علم الأنسجة

تأليف
دكتور أحمد نعمان نصر
أستاذ علم الأنسجة بكلية طب أسيوط
أستاذ علم الأنسجة بجامعة بنغازى بليبيا
وجامعة الامارات العربية المتحدة سابقا
رئيس قسم علم الأنسجة ووكيل كلية طب أسيوط
الأسبق

الطبعة الثانية
(مزيدة ومنقحة)
١٩٩٥

دار المعارف

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذى علّم بالقلم علّم الإنسان ما لم يعلم ، والصلاة والسلام على المُعلم الأول سيدنا محمد ﷺ ..

ماتزال المكتبة العربية حتى يومنا هذا تفتقر إلى مراجع متعمقة فى الكثير من فروع العلوم الأساسية والعلوم التطبيقية ، ويرجع ذلك فى المقام الأول إلى إصرار الكثيرين من القائمين بتدريس هذه العلوم على استعمال لغات أخرى غير العربية متعللين فى ذلك بأن الغالبية العظمى من المراجع المتاحة هى بلغات أجنبية ، كما تثار دائما المقولة الشائعة التى تنادى بضرورة أن يتقن الدارسون للعلوم لغات أجنبية تسهل لهم الاطلاع والتعلم المستمر . ولا يختلف إثنان على أهمية تعلم لغات إضافية فمن يتعلم لغة قوم يسبر أغوار علمهم ، وتشجع كل دول العالم الدارسين على تعلم لغات غير لغتهم الأصلية بل وتجعل ذلك متطلبا دراسيا لنيل الدرجات العلمية .

ولا يتعارض هذا الأمر مع الحقيقة المنطقية التى تقضى بأن تكون لغة التعلم للطالب هى لغته الأصلية ، حيث تكون العلاقة مع المدرس أوثق ويكون استيعاب الطالب للمادة المدروسة أكمل .

ومن المدهش حقاً أن تبقى أمة - يربو تعدادها على المائتى مليون - مُصرَّة على أن تستعمل لغة أخرى غير لغتها فى تدريس العلوم فى الوقت الذى تستعمل أصغر دويلات العالم لغاتها المحلية التى لا تُعرف حتى أسماؤها ، ونسيت الأمة العربية أو تناست أن لغتها قد حملت العلوم إلى العالم لقرون عدة .

ولقد قُمت بتدريس مادة « علم الأنسجة » لأكثر من ربع قرن لطلاب فى المجالات الطبية ومجالات العلوم الأساسية وذلك باللغة الإنجليزية وكذلك باللغة العربية وقمت بالإشتراك مع زملاء لى بتأليف كتب فى هذا المجال بالإنجليزية .. وكان يحدونى الأمل دائمًا أن أكتب فى علم الأنسجة باللغة العربية إلى أن سنحت لى الفرصة فلم أتردد فى أن أقدم هذا الكتاب إلى المهتمين والدارسين فى كليات الطب والعلوم الصحية والعلوم الأساسية لعلى بذلك أكون سببًا فى أن ينتشر الحماس بين زملائى المختصين فى العلوم الأساسية والتطبيقية فيهبوا للتأليف فى مجالات اختصاصهم حتى تصل الجامعات العربية إلى مرحلة التعريب الكاملة والتى هى أمل قومى وثقافى لكل عربى مسلم .

ولقد حاولت أن يكون المحتوى العلمى لكتاب « علم الأنسجة » من العمق بحيث يفى باحتياجات المتخصصين ، وفى نفس الوقت حرصت على أن أتجنب التطويل غير الضرورى حتى لا تضيع الأساسيات فى خضم التفصيلات .

وفى « علم الأنسجة » تكون الصورة أكثر تعبيرا من الكلمة .. ولذلك فقد زُوّد الكتاب بالعديد من الصور المجهرية والرسومات التوضيحية التى أعدت خصيصاً له حتى يتيسر على الدارس فهم التراكيب المختلفة ، ولقد تجنبت إدراج صور مجهرية الكترونية فى هذه الطبعة من الكتاب حتى لا يتضخم حجمه ولأنه عادةً ما يصعب على غير المتعمق فهم وتحليل هذه الصور ، وقد يكون من الأفضل عمل أطلس منفصل لها .

ومن الأهداف الأساسية لكتاب « علم الأنسجة » إظهار وتأكيد العلاقة بين مستويات التركيب المختلفة فى جسم الحيوان والإنسان من جهة والعلاقة بين التركيب والوظيفة من جهة أخرى ، فالتركيب والوظيفة يمثلان وجهين لعملة واحدة ، وأن الفهم الصحيح لوظيفة الأنسجة والأعضاء رهن بمعرفة وفهم تركيبها .

وقد رُئى أنه من المفيد للمهتمين بمادة « علم الأنسجة » أن يلموا إلمامة سريعة بالمجاهر بأنواعها وكذلك بطرق التحضيرات المجهرية ، ولذلك خصص الجزء الأول من الكتاب لهذا الجانب .

ومن المنطقى أن يخصص الجزء الثانى من كتاب « علم الأنسجة » لدراسة تركيب الخلية الحيوانية بشىء من التفصيل لكونها وحدة البناء والوظيفة للأنسجة والأعضاء ، ومع التركيز على بيان تركيب الخلايا المتخصصة مما يعكس تلاؤمها مع الوظائف المنوطة بها .

وتأكيدا لأهمية المصطلحات الأجنبية ، فقد ذكر بجوار كل مصطلح عربى مرادفه المتداول باللغة الأجنبية إنجليزية كانت أو غير ذلك ، وقد تم تذييل الكتاب بقائمة من المصطلحات العلمية الأجنبية مرتبة حسب الحروف الهجائية مع تعريف لكل منها باللغة العربية .

وإن نسيت لن أنسى مُعلمى الأستاذ العراقى على جوالى موجه اللغة العربية بالتربية والتعليم المصرية سابقا والذى أدين له بالفضل الأول فى حبى للغة العربية وحماسى للكتابة بها ، كما وأذكر له بالامتنان توجيهاته ونصائحه التى كانت دوما نبراسا لى أثناء الكتابة .

وفوق كل شىء – وقبل كل شىء – نحمد الله العلىّ القدير على ما هدانا إليه وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله ، وأرجو أن يغفر لى تقصيرى ، ويجعل هذا الكتاب من العلم الذى ينتفع به ، إنه نعم المولى ونعم النصير .

المؤلف

أ.د. أحمد نعمان نصر

إهـــداء

إلى من تعلمت من سمته وصمته أكثر
مما تعلمت من قوله وخطه

إلى شيخي وأستاذي وأخي
إلى من يمد إلى يده حينما أطلبها
وفي معظم الأحيان دون أن أطلبها

إلى المربي الفاضل والمعلم القادر
الأستاذ العراقي علي جوالي

مقدمة

تقوم علوم الحياة فى مجملها، ومنها علم الأنسجة بدراسة الكائنات الحية علاوة على دراسة المظاهر المختلفة للحياة.

فنحن ندرك أننا أحياء بينما قطعة الصخر غير حية. ونعرف أيضا الكثير من الكائنات الحية من حيوانات ونباتات. الا أن التعريف الكامل للكائن الحى يحتاج لإيضاح وتبيين.

ان التعريف الشامل للكائن الحى هو ذلك التعريف الذى يفى بالجانب الوظيفى علاوة على الجانب التركيبى. ولقد جرت العادة على أن يعرّف الكائن الحى بأنه «الكائن الذى يمكنه أن يتفاعل مع البيئة المحيطة به» وبمعنى آخر هو الكائن الذى يمكن أن يأكل ويتحرك ويحس وينمو ويتكاثر ويتأقلم. الا أن المدقق فى هذه الوظائف سوف يلاحظ ان بعضها أو جميعها يمكن أن يؤدّى بواسطة بعض الآلات غير الحية. فالسيارة مثلا تزود بالوقود وتقوم بحرقه فينتج من ذلك طاقة حركية وتخرج عوادم الاحتراق. كما ان البللورات التى توضع فى محلول مركز تنمو وقد تُكوّن بللورات أخرى (أى تتكاثر)..... وهكذا.

ولكى يعتبر الكائن حيا، فلابد أن يكون مكوناً من خلايا حية، ويمكنه فى نفس الوقت أن يتفاعل مع البيئة المحيطة به. وهذا هو التعريف المتكامل للكائن الحى.

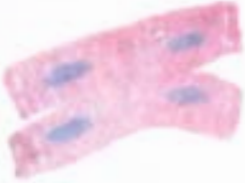
ولايصح أن يختلط مفهوم «الكائن الحى»، «والكائن الميت»، «والكائن غير الحى» فلقد تم تعريف الكائن الحى فيما تقدم، أما الكائن الميت فهو الذى كان حيا فى وقت ما ثم فقد القدرة على أن يتفاعل مع بيئته وان كان مايزال محتفظا بخلاياه الميتة أو بقاياها. مثل الخشب الذى صُنعت منه الأبواب والطاولات.. فقد كان شجراً حياً فى وقت من الأوقات ثم فقد القدرة على التفاعل مع البيئة وان كان مايزال محتفظاً بهيكل الكثير من خلاياه. أما الكائن غير الحى فلم يكن حيا فى أى وقت ولا ولم يتكون من خلايا وان كان قادراً على التفاعل المحدود مع ماحوله.

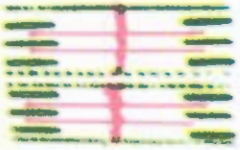
ويتركب جسم الكائن الحى من عدد هائل من الخلايا، وقد يكون عبارة عن خلية واحدة. فجسم الانسان المتوسط الوزن يتكون من حوالى 10^{14} خلية حية تؤدى فى تجانس وتكامل الوظائف المختلفة للانسان.. وبالاضافة الى هذا العدد من الخلايا الحية، يوجد عدد غير قليل من الخلايا الميتة التى تعتبر ضرورية لاستمرار الحياة. فالخلايا الميتة التى تغطى طبقة البشرة فى جلد الانسان تكوّن حائلاً واقيا يحفظ الجسم من الجفاف. فاذا أزيلت هذه الخلايا تحت أية ظروف، كما يحدث فى الحروق مثلا، تعرض الجسم لفقد كميات كبيرة من سوائله التى تحتوى على الماء ومواد هامة أخرى وقد يتسبب ذلك فى انخفاض حاد فى ضغط الدم تتلوه صدمة قد تودي بحياة الانسان.

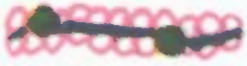
الفصل
الأول

مستويات التنظيم التركيبى للجسم

Levels of body organization







الفصـــل الأول
مستويات التنظيم التركيبى للجسم
Levels of body organization

يمثل جسم الكائن الحى أعلى مستوى للتنظيم التركيبى وذلك يؤهله للقيام بجميع وظائفه الحيوية .

ويتركب الجسم من عدد من الأجهـزة Systems كالجهـاز الغطائى والجهاز الهضمى والجهاز الدورى والجهاز التنفسى والجهاز البولى والجهاز التناسلى والجهاز العصبى . ويقوم كل جهاز بأداء واحدة أو أكثر من الوظائف الحيوية للجسم .

ويتركب أى جهاز ـ كالجهاز الهضمى مثلا ـ من عدد من الأعضاء Organs مثل الفم والمرىء والمعدة والأمعاء . ويقوم كل عضو من هذه الأعضاء بأداء واحدة أو اكثر من وظائف الجهاز الهضمى .

ويتركب العضـو ـ كالمعـدة مثـلا ـ من عدد من الأنسجة Tissues كالنسيج الطلائى والنسيج الضام والنسيج العضلى والنسيج العصبى . ويقوم كل من هذه الأنسجة بوظيفة أو أكثر ليساعد المعدة على أداء وظائفها .

ويتركب النسيج ـ كالنسيج العضلى مثلا ـ من عدد من الخلايا Cells العضلية (الألياف العضلية) والتى بتقلصها وارتخائها يؤدى النسيج العضلى وظيفته .

وتحتوى الليفة العضلية على عدد من العضيات Organells مثل المايتوكوندريا (الأجسام الخيطية) وأجسام جولجى والأجسام المحللة والليفات . وتتضافر جميع العضيات لتمكن الخلية من القيام بوظيفتها .

وتتكون العضيات ـ كالليفات Fibrils مثلا ـ من الجزيئات الضخمة Macromolecules التى تتفاعل مع بعضها فى ظروف خاصة لتسبب تقلص الألياف العضلية .

وتتكون الجزيئات الكبيرة ـ مثل البروتينات والدهون والسكريات والأحماض النووية من وحدات أصغر مثل الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية وأحاديات التسكر والنيوكليوتيدات على التوالى .

وتتكون الوحدات كما تتكون باقى المركبات الموجودة فى المادة الحية من ذرات العناصر المختلفة وخاصة الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والفوسفور والكبريت (وتكون هذه العناصر الكلمة CHNOPS) علاوة على بعض العناصر الأخرى بنسب أقل بكثير.

ويبين الشكل التخطيطى (١) علاقة هذه المستويات التركيبية بالمساقات العلمية المختلفة فى مجال علوم الحياة، ووسائل دراسة كل منها والأبعاد التى تقع فى حدودها .

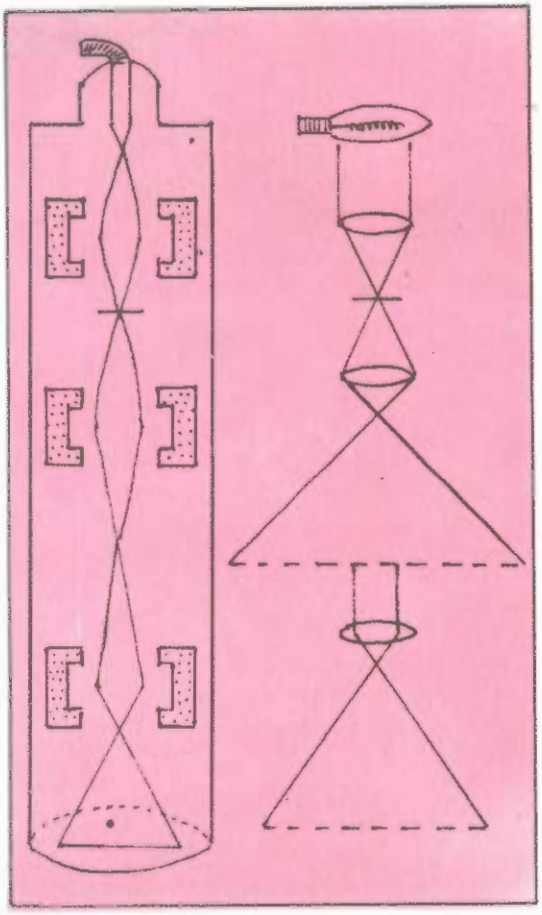
وسائل الدراسه
الحقول الدراسية
المستويات التركيبيه
الابعاد التركيبية
متر
m.
١٠ -
الكائن الحى Organism
١٠٠٠ -
الأجهـزة Systems
١٠٠ -
ملليمتر
mm.
١٠ -
الأعضـاء Organs
١٠٠٠ -
الأنسـجة Tissues
١٠٠ -
ميكرومتر
µm.
الخلايـا Cells
١٠ -
العضيـات Organells
١٠٠٠ -
١٠٠ -
نانومتر
nm.
١٠ -
الجزيئات الضخمة
Macromolecules
الوحـدات Monomers
١ -
الـذرات Atoms
٠,١ -
الدقـائق Particles
علم التشريح
Anatomy
علم الأنسجة
Histology
علم الخلية
Cytology
البيولوجيا الجزيئية
Molecular Biology
علـوم الكيميـاء
Chemistry
(العين المجردة)
(المجهر الضوئى)
(المجهر الالكترونى)

شـــكل (٤)

الفصل الثاني

المجاهر

Microscopes



الفصـــل الثـــانى
المجـــاهـــر
Microscopes

ليس من الممكن دراسة الأنسجة والخلايا بالعين المجردة. وذلك لأن الخلايا فى معظمها صغيرة جدا ومعامل انكسار محتوياتها كثير التقارب مما يجعلها شفافة تقريبا. ولذلك فقد تأخر ظهور علم الأنسجة والخلايا الى مابعد ظهور المجاهر فى النصف الثانى من القرن السابع عشر وكذلك التقدم فى اكتشاف واستعمال الصبغات التى بها أمكن تمييز محتويات الأنسجة والخلايا.

ويوجد فى الوقت الحاضر أنواع مختلفة من المجاهر، فهناك المجهر الضوئى وتحوراته. وهى مجاهر يستخدم فيها الضوء المرئى كمصدر للاضاءة. وهناك أيضا المجاهر الالكترونية التى يستخدم فيها فيض من الالكترونات كمصدر للاضاءة.

المجهر الضوئى Light Microscope

يتركب المجهر الضوئى من عدد من العدسات فى أوضاع متناسبة يقوم بواسطتها بتكوين صورة واضحة ومكبرة للأجسام مستعملاً الضوء المرئى الذى يبلغ متوسط طول موجته حوالى ٥ر٠ من الميكرون أو ٥٠٠ نانومتر (المليمتر = ١٠٠٠ ميكرون، والميكرون = ١٠٠٠ نانومتر). وللمجهر ـ أيا كان نوعه ـ وظيفتان رئيسيتان هما : التوضيح Resolution والتكبير Magnification .

ويتركب المجهر الضوئى من مجموعة من العدسات الشيئية المسئولة عن عملية التوضيح ومجموعة من العدسات العينية التى تقوم بتكبير الصورة التى وُضّحت وكُبّرت بواسطة العدسات الشيئية. ذلك علاوة على مجموعة من العدسات التى تكون المكثف والذى يقوم بتجميع الأشعة الضوئية فى نقطة على الجسم المراد تكبيره.

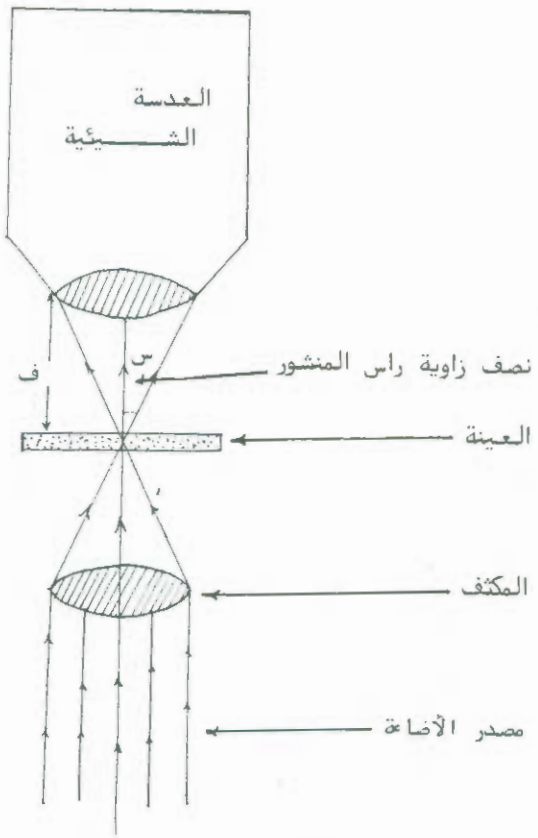
حـد التوضيـح Limit of Resolution

ان مقدرة المجهر على توضيح وتكبير الأشياء الصغيرة ليست بغير حدود. فهذه المقدرة تعتمد على عاملين أساسيين هما :

١ ـ طول موجة الضوء المستعمل « λ » فكلما قصرت طول موجة الضوء كلما زادت قدرة المجهر على التوضيح وقل حد توضيحه. ومن المعروف ان الضوء المرئى يتكون من عدد من الألوان لكل منها طول موجى خاص. فاللون الأحمر أطولها (٧٠٠ نانومتر)، والبنفسجى أقصرها (٣٠٠ نانومتر) ويقع اللون الأزرق

متوسطا بينهما بطول موجى حوالى ٥٠٠ نانومتر. والضوء الأبيض هو خليط من الألوان المرئية وله متوسط طول موجى ٥٠٠ نانومتر تقريبا.

٢ - القيمة الرقمية لفتحة العدسة الشيئية (N.A.) Numerical Aperture ولكل عدسة شيئية قيمة رقمية تعبر عن كمية الضوء التى تدخل من فتحتها والتى تكون منشورا قمته عند الجسم المرئى وقاعدته فتحة العدسة الشيئية. وتعتمد القيمة الرقيمة (N.A.) للعدسة الشيئية على مقدار زاوية رأس المنشور (س فى شكل٢).



شكل (٢) مسار الأشعة في شيئية المجهر الضوئي

فكلما قلت المسافة «ف» بين الجسم والعدسة كلما زادت زاوية رأس المنشور. ولترجمة قيمة الزاوية بالأرقام فقد اعُتبر جيب نصف زاوية رأس المنشور «حاس» هو المقدار العددى لكمية الضوء الصادر من الجسم والتى تدخل الى العدسة.

وتزداد قيمة جاس كلما قلت المسافة «ف» حتى تقترب من ١ صحيح عندما تقترب «ف» من الصفر. وتكون الزاوية «س» فى هذه الحالة تقريبا ٩٠°.

كما تعتمد كمية الضوء الداخلة الى العدسة الشيئية على معامل انكسار الوسط الذى يمر فيه الضوء. وكلما اقترب معامل انكسار الوسط من معامل انكسار الزجاج كلما قلت كمية الضوء المشتت وكلما زادت القيمة الرقمية N.A. للعدسة الشيئية.

وتمثل المعادلة التالية القيمة الرقمية .N.A للعدسة الزيتية للمجهر الضوئى ، وهى أقوى العدسات توضيحا فى هذا المجهر.

N.A. = حاس × ك

(حيث ك معامل انكسار الزيت)

وبالتعويض تكون القيمة الرقمية للعدسة الزيتية ٩ر٠ × ٦ر١ أى ٤ر١ .

وحيث أن حد التوضيح للعدسة الشيئية يتناسب طرديا مع الطول الموجى λ للضوء وعكسيا مع .N.A

$$\therefore \text{حد التوضيح} = \frac{\text{ث} \times \lambda}{\text{N.A.}} \quad \text{حيث ث ثابت التوضيح}$$

وباستعمال الضوء الأبيض (أو الأزرق) حيث λ = ٥٠٠ نانومتر.
واستعمال العدسة الزيتية حيث .N.A = ١ر٤ وحيث ثابت التوضيح ٦١ر٠ وبالتعويض بهذه القيم فى المعادلة السابقة :

$$\text{حد التوضيح للعدسة الشيئية الزيتية} = \frac{٦١ر٠ \times ٥٠٠}{١ر٤} = ٢٢٠ \text{ نانومتر (٢٢ر٠ من الميكرون)}$$

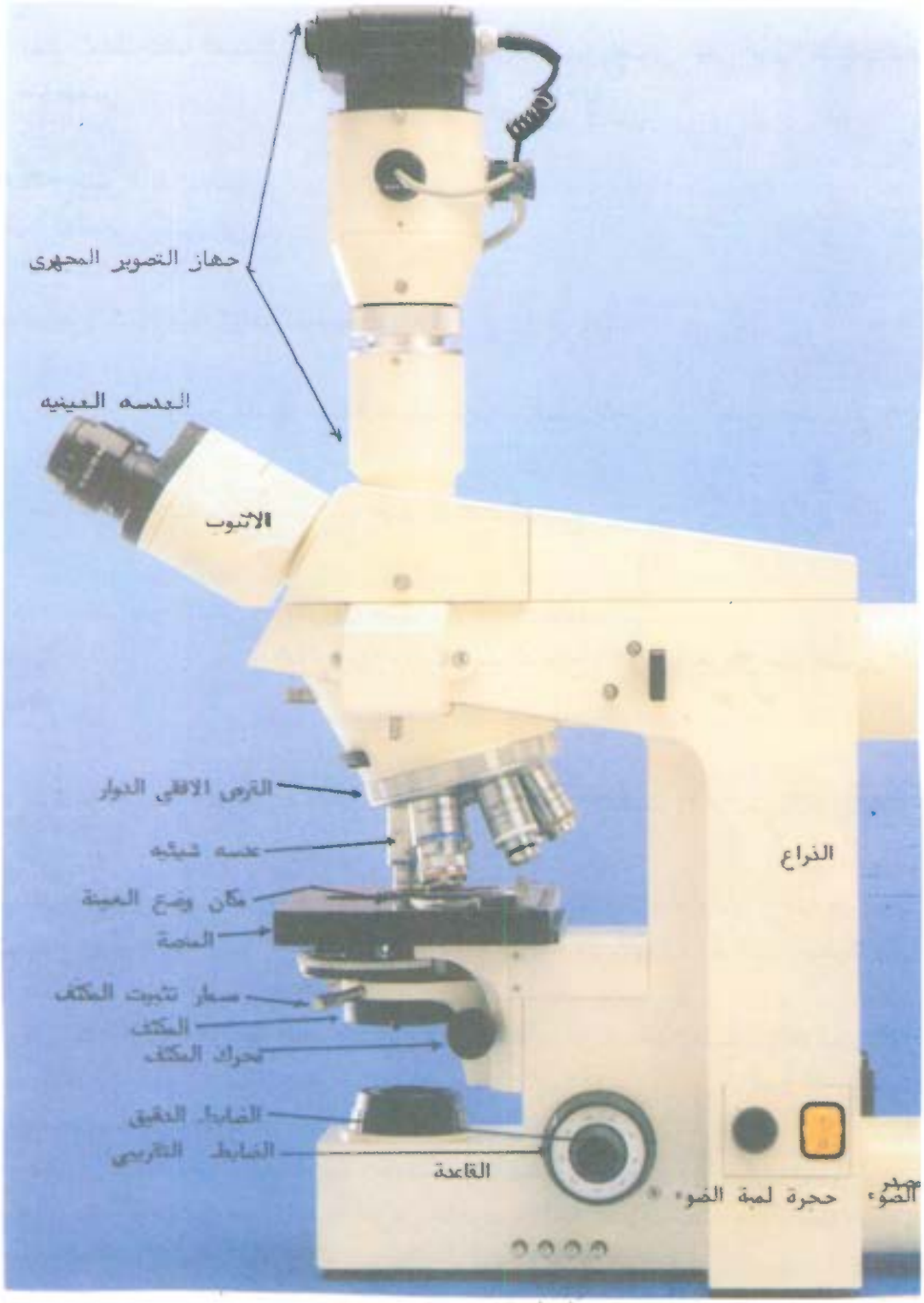
ومن المعروف أن حد توضيح العين البشرية السليمة المجردة هو حوالى ١٠٠ ميكرون (١ر٠مم) حيث لايمكن للانسان ان يرى الأجسام التى تكون أقطارها أقل من ١٠٠ ميكرون ولايمكنه ايضا تمييز الخطوط أو النقاط التى تفصلها مسافات أقل من هذا الحد.

وعلى ذلك يكون حد توضيح المجهر الضوئى ٤٠٠ مرة تقريبا أقل من حد توضيح (رؤية) العين المجردة. وبمعنى آخر، فان مقدرة التوضيح للمجهر الضوئى تكون أكبر ٤٠٠ مرة من مقدرة العين المجردة ويلاحظ أن قدرة التوضيح هى معكوس حد التوضيح.

ويمكن الآن تعريف حد التوضيح بأنه «أقل مسافة بين نقطتين أو خطين عندها يمكن رؤيتهما متميزين». أى أن أى خطين أو نقطتين تفصلهما مسافة أقل من حد توضيح المجهر تظهران خطاً واحداً أو نقطة واحدة.

التكـــبير Magnification

التكبير هو الوظيفة الثانية التى يقوم بها أى مجهر. فالعدسة الشيئية تقوم بتوضيح الأجسام الصغيرة ثم تكبيرها حتى يمكن للعين البشرية أن تراها. أى تكبرها حتى تصل الى حد رؤية العين. ولذلك فان الحد الأدنى للتكبير لأية عدسة شيئية يساوى حد رؤية العين مقسوما على حد توضيح تلك العدسة.



شـــكل (٣) المجـــهر الضـــوئي العـــادى

ففى حالة العدسة الزيتية يكون التكبير الأدنى هو $\frac{١٠٠}{٠٫٢٢}$ = ٤٠٠ مرة تقريبا .

وتقوم العدسات العينية باضافة قدر من التكبير حتى يمكن للعين أن ترى الصورة بوضوح أكثر. ويسمى التكبير الذى يزيد عن مائة ضعف القيمة الرقمية لأية عدسة بأنه تكبير أجوف ـ Empty magnification أى تكبير غير مصحوب بتوضيح اضافى .

المجهر المميّز Phase Contrast Microscope

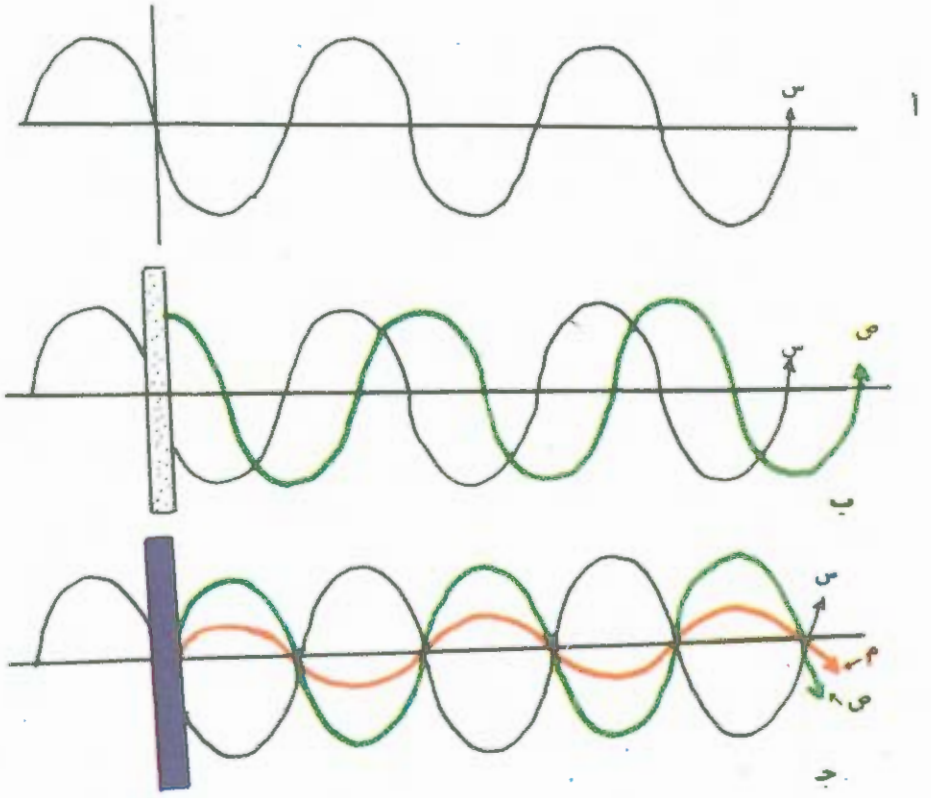
بالرغم من أن محتويات الخلايا تكون شفافة تقريبا، الا أنها تقوم باحداث تغيير فى موجات الضوء النافذ منها، الا ان هذا التغيير لايكون كافيا لتمكين العين من التمييز بين هذه المحتويات.

ويقوم المجهر المميّز بتضخيم التغيير الذى تحدثه محتويات الخلايا والأنسجة ليصبح كافيا لاحداث فرق واضح فى مدى اضاءة أو عتامة هذه المحتويات مقارنة بما حولها. ويبين شكل (٤) مايحدث لشعاع ضوئى ينفذ من ثلاث مواد تختلف فى مدى نفاذيتها للضوء.

فى الحالة «أ» ـ حيث الجسم شفاف تقريبا وتماثل كثافته كثافة الوسط المحيط به ـ تنفذ منه الأشعة مع حدوث تأخير قليل جداً لايمكن تمييزه عن الأشعة المارة فى الوسط المحيط.

فى الحالة «ب» ـ حيث الجسم أكثر كثافة ـ حدث تأخير للأشعة التى مرت به ممثلة بالشعاع ص بالمقارنة بالأشعة التى مرت بالوسط والممثلة بالشعاع س.

فى الحالة «جـ»، تم استعمال المجهر المميّز الذى تسبب فى تأخير الأشعة بمقدار ربع طول موجة أخرى عما كان عليه الحال فى الحالة «ب». وينتج عن ذلك شعاع «م» له نفس طول الموجة الأصلية س، ولكنه أقل عمقا ولذلك فان الجسم يظهر داكنا بالمقارنة للوسط المحيط به والذى يظهر أكثر اضاءة.



شكل (٤) مسار الضوء في ثلاثة أجسام مختلفة الكثافة . الشرح التفصيلي في سياق الموضوع

وتدرك العين البشرية الاختلاف فى طول موجات الضوء على صورة الألوان المختلفة بينما تدرك الاختلاف فى ارتفاع الموجات على صورة دكانة الأجسام (أى بياضها وسوادها).

ويزداد تأخر موجات الضوء بازدياد معامل انكسار المواد بالمقارنة بمعامل انكسار المادة المحيطة بها. ولايختلف المجهر المميز عن المجهر الضوئى العادى الا فى وجود قرصين فى مسار الضوء، أحدهما فى مستوى تحت المكثف والآخر فى مستوى البؤرة الخلفية للعدسة الشيئية. ووظيفة هذين القرصين هى زيادة التأخر فى الموجات الصادرة من محتويات الخلية فتزداد دكونة وتصبح مرئية بوضوح.

ويساعد المجهر المميز فى دراسة الخلايا الحية دون الحاجة الى تثبيتها وصباغتها. وبذلك يمكن مشاهدة الانقسام الخلوى وحركة الكروموسومات وتكون المغزل الميتوزى وذلك فى مزارع الأنسجة Tissue cultures

وهناك أنواع أخرى من المجاهر التى تشبه المجهر الضوئى أيضا ولكن مع تحورات بسيطة. وكلها تساعد على دراسة الخلايا والكائنات الدقيقة وهى حية وتعمل هذه المجاهر بنفس فكرة المجهر المميّز مع بعض الاختلافات.

ومن هـذه المجـاهـر :

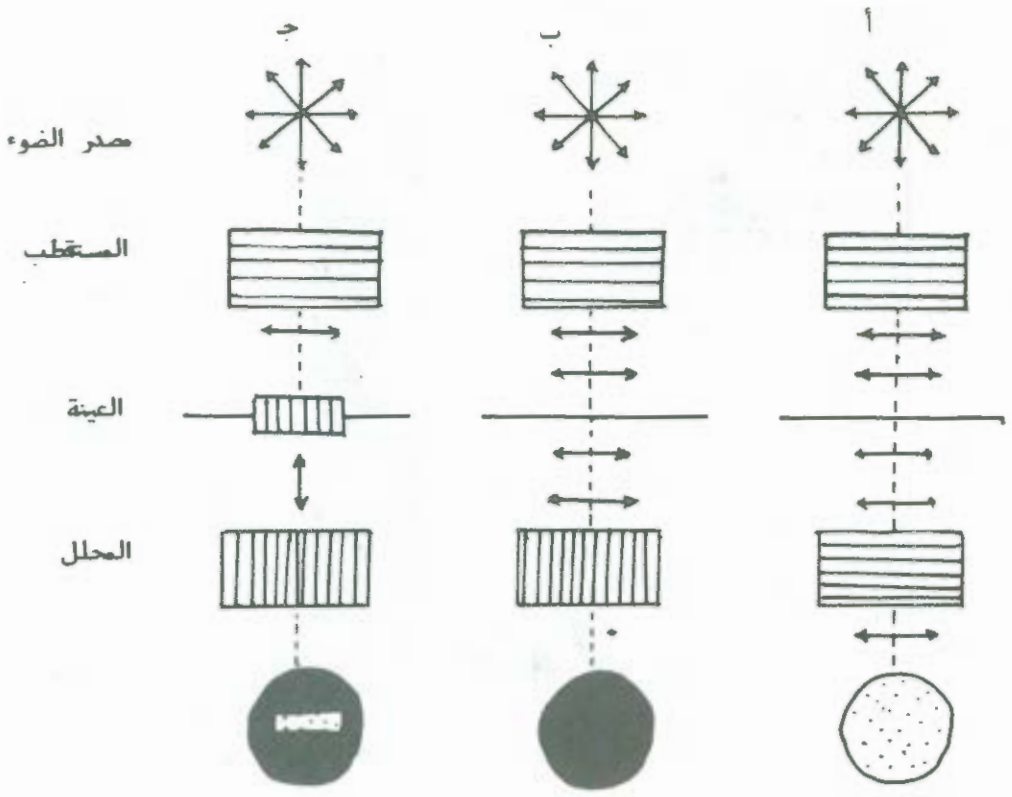
المجهر التداخلى Interference Microscope ويساعد على رؤية الخلايا وقد انعكست منها ألوان مختلفة وكأنها مصبوغة. وبواسطته يمكن قياس سمك محتويات الخلية.

المجهر ذو المجال المظلم Dark Field Microscope ويساعد على رؤية الكائنات الدقيقة والمكونات الصغيرة للخلايا التى تصغر عن حد توضيح المجهر الضوئى العادى. وذلك لأن هذه الأشياء ترى بانعكاس أشعة تسقط على الأجسام المرئية من حواف المكثف (الذى تم طلاؤه بطلاء داكن فيما عدا حوافه) فلا يدخل منها الى العدسة الشيئية سوى ماينعكس على الأجسام السابحة فى المادة الشفافة المحيطة وبذلك تظهر هذه الأجسام مضيئة فى وسط داكن.

المجهر المستقطب Polaryzing Microscope ويساعد على دراسة المكونات الخلوية والنسيجية التى تتميز بخاصية تحوير الضوء المستقطب. ويشبه هذا المجهر المجهر الضوئى العادى إلا أنه قد وضع فيه مستقطب Polarizer عند المكثف، ومحلل Analyzer بعد العدسات الشيئية (شكل ٥).

ويقوم المستقطب بتغيير الضوء العادى الذى يتذبذب فى جميع الاتجاهات فيجعله يتذبذب فى اتجاهين فقط وعندئذ يسمى بالضوء المستقطب، ويظهر للعين خافتا مقارنا بالضوء العادى. وعندما يمر الضوء المستقطب من المحلل يختفى تماما ويظهر حقل الرؤية فى المجهر حينئذ مظلما.

واذا وضعت العينة المراد دراستها فى مسار الضوء المستقطب فان مكوناتها ذات القدرة على تعديل الضوء المستقطب (وتسمى مزدوجة الانكسار Birefringent) تقوم باعادة الضوء المستقطب الى حالته الطبيعية بينما لاتقوم المكونات الأخرى بذلك. وبمرور الضوء بعد ذلك من خلال المحلل تنفذ منه الأشعة التى مرت بالمكونات المزدوجة الانكسار فتظهر مضيئة بينما الوسط المحيط بها يبقى مظلما.



شكل (٥) مسار الضوء في المجهر المستقطب
أ- المستقطب في نفس اتجاه المحلل وبدون عينة. قللت اضاءة الحقل.
ب - المستقطب في عكس اتجاه المحلل وبدون عينة. أصبح حقل الرؤية مظلماً.
جـ - المستقطب في عكس اتجاه المحلل مع وجود عينة مزدوجة الانكسار. تظهر صورة العينة مضيئة بينما باقي حقل الرؤية يظل مظلماً.

المجهر الالكتروني Electron Microscope (E.M.)

بعد ان وصل حد التوضيح فى المجهر الضوئى الى أقل قدر ممكن وهو ١ر٠ من الميكرون (وذلك فى المجهر الذى تستعمل فيه الأشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجى الذى يصل الى ٢ر٠ من الميكرون) صار من الضرورى البحث عن جهاز جديد يكون مصدر الضوء فيه أشعة ذات طول موجى قصير، فكانت الالكترونات هى الضالة المنشودة.

شكل (٦) المجهر الالكتروني "Jeol"
أ ـ النافذ
ب ـ الماسح

ومن المعلوم انه عندما يمر تيار كهربى ذو جهد عال فى سلك رفيع من التنجستون فانه ينطلق من هذا السلك فيض من الالكترونات المسرّعة ذات الطول الموجى القصير جدا . وكلما زاد جهد التيار الكهربى المار فى السلك كلما تسرّعت الالكترونات اكثر وقصُرت موجتها كما يتضح من المعادلة الآتية :

$$\text{طول الموجة (بالنانومتر)} = \frac{\text{ثابت (وهو ١٫٢٢)}}{\text{الجذر التربيعي للجهد بالفولت}} \times ٠٠٠٠٠ \quad (٢)$$

ولقد تم تصميم عدة أنواع من المجاهر الالكترونية التى يستعمل فيها فيض من الالكترونات الذى يمكن التحكم فى طول موجته وقوة نفاذيته يمر فى فراغ كامل بين مجالات كهرومغناطيسية تعمل عمل العدسات ويمكن التحكم فى قوتها بتغيير شدة التيار الكهربى المار بها فتكون صورة واضحة ومكبرة جداً للعينة.

وتنطبق معادلة حد التوضيح التى ذكرت من قبل عند الحديث عن المجهر الضوئى على المجهر الالكترونى أيضا.

فعندما يستخدم تيار كهربى ذو جهد فى حدود ٢٠٠ ٠٠٠ فولت فان طول موجة الالكترونات الناتجة من ذلك محسوبة بواسطة المعادلة السابقة (٢) يكون ٠ر٠٠٢٧ نانومتر.

$$\text{حد التوضيح فى هذه الحالة} = \frac{\text{٠ر٦١} \times \text{١}}{\text{N.A.}} = \frac{\text{٠ر٦١} \times \text{٠ر٠٠٢٧}}{\text{٠ر١٠}} = \text{٠ر١٦ نانومتر تقريبا}$$

ويلاحظ ان المقدار الرقمى للعدسات الشيئية المغناطيسية صغير جدا مقارنا بالمقدار الرقمى للعدسات الزجاجية.

وعلى ذلك فان المجهر الالكترونى يمكنه توضيح الأجسام التى يصل قطرها الى حوالى ٠ر١ نانومتر ويكون بذلك قادرا على تكبير هذه الأجسام الى حوالى ٥٠٠ر٠٠٠ مرة وأكثر.

وهناك ثلاثة أنواع من المجاهر الالكترونية :

١ - **المجهر الالكترونى النافذ** Transmision E.M. (TEM) وفيه تنفذ الالكترونات خلال العينة المدروسة فتتكون لمحتوياتها صورة واضحة ومكبرة على شاشة قاعدة المجهر.

٢ - **المجهر النافذ ذو الجهد العالى** High Voltage E.M. (HVEM) ويستعمل فيه تيار كهربى قد يصل جهده الى مليون فولت. وينتج عن هذا التيار العالى الجهد فيض من الالكترونات فائق السرعة ذو مقدرة فائقة على النفاذ خلال المواد المدروسة دون أن يتسبب فى رفع درجة حرارتها. وذلك يتيح امكانية دراسة خلايا كاملة دون الحاجة الى شرائح دقيقة جدا كما تستدعى الضرورة عند تحضير العينات للمجهر النافذ العادى.

كما يتيح المجهر العالى الجهد أيضا الفرصة لتصوير العينات بأبعادها الثلاثة (مجسمة)، وقد يتيح أيضا الفرصة لدراسة الخلايا الحية فى مزارعها محققا بذلك حلما طالما راود البيولوجيين.

٣ - **المجهر الالكترونى الماسح** Scanning E.M. (SEM) . ويمكن باستخدامه دراسة أسطح الأجسام بعد طلائها بمواد معدنية عاكسة للالكترونات مثل البلاتين والفضة والذهب ويقوم شعاع الكترونى بمسح سطح العينة ذهابا وإيابا وينعكس الى جهاز يشبه مُرسل التليفاز مكوّنا صورة واضحة ومكبرة لسطح العينة على شاشة تليفازية (شكل ٦ب).

الفصل الثالث

التحضيرات المجهرية

Microscopical Preparations

الفصـــل الثـــالث
التحضيرات المجهـرية
Microscopical Preparations

من الطبيعى أن يتمنى البيولوجيون أن تتاح لهم فرصة دراسة الخلايا والأنسجة وهى حية ليتمكنوا من الـوقـوف على تركيبها وأنشطتها وطرق عملها أثناء حياتها. الا ان هذا المطلب صعب المنال. لأن الخلايا والأنسجة تبدأ فى التحلل بمجرد أن تنفصل عن جسم الكائن للأسباب التالية :

١ ـ انقـطاع مد الاكسيجـين عن النسيج مما يسبب تكسر أغشية الأجسـام المحللة أو الليسـوسـومـات Lysosomes فتنـطلق منهـا الانـزيمات الهـاضمة لتحلّل الخلايا فيما يسمى بعملية التحلل الذاتى Autolysis .

٢ ـ تبخر الماء من الأنسجة مما يسبب جفافها.

٣ ـ تكالب الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا على الأنسجة فتصاب بالتعفن.

وفى محاولات للحفاظ على الخلايا حية بعد فصلها من الكائن الحى، قام العلماء بزرع الخلايا والأنسجة بعـد تهيئـة كافّة الظروف المشابهة لظروف البيئة الداخلية للكائن من درجة حرارة ورقم هيدروجينى، مع امدادها بكل حاجاتها من مواد غذائية وأكسيجين، كل ذلك فى جو معقم بعيد عن الميكروبات الضارة.

وقـد أمكن زراعة العديد من أنواع الخلايا والحفاظ عليها فى مزارع متوالية جيلا بعد جيل فيما يسمى بالخطوط الخلوية Cell lines وذلك لعدة سنوات.

وقد أتاحت زراعة الخلايا دراسة الجوانب التركيبية والوظيفية المختلفة لهذه الخلايا باستخدام بعض المجاهر المميّزة وذات الحقل المظلم. ومن الجوانب التى أفادت فيها زراعة الخلايا والأنسجة الى حد كبير الدراسات الوراثية والتميّزية والنموّية.

ومن عيوب زراعة الخلايا أنها تصاب ببعض التشوهات مثل صغر الحجم وتعدد المجموعات الجينية Polyploidy ، هذا بالاضافة الى أن سمك الخلية لايسمح بدراسة تفاصيل عضياتها.

من أجل ذلك تعامل الخلايا والأنسجة معاملات خاصة من أجل تحضير عينات قابلة للدراسة التفصيلية وذلك باستعمال مواد مثبتة Fixatives تحافظ على الخلايا فى حالة قريبة الشبة من الحالة الحية.

التثبيـــت Fixation

هى طريقة لتوقيف العمليات الحيوية بمجرد فصل الخلايا عن الكائن وذلك بوضعها فى مواد مثبتة، على ألا تتسبب هذه المثبتات فى احداث تغيرات جوهرية فى تركيب الخلايا والأنسجة.

ويقوم المثبت فى الواقع بالتأثير على بروتينات الخلية، فيحوّلها الى مواد غير قابلة للذوبان فى المحاليل التى تستعمل فى خطوات التحضير التالية؛ ويتـم ذلك بطـريقـتين :

أ ـ **الترسيب** : وذلك بتحويل البروتينات الجلوبيولينية السيتوبلازمية القابلة للذوبان الى بروتينات غير قابلة للذوبان فتترسب على هيئة ألياف دقيقة. ومن أمثلة المثبتات المرسبة للبروتينات : الكحولات، وبعض الاملاح مثل كلوريد الزئبق، والأحماض مثل حمض البكريك Picric acid وحمض الخليك Acetic acid .

ب ـ **عدم الترسيب** : وذلك بتحويل البروتينات الى مركبات حبيبية صغيرة جدا غير قابلة للذوبان ولكن بدون ترسيبها. ومن المثبتات غير الترسيبية : الالدهيدات مثل الفورمالدهيد والجلوتيرالدهيد، ورابع أكسيد الأزميوم Osmium tetroxide والأخير من المثبتات الأساسية لتحضير العينات للمجهر الالكترونى. وذلك لان معدن الازميوم الثقيل يترسب على الأغشية الخلوية فيجعلها متميّزة وذلك علاوة على عمل هذا المركب كمثبت فعال.

ولكل نوع من المثبتات ميزاته التى تجعله مفضلا حسب المستهدف من التحضيرات. وفى الغالب يستعمل خليط من مواد مرسبة وأخرى غير مرسبة وذلك للحصول على أفضل النتائج.

بعد انتهاء عملية التثبيت، تمرّر العينات فى محاليل مختلفة حتى تصل الى مرحلة التقطيع وذلك حسب الخطوات التالية :

١ ـ **الغَسْـــل** Washing ويكون بالماء أو بغيره من مواد لإزالة بقايا مواد التثبيت حتى لاتتفاعل مع المواد المستعملة فى المراحل التالية.

٢ ـ **التجفيف** Dehydration وذلك بتمرير العينات فى تركيزات متصاعدة من الكحول الإثيلى الذى يقوم بسحب الماء تدريجيا من الخلايا. وعند نهاية هذه الخطوة يكون الكحول قد حل تماما محل الماء الموجود فى الخلايا والأنسجة.

٣ ـ **التـرويـق** Clearing وذلك بوضع العينات فى مادة مروّقة لتحل محل الكحول وتقوم على جعل العينات رائقة أو شفافة. ومن المواد المروّقة : الزيلين، والتلوين، والبنزين، وبعض الزيوت الخاصة مثل زيت خشب الأرز Cedar-wood oil .

٤ ـ **التشـريب** Imprignation وذلك باستعمال الشمع المنصهر عند درجة ٦٠° وبذلك يحل الشمع السائل محل المروّقات، وتصبح مكونات الخلايا والأنسجة محاطة تماما بالشمع المنصهر بدلا من الماء وفى حالة تكون أقرب الى حالتها وهى حية.

٥ ـ **الطمـــر** Embedding وذلك بنقل العينات الى شمع نقى منصهر الذي يترك ليبرد فيتحوّل الى كتلة صلبة تحتوى على العينة بداخلها.

التقطيـــع Microtomy

تثبت قوالب الشمع التى تحتوى بداخلها على العينات فى جهاز خاص يسمى المقطّع الدقيق أو الميكروتوم Microtome (شكل ٧) ثم يتم عمل قطاعات رقيقة بسمك يتناسب مع الغرض من التحضيرات.

فاذا كان الغرض من التحضيرات دراسة المكونات النسيجية من خلايا ومواد خلالية، فيجب ان تكون القـطاعـات بسمك خلية واحدة من هذا النسيج. وحيث أن معظم الخلايا تكون بسمك ١٠ ميكرونات تقريبا، فان السمك المناسب لمثل هذه التحضيرات يكون فى حدود ٨ ـ ١٠ ميكرونات. وفى هذه الحالة نضمن

شكل (٧) المقطعات الدقيقة أ- المقطع الشمعي ب- المقطع فائق الدقة

الا نرى صفوفا من الخلايا المتراصة فوق بعضها بل يكون القطاع عبارة عن صف واحد من الخلايا.

أما اذا كان النسيج يحتوى على خلايا أسمك من ١٠ ميكرونات (مثل النسيج العصبى حيث يبلغ سمك الخلايا العصبية ٤٠ ميكروناً أو أكثر) فمن الضرورى أن تكون القطاعات بسمك يتناسب مع سمك الخلايا، حتى يمكن دراسة هذه الخلايا وتفرعاتها فى وقت واحد.

وعندما يكون الهدف من التحضيرات هو دراسة عضيات الخلايا ومحتوياتها الأخرى، فانه يكون من المناسب عمل قطاعات أرق من سمك الخلايا، فقد يبلغ سمك مثل هذه القطاعات ميكرونا واحدا.

ولان دراسة الخلايا بالمجهر الالكترونى تستدعى عمل قطاعات قد يصل سمكهاالى أقل من ٠٫٠٢ من الميكرون (٢٠ نانومتر) حتى يمكن لفيض الالكترونات ان ينفذ خلالها، فان مادة بلاستيكية خاصة تستعمل للطمر بدلا من الشمع. كما يستعمل جهاز تقطيع خاص أكثر دقة من ذلك المستعمل فى تقطيع القوالب الشمعية ويسمى المقطع فائق الدقة (أُلْتراتوم) Ultratome (شكل ٧ب).

الصبـــاغة Staining

هى وسيلة لزيادة مقدار التضاد Contrast بين المكونات المختلفة للخلايا والأنسجة، والتى تكون عادة شبه شفافه وهناك عدة طرق لزيادة التضاد فى التحضيرات المجهرية هى :

١ - باستعمال مجاهر خاصة مثل المجهر المميّز Phase contrast microscope فانه يمكن تمييز مكونات الخلايا حسب كثافتها ومقدار معامل انكسارها.

٢ - باستعمال بعض أملاح الفضة. حيث تقوم بعض مكونات الخلية (مثل أجسام جولجى والليفات الدقيقة) أو المواد الخلالية (مثل الألياف الشبكية) بترسيب معدن الفضة فيها وبذلك تتميز عما حولها من تراكيب بسبب دكانتها.

٣ - بإستعمال الصبغـات Dyes والألوان Colors وهى مواد لها خاصية امتصاص بعض مكونات الوان

الطيف والسماح بانعكاس البعض الآخر الذى يجعلها مرئية بلون خاص مميّز. وتعتمد هذه الخاصية على وجود روابط مزدوجة بالتبادل مع روابط منفردة فى جزيئات المادة مما يتيح للالكترونات التذبذب بينها.

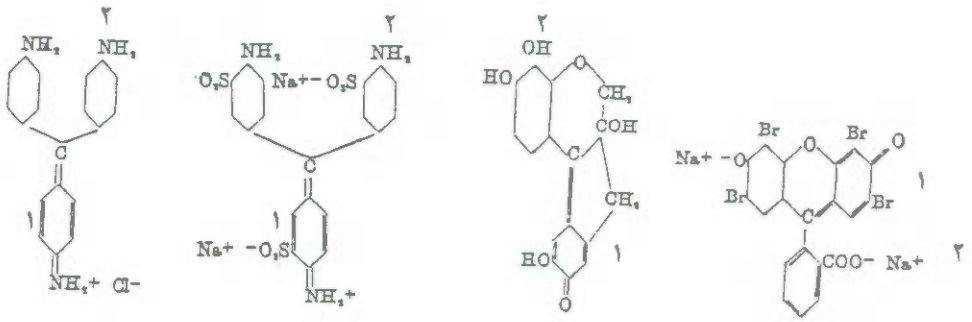
وتتميز الصبغات بوجود مجموعات نشطة فى جزيئاتها مما يجعلها قادرة على الاتحاد مع المادة المصطبغة ولاتنفصل عنها بسهولة. أما المواد الملونة فلا يوجد على جزيئاتها مجموعات نشطة ولذلك فهى لاتتفاعل مع المادة التى تلونها ولكن ترتبط بها بوسائل فيزيقية كالادمصاص Adsorption أو الذوبان. ولذلك فانه بالامكان ازالتها بسهولة.

وتقسم الصبغات حسب طبيعة المجموعات النشطة الموجودة عليها الى الأنواع التالية :

١ ـ صبغات حامضية، وهى التى تحتوى على مجموعات الكربكسليك COOH- أو الكبريتات SO4- أو الفوسفات PO4- ويقوم هذا النوع من الصبغات بصباغة مكونات الخلايا والأنسجة ذات الطبيعة القاعدية، والتى تسمى تبعا لذلك مكونات حامضية الاصطباغ Acidophilic

٢ ـ صبغات قاعدية، وتحتوى على مجموعات الهيدروكسيل OH- أو الأمين NH2- . ويقوم هذا النوع من الصبغات بصباغة مكونات الخلايا والأنسجة ذات الطبيعة الحامضية مثل الأحماض النووية والمواد المخاطية الحامضية وتسمى هذه المواد بقاعدية الاصطباغ Basophilic ومن أمثلة الصبغات الحامضية مادة الإيوسين ومن الصبغات القاعدية مادة الهيماتوكسلين.

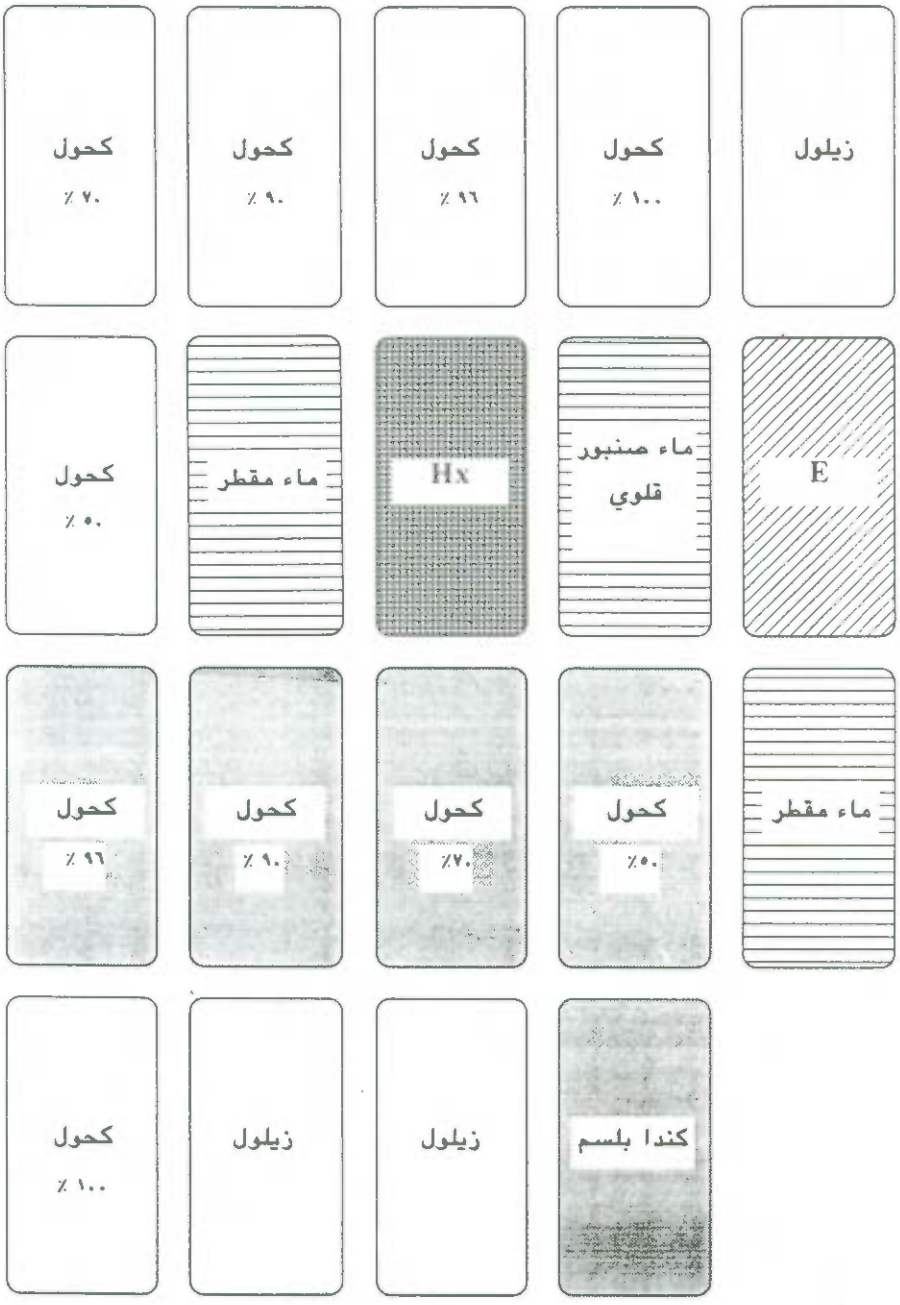
وهناك بعض مكونات الخلايا والأنسجة التى تصطبغ بكل من الصبغات الحامضية والقاعدية ولذلك فهى تسمى متعادلة الاصطباغ Neutrophilic ومن أمثلتها حبيبات الخلايا الدموية البيض المتعادلة الاصطباغ.



الفوكسين القاعدى الفوكسين الحامضى الايوسين الهيماتوكسلين المؤكسد

basic fuchsin acid fuchsin eosin haematin

١ــ الجزء المسبب للّون chromophore ٢ــ الجزء المثبت للّون auxochrome



شكل (٨) بطارية لصباغة عينة شمعية بالهيماتوكسلين (Hx) والايوسين (E)

طرق الكيمياء النسيجية Histochemical Methods

هى طرق تعتمد على استعمال بعض التفاعلات المعروفة للكشف عن بعض المكونات الكيميائية للأنسجة وتحديد موقعها بدقة فى الخلايا أو فى الأنسجة.

وهناك شروط هامة يجب أن تراعى عند استعمال طرق الكيمياء النسيجية هى :

أ - أن يكون التفاعل المستعمل يتصف بخصوصية Specificity عالية نحو المادة المطلوب الكشف عنها ومعرفة موقعها بالتحديد.

ب - أن يكون التفاعل حساسا للمقادير الصغيرة لانه يستعمل على قطاعات رقيقة ولذلك فهى تحتوى على كميات ضئيلة من المواد المراد الكشف عنها.

جـ - ألا تكون المواد المستعملة كاوية أو حارقة، كالقلويات والأحماض القوية حتى لاتتسبب فى تآكل الأنسجة وتحطيمها.

د - ألا يكون من نواتج التفاعل بللورات كبيرة تتسبب فى تمزق الخلايا.

هـ - أن يكون ناتج التفاعل مرئيا، كأن يكون ملوّناً أو قابلاً للتلوين أو أن يكون بالامكان رؤيته بأحد المجاهر الخاصة كالمجهر المستقطب أو المجهر الالكترونى.

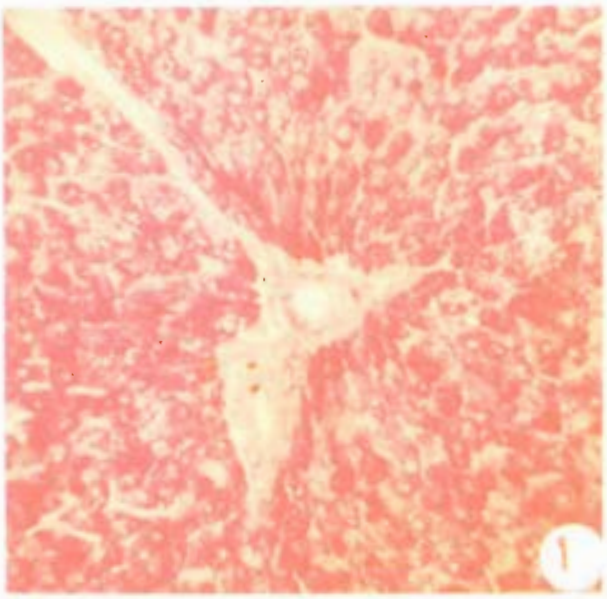
وتنقسم طرق الكيمياء النسيجية الى طرق كيميائية وأخرى فيزيقية.

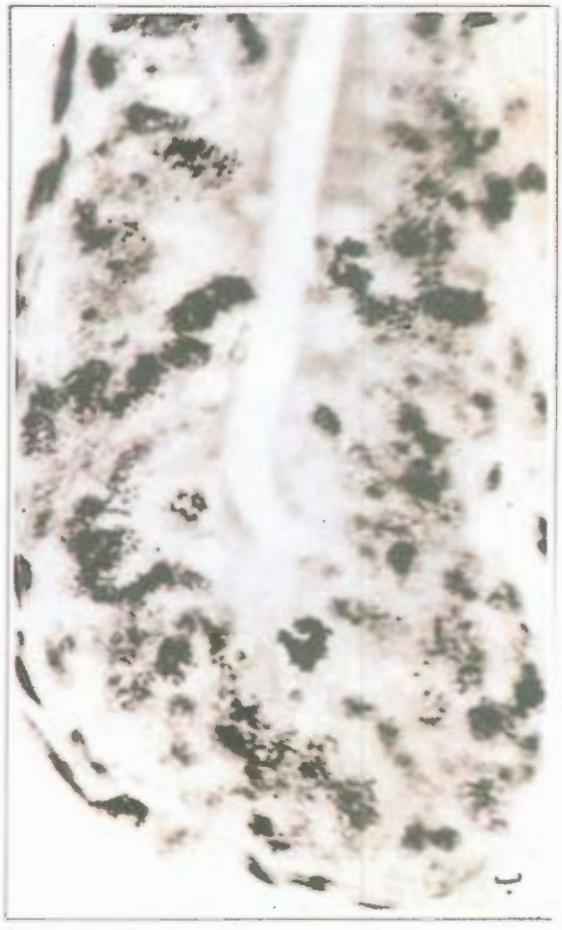
- أما الطرق الكيميائية فهى التى تستعمل فيها تفاعلات معروفة لاظهار مواد خاصة كما يحدث عند الكشف عن الانزيمات باستعمال ركائزها الخاصة، وكذلك الكشف عن مجموعات الألدهيد فى المكونات الخلوية والبينخلوية باستعمال محلول «شيف» Schiff's solution (شكل ٩أ ، جـ).
- وأما الطرق الفيزيقية فهى التى لاتتضمن أية تفاعلات كيميائية، مثل الكشف عن المواد المتبلورة فى الأنسجة باستعمال المجهر المستقطب، ومشاهدة بعض المواد باستعمال الأشعة فوق البنفسجية التى تقوم هذه المواد بامتصاصها ثم تعطى ألوانا فلوريسية خاصة. وهذه المواد التى تشع ألوانا فلوريسية تسمى ذاتية الفلوريسية (ذاتية الاستشعاع) Autoflourescent

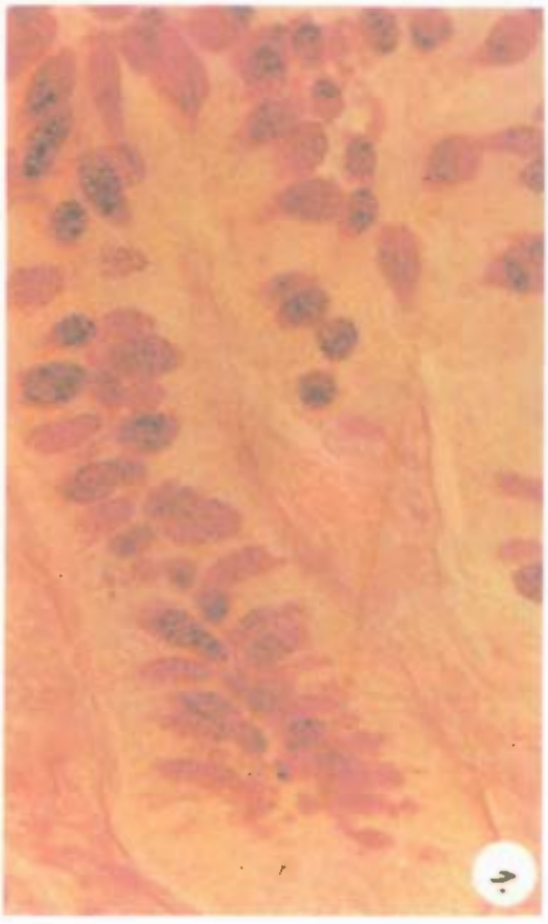
ومن طرق الكيمياء النسيجية الفيزيقية مايلى :

١ - طرق تعتمد على ذوبان بعض الصبغات فى المواد المراد الكشف عنها بمعدل أعلى من معدل ذوبانها فى محاليلها. ومن أمثلة ذلك صبغات «سودان» Sudan stains التى تذوب فى الدهون (السائلة) بمعدل أعلى من معدل ذوبانها فى الكحول. فاذا وضع محلول كحولى لصبغة سودان على عينة بها دهون سائلة، انتقلت صبغة سودان من الكحول الى الدهن مضفية عليه لونها الذى قد يكون برتقاليا أو أزرقا داكنا.

٢ - طرق تعتمد على استعمال الظاهرة المناعية Immunohistochemistry (شكل ١٠) وهى تعتمد على مفهوم أن الأجسام المضادة Antibodies ترتبط فقط بالأجسام الأصلية التى تكونت ضدها بخصوصية عالية فمثلا اذا تم ربط مادة مستشعة (فلوريسية) بالأجسام المضادة التى تكونت ضد مادة المايوسين Myosin (وهو بروتين العضلين الموجود فى الخلايا العضلية) وتم وضع المركب الناتج على عينة ما، فان المركب المستشع يرتبط فقط بالميوسين الذى بذلك يمكن اظهاره دون غيره من المواد وتحديد موضعه فى







شكل (٩) أمثلة من الطرق الكيمياء نسيجية

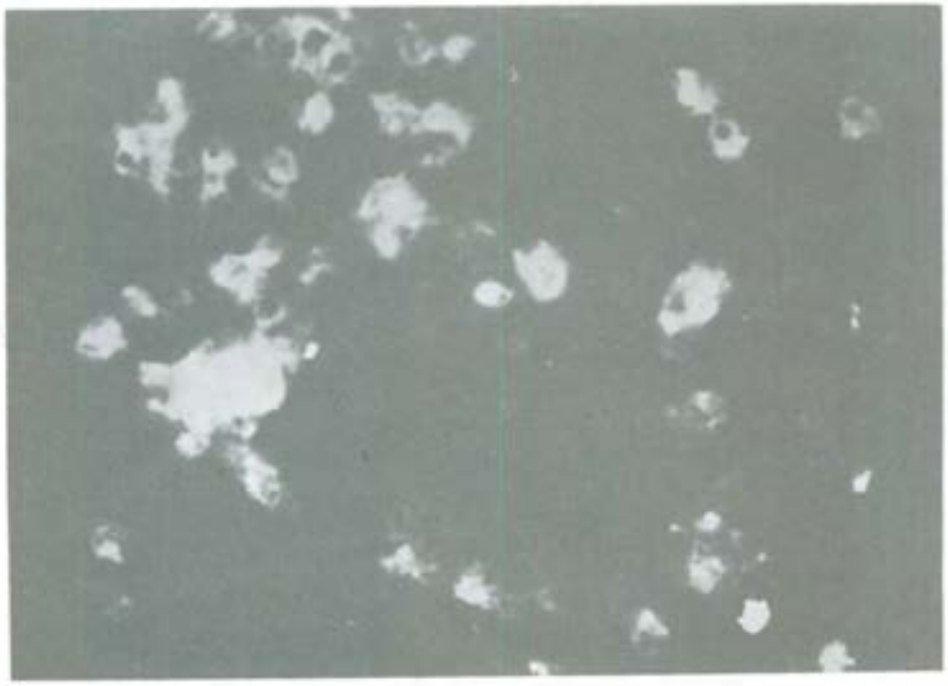
أ ـ حبيبات النشا الحيواني في خلايا الكبد (اللون الأحمر الأرجواني)

ب ـ DNA في خلايا بطانة الامعاء الدقيقة (الحبيبات الداكنة).

جـ ـ المواد المخاطية في الخلايا الكأسية في بطانة الامعاء الدقيقة (اللون الاحمر الأرجواني).

العينة. وبالامكان استعمال هذه الوسيلة لاظهار أية مادة مادام فى الامكان تكوين أجسام مضادة لها (شكل ١٠).

٣ ـ طرق تعتمد على التسجيل الاشعاعى الذاتى Autoradiography وتعتمد هذه الطريقة على أن الكائنات الحية لاتميز بين العناصر ونظائرها المشعة أثناء عملياتها الحيوية فاذا تناول كائن مادة تحتوى على ثيميدين به هيدروجين مشع (تريشيوم) وذلك ضمن غذائه، فسرعان مايدخل الثيميدين المشع فى تركيب مادة الـ DNA فقط وبذلك يصبح الحمض النووى بدوره مشعا، وباستعمال معلّق يحتوى على أملاح الفضة يمكن الكشف عن هذا الـ DNA المشع فى الأنسجة لهذا الكائن، حيث تترسب أملاح الفضة على شكل حبيبات دقيقة فى موضع الاشعاع (شكل ٩ب).

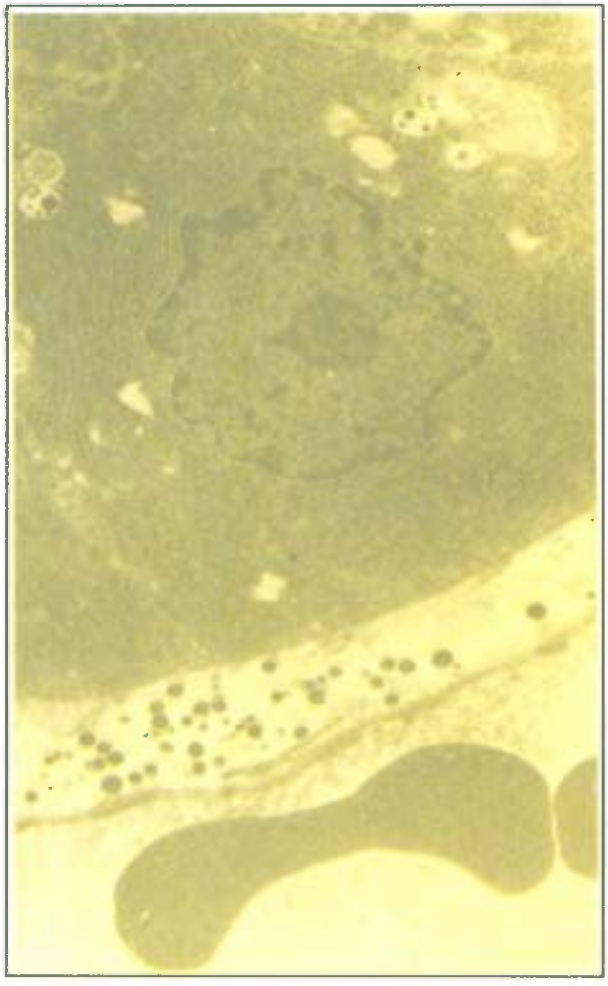


شكل (١٠) الكشف عن المادة المضادة (IgG) في خلايا الكبد باستعمال طريقة الظاهرة المناعية

الفصل الرابع

الخلية الحيوانية

Animal Cell



الفصـــل الـرابـع
الخليـــة الحيـوانيـة
Animal Cell

الخلية هى الوحدة التركيبية والوظيفية للكائنات الحية. فلايمكن ان توجد حياة فى غياب الخلايا. وتتكون الخلية من غشاء خلوى وسيتوبلازم ومادة وراثية.

وهناك نوعان من الخلايا :

- **الخلايا الأولية** Prokaryotic cells وفيها توجد المادة الوراثية على هيئة حمض الـ DNA الموجود سائبا فى السيتوبلازم كما هو الحال فى البكتيريا والبكتيريا الزرقاء.
- **والخلايا الحقيقية** Eukaryotic cells وفيها تكون المادة الوراثية موجودة داخل نواة ويفصلها عن السيتوبلازم غشاءان يمثلان الغلاف النووى. وتتكون أجسام الكائنات الحية (فيما عدا الأوليات) من خلايا منفردة أو متجمعة.

ولقد كان العالم الانجليزى هوك (R. Hooke) هو أول من أطلق اسم «خلايـا Cells » على مكونات الفلين لانه رآها تشبه الحجرات الصغيرة (Cellulae باللاتينية). وفى العشرينات من القرن التاسع عشر اتضح للعالمين Schwann, Schleiden ان جميع الكائنات الحية نباتية كانت أو حيوانية تتكون أجسامها من خلية أو أكثر، وأن الخلية هى الوحدة الأساسية لبناء أجسام الكائنات الحية. ولقد سُمّي هذا التعميم «نظرية الخلية».

وبالرغم من أن خلايا الجسم تختلف من نسيج الى آخر، الا ان هناك صفاتاً عامة وتركيباً جامعاً لكل خلايا الجسم. فأية خلية تتكون من غشاء خلوى وسيتوبلازم ونواة. واذا ما فقدت الخلية أى من هذه المكونات الثلاث لايصح أن تسمى «خلية». فكريات الدم الحمر فى الثدييات، والصفائح الدموية لذلك لاتسمى خلايا.

شـــكل الخليـــة Cell shape

تتخذ الخلايا بعادة شكلاً كروياً مادامت لا تقع تحت تأثير مؤثرات خارجية أو داخلية. وذلك لإن الشكل الكـروى هو أنسب الأشكال لاحتواء قدر معين من السيتوبلازم. الا أن شكل الخلايا يمكن ان يتغير فى حالات معينة كمايلى :

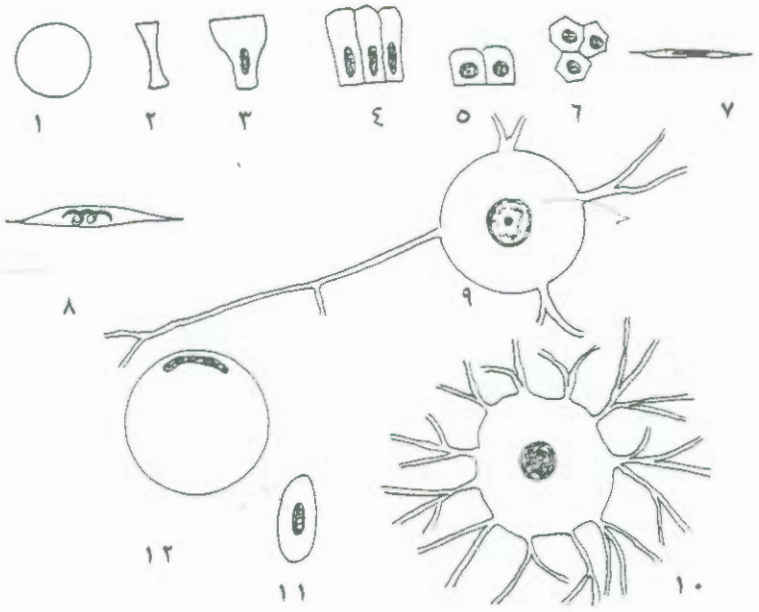
١ ـ عنـدمـا تتزاحم الخلايا تتخذ أشكالا مختلفة حسب اتجاه الضغط عليها؛ فاذا كان الضغط من جميع الجهـات أصبحت الخلايا متعددة الجوانب Polygonal أما اذا كان الضغط فى اتجاه واحد أصبحت الخلية مسطحة (عندما يكون الضغط من أعلى الى أسفل) أو عمودية (اذا كان الضغط عليها من الأجناب).

٢ ـ عندما تتعرض الخلايا للشد أثناء نموها وتميزها فانها تستطيل فى اتجاه الشد كما يحدث فى الخلايا العضلية وفى بطانة الأوعية الدموية.

٣ ـ تتحور الخلايا فتتخذ أشكالا تتناسب مع وظائفها، فكرية الدم الحمراء تصبح مقعرة السطحين، والليفة العضلية تصير طويلة جدا بينما تتفرع الخلية العصبية والخلية الصبغية.. وهكذا.

٤ ـ يتحكم التوتر السطحى للغشاء الخلوى ودرجة لزوجة السيتوبلازم فى شكل بعض الخلايا.

٥ ـ تؤثر كمية الهيكل الخلوى Cytoskeleton وطريقة توزيع مكوناته فى السيتوبلازم على شكل معظم الخلايا المتميزة (شكل ١١).



شكل (١١) أشكال مختلفة للخلايا

١ ، ٢ ـ قرصية مقعرة الوجهين (كريات الدم الحمر في الثدييات)

٣ ـ كأسية ٤ ـ عمودية ٥ ـ مكعبة ٦ ـ عديدة الجوانب

٧ ـ مسطحة ٨ ـ مغزلية ٩، ١٠ ـ متفرعة ١١ ـ بيضية

١٢ ـ مكوّرة.

حجـــم الخـلايـا Cell size

الخلية الحيوانية صغيرة بوجه عام، يتراوح قطرها بين ١٠، ٢٠ ميكروناً ومع ذلك فهناك القليل من الخلايا الكبيرة جدا، فبويضة الثدييات قد يصل قطرها الى ١٠٠ ميكرون بينما يصل قطر البويضة فى الطيور والزواحف بما تحويه من مح ومواد غذائية أخرى الى عدة سنتيمترات، وقد تكون الخلايا صغيرة جدا، فبعض خلايا الدم البيض يصل قطرها الى ٦ ميكرونات فقط.

قانون ثبات الحجم (للخلايا) Low of constant cell volume

لخلايا النسيج الواحد حجم ثابت فى جميع الحيوانات مادامت تقوم بأداء نفس الوظائف. فالخلية الكبدية فى الانسان لها نفس حجم الخلية الكبدية فى الفأر أو الحوت. أما حجم الكبد كعضو فى الكائنات المختلفة فانه يختلف باختلاف عدد الخلايا الموجودة فيه وليس باختلاف حجم هذه الخلايا.

العوامل المؤثرة على حجم الخلايا:

هناك أربعة عوامل تؤثر على حجم أى نوع من الخلايا هى :

١ ـ نسبة حجم النواة الى حجم السيتوبلازم Nucleo-cytoplasmic ratio فلكل نوع من الخلايا نسبة ثابتة بين حجم نواته وحجم سيتوبلازمه ويعبر عنها بالمعادلة :

$$\frac{ح_{ن}}{ح_{خ} - ح_{ن}}$$

حيث $ح_{ن}$ هو حجم النواة، $ح_{خ}$ هو حجم الخلية الكلّي.

وتعتبر هذه النسبة مؤشرا لنشاط الخلية. فكلما زاد نشاطها زادت هذه النسبة. فنسبة حجم النواة الى حجم السيتوبلازم فى الخلية الكبدية عالية النشاط يصل الى ١ : ١ تقريبا بينما تكون هذه النسبة فى الخلية الدهنية التى تعتبر عديمة النشاط تقريبا حوالى ١ : ٢٠ . وذلك لان النواة هى المهيمنة والموجهة لنشاط السيتوبلازم. وتبقى هذه النسبة ثابتة فى ظروف الخلية العادية، فاذا اختلت النسبة بنمو السيتوبلازم فان النواة تنقسم لاستعادة النسبة مرة أخرى وقد تستعاد النسبة بأن تصبح الخلية ذات نواتين أو أكثر Binucleated, Multinucleated وقد تتخذ النواة أشكالا مختلفة لتزيد من سطحها الذى يتم تبادل المواد من خلاله مع السيتوبلازم فتصبح مفصصة أو كلوية أو شريطية كما هو الحال فى خلايا الدم البيض.

٢ ـ نسبة مساحة سطح الخلية الى حجمها أو س/ح فكلما كانت الخلية صغيرة الحجم كلما كانت هذه النسبة كبيرة.

فالخلية المكعبة التى طول ضلعها ١ تكون النسبة ٦ : ١ والتى ضلعها ٢ تكون فيها النسبة ٣ : ١، والتى ضلعها ٤ تصبح ١,٥ : ١ كما هو مبين فى الحسابات التالية :

طول الضلع ١ $\therefore \frac{س}{ح} = \frac{٦ \times ١ \times ١}{١ \times ١ \times ١} = \frac{٦}{١}$ أى ٦ : ١

طول الضلع ٢ $\therefore \frac{س}{ح} = \frac{٦ \times ٢ \times ٢}{٢ \times ٢ \times ٢} = \frac{٢٤}{٨} = ٣$: ١

طول الضلع ٤ $\therefore \frac{س}{ح} = \frac{٦ \times ٤ \times ٤}{٤ \times ٤ \times ٤} = \frac{٩٦}{٦٤} = ١,٥$: ١

وحيث أن الخلية تحصل على احتياجاتها من الغذاء والاكسيجين عن طريق سطحها فان الخلية التى يزداد حجمها الى الضعف تحتاج الى ضعف كمية المواد اللازمة لها وخاصة من الاكسيجين وحيث أن كمية الاكسيجين فى السائل المحيط بالخلايا ثابتة، فلابد من أن يزيد السطح الى الضعف حتى يمكنه ان يسد حاجة الخلية من الاكسيجين ويتم ذلك عن طريق الانقسام أو التفرع.

٣ ـ معدل نشاط الخلية يحدد حجمها: فالخلية النشطة تكون صغيرة الحجم. حتى تكون النسبتان في الفقرتين ١، ٢ كبيرتين. بينما تكون هاتان النسبتان أقل فى الخلايا الأقل نشاطا. لانها لاتحتاج الى نشاط نووى أو معدل عال من التبادل مع محيطها بنفس القدر الذى تحتاجه الخلايا النشطة.

٤ ـ تحمل الغشاء الخلوى : إن لكل نوع من الخلايا غشاء خلوياً يمكنه ان يتحمل شدا معينا نتيجة ازدياد حجم الخلية ثم يتمزق.

عـــدد الخـــلايا Cell number

تتحكم العوامل الوراثية فى المقام الأول فى عدد الخلايا التى يحتويها جسم الكائن الحى. فأجسام بعض الكائنات تتكون من خلية واحدة فى حين تكون أجسام البعض الآخر عديدة الخلايا وفى الكائنات عديدة الخلايا يحتوى كل نسيج وكل عضو على عدد ثابت من الخلايا عند تمام نضجها.

ففى الانسان الكامل النضج يكون عدد الخلايا الكبدية أو الكلوية أو الرئوية ثابتاً فى الحالات العادية. فاذا تحطمت بعض خلايا هذه الأعضاء تم احلال خلايا جديدة محلها. وتمثل هذه الأعضاء نظاما خلويا محدود التجدد Limited renewal cell system .

وهناك نوع آخر من الأنظمة الخلوية تتجدد خلاياه بصفة دائمة حيث تموت الخلايا القديمة ليحل محلها خلايا جديدة عن طريق الانقسام الخلوى ليبقى عدد الخلايا فى هذه النظم ثابتا، ويسمى هذا بالنظام دائم التجدد Continuous renewal system ومن أمثلة هذا النظام بشرة الجلد وبطانة القناة الهضمية ومكونات الدم.

وهناك أنظمة أخرى بالجسم لاتتجدد خلاياها بعد أن يتم تكونها كالنسيج العصبى والنسيج العضلى الهيكلى. فاذا ماتت احدى الخلايا العصبية أو الخلايا العضلية الهيكلية لايمكن احلالها بخلايا من نفس

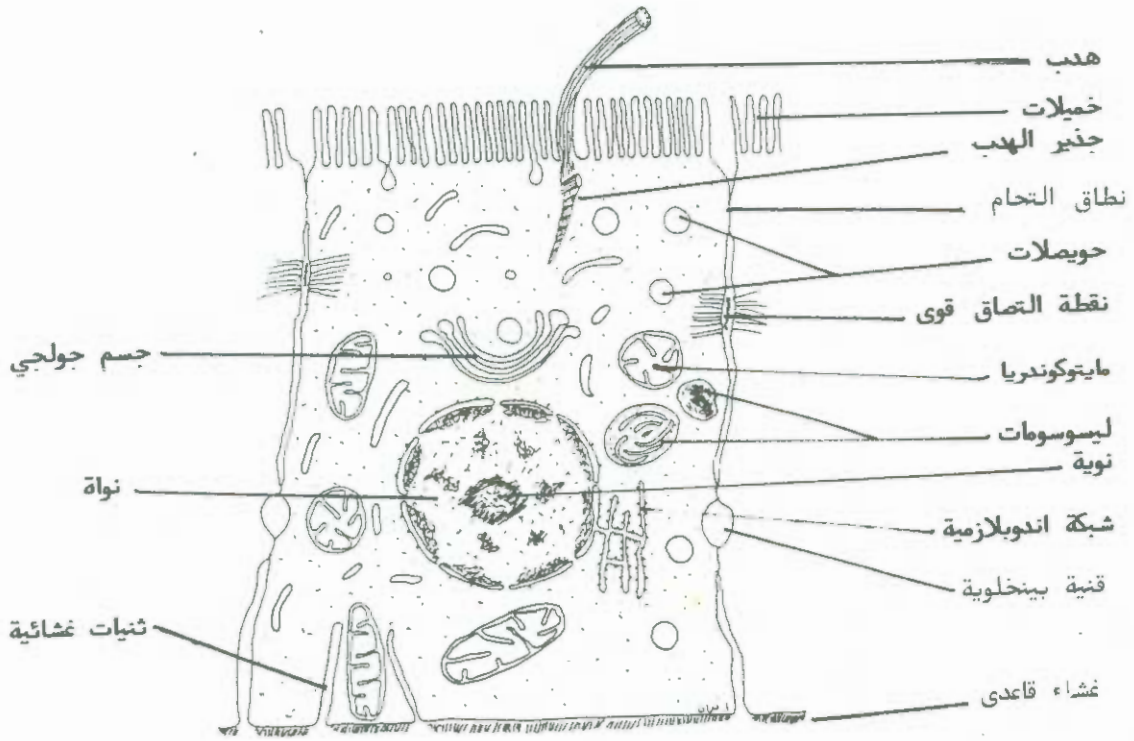
نوعها. ومثل هذه الأنسجة تسمى بالنظم الخلوية الثابتة Fixed cell systems .

وفى النهاية يبقى عدد الخلايا ثابتا فى الجسم الكامل النمو وهذا العدد يصل الى حوالى 10^{14} خلية فى جسم الانسان متوسط الوزن.

التركيب العـام للخليـة General Cell Structure

تشبه الخلية فى بنائها العام وفى ادائها لوظائفها المختلفة مصنعا متكاملا. فكما ان المصنع يحتاج الى طاقة تسيّر نشاطه، فالخلية فى كل أنشطتها الحيوية من تنفس وحركة وانقسام وحتى فى مجرد بقائها حية تحتاج الى طاقة. وتأتى الطاقة فى الخلية من عمليات كيميائية تسمى الأكسدة الحيوية. وهى تقابل عملية توليد الطاقة الكهربية فى المصنع.

وكما ان هناك مصانع متعددة الانتاج ومصانع أخرى متخصصة فى انتاج مواد محددة، فالخلايا كذلك منها النوع غير المتخصص الذى يقوم بمعظم العمليات الحيوية، كما ان منها المتخصص جدا الذى يقوم بعملية حيوية أساسية محددة مثل التقلص أو الافراز أو التوصيل.



شكل (١٢) الشكل العام للخلية الحيوانية كما يظهر بالمجهر الالكتروني

ومهما كان اختلاف المصانع فى أهدافها ووظائفها فان لكل مصنع هيكلاً بنائياً عاماً بصرف النظر عن الانتاج الذى يتم فيه، وكذلك فان الخلايا المختلفة تتميز بتركيب عام لايتغير من خلية الى أخرى بصرف النظر عن وظائفها.

ويتلخص هذا التركيب فى أن لكل خلية غشاءً خلوياً يحيط بها كما أن لها نواة تحتوى على مادتها الوراثية التى تهيمن على نشاطها وتدير شئونها، وبها سيتوبلازم يحتوى على عضيات تقوم بالوظائف الحيوية الأساسية. وتختلف الخلايا عن بعضها فى كم هذه المكونات وطريقة تنظيمها وليس فى كيفها (شكل ١٢).

الغشـــاء الخـــلوى Cell membrane

يحيط الغشاء الخلوى بسيتوبلازم الخلية ويفصل بينه وبين ماحوله من محيط. ومن خلال هذا الغشاء يتم تبادل المواد (غازية وسائلة وصلبة) ويبلغ سمك الغشاء الخلوى من ٧,٥ الى ١٠ نانومتر. وهو أقل بكثير من حد توضيح المجهر الضوئى (٢٥٠ نانومتر) ولذلك فانه يرى فقط بالمجهر الالكترونى.

ويتكون الغشاء الخلوى من بروتين (٧٥٪) ودهون فوسفاتية (٢٠٪) وكربوهيدرات قليلة التسكر (٥٪).

الدهـون الفوسـفاتية :

تتركب جميع الاغشية الحيوية من جزيئات الدهون الفوسفاتية المرتبة فى طبقتين حيث تكون أطرف جزيئاتها المحبـة للماء Hydrophilic الى خارج الغشـاء بينما تكون اجزاؤها الكارهة للماء Hydrophobic مواجهة لبعضها عند الخط الوسطى للغشاء. وتحضّر العينات البيولوجية للفحص بالمجهر الالكترونى بتثبيتها فى رابع أكسيد الأزميوم (Os O4). فيترسب معدن الأزميوم عند المناطق المحبة للماء فى الغشاء. وحيث ان الأزميوم من المعادن الثقيلة، فان الالكترونات لاتنفذ منه، ولذلك فان الغشاء الخلوى يظهر على هيئة خطين داكنين بينهما خط مضىء. ويمثل الخطان الداكنان سطحَىْ الغشاء الخارجى والداخلى، بينما يمثل الخط المضىء المنطقة الوسطى من الغشاء التى لايترسب فيها الأزميوم.

وعندما يُجمّد الغشاء الخلوى ويتم شرخه Freeze fractured كما يحدث فى بعض التحضيرات الخاصة بالمجهر الالكترونى فانه ينفلق الى نصفين عند الخط الفاصل بين أذيال الدهون الفوسفاتية لانها ترتبط ببعضها بروابط ضعيفة (شكل ١٣).

ويوجـد فى الغشـاء الخلوى بعض الأنواع الأخرى من الدهون مثل الكولسترول Cholesterol ولكن بنسب تختلف من مكـان الى آخـر بالخلية ومن خلية الى أخـرى. وعند درجة حرارة الجسم يكون الدهن الفوسفاتى سائلا بينما يكون الكولسترول شبه متجمد. ولذلك فان درجة سيولة وصلابة الغشاء الخلوى تعتمد على نسبة الكولسترول الى الدهن الفوسفاتى فيه.

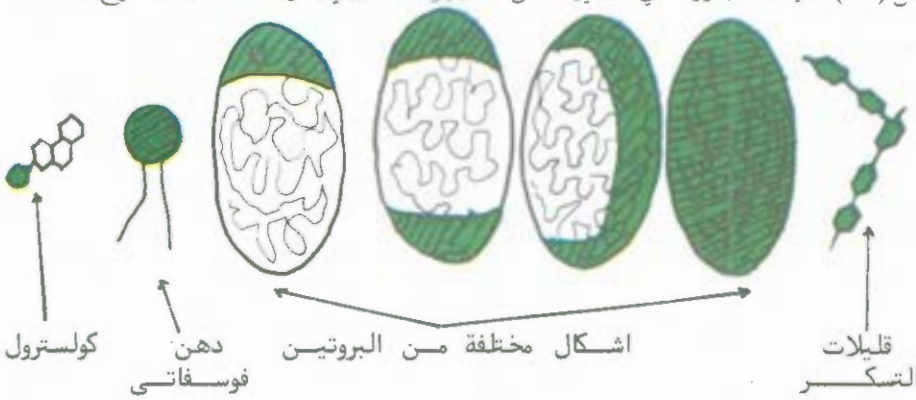
بروتينات الغشاء الخلوى :

يوجد فى الغشاء الخلوى نوعان من البروتينات :

بروتينـات داخلية Integral proteins وبـروتينات حافية Peripheral proteins وهذه البروتينات ذات

أشكال مختلفة حيث تلتف جزيئاتها على نفسها مكونة جسيمات لها أسطح ولها دواخل. وقد تظهر الأجزاء المتأينة من كل جسيم بروتينى على جميع سطحه أو على جزء منه، وقد تكون الأجزاء المتأينة للجسيم موجودة كلها بداخله. ويعتبر الجزء المتأين لسطح جسيم البروتين منطقة محبة للماء بينما تبقى المناطق غير المتأينة كارهة للماء وعلى هذا الأساس يتحدد موقع جزيئات البروتين فى الغشاء الخلوى الذى يوجد الماء عند سطحيه الخارجى والداخلى بينما يتكون وسطه من أجزاء الدهن الفوسفاتى الكارهة للماء (شكل ١٤).

شكل (١٣) خليتان متجاورتان في تحضير خاص للمجهر الالكتروني بطريقة التجميد والشرخ Freeze fracturing



شكل (١٤) أشكال مختلفة لجزيئات البروتينات الموجودة في الغشاء الخلوي.
الاجزاء المخططة من الجزيئات تحمل شحنات وهي لذلك محبة للماء، بينما الاجزاء المنقطة لا تحمل شحنات ولذلك فهي طاردة للماء

وتتخذ البروتينات الداخلية المواقع التالية من الغشاء الخلوى :

أ ـ بعض الجسيمات يكون طرفاها محبين للماء، فتكون أجزاؤها الكارهة للماء مغمورة فى الغشاء بينما يبرز طرفاها الى الخارج والى الداخل. وتسمى هذه البروتينات بالعابرة للغشاء Transmembranous proteins .

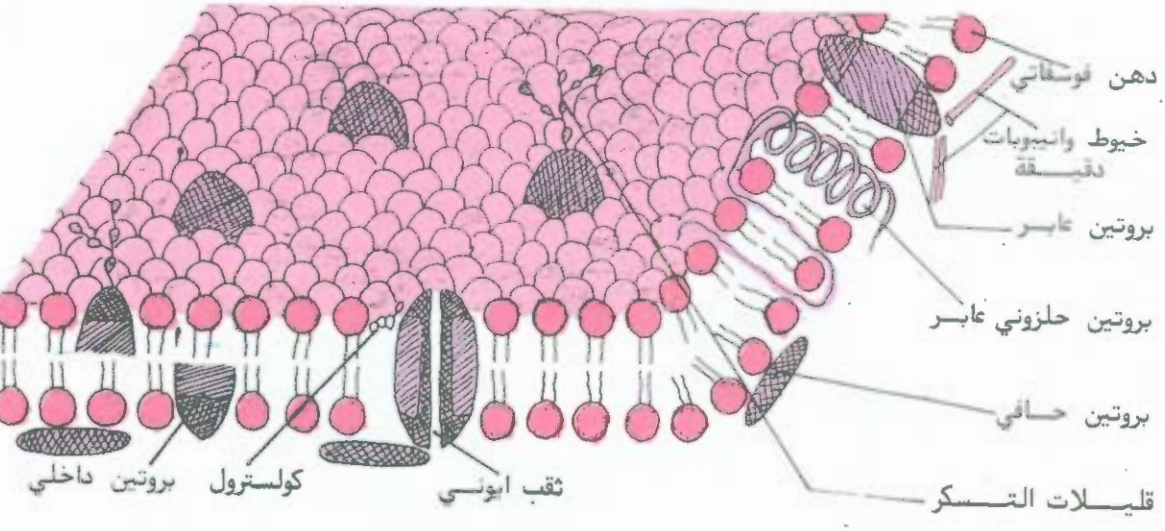
ب ـ وهناك أنواع اخرى من الجسيمات البروتينية التى يكون أحد أطرافها فقط محبا للماء ولذلك يكون هذا الطرف بارزا على سطح الغشاء الخارجى أو الداخلى بينما ينغمس باقى الجسيم الكاره للماء فى الغشاء.

جـ ـ ويوجد نوع ثالث من الجسيمات البروتينية التى تتميز بأن أحد جوانبها الطولية يكون محبا للماء، وتتجمع مجموعات من هذه الجسيمات متوازية بحيث تكون أسطحها المحبة للماء متقابلة، وينتج من هذا التقابل اسطوانة من الجزيئات البروتينية فى وسطها ثقب محاط بالمناطق المحبة للماء من الجسيمات. ويصل هذا الثقب بين داخل الغشاء وخارجه ويسمى بالثقب الأيونى أو الثابت Ionic (Fixed) pore .

وترتبط جزيئات البروتين الداخلى مع الدهون الفوسفاتية عن طريق روابط ضعيفة ولذلك فهى قادرة على الانتقال داخل الغشاء من مكان الى مكان، وبالرغم من ذلك فان استخلاصها من الغشاء يكون أصعب من استخلاص البروتينات الحافية.

البروتينات الحافية : وتوجد عادة على السطح الداخلى للغشاء الخلوى وذلك لان كل أسطحها تكون محبة للماء.

وترتبط بعض البروتينات الحافية بالبروتينات الداخلية فتحد من حركتها داخل الغشاء ونتيجة لذلك تظهر مناطق متخصصة على سطح الغشاء الخلوى (شكل ١٥).



شكل (١٥) البناء الكيميائي للغشاء الخلوي

وللبروتينات التى تبرز على السطح الخارج للغشاء الخلوى أهمية كبيرة للأسباب التالية :

١ ـ يرتبط بعضها بقليلات التسكر مكونة جليكوبروتينات Glycoproteins وهى التى تكوّن زغب الخلايا أو غطاءها Glycocalyx or Cell coat

٢ ـ يكوّن بعضها مايسمى بالمستقبلات الغشائية Membrane receptors وهى التى تشكل أهمية خاصة فى الكثير من أنشطة الخلية مثل استقبال الهرمونات، والتعرف بين الخلايا، وتكوين الارتباطات بين الخلوية Intercellular junctions وتعطى الخلية صفتها المناعية Antigenicity كما تدخل فى تكوين المزدوجات الكهربية. وسوف يتم تفصيل الكلام عن العلاقات بين الخلوية فى مكان لاحق.

كربوهيدرات الغشاء الخلوى :

وهى من النوع قليل التسكر، وتوجد عادة مرتبطة مع البروتينات والدهون الفوسفاتية، ويحمل الجزء الذى يبرز من جزىء الكربوهيدرات على سطح الخلية أيونات سالبة مما يجعل الغطاء الخلوى قاعدى الاصطباغ.

والجدير بالذكر أن الغشاء الخلوى بتكوينه الكيميائى الذى ذكر آنفا يعتبر مهيئا لأداء وظائف هامة بالنسبة للخلية وذلك نتيجة لصفاته التالية :

١ ـ يتميز الغشاء بخاصية «السيولة والتبرقش» Fluid-Mozaic حيث يكون سائلا عند درجة حرارة الجسم، أما تبرقشه فناتج عن وجود مناطق دهنية متبادلة مع مناطق بروتينية. وسيولة الغشاء الخلوى هامة جدا حيث تيسر حركة جزيئات البروتين فى داخله، كما تيسر حركة جزيئات الغشاء ذاته أثناء التحرك الأميبى أو أثناء نقل المواد عبره فى عمليات الاخراج والادخال الخلوى Exo- Endocytosis هذا واذا قطع الغشاء لسبب أو لآخر التأم فى سهولة ويسر، ويمكن أيضا أن تضاف اليه وتؤخذ منه أجزاء بسهوله. فهو بحق غشاء ديناميكى.

٢ ـ تعتبر المجموعات البروتينية التى تكون الثقوب الأيونية ممرات لانتقال الأيونات عبر الغشاء الخلوى. وعند التقاء خليتين بحيث يتقابل من سطحيهما ثقبان أيونان، يتكون المزدوج الكهربى أو معبر أيونى بين الخليتين.

٣ ـ اذا تم تجميد وكسر الغشاء الخلوى انفصلت طبقتا الدهن عند اجزائها الكارهة للماء وتأخذ كل فلقة البروتين الأكثر تثبيتا فيها تاركاً تجويفاً فى الفلقة المقابلة، وبدراسة مثل هذه التحضيرات أمكن التعرف على الكثير من خصائص الغشاء الخلوى.

٤ ـ يظهر الغشاء الخلوى عند دراسته بالمجهر الالكترونى على هيئة ثلاث صفائح، اثنتين داكنتين والثالثة مضيئة. ولذلك فقد سمى الغشاء الخلوى «الغشاء الثلاثى التكوين Tripartite membrane».

وقد وجد أن جميع أغشية الخلية تشبه الغشاء الخلوى فى أنها ثلاثية التكوين مما جعل العلماء يَخْلُصون الى «نظرية الغشاء الموحد» Unit membrane Theory والتى تقضى بأن جميع أغشية الخلايا لها تركيب واحد، وقد تكون متصلة مع بعضها ويتحول أحدها الى الآخر.

تميز الغشاء الخلوى Differentiation of the cell membrane

يكون الغشاء الخلوى أملسا دون أن تظهر عليه أية تميزات (تحورات) اذا كانت الوظيفة التى يؤديها هى

مجرد التمرير السلبى للمواد من خلاله كما هو الحال فى أغشية كريات الدم الحمر. ولكن فى أغلب الخلايا تحدث تميزات أو تحورات خاصة للغشاء الخلوى ليصبح قادرا على أداء بعض الوظائف. فهو يكوّن خميّلات أو أهداب على سطحه فى حالة تخصصه فى الامتصاص أو النقل، كما تحدث تحورات على الأغشية فى أماكن التقاء الخلايا مع بعضها وسوف يذكر ذلك بالتفصيل عند الكلام عن الأنسجة المختلفة.

نفاذية الغشاء الخلوى Permeability of the cell membrane

يمثل الغشاء الخلوى حاجزاً يفصل سيتوبلازم الخلية عن المحيط الذى تعيش فيه، مثل سائل الأنسجة Tissue fluids أو بلازما الدم أو السائل اللمفى.

ويتم دخول وخروج جزيئات وأيونات المواد المختلفة عبر الغشاء الخلوى بمعدلات مختلفة، فهناك بعض الجزيئات التى تمر بحرية تامة، بينما يمر البعض الآخر بصعوبة، وهناك بعض الجزيئات التى لايُسمح لها بالمرور على الاطلاق. وتسمى هذه الخاصية بالنفاذية الاختيارية Selective permeability ويقوم الغشاء الخلوي بناء على هذه الخاصية بأداء وظيفتين أساسيتين هما :

١ ـ التعرف على جزيئات وأيونات المواد المختلفة والتمييز بينها.

٢ ـ القدرة على تمرير بعض الجزيئات والأيونات فى اتجاه معاكس لدرجة تركيزها اما الى داخل الخلية كما فى عملية التراكم Accumulation أو الى خارجها كما فى حالة الاخراج Excretion والافراز Secretion

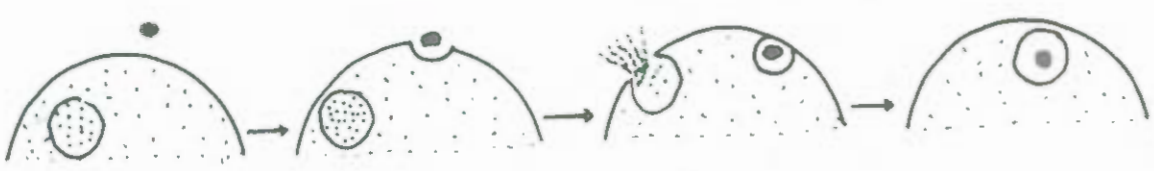
وهناك عدة طرق لنقل المواد عبر غشاء الخلية هى :

١ ـ النقل السلبى Passive transport وبواسطة هذه الطريقة تمر المواد من والى الخلية بمعدلات واتجاهات تعتمد فى المقام الأول على الفرق بين تركيزها فى السيتوبلازم من جهة وفى الوسط المحيط بالخلايا من جهة أخرى، حيث تنتقل المواد من الوسط الأكثر تركيزا الى الوسط الأقل تركيزا.

٢ ـ النقل الايجابى Active transport وبواسطة هذه الطريقة تنتقل المواد فى اتجاه معاكس لفرق التركيز، أى من الوسط الأقل تركيزا الى الوسط الأكثر تركيزا ويتم ذلك باستهلاك الطاقة، ويمكن تلخيص عملية النقل الايجابى فى الخطوات التالية :

أ ـ الارتباط Binding وهو ارتباط المادة المنقولة بحامل Carrier هو فى الواقع عبارة عن أحد الانزيمات الموجودة فى الغشاء الخلوى ويسمى بيرمييز Permease .

ب ـ النقل Translocation ينتقل الحامل ومعه المادة المنقولة فى غشاء الخلية بحيث يدور ١٨٠° فتصبح بذلك المادة المنقولة مواجهة للسيتوبلازم.



شكل (١٦) النقل الكتلي عبر الغشاء الخلوي ـ الادخال والاخراج الخلوي.

جـ ـ الانفصـال Release حيث يتخلص الحامل من المادة المنقولة بواسطة أنزيم خاص وبذلك تدخل المادة إلى السيتوبلازم.

وفى جميع هذه الخطوات تستخدم الطاقة الناتجة من تكسير جزيئات ثلاثى فوسفات الأدينين ATP حيث يتحول الى ثنائى فوسفات الأدينين ADP .

ويوجد فى غشاء الخلية الكثير من الانزيمات التى تعمل كحوامل تكفى لنقل جميع المواد التى يمكن أن تدخل أو تخرج منها عبر الغشاء الخلوى وذلك لتسهيل عملية النقل واسراعها.

٣ ـ النقل خلال الثقوب الأيونية : كما يحدث عند انتقال الأيونات من والى السيتوبلازم. وتؤثر فى معدل مرور الأيونات عوامل منها طبيعة شحنتها ووجود بعض العناصر فى محيط الخلية.

٤ ـ النقل الكتلى Bulk transport يمكن للسوائل والمواد الصلبة أن تنتقل عبر غشاء الخلية الى الخارج فيما يسمى بالاخراج الخلوى Exocytosis (شكل ١٦) أو الى الداخل فيما يسمى بالادخال الخلوى Endocytosis ويعرف ادخال المواد الصلبة الى الخلية بالالتهام (الأكل) الخلوي Phagocytosis بينما يعرف ادخال السوائل بالاحتساء (الشرب) الخلوى Pinocytosis وتتم هذه العمليات نتيجة لحركة غشاء الخلية، تساعده فى ذلك الأنيبوبات الدقيقة Microtubules والخيوط الدقيقة Microfilaments .

