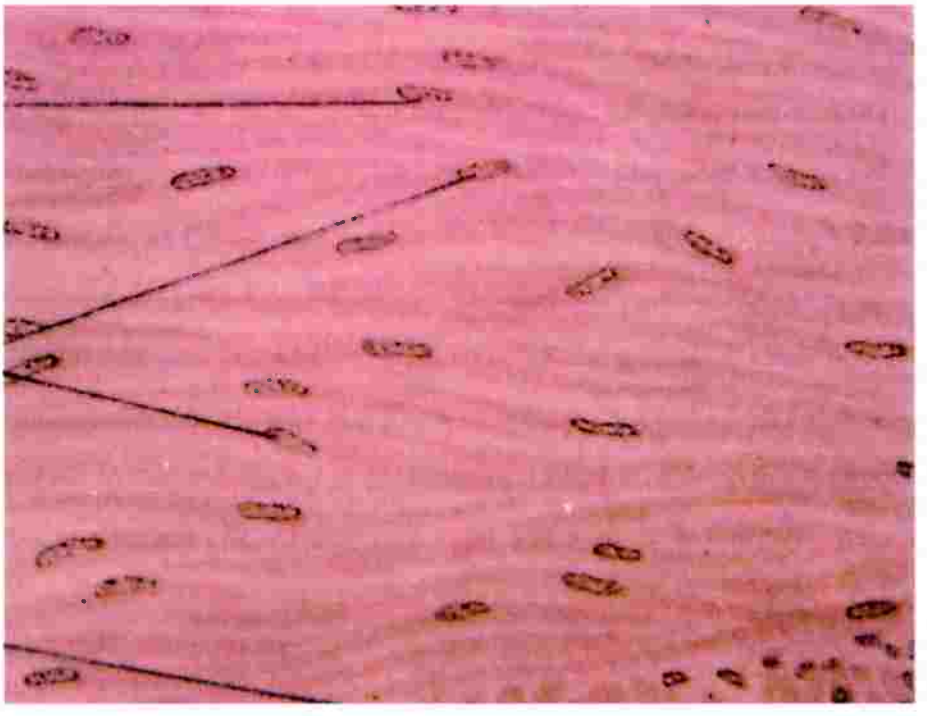
العضلات الملساء ، العضلات الهيكلية ، والعضلات القلبية :

١ – العضلات الملساء (اللاإرادية وغير المخططة)

تنشأ العضلات الملساء Smooth muscles من الأديم الأوسط إلا أن بعض أليافها تنشأ من الأديم الخارجي كما هي الحال في عضلة قزحية العين. تمتاز هذه العضلات بأنها لا إرادية وغير مخططة ، وبأن أليافها مغزلية الشكل مستدقة الطرفين ينطبق بعضها على بعض (الشكلان رقما ٣٠ و ٣١). ويتركب سيتوبلازم هذه العضلات من جزأين هما الساركوبلازم ، والليفات العضلية حيث يتكثف الساركوبلازم في محيط الخلية محتويا على حبيبات نشطه. وتمتد الليفات العضلية بالسيتوبلازم على هيئة خطوط متوازية على طول الخلية وترتبط الخلايا العضلية ببعضها عن طريق شبكة من الألياف الرقيقة الغروية أو الشبكية وبعض الألياف المرنة أيضا ، وتوجد العضلات الملساء في جدران الأحشاء ولذلك تسمى بالعضلات الحشوية Visceral muscles كما يمكن مشاهدتها في جدار المعدة ، والأوعية الدموية ، والمثانة البولية ، والرحم ، والعضلات الناصبة للشعر بالجلد.



الشكل رقم (٣٠). رسم تخيطي لألياف العضلة الملساء.

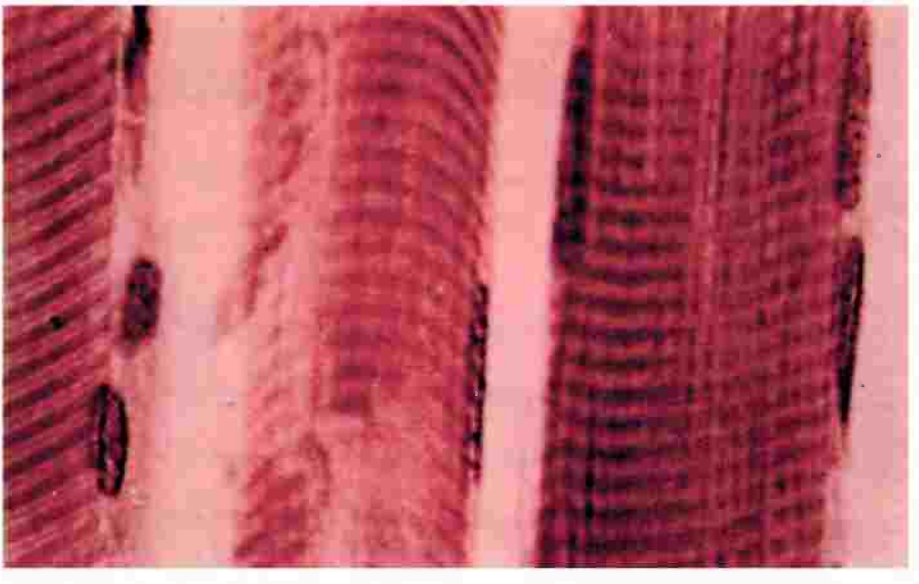


الشكل رقم (٣١). صورة مجهرية ضوئية لمقطع في عضلة ملساء.
صبغة الهيماتوكسلين والإيوسين. x ٦٥٠ .

٢ – العضلات الهيكلية (المخططة أو الإرادية)

تتكون العضلات الهيكلية Skeletal muscles من ألياف مخططة مرتبطة ببعضها بنسيج ضام. كذلك تتصف هذه العضلات بأنها إرادية الحركة وأنها إسطوانية الشكل تتخللها أقراص مضيئة وأخرى قاتمة على التبادل (الشكل رقم ٣٢). وقد تحتوي ألياف هذه العضلات على أنوية متعددة مكونة مدمجا خلويا وتقع بالقرب من سطح العضلة ويحيط بكل خلية عضلية غشاء رقيق يسمى بالصفيحة اللحمية Sarcolemma.

يتكون القرص القاتم Dark band (ويعرف ايضاً A-Band) من مادة الميوسين بشكل أساسي وبعض الأكتين Actin. ويظهر في منتصف القرص القاتم منطقة باهتة تسمى Z-Band . أما القرص المضيء Light band (ويعرف ايضا بـ I-Band) فيتكون ايضا من الميوسين وبعض الأكتين والماء وينصفه خط رفيع يسمى Z-Band. وبسبب هذه الأقراص المعتمة والمضيئة تظهر العضلة وكأنها مخططة تخطيطا عرضيا وتنضم الألياف العضلية في كل حزمة إلى بعضها بوساطة نسيج ضام يسمى اللحمة الباطنة Endomysium بينما تنضم الحزم العضلية مع بعضها بوساطة اللحمة المحيطية Perimysium. وتغلف العضلة كلها بنسيج ضام يسمى غلاف العضلة Epimysium ويلاحظ أن العضلات الهيكلية لا تتفرع كما هي الحال في العضلات القلبية. وتتمثل العضلات الهيكلية في العضلات المتصلة بالهيكل وكذلك في عضلات اللسان.



الشكل رقم (٣٢). صورة مجهرية ضوئية لمقطع في عضلة مخططة صبغة الهيماتوكسلين والإيوسين. × ١٠٠٠ .

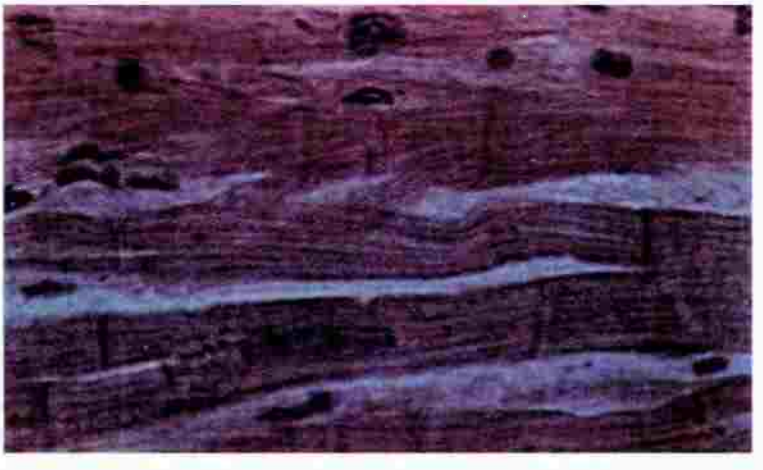
٣ – العضلات القلبية

تنشأ العضلات القلبية Cardiac muscles من الأديم الأوسط الحشوي الذي يحيط بأنبوب البطانة Endothelium الذي يمثل القلب في أول تكوينه. وتتصف العضلات القلبية بأنها مخططة وغير إرادية تجري خطوطها في اتجاه طولي، وتحوي كل ليفة نواة بيضية مركزية واحدة في الوسط وأحيانا على نواتين. وفي بعض الأحيان تتحد بعض الألياف مع بعضها مكونة مدمجا خلويا. وتتصل الألياف ببعضها البعض بأقراص بينية Intercalated discs : وهي عبارة عن مناطق تفصل بين كل ليفتين (الشكل رقم ٣٣). ويمكن إظهار هذه الأقراص باستخدام صبغة الهيماتوكسلين الحديدي أو بالمعالجة بنترات الفضة. ويمكن تلخيص صفات العضلات القلبية فيما يلي :