السيتوبلازم Cytoplasm

يتركب السيتوبلازم من مادة غروانية متجانسة غير مُشكّلة تعمل كوسط تعلق فيها جسيمات وتراكيب ذات أحجام وأشكال مختلفة، ويتميز السيتوبلازم فى بعض الخلايا ـ وخاصة الخلايا ذات الحركة الحرة ـ الى منطقة خارجية ضيقة رائقة جيلاتينية القوام تسمى الاكتوبلازم Ectoplasm ، ومنطقة داخلية أكثر سيولة تحتوى على باقى مكونات السيتوبلازم وتسمى الاندوبلازم Endoplasm وفى ظروف معينة تصبح بعض مناطق الاكتوبلازم سائلة فيندفع منها السيتوبلازم حيث تتكون الأقدام الكاذبة والتى تعتبر احدى وسائل الحركة الأميبية.

والسيتوبلازم متعادل تقريبا حيث يتراوح الأس الهيدروجينى (pH) فيه من ٦ ـ ٨ الا أن بعض مناطقه قد تكون حامضية أو قاعدية.

وقد أوضح المجهر الالكترونى ان السيتوبلازم ليس متجانسا كما قد يظهر بالمجهر الضوئى ولكنه يحتوى على شبكة من الأغشية Endomembranes التى تقسّمه الى منطقتين احداهما داخل الغشاء والأخرى خارجه. وتسمى المنطقة الموجودة خارج الأغشية بأرضية السيتوبلازم Cytoplasmic matrix وتمثل هذه الأرضية الوسط الذى توجد فيه باقى محتويات السيتوبلازم من عضيات حية ومكونات غير حية. كما تحتوى على هيكل الخلية Cytoskeleton الذى يتكون من الانيبوبات والخيوط الدقيقة والحواجز بين الغشائية Intermembranous trabeculae .

الأنيبوبات الدقيقة :

ويبلغ قطر الواحدة منها ٢٥ نانومترا ولها تجويف يحاط بجدار يتكون من حبيبات بروتينية مستطيلة تسمى الأنيبوبين Tubulin ويوجد فى المقطع العرضى للأنيبوبة ١٣ حبيبة من الانيبوبين.

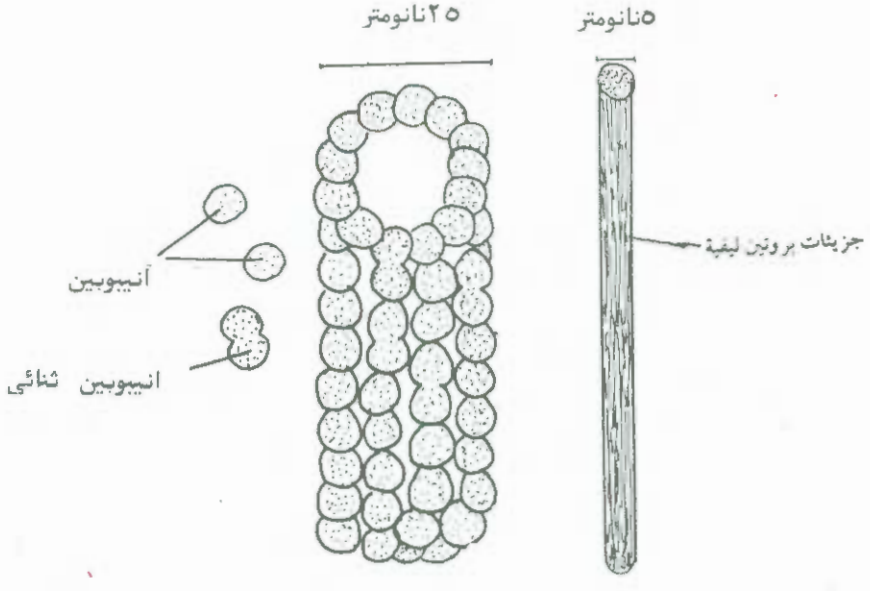
ويحتوى السيتوبلازم على جزيئات الأنيبوبين الحر الذى يكوّن مع الانيبوبين الموجود فى جدران الانيبوبات توازناً دائماً. فاذا زاد عدد الجزيئات الحرة، اضيفت الجزيئات الزائدة الى الانيبوبات الموجودة فيزداد طولها، أو تكون أنيبوبات جديدة، أما اذا قل عدد جزيئات الانيبوبين الحرة فانه يحدث تفكك فى الانيبوبات الى ان يعود التعادل، فاذا استمر الانيبوبين الحر فى الاختفاء فان الانيبوبات تتكسر جميعها وتنهار الخلية أو تفقد المقدرة على أداء العمليات الحيوية التى تعتمد على الأنيبوبات مثل الحركة الاميبية وعمليات الالتهام والانقسام (شكل ١٧ب).

ومن المواد التى تتحد بالجزيئات الحرة من الأنيبوبين، مادة الكولشيسين Colchicine فاذا اضيفت هذه المادة الى مزرعة نسيجية Tissue culture نشطة، أو حقنت فى حيوان حى، فان الخلايا التى تكون قد بدأت فى عملية الانقسام تتوقف عند المرحلة الاستوائية Metaphase لان الانيبوبات المكونة لمغزل الانقسام Mitotic spindle لاتتكون وتبقى الكروموسومات فى منتصف الخلية دون أن تجد مايجذبها الى طرفى الخلية.

ولقد تم استغلال هذه الظاهرة فى دراسة الكروموسومات لانها تكون فى المرحلة الاستوائية من الانقسام قصيرة وسميكة، فيمكن عدها ودراسة أشكالها، كما يمكن تمييز المناطق المرتبطة بالجينات المختلفة باستعمال طرق صبغية خاصة مما أفاد كثيرا فى مجال علم الوراثة.

ومن وظائف الأنيبوبات الدقيقة تكوين بعض مكونات الخلية مثل الجسيمات المركزية Centrioles التى تقوم بتكوين المغزل الانقسامى، كما انها تساهم فى تحريك الغشاء الخلوى، وكذلك تعتبر من المكونات الأساسية لهيكل الخلية. وتكوّن الأنيبوبات ايضا هيكل الهدب وجسمه القاعدى كما سيذكر تفصيلا فيما بعد.

ومن الجدير بالذكر ان أنيبوبات الجسيم المركزى والجسم القاعدى للهدب والهيكل الهدبى لا تتأثر بمادة الكولشيسين.



شكل (١٧)

أ ـ خيط دقيق
ب ـ أنيبوبة دقيقة

الخيـوط الدقيقـة :

وكما يتضح من اسمها فان الخيوط ليس لها تجويف حيث انها تتكون من جزيئات بروتينية طويلة تلتف لولبيا على بعضها، ويبلغ قطر الواحدة من هذه الخيوط حوالى ٥ ـ ١٠ نانومتر. وتنتشر الخيوط فى السيتوبلازم بشكل غير منتظم لتساهم فى تكوين الهيكل الخلوى، الا ان بعضها يتجمع فى منطقة الاكتوبلازم تحت غشاء الخلية مع بعض الانيبوبات لترتبط بالبروتينات الحافية للغشاء مكونة شريطا ضيقا فى الاكتوبلازم (شكل ١٧أ).

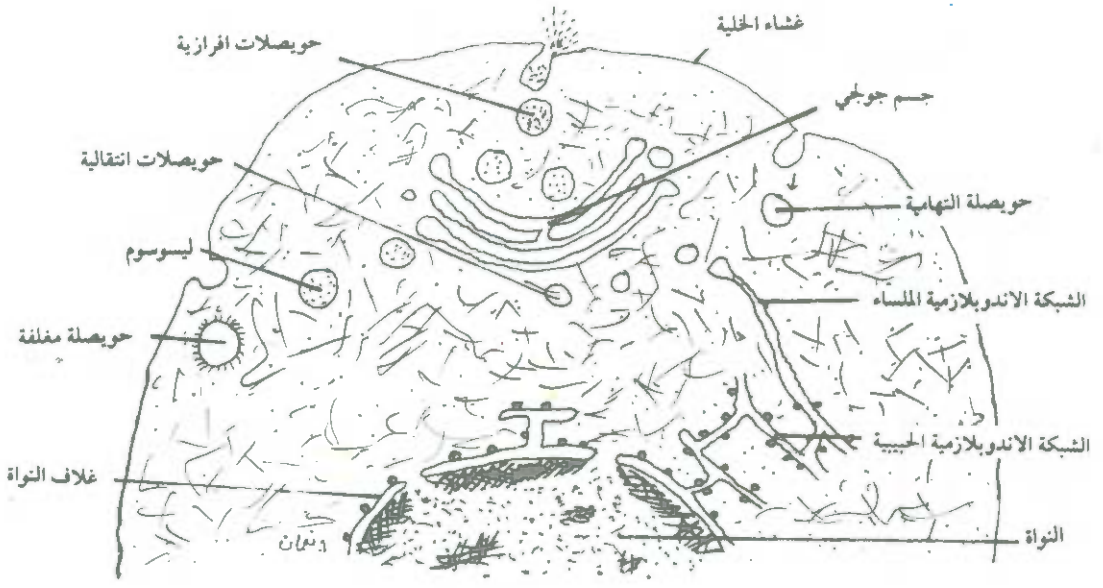
وفى بعض الخلايا تتجمع الخيوط لتكون لييفات Fibrils يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئى كما هو الحال فى اللييفـات المقوّية Tonofibrils الموجودة فى الخلايا الطلائية، واللييفات العضلية Myofibrils الموجودة فى الخلايا العضلية، واللييفات العصبية Neurofibrils الموجودة فى الخلايا العصبية.

وتتكسر الخيوط الدقيقة عند تعرضها لبعض العقاقير مثل السيتوكالازين ب Cytokalazin B .

عضيـات الخليـة Cell Organelles

العضى هو أحد محتويات سيتوبلازم الخلية، الذي يتميز بأنه ثابت التواجد بها ويدخل ايجابيا فى انشطتها الحيوية. وقد توجد فى الخلية بعض المحتويات بصفة مؤقتة أو بصفة دائمة ولكنها لاتدخل ايجابيا فى العمليات الحيوية وتسمى بالمحتويات غير الحية Nonliving inclusions للخلية.

وقد لوحظ أن هناك مجموعة من العضيات التى تتركب من أغشية تشبه غشاء الخلية، وتتضافر فى اتمام وظـائف معينـة (خـاصـة تصنيع وافـراز الـبروتـين). وتسمى هذه المجمـوعة بالجهاز الشبكى (الفراغى) السيتوبلازمى Cytoplasmic reticular (vacuolar) system وعضيات هذا الجهاز هي :



شكل (١٨) الجهاز الشبكي السيتوبلازمي

أولا : الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum (ER)

وهى شبكة من التجاويف المحاطة بالأغشية والتى تتخذ أشكالا مختلفة فقد تكون أنيبوبية Tubular (ولايجوز أن تختلط هذه الأنيبوبات المحاطة بالغشاء مع الأنيبوبات الدقيقة). أو كروية Spherical ، أو صهريجية Cisternal . وقد تنتشر الشبكة فى الاندوبلازم أو تتركز فى أماكن محددة منه، ولكنها لاتوجد فى منطقة الاكتوبلازم ومن هنا جاءت تسميتها.

ويوجد فى تجاويف الشبكة الاندوبلازمية المواد المصنعة التى تنتقل داخل الشبكة الى ان تصل الى مصيرها.

وتعمل أغشية الشبكة الاندوبلازمية على اسراع العمليات الكيميائية وذلك بسبب ماتحتويه من انزيمات، كما تقوم بحجز المواد المصنعة داخلها حتى لاتتأثر أو تؤثر على باقى السيتوبلازم. فقد تكون هذه المواد المصنعة مثلا انزيمات هاضمة، وهناك نوعان من الشبكة الاندوبلازمية هما :

١ ـ الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth endoplasmic reticulum (SER)

وتكون عادة على شكل تجاويف انيبوبية أو كروية وتتحلل سريعا بعد موت الخلية. وعندما توجد الشبكة الملساء بكميات كبيرة فى خلية ما، أو فى جزء من خلية، فان هذه الخلية أو هذا الجزء يتميز بأنه حمضى الاصطباغ Acidophilic وذلك لوجود البروتينات الغشائية التى تكون عادة ذات طبيعة قاعدية.

وتقوم الشبكة الاندوبلازمية الملساء بالعديد من الوظائف الخلوية منها مايلى :

أ ـ تصنيع الليبيدات وخاصة الستيرويدات Steroids كما فى الخلايا البينية الصم فى الخصية وكما فى خلايا الغدد الدهنية الجلدية.

ب ـ تكوين الاملاح أو الأحماض المعدنية، كما فى خلايا الغدد الدمعية والخلايا الحمضية فى الغدد المعدية والتى تقوم بتصنيع حمض الهيدروكلوريك HCl .

جـ ـ تخليص الخلية من السموم وذلك بربط السموم مع البروتينات الموجودة فى اغشيتها كما يحدث فى خلايا الكبد التى تخلّص الدم من السموم التى قد تصل اليه من الخارج Exogenous أو التى تتكون داخل الجسم Endogenous .

د ـ نقل السيالات العصبية من غشاء الخلية الى داخلها كما فى الخلايا العضلية.

هـ ـ دوران المواد داخل السيتوبلازم كما فى الخلايا الفارزة.

و ـ تكوين وتكسير الجليكوجين، حيث يوجد الانزيم الخاص بهذه العملية فى أغشية الشبكة الملساء.

٢ ـ الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (الحبيبية) Rough (Granular) E.R.

وهى خشنة لوجود الريبوسومات Ribosomes على سطح أغشيتها. والوظيفة الأساسية للشبكة الحبيبية هى تصنيع البروتينات التى تقوم الخلية بافرازها (وتكون عادة انزيمات). ولذلك فان الخلايا المصنعة للبروتينات تكون مليئة بالشبكة الخشنة التى تضفى عليها اصطباغا قاعديا بسبب وجود الحمض النووى فى الريبوسومات.

وتتخذ تجاويف الشبكة الخشنة أشكالا مختلفة، فتكون انيبوبية أوكروية أو صهريجية، وتوجد الريبوسومات فى مجموعات تتخذ أشكالا عديدة على سطح أغشية الشبكة حيث تكوّن دوائر أو دوامات أو تجمعات صغيرة وذلك لان ريبوسومات كل مجموعة ترتبط مع بعضها عن طريق جزىء من الحمض النووى الرسول Messenger RNA الذى ينقل ويحمل الشفرة الخاصة بتصنيع البروتينات فى وجود الأحماض النووية الناقلة Transfer RNA .

ويرتبط حمض نووى ناقل خاص بحمض أمينى خاص يقوم بحمله ونقله الى الريبوسومات. ويقوم الريبوسوم بقراءة الشفرة أثناء مروره على شريط الحمض النووى الرسول ويربط الأحماض الأمينية الواحد تلو الآخر فى ترتيب خاضع للشفرة التى أملاها حمض الـ DNA (الموجود فى العوامل الوراثية فى الكروموسومات) اثناء تكوّن الحمض النووى الرسول عليه. وبذلك تظهر الدقة المتناهية فى نقل خصوصية العامل الوراثى ليتكون انزيم خاص يتحكم فى ظهور صفة وراثية خاصة.

وبعد أن تتكون جزيئات البروتينات فى الريبوسومات تسقط فى تجويف الشبكة الاندوبلازمية الحبيبية وتمر داخلها الى أن تصل الى أجسام جولجى حيث يتم تركيزها وتعبئتها فى أغشية على هيئة الحبيبات أو الحويصلات الافرازية التى تتحرك نحو غشاء الخلية لتصب محتوياتها خارجها.

الريبوسـومات :

هى حبيبات يصل قطر الواحدة منها الى حوالى «١٥ نانومتر» وتتميز الى جزء صغير (٥ نانومتر) وآخر كبير (١٠ نانومتر) يرتبطان مع بعضهما فقط فى وجود الحمض النووى الرسول. ويتكون الجزءان فى نوية الخلية.

والريبوسومات هى قارئات الشفرة الوراثية. وقد توجد ملتصقة بغشاء الشبكة الاندوبلازمية (كما ذكر من قبل) فتقوم حينئذ بتخليق البروتينات التى ستُصدّر خارج الخلية أو التى ستبقى داخل الخلية مغلفة بالغشاء (كما فى الليسوسومات Lysosomes) وقد توجد الريبوسومات حرة بعد ان ترتبط بالحمض النووى الرسول، وتقوم حينئذ بتخليق البروتينات اللازمة لسيتوبلازم الخلية خاصة تلك التى تدخل فى تكوين وتعويض التالف من الأغشية الخلوية وأرضية السيتوبلازم وعضيات الخلية، ولذلك فليس هناك خلية تخلو من قدر ما من الريبوسومات الحرة.

ثانيا : أجسـام جـولجـى Golgi bodies

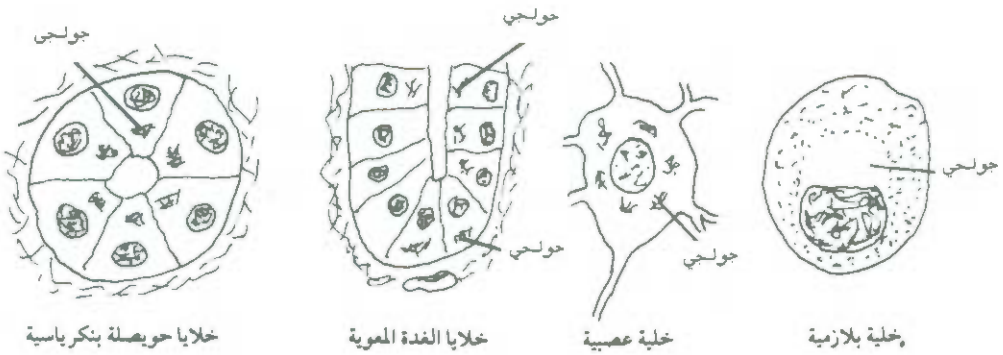
وتسمى باسم العالم جولجى Golgi الذى اكتشفها فى أواخر القرن الماضى فى الخلايا العصبية لطائر البوم، وأجسام جولجى عبارة عن مجموعة من الأغشية الخلوية التى تظهر بالمجهر الضوئى على شكل شبكة تتميز بأنها ترسب الفضة من أملاحها لتكون حبيبات داكنة تظهر فى منطقة جولجى بالخلية (شكل ١٩جـ).

وقد اتضح ان لأجسام جولجى علاقة وطيدة بعملية افراز البروتينات. ولذلك فهى توجد عادة جهة سطح الخلية الذى يفرز منه البروتين. أما اذا كان البروتين الذى تصنعه الخلية يبقى بها فان أجسام جولجى تكون مبعثرة فى السيتوبلازم. ولذلك فان هذه الاجسام فى الخلايا الفارزة تتخذ مكانا ثابتاً بين النواة والسطح الخلوى المطل على تجويف الغدة بينما فى الخلايا العصبية تكون أجسام جولجى منتشرة حول النواة (شكل ١٩أ).

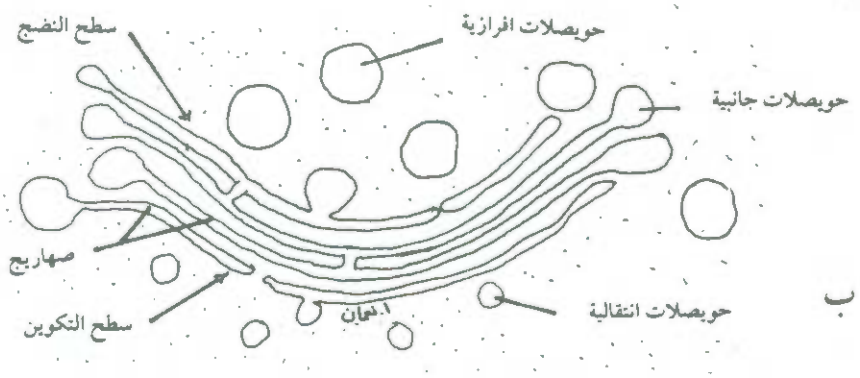
وعند فحص أجسام جولجى بواسطة المجهر الالكترونى يتضح ان كلا منها يتكون من صفوف متوازية من التجاويف المفلطحة أو الصهاريج Cisternae المحاطة بأغشية ملس.

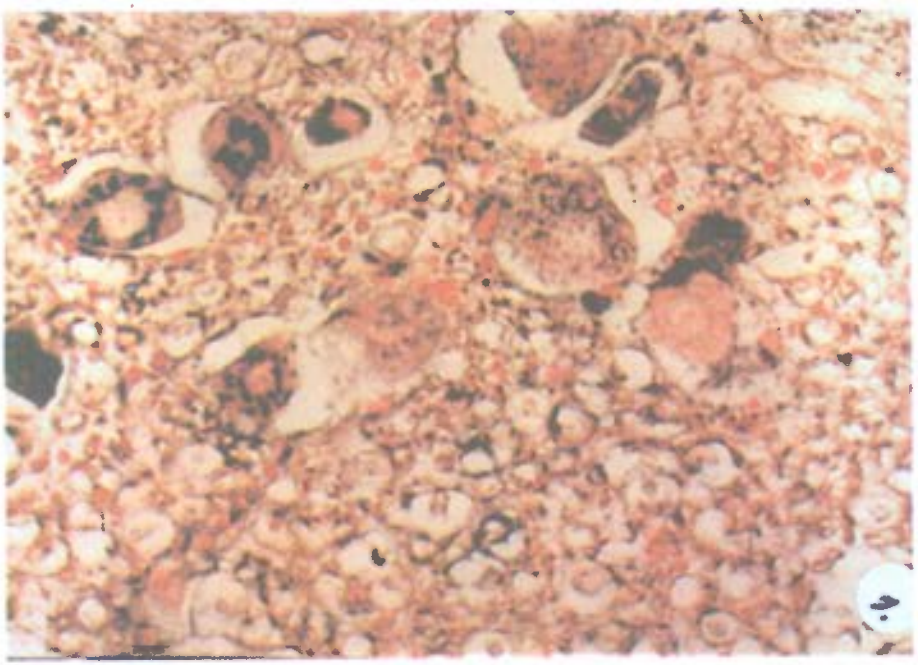
وتكون تجاويف هذه الصهاريج أضيق من تجاويف الشبكة الاندوبلازمية مما يجعل منطقة جولجى فى الخلية متميزة بتقارب الأغشية فيها.

ولجسم جولجى سطحان، أحدهما محدب ويستقبل الحويصلات الناقلة Transfer vesicles التى تنقل اليه محتوياتها من المواد التى تم تخليقها فى منطقة الشبكة الاندوبلازمية الخشنة. ويسمى هذا السطح من



أ





شكل (١٩) أجسام جولجي

أ ـ مكان تواجد أجسام جولجي في أنواع الخلايا المختلفة

ب ـ رسم تخطيطي لجسم جولجي كما يظهر بالمجهر الالكتروني

جـ ـ أجسام جولجي (الحبيبات البنية الداكنة) في الخلايا العصبية بالعقدة الشوكية ـ طريقة ترسيب الفضة من املاح نترات الفضة

جسم جولجى سطح التكوين Formation surface أما السطح الآخر فهو مقعر ويسمى سطح النضج Maturation surface ، وتخرج منه الحويصلات الافرازية Secretory vesicles والتى تحتوى على المواد الافرازية بعد أن يكون قد قام جسم جولجى بتركيزها واضافة بعض المواد اليها وخاصة المواد الكربوهيدراتية . وتنتفخ حواف صهاريج أجسام جولجى لتكون حويصلات جانبية (شكل ١٩ب).

ويختلف عدد صفوف صهاريج جولجى حسب نشاط الخلية الافرازى؛ ففى الخلايا النشطة تكون الأغشية التى تضاف الى سطح التكوين عن طريق الحويصلات الناقلة أكثر من الأغشية التى تنفصل من سطح النضج فى الحويصلات الافرازية . وبذلك يزداد عدد الصهاريج لتصل الى عشرة صهاريج . أما اذا قل النشاط الافرازى يقل ورود الحويصلات الناقلة ويقل بذلك عدد صهاريج جسم جولجى لتصل فى بعض الأحيان الى ثلاثة صهاريج فقط .

وتوضح عملية الافراز الخلوى ديناميكية الأغشية الخلوية بجلاء . فهناك تحرك دائم للأغشية من الشبكة الاندوبلازمية الى الحويصلات الناقلة ثم الى صهاريج جولجى ومن ثم الى الحويصلات الافرازية التى تضيف غشاءها الى غشاء الخلية اثناء عملية الاخراج الخلوى Exocytosis ويقتطع من غشاء الخلية جزء أثناء عملية الادخال الخلوى Endocytosis ليكون الأجسام الالتهامية Phagosomes وحويصلات الاحتساء Pinocytotic vesicles ويضاف غشاء هذه الأجسام التى دخلت الى السيتوبلازم الى الشبكة الاندوبلازمية لتبدأ الدورة من جديد . ولكن هذه الدورة تحتاج الى كمية من الأغشية الاضافية المتجددة والتى تنشأ مكوناتها فى مثل هذه الأنواع من الخلايا على الشبكة الاندوبلازمية .

وظائف أجسام جولجى :

١ ـ تقوم بتجميع وتركيز البروتينات ثم تعبيئتها فى أغشية لتكون الحويصلات الافرازية .

٢ ـ تقوم باضافة جزيئات الكربوهيدرات الى البروتينات فى الخلايا الفارزة للجليكوبروتينات (الخلايا المخاطية) .

٣ ـ تقوم بتعبئة الانزيمات المحللة داخل أغشية لتكون الليسوسومات .

ثالثا : الليسوسومات Lysosomes أو الأجسام المحللة

هى تجاويف كروية يحاط كل منها بغشاء أملس ، وتحتوى على العديد من الانزيمات المحللة اللازمة لتحليل معظم المواد العضوية . ومن أهم أنزيمات الليسوسومات انزيم الفوسفاتيز الحمضى Acid phosphatase وتستعمل طرق الكيمياء النسيجية لتحديد مكان هذا الانزيم الذى بدوره يدل على مكان الليسوسومات فى الخلية . وهذه هى الطريقة التى يمكن بها رؤية الليسوسومات بالمجهر الضوئى .

ويظهر الليسوسوم بالمجهر الالكترونى كجسم كروى يحتوى على مادة معتمة غير متجانسة ويكون محاطاً بغشاء واحد واضح مما يميزه عن حبيبات الدهن التى لاتحاط بغشاء .

وتبقى انزيمات الليسوسوم غير نشطة طالما بقى غشاؤه سليماً . أما اذا تمزق هذا الغشاء فان الانزيمات تصبح نشطة وتبدأ فى هضم وتحليل المواد التى تختلط بها . ومن المواد التى تحافظ على سلامة أغشية الليسوسومات هورمون قشرة الغدة الكظرية (الكورتيزون) . وتتمزق أغشية الليسوسومات عند نقص الاكسيجين فى

السيتوبلازم أو عند وجود بعض السموم الناتجة من الميكروبات. وعندئذ تقوم الانزيمات الهاضمة المنطلقة من الليسوسومات المحطمة بتحليل مكونات الخلية فيما يعرف بالتحلل الذاتى Autolysis كما يحدث بعد الموت أو عندما تحرم الخلايا من الدم الشريانى المحمّل بالاكسيجين بسبب الجلطات الداخلية أو بسبب التقلص المفاجىء فى جدران الشرايين المغذية لبعض الأنسجة كما يحدث فى بطانة الرحم أثناء الطمث.

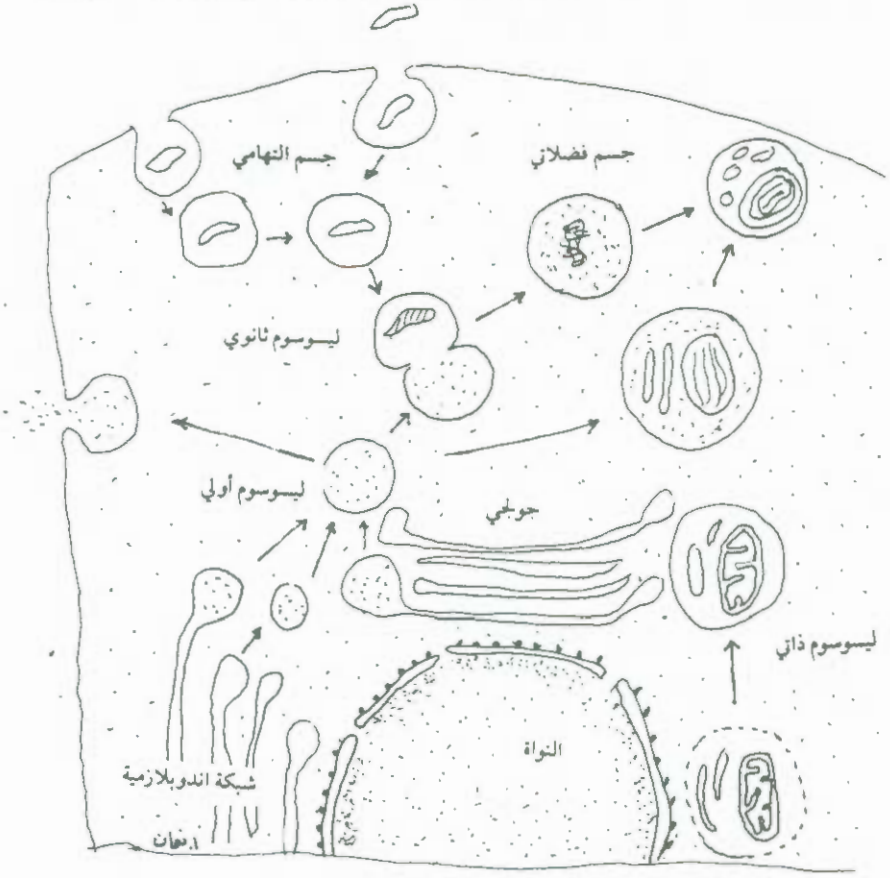
منشأ الليسوسومات وأنواعها

١ ـ قد ينشأ الليسوسوم مباشرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو من أجسام جولجى ويسمى الليسوسوم الابتدائى Primary lysosome .

٢ ـ يتحد الليسوسوم الابتدائى مع الأجسام الالتهامية أو الحويصلات الاحتسائية وتقوم انزيماته بهضم محتوياتها. تنفذ بعض المواد المهضومة الى السيتوبلازم ويبقى البعض الآخر (كفضلات) مختلطا بالانزيمات داخل الليسوسوم الذى يسمى حينئذ الليسوسوم الثانوى Secondary lysosome .

٣ ـ يعيد الليسوسوم الثانوى الكرّة مرة بعد مرة الى ان تنفَد انزيماته ويصبح ممتلئا بالفضلات. ويسمى حينئذ الجسم الفضلاتى Residual body .

٤ ـ فى بعض الخلايا المعمرة ـ مثل الخلايا العصبية ـ تقوم ليسوسومات كبيرة الحجم بالاتحاد مع بعض عضيات الخلية (كالمايتوكوندريا مثلا التى تكون قد هرمت وأصبحت غير نشطة) وتحللها وبذلك تخلص الخلية منها ليحل محلها عضيات جديدة أكثر حيوية ونشاطا. وتسمى هذه الليسوسومات الكبيرة الليسوسومات الذاتية Autolysosomes وقد يطلق عليها اسماء كثيرة أخرى (شكل ٢٠).



شكل (٢٠) الليسوسومات وعلاقاتها بباقي مكونات الخلية

وظـائف الليسـوسـومات :

١ ـ تقوم بهضم مايدخل الى الخلية من مواد. فاذا كانت هذه المواد ضارة تخلصت منها الخلايا والا فان الخلية تستفيد من نواتج هضمها وتأخذها كمصدر لغذائها.

٢ ـ تقوم بتخليص الخلية من المواد غير النافعة والتى اذا تراكمت فى السيتوبلازم أعاقت وظائفه. كما أنها تخلص الخلية من العضيات الهرمة.

٣ ـ تخلص الخلية من المواد الافرازية التى لا تنطلق خارجها وبذلك تتحكم فى النشاط الافرازى للغدد الصم.

٤ ـ تقوم بتحليل مكونات العظم فى مناطق معينة أثناء عملية نموه وتشكيله.

٥ ـ الجسم الطرفى (الامامى) Acrosome فى الحيوان المنوى هو عبارة عن ليسوسوم كبير تساعد محتوياته من انزيمات على هضم الغشاء المحيط بالبويضة فى منطقة دخوله أثناء عملية التلقيح.

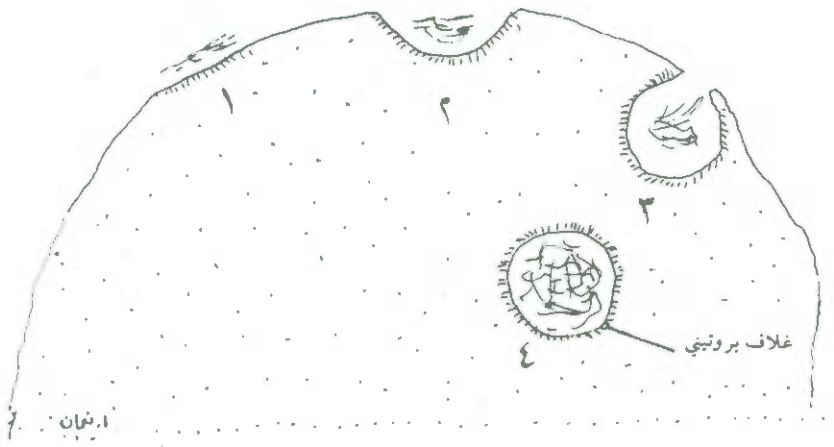
٦ ـ يسبب انفجار الليسوسومات فى بعض الحالات المرضية ألما حادا وشديدا (كما يحدث فى الذبحة الصدرية ونوبات مرض النقرص) وذلك لان الانزيمات التى تنطلق من الليسوسومات المنفجرة تقوم بتحليل الجلوكوز الموجود فى سائل الأنسجة أو سائل المفاصل، ولأن كمية الاكسيجين تكون قليلة، فان ناتج تحلل الجلوكوز يكون حامض اللبنيك Lactic acid الذى يلسع النهايات العصبية محدثا الالآم الحادة والتى تعتبر فى واقع الأمر انذارا ضروريا لتفادى مايمكن ان يسبب تلفا بالغا للمفصل أو حتى للموت المحقق. «وعسى ان تكرهوا شيئا وهو خير لكم».

٧ ـ تقوم بهضم وازالة بعض الأنسجة أو الأعضاء التى لم يعد لها فائدة كذيل أبوذنيمة عندما يتحول الى الضفدع اليافع. وكالغدة التيموسية بعد البلوغ. ولازالة بطانة الرحم أثناء الطمث اذا لم يحدث الحمل.

الأجسـام الدقيقة Microbodies : هى كريات تشبه كثيرا فى شكلها وتركيبها الليسوسومات الا انها تختلف عنها فى أنها تظهر اكثر دكانة بالمجهر الالكترونى كما انها لاتحتوى على أنزيم الفوسفاتيز الحمضى ولكنها تحتوى على أحد الانزيمات الخاصة المساعدة Catalases (والتى تسمى الأجسام الدقيقة باسمها) فهناك مثلا البيروكسيسومات Peroxisomes والتى تحتوى على انزيم البيروكسيديز الذى يساعد على تخليص الخلايا من مادة بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide السامة. وتوجد البيروكسيسومات بكثرة فى الخلايا الكبدية.

رابعـا : الحويصلات المغلفة Coated vesicles :

وهى حويصلات صغيرة تحاط بغشاء يوجد على سطحه طبقة من البروتينات على هيئة خيوط دقيقة زغبية تكوّن الغطاء أو الغلاف المميز لهذه الحويصلات. وينشأ هذا النوع من الحويصلات من الغشاء الخلوى أو من أجسام جولجى أو من الشبكة الاندوبلازمية وفى جميع الحالات يتكون الغطاء على سطح الحويصلات قبل ان تنفصل من أصلها. ومن الوظائف الهامة التى تؤديها هذه الحويصلات نقل المواد (البروتينات على وجه الخصوص) من خارج الخلية أو بداخلها عبر السيتوبلازم. ووجود الغلاف يمنع الليسوسومات من الاتحاد بهذه الحويصلات ولذلك فان محتوياتها تمر داخل الخلية دون أن تهضم (شكل ٢١).



شكل (٢١) مراحل تكوّن الحويصلات المغلفة من غشاء الخلية

خامسا : الحويصلات الافرازية Secretory vesicles :

وهى حويصلات مختلفة الأحجام تحتوى على المواد المفرَزة، وتقوم بنقلها من أجسام جولجى الى سطح الخلية الفارز وأثناء مرور الحويصلات فى السيتوبلازم يتم تركيز المواد الموجودة بداخلها فتصبح اكثر دكانة كلما اقتربت من سطح الخلية. وهناك اختلاف فى وجهات النظر حول ما اذا كانت الحويصلات الافرازية من العضيات أو من محتويات الخلية غير الحية. وحيث انها تؤدى وظيفة ايجابية بتركيزها للمواد المفرزة وباعتبارها احدى مكونات الجهاز الفجوى فانها بذلك تكون أقرب الى العضيات منها الى المحتويات غير الحية.

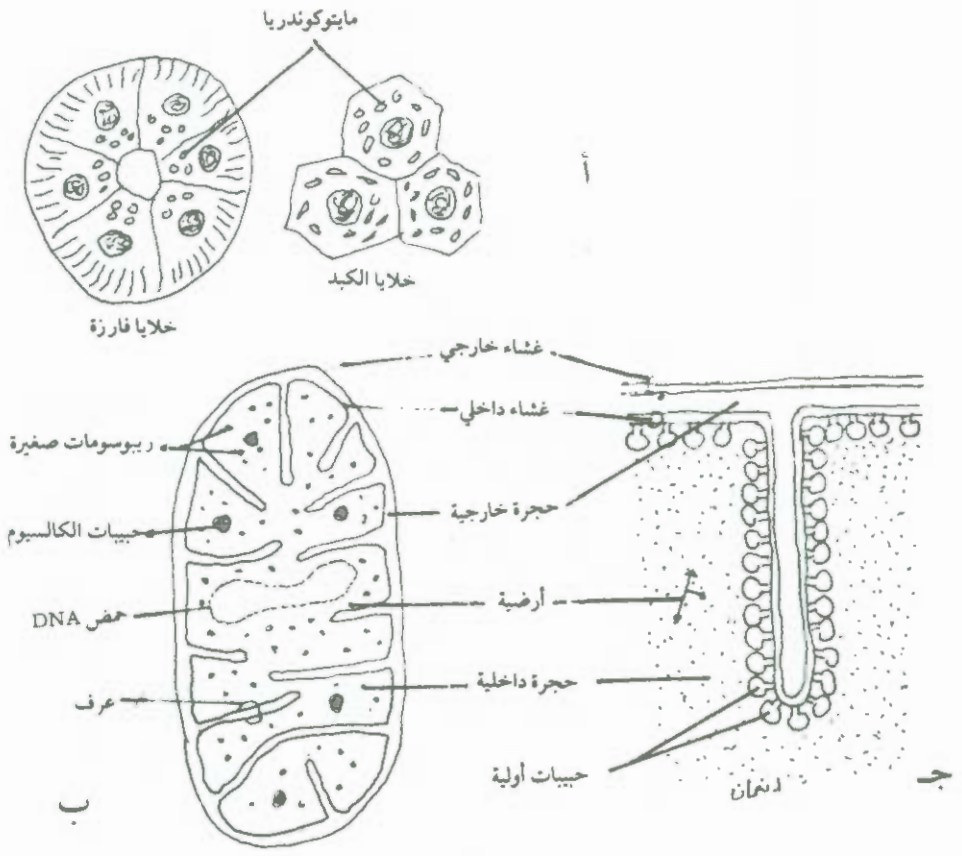
تلك هى العضيات التى تكون الجهاز الفجوى للخلية وهى ترتبط بشكل مباشر أو غير مباشر بعمليات تصنيع وتحريك ونقل وتركيز المواد البروتينية.

المايتوكوندريا Mitochondria

لقد اكتشف احد العلماء قرب نهاية القرن التاسع عشر جسيمات عصوية وخيطية الشكل فى سيتوبلازم الخلايا سماها بالأجسام الحبيبية Chondrosomes ثم سميت بالمايتوكوندريا فيما بعد. ومن العجيب ان العالم الذى شاهدها لأول مرة ظن أنها بعض الكائنات الدقيقة الموجودة فى سيتوبلازم الخلية. وقد رجّحت بعض النظريات الحديثة ان تكون المايتوكوندريا بالفعل كائنات دقيقة متعايشة مع الخلايا منذ بدء ظهور الخلايا الحقيقية كما سيأتى ذكره فيما بعد.

ويمكن اظهار المايتوكوندريا باستعمال صبغات خاصة أو بالكشف عن انزيم السيتوكروم اكسيديز Cytochrome oxidase . الذى يساعد فى عمليات أكسدة الغذاء فى داخل المايتوكوندريا.

وباستعمال المجهر الالكترونى اتضح ان المايتوكوندريا تتخذ أشكالا دائرية أو مستطيلة، وقد تقصر أو تطول، وتكثر أو تقل فى الخلايا حسب متطلباتها من الطاقة فالمايتوكوندريا هى مراكز اطلاق الطاقة فى الخلية اذ بها يتحلل الغذاء فى وجود الأكسيجين لتنتج الطاقة التى تخزن فى جزيئات ATP ويتكون ثانى اكسيد الكربون والماء.



شكل (٢٢) رسوم تخطيطية للمايتوكوندريا
أ ـ كما تظهر بالمجهر الضوئي في بعض الخلايا.
ب ـ كما تظهر بالمجهر الالكتروني
جـ ـ أحد الأعراف بالتفصيل

وتتركب المايتوكوندريا (شكل ٢٢) من غشاء خارجي يشبه فى تكوينه الكيميائى وسمكه الغشاء الخلوى، وغشاء داخلى يختلف كثيرا عن غشاء الخلية حيث يحتوى على نسبة أكبر من البروتينات الانزيمية ويخرج من الغشاء الداخلى أعراف Crests على شكل رفوف أو أنابيب. ويسمى التجويف الذى يقع بين غشائى المايتوكوندريا بالحجرة الخارجية أما التجويف الموجود داخل الغشاء الداخلى فيسمى الحجرة الداخلية ويحتوى على أرضية Matrix المايتوكوندريا. ويوجد فى الأرضية العديد من الانزيمات والريبوسومات (أصغر من تلك الموجودة فى السيتوبلازم) وبعض المواد (خاصة الكالسيوم) كما يوجد بها جزىء من الـ DNA الحلقى الشكل. ومن هذا التركيب يظهر أن للمايتوكوندريا القدرة على تصنيع المواد الخلوية المختلفة. ولذا فإنها تنمو وتتكاثر عن طريق الانقسام كما يحدث فى البكتيريا.

ان تركيب الغشاء الداخلى وماعليه من انزيمات التنفس ووجود الأحماض النووية والانزيمات جعل البعض يعتقد أن المايتوكوندريا هى بكتيريا قد التهمتها الخلايا فى بدء تكونها لتساعدها على انتاج الطاقة وتستفيد هى بالغذاء، لذا أسمَوْها بالتكافليات Symbions نسبة للحياة التكافلية التى نشأت بينها وبين الخلية.

وتتم عملية التنفس الخلوى (التأكسد الحيوى) على ثلاثة مراحل هى :

١ ـ تحلل الجلوكوز الى حامض البيروفيك وتتم هذه المرحلة فى السيتوبلازم خارج المايتوكوندريا .

٢ ـ تحلل حامض البيروفيك الى ثانى اكسيد الكربون والكترونات محمولة على ذرات الهيدروجين وتتم هذه المرحلة فى أرضية المايتوكوندريا فى دورة كربس Krebs cycle وتوجد الانزيمات التى تساعد خطوات التفاعل فى دورة كربس فى أرضية الميتوكوندريا .

٣ ـ مرحلة نقل الالكترونات على مواد خاصة تسمى مستقبلات وناقلات الالكترونات فى وجود أنزيمات خاصة وفى هذه الأثناء تستخدم طاقة الالكترونات فى تصنيع جزيئات ATP وتوجد مستقبلات وناقلات الالكترونات والانزيمات المساعدة لعملية النقل فى الغشاء الداخلى بينما يوجد الانزيم الذى يساعد على تصنيع الـ ATP فى شكل حبيبات تبرز من الغشاء فى الحجرة الداخلية وتسمى الحبيبات الأولية Elementary particles .

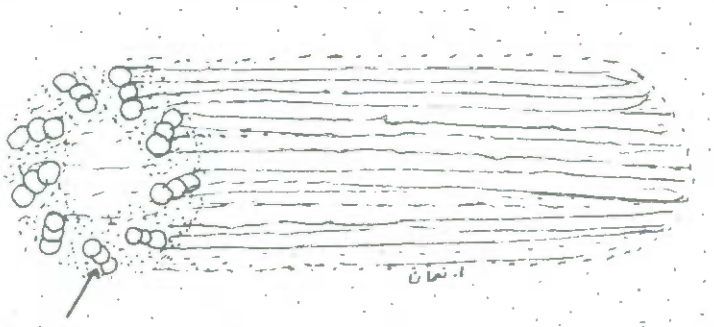
والمايتوكوندريا حساسة جدا للتغيرات التى تطرأ على السيتوبلازم وخاصة من ناحية الحموضة (pH) ودرجة الملوحة . فقد تتضخم الغرفة الخارجية تحت تأثير بعض الظروف وقد تتضخم الغرفة الداخلية فى ظروف أخرى .

وعند انقسام الخلية تتوزع المايتوكوندريا على الخليتين الناتجتين من الانقسام ثم تنمو وتنقسم بعد ذلك أثناء نمو الخلايا الجديدة .

الجسم المركزى Centrosome

توجد فى معظم الخلايا منطقة على أحد جوانب النواة تتميز بأنها اقل كثافة من باقى السيتوبلازم وفى كثير من الأحيان تكون محاطة بجسم جولجى ، وتسمى الجسم المركزى Centrosome أو مركز الخلية . ويتكون الجسم المركزى من منطقة دائرية باهتة الاصطباغ تسمى الدائرة المركزية Centrosphere تحتوى على جسمين عصويين صغيرين يسمى كل منهما بالحبيبة المركزية Centriole التى يبلغ طولها نصف ميكرون وقطرها حوالى ٠ر١٥ من الميكرون وتتعامد كل منهما على الأخرى .

وباستعمال المجهر الالكترونى وجد أن الحبيبة المركزية عبارة عن منطقة كثيفة من السيتوبلازم اسطوانية الشكل توجد على حافتها تسع مجموعات من الأنيبوبات الدقيقة المتوازية والممتدة بطول الحبيبية . تسمى كل مجموعة بالنصل Blade ويتكون النصل من ثلاث أنيبوبات متحدة حيث تكون مع محيط الحبيبة زاوية قدرها ٣٠° (شكل ٢٣) .



شكل (٢٣) الحبيبة المركزية

وتعتبر الحبيبات المركزية مركزا لتكوين الأنيبوبات الدقيقة فى الخلية مثل أنيبوبات مغزل الانقسام والانيبوبات التى تكون هيكل الأهداب والأسواط.

مكونات السيتوبلازم غير الحية Cytoplasmic Inclusions

هى مكونات عادة ماتكون غير دائمة ولاتدخل فى العمليات الحيوية للخلية بشكل ايجابى وهناك نوعان من هذه المكونات هما :

١ ـ الغذاء المختزن : يمكن للخلايا ان تختزن النشا الحيوانى والدهون ولكنها لاتختزن البروتينات حيث ان الاخيرة اذا زادت عن حاجة الخلايا تحولت الى كربوهيدرات أو دهون.

أ ـ النشا الحيوانى Glycogen : يخزن بكميات كبيرة فقط فى الخلايا الكبدية والخلايا العضلية. ويمكن تحديد مكانه فى الخلايا باستعمال صبغات خاصة مثل صبغة PAS (Periodic Acid-Schiff) وصبغة كارمن بست Best's carmine . وباستعمال المجهر الالكترونى تظهر حبيبات النشا الحيوانى على شكل تجمعات داكنة عادة فى منطقة الشبكة الاندوبلازمية الملساء.

ب ـ الدهن : ويخزن بكميات كبيرة فى خلايا خاصة تسمى الخلايا الدهنية Adipocytes حيث تتكون حبيبات صغيرة من الدهن تكبر وتتجمع حتى تملأ الخلية تماما تاركة حيزا ضيقا من السيتوبلازم على حافة الخلية يحتوى عند احد جوانبه على النواة التى قد أصبحت مفلطحة جدا. ويمكن ان يصطبغ الدهن بصبغات خاصة مثل صبغات سودان Sudan stains أما فى التحضيرات المجهرية العادية فان الدهن يذوب فى محاليل التحضير تاركا الخلية الدهنية على شكل فراغ دائرى تقع النواة على أحد جوانبه، ولذلك تسمى الخلية فى هذه الحالة بالخاتم Signet ring .

وليست الخلايا الدهنية دائمة الوجود، فاذا صام الحيوان لمدة طويلة يبدأ الدهن فى الاحتراق تدريجيا الى ان يختفى وتصبح الخلايا صغيرة وتتخذ شكل الخلايا الليفية.

٢ ـ المواد الصبغية Pigments : قد تتكون المواد الصبغية داخل الخلايا وتسمى صبغات داخلية المنشأ Endogenous pigments وقد تأتى الى الخلية من خارجها وتسمى صبغات خارجية المنشأ Exogenous pigments ومن امثلة المواد الصبغية التى تنشأ فى الخلايا الهيموجلوبين أما الصبغات التى تأتى للخلية من الخارج فقد تأتى مع الطعام مثل المواد الجزرية Carotenoids والتى تذوب فى الدهون لتضفى عليها لونها الأصفر وتوجد فى الجزر والطماطم على وجه الخصوص. وبعض الجزرين Carotene يتحول الى فيتامين «د» فى الجلد ويعتبر من أهم مصادر هذا الفيتامين فى الجسم. وقد تدخل المواد الصبغية الى الجسم عن طريق الوشم.

بعض أنواع الصبغات التى تكونها الخلايا الحيوانية :

١ ـ الهيموجلوبين وتكونه خلايا الدم الحمر أثناء نموها ووظيفته الأساسية نقل الغازات، ويضفى على الجلد لونه الأحمر ـ وتوجد فى الخلايا العضلية مادة قريبة الشبه من الهيموجلوبين تسمى المايوجلوبين

Myoglobin وتعطى اللحم لونه الأحمر المميز.

٢ ـ الهيموزدرين Haemosiderin وينتج بعد تكسر كريات الدم الحمر ويمثل الجزء الذى يحتوى على عنصر الحديد من جزىء الهيموجلوبين ولونه ذهبى ويوجد فى الخلايا الملتهمة فى الطحال.

٣ ـ البيليروبين Bilirubin (أحمر الصفراء) : وهو يمثل الجزء البروتينى من الهيموجلوبين ويبقى ذائبا فى بلازما الدم الى ان تقوم الخلايا الكبدية باستخلاصه وافرازه مع الصفراء وهو الذى يعطيها لونها الأصفر المخضر.

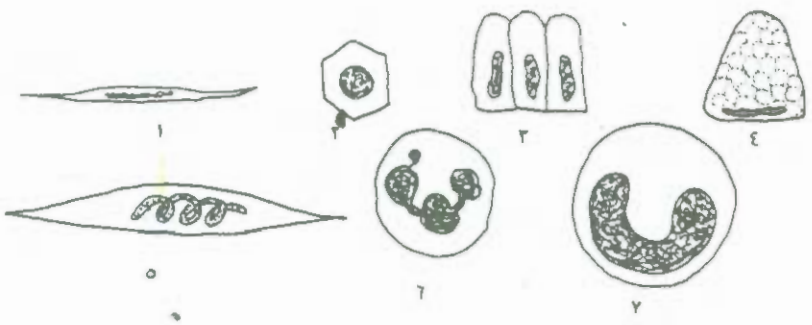
٤ ـ الميلانين Melanin ويتكون فى خلايا خاصة تسمى الخلايا الميلانينية Melanocytes على شكل حبيبات لاترى الا بالمجهر الالكترونى تسمى أجسام ميلانينية Melanosomes ويتكون الميلانين من الحمض الأمينى تيروسين فى وجود انزيم تيروسينيز Tyrosinase .

٥ ـ الصبغة الدهنية البنية Lipofuscin pigment وهى صبغة بنية اللون تحاط بغشاء وتتراكم فى الخلايا المعمرة نتيجة لنشاط الليسوسومات بها.

النـــــواة Nucleus

تحتوى جميع الخلايا الحقيقية على أنوية . ولأن الكريات الدموية الحمر فى الثدييات لاتحتوى على أنوية فهى لذلك لاتسمى خلايا. ولكى تبقى الخلية قادرة على أداء وظائفها فان العلاقة بين السيتوبلازم والنواة يجب ان تستمر بصورة فعالة. واذا ازيلت النواة من خلية ما فانها تتحلل بعد ان تستهلك محتوياتها من انزيمات وبروتينات غشائية لأن تعويض هذه المواد يحدث عن طريق العوامل الوراثية الموجودة فى النواة.

وتحتوى الخلية عادة على نواة واحدة الا أنه توجد بعض الخلايا ثنائية الأنوية كالخلايا الكبدية، ومتعددة الأنوية كخلايا العضلات الهيكلية. وتصبح الخلية متعددة الأنوية حين تنقسم النواة عدة انقسامات دون ان ينقسم السيتوبلازم، أو عندما يتلاحم عدد من الخلايا ثم تتلاشى الأغشية الفاصلة بينها ليتكون مدمج خلوى أو خلية متعددة الأنوية.



شكل (٢٤) أشكال الانوية في الخلايا المختلفة

١ ـ مفلطحة في الخلايا الحرشفية ٢ ـ كروية في خلايا الكبد ٣ ـ بيضية في الخلايا الطلائية العمودية
٤ ـ مفلطحة في الخلايا المخاطية ٥ ـ حلزونية في الألياف العضلية الملس ٦ ـ مفصصة في خلايا الدم البيض الحبيبية
٧ ـ كلوية في خلايا الدم الكبيرة

وتوجد النواة فى أوسع جزء من سيتوبلازم الخلية مالم يوجد فى السيتوبلازم مايزيحها جانبا كما يحدث فى الخلايا الدهنية والخلايا المخاطية. وفى بعض الخلايا يكون جسم جولجى ضخما جدا لدرجة أنه يزيح النواة الى أحد جوانب الخلية كما فى الخلية البلازمية.

ولكل نوع من الخلايا نسبة ثابتة بين حجم النواة وحجم السيتوبلازم فاذا اختلت هذه النسبة لسبب أو لآخر فان النواة تنقسم لاستعادة النسبة المقررة مرة أخرى.

وتتخذ الأنوية اشكالا متعددة، فهى تكون مستديرة فى الخلايا الكبيرة، وبيضية فى الخلايا العمودية، وكلوية عندما يضغط على أحد جوانبها جسم جولجى كما فى الخلايا الدموية الكبيرة، وحلزونية فى الخلايا العضلية الملس، ومفصصة كما فى خلايا الدم البيض الحبيبية، وخيطية كما فى الألياف العضلية الهيكلية (شكل ٢٤).

والنواة قاعدية الاصطباغ وذلك لغلبة ماتحتويه من أحماض نووية على باقى محتوياتها من بروتينات قاعدية والتى قد تخفف من صبغة الحمض النووى اذا كانت موجودة بكميات كبيرة مما يجعل النواة بنفسجية الاصطباغ فى التحضيرات المصبوغة بالهيماتوكسلين والايوسين.

وتحتوى النواة على بعض الدهون والمعادن ولكن بكميات قليلة.

وتتكون النواة من الغلاف النووى، والكروماتين والنوية.

الغلاف النووى Nuclear envelope :

يتكون من غشائين يشبه كل منهما الغشاء الخلوى، يفصلهما تجويف منتظم يبلغ اتساعه حوالى ١٥ نانومتراً. ويوجد على الغشاء الداخلى كمية من الكروماتين الكثيف تختلف فى سمكها من نواة الى أخرى، أما الغشاء الخارجى فتوجد على سطحه الخارجى ريبوسومات، ويتصل فى بعض الأحيان بالشبكة الاندوبلازمية مما يجعل البعض يميل الى اعتبار غلاف النواة ضمن الجهاز الفجوى السيتوبلازمى الذى سبق ذكره.

ويوجد على غلاف النواة ثقوب مستديرة على كل منها حجاب رقيق يتحكم فى المواد الخارجة والداخلة من والى النواة.

الكروماتين Chromatin :

وهو مادة الكروموسومات. ويتكون من الحمض النووى الديؤكس ريبوزى DNA والبروتين القاعدى هستون Histone . ويمكن تمييز نوعين من الكروماتين فى النواة وهما :

أ - الكروماتين الحقيقى Euchromatin وهو الجزء النشط من الكروموسومات ويكون على هيئة خيط دقيق جدا عليه حبيبات صغيرة متفرقة ولذلك فهو ضعيف الاصطباغ. ويقوم الكروماتين الحقيقى بتوجيه نشاط السيتوبلازم عن طريق RNA الرسول الذى يتكون على جزيئات الـ DNA . وفى الخلايا النشطة فى تصنيع البروتينات يكون الكروماتين الحقيقى هو الغالب فى النواة.

ب - الكروماتين غير الحقيقى Heterochromatin وهو يمثل الجزء الذى يبقى ملتفاً على نفسه من الكروموسومات أى الجينات غير العاملة. ولان الـ DNA فيه يكون مركزا فانه يكون داكن الاصطباغ.

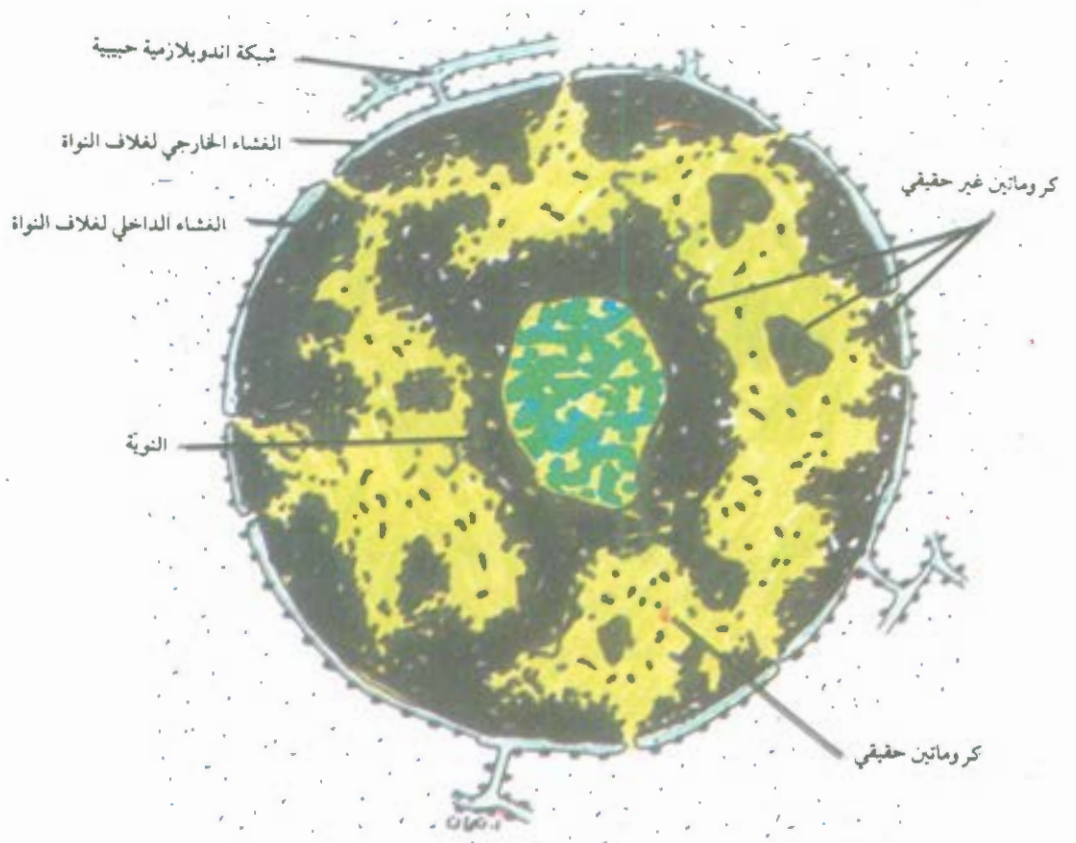
وهناك أنواع من الكروماتين غير الحقيقى هى :

١ ـ الكروماتين الحافى Peripheral chromatin ويلتصق بالغشاء الداخلى لغلاف النواة وهو السبب فى دكانة الغلاف فى التحضيرات المجهرية الضوئية. وهذا الكروماتين عبارة عن أجزاء ملتفة من الكروموسومات يتصل كل منها من خلالها بالغلاف النووى. وعند انقسام الخلية يصحب كل كروموسوم جزءاً صغيراً من الغلاف النووى معه ليكون مع الأجزاء الاخرى بداية تكوين الغلاف النووى الجديد.

٢ ـ الكروماتين الملاصق للنوية Nucleolar associated chromatin ويكون قشرة داكنة حول النوية ويمثل الجزء الملتف من الكروموسومات المختصة بتكوين النوية بعد الانقسام الخلوى والتى تسمى منظمات النوية Nucleolar organizers .

٣ ـ جزر الكروماتين Chromatin islands وهى كتل من الكروماتين الداكن الاصطباغ الذى يظهر واضحا بالمقارنة مع الكروماتين الحقيقى الباهت.

٤ ـ الكروماتين الجنسي (أجسام بار) Sex chromatin (Barr bodies) وتوجد واضحة فى أنوية خلايا الاناث حيث تمثل واحدا من الكروموسومات الجنسية الأنثوية (×) الذى يلتف على نفسه ليكون كتلة ملاصقة للغلاف النووى (شكل ٢٥).



شكل (٢٥) رسم تخطيطي للنواة كما ترى بالمجهر الالكتروني

النـــوية Nucleolus :

توجد نوية واحدة على الأقل فى معظم أنوية الخلايا. ولاتحاط النوية بغشاء ولكنها تحد بالكروماتين المحيط بها. وتتحلل النوية أثناء انقسام الخلية ثم تعود مرة أخرى للظهور فى الخلايا الجديدة. ويُصنّع فى النوية جزئى الريبوسومات.

وتظهر النوية تحت المجهر الالكترونى متكونة من :

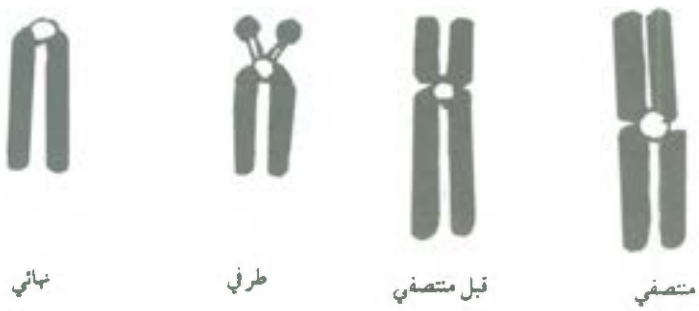
أ - جزء وسطى ليفى متشابك يتكون من الأجزاء المنبسطة من كروموسومات النوية علاوة على بعض خيوط RNA.

ب - جزء حافى حبيبى يتكون من الحبيبات التى سوف تكون الريبوسومات.

الكروموســـومات (الصبغيـــات) Chromosomes

عندما تستعد الخلية للانقسام تبدأ الخيوط الكروماتينية للكروموسومات فى الالتفاف عدة مرات حتى يكون كل منهـا جسما قصيرا يمكن رؤيته بالمجهر الضوئى، وفى هذه الحالة فقط يمكن ان تسمى هذه الأجسام بالكروموسومات. وفى كل خلية من خلايا الجسم عدد ثابت من الكروموسومات لكل جنس من الكائنات. فخلايا جسم الانسان العادية يحتوى كل منها على ٤٦ كروموسوماً هى فى الواقع مجموعتان متماثلتان احداهما أتت من البـــويضـــة والأخـــرى أتت من الحيوان المنـوى. وتسمى أى خلية تحتـوى على مجمـوعتـين من الكروموسومات خلية ثنائية Diploid cell أما الخلايا الجنسية فتحتوى على مجموعة واحدة نتيجة للانقسام الاختزالى ولذلك فهى تسمى خلايا أحادية Haploid cells .

ويزداد الاهتمام بدراسة تركيب الكروموسومات لأهميتها القصوى كحاملات للعوامل الوراثية وهى المهيمنة على جميع العمليات الحيوية للخلية. وتتخـذ الكـرومـوسومات أشكالا مختلفة فى مراحل الانقسام الخلوى المختلفة. فتكون خيطية فى المرحلة التمهيدية Prophase ثم تصبح سميكة فى المرحلة الاستوائية Metaph-ase ويظهر كل منها مكونا من كروماتيدين ملتصقين عند الحبيبة المركزية Centromere . وعندما تنفصل الكروماتيدات متجهة الى قطبى الخلية المتقابلين أثناء المرحلة الانفصالية Anaphase يكون الكروموسوم (الذى أصبح مفردا) ملتويا ويتخذ أشكالا تعتمد على وضع الحبيبة المركزية فيه والتى يتم شد الكروسوم منها. وتعود أخيرا الى الحالة الخيطية فى المرحلة النهائية Telophase للانقسام.



شكل (٢٦) اشكال الكروموسومات

ويتم دراسة الكروموسومات وهى فى المرحلة الاستوائية حيث تكون فى أوج وضوحها . ويمكن تقسيمها الى أربعة أنواع حسب مكان الحبيبة المركزية أو نقطة الشد هى :

١ ـ كروموسومات منتصفية Metacentric ch وتوجد نقطة الشد فى المنتصف تقريبا ويكون ذراعى الكروموسوم متساويين تقريبا ويظهر الكروموسوم على شكل (V) اثناء شده فى المرحلة الانفصالية .

٢ ـ كروموسومات قبل منتصفية Submetacentric ch. حيث توجد نقطة الشد أقرب الى أحد طرفى الكروسوم ويظهر الكروسوم على شكل (L) اثناء شده فى المرحلة الانفصالية .

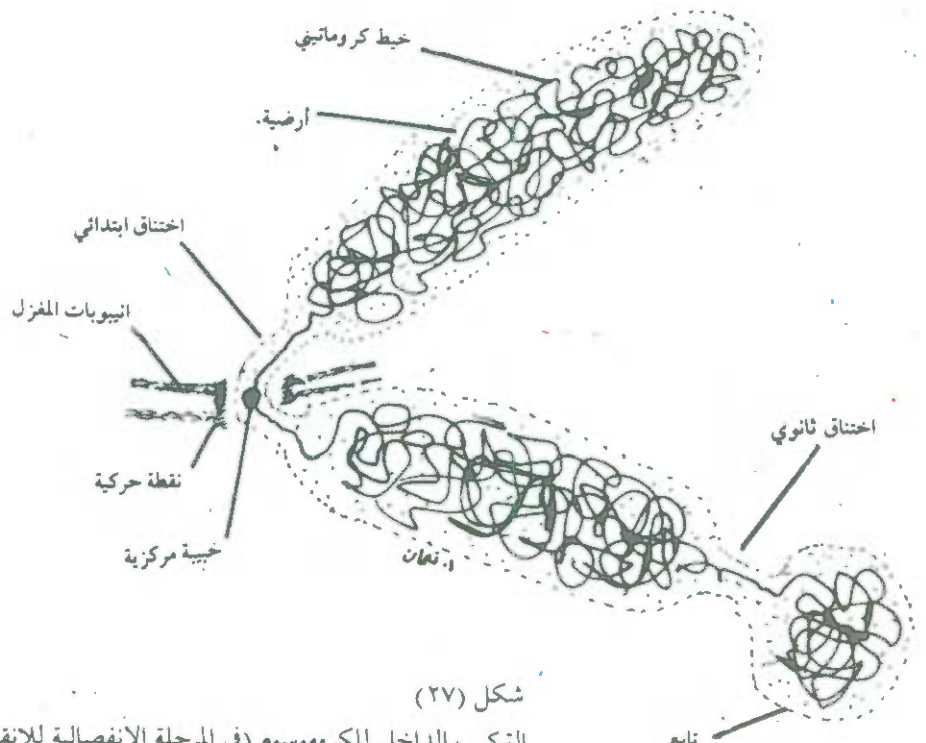
٣ ـ كروموسومات طرفية Acrocentric ch. وتوجد نقطة الشد عند أحد الأطراف حيث يكون شكل الكروموسوم المسحوب مستقيما مع وجود جزء طرفى صغير مستدير .

٤ ـ كروموسومات نهائية Telocentric ch. وتقع نقطة الشد فى آخرها (شكل ٢٦).

بعض صفات الكروموسومات :

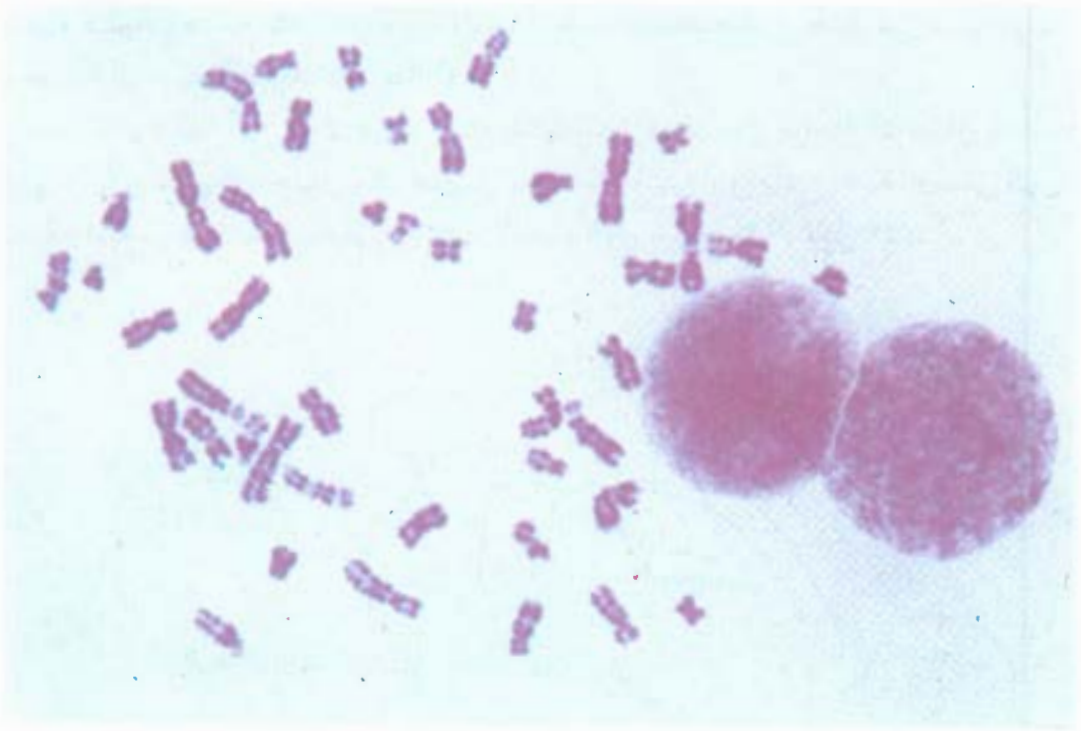
قد يكون من السهل وصف شكل الكروموسوم وتركيبه فى المرحلة الانفصالية لانه فى هذه الاثناء يكون فرديا . يوجد على الكروموسوم اختناق توجد فيه حبيبة مركزية على جانبيها منطقة داكنة هى نقطة الشد . وهذا هو الاختناق الابتدائى Primary constriction ، ويوجد فى نهايته جزء مستدير يسمى التابع Satellite الذى قد يكون ذا قطر مماثل أو غير مماثل لباقى أجزاء الكروموسوم . ويوجد اختناق ثانوى بين الكروموسوم والتابع .

وتحيط بالكروموسوم وتخلله مادة كثيفة تسمى الأرضية Matrix ويوجد فيها الخيط الكروماتينى الملتف على نفسه والذى أصبح داكن الاصطباغ . وفى الاختناقين الابتدائى والثانوى يكون الخيط غير ملتف ولذلك فهذه المناطق لاتصطبغ وتكون لذلك باهتة (شكل ٢٧) .



شكل (٢٧)
التركيب الداخلي للكروموسوم (في المرحلة الانفصالية للانقسام الخلوي)

والطريقة المثلى حتى الآن لدراسة الكروموسومات تسمى طباعة الكروموسومات Karyotyping ويكون ذلك بزراعة بعض الخلايا فى وسط مناسب واتاحة الفرصة لها حتى تبدأ فى الانقسام. ثم يضاف الى وسط المزرعة محلول مخفف من مادة الكولشيسين Colchicine التى تتسبب فى تحطيم مغزل الانقسام وتبقى الكروموسومات فى وسط الخلية دون أن تكمل الانقسام. يوضع على المزرعة ماء مقطر فتنتفخ الخلايا وتنفجر وتتبعثر الكروموسومات التى يتم تصويرها وطباعتها مكبرة ويقص كل منها ثم ترتب حسب أنواعها ثم تدرس. وهناك طرق عديدة لصباغة المناطق الوراثية المختلفة على طول الكروموسومات مما أضاف الكثير لعلم الخلية (شكل ٢٨).



شكل (٢٨)

أ ـ طرز كروموسومي للانسان.

ب ـ رسم توضيحي لطرز كروموسومي لرجل، تظهر فيه ٢٢ زوجاً من الكروموسومات الجسمية علاوة على كروموسوم "Y" وآخر "X".

دورة الخليـــة Cell cycle

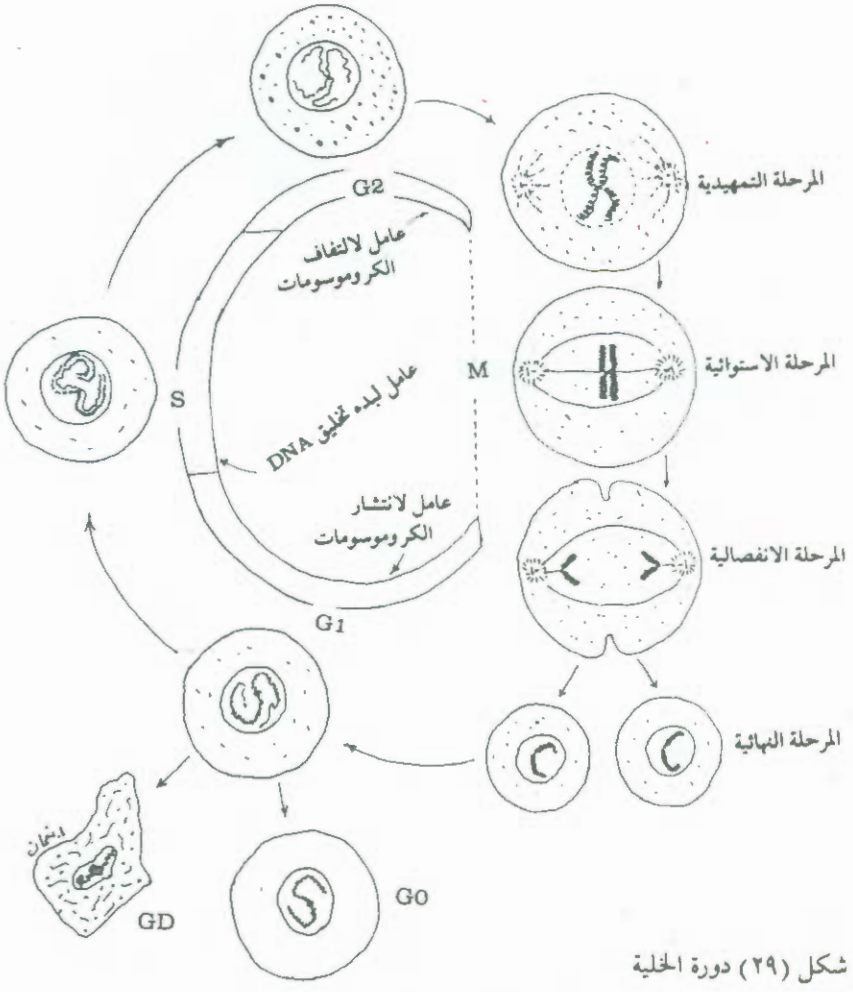
يوجد فى الجسم نوعان من الخلايا هما :

١ ـ خلايا جسمية Somatic cells وتكوّن جميع أنسجة الجسم ماعدا بعض خلايا المناسل Gonads .

٢ ـ النطف Gametes وهى البويضات وتوجد فى المبيض ، والحيوانات المنوية وتوجد فى الخصية .

وتبدأ الخلايا الجسمية مشوار حياتها بعد الانقسام الخيطى Mitotic division وذلك بان تقوم بتكوين بروتينات خاصة متميزة عن تلك التى كانت موجودة فى الخلية الأم . وتتحول هذه البروتينات الى تراكيب خاصة (كالخيوط والحبيبات والانيبوبات والأغشية) أو تكون انزيمات تنشط تفاعلات معينة ينتج عنها مواد خاصـة كالمـواد الصبغية Pigments وبذلك تنشأ عضيات متخصصة فى الخلية التى تسمى حنيئذ خلية متخصصة أو متميزة Differentiated cell .

وقد لاتتميز الخلية التى نتجت من الانقسام ولكنها تدخل فى عدد من المراحل المتتابعة الى أن تدخل مرة أخرى فى الانقسام لتكون خليتين ، كما يحدث فى بدء الحياة الجنينية أو فى مزارع الخلية . ويسمى الزمن الذى تقضيه الخلية من نهاية انقسام خيطى الى نهاية الانقسام التالى بدورة الخلية (شكل ٢٩) .



شكل (٢٩) دورة الخلية

G1 مرحلة النمو الاولى ، G0 مرحلة الانتظار ، GD مرحلة التميز ، S مرحلة التحليق ، G2 مرحلة النمو الثانية ، M مرحلة الانقسام

مراحـل دورة الخليـة :

١ ـ مرحلة النمو الأولى (G1) وهى المرحلة التى تلى الانقسام مباشرة. وقد أطلق عليها فى الماضى مرحلة الخمول الأولى Gap 1 اعتقادا بأن الخلية لاتقوم أثناءها بأى نشاط يذكر الا أنه تبين ان الخلية تقوم فى هذه المرحلة بتصنيع مواد سيتوبلازمية جديدة وخاصة المواد البروتينية ليزداد حجم الخلية ولذلك فان الاسم المعبر لهذه المرحلة هو مرحلة النمو Growth . وقد تطول هذه المرحلة أو تقصر حسب ظروف الخلية وقد تقف بعض الخلايا عند هذه المرحلة وتخرج من دورة الخلية وتبقى دون أى تغير. (وقد وصفت مثل هذه الخلايا بأنها فى مرحلة الانتظار Go) ولكن عند الحاجة تدخل هذه الخلايا مرة اخرى فى الدورة لتكمل باقى المراحل.

وقد تخرج الخلية من مرحلة G 1 عندما تتميز وتوصف بأنها فى المرحلة المتميزة G D وتبقى متميزة لفترات قد تطول حتى نهاية عمر الكائن (كما فى حالة الخلايا العصبية والخلايا العضلية الهيكلية) وقد تدخل الى دورة الخلية مرة أخرى فى ظروف خاصة لتكمل المراحل وتنقسم.

والخلية التى تبقى فى الدورة تكمل مرحلة النمو التى عادة ماتستغرق من ٣٠ الى ٤٠٪ من زمن الدورة.

٢ ـ مرحـلة التصنيـع Synthesis (S) ويقصد هنا تصنيع الـ DNA وأثناء هذه المرحلة يقوم كل جزىء DNA بتصنيع جزىء مماثل له وبذلك يصبح الكروموسوم المنفرد .Single ch كروموسوما مزدوجا -Dou ble ch. وتستغرق هذه المرحلة من ٣٠ الى ٥٠٪ من دورة الخلية. ويتم أيضا تصنيع الهستون أثناء هذه المرحلة.

٣ ـ مرحلة النمـو الثـانيـة (G2) وتبدأ بعد أن تنتهى الخلية من تصنيع مكونات الكروموسومات الاضافية (أى بعد تصنيع DNA والهستون).

وأثنـاء هذه المـرحلة يتم تكـوين بعض العضيات الجـديدة وخاصة المايتوكوندريا والجسيمات المركزية وتستغرق هذه المرحلة من ١٠ ـ ٢٠٪ من زمن الدورة.

٤ ـ مرحـلة الانقســام Mitosis (M) وفيها تقصر الكروموسومات وتسمك لتصبح واضحة وتترتب فى المنطقة الاستوائية للخلية، ثم ينشطر كل كروموسوم عند نقطة الشد الى نصفين متماثلين تماماً يذهب كل منهما إلى قطب من أقـطاب السيتوبلازم مشدودا بواسطة أنيبوبات المغزل. وينقسم السيتوبلازم بعد ذلك ليتكون خليتين جديديتن بكل منهما نفس عدد الكروموسومات المفردة.

ويلاحظ أنه اثناء المراحل G1 , Go , GD تكون الكروموسومات مفردة بينما تكون فى المرحلتين S , G2 مزدوجة.

كما يلاحظ ان الخلية اذا بلغت نقطة معينة فى المرحلة G1 فانها تتم هذه المرحلة ويتحتم عليها بالضرورة اتمام دورة الخلية. واذا خرجت خلية من الدورة فانها تخرج قبل هذه النقطة.

النمــو الخــلوى Cell Development

تمر الخلايا بأطوار ثلاثة هامة حتى تتكون الأنسجة المتخصصة ثم تظهر الأعضاء والأجهزة الى أن يتكون الكائن الكامل النمو. يحدث هذا النمو اثناء الحياة الرحمية الجنينية ثم يكتمل بعد الولادة الى ان يصل الكائن

الى مرحلة اكتمال النمو. وأطوار النمو الثلاثة هى :

١ ـ التكـاثـر الخـلـوى : Cell growth وهو الزيادة العددية للخلايا، وتكون فى المراحل الأولى دون زيادة فى الحجم وتنتـج عن عملية الانقسـام التفتتى ثم تزداد الخلايا فى الحجم. واذا استمرت الخلايا فى الانقسام دون ضابط ودون أن تتشابك وتترابط مع بعضها يؤدى هذا التكاثر الى النمو السرطانى. ولذلك فعند حد معين يقل معدل انقسام بعض الخلايا ويرتبط بعضها مع بعض وتدخل فى الطور التالى.

٢ ـ التمـيز الخـلـوى Cell differentiation وهى العملية التى من خلالهـا تصبـح الخـلايا مختلفة عن سابقاتها وذلك بتكوين تراكيب ومواد خاصة دائمة فى الخلية تميزها تركيبيا ووظيفيا عن غيرها فتصبح مثلا خلية عصبية أو عضلية أو دموية. . . الخ. وهناك عاملان اساسيان يسببان هذا التميز هما :

أ ـ عامـل داخلى يبدأ من تأثير السيتوبلازم على العوامل الوراثية فى النواة فتحوّل بعض أجزاء من الكروموسومات من الحالة الخاملة Heterochromatin الى الحالة النشطة Euchromatin وينشأ عن ذلك تكون بروتينات تركيبية وأنزيمات جديدة تغير من الخلية وتحولها الى خلية ذات تكوين ووظائف متميزة.

ب ـ عامل خارجى يحدث بفعل اختلاف الخلايا المحيطة وكمية الاكسيجين والغذاء المتاح لخلية ما مما ينتج عنه تأثير على السيتوبلازم ثم الكروماتين لينشط ويحدث التميز. وفى مراحل معينة من مراحل النمو الخلوى يكون للهرمونات تأثير مباشر على أنواع معينة من الخلايا وذلك عن طريق مستقبلات خاصة لهذه الهرمونات يكون بعضها على الغشاء الخلوى والبعض الآخر فى السيتوبلازم.

٣ ـ التكـامل الخـلـوى Cell integration : إذا استمر التميز الخلوى بدون ضوابط نتج عن ذلك مسخا Monster غير متكامل الأنسجة والأعضاء. والتكامل هو العملية التى بها يحدث التجانس بين أعضاء وأجهزة الجسم فينمو كل منها الى حد معين ثم يقف وبذلك يتكون الكائن المتناسق المتجانس.

مـوت الخـلايا Cell Death

الموت مصير كل شىء حى. والموت يفسح الطريق لاستمرار الحياة. فالله سبحانه وتعالى جعل الموت والحياة معا. ولو تصورنا الكرة الأرضية (عندما أوجد الله الحياة عليها) قد حُرمت من نعمة الموت، لما أمكن أن تستمر الحياة سوى لوقت قصير. ولكن الموت دائما يهيىء فرصا أفضل لاستمرار الحياة المتجددة الشباب والقوة.

وحياة الخلايا مثل حياة الأفراد محددة بزمن. ويتحكم فى طول وقصر عمر الخلايا عوامل عديدة، فلكل نوع من الخلايا فى الجسم عمر محدد فاذا جاء أجلها لاتتأخر وتموت. فالكرة الدموية الحمراء تعيش حوالى أربعة أشهر بينما تعيش زميلتها البيضاء أسبوعا أو أسبوعين فقط فى الوقت الذى تطول فيه حياة الخلايا العصبية والخلايا القلبية مادام الكائن حيا.

وتدخل الخلية فى مرحلة من الهَرَم Senescence قبل أن تموت لأسباب عديدة منها :

١ ـ أسبـاب داخلية : فى السيتـوبلازم حيث تتغير خاصيته الغروانية لفقده بعض مائه وأيوناته، فتترسب البروتينات على هيئة خيوط تعطل وظائف السيتوبلازم وكذلك تتجمع مخلفات نشاط الخلية مما يعوق النشاط الأيضى والاحلالى للخلية فتموت.

٢ ـ أسباب خارجية : تنشأ فى الوسط الذى توجد فيه الخلية، حيث يتغيرمحتوى السائل النسيجى نتيجة لتغير فى الدم. هذا وان قلة بعض الهرمونات الحافزة للنمو وكذلك الهرمونات الجنسية تؤثر على غشاء الخلية وعلى نفاذيته.

٣ ـ أسباب وراثية : فالجينات التى كانت نشطة فى تصنيع المواد الاحلالية اللازمة لتجديد شباب الخلية، يقـل نشـاطها وبذلك تبطىء عملية التجديد والاحلال الى أن تتوقف وأول مايتأثر بذلك هو الغشاء الخارجى للخلية ثم العضيات الغشائية.

تبدأ الشيخوخة اذاً فى النواة ثم تنعكس على السيتوبلازم، وتموت الخلية بعد أن تكون قد أدت وظائفها لتفسح المجال لخلايا جديدة نشطة تحل محلها فى مسيرة الحياة.

الفصل الخامس

أنسجة الجسم

Tissues of the Body

الفصـــل الخامـــس
أنســـجة الجســـــم
Tissues of the Body

يتكون جسم أى حيوان فقارى من أربعة أنسجة أساسية هى :

١ ـ الأنسـجة الطلائيـة	Epithelial tissues
٢ ـ الأنسـجة الضـامـة	Connective tissues
٣ ـ الأنسـجة العضليـة	Muscular tissues
٤ ـ الأنسـجة العصبيـة	Nervous tissues

وأثناء نمو الجنين تتكون الجاستريولا Gastrula من ثلاث طبقات جرثومية Germ layers هى الأدمة الخارجية Ectoderm والأدمة المتوسطة Mesoderm والأدمة الداخلية Endoderm ومن هذه الطبقات الثلاث تنشأ الأنسجة الأربعة المختلفة عن طريق عملية التميّز الخلوى Cell differentiation .

والنسيج هو مجموعة من الخلايا المتشابهة (أو غير المتشابهة) ومايتخللها من مادة خلالية تقوم بأداء وظيفة أو عدة وظائف .

الأنسجة الطلائية

تتصف الأنسجة الطلائية فى مجملها بعدد من الصفات هى :

١ ـ تتراص خلاياها وتتلاصق ولهذا تكون المواد الخلالية قليلة جدا.

٢ ـ ترتكز خلاياها على طبقة ليفية رقيقة تسمى الغشاء القاعدى Basement membrane تفصل بينها وبين مايليها من أنسجة أخرى.

٣ ـ تنشأ من أى من الطبقات الجرثومية الثلاث فقد تكون اكتودرمية أو ميزودرمية أو أندودرمية المنشأ.

٤ ـ لايتخلل خلاياها أوعية دموية، وتأتيها متطلباتها بالانتشار من الأوعية الدموية الموجودة تحت الغشاء القاعدى.

٥ ـ يتخللها العديد من النهايات العصبية وخاصة النهايات الحسية Sensory والمفرزة Secretory .

٦ ـ تتماسك خلاياها بشدة عن طريق روابط بين خلوية Intercellular junctions .

٧ ـ تكوّن مسطحات تغطى أسطحا وتبطن تجاويفا أو تكون مجموعات خلوية ذات أشكال مختلفة كما هو الحال فى الغدد.

٨ ـ تكون المسطحات الطلائية إما مصففة أو بسيطة وتتميز الخلايا المكونة للأنسجة البسيطة بما يلى :

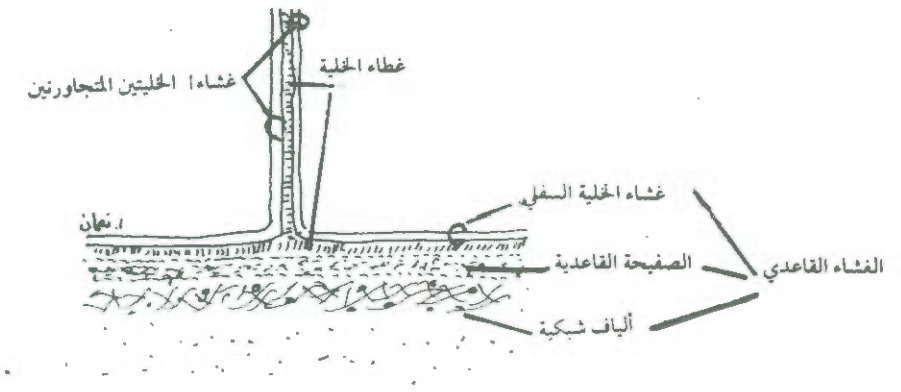
أ ـ يختلف الجزء السطحى لها عن الجزء القاعدى. وتسمى هذه بالظاهرة القطبية Polarity .

ب ـ توجد أجسام جولجى والجسم المركزى أعلى النواة جهة السطح.

جـ ـ يتحور الغشاء السطحى للخلايا ليلائم الوظائف التى تؤديها هذه الخلايا فيكون مهدّبا أو فرشاتيا أو مغطى بطبقة من الجليّد أو تكون به كهيفات. . . الخ.

الغشـــاء القـاعـدى :

هو طبقـة رقيقـة تظهـر بالمجهر الضوئى تحت الأنسجة الطلائية وحول الكتل الخلوية الطلائية الفارزة ويفصلهـا عن الأنسجة الأخرى التى تليها. ويصطبغ الغشاء القاعدى بأملاح الفضة حيث يترسب عليه معدن الفضة الأسود، كما يصطبغ باللون الأحمر عند استعمال صبغة PAS (Periodic Acid Schiff) .



شكل (٣٠) الغشاء القاعدي بالتفصيل

ويظهر الغشاء القاعدى بالمجهر الالكترونى مكونا من ثلاث طبقات هى :

١ ـ منطقة باهتة تلامس غشاء الخلايا الطلائية، وهى عبارة عن غطاء هذه الخلايا.

٢ ـ الغشاء القاعدى الأصيل، ويتكون من طبقة غير متشكلة تحتوى على مادتى الجلايكوبروتين والكولاجين. وتصطبغ هذه الطبقة بـ PAS وذلك لوجود المواد الكربوهيدراتية بها. وتقوم خلايا النسيج الطلائى بتصنيع مكونات هذه الطبقة.

٣ ـ طبقة من الألياف الشبكية، وهى فى الواقع جزء من النسيج الضام. وتختلف فى سمكها من مكان الى آخر وهى التى ترسب معدن الفضة من أملاحه (شكل ٣٠).

وللغشاء القاعدى وظيفتان أساسيتان هما :

أ ـ منع مرور الجزيئات الكبيرة من السطح الى الداخل.

ب ـ تزويد النسيج الطلائى بطبقة مرنة لكى لايتمزق بسبب الاحتكاك الخارجى.

تقسيم الأنسجة الطلائية

تنقسم الأنسجة الطلائية الى أربعة أنواع حسب الوظيفة الرئيسية التى تؤديها كمايلى :

١ ـ أنسجة طلائية غطائية	Covering epithelial tissues .
٢ ـ أنسجة طلائية غدية	Glandular epithelial tissues
٣ ـ أنسجة طلائية حساسة	Sensory epithelial tissues
٤ ـ أنسجة طلائية منبتة	Germinal epithelial tissues

أولا : الأنسجة الطلائية الغطائية Covering Ep.

يتكون هذا النوع من مسطحات خلوية تغطى الأسطح وتبطن التجاويف والفراغات الموجودة فى الجسم. وفيما عدا بشرة الجلد التى تكون عادة جافة فى الحيوانات البرية فان الأنسجة الغطائية تكون رطبة دائما.

وينقسم هذا النوع حسب عدد طبقات الخلايا المكونة له الى نوعين :

أ ـ أنسجة طلائية بسيطة Simple وتتكون من طبقة واحدة من الخلايا ترتكز جميعها على الغشاء القاعدى.

ب ـ أنسجة طلائية مصففة Stratified وتتكون من عدد من الطبقات ترتكز الطبقة السفلى منها فقط على الغشاء القاعدى.

أ ـ الأنسجة الطلائية البسيطة Simple Ep.

وتصنف حسب شكل خلاياها الى :

١ ـ حرشفية Squamous وخلاياها مسطحة تشبه البلاطات ولذلك تسمى فى بعض الأحيان البلاطية

Bavement وتوجد فى بطانة الأوعية الدموية ومحفظة بومان الكلوية.

٢ ـ مكعبية Cuboidal وتظهر خلاياها فى المقطع على شكل مربعات بها أنوية مستديرة وتوجد فى بطانة القنوات الكلوية وحويصلات الغدة الدرقية.

٣ ـ عمودية Columnar وخلاياها طويلة ومتعامدة على الغشاء القاعدى وأنويتها بيضاوية الشكل وتقع أقرب الى الغشاء القاعدى ـ وتبطن المعدة والأمعاء فى الحيوانات الثديية وقد تكون هذه الخلايا مهدبةكما فى بطانة المرىء والمعدة فى الضفدعة والرحم والقناة الرحمية فى الثدييات.

٤ ـ مصففة عمودية كاذبة Pseudostratified : وهى خلايا طويلة يصل بعضها الى سطح النسيج بينما لايصل الى ذلك البعض الآخر ولكن كل خلاياها ترتكز على الغشاء القاعدى، ولذلك فانها تظهر وكأنها مصففة لان انوية خلاياها تقع فى مستويات مختلفة وقد يكون هذا النوع مهدّبا كما فى بطانة الجهاز التنفسى، أو غير مهدب كما فى بطانة الوعاء الناقل للمنى وبعض القنوات التناسلية الأخرى فى الانسان (شكل ٣١).

ويمكن تقسيم الأنسجة الطلائية البسيطة حسب الوظائف التى تؤديها الى الأنواع الآتية :

١ ـ أنسجة طلائية وقائية Protective Ep.

وتوجد على الأسطح التى تتعرض الى الاحتكاك أو الى مواد ضارة، وتترسب على سطح الخلايا مواد وقائية، وتكون هذه المواد بروتينية كما هو الحال فى الجليّد Cuticle الذى يغطى خلايا عدسة العين، بينما تكون من عديدات التسكر المخاطية Mucopolysaccharides التى تغطى خلايا بشرة الجلد فى الحشرات والقشريات وتسمى بالكايتين.

٢ ـ أنسجة طلائية فارزة Secretory Ep.

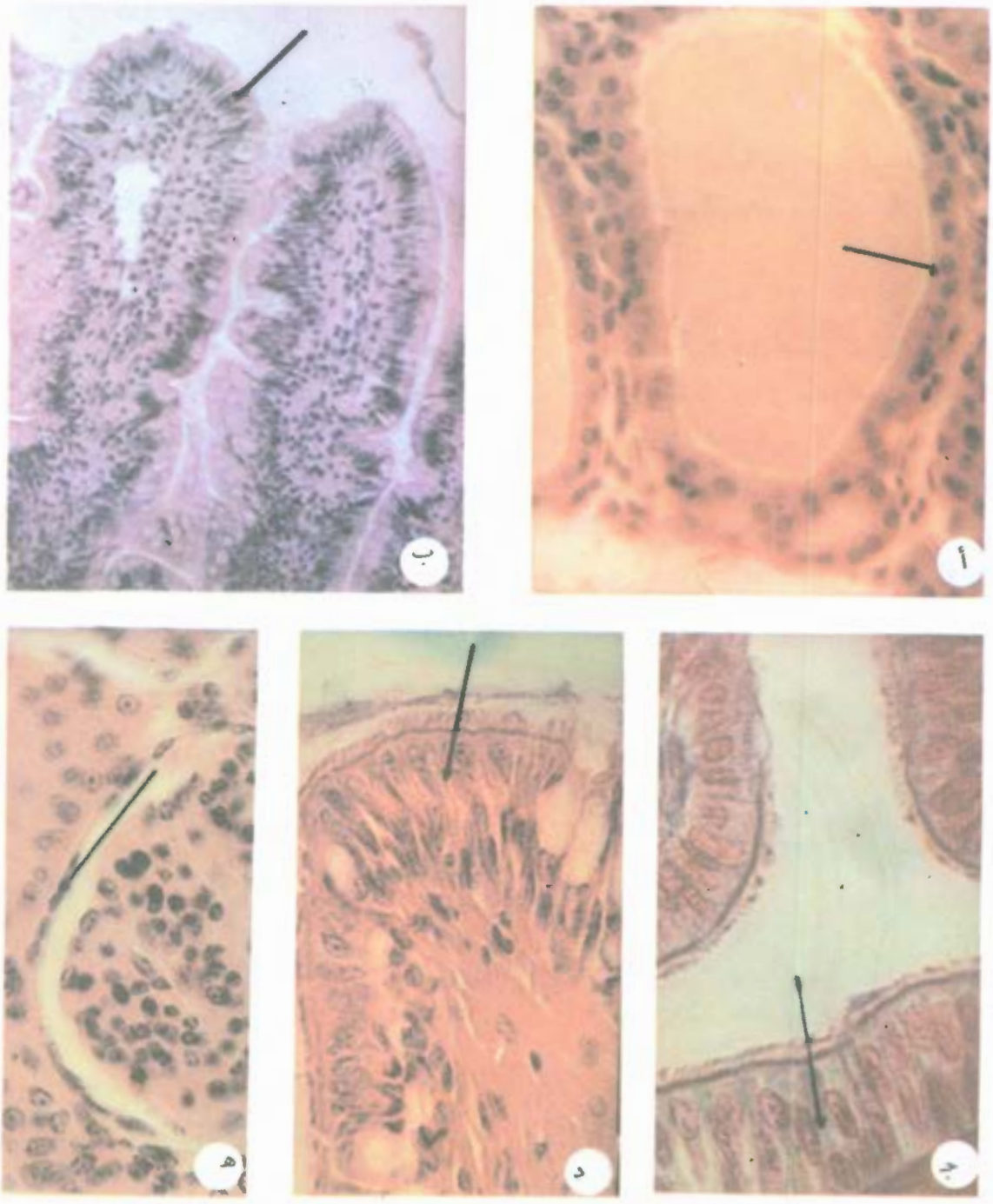
ويتميز السطح الخارجى لهذا النوع بوجود كهيّفات Caveoles ناتجة عن عملية الافراز. وتوجد هذه الكهوف الصغيرة ايضا على أسطح الخلايا التى تقوم بعمليات الادخال الخلوى Endocytosis ومن أمثلة ذلك الخلايا المبطنة للمعدة والخلايا المبطنة للأوعية الدموية.

٣ ـ أنسجة طلائية امتصاصية Absorptive Ep.

يتميز السطح الخارجى لخلايا هذا النوع بوجود نتوءات اسطوانية هيفاء تتراص بكثافة شديدة مثل شعر الفرشاة تماما، ولذلك يسمى سطح هذه الخلايا بالسطح الفرشاتى Brush surface وتعرف هذه النتوءات بالخميلات Microvilli أو الخملات الدقيقة. ويبلغ طول الواحدة منها حوالى ٦ر٠ من الميكرون وقطرها حوالى ١ر٠ من الميكرون ويمكن أن يوجد على سطح الخلية الواحدة ثلاثة آلاف خميلة. ووظيفة الخميلات هو زيادة أسطح الخلايا الى أضعاف مضاعفة مما يزيد من مقدرتها الامتصاصية. ومن أمثلة هذا النسيج بطانة الأمعاء الدقيقة وبعض الانيبوبات الكلوية.

٤ ـ أنسجة طلائية ناقلة Transporting Ep.

وتتميز خلايا هذا النوع بوجود أهداب على أسطحها. وتضرب الأهداب فى الاتجاه المراد تحريك المواد اليه.



شكل (٣١) الانسجة الطلائية البسيطة

أ ـ مكعبي (خويصلات الغدة الدرقية)

ب ـ عمودي غير مهدب (بطانة الامعاء الدقيقة)

جـ ـ عمودي مهدب (بطانة مريء الضفدع)

د ـ مصفف كاذب مهدب (بطانة القصبة الهوائية)

هـ ـ حرشفي (بطانة محفظة بومان في الكلية)

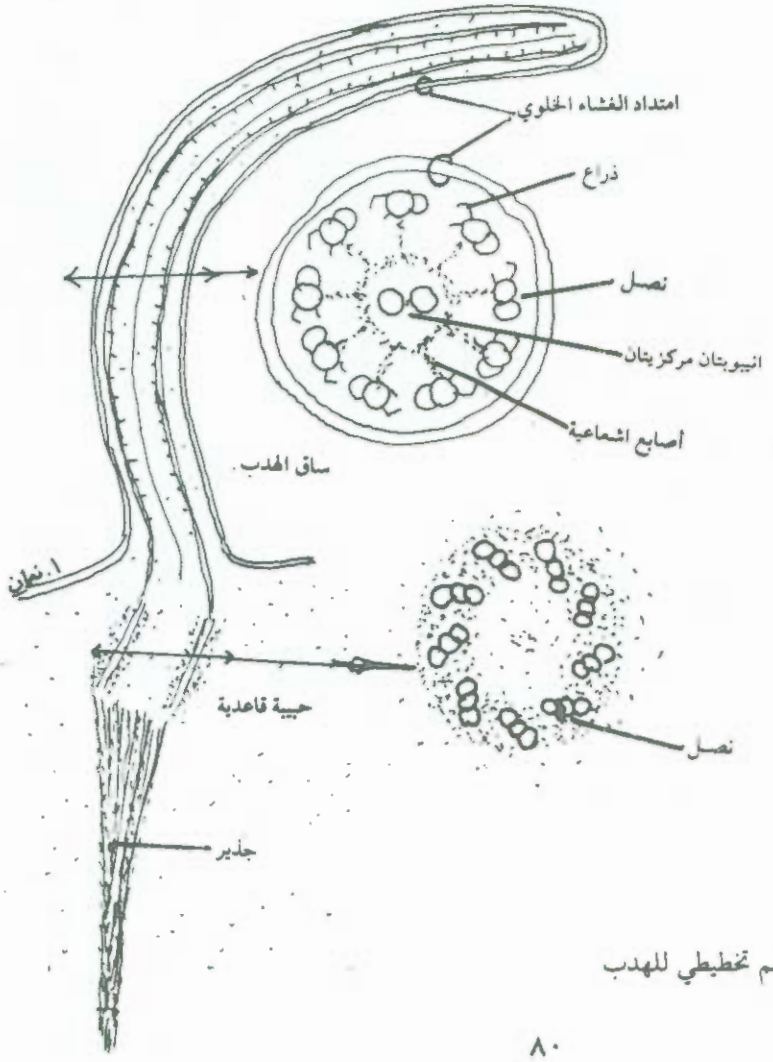
وتقوم خلايا النسيج الناقل بتحريك السوائل أو الحبيبات أو حتى الخلايا كما فى القصبة الهوائية والتجويف الانفى والقناة الرحمية على التوالى.

تركيب الأهداب Cilia

الأهداب هى نتوءات سيتوبلازمية اسطوانية تخرج من أسطح الخلايا المهدبة يبلغ طول الواحد منها حوالى ١٠ ميكرونات وقطره ميكرون واحد. ويتركب الهدب من الساق والجسم القاعدى والجُذير.

الســـــاق Shaft

هو الجزء البارز من الهدب خارج الخلية، ويحاط بالغشاء الخلوى، ويحتوى على هيكل الساق Axoneme وهو عبارة عن تسع مجموعات من الانيبوبات الدقيقة المرتبة على مسافات متساوية فى حافة الهدب وتسمى كل مجموعة بالنصل Blade يتكون النصل من أنيبوبتين تمتدان طوليا بطول الهدب تقريبا تخرج من أحدهما أذرع فى اتجاه النصل التالى له. وهذه الأذرع تتكون من مادة تسمى الحركين Dynein وبها انزيم ATPase ووجودها ضرورى لحركة الأهداب. وفى مركز الهدب توجد أنيبوبتان مركزيتان تمتدان الى نهاية الهدب. وترتبط الأنصال الحافية بالمنطقة المركزية للهدب بواسطة أصابع اشعاعية Radial spokes وبذلك تترابط جميع مكونات الهيكل الهدبى.



شكل (٣٢) رسم تخطيطي للهدب

الجسم القاعدى basal body

هو عبارة عن جسيمة مركزية مكونة من تسعة أنصال حافية بكل منها ثلاث أنيبوبات. ولا يوجد بالجسم القاعدى أنيبوبات مركزية. وتتصل أنيبوبات الساق بتلك الموجودة فى الجسم القاعدى وتنمو منها.

الجذير Rootlet

وهو مخروطى الشكل يبدأ من الجسم القاعدى وينتهى فى السيتوبلازم بالقرب من النواة. ويتكون من خيوط دقيقة ويعمل على تثبيت الهدب فى الخلية (شكل ٣٢).

السوط Flagellum

يتكون من نفس مكونات الهدب ويختلف عنه فى أنه أطول بكثير ولا يوجد منه على سطح الخلية سوى واحد أو اثنان وتوجد الأسواط فى الثدييات فى الحيوانات المنوية فقط مكونة أذيالها.

ويتحرك الهدب أو السوط بأن تقصر الأنصال فى جهة وتطول فى الجهة الأخرى فيضرب الهدب فى اتجاه الجهة الأقصر ويحدث التحريك فى نفس هذا الاتجاه ويقوم الحركين الموجود فى أذرع الأنصال بتكسير جزيئات الـ ATP لإمداد الطاقة اللازمة للحركة.

وفى بعض الأشخاص لا يتكون الحركين لعدم وجود العامل الوراثى اللازم لتصنيعه ويعانى هؤلاء الاشخاص من العقم (بسبب عدم حركة الحيوانات المنوية) وسرعة الاصابة بأمراض الجهاز التنفسى لعدم قدرة الأهداب على الحركة.

ب ـ الأنسجة الطلائية المصففة Stratified Ep.

يتكون النسيج الطلائى المصفف من عدد من الطبقات الخلوية المصفوفة على الغشاء القاعدى وتكون أول طبقة من جهة الغشاء القاعدى عمودية الخلايا يليها طبقة أو اكثر من الخلايا التى تتخذ أشكالا مختلفة.

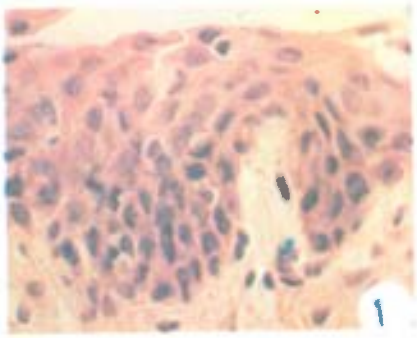
وتقسم الأنسجة الطلائية المصففة حسب شكل الطبقة الخارجية منها الى :

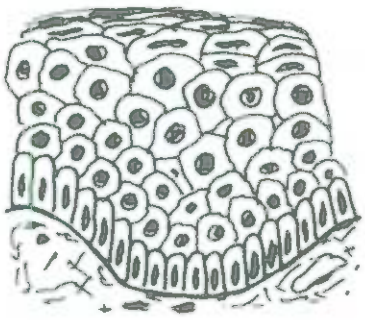
١ ـ مصففة حرشفية St. Squamous وتكون الخلايا الخارجية فيها مسطحة ويتكون هذا النوع عادة من عدد كبير من الصفوف ويوجد على الاسطح التى تتعرض الى الاحتكاك.

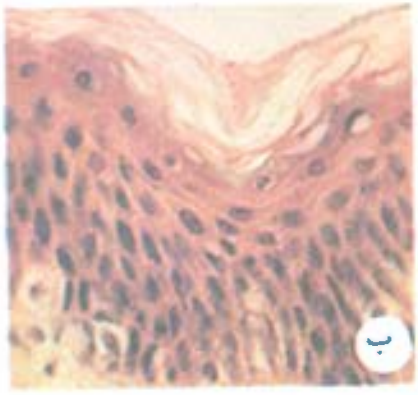
وعندما يكون السطح معرضا ايضا للجفاف (كالجلد) يتراكم على سطح النسيج عدد من الطبقات التى تتكون من الخلايا الميتة بسبب ترسب مادة قرنية فيها. ويسمى هذا النوع بالنسيج المصفف الحرشفى المقرن St. Squamous keratinized ومثاله بشرة الجلد فى الحيوانات البرية.