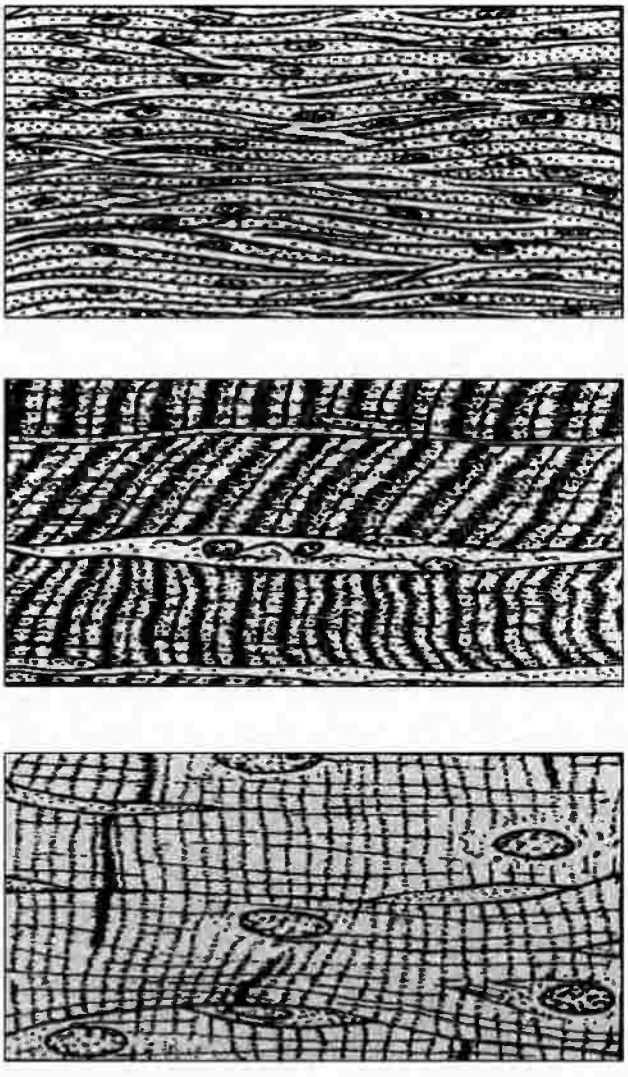
١ - الألياف محاطة بصفيحة لحمية تكون أحيانا غير واضحة.

٢ - الخطوط العرضية واضحة نوعا ما.

٣ - تتفرع الألياف وتتصل ببعضها.



الشكل رقم (٣٣). صورة مجهرية ضوئية لمقطع في عضلة قلبية يظهر الأقراص البينية. صبغة الهيماتوكسلين الحديدي. × ١٠٠٠ .



الشكل رقم (٣٤). رسم تخطيطي لأنواع الأنسجة العضلية

(أ) عضلة ملساء

(ب) عضلة هيكلية

(ج) عضلة قلبية

٤ - الأنوية تقع في منتصف الليفة وليست سطحية كما هو الحال في العضلات الهيكلية.

٥ - في معظم الثدييات تنفصل الألياف القلبية عن بعضها بوساطة الأقراص البينية(الشكلان رقما ٣٣ و٣٤).

٦ - عضلات القلب غير قابلة للإنهاك بعكس العضلات الهيكلية.

الأنسجة العصبية

للأنسجة العصبية أهمية كبيرة في ربط وظائف الجسم المختلفة حيث أنها المسؤولة عن تسلم المنبهات من البيئة المحيطة بالجسم وكذلك من داخل الجسم نفسه. وتنشأ الأنسجة العصبية في الجنين من طبقة الأديم الخارجي حيث تنخسف إلى الداخل على طول الخط الأوسط للجنين ثم تتوالى الإنقسامات لتكون الأنسجة العصبية المختلفة.

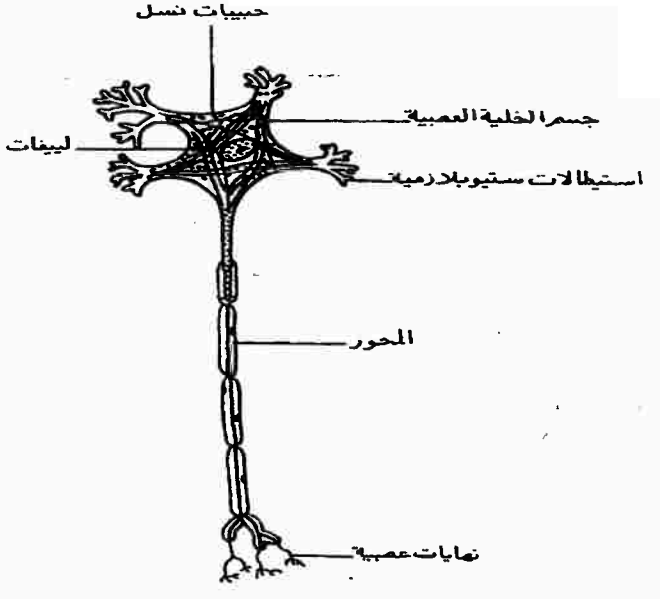
يتكون النسيج العصبي من خلايا عصبية Nerve cells وزوائدها ومن خلايا تسند الخلايا العصبية تسمى الخلايا الساندة Supporting cells أو تسمى خلايا الدبق العصبي Neuroglia وظيفتها التدعيم فقط.

الخلايا العصبية

الخلايا العصبية هي الوحدات البنائية والوظيفية والوراثية للجهاز العصبي وهي تشبه خلايا العضلات في عدم مقدرتها على الانقسام. وتتكون الخلية العصبية من الأجزاء التالية (الشكل رقم ٣٥):

جسم الخلية Cell body

جسم الخلية العصبية ليس له شكل وحجم ثابت وهو الجزء الذي يحتوي على نواة كبيرة تتوسطه ويظهر في النواة نوية وأحياناً نويتان. يحيط بالنواة سيتوبلازم يحتوي على مكونات الخلية العادية مثل أجسام جولجي والحبيبات الخيطية (الميتوكوندريا) والجسيمات الحالة وغيرها. بالإضافة إلى ذلك فإن سيتوبلازم الخلية العصبية يحتوي على أجزاء خاصة مثل الليفات العصبية وحبيبات نسل التي تتكون بالأساس من الشبكة الإندوبلازمية بنوعيها الخشن والناعم.



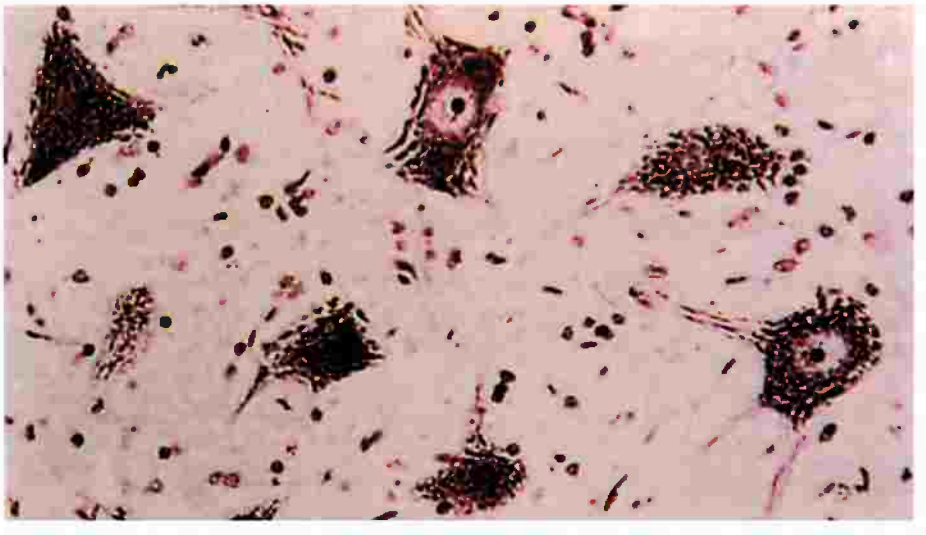
الشكل رقم (٣٥). رسم تخطيطي لخلية عصبية.

الليفات العصبية Neurofibrils

تشبه الليفات العصبية شكل الخيوط وتشكل شبكة في جسم الخلية تتفاوت بالسماكة تبعا لنشاط الخلية العصبية. ويعتقد بأن الليفات العصبية تشكل مسارا للحث العصبي خلال الخلية العصبية. ولرؤية هذه الليفات تستخدم الصبغات المحتوية على الفضة.

حبيبات نسل Nissl granules

وهي حبيبات صغيرة متفاوته في الحجم ومحبة للصبغات القاعدية بسبب إحتوائها على الحمض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid وتوجد هذه الحبيبات فقط في جسم الخلية العصبية والاستطالات السيتوبلازمية ولكنها لا توجد بالمحور (الشكل رقم ٣٦). ويعتقد بأن هذه الحبيبات تخزن المواد الغذائية التي تستهلكها الخلية أثناء نشاطها، لذلك فعدد هذه الحبيبات يشير إلى حيوية الخلية ويقل عددها في حالة المرض.



الشكل رقم (٣٦). صورة مجهرية ضوئية تظهر خلايا عصبية توضح حبيبات نسل والاستطالات السيتوبلازمية . صبغة التشرب بالفضة – أحمر متعادل. × ٥٠٠ .

التفرعات العصبيـــة Dendrites

وهـي عبـارة عـن امتـدادات لجسـم الخليـة الـتي تتفـرغ إلى فـروع كثـيرة تنتـهي بانتفاخات. وتقوم هذه الاستطالات بحمل الحث العصبي إلى أجسام خلاياها.