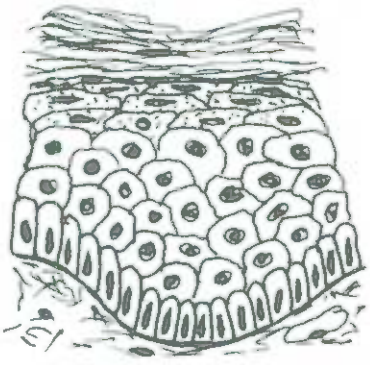
ويكون عدد صفوف الخلايا فى النسيج المصفف الحرشفى ثابتاً تقريباً لأن الخلايا التى تسقط من سطحه تعوّض بنفس العدد من الخلايا بواسطة انقسام الخلايا الموجودة فى الطبقة السفلى والتى قد تسمى لذلك بالطبقة المنبته.

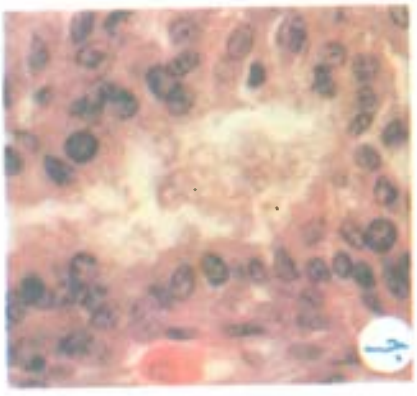
٢ ـ مصفف مكعبى St. Cuboidal ويتكون عادة من طبقتين من الخلايا المكعبة. ويوجد فى بطانة قنوات الغدد العرقية Sweat glands.

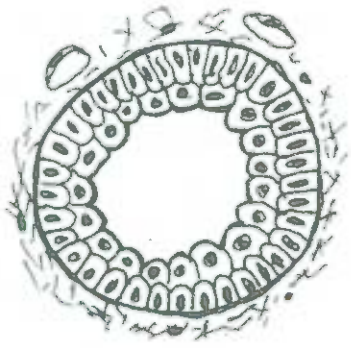


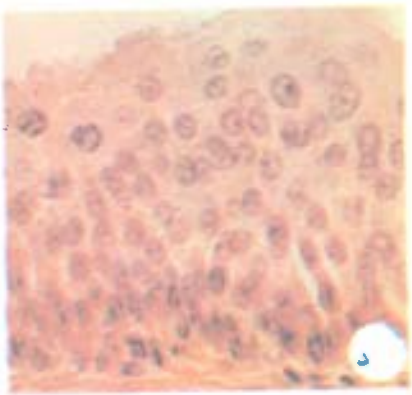


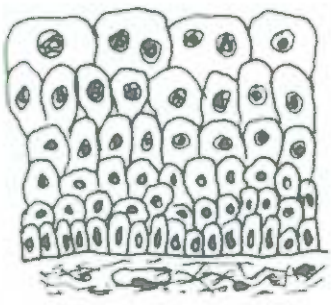












شكل (٣٣) الانسجة الطلائية المصففة

أ ـ مصفف حرشفي غير متقرن (بطانة مريء الانسان)
ب ـ مصفف حرشفي متقرن (بشرة الجلد)
جـ ـ رسم تخطيطي لنسيج مصفف عمودي كما في بعض قنوات الغدد
د ـ انتقالي (بطانة المثانة البولية)

٣ ـ مصفف عمودى St. Columnar وتكون الطبقة السطحية فيه مكونة من خلايا عمودية كما فى طبقة الملتحمة فى العين. وقد تكون الخلايا السطحية مهدبة ولكن مثل هذا النوع نادر فى الثدييات.

٤ ـ انتقـالى Transitional وهو نوع خاص من الأنسجة المصففة يبطن الأعضاء التى يتغير اتساع تجويفها بدرجة كبيرة مثل المثانة البولية والحالب. ويتكون هذا النسيج من طبقات يتغير عددها حسب ما اذا كان العضو ممتلئا أو فارغا. ففى حالة الامتلاء يتكون النسيج الانتقالى من ٣ ـ ٤ طبقات من الخلايا شبه المسطحة بينما فى حالة مايكون العضو فارغا يصبح عدد الطبقات كبيرا قد يصل الى عشر طبقات من الخلايا. الطبقة السفلى المرتكزة على الغشاء القاعدى تكون مكعبة يليها عدد من الطبقات خلاياها شبه مستديرة والطبقة قبل السطحية خلاياها كبيرة كمثرية الشكل قواعدها الى أعلى وقممها الى أسفل. أما الطبقة السطحية فتتكون من خلايا ضخمة يحتوى بعضها على نواتين. وأغشية الخلايا السطحية المطلة على تجويف المثانة متحورة حتى تتحمل ملامسة البول لها. فقد ترسبت على سطح هذه الأغشية طبقة بروتينية سميكـة تتخللها مناطق رقيقة من الغشاء العادى. وعندما لاتتعرض الخلايا السطحية للشد تتداخل المناطق السميكة كما تتداخل طبقات الاوكورديون وذلك لحماية المناطق الرقيقة. وعند امتلاء المثانة يحدث شد على سطح الخلايا فيتسع دون ان يتمزق (شكل ٣٣).

بعض العلاقات التى تنشأ بين خلايا الأنسجة الطلائية

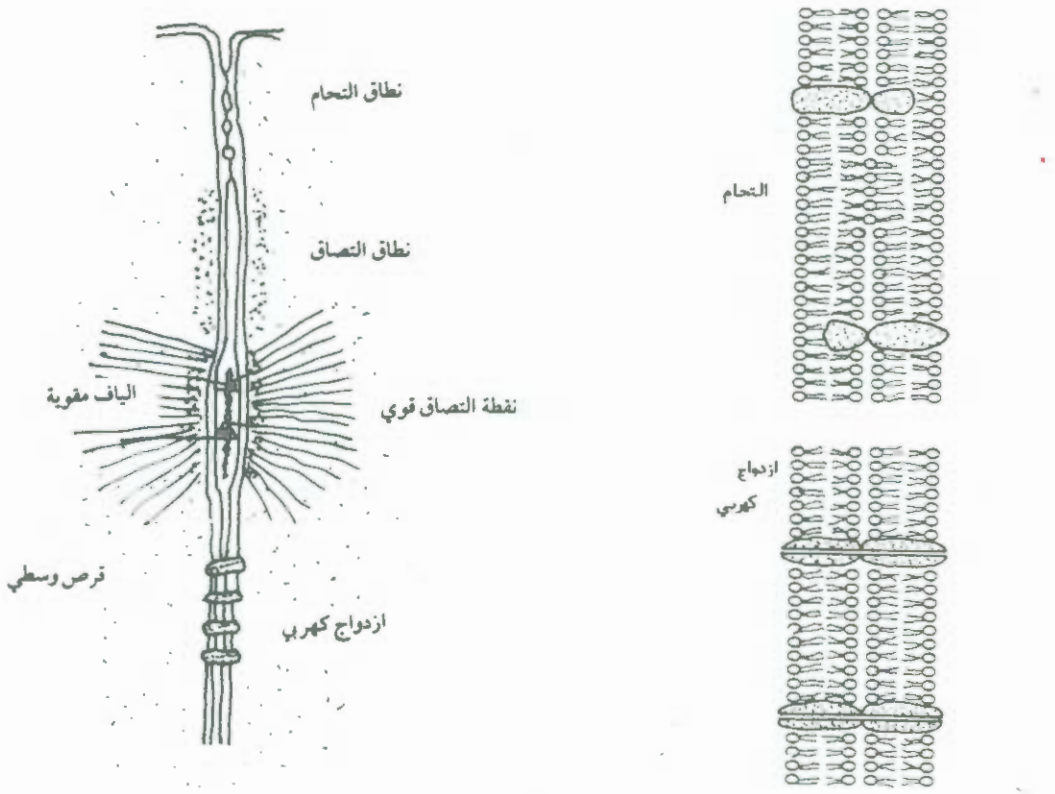
ترتبط الخلايا الطلائية المتجاورة مع بعضها بطرق عدة حسب الوظائف التى تؤديها كمايلى :

١ ـ منـاطق الالتحـام Zonulae occludens وتسمى أيضا الارتباطات الانغلاقية Tight junctions ووظيفتها غلق المسافات بين الخلوية تماما وبذلك لاتمر أية مادة الى الدم (تحت النسيج الطلائى) الا عن طريق سيتوبلازم الخلايا الطلائية التى تتحكم فى كيفية وكمية المادة الممتصة كما هو الحال فى بطانة الأمعاء الدقيقة. وتلتحم أغشية الخلايا المتجاورة فى هذه المناطق.

٢ ـ مناطق الالتصاق Zonulae adherens وتسمى ايضا الارتباطات المتوسطة Intermediate junctions لانها عادة ماتتوسط ارتباطات اخرى. ووظيفتها لصق الخلايا بمادة خلالية تشبه غطاء الخلية الكثيف. ويكـون السيتـوبـلازم المجاور لهذه المنطقة اكثر كثافة عن باقى السيتوبلازم. وعادة يكون الارتباط المتوسط تاليا للارتباط الانغلاقى.

٣ ـ نقاط الالتصاق Maculae adherens وتسمى أيضا اجسام الربط المتين Desmosomes ويوجد هذا النـوع بين الخلايا التى تتعرض للاحتكاك فيحميها من التفكك وعادة مايوجد تاليا للارتباطات المتوسطة. ويوجد بصفة خاصة بأعداد كبيرة بين خلايا النسيج الطلائى المصفف الحرشفى الواقى. وفى منطقة الارتباط المتين توجد أعداد كبيرة من الخيوط الدقيقة Microfilaments التى يعبر بعضها غشاء الخلية ليتشابك مع خيوط من الخلية المقابلة فى منتصف المسافة بين الخليتين حيث يوجد قرص من مادة كثيفة يعرف بالقرص البينى. وتتجمع الخيوط الدقيقة فى السيتوبلازم فى محاذاة نقاط الالتصاق لتكون الليفات المقوية Tonofibrils والتى تجعل الخلايا تظهر وكأنها مليئة بالأشواك.

٤ ـ الازدواجـات الكهـربية Nexuses : وتسمى أيضـا ارتباطات فراغية Gap junctions وذلك لان



شكل (٣٤) الروابط بين الخلوية وتخطيط تفصيلي لاثنين منها

غشائى الخليتين المتقابلتين يلتقيان بحيث تواجه الثقوب الايونية فى احدهما تلك الموجودة فى الآخر. وبذلك تتكون معابر أيونية بين الخليتين تفصلها فراغات بين خلوية. وتقوم هذه المعابر بالسماح للايونات وبعض المواد الأخرى بالمرور من خلية الى الخلية المجاورة لها مما يقلل فرق الجهد الكهربى الذى قد يحدث نتيجة تراكم بعض الأيونات فى الخلايا المجاورة بمقادير متفاوتة. وتوجد هذه الازدواجات الكهربية بين الخلايا المهدبة وبين الألياف العضلية الحشوية والقلبية (شكل ٣٤).

٥ ـ التشابكات Interdigitations وتحدث عندما تتداخل أغشية الخلايا المتجاورة لتزيد السطح بين الخلوى ليحدث من خلاله نشاط معين مثل مرور مواد خارج الخلايا بكميات كبيرة كما يحدث بين خلايا الانيبوبات الكلوية الملتفة الدانية.

٦ ـ القنيات بين الخلوية Intercellular canaliculi وتوجد بين خلايا الكبد وتصب فيها الصفراء فتنقلها الى القنوات الصفراوية. وتنغلق المسافات بين الخلوية المحيطة بهذه القنيات بواسطة الروابط الانغلاقية فلا يُسمح للصفراء أن تتسرب خارج القنوات الصفراوية.

وهناك بعض التحورات التى تحدث فى الغشاء السفلى للخلايا الطلائية وهى :

١ ـ الانثناءات الغشائية : وتوجد عند قواعد الخلايا التى تقوم بتمرير كميات هائلة من المواد (وخاصة الايونات المعدنية كالصوديوم مثلا) الى الأوعية الدموية الموجودة تحتها وتحتاج لذلك الى سطح واسع.

وعادة ماتوجد بين هذه الانثناءات أعداد كبيرة من المايتوكوندريا الخيطية الشكل مما يعطى هذا الجزء من الخلايا تخطيطا حمضى الاصطباغ . وأحسن مثال لهذا التحور هو الموجود فى خلايا الانيبوبات الكلوية الملتفة الدانية .

٢ ـ أنصاف الأجسام الالتصاقية Hemidesmosomes وعندها يحدث الربط القوى بين الأغشية السفلى للخلايا الطلائية من جهة والغشاء القاعدى من جهة أخرى ويتكون الجانب الخلوى من الرباط من نفس مكونات نصف أحد الأجسام الالتصاقية العادية بين الخلوية .

ثانيا : النسيج الطلائى الغدى (الفارز) Glandular (Secretory) Ep.

الأنسجة الغدية هى أنسجة طلائية وظيفتها الأساسية هى الافراز وتكون تراكيب خاصة تسمى بالغدد Glands وتنشأ الغدد من الأسطح الطلائية . وبعد ذلك اما أن تظل متصلة بهذه الأسطح عن طريق قنوات تقوم بتوصيل افرازاتها اليها وفى هذه الحالة تسمى بالغدد القنوية (خارجية الافراز) Duct (Exocrine) glands واما ان تفقد الغدد اتصالها بتلك الأسطح اثناء تكونها وتذهب افرازاتها الى الدم أو اللمف مباشرة . وتسمى لذلك بالغدد الصم (داخلية الافراز) Ductless (Endocrine) glands .

أنـواع الغـدد القنـويـة

يمكن تقسيم الغدد القنوية الى أنواع حسب مواصفات معينة كمايلى (شكل ٣٥) :

أ ـ حسب شكل القناة : فهناك غدد ذوات قنوات غير متفرعة وتسمى بالغدد البسيطة .Simple gl وهناك غدد ذوات قنوات متفرعة وتسمى بالغدد المركبة .Compound gl .

ب ـ حسب شكل الجزء الفارز من الغدة، فهناك عدة أنواع كمايلى :

١ ـ غـدد بسـيطة أنبـوبية مسـتقيمـة Simple straight tubular glands مثـل الغـدد المعـوية Intestinal glands .

٢ ـ غدد بسيطة أنبوبية ملتفة Simple coiled tubular glands مثل الغدد العرقية Sweat glands .

٣ ـ غدد بسيطة أنبوبية متفرعة Simple branched tubular glands مثل الغدد المعدية Gastric glands .

٤ ـ غدد بسيطة حويصلية Simple alveolar glands مثل غدد جلد الضفدعة .

٥ ـ غدد بسيطة حويصلية متفرعة Simple branched alveolar glands مثل الغدد الدهنية فى الثدييات Sebaceous glands .

٦ ـ غدد مركبة أنبوبية Compound tubular glands مثل الغدد الدمعية Lacrimal glands .

٧ ـ غدد مركبة حويصلية Compuond alveolar glands مثل الغدد اللعابية Salivary glands .

٨ ـ غدد مركبة أنبوبية حويصلية Compound tubuloalveolar glands .

جـ ـ حسب نوع المادة المفرزة :

١ ـ غدد مصلية أو مائية (.Serous gl) وافرازها ذو قوام مائى ويحتوى عادة على انزيمات، مثل البنكرياس.

٢ ـ غدد مخاطية (.Mucous gl) وافرازها من عديدات التسكر المخاطية مثل الغدد المريئية وغدد برونر فى الاثنى عشر .Brunner's gl .

٣ ـ غدد مخاطية مصلية (.Mucoserous gl) وتقوم بافراز خليط من المواد المخاطية والسوائل المصلية مثل غدد الجهاز التنفسى.

٤ ـ غدد دهنية .Sebaceous gl مثل غدد الجلد الدهنية .

٥ ـ غدد صمغية .Seromenous gl مثل غدد الأذن الخارجية .

٦ ـ غدد لبنية .Mammary gl تفرز خليط متميز من المواد مكونا اللبن فى الثدييات.

وهناك العديد من الغدد فى الحيوانات غير الثديية تقوم بافرازات خاصة ولها أسماء تلك المواد.

د ـ حسب أسلوب الافراز :

١ ـ غدد مجردة الافراز .Merocrine gl مثل البنكرياس وبعض الغدد العرقية. وتترك الافرازات قمم الخلايا بطريقة الاخراج الخلوى العادى دون أن تؤثر عملية الافراز فى غشاء هذه الخلايا.

٢ ـ غدد قميّة الافراز Apocrine مثل الغدد اللبنية وبعض الغدد العرقية الإبطية فى الانسان. وتتم عملية الافراز بأن تتجمع المواد المفرزة فى قمم الخلايا ثم تنفصل هذه القمم بما فيها من افرازات إلى تجويف الغدة. ولذلك فان افرازات هذه الغدد تحتوى على بعض من سيتوبلازم الخلايا.

٣ ـ غدد كلّية الافراز .Holocrine gl مثل الغدد الدهنية. فعندما تمتلىء الخلايا بالدهون تنفجر فى تجويف الغدة، ولذا فان الافرازات الدهنية تحتوى على بعض المكونات الخلوية.

الغـــدد الصـــم

تسمى الغدد الصم أيضا بعديمة القنوات (.Ductless gl) وتتجمع خلايا هذه الغدد فى مجموعات تتخللها شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية. وقد توجد الخلايا الصم متفرقة بين أنسجة بعض الأعضاء مثل الخلايا الصم فى بطانة وغدد القناة الهضمية Enteroendocrine والخلايا البينية فى خصية الثدييات، بينما قد تتجمع فى مجموعات منفصلة داخل بعض الأعضاء مثل الجسم الأصفر فى المبيض وجزر لانجرهانز فى البنكرياس. الا ان الغالب الأعم هو أن توجد الخلايا الصم فى أعضاء قائمة بذاتها مثل الغدد النخامية والدرقية. . . الخ.

وتأخذ التجمعات الخلوية فى الغدد الصم أشكالا مختلفة (شكل ٣٦) منها :

١ ـ أحبال مصمتة Solid cords كما فى الغدد النخامية.

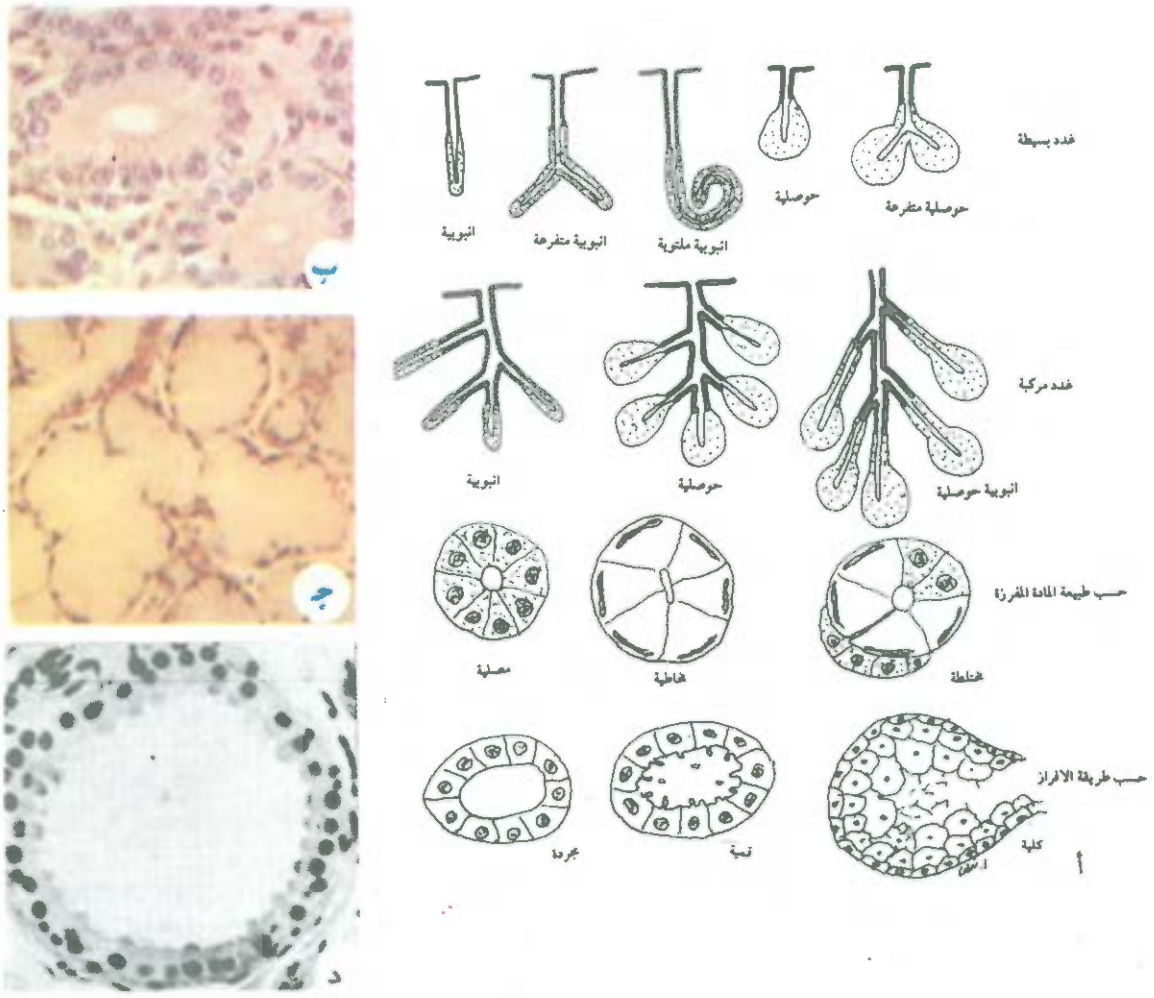
٢ ـ كبّات مصمتة Glomeruli مثل الطبقة الخارجية من قشرة غدة الكظر.

٣ ـ حويصلات مغلقة Follicles كما فى الغدة الدرقية.

٤ ـ حزم خلوية Fascicles كما فى الطبقة الحزمية فى قشرة غدة الكظر.

٥ ـ شبكة خلوية Reticulum كما فى الطبقة الشبكية فى قشرة غدة الكظر.

وفى جميع هذه الأشكال يتخلل التجمعات الخلوية نسيج شبكى ضام غنى بالشعيرات الدموية التى تطل عليها كل خلية فى هذه التجمعات حيث يصب الافراز المسمي بالهرمون.



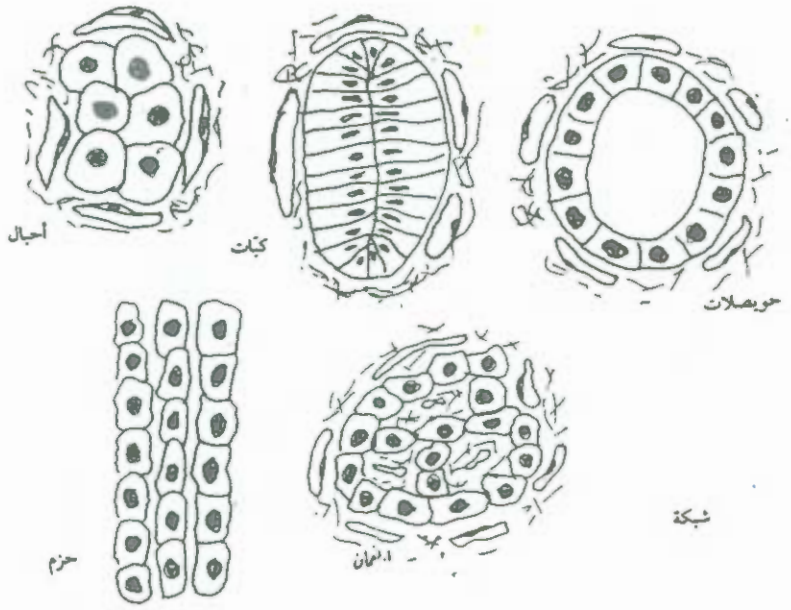
شكل (٣٥)

أ ـ أنواع من الغدد القنوية

ب ـ قطاع في جزء من غدة مجردة مصلية (الغدة النكفية)

جـ ـ قطاع في جزء من غدة مجردة مخاطية (الغدة تحت اللسانية)

د ـ قطاع في جزء من غدة قمية (الغدد العرقية الابطية في الانسان)



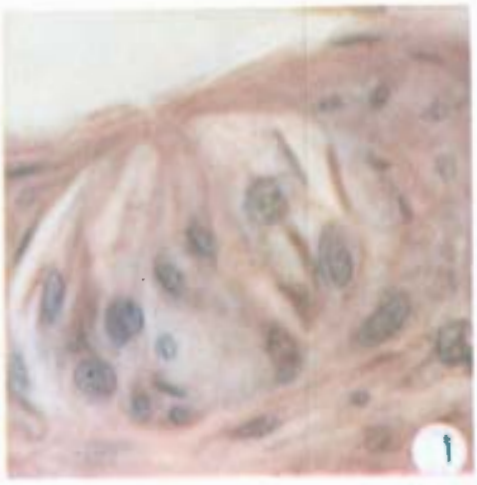
شكل (٣٦) تجمعات الخلايا في الغدد الصم

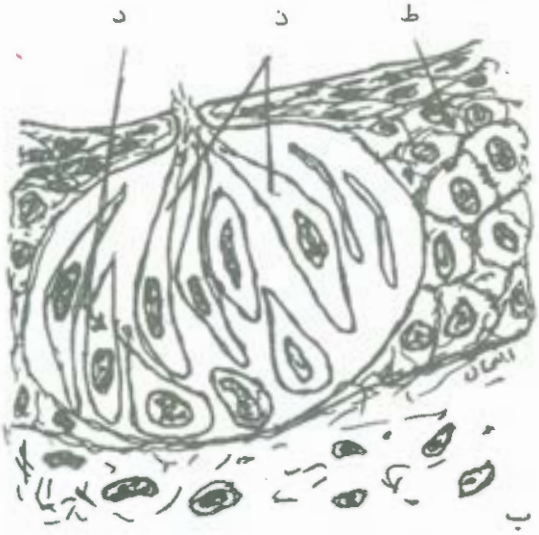
ثالثاً: النسيج الطلائى الحساس Sensory Ep.

تتحور بعض خلايا الأنسجة الطلائية لتصبح قادرة على استقبال المؤثرات الخارجية ونقلها الى أطراف الألياف العصبية الحسية التى تقوم بدورها بنقل هذه الاحساسات الى الجهاز العصبى المركزى. ومثال ذلك خلايا براعم التذوق الموجودة على سطح اللسان وتلك الموجودة فى بطانة الأذن الداخلية (شكل ٣٧).

ولايجوز الخلط بين هذا النوع من الخلايا الطلائية الحساسة وبين الخلايا العصبية التى قد تكون موجودة بين خلايا الأنسجة الطلائية مثل الخلايا الشمية الموجودة فى المنطقة الشمية من تجويف الأنف.

وتتميز الخلايا الطلائية الحساسة بوجود نتوءات سيتوبلازمية على سطحها الخارجى تسمى بالشعيرات، ولذلك تسمى هذه الخلايا أيضا بالخلايا الشعرية Hair cells وعادة مايحيط بالخلايا الشعرية مجموعة من الخلايا المساعدة أو الداعمة Supporting cells .





شكل (٣٧) النسيج الطلائي الحسي
أ ـ برعم تذوق من اللسان مكبر جداً. يلاحظ به نوعان من الخلايا
ب ـ رسم تخطيطي لبرعم التذوق
(ط) طلائية اللسان ، (ذ) خلايا تذوقية ، (د) خلايا دعامية

رابعاً : النسيج الطلائى المنبت Germinal epithelium

ويكون جزءاً هاماً من المناسل (الخصيتين والمبيضين). وتنقسم خلايا هذا النسيج بصفة دائمة أو دورية عند وصول الحيوان أو الانسان الى مرحلة النضج الجنسى لتنتج النطف (الحيوانات المنوية والبويضات).

وهناك أنواع أخرى من الخلايا الطلائية مثل الخلايا المتقلصة Myoepithelium التى تحيط بالاجزاء الفارزة من معظم الغدد وبتقلصها تدفع الافرازات من تجويف الغدة الى قنواتها ثم الى السطح.
وهناك أيضا الخلايا الطلائية الصبغية Pigmented epitheluim الموجودة فى شبكية العين.

الأنسجة الضامة Connective tissues

هذا هو النوع الثانى من أنسجة الجسم. وينشأ من طبقة الميزودرم فقط أى انه ميزودرمى المنشأ (قارن النسيج الطلائى) ولاتوجد الأنسجة الضامة على الأسطح أبداً ولكنها تتخلل مكونات الأنسجة الأخرى لتكون أرضيتها وتقوم بربط الأنسجة المختلفة مع بعضها أثناء تكون الأعضاء.

الصفات العامة للأنسجة الضامة :

١ ـ لاترتكز على غشاء قاعدى.
٢ ـ مادتها الخلالية وفيرة وخلاياها قليلة ومبعثرة ومتنوعة.
٣ ـ تعتبر الوسط المناسب كمسار للأوعية الدموية والأعصاب داخل الأعضاء المختلفة.
٤ ـ تتخلل مكونات الأنسجة الأخرى رابطة اياها وحاملة للأوعية الدموية والأعصاب اليها.
٥ ـ تعطى الجسم شكله العام وهيكله الدعامى.
٦ ـ تمثل الوسط الذى تتبادل الخلايا من خلاله المواد مع سوائل الجسم المختلفة.
٧ ـ تعتبر من أهم وسائل الدفاع ضد الأضرار الخارجية.
٨ ـ تتكون من ثلاثة عناصر هى الخلايا والألياف والمادة الخلالية.

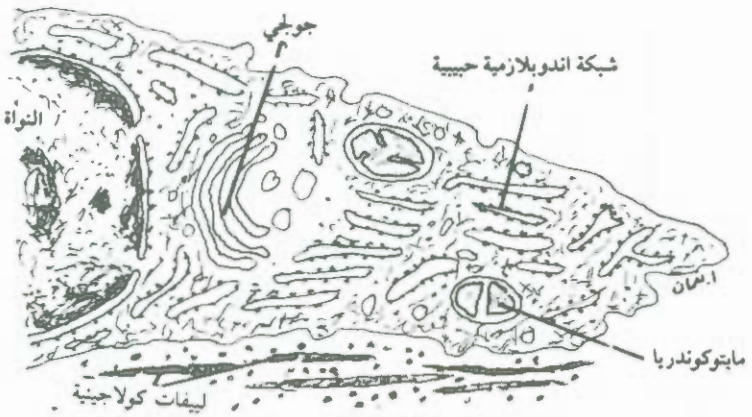
وتنقسم الأنسجة الضامة الى أنواع مختلفة حسب مواصفات خاصة مثل نوع وقوام المادة الخلالية ونوع الخلايا السائدة فيها، ونوع الألياف الغالبة. وقبل ان نستعرض الأنواع المختلفة للأنسجة الضامة، نبدأ بشرح مكوناتها الثلاث.

أولا : الخـــــلايا

هناك أنواع عديدة من خلايا الأنسجة الضامة الا انها لاتجتمع عادة فى نوع واحد من هذه الأنسجة بنفس القدر. فعادة مايغلب نوع منها على الأنواع الأخرى فى بعض الأنسجة كما قد ينعدم وجود نوع أو أكثر فى أنسجة أخرى. وتنشأ خلايا الأنسجة الضامة من خلية أساسية هى الخلية الميزودرمية غير المتخصصة UMC Undifferentiated Mesenchymal Cell وذلك اما بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

١ ـ الخلايا الليفية (المنتجة للألياف) : Fibroblasts

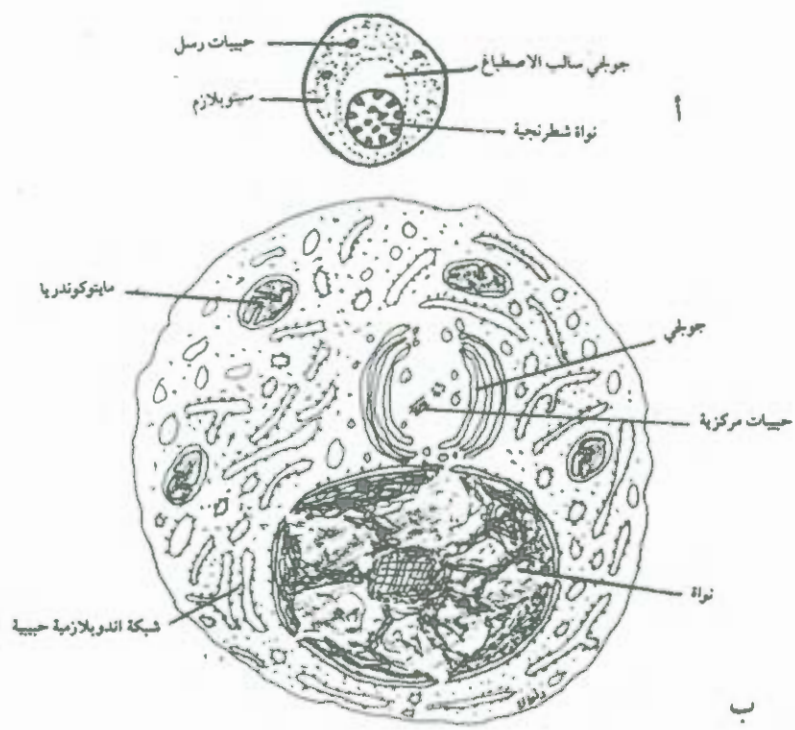
وهى خلايا متفرعة وظيفتها تصنيع جميع أنواع الالياف الخاصة بالانسجة الضامة، وتقوم ايضا بتصنيع مكونات المادة الخلالية (بروتينات وكربوهيدرات) ولذلك فان سيتوبلازمها يحوى كميات كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وكذلك تحتوى على أجسام جولجى (شكل ٣٨).



شكل (٣٨) الخلية الليفية

٢ ـ الخـلايا البـلازميـة Plasma cells

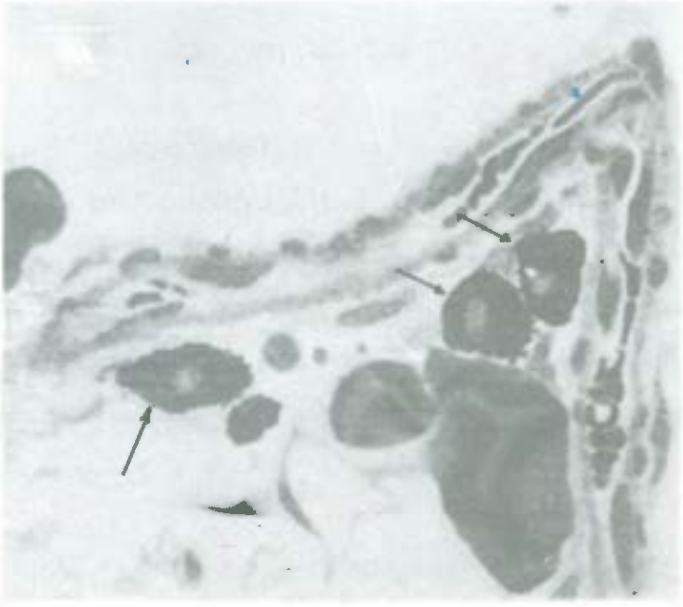
وتنشأ من الخلايا اللمفية Lymphocytes ، وتتميز بوجود نواة كبيرة نشطة قد أزيحت الى أحد جوانب الخلية بواسطة جسم جولجى المتضخم الذى يظهر فى تحضيرات المجهر الضوئى كمنطقة باهتة الاصطباغ يحيط بها باقى السيتـوبـلازم الداكن (القاعدى) الاصطباغ . . ويصطبغ السيتوبلازم بالصبغات القاعدية لوجود كميات كبيرة وكثيفة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة التى تقوم بتصنيع الاجسام المضادة Antibodies ذات الطبيعة البروتينية . وعلى ذلك فانّ وظيفة الخلايا البلازمية هى افراز الأجسام المضادة ضد المواد الغريبة التى تتعرف عليها الخلية بواسطة مستقبلات خاصة على غشائها الخارجى (شكل ٣٩) .



شكل (٣٩) الخلية البلازمية
أ ـ رسم بالمجهر الضوئي
ب ـ رسم بالمجهر الالكتروني

٣ ـ الخـلايا الصـارية : Mast cells

وتنشأ من UMC وتتميز بوجود أعداد كبيرة من الحبيبات التى تحتوى على الهيبارين وهى مادة حمضية عديدة التسكـر المخـاطية Acidmucoplysaccharide (AMPS) ولـذلك فهذه الحبيبات قاعدية الاصطباغ، ايجابية لصبغة PAS وتعطى لونا أحمر اذا صبغت بأزرق التولويدين. وتحتوى حبيبات الخلايا الصارية على مواد أخـرى مثـل الهستـامـين المسبب للحسـاسية. وتختلف نسبـة الهيبارين الى الهستامين فى الحبيبات في المجموعات الحيوانية المختلفة. وتوجد الخلايا الصارية عادة مجاورة للأوعية الدموية مما ييسر وصول افرازاتها الى الدم. وتشبه الخلية الصارية فى شكلها ووظيفتها الخلايا الدموية البيض القاعدية الاصطباغ Basophils (شكل ٤٠).



شكل (٤٠) قطاع رقيق جداً (٠,٥ ميكرون) تظهر فيه الخلايا الصارية المليئة بالحبيبات الداكنة الاصطباغ. القطاع مصبوغ بأزرق التولويدين Toluidine blue

٤ ـ الخـلايا الالتهـامية الكبيرة Macrophages

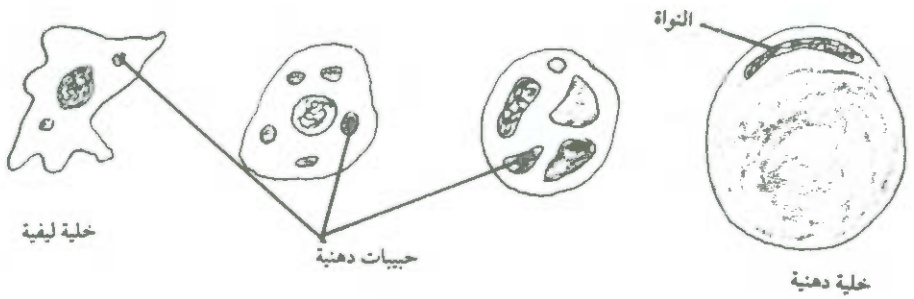
وهى خلايا كبـيرة غير منتـظمـة الشكل تحتوى على أجسام التهامية Phagosomes وأعداد كبيرة من الليسـوسـومات. وتتشكل هذه الخلايا بأشكال مختلفة حسب درجة نشاطها وتقوم بالتهام المواد والكائنات الغـريبة التى تصادفها فى النسيج الضام وتهضمها وبذلك تمكن الخلايا اللمفية من التعرف عليها لتكون الأجسام المضادة اللازمة للتخلص منها.

وعندما تجابه الخلايا الالتهامية جسما أو خلية كبيرة يتجمع عدد منها ويندمج ليكون خلية عملاقة Giant cell تلتهم الجسم أو الخلية الكبيرة.

٥ ـ الخـلايا الدهنيـة Adipocytes

وهى خلايا كبيرة جدا قد امتلأت بالدهن، ولذلك فان نواتها قد اصبحت حافية ومسطحة بسبب ضغط الدهن عليها. ولاتحتوى الخلية الدهنية الا على شريط ضيق من السيتوبلازم تحت الغشاء الخارجى.

وتصطبغ الخلايا الدهنية بصبغات خاصة بالدهن هى صبغات سودان Sudan stains أما فى الأنسجة المعاملة بالطرق التحضيرية العادية (مثل طريقة H&E) فتظهر الخلايا الدهنية كفجوات كبيرة بها نواة صغيرة مصبوغة فى جانب منها ولذلك تسمى الخلية بالخاتم Signet ring وتكوّن الخلايا الدهنية غالبية خلايا النسيج الدهنى Adipose tissue (شكل ٤١).



شكل (٤١) مراحل تكوّن الخلايا الدهنية

٦ ـ الخـلايا الصبغيـة Pigment cells

وتحتـوى على حبيبـات صبغية ذات ألوان مختلفة (وتكون فى الانسان عادة بنية اللون) وقد تقوم الخلايا بتصنيع هذه الحبيبات وتسمى لذلك خلايا صبغية حقيقية Chromoblasts وقد تتلقاها من خلايا أخرى وتسمى في هذه الحالة حاملات الصبغة Chromophores وتوجد الخلايا الصبغية فى الأماكن الملونة من الجسم مثل قزحية العين والجلد والشعر. . . الخ.

٧ ـ الخـلايا الدمـوية البيـض Blood leucocytes

وتوجد جميع أنواع خلايا الدم البيض فى الأنسجة الضامة بنسب متفاوتة حيث تقوم بأداء وظائفها المختلفة.

٨ ـ خلايا الأنسجة الضامة الهيكلية والوعائية وسوف يتم تفصيلها فيما بعد.

ثانيا : الألـيـــاف Fibers

وتحتوى الأنسجة الضامة على ثلاثة أنواع من الألياف. قد توجد مجتمعة، وقد يوجد كل نوع منها منفرداً تقريباً. والأنواع الثلاثة هى الألياف البيض والألياف الصفر والألياف الشبكية وتقوم الخلايا الليفية بتصنيع جميع أنواع الألياف.

١ ـ الألياف البيض (الغروية) White (Collagenous) fibers

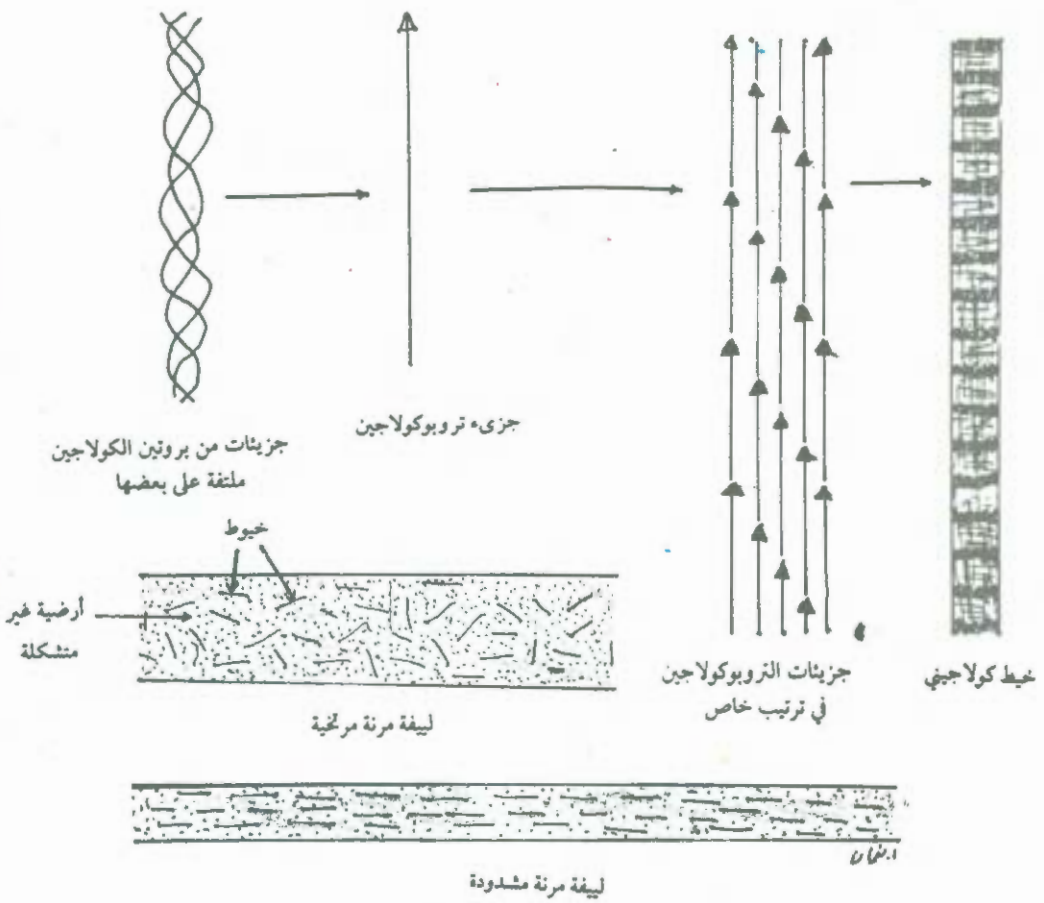
ويوجد هذا النوع عادة على هيئة حزم منتظمة (كما فى أوتار العضلات) أو غير منتظمة (كما فى صلبة العين) وتتكون الحزمة الواحدة من عدد من الألياف غير المتفرعة الملتصقة ببعضها. وتحصر الحزم بينها بعض الخلايا الليفية المضغوطة ولذلك تظهر هذه الخلايا بشكل نجمى .

وتتكون الليفة البيضاء من عدد من الليفات Fibrils التى لاترى الا بالمجهر الالكترونى . وهذه الليفات بدورها تتكون من خيوط بروتينية (من مادة الكولاجين) المرتبة بطريقة منتظمة بحيث تسبب ظهور خطوط عرضية منتظمة على مسافات متساوية مما يميزها عن الليفات الصفر التى لاتوجد عليها هذه الخطوط (شكل ٤٢).

وتتميز الألياف البيض بأنها قوية جدا وغير مطاطة . وهى حمضية الاصطباغ لغناها بالبروتينات القاعدية .

٢ ـ الألياف الصفر (المرنة) Yellow (Elastic) fibers

هى ألياف رفيعة طويلة تتشابك مع بعضها، وتتكون من بروتين خاص يسمى الايلاستين Elastin ولهذا فهى حمضية الاصطباغ ولكن بقدر أقل من الألياف البيض ولذلك فهى عادة تُصبغ بصبغات خاصة حتى يمكن تمييزها عن الألياف البيض . ومن هذه الصبغات صبغة الأرسين Orcein التى تصبغ الألياف الصفر باللون البنى الداكن (شكل ٤٢).



شكل (٤٢) الياف النسيج الضام

وتتكون الليفات الصفر (كما تبدو تحت المجهر الالكترونى) من أرضية متجانسة تحتوى على خيوط دقيقة مبعثرة وذلك عندما لاتكون تحت تأثير أى شد. وعندما تتعرض الألياف الى الشد تترتب هذه الخيوط فى صفوف موازية لاتجاه الشد. وكما سبق ذكره فإن الليفات الصفر ليست مخططة.

وتدخل الألياف المرنة فى تكوين الأربطة المرنة كما تكون شرائط مرنة فى جدر الشرايين الكبيرة مثل الأورطة.

٣ ـ الألياف الشبكية Reticular fibers

وهى ألياف قصيرة تتداخل مع بعضها لتكون شبكة تحوى فى طياتها خلايا متفرعة تسمى الخلايا الشبكية Reticular cells وهى احدى خلايا النسيج الضام غير المتميزة التى تشبه الـ UMC الى حد كبير.

وتتكون الألياف الشبكية من مادة الكولاجين تماما مثل الألياف البيض وتتكون من ليفات دقيقة تُظهر أيضاً تخططاً عرضياً بالمجهر الالكترونى.

ولان الألياف الشبكية قصيرة ومتشابكة فهى تحتوى على أرضية خاصة بها غنية بالمواد الكربوهيدراتية والهاليدات (أملاح الكلوريد والفلوريد والايوديد) ولذلك فانها تصطبغ بالـ PAS وترسب الفضة من أملاحها (راجع الطبيعة الاصطباغية للغشاء القاعدى).

ثالثا : المادة البينية (الأرضية) Matrix

وهى المادة التى تحيط بالخلايا والألياف فى الأنسجة الضامة. وهى مادة غير متشكلة جيلاتينية القوام، وقد تكون صلبة (كما فى الغضروف) أو متكلسة (كما فى العظم). وعندما تكون جيلاتينية فانها تسمح بمرور المواد من خلالها بين الخلايا والدم. وعندما تكون صلبة فانها تكوّن الدعامة الهيكلية للجسم.

وتتكون المادة البينية أساسا من الماء العالق به مجموعة من البروتينات الخالصة أو البروتينات المتحدة مع الكربوهيدرات مثل الجليكوبروتينات أو البروتيوجليكان وذلك علاوة على المواد المخاطية عديدة التسكر Mucopolysaccharides ومنها الحمضى ومنها المتعادل. ولكل من هذه المواد صبغات خاصة يمكن أن تُميز بها وتوجد بنسب تختلف من نسيج الى نسيج. وتحتوى المادة البينية علاوة على مكوناتها الأساسية على المواد التى تمر من خلالها بين الدم والخلايا.

أنـواع الأنســجة الضــامة

تقسم الأنسجة الضامة حسب طبيعة المادة البينية وقوامها الى ثلاثة أنواع هى :

١ ـ الأنسجة الضامة الأصيلة Connective tissues Proper

٢ ـ الأنسجة الضامة الهيكلية Skeletal connective tissues

أ ـ الأنسجة الغضروفية Cartilagenous tissues

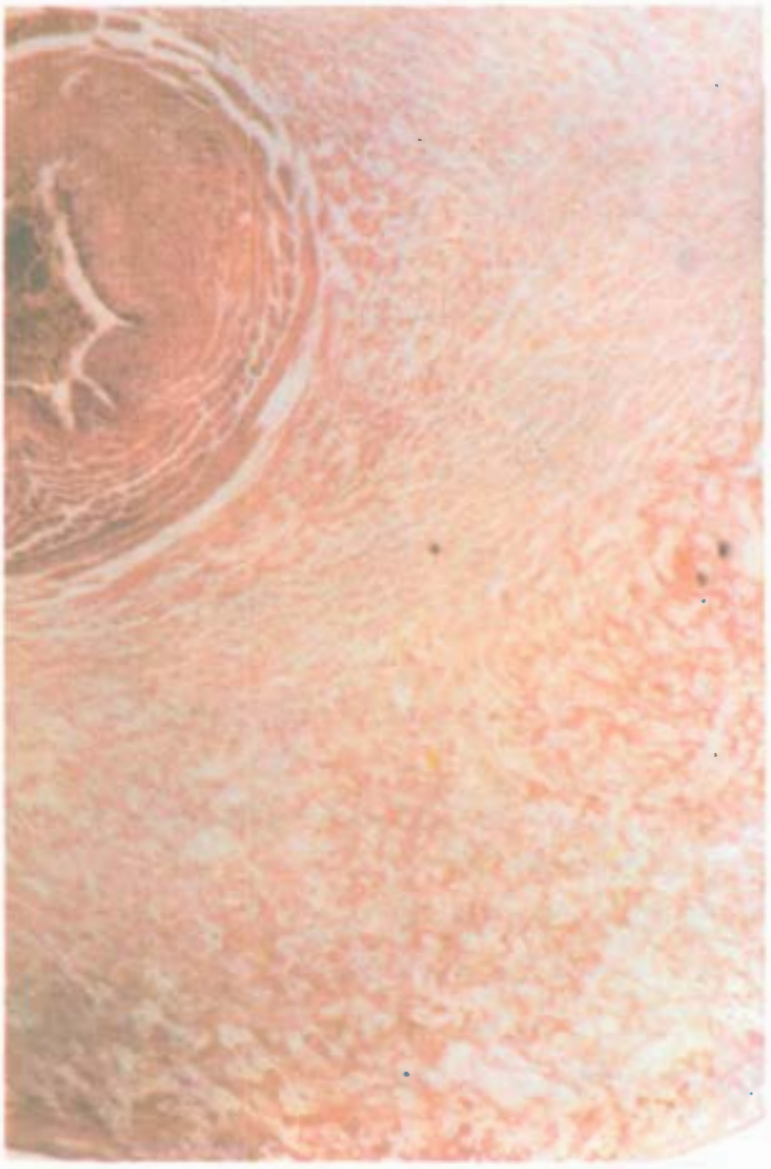
ب ـ الأنسجة العظمية Bony tissues

٣ ـ الأنسجة الضامة الوعائية Vascular connective tissues

الأنسجة الضامة الأصيلة
C.T. Proper

وهى التى تتجلى فيها الصفات العامة للأنسجة الضامة بوضوح كما تقوم بوظائف الربط والدعم والدفاع فى الجسم. وتقسم الأنسجة الضامة الأصيلة الى الأنواع التالية :

أ - الأنسجة الضامة الجنينية Embryonic C.t. وتوجد فى الأجنة وتكون أليافها من النوع الأبيض الذى لم يصل الى تمام النضج التركيبى. أما المادة البينية فهي جيلاتينية القوام مما يجعل النسيج لزجا ولذلك فانه يسمى ايضا النسيج الضام المخاطى. أما خلايا هذا النوع فهى نجمية الشكل ومن النوع غير المتميز ونادرا مايوجد النسيج الضام الجنينى فى جسم الكائنات بعد الولادة الا فى حالات خاصة ويمكن دراسته فى مقطع للحبل السرى (شكل ٤٣).



شكل (٤٣)
نسيج ضام جنيني
(قطاع في الحبل السُرّي)
شريان سُرّي يظهر في
الجزء الأعلى الأيسر من الصورة

ب ـ الأنسجة الضامة الناضجة .Adult C.t وتحتوى هذه الأنسجة على الأنواع المختلفة من الخلايا والألياف ولكن بنسب متفاوتة (شكل ٤٤) وعلى هذا الأساس تقسم كمايلى :

١ ـ الأنسجة الضامة الهوائية .Areolar C.t وتسمى أيضا الفجوية والسيّبة والمفككة. ويوجد فى هذا النوع ألياف بيض على شكل حزم والياف صفر مفردة متفرعة، وبه أيضا جميع أنواع الخلايا وخاصة الخلايا الليفية. وأرضية الأنسجة الضامة الهوائية جيلاتينية القوام وأثناء تحضيرها يذوب جزء كبير منها تاركا فجوات واسعة وكأنها فقاعات هوائية كبيرة ومن هنا جاءت التسمية. وينتشر هذا النوع فى جميع أجزاء الجسم وأحسن مثال له النسيج الضام تحت الجلد.

٢ ـ الأنسجة الضامة الدهنية .Adipose C.t وهى فى الواقع أنسجة ضامة هوائية تحولت أغلب خلاياها الليفية الى خلايا دهنية وذلك بتكون وتجمع الدهون بها. وتوجد الأنسجة الدهنية تحت الجلد فى مناطق معينة من الجسم وحول الكليتين وفى المساريقا. وللأنسجة الدهنية وظائف عديدة منها أنها تعتبر مخزنا للطاقة وتعطى للجسم استدارته وتكون وسادة واقية لبعض الأعضاء وتكون عازلا للحرارة.

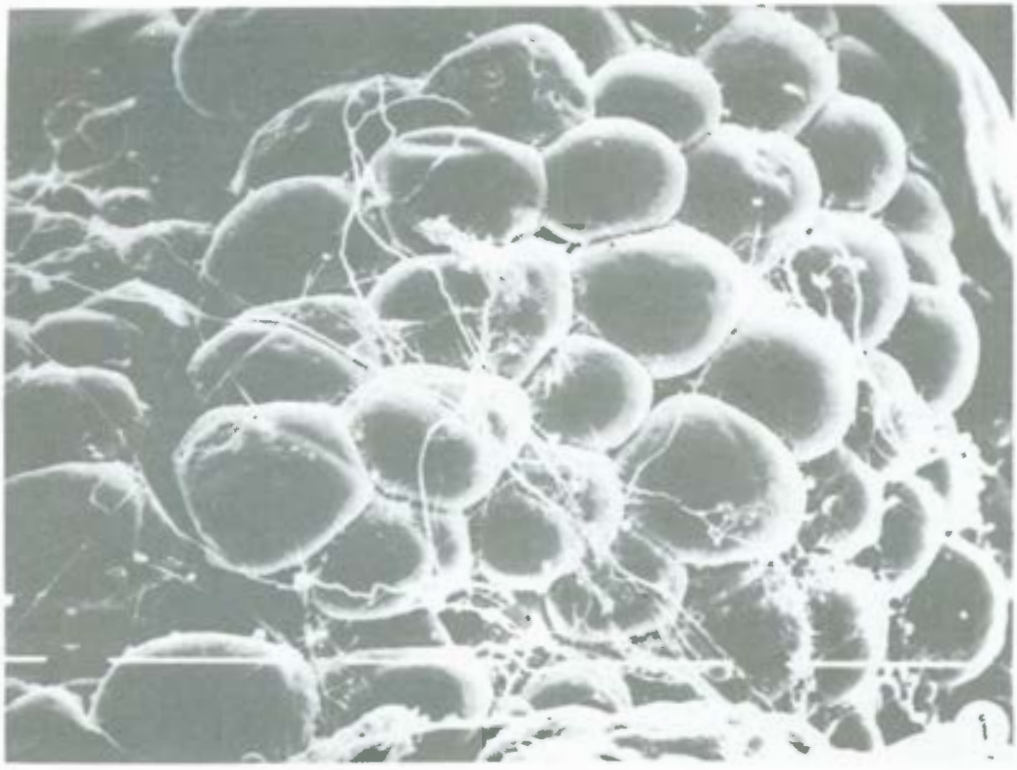
٣ ـ الأنسجة الضامة الليفية .Fibrous C.t وهى مجموعة من الأنسجة الضامة التى يغلب فيها نوع من الألياف على النوعين الآخرين وتسمى باسمه. ولذلك فمنها الأنواع التالية :

ـ الأنسجة الليفية البيض .White fibrous C.t ويوجد بها كميات كبيرة من الألياف البيض التى قد تتجمع على هيئة حزم كثيفة منتظمة لاتسمح الا بوجود القليل من المادة البينية وبعض الخلايا كما فى أوتار العضلات. وقد تكون حزم الألياف البيض مكونة من طبقات متوازية شفافة كما فى قرنية العين. وقد تكون على شكل حزم متشابكة وكثيفة كما فى صلبة (بياض) العين. وفى جميع الحالات تكون الأنسجة الليفية البيض قوية جدا وغير مطاطية.

ـ الأنسجة الليفية الصفر (المرنة) .Yellow (Elastic) C.T وهى مجموعة من الأنسجة الضامة الليفية التى تكون فيها الألياف الصفر هى الغالبة وتتخذ أشكالا مختلفة؛ فقد تكون منتظمة فى شكل حزم متوازية كما فى الرباط العنقى الذى يكون ناميا بصفة خاصة فى الحيوانات الراعية، وقد تكون على شكل شرائط دائرية كما فى جدار الأورطة أو تكون أغشية كما فى جدار الشرايين، أو تكون شبكة كثيفة كما فى أرضية الرئتين.

ـ الأنسجة الليفية الشبكية .Reticular C.t وتكون أرضية الكثير من الأعضاء كالكبد والطحال والنخاع العظمى والعقد اللمفية. ويوجد فى هذا النوع من الأنسجة الضامة نوع خاص من الخلايا غير المتميزة المتشابكة مع بعضها والمسماة بالخلايا الشبكية.

وقد تتجمع فى الأنسجة الضامة الهوائية أنواع من الخلايا تكسبها أسماء خاصة مثل الأنسجة اللمفية التى تعج بالخلايا اللمفية وتوجد فى الطبقة المخاطية لكثير من الأعضاء الحشوية كالقناة الهضمية، ومثل الأنسجة الصبغية التى تحتوى على العديد من الخلايا الميلانينية كما فى قزحية العين.



شكل (٤٤) أنواع الانسجة الضامة الاصيلة

أ ـ نسيج دهني كما يظهر في المجهر الالكتروني الماسح. يلاحظ ان الخلايا الدهنية كروية الشكل ويلتف عليها الياف

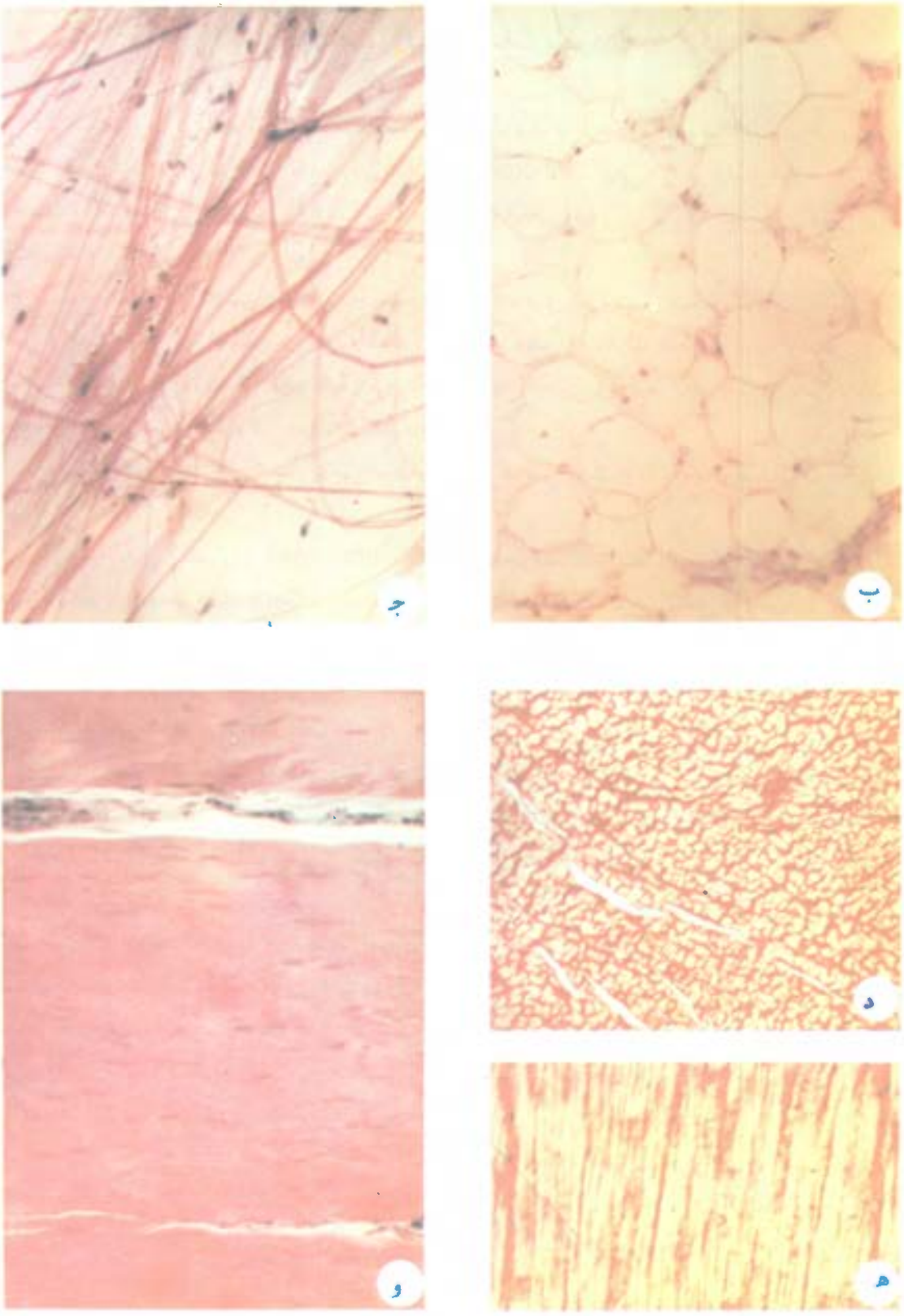
ب ـ قطاع من نسيج دهني صبغ بالطريقة الروتينية (H&E)

جـ ـ نسيج ضام هوائي (H&E)

د ـ قطاع عرضي في الرباط العنقي مصبوغ بصبغة Van Gieson حيث تأخذ الألياف المرنة اللون الأصفر، والألياف البيض اللون الأحمر

هـ ـ قطاع طولي في الرباط العنقي

و ـ قطاع طولي في وتر مصبوغ بـ H&E حيث تظهر الالياف البيض بلون اكثر احمراراً.



تابع شكل (٤٤)

الأنسجة الغضروفية (الغضاريف Cartilages)

تمثل الغضاريف نوعا خاصا من الأنسجة الضامة حيث تتكون من خلايا وألياف ومادة بينية . وتتميز بأن مادتها البينية تتكون من كبريتات الغضروفين Chondroitin sulfate وهى من المواد المخاطية عديدة التسكر الحمضية الصلبة التى تحتوى على تجاويف توجد بها الخلايا الغضروفية . أما الألياف فقد تكون بيض أو صفر حسب نوع ومكان وجود الغضروف .

والنسيج الغضروفى بلاستيكى المظهر قد يقبل الثنى ولكنه قوى غير مطاط ويتحمل الأثقال الكبيرة . ولكنه ليس فى صلابة ولا قوة العظم . ويتكون الهيكل الداخلى لبعض الحيوانات الفقارية الدنيا وبعض الأسماك الغضروفية كليّة من الأنسجة الغضروفية . كما يتكون الهيكل الجنينى فى جميع الفقاريات فى بادىء الأمر من الغضاريف التى يحل العظم محل معظمها بعد تمام النمو.

وقد يوجد الغضروف على سطح بعض العظام كما فى المفاصل وذلك لانه يكون أملسا الى درجة كبيرة مما يسهل حركة مكونات المفصل .

وتوجد الخلايا الغضروفية Chondrocytes داخل فجوات Lacunae فى المادة البينية تحاط بمناطق متميزة تسمى بالمحافظ Capsules . ويختلف عدد الخلايا الغضروفية الموجود داخل كل تجويف . فعند حافة الغضروف تكون الفجوات بيضاوية وتحتوى كل منها على خلية واحدة . وفى داخل الغضروف تصبح الفجوات أكثر اتساعا وتحتوى على عدد أكبر من الخلايا يصل الى ثمانية نتيجة لانقسام الخلايا وبقائها داخل الفجوة لتكوّن الأعشاش الخلوية Cell nests .

والخلية الغضروفية الحديثة نشطة . وتقوم بتصنيع جميع مكونات النسيج الغضروفى من الياف ومادة بينية ولذلك فهى تتميز بصفات الخلايا المصنعة للبروتينات ومع مرور الزمن تهرم هذه الخلايا ويقل نشاطها وتترسب فيها كميات من الدهون والنشا الحيوانى وتظهر باهتة فى التحضيرات المجهرية العادية التى ينتج عنها اذابة الدهون والنشا الحيوانى .

وتكون المادة البينية قاعدية الاصطباغ لوجود كبريتات الغضروفين الحمضية . ولكن بمرور الزمن تكثر الألياف البروتينية حمضية الاصطباغ وتتغير بذلك الطبيعة الاصطباغية للنسيج الغضروفى . ولذلك فان الغضروف حديث التكوّن يكون قاعدى الاصطباغ بينما يكون النسيج الغضروفى القديم حمضى الاصطباغ تقريبا وقد تترسب فيه أملاح الكالسيوم فيتكلس ويصبح هشاً .

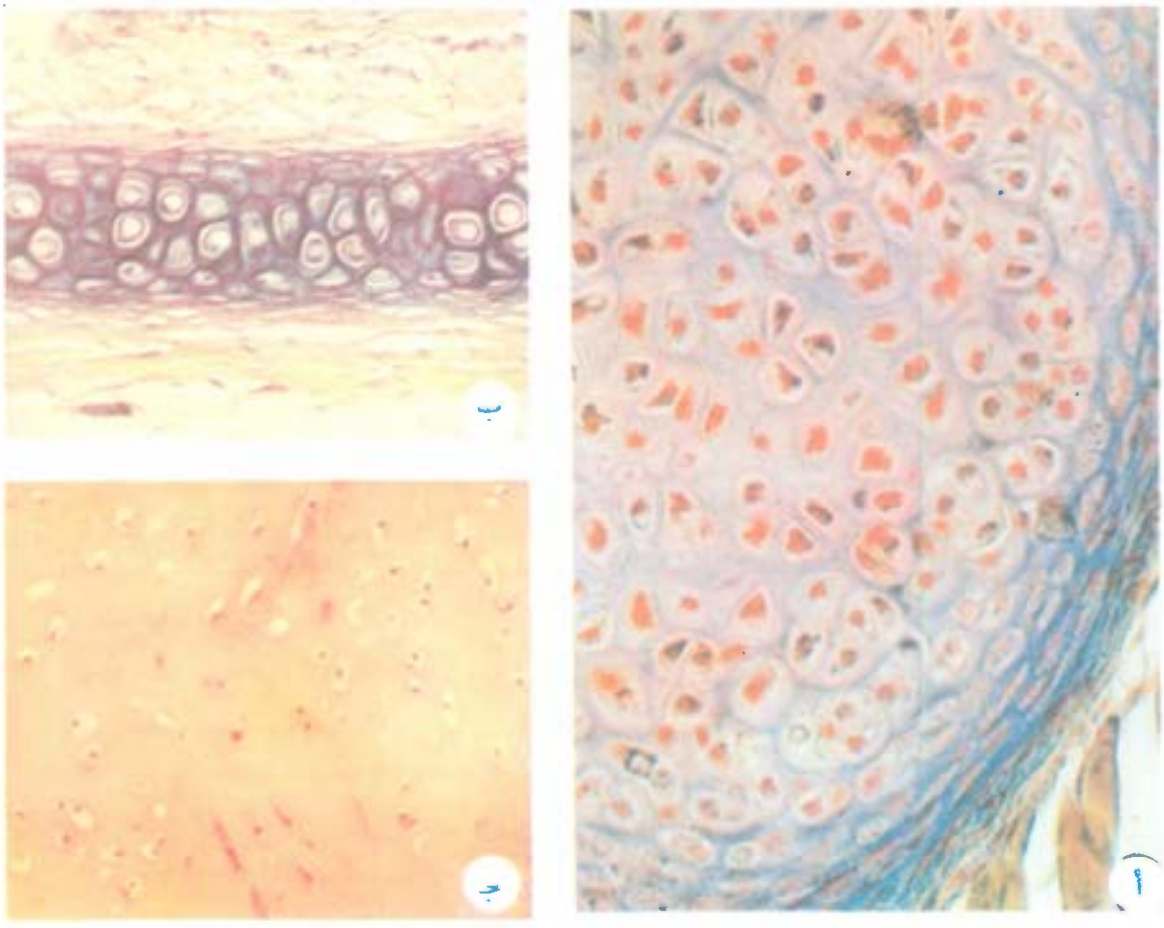
ويغلف النسيج الغضروفى بطبقة من النسيج الليفى القوى تسمى غلاف الغضروف Perichondrium وهى ذات أهمية كبيرة حيث تحتوى على الأوعية الدموية التى تغذى النسيج الغضروفى كما تحتوى على أنواع عديدة من الخلايا أهمها الخلايا الميزودرمية غير المتميزة UMC وكذلك أمهات الخلايا الغضروفية Chon-droblasts التى تتحول الى الخلايا الغضروفية عند تكوين الطبقات الخارجية من النسيج الغضروفى اثناء ازدياد سمكه .

وينمو الغضروف بطريقتين هما :

- الطريقة الخلالية : وذلك عن طريق نشاط الخلايا الغضروفية، حيث يتسع النسيج من الداخل .
- الطريقة التراكمية : وذلك نتيجة لنشاط أمهات الخلايا الغضروفية الموجودة على حافة النسيج مضيفة بذلك

طبقات غضروفية جديدة من الخارج وبمجرد ان تحاط أمهات الخلايا الغضروفية بالمادة البينية من جميع الجهات تصبح خلايا غضروفية .

وفى جميع الأحوال يكون نمو النسيج الغضروفى محدودا وذلك لعدم وجود أوعية دموية بداخله فهو يحصل على متطلباته بالانتشار خلال المادة البينية فاذا اتسع الغضروف أكثر من اللازم فان المنطقة المركزية فيه تتكلس وتختفى .



شكل (٤٥)

أ ـ غضروف زجاجي في قطاع لضلع غضروفي مصبوغ بالصبغة الثلاثية (Mason trichrome stain)

ب ـ غضروف مرن في قطاع في صيوان الاذن مصبوغ بالريزورسين الخاص بالالياف المرنة التي تظهر بلون بنفسجي داكن

جـ ـ غضروف ليفي في قطاع في القرص بين الفقري مصبوغ بـ H&E حيث تظهر الألياف البيض بلون أكثر احمراراً

أنـواع النسـيج الغضـروفي

يقسم النسيج الغضروفى الى أنواع ثلاثة حسب طبيعة الألياف الموجودة به (شكل ٤٥) وهذه الأنواع هى :

١ ـ نسـيج غضـروفى زجـاجى Hyaline cartilage

ويسمى بهذا الاسم لان أرضيته شبه شفافة وتحتوى على ألياف بيض قصيرة ومتشابكة الا ان معامل انكسـارهـا يقـرب من معامل انكسار المادة البينية، ولذلك فهى لاتظهر بسهولة فى تحضيرات المجهر الضوئى، ولكنها تظهر بوضوح بالمجهر الالكترونى.

ويوجـد هذا النـوع فى حلقات القصبة الهوائية والشعب الرئوية، وفى نهاية العظام الطويلة داخل المفاصل، ويكون غضاريف الضلوع كما يكون الهيكل الجنينى.

٢ ـ النسـيج الغضـروفى الليفـى Fibro cartilage

ويشبه فى تركيبه الأوتار الى حد كبير حيث يتكون من حزم من الألياف البيض تحصر بينها مسافات مغـزلية الشكل من المادة البينية الغضروفية التى تحتوى على فجوات وخلايا غضروفية. وتكون الحزم الليفية حمضية الاصطباغ بينما تكون المادة البينية الغضروفية قاعدية الاصطباغ.

ويوجد هذا النوع من الغضاريف فى الاقراص بين الفقرات وفى الارتفاق العانى وفى نهاية بعض أوتار العضلات عند التحامها بالعظام.

٣ ـ النسـيج الغضـروفى المـرن Elastic cartilage

وتحتوى المادة البينية لهذا النوع على كميات كبيرة من الألياف الصفر المتشابكة والتى تظهر بوضوح عندما تصطبغ بمادة الأرسين.

ويوجد هذا النوع من الأنسجة الغضروفية فى صيوان الأذن حيث يعطيه المرونة المميزة له، كما يوجد فى بعض غضاريف الحنجرة.

النسـيج العظـمي Bone tissue

يتشابه النسيج العظمى مع الأنسجة الغضروفية فى الصفات التالية :

١ ـ يتكون من عدد قليل من الخلايا وكمية كبيرة من المادة الخلالية الصلبة.

٢ ـ توجد خلاياه داخل فجوات Lacunae .

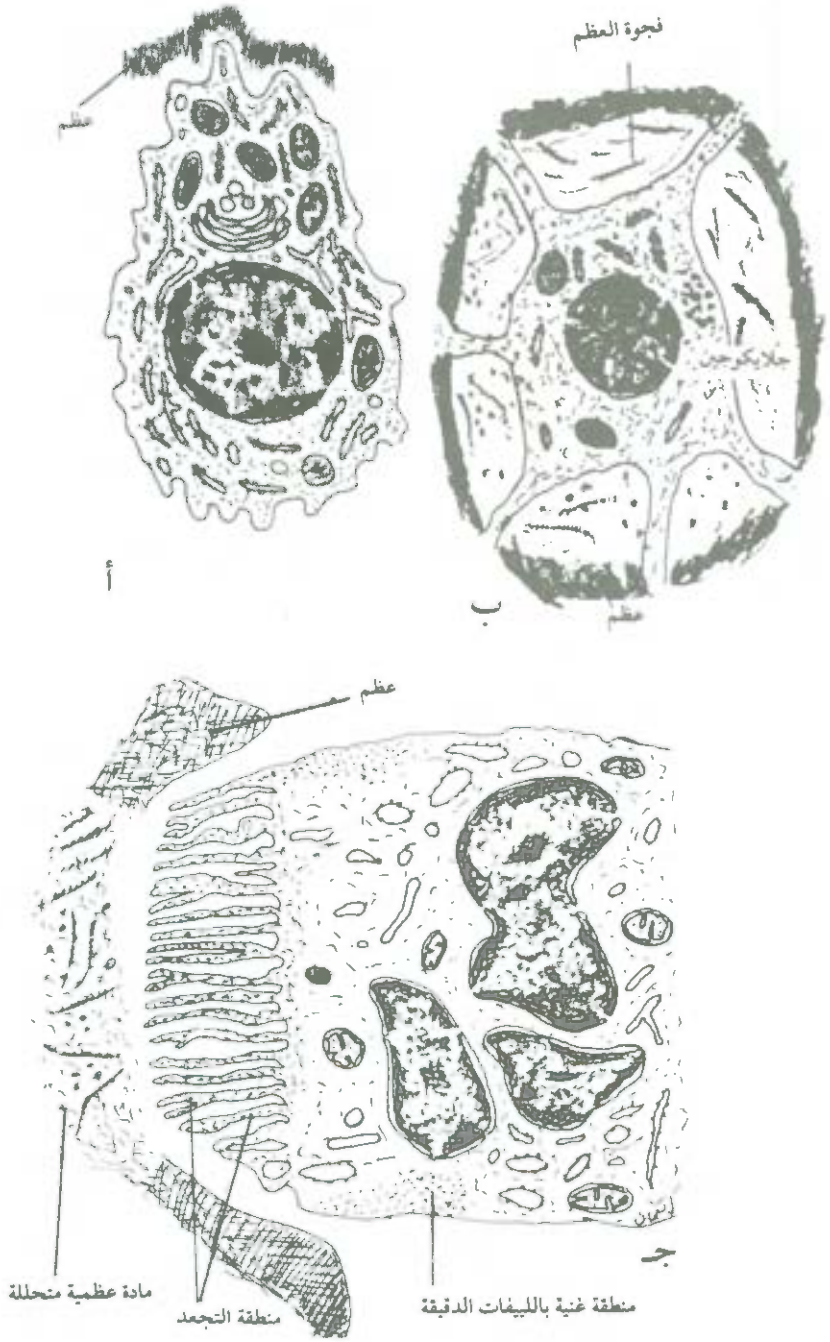
٣ ـ يحاط من الخارج بغلاف من النسيج الضام الليفى القوى يسمى الغلاف العظمى Periosteum .

٤ ـ يزداد سمكا من الخارج بالطريقة التراكمية.

ولكن النسيج العظمى يختلف عن الأنسجة الغضروفية فى بعض الصفات التالية :

١ ـ لايمكنه النمو بالطريقة البينية لتحجر أرضيته.

٢ ـ تتخلله الأوعية الدموية.



شكل (٤٦) خلايا النسيج العظمي
أ ـ مكونات العظم
ب ـ خلايا العظم
جـ ـ مزيلات العظم

٣ ـ يوجد فى أرضيته أملاح الكالسيوم علاوة على كبريتات الغضروفين وبروتين الالياف.
٤ ـ تتشابك خلاياه عن طريق تفرعاتها السيتوبلازمية التى توجد داخل القنيات.
٥ ـ لاتنقسم خلايا العظم وهذا سبب آخر لعدم امكانية النمو البينى فى النسيج العظمى.
٦ ـ توجد طبقة ليفية تفصل بين النسيج العظمى والنخاع العظمى تسمى بطانة العظم Endosteum
٧ ـ يحتوى العظم على نخاع العظم الأحمر والأصفر.

أنواع الخلايا الموجودة فى النسيج العظمى (شكل ٤٦):

١ ـ الخلايا المكونة للعظم Osteoblasts أو أمهات الخلايا العظمية. وتوجد هذه الخلايا فى بطانة العظم وفى الطبقة الداخلية من غلافه. وهى خلايا بيضاوية الشكل لها تفرعات سيتوبلازمية قليلة وتتراص على حافة العظم من الداخل ومن الخارج. نواة كل منها جانبية ويقع بجوارها جسم جولجى كبير فى وسطه جسم مركزى (كما ذكر من قبل فى وصف الخلية البلازمية) والسيتوبلازم قاعدى الاصطباغ. وتبين باستعمال المجهر الالكترونى أن نواة الخلية تحتوى على الكروماتين الحقيقى أى انها من النوع النشط. كما يظهر فى السيتوبلازم كميات كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة التى تسبب الاصطباغ القاعدى الذى يظهر فى المجهر الضوئى.

تقوم الخلايا المكونة للعظم، كما يدل اسمها، بتصنيع الالياف وكذلك المواد العضوية المكونة للأرضية، كما تقوم بافراز انزيم الفوسفاتيز الذى يساعد على ترسيب أملاح الكالسيوم فى أرضية العظم.

٢ ـ خلايا العظم Osteocytes

عندما تترسب أملاح الكالسيوم فى أرضية العظم حول الخلايا المكونة للعظم فتعزلها عن الغلاف العظمى فان هذه الخلايا يصبح اسمها خلايا العظم. ولاتقوم خلايا العظم بتصنيع أى من مكونات العظم الا انها تستمر فى افراز كميات محسوبة من انزيم الفوسفاتيز الذى يحافظ على صلابة العظم ويحول دون تحلل أملاحه.

توجد خلايا العظم داخل تجاويف Lacunae تتصل ببعضها عن طريق قنيات دقيقة Canaliculi تحتوى على التفرعات السيتوبلازمية للخلايا. ولان خلايا العظم أقل نشاطا من الخلايا المكونة للعظم فانها لذلك تحتوى على كميات أقل من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وتحتوى على كميات أكثر من الدهن والنشا الحيوانى.

٣ ـ الخلايا المزيلة للعظم Osteoclasts (مزيلات العظم)

هى خلايا ضخمة قد يصل قطر الواحدة منها الى ٤٠ ميكروناً وتحتوى على عدد كبير من الأنوية، وسيتوبلازم هذه الخلايا يميل الى أن يكون قاعدى الاصطباغ ولكنه يتحول تدريجيا فى الخلايا القديمة الى أن يصبح حمضى الاصطباغ. ويلاحظ ان الجانب الذى يلى العظم من هذه الخلايا فرشاتى المظهر لوجود الكثير من البروزات السيتوبلازمية التى تشبه الخميلات لتزيد من مساحة هذا السطح (شكل ٤٦). وتوجد مزيلات العظم فى كهيفات على السطح الداخلى للنسيج العظمى تسمى تجاويف

«هوشب» Howship's lacunae وتقوم هذه الخلايا بافراز مجموعة من الانزيمات التى تحلل أرضية العظم وأليافه ثم ازالتها.

ويعتقد أن مزيلات العظم تنشأ من الخلايا المكونة للعظم بعد أن تنقسم أنويتها عدة مرات دون ان يصاحب ذلك انقسام السيتوبلازم. وهناك رأى آخر مفاده ان هذه الخلايا تتكون من تجمعات خلايا العظم التى أزيلت من حولها أرضية النسيج العظمى.

أرضيّة النسيج العظمى Matrix of bone

تتكون أرضية العظم من مواد عضوية (٢٥٪) وأخرى غير عضوية (٧٥٪).

أما المواد العضوية فإن ٩٠٪ منها توجد على هيئة الياف بيض (كولاجين) والباقى يكون خليطا من كبريتات الغضروفين والجليكوبروتين. أى أن البروتينات هى التى تغلب على أرضية العظم ولذلك فهى حمضية الاصطباغ (البروتينات ذات طبيعة قاعدية). بينما تكون المادة غير العضوية على هيئة فوسفات الكالسيوم المتبلور علاوة على بعض الأملاح المعدنية الأخرى وخاصة أملاح الفلورايد التى تكسب العظم صلابة خاصة ويظهر ذلك على وجه الخصوص فى الأسنان.

أنــواع العظــام

١ - العظــام الأسفنجية Spongy (cancellous) bones

يتكون العظم الاسفنجى من شبكة من الحواجز العظمية تحوى فى تجاويفها نخاع العظم الأحمر وتحاط من الخارج بغلاف العظم وتبطن ببطانته التى تفصله عن النخاع ويوجد بها مكونات ومزيلات العظم. ويحدث للعظم اثناء نموه عمليات اضافة وازالة بقَدَر الى ان يصل الى شكله النهائى مع تمام نمو الكائن.

وتتكون الحواجز العظمية من صفائح من المادة البينية Lamellae توجد بينها الخلايا العظمية داخل فجواتها التى تتصل ببعضها عن طريق القنيات العظمية Bone canliculi حيث تخترق الصفائح الصلبة. ويمكن رؤية تفرعات الخلايا العظمية داخل القنيات بالمجهر الالكترونى. ويكون عدد الصفائح فى حواجز العظم الاسفنجى قليلا ولذلك فان الخلايا العظمية تحصل على حاجتها الغذائية من الاوعية الدموية الموجودة فى نخاع العظم.

ويوجد العظم الاسفنجى فى الجمجمة والضلوع ورؤوس العظام الطويلة كما ان العظم المتكون حديثا يكون اسفنجيا.

ويعتبر نخاع العظم الاحمر مسئولا عن انتاج مكونات الدم المختلفة فى الحيوانات الثديية فى حياتها بعد الرحمية.

٢ - العظام الرصينة (الكثيفة) Compact bones

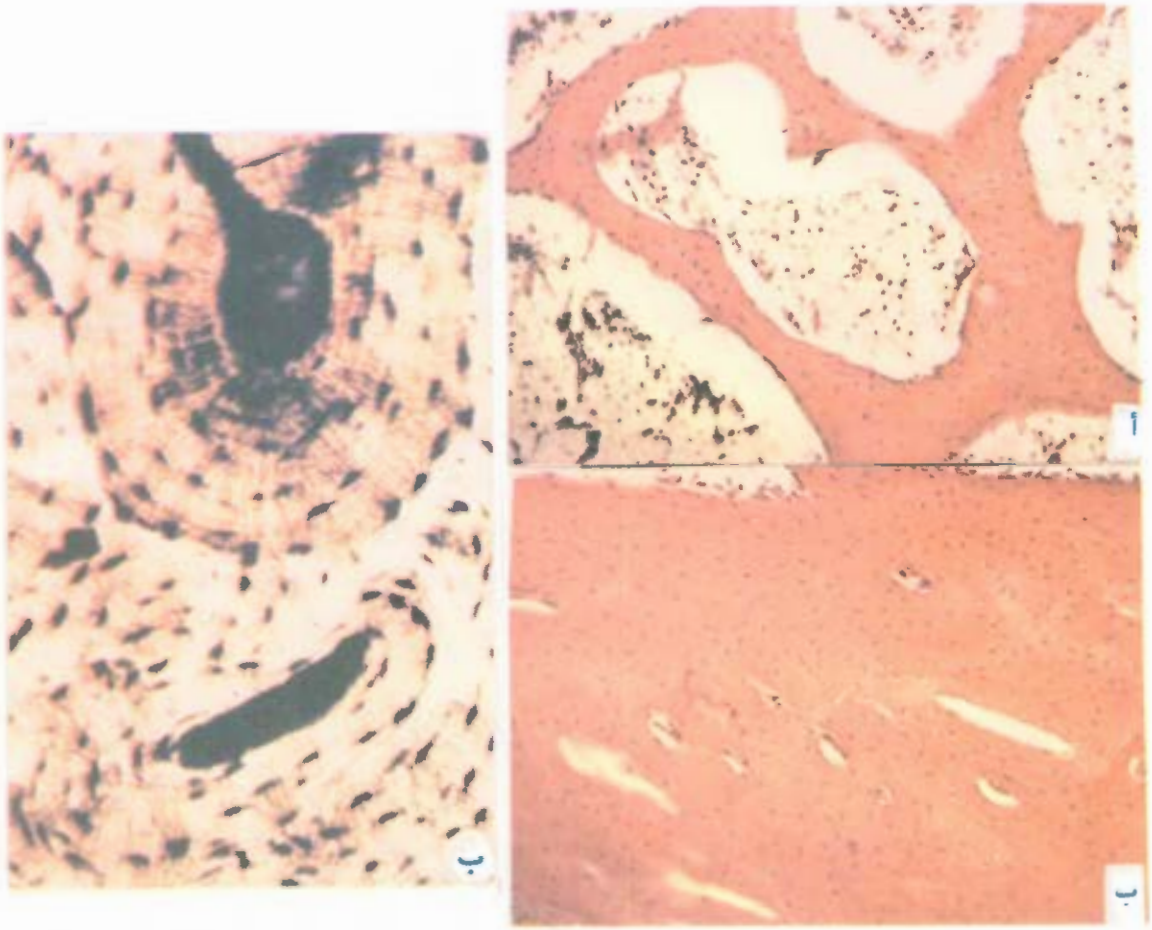
وتوجد فى أجسام العظام الطويلة وتكوّن طبقة تغطى العظام الاسفنجية عادة من الخارج. ويوجد فى العظم

الكثيف فجوة واحدة بها نخاع أصفر تغلب الخلايا الدهنية على مكوناته. يحاط العظم الرصين بغلاف عظمى ليفى سميك ويفصله عن النخاع بطانة رقيقة.

ويتكـون النسيج العـظمى الرصين من اسطوانات من الصفائح العظمية المتحدة المركز والتى يوجد فى مركزها قناة تمتد بطول العظم وتسمى قناة «هافرس» Haversian canal وتوجد الفجوات ومابها من خلايا عظمية بين الصفائح وتتصل ببعضها عن طريق القنيات التى تصل فى النهاية الى قناة هافرس. ويمكن تمييز الصفائح العظمية التى تحيط بقنوات هافرس، والتى تكون نظام هافرس Haversian system من تلك الموجودة بينها وتسمى بالصفائح البينية. ويوجد تحت الغلاف العظمى عدد من الصفائح المحيطية الخارجية وتحت البطانة العظمية عدد من الصفائح المحيطية الداخلية.

وتحتوى قنوات هافرس على نسيج ضام شبكى به عدد قليل من الخلايا وأوعية دموية وأعصاب. وتتصل قنوات هافرس مع بعضها ومع غلافى العظم عن طريق قنوات مائلة تسمى قنوات «فولكمان» Volkman's canals (شكل ٤٧).

ومن ذلك يتبين ان النسيج العظمى غنى بالأوعية الدموية والأعصاب.



شكل (٤٧)

أ ـ عظم اسفنجي مصبوغ بالصبغة الثلاثية ـ تصطبغ أرضية العظم باللون البرتقالي

ب ـ عظم رصين . يلاحظ النظم الهافرسية، قنوات هافرس وقناة فولكمان.

أغلفة وبطانة النسيج العظمى :

يتكون غلاف العظم من طبقتين من النسيج الضام :

١ ـ الطبقة الخارجية (الليفية) وتتكون من الألياف البيض المتشابكة تمتد منها حزم تنغمد فى الطبقات الخارجية من العظم وتسمى بالياف «شاربى» Sharpy's fibers وتنغمد فى هذه الطبقة الياف أوتار العضلات. وهكذا تصبح العضلات ممسوكة بقوة فى العظم عن طريق أوتارها وألياف شاربى. ويوجد فى الطبقة الخارجية لغلاف العظم الأوعية الدموية التى تتفرع منها أوعية قنوات فولكمان وهافرس.

٢ ـ الطبقة الداخلية (الخلوية) وتتكون من نسيج ضام سيب غنى بالشعيرات الدموية والخلايا وخاصة UMC وأمهات الخلايا العظمية والخلايا الليفية. وتقوم هذه الطبقة بتكوين طبقات اضافية من صفائح العظم أثناء ازدياد سمكه.

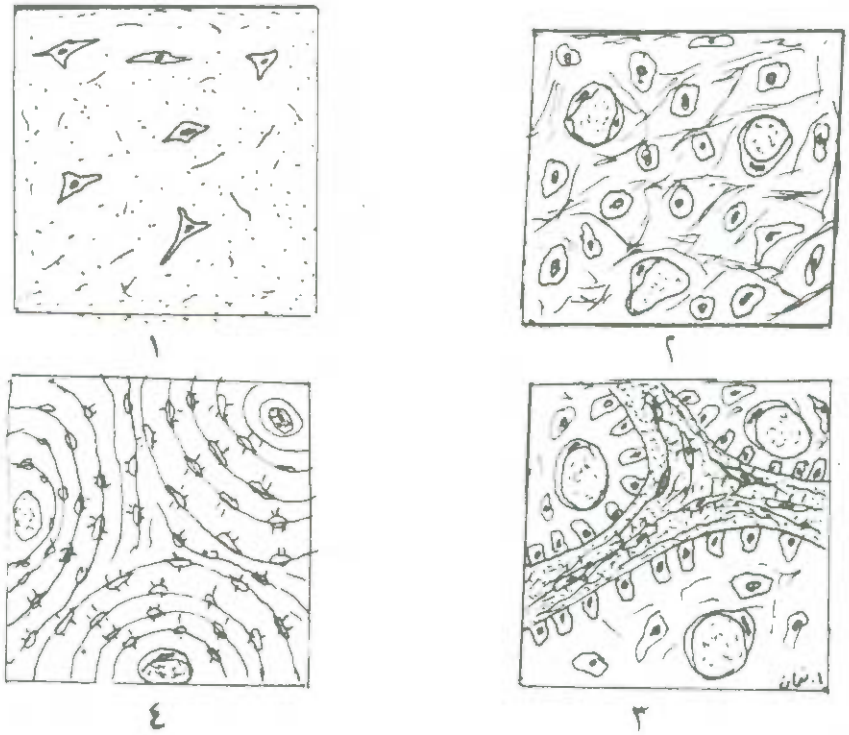
وتتكون بطانة العظم من طبقة تشبه فى تركيبها الطبقة الداخلية لغلاف العظم الا انها تحتوى على مزيلات العظام بالاضافة الى باقى الخلايا المذكورة. وتقوم مزيلات العظم بازالة العظم من الداخل فيزداد قطر تجويف النخاع حتى يصل الى قطره العادى.

تكـــون العظـــام Ossification

تتكـون العظـام باحـدى طريقتين هما :

١ ـ **الطريقـة الغشـائية** : Intramembranous ossification

يتكون العظم أول مايتكون فى منطقة محددة فى الميزودرم تكون أكثر كثافة عما حولها من ميزودرم ولذلك



شكل (٤٨) التعظم الغشائي

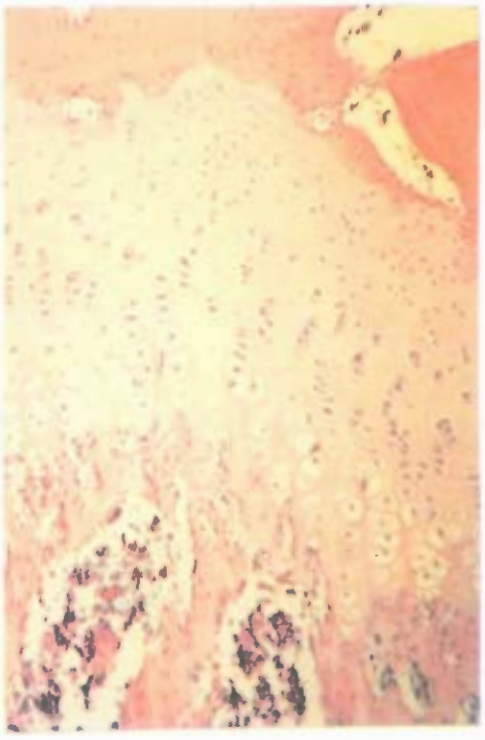
١ـ نسيج ضام ميزودرمي ٢ـ غشاء قوي ٣ـ عظم اسفنجي ٤ـ عظم رصين

تسمى غشاء، فيها تتميز الخلايا الميزودرمية (UMC) الى الخلايا المكونة للعظم التى تقوم تدريجيا بافراز الألياف والمادة البينية العظمية ثم تفرز انزيم الفوسفاتيز الذى يساعد على ترسيب بللورات املاح الكالسيوم على الألياف وهي التى تحدد طريقة الترسيب واتجاه الصفائح العظمية. وعندما تحاط الخلايا المكونة للعظم بالمادة البينية من جميع الجهات تصير خلايا عظمية كما أن بعض الميزودرم الذى أصبح محاطا بالحواجز العظمية يكون نخاع العظم الأحمر وبذلك يتحول الغشاء الميزودرمى الى عظم اسفنجى والذى قد يبقى كذلك أو يتحول كله أو أجزاء منه الى عظم رصين. ويحدث هذا النوع من تكون العظم فى العظام المسطحة وفى عظام الجمجمة (شكل ٤٨).

٢ - **الطريقة الغضروفية** Intracartilagenous ossification

يكون هيكل الجنين فى أول تكوينه فى شكل غضاريف لها هيئة العظام. وفى مواعيد محددة من حياة الجنين تظهر مراكز للتمعظم فى هذه الغضاريف ومن خلال سلسلة من التحولات يحل العظم محل الغضروف ويتكون الهيكل العظمى.

وفى مركز التمعظم تتضخم الخلايا الغضروفية ثم تموت وتتلاشى المادة البينية ويكون ذلك ايذانا بدخول لسان من غلاف الغضروف بما فيه من خلايا واوعية دموية وبعد ذلك تتحول الخلايا الى خلايا مكونة للعظم حيث تقوم بتكوين العظم ليحل محل الغضروف. وعن طريق الاضافة والازالة يتكون العظم الذى يكون فى أول الأمر اسفنجيا وقد يتحول كله أو بعضه بعد ذلك الى عظم رصين (شكل ٤٩).

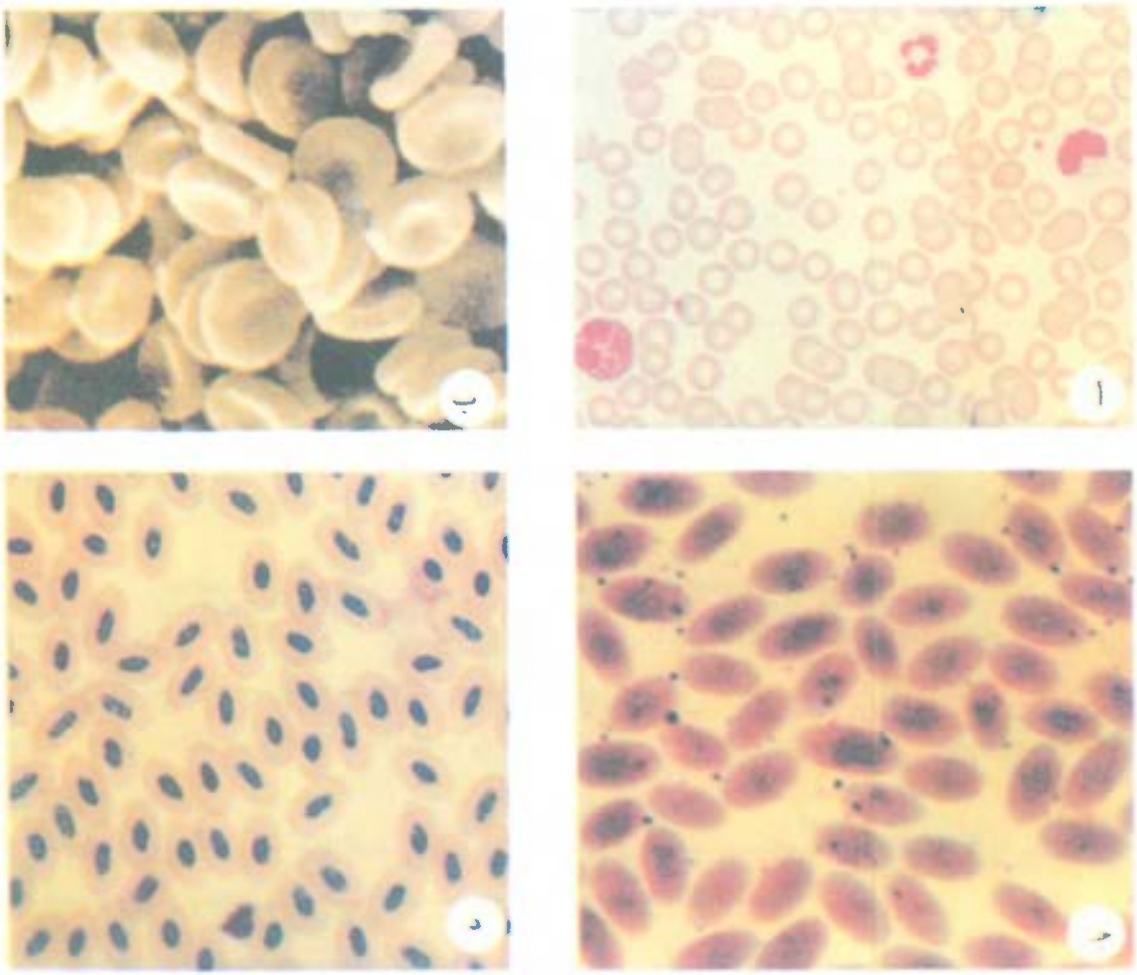


شكل (٤٩) قطاع طولي في نهاية عظمة طويلة تظهر فيه منطقة التعظم

الـــــدم Blood

للدم صفات متميزة تجعله نسيجا فريدا فى نوعه، اذ ان له وظائف الأنسجة الضامة الا انه يفتقد الى احدى مكوناتها وهى الألياف.

ويتكـون الدم من سائل شفاف هو البلازما يوجد به أنواع كثيرة من البروتينات التى تقوم بالعديد من الوظائف أهمها انها تكسب الدم الضغط الازموزى المناسب لمنع الماء من التسرب الى خارج الأوعية الدموية، كما أنها تقوم بوظيفة المنظمات Buffers التى تحافظ على ثبات الرقم الهيدروجينى للدم pH .



شكل (٥٠) كريات الدم الحمر

أ ـ دم الانسان ويلاحظ وجود ثلاث خلايا بيض هي من اليمين الى اليسار: خلية كبيرة، متعادلة الاصطباغ، وحمضية الاصطباغ وتظهر المنطقة الوسطى للكريات الحمر باهتة لرقتها.

ب ـ كريات الدم الحمر للانسان كما تظهر بالمجهر الالكتروني الماسح.

جـ ـ كريات الدم الحمر للجمل، يلاحظ تحدب وجهيها.

د ـ كريات الدم الحمر للضفدع، يلاحظ شكلها البيضي ووجود نواة داكنة الاصطباغ.

كما تحتوى البلازما على المواد المحمولة من والى الخلايا. ويرشح سائل البلازما خارج الأوعية الدموية ليكون سوائل الجسم المختلفة مثل سائل الانسجة، واللمف، والسائل الدماغي الشوكى. وتوجد فى الدم عناصر سابحة فى البلازما منها ماهو خلوى ومنها الكريات الحمر والصفائح الدموية.

كريات الدم الحمر Red blood corpuscles (RBC)

يختلف شكل وطبيعة كريات الدم الحمر فى الثدييات عنه فى غيرها من المجموعات الحيوانية، الا ان وظيفتها واحدة فى كل الفقاريات فهى (باحتوائها على مادة الهيموجلوبين) تقوم بنقل الاكسيجين من الرئتين الى خلايا الجسم وثانى اكسيد الكربون فى الاتجاه المعاكس.

وتتكون الكريات الحمر فى نخاع العظم الأحمر. وهى عبارة عن أقراص مقعرة الوجهين (عدا فى الفصيلة الجملية حيث تكون محدبة الوجهين) تفتقد الى الأنوية وممتلئة بمادة الهيموجلوبين وفى غير الثدييات تحتوى الكريات الحمر على أنوية كثيفة داكنة الاصطباغ غير نشطة (شكل ٥٠).

متوسط قطر الكرية الحمراء فى الانسان ٧ر٥ ميكروناً وسمكها يقل عند الوسط عنه عند المحيط. ويحتوى المليمتر المكعب من دم الرجل البالغ العادى ٥ر٥ مليون كرية بينما فى المرأة يقل عدد الكريات بحوالى مليون كرية عنه فى الرجل. ويعزى هذا الاختلاف الى الهرمونات الجنسية. هذا وان عمر الكرية الحمراء يتراوح بين ١٠٠ و ١٢٠ يوما حيث تتكسر بعد ذلك فى الطحال. ومن أسباب تكسر الكريات الحمر أن البروتينات النشطة الموجودة فى غشائها لايمكن تعويضها حيث فقدت الكرية المقدرة على تصنيع البروتينات لعدم وجود النواة. واذا وجدت النواة فى كريات الدم الحمر فى بعض المجموعات الحيوانية فانها تتكون من الكروماتين غير الحقيقى أى غير النشط.

خلايا الدم البيض White blood cells (leukocytes)

هى مجموعة من الخلايا الدفاعية التى تدخل ضمن الجهاز المناعى Immune system للجسم متضافرة مع خلايا الأنسجة الضامة الأصيلة. وتتكون هذه الخلايا فى نخاع العظم أو فى الأعضاء اللمفية ثم تُحمل مع الدم وتدور خلال أنسجة وأعضاء الجسم ولكن معظمها يخرج من الدم الى الانسجة الضامة حتى يمكنه اداء وظائفه.

ومتوسط العدد الكلى للخلايا البيض هو ١١٠٠٠ خلية فى المليمتر المكعب من دم الانسان العادى. وقد يزيد هذا العدد أو ينقص فى بعض الحالات الوظيفية أو الحالات المرضية (شكل ٥١).

وتنقسم خلايا الدم البيض الى نوعين حسب وجود أو عدم وجود حبيبات خاصة فى السيتوبلازم علما بأن جميعها تحتوى على عدد من الحبيبات التى تصطبغ بمادة الآزور Azur ولذلك تسمى آزورية الاصطباغ Azurophilic وهى عبارة عن ليسوسومات عادية.

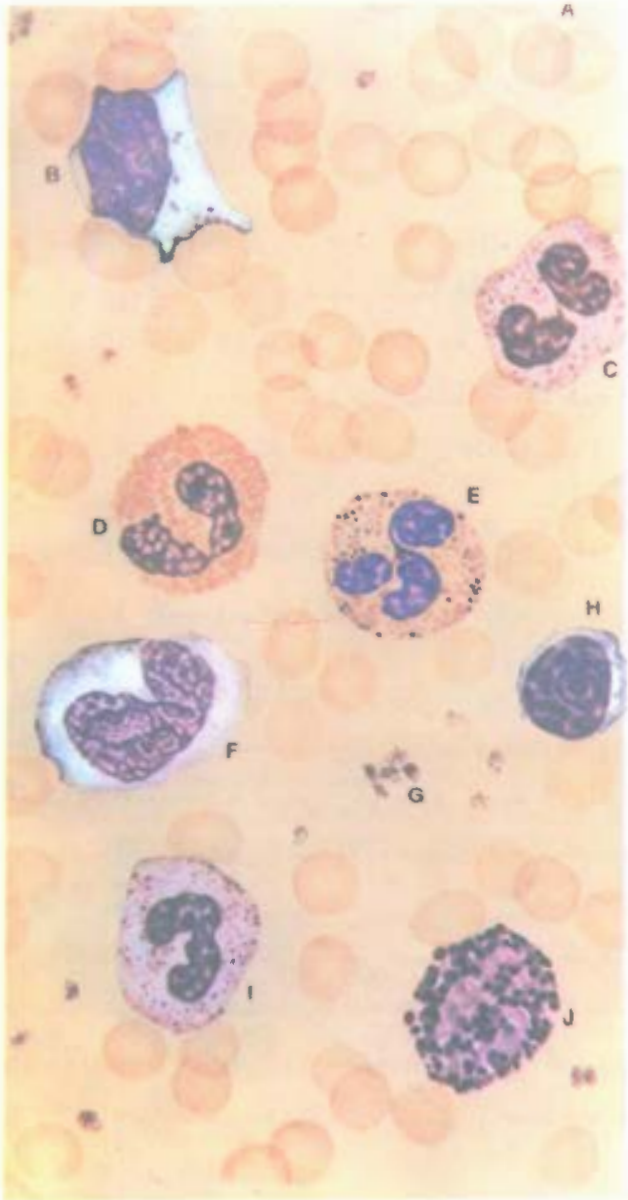
أ - خلايا الدم البيض الحبيبية Granular leucocytes

وكما هو واضح من الاسم فان سيتوبلازم هذه الخلايا يحتوي على أنواع من الحبيبات الخاصة (علاوة على

الحبيبات الآزورية) وتختلف هذه الحبيبات الخاصة فى اصطباغها من نوع الى آخر وعادة ماتكون أنويتها مفصصة.

ويوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الحبيبية حسب طبيعة اصطباغ حبيباتها هى :

١ ـ **متعادلات الاصطباغ** Neutrophils : وهى تمثل غالبية الخلايا البيض اذ تكون حوالى ٦٥٪ من عددها الكلى. وتتكون نواة الخلية المتعادلة الاصطباغ من فصوص يتراوح عددها من ٢ ـ ٥ ولكن معظمها يتكون من ثلاثة فصوص. ولذلك فان هذا النوع من الخلايا يسمى أحيانا متشكل الأنوية Polymorphonuclear leucocytes وفى السيتوبلازم توجد حبيبات ذات أحجام مختلفة تصطبغ بالصبغات القاعدية والحامضية فى آن واحد وذلك لتنوع محتوياتها.



شكل (٥١) خلايا الدم البيض في دم الانسان
(A) كريات الدم الحمر (F,B) خلايا بيض كبيرة (C,E,I) خلايا متعادلة الاصطباغ (D) خلايا حامضية الاصطباغ (J) خلايا قاعدية الاصطباغ (G) الصفائح الدموية.

وعمر هذه الخلايا حوالى أسبوع واحد ثم تستهلك حبيباتها وتتحطم.