المحـــور العصبي Axon

المحـور عبـارة عـن امتـداد مستطيل لأحـد زوائـد الخلية العصبية يسير بشـكل مستقيم محافظاً على سمكه دون أن يتفرغ حتى نهايته، وعندئذ يتفرع إلى استطالات سيتوبلازمية متشعبة. ويحتوي المحور العصبي على اختناقات تسمى عقد رانفيـه Nodes of Ranvier وتحيط به مادة دهنية هي الغمد النخاعي Myelin sheath ولكن يختفي هـذا الغمد عند عقد رانفيه.

ويحيـط بـالمحور العصـبي أيضـاً غشـاء رقيـق هـو غشـاء العصـب Neurolemma . وتجـدر الإشـارة إلى أن الغمـد النخـاعي يتكـون مـن الكولسـترول ودهـون وبروتينـات متنوعة وتعمل كعازل للمحـور ومصـدر للطاقة كمـا تتكـون منه خلايـا سـاندة تسـمى خلايا شوان Schwan cells.

النهايات العصبية Terminal arborization

النهايات العصبية عبارة عن تفرعات للنهاية الحرة لمحـور الخلية العصبيـة تتشـابك مع جسم خلية عصبية أخرى لتكون ما يعـرف التشـابك العصـبي Synaps المسئول عـن إستقبال السيال العصبي وتحويله إلى جهد كهربائي.

تصنيف الخلايا العصبية

تقسـم الخلايـا العصبيـة تبعـاً لعـدد الاسـتطالات السـيتوبلازمية لجسـم الخليـة العصبية غير المتفرعة إلى الأنواع التالية :

(أ) **خلايا عصبية وحيدة القطب Unipolor neurons**: وهي خلايا صغيرة ومستديرة تمتاز بأن لها محور واحدة فقط ويمكن مشاهدتها في نواة المخ الأوسط وهي نادره الوجود ولا توجد إلا في الأنسجة الجنينية.

(ب) **خلايا عصبية وحيدة القطب زائفة (كاذبة) Pseudo-unipolar neurons**: تتفرع المحاور في هذه الخلايا بعد خروجها من جسم الخلية إلى فرعين. ويشاهد هذا النوع من الخلايا في العقد الشوكية وفي العصبات الدماغية فيما عدا عقدة العصب الثامن.

(جـ) **خلايا عصبية ذات قطبين Bipolar neurons** : يظهر لهذه الخلايا فرعان، أحدهما المحور والآخر يخرج مستقلاً من جسم الخلية وينتهي بتفرعات. ويوجد هذا النوع في شبكية العين وفي العقدة الحلزونية في قوقعة الأذن وفي النسيج الطلائي الشمي في الأنف.

(د) **خلايا عصبية متعددة الأقطاب Multipolar neurons** : تحتوي هذه الخلايا على محور عصبي واحد وعدد آخر من الاستطالات السيتوبلازمية التي تخرج مستقلة من جسم الخلية. ويشاهد هذا النوع من الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي.

الألياف العصبية Nerve fibers

الليف العصبي عبارة عن محور اسطواني مغلف أو غير مغلف لغمد عصبي، وتبعاً لذلك يمكن تصنيف الألياف العصبية إلى نوعين:

(أ) **ألياف عصبية نخاعية Myelinated nerve fibers** : يحيط بمحاور هذا الألياف غمد نخاعي، وقد يحاط هذا الغمد بآخر رقيق هو غمد شوان Schwan sheath

كما هو الأمر في أعصاب الشم والبصر. وفي بعض الألياف النخاعية قد يغيب غمد شوان كما هو الحال في العصب البصري.

(ب) **ألياف عصبية غير نخاعية Uumyelinated nerve fibers** : هذه الألياف العصبية لا تحتوي على الغمد النخاعي ولكنها قد تحتوي على غمد شوان، وبعضها قد يخلو ايضا من غمد شوان كعصبات الشم. وتجدر الإشارة إلى أن الألياف العصبية غير النخاعية أقصر من الألياف العصبية النخاعية كثيراً.

وترتبط الألياف العصبية معا بنسيج ضام فجوي يسمى لفافة الحزمة العصبية Endoneurium . والحزمة العصبية نفسها مغلفة بنسيج ضام يسمى غلاف الحزمة العصبية Perineurium ، بينما ترتبط الحزم العصبية بنسيج ضام هو الغلاف العصبي Epineurium . وتضم الخلايا الساندة في الأنسجة العصبية خلايا شوان Schwan cells في الجهاز العصبي المحيطي. وتكون هذه الخلايا الأغمدة النسيجية الضامة لهذه العصبات حيث تكون سندا ميكانيكيا وغذائياً للخلايا العصبية، بل إنها تساعد أيضا في تنظيم النشاط العصبي.

الأنسجة الوعائية

يميل بعض علماء الأنسجة إلى إدراج الأنسجة الوعائية Vascular tissues ضمن الأنسجة الضامة بينما يعتبرها البعض نوعاً مستقلاً من الأنسجة حيث أنها لا تحتوي على الألياف كما هو الحال في الأنسجة الضامة إلا في حالة تعرضها للهواء. وتشمل الأنسجة الوعائية على كل من الدم واللمف.

تمتاز هذه الأنسجة بأن خلاياها لا تحتفظ مع بعضها بعلاقات ثابتة حيث أنها دائمة الحركة بالجسم. وهذا النوع من الأنسجة تتركب فيه المادة الخلالية من مادة سائلة هي البلازما Plasma أو السائل اللمفاوي Lymph.

الـــــــــدم

يتكون الدم Blood من خلايا تسبح في البلازما وتشكل حوالي ٣٥-٤٥٪ من الحجم الكلي للدم وتصنف هذه الخلايا إلى نوعين: كريات الدم الحمراء، وكريات الدم البيضاء بالإضافة إلى الصفائح الدموية. وتبلغ كمية الدم في جسم الإنسان البالغ حوالي ٥ - ٧٪ من وزن الجسم.

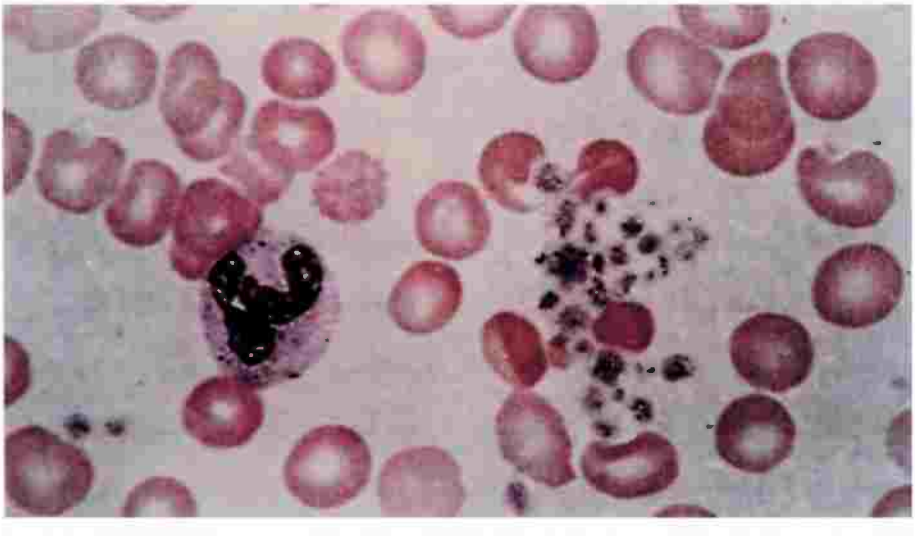
كريات الدم الحمراء Erythrocytes

لقد فقدت هذه الخلايا أنويتها في الثدييات أما الفقاريات غير الثديية كالطيور والزواحف والأسماك والبرمائيات فخلايا الدم الحمراء لها أنوية. وشكل هذه الخلايا كروي مقعر من الجهتين ما عد الجمل حيث تكون هذه الخلايا بيضية الشكل. ويرجع لونها الأحمر إلى وجود مادة الهيموجلوبين المكون من بروتين به عنصر الحديد حيث يقوم الهيموجلوبين بنقل الأكسجين إلى الأنسجة المختلفة ويحمل منها غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين فيتم التبادل في عملية التنفس. وتحتوي الكريات الحمراء أيضاً على إنزيم نازع الماء الكربوني Carbonic anhydrase الذي يساعد على حمل ثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين. ويحيط بالهيموجلوبين غشاء الكريات الحمراء، حيث يمنع خروج محتوياتها إلى البلازما ويقوم بمراقبة مرور الأيونات من هذه الكريات وإليها. بالإضافة إلى الهيموجلوبين نجد أن كريات الدم الحمراء تحوي أملاحا غير عضوية مثل أملاح الصوديوم ، البوتاسيوم، الماغنسيوم، الكالسيوم، والفسفور.

تعيش كريات الدم الحمراء لفترة زمنية محددة تبلغ في الإنسان قرابة ١٢٠ يوما ثم تتحطم في الطحال ويتكون بدلا منها خلايا أخرى جديدة في نخاع العظم بعد أن تمر في مراحل متعددة من النضوج. ويبلغ عدد الكريات الحمراء في الملم^3 الواحد من الدم ٤ - ٤,٥ مليون كرية في المرأة و ٥ - ٥.٥ مليون كرية في الرجل.

كريات الدم البيضاء Leucocytes

هذه الخلايا أكبر حجما من كريات الدم الحمراء كما أنها تحتوي على أنوية (الشكل رقم ٣٧). وتجدر الإشارة إلى أن عدد كريات الدم البيضاء قليلة بالنسبة لكريات الدم الحمراء وفي الإنسان عددها ما بين (٤٠٠٠-٦٠٠٠) كرية/ملم^3 المكعب الواحد من الدم ولكن يرتفع هذا الرقم إلى عدة أضعاف في حالة الالتهابات المختلفة وخاصة الإصابات البكتيرية، وكما يختلف عدد كريات الدم البيضاء باختلاف أنواع الحيوانات. وتتكون كريات الدم البيضاء في نخاع العظم باستثناء الخلايا اللمفاوية التي



الشكل رقم (٣٧). صورة مجهرية ضوئية لمسحة دم تظهر كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية (صبغة رايت).