وعندما يصاب الجسم بعدوى ميكروبية أو تدخله أية مادة غريبة فان الخلايا المتعادلة تكون أول مايجابه هذه المواد الغريبة فتتوافد الى مكان الاصابة وتقوم (بقدرتها على التحرك الأميبى والالتهام النشط) بتخليص الجسم من المواد الغريبة وهى لذلك تسمى بالخلايا الالتهامية الصغيرة Microphages وذلك لتمييزها عن الخلايا الالتهامية الكبيرة Macrophages الموجودة ضمن خلايا الأنسجة الضامة.

٢ ـ **حامضيات الإصطباغ** Eosinophils وتسمى كذلك لان أغلب صبغات الدم تستعمل فيها صبغة الايوسين Eosin الحامضية. وتحتوى الخلية على نواة ذات فصين كبيرين. وحبيبات سيتوبلازمية حمضية الاصطباغ كبيرة لامعة غالبيتها ليسوسومات.

وتمثل حمضيات الاصطباغ ٤٪ من مجموع خلايا الدم البيض وتقوم بازالة المواد المسببة للحساسية. وعمرها حوالى أسبوعين فقط وتعتبر من الخلايا الاكولة المتخصصة.

٣ ـ **قاعديات الاصطباغ** Basophils ونواة كل من هذه الخلايا تكون على شكل حرف S وحبيباتها كبيرة قاعدية الاصطباغ لاحتوائها على مادة الهيبارين ذات الطبيعة الحامضية. وتحتوى الحبيبات ايضا على الهستامين والسيروتينين بكميات تختلف من حيوان الى آخر. وهيبارين الخلايا القاعدية الاصطباغ هو الذى يحافظ على الدم سائلا اثناء الدوران ويمنعه من التجلط، وعدد هذه الخلايا قليل جدا فى دم الانسان حيث تكون فى حدود ٠,٥٪ من مجموع الخلايا البيض. ولكنها كثيرة فى دم بعض الحيوانات وقد تنعدم تماما فى دم حيوانات أخرى.

وتنشأ الخلايا الحبيبية فى نخاع العظم الأحمر من الخلايا الميزودرمية التى تنقسم عدة مرات وتتميز بالتدريج حتى تكون الأنواع الثلاثة من الخلايا الحبيبية (شكل ٥١).

ب ـ **خلايا الدم البيض غير الحبيبية** Agranular leucocytes

هى خلايا ذوات أنوية غير مفصصة كبيرة الحجم نسبيا. ولايوجد فى سيتوبلازمها حبيبات خاصة ولكنه يحتوى على حبيبات آزورية كما فى جميع الخلايا البيض. كما يحتوى السيتوبلازم على قدر كبير من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة والريبوسومات الحرة مما يجعل السيتوبلازم قاعدى الاصطباغ.

وهناك نوعان من الخلايا غير الحبيبية هما :

١ ـ **الخلايا الكبيرة** Monocytes وهى اكبر الخلايا البيض حجما فقد يصل قطرها الى ٢٠ ميكروناً، وتمثل حوالى ٨٪ من العدد الكلى للخلايا البيض. نواة كل منها جانبية وكبيرة وذات شكل كلوى وباهتة الاصطباغ (بالمقارنة بأنوية باقى الخلايا البيض) وفى الخلية جسم جولجى ضخم فى وسطه الجسم المركزى ولعله السبب فى تقعر النواة وازاحتها جانبا، والسيتوبلازم قاعدى الاصطباغ به حبيبات آزورية هى نوع من الليسوسومات (شكل ٥١).

وتقوم الخلايا الكبيرة بوظائفها فى الأنسجة الضامة حيث تترك الدم وتتحول الى خلايا التهامية كبيرة Macrophages.

٢ ـ الخـلايـا اللمفيـة Lymphocytes وقد سميت هذه الخلايا كذلك لانها مرتبطة بالجهاز اللمفاوى تكوينا ودورانا وتوجد فى الدم بكميات كبيرة حيث تصل نسبتها الى ٣٠٪ من مجموع الخلايا البيض. وتنشأ الخلايا اللمفية فى نخاع العظم الأحمر ولكن يتم تميزها فى أحد الأعضاء اللمفية.

وتكون الخلايا اللمفية عامة صغيرة الحجم اذ يبلغ قطرها ٦ ميكرونات تقريبا الا ان نسبة منها تكون كبيرة الحجم. وتتركز الخلايا اللمفية فى العقد اللمفية والطحال والغدة التيموسية.

وهناك نوعان من الخلايا اللمفية الصغيرة حسب النسيج الذى يتم نضجها فيه وهى :

أ ـ خـلايا «ت» اللمفيـة T-Lymphocytes

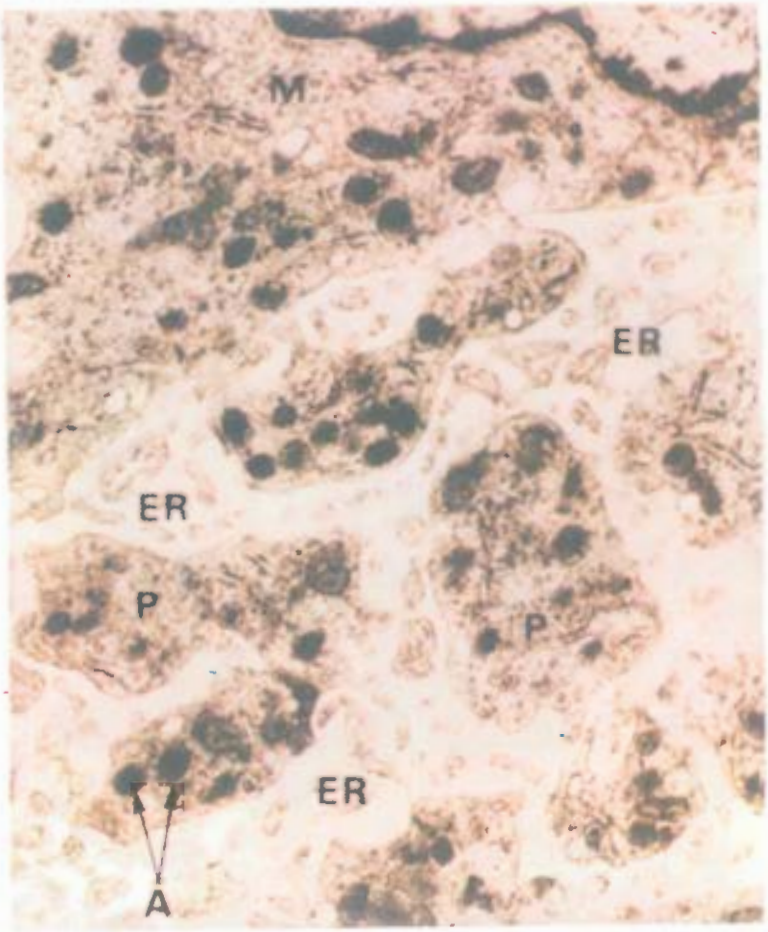
وتسمى هكذا لانها بعد أن تتكون فى نخاع العظام تذهب الى الغدة التيموسية (السعترية) Thymus حيث يتم تميزهـا وذلك بتكون بروتينات خاصة تتمركز فى غشاء الخلايا وتعمل كمستقبلات يمكنها التعرف على أي جسم غريب فتكون مواد مضادة له تبقى على سطح الغشاء الخلوى لهذه الخلايا. وعند

شكل (٥٢) خلية لمفية بالمجهر الالكتروني ، يلاحظ وجود بروزات سيتوبلازمية (Mv) مختلفة الاطوال على سطحها، كما أن النواة كبيرة جداً ونشطة والسيتوبلازم ملىء بالريبوسومات. ويوجد بعض المايتوكوندريا (M)

دخول هذه المادة أو الجسم الغريب مرة اخرى الى الجسم فان هذه الخلايا تتعرف عليها ثم تقوم بافراز المواد المضادة اللازمة للتخلص منها (شكل ٥١، ٥٢).

وهناك أنواع عديدة من الخلايا « ت » :

- **الخلايا ذوات الذاكرة (ت ذ)** Memmory cells (TM) وهى التى تحمل على أغشيتها مستقبلات تتعرف عن طريقها على المواد الغريبة التى تكون قد تعرضت لها من قبل. وقد يمتد عمر هذه الخلايا قدر عمر الانسان وتمثل أهم الخلايا المناعية فى الجسم.
- **الخلايا المساعدة (ت م)** Helper cells (TH) . وهى خلايا ضرورية لاتمام عملية المناعة فهى تحفز الخلايا «ب» لتكون الأجسام المضادة.
- **الخلايا القاتلة (ت ق)** Killer cells (TK) وهى خلايا تتجمع حول الانسجة الغريبة التى قد تزرع فى الجسم أو تدخل اليه عن أى طريق آخر. وبتجمعها وافرازاتها تتسبب فى رفض الجسم للانسجة أو الأعضاء الغريبة.
- **الخلايا المثبطة (ت ث)** Supressor cells (TS) وهى تمنع الخلايا «ت» من أداء وظيفتها فتعوق تكوين وافراز الأجسام المضادة فى بعض الأحوال.



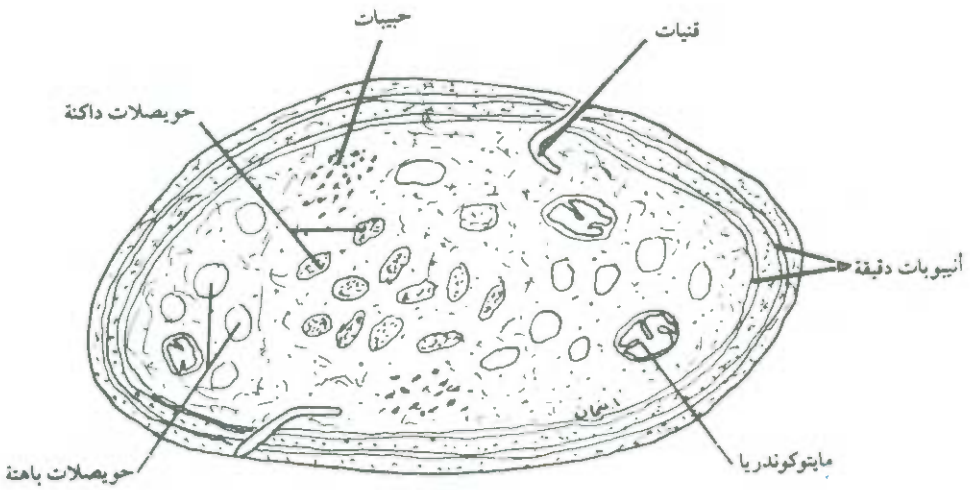
شكل (٥٣) جزء من الخلية عظيمة الانوية. يلاحظ الصفائح (P) التي تكاد أن تنفصل من الخلية . كما يلاحظ كثرة الشبكه الاندوبلازمية (ER) . ويلاحظ أيضاً العديد من الحبيبات الداكنة (A) في الصفائح . توجد المايتوكوندريا (M) وأجسام جولجي (G) من المنطقة القريبة من النواة.

ب ـ خلايا « ب » اللمفية B-Lymphocytes .

هى خلايا لمفية صغيرة سميت كذلك لانها بعد أن تتكون فى نخاع العظم تذهب الى أعضاء لمفية أخرى حيث يتم تميزها . وقد كان أول ما اكتُشف من هذه الأعضاء اللمفية هو الكيس (Bursa) الموجود فى نهاية القناة الهضمية للطيور. ويُسمى أى عضو يمكن ان يتم فيه تميز الخلايا اللمفية «ب» بمكافىء الكيس Bursa equivalent ، مثل الأنسجة اللمفية فى الأمعاء الرفيعة للثدييات والمسماة مناطق باير Peyer's patches وبعض مناطق نخاع العظم .

وعندما تحفز الخلايا «ب» بواسطة الخلايا «ت م» تتحول الى خلية كبيرة نشطة هى الخلية البلازمية التى تقوم بدورها بتصنيع وافراز الأجسام المضادة التى تدور فى الدم . وتُبقى بعض الخلايا اللمفية «ب» على أغشيتها أجساماً مضادة لبعض الميكروبات وتسمى حينئذ بالخلايا «ب» ذوات الذاكرة .

الصفـائح الدمـوية Blood platelets



شكل (٥٤) رسم تخطيطي للصفيحة الدموية

تتكـون هذه الصفائح من تفتت أجزاء من سيتوبلازم خلية كبيرة توجد فى نخاع العظم وتسمى الخلية ضخمـة الأنـوية Megakaryocyte (شكـل ٥٣) وليس للصفـائح أنوية ولكن يوجد فى الجزء الوسطى للصفيحة حبيبات قد تظهر وكأنها نواة . ويوجد على حافة الصفيحة لبيفات دقيقة مرتبة دائريا (شكل ٥٤) .

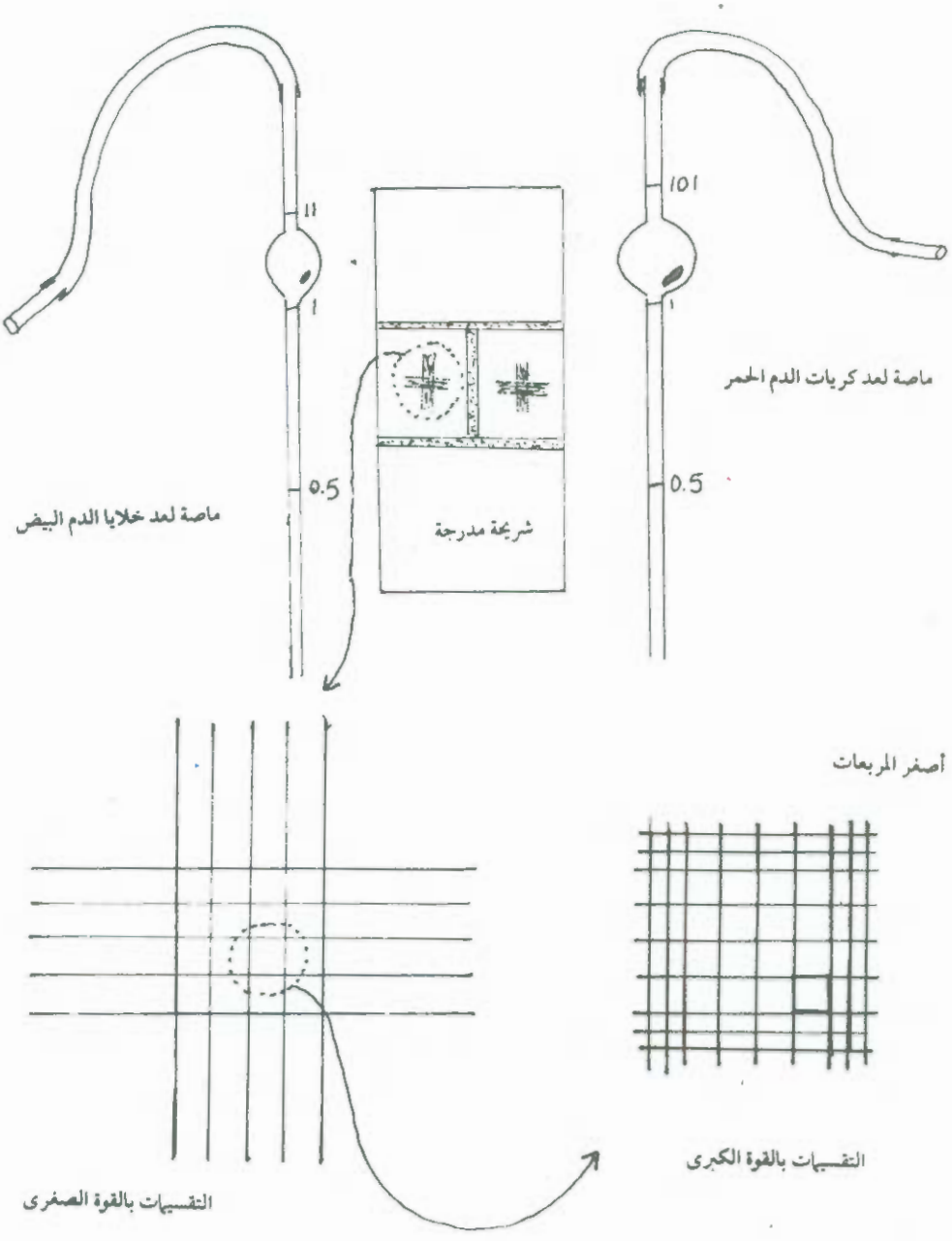
وعندما تتكسر الصفائح تسبب تجلط الدم وذلك بخروج بعض الانزيمات التى تحوّل فيبرينوجين الدم الى ألياف الفيبرين التى تكون الجلطة .

ويوجد فى الحيوانات غير الثديية خلايا بيضاوية صغيرة بها أنوية تسمى بالخلايا المغزلية Spindle cells وتقوم بنفس وظيفة الصفائح الدموية فى الثدييات .

كيفيـة عـد عناصر الـدم

لقد أصبحت معظم المختبرات التى تقوم بفحص الدم مجهزة بالحديث من الأجهزة التى تقوم بعد عناصر

الدم بسرعة وكفاءة عاليتين الا انه من المفيد ان يتعرف الطالب على الطرق التقليدية التى يمكن بها عد عناصر الدم المختلفة وهذه الطرق تعتمد على استعمال جهاز بسيط يسمى عداد عناصر الدم Haemocytometer وهو عبارة عن ماصة ذات حجم معين وشريحة زجاجية محفور على سطحها مربع طول ضلعه ١ مم وعمقه ١ر٠ مم ومقسم الى عدد من المربعات الصغيرة طول ضلع الواحد منها ٠٫٠٥ مم ويكون بذلك حجم الفراغ الموجود فى مربع صغير يساوى ٠٫٠٠٠٢٥ مم^{٣} (شكل ٥٥).



شكل (٥٥) عدّاد الدم

١ ـ عـد كريات الدم الحمر :

يسحب بالماصة الخاصة لذلك ٥ر٠ مم مكعب من الدم يخفف بمحلول ملحى متساوى التركيز (٩ر٠٪) حتى يصير حجمه ١٠٠ مم مكعب (أى يخفف ٢٠٠ مرة) توضع نقطة من الدم المخفف على شريحة العداد وتغطى ويتم حساب متوسط عدد كريات الدم الموجودة فى تجويف المربع الصغير الذى حجمه ٠٠٠٢٥ر مم مكعب.

فاذا كان متوسط عدد الكريات ٦ فان عدد كريات الدم الحمر فى المليمتر المكعب من الدم غير المخفف تكون :

$$٦ \times ٢٠٠ \text{ (التخفيف)} \times \frac{١}{٠٠٠٢٥ر} = ٤٨٠٠٠٠٠ \text{ كرية فى مم}^٣$$

٢ ـ عـد خلايا الدم البيض :

تستعمل نفس الطريقة السابقة ولكن يخفف الدم ١٠ مرات فقط بواسطة ماصة اصغر بمحلول يحتوى على حامض الخليك المخفف (الذى يقوم بتكسير كريات الدم الحمر) وصبغة الجنشيان البنفسجية Gentian violet التى تصبغ أنوية الخلايا البيض فتصبح رؤيتها ممكنة (شكل ٥٥).

يحصى عدد الخلايا البيض فى فراغ المربع الكبير الذى حجمه ١ر مم^٣ وليكن ١٠٠ خلية ثم يحسب العدد الكلى كمايلى :

$$١٠٠ \times ١٠ \times ١٠ = ١٠٠٠٠ \text{ خلية فى مم}^٣$$

العد النسبى للأنواع المختلفة لخلايا الدم البيض :

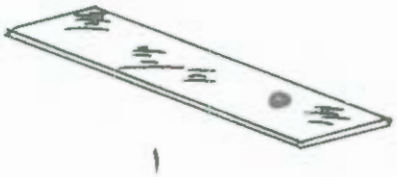
تعمـل مسحـة من الدم على شريحة باستعمال الطريقة المبينة في (شكل ٥٦). ثم يتم صبغها بمحلول «لشمان» Leishmann الذى يحتوى على صبغتين احداهما حامضية هى الايوسين Eosin الحمراء والأخرى قاعدية وهى أرزق الميثلين Methylene blue وهاتين الصبغتين مذابتان فى الكحول الميثيلى الذى يعتبر مادة مثبتة لعناصر الدم.

تعد الخلايا حسب شكل أنويتها وطبيعة اصطباغ حبيباتها السيتوبلازمية وتحسب نسبة كل منها الى العدد الكلى من الخلايا التى تم عدها.

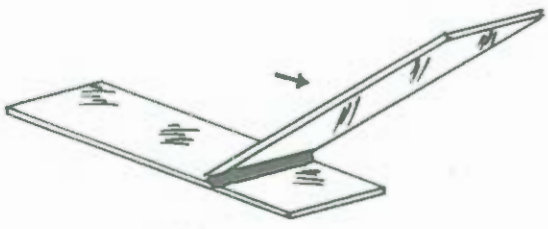
٣ ـ عـد الصفـائح الدمـوية :

يمكن أن يتم عد الصفائح باحدى طريقتين :

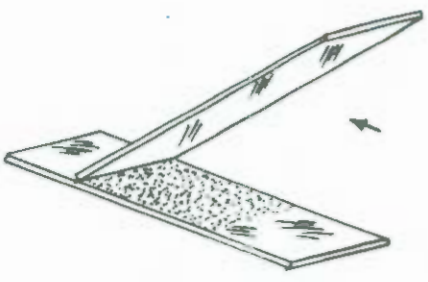
أ ـ **الطريقة المباشرة** : باستعمال عداد عناصر الدم وذلك باستعمال مادة خاصة للتخفيف تمنع تكسر وتجمع الصفائح.



١



٢



٣

شكل (٥٦) خطوات عمل مسحة دم

١ ـ وضع نقطة دم على شريحة زجاجية نظيفة.

٢ ـ وضع حافة شريحة أخرى بزاوية حادة (٤٥°) على طرف الشريحة الأولى لتنتشر عليها نقطة الدم.

٣ ـ سحب الشريحة الثانية على الأولى بسرعة مناسبة لتتكون المسحة.

ب ـ **الطريقة غير المباشرة** : وذلك بتحضير مسحة للدم مع أخذ الحيطة لعدم تكسر الصفائح بوضع مادة مانعة للتجلط على مكان سحب الدم . يتم بعد ذلك عد الصفائح وكريات الدم الحمر فى مناطق محددة من المسحة . وتحسب نسبة الصفائح الى الكريات الحمر ولتكن ١ : ٢٠ .

وتعد الكريات الحمر لنفس الشخص باستعمال عداد الدم ولتكن ٥٠٠٠٠٠٠ كرية . يحسب عدد الصفائح فى دم هذا الشخص كما يلى :

$$\frac{١}{٢٠} \times ٥٠٠٠٠٠٠ = ٢٥٠٠٠٠٠ \text{ صفيحة فى مم}^{٣}$$

تكوين عناصر الدم Haemopoiesis

لقد ذكر من قبل أن عدد العناصر الدموية المختلفة يبقى ثابتا فى الحالات العادية ويتم ذلك باحلال مايتحطم منها بعناصر جديدة تتكون فى مراكز خاصة خارج الدورة الدموية وتسمى هذه المراكز بأنسجة تكوين عناصر الدم وهى نخاع العظم والأعضاء اللمفية .

وهناك مراحل متتالية فى تكوين عناصر الدم أثناء الحياة الجنينية :

أ ـ المرحلة الميزودرمية : وتبدأ فى الاسبوع الثانى من حياة جنين الانسان وأثناءها تتكون عناصر الدم من خلايا الميزودرم التى تقوم ايضا بالتميز لتكون بطانة الأوعية الدموية . وتتحول الخلايا الميزودرمية الى أمهات الخلايا الدموية Haemocytoblasts التى تكون قاعدية الاصطباغ وتسمى هذه الخلايا ايضا مكونات المستعمرات الدموية Colony forming units (CFU) حيث أن كل منهاتتجه فى اتجاه تكوين نوع خاص (مستعمرة) من عناصر الدم . وتكون خلايا الدم الحمر بها أنوية ولكن هذه الخلايا تختفى فى حوالى الشهر الخامس من حياة الجنين لتحل محلها الكريات الحمر عديمة الأنوية .

ب ـ المرحلة الكبدية : عند بدء تكون الكبد تتميز بعض خلاياه لتكون مستعمرات خلوية ينتج عنها كريات دموية حمر بغير أنوية وخلايا بيض حبيبية وخلايا ضخمة الأنوية التى ستنتج الصفائح الدموية .

جـ ـ المرحلة الطحالية : وتأتى متأخرة بعض الشىء عن المرحلة الكبدية وتقوم خلايا الطحال وخلايا الغدة التيموسية على وجه الخصوص بتكوين الخلايا البيض غير الحبيبية وتستمر هذه المرحلة الى مابعد الحياة الجنينية .

د ـ المرحلة النخاعية : وتبدأ هذه المرحلة فى أول الشهر الخامس من الحياة الجنينية وهو الوقت الذى يبدأ فيه تكون نخاع العظم . وتستمر هذه المرحلة ليصبح نخاع العظم هو النسيج المسئول عن تكون عناصر الدم بعد الولادة .

تركيب نخاع العظم

يوجد فى الجسم نوعان من نخاع العظم : النوع الأصفر والنوع الأحمر، والأخير هو المسئول عن تكوين

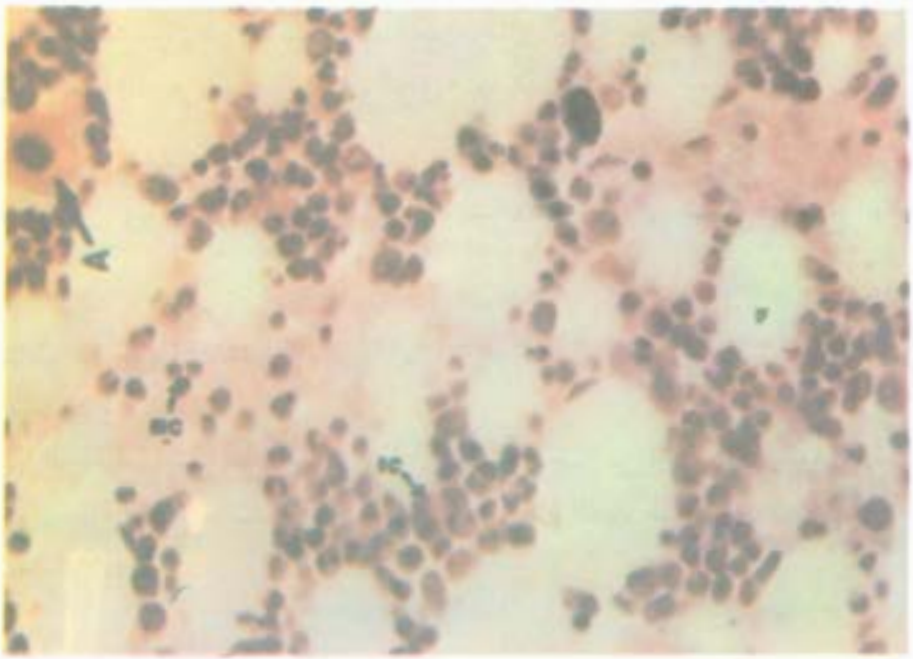
عناصر الدم المختلفة ويوجد فى جميع عظام الجسم فى سنوات العمر الأولى ويسمى كذلك لوجود أعداد كبيرة من الجيوب الدموية فيه . وفى المراحل المتقدمة من السن يتحول بعض النخاع الأحمر الى نخاع أصفر وذلك بتكون أعداد كبيرة من الخلايا الدهنية التى تضفى عليه اللون الأصفر ويصبح غير فعال فى تكوين عناصر الدم .

وفى الانسان البالغ يتركز نخاع العظام الأحمر فى عظام الجمجمة ، وعظام القص والضلوع ، وفى العظام الاسفنجية الأخرى الموجودة فى نهايات العظام الطويلة .

يتكون نخاع العظم الأحمر من أرضية من النسيج الضام الشبكى تحتوى على العديد من الخلايا بعضها حر والبعض الآخر مثبت . هذا علاوة على شبكة كثيفة من الجيوب الدموية الواسعة التى تسمح بدخول العناصر الدموية حديثة التكوين اليها من خلال الثقوب الموجودة فى جدرها (شكل ٥٧) .

والخلايا الحرة الموجودة فى نخاع العظم هى عناصر الدم الناضجةقبل دخولها الى الجيوب علاوة على خلايا غير ناضجة فى مراحل مختلفة من النضج .

أما الخلايا المثبتة فهى : الخلايا الدهنية ، والخلايا الليفية ، والخلايا الشبكية ، والخلايا الحافّية (وهى خلايا التهامية فى جدر الجيوب) ، وبعض خلايا العظم ، والخلايا المحيطية الموجودة حول الشعيرات الدموية . وعلاوة



شكل (٥٧) مسحة من نخاع العظم الاحمر
(A) خلية عظيمة الانوية (F) خلية دهنية . يلاحظ أنوية خلايا الدم غير الناضجة (IC) بأشكال مختلفة علاوة على أنوية خلايا الدم البيض الناضجة (MC) .

على كل هذه الخلايا فهناك نوع من الخلايا الميزودرمية غير المتميزة والتى بامكانها التميز لاعطاء كل من عناصر الدم وتسمى بمكونات المستعمرات الخلوية (CFU) . وهى خلايا صغيرة، قطر الواحدة يتراوح بين ٦ ـ ٨ ميكرونات ولها سيتوبلازم قاعدى الاصطباغ ونواة باهتة كروية الشكل.

تكـون كريـات الدم الحمـر Erythropoiesis

يبدأ تميز كريات الدم الحمر من «مكونات المستعمرات» التى تكون قابلة للتأثر بمادة الارثروبويتين (CFU -e) ومن ثم تعطى سلسلة من الخلايا كمايلى :

١ ـ **قبل مكونات الكريات الحمر Proerythroblasts** وهى أكبر من CFU-e ولكنها لاتختلف عنها كثيرا ويصل قطر الواحدة الى حوالى ٢٠ ميكروناً.

٢ ـ **مكـونـات الكريات الحمر قاعدية الاصطباغ Basophilic erythroblasts** وهى خلايا أصغر من الخلايا السابقة، وقطر كل منها يتراوح بين ١١ ـ ١٨ ميكرونا وتحتوى نواتها على خليط من الكروماتين الحقيقى وغير الحقيقى . والسيتوبلازم قاعدى الاصطباغ بشكل داكن وذلك لاحتوائه على كميات كبيرة من الريبوسومات.

٣ ـ **مكونات الكريات الحمر متعددة الاصطباغ Polychromatophilic erythroblasts** وكل منها أصغر من الخلية السابقة . ويبدأ ظهور الهيموجلوبين حمضى الاصطباغ فى سيتوبلازمها ولذلك يكون اصطباغه خليطاً من القاعدى والحمضى ومن هنا جاء الاسم . وتقوم جميع أنواع الخلايا السابقة بالانقسام لانتاج الخلايا التالية لها.

٤ ـ **أمهـات الكـريات الحمر Normoblasts** : يصل قطر الواحدة منها الى حوالى ٧ ـ ١٠ ميكرونات ويمتلىء سيتوبلازمها بالهيموجلوبين الذى يضفى عليه لونا أحمر داكنا (لون الايوسين) . والنواة صغيرة داكنة جانبية فى مراحل التحلل الأخيرة . وهذه الخلية غير قادرة على الانقسام وعندما تتخلص من نواتها تصغر قليلا مكونة الكرية الدموية الحمراء (شكل ٥٨).

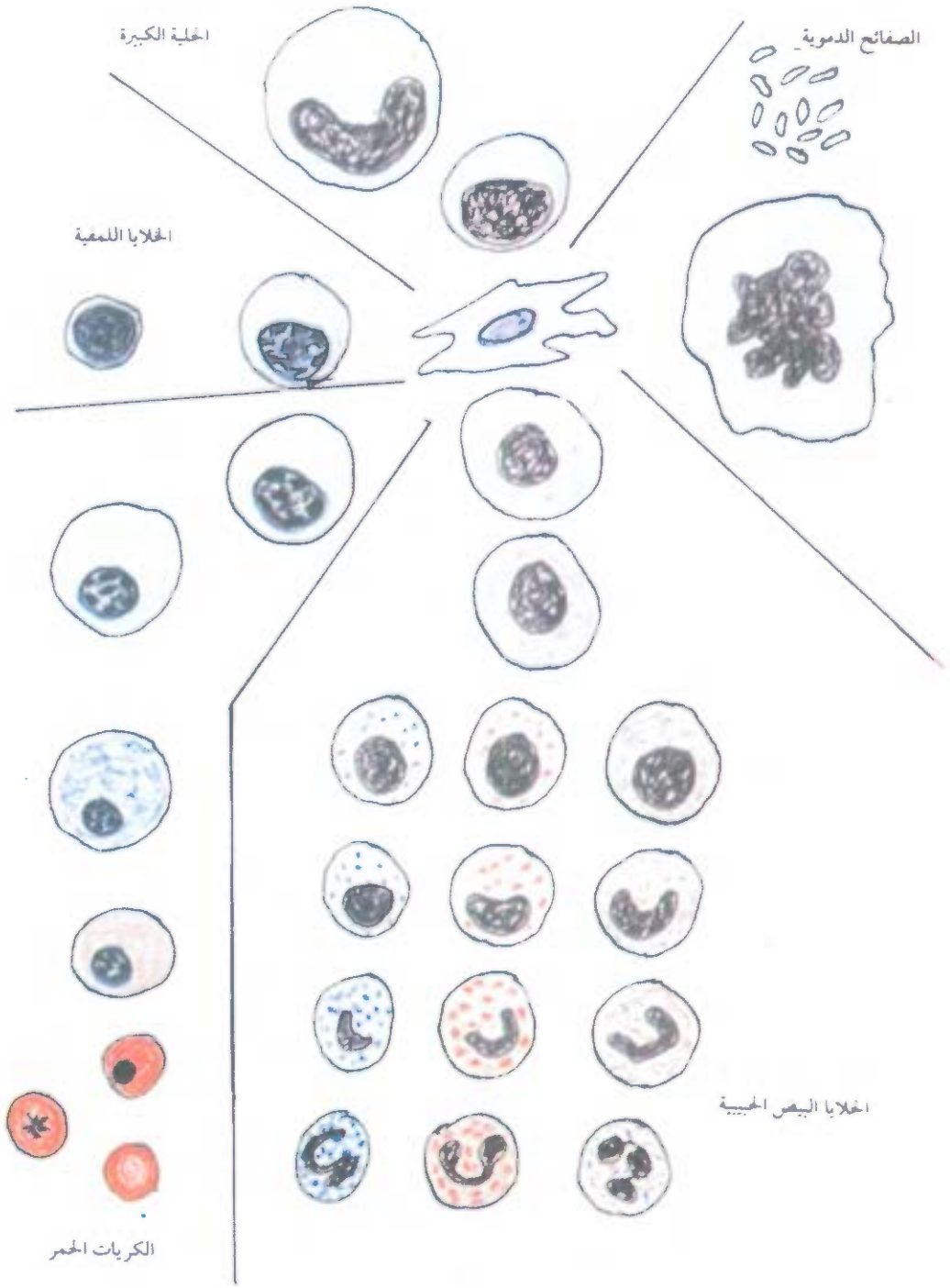
ومما سبق يمكن القول أن عملية تكوين الكريات الحمر تتسم بأن الخلايا يقل قطرها من مرحلة الى أخرى كما يقل حجم الأنوية وتتزايد بها كميات الكروماتين غير الحقيقى على حساب الكروماتين الحقيقى الى أن تختفى النواةكلية، وظهور الهيموجلوبين تدريجيا الى ان يملأ السيتوبلازم، واختفاء عضيات الخلية تدريجيا الا ان يصبح السيتوبلازم وليس به سوى الهيموجلوبين.

تكون خلايا الدم البيض الحبيبية Granular leucopoiesis

تبدأ عملية تكوين الخلايا البيض الحبيبية من الخلية الميزودرمية غير المتخصصة UMC ثم تمر بالمراحل الآتية :

١ ـ مكونات المستعمرات التى تتميز لتكون خلايا خاصة تسمى (CFU-g) .

٢ ـ أمهات الخلايا النخاعية Myeloblasts وقطر كل منها يتراوح بين ١١ ـ ١٨ ميكرونا ونواتها بيضاوية والسيتوبلازم قاعدى الاصطباغ ويحتوى على حبيبات آزورية كما أنه ايجابى التفاعل لانزيم البيروكسيديز.



شكل (٥٨) مراحل نمو مكونات الدم

٣ ـ الخلايا النخاعية Myelocytes وهى خلايا تتميز بأنويتها الكلوية الشكل والسيتوبلازم الذى يحتوى على حبيبات خاصة.

وفى هذه المرحلة تتميز الخلايا النخاعية الى ثلاثة أنواع حسب نوع اصطباغ الحبيبات ـ وفى كل المراحل السابقة يكون الانقسام الميتوزى سائدا الى أن تصل الخلية الى مرحلة لاتصبح فيها قادرة على الانقسام وتسمى حينئذ بالخلايا النخاعية المتقدمة وهي التى تتحول (دون انقسام) الى الخلايا البيض الحبيبية بأنواعها الثلاثة (شكل ٥٨).

وتسمى الخلايا غير الناضجة فى مراحل تكوين الخلايا البيض بالخلايا النخاعية لانها تكوّن معظم خلايا نخاع العظم وذلك لأن الخلايا البيض تتكون بأعداد كبيرة فى النخاع، لقصر عمرها.

تكون خلايا الدم البيض غير الحبيبية Non-granular leucopoiesis

تتكـون خلايا «ب» اللمفية من UMC ثم CFUL ثم مكـونات الخلايا اللمفية Lymphoblasts ثم الخلايا اللمفية التى يتم نضجها فى الأعضاء اللمفية.

وتتكون خلايا «ت» اللمفية بنفس الطريقة ولكن CFUL تذهب الى الغدة التيموسية حيث تتحول إلى مكونات الخلايا اللمفية ثم خلايا «ت» اللمفية.

وتتكون الخلايا الكبيرة أيضاً من CFU التى تتحول إلى مكونات الخلايا الكبيرة ثم تتميز الى الخلايا الكبيرة.

تكون الصفائح الدموية Thrombopoiesis

تتميز الـ CFU الى الخلية ضخمة الأنوية وتنفصل الصفائح منها على شكل قطع سيتوبلازمية، وتتكون الخلية ضخمـة الأنـوية من الانقسام المتكرر لنواة الـ CFU دون انقسام السيتوبلازم فتتكون خلية مكورة ضخمة قطرها حوالى ٤٠ ميكرونا يخرج من سطحها أقدام كاذبة قصيرة ولها نواة متعددة الفصوص (حيث لاتنقسم النواة انقساما كاملا). ويقسّم السيتوبلازم الى أجزاء بواسطة أغشية خلوية، وتنفصل هذه الأجزاء مكونة الصفائح.

النسـيج العضـلى Muscular tissue

يتكـون النسيج العضـلى من خلايا تسمى بالألياف العضلية Muscle fibers وتتم استـطالـة الخلايا العضلية أثناء تميز الخلايا المكونة لها Myoblasts أثناء الحياة الجنينية. تنشأ الألياف العضلية من الميزودرم فيما عدا القليل منها مثل عضلات قزحية العين التى تنشأ من الاكتودرم.

وتقوم العضلات بوظائف كثيرة فهى المسئولة عن حركة الحيوان من مكان الى آخر وحركة الأحشاء التى ينتـج عنهـا تحريك محتوياتها، وحركة عضلة القلب التى ينتج عنها دوران الدم، وكذلك حركة اللسان فى الانسان لتمكينه من الكلام.

وللعضلات وظائف هامة اخرى حيث ينتج من تقلصها قدر من الحرارة يسهم فى ثبات حرارة الجسم. كما انها تعتبر المصدر الرئيسى والهام للبروتين الحيوانى للانسان.

وتشبه الليفة العضلية الآلة فى انها تقوم بحرق المواد الكربوهيدراتية فى وجود الاكسيجين وينتج من ذلك طاقة يستعمل بعضها فى الحركة ويستعمل البعض الآخر فى تنظيم درجة حرارة الجسم. يتم ذلك كله بكفاءة تامة وفى صمت تام وبحد أدنى من المخلفات. وبالمقارنة فان أية آلة من صنع البشر تعمل بكفاءة أقل كثيراً وتسبب ضوضاء مزعجة وتنتج مخلفات كثيرة.

وللألياف العضلية غشاء خلوى يسمى الغشاء اللحمى Sarcolemma (لحم = Sarco) وسيتوبلازم لحمى Sarcoplasm وتحتـوى على خيوط عضلية دقيقـة Myofilaments يتكـون بعضهـا من المايوسين (العضلين) Myosin والبعض الآخر من الاكتين (الحركين) Actin وهذه البروتينات هى عناصر التقلص فى الليفة العضلية وقد تكون منتظمة فى لييفات عضلية Myofibrils كما فى الألياف العضلية المخططة أو تكون غير منتظمة كما فى الألياف العضلية الملس.

ويوجد ايضا فى سيتوبلازم الليفة العضلية كميات كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية التى تكون منتظمة فى الالياف المخططة مكونة اكياماً حول الليفات وتسمى الشبكة اللحمية Sarcoplasmic r. .

وفى الألياف العضلية توجد مادة صبغية تشبه هيموجلوبين الدم وتسمى المايوجلوبين وهى التى تضفى على الألياف العضلية لونها الأحمر المميز. هذا علاوة على باقى العضيات الأخرى مثل المايتوكوندريا وأجسام جولجى والريبوسومات والليسوسومات وكذلك الجليكوجين وبعض الحبيبات الدهنية.

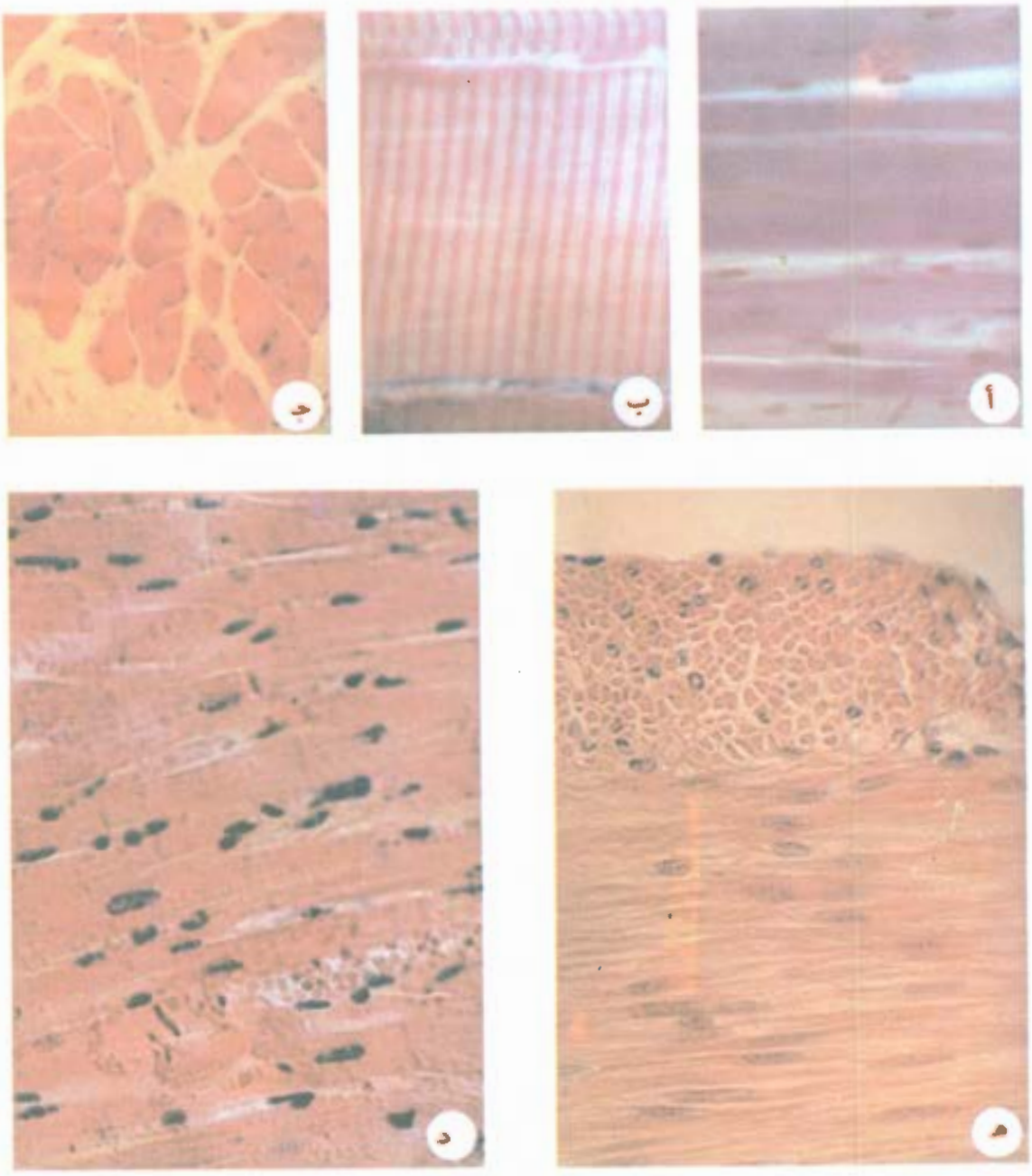
وتصنف الالياف العضلية حسب وجود أو عدم وجود خطوط عرضية الى مايلى (شكل ٥٩):

١ ـ ألياف عضلية مخططة وهى نوعان حسب مكان تواجدها :

أ ـ ألياف هيكلية : ترتبط بالهيكل الداخلى . وهى ارادية.

ب ـ ألياف قلبية : وتوجد فى جدار القلب. وهى غير ارادية.

٢ ـ ألياف غير مخططة (ملس) وتوجد فى جدر الاحشاء. وهى غير ارادية.



شكل (٥٩) الالياف العضلية :

أ ـ قطاع طولي في ألياف هيكلية مخططة.

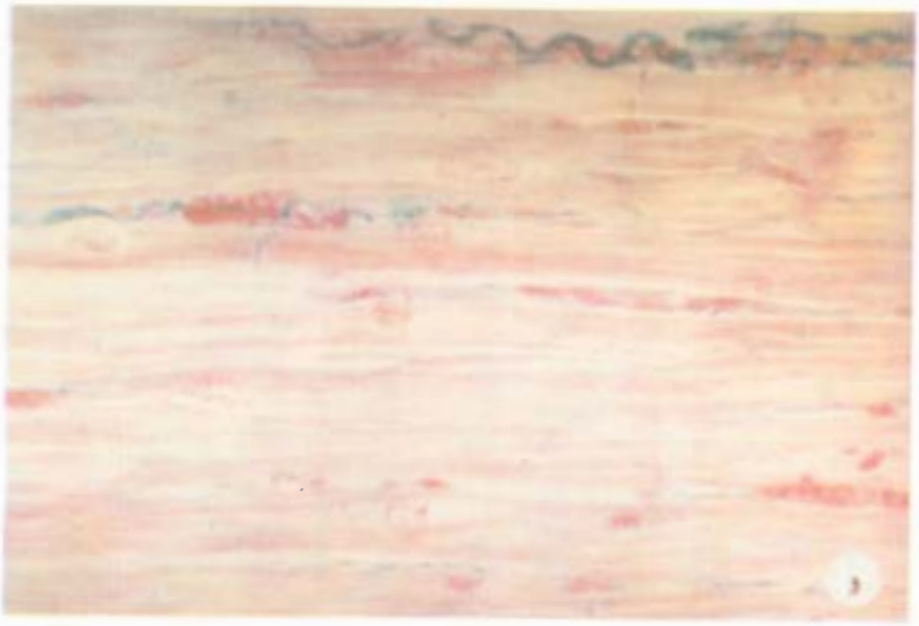
ب ـ جزء مكبر لألياف هيكلية مخططة.

جـ ـ قطاع عرضي في ألياف هيكلية مخططة.

د ـ الياف هيكلية قلبية يلاحظ فيها التفرع والتشابك.

هـ ـ الياف ملس في قطاع عرضي (إلى اعلى) وقطاع طولي (الى أسفل)

و ـ الياف عضلية قلبية (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى، يلاحظ الأقراص البينية (الخطوط العرضية الزرقاء)



تابع شكل (٥٩).

الألياف الهيكلية Skeletal muscle fibers

وهى ألياف اسطوانية الشكل طويلة قد يصل طول الواحدة منها فى بعض العضلات الى عشرات السنتيمترات، وتظهر بالمجهر الضوئى مخططة بخطوط داكنة بالتبادل مع خطوط مضيئة وتوجد عادة مرتبطة بالعظام أو الغضاريف أو أنسجة ليفية قوية. ويتحكم الكائن فى تقلص هذه الألياف.

تغلف الليفة العضلية بطبقة رقيقة من النسيج الضام السيب الذى يسمى غلاف الليفة Endomysium ويفصل بينها وبين مايجاورها من ألياف، ويحتوى على الشعيرات الدموية ونهايات الأعصاب الحركية.

وتتجمع الالياف العضلية لتكون حزما مختلفة السمك يحاط كل منها بطبقة من النسيج الضام الليفى الذى يسمى غلاف الحزمة Perimysium .

وتتجمع الحزم مع بعضها لتكون العضلة والتى تحاط بطبقة من النسيج الضام الليفى القوى الذى يسمى غلاف العضلة Epimysium .

وتتجمع الأغلفة المختلفة فى نهايتى العضلة مكونة الأوتار Tendons والتى تتحد مع غلاف العظم والياف شاربى عند منشأ ومندغم العضلة.

التركيب المجهرى لليفة عضلية هيكلية

الليفات العضلية هى أهم مكونات الليفة العضلية وتوجد فى السيتوبلازم فى مجموعات مرتبة بطول الليفة تسمى أعمدة كونهيم Conheim's columns وتترك هذه الأعمدة فيما بينها قدراً قليلاً من السيتوبلازم.

والخلية العضلية متعددة الأنوية . والأنوية طويلة اسطوانية داكنة الاصطباغ توجد تحت غشاء الخلية ويحاط كل منها بكمية من السيتوبلازم الذى يحتوى على عضيات الخلية .

وتوجد الشبكة الاندوبلازمية الملساء محيطة بكل ليفة بينما تتراص معظم المايتوكوندريا بين الليفات ولذلك فهى طويلة ورفيعة .

ويحتوى سيتوبلازم الليفة العضلية على كميات متفاوتة من مادة المايوجلوبين الحمراء .

وتقسم الالياف العضلية الهيكلية الى ثلاثة أنواع حسب كمية المايوجلوبين الموجودة بها :

١ ـ الياف حمر (داكنة) وهى ألياف رفيعة داكنة تحتوى على أعداد كبيرة من المايتوكوندريا النشطة ذات الأعراف الانبوبية . كما تحتوى الألياف الحمر على كمية كبيرة من المايوجلوبين والجلايكوجين وعدد أقل من الليفات . وتنقبض هذه الالياف ببطء (لقلة عدد الليفات) ولاتصاب بالتعب سريعا (لكفاية الطاقة المتاحة لها) ومن أمثلتها عضلات الصدر فى الطيور الطائرة .

٢ ـ الياف بيض (فاتحة) وهى ألياف أكثر سمكاً يمتلىء سيتوبلازمها بالليفات ولذلك فهى تظهر مخططة بشكل أكثر انتظاما ولكنها تحتوى على كميات قليلة من المايوجلوبين والجليكوجين وأعداد قليلة من المايتوكوندريا . وتنقبض هذه الالياف بقوة لكثافة عدد الليفات ولكنها تصاب بالتعب سريعا لقلة الطاقة المتاحة لها . ومن أمثلتها العضلات الصدرية فى الطيور الداجنة (غير الطيارة) .

٣ ـ الياف وسط : وهى بين الالياف الحمر والالياف البيض من حيث التركيب والوظيفة .

وعضلات الانسان تتركب من خليط من هذه الأنواع الثلاثة ولكن تختلف نسبها من عضلة الى أخرى حسب وظيفة العضلة .

التركيب الدقيق للألياف الهيكلية كما يظهر بالمجهر الالكترونى

الليفة هى المسئولة عن عملية التقلص فى الليفة العضلية المخططة سواء كانت هيكلية أو قلبية .

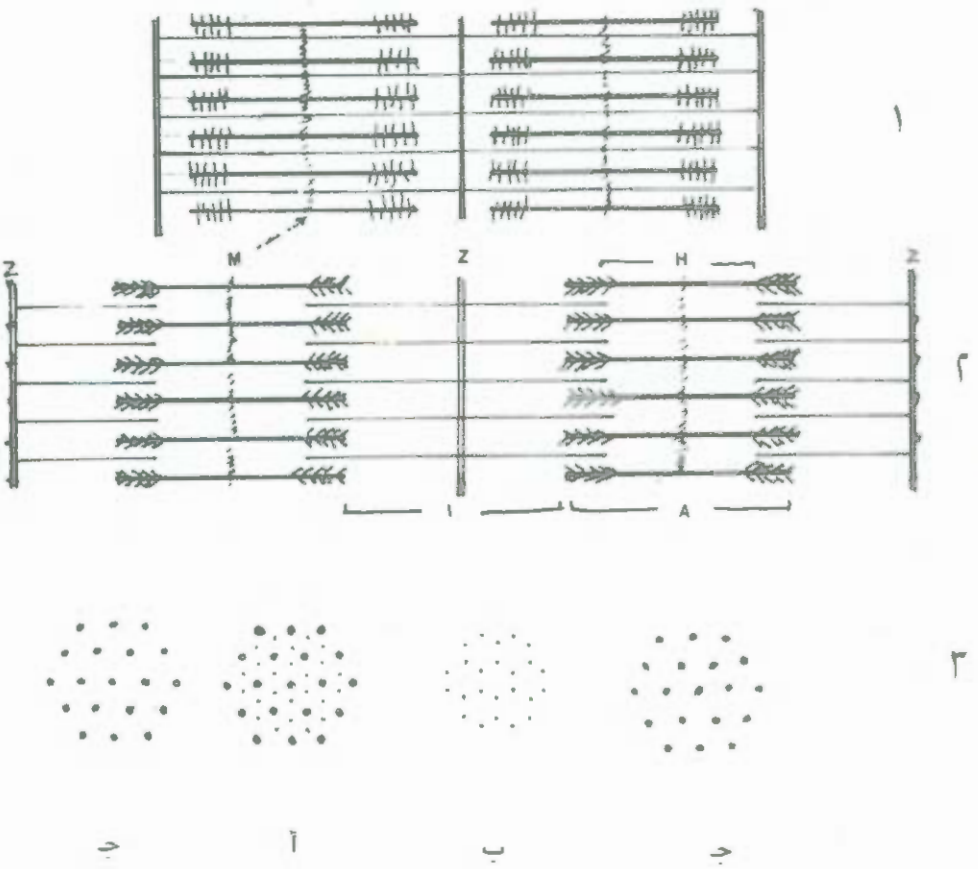
تتكون الليفة من خيوط بروتينية مرتبة طوليا بطريقة غاية فى النظام والدقة . ففى المقطع العرضى يظهر نوعان من الخيوط فى الليفة ، أحدهما سميك وقطره حوالى ١٥ نانومتر وهو مكون من المايوسين (العضلين) والآخر رفيع قطره حوالى ٥ نانومتر ويتكون من الأكتين (الحركين) وبروتينات اخرى . ويترتب النوعان فى شكل هندسى بديع بحيث يحيط بكل خيط سميك ستة خيوط رفيعة على أركان مسدس متساوى الأضلاع يكون الخيط السميك فى مركزه . أما كل خيط رفيع فيقع فى مركز مثلث متساوى الأضلاع يقع عند كل رأس من رؤوسه الثلاثة خيط سميك (شكل ٦٠) .

وتنقسم الليفة طولياً الى قطع عضلية Sarcomeres متساوية الطول بواسطة أقراص Z ، وتمثل القطع العضلية الوحدات التقلصية فى الليفة .

تتكون القطعة من منطقة وسطى داكنة تسمى المنطقة A أو غير المتجانسة Anisotropic وطولها ١٫٥ ميكرون . وعلى كل من جانبيها توجد منطقة مضيئة تسمى المنطقة I أو المتجانسة Isotropic وطولها ٢ ميكرون ، ويقع القرص Z فى منتصفها . وعلى ذلك تتكون القطعة العضلية من المنطقة A ونصفين

من المنطقة I (نصف على كل جانب). وتتكون المنطقة I كلية من الخيوط الرفيعة ولذلك فهي متجانسة أما المنطقة A فتتكون من الخيوط السميكة وأطراف الخيوط الرفيعة التى تتداخل معها الى مسافة على كل جانب، ولذلك فان الجزء الأوسط من المنطقة A يكون أقل دكانة ويسمى المنطقة H (وهو أول حرف من اسم أحد العلماء Hensen) وتوجد به خيوط سميكة فقط. ترتبط الخيوط الرفيعة بالقرص Z كما ترتبط الخيوط السميكة مع بعضها فى وسط المنطقة H بخيوط بروتينية عرضية كثيفة مكونة الخط M .

وفى المنطقة من القطعة العضلية التى تتلاقى فيها الخيوط الرفيعة مع الخيوط السميكة يخرج من الأخيرة معابر تسمى الخطاطيف ولها أهمية كبيرة فى عملية التقلص كما سيذكر فيما بعد.



شكل (٦٠) القطع العضلية :

١ـ في حالة التقلص ٢ ـ في حالة الارتخاء ٣ ـ قطاع عرضي في الليفة

أ ـ في منطقة A ب ـ في منطقة I جـ ـ في منطقة H

الخيـــوط الســميكة :

يتكون الخيط السميك من بروتين خاص هو العضلين. ويشبه جزىء العضلين مضرب الهوكى فهو يتكون من ساق رفيع فى نهايته رأس بيضاوى سميك يمكنه التحرك على الساق عند نقطتين مفصليتين. وتنحزم جزيئات العضلين لتكون الخيط السميك بحيث تكون المنطقة الوسطى منه الموجودة فى المنطقة H خالية من الرؤوس، بينما تبرز الرؤوس عند طرفى الخيط فى اتجاه الخيوط الرفيعة مكونة الخطاطيف. وتحتوى رؤوس العضلين على أنزيم ATP ase .

الخيـــوط الرفيعـــة :

تتكون من حبيبات بروتينية هى الحركين Actin التى تكون سلسلتين ملتفتين حلزونيا على بعضهما. وفى تجويف هذا الحلزون يوجد نوع آخر من البروتين على شكل عِصِيّ متساوية الأطوال يوجد عند أطرافها نوع ثالث من البروتين الكروى. وتتغير العلاقة بين هذه الأنواع الثلاثة من البروتينات المكونة للخيط الرفيع حسب وجود أو غياب أيونات الكالسيوم.

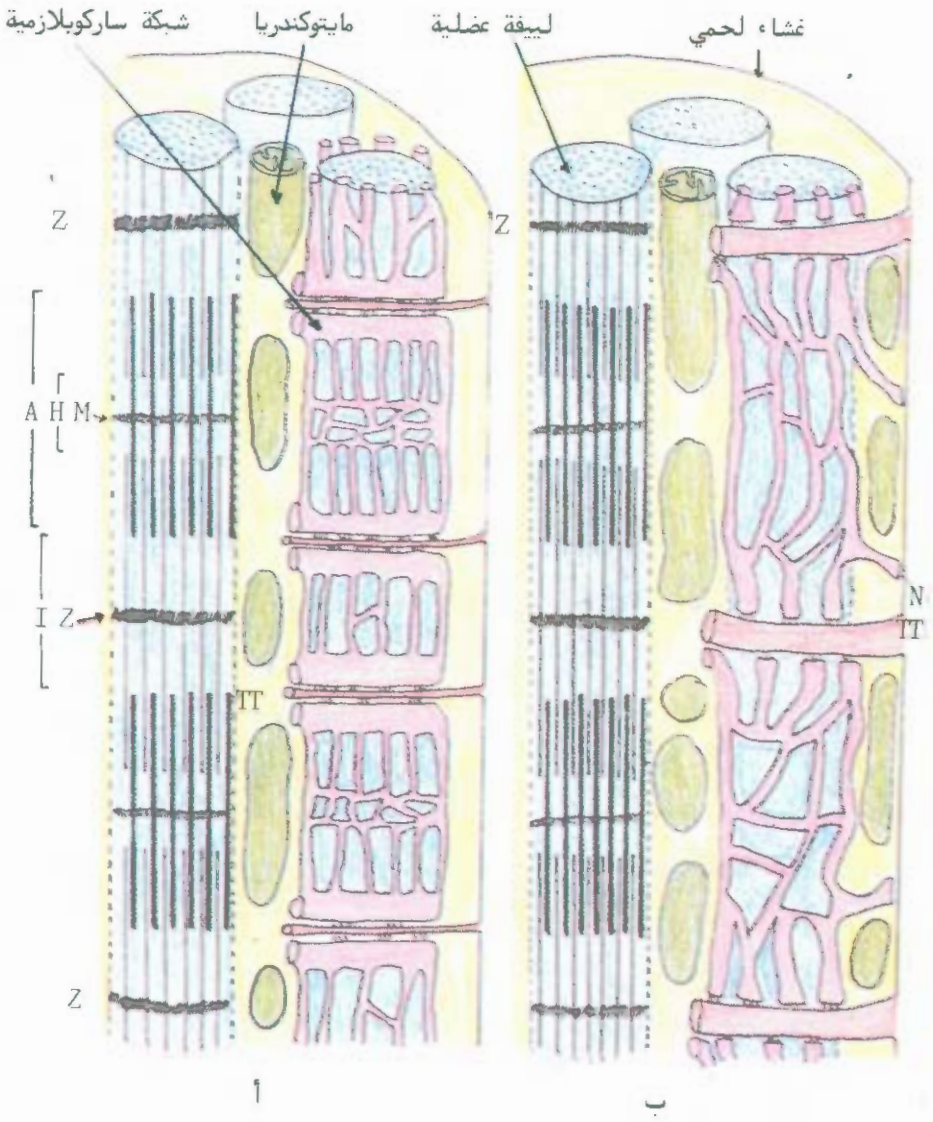
الشبكة الاندوبلازمية اللحمية Sarcoplasmic reticulum (شكل ٦١)

هى شبكة تتكون من أكمام ممزقة تحيط بالليفات العضلية وتتكون من أغشية ملس تحيط بتجويف يحتوى على أيونات الكالسيوم. ويوجد حول المنطقة A كم به ثقوب عند المنطقة H وأنابيب تتحد عند نهايتى الكم مكونة منطقة منتفخة قليلا. كما يوجد حول المنطقة I كم آخر يختلف قليلا فى شكله العام ولكن له منطقتين نهائيتين منتفختين. ويفصل الاكمام عن بعضها أنيبوبات عرضية تقع عند الحد الفاصل بين المنطقتين I,A وتخرج هذه الأنيبوبات من غشاء الخلية ومكونة امتداداً له وتلتف حول الليفة ثم تتفرع لتلتف حول الليفات الأخرى. ويوجد ازدواجات كهربية تربط نهايات الاكمام بالانيبوبة المستعرضة T-tubule لتكون معابر للسيالات العصبية.

وعندما تحفز الليفة العضلية بواسطة النهايات العصبية المحركة التى تقع عليها فان السيالات العصبية تنتشر على غشاء الليفة ومنه الى الأنيبوبة المستعرضة ثم عبر الازدواج الكهربى الى غشاء الأكمام الذى يصبح منفذا لايونات الكالسيوم الموجودة فى تجاويفها. وتخرج ايونات الكالسيوم الى سيتوبلازم الليفة حيث تتحد مع بعض بروتينات الخيوط الرفيعة ويتسبب عن ذلك اعادة ترتيب باقى بروتيناتها بحيث تصبح حبيبات الحركين مقابلة وقريبة من خطاطيف الخيوط السميكة التى تتحد معها وتتحرك فى اتجاه المنطقة H وتجر الخيوط الرفيعة فى هذا الاتجاه لتتداخل اكثر مع الخيوط السميكة وفى هذه الاثناء تتفكك جزيئات ATP لتطلق الطاقة اللازمة لهذه العملية وينتج جزيئات من ADP .

وبتداخل الخيوط الرفيعة داخل المنطقة A تقصر القطعة العضلية وتقصر تبعا لذلك الليفة والليفة وبالتالى العضلة ككل.

وعندما ينتهى الحفز العصبى ويتوقف السيال تقوم أغشية الشبكة الاندوبلازمية اللحمية بسحب أيونات الكالسيوم من السيتوبلازم عن طريق مضخات خاصة فى الغشاء وبذلك تتحرر الخيوط الرفيعة وتعود الليفة



شكل (٦١)

أ ـ الشبكة الساركوبلازمية في العضلات الهيكلية للثدييات

ب ـ الشبكة الساركوبلازمية في العضلات القلبية

(TT) الانبوبة المستعرضة (N) ازدواجات كهربية

الى طولها الأصلى وترتخى العضلة ككل.

ومن هنا تأتى أهمية المايوجلوبين الذى يقوم بامداد المايتوكوندريا بالكميات اللازمة من الاكسيجين لانتاج الطاقة فى هيئة جزيئات ATP .

الألياف العضلية القلبية Cardiac muscle fibers

يكون هذا النوع من الالياف عضلة القلب. فهى تتفرع وتتشابك لتكون شبكة متصلة من الخلايا بحيث يمكن لأى سيال عصبى يصل الى أى منطقة من جدار القلب أن ينتشر الى جميع الخلايا لتتقلص فى آن واحد.

والليفة العضلية الواحدة قصيرة نسبيا واسطوانية الشكل وأقل قطرا من الليفة الهيكلية وبها نواة واحدة أو اثنتان فى المنتصف يحيط بها كمية من السيتوبلازم تحتوى على العضيات الأساسية (شكل ٥٩)

وتتفرع الألياف العضلية وتتشابك كما ذكر لتكون عضلة القلب. ويحتوى سيتوبلازم الليفة العضلية القلبية على لييفات مخططة لها نفس تركيب الليفات فى الألياف الهيكلية. ويحتوى السيتوبلازم على أعداد كبيرة من المايتوكوندريا الطويلة التى تنتشر طوليا بين الليفات.

وتوجد الشبكة الاندوبلازمية اللحمية على شكل أكمام يحيط الواحد منها بكل قطعة عضلية وتكون نهاياتها غير منتظمة، فهى تتصل بالانيبوبات المستعرضة T-tubules فى نقاط فقط خلاف ماهى عليه فى الألياف الهيكلية حيث تكون نهايات الاكمام كاملة ومنتظمة وتحاذى الأنيبوبات المستعرضة. كما تمتد أجزاء من الشبكة الاندوبلازمية لترتبط بغشاء الليفة العضلية بواسطة ازدواجات كهربية. وتمر الأنيبوبات المستعرضة فى الليفة القلبية بمحاذاة القرص Z وترتبط مع نهايات الاكمام بازدواجات كهربية (شكل ٦١).

وتحتوى الالياف القلبية على كمية كبيرة من المايوجلوبين تضفى عليها اللون الأحمر الداكن وهى تشبه فى ذلك الالياف الهيكلية الحمر.

يفصل بين الالياف القلبية المتتابعة خط متدرج يسمى القرص الوسطى Intercalated disc وهو عبارة عن غشائى الخليتين المتتاليتين والمادة البينية بينهما. ويرتبط الغشاءان مع بعضهما بواسطة روابط بين خلوية مثل نقاط التصاق قوية، ومناطق التحام، وازدواجات كهربية. وتقوم هذه الروابط بوظائف كثيرة أهمها ربط الخلايا بعضها ببعض بقوة والسماح للسيال العصبى بأن ينتقل من غشاء خلية الى غشاء الخلية التى تليها بسرعة كبيرة.

ويتم التقلص فى الالياف القلبية بنفس الأسلوب الذى يتم به فى الألياف الهيكلية.

نمو والتئام الالياف العضلية المخططة

لايمكن للألياف الهيكلية أو القلبية ان تنقسم وذلك لعدم وجود جسيمات مركزية بها وعدم امكان تكون مغزل الانقسام فى سيتوبلازم هذه الالياف المزدحم بالليفات العضلية. ولكن الالياف الهيكلية قد عُوضت عن ذلك بوجود نوع من الخلايا غير المتميزة تسمى الخلايا المصاحبة Satellite cells والتى تقع بين الالياف والغشاء القاعدى المحيط بها. ويمكن فى ظروف خاصة ان تتميز هذه الخلايا المصاحبة لتعطى أليافا عضلية مخططة تضاف الى الالياف الأصلية لتزيد من طولها أو لتعوض ماقد يتلف من هذه الالياف.

وفى العادة تلتئم العضلات الهيكلية أو القلبية بتكوين ندبة من النسيج الضام الليفى .

وتتضخم الالياف العضلية المخططة بكثرة الاستعمال وذلك باضافة المزيد من الليفات الى السيتوبلازم ، وتضمر نتيجة لقلة الاستعمال .

وتتميز الالياف الهيكلية بانها تعتمد اعتمادا كليا على الامداد العصبى لها . فاذا انقطع هذا المدد لسبب أو لآخر ضمرت الالياف العضلية تماما كما يحدث فى حالة شلل الأطفال حيث يهاجم فيروس الشلل الأعصاب المغذية لعضلات الأطراف السفلى فيتلفها وينتج عن ذلك ضمورها ويحدث الشلل .

الألياف العضلية الملس Smooth muscle fibers

وتوجد فى الاحشاء وخاصة فى جدران الأعضاء الأنبوبية مرتبة فى اتجاهات مختلفة على هيئة طبقات ، وهى لاتخضع لارادة الكائن فى تقلصاتها وتغذى بألياف عصبية غير ارادية أو ذاتية Autonomic nerves .

والليفة الملساء ، مغزلية الشكل تتسع من الوسط (حيث توجد النواة) ومدببة من الطرفين ، وتتلاصق الالياف الملس فى طبقاتها بحيث تكون المنطقة السميكة من ليفة مقابلة لمنطقة رفيعة من الليفة المجاورة . وتتماسك الالياف الملس مع بعضها عن طريق ازدواجات كهربية لتسهيل انتقال السيالات العصبية من ليفة الى باقى ألياف الطبقة العضلية (شكل ٥٩) .

يختلف طول الليفة الملساء من ٢٠ ميكرونا فى جدران الأوعية الدموية الى ٥٠٠ ميكرون فى جدار الرحم الحامل . ويفصل المجموعات العضلية عن بعضها مناطق من النسيج الضام السيب الذى يحمل لها الامداد الدموى والعصبى .

يحتوى سيتوبلازم الليفة العضلية الملساء على العضيات العادية متجمعة فى منطقة مغزلية الشكل حول النواة فى منتصف الليفة . أما باقى السيتوبلازم فتشغله الخيوط العضلية Myofilaments التى تنتشر دون نظام محدد ، ولذلك فان الليفة لاتظهر مخططة .

وهناك ثلاثة أنواع من الخيوط العضلية فى سيتوبلازم الليفة الملساء هى :

١ ـ خيوط سميكة وتتكون من العضلين ولها تقريبا نفس سمك الخيوط السميكة الموجودة فى الالياف المخططة .

٢ ـ خيوط رفيعة وتتكون أساسا من الحركين ولها نفس سمك الخيوط الرفيعة الموجودة فى الالياف المخططة .

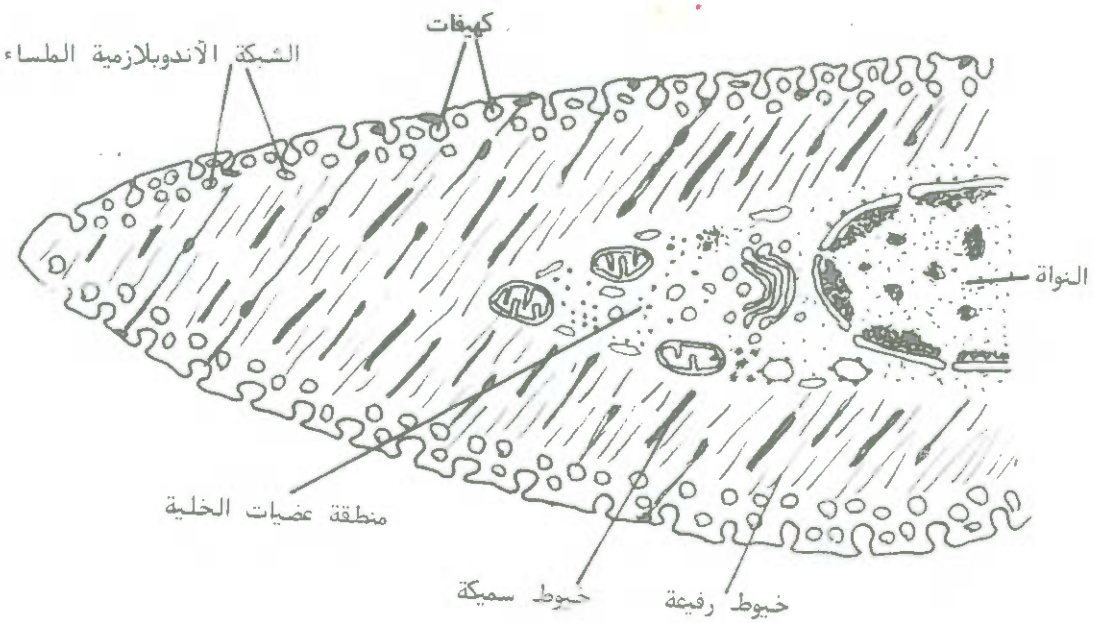
٣ ـ خيوط متوسطة وهى وسط فى سمكها بين النوعين السابقين وتتصل بمناطق سميكة على غشاء الليفة الخارجى وكذلك فى حبيبات داكنة فى السيتوبلازم بحيث تكون شبكة تمثل هيكل الليفة . وتتكون الحبيبات الداكنة من بروتين يشبه ذلك الذى يتكون منه القرص Z فى الألياف المخططة (شكل ٦٢) .

ويوجد على غشاء الليفة العضلية الملساء العديد من الكهيفات التى ربما تقوم بعمل الأنيبوبات المستعرضة فى الألياف المخططة ويوجد تحت غشاء الليفة أعداد كبيرة من الفجوات التى تحتوى بداخلها على أيونات الكالسيوم وهى بذلك تقوم بوظيفة الشبكة الاندوبلازمية اللحمية في الألياف المخططة .

وعندما تحفّز الليفة العضلية الملساء تنطلق ايونات الكالسيوم ، فيحدث تفاعل بين العضلين والحركين فتنزلق خيوط الأخير على الأول ، وحيث ان الخيوط الرفيعة تكون مثبتة فى الاجسام الداكنة . فانها تشدها

وبذلك يحدث تقلص الليفة والالياف المجاورة لها. ولان التقلص الناتج يكون بطيئا، لذا فان العضلات الملس تتقلص فى موجات تنتشر على العضو فتسبب مايسمى بالحركة الدودية.

تختلف الليفة العضلية الملساء عن الالياف المخططة بانها قد تنقسم كما يحدث فى جدار الرحم أثناء نموه فى فترات الحمل. كما تتميز بانها تقوم بتصنيع البروتينات وخاصة فى جدر الأوعية الدموية حيث تقوم بتصنيع وافراز مكونات الالياف الصفر وكذلك مكونات المادة البينية أى انها فى ذلك تشبه الخلية الليفية.



شكل (٦٢) رسم تخطيطي لجزء من خلية عضلية ملساء بالمجهر الالكتروني

النسيج العصبى Nervous tissue

هو النسيج الرابع والأخير من أنسجة الجسم ويتكون من خلايا خاصة متميزة ذات تفرعات كثيرة تسمى الخلايا العصبية أو العصبونات Nerve cells (Neurones) .

وتنشأ العصبونات من الاكتودرم فى بدء الحياة الجنينية وتوجد بينها خلايا مساعدة ورابطة تسمى الخلايا الغرائية Neuroglia أو غراء النسيج العصبى . ويخلو الجهاز العصبى المركزى من الأنسجة الضامة فيما عدا الأغشية المغلفة له والتى تفصله عن عظام الجمجمة والعمود الفقرى . وهذه الأغشية من الخارج الى الداخل هى الأم الجافية التى تلى العظم والأم العنكبوتية والأم الحنون .

ويتكون الجهاز العصبى الطرفى من الأعصاب والعقد العصبية . وتتكون الاعصاب من الياف عصبية محاطة بطبقات من الأنسجة الضامة بينما تتكون العقد من أجسام الخلايا العصبية وألياف عصبية وأنسجة ضامة .

الخليـة العصبيـة (العصبـونة)

تتكون العصبونة من جسم Soma وألياف عصبية Nerve fibers أحد هذه الألياف يسمى المحور Axon وتسمى الباقية التفرعات الشجيرية Dendrites .

جسـم العصبـونة :

يختلف قطر جسم العصبونة حسب طول الألياف العصبية التى تخرج منها فكلما كانت الألياف طويلة كلما كان الجسم كبيرا . ولذلك فان قطر جسم الخلية قد يكون صغيرا جدا (٦ ميكرونات) وقد يصل الى ١٠٠ ميكرون . الا انه عادة يتراوح بين ١٥-٢٠ ميكرونا .

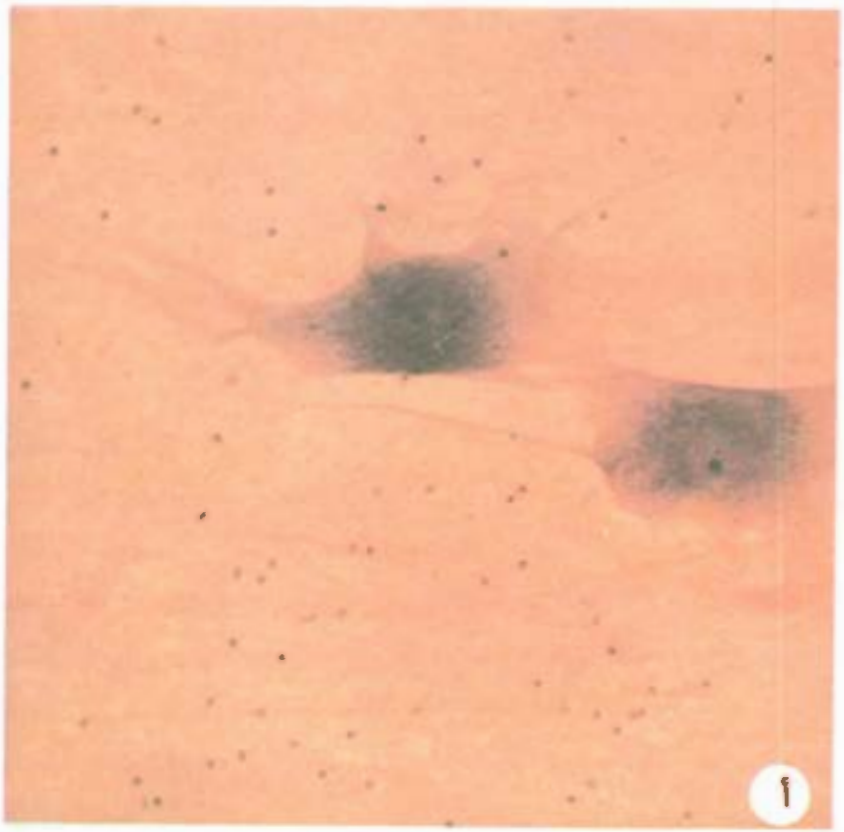
يحتوى جسم العصبونة على نواة كروية كبيرة نسبيا باهتة الاصطباغ تقع فى منتصف الخلية بها نوية واضحة أو اكثر ويمكن رؤية الكروماتين الجنسى بوضوح فى عصبونات الاناث على هيئة كتلة داكنة ملتصقة بغلاف النواة .

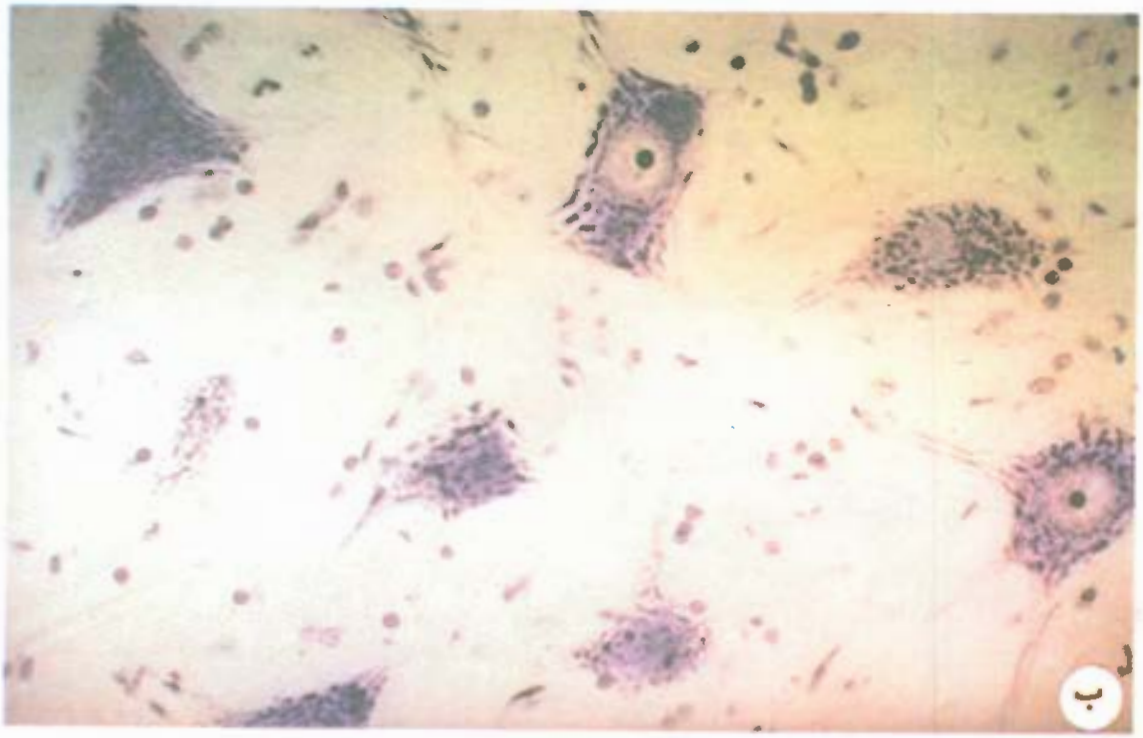
يحيط بالنواة أعداد من أجسام جولجى وتوجد فى السيتوبلازم حبيبات قاعدية الاصطباغ تسمى حبيبات نسـل Nissl granules تختلف فى أشكـالهـا وأعـدادها من عصبونة الى أخرى حسب نشاطها . ويحتوى السيتوبلازم على أعداد كبيرة من المايتوكوندريا علاوة على الليفات العصبية Neurofibrils التى تظهر بوضوح عند منشأ المحور حيث يكون السيتوبلازم خاليا من حبيبات نسل . ويسمى هذا الجزء من سيتوبلازم العصبونة بهالة المحور Axon hillock (شكل ٦٣، ٦٤) .

ويوجد ايضا فى جسم الخلية مواد ملونة هى نتاج العمليات الحيوية التي تتراكم مع التقدم فى العمر.

الالياف العصبيـة :

للعصبـونـة محور Axon واحـد قد يصـل طوله الى أكثر من متر، وهو بروز اسطوانى رفيع يحتوى على





شـكل (٦٣)العصبونـات (صبغة أزرق تولويدين).

أ ـ تحضير خاص قوة كبرى.

ب ـ قطاع لاظهار حبيبات «نسل». قوة كبرى

سيتوبلازم رائق لاتوجد به حبيبات نسل ولا أجسام جولجى ، ويوجد فيه فقط الليفات العصبية ، ويحاط بغشاء خلوى حساس يقوم بنقل السيالات العصبية من جسم الخلية الى طرفه الذى يتحور الى أشكال تتناسب مع جزء الخلية التالية التى يتشابك معها . وتكوّن نهايات المحور جزء من التشابك العصبى Synapse .

ويخرج من جسم العصبونة واحد أو أكثر من التفرعات الشجيرية Dendrites التى تتفرع عدة مرات مكونة شجيرات يوجد على أسطحها بروزات أو أشواك لتتواءم مع النهايات المحورية عند تكوين التشابكات .

ويحتوى سيتوبلازم الشجيرات على جميع العضيات الموجودة فى جسم العصبونة الا ان كميتها تتناقص تدريجيا نحو أطراف التفرعات الشجيرية .

وظائف الالياف العصبية :

١ ـ تستقبل الشجيرات الحافز العصبى Stimulus الذى ينتشر على غشائها فى هيئة سيالات Impulses الى ان يصل الى جسم العصبونة ومنه الى المحور.

٢ ـ يقوم المحور بنقل الحافز العصبى من جسم العصبونة (أو من الشجيرة مباشرة) الى نهاياته، ثم عبر التشابك العصبى الى خلية عصبية أخرى، أو الى خلايا عضلية أو فارزة .

٣ ـ من الجائز ان يستقبل غشاء جسم العصبونة أو الجزء المبدئى Initial sigment من المحور الحافز العصبى مكونا تشابكا خاصا . والجزء المبدئي من المحور له صفات تميزه عن باقى المحور كوجود حبيبات كثيرة فى السيتوبلازم ولايغلف بأية أغلفة .

أنواع الخلايا العصبية (شكل ٦٤) :

تنقسم الخلايا العصبية حسب عدد الالياف التى تخرج من جسم الخلية الى :

١ ـ خلايا عصبية أحادية القطب . ولها ليفة واحدة . ويوجد هذا النوع فقط فى الأجنة أثناء نمو الجهاز العصبى ، ويكون نادرا فى الحيوانات الثديية البالغة .

٢ ـ خلايا عصبية أحادية كاذبة حيث يخرج من جسم الخلية ليفة واحدة تتفرع بعد قليل الى فرعين أحدهما يعمل كشجيرة بينما يعمل الآخر كمحور، ولكن تركيبهما يكون متشابهاً الى حد كبير. ومثال ذلك الخلايا الموجودة فى العقد العصبية الشوكية .

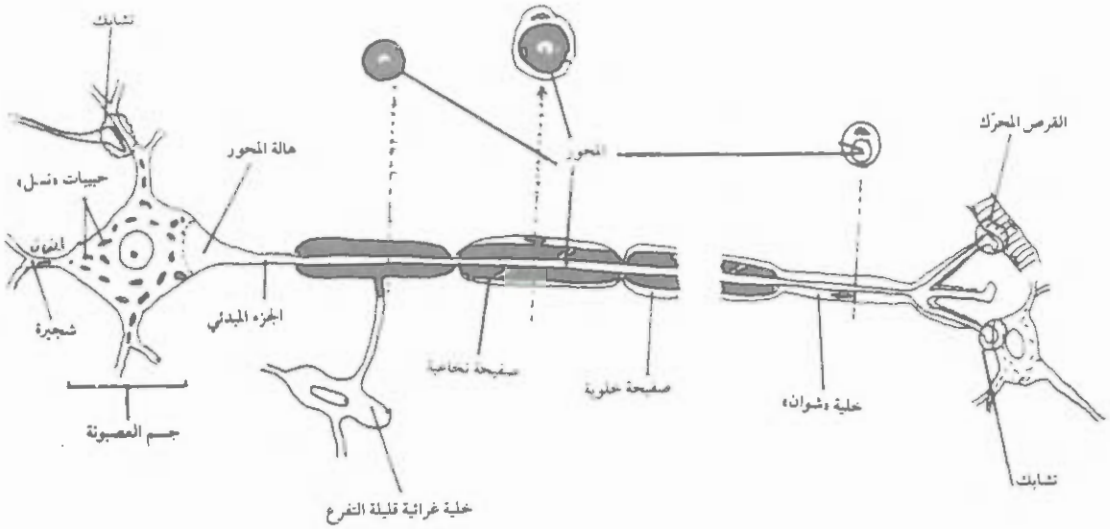
٣ ـ خلايا عصبية ثنائية القطب وفيها يخرج من كل طرف للخلية ليفة، أحداهما تعمل كمحور والأخرى كشجيرة . مثل بعض خلايا شبكية العين والمنطقة الشمية للأنف .

٤ ـ خلايا عصبية عديدة الأقطاب ولها محور واحد وعدد من الشجيرات، وتقسم الى ثلاثة أنواع يسمى كل نوع حسب شكل جسم الخلية وهى :

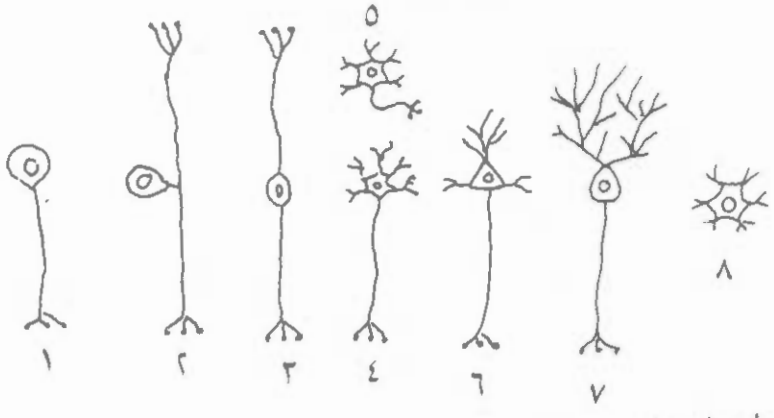
أ ـ خلايا نجمية Stellate وفيها يكون لجسم الخلية أركان يبرز من أحدها المحور ويبرز من الباقى الشجيرات . ويعتبر هذا النوع من أكثر الأنواع شيوعا . ومن أمثلته الخلايا المحركة فى الحبل الشوكى .

ب ـ خلايا كمثرية Fusiform وتخرج الشجيرات من قمتها بينما يخرج المحور من منتصف قاعدتها، كما فى بعض خلايا المخيخ التى تسمى خلايا بركنجى Purkinje cells .

جـ ـ خلايا هرمية Pyramidal وتخرج الشجيرات من أركانها بينما يخرج المحور من منتصف القاعدة كما فى الخلايا المحركة فى المخ والتى تكون ضخمة جدا فى بعض المناطق كخلايا «بتز» Betz cells .



أ ـ رسم تخطيطي لعصبونة



ب ـ أنواع العصبونات

١ ـ أحادية ٢ ـ احادية كاذبة ٣ ـ ثنائية ٤ ـ نجمية طويلة المحور
٥ ـ نجمية قصيرة المحور ٦ ـ هرمية ٧ ـ كمثرية ٨ ـ عديمة المحور

شكل (٦٤)

وهناك بعض الخلايا العصبية التى ليس لها محور ولذلك تسمى بالعصبونات غير المحورية Anaxonic neurones مثل بعض خلايا شبكية العين المسماة Amacrine cells .

وتقسم العصبونات حسب طول محورها الى نوعين : نوع ذو محور طويل (Golgi I) الذى ينقل الحافز العصبى الى مناطق بعيدة عن جسم العصبونة وهو يمثل معظم الخلايا العصبية .

والنوع الثانى محوره قصير (Golgi II) ينتهى عند مسافة غير بعيدة من جسم الخلية مثل بعض خلايا المخيخ .

كما تقسم العصبونات حسب وظائفها الى عصبونات محركة Motor neurones حيث تنقل الحافز العصبى من الجهاز العصبى المركزى الى العضلات أو الغدد، وعصبونات حسية Sensory neurones وتنقل

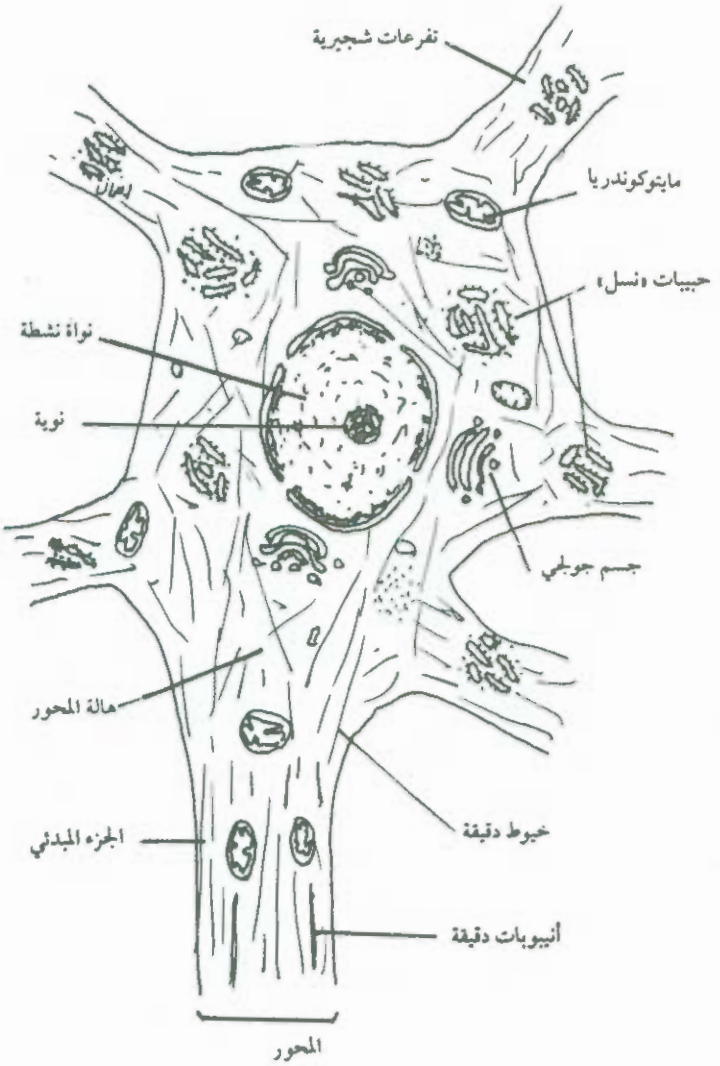
الاحساسات الى الجهاز العصبى المركزى، كما توجد خلايا عصبية فارزة Neurosecretory فى بعض مناطق المخ وخاصة فى منطقة تحت سرير المخ Hypothalamus وهى تقوم بتصنيع بعض الهرمونات التى تُحمل بواسطة المحاور الى الفص العصبى من الغدة النخامية.

التركيب المجهرى الدقيق للعصبونة كما يبدو بالمجهر الالكترونى :

كما هو الحال فى جميع الخلايا، للعصبونة غشاء خلوى يمتد من جسم العصبونة ليحيط بالمحور والشجيرات، ولها سيتوبلازم يتميز بوجود عضيات عادية ويوجد فيه بوجه خاص :

١ ـ أجسام جولجى كبيرة نشطة تحيط بالنواة.

٢ ـ مناطق من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة مع العديد من الريبوسومات مكونة حبيبات نسل ولاتمتد هذه الحبيبات الى سيتوبلازم المحور كما ذكر من قبل ولكنها توجد فى الشجيرات.



شكل (٦٥) رسم تخطيطي لجسم العصبونة كما يرى بالمجهر الالكتروني

٣ ـ كميات كبيرة من الخيوط الدقيقة التى تتجمع لتكون الليفات العصبية علاوة على **الانيبوبات** الدقيقة ويكونان معاً هيكل الخلية العصبية. وقد توجد الانيبوبات الدقيقة فى تنظيمات خاصة فى محاور بعض الخلايا العصبية لبعض الحيوانات (شكل ٦٥).

٤ ـ اعداد كبيرة من المايتوكوندريا وخاصة فى نهايات المحور عند التشابكات.

٥ ـ كميات لابأس بها من المواد الصفراء الصبغية Lipofuscin pigments فى جسم العصبونة. وهذه هى الحويصلات الفضلاتية الناتجة من نشاط الليسوسومات.

٦ ـ حبيبات الميلانين الداكنة فى أجسام بعض العضبونات.

٧ ـ نواة نشطة معظم الكروماتين فيها من النوع الحقيقى.

ويشير تركيب العصبونة الى أنها من أكثر الخلايا نشاطا فى تصنيع البروتينات وذلك لتعويض مايفقد منه أثناء النشاط الفائق للخلية بوجه عام وغشائها على وجه الخصوص.

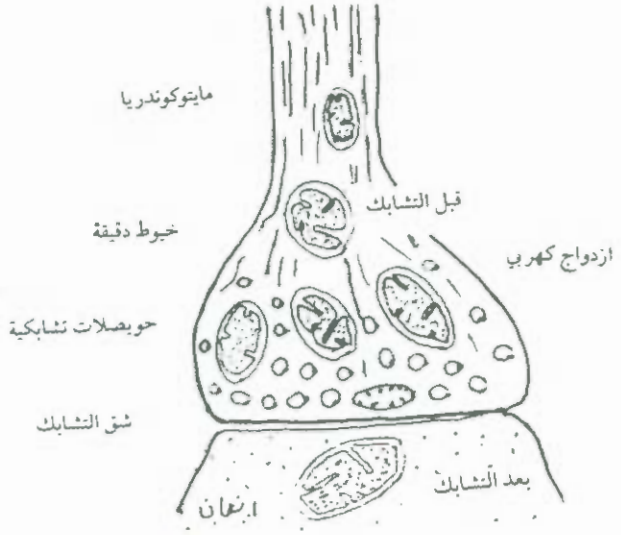
التشـــابك العصبـــى Synapse

هو مكـان اتصـال جزء من خلية عصبية بجزء من خلية عصبية تالية ويتحكم فى سرعة انتقال السيال العصبى بينهما.

ويتكون التشابك العصبى من ثلاثة أجراء هى :

١ ـ الجـزء ماقبـل التشـابك Presynaptic وهو نهاية محور منتفخ يتخذ شكلا يتلاءم مع باقى مكونات التشابك ويحتوى على عدد كبير من المايتوكوندريا وعلى حويصلات صغيرة تحتوى على الناقلات العصبية Neurotransmitters مثل الادرينالين والاستيل كولين ويسمى التشابك ادرينالية أو كولينيا حسب نوع الناقل العصبى الموجود فى حويصلاته.

٢ ـ الجزء مابعد التشابك Postsynaptic ويتخذ أشكالا متوائمة مع الجزء ماقبل التشابك. ويوجد على غشـائه مستقبلات Receptors خاصة بالادرينالين، أو بالاستيل كولين. وقد يكون هذا الجزء من



شكل (٦٦) التشابك العصبي

التشابك عبارة عن شوكة على شجيرة أو جزء من سطح جسم العصبونة أو غشاء الجزء المبدئى من المحور. وحسب طبيعة الجزء مابعد التشابك تكون تسمية التشابكات العصبية محورية شجيرية أو محورية جسمية أو محورية محورية.

٣ ـ شق التشابك وهو المسافة الضيقة التى تفصل بين جزئى التشابك ويبلغ عرضها ٢٠ نانومتر وتعبره الناقلات العصبية لتحفز الجزء مابعد التشابك. ويوجد فى الشق انزيمات تقوم بتحطيم جزيئات الناقلات بعد ان تؤدى مهمتها 'يصير التشابك جاهزا لنقل سيال جديد (شكل ٦٦).

وعند وصول السيال العصبى الى نهاية المحور تنطلق الناقلات من حويصلاتها لتصب فى الشق وتحفز الجزء مابعد التشابك عن طريق المستقبلات ثم ينتشر السيال على غشاء العصبونة التالية وهكذا.

الأعصـــاب الطـرفيـة Peripheral nerves

تخرج الأعصاب الطرفية من الدماغ والنخاع الشوكى لتصل الى جميع أجزاء الجسم وهى عبارة عن حزم من الالياف العصبية التى تكون اما محاور خلايا عصبية موجودة داخل الجهاز العصبى المركزى أو شجيرات لخلايا عصبية موجودة فى عقد خاصة خارج الجهاز العصبى المركزى، أو خليطاً منهما.

ويحاط العصب بطبقة من النسيج الضام الليفى القوى تسمى غلاف العصب Epineurium ، كما تحاط كل حزمة عصبية بطبقة من النسيج الضام تسمى غلاف الحزمة العصبية Perineurium يفصلها عما حولها من أنسجة طبقة من الخلايا الطلائية الحرشفية التى تعمل كعازل يمنع تسرب الحافزات العصبية من حزمة الى أخرى (شكل ٦٧).

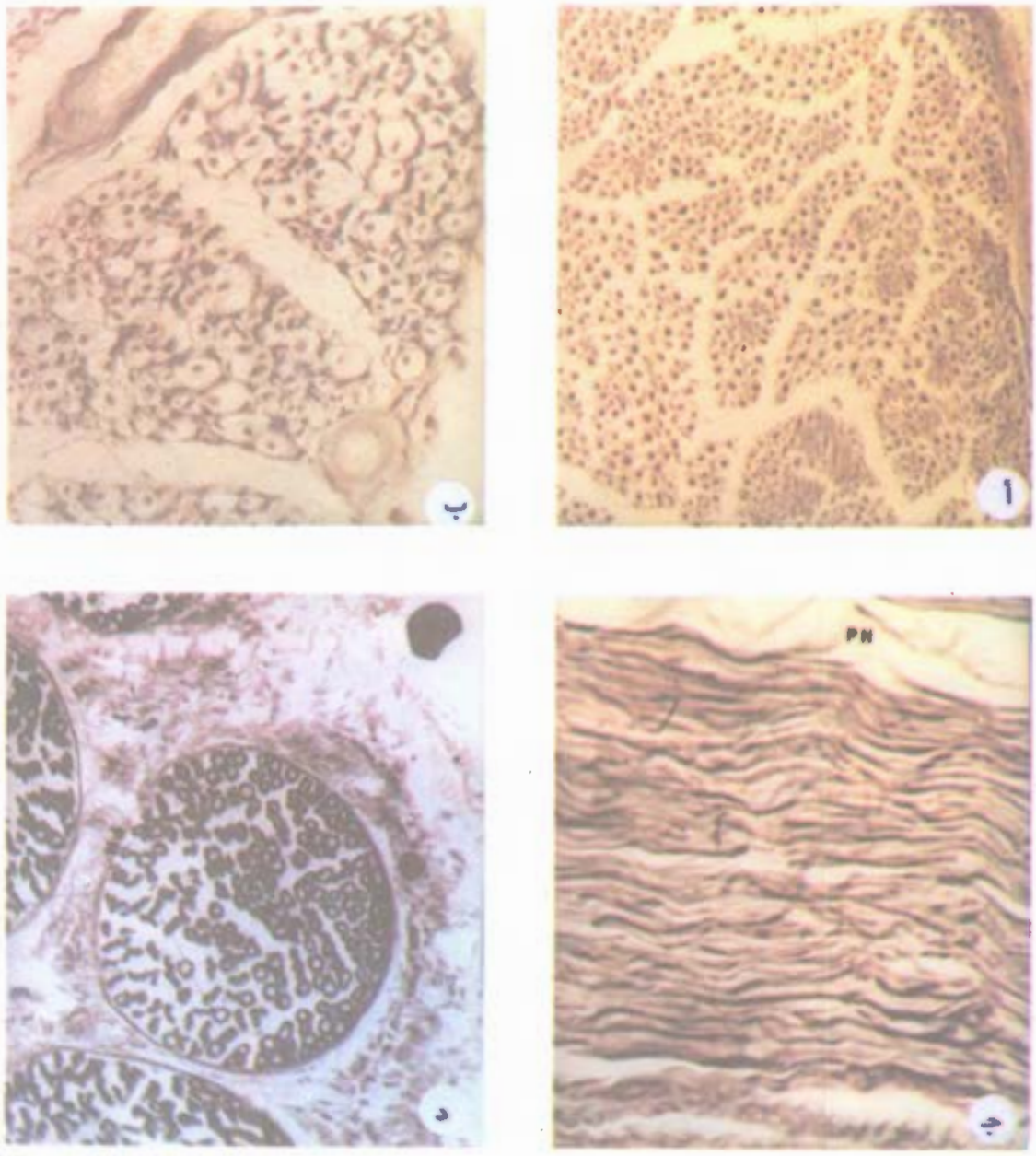
أما الليفة العصبية فتحاط بنسيج ضام سيب يسمح بمرور الامداد الدموى الى الالياف ويسمى بغلاف الليفة العصبية Endoneurium .

تحاط الالياف العصبية أيضاً بأغلفة أخرى تزيد فى حمايتها وفى عزلها وهذه الأغلفة هى :

١ ـ **الصفيحة العصبية الخلوية**: Neurilemmal sheath وهى عبارة عن خلايا منبسطة تحتضن الليفة العصبية تماما بداخلها وتعزلها عما حولها. وتسمى هذه الخلايا «خلايا شوان» Schwann cells وتتوالى خلايا شوان على طول الليفة العصبية تاركة فيما بينها مناطق عارية تسمى عقد «رانفيير» Nodes of Ranvier .

٢ ـ **الغـلاف النخـاعى** Myelin sheath وهـو طبقـة من البروتينات الدهنية متفاوتة السمك تنتج من التفاف الغشاء الخلوى لخلية شوان حول الليفة عدة مرات. ويغطى الغلاف النخاعى مناطق الليفة العصبية الواقعة بين كل عقدتين وبذلك تزيد من عزل الليفة، وكلما كانت الليفة سميكة وطويلة وتحتاج الى ان يكون مرور السيال العصبى عليها سريعا كلما كان سمك الغلاف النخاعى أكبر.

وتكون الألياف العصبية الموجودة فى الأعصاب الطرفية الجسمية Somatic nerves محاطة بالصفيحة العصبية وكذلك بغلاف نخاعى يكون سمكه كبيرا فى الالياف المحركة الطويلة التى تسمى ألياف «الفا» α -fibers ويقل سمكه فى الالياف الأخرى التى تسمى ألياف «بيتا» β- fibers والياف «جاما» γ-fibers حسب سمك هذه الطبقة. أما الالياف الذاتية فتكون محاطة بالصفيحة العصبية فقط وليست محاطة بالطبقة النخاعية.



شكل (٦٧)

أ ـ قطاع عرضي في عصب طرفي بالقوة الصغرى مصبوغ بالفضة

ب ـ جزء من «أ» بالقوة الكبرى

تلاحظ اغلفة الحزم المكونة من نسيج ضام (PN) . المحور الداكن والصفيحة النخاعية غير مصبوغة .

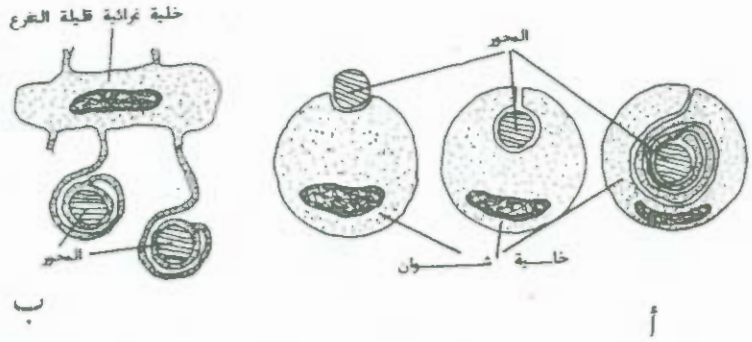
جـ ـ قطاع طولي في عصب طرفي بالقوة الكبرى . مصبوغ بالفضة المحاور داكنة والصفائح النخاعية باهتة .

د ـ قطاع عرضي في عصب مصبوغ برابع اكسيد الازميوم (Osmium tetroxide) . الصفيحة النخاعية سوداء .

الالياف العصبية فى الجهاز العصبى المركزى :

تتجمع الالياف العصبية فى الدماغ والحبل الشوكى مكونة المادة البيضاء White matter بينما توجد أجسام العصبونات فى المادة الرمادية Grey matter فقط. وتكون الالياف العصبية فى المادة البيضاء منخعه Myelinated أى تحاط بطبقة نخاعية ولكن ليس لها صفائح عصبية، وذلك لان الطبقة النخاعية تتكون فى الالياف العصبية الموجودة فى الجهاز العصبى المركزى بطريقة تختلف عن الطريقة التى تتكون بها فى الالياف الطرفية.

ففى الجهاز العصبى المركزى يكوّن الطبقة النخاعية نوع من الخلايا الغرائية المسماة بقليلة الافرع Oligodendroglia والتى ترسل تفرعاتها المفلطحة لتلتف حول الالياف العصبية مكونة الصفيحة النخاعية، الا ان سيتوبلازم الخلية الغرائية يبقى بعيداً عن الليفة، ولذلك لاتتكون صفائح خلوية حولها (شكل ٦٨).



شكل (٦٨) تكوّن الصفيحة النخاعية

أ ـ في الاعصاب الطرفية

ب ـ في الجهاز العصبي المركزي

جـ ـ الصفيحة النخاعية كما تظهر بالمجهر الالكتروني (تكبير ٩٥٠٠٠ مرة)

وتكون الالياف العصبية الموجودة فى المادة الرمادية غير منخعة وليس لها صفائح خلوية .

ومن هذا العرض يتبين ان هناك أربعة أنواع من الالياف العصبية :

١ ـ ألياف منخعة ذات صفائح خلوية مثل الالياف المحركة فى الاعصاب الطرفية .

٢ ـ ألياف غير منخعة ذات صفائح خلوية مثل الالياف غير الارادية الموجودة فى الأعصاب الذاتية .