تنشأ في العقد اللمفاوية وهي تؤدي وظائف هامة في الجسم، فهي توفر دفاعاً ومناعة للجسم حيث تقوم بابتلاع الأجسام الغريبة التي تدخله أو تقضي عليها بالقتل المباشر.

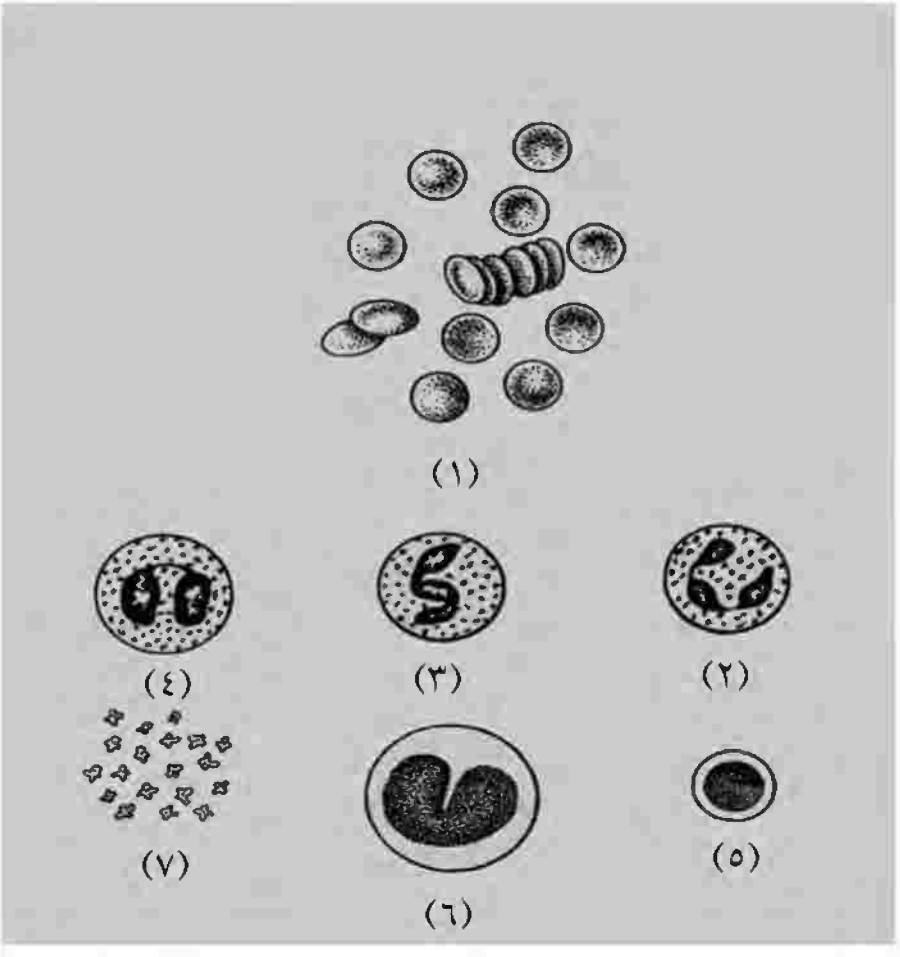
وتوجد خمسة أنواع من كريات الدم البيضاء (الشكل رقم ٣٨). وقد قسمت إلى مجموعتين حسب وجود أو عدم وجود الحبيبات السيتوبلازمية، منها ما يحتوي السيتوبلازم على حبيبات وتدعى هذه بكريات محببة السيتوبلازم Granulocytes أو لا يحتوي السيتوبلازم على حبيبات وتسمى كريات غير محببة السيتوبلازم Agranulocytes .

١ - كريات الدم البيضاء محببة السيتوبلازم : تقسم هذه الكريات إلى ثلاثة أنواع تبعاً لقابلية حبيبات السيتوبلازم للتلون بالصبغات القاعدية أو الحمضية ومنها ما يتلون بكلا الصبغتين الحمضية والقاعدية.

(أ) **كريات الدم البيضاء المتعادلة Neutrophils** : تمتاز هذه الكريات بانقسام نواتها إلى ٣- ٥ فصوص وباحتواء السيتوبلازم على حبيبات دقيقة لا تصطبغ بالصبغات القاعدية والحمضية ولذلك سميت بالمتعادلة.

تشكل هذه الكريات ٤٠ - ٦٠٪ من مجموع كريات الدم البيضاء في الإنسان وهي خلايا ملتهمة للكائنات الدقيقة.

(ب) **كريات الدم البيضاء الحمضية Acidophils** : تصطبغ حبيبات السيتوبلازم في هذه الكريات بالصبغات الحمضية ولهذا السبب فإنها تأخذ لون صبغة الإيوسين وتظهر بلون أحمر لذلك أيضا تعرف بالخلايا المحبة للإيوسين Eosinophils ولها نواة تتكون من فصين ويبلغ عدد هذه الكريات حوالي ١-٣٪ من مجموع كريات الدم البيضاء في الإنسان. ولا تعرف وظائف هذه الكريات بالضبط غير أنها تلعب دوراً مهما في مناعة الجسم عند الإصابة



الشكل رقم (٣٨). رسم تخطيطي لخلايا الدم:

١ – كريات دم حمراء.
٢ – كرية دم بيضاء متعادلة.
٣ – كرية دم بيضاء حمضية.
٤ – كرية دم بيضاء قاعدية.
٥ – كرية لمفاوية.
٦ – كرية وحيدة النواة.
٧ – صفائح دموية.

ببعض الطفيليات وتفاعلات الحساسية الناتجة عن ذلك وكما يعتقد أن هذه الكريات تقوم بابتلاع المركب الناتج من تفاعل الأجسام المضادة Antibodies مع المستضد Antigen.

(جـ) **كريات الدم البيضاء القاعدية Basophils** : ويحتوي سيتوبلازم هذه الكريات (الخلايا القاعدية) على حبيبات تصطبغ بالصبغات القاعدية وتظهر بلون أزرق..وتشكل هذه الكريات حوالي ١٪ من مجموع كريات الدم البيضاء في الإنسان ولها نواة على شكل حرف S أحياناً. وتحتوي هذه الكريات على كمية كبيرة من الهبارين ووظيفتها دفاعية حيث يزيد عددها في أمراض الحساسية وفي حالات التوتر النفسي.

٢ - **كريات الدم البيضاء غير محببة السيتوبلازم**: لا يحتوي سيتوبلازم هذه الكريات على حبيبات ولكنها تحتوي على نويات على خلاف كريات الدم المحببة. وتصنف هذه الكريات إلى النوعين التاليين :

(أ) **الكريات اللمفاوية Lymphocytes** : تعتبر هذه الكريات أصغر أنواع كريات الدم البيضاء. وتمتاز باحتوائها على نواة كبيرة وكروية تشغل حيزاً كبيراً من الخلية بحيث لا يتبقى فيها سوى قدر قليل من السيتوبلازم. تشكل هذه الكريات حوالي ٢٠ - ٤٠٪ من عدد كريات الدم البيضاء في الإنسان. تساعد الخلايا اللمفاوية في تهيئة مناعة وقائية للجسم.

(ب) **الكريات وحيدة النواة Monocytes** : تمتاز هذه الكريات باحتوائها على أنوية على شكل الكلية أو حدوة الفرس. كما تتيمز ايضا بكبر حجمها وبوجود النواة على أحد جوانب الخلية. وتشكل هذه الكريات ٤-٨٪ من مجموع كريات الدم البيضاء في الإنسان ويعتبر تراكم هذه الكريات في

الأنسجة دلالة على حالات مرضية مزمنة، وتتطور الخلايا وحيدة النواة إلى كريات بلعمية كبيرة تساعد على تخليص النسيج من الفضلات والمواد الغريبة. كما أن لها أهمية في مناعة الجسم.

الصفائح الدموية Thrombocytes (Platelets)

الصفائح الدموية عبارة عن أجسام سيتوبلازمية تفرز إنزيماً لا غنى عنه لتخثير الدم وهو إنزيم الثرومبوبلاستين Thromboplastin. ويتراوح عدد الصفائح الدموية في الإنسان ما بين ٢٠٠ - ٥٠٠ ألف صفيحة دموية /ملم^3 الواحد من الدم. ويقدر عمر الصفائح الدموية في مجري الدم ما بين ٣ - ٥ أيام. وتجدر الإشارة إلى أن الصفائح الدموية تحتوي على تركيز عال من الدهون الفوسفاتية ومن ثلاثي فوسفات الأدونسين (ATP) وإنزيمات مؤكسدة وأخرى محللة للكربوهيدرات.

البلازما

البلازما Palsma عبارة عن سائل شبه غروي تسبح به خلايا الدم. ويشكل هذا السائل حوالي ٥٥- ٦٥٪ من حجم الدم الكلي. تلعب البلازما دوراً أساسياً في نقل الكثير من المواد داخل الجسم وتتكون أساساً من الماء (٩٠٪) بينما يحتوي الجزء المتبقي على أملاح وعناصر أخرى مختلفة من بروتينات ودهون وكربوهيدرات وفوسفات وبيكربونات ومواد عضوية أخرى مثل البولينا، وحمض البوليك، وحموض أمينية، وإنزيمات وهرمونات، وأصباغ وخلافه.