٣ ـ ألياف منخعه بدون صفائح خلوية مثل ألياف المادة البيضاء فى الجهاز العصبى المركزى .

٤ ـ ألياف غير منخعة بدون صفائح خلوية مثل الالياف الموجودة فى المادة الرمادية فى الجهاز العصبى المركزى .

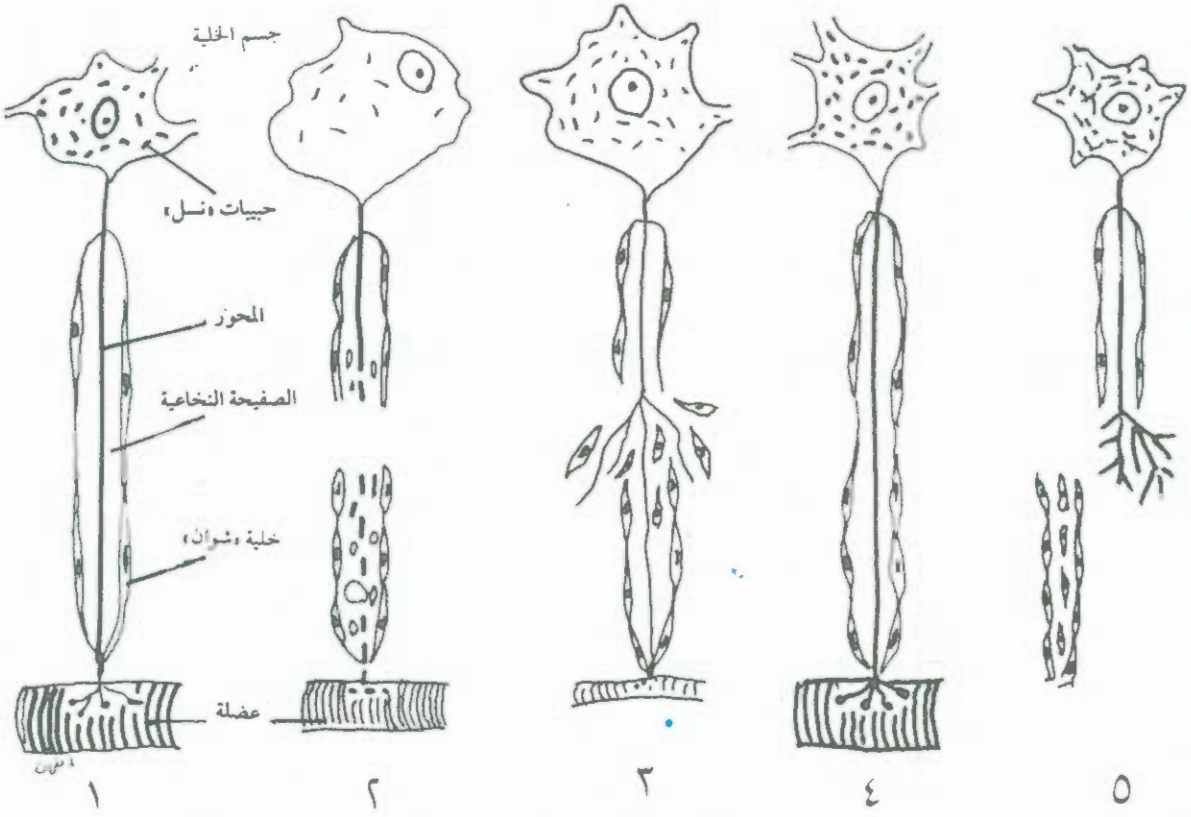
التئـام الأعصـاب Regeneration of Nerves

اذا قطع عصب طرفى فان المحور والطبقة النخاعية فى الالياف العصبية يضمران تدريجيا الى ان يختفيا فى الجزء القاصى من العصب (أى البعيد عن جسم العصبونة) .

أما خلايا شوان فانها تبقى مكونة أنبوبة خلوية فى مكان الليفة التى اختفت .

وبمرور الوقت تستطيل نهايات المحاور من الجزء الدانى لليفة العصبية فى اتجاه الاسطوانات التى كونتها خلايا شوان .

فاذا كانت نهايتى الليفـة العصبية قريبتين أو أمكن تقريبهما فان المحاور النامية تدخل فى الاسطوانات



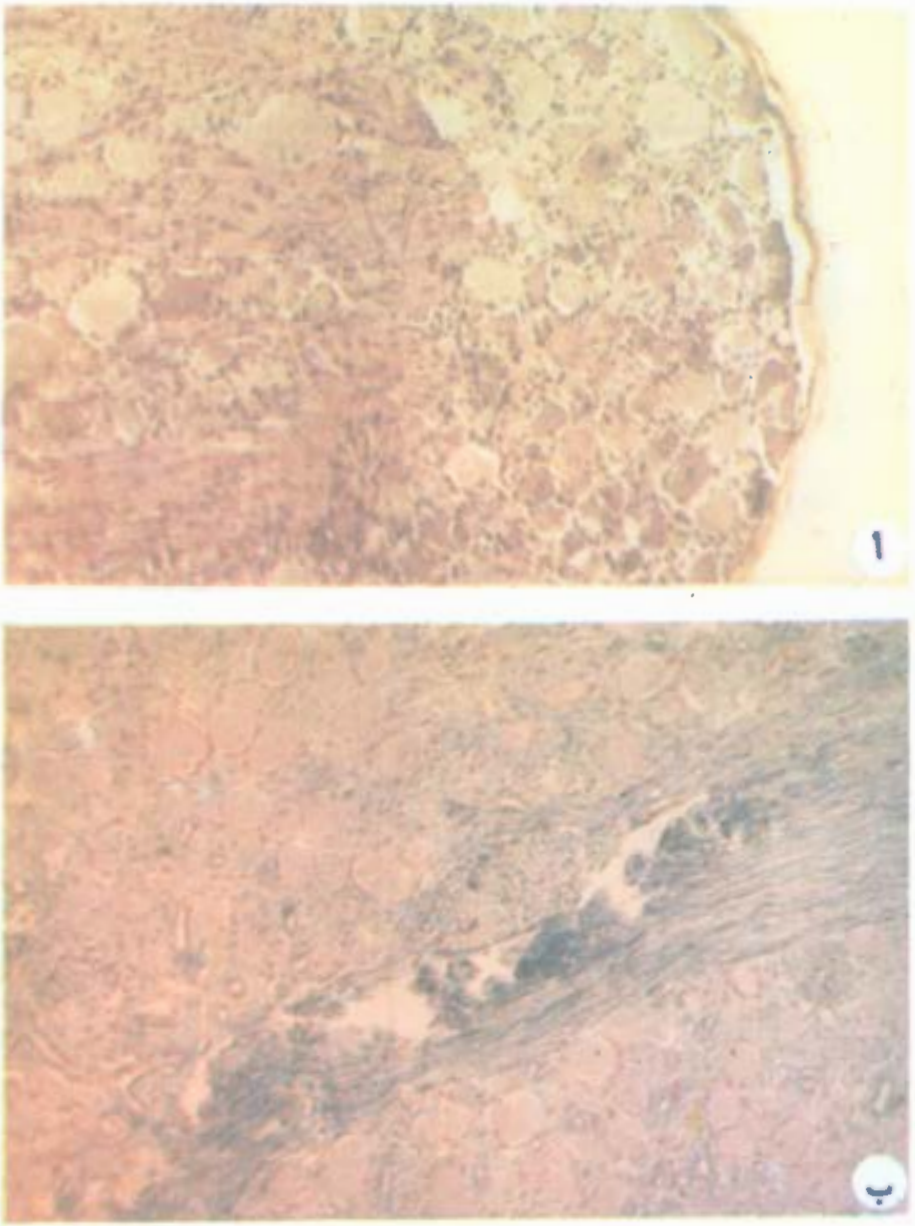
شكل (٦٩) التئام الألياف العصبية الطرفية عند تقابل الطرفين المقطوعين (١ـ٤) وعندما لا يتقابلان (٥)

الخلوية وتمتد بداخلها ويتم التئام العصب خلال بضعة أسابيع .

واذا قطعت الالياف العصبية فى الجهاز العصبى المركزى فان الأجزاء المفصولة عن الخلايا تتحلل ولايتبقى لها أثر. ولايتم التئام هذه الالياف لانها تفتقد الصفائح العصبية الضرورية لعملية الالتئام (شكل ٦٩).

العقـد العصبيـة Ganglia

العقـد هى تجمعات من أجسام العصبونات ومن الالياف العصبية، ويحيط بالعقدة نسيج ضام يسمى بالمحفظة .



شكل (٧٠) العقد العصبية

أ ـ العقدة الشوكية مصبوغية بـ H&E . القوة الوسطى .

ب ـ العقدة الذاتية مصبوغة بالصبغة الثلاثية . القوة الوسطى .

وهناك نوعان من العقد العصبية هى :

١ ـ **العقد الشوكية** Spinal ganglia : وتوجد خارج الحبل الشوكى فى بداية الأعصاب الشوكية . وتوجد بها تجمعات من الخلايا العصبية أحادية القطب الكاذبة المختلفة الاحجام والاصطباغ يحيط بكل منها بالكامل طبقة من الخلايا التابعة Satellite cells ويتخلل مجموعات الخلايا اعداد قليلة من الألياف العصبية المنخعة التى تتجمع فى حزم على أحد جوانب العقدة .

٢ ـ **العقد الذاتية** Autonomic ganglia : وتوجد فى مسار الأعصاب الذاتية وقد توجد داخل بعض الأعضاء . وبها عدد كبير من الخلايا العصبية متعددة الاقطاب ومتساوية الأحجام والمبعثرة تتخللها الالياف العصبية غير المنخعة وتحاط كل خلية منها بطبقة غير كاملة من الخلايا التابعة (شكل ٧٠) .

النهايات العصبية Nerve Endings

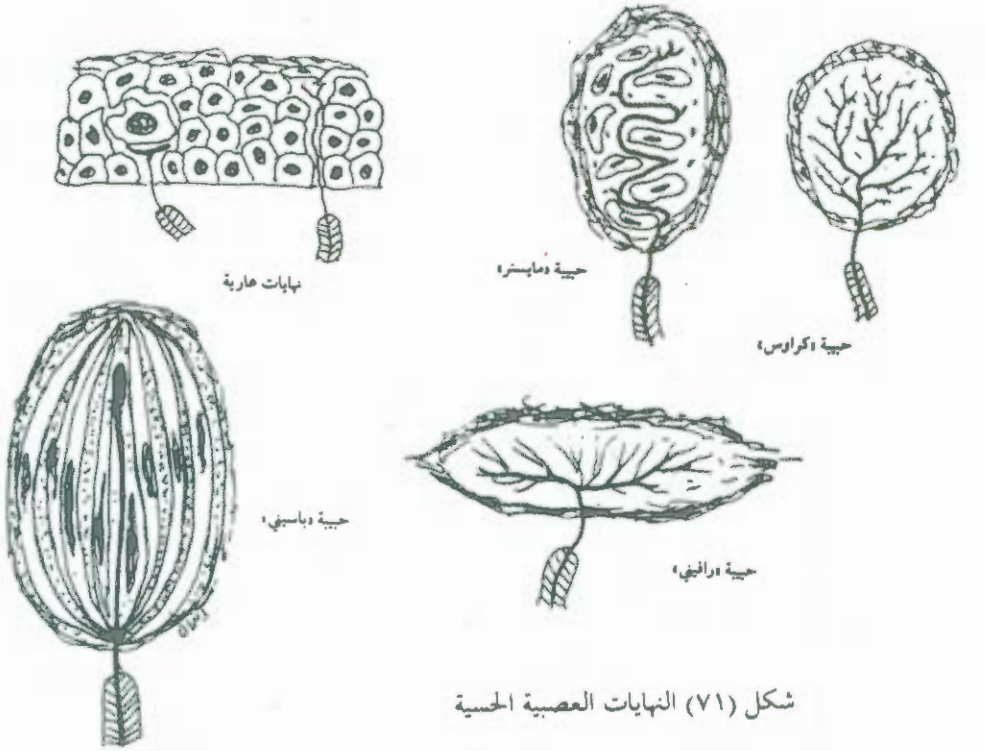
تقسم النهايات العصبية حسب وظائفها الى حسية ومحركة .

أولا : **النهايات الحسية** Sensory nerve endings وتقوم باستقبال الاحساسات المختلفة من خارج أو داخل الجسم ، وهذه النهايات هى شجيرات لخلايا توجد أجسامها فى العقد الشوكية . وهناك ثلاثة أنواع من النهايات الحسية هى :

١ ـ نهايات حسية خارجية Exteroceptors تستقبل الاحساسات من خارج الجسم وتكون عادة موجودة فى الجلد .

٢ ـ نهايات حسية داخلية Enteroceptors وتستقبل الاحساسات من الأحشاء .

٣ ـ نهايات حسية اتزانية Propreoceptors وتستقبل الاحساسات من العضلات والأوتار وتجعل الانسان واعياً بحركته وبسكونه .



شكل (٧١) النهايات العصبية الحسية

وتقسم النهايات الحسية الخارجية حسب نوع الاحساس الذى تستقبله وتنقله الى مايلى :

١ ـ نهايات الألم Pain endings وهى عبارة عن تفرعات لالياف عصبية عارية تماما تتخلل خلايا طبقة البشرة من الجلد. وتوجد بشكل أكثر كثافة فى الطبقة الطلائية المغطية لقرنية العين. كما توجد فى بطانة القناة الهضمية وفى سمحاق العظم ولب الاسنان وداخل العضلات، أى فى كل مكان يمكن أن يشعر الانسان فيه بالألم.

٢ ـ نهايات «ميركل» اللمسية Merckle's touch endings وفيها تصبح نهاية الليفة العصبية مفلطحة ومقعرة كالملعقة وتحيط بخلية طلائية خاصة من خلايا بشرة الجلد تسمى خلية ميركل. وعند لمس الجلد فوق هذه الخلية مباشرة ينتقل الاحساس باللمس عبر الالياف العصبية الى الجهاز العصبى المركزى.

٣ ـ انتفاخ «كراوس» Krause's bulb وأجسام «رافينى» Ruffini's corpuscles وهى عبارة عن طبقات من الياف النسيج الضام التى تكون محفظة حول نهايات عصبية حسية. ويقوم هذان النوعان بنقل الاحساس بالبرودة والسخونة على التوالى، وتوجد فى ادمة الجلد.

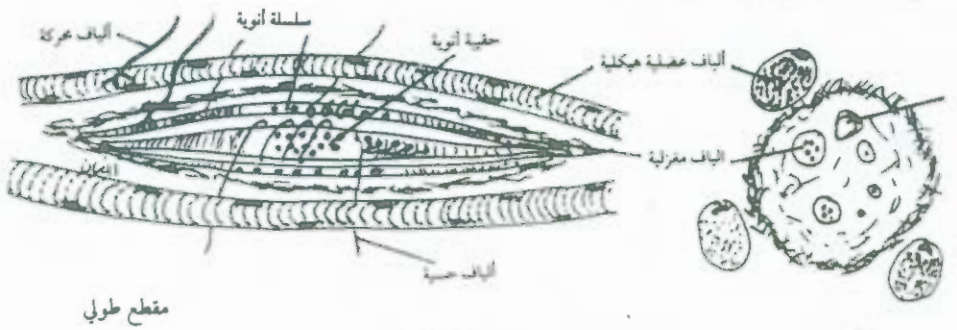
٤ ـ أجسام «مايسنر» اللمسية Meisner's touch corpuscles وتوجد فى حلمات أدمة الجلد وخاصة فى أطراف الأصابع وهى متخصصة فى الاحساس باللمس المميّز. وتحاط النهايات العصبية ببعض خلايا شوان ممزوجة بالنسيج الضام.

٥ ـ أجسام «باسينى» للضغط Pacenian corpuscles وتوجد فى أعماق أدمة الجلد وفى بعض الأعضاء الحشوية كالبنكرياس. وتتكون من طبقات عديدة من خلايا شوان المتحورة توجد فى مركزها ليفة عصبية عارية. ويوجد حول النهاية العصبية سائل يستجيب للضغط ويحفز النهايات العصبية (شكل ٧١).

المغـــازل العضليـــة Muscle spindles

هى أجسام بيضاوية الشكل توجد فى العضلات الهيكلية بين حزم الالياف العضلية، تحاط بمحفظة ليفية تفصلها عما حولها من ألياف عضلية عادية. ويوجد بالمغزل نوعان من الألياف العضلية المتحورة: النوع الأول رفيع وطويل به عدد من الأنوية التى تترتب على شكل سلسلة ولذلك فهى تسمى الألياف ذوات السلاسل النووية Nuclear chain fibers أما النوع الثانى فهو أسمك وينتفخ عند منتصفه حيث توجد مجموعة من الأنوية ولذلك يسمى بالالياف ذوات الحقائب النووية Nuclear bag fibers .

وتدخل النهايات العصبية الحسية الى المغزل لتنتهى حلزونيا حول الحقائب النووية ولتنتشر على السلسلة النووية فى شكل باقات الزهور (شكل ٧٢).

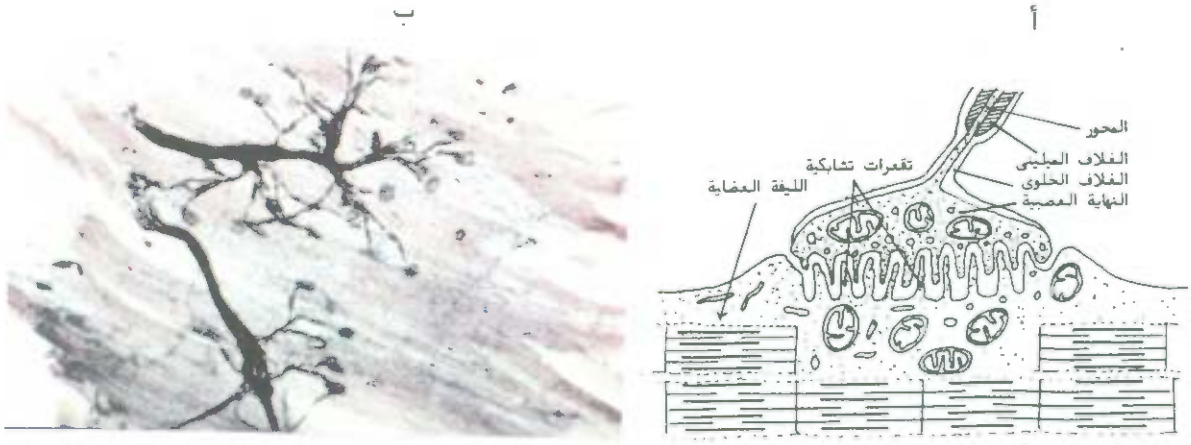


شكل (٧٢) رسم تخطيطي للمغزل العضلي

ويصل الى الالياف العضلية فى المغزل ايضا الياف عصبية محركة من النوع «جاما» وعند تقلص العضلة ينتقل الاحساس بالتقلص الى الجهاز العصبى فيحاط علما ويقوم بعمل التوازن العضلى المناسب.

ثانيا : النهايات المحركة Motor nerve endings

وهى نهايات لالياف عصبية من النوع «الفا» التى توجد أجسام عصبوناتها فى الحبل الشوكى والدماغ. وعند اقتراب الليفة العصبية المحركة من الالياف العضلية تفقد غلافها النخاعى وتتفرع الى عدد من النهايات ينتهى كل منها على ليفة عضلية. وتكون النهايات المحركة الخاصة بالالياف العضلية الملس والالياف القلبية بسيطة، ولكن تكوّن تلك التى تنتهى على الالياف الهيكلية تراكيب خاصة تسمى بالاقراص المحركة Motor end plates التى تقابل الغشاء الخلوى لليفة العضلية، لايفصلها سوى مسافة ضيقة. وفى جانب الليفة العضلية المقابل للقرص يتعرج الغشاء الخلوى ليزيد من سطحه مكونا تقعرات تشابكية Synaptic gutters وتشبه النهايات المحركة فى تركيبها الجزء ماقبل التشابك فى التشابكات العصبية (شكل ٧٣).



شكل (٧٣) النهايات المحركة
أ ــ رسم تخطيطي بالمجهر الالكتروني ب ــ صورة بالمجهر الضوئي معاملة باملاح الفضة

وعند وصول الحافز العصبى الى النهاية المحركة تنطلق ناقلات كيميائية تؤثر على مستقبلات خاصة على غشاء الليفة العضلية فتنشط وينتشر الحافز على سطحها ومنه الى الأنيبوبات المستعرضة ومن ثم الى الشبكة الاندوبلازمية.

الخلايا الغرائية العصبية Neuroglial cells

هى مجموعة من الخلايا التى تتخلل النسيج العصبى وخاصة فى الجهاز العصبى المركزى وتقوم بوظيفة النسيج الضام العادى وذلك لعدم وجود مثل هذا النسيج فى الجهاز العصبى المركزى.

والخلايا الغرائية العصبية هى :

١ ـ الخـلايا النجميـة Astrocytes

وهى خلايا ذات تفرعات عديدة تتخلل مكونات النسيج العصبى وتقوم بمعاونة خلاياه وذلك بنقل المواد المختلفة منها واليها. وكذلك تدخل فى تكوين الحائل الدموى العصبى Blood brain barrier وتنشأ الخلايا النجمية من الاكتودرم. وتنقسم الى نوعين هما :

أ ـ خلايا نجمية حبيبية Granular astrocytes : وتتميز بأن الخـلايا وتفـرعـاتها مليئة بحبيبات سيتـوبلازمية. ويوجد هذا النوع فى المادة السنجابية حيث تحيط الخلايا بأجسام العصبونات بواسطة تفرعاتها وبذلك تمنع الاتصال المباشر بينها وبين الأوعية الدموية.

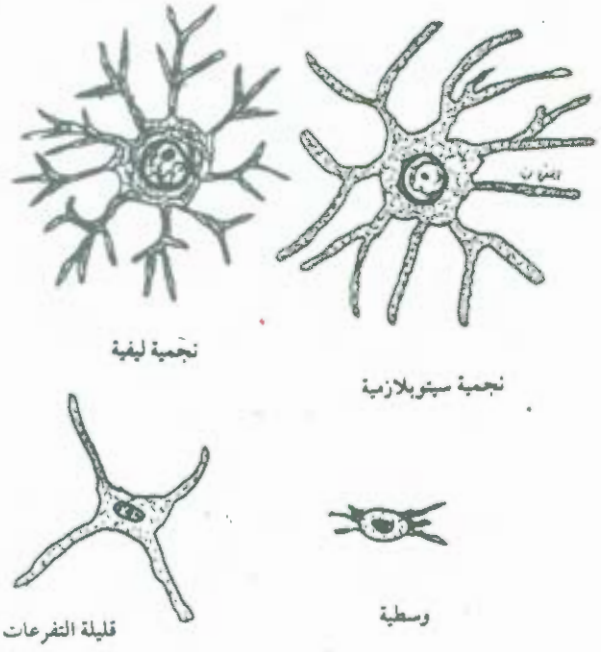
ب ـ خلايا نجمية ليفية Fibrous astrocytes : وتتميز بوجـود الكثير من الليفات فى سيتوبلازم الخلايا وتفرعاتها. وتتفرع هذه الخلايا بين الالياف العصبية فى المادة البيضاء للجهاز العصبى المركزى. ولاتوجد عادة فى المادة السنجابية.

٢ ـ الخـلايا قليلة الأفرع Oligodendroglia

وهى خلايا مستطيلة لها عدد محدود من الأفرع التى تمر بين الالياف العصبية فى المادة البيضاء وتلتف حولها مكونة الغلاف النخاعى. ويلاحظ ان جسم الخلية نفسه يكون بعيدا عن الالياف العصبية ولذلك لايكوّن صفيحة كما تكوّن خلايا شوان حول الالياف العصبية الطرفية. وتنشأ هذه الخلايا أيضا من الاكتودرم.

٣ ـ الخـلايا الغرائيـة الوسـطية Mesoglia

وهى خلايا تنشأ من الميزودرم وتدخل الى النسيج العصبى مع الأوعية الدموية. وهى صغيرة ولها بعض الأفرع القصيرة ولها القدرة على الالتهام. ولذلك فهى تكثر فى حالة التحلل الخلوى العصبى حيث تقوم بالتهام بقايا الأنسجة المتحللة (شكل ٧٤).

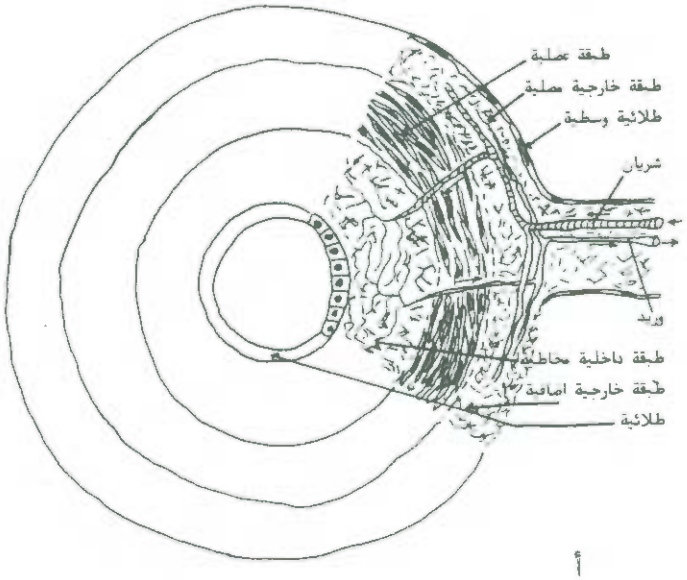


شكل (٧٤) خلايا الغراء العصبي

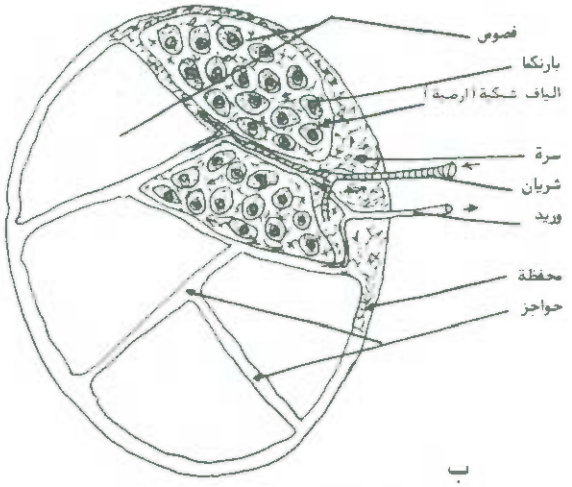
أجهـــزة الجســـم

تتكـون أجهزة الجسم المختلفة من أعضاء يتكون كل منها من مجموعة من الأنسجة المرتبة ترتيبا خاصا لتمكن هذا العضو من اداء وظيفته .

وتكون الأعضاء اما أنبوبية أو صلبة ولكل نوع من هذين النوعين طراز بنائى خاص .



أ



ب

شكل (٧٥) البناء العام لأعضاء الجسم

أ ـ عضو أنبوبي

ب ـ عضو صلب

أ - **الأعضاء الأنبوبية :**

تتكون غالبية أجهزة الجسم من أعضاء انبوبية . وأمثلة ذلك القناة الهضمية والممرات التنفسية والأوعية الدموية والمسالك البولية والأنابيب التناسلية .

وتتشابه جدران الأعضاء الأنبوبية فى الأجهزة المختلفة الى حد بعيد ولذلك يمكن وضع تصميم بنائى عام لها . فجدار الأعضاء الانبوبية يحده سطحان ، أحدهما خارجى والآخر داخلى ويغطى السطح الخارجى كما يبطن السطح الداخلى نسيج طلائى خاص يختلف فى تركيبه حسب الوظائف التى يؤديها .

يتكون الجدار من ثلاث طبقات :

١ - **الطبقة الخارجية** وهى عبارة عن الغطاء الطلائى علاوة على طبقة من النسيج الضام .

٢ - **الطبقة العضلية** وتتكون من طبقات من الألياف العضلية يفصلها عن بعضها أنسجة ضامة .

٣ - **الطبقة الداخلية** وهى عبارة عن البطانة الطلائية وطبقة من التسيج الضام .

ويمكن فصل الطبقة الخارجية أو الطبقة الداخلية من جدار العضو بسهولة . . ويطلق على هذه الطبقات (١ ، ٢) الأغشية السطحية . وتعتبر هذه الأغشية السطحية أهم مكون وظيفى للأعضاء الأنبوبية ولذلك فهى مهيأة للوظائف التى تؤديها وتميز أى عضو عن غيره من الأعضاء (شكل ٧٥) .

وهناك أربعة أنواع من الأغشية السطحية :

١ - **الغشاء الجلدى** : ويغطى المناطق التى تتعرض لسطح جاف وهى لذلك وقائية وطلائيتها من النوع المتقرن .

٢ - **الغشاء المخاطى** : ويبطن الأنابيب الداخلية التى تفتح الى خارج الجسم . ويكون هذا الغشاء رطبا دائما لأنه يغطى بسائل مخاطى كما هو فى الجهاز الهضمى والتنفسى ، أو بسائل خاص كما فى الجهاز البولى والتناسلى .

٣ - **الغشاء المصلى** : ويبطن فجوات الجسم مثل التجويف البريتونى والتامور والبلورا ويغطى هذا النوع ايضا الأعضاء التى تتدلى فى هذه الفجوات . ويكون هذا الغشاء رطبا وذلك لتغطيته بسائل مصلى ينشأ من بلازما الدم . وتكون طلائية الغشاء المصلى حرشفية ناعمة تسمى الطلائية الوسطية .

٤ - **الغشاء الوعائى** ويبطن الأوعية الدموية واللمفاوية والقلب وبطانيته حرشفية . ويرطبها الدم أو اللمف .

وتتبع الأوعية الدموية فى جدار الأعضاء الأنبوبية نظاما خاصا :

فيدخل الشريان عموديا على السطح الخارجى للعضو ثم يعطى تفرعات موازية للسطح فى الطبقة الضامة الخارجية . ويخترق الطبقة العضلية تفرعات عمودية لتتفرع مرة أخرى فى الطبقة الضامة الداخلية . وتصاحب الأوردة والأعصاب فى مسارها الشرايين .

ب - **الأعضاء الصلبة (المصمتة) :**

يختلف حجم الأعضاء الصلبة من الكبير جدا مثل الكبد الى الصغير مثل العقد اللمفية ولكنها جميعا تتميز ببناء عام . فهى جميعا تحاط بمحفظة ليفية قوية وتنتشر فيها أرضية من النسيج الضام . واذا كان

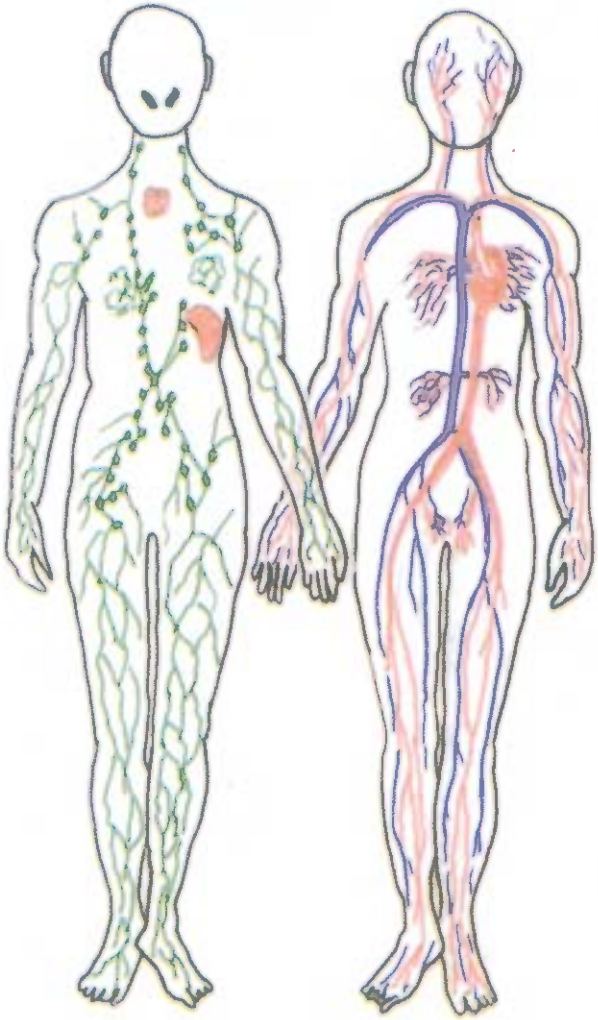
العضو موجودا فى احدى فجوات الجسم فانه يكون مغلفا بطبقة مصلية. وتكون أرضية العضو اكثر كثافة ونموا فى أحد جوانبه لتكون السرة التى يدخل عندها الشريان العضوى ويخرج عندها الوريد والوعاء اللمفى. وتمتد من المحفظة الى داخل العضو حواجز ليفية قد تكون غير منظمة أو تكون منظمة وفى هذه الحالة تقسم العضو الى فصيصات محددة. أما باقى أرضية العضو فتحتوى على شبكة رقيقة من الألياف الشبكية التى تكون دعامة للخلايا الأصلية للعضو أو «البارنكيما» وقد تتجمع خلايا البارنكيما فى أشكال مختلفة كالأحبال والتجمعات والحويصلات والحزم. . الخ. وقد تكون البارنكيما موزعة بانتظام خلال العضو أو تتركز فى المنطقة التى تلى المحفظة وبذلك ينقسم العضو الى قشرة خارجية ولبا مركزيا كما فى العقد اللمفية (شكل ٧٥).

ويدخل الشريان العضوى من خلال السرة ثم يتفرع فى الحواجز، ويخرج من الشرايين الحاجزية تفرعات لتغذى البارنكيما عن طريق شبكة شعيرية تتخلل الخلايا. وتتخذ الأعصاب والأوردة نفس مسار الشرايين.

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

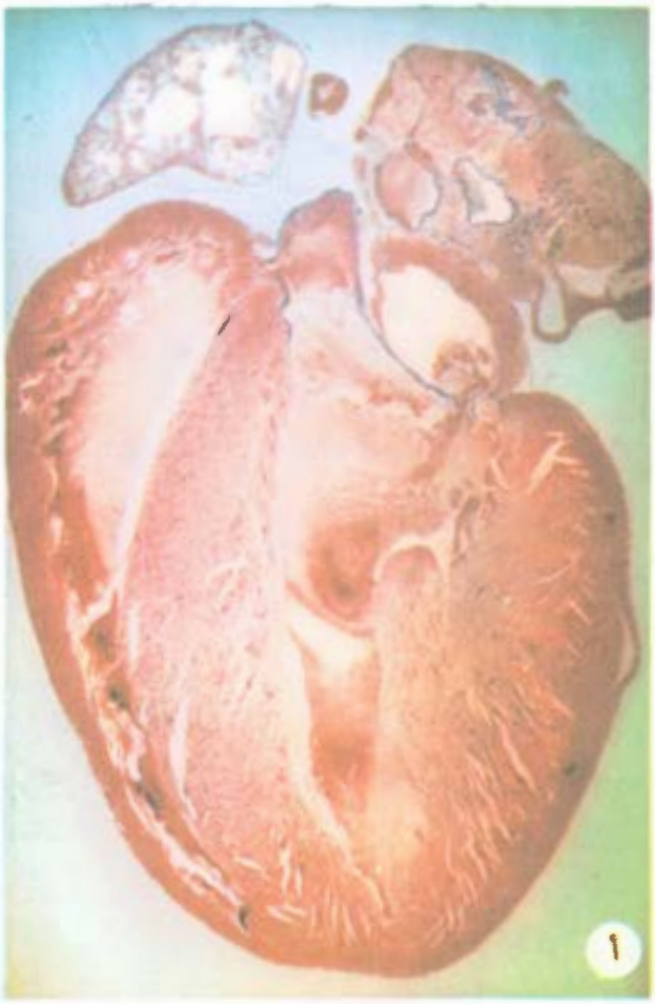
القلب عضو عضلى يتكون من أربع حجرات ذات جدر مختلفة السمك حسب وظيفة كل منها. ويتكون جدار القلب من ثلاث طبقات هى من الداخل الى الخارج : بطانة القلب Endocardium ، وعضلة القلب Myocardium ، وغلاف القلب Epicardium (شكل ٧٦).

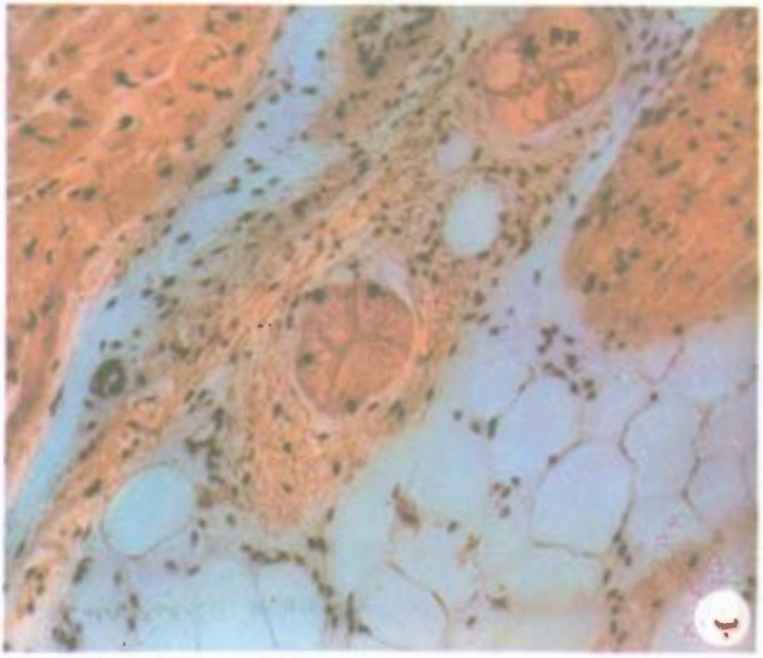
بطـــانة القلـــب :

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.



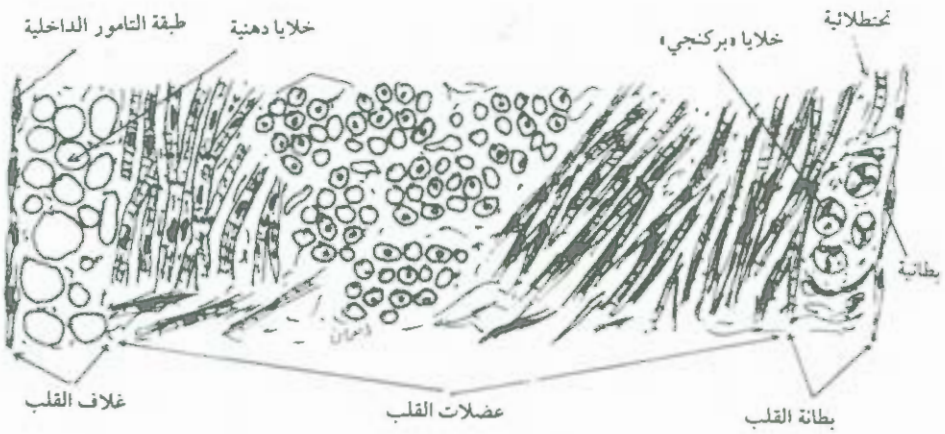


شكل (٧٦) القلب:

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.

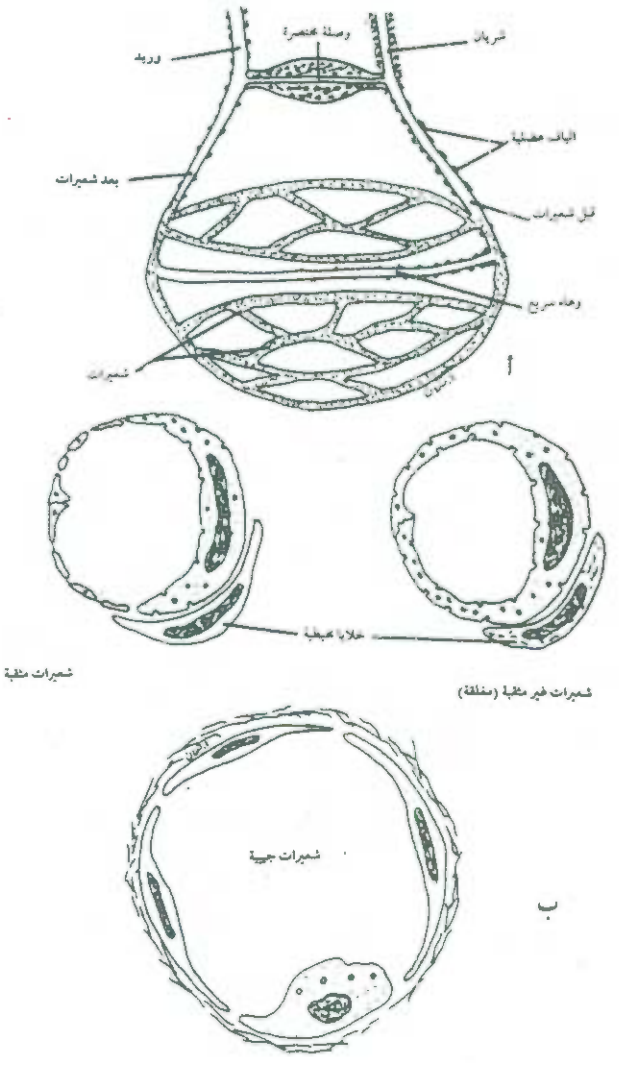
وتكون الشعيرات شبكة تزداد أو تقل كثافتها حسب نشاط النسيج أو العضو الذى توجد فيه. فهى أكثر كثافة فى الكبد، والكلية، والعضلات، والغدد الصم، والمادة الرمادية من الجهاز العصبى المركزى. وتقل كثافتها فى أنسجة أخرى مثل الأوتار والعضلات الملس، والطبقات المصلية المغلفة للأعضاء الحشوية.

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 :

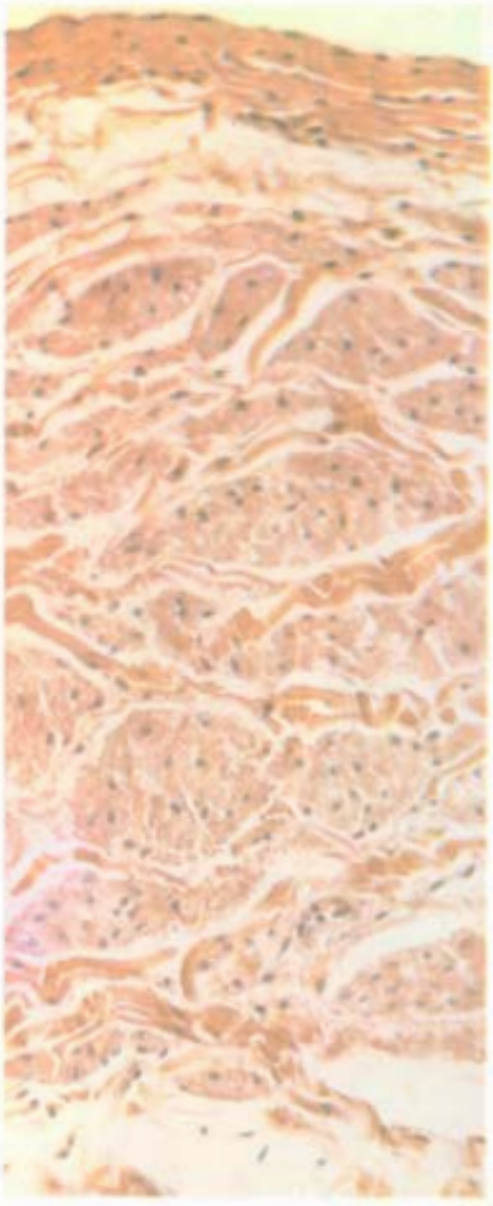
تتكون من بطانية وتحتبطانية فقيرة فى الالياف المرنة. ولايوجد غشاء مرن داخلى.

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

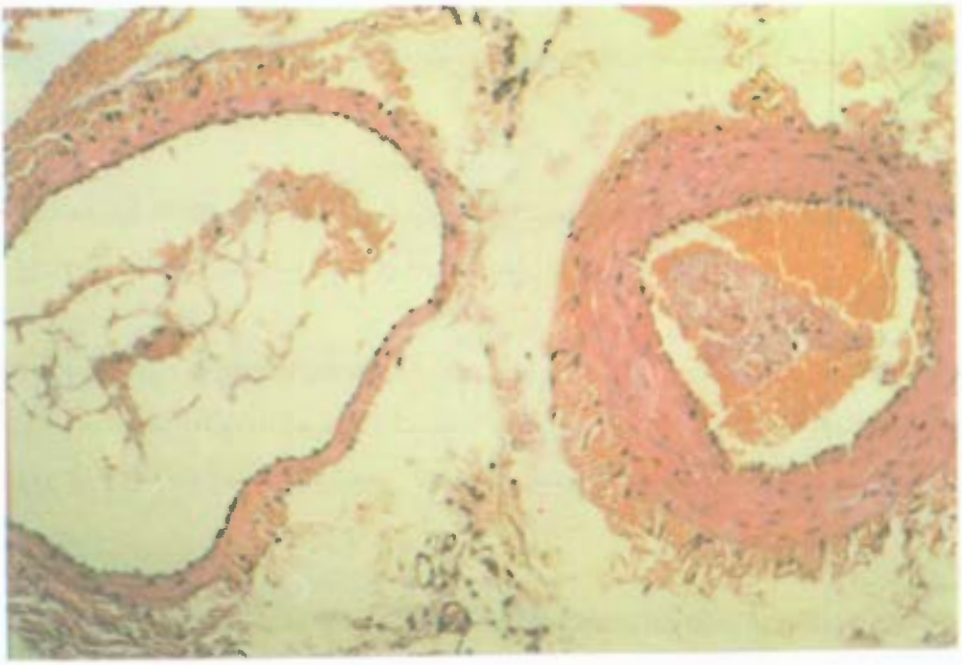
وهى الأوردة التشريحية ذات الأسماء المعروفة وتتميز جدرها بمايلى :

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.

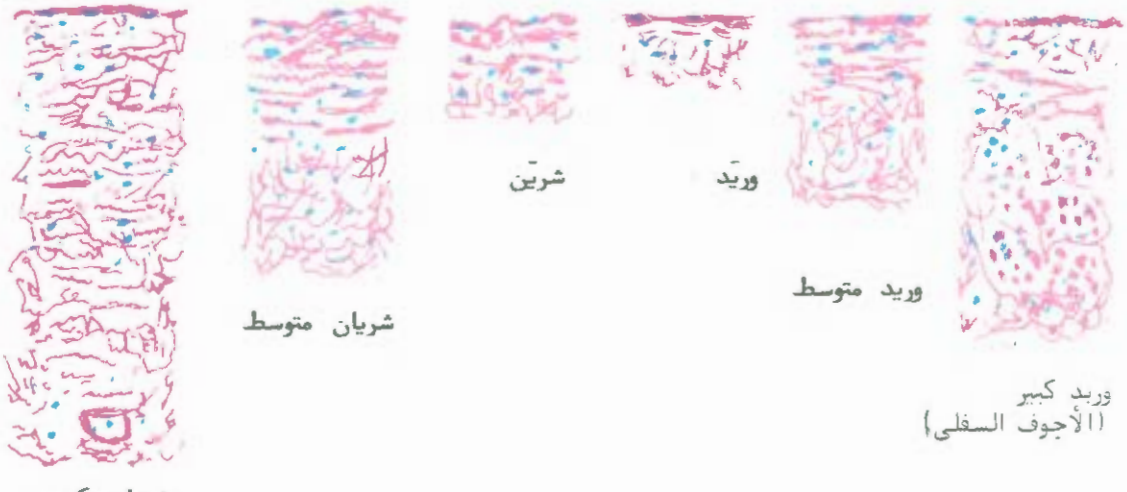
الطبقة الخارجية :

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 الشريانوريدية 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).

العقـــد اللمفـــاويـة Lymph nodes

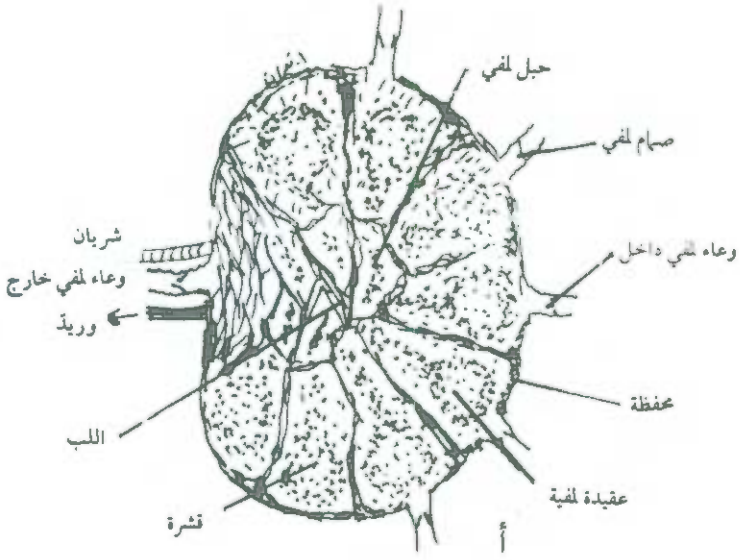
هى أعضـاء كلوية الشكـل عادة، توجـد فى الانسجة الضامة وبعض الأعضاء معترضة مسار الأوعية اللمفاوية. وتدخل الأوعية اللمفاوية الى العقدة من سطحها المحدب وتخرج من سطحها المقعر عند السرة Hilum وهى النقطة التى تدخل وتخرج منها أيضا الأوعية الدموية والالياف العصبية الخاصة بالعقدة (شكل ٨٥ أ، جـ).

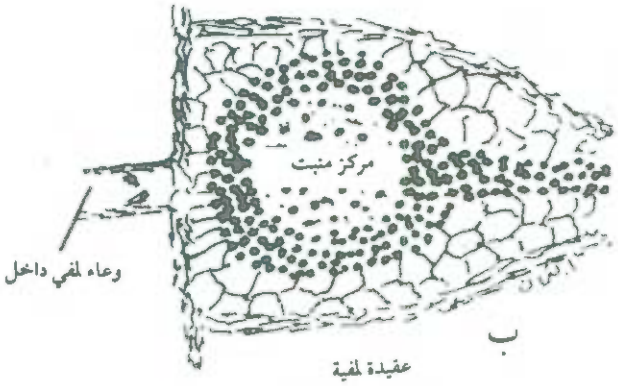
وللعقدة قشرة Cortex ولب Medulla وتحاط بمحفظة ليفية قوية تندمج مع الأنسجة المحيطة بالعقدة، وتخرج منها حواجز تقسم القشرة الى حجرات منتظمة فى كل منها عقيدة لمفاوية. وتتفرع هذه الحواجز وتتشابك فى اللب ثم تتجمع فى السرة. وتتخلل الحواجز اللبية شبكة من الحبال اللمفية الرقيقة.

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.





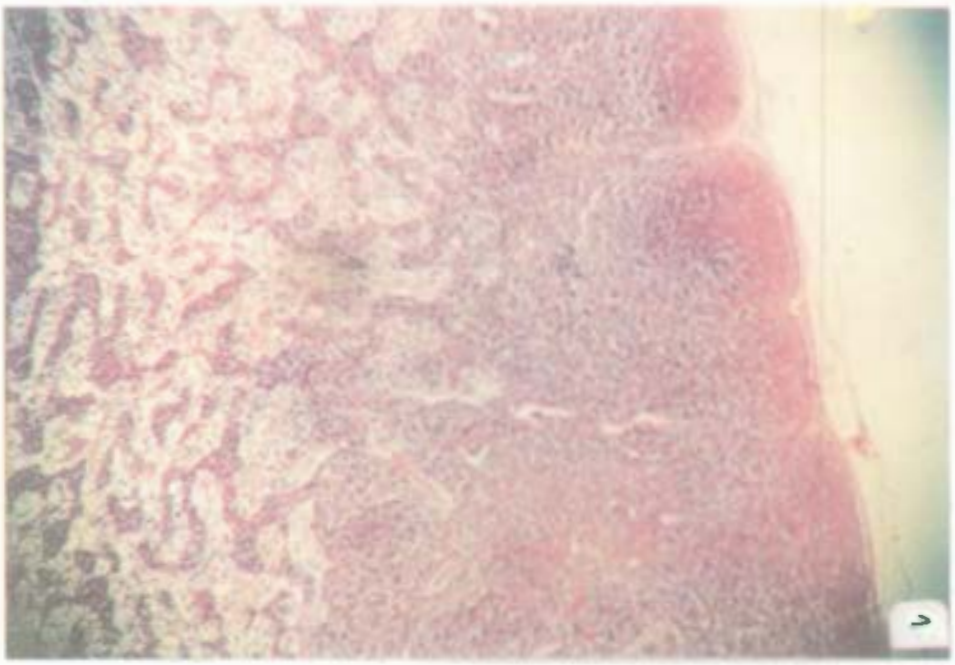
شكل (٨٥) العقدة اللمفية

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.

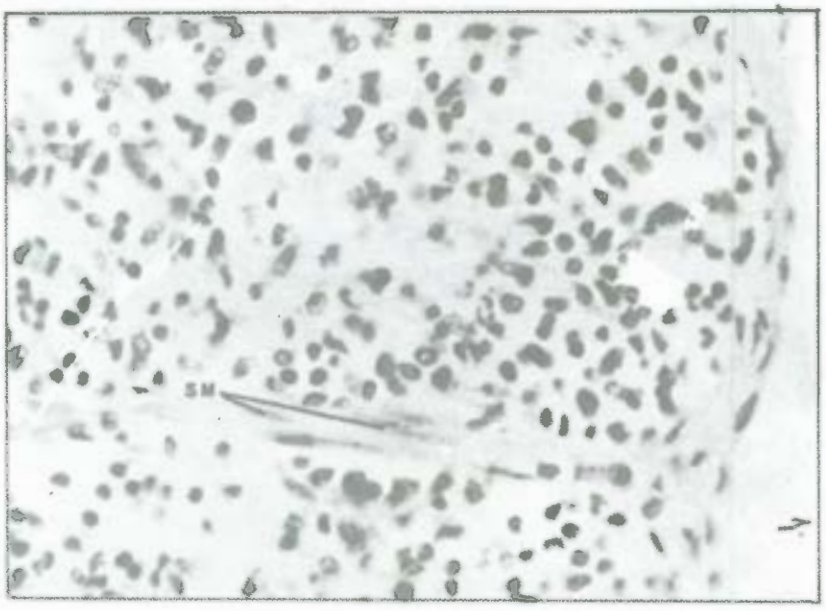
شكل (٨٦) الطحـــال

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.

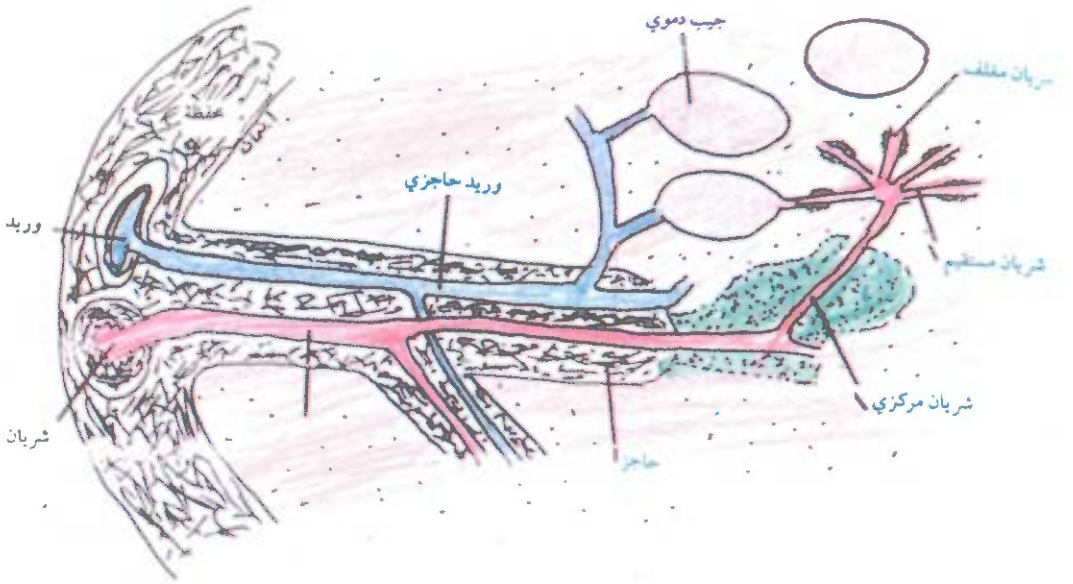
ان معظم الخلايا اللمفية الموجودة فى الغلاف الشريانى تكون من النوع «T» بينما تحتوى العقيدات على الخلايا اللمفية «B» ويوجد على حدود العقيدات الطحالية منطقة غنية بالالياف الشبكية تكون فاصلا بين اللبين الأبيض والأحمر وتسمى بالمنطقة الحدودية Marginal zone (شكل ٨٦ب).

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.

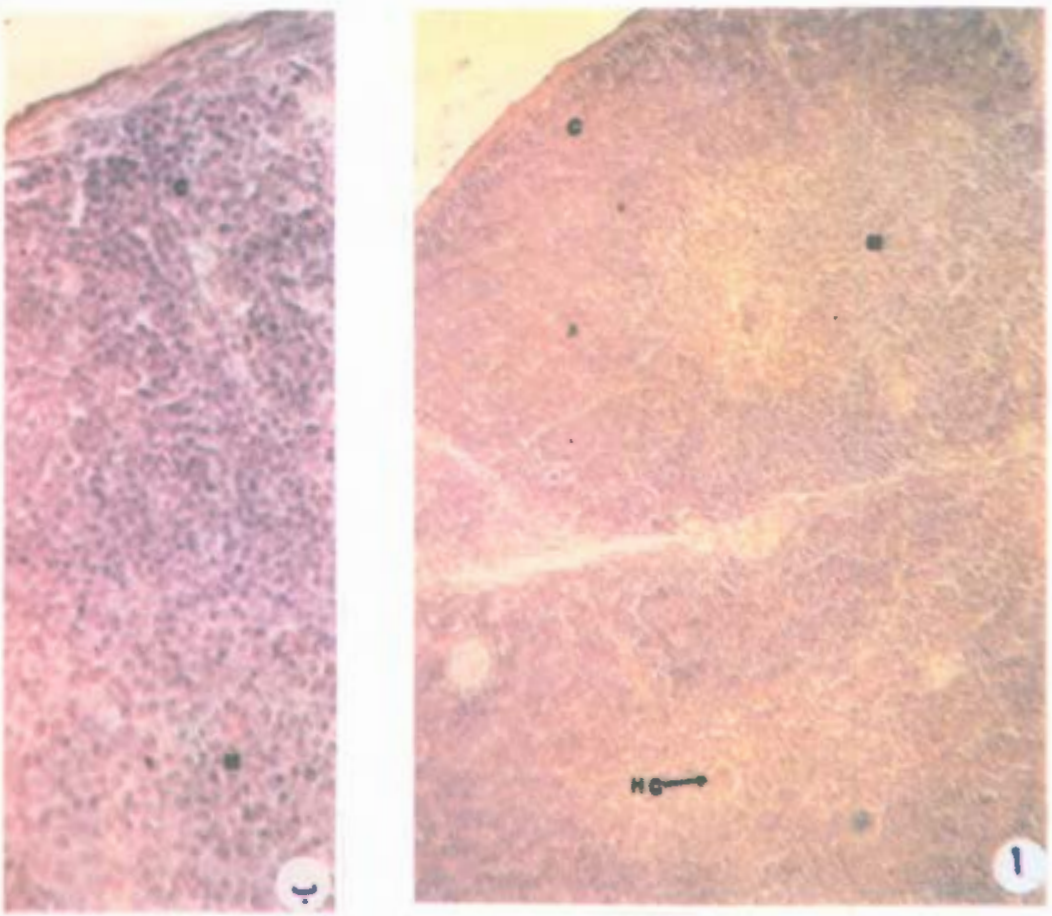
الغـدة التيموســـية (التيموس أو الغدة السعترية) Thymus

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.

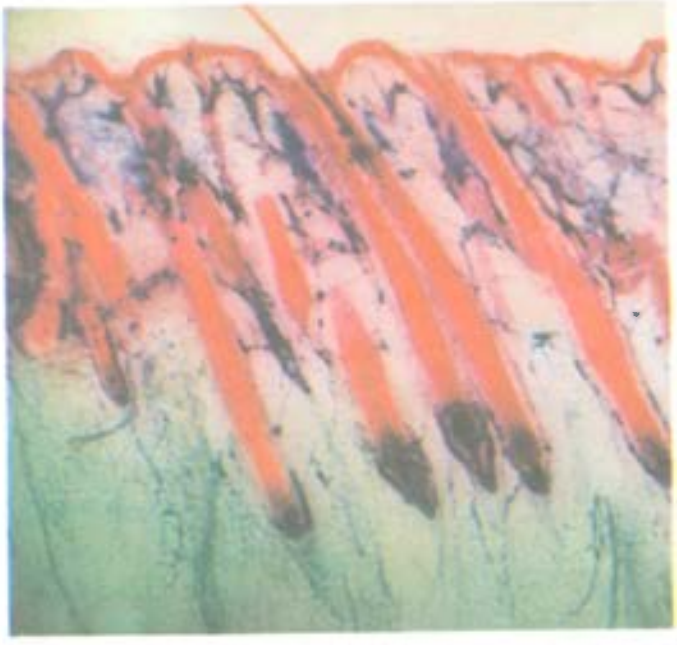
٣ ـ يقوم بافراز مادة تصب فى الدم تسمى «العامل التيموس الدموى» Thymic humoral factor وهى مادة ضرورية فى الأسبوع الأول من حياة الانسان حين يبدأ تعرضه الى الأجسام الغريبة.

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

الفصل السابع

الجهاز الغطائى

The Integumentary System



الفصـــل الســـابع
الجهـــاز الغطـــائى
The Integumentary System

يغطى هذا الجهاز الجسم ويفصل بينه وبين محيطه. ويتكون من الجلد وملحقاته من شعر وغدد وتراكيب أخرى محوّرة مثل الأظافر والمخالب والحوافر. . . الخ.

الجـــــلد Skin

يعتبر الجلد بحق أكبر أعضاء الجسم وزنا على الاطلاق اذ انه يغطى سطح الجسم ويتصل بالأغشية المخاطية التى تبطن فتحات الأنف والفم والعين والأذن والفتحات الاخراجية والتناسلية. وللجلد وظائف عديدة تتلخص فيما يلى :

١ ـ يحافظ على ماتحته من أنسجة ضد العوامل الخارجية.

٢ ـ لايسمح بدخول أو خروج السوائل، فيحفظ بذلك الجسم من الجفاف اذا تعرض للحرارة الزائدة، كما يحفظه من الانتفاخ اذا غمر فى الماء العذب.

٣ ـ لايسمح بدخول الأشعة الضارة وخاصة فوق البنفسجية الى طبقات الجسم الداخلية.

٤ ـ توجد على سطحه طبقة من المادة الواقية ضد الميكروبات.

٥ ـ يحتوى على معظم النهايات العصبية الحسية الخاصة باللمس والألم والضغط والحرارة.

٦ ـ يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق اخراج العرق.

٧ ـ يعتبر عضوا اخراجيا حيث يخلص الجسم من بعض المواد الضارة عن طريق العرق.

٨ ـ يعتقد ان له دورا مناعيا لوجود خلايا خاصة فى البشرة لها صفات مناعية.

٩ ـ له دور تنفسي فى بعض الحيوانات المائية والبرمائية.

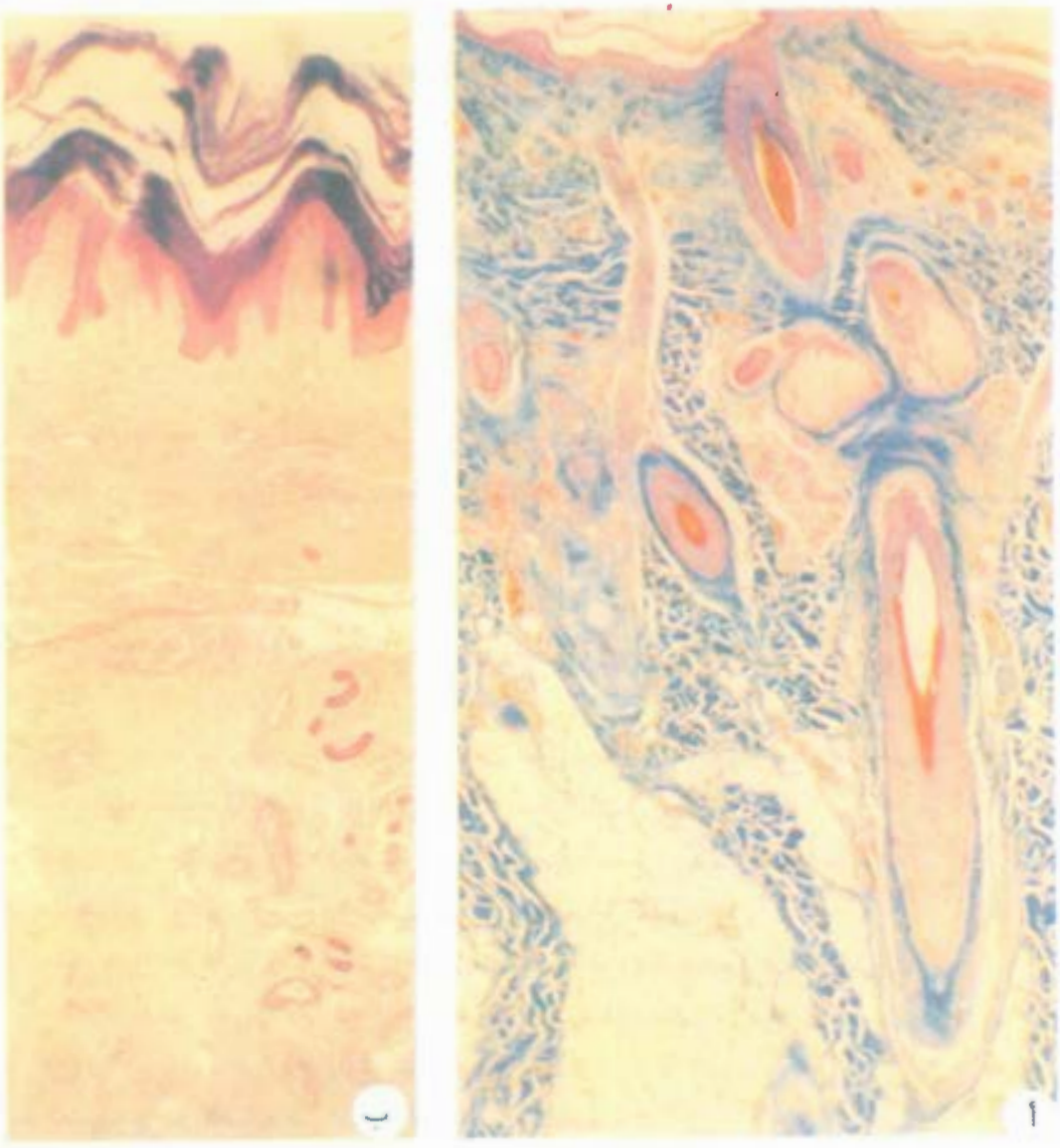
١٠ ـ تعتبر بصمات الأصابع من أهم عوامل تحقيق الشخصية.

١١ ـ يمكن تشخيص العديد من الأمراض عن طريق التغيرات التى تظهر عليه.

١٢ ـ يعتبر عضوا هاما فى تصنيع فيتامين «د».

التركيب المجهرى للجلد

يختلف تركيب الجلد فى الأنواع المختلفة من الحيوانات ومن شخص الى آخر كما يختلف ايضا بين الرجل والمرأة. ويختلف كذلك فى جسم الشخص الواحد من منطقة فى الجسم الى منطقة أخرى، كما يختلف ايضا فى نفس المنطقة الواحدة من سن الى سن، وبالرغم من ذلك فان للجلد تركيبا عاما فى كل الفقاريات. ويمكن وصف جلد الإنسان كمثال لجلد باقي الثدييات.



شكل (٨٩) الجلد (في الانسان)
أ ـ جلد فروة الرأس مصبوغ بالصبغة الثلاثية قوة صغرى
ب ـ جلد راحة اليد مصبوغ بـ H&E قوة صغرى
يلاحظ الفرق الواضح بين الصورتين من حيث وجود الشعر والغدد الدهنيه

يختلف سمك الجلد فى الانسان من منطقة الى أخرى فيبلغ أقصى سمك له على الظهر حيث يصل الى حوالى ٤ مم ويكون أرق مايكون على جفن العين العلوى حيث يصل الى ٥ر٠ مم ويكون الجلد أسمك فى الرجل عنه فى المرأة.

أنواع الجلد فى الانسان (شكل ٨٩أ،ب):

يمكن أن يقسم الجلد فى الانسان الى الجلد السميك والجلد الرقيق (أو المحتوى على الشعر) ويعزى سمك الجلد الى البشرة عادة وخاصة الطبقة القرنية فيها.

ويوجد الجلد السميك على راحة اليدين وباطن القدمين وهو مهيأ ليتحمل قدرا كبيرا من الاحتكاك ويمكن الانسان من الامساك بالأشياء. ولذلك فليس به شعر أو غدد دهنية، ولكن توجد به غدد عرقية من النوع مجرد الافراز. ويوجد على سطح الأصابع ثنيات تجعلها خشنة وهى مرتبة ترتيبا دقيقا ومميزا لكل شخص مكونة بصمات الأصابع Dermatoglyphics .

أما الجلد الرقيق فيتميز عادة بوجود الشعر الذى قد يكون خشنا وملونا أو رقيقا لالون له. ويغطى الجلد الرقيق معظم اجزاء الجسم، وبه غدد دهنية وغدد عرقية مجردة الافراز وأخرى قمية الافراز وهناك أنواع من الجلد الرقيق تفتقد الى واحد أو اكثر من الملحقات الجلدية كالشعر والغدد مثلا.

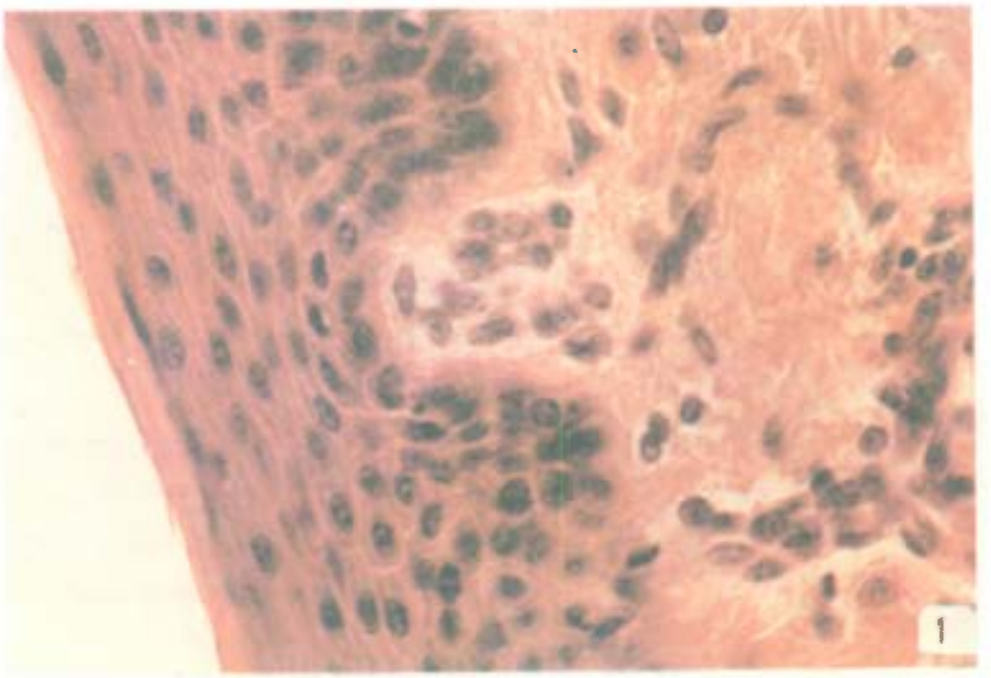
يتكون الجلد من طبقتين مختلفتين فى التركيب والمنشأ الجنينى والوظيفة، وهما البشرة والأدمة.

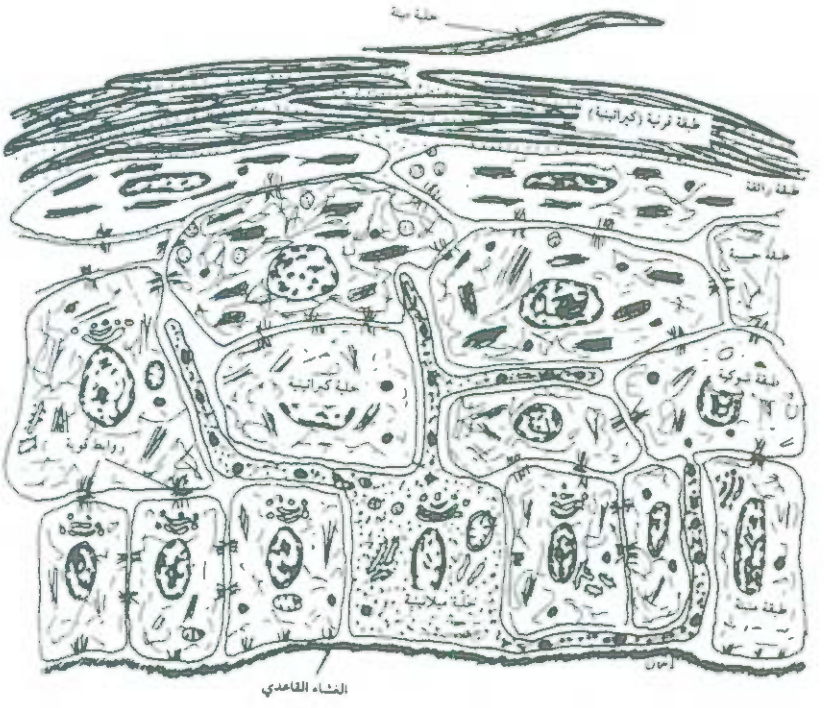
البشـــرة Epidermis (شكل ٩٠)

هى عبارة عن طبقة من النسيج الطلائى المصفف المغطى بطبقة قرنية يختلف سمكها من مكان الى آخر حسب مدى تعرض الجلد للاحتكاك. وتتكون البشرة من عدد من الطبقات يفصلها عن الأدمة غشاء قاعدى سميك، وفيما يلى ذكر هذه الطبقات من الداخل الى الخارج :

١ ـ الطبقة القاعدية Stratum basale وهى الطبقة التى ترتكز على الغشاء القاعدى وتلتحم معه فى نقاط عديدة تسمى أنصاف الالتصاقات القوية Hemidesmosomes وتتكون هذه الطبقة من صف واحد من الخلايا العمودية التى تحتوى على خيوط دقيقة Microfilaments . وخلايا هذه الطبقة نشطة جدا فى الانقسام وتنتج خلايا جديدة تزاح نحو الطبقات الأعلى. ولذلك تسمى الطبقة المنبته Germinal layer .

٢ ـ الطبقة الشوكية Stratum spinosum : تتكون هذه الطبقة من عدة صفوف من الخلايا عديدة الجوانب تتلاصق ببعضها بواسطة العديد من نقاط الالتصاق القوية Desmosomes ، وتحتوى على كميات كبيرة من الليفات المقوية Tonofibrils . وأثناء تحضير عينات الجلد تنكمش خلايا هذه الطبقة تاركة مسافات بين خلوية واسعة، الا انها تظل مرتبطة ببعضها عند النقاط القوية التى تبدو وكأنها اتصالات بين خلوية، السبب الذى أدى الى تسميتها تجاوزاً معابر بين خلوية Intercellular bridges





ب

شكل (٩٠)

أ ـ بشرة الجلد قوة كبرى

ب ـ رسم تخطيطي لخلايا بشرة الجلد وعلاقاتها مع بعضها.

. كما تظهر الليفات المقوية على شكل أشواك تخرج من النقاط اللاصقة ولذا سميت هذه الطبقة بالطبقة الشوكية.

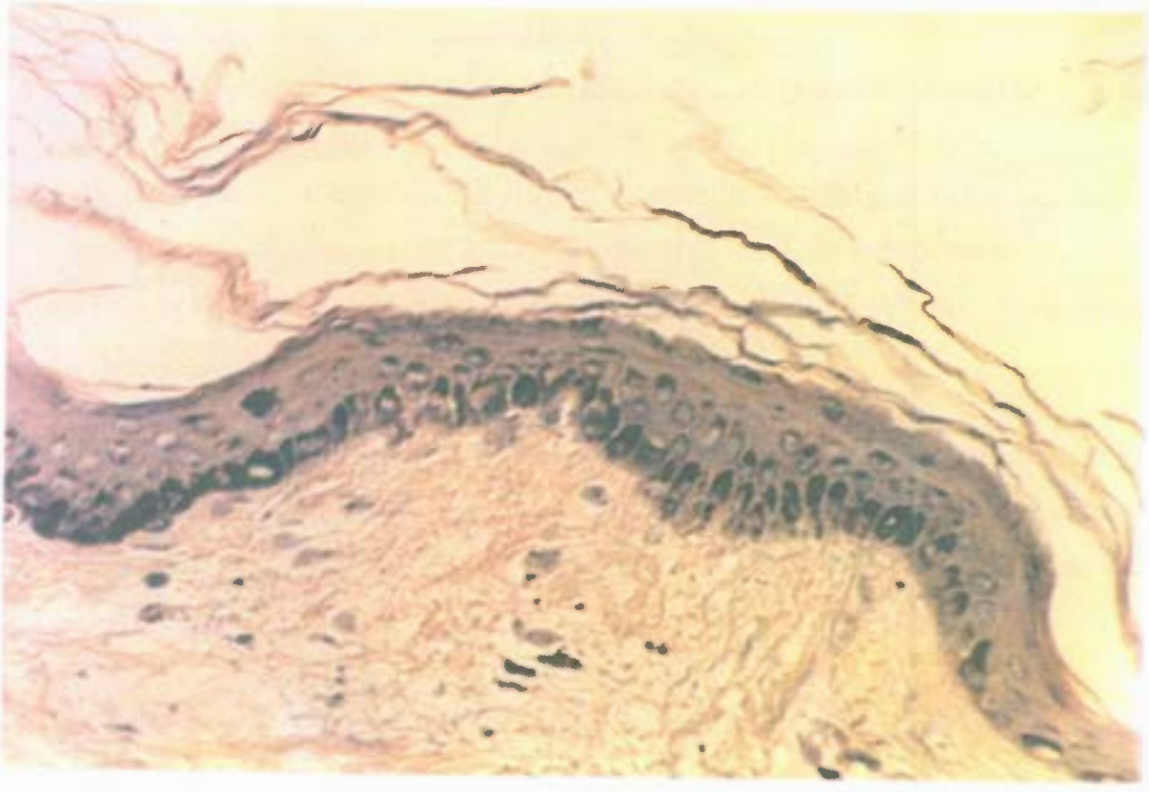
ويوجد فى خلايا الطبقة الشوكية حويصلات تحتوى على مواد بعضها دهنى تصب محتوياتها بين الخلايا فى الطبقات الأعلى وبذلك تزيد من خاصية البشرة فى طرد الماء، وقد تقوم بعض خلايا هذه الطبقة بالانقسام.

٣ ـ الطبقة الحبيبية Stratum granulosum : وفيها تستطيل الخلايا لتصبح زاويّة (معينة) الشكل وتتكون هذه الطبقة من صف أو أكثر من هذه الخلايا، وتكون أكثر سمكا فى الجلد السميك. وتحتوى الخلايا على حبيبات قاعدية الاصطباغ يوجد بها مادة الكيراتين الأولية التى تسمى «هلام الكيراتين» Keratohyaline التى تتحول فيما بعد الى الاليدين Eleidin فى الطبقة التالية.

٤ ـ الطبقة الرائقة Stratum lucidum : وفيها لايمكن تمييز الخلايا، ولذلك تظهر على شكل شريط متجانس حمضى الاصطباغ يحتوى على مادة الاليدين التى تتحول فى الطبقة التالية الى مادة الكيراتين.

وفى هذه الطبقة تفقد الخلايا أنويتها وعضياتها.

وتسمى الطبقات الأربع السابقة مجتمعة بطبقة ملبيجى Malpighian layer .



شكل (٩١) جلد شخص زنجي مصبوغ بـ H&E قوة متوسطة
يلاحظ حبيبات الميلانين في معظم خلايا البشرة.

٥ ـ الطبقة القرنية Stratum cornium : وتتكون من خلايا ميتة متراصة تتماسك مع بعضها ولاتحتوى الا على المادة القرنية التى هى خليط من الليبفات والكيراتين. وفى المنطقة الخارجية من هذه الطبقة تتفكك الخلايا لتصبح على شكل حراشيف أو قشور تتساقط باستمرار لتحل محلها خلايا أخرى وبذلك يتم تجدد الجلد بصفة دائمة.

وتستغرق الخلية حوالى أربعة أسابيع ابتداء من انقسامها فى الطبقة القاعدية وحتى سقوطها من سطح الطبقة القرنية.

وتكون الطبقة الحبيبية والطبقة الرائقة أكثر وضوحا فى الجلد السميك كما فى راحة اليد وباطن القدم.

وتحتوى البشرة علاوة على الخلايا التى ذكرت فى الطبقات المختلفة (والتى تخصصت فى تصنيع مادة الكيراتين وتسمى لذلك الخلايا الكيراتينة Keratinocytes)، على أنواع أخرى من الخلايا هى :

١ ـ الخلايا الميلانينية Melanocytes : وهى الخلايا التى تقوم بتكوين مادة الميلانين البنية اللون. ولهذه الخلايا تفرعات كثيرة تمر بين خلايا الطبقة القاعدية وبعض خلايا الطبقة الشوكية حيث تزودها بحبيبات الميلانين ولكن الخلايا تفقد محتواها من الميلانين كلما تحركت نحو الطبقة الرائقة (شكل ٩١).

وعند اختلاط لون الميلانين البنى بنسب متفاوتة مع المواد الكاروتينية الصفر، اضافة الى لون الدم الأحمر، يظهر عندئذ لون الجلد المميز لكل شخص.

ولاتتأثر الخلايا الميلانينية عادة بالظروف المختلفة ولكن عندما يتعرض الجلد لأشعة الشمس فانها تقوم بتصنيع كميات زائدة من الميلانين معطية الجلد اللون النحاسى المعروف.

يوجد فى أدمة جلد بعض الفقاريات (مثل الأسماك والبرمائيات والزواحف) خلايا صبغية من نوع آخر تتأثر بالمحيط الذى تعيش فيه هذه الحيوانات بسرعة، كما توجد أنواع أخرى من الخلايا التى تقوم بتصنيع مواد ملونة أخرى. فالخلايا حاملات اللون الاحمر Erythrophores تصنع الصبغة الحمراء، أما الصبغة الصفراء فتقوم بتصنيعها خلايا تسمى حاملات اللون الاصفر Xanthophores .

وتسمى عملية تغير اللون التى تحدث فى بعض الحيوانات استجابة للمؤثرات البيئية الخارجية بظاهرة التلون Metachrosis

٢ ـ الخلايا اللمسية Merkel cells : وهى أقل دكانة فى اصطباغها من الخلايا الكيراتينية. وتوجد مرتبطة بطرف عصب حسي عار. وسيتوبلازم هذه الخلايا يحتوى على حبيبات خاصة تشبه تلك الموجودة فى الخلايا الصم التى تصنع الأدرينالين. وترتبط هذه الخلايا مع ماحولها من خلايا بواسطة الالتصاقات القوية.

٣ ـ خلايا لانجرهانز Langerhans cells : وهى خلايا ذات تفرعات كثيرة توجد بين خلايا الطبقة الشوكية. وهى رائقة، ولاترتبط مع الخلايا المحيطة بها بواسطة الالتصاقات القوية. وقد وجد حديثا ان هذه الخلايا تحمل على سطح أغشيتها مستقبلات كتلك التى توجد على الخلايا «T » والخلايا «B » اللمفية. ولذلك فانه يعتقد بانها تلعب دورا ما فى العملية المناعية.

الأدمـــة Dermis

هى الطبقة الداخلية للجلد ويفصلها عن البشرة الغشاء القاعدى، والسطح الفاصل بين البشرة والأدمة غير مستو ولكنه متعرج ومتموج مكوناً أشكالا أو حلمات تختلف من منطقة الى اخرى فى الجسم. ويختلف سمك الأدمة حيث يتراوح بين ٥ر٠ و ٤ مم.

وتتكون الأدمة من نسيج ضام يمكن تمييزه الى طبقتين : طبقة خارجية مفككة غنية بالخلايا والشعيرات الـدموية والنهايات العصبية وتسمى الطبقة الحلمية Papillary layer وتسمى بروزات هذه الطبقة داخل البشرة بالحلمات الأدمية. أما الطبقة الداخلية من الأدمة فتسمى الطبقة الشبكية Reticular layer حيث تتكون من شبكة كثيفة من الحزم الليفية البيض مع وجود بعض الألياف المرنة.

ومن الطبقة الشبكية يصنع الجلد المستعمل فى الصناعة وذلك بعدما تدبغ جلود الحيوانات بواسطة مواد خاصة تثبت الالياف البيض وتقويها.

ملحقـــات الجلـــد Skin appendages

أولا : الشـــعر Hair (شكل ٩٢):

وهو عبارة عن خيوط قرنية صلبة تنبت من بشرة الجلد. ويختلف سمك الشعرة ولونها وليونتها من جنس بشرى لجنس آخر. ويحكم كل هذه الصفات عوامل وراثية. ويختلف أسلوب انتشار الشعر السميك الملون على الجلد من منطقة الى منطقة ومن شخص لآخر. ويختلف كذلك بين الرجل والمرأة.

تتكون الشعرة من ساق يبرز من سطح الجلد وجذر مدفون فى غمد Follicle داخل الجلد يمتد الى الأدمة أو الى المنطقة التحتجلدية Hypodermis كما فى حالة الشعر السميك. ويتضخم غمد الشعرة عند نهايته ليكون بصلة الشعرة Hair bulb التى تحيط بتجويف مملوء بالنسيج الضام والأوعية الدموية ويسمى حلمة الشعرة Hair papilla .

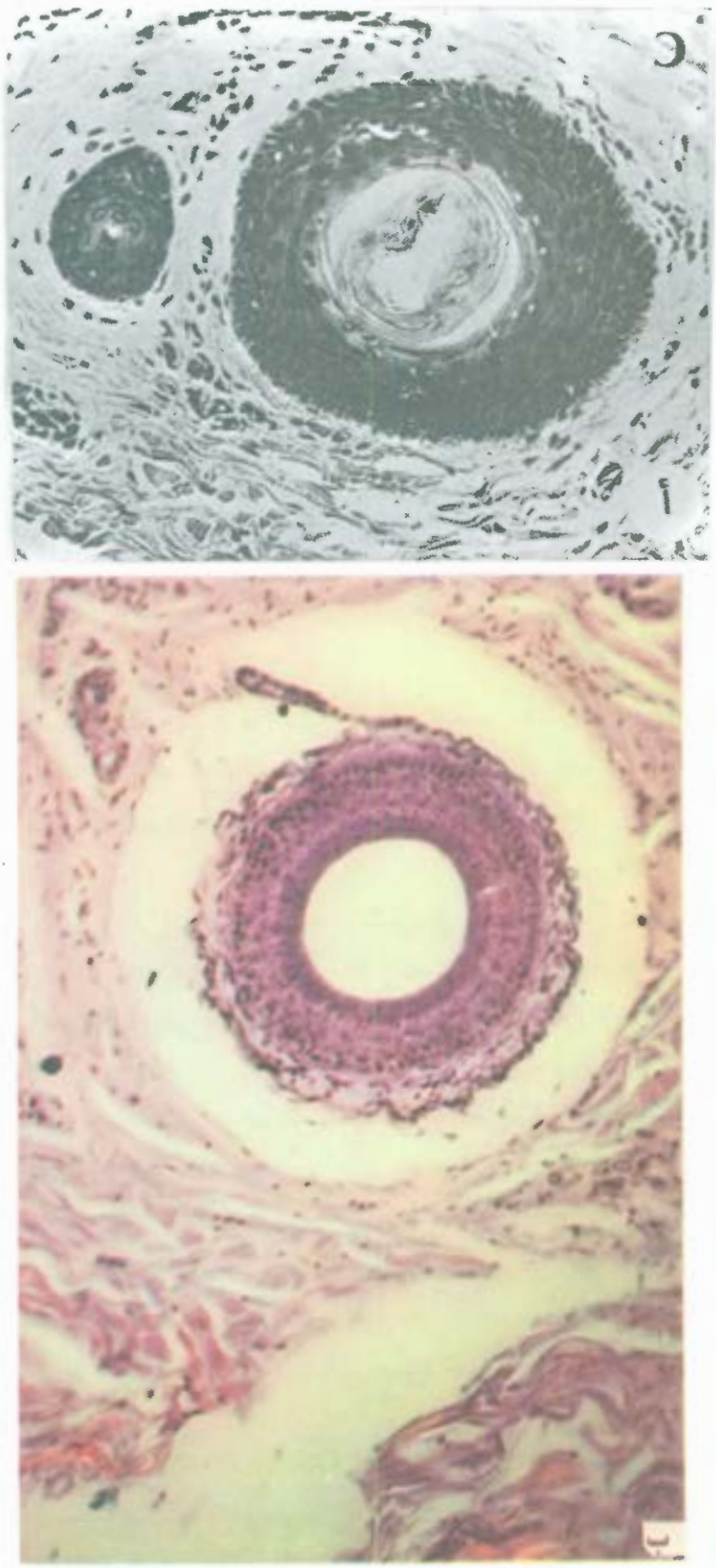
وتكوّن الشعرة مع سطح الجلد زاوية حادة من ناحية وزاوية منفرجة من الناحية المقابلة.

ويتكون غمد الشعرة من ثلاثة أغلفة هى :

١ ـ **الغـــلاف الليفـــى** Fibrous sheath : ويتكون من الياف خارجية تمتد طوليا موازية للشعرة وأخرى بداخلهـا تمتـد دائـريا حول الشعرة. ويفصل الغلاف الليفى عن الغلاف الذى يليه طبقة من مادة متجانسة حمضية الاصطباغ تسمى الغشاء الزجاجى وهى فى الواقع الغشاء القاعدى للغلاف الخلوى. ويحتوى الغلاف الليفى على أوعية دموية ونهايات عصبية حساسة للّمس.

٢ ـ **الغلاف الجذرى الخارجى** Outer root sheath : ويبدأ بعد الغشاء الزجاجى مباشرة ويتكون من عدد من الـطبقـات الخلوية التى تشبـه طبقة ملبيجى من البشرة وتعتبر امتداداً لها، ويقل سمك الغلاف الخارجى تدريجيا كلما اتجه نحو البصلة الى أن يصير مكونا من طبقة واحدة من الخلايا العمودية.

٣ ـ **الغلاف الجذرى الداخلى** Inner root sheath : وينمو من البصلة ويمتد الى مستوى فتحات الغدد



شكل (٩٢) قطاع عرضي في شعرة سميكة
أ ـ قوة وسطى
ب ـ قوة كبرى مصبوغة بالصبغة الثلاثية

فى غمد الشعرة حيث ينتهى تاركا فراغا يفصل الشعرة عن الغلاف الخارجى ويسمى قناة الشعرة. وفيه تصب افرازات الغدة الدهنية والغدد العرقية القمية. ويتكون هذا الغلاف من ثلاث طبقات : الخارجية منها تتكون من خلايا مستطيلة مترابطة مع بعضها، ومملوءة بمادة قبلقرنية. والوسطى منها تتكون من عدد من الخلايا الرائقة تقريبا وتحتوى على مادة قبلقرنية، والداخلية تتكون من خلايا متقرنة لها حواف بارزة ولذلك فهى تشبه قشور الأسماك تتجه حوافها الى أسفل وتتداخل مع خلايا مشابهة لها على سطح الشعرة.

وتتكون الشعرة من ثلاث طبقات تنشأ من بصلة الشعرة وتزاح الى الخارج حيث تموت وتصبح صلبة وهذه الطبقات الثلاث هى :

١ ـ **الجليّـد** Cuticle : وهو عبارة عن خلايا متقرنة صلبة لها حواف حرة تتجه الى أعلى وتتشابك مع حواف خلايا الطبقة الداخلية للغلاف الداخلى للشعرة. وبذلك تثبت الشعرة فى غمدها فلا تنزع منه بسهولة.

٢ ـ **القشـرة** Cortex : وهى عبارة عن عدد من الطبقات الخلوية المتقرنة الصلبة وذلك لاحتوائها على نوع خاص من الكيراتين الصلب الذى يختلف عن كيراتين البشرة اللين. وتمتلىء خلايا القشرة بالحبيبات الصبغية التى تعطى الشعرة لونها المميز. واللون عادة مايكون درجات من اللون البنى للميلانين. ولكن فى حالات خاصة توجد مادة أخرى حمراء تعطى للشعر اللون الأحمر فى بعض الأشخاص.

٣ ـ **اللـب** Medulla : وهو عبارة عن خلايا ميتة انكمشت لتترك خلالها فراغات هوائية كثيرة، ويختلف سمك اللب وكمية الفراغات الهوائية فيه من شعرة الى أخرى. ففى الشعر الدقيق (الذى يسمى الشعر الزغبى Downy) لا يوجد اللب. أما الشعر السميك فله لب يزداد سمكه كلما سمكت الشعرة.

وكما ذكر من قبل فان الشعرة بطبقاتها الثلاث تنبت من البصلة، وباستمرار انقسام خلايا البصلة وتميزها تنزاح خلايا الشعرة الى الخارج ثم تمتلىء بالمادة القرنية وتموت لتكون الشعرة التى تستمر فى النمو الى أن تصل الى طول محدد يختلف من منـطقـة الى منطقة على الجسم. فطول شعر فروة الرأس يختلف عن طول شعر الحاجب. . . . . وهكذا. فإذا قصت الشعرة فانها تبدأ فى النمو مرة أخرى الى أن تصل الى طولها المحدود.

ولكل شعرة عمر محدد، عند انتهائه تتوقف خلايا بصلتها عن الانقسام، وتنفصل الشعرة عن غمدها وتسقط، وبعد فترة من الزمن تبدأ مرة أخرى بصلة الشعرة فى النشاط لتكون شعرة جديدة تنمو فى الغمد القديم.

ويكون الشعر أسمك فى الحاجب والرموش وفتحة الأنف يليه شعر الشوارب واللحية ثم شعر الرأس ثم شعر الجسم فى بعض المناطق.

ويعتمد توزيع الشعر السميك على الجسم على العوامل الوراثية، كما يختلف بين الرجل والمرأة فى بعض المناطق مثل شعر الشفة العليا والذقن، وتتحكم فى ذلك الهرمونات الجنسية.

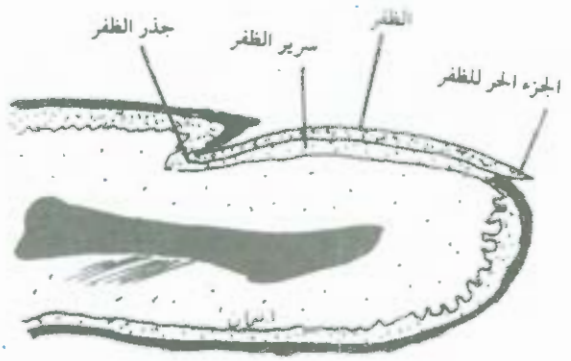
ثانيا : الظفـر The Nail (شكل ٩٣)

الظفر ـ مثله مثل المخلب والحافر ـ عبارة عن غطاء قرنى للسطح الخارجى (العلوى) للسلامية الأخيرة للأصبع. وتوجد المخالب الحقيقية فى الزواحف والطيور والثدييات أما الحوافر فتوجد فقط فى مجموعة محدودة من الثدييات. ولا توجد الأظفار الا فى القردة وفى الانسان.

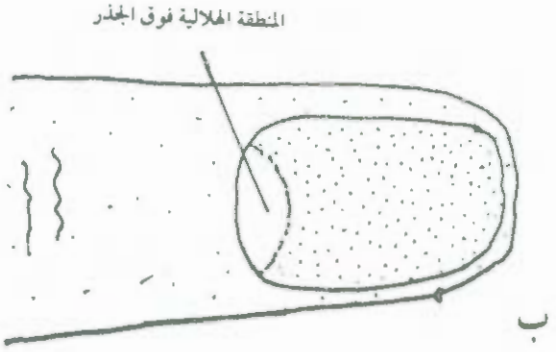
تنشأ الاظفار ـ أثناء الحياة الجنينية المبكرة ـ من ثنيات هلالية فى البشرة العليا لنهاية أصابع اليدين والرجلين، ويصبح الجزء الداخلى من كل من هذه الثنيات اكثر نشاطا فى الانقسام ليكون جذر الظفر. ينمو الظفر نحو طرف الاصبع بنفس الطريقة التى تنمو بها الشعرة حيث تتقرن خلاياه وتموت مكونة جسم الظفر الذى يكون شفافا لعدم وجود حبيبات صبغية فى خلاياه والذى يظل ملتصقا مع ماتحته من البشرة التى تكون سرير الظفر. وينفصل الظفر عن سريره عند مقدمة الاصبع ليكون الجزء الأمامى الحر من الظفر. ويحاط الظفر عند قاعدته وجوانبه بأخدود الظفر Nail groove .

وعند قرب نهاية الظفر من الخلف توجد منطقة بيضاء هلالية (لاتظهر عادة فى الاصبع الصغير) هى امتداد لجذر الظفر السميك الذى يحجب لون الدم الوردى الذى يظهر من خلال جسم الظفر الشفاف.

وينمو الظفر العادى بمعدل ملليمتر واحد فى الاسبوع تقريبا بشكل منتظم، وتظهر على الأظفار علامات طولية أو عرضية فى بعض الحالات نتيجة لخلل ما فى انقسام خلايا الجذر، ويمكن عن طريق هذه العلامات تشخيص موعد ونوعية الخلل.



أ



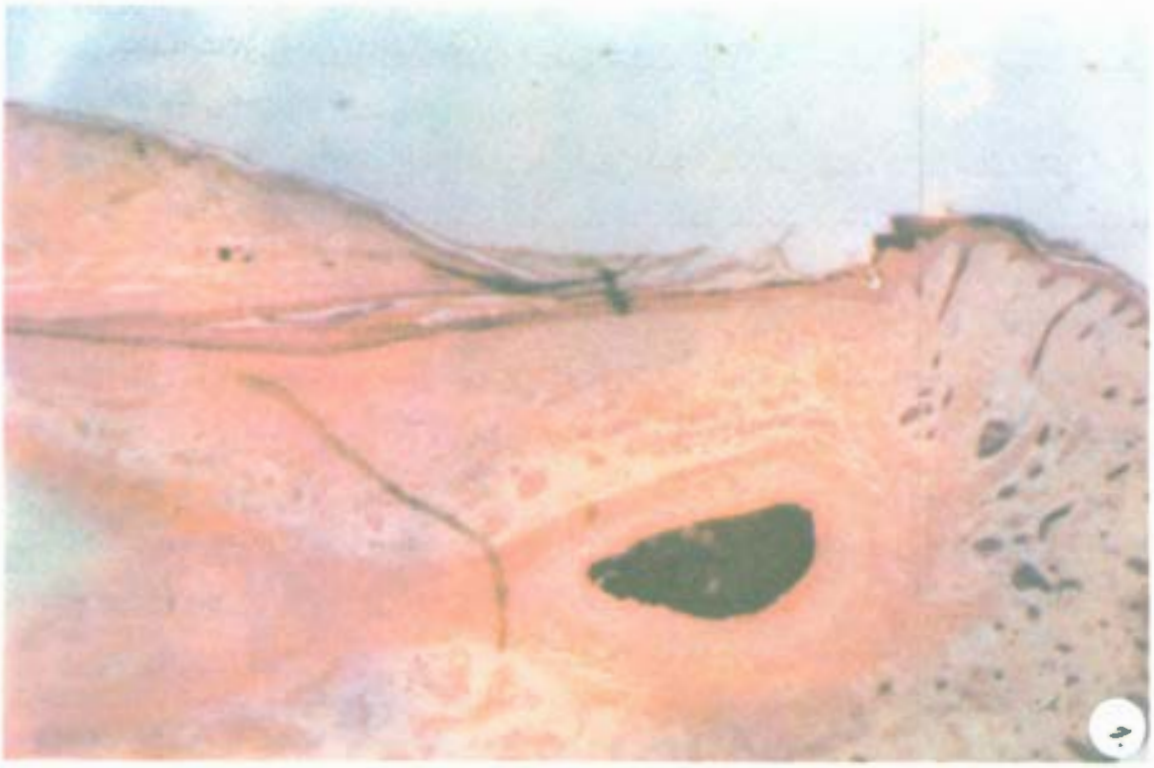
ب

شكل (٩٣) الظفر

أ ـ رسم تخطيطي لمقطع طولي للسلامية الاخيرة لأحد الأصابع

ب ـ رسم للسطح العلوي لطرف اصبع

جـ ـ قطاع طولي في طرف اصبع مصبوغ بـ H&E قوة صغرى.



تابع شكل (٩٣)

ثالثاً: غـدد الجلـــد Skin glands

يوجد فى جلد الانسان ثلاثة انواع من الغدد: الغدد الدهنية والغدد العرقية العادية والغدد العرقية القمية. وتنشأ هذه الغدد مباشرة من بشرة الجلد أو من الجزء العلوى من غلاف الشعرة الخارجى عند قناة الشعرة.

١ ـ الغـدد الدهنيـة (الزيتية) Sebaceous (oil) glands (شكل ٩٤)

هى غدد حويصلية بسيطة قد تكون اجزاؤها الفارزة متفرعة أو غير متفرعة. وهى كلية الافراز لها قناة تبطن بنسيج طلائى مصفف يشبه طبقة ملبيجى فى بشرة الجلد أو يشبه غلاف الجذر الخارجى للشعرة، ويكـون امتـدادا له فى بعض الأحيان. أما الحويصلات الفارزة فيتكون جدار كل منها من عدد من الطبقات الخلوية ترتكز الطبقة الخارجية منها على غشاء قاعدى تحيط به طبقة من النسيج الضام الأكثر كثافة عن نسيج الأدمة.

وتمر خلايا الطبقة القاعدية من جدار الحويصلة بعد انقسامها فى مراحل من التميز حيث تتكاثر فيها الحبيبات الدهنية التى تصبح على هيئة كتلة كبيرة تشغل فراغ الخلية وتزيح النواة جانبا ولايبقى فى الخلية سوى بقايا قليلة من العضيات. وعندئذ تكون الخلية قد أصبحت فى منتصف الحويصلة فتنفجر فى تجويفها لتكون افراز الغدة وهو السيبم Sebum والذى يتكون من أنواع من الدهن مع بقايا الخلايا. ويسيل السيبم عبر قناة الغدة الى قناة ا لشعرة ثم الى سطح الجلد.

وتستمر عملية انقسام الخلايا فى الطبقة الخارجية من الحويصلة الدهنية وتكسرها عند منتصفها مادامت الغدة نشطة. ويختلف مدى نشاط الغدد الدهنية حسب عوامل كثيرة خاصة نشاط الهرمونات الجنسية ومحتوى الغذاء من المواد الدهنية.

وتوجد مناطق من الجلد لاتحتوى على غدد دهنية مثل راحة اليد وباطن القدم الا ان هناك مناطق أخرى توجد بها أعداد كبيرة من الغدد الدهنية المتضخمة مثل بعض مناطق الوجة وخاصة على جانبى مقدمة الانف.

وتوجد الغدة الدهنية عادة فى الزاوية المنفرجة من الشعرة بينها وبين العضلات الانتصابية Arrector pili muscles ، وهى عضلات ملس تتقلص تحت تأثير ظروف خاصة (مثل انخفاض درجة الحرارة أو أثناء الخوف) فتشد غمد الشعرة نحو البشرة فتنتصب الشعرة وفى نفس الوقت تضغط على الغدة الدهنية فتدفع مابها من افراز الى سطح الجلد.

وهناك بعض الغدد الدهنية الكبيرة المتحورة مثل الغدد الجفنية التى تفتح على حافة الجفن الداخلية ويكون افرازها طبقة من الزيت على سطح الدموع فيقل سرعة تبخرها كما تمنعها من أن تسيل بسهولة خارج العين.

توجد الغدد الدهنية فى جلد غالبية الحيوانات الثديية فيما عدا جلد الحيتان ولاتوجد هذه الغدد فى جلد الحيوانات الفقارية الأخرى.

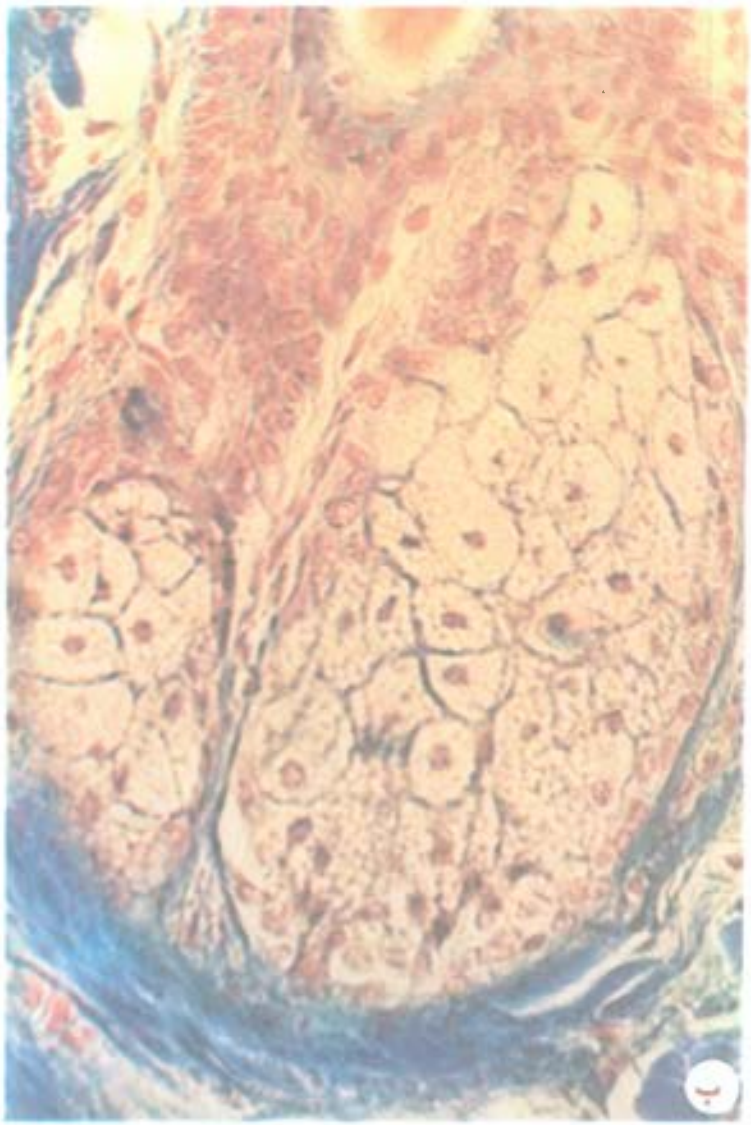
٢ ـ الغدد العرقية العادية Merocrine (eccrine) sweat glands (شكل ٩٥)

لاتوجد الغدد العرقية عموما الا فى جلد الثدييات. ولاتوجد الغدد العرقية العادية الا فى الأوليات Primates وخاصة فى جلد الانسان، ويكاد هذا النوع من الغدد ان يكون أحد خواص جلد الانسان المميزة.

شكل (٩٤)

أ ـ غدد الجلد الدهنية . قوة صغرى

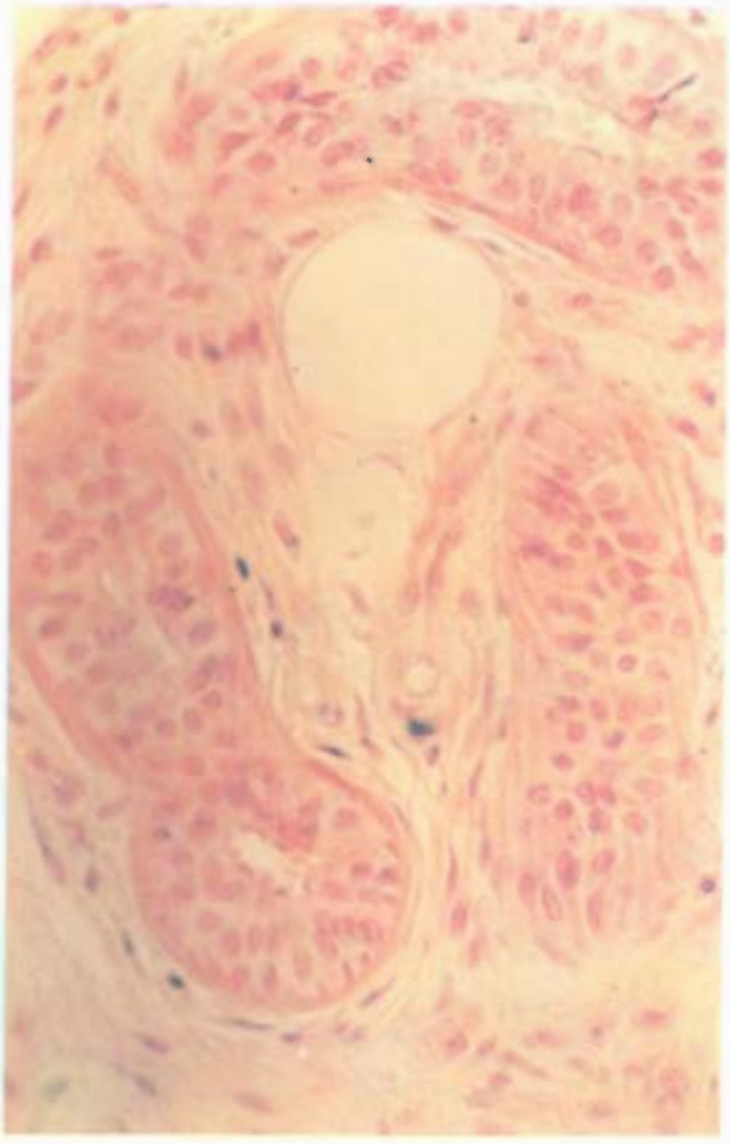
ب ـ جزء من غدة دهنية مصبوغ بالصبغة الثلاثية . قوة كبرى



تابع شـــكل (٩٤)

والغدد العرقية غدد بسيطة انبوبية تلتف اجزاؤها الفارزة لتكون كريات فى الأدمة وقد تمتد الى الطبقة التحتجلدية. ويختلف عدد الغدد العرقية فى جلد الانسان من منطقة الى أخرى. فقد يصل متوسط عددها فى السنتيمتر المربع الواحد الى ٢٧٠ غدة فى راحة اليد بينما توجد ٧٠ غدة فقط فى المتوسط فى جلد الأرجل. ولاتوجد غدد عرقية فى جلد بعض أجزاء الأعضاء التناسلية الخارجية للرجل والمرأة.

وفى المقطع العرضى للغدة العرقية العادية يظهر الجزء الفارز مكونا من تجويف ضيق يحاط بطبقة واحدة من الخلايا الفارزة المكعبة أو الهرمية الشكل يحتوى بعضها على حبيبات وعضيات اكثر من البعض الآخر ولذلك تظهر أكثر دكانة فى المجهر الالكترونى بينما تكون الخلايا الأخرى اقل دكانة وتسمى الخلايا المضيئة.

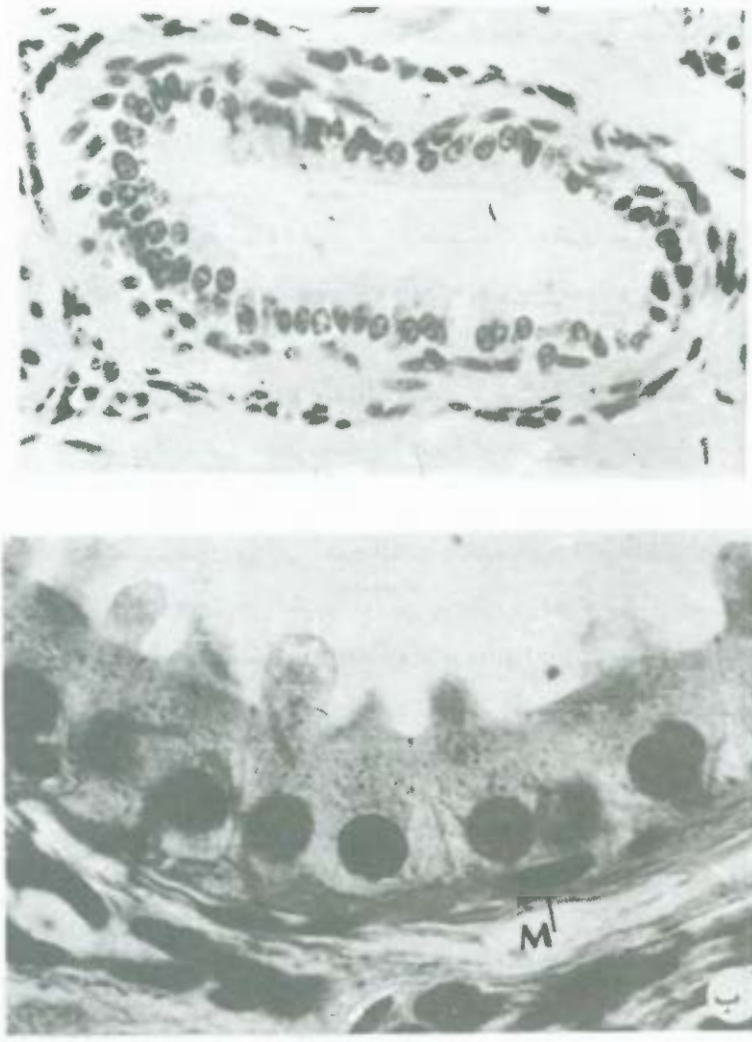


شكل (٩٥) غدد عرقية مجردة مصبوغة بـ H&E . قوة كبرى

أما قناة الغدة فتبطن بطبسين من الخلايا المكعبة الاكثر اصطباغا من الخلايا الفارزة. ويغطى سطح الطبقة الداخلية من بطانة القناة طبقة رقيقة من الجليّد Cuticle . وعندما تدخل القناة الى البشرة تفقد بطانتها وتمر خلال خلايا البشرة فى مسار حلزونى الى ان تفتح على السطح.

ويحاط الجزء الفارز من الغدد العرقية بطبقة من الخلايا الطلائية العضلية Myoepithelium التى بتقلصها تدفع العرق الى قناة الغدة.

ويعتبر افراز الغدد العرقية العادية ـ والذى يتكون من محلول لبعض الأملاح المعدنية وخاصة كلوريد الصوديوم ـ هاما جدا فى تنظيم درجة حرارة الجسم كما انه يخلص الجسم من بعض الأملاح.



شكل (٩٦) غدد عرقية قمية
أ ـ قطاع عرضي في غدة قمية . قوة وسطى
ب ـ جزء من غدة قمية تظهر فيها قمم الخلايا في طريقها للانفصال قوة كبرى.
ويلاحظ الخلايا الطلائية العضلية (M) .

٣ ـ الغدد العرقية القمية Apocrine sweat glands (شكل ٩٦)

وهذا النوع من الغدد هو السائد فى جلد معظم الثدييات ولايوجد فى الانسان الا فى جلد مناطق محدودة جدا مثل الابطين وقمتى الثديين ومنطقة العانة والمنطقة المحيطة بالشرج .

تشبه الغدد القمية فى شكلها العام الغدد العادية ولكنها تختلف عنها فى الجوانب التالية :

- ترتبط عادة بالشعر وتفتح فى قناة الشعره .
- الجزء الفارز اكثر اتساعا ويبطن بنوع واحد من الخلايا التى يظهر على سطحها نتوءات
- صغيرة نتيجة لأسلوب افرازها القمى .

- يحتوى افرازها على كثير من المواد العضوية التى تساعد على نمو الميكروبات مما يسبب رائحته المميزة، ولذلك تسمى الغدد القمية العرقية أحيانا بالغدد ذوات الرائحة Odoriferous glands .
- تنمو وتنشط هذه الغدد بعد البلوغ الجنسى فقط بتأثير الهرمونات .

توجد فى جلد الحيوانات الفقارية أنواع أخرى من الغدد نذكر بعضها فيمايلى .

١ - لايوجد فى جلد السهيم سوى خلايا كأسية مخاطية بين خلايا بشرته المكونة من طبقة واحدة من الخلايا .

٢ - يوجد فى جلد دائريات الفم Cyciostomes خلايا كأسية ذات أشكال مختلفة كما يوجد فى جلد بعضها خلايا تقوم بافراز مادة على شكل خيوط ولذلك تسمى بالخلايا الخيطية Thread cells .

٣ - يوجد فى جلد الاسماك علاوة على ماذكر بعض الغدد الحويصلية المخاطية والسامة .

٤ - يوجد فى جلد البرمائيات - علاوة على الانواع السابقة - بعض الغدد الأنبوبية كتلك التى توجد على أقدام الضفادع وتحت فك السلمندر. وتسمى هذه الغدد بالغدد الفكية Mental glands .

٥ - لاتوجد غدد فى جلد الزواحف أو الطيور. ولكن يوجد فى بعض مناطق جسم هذه الحيوانات بعض الغدد الخاصة، مثل الغدد الفخذية Femoral glands التى توجد على افخاذ السحالى. والغدد المجمعية Cloacal glands فى الثعابين، والغدد المسكية Musk glands تحت فك بعض السلاحف، والغدد الذيلية على السطح العلوى للذيل الضامر فى الطيور.

المدد الدموى والعصبى للجهاز الغطائى

تصل الى الطبقة التحتجلدية شرايين تتفرع وتتشابك لتكون شبكة شريانية تحتجلدية تخرج منها فروع تغذى النسيج الدهنى والغدد والشعر الموجودة فى هذه الطبقة، ومن الشبكة التحتجلدية تخرج شرايين الى منطقة الأدمة حيث تكون شبكة شريانية أدمية عند التقاء الطبقة الحلمية بالطبقة الشبكية .

وتخرج شرينات الى الحلمات الأدمية لتكون بها شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية ويعود الدم فى الجانب الوريدى مصاحبا الشرايين المذكورة. هذا ويوجد فى بعض مناطق الجلد اتصالات شريانوريدية غير شعرية تتحكم فى كمية الدم التى تمر فى هذه المناطق تحت الظروف المختلفة من درجات الحرارة. فعندما تقل درجات الحرارة، يمر الدم مباشرة من الجانب الشريانى الى الجانب الوريدى دون ان يمر فى الشعيرات حتى لايفقد كثيرا من حرارته. أما فى الطقس الحار فان الدم يمر فى الشعيرات التى تتسع لتسمح بفقدان كميات من الحرارة، واوضح ماتكون هذه الظاهرة فى أطراف الأصابع وفى جلد الوجه والأذنين .

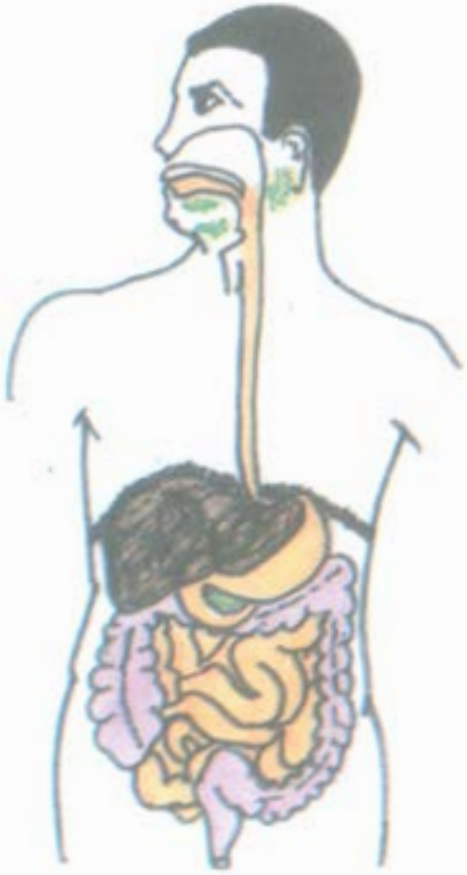
ويغذى الجلد بأعصاب محركة تصل الى العضلات الانتصابية للشعر والعضلات الموجودة فى جدران الأوعية الدموية. كما يصل الى الغدد أعصاب افرازية تتحكم فى نشاط الغدد الجلدية .

ويحتوى الجلد على معظم النهايات العصبية الحسية التى تنتهى بتراكيب خاصة باللمس الخفيف واللمس الثقيل والألم والضغط والحرارة. وتتصل هذه النهايات العصبية بألياف حسية تكون الأعصاب الجلدية .

الفصل الثامن

الجهاز الهضمي

Digestive System



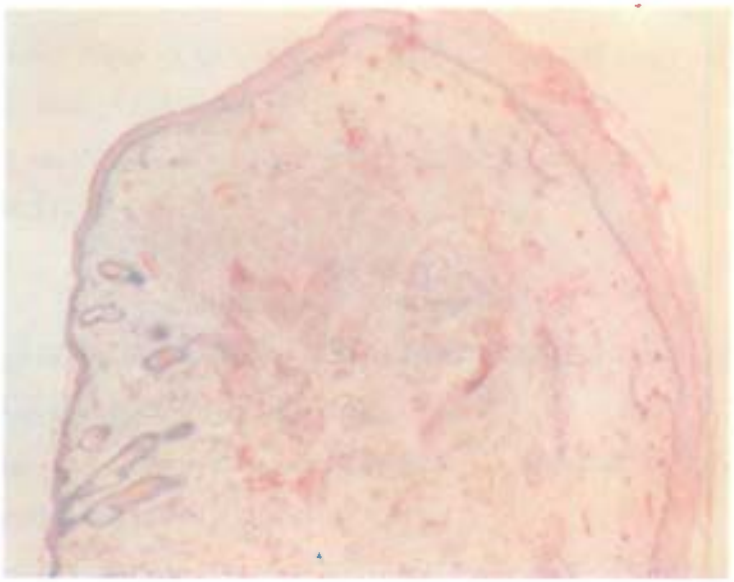
الفصـــل الثامـــــن
الجهـــاز الهضمـــى
Digestive system

يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية وملحقاتها من اسنان ولسان وغدد هاضمة ويقوم الجهاز الهضمي بتجهيز الطعام حتى يصير قابلاً للامتصاص .

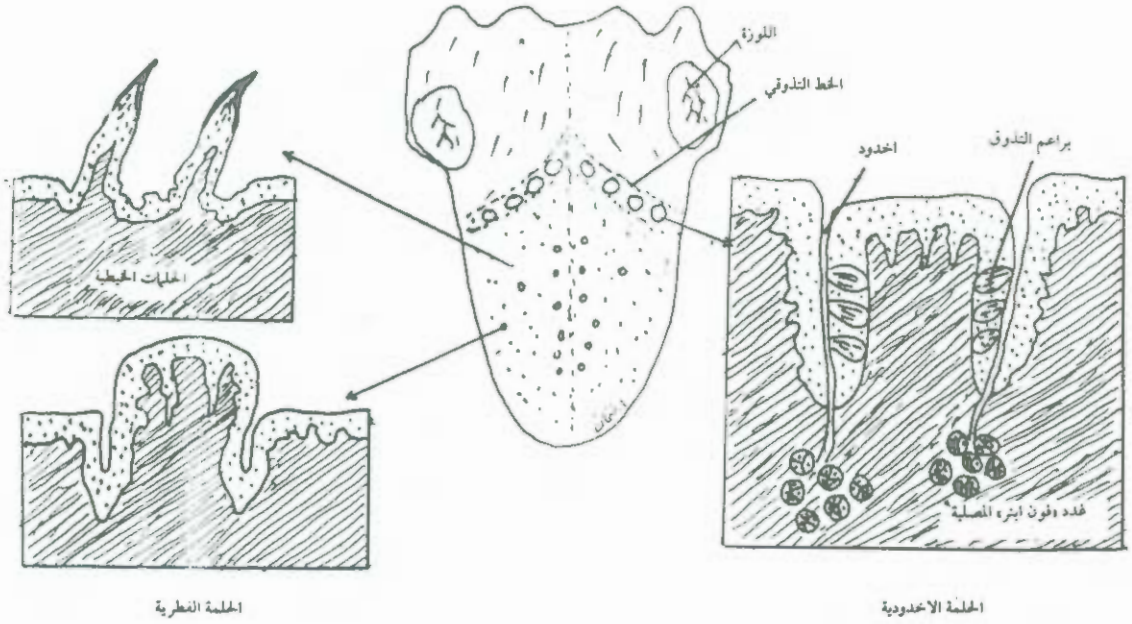
تجـويـف الفـــم Oral cavity

يبدأ تجويف الفم بفتحة الفم وينتهى بفتحة البلعوم ، ويبطن بغشاء مخاطى يتصل بالجلد الذي يغطى الشفتين . ويتكون الغشاء المخاطى من طبقة طلائية مصففة وطبقة من النسيج الضام تسمى الطبقة الخاصة Lamina propria وتكون الطبقة الطلائية متقرنة على اللثة والحنك الصلب والسطح العلوي للسان ، بينما تكون غير متقرنة فى باقى تجويف الفم . ويوجد تحت الغشاء المخاطى فى بعض المناطق طبقة من النسيج الضام قد تحتوى على غدد مخاطية أو مصلية أو مختلطة وتسمى هذه الطبقة بالتحتمخاطية Submucosa وقد يفصل التحتمخاطية عن الغشاء المخاطى الياف عضلية ملس مكونة الطبقة العضلية المخاطية Muscularis mucosa .

تلتصق الطبقة المخاطية مباشرة بسمحاق العظم فى منطقة الحنك الصلب ومنطقة اللثة ، اي انه لا توجد تحتمخاطية فى هذه الاماكن .



شكل (٩٧) قطاع في الشفة مصبوغ بـ H&E . قوة صغرى
السطح الجلدي بما فيه من شعر وغدد الى اليسار ، والغشاء المخاطي الى اليمين .



شكل (٩٨) رسم تخطيطي للسان الانسان والحلمات اللسانية

ويتميز النسيج الطلائي غير المتقرن في تجويف الفم والبلعوم والمرىء بأن الطبقة الحبيبية والطبقة الرائقة فيه غير واضحتين ، كما تكون خلاياه مليئة بحبيبات النشا الحيواني . وفيما عدا ذلك فهو يشبه طبقة ملبيجي فى بشرة الجلد.

الشـــــفة Lip

تغطى الشفة من الخارج بالجلد ومن الداخل بالغشاء المخاطى وتوجد منطقة حمراء بين الجلد والغشاء المخاطي تتميز برقة الطبقة القرنية وغزارة الحلمات الادمية التى تكون عميقة وتحتوى على شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية التى تضفى على المنطقة لونها الوردى.

وتحتوى الشفة على عضلات مخططة مرتبة فى اتجاهات مختلفة كما يوجد في غشائها المخاطي غدد مخاطية شفوية Labial glands (شكل ٩٧).

اللســـــان Tongue

يغطي اللسان من الجهة العليا بغشاء مخاطى طبقته الطلائية متقرنة ومتعرجة ومن الجهة السفلى بغشاء مخاطى طبقته الطلائية رقيقة وغير متقرنة وسطحها املس.

أما جسم اللسان فهو عبارة عن عضلات مخططة مرتبة فى جميع الاتجاهات يوجد خلالها مجموعات من الغدد اللسانية Lingual glands بعضها مخاطى والبعض الآخر مصلى.

يبرز من السطح العلوى للسان حلمات مختلفة الاشكال تعطى هذا السطح مظهراً قطيفياً، وقد يكون خشناً في بعض الحيوانات مثل القطط والحيوانات المجترة. ويفصل الثلث الداخلي من السطح العلوي للسان عن الثلثين الأماميّن خط على شكل حرف "V" يسمى الخط التذوقى Gustatory line (شكل ٩٨).

أنواع حلمات اللســـان Lingual papillae :

١ ـ الحلمات الخيطية Filiform papillae (شكل ٩٩أ) :

وتكثر على سطح لسان الانسان ولها شكل مخروطي وذات سطح متقرن وليس بها براعم تذوقية Taste buds وتستطيل الحلمات الخيطية على لسان الحيوانات اللاعقة وتصبح مدببة وخشنة .

٢ ـ الحلمات الفطرية Fungiform papillae (شكل ٩٩أ) :

وهي أقل عدداً من الحلمات الخيطية وتوجد مبعثرة بينها . ولهذه الحلمات قمم عريضة تبرز على سطح اللسان قليلاً وتشبه فطر عيش الغراب، وتحمل على جوانبها براعم تذوقية . والنسيج الطلائى المغطى لها رقيق نسبياً وأقل تقرناً منه فى الحلمات الخيطية .

٣ ـ الحلمات الخندقية Circumvallate papillae (شكل ٩٩جـ) :

وتوجد في لسان الانسان مرصوصة بمحاذات الخط التذوقي وعددها من ٨ ـ ١٢ حلمة، وهذه الحلمات دائرية الشكل ينخفض سطحها عن سطح اللسان وتحاط من جميع الجهات بخندق ضيق تفتح في قاعه قنوات غدد فون ابنر Von Ebner's glands المصلية . ويوجد على جوانب هذه الحلمات اعداد كبيرة من براعم التذوق .

٤ ـ الحلمات الورقية Foliate papillae (شكل ٩٩ب) :

ولا يوجـد هذا النـوع في لسان الانسان ولكنه يوجد في لسان الارنب وبعض القوارض وهي على هيئة مجموعات من الحلمات المتوازية على جانبي اللسان . ولهذه الحلمات قمم عريضة وحواف جانبية متوازية توجد عليها براعم التذوق .

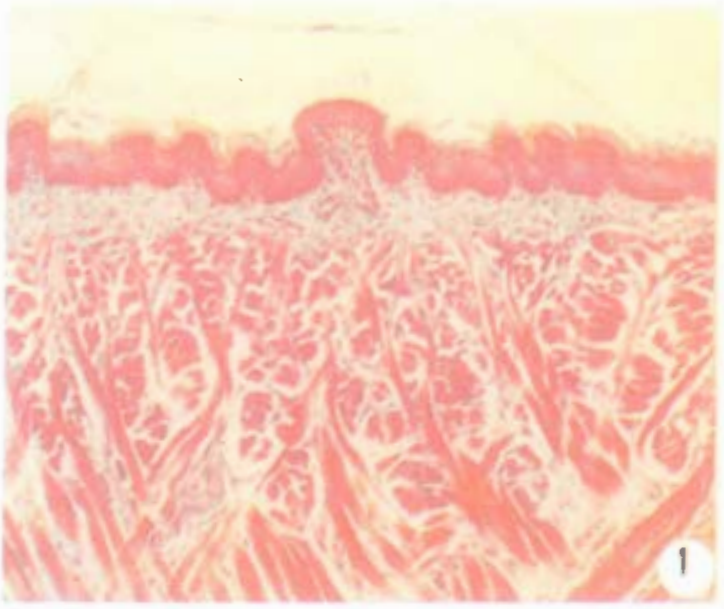
والحلمة اللسانية أيا كان نوعها، عبارة عن ثنية من طلائية اللسان يوجد بداخلها جزء من الطبقة الخاصة غنى بالشعيرات الدموية والنهايات العصبية . ويتعرج السطح السفلي للطبقة الطلائية التي تغطي الحلمات وخاصة في النوع الورقي .

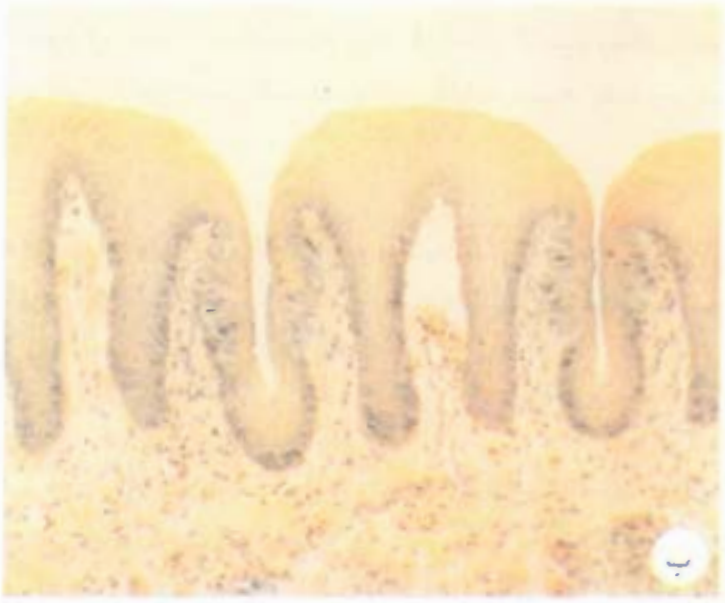
بـراعـم التـــذوق :

هي عبارة عن مجموعات من الخلايات الطويلة المتجمعة فى أشكال بيضاوية تصل بين الغشاء القاعدي وسطح الطبقة الطلائية حيث تفتح بثقب تذوقي .

ويوجد في البرعم نوعان من الخلايا: النوع الأول ضعيف الاصطباغ ويمثل الخلايا الطلائية الحسية Neuroepithelial cells التـذوقية ، أما النوع الثاني فهو عبارة عن خلايا طويلة قوية الاصطباغ وتحيط بالخلايا التذوقية . وينتهي الطرف العلوي لكل من الخلايا التذوقية بعدد كبير من الخميلات يستطيل بعضها ويسمى بالشعيرات التذوقية، وقد تبرز هذه الشعيرات من الثقب التذوقي (شكل ٩٩ د) .

وعمر خلايا براعم التذوق قصير (حوالي ١٠ ايام) تموت بعدها ويحل محلها خلايا أخرى تنتج من انقسام بعض الخلايا الموجودة على حافة البرعم .





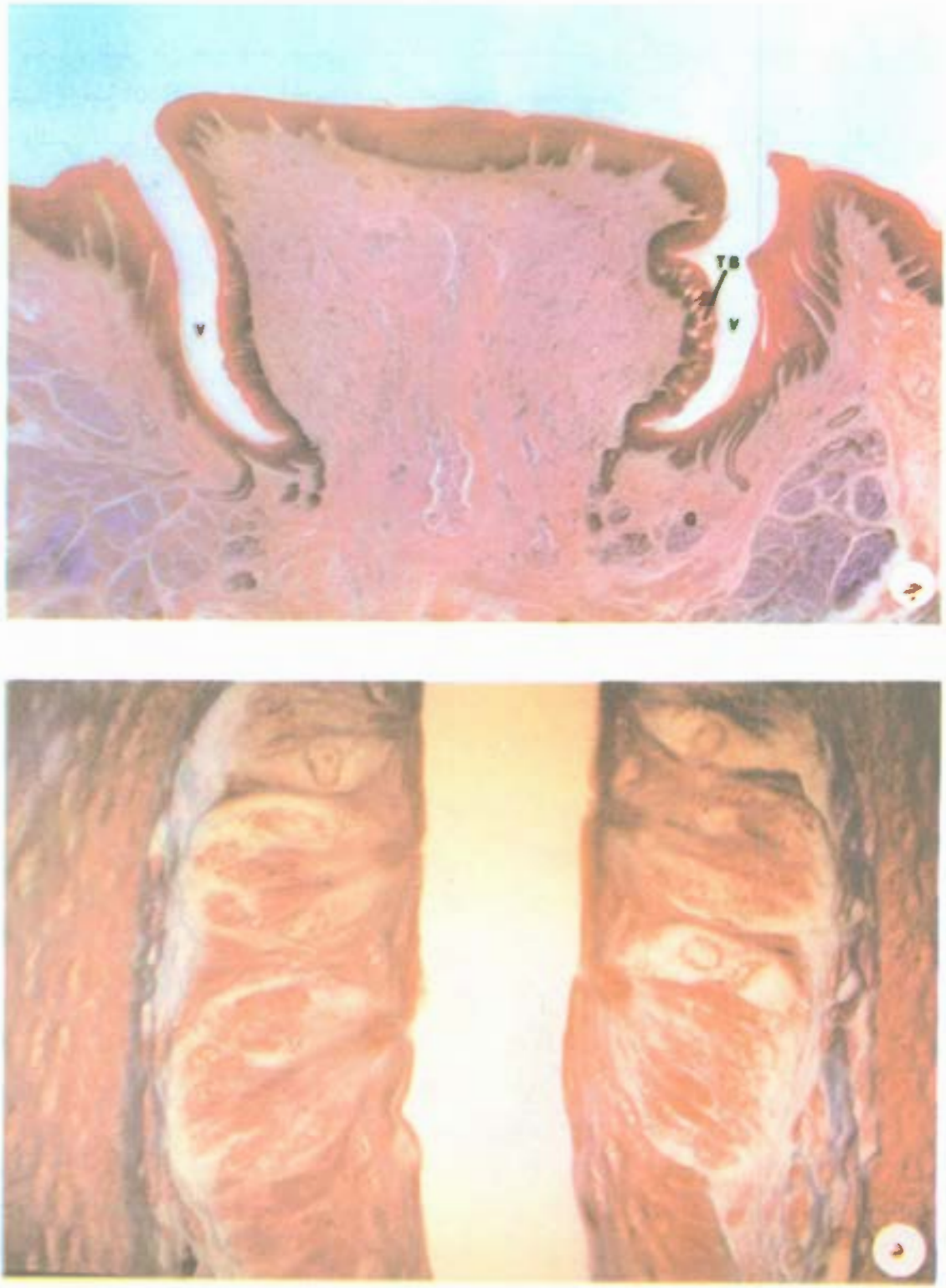
شكل (٩٩)

أ ـ قطاع في اللسان مصبوغ بالصبغة الثلاثية . قوى صغرى
يلاحظ وجود الحلمات الفطرية والخيطية وعضلات اللسان .

ب ـ الحلمات الورقية من لسان الارنب مصبوغ بـ Iron Hx . قوة وسطى .

جـ ـ حلمة أخدودية H&E قوى صغرى . يلاحظ الاخدود (V) وبرعم التذوق (TB) والغدد المصلية (G)

د ـ مجموعة من براعم التذوق فى أخدود حلمة لسانية (الصبغة الثلاثية) قوة كبرى .



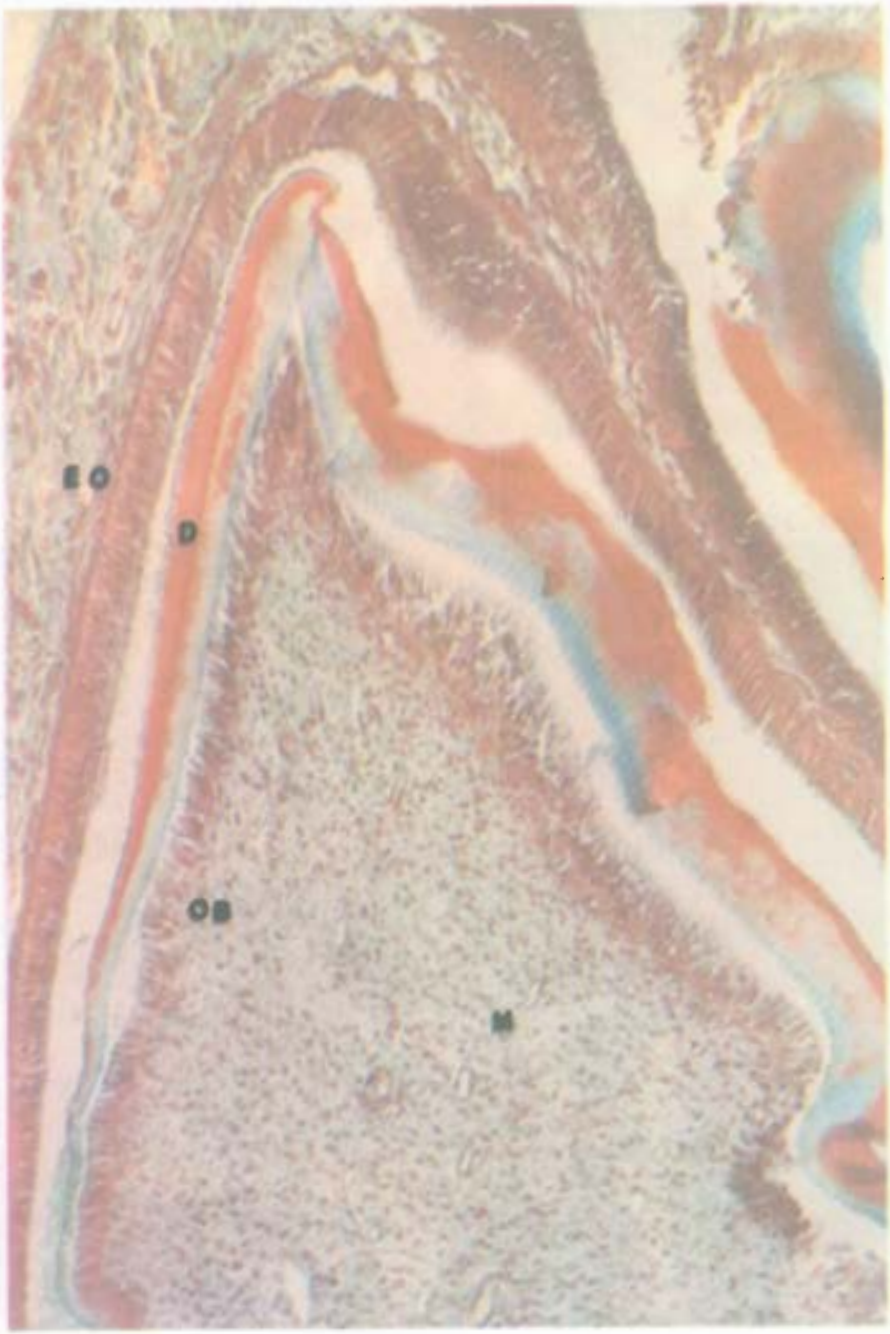
تابع شكل (٩٩)

توجد البراعم التذوقية على جوانب حلمات اللسان كما توجد ايضاً على السطح الخلفي للسان وكذلك على سطح الحنك الصلب والسطح الخلفي للسان المزمار Epiglottis .

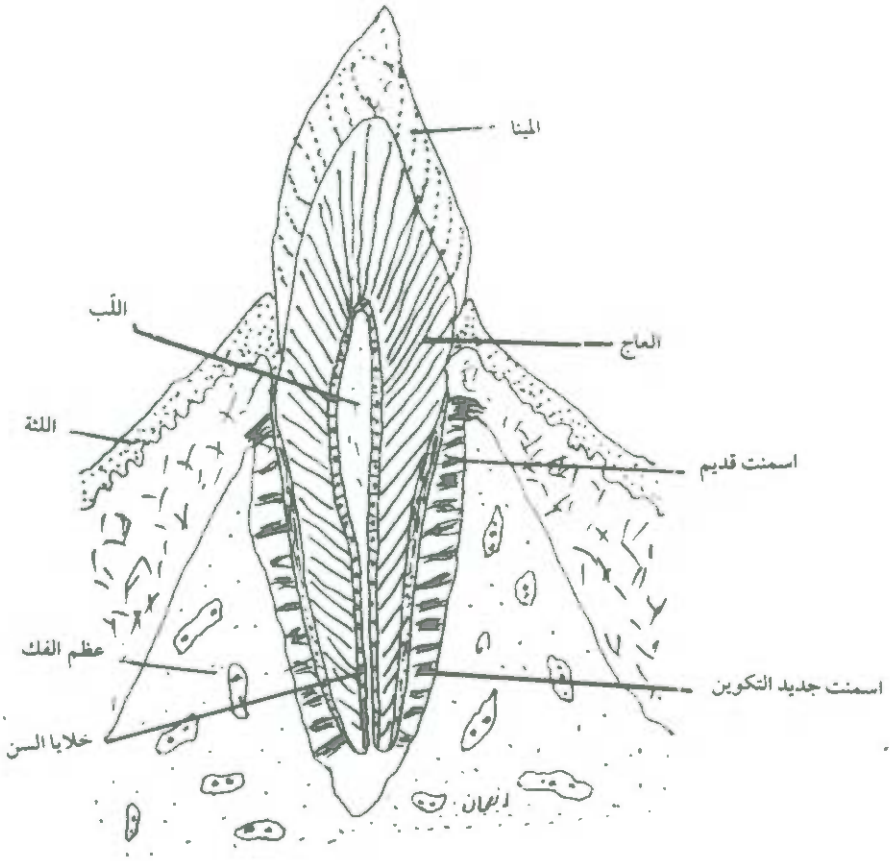
الأســـــنان Teeth

يتكـون السن من جزء ظاهر يسمى التاج Crown وجزء مغمور في اللثة وفي تجويف عظمي في الفك ويسمى الجذر Root ، ويلتقي الجزءان عند حافة اللثة في منطقة تسمى العنق.

وللسن ثقب في أسفله تدخل منه الأوعية الدموية والأعصاب الى تجويف في وسطه يسمى لب السن Tooth pulp (شكل ١٠٠، ١٠١).



شكل (١٠٠) قطاع طولي في سن أثناء التموقبل أن ينفذ من اللثة. الصبغة الثلاثية. قوة صغرى.
يلاحظ اللب (M) وخلايا السن (OB) وعضو المينا (EO) والعاج (D)



شكل (١٠١) رسم تخطيطي لقطاع طولي لسن

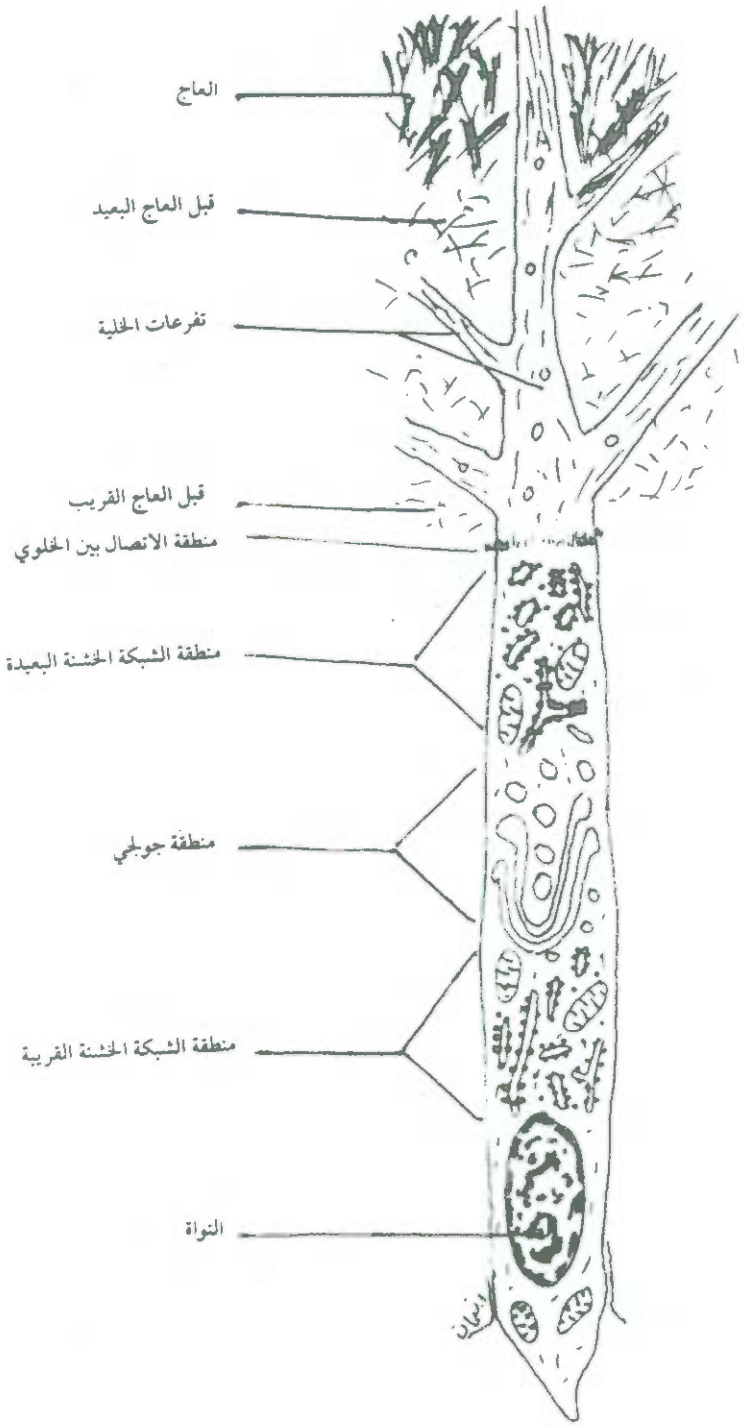
ويتكون السن من مادة عظمية قوية صلبة تسمى العاج Dentine تغطى بالمينا Enamel في منطقة التاج وبالاسمنت Cement في منطقة الجذر.

والعاج يشبه العظم في تركيبه الكيميائي ولكنه لا يحتوي على خلايا وتتخلله قنيات العاج التي تبدأ من اللب وتتجه نحو السطح.

ويعتبر المينا أكثر مواد الجسم صلابة، وهو نوع خاص من العظم يتكون من بللورات منشورية تلتصق مع بعضها بقليل من المواد العضوية وتمتد من سطح العاج الى السطح الخارجي للسن.

أما الأسمنت فيغطي العاج في جذر السن ويغلف من الخارج بغلاف من النسيج الضام يشبه سمحاق العظم وتتداخل ألياف الغلاف في العاج من جهة وفي عظم الفك من جهة اخرى وبذلك يثبت السن في مكانه.

يحاط اللب بطبقة من الخلايا العمودية التي تشبه الخلايا الطلائية وتسمى الخلايا المكونة للعاج Odontoblasts وهي في الواقع مثل الخلايا المكونة للعظم، ويخرج من كل خلية نتوء رفيع يدخل في قنيات العاج (شكل ١٠٢).

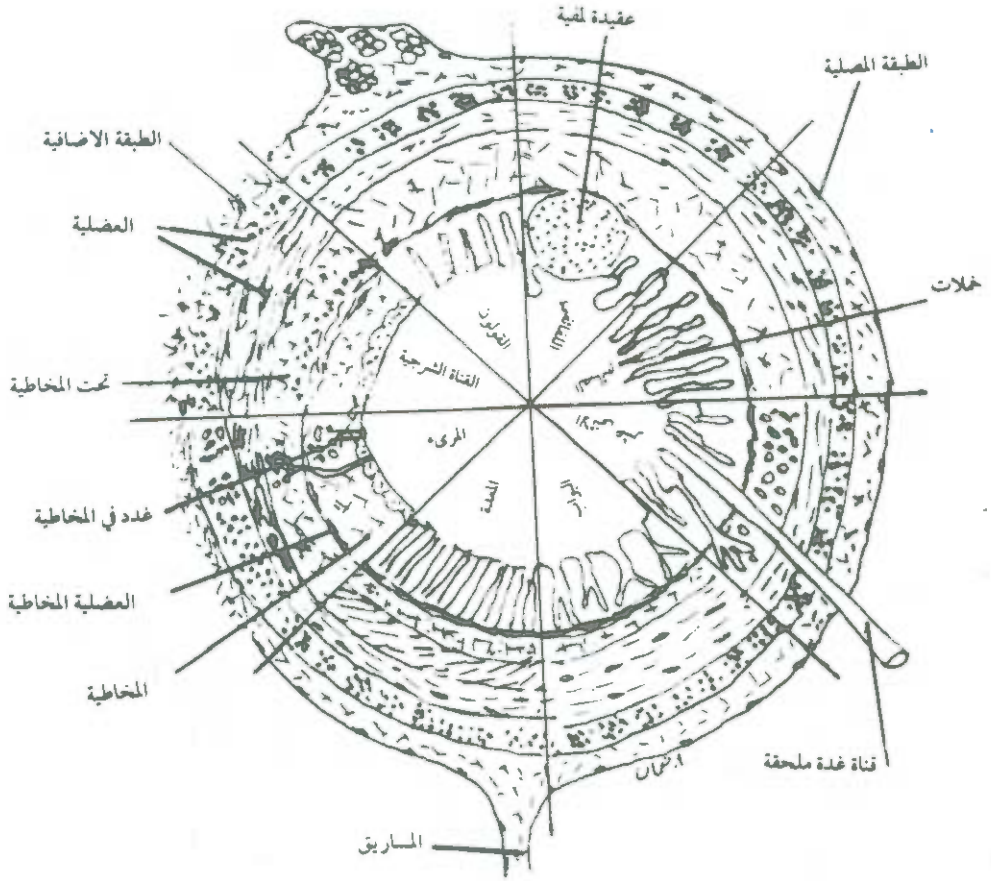


شكل (١٠٢) الخلية المكونة للعاج

القنـاة الهضميـة Alimentary Canal

هي أنبوبة مخاطية عضلية يتركب جدارها من أربع طبقات تختلف من منطقة الى أخرى حسب الوظيفة المنوطة بتلك المنطقة (شكل ١٠٣). وهذه الطبقات هي :

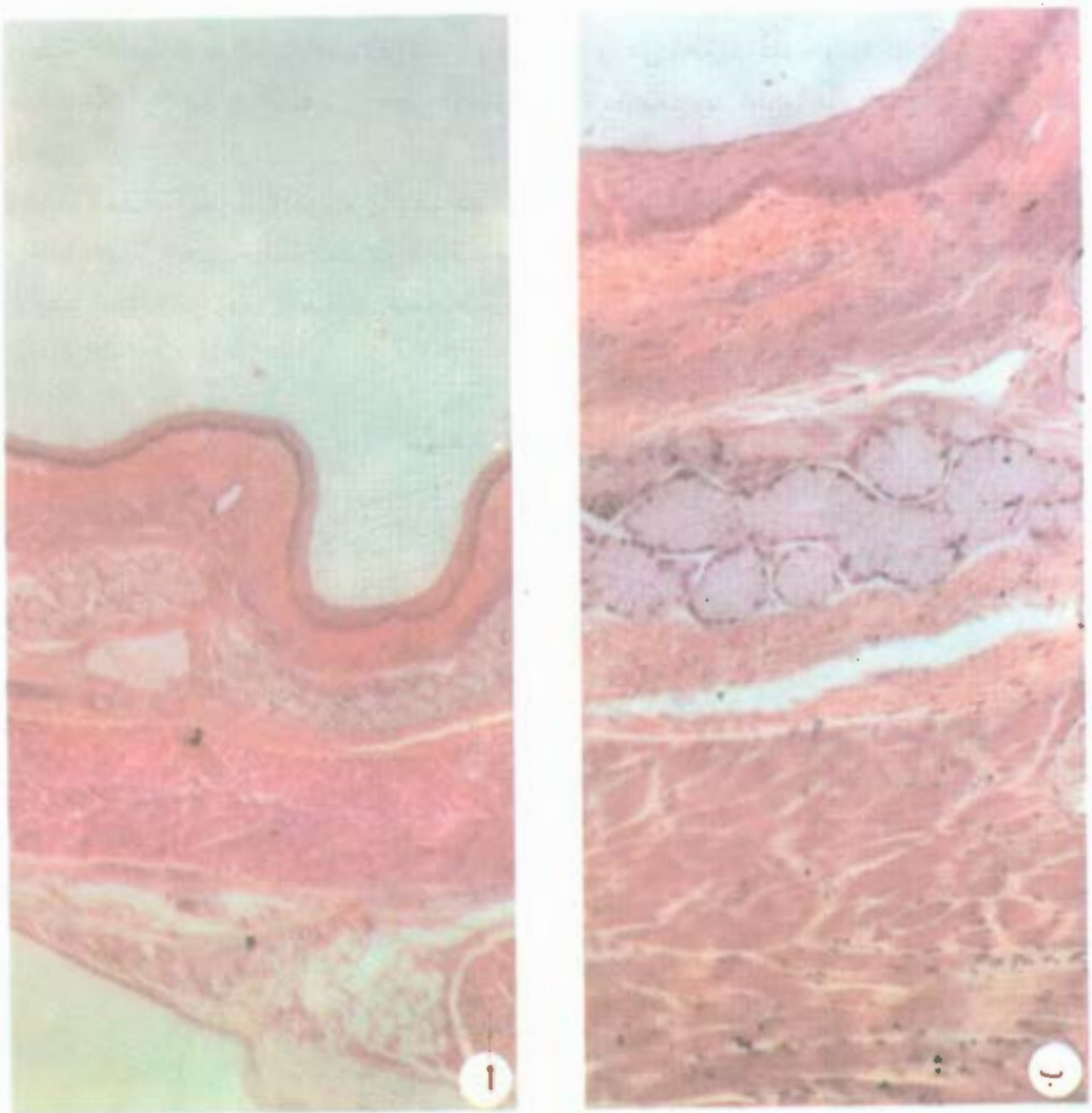
١ ـ الطبقة المخاطية Mucosa : وتتكون من ثلاث طبقات هي الطلائية والخاصة والعضلية المخاطية.
أما الطبقة الطلائية فتكون وقائية كما في المرىء والقناة الشرجية (ولذلك فهي عبارة عن طبقة مصففة حرشفية قد تتقرن في بعض الحيوانات)، وتكون فارزة أو امتصاصية كما في باقي مناطق القناة الهضمية.
والطبقة الخاصة تدعم الطبقة الطلائية وتغذيها ولذلك تحتوي على شعيرات دموية ولمفية كثيرة. وكذلك تكون غنية بالخلايا والعقيدات اللمفية في بعض المناطق كوسيلة دفاعية، وقد تحتوي على الغدد في بعض المناطق الأخرى.
والطبقة العضلية المخاطية تتكون من ألياف عضلية ملس عادة ما تكون مرتبة في طبقة خارجية طولية وأخرى داخلية دائرية. وتعمل الطبقة العضلية المخاطية على تحريك ثنيات الطبقة المخاطية، كما انها تمنع الضغط على الاوعية الدموية الموجودة في الطبقة التحتمخاطية.



شكل (١٠٣) رسم تخطيطي للتركيب العام لجدار القناة الهضمية

٢ ـ الطبقة التحتمخاطية Submucosa : وتتكون من نسيج ضام مفكّك يسهّل حركة الطبقة المخاطية ويحتوي على شبكة من الأوعية الدموية وشبكة من الأعصاب الذاتية .

٣ ـ الطبقة العضلية Musculosa : وهي طبقة من العضلات الملس (فيما عدا الجزء العلوي من المرىء حيث تكون مخططة) وتترتب في طبقتين الخارجية طولية والداخلية دائرية . وقد تأخذ الألياف العضلية مساراً حلزونياً (كما في المرىء) أو مساراً مائلاً (كما في المعدة) .



شكل (١٠٤) قطاع في مرىء الانسان H&E
أ ـ قوة صغرى
ب ـ قوة وسطى

٤ ـ **الطبقة الخارجية** Adventitia : وتتكون من نسيج ضام مفكك يدخل اليه الارواء الدموي والمدد العصبي وتخرج منه الأوعية اللمفية .

وابتداء من التجويف البطني تغطي القناة الهضمية بطبقة من الغشاء البريتوني الذي تغطيه طبقة من الخلايا الحرشفية التي تسمى بالطلائية الوسطية Mesothelium وتعرف الطبقة الخارجية في هذه الحالة بالطبقة المصلية Serosa.

المـــرىء Oesophagus

يبلغ طول المرىء في الانسان حوالي ٢٥سم ، ويتكون جداره من الطبقات الأربع العادية التي تكون جدار القناة الهضمية .

أما بطانته الطلائية فهي واقية وتتجدد خلاياها عن طريق النشاط الانقسامي للخلايا القاعدية للطبقة الطلائية المصففة الحرشفية (شكل ١٠٤) .

ويوجد في مخاطية مرىء الانسان غدد مخاطية في جزئيه الأول والآخير ولكن توجد غدد أكثر في الطبقة تحت المخاطية في معظم الحيوانات وكذلك في الانسان .

المعـــدة Stomach

هي العضو المنتفخ من القناة الهضمية ووظيفتها الاساسية هي هضم الطعام ويحدث بها امتصاص بعض المواد كما تقوم المعدة بتخزين الطعام في بعض الحيوانات مثل الحيوانات المجترة .

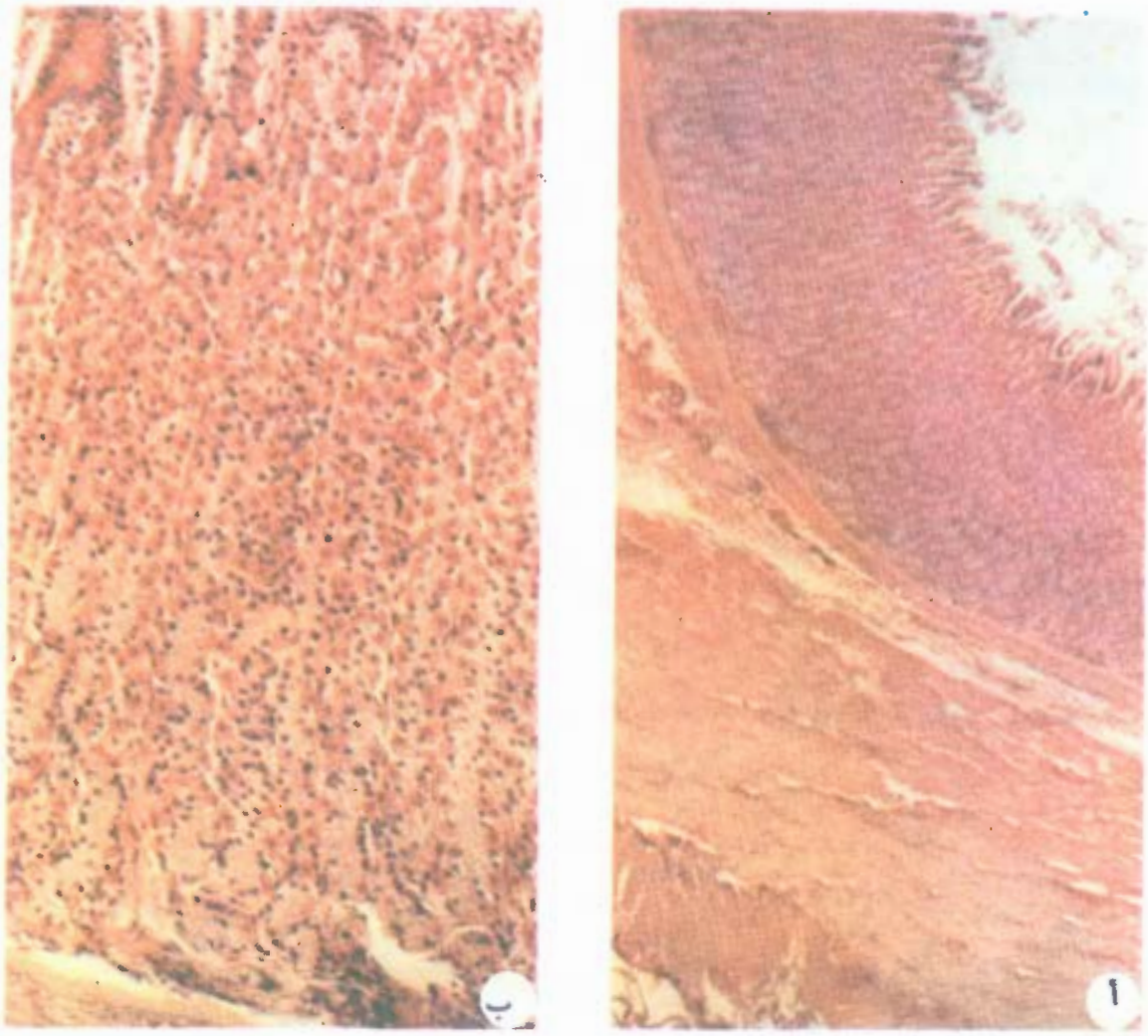
تبطن المعدة بخلايا عمودية فارزة للمخاط وتحتوي الطبقة المخاطية على غدد أنبوبية مستقيمة متوازية يفصل بينها كمية قليلة من النسيج الضام ، وتظهر فتحات هذه الغدد على شكل ثقوب في جدار المعدة وتتكون الغدة من عنق ووسط وقاعدة (شكل ١٠٥) .

ويوجد في جدار الغدة المعدية أربعة أنواع من الخلايا وهي الخلايا الرئيسية ، والخلايا الجدارية ، والخلايا المخاطية العنقية والخلايا الصم .

خلايا الغدد المعدية (شكل ١٠٦) :

١ ـ **الخلايا الرئيسية (البيسينية)** Chief (peptic) cells :

وهي خلايا منتجة لانزيم البيسين ولذلك فان لها نفس الصفات المميزة للخلايا المصنعة للبروتينات . وهذه الصفات هي وجود نواة نشطة بها نوية أو أكثر ، وجهاز جولجي ضخم ، وشبكة اندوبلازمية خشنة وريبوسومات وحبيبات افرازية تحتوي على البروتين المصنع . ولذا تبدو هذه الخلايا هرمية الشكل ، جزؤها السفلى قاعدي الاصطباغ ـ لوجود الشبكة الاندوبلازمية الخشنة ـ وجزؤها العلوي يحتوي على حبيبات افرازية حمضية الاصطباغ بسبب وجود الحبيبات الافرازية . وتوجد الخلايا الرئيسية بكثرة في قاعدة الغدة .



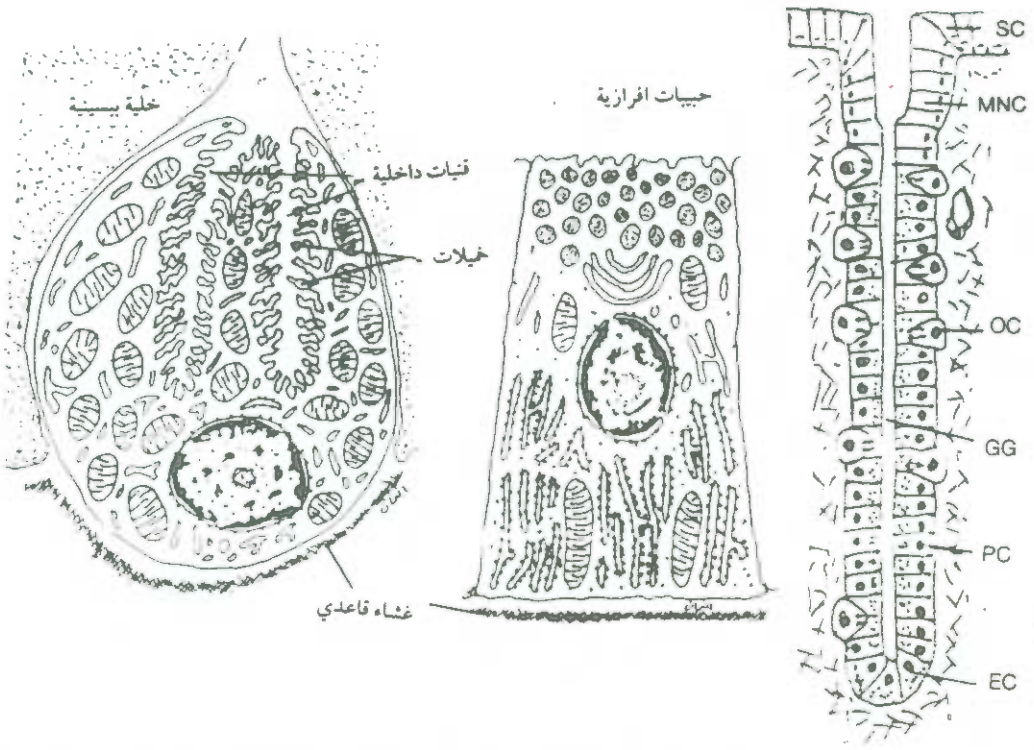
شكل (١٠٥) قطاع في جسم المعدة H&E
أ ـ قوة صغرى .
ب ـ قوة وسطى .

٢ ـ الخلايا الجدارية (الحمضية) Parietal (oxyntic) cells :

وتقوم هذه الخلايا بتصنيع حمض الهيدروكلوريك Hcl الهام جداً في عملية الهضم. وهي خلايا هرمية الشكل توجد بين الخلايا الرئيسية ناحية الغشاء القاعدي. ويتميز سيتوبلازم الخلية الجدارية بانه حمضي الاصطباغ وذلك لوجود أعداد كبيرة من المايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية غير الحبيبية. ويوجد بداخل الخلية قنيات داخلية تفتح على قمتها ويتعرج غشاء هذه القنيات معطياً سطحاً واسعاً جداً يتكون عليه الحمض من شقيه، الهيدروجين والكلور. وتفرز هذه الخلايا أيضاً العامل الداخلي Intrinsic factor الضروري لامتصاص فيتامين ب ١٢ المضاد للانيميا.

٣ ـ الخلايا العنقية المخاطية Mucous neck cells :

وهي خلايا فارزة للمخاط، لكل منها نواة مسطحة عند قاعدتها وجهاز جولجي كبير وحبيبات مخاطية



شكل (١٠٦) - رسم تخطيطي يبين الخلايا المبطنة للمعدة (SC) وتلك الموجودة في الغدة المعدية (GG) وهي : الخلايا العنقية المخاطية (MNC) ، الخلايا الحمضية (OC) ، الخلايا البيسينية (PC) ، الخلايا الصم (EC) .
يلاحظ التركيب الدقيق للخلية الحمضية والخلية البيسينية كما تظهر بالمجهر الالكتروني.

سميكة تدفع النواة الى قاعدة الخلية وتضغط عليها لتصبح مسطحة . ويظهر الجزء العلوي من الخلية قاعدي الاصطباغ بشكل ضعيف لأن المادة المخاطية يذوب معظمها أثناء التحضير المجهري للمعدة .

٤ ـ الخلايا الصم Enteroendocrine cells :

وتوجد في قاع الجزء القاعدي من الغدة المعدية . وهي خلايا عمودية لها أنوية نشطة وأجسام جولجي كبيرة نسبياً توجد بين الأنوية وقواعد الخلايا، وحبيبات افرازية تشبه تلك التي توجد في الخلايا الفارزة للأدرينالين وتوجد أيضاً ناحية الغشاء القاعدي حيث تفرز باتجاه الشعيرات الدموية .

وتقوم هذه الخلايا بافراز العديد من المواد الهرمونية والشبيهة بالهرمون، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر: السيروتونين Serotonin والمورفين الداخلي Endorphin (وتنظم هاتان المادتان تقلص عضلات القناة الهضمية) والسكرتين Secretin والجاسترين Gastrin والكوليسستكينين Cholecystikinin (ولهذه المواد تأثيرات افرازية على البنكرياس والمعدة والحوصلة الصفراوية على الترتيب)، والجلوكاجون Glucagon الذي يرفع نسبة السكر في الدم . ولكل نوع من هذه الهرمونات وشبيهات الهرمونات خلايا خاصة توجد في مناطق معينة من مخاطية المعدة ولكن معظمها يتركز في منطقة البواب .

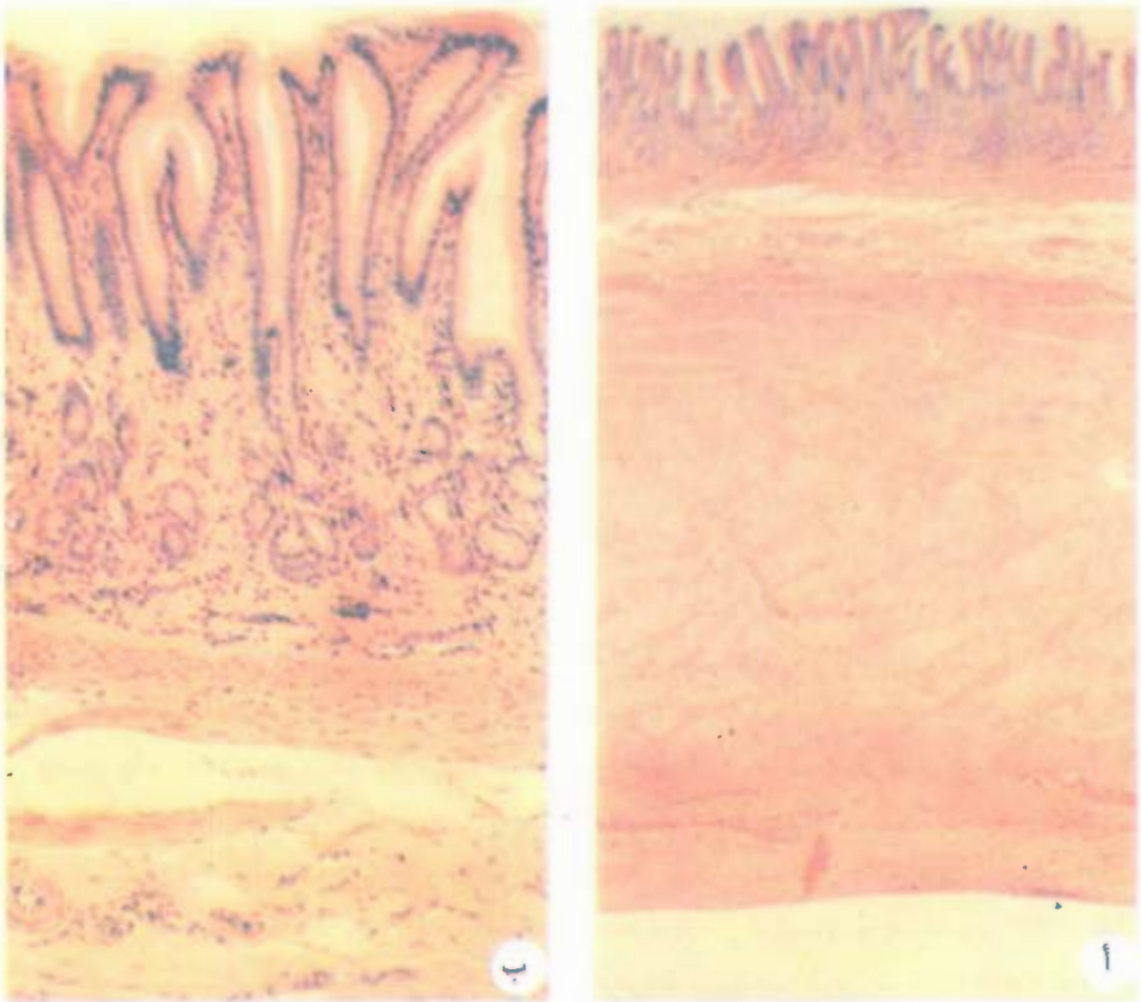
ويوجد في منطقتي البواب والفؤاد للمعدة غدد مخاطية متفرعة في الطبقة المخاطية . وخلايا هذه الغدد من النوع الفارز للمخاط يوجد بينها بعض الخلايا الصم المذكورة سابقاً .

هذا وتكـون باقي طبقـات المخـاطية (الطبقة الخاصة والعضلية المخاطية) عادية. وتمتد بعض الألياف العضلية من الطبقة العضلية بين الغدد المعدية لتصل تقريباً الى سطح المعدة.

الطبقة التحتمخاطية عادية.

وتترتب الألياف في الطبقة العضلية في ثلاث طبقات : خارجية في اتجاه طولي، ووسطية دائرية وداخلية مائلة. وبتقلص الألياف العضلية تحدث الحركة الرحوية المعروفة للمعدة. وفي منطقة البواب ـ وخاصة عند نهايتها ـ تصبح الطبقة العضلية الدائرية سميكة مكونة عضلة عاصرة تتحكم في فتح واغلاق فتحة البواب.

الطبقة الخارجية مصلية عادية (شكل ١٠٧).



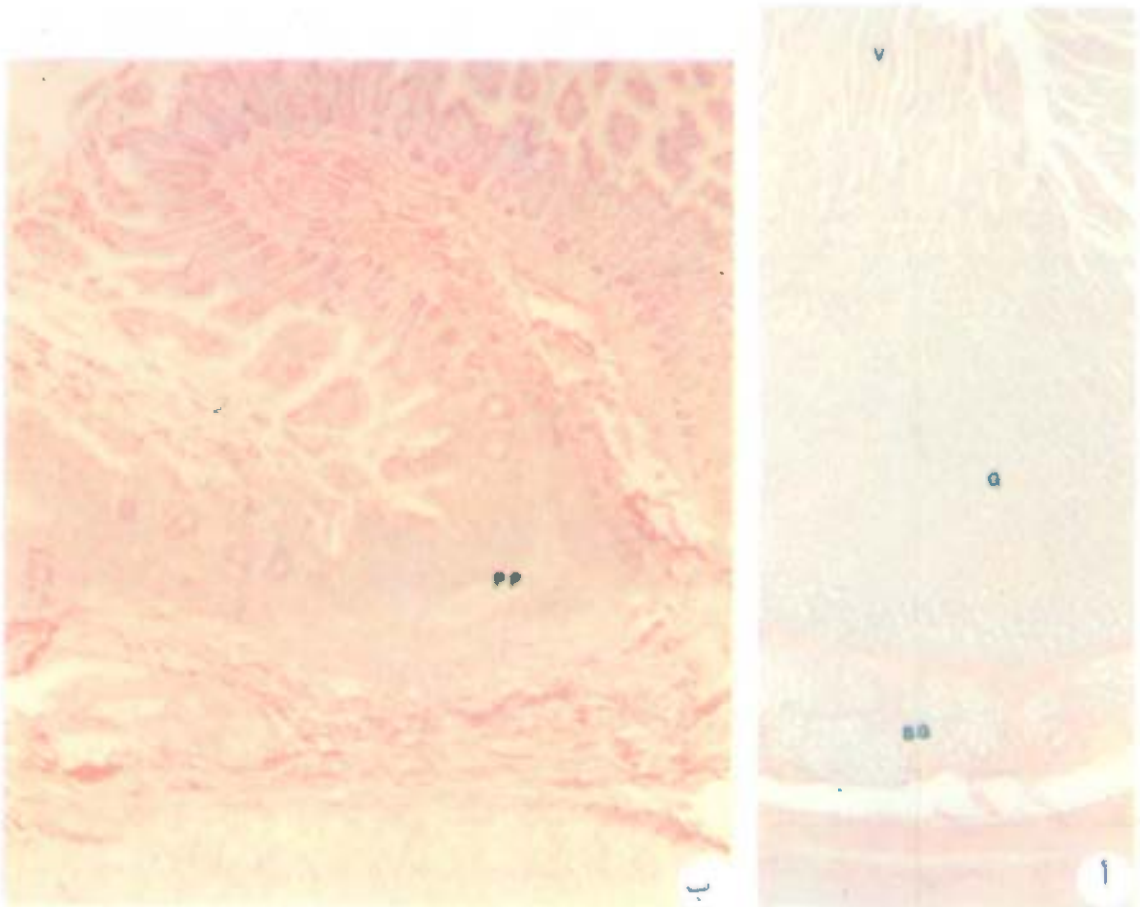
شكل (١٠٧) قطاع في منطقة البواب من المعدة H&E
أ ـ قوة صغرى
ب ـ قوة كبرى

وتتميز الخلايا المبطنة لتجويف المعدة بأنها سريعة التآكل، ولذلك يتم احلالها بصفة مستمرة بخلايا تنتج من انقسام خلايا خاصة في الجزء العلوي من الغدد المعدية

الامعـاء الدقيقة Small intestine

هي أنبوبة طويلة تنقسم الى ثلاث مناطق : الاثنى عشر Duodenum والصائم Jujenum واللفائفي Ileum .

تقوم الامعاء الدقيقة باتمام هضم بعض المواد التي لم يتم هضمها في المعدة. كما تقوم أيضاً بامتصاص معظم الغذاء المهضوم. ويوجد في بطانة الامعاء خلايا صم تقوم بافراز هرمونات وشبيهات الهرمون كما هو الحال في المعدة.



شكل (١٠٨)

أ ـ قطاع في جدار الاثنى عشر H&E . قوة صغرى.

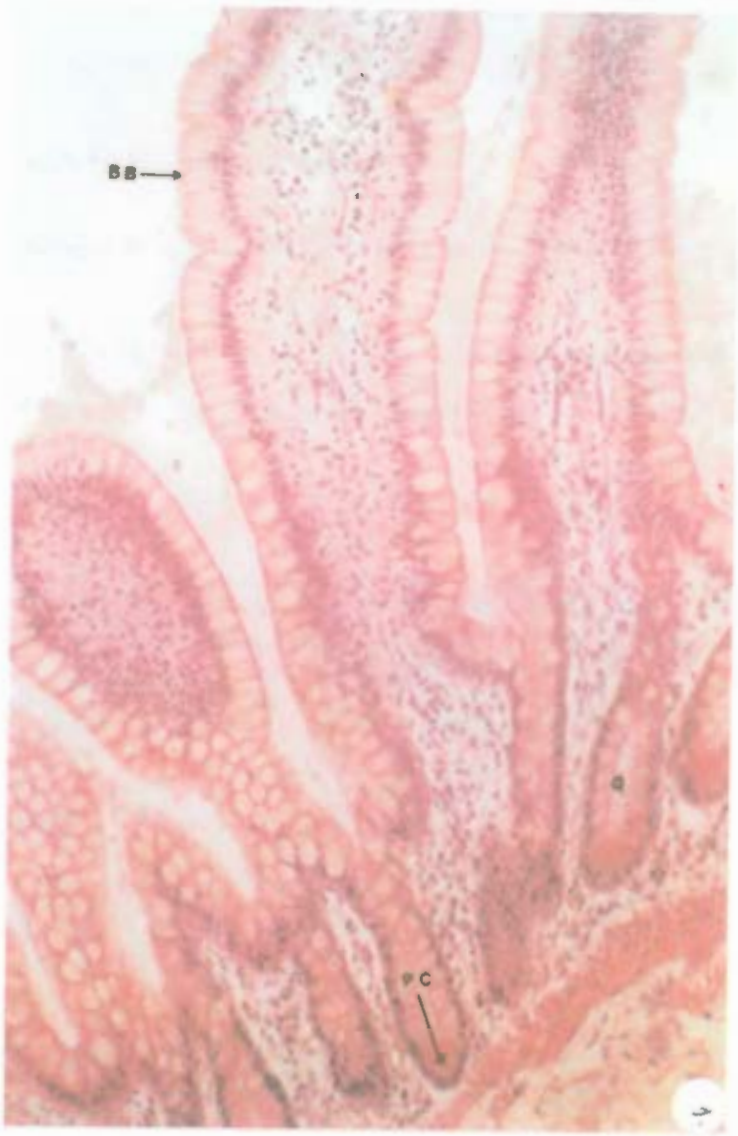
يلاحظ سمك منطقة الغدد المعوية (G) والشكل العريض للخملات (V) ووجود غـدد «برونـر» (BG) في طبقة التحتمخاطية

ب ـ قطاع في جدار اللفائفي H&E . قوة صغرى

توجد كتلة لمفية ضخمة تكون مجموعات «بايرز» (PP) ويلاحظ عدم وجود خملات عندها.

جـ ـ مخاطية اللفائفي H&E . قوة وسطى

يلاحظ السطح الفرشاتي (BB) لبطانة الخملات، والشكل الانبوبي للغدد المعوية (G) والتي تظهر خلايا «بانث» (PC) في قاعها.



تابع شكل (١٠٨)

ويظهر في الامعاء التأقلم الوظيفي في أوضح صوره. فينطوي سطح الامعاء الدقيقة بشكل ثنيات دائرية من الطبقة المخاطية والتحتمخاطية، كما يبرز من سطح الامعاء تراكيب اسطوانية طويلة تشمل المخاطية، وهي الخملات (شكل ١٠٨) مما يعطي سطح الامعاء المظهر القطيفي المميز لها وعلاوة على ذلك فإن سطح الخلايا الطلائية المطل على تجويف الامعاء يوجد عليه خميلات Microvilli تجعله فرشاتي المظهر. والخميلات بروزات سيتوبلازمية اسطوانية متوازية عليها طبقة كثيفة من الغطاء الخلوي.

ويصب في الامعاء عصارات هاضمة تحتوي على الانزيمات اللازمة لاتمام هضم جميع أنواع المواد الغذائية. وتأتي هذه العصارات من البنكرياس ومن الكبد ومن الغدد المعوية.

وللحفاظ على سطح الامعاء من التآكل بتأثير الانزيمات الهاضمة، يفرز في الامعاء كميات من المخاط من الخلايا الكأسية الموجودة مع الخلايا الامتصاصية في بطانة الامعاء وكذلك من الغدد التحتمخاطية التي تسمى غدد «برونر» Brunner's glands الموجودة في منطقة الاثنى عشر.

وتختلف المناطق الثلاث من الأمعاء الدقيقة في بعض الخواص التركيبية الا ان لها جميعاً نفس التركيب العام.

التركيب المجهري للامعاء الدقيقة :

الطبقة المخاطية : تبرز من سطحها الخملات ذات الاشكال والأطوال المختلفة. فتكون الخملة قصيرة وعريضة في الاثنى عشر وتكون طويلة مدببة في الصائم وتكون طويلة ومفلطحة في اللفائفي. وتغطي الخملة بطبقة واحدة من الخلايا بعضها فارز (وهي الخلايا الكأسية) والبعض الآخر امتصاصي. ويزداد عدد الخلايا الكأسية كلما اقتربت الامعاء الدقيقة من الامعاء الغليظة. ويملأ تجويف الخملات نسيج ضام ليفي يحتوي على أوعية دموية وأوعية لمفية (لبنية)، وبعض الألياف العضلية الملس. وعند قواعد الخملات توجد الغدد المعوية (أخاديد ليبركون Crypts of Lieberkuhn) وهي أنبوبية مستقيمة منغمسة في الطبقة الخاصة من المخاطية وتملؤها تقريباً.

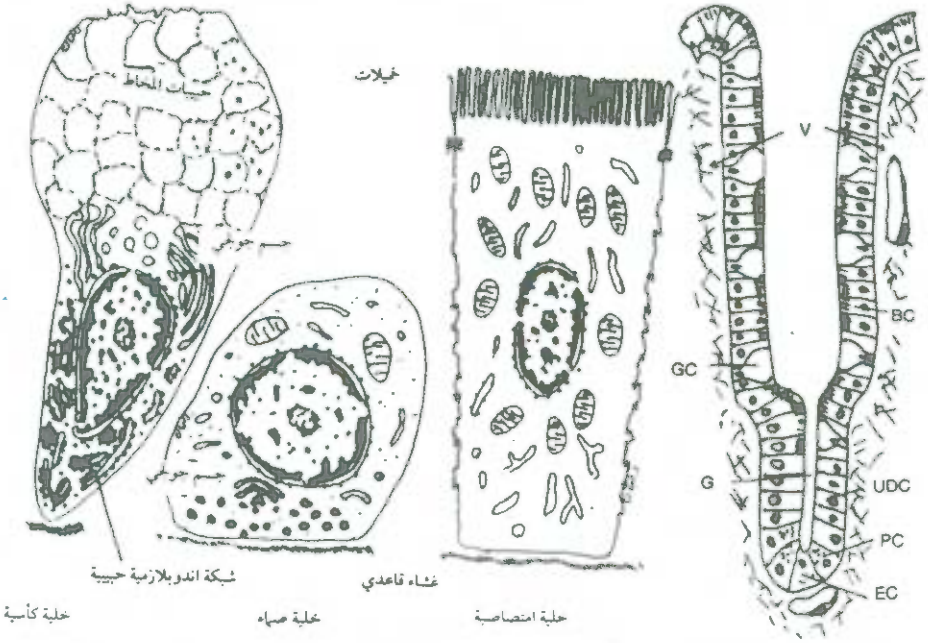
خلايا الامعاء الدقيقة (شكل ١٠٩):

يوجد خمسة أنواع من الخلايا في غطاء الخملات وبطانة الغدد المعوية وهي :

١ ـ خلايا كأسية فارزة للمخاط تزداد اعدادها تدريجياً في اتجاه الامعاء الغليظة.

٢ ـ خلايا عمودية امتصاصية ذات حواف فرشاتية وتمثل معظم غطاء الخملات.

٣ ـ خلايا طلائية عمودية غير متميزة توجد في الجزء العلوي من الغدد المعوية وهي دائمة الانقسام وبذلك



شكل (١٠٩) ـ رسم تخطيطي يبين أنواع الخلايا الموجودة في طلائية الامعاء الدقيقة. يظهر فيه غدة معوية (G) وجزءان من خملتين (V) يميز فيها الخلايا الكأسية (GC) ، الخلايا الامتصاصية الفرشاتية (BC) ، الخلايا الطلائية العمودية غير المتميزة (UDC) ، الخلايا الصم (EC) ، خلايا «بانث» (PC) .
يلاحظ التركيب الدقيق للخلايا الكأسية والصماء والفرشاتية كما تظهر بالمجهر الالكتروني .

يتم احلال الخلايا المغطية للخملات، والتي تموت عند قمة الخملة، وتسقط في تجويف الامعاء.

٤ ـ خلايا بانث Paneth cells وهي خلايا مخلقة للبروتينات ولها نفس التركيب الذي ذكر بخصوص هذا النوع من الخلايا، وتقوم بافراز انزيم له تأثير تحليلي على البتكيريا (ويسمى انزيم محلل Lysozme).

٥ ـ خلايا صم كتلك التي ذكرت في المعدة.

الطبقة العضلية المخاطية عادية، وفي بعض المناطق وخاصة في اللفائفي توجد عقيدات لمفية في الطبقة الخاصة، وتتجمع هذه العقيدات مكونة كتلة لمفية كبيرة هي مجموعات باير Peyer's patches التي تضغط على المخاطية، ولذلك لا تظهر خملات في منطقة العقيدات. ويعتقد أن مجموعات باير هي مكافىء كيس فابريشيس Bursa of Fabricious الموجود في مجمع الطيور والتي لها دور هام في تميز خلايا B اللمفية.

الطبقة العضلية تتكون من طبقة خارجية طولية رقيقة وطبقة داخلية دائرية أكثر سمكاً.

الطبقة المصلية عادية.

الامعـــاء الغليظـــة Large intestine

هي الجزء الأخير المتسع من الامعاء، ويختلف طولها كما تختلف وظائفها في الحيوانات المختلفة، ولكنها في معظم الحيوانات تعتبر مخزناً للفضلات المتبقية بعد الامتصاص. وأثناء هذا التخزين يمتص قدر كبير من الماء حتى يصبح قوام الفضلات مناسباً. كما تمتص بعض الفيتامينات من الامعاء الغليظة. وفي بعض الحيوانات التي تكوّن مادة السيليولوز جزءاً هاماً من غذائها فان الامعاء الغليظة هي المكان الذي يتم فيه هضم السيليولوز.

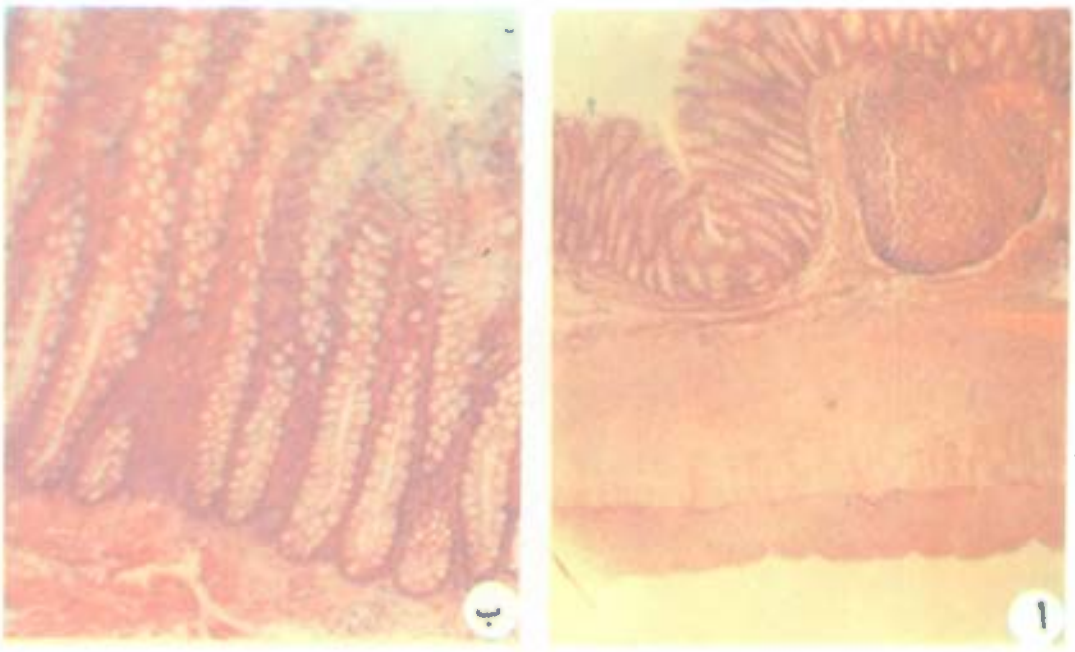
تتكون الامعاء الغليظة من الأعور والقولون والمستقيم والقناة الشرجية.

ويتكون جدار الامعاء الغليظة من الطبقات الأربع العادية:

المخاطية : تبطن بطبقة من الخلايا الامتصاصية والخلايا الفارزة، إلاّ أن الأخيرة توجد بأعداد أكبر بكثير من الخلايا الامتصاصية. ولا توجد خملات على سطح الأمعاء الغليظة ولكن توجد بها الغدد المعوية التي تكون أطول وأكثر انتظاماً منها في الامعاء الدقيقة. وفيما عدا خلايا بانث فان باقي انواع الخلايا التي ذكرت من قبل في الامعاء الدقيقة موجودة ولكن نسبة الخلايا الكأسية أكبر (شكل ١١٠).

وباقي طبقات المخاطية عادية.

التحتمخاطية : وهي عادية إلا انها قد تحتوي على أعداد أكبر من العقيدات اللمفية



شكل (١١٠)

أ ـ قطاع في جدار القولون H&E . قوة صغرى.
يلاحظ وجود عقيدة لمفية كبيرة في الطبقة التحتمخاطية
ب ـ مخاطية القولون H&E . قوة وسطى
يلاحظ وجود الغدد المعوية الانبوبية المتوازية وكثرة الخلايا الكأسية (شبه الفارغة) في الطلائية.

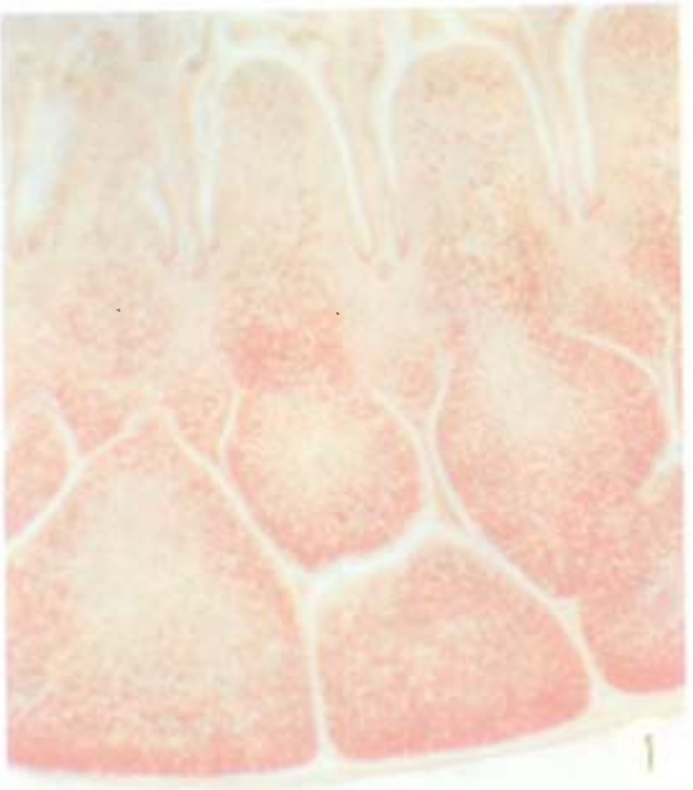
العضلية : الطبقة الداخلية دائرية اما الطبقة الخارجية الطولية فهي في الانسان على هيئة ثلاثة أشرطة طولية يفصل كل منها عن الآخر نسيج ضام وتسمى بالأشرطة المعوية Taeniae coli . ولكن في معظم الحيوانات تكون الطبقة الطولية عادية.

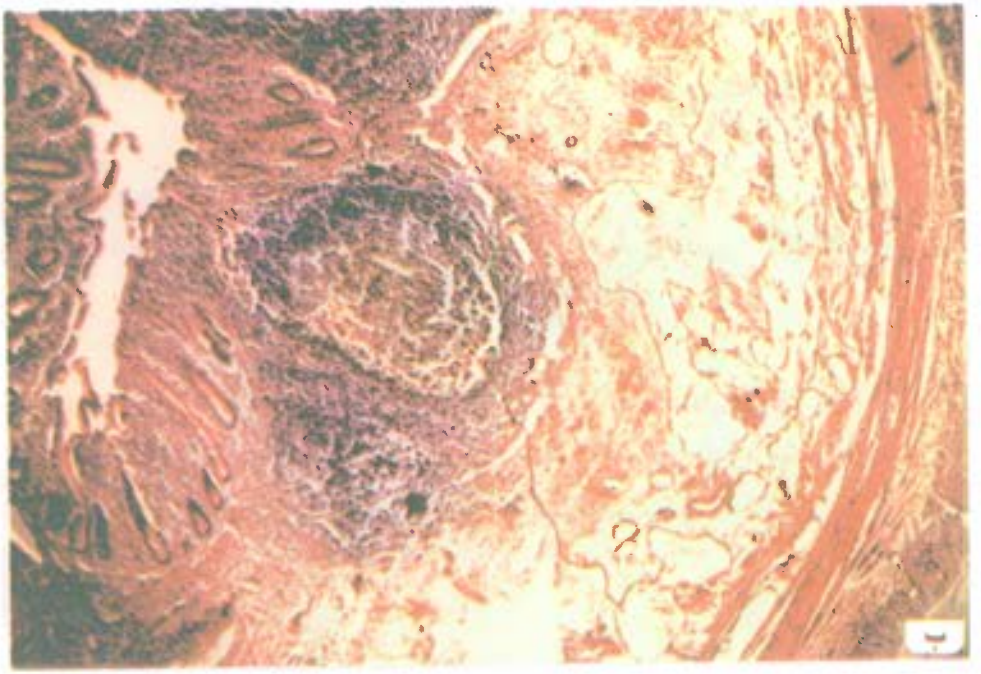
المصلية : طبقة عادية في معظم الحيوانات ولكنها في الانسان تتسع في بعض المناطق لتكون زوائد مملوءة بالنسيج الدهني وتسمى الزوائد المتدلية Appendices epiploicae .

ويشبه جدار المستقيم جدار القولون الا انه لا يحتوي على الزوائد المتدلية ولا الشرائط المعوية.
وتبطن القناة الشرجية بطبقة من النسيج الطلائي المصفف الحرشفي الذي يصبح متقرناً عند نهايتها وعند اتصالها بالجلد في فتحة الشرج. وتتحول بعض الطبقات العضلية في نهاية القناة الشرجية الى عضلة عاصرة.

الـزائـدة الـدوديـة Vermiform appendix

قد تكون هذه الزائدة الاسطوانية التي تخرج من الأعور ذات أهمية خاصة في بعض الحيوانات آكلات العشب ولكنها في الانسان تكون ضامرة ولجدارها نفس تركيب جدار المستقيم ولكن يوجد في طبقتها



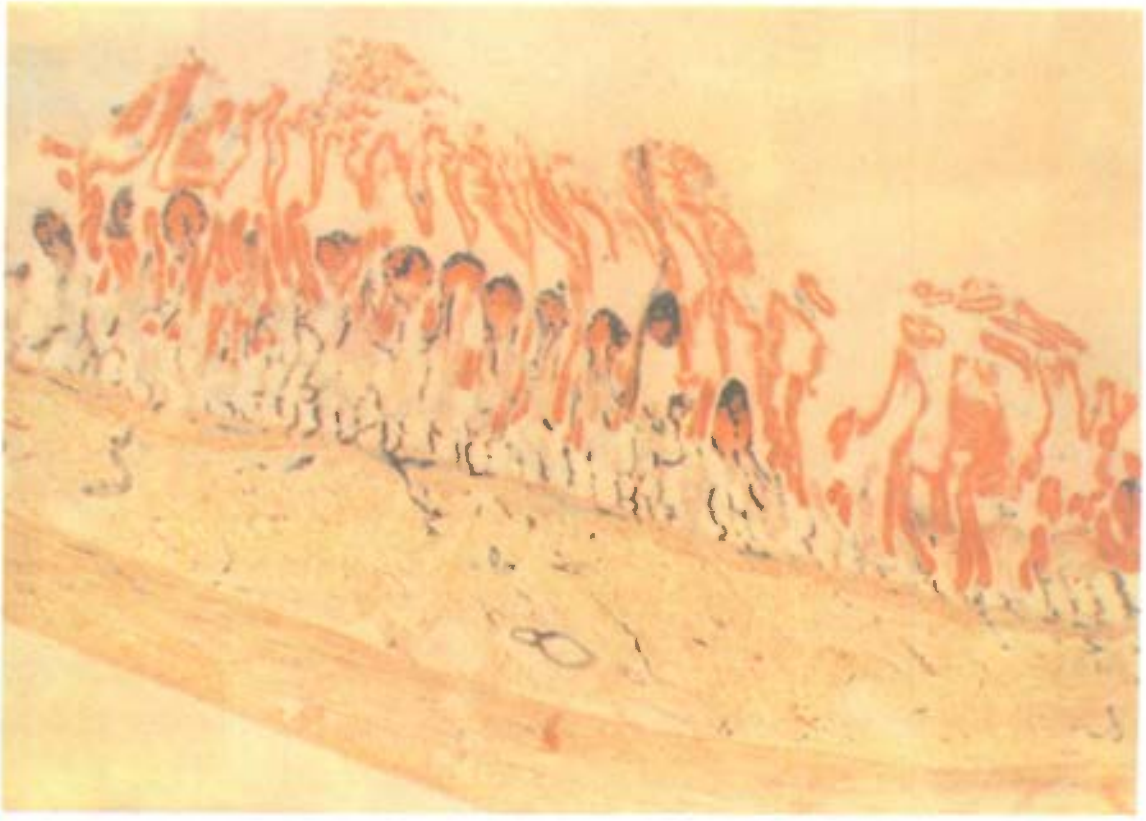


شـكل (١١١) الزائـدة الدوديـة :

أ - فى الأرنب (H&E) قوة صغرى. يلاحظ تراكم العقيدات اللمفية فى التحتمخاطية.

ب - فى الانسان (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى. يلاحظ وجود صف من العقيدات اللمفية فى التحتمخاطية.

الخاصة عدد من العقيدات اللمفية المرتبة في طبقة تحيط بتجويف الزائدة وتعطيها شكل الاعضاء اللمفية. أما الغدد فقليلة، والتجويف ضيق وغير منتظم ، وغالبية الخلايا البطانية من الخلايا الامتصاصية، هذا ويكون عدد الخلايا الكأسية قليلاً، وفي السن المبكرة يكون عدد العقيدات اللمفية كبيراً مما يزيد من الاعتقاد بأن للزائدة الدودية دوراً مناعياً وخاصة في الأعمار الصغيرة (شكل ١١١).



شكل (١١٢) قطاع في جدار الامعاء الدقيقة وقد تم حقن مادة زرقاء في الاوعية الدموية لاظهار مسارها. يلاحظ كثافة الدورة الدموية في المخاطية.

الغدد الملحقة بالقناة الهضمية

هي غدد نشأت من بطانة القناة الهضمية. وبالرغم من وجودها بعيداً عن القناة الهضمية الا انها تبقى مرتبطة بها بواسطة قنواتها. ويفتح في تجويف الفم ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية، بينما يفتح البنكرياس والكبد في الاثنى عشر.

الغـدد اللعـابية Salivary glands

يقصد عادة بالغدد اللعابية الثلاثة الأزواج من الغدد الكبيرة وهي النكفية وتحت الفكية وتحت اللسانية. ويفتح في تجويف الفم غدد كثيرة اخرى توجد في جسم اللسان وفي الشفتين وفي الخدود وتقوم بافراز مواد مخاطية واخرى مصلية تعمل على ترطيب وتزليج الفم. وتوجد الغدد اللعابية فقط في الثدييات وتختلف في نوعية افرازاتها من نوع من الثدييات الى الآخر حسب طبيعة اغتذائه.

الغدد النكفية Parotid glands (شكل ١١٣):

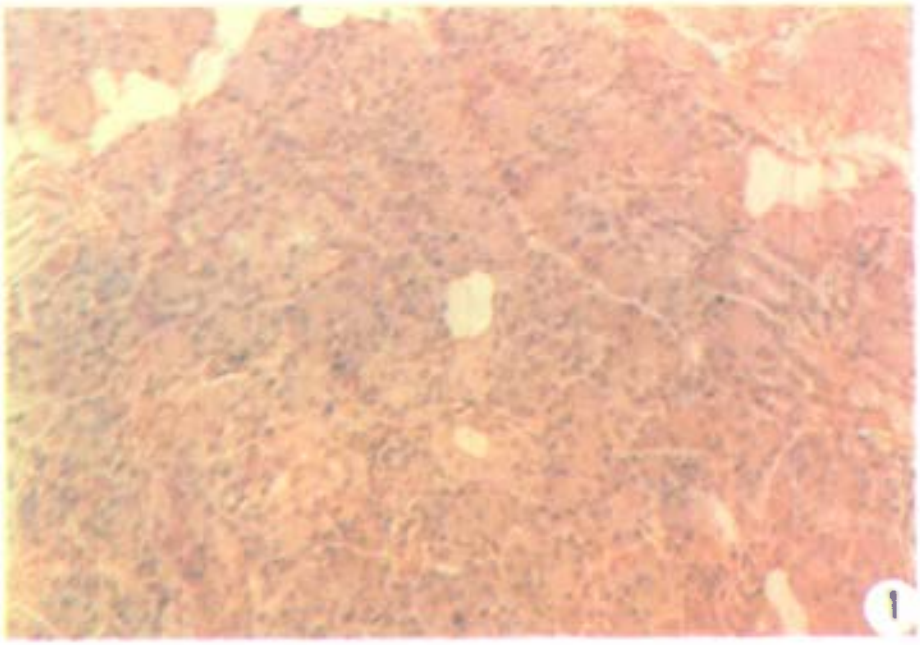
وتوجد تحت الجلد امام الاذنين من الناحية السفلى، ولكل منها قناة طويلة تفتح في تجويف الفم الامامي (بين الاسنان والشفة العليا) وتتكون الغدة من كتلة من النسيج الطلائي الغدي محاطة بمحفظة ليفية تخرج منها حواجز ليفية تقسم الغدة الى فصوص وفصيصات. وتمر الأوعية الدموية والأعصاب والقنوات في هذه الحواجز. والغدة النكفية ـ كباقي الغدد اللعابية ـ من النوع الحويصلي الانبوبي المركب، وهي مصلية الافراز تقوم بافراز سائل مائي يحتوي على أنزيم الاميليز (شكل ١١٣ب).

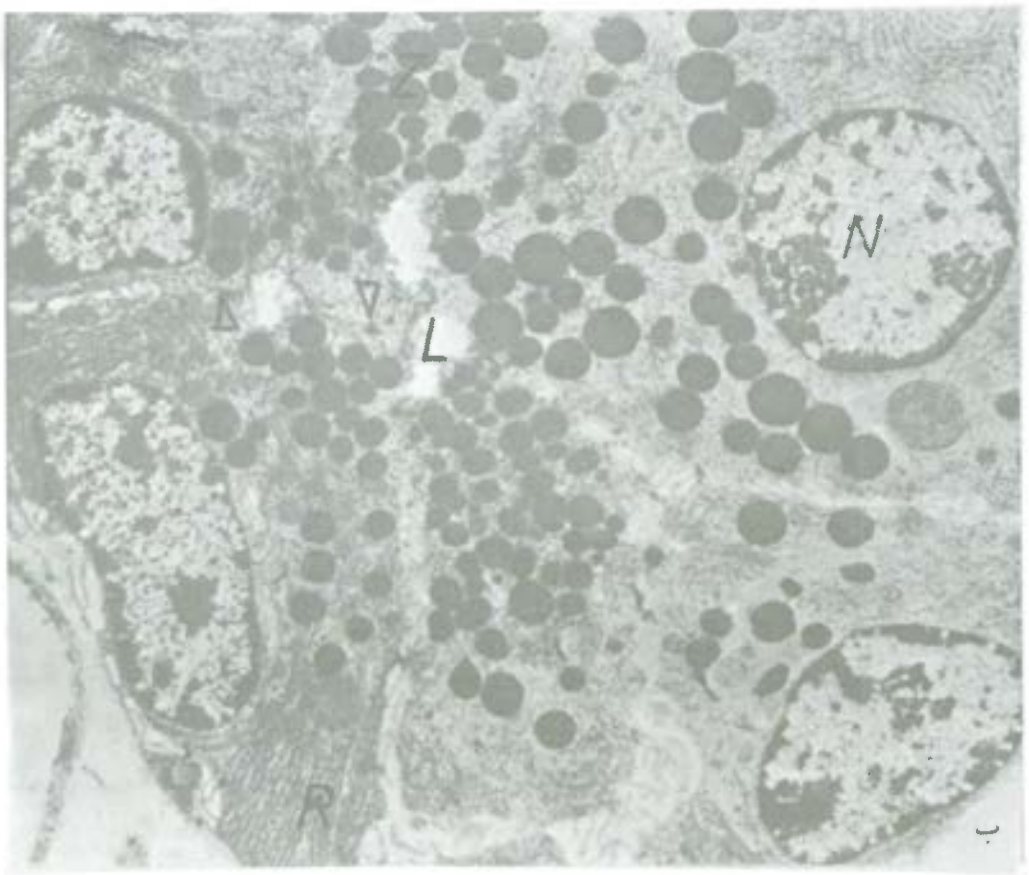
وتتكون الحويصلات اللعابية من خلايا مصلية مصنعة للبروتين ولذلك فان لها مواصفات تلك الخلايا.

يحيط بالحويصلة خلايا طلائية عضلية وتخرج منها قناة بينية Intercalated duct طويلة ذات جدار مكون من خلايا حرشفية أو مكعبة.

تتجمع القنوات البينية في قنوات أوسع تتميز بطانتها بأن خلاياها ذات خطوط حمضية الاصطباغ في مناطقها السفلى وذلك لوجود أعداد كبيرة من المايتوكوندريا الخيطية التي تتعامد مع الغشاء القاعدي وكذلك لوجود انثناءات كثيرة من الغشاء السفلي للخلايا. وهذه الصفات توجد في جميع الخلايا التي تقوم بامرار ايونات الاملاح والاحماض المعدنية. وتسمى هذه القنوات بالقنوات الفارزة أو المخططة. وتوجد القنوات البينية والفارزة داخل الفصيصات (شكل ١١٤).

تخرج القنوات المخططة من الفصيصات لتتجمع في قنوات اخراجية بينفصيصية تكبر وتتجمع مكونة القنوات بين الفصية ثم القناة العامة. وتبطن هذه القنوات الاخراجية في بادىء الامر بخلايا عمودية تصير مصففة كاذبة ثم مصففة عمودية وعند فتحتها في تجويف الفم تصبح مصففة حرشفية.





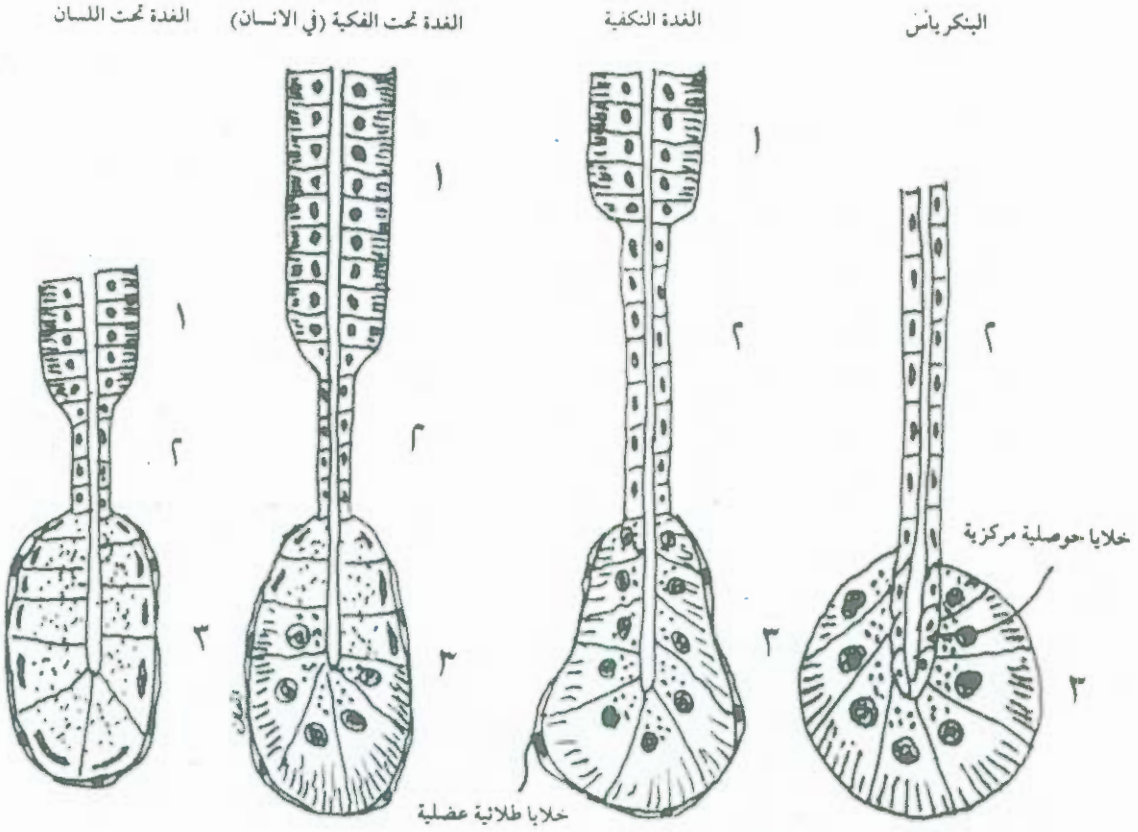
شكل (١١٣)

أ ـ قطاع في الغدة النكفية H&E . قوة وسطى

ب ـ احدى حوصلات الغدة النكفية بالمجهر الالكتروني .

يلاحظ النـواة (N) والشبكـة الاندوبلازمية الحبيبية (R) الكثيفة ، والحبيبات الافرازية (Z)

وكذلك تجويف الحوصلة (L) . تشير رؤوس الاسم الى الالتحامات بين الخلوية . (تكبير ٤٥٠٠ مرة)



شكل (١١٤) القنوات في الغدد اللعابية والبنكرياس

١ القناة المخططة

٢ القناة البينية

٣ الجزء الفارز من الغدة

الغدة تحت الفكية Submandibular gland (شكل ١١٥أ،ب):

وهي تشبه في تركيبها العام الغدة النكفية وتختلف عنها فيما يلي :

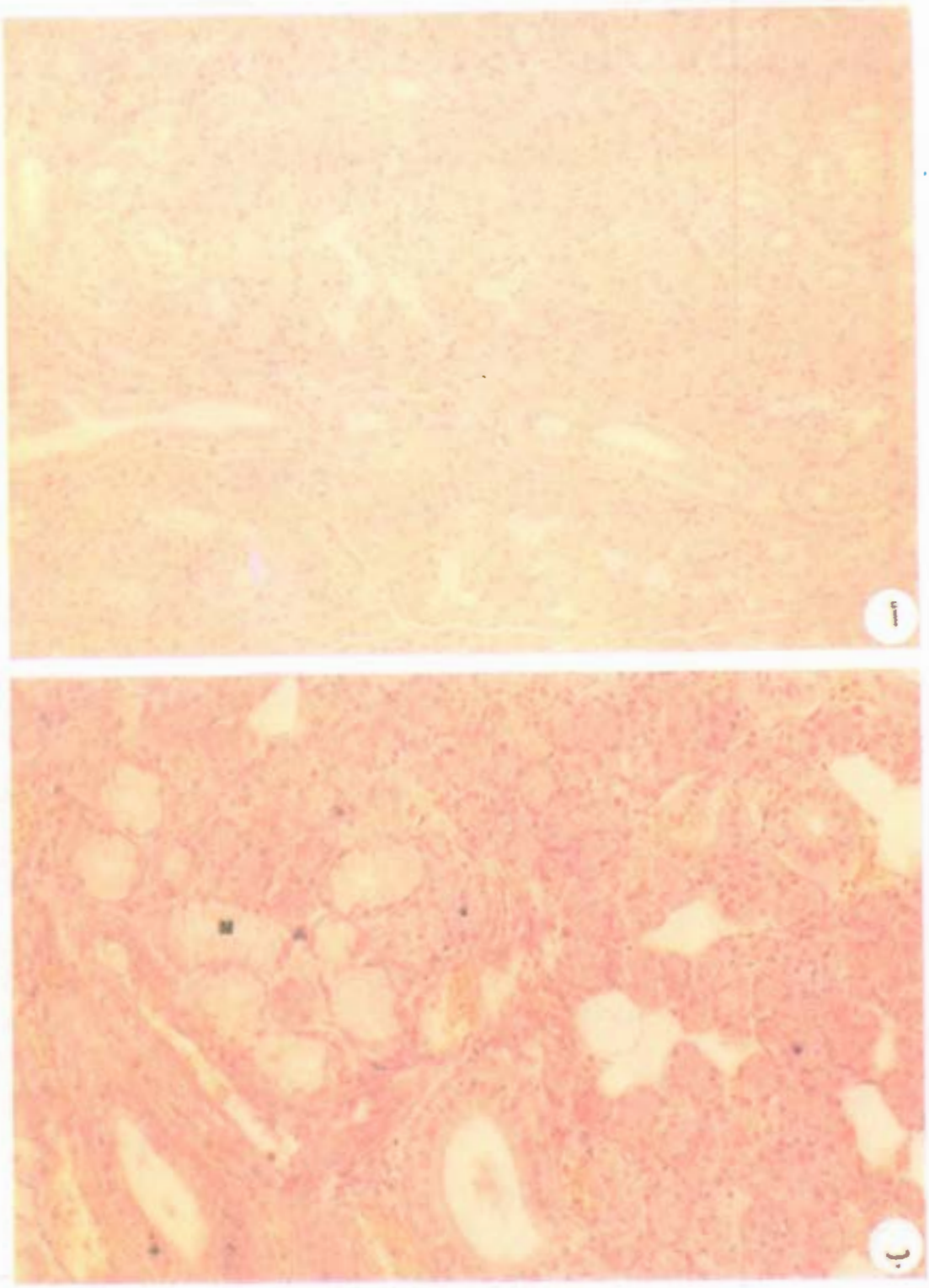
١ ـ غالبية حويصلاتها مصلية ولكن توجد بها بعض الحويصلات المخاطية والحويصلات المختلطة.

٢ ـ القنوات البينية قصيرة بينما القنوات المخططة طويلة جداً.

٣ ـ تفتح في مقدمة الفم تحت اللسان.

الغدة تحت اللسانية Sublingual gland (شكل ١١٦):

وهي عبارة عن عدد من الغدد يفتح كل منها بقناة منفصلة في قاعدة الفم تحت اللسان وتختلف عن الغدة النكفية فيما يلي :



شكل (١١٥)

أ ـ الغدة تحت الفكية في الكلب H&E . قوة وسطى

يلاحظ ان كثيراً من الحوصلات من النوع المخاطي والباقي من النوع المصلي

ب ـ الغدة تحت الفكية في الانسان H&E . قوة وسطى

يلاحظ ان غالبية الحوصلات من النوع المصلي والقليل من النوع المخاطي (M)

١ ـ غالبية حويصلاتها مخاطية مع وجود القليل من الخلايا المصلية التي تكوّن أهلّة Crescents حول الحويصلات المخاطية. وتصب الخلايا المصلية افرازها في تجويف الحويصلة المخاطية عن طريق قنيات تمر بين الخلايا المخاطية.

٢ ـ القنوات البينية وكذلك القنوات المخططة اقصر من مثيلاتها في النكفية والتحتفكية.

٣ ـ المحفظة ضئيلة ومفككة.

وظائف اللعاب :

اللعاب سائل مخاطي مائي يحتوي على بعض الخمائر وبعض الاملاح ومن وظائفه ما يلي :

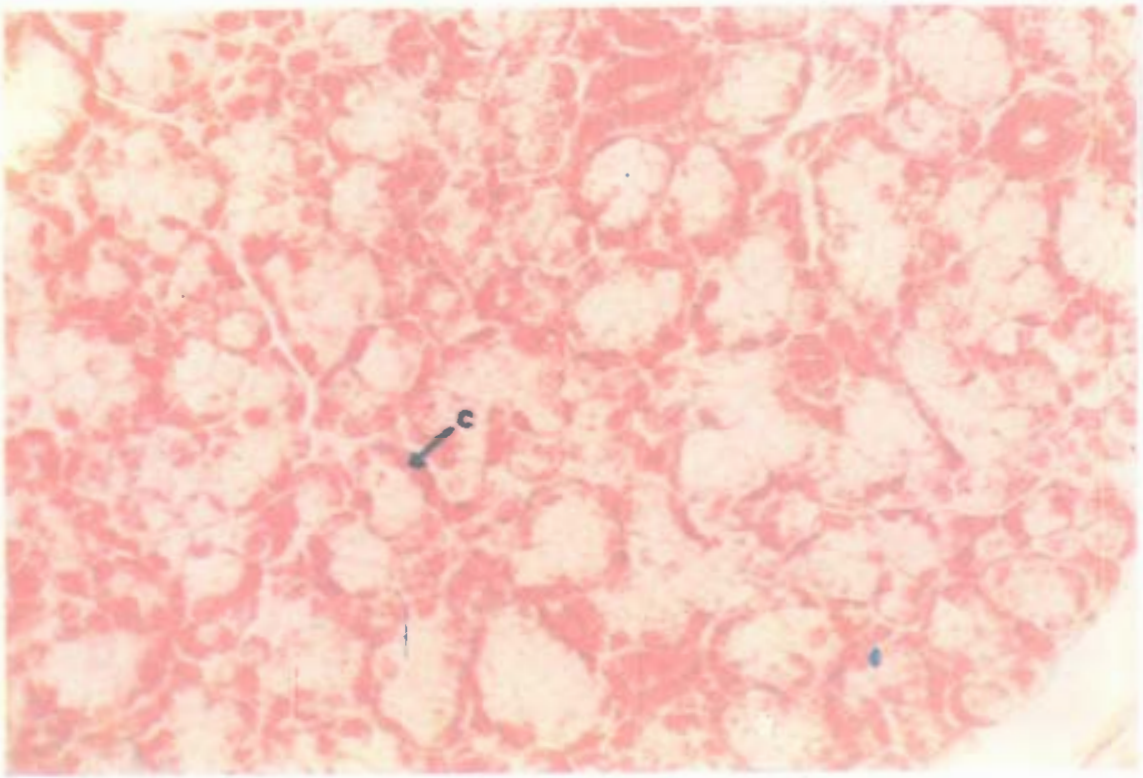
١ ـ يرطب وينظف الفم والاسنان.

٢ ـ يختلط بالطعام فيسهل مضغه وبلعه كما يذيب ما به من المواد حتى يمكن تذوقها.

٣ ـ يحتوي على الاميليز والملتيز اللذان يقومان بهضم ثنائيات التسكر.

٤ ـ يحتوي على أنزيم الليسوزيم الذي يذيب جدار البكتريا وبذلك يحد من تكاثرها في الفم.

٥ ـ يحتوي على بعض الاجسام المضادة.



شكل (١١٦) الغدة تحت اللسانية H&E . قوة وسطى .
يلاحظ ان كل الحوصلات تقريباً من النوع المخاطي مع وجود اهلة (C) من الخلايا المصلية على جوانب الحوصلات المخاطية.

البنـكريـاس Pancreas

هو غدة مفلطحة تقع في انحناء الاثنى عشر وتفتح قناته مع القناة الصفراوية على قمة حلمة تبرز في الاثنى عشر.

وهو عبارة عن غدة مركبة حويصلية أنبوبية مصلية الافراز تتكون من فصوص وفصيصات مثل الغدة النكفية ولكنه يختلف عنها بما يلي (شكل ١١٧):

١ ـ لا توجد حول حويصلاته خلايا طلائية عضلية.

٢ ـ توجد بين حويصلاته كتل من الخلايا الصم تكون جزر لانجرهانز.

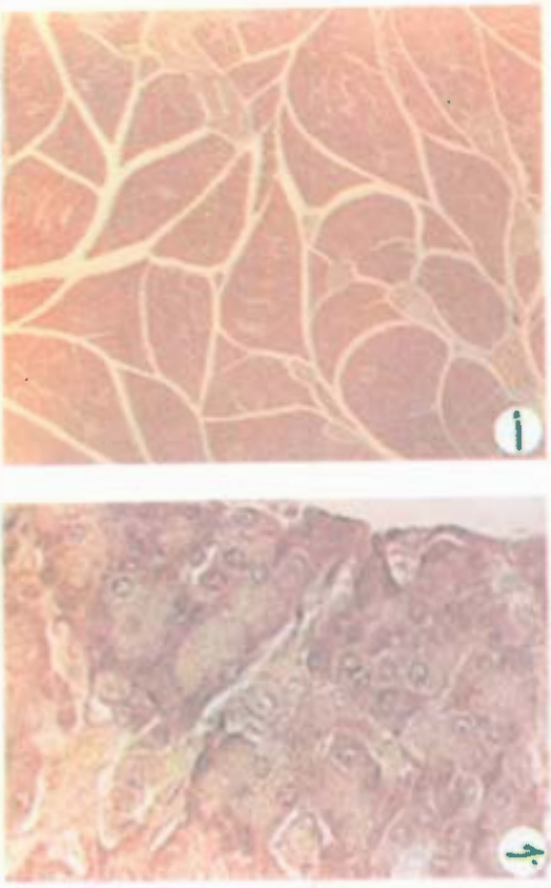
٣ ـ القنوات البينية طويلة ولكن لا توجد قنوات مخططة.

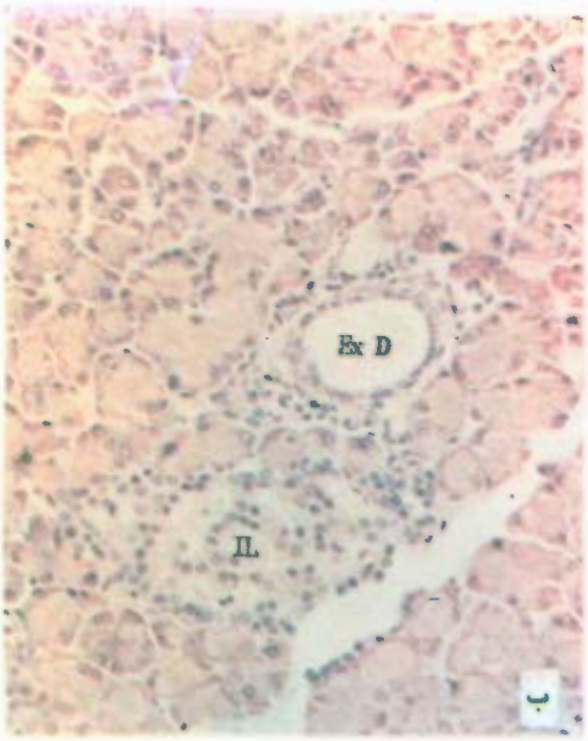
٤ ـ تمتد الخلايا الحرشفية المبطنة للقنوات البينية الى تجويف الحويصلات لتكون الخلايا الحويصلية المركزية Centroacenose cells .

٥ ـ الخلايا البنكرياسية المكونة للحويصلات أكثر نشاطاً في تخليق البروتينات ولذلك فان الشبكة الاندوبلازمية الخشنة فيها أكثف منها في الخلايا النكفية.

٦ ـ المحفظة أقل نمواً عنها في الغدد النكفية .

تقوم الخلايا البنكرياسية بإفراز العصارة البنكرياسية الغنية بالانزيمات الهاضمة التي تقوم باتمام هضم جميع مكونات الغذاء في الأمعاء الدقيقة.





شكل (١١٧) البنكرياس H&E

أ ـ قوة صغرى توضح الفصيصات والقنوات بين الفصيصية.
ب ـ قوة وسطى توضح قناة اخراجية (ExD) وجزر «لانجرهانز» (IL)
جـ ـ جزء من (ب) بالقوة الكبرى.

التركيب الدقيـق لجـزر لنجرهانز (شكل ١١٨):

تحاط هذه التجمعات الخلوية بنسيج ضام يفصلها عما حولها من الحويصلات البنكرياسية ويتخلل خلاياها أعداد كبيرة من الشعيرات الدموية بحيث يكون لكل خلية سطح على الأقل يطل على شعيرة دموية.

يوجد في جزر لنجرهانز أربعة أنواع من الخلايا هي :

١ ـ خلايا الفا (A) وبها حبيبات تحتوي على هرمون الجلوكاجون Glucagon وبعض الهرمونات الأخرى كتلك التي تفرزها الخلايا الصم الموجودة في القناة الهضمية.

٢ ـ خلايا بيتا (B) : وهي أكثر عدداً وتحتوي حبيباتها على هرمون الانسولين Insulin . ولهذه الخلايا كل مميزات الخلايا المخلقة للبروتينات.

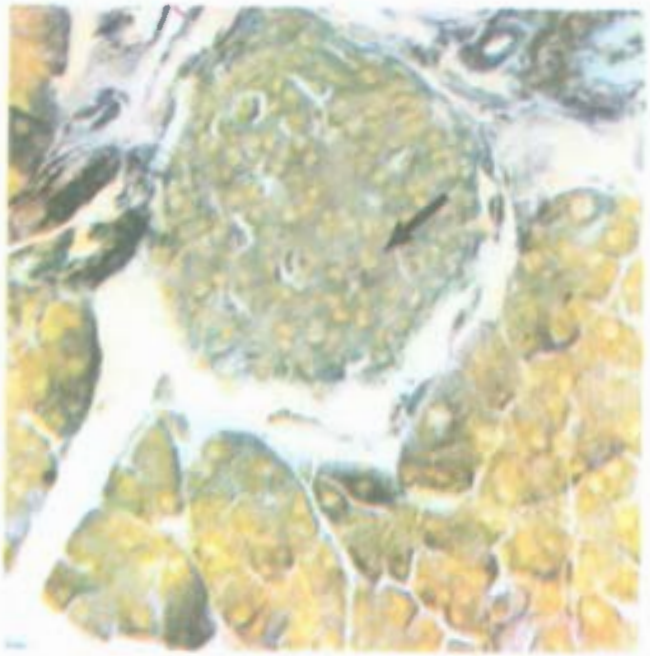
٣ ـ خلايا دلتا (D) : وهي أكبر قليلاً من خلايا الفا وتوجد عادة بالقرب منها وتقوم بافراز هرمون له تأثير على حركة الامعاء.

٤ ـ خلايا (PP) : أو التي تخلق عديدات الببتيدات البنكـرياسية Pancreatic polypeptides وهي هرمونات تساعد على الحركة الدودية للامعاء.

٥ ـ خلايا جاما (G) : وهي خلايا رائقة لا تظهر فيها حبيبات، وقد تكون خلايا غير متميزة، وقد تتميز فيما بعد الى الانواع الاخرى من خلايا الجزر.

يوجد البنكرياس في الحيوانات الفقارية بدءاً من البرمائيات، ولكنه يتخذ أشكالاً مختلفة وتوجد به نسب مختلفة من الخلايا الصم.

ولا يوجد البنكرياس في الاسماك ولكن توجد خلايا متفرقة في بطانة القناة الهضمية ـ تقوم بافراز الهرمونات البنكرياسية.



شكل (١١٨)
احدى جزر «لانجرهانز» تحيط بها حوصلات البنكرياس مصبوغة Aldehyde Fuchsin .
ويشير السهم الى خلية B

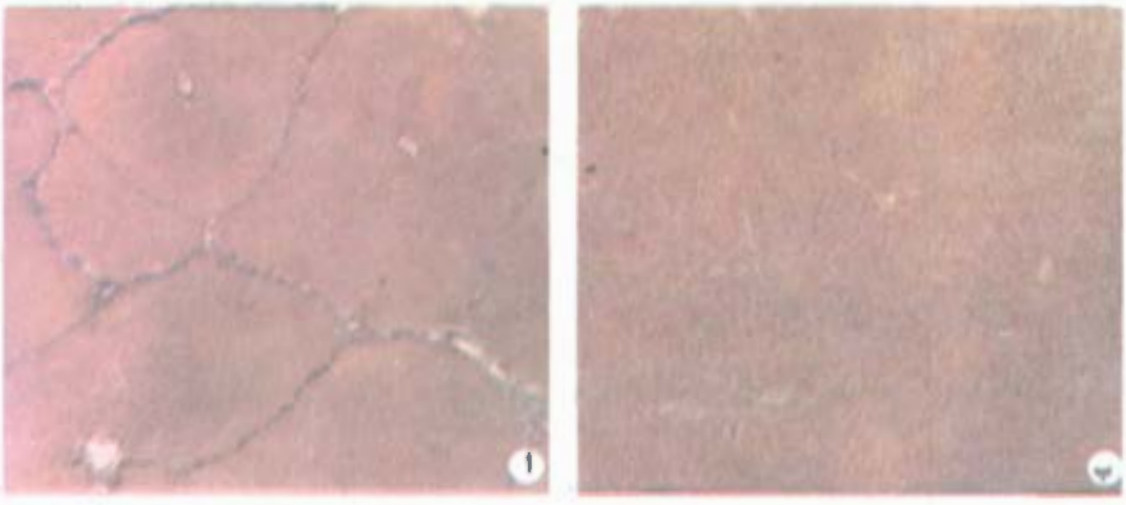
الكبـــــد Liver

تعتبر الكبد أكبر عضو في جسم الانسان بعد الجلد وتتكون من عدد من الفصوص كل منها يتكون من فصيصات قد تكون محددة في بعض الحيوانات ـ كما هو الحال في كبد الخنزير ـ وقد تكون متداخلة مع بعضها ولا تفصلها حواجز من النسيج الضام كما هو الحال في معظم الحيوانات (شكل ١١٩). وتحاط الكبد بمحفظة تكون سميكة عند السرة ويخرج منها حواجز تفصل بين الفصوص وتفرعات تمر عند أركان الفصيصات لتكون المسارات البابية Portal tracts فيها تمر الاوعية الدموية واللمفية التي تغذي الفصيصات.

تنتظم الخلايا الكبدية Hepatocytes في صفائح سمك الصفيحة منها خلية واحدة ويفصلها عن بعضها جيوب دموية تتجمع في مركز الفصيص لتكون الوريد المركزي Central vein الذي يتميز بجداره الرقيق جداً. وتوجد بين الخلايا الكبدية المتجاورة قنيات بين خلوية تحمل افرازات الخلايا (الصفراء) وتتجمع في قناة صفراوية توجد في المسارات البابية (شكل ١٢٠).

وتبطن الجيوب الدموية الكبدية بخلايا مفلطحة بينها مسافات تسمح بمرور بلازما الدم وتحاط بالألياف الشبكية، وتتعلق في مسار الدم خلايا التهامية خاصة تسمى خلايا كوفر Kupffer cells .

يفصل الجيوب الدموية عن الخلايا الكبدية مسافات تسمى فراغات ديسي Spaces of Disse ترشح فيها بلازما الدم لتكون في متناول الغشاء الخلوي للخلايا الكبدية فيحدث التبادل السريع بين الدم وبين سيتوبلازم الخلايا.



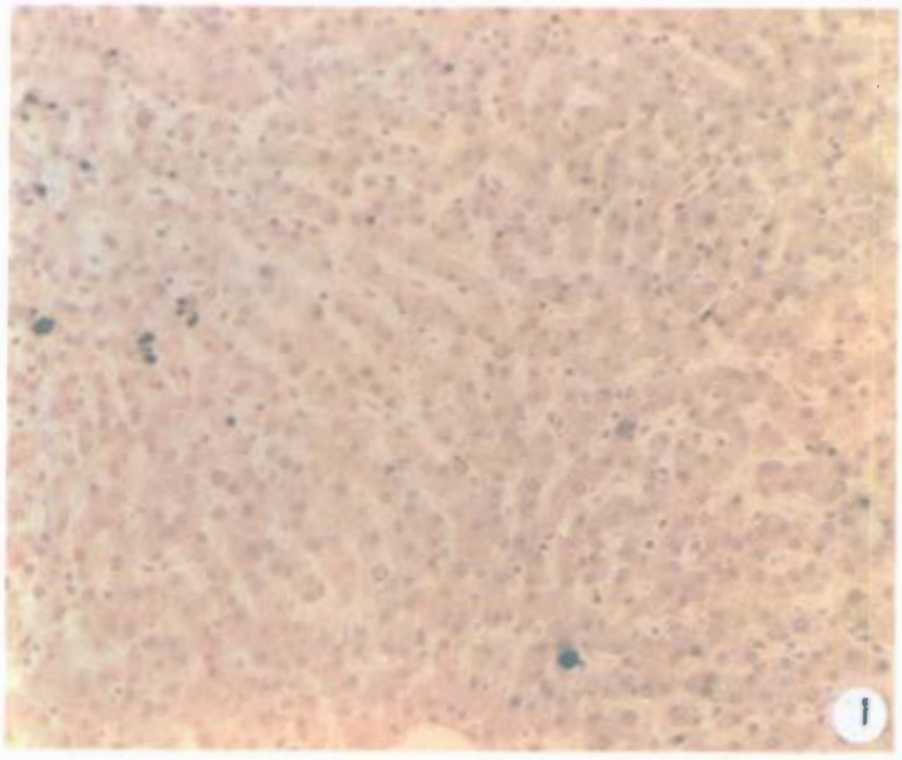
شكل (١١٩) الكـــبد

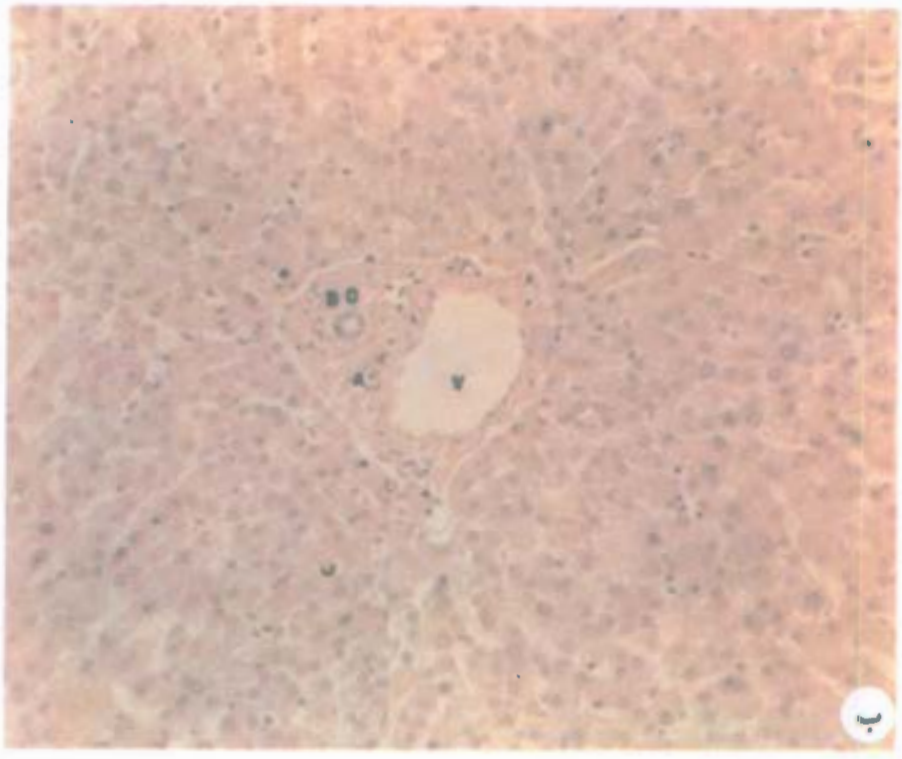
أ ـ في الخنزير (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى.

يلاحظ ان الفصيصات محددة بالنسيج الضام.

ب ـ في الانسان H&E قوة صغرى.

يلاحظ عدم تحدد الفصيصات.

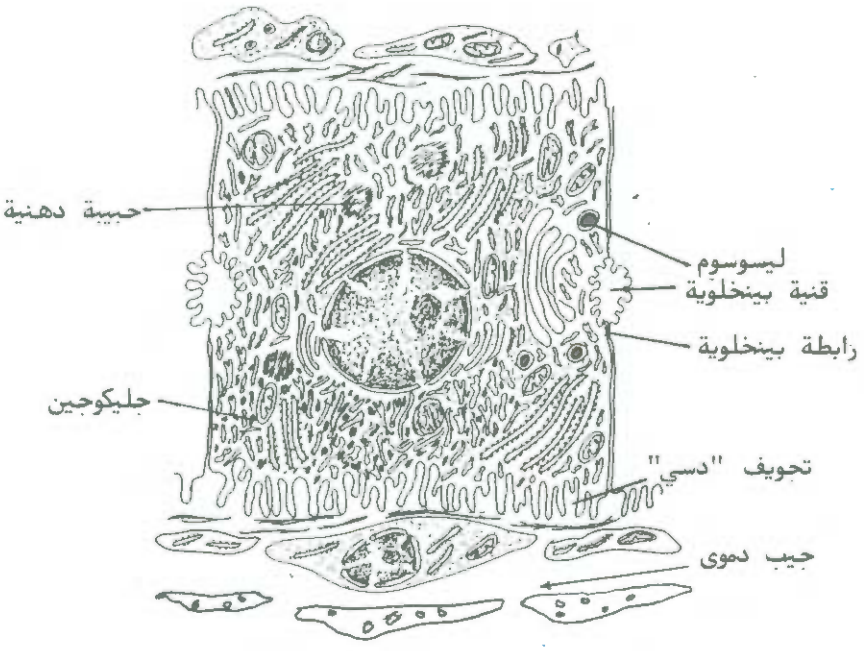




شكل (١٢٠) الكبد H&E قوة وسطى

أ ـ جزء من فصيص كلاسيكي . الوريد المركزي في منتصف الصورة من أسفل.

ب ـ أحد المسارات البابية بمكوناتها ، شريان (A) ووريد (V) وقناة صفراوية (BD)



شكل (١٢١) رسم تخطيطي للخلية الكبدية

التركيب الدقيق للخلية الكبدية (شكل ١٢١):

يحيط بالخلية الكبدية غشاء يتحور حسب موقعه من الخلايا المجاورة أو الجيوب الدموية او القنيات الصفراوية.

يرتبط غشاء الخلية الكبدية مع اغشية الخلايا المجاورة في عدة مواقع بواسطة نقاط التصاق قوية أو تشابكات بسيطة. أما عند القنيات فتخرج من الغشاء خميلات قصيرة وغير منتظمة وعند اطراف القنيات تتلاحم اغشية الخلايا المجاورة في نطاقات التحامية تمنع مرور الصفراء في المسافات بين الخلوية ووصولها الى الدم.

وفي مواجهة الجيوب الدموية يغطي الغشاء العديد من الخميلات التي تتلاصق نهاياتها عند الغشاء القاعدي للجيوب وتتخللها فراغات ديسي.

ويحتوي سيتوبلازم الخلية الكبدية على كميات وفيرة من الشبكة الاندوبلازمية الملساء والخشنة ويتم تصنيع بروتينات الدم على الشبكة الخشنة ولذلك توجد أجسام جولجي بالقرب منها . أما الشبكة الملساء فهي مسئولة عن تحول الجليكوجين الى الجلوكوز وبالعكس ، ولذلك فان حبيبات الجليكوجين ترى عادة بالقرب من الشبكة الملساء. وتحتوي الخلايا الكبدية على كميات هائلة من الجليكوجين (شكل ١٢٢).

تحتوي الخلايا الكبدية على عدد كبير من المايتوكوندريا النشطة جداً وكذلك على الليسوسومات وعلى أجسام تحتوي على أنزيمات خاصة ولذلك فهي تسمى تبعاً لاسم الانزيم الخاص الموجود بها ومن أمثلتها الـ Peroxisomes, Uricosomes التي تحتوي على أنزيمي البيروكسيديز واليوريكيز.

ويوجد أيضاً في خلايا الكبد الاجسام الصبغية الدهنية Lipofuscin وهي نتاج نشاط الليسوسومات.

ونواة الخلية الكبدية نشطة جداً وتعتبر مثالية في تركيبها حيث تحتوي على أنواع الكروماتين المختلفة بصورة واضحة. وتحتوي النواة على نوية كبيرة.

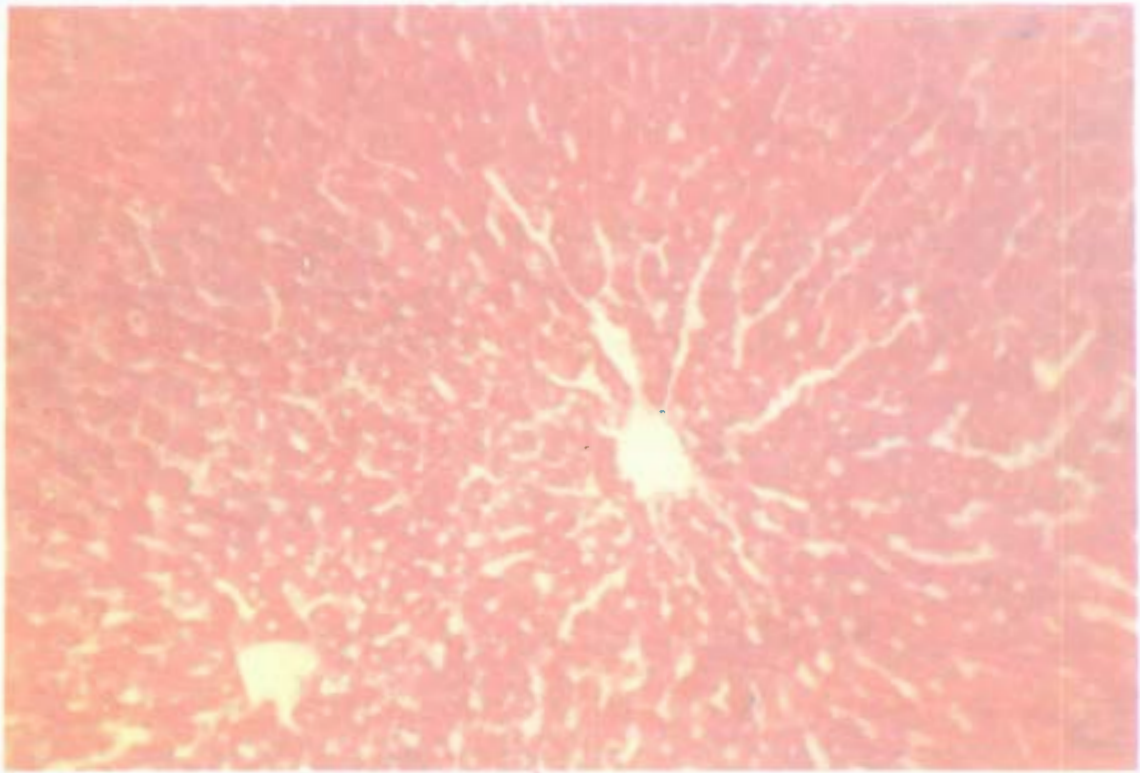
ومن هذا الوصف يتبين ان الخلية الكبدية من اكثر خلايا الجسم نشاطاً.

الفصيصات الكبدية Liver lobules (شكل ١٢٣) :

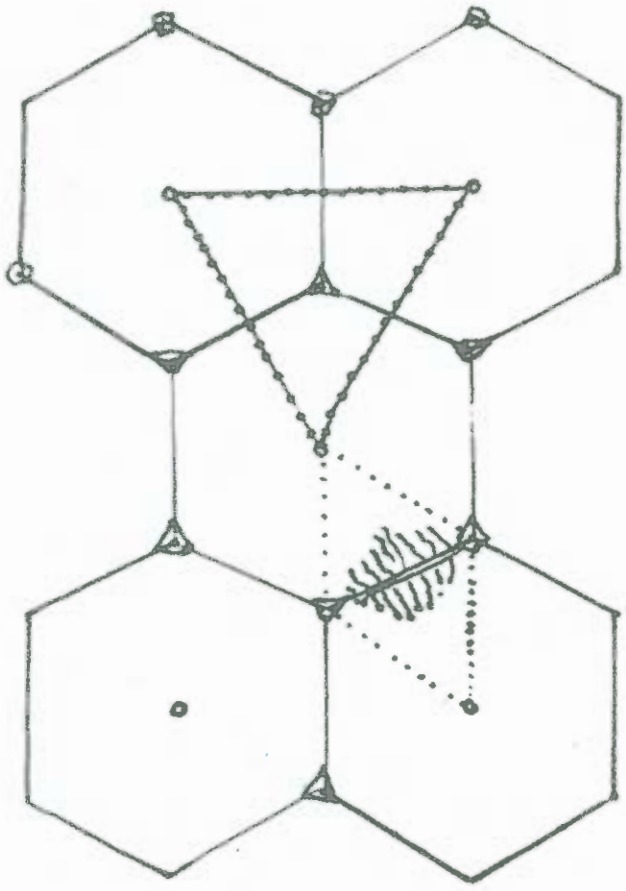
يمكن أن تقسم الكبد الى أنواع ثلاثة من الفصيصيات هي :

١ ـ **الفصيص الكلاسيكي أو الكبدي** Classic (hepatic) lobule ويتكون من مجموعة من الخلايا يتوسطها الوريد المركزي، ويكون الفصيص الكبدي سداسي الشكل تقع على اركانه المسارات البابية Portal tracts التي تحتوي على فروع من الشريان الكبدي والوريد البابي والاوعية اللمفية والقناة الصفراوية كما يحتوي على نسيج ضام مفكك غني بالالياف الشبكية.

٢ ـ **الفصيص البابي** Portal lobule : وهو مثلث الشكل يقع في منتصفه أحد المسارات البابية بينما يقع على اركانه ثلاثة أوردة مركزية. ويتكون من اجزاء من ثلاثة فصيصيات تقليدية.



شكل (١٢٢) قطاع في الكبد مصبوغ بـ PAS ليظهر حبيبات الجليكوجين باللون الاحمر الارجواني



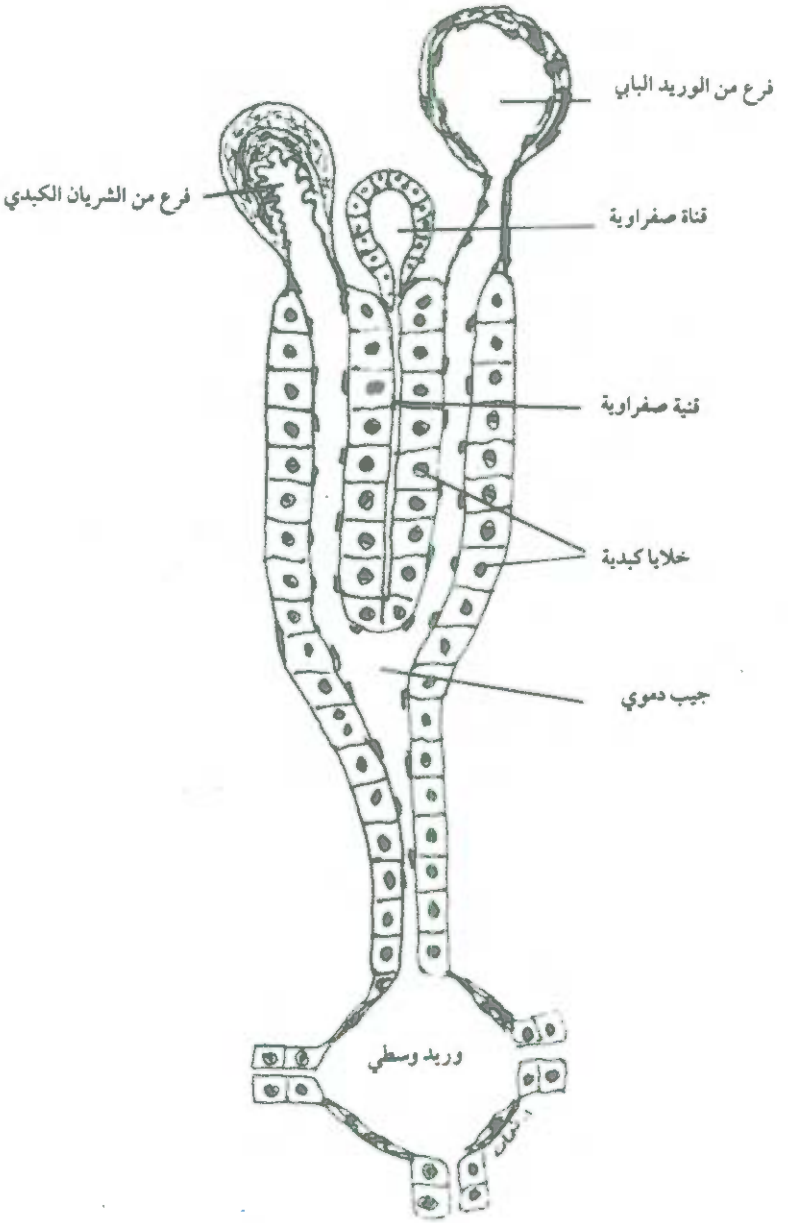
شكل (١٢٣) الفصيصات الكبدية
- الفصيص الكلاسيكي - سداسي الشكل، في منتصفه وريد وسطي وعلى أركانه مسارات بابية
- الفصيص البابي مثلث الشكل، في وسطه مسار بابي وعلى اركانه الثلاثة أوردة وسطية
- الفصيص الوظيفي مُعيّني الشكل تتوسطه تفرعات المجموعة البابية

٣ - **الحويصلة الكبدية** Hepatic acinus : وهي عبارة عن كتلة بيضاوية تتوسطها نهايات الاوعية المارة بالمنطقة البابية، وعلى طرفيها يوجد وريدين مركزيين، وتحتوي على خلايا من فصيصين تقليديين.

الدورة الدموية في الكبد (شكل ١٢٤):

لقد صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم حين قال: «أحل لكم دمان الكبد والطحال» وذلك لأن الكبد والطحال يحتويان على قدر كبير من الدم في الجيوب الدموية التي تتخلل أنسجتها.

ويدخل الدم الى الكبد (عند السرة) عن طريق وعائين كبيرين هما الوريد البابي - القادم من الامعاء - والشريان الكبدي . ويتفرع هذان الوعاءان في المسارات البابية الى ان يصلا الى اركان الفصيص الكلاسيكي فيصبان معاً في الجيوب الدموية عند حافة الفصيص. ويمر الدم في الجيوب نحو الوريد المركزي الذي يتجمع مع غيره ليكونوا أوردة تحت فصيصية وهذه بدورها تتجمع لتكون الوريد الكبدي الذي يصب في الوريد الاجوف السفلي.



شكل (١٢٤) جزء من فصيص كلاسيكي يبين مسار الدم

الصرف اللمفي للكبد :

يتجمع اللمف من فراغات دسي في أوعية لمفية صغيرة موجودة في المسارات البابية. وتتجمع هذه الاوعية في وعاء يخرج من سرة الكبد ليفتح في القناة اللمفية الصدرية.

وظائف الكبد :

١ - ازالة السموم وذلك بواسطة الشبكة الاندوبلازمية الملساء.

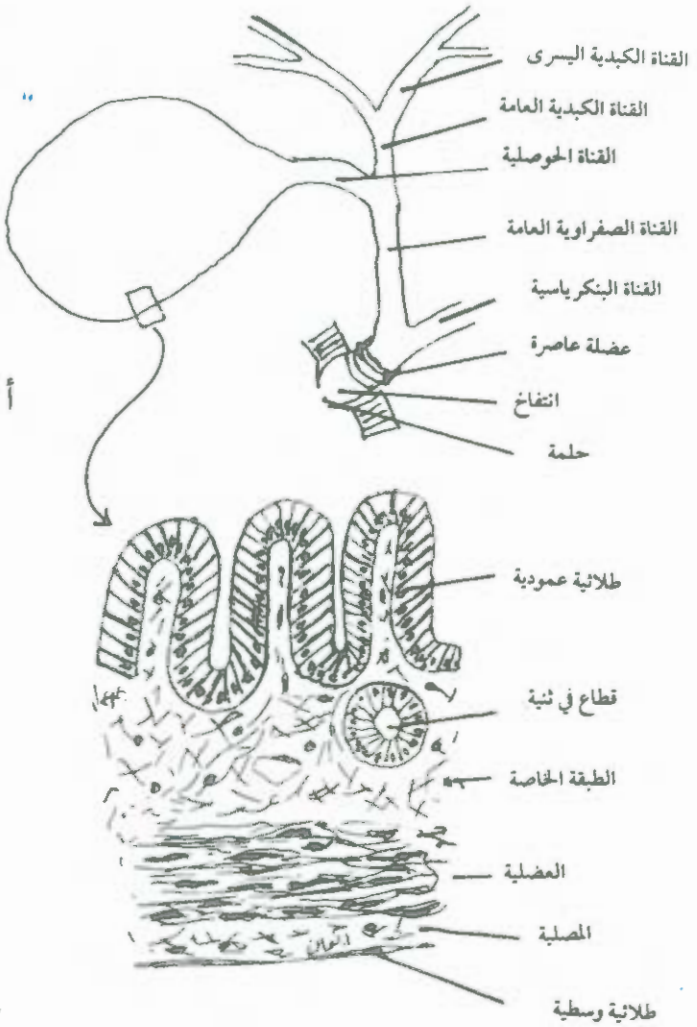
٢ ـ افراز الكثير من المواد الى الدم منها الجلوكوز ومعظم بروتينات الدم (الزلال والجلوبيولين) والبروتينات الدهنية الهامة اللازمة لبلازما الدم والأجسام المضادة وخاصة Immunoglobulin A (Ig A) .

٣ ـ افراز الصفراء التي تحتوي على الكثير من المواد الناتجة من العمليات الحيوية المختلفة . وللصفراء دور هام في عملية هضم الدهون في الامعاء .

٤ ـ تخزين بعض المواد الهامة مثل الجليكوجين وبذلك يتم تنظيم مستوى تركيز الجلوكوز (السكر) في الدم .

الحوصلة الصفراوية Gall bladder (شكل ١٢٥) :

هي عضو كمثري الشكل ، لها جدار يتكون من مخاطية وعضلية ومصلية .



شكل (١٢٥)

أ ـ رسم تخطيطي للقنوات الصفراوية

ب ـ طبقات جدار الحوصلة الصفراوية

وتتكون المحاطية من طبقة من الخلايا الطلائية العمودية البسيطة التي تتخللها بعض الخلايا الكأسية، وطبقة من النسيج الضام تمثل الطبقة الخاصة Lamina propria (شكل ١٢٦).

وتتكون العضلية من حزم من الألياف العضلية في اتجاهات مختلفة تحيط بها الألياف المرنة.

وتتكون المصلية من طبقة رقيقة من النسيج الضام المغطى بخلايا حرشفيّة فيما عدا المنطقة الملاصقة للكبد فتندمج عندها المصلية مع محفظة الكبد.

وتقوم الحوصلة الصفراوية بتخزين وتركيز الصفراء وذلك بامتصاص الماء وبعض العناصر الاخرى حتى تصبح الصفراء في شكلها النهائي فتصب في الاثنى عشر.

وقد تترسب بعض مكونات الصفراء على هيئة حصوات في الحوصلة الصفراوية مسببة آلاماً شديدة.

شكل (١٢٦) قطاع في جدار الحوصلة الصفراوية H&E قوة وسطى

الفصل التاسع

الجهاز التنفسى

Respiratory System

الفصـــل التاســع
الجهـــاز التنفســـى
Respiratory System

يقوم الجهاز التنفسي في أي حيوان ـ في المقام الأول ـ بتزويد الخلايا الجسمية بأكسيجين الهواء، كما يقوم بتخليص الخلايا من ثاني اكسيد الكربون الناتج من عمليات التنفس الخلوي. ويكون الدم في الفقاريات بمثابة الوسيط الذي يقوم بنقل الاكسيجين وثاني اكسيد الكربون بين الرئتين وخلايا الجسم.

يبـدأ الجهاز التنفسي بفتحتي الانف الخارجيتين يليهما التجويفان الانفيان ثم البلعوم التنفسي فالحنجرة فالقصبة الهوائية فالشعبتان فالرئتان.

ويمكن تقسيم الجهاز التنفسي من الناحية الوظيفية الى جزئين:

١ ـ الجزء التوصيلي الذي يتكون من شجرة من الانابيب التي توصل الهواء من الخارج الى الجزء الثاني ويتم في هذا الجزء تنقية وتكييف الهواء ليصبح مناسباً لانسجة الرئة من حيث درجة الحرارة ودرجة الرطوبة والنظافة.

٢ ـ الجزء التنفسي وفيه يتم تبادل الغازات بين الهواء والدم ويتكون من الشعيبات التنفسية وتفرعاتها حتى الحويصلات الهوائية.

تجـويفـا الأنـــف Nasal cavities

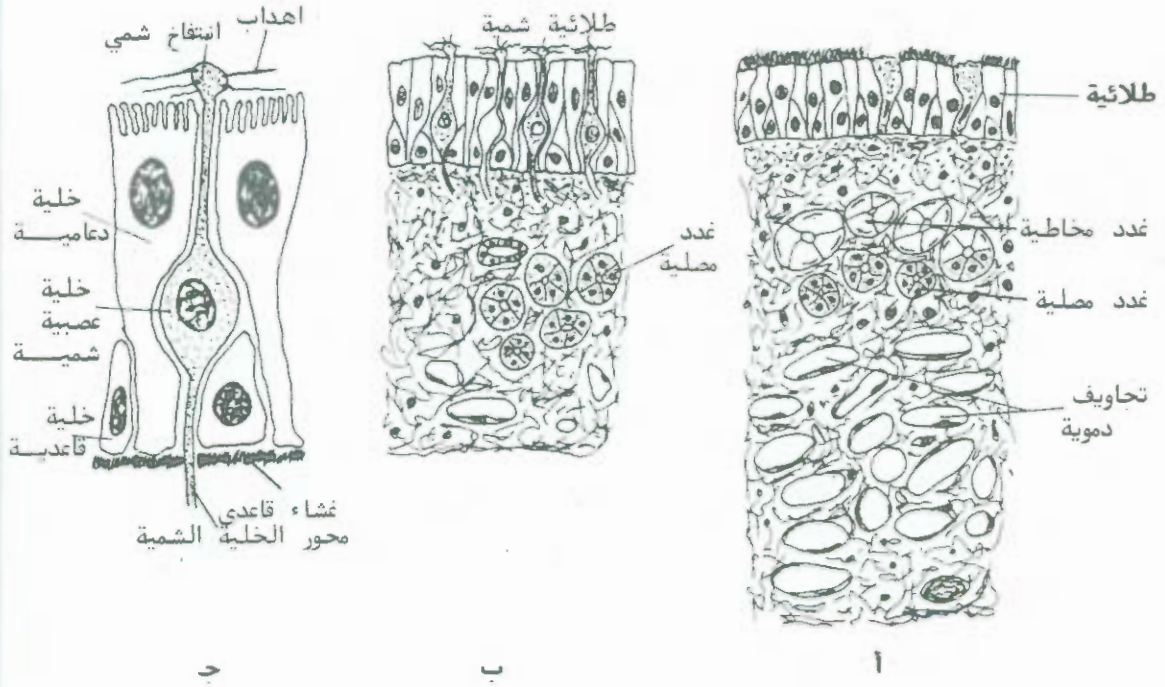
يبـطن كل تجويف من تجويفي الانف بغشـاء مخاطي يتكـون من طلائية وطبقـة خاصة، ويفصله عن التجويف الآخر الحاجز الانفي الذي يكون غضروفياً في جزئه الامامي وعظمياً في جزئه الخلفي. وينقسم كل تجويف الى ثلاث مناطق هي:

١ ـ **منطقة الدهليز** Vestibule : وهي الجزء الذي يلي فتحة الانف الخارجية مباشرة وتتصل بطانته بالجلد الخارجي، ويبطن الدهليز بنسيج طلائي مصفف حرشفي متقرن يشبه بشرة الجلد ويحتوي على شعر سميك وغدد جلدية. ويقوم الشعر السميك بحجز ما قد يدخل مع هواء الشهيق من شوائب.

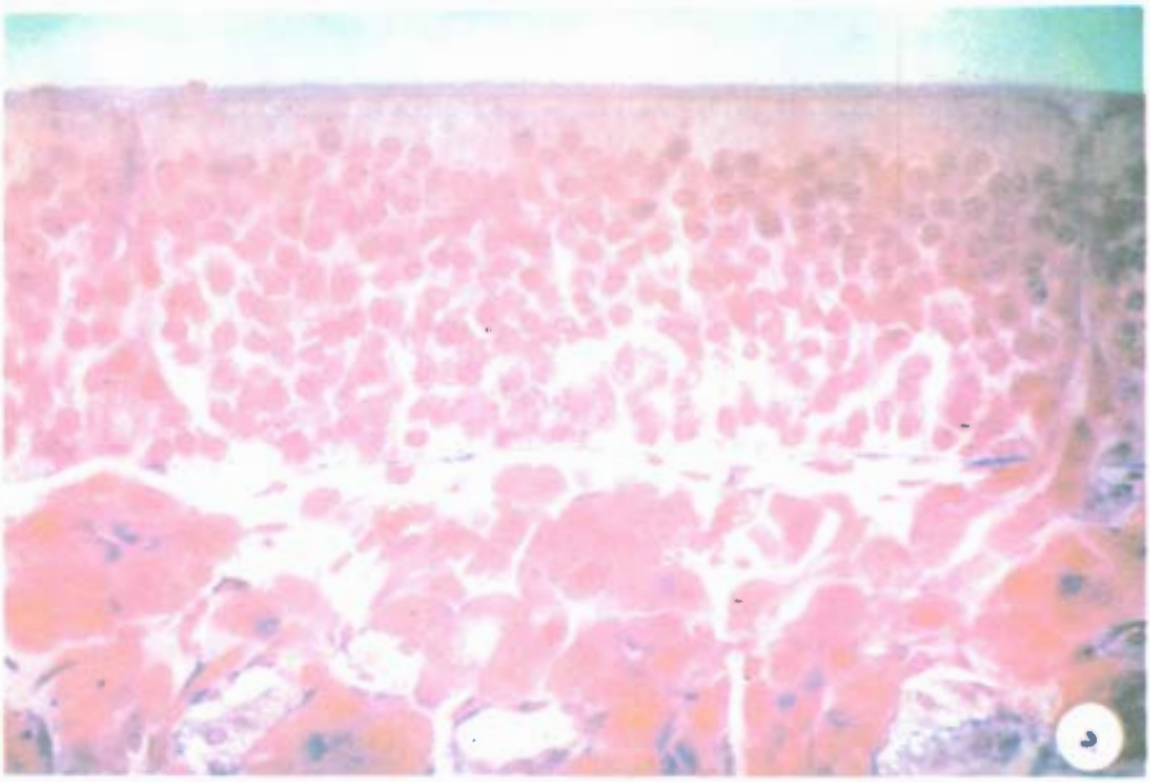
٢ ـ **المنطقة التنفسية** Respiratory region : وتكوّن أغلب تجويف الانف، وتتكون بطانتها من النسيج الطلائي المصفف الكاذب المهدب الغني بالخلايا الكأسية. أما الطبقة الخاصة فتتكون من نسيج ضام مفكك يحتوي على العديد من الأوردة الجيبية التي تمتلىء بالدم في حالات الزكام فتتسبب في غلق تجويف الانف، ويقـوم الدم في هذه الاوردة بتهيئة الهواء الداخل لتصبح درجة حرارته مناسبة لدرجة حرارة الجسم. ويوجـد في الـطبقة الخاصة ايضاً غدد مختلطة افرازها مخاطي مائي يصب على سطح الطبقة الطلائية فيحافظ على رطوبتها ويقوم المخاط بحجز الشوائب الدقيقة الموجودة في الهواء (شكل ١٢٧أ).

٣ ـ المنطقة الشمية Olfactory region وتوجد في الجزئين العلوي والجانبي من كل تجويف أنفي . وتتكون من طبقة طلائية شمية تحتوي على نوعين من الخلايا : الخلايا الشمية Olfactory cells والخلايا الدعامية Supporting cells (شكل ١٢٧ب، جـ) .

أ ـ الخلايا الشمية : هي خلايا عصبية ثنائية القطب توجد أجسامها بين الأجزاء الداخلية من الخلايا الدعامية، لها فرع خارجي قصير (شجيرة) ينتهي بانتفاخ يخرج منه ١٠ ـ ١٢ هدباً لها نفس التركيب الذي ورد ذكره من قبل . أما الفرع الداخلي (المحور) فينفذ من الغشاء القاعدي ليكون مع الفروع الاخرى العصب الشمي . ولا تختلف الخلية الشمية في تركيبها الدقيق عن الخلية العصبية العادية .



شكل (١٢٧) تجويف الأنف :
أ ـ المنطقة التنفسية
ب ـ المنطقة الشمية
جـ ـ خلايا الطلائية الشمّية
د ـ قطاع فى المنطقة الشمّية (الصبغة الثلاثية) قوة كبرى.
تلاحظ الغدد المصلية التى تفتح قنواتها على سطح الطلائية (أقصى اليمين).



تابع شـكل (١٢٧)

ب ـ **الخلايا الدعامية** : هي خلايا طلائية عمودية لكل منها جزء داخلي رفيع وجزء خارجي عريض توجد فيه النـواة، وهي علاوة على دعمها للخلايا الشمية تقوم بافراز بعض المواد، ويوجد بها حبيبات صبغية تضفي على المنطقة الشمية لوناً مميزاً يختلف في الحيوانات من نوع الى اخر. كما يوجد نوع من الخلايا الدعامية القصيرة التي لا تصل الى السطح ولكنها ترتكز على الغشاء القاعدي وهي خلايا غير متميزة.

وتختلف الطبقة الخاصة في المنطقة الشمية عنها في المنطقة التنفسية. فهي لا تحتوي على الكثير من الاوعية الدموية ، وتحتوي على عدد اكبر من الغدد المصلية ولا يوجد بها غدد مخاطية ويقوم الافراز المائي للغدد المصلية باذابة المواد الغازية فتحسها الأهداب الموجودة على نهايات الخلايا الشمية كما انها تقوم بغسل هذه المواد فتصبح الخلايا الشمية مستعدة لاستقبال مواد اخرى وهكذا.

الجيـوب الأنفيـة Nasal sinuses :

هي أزواج من الفجوات الهوائية الموجودة في عظام الجمجمة الجبهية (Frontal) ، والفكية (Maxillary) والـوتدية (Sphenoid) والغربالية (Ethmoid) وتبطن الجيوب الانفية بطبقة من النسيج الطلائي التنفسي (المصفف الكاذب مع الخلايا الكأسية) تحته طبقة رقيقة من النسيج الضام المفكك.

وتقوم الجيوب الانفية بتقليل وزن الجمجمة كما تعطي للصوت رنينه المميز.

البلعـوم الأنفـي Nasopnarynx :

هو جزء البلعوم الذي يصل بين الفتحة الداخلية من تجويف الانف والحنجرة. وله سطحان، سطح خلفي له بطانة تنفسية. وسطح أمامي بطانته طلائية مصففة حرشفية.

الحنجـــرة Larynx

هي حجرة غضروفية مبطنة بنسيج طلائي تنفسي فيما عدا بعض المناطق المعرضة للاحتكاك مع لسان المزمار فبطانتها مصففة حرشفية.

وتوجد على حافة الفتحة الخارجية للحنجرة ثنيات ليفية تتحكم في الهواء الخارج من الحنجرة محدثة الصوت وتسمى الحبال الصوتية Vocal cords ويوجد في الطبقة الخاصة للحنجرة غدد مختلطة ومجموعة من الغضاريف بعضها زجاجي والبعض الآخر مرن. وأهم هذه الغضاريف الغضروف الدرقي ويبرز الى الأمام في الرجال اكثر من النساء ويسمى مجازاً «تفاحة آدم» ، ولسان المزمار الذي يقوم بغلق فتحة الحنجرة أثناء البلع أما باقي الغضاريف فتحفظ الحنجرة من أن تنطبق جدرانها على بعضها. ويوجد في جدار الحنجرة نوعان من العضلات الداخلية منها تتصل بالغضاريف فتغير من اتساع الحنجرة وتتحكم في حدة الصوت ، اما العضلات الخارجية فتحرك الحنجرة نحو لسان المزمار أثناء البلع.

القصبة الهوائية Trachea

هي أنبوبة مخاطية ليفية مبطنة بطبقة من النسيج الطلائي التنفسي الذي يمكن أن يميز به خمسة أنواع من الخلايا هي : خلايا عمودية مهدبة، وخلايا كأسية، وخلايا فرشاتية، وخلايا قاعدية غير متميزة، وخلايا صم وسطية. وتقوم هذه الانواع من الخلايا (كل حسب وظيفته) بافراز المخاط وتحريكه بما قد علق به من شوائب على سطح القصبة الهوائية في اتجاه البلعوم.

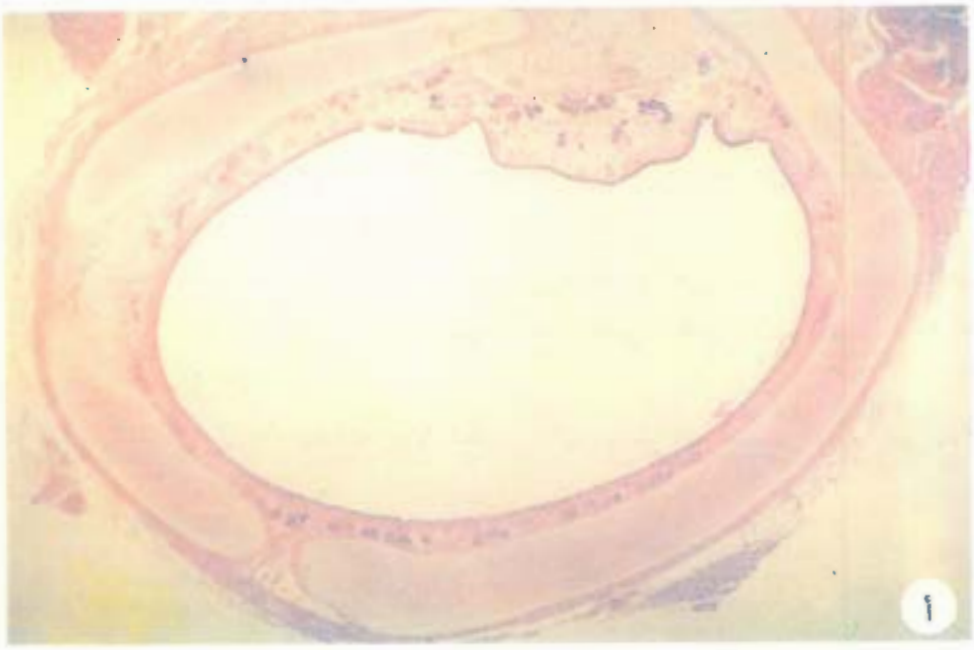
وتحتوي الطبقة الخاصة على ألياف مرنة تتجمع في وسطها مكونة صفيحة مرنة.

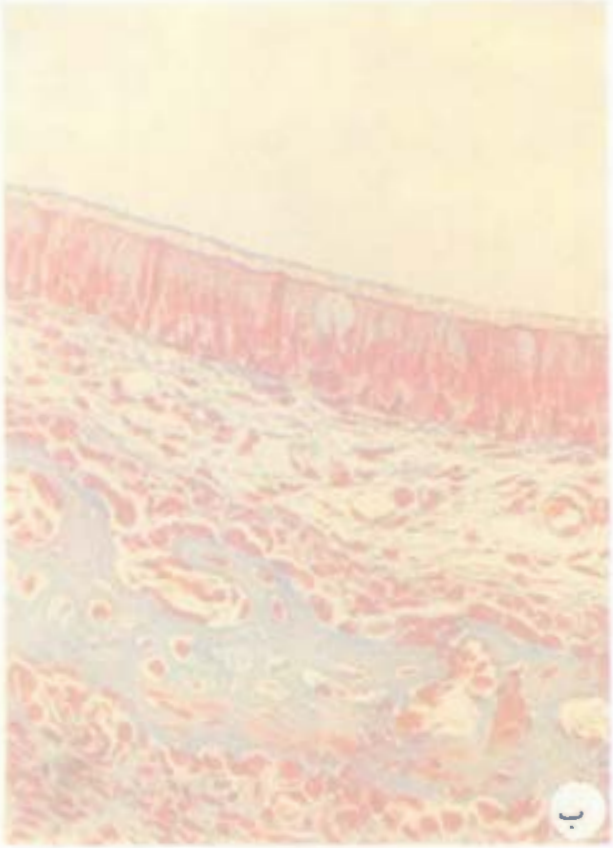
ويلي الطبقة الخاصة الطبقة الليفية ويوجد بها حلقات من الغضروف الزجاجي ناقصة من الخلف ناحية المرىء لتمكنه من التمدد أثناء البلع.

وتحاط القصبة الهوائية من الخارج بطبقة من النسيج الضام الذي يندمج مع ما حوله من انسجة اخرى. ويوجد بين طرفي كل حلقة غضروفية في الانسان ألياف عضلية ملس وفي بعض الحيوانات تكون هذه الالياف العضلية خارج الغضروف بينما تكون داخل طرفيه في البعض الآخر.

ويوجد في الجزء الداخلي من الطبقة الخاصة غدد مختلطة تفتح على سطح النسيج الطلائي.

تتفرع القصبة الهوائية الى شعبتين تدخل كل منهما الى رئة. ويتركب جدار الشعبتين الخارجيتين Extrapulmonary من نفس المكونات التي يتركب منها جدار القصبة الهوائية (شكل ١٢٨).





شكل (١٢٨) القصبة الهوائية :

أ ـ قوة صغرى (H&E) . يُلاحظ أجزاء من الحلقات الغضروفية .

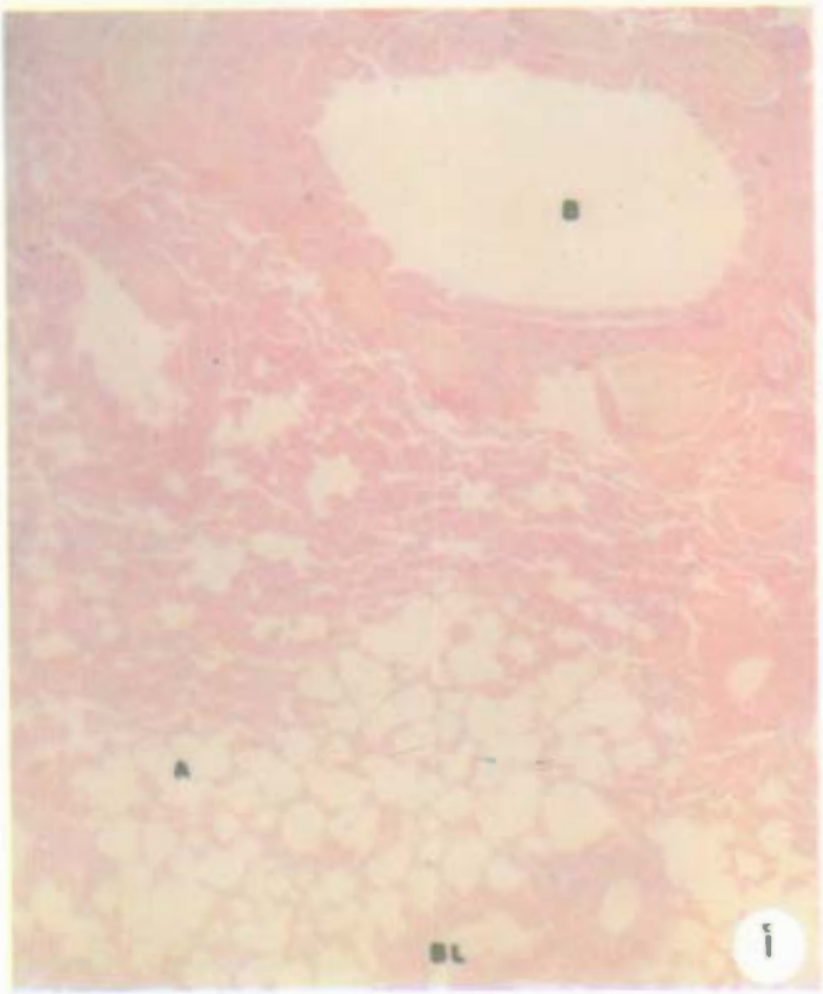
ب ـ قوة وسطى (الصبغة الثلاثية) يلاحظ الطلائية التنفسية المهدبة والتى يمكن تمييز مجموعة من الخلايا بها .

الرئـــة Lung

يوجد في القفص الصدري للحيوانات التي تتنفس الهواء الجوي رئة على كل جانب. والرئة في الحيوانات الثـديية كبيرة وتتكون من فصوص يختلف عددها من حيوان لآخر. وتتكون رئة الانسان اليمنى من ثلاثة فصوص بينما تتكون الرئة اليسرى من فصين فقط. ويتكون كل فص من عدد من الفصيصات التي لا تفصلها عن بعضها حواجز واضحة. ولكن قد تظهر حدودها على سطح الرئة.

تحاط الرئة بطبقة مصلية تغطي بنسيج طلائي حرشفي ويفصلها عن غشاء البللورا تجويف ضيق يحتوي على سائل ملين يجعل حركة الرئة داخل البللورا سهلاً أثناء التنفس. وتحت الطبقة المصلية توجد محفظة رقيقة من النسيج الضام (شكل ١٢٩أ).

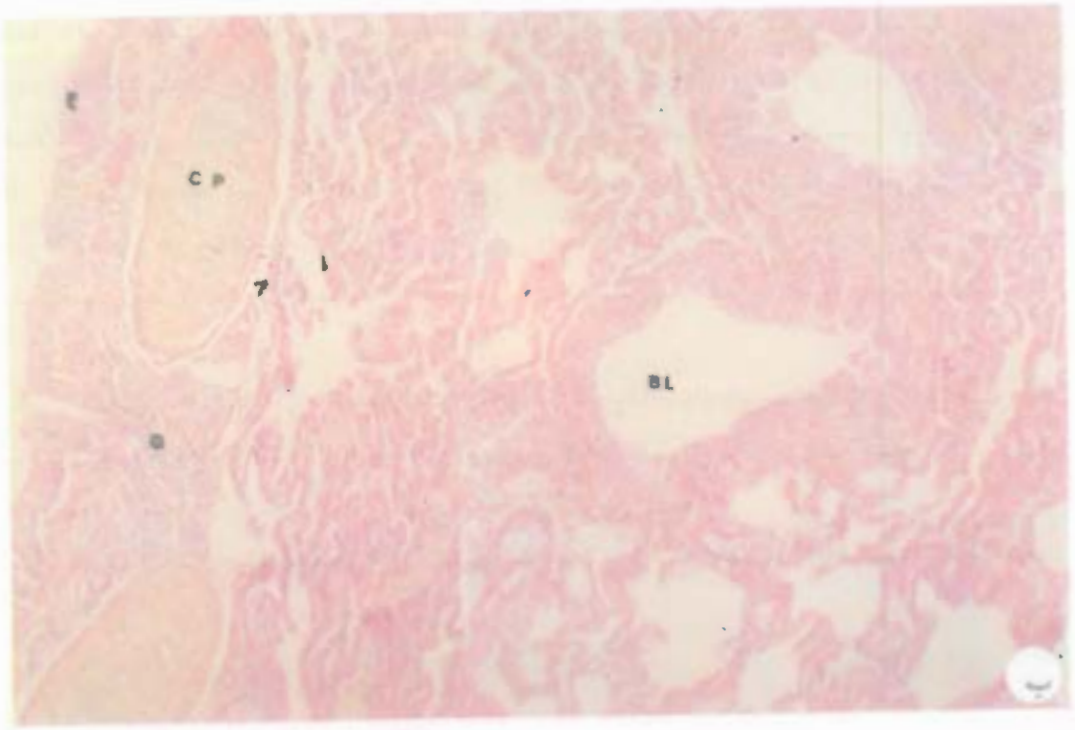
ولكل رئة سرة تدخل منها الاوعية الدموية والشعب الهوائية وينتشر منها النسيج الضام الغني بالالياف المرنة والالياف الشبكية ليكون أرضية الرئة.



شكل (١٢٩)

أ ـ قطاع في جزء من الرئة H&E قوة صغرى، يتضح به الشعبة (B) والشعيبات (BL) والحويصلات (A)

ب ـ جزء مكبر من (أ) تظهر به: طلائية الشعبة (E) والقطع الغضروفية (CP) والغدد (G) والشعيبات (BL)



تابع شكل (١٢٩)

ويتكون نسيج الرئة من الشعب الداخلية Intrapulmonary bronchi والشعيبات Bronchioles ، والشعيبات التنفسية والحويصلات الهوائية وذلك علاوة على أرضية الرئة .

الشـــعب Bronchi :

تتفـرع الشعبة الخارجية بمجرد دخولها الى الرئة الى شعب داخلية والتي تتفرع عدة مرات بعد ذلك . وتركيب جدار الشعب الداخلية يختلف اختلافاً جوهرياً عن تركيب جدار الشعبة الخارجية . حيث يوجد في الطبقة الليفية صفائح غضروفية غير متصلة ، كما تظهر طبقة غير مكتملة من الألياف العضلية الملس الدائرية مما يتسبب عن تقلصها انثناء الطبقة المخاطية . اما باقي الاجزاء فتكون كما في القصبة الهوائية . ويوجد في جدار الشعب (وخاصة عند تفرعها) عقيدات لمفية (شكل ١٢٩ب) .

الشـــعيبات Bronchioles

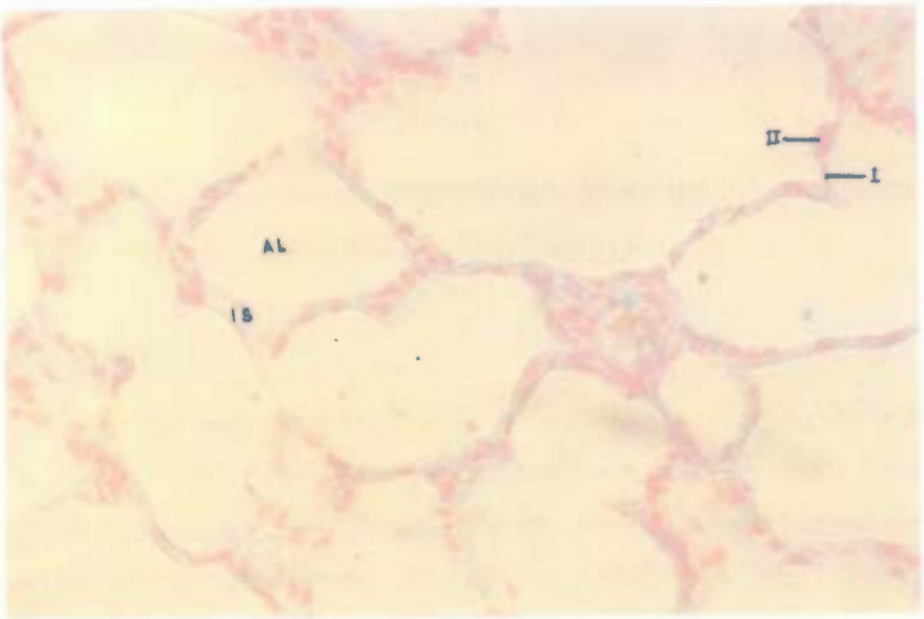
في نهاية الشعب تبـدأ الشعيبـات . ويختلف جدار الشعيبـة عن جدار الشعبة في انه لا يحتوي على اية غضاريف كما لا يحتوي على غدد في الطبقة الخاصة . ولا يحتوي على عقيدات لمفية (كما هو الحال في الشعب) . اما النسيج الطلائي فيصبح عمودياً مهدباً مع اختفاء الخلايا الكأسية منه تدريجياً كلما نقص قطر الشعيبة . هذا وتوجد طبقة عضلية كاملة حيث يسبب تقلصها تعرجاً في الطبقة المخاطية اكبر من ذلك الموجود في الشعب (شكل ١٢٩ب) .

ويوجد بين الخلايا الطلائية في الشعيبات خلايا غير مهدبة تسمى خلايا كلارا Clara cells ولها وظيفة افرازية . ومن أهم افرازاتها مادة باسطة للسطح علاوة على البروتينات ومواد أخرى .

تدخل آخر تفرعات الشعيبات الى الفصيصات الرئوية حيث تخرج منها الشعيبات التنفسية التي لها جدر تشبه جدر الشعيبات الا انها أرق وخلاياها تصبح مكعبة وغير مهدبة. ويفتح في الشعيبة التنفسية بعض الحويصلات الهوائية. ومن هنا أتى اسمها. ويخرج من الشعيبات التنفسية مسارات تسمى القنوات الحويصلية Alveolar ducts تفتح فيها الحويصلات. وتنتهي القنوات بفسح تنفسية تحيط بها الحويصلات. وتبطن القنوات والفسح والحويصلات بنسيج طلائي حرشفي رقيق جداً. وتحصر الحويصلات الهوائية بينها حواجز رقيقة تتكون من أرضية الرئة بما تحتويه من ألياف مرنة وألياف شبكية وشعيرات دموية وخلايا التهامية وبعض خلايا الدم البيض.

ويتكون الفصيص الرئوي من الحويصلات (والحواجز الموجودة بينها) التي يصلها الهواء عن طريق احدى الشعيبات النهائية Terminal bronchiole والفصيص هرمي الشكل قاعدته جهة سطح الرئة وقمته الى الداخل وتدخل الشعيبة وفرع الشريان الرئوى ووعاء لمفاوى من القمة.

وتكون الفصيصات محددة بحواجز من النسيج الضام أثناء الحياة الجنينية. ولكن بعد الولادة وبعد ان تتمدد الرئة تختفي الحواجز بين الفصيصية تقريباً.



شكل (١٣٠) جزء من نسيج الرئة (الصبغة الثلاثية) قوة كبرى، يتضح به: الحويصلات الهوائية (AL)، والحاجز بين الحويصلي (IS) والخلايا الحويصلية المسطحة (I) والخلايا الفارزة (II)

الحويصلات الهوائية Alveoli

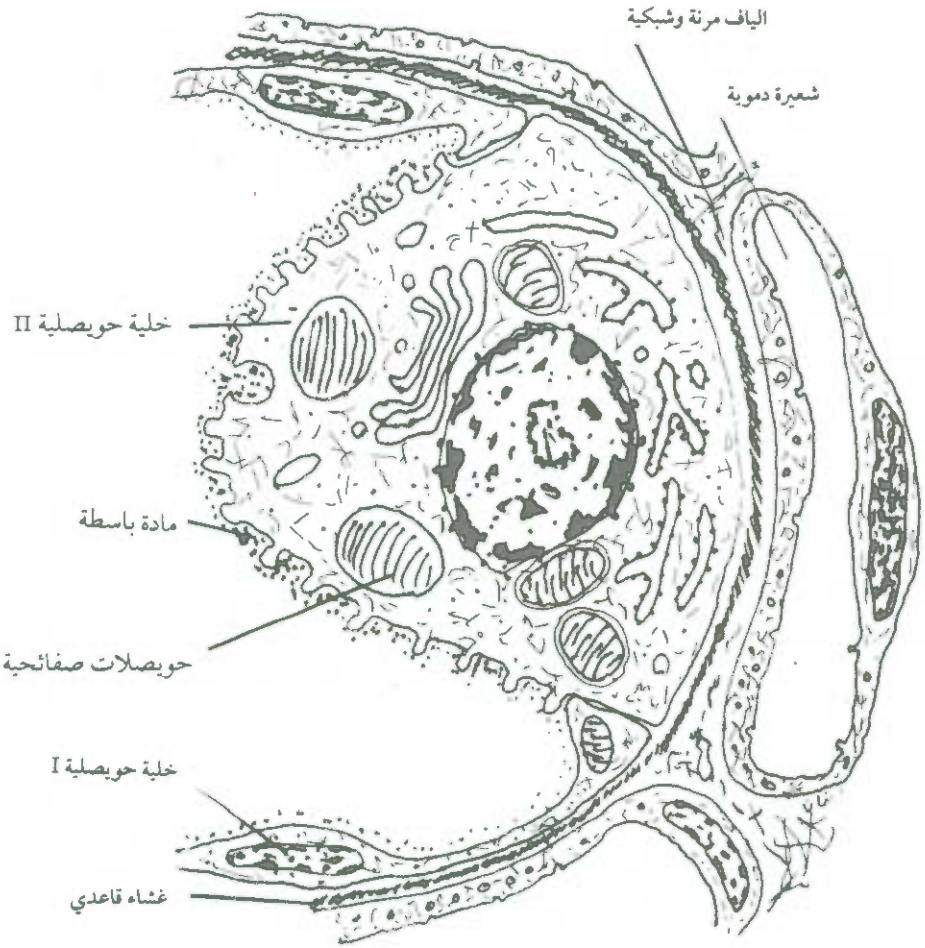
تكون الحويصلة الهوائية في الجنين الذي لم يتنفس بعد عبارة عن تجويف ضيق محاط بخلايا مكعبة، وما أن يولد الكائن ويأخذ أول شهيق حتى تتسع الحويصلات ويصبح شكلها دائرياً أو متعدد الجوانب، كما تستطيل الخلايا المحيطة بها لتصبح حرشفية رقيقة.

يتكون جدار الحويصلة من نوعين من الخلايا: الأول خلايا حرشفية رقيقة جداً تكاد تتلامس أغشيتها وتسمك فقط عند مواقع الانوية وتسمى هذه الخلايا بالنوع الاول (I).

والنوع الثاني (II) عبارة عن خلايا مكعبة أو هرمية لها نواة نشطة وسيتوبلازم يحتوي على العضيات اللازمة لتصنيع البروتينات والدهون ويوجد على سطحها خميلات قصيرة. تقوم هذه الخلايا بافراز مادة باسطة للسطح Surfactant تمنع الحويصلات من أن تنغلق وذلك بخفض التوتر السطحي للسائل المغلف لها.

وتتصل الحويصلات ببعضها عن طريق ثقوب. وقد تتصل الحويصلة بشعيبة عن طريق ثقوب مماثلة. وبذلك يستمر وصول الهواء الى الحويصلات عن طريق مسارات بديلة عند غلق أي من الشعيبات.

الحاجز الهوائي الدموي Blood-air barrier . وهو الحاجز الذي يفصل بين الهواء داخل الحويصلات من جهة والدم داخل الشعيرات من جهة اخرى. ويتكون من الخلية الحويصلية الاولى (I) وغشائها القاعدي ومن بطانة الشعيرة الدموية وغشائها القاعدي. ويسمح الحاجز بتبادل الغازات بشكل فعال (شكل ١٣٠، ١٣١).



شكل (١٣١) رسم تخطيطي يوضح جزء من بطانة الحويصلة الهوائية

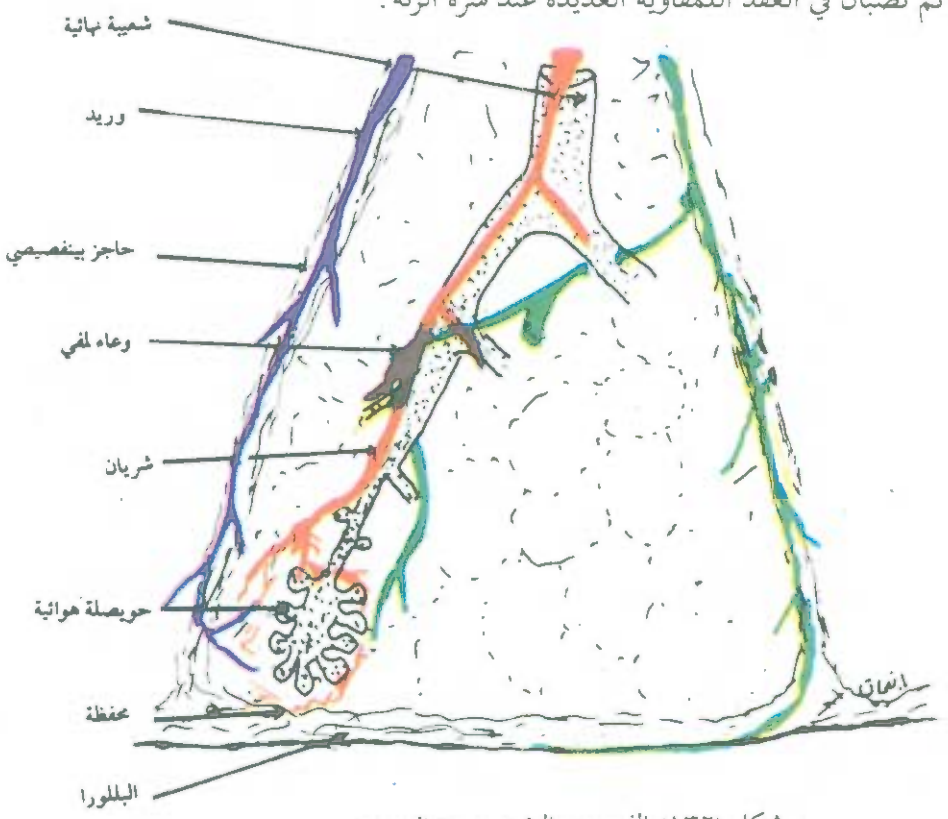
الخلايا الحويصلية الالتهامية : وهي خلايا كبيرة توجد في فراغ الحويصلات الهوائية وتسمى بأسماء خاصة حسب المواد التي تقوم بالتهامها . فهي تسمى بالخلايا الترابية Dust cells حينما تلتهم دقائق التراب (أو الكربون) التي تدخل مع هواء الشهيق أو أثناء التدخين . وفي حالة هبوط القلب فان الخلايا الالتهامية تلتهم كريات الدم الحمر التي تتكسر نتيجة خروجها من الاوعية الدموية، وحينئذ تسمى بخلايا هبوط القلب Heart failure cells .

وتأتي الخلايا الحويصلية الالتهامية من الخلايا الموجودة في الحاجز الحويصلي .

دورة الدم في الرئة (شكل ١٣٢) : يدخل الشريان الرئوي الى الرئة عن طريق السرة ويتفرع عدة مرات آخذاً نفس مسار الشعب والشعيبات . ويتفرع الى شرينات يدخل كل منها فصيصاً رئوياً مع الشعيبة النهائية . ويعطي الشرين داخل الفصيص العديد من الشعيرات الدموية التي يتجمع منها الدم في أوردة تمر في الحواجز بين الفصيصية وتكون في النهاية وريدان رئويان يخرجان من سرة كل رئة . تغذي انسجة الرئة عن طريق شرايين شعبية تحمل الدم المؤكسج الى أنسجة الرئة المختلفة .

وتغذي العضلات في جدران الشعب والشعيبات وكذلك في جدران الاوعية الدموية بنهايات عصبية محركة من الجهاز العصبي الذاتي حيث تقوم الاعصاب الباراسمبثاوية على توسيعها .

الصرف اللمفي للرئة : تقوم أوعية لمفية خارجية وأخرى داخلية بتجميع اللمف من البللورا ومن أنسجة الرئة على التوالي ثم تصبان في العقد اللمفاوية العديدة عند سرة الرئة .



..شكل (١٣٢) الفصيص الرئوي ودورة الدم فيه

الفصل العاشر

الجهاز البولى

Urinary System

الفصـــل العاشـــر
الجهـــاز البـــولى
Urinary System

يتكون الجهاز البولي من كليتين وحالبين ومثانة بولية وقناة مجرى البول.

توجد كل كلية في المنطقة الظهرية العليا من تجويف البطن خلف الغشاء البريتوني يغطيها عادة طبقة واقية من النسيج الدهني الذي يقوم أيضاً بتثبيتها في مكانها. وتكون الكلية اليمنى أخفض قليلاً من الكلية اليسرى لوجود الكبد فوقها.

وتشبه الكلية حبة الفاصوليا حيث تكون حافتها الجانبية محدبة بينما تكون حافتها الوسطية ذات ندبة تمثل السرة. وهي التي يدخل منها الشريان الكلوي ويخرج منها الحالب والوريد الكلوي. وتحيط بالكلية محفظة ليفية تسمك في منطقة السرة وتخرج منها ألياف بيض تتخلل نسيج الكلية، الا ان ارضية الكلية تتكون من نسيج شبكي.

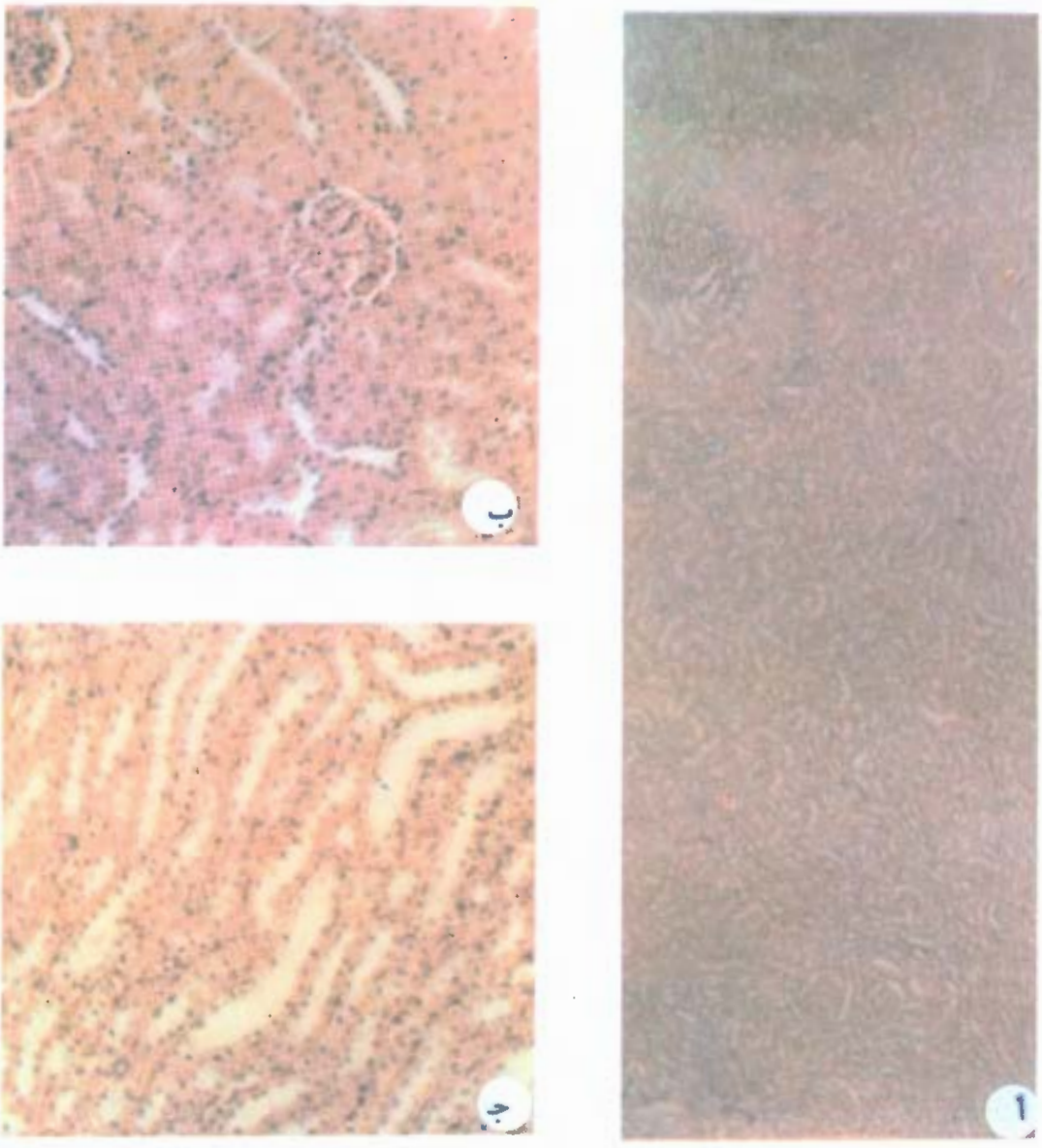
التركـيب المجهـري للكليـة

تظهر الكلية في المقطع الرأسي للعين المجردة منقسمة الى طبقة خارجية داكنة وهي القشرة Cortex وأخرى داخلية باهتة هي اللب Medulla ، ويتكون لب الكلية من عدد من الاهرامات، لكل منها قمة مثقبة تحاط بكأس صغير Minor calyx وتتحد الكئوس الصغيرة هذه مكونة كأسين أو ثلاثة كئوس كبيرة Major calyces تفتح بدورها في حوض الكلية Renal pelvis وهو الذي يخرج منه الحالب Ureter .

ويمثل الهرم وما يقابله من منطقة قشرية فصاً كلوياً Renal lobe وتتميز مناطق القشرة التي تفصل بين الفصوص بانها مخططة وتسمى لذلك أعمدة برتيني Columns of Bertini . وتمثل الثقوب الموجودة على قمة الاهرامات فتحات القنوات البولية ويلاحظ وجود مجموعات من القنوات تمتد من قاعدة كل هرم داخل القشرة مكونة ما يسمى بالاشعة اللبية Medullary rays . وتحتوي المنطقة الموجودة بين كل شعاعين على عدد من الانيبوبات البولية التي تكون الفصيص الكلوي (شكل ١٣٣).

النفـــرون Nephron

تعتبر الانيبوبات البولية Uriniferous tubules الوحدات التركيبية والوظيفية للكلية. وتتكون كل أنيبوبة من كرية ملبيجي وانيبوبة ملتفة دانية وعروة هنل وأنيبوبة ملتفة قاصية. وتكوّن هذه الاجزاء الاربعة النفرون Nephron . وتفتح النفرونات في انيبوبات مجمعة تتحد مع بعضها لتكون أنبوبة واحدة تسمى انبوبة بلليني Duct of Bellini والتي تفتح على قمة الهرم مع انابيب بلليني اخرى (١٠-٢٥ أنبوبة) (شكل ١٣٤).



شكل (١٣٣)

أ ـ قطاع في جزء من الكلية H&E قوة صغرى. القشرة الى اعلى واللب الى اسفل

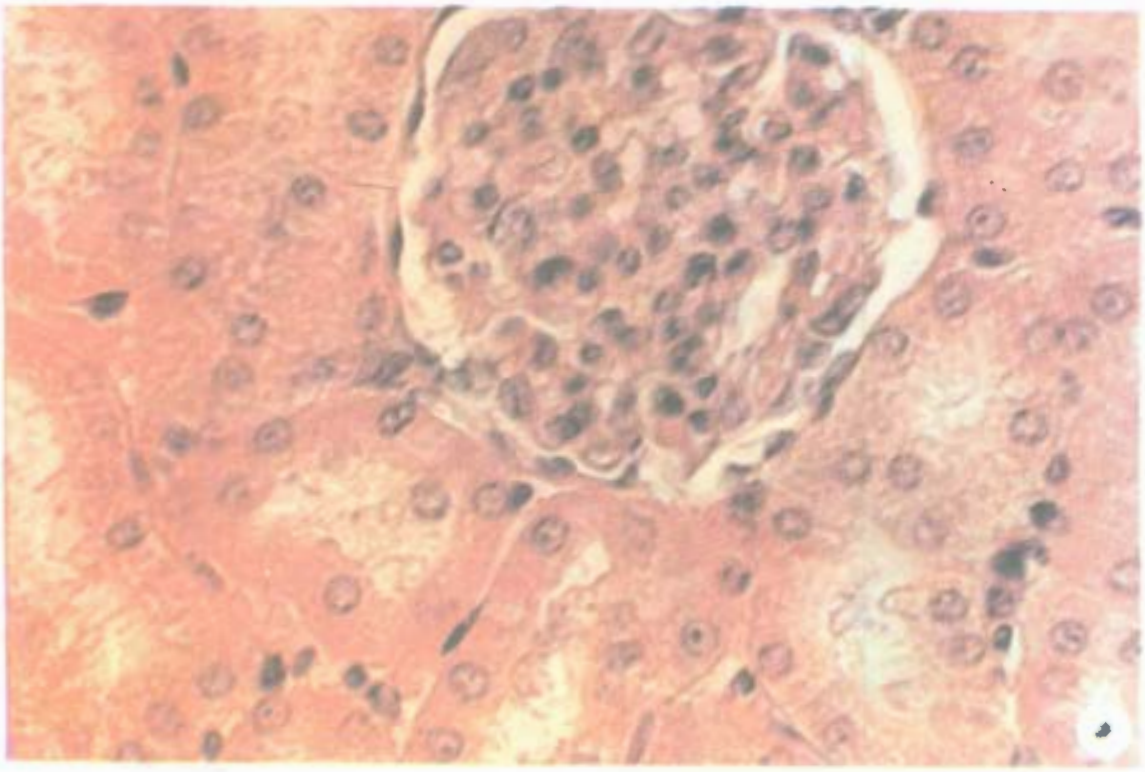
ب ـ جزء من القشرة ، قوة وسطى

جـ ـ جزء من اللب ، قوة وسطى

د ـ جزء من القشرة ، قوة كبرى

كريات ملبيجي (الكريات الكلوية) Malpighian (renal) corpuscles

وهي أجسام كروية صغيرة في بداية النفرون وتتكون من محفظة بومان Bowman's capsule التي تشبه الفنجان ويدخل الى تجويفها شريان يتفرع الى عدد من الشعيرات الدموية المثقبة (حوالي ٥٠ شعيرة) مكونة الجمّع Glomerulus وللمحفظة تجويف يبطن بنسيج طلائي خاص من خلايا ذات بروزات قدمية تتفرع وتتراص نهاياتها فوق سطح الشعيرات الدموية وتسمى هذه البطانة بالطبقة الحشوية كما تسمى خلاياها



تابع شكل (١٣٣)

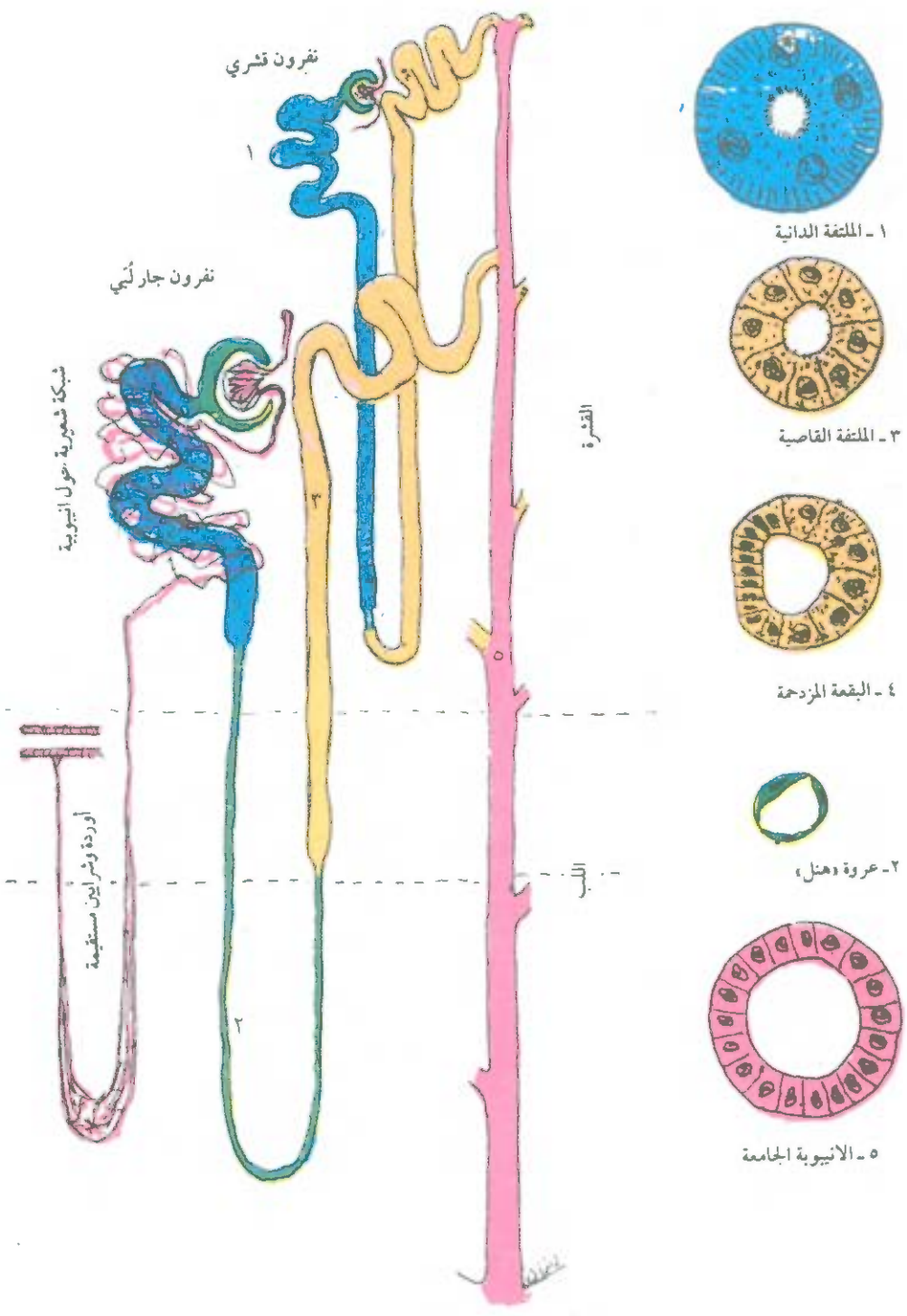
بالخلايا القدمية Podocytes . أما الطبقة الجدارية للمحفظة فتتكون من الخلايا الطلائية الحرشفية العادية (شكل ١٣٣د).

وتكوّن الخلايا القدمية واقدامها المفلطحة المتراصة فوق الغشاء القاعدي للشعيرات الدموية حاجزاً لا يوجد به سوى مسافات ضيقة تحدد نوعية الجزيئات التي ترشح من الدم الى تجويف المحفظة.

وتمثل المسافات بين القدمية والغشاء القاعدي وثقوب الشعيرات الدموية الحاجز الرشحي الذي من خلاله يرشح البول من الدم. وعلى ذلك فان ثقوب جدر الشعيرات تمنع عناصر الدم من الخروج مع الرشيح، اما الغشاء القاعدي فيمنع البروتينات من المرور (شكل ١٣٥).

وكما ذكر من قبل فان الشريان الوارد الى تجويف المحفظة يكوّن من ٢ الى ٥ تفرعات ابتدائية يتفرع كل منها الى عدد من الشعيرات التي قد تتصل فيما بينها، ثم تتجمع في عدد من الاوعية التي تكون الشريان الصادر وهو أضيق من الشريان الوارد. ولهذا الفرق اهمية في ازدياد ضغط الدم في الشعيرات بما يساعد على ترشيح البول.

وعند منطقة ورود الاوعية الدموية الى المحفظة وصدورها منها يوجد نوع من الخلايا يشبه الخلايا التي تحيط



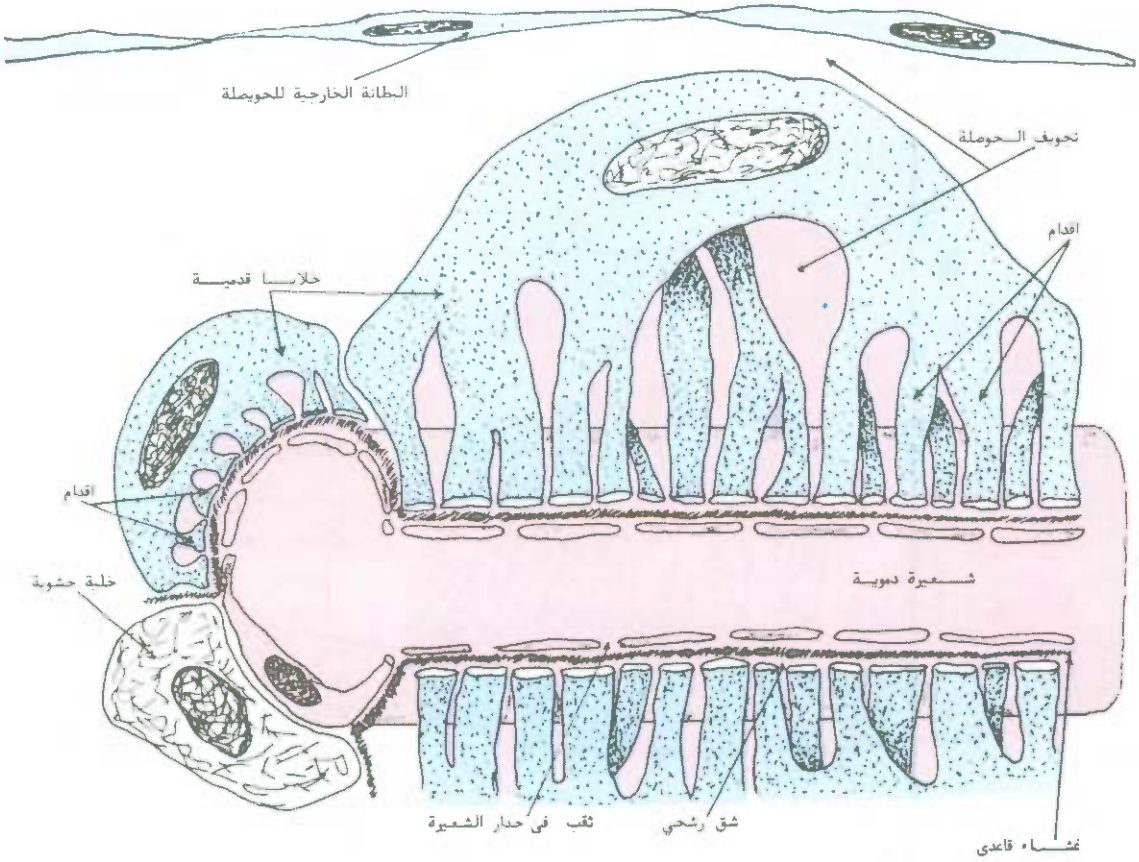
شكل (١٣٤) رسم تخطيطي للانيبوبة البولية وعلاقة الاوعية الدموية بها

بالشعيرات الدموية العادية وتسمى بالخلايا الوسطية Mesangeal cells وتقوم بإفراز مادة تشبه المادة المكونة للغشاء القاعدي وبذلك تعزز الحماية للشعيرات الدموية . ويعتقد أن لهذه الخلايا الوسطية القدرة على التقلص وبذلك تزيد الضغط على الشعيرات فتؤثر على كمية الدم الدائرة في الجمع .

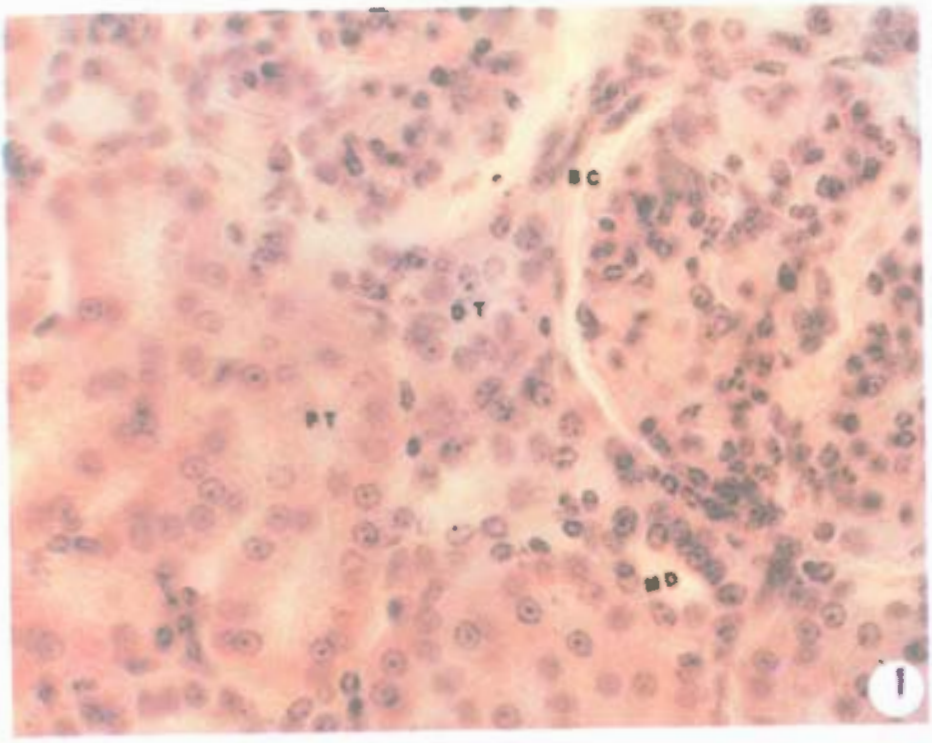
الانيبوبة الملتفة الدانية Proximal convoluted tubule :

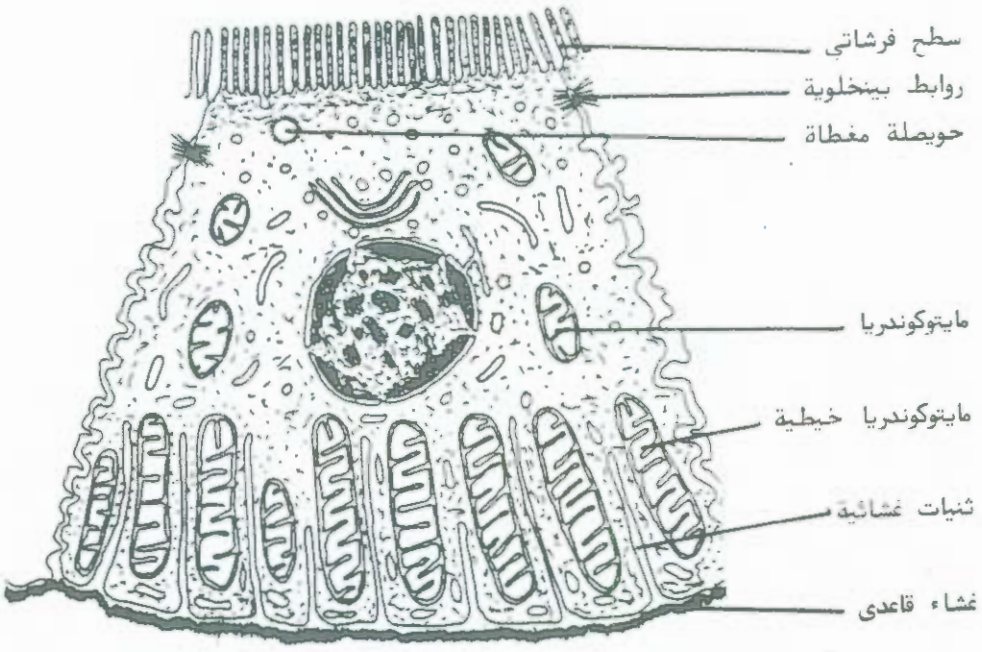
يبلغ طول هذا الجزء من النفرون حوالي ١٤مم ويبلغ متوسط قطره حوالي ٥٠ ميكروناً . وتتكون الانيبوبة من جزء ملتف على نفسه بجوار كرية ملبيجي وأنيبوبة مستقيمة تتجه نحو اللب مارة في شعاع لبي . ويتكون جدار الانيبوبة الدانية من خلايا هرمية لها صفات الخلايا الامتصاصية ولها كذلك مميزات الخلايا الناقلة للايونات . ولذلك فان الجزء العلوي من الخلايا مزود بأعداد هائلة من الخميلات، ويحتوي على عدد كبيرة من المايتوكوندريا (شكل ١٣٦) .

أما الاسطح الجانبية للخلايا فكثيرة التعرج مكونة تشابكات مع الخلايا المجاورة (مما يجعل حدود هذه



شكل (١٣٥) رسم تخطيطي لجزء من محفظة «بومان» البولية





ب

شكل (١٣٦)

أ ـ جزء من القشرة (قوة وسطى) يلاحظ فيه الاجزاء: محفظة «بومان» (BC) ، البقعة المزدحمة (MD) ، الملتفة الدانية (PT) والملتفة القاصية (DT) .

ب ـ رسم لخلية من بطانة الأنيبوبة الملتفة الدانية

الخلايا غير واضحة بالمجهر الضوئي) بينما يكون الجزء السفلي لكل خلية غني بالمايتوكوندريا الخيطية المتراصة بين ثنيات طولية من غشاء الخلية (لتزيد من السطح)، وهذا هو سبب وجود الخطوط الحامضية الاصطباغ المميزة للاجزاء السفلية من هذه الخلايا.

وتقوم هذه الخلايا بامتصاص الكثير من المواد القادمة من المحفظة مع الرشيح وتنقل الكثير من الايونات خلال غشائها القاعدي الى الدم. فيمتص حوالي ٦٥٪ من الماء والصوديوم في هذا الجزء من النفرون وذلك عن طريق مضخة الصوديوم Sodium pump كما يمتص كل الجلوكوز والبروتينات التي يحتويها الرشيح.

عـــروة هنـــل Henle's loop :

وتبـدأ من نهاية الانيبوبة الدانية بجزء رفيع ينزل جهة اللب ثم ينثني راجعاً الى القشـــرة مكـوناً الجزء الصاعد الذي يكون أسمك من الجزء النازل. وبذلك تكون العروة على شكل "U".

وهناك نوعان من النفرونات. النوع القشري ويتميز بأن عروته قصيرة. والنوع الثاني ويسمى جار اللبي Juxtamedullary nephron وهو يوجد عادة بالقرب من اللب وتكون عروته طويلة وتمتد في اللب الى مسافة بعيدة.

ويبطن الجزء الرفيع من العروة (وقطره حوالي ١٣ ميكروناً) بخلايا طلائية حرشفية رقيقة وقد يصعب تمييزه لذلك عن الشعيرات الدموية، ولكنه أوسع وبطانته أسمك ولا يحتوي ـ طبعاً ـ على عناصر دموية.

أما الجزء الصاعد من العروة فهو يشبه الانيبوبة القاصية الى حد بعيد.

الانيبوبة الملتفة القاصية Distal convoluted tubule :

وتلي الجزء الصاعد من العروة، وتبدأ بجزء مستقيم على امتداد العروة ثم تلتف على نفسها بعد أن تمر أمام كرية ملبيجي التابعة لنفس النفرون. ويكون طول الانيبوبة القاصية وقطرها أقل منهما فى الانيبوبة الدانية ويوجد في مقطعها العرضي حوالي ٨ خلايا (بينما يتكون جدار الانيبوبة الدانية من ٤ خلايا فقط).

ويكوّن الجزء من الانيبوبة القاصية ـ الذي يقترب من كرية ملبيجي ـ مع الشريان الوارد والشريان الصادر وما بينهما من خلايا، ما يسمى بالجهاز جار الجمّعي Juxtaglomerular apparatus.

وتكاد تكون الخلايا المبطنة للانيبوبة القاصية مكعبة ولها حافة فرشاتية (تتكون من خميلات) واذا قورنت بخـلايا الانيبـوبـة الدانية فان سيتوبلازمها يحتوي على عدد أقل من المايتوكوندريا ، ولا تتداخل اغشيتها الجانبية، ولذلك فان حدودها تظهر أكثر وضوحاً.

ويتكون الجهاز جار الجمعي من ثلاثة مكونات هي :

١ ـ **الخلايا جار الجمعية** Juxtaglomerular cells وتوجد في جدار الشريان الوارد وتشبه الخلايا الطلائية وتحتوي على حبيبات الرنين Renin أو المواد المكونة له. ولأن الشريان الوارد يفتقد الى الصفيحة المرنة فان الخـلايا جار الجمعية تكون قريبة من الدم داخل الشريان من جهة ، وملاصقة لخلايا الانيبوبة القاصية من الجهة الاخرى.

٢ ـ **البقعـة الكثيفة** Macula densa : وهي المنطقة من الانيبوبة الصاعدة التي تلاصق الشريان الوارد وتكون الخلايا المبطنة لهذه المنطقة عمودية متقاربة الانوية ولذلك تظهر كثيفة الخلايا (شكل ١٣٦).

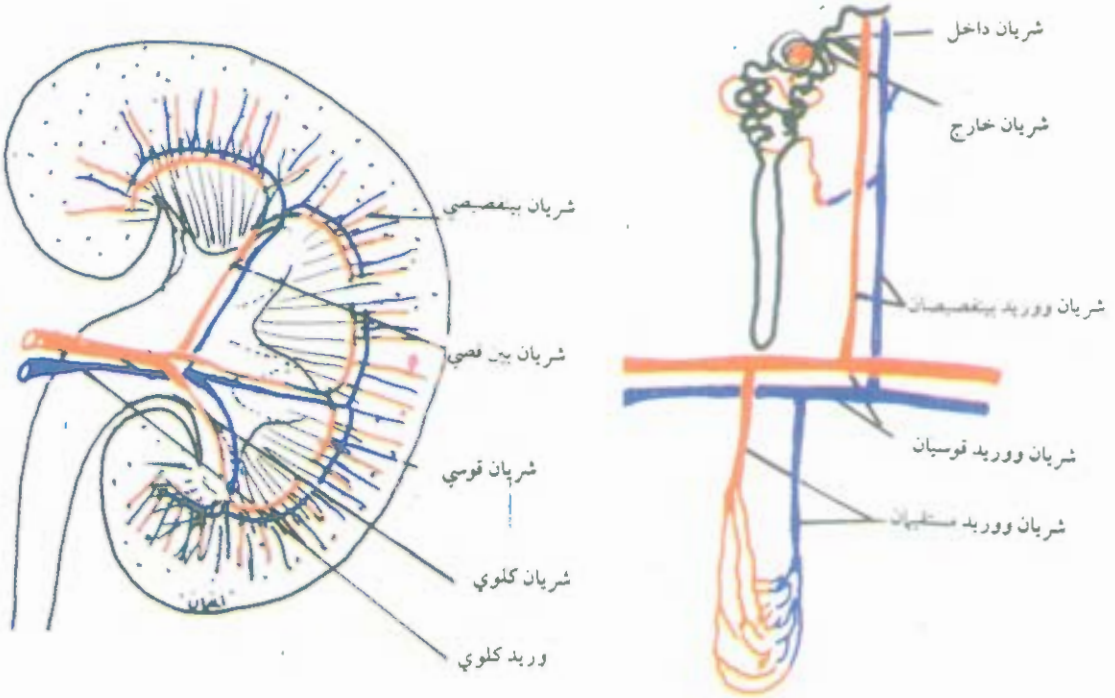
٣ ـ الخلايا الوسادية Cushion cells : وهي التي تنحصر بين البقعة الكثيفة من جهة والشريانين الوارد والصادر من الجهة الاخرى. وتكون مكعبة وتشبه الخلايا الوسطية Mesangial cells .

ويقوم الجهاز جار الجمعي بالتحكم في ضغط الدم داخل شعيرات الجمع وذلك بافراز مادة الرنين. فعندما ينخفض ضغط الدم في الشريان الوارد تقوم الخلايا جار الجمعية ـ الحساسة لمقدار الشد الواقع على جدار الشريان ـ بافراز الرنين في الدم. ومن خلال سلسلة من العمليات يرتفع ضغط الدم. ويحدث العكس عندما يزداد ضغط الدم في الشريان الوارد.

القنـاة الجـامعـة Collecting duct :

وهي الجزء الأخير من الانبوبة البولية. وتقوم بجمع البول من الانيبوبات القاصية القادمة من النفرونات المحيطة بها والتي قد يصل متوسط عددها الى ٩ نفرونات.

ويسمى الجزء الأخير من القناة الجامعة بقناة بلليني Duct of Bellini وتبطن القناة الجامعة بخلايا عمودية غير متميزة الحدود (لوجود تشابكات بينها). وأثناء مرور البول في القناة الجامعة يتم امتصاص بعض الماء ليصبح البول في تركيبه وحجمه النهائيين.



شكل (١٣٧) دورة الدم في الكلية

وللهرمون المضاد للادرار Antidiuretic hormone تأثير مباشر على نفوذية الماء من بطانة الانيبوبة القاصية والقناة الجامعة اللتين تقومان معاً بامتصاص حوالي ٢٠ ٪ من الماء الذي رشح في كريات ملبيجي وبذلك يتحكم هذا الهرمون في حجم البول الوارد الى حوض الكلية.

دورة الدم داخل الكلية (شكل ١٣٧):

يدخل الدم الى الكلية عن طريق الشريان الكلوي الذي يتفرع الى عدد من الشرايين بين الفصية ينثني كل منها عند الحدود الفاصلة بين القشرة واللب ليكون الشرايين القوسية Arcuate arteries ، والتي يخرج منها شرايين تمر في القشرة بين الفصيصات لتخرج منها الشرايين الواردة الى كريات ملبيجي . ويكوّن الشريان الوارد شعيرات الجمع (كما ذكر من قبل) والتي تتجمع لتكوّن الشريان الصادر الذي يتفرع بدوره مكوناً شبكة من الشعيرات حول الانيبوبية التي تحيط بالانيبوبات الملتفة.

وفي حالة النفرونات جار اللبية فان مسار الاوردة يختلف عن ذلك. حيث ان الشريان الصادر يدخل الى اللب مكوناً الشرينات المستقيمة التي تكون شبكة من الشعيرات حول عروات هذه النفرونات داخل اللب. وتتجمع هذه الشعيرات لتكون أوردة مستقيمة تصب في الاوردة القوسية.

يغذي محفظة الكلية شرايين تخرج من نهايات الشرايين بين الفصيصية.

مجـاري البـول Urinary tracts

وتبدأ بالكئوس (الصغيرة ثم الكبيرة) فحوض الكلية فالحالب فالمثانة البولية وأخيراً قناة مجرى البول.

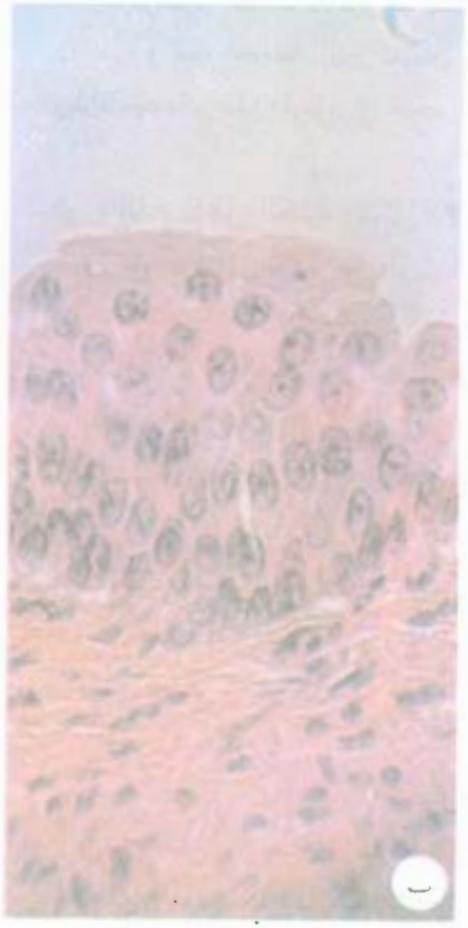
وجدران هذه المجاري مبطنة بغشاء مخاطي يتكون من نسيج طلائي انتقالي وطبقة خاصة من النسيج الضام المفكك الغني بالاوعية الدموية (يراجع التركيب التفصيلي للنسيج الطلائي الانتقالي) . .

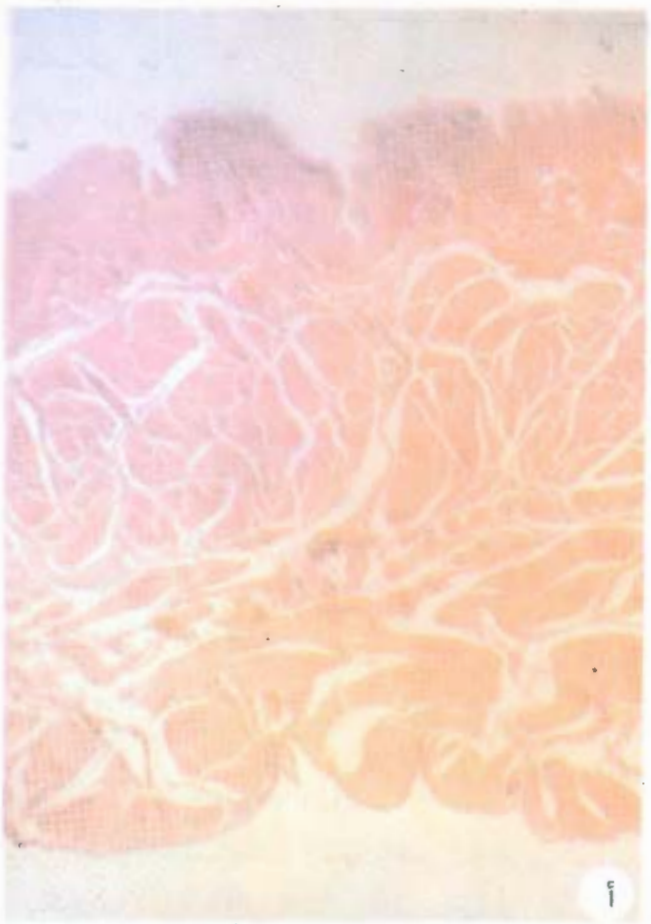
وابتداءاً من حوض الكلية تبدأ الطبقة العضلية في الظهور ولكنها لا تكون منتظمة الا بدءاً من الحالب حيث توجد مرتبة في طبقتين، الداخلية طولية والخارجية دائرية (عكس ترتيبها في جدار القناة الهضمية). ويوجد في جدار الكئوس بعض الالياف العضلية المتفرقة.

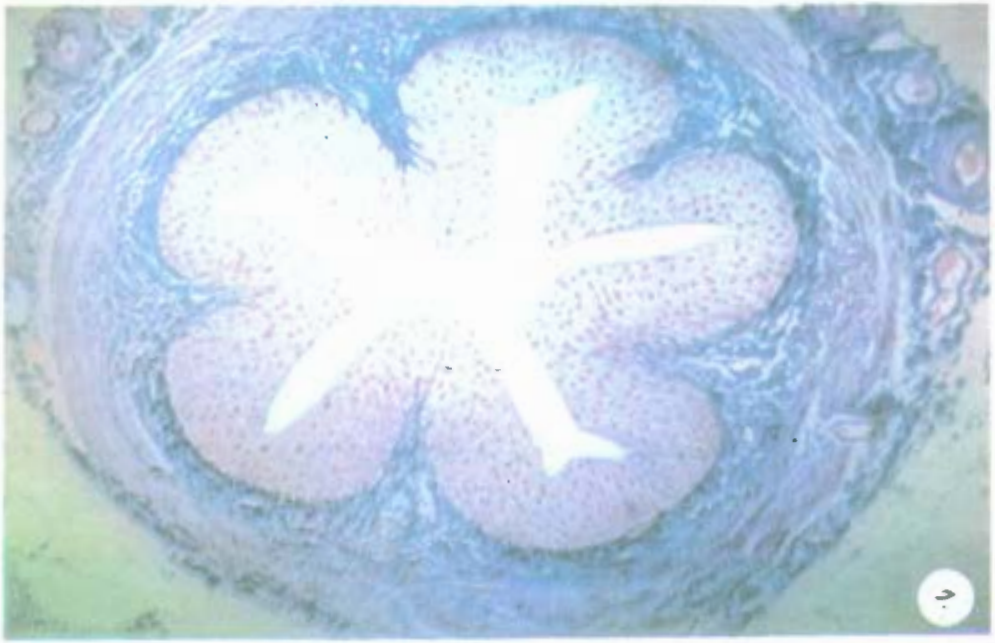
وفي الجزء السفلى من الحالب وفي المثانة البولية توجد طبقة عضلية ثالثة طولية. وتكون الطبقة العضلية الوسطى في جدار المثانة سميكة وبتقلصها تتعرج الطبقة المخاطية مكونة ثنيات تظهر عندما تكون المثانة فارغة وتختفي عند امتلاء المثانة بالبول (شكل ١٣٨).

ويحاط الحالب والمثانة البولية من الخارج بطبقة خارجية من النسيج الضام.

وتختلف قناة مجرى البول في الذكر عنها في الانثى. ففي الذكر تقوم بنقل السائل المنوي علاوة على نقل البول (دون اختلاط بينهما)، ولذا فهي تمر في العضو التناسلي الذكرى وتكون بقدر طوله. اما في الانثى فهي لا تنقل سوى البول ولها فتحة مستقلة عن الفتحة التناسلية. وينطبق هذا الوصف على الثدييات، اما باقي الحيوانات فيعتمد تركيب قناة مجرى البول ـ ان وجدت ـ على طريقة التلقيح ووجود أو عدم وجود عضو تناسلي ذكري.







شكل (١٣٨) أ ـ قطاع في المثانة البولية H&E قوة صغرى

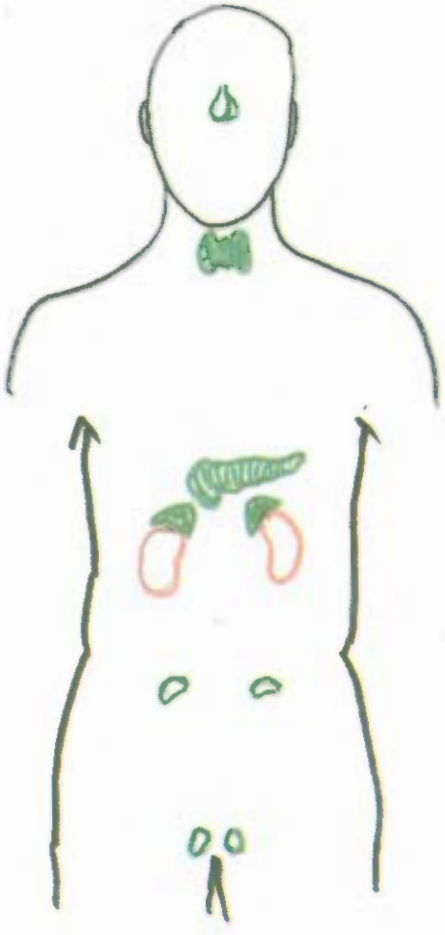
ب ـ الطلائية الانتقالية للمثانة.

جـ ـ قطاع عرضى فى الحالب (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى.

الفصل
الحادي
عشر

جهاز الافراز الداخلي

Endocrine System



الفصل الحادي عشر
جهـاز الافـراز الداخلـي
Endocrine system

يكوّن جهاز الافراز الداخلي مع الجهاز العصبي تنظيماً متكاملاً للتحكم والاتصال، ولذلك فان الجهاز العصبي يؤثر ويتأثر بالافرازات الداخلية (الهرمونات).

ويتكون جهاز الافراز الداخلي من ثلاثة أشكال رئيسية هي :

١ ـ الغدد الصم وهي أعضاء قائمة بذاتها وظيفتها الوحيدة هي افراز الهرمونات.

٢ ـ تراكيب صم موجودة داخل أعضاء اخرى ولها تركيب منفصل داخل تلك الاعضاء، مثل جزر لانجرهانز (في البنكرياس) والجسم الأصفر (في المبيض).

٣ ـ خلايا مبعثرة داخل الاعضاء (كالخلايا البينية في الخصية) أو ضمن بعض الانسجة (كالخلايا الصم في طلائية القناة الهضمية).

الغـــدد الصـــم Endocrine glands

هي غدد غير قنوية تصب افرازاتها في الدم مباشرة ولها الخواص العامة التالية :

١ ـ تتكون من حشو خلوي Parynchyma مدعّم بأرضية Stroma من النسيج الضام.

٢ ـ يوجد الحشو الخلوي على هيئة كريات أو حبال أو جمعّات أو حويصلات أو شبكة. وفي جميع الاحوال فان احد جوانب اية خلية صماء على الاقل يلامس وعاء دموياً أو لمفياً.

٣ ـ تتميز الخـلايا ـ في التحضيرات المجهرية العادية ـ بوجود حبيبات افرازية بروتينية او فجوات دهنية. ويكـون النوع الاول غني بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة وأجسام جولجي بينما يكون النوع الثاني غني بالشبكة الملساء والمايتوكوندريا.

٤ ـ تتميز الشعيرات الدموية الموجودة في الغدد الصم بانها واسعة وتسمى احياناً بالشعيرات الجيبية Sinusoidal capillaries .

الهـرمـــــــون :

هو مادة تفرزها الخلايا الصم وتُصب في الدم مباشرة. وقد يكون الهرمون بروتينياً، او عديد الببتيدات ، او حمض أميني متحور أو دهن او جليكوبروتين. وتؤثر كميات قليلة جداً من الهرمون على خلايا أو أعضاء خاصة بذلك الهرمون تسمى اهداف Targets وذلك لوجود مستقبلات خاصة لهذه الهرمونات على غشاء خلايا أهدافها او في سيتوبلازمها.

وتدخل الهرمونات الدهنية Steroids وكذلك الثيروكسين الى سيتوبلازم الخلايا الهدفية لانها تذوب في غشائها الخلوي وتتحد مع المستقبلات الخاصة بها في السيتوبلازم ثم تدخل الى النواة لتنشيطها.

أما باقي الهرمونات (التي لا تذوب في الدهن) فانها تتحد مع مستقبلاتها على سطح الغشاء الخلوي وتطلق رسولاً داخل السيتوبلازم وهو الادينوسين احادي الفوسفات الحلقي Cyclic adenosine monophosphate (CAMP) الذي يدخل الى النواة لتنشيطها.

الغـدة النخاميـة Pituitary gland (Hypophysis)

تقع هذه الغدة الصغيرة متدلية من قاع المخ داخل تجويف عظمي Sella turcica في قاع الجمجمة ويبلغ عرض الغـدة النخامية في الانسان ١,٣ سم وارتفاعها ١سم وسمكها ٠,٥سم ووزنها ١,٥جم، وتحاط بمحفظة من النسيج الضام القوي هي امتداد للام الجافية.

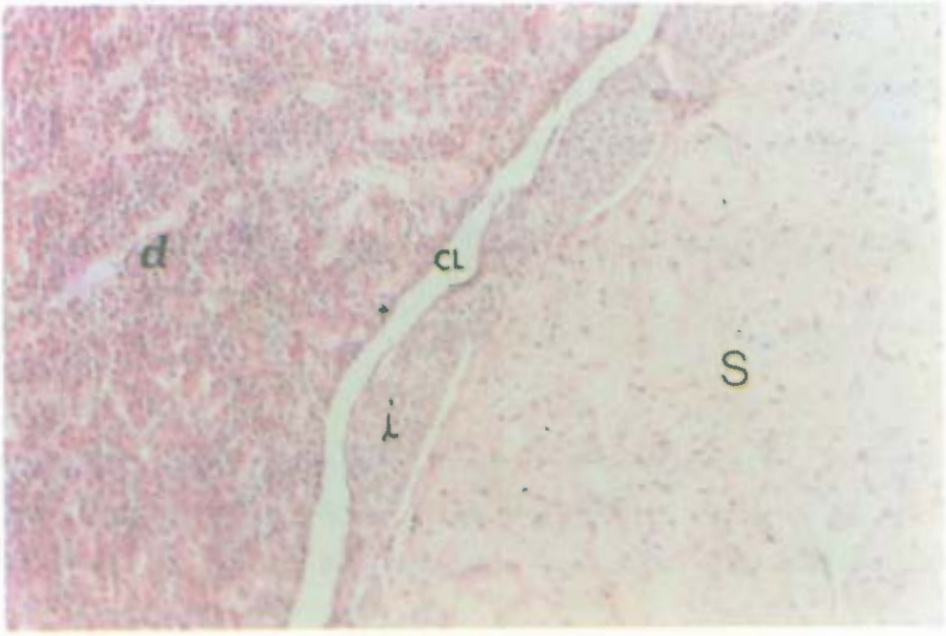
وتتكون الغدة النخامية من جزئين :

أ ـ الجزء اللحمي Adenohypophysis وينشأ من سقف التجويف الفمي ثم تنقطع صلته بالفم فيما بعد. ويتميز هذا الجزء الى ثلاثة فصوص هي :

١ ـ الفص القاصي Pars distalis

٢ ـ الفص المتوسط Pars intermedia

٣ ـ الفص الانبوبي Pars tuberalis



شكل (١٣٩) قطاع في الغدة النخامية (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى.
يلاحظ الفص القاصي (d) والفص الوسطي(i) والفص العصبي (S)

ب ـ الجزء العصبي Neurohypophysis وينشأ من الجزء تحت السريري Hypothalamus للمخ ويبقى متصلاً به عن طريق حبل الغدة النخامية Pituitary stalk . ويتميز الجزء العصبي الى :

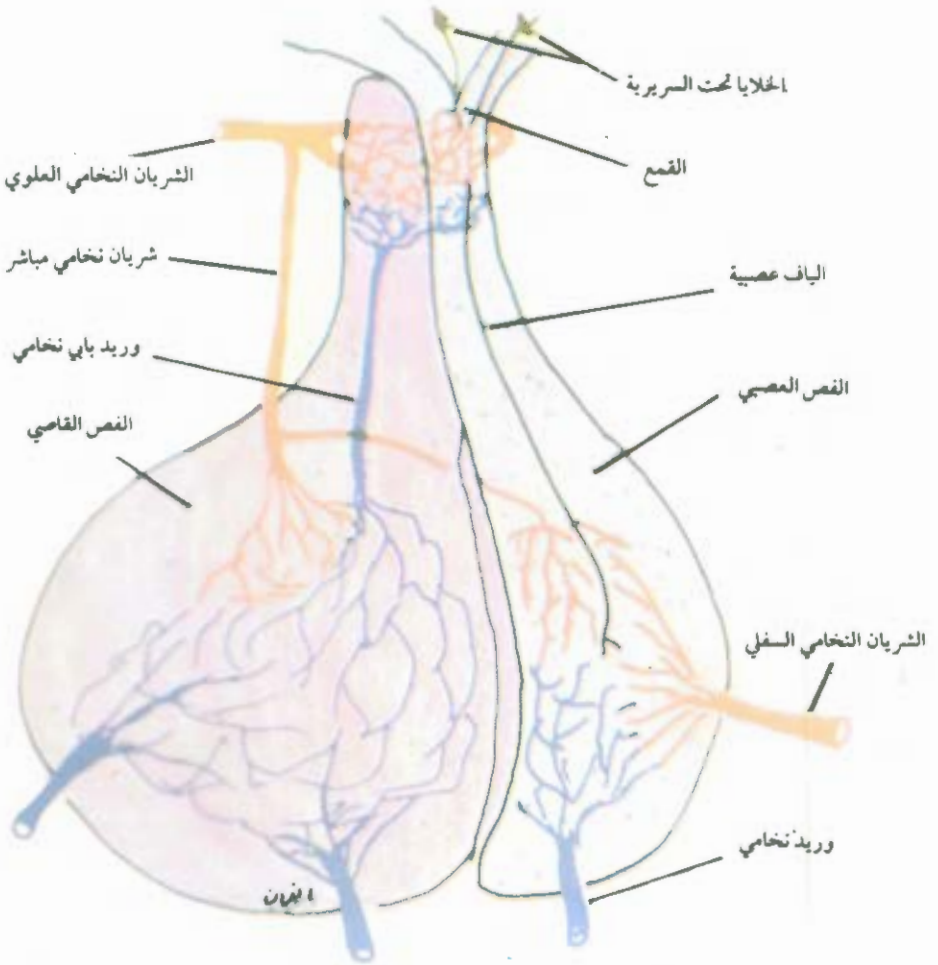
١ ـ القمـــع Infundibulum

٢ ـ الفص العصبي Pars nervosa

دورة الدم في الغدة النخامية (شكل ١٤٠) :

يصل الدم الى الغدة عن طريق مجموعة من الشرايين النخامية Hypophyseal arteries المتفرعة من الشريان السباتي الداخلي Internal carotid artery فيدخل الى الجزء العصبي من الغدة الشريان النخامي السفلي بينما يدخل الى الأجزاء الأخرى الشريان النخامي العلوي الذي يكون شبكة من الشعيرات في الفص الانبوبي وفي القمع .

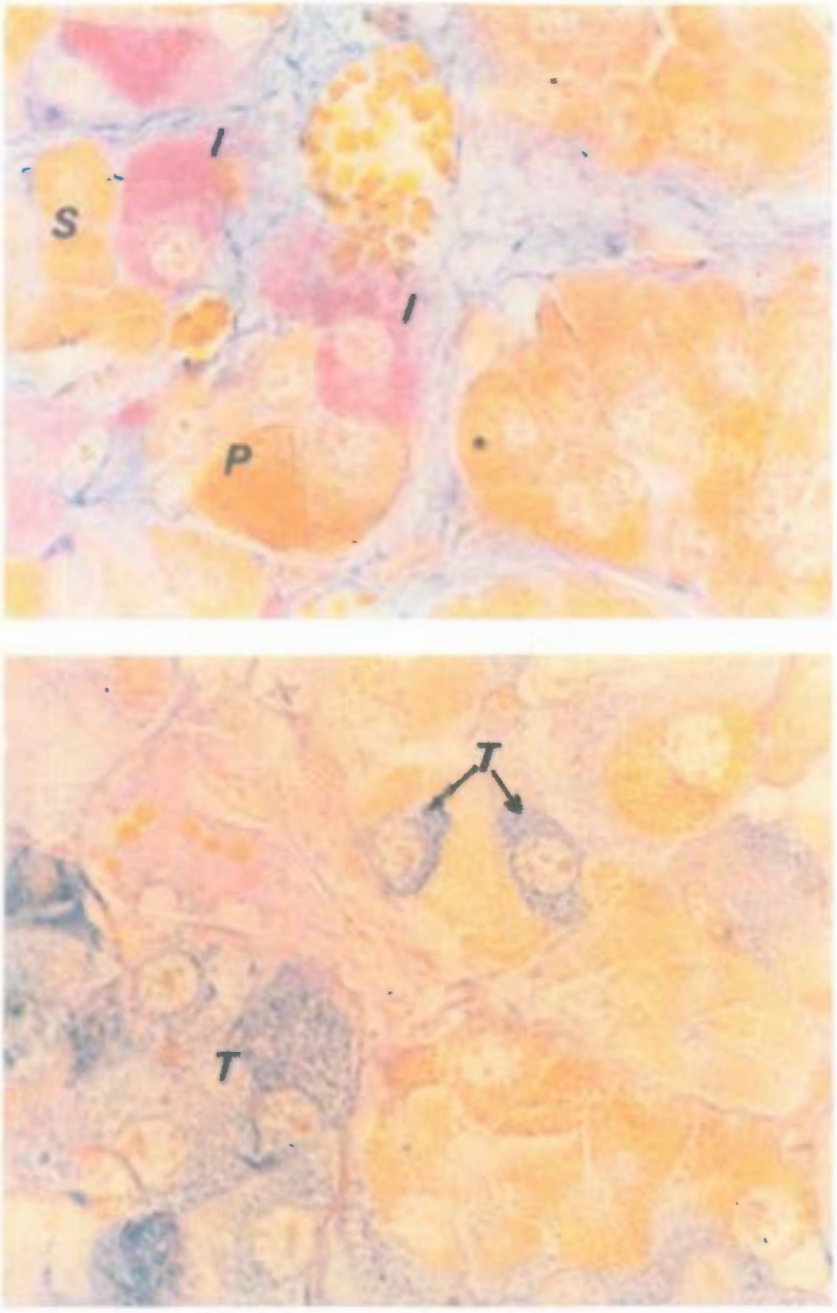
تتجمـع الشعـيراتْ الـدموية في أوردة بابية نخامية Hypophyseal portal veins تدخل في الفص القاصي مكونة شبكة أخرى من الشعيرات يتجمع الدم منها في اوردة نخامية تصب في الجيوب الدموية الدماغية .



شكل (١٤٠) دورة الدم في الغدة النخامية

وللدورة الدموية البابية في الغدة النخامية اهمية خاصة حيث تنتقل عن طريقها العوامل Factors المفرزة من تحت السرير ـ والمحمولة الى القمع عبر الالياف العصبية للعصبونات الفارزة ـ الى الفص القاصي فتؤثر في خلاياه وتنظم افرازها.

وبهذا تتضح العلاقة الوثيقة بين الجهاز العصبي والغدة النخامية.



شكل (١٤١) منطقتان من الفص القاصي للغدة النخامية مصبوغة بـ PAS/AB/PFA/OG القوة الزيتية. وتظهر فيها الخلايا: حافزات النمو (S) ، حافزات الغدد اللبنية (P) ، حافزات خلايا الخصية البينية (I) ، وحافزات الغدة الدرقية (T) .

التركيب الدقيق لفصوص الجزء اللحمي من الغدة النخامية :

١ ـ الفص الانبوبي : وهو يكون طوقاً حول القمع . وتتجمع خلاياه لتكون حبالاً وتجمعات وحويصلات خلوية . والخلية في هذا الفص مكعبة تحتوي على حبيبات صغيرة وكميات من الجليكوجين . وهذا الفص يتميز بغزارة الشعيرات الدموية فيه ، ولا يعتقد ان خلاياه تقوم بافراز اية هرمونات .

٢ ـ الفص المتوسط : وهو صغير في الانسان ، ولكنه كبير في الحيوانات الاخرى وخاصة تلك التي تغير لون جلدها بكفاءة مثل البرمائيات ، حيث يختص هذا الفص بافراز منظم للميلانين Melanin stimulating hormone ويفصله عن الفص القاصي تجويف يكون ضيقاً جداً في الانسان ولكنه يكون واسعاً في باقي الحيوانات .

وخلايا هذا الفص قاعدية الاصطباغ ، وتصبغ بـ PAS لوجود الجليكوبروتين بها . وتتجمع الخلايا مكونة الحويصلات التي تحتوي على مادة غروية حمضية الاصطباغ .

٣ ـ الفص القاصي : وهو اكبر الفصوص حجماً يحاط بمحفظة الغدة وتنتظم خلاياه في حبال قصيرة محاطة بالشعيرات الدموية المثقبة ، وتتكون أرضية الفص من الياف بيض واخرى شبيكة .

يوجد في هذا الفص نوعان من الخلايا هما :

أ ـ خلايا غير قابلة للاصطباغ : Chromophobes : وهي خلايا صغيرة ذات أنوية كبيرة نسبياً وسيتوبلازم خال من الحبيبات ، وتتجمع هذه الخلايا عادة في منتصف الحبال الخلوية ، وقد تكوّن هذه الخلايا رصيداً تتميز منه باقي الانواع الاخرى عند الحاجة .

ب ـ خلايا محبة للاصطباغ Chromophils : وهي خلايا اكبر حجماً ، ويحتوي سيتوبلازمها على حبيبات ذات احجام مختلفة لها قابلية للاصطباغ بالصبغات المختلفة حسب الطبيعة الكيميائية للهرمونات التي تفرزها . وتوجد هذه الخلايا عادة عند حافة الحبال الخلوية في مواجهة الشعيرات الدموية (تراجع أنواع الخلايا بالجدول) .

الفص العصبي :

يتصل الفص العصبي بالمخ المتوسط عن طريق القمع . ويتكون معظمه من ألياف عصبية غير منخعة هي محاور لخلايا عصبية موجودة في منطقة تحت السرير من المخ المتوسط مكونة مجموعات أو أنوية هي : النواة جار البطينية Paraventricular nucleus والنواة فوق البصرية Supraoptic nucleus . وخلايا تحت السرير هي من النوع الفارز وتقوم بتخليق الهرمونات التي تحملها الالياف العصبية لتخزن في نهاياتها على هيئة أجسام هرنج Herring bodies وتنتقل هذه الافرازات الى الدم .

وبناء على هذا ، فان الفص العصبي لا يقوم بافراز اية هرمونات ـ ولكن تأتيه الهرمونات من تحت السرير .

ويخرج من الفص العصبي هرموني الـ Oxytocin والـ Vasopressin يؤثر الاول على عضلات الرحم والخلايا الطلائية العضلية المحيطة بحويصلات الغدة اللبنية بينما يؤثر الثاني على عضلات الاوعية الدموية كما يزيد من امتصاص الماء في انيبوبات الكلية ولذلك فهو يسمى الهرمون المانع لادرار البول Antidieuretic hormone .

ويوجد في الفص العصبي ـ اضافة للالياف العصبية ـ عدد قليل من خلايا تشبه الخلايا الغرائية العصبية

خلايا الجزء القاصي للغدة النخامية (النوع المحب للصبغة Chromophils)

مجموعات الخلايا	حمضيات الاصطباغ Acidophils (A)		قاعديات الاصطباغ Basophils			
أسماء الخلايا / صفات الخلايا	فارزات هرمون النمو Somatotrophs	فارزات الهرمون المدر للبن Mammotrophs	فارزات الهرمون المؤثر على الغدة الدرقية Thyrotrophs (B - Basophils)	فارزات الهرمونات المؤثرة على المناسل Gonadotrophs (Delta Basophils)		فارزات الهرمونات المؤثرة على قشرة غدة الكظر Corticotrophs (Delta Basophils)	
				فارزات هرمون FSH	فارزات هرمون LH	فارزات هرمون ACTH	فارزات هرمون MSH
مكان وجود الخلايا	المنطقة الخلفية الجانبية	ليس لها مكان معين	المنطقة الامامية الداخلية	ليس لها مكان محدد	ليس لها مكان محدد	المنطقة الامامية الداخلية	المنطقة الامامية الداخلية
الشكل العام للخلايا	مستديرة أو بيضية	مستديرة أو بيضية	كبيرة وغير منتظمة الشكل	مستديرة وصغيرة	مستديرة وصغيرة	كبيرة	كبيرة
الصبغة المميزة	Orange G	Erythrocin	Aldehyde Fuchsin, PAS	فقط PAS	فقط PAS	طرق مناعية خاصة	طرق مناعية خاصة
الشبكة الاندوبلازمية	نامية جداً	نامية جداً	أقل نمواً	فجوات غير منتظمة	على شكل اغشية مفلطحة	نامية	نامية
أجسام جولجي	كبيرة ونشطة	كبيرة ونشطة	صغيرة	كبيرة	قليلة النمو	كبيرة جداً	كبيرة
قطر الحبيبات الافرازية	٣٥٠ نانومتر	٦٠٠ نانومتر	١٥٠ نانومتر	٢٠٠ نانومتر	٢٥٠ نانومتر	٢٠٠ نانومتر	٢٠٠ نانومتر
اسم الهرمون المفرز	هرمون النمو Growth h.	البرولاكتين Prolactin	الحافز الدرقي Thyrotrophic h.	الحافز الحويصلي FSH	حافز الجسم الأصفر LH	حافز قشرة غدة الكظر ACTH	حافز الخلايا الميلانينية MSH
تأثير الهرمون	حفز النمو العظمي - تنشيط تكسير الجلوكوز - حفز تكسير الاحماض الدهنية	حفز تكوين وافراز اللبن في الغدد اللبنية المجهزة لذلك	حفز نشاط الغدة الدرقية	حفز الحويصلات المبيضية تنشيط تخليق الخلايا المنوية بالخصية	ينشط التبويض وتكوين الجسم الأصفر ينشط الخلايا البينية بالخصية	يزيد نشاط قشرة غدة الكظر متعدد البيتيدات	يزيد نشاط الخلايا الميلانينية بالجلد جزء من هرمون ACTH
الطبيعة الكيميائية للهرمون	بروتيني	بروتيني	جليكوبروتيني	جليكوبروتيني	جليكوبروتيني		

وتسمى بالخلايا النخامية Pituicytes . ولا تقوم هذه الخلايا بافراز أية مواد بالرغم من وجود بعض الحبيبات في سيتوبلازمها .

تنتهي بعض الالياف العصبية القادمة من تحت السرير المخي حول الشعيرات الدموية الموجودة في القمع وكذلك تلك الموجودة في الفص الانبوبي من الغدة النخامية ، وتصب هذه الالياف العصبية العوامل المختلفة Factors التي تنقل عن طريق الاوعية الدموية البابية الى خلايا الفص القاصي من الغدة لتؤثر على نشاطها الافرازي ايجاباً ، او في بعض الاحوال سلباً .

الغـدة النخامية البلعومية Pharyngeal hypophysis :

وهي مجموعة من الخلايا التي لا تُعرف وظائفها حتى اليوم ، وتوجد في جدار البلعوم الانفي للانسان ، وتشبه خلاياها الخلايا الموجودة في الجزء اللحمي من الغدة النخامية .

الغـدة الدرقيـة Thyroid gland

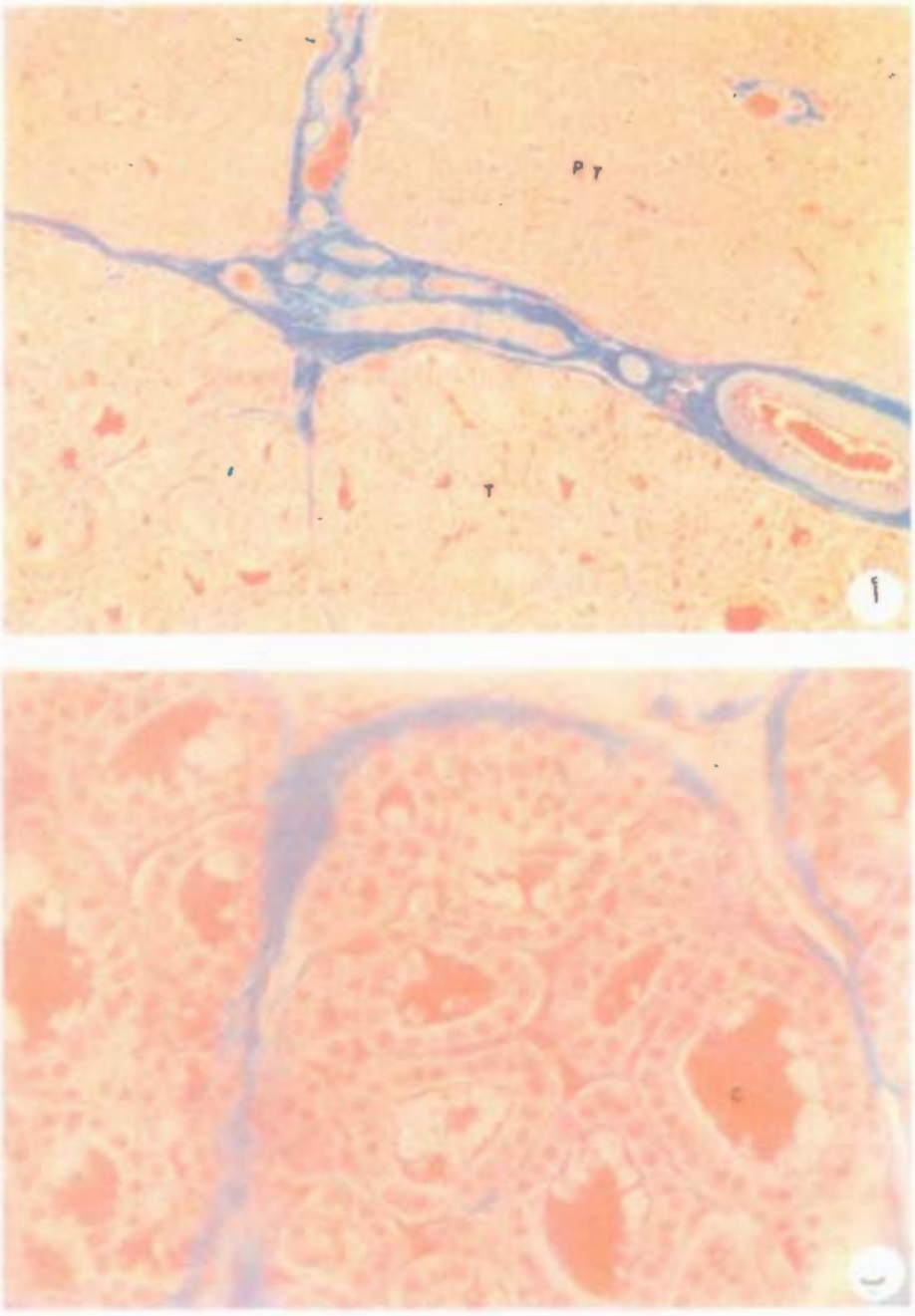
تنشأ الغدة الدرقية من الاندودرم ، وتتكون من فصين رئيسيين يصل بينهما برزخ مفلطح يمتد امام القصبة الهوائية عند مستوى المسافة بين الغضروفين الثاني والرابع . وقد يوجد فص هرمي يمتد الى اعلى حتى مستوى الحنجرة . وتحاط الغدة بمحفظة ليفية مندمجة مع ما حولها من انسجة ضامة في المنطقة العنقية ، ويمتد من المحفظة النسيج الضام المكون لأرضية الغدة .

أما الحشو الخلوي للغدة الدرقية فهو عبارة عن حويصلات Follicles تختلف احجامها واشكالها الا انها عادة ما تكون كروية مغلقة (فهي بالطبع لا تفتح في قنوات) . وتتكون الحويصلة الدرقية من خلايا متراصة على غشاء قاعدي ، ويوجد في تجويفها مادة غروانية Colloid حمضية الاصطباغ وهي عبارة عن الهرمون الدرقي المتحد بالبروتين Thyroglobulin والمخزون فيها لحين خروجه الى الدم عند اللزوم .

ويختلف سمك الخلايا المبطنة للحويصلات حسب النشاط الافرازي لها . ففي الحويصلات النشطة جداً تكون الخلايا عمودية ، بينما تكون الخلايا حرشفية في الحويصلات غير النشطة . ويتدرج سمك الخلايا من الحرشفي الى العمودي ـ حسب درجة النشاط .

والخلية الحويصلية Follicular cell ذات سيتوبلازم به حبيبات دقيقة ، وتكون النواة عادة في وسط الخلية . وبما ان الخلية تقوم بتصنيع كميات كبيرة من البروتين الذي يحمل الهرمون اثناء افرازه الى التجويف الحويصلي فان الخلايا تكون غنية بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة واجسام جولجي الموجودة بين النواة وتجويف الحويصلة ، والليسوسات والمايتوكوندريا . وترتبط الخلايا ببعضها عن طريق مجموعة من العلاقات بين الخلوية (التصاقية والتحامية) .

وعندما تكون الغدة نشطة فان تخزين الثيروجلوبيولين يكون قليلاً ، ولذلك فان المادة الغروانية تكون اقل اصطباغاً ، وتحتوي على فجوات وخاصة بجوار الخلايا . وعند مرور الثيروجلوبيولين من تجويف الحويصلة الى الدم عبر الخلايا ينفصل البروتين عن الثيروكسين (الهرمون النشط) ويبقى في الخلية بينما يواصل الثيروكسين المرور عبر غشاء الخلايا (الجانبي والقاعدي) الى الدم .



شكل (١٤٢)

أ ـ قطاع في الغدة الدرقية (T) والغدة جار الدرقية (PT) (الصبغة الثلاثية) قوة وسطى

ب ـ جزء من (أ) مكبر يبين الحويصلات الدرقية والمادة الغروانية (C)

وتتميز خلايا الغدة الدرقية عن باقي خلايا الجسم بمقدرتها الفائقة على جمع أيونات الايودين من الدم وربطها بالتيروسين مكونة احادي وثنائي وثلاثي ورباعي ايودو التيروسين. والاخير هو هرمون الثيروكسين.

ويوجد في الغدة الدرقية نوع آخر من الخلايا تختلف في تركيبها ووظيفتها عن الخلايا الحويصلية، وهي الخلايا جار (بين) الحويصلية Para (inter) follicular cells وتسمى أحياناً الخلايا الرائقة Clear cells

وذلك لانها غير حبيبية بالمقارنة بالخلايا الحويصلية . وهذه الخلايا مسئولة عن افراز هرمون الكالسيتونين الدرقي Thyro-calcitonin الذي له علاقة بتحديد مستوى ايونات الكالسيوم في الجسم . وهذا الهرمون بوليبتيدي الطبيعة ويقوم بخفض نسبة الكالسيوم في الدم عن طريق التأثير على العظم .

تتأثر الغدة الدرقية بهرمون TSH المفرز من الفص القاصي من الغدة النخامية .

المد الدموي والعصبي للغدة الدرقية :

يدخل الشريان الدرقي الى الغدة ويتفرع الى شعيرات دموية مثقبة تنتشر حول الحويصلات ويعود الدم الوريدي خارجاً من الغدة عن طريق الوريد الدرقي .

وتدخل الى الغدة بعض الالياف العصبية غير النخاعية التي تؤثر على جدران الأوعية الدموية اساساً . وقد اوضحت الدراسات الحديثة ان بعض النهايات العصبية لها علاقة مباشرة مع الخلايا الحويصلية مما يزيد من احتمال ان تكون هذه الخلايا تحت التأثير المباشر للجهاز العصبي الذاتي بالاضافة الى التأثير الهرموني للغدة النخامية عليها .

الغـدد جـارات الدرقيـة Parathyroid glands

يوجد زوج من هذه الغدد ملاصقاً للسطح الخلفي لكل فص من فصي الغدة الدرقية ، وقد يكون هناك اكثر من هذه الغدد الاربع .

ويفصل نسيج كل غدة جار درقية عن النسيج الدرقي محفظة ليفية . وتتكون ارضيتها ـ كأرضية باقي الغدد الصم ـ من نسيج ضام يحتوي على العديد من الشعيرات الدموية وبعض الخلايا الدهنية التي تزداد عدداً مع تقدم الكائن في العمر (شكل ١٤٢أ) .

أما الحشو الخلوي للغدة جار الدرقية فهو عبارة عن نوعين من الخلايا هما :

١ ـ الخلايا الرئيسية (الاساسية) Principal cells وهي الاكثر عدداً والاكثر اصطباغاً ، وتميل إلى أن تكون قاعدية الاصطباغ وقد يظهر بعضها اكثر دكونة من البعض الآخر .

وتقوم الخلايا الاساسية بافراز هرمون الباراثورمون Parathormone وهو بروتين في تكوينه وينظم أيون الكالسيوم بسحبه من العظام الى الدم ليحافظ على مستوى تركيزه فيه .

٢ ـ الخلايا حمضية الاصطباغ Oxyphil cells : وهي أصغر حجماً وتوجد بأعداد قليلة اثناء مراحل العمر المبكرة ، ويزداد عددها مع تقدم العمر . ولذلك يعتقد انها خلايا رئيسية منهكة وفي طريقها الى التحطم .

الغـدة فوق الكلوية (غدة الكظر) Suprarenal gland

توجد واحدة من هذه الغدد أعلى الكلية الى الامام منها قليلاً ، وقد توجد بجوار الكلية في بعض الحيوانات كما في الضفدعة ، وتسمى حينئذ بالغدة جار الكلوية .

وتحاط الغدة بمحفظة ليفية تزداد سمكاً عند السرة .

تتكون الغدة من جزئين مختلفين في الشكل والوظيفة والمنشأ الجنيني هما القشرة واللب:

أ ـ القشرة Cortex :

وتنشأ من النسيج الطلائي المبطن لتجويف البطن في الجنين، وتتخلل بعض الالياف الشبكية حشوها الخلوي. وهي تكون الجزء الاكبر من غدة الكظر، وتتكون القشرة من ثلاث طبقات غير منفصلة تماماً عن بعضها وهي:

١ ـ الطبقة الجُمّعية Zona glomerulosa : وهي طبقة ضيقة تتجمع خلاياها في هيئة جمعات Glomeruli ليس لها تجاويف. وقد تكون تجمعات الخلايا في بعض الحيوانات (الخيليات) على هيئة أقواس وفي هذه الحالة تسمى الطبقة القوسية Zona arcuata وفي الانسان تمثل هذه الطبقة حوالي ١٥٪ من سمك القشرة. وخلايا هذه الطبقة هرمية أو عمودية وأنويتها داكنة الاصطباغ وهي أيضاً غنية بالشبكة الاندوبلازمية غير الحبيبية والمايتوكوندريا وتقوم بافراز هرمون المنيرالوكورتيكويد Mineralocorticoid الذي ينظم كميات الاملاح المعدنية في الجسم.

٢ ـ الطبقة الحِزَمية Zona fasciculata : وتكون حوالي ٧٨٪ من سمك القشرة. وتنتظم خلاياها في صفوف يفصلها عن بعضها شعيرات دموية جيبية. وتتميز خلاياها بأنها مليئة بالحبيبات الدهنية التي تذوب أثناء التحضيرات المعملية فتظهر الخلايا وقد امتلأ سيتوبلازمها بالفراغات. ولذلك فقد تسمى بالخلايا الاسفنجية Spongiocytes وتحتوي الخلايا على كميات كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية غير الحبيبية والمايتوكوندريا النشطة كما تحتوي على قدر كبير من فيتامين ج وتقوم خلايا هذه الطبقة بافراز هرمون الجلوكوكورتيكويد Glucocorticoid الذي يساهم في تنظيم كمية السكر في الدم.

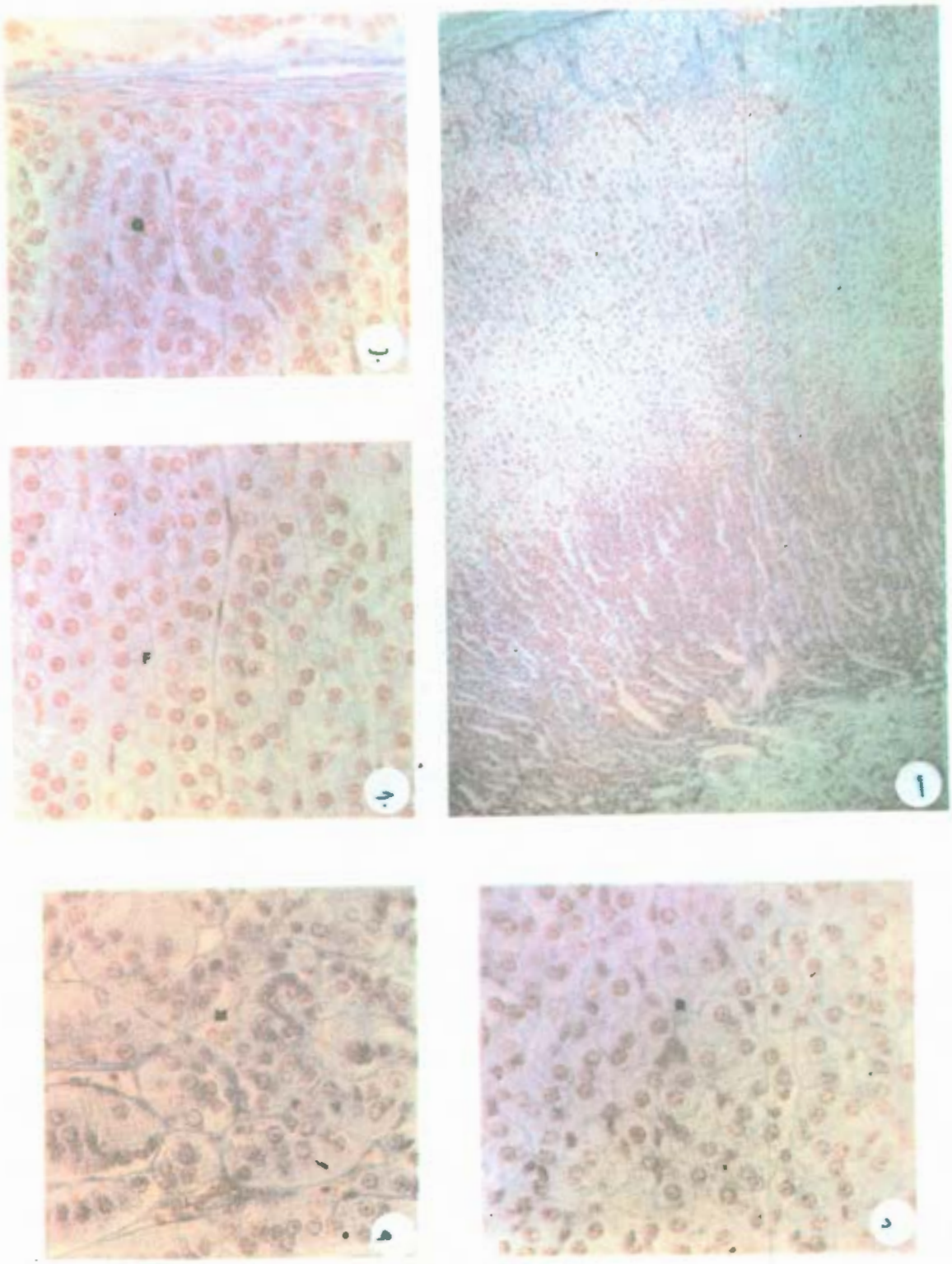
٣ ـ الطبقة الشبكية Zona reticularis : وترتب فيها الخلايا على شكل حبال خلوية متشابكة تتخللها الشعيرات الدموية. والخلايا في هذه الطبقة تحتوى على قدر أقل من الحبيبات الدهنية وتكون هذه الطبقة حوالي ٧٪ من سمك القشرة، وتقوم بافراز هرمونات جنسية أنثوية وذكرية بكميات قليلة. وفي بعض الحالات قد تتضخم هذه الطبقة وتنتج كميات اكبر من الهرمونات.

وكما أن قشرة غدة الكظر هامة للحياة فانها أيضاً هامة في تكوين النسيج الضام والمحافظة عليه. وتقع قشرة غدة الكظر تحت التأثير المباشر لهرمون ACTH من الغدة النخامية.

ب ـ اللـــب Medulla (شكل ١٤٥):

وينشأ من الاكتودرم (العرف العصبي Neural crest) ثم يأخذ طريقه الى أن يستقر داخل القشرة في الحيوانات الثديية وقد يبقى مختلطاً مع خلايا القشرة كما في الطيور دون أن يكوّن منطقة منفصلة. ويوجد في لب غدة الكظر نوعان من الخلايا:

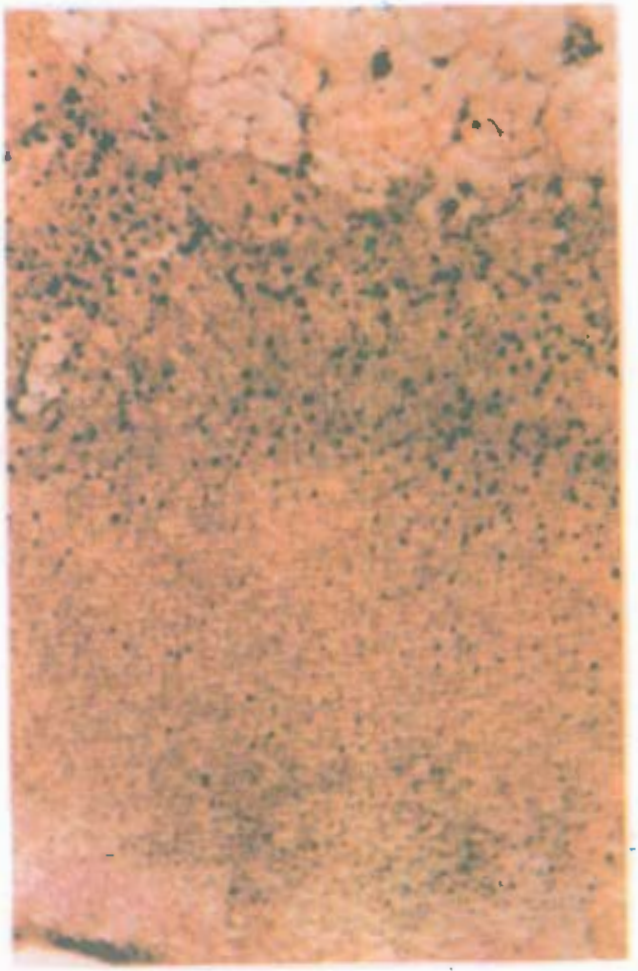
١ ـ الخلايا الكرومافينية Chromaffin cells وهي مجموعة من الخلايا التي تتميز بافراز الكاتيكول أمين Catecholamine وتصطبغ ببعض الصبغات الخاصة مثل املاح الكروم، ومن هنا جاء الاسم. والخلايا الكرومافينية نوعان: احدهما يقوم بافراز الابنفرين Epinephrin والاخر يقوم بافراز النورابينفرين Norepinephrin وذلك تحت تأثير حفز عصبي من النهايات العصبية السمبثاوية. وتكوّن خلايا اللب مجموعات من الحبال المتشابكة تتخللها شعيرات دموية مثقبة.



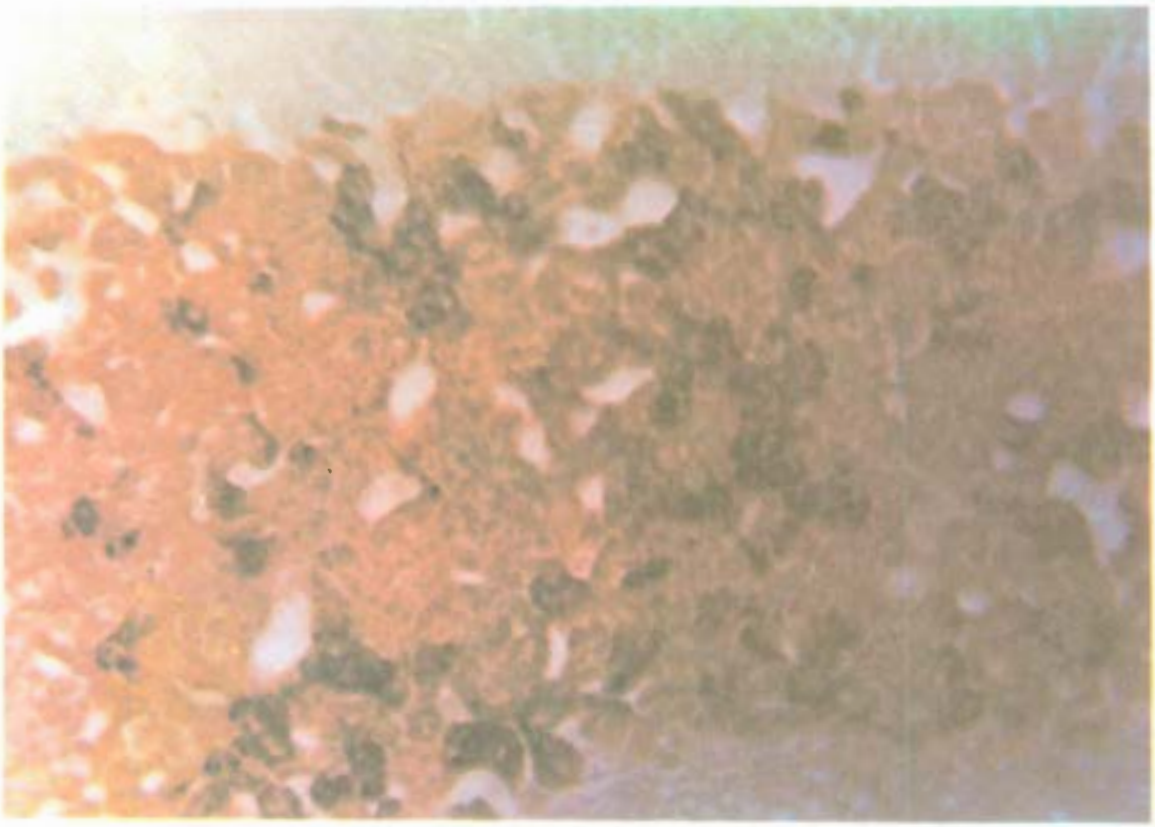
شكل (١٤٣) أ ـ قطاع في الغدة الكظرية (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى
ب ـ المنطقة الجمّعية (G) قوة كبرى
جـ ـ المنطقة الحزمية (F) قوة كبرى
د ـ المنطقة الشبكية (R) قوة كبرى
هـ ـ اللب (M) قوة كبرى

وعادة ما تكون كل خلية مماسة لشعيرة دموية من ناحية ومع وريد من ناحية اخرى.
وتظهر حبيبات الابنفرين تحت المجهر الالكتروني اقل كثافة من حبيبات النورابنفرين وبذلك يمكن تمييز النوعين من الخلايا. كما تتميز الخلايا اللبية بوجود العديد من المايتوكوندريا ذوات الاعراف الانبوبية واجسام جولجي الكبيرة. ولقد لوحظ ان الخلايا المكونة للابنفرين توجد بجوار الشعيرات الدموية القادمة من القشرة والتي تحمل الكورتيزون مما يشير الى ان هذا الهرمون يؤثر على تحويل النورابنفرين الى الابنفرين. وبناء على ذلك فان تكوين الابنفرين يعتمد على هرمون ACTH ، بينما تكوّن النورابنفرين لا يعتمد عليه.

٢ ـ **الخلايا العصبية** : وهي خلايا عصبية متعددة الاقطاب لها نفس تركيب الخلايا العصبية العادية.



شكل (١٤٤) قطاع في غدة الكظر مصبوغة بصبغة خاصة لاظهار حمض الاسكوربيك (اللون الداكن)



شكل (١٤٥) لب الغدة الكظرية مصبوغة بأملاح الكروم لاظهار الخلايا الكرومافينية
يلاحظ ان هناك نوعين من الخلايا احدهما اكثر دكونة من الآخر.

دورة الـدم داخل غـدة الكظر (شكل ١٤٦):

يدخل الى محفظة الغدة العديد من الشرايين التي تعطي ثلاثة انواع من التفرعات :

١ ـ شرايين تغذي المحفظة.

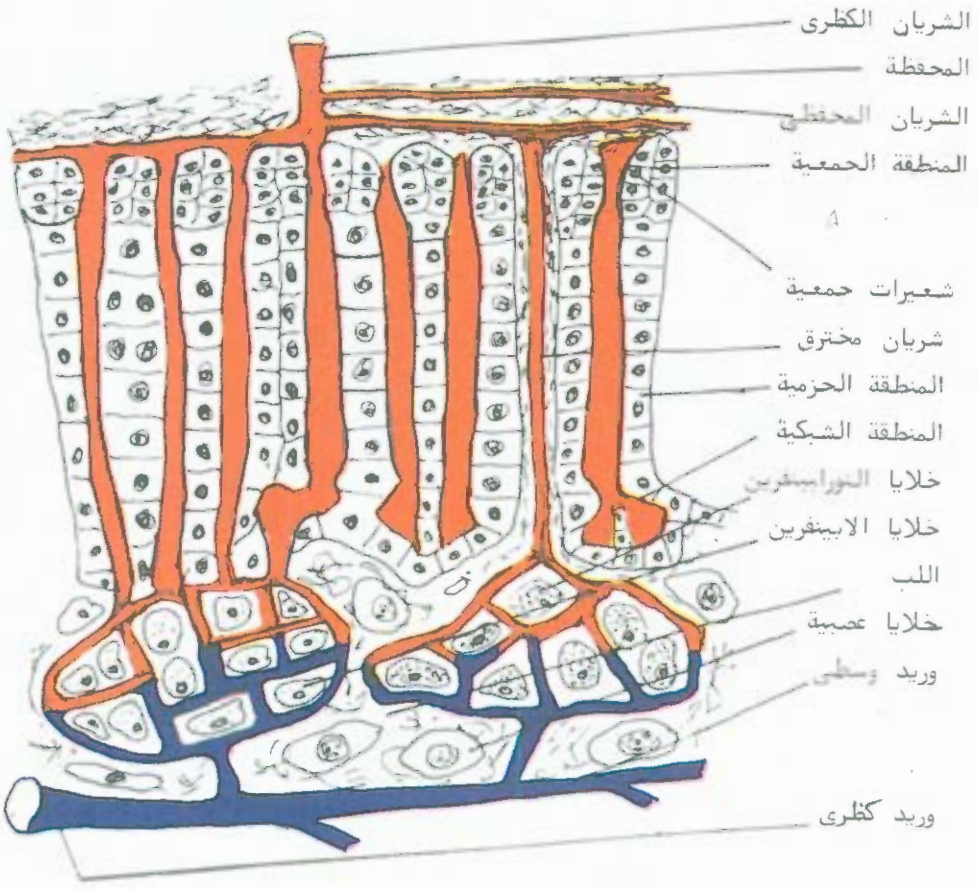
٢ ـ شرايين قشرية تكون الشعيرات القشرية الجيبية المستقيمة والمتوازية. وبعد ان تخترق القشرة (وقد تحملت بالكورتيزون) تكون مجموعة اخرى من الشعيرات في اللب ترتبط بالخلايا المكونة للابنفرين.

٣ ـ شرايين لبية تخترق القشرة دون تفرع لتصل الى اللب حيث تكون الشعيرات اللبّية.

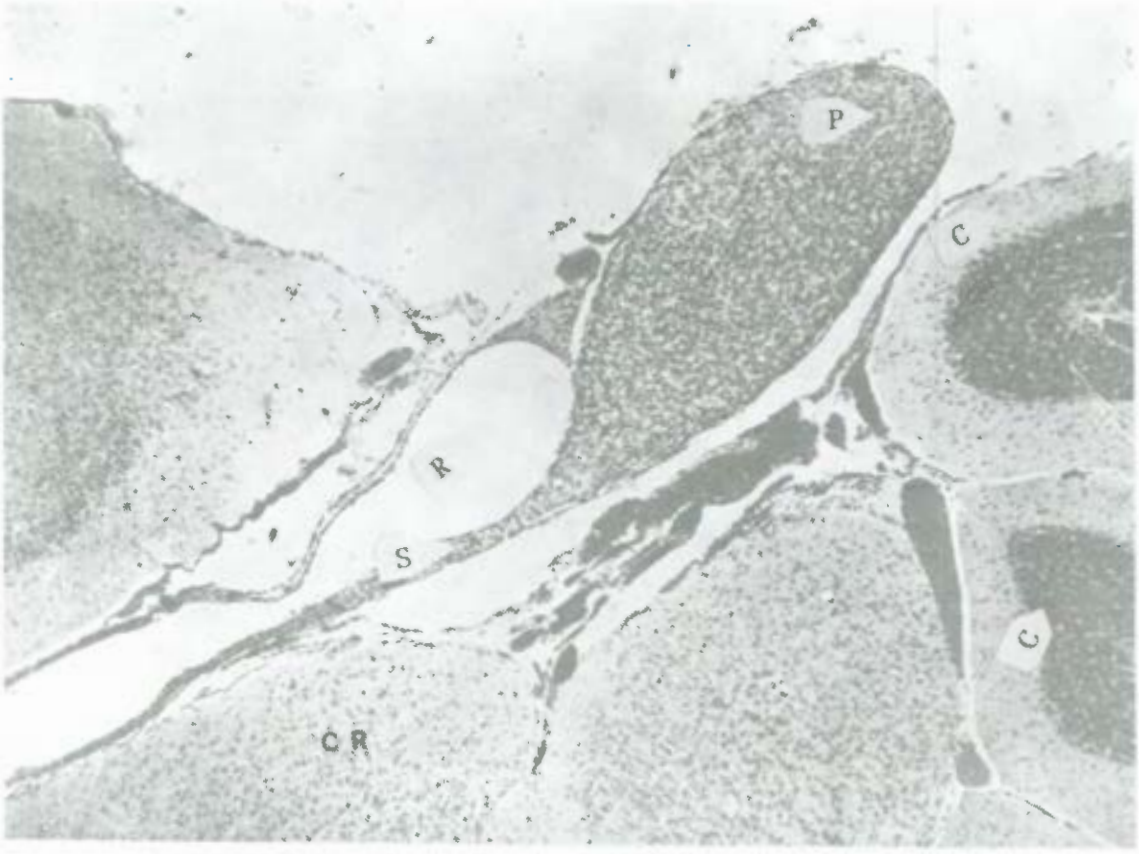
تتجمع الشعيرات الدموية في اللب مكونة وريد لبي يخرج بالدم من الغدة.

الغـدة الصـنوبرية Pineal gland

بالرغم من انه قد ساد الاعتقاد لفترات طويلة بأن الغدة الصنوبرية ليست ذات قيمة تذكر في الانسان، الا ان هناك اهتماماً متزايداً بها في الفترة الاخيرة. ومن المؤكد ان لهذه الغدة اهمية اكثر في الحيوانات الفقارية الاخرى، حيث تكون اكثر نمواً وأكبر حجماً.



شكل (١٤٦) دورة الدم في الغدة الكظرية



شكب (١٤٧) قطاع في الجزء العلوي من الدماغ قوة صغرى، ويتضح فيه المخيخ (C) الغدة الصنوبرية (P) والمخ (CR) والعنق (S) وتجويف (R)

وتتصل الغدة الصنوبرية بسقف البطين الرابع للمخ بواسطة جزء رفيع (شكل ١٤٧).

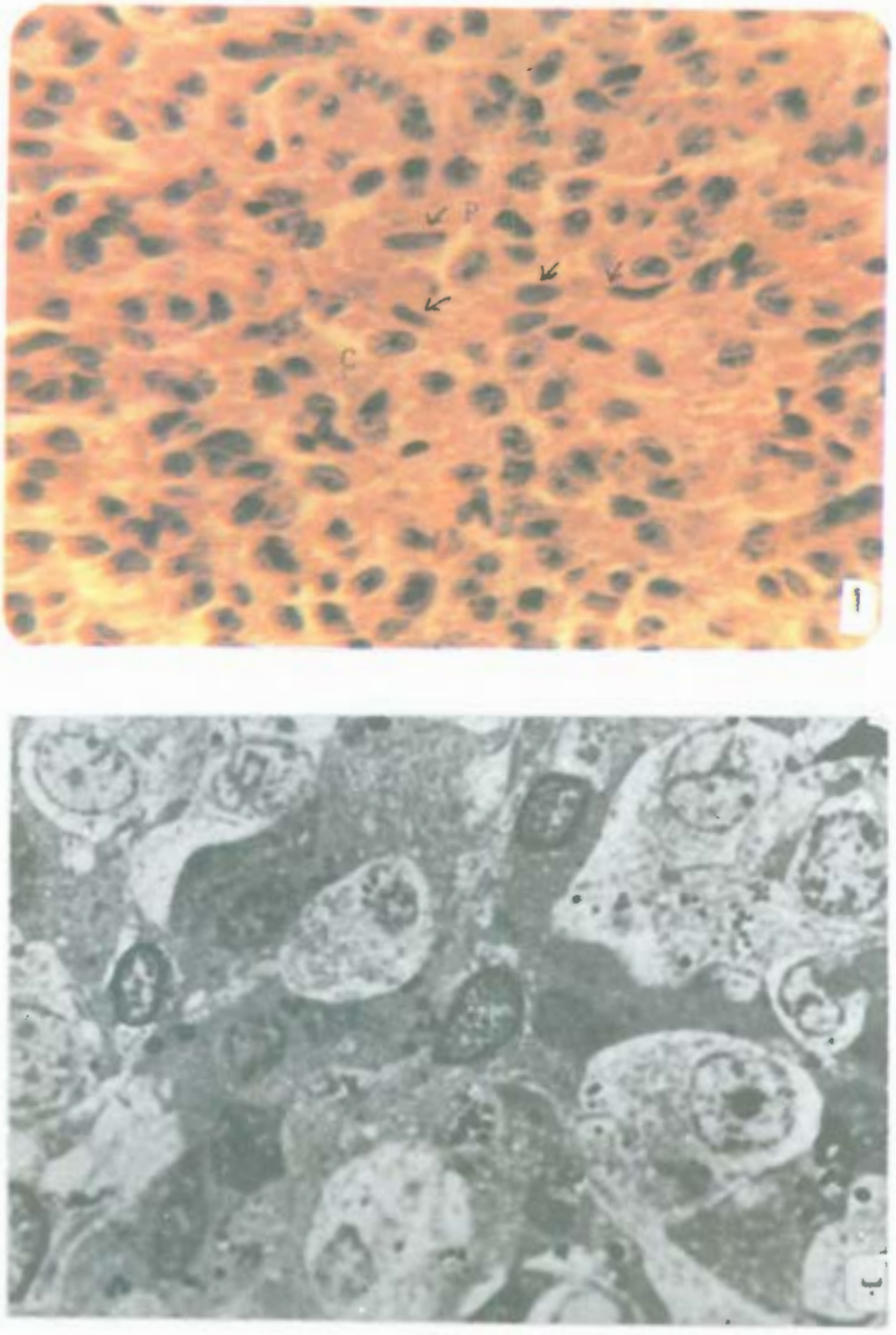
تحاط الغدة بمحفظة ليفية تخرج منها الالياف لتتخلل الحشو الخلوي للغدة وهو يتكون من نوعين من الخلايا:

١ ـ الخلايا الصنوبرية Pinealocytes : وهي خلايا ذات تفرعات عديدة، وتشبه الخلايا الطلائية في انها تتشابك مع بعضها بعلاقات التحامية والتصاقية. وتنتهي بعض تفرعات الخلايا بانتفاخات صغيرة بالقرب من الاوعية الدموية مما يوحي بانها تصب افرازها فيها، ومن هنا اتى الاعتقاد بان هذه الغدة ذات افراز داخلي (شكل ١٤٨).

يتميز سيتوبلازم الخلايا الصنوبرية بوجود شبكة اندوبلازمية غير حبيبية كثيفة بالاضافة الى بعض الحبيبات والليسوسومات. هذا وتصطبغ الخلايا الصنوبرية باملاح الفضة.

٢ ـ الخلايا الغرائية العصبية Neuroglial cells : وهي خلايا نجمية بعضها من النوع الاكول الصغير Phagocytic microglia .

وفي مرحلة الشيخوخة من العمر، تضمر الغدة الصنوبرية وتترسب في محفظتها وأرضيتها بعض المواد الصلبة التي تسمى برمال المخ Brain sands .



شكل (١٤٨) الغدة الصنوبرية

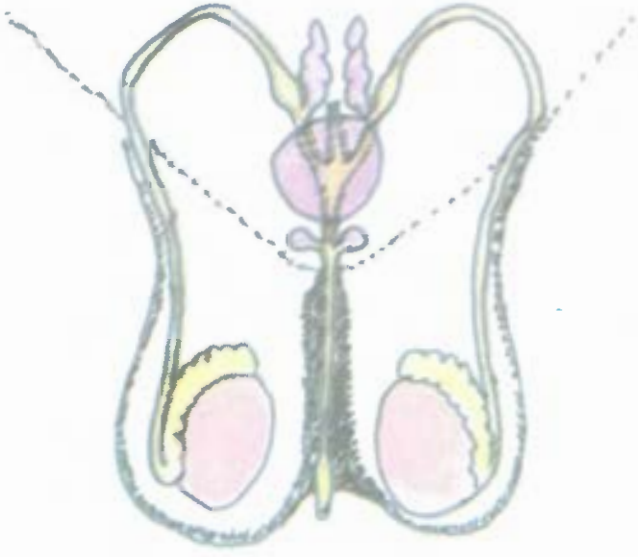
أـ جزء من الغدة مصبوغ بـ H&E قوة كبرى يظهر فيه شعيرة دموية C والخلايا الصنوبرية P

بـ جزء بالعدسة الزيتية يبين الخلايا الصنوبرية (الفاتحة) والخلايا الغرائية العصبية (الداكنة)

الفصل الثاني عشر

الجهاز التناسلى الذكرى

Male genital System



الفصـل الثاني عشـر
الجهـاز التناسـلي الذكـــري
Male genital system

يتكون الجهاز التناسلي الذكري من خصيتين ومجموعة من القنوات الموصلة وعدد من الغدد المساعدة.

أما القنوات الموصلة فهى الاوعية الخارجة Vasa efferentia والبربخ Epididymis والوعاء الناقل للمني Vas diferens والقنـاة القاذفة Ejaculatory duct وقناة مجرى البول Urethra (وهي قناة مشتركة بين الجهاز البولي والجهاز التناسلي للذكر في الحيوانات ذات التلقيح الداخلي).

أما الغدد المساعدة فهي الحوصلة (الغدة) المنوية Seminal vesicle (gland) وغدة البروستاتا Prostate gland وغدة كوبر Cowper's gland وتقوم الغدد المساعدة بافراز السائل المنوي الذي تسبح فيه الحيوانات المنوية (المتكونة في الخصية) أثناء قذفها.

الخصيـــة Testis

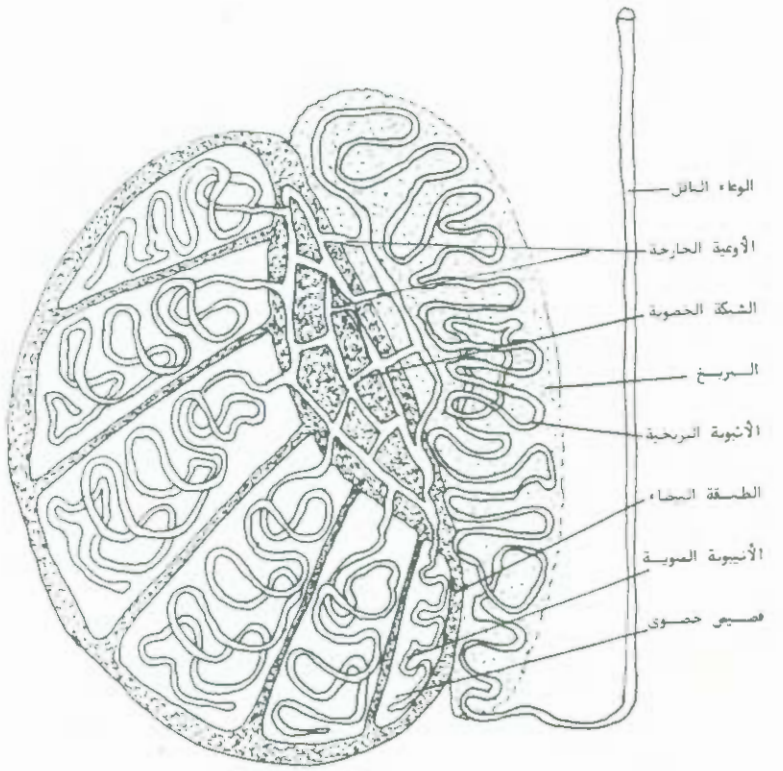
توجد الخصيتان في الثدييات خارج الجسم، في تجويف كيس جلدي يسمى الصفن Scrotum وتتعلق كل خصية في الصفن بواسـطة الحبـل المنوي Spermatic cord الذي يتكون من الوعاء الناقل وبعض العضلات ومجموعة من الاوعية الدموية . وتغلف الخصية بطبقة من الخلايا الطلائية المسطحة تفصلها عن تجويف الصفن وتسمى الطبقة الغلافية (المهبلية) Tunica vaginalis تليها الطبقة البيضاء Tunica albuginea ويزداد سمك هذه الطبقة في الناحية الداخلية من الخصية لتكون سرة الخصية ومنها تخرج وتدخل أوعية الخصية. ويتفرع من السرة حواجز ليفية تقسم الخصية الى عدد من الفصيصات الهرمية الشكل يصل عددها الى حوالي ٢٥٠ فصيصاً (شكل ١٤٩).

ويلي الطبقة البيضاء من الداخل طبقة ثالثة غنية بالاوعية الدموية تسمى الطبقة الوعائية Tunica vasculosa .

يوجد في كل فصيص عدد من الانيبوبات المنوية Seminiferous tubules تلتف كل منها على نفسها (وقد تتصل بها يجاورها من انيبوبات) ثم تلتقي مع باقي الانيبوبات في سرة الخصية حيث تتكون شبكة من القنوات Rete testis يخرج منها حوالي ١٠ قنوات خارجة تتحد لتكون قناة البربخ. ويحيط بالانيبوبات المنوية أرضية من النسيج الضام تسمى المادة البينية Interstitium توجد بها الخلايا البينية Interstitial cells الصم.

الانيبـوبات المنـوية (شكل ١٥٠):

يصل طول الواحدة في المتوسط الى حوالي ٥٠ سم ويبلغ قطرها حوالي ٠,٢ مم وقد تتفرع وتتشابك مع زميلاتها داخل الفصيص.



شكل (١٤٩) قطاع رأسي في الخصية

يتكون جدار الانيبوبة المنوية من عدة طبقات من الخلايا تحاط من الخارج بغشاء قاعدي وطبقة رقيقة من النسيج الضام بها خلايا لها القدرة على التقلص تسمى شبيهات الالياف العضلية Myoid cells وهي في الواقع خلاية طلائية متحورة تحتوي على خيوط بروتينية تجعلها قادرة على التقلص فتدفع الحيوانات المنوية من الانيبوبات في اتجاه البربخ.

ويسمى النسيج الطلائي المكون لجدار الانيبوبة المنوية بالطلائي المنبت Germinal epithelium ويتكون من الخلايا الجنسية والخلايا الدعامية.

الخلايا الجنسية Sex cells (شكل ١٥٠):

وتوجد في طبقات يختلف عددها حسب حالة نشاط الانيبوبة. فتكون عبارة عن طبقة واحدة قبل سن البلوغ ثم تتعدد بعد ذلك عندما تبدأ في تكوين الحيوانات المنوية، وعندما تكون في أوج نشاطها قد يصل عدد الطبقات الى ٨ طبقات. ولا تكون درجة النشاط واحدة على طول الانيبوبة بل أن هناك موجات من النشاط تسري على طولها وفيها يمكن تمييز الانواع الآتية من الخلايا الجنسية :

١ ـ أمهات الحيوانات المنوية Spermatogonia وتكون صفاً واحداً من الخلايا ويوجد ثلاثة أنواع من أمهات الحيوانات المنوية في جدار خصية الانسان هي :

أ ـ النوع «أ» الداكن : ونواة هذه الخلية داكنة الاصطباغ بيضاوية الشكل . وبانقسام هذا النوع «ميتوزياً» تنتج خليتين احداهما من نفس النوع بينما للأخرى نواة باهتة الاصطباغ .

ب ـ النوع «أ» الباهت : ولكل خلية منه نواة بيضاوية الشكل الا انها باهتة الاصطباغ وينقسم هذا النوع من الخلايا (ميتوزيا) لتعطي كل خلية خلية من نفس النوع (النوع «أ» الباهت) وخلية أخرى من النوع "B" .

جـ ـ النوع "B" : ويتميز بأنويته الكروية الشكل الداكنة الاصطباغ . وتنقسم خلايا هذا النوع (ميتوزيا) لتعطي خلايا تنزاح الى الطبقة التالية في جدار الانيبوبة فتكبر لتصير خلايا منوية ابتدائية Primary spermatocytes .

٢ ـ الخلايا المنوية الابتدائية : وتكون من ٢ ـ ٣ صفوف من الخلايا في جدار الانيبوبة . وتعتبر هذه الخلايا اكبر خلايا الانيبوبة حجماً وتظهر أنويتها بأشكال تعكس مرحلة الانقسام الاختزالي التي تكون فيها . وتنقسم الخلايا المنوية الاولية «اختزالياً» لتنتج خلايا تحتوي على نصف عدد الكروموسومات الموجودة فيها .

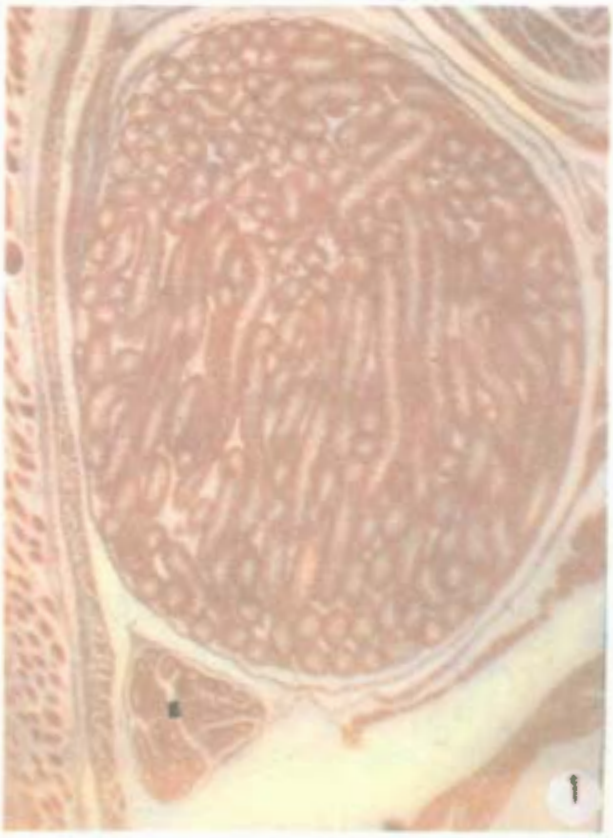
٣ ـ الخلايا المنوية الثانوية Secondary spermatocytes : هي خلايا تنتج من الانقسام الاختزالي الاول للخلايا المنوية الاولية ولا تلبث ان تنقسم الى خليتين صغيرتين . والخلية المنوية الثانوية صغيرة الحجم لا تظهر باعداد تذكر في جدار الانيبوبة وذلك لقصر عمرها .

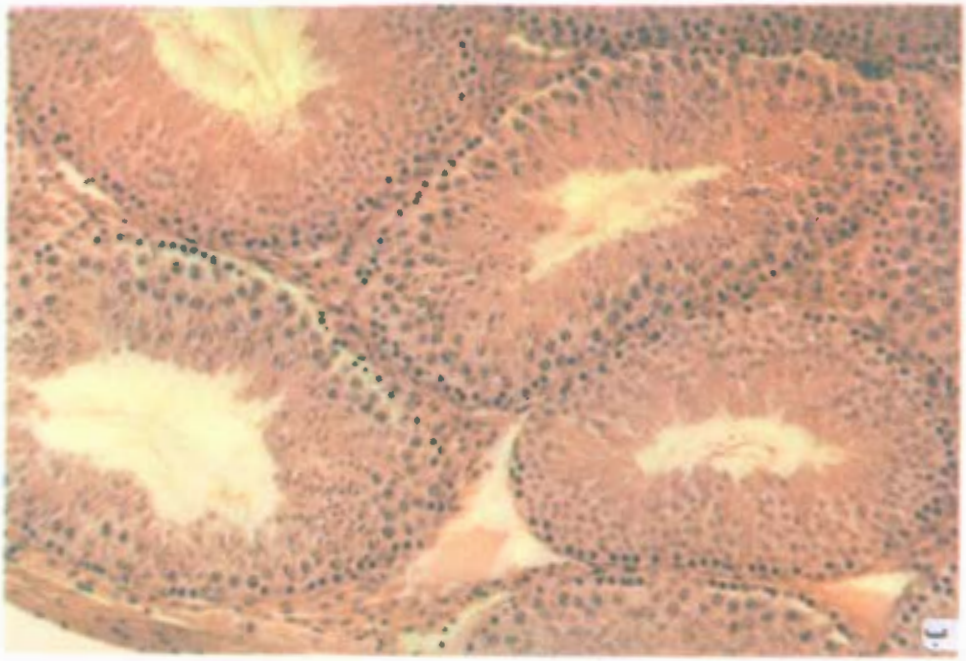
٤ ـ طلائع الحيوانات المنوية Spermatids : هي خلايا صغيرة تنتج من الانقسام الاختزالي الثاني (الذي يشبه الانقسام الميتوزي) ويبلغ حجمها ٠,٢٥ حجم الخلايا المنوية الاولية . وانوية الطلائع المنوية داكنة الاصطباغ .

٥ ـ الحيوانات المنوية Spermatozoa : هي خلايا مسوّطة لها ذيل طويل ورأس صغير يحتوي على نواة داكنة الاصطباغ . وتنتج الحيوانات المنوية من الطلائع بعد ان تمر بمراحل من التميز الخلوي تسمى التخليق المنوي Spermiogenesis .

الخلايات الدعامية (خلايا سرتولي) Supporting (Sertoli) cells : هي خلايا هرمية الشكل ترتكز على الغشاء القاعدي وتمتد الى تجويف الانيبوبة وتوجد على مسافات متقاربة على محيط الانيبوبة . ونواة خلية سرتولي باهتة الاصطباغ غير منتظمة الشكل بها نوية واضحة تجعلها تختلف عن باقي خلايا الأنيبوبة . وتوجد في سيتوبلازم خلايا سرتولي العضيات الخلوية العادية . اما حدود الخلية الجانبية فتتداخل في تشابكات مع جاراتها من الخلايا الدعامية . وتلتحم اغشية الخلايا الدعامية المتجاورة عند الحد الفاصل بين الطبقة الاولى من الانيبوبة والطبقة التي تليها وبذلك تكون الخلايا الدعامية مع غلاف الانيبوبة حاجزاً دموياً منوياً منيعاً ، يجعل أمهات المني تقع خارج الالتحام بينما تقع باقي خلايا الانيبوبة داخل الالتحام .

ويلاحظ ان الخلايا الموجودة خارج الالتحام تكون مزدوجة الكروموسومات (2n) كباقي خلايا الجسم ، بينما تكون الخلايا الموجودة داخل الالتحام احادية الكروموسومات (n) أي مختلفة عن باقي خلايا الجسم . ويظهر





شكل (١٥٠)

أ ـ قطاع في الخصية والبربخ (E) قوة صغرى

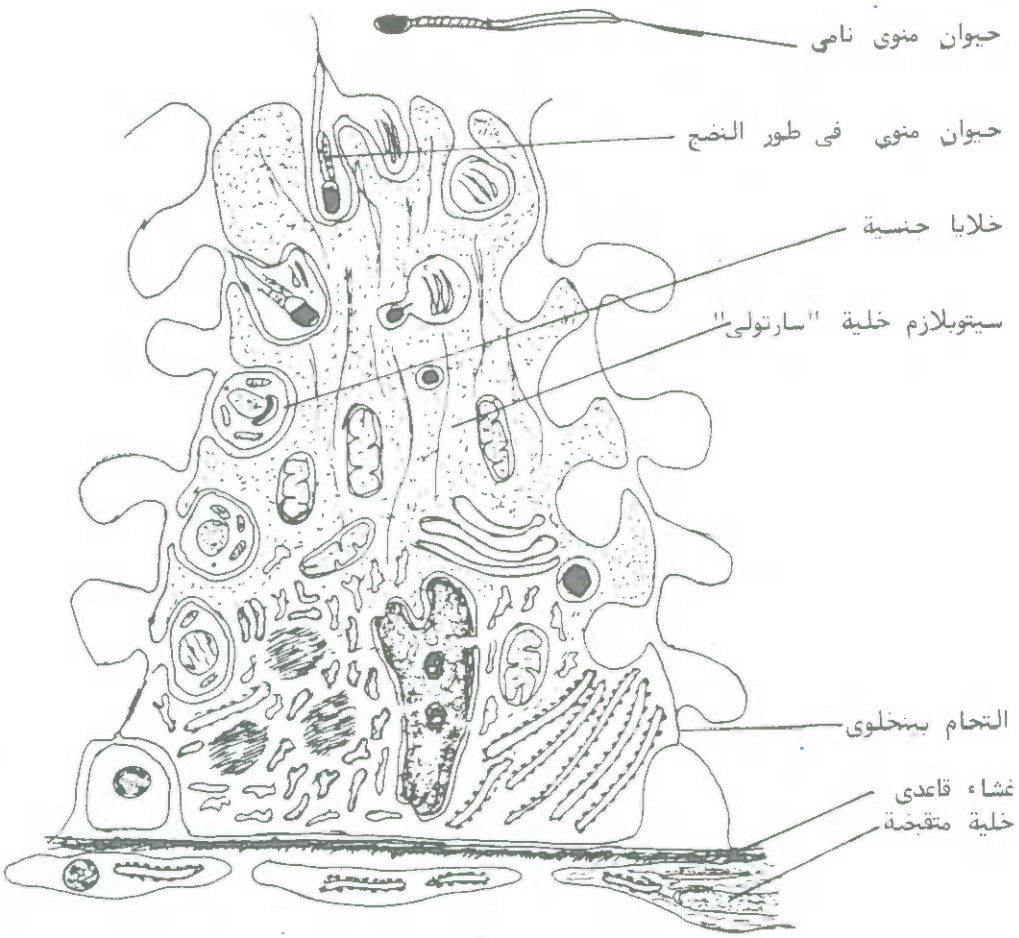
ب ـ قطاع عرضي في الانيبوبات المنوية (Iron Hx) قوة وسطى

من ذلك اهمية الحاجز الدموي المنوي في منع حدوث تفاعل مناعي ضد هذه الخلايا التي تعتبر غريبة التركيب بالمقارنة بباقي خلايا الجسم .

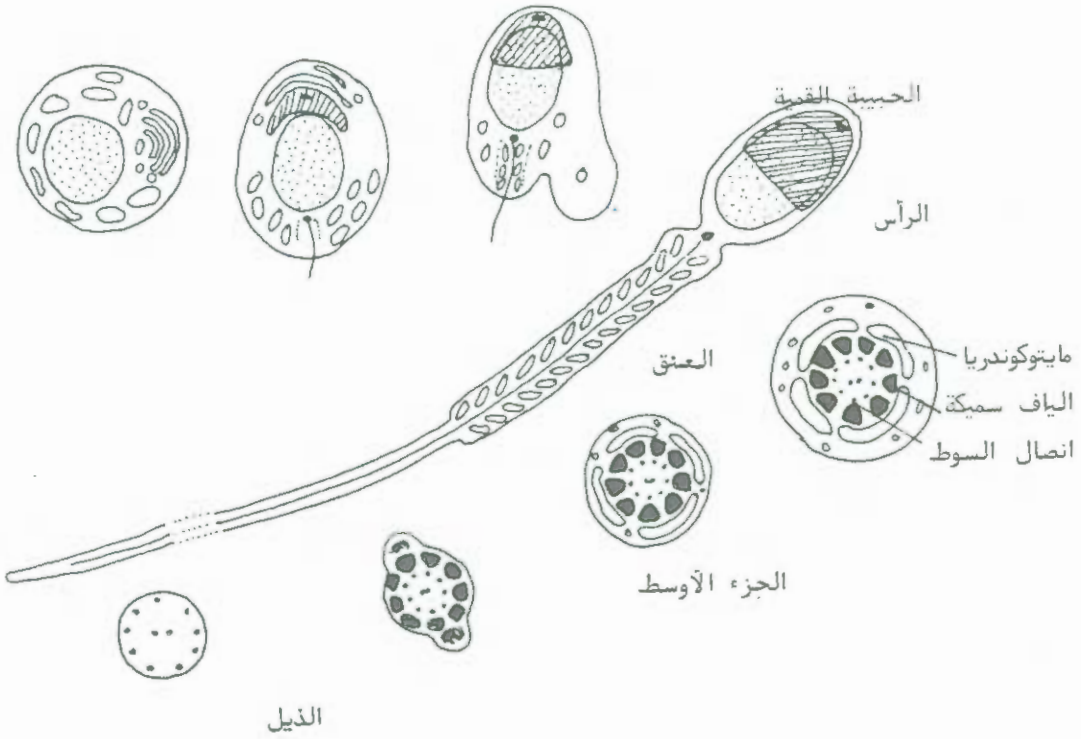
ولقد تبين ان الخلايا التي تنزاح من المنطقة الاولى الى منطقة الخلايا المنوية تمر بين الخلايا الدعامية بعد ان تنفتح لها الالتحامات التي تعود فتلتحم مرة اخرى .

وتوجد الخلايا المنوية الاولية والثانوية والطلائع داخل سيتوبلازم الخلية الدعامية محاطة بغشائها ومكونة نوعاً من الاندماج الخلوي وذلك لان الخلايا عندما تنقسم لا يتم الانقسام السيتوبلازمي تماماً فيها وتبقى منه جسور تصل الخلايا مع بعضها (شكل ١٥١) .

وتحصل امهات المني على المواد اللازمة لها من الدم مباشرة بينما تحصل باقي الخلايا الجنسية على المواد الغذائية من خلال سيتوبلازم الخلايا الدعامية .



شكل (١٥١) خلية «سارتولي» المساعدة



شكل (١٥٢) مراحل تخليق الحيوان المنوي

التخليــق المنــوي Spermiogenesis (شكل ١٥٢) :

لقد تبين ان الطلائع المنوية تنتج من خلال الانقسامات الخلوية الميتوزية لامهات الحيوانات والانقسامات الاختزالية في الخلايا المنوية . وهذه العملية تسمى تخليق الطلائع Spermatognesis .

أما عملية تخليق الحيوانات المنوية فهي عبارة عن الخطوات الخلوية التي ينتج عنها تحول الطلائع المنوية الى حيوانات منوية ناضجة من غير ان يحدث انقسام من اي نوع . وبذلك تتحول كل طليعة الي حيوان منوي وذلك بتحول محتوياتها الى محتويات تتلاءم مع شكل ووظيفة الحيوان المنوي ويمكن توضيح هذا التحوّل بما يلي :

١ ـ تتضخم احدى حويصلات منطقة جولجي وتترسب فيها حبيبات لا تلبث ان تتجمع في حبيبة واحدة تسمى الجسم الطرفي Acrosome بينما تسمى الحويصلة الكبيرة المحيطة به بحويصلة الجسم الطرفي Acrosomal vesicle أما باقي اغشية جولجي فترحل في الاتجاه المضاد للجسم الطرفي لتحيط بالجزء الامامي من النواة (التي اصبحت مستطيلة) مكونة القلنسوة Head cap .

٢ ـ يرحل الجسيمان المركزيان Centrioles الى الناحية الخلفية من النواة . يلتصق احد الجسيمين بغشاء النواة وتنمو منه مجموعة من الانيبوبات الدقيقة لتكون هيكل السوط (الذيل) . واثناء نمو الذيل تتكون

حوله اسطوانة من الليفات الدقيقة اسمها الانبوبة الذيلية Caudal tube وتمتد الى ان تصل الى غشاء الخلية حاملة معها الجسيم المركزي الاخر الذي يقوم بتكوين حلقة Annulus عند التقاء الذيل مع الغشاء الخلوي.

وفي هذه الاثناء، ينحسر السيتوبلازم عن النواة وقلنسوتها ليتجمع جزء منه حول الانبوبة الذيلية بينما ينتحي ما تبقى منه جانباً.

٣ ـ تتجمع المايتوكوندريا ـ الخيطية الشكل ـ وتحيط بالذيل (داخل الانبوبة الذيلية) الواحدة خلف الاخرى مكونة طبقة حلزونية كاملة تسمى الصفيحة المايتوكوندرية Mitochondrial sheath .

ينفصل السيتوبلازم المتبقي بعد تكون الحيوانات المنوية وتلتهمه الخلية الدعامية حيث تهضم البروتينات الموجودة فيه بينما تستعمل الدهون في تكوين هرمون ينظم عملية تخليق الطلائع.

التركيب الدقيق للحيوان المنوي (شكل ١٥٢):

يتركب الحيوان المنوي من ثلاث مناطق هي:

١ ـ الرأس Head وتحتوي على النواة المستطيلة والقلنسوة والجسم الطرفي وشريط رقيق من السيتوبلازم.

٢ ـ الجزء الوسطي Middle piece ويتكون من الانبوبة الذيلية والصفيحة المايتوكوندرية. وحول الانبوبة الذيلية توجد طبقة رقيقة أيضاً من السيتوبلازم.

٣ ـ الذيل Tail وهو امتداد للجزء الوسطي وله تركيب السوط.

بعد تمام تخليق الحيوانات المنوية تنفصل عن الخلايا الدعامية وتنزل الى تجويف الانيبوبة المنوية. ولا تكون الحيوانات المنوية في هذه المرحلة قادرة على الحركة بالرغم من تمام تخليقها.

مواءمة الحيوانات المنوية لوظيفتها:

الحيوان المنوي خلية تحورت لتصبح قادرة على الحركة السريعة واختراق الاغشية الخلوية. وليكون الحيوان المنوي قادراً على الحركة السريعة فقد تخلص من معظم السيتوبلازم، ولم يبق فيه سوى العضيات الضرورية وغلاف سيتوبلازمي رقيق.

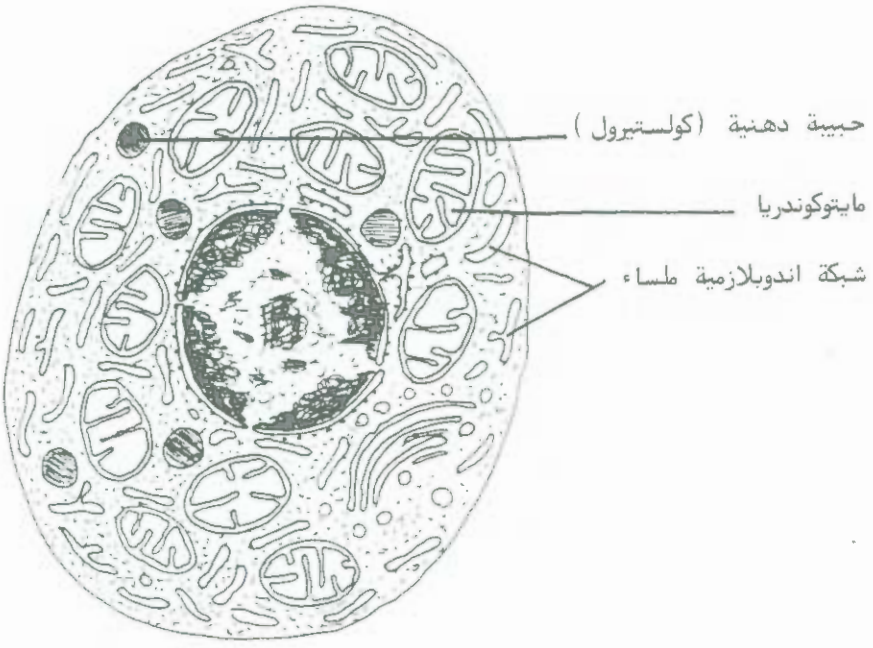
ورأس الحيوان المنوي مستطيل ومدبب من الامام ويحمل النواة التي قد اصبحت كتلة مركزة من المادة الوراثية (DNA). كما يحمل الجسم الطرفي الذي يحتوي على أنزيمات تذيب الاغشية الخلوية المحيطة بالبويضة حتى يمكنه اختراقها وحمل المادة الوراثية الى داخلها.

أما الجزء الوسطي من الحيوان المنوي فيعتبر مركز توليد الطاقة اللازمة لحركة الذيل اثناء سباحته في السائل المنوي.

أما الذيل فانه يضرب بقوة دافعاً بالرأس نحو هدفه.

المادة البينية للخصية Interstitium:

هي عبارة عن نسيج ضام مفكك يتخلل الانيبوبات المنوية داخل كل فصيص ويحتوي على المكونات



شكل (١٥٣) خلية «ليدج» البينية الخصوية

العادية للنسيج الضام وهي الالياف بأنواعها وأوعية دموية ولمفية، وأطراف الالياف العصبية والعديد من الخلايا.

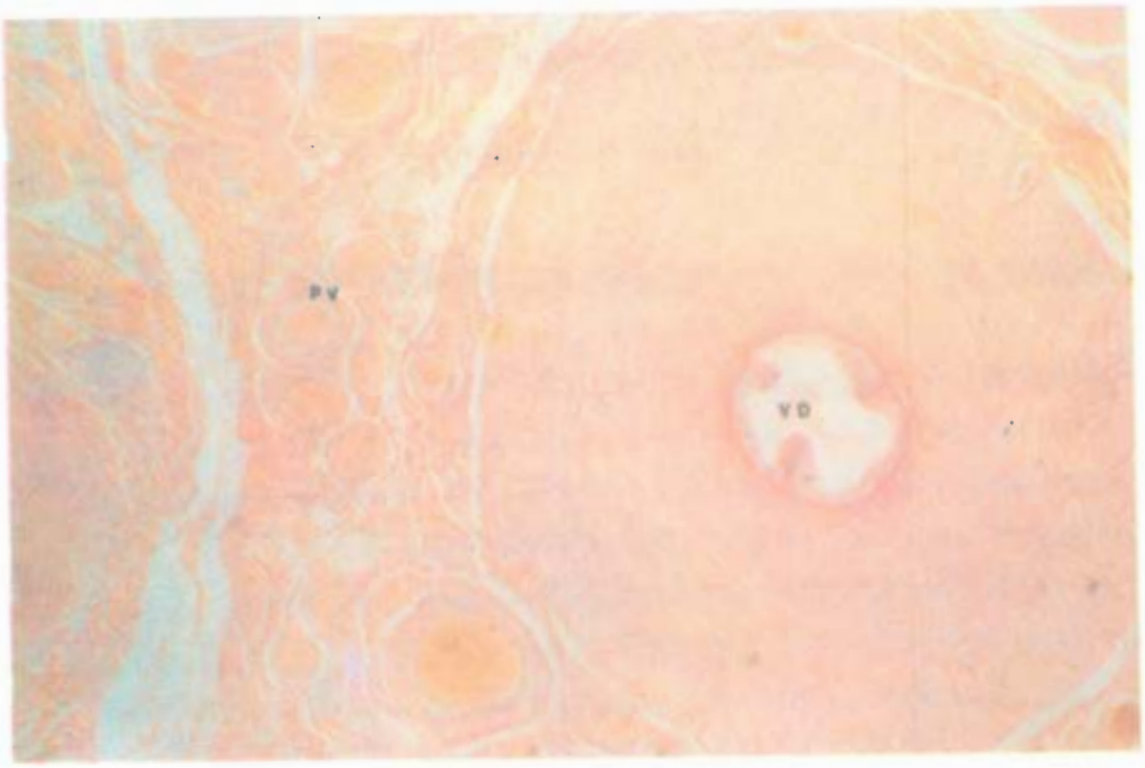
ويوجد في المادة البينية نوع خاص من الخلايا هو خلايا ليدج البينية Interstitial cells of Leydig وهي التي تقوم بتصنيع وافراز الهرمون الذكري Testosterone . وهذا الهرمون من الاستيرويدات Steroids ولذلك فان الخلايا البينية التي تقوم بافرازه تتميز بوجود اعداد كبيرة من المايتوكوندريا، وشبكة اندوبلازمية ملساء كثيفة، وحبيبات الكولسترول التي تعتبر المادة الخام التي يتكون منها الهرمون (شكل ١٥٣).

والخلايا البينية حمضية الاصطباغ لكثرة الاغشية الملس بها، وقد تحتوي الخلية على نواتين. ويوجد في سيتوبلازم الخلايا البينية في الانسان مادة بللورية الشكل تسمى بللورات رينكي Crystals of Reinke .

الامداد الدموي للخصية : يخرج الشريان الخصوي من تجويف البطن متجهاً الى الخصية (في الصفن) ماراً بالحبل المنوي.

وتركيب الحبل المنوي يتلاءم مع وظيفته الاساسية وهي الحفاظ على درجة حرارة الخصيتين عند مستوى أقل من مستوى حرارة الجسم وذلك حفاظاً على حيوية الحيوانات المنوية (شكل ١٥٤).

فالعضلات الهيكلية Cremaster muscles الموجودة في الحبل المنوي حساسة لدرجات الحرارة. فعندما تكون الحرارة خارج الجسم عادية تتقلص العضلات لتشد الخصيتين قريباً من الجسم. اما اذا كانت الحرارة مرتفعة فان حرارة سطح الجسم ترتفع أيضاً وترتخي عضلات الحبل المنوي فتتدلى الخصيتين بعيداً عن سطح الجلد وتبقى درجة حرارتها منخفضة.



شكل (١٥٤) الحبل المنوي H&E قوة صغرى
يلاحظ الوعاء الناقل (VD) ، الاوردة الجيبية المتسلقة (PV)

والاوردة الجيبية المتسلقة Pampiniform veins التي تحيط بالشريان الخصوي أثناء مروره في الحبل المنوي تقوم بدور هام في خفض حرارة الدم الوارد الى الخصيتين. وذلك لأن درجة حرارة الدم في الاوردة الجيبية تكون أقل من درجة حرارة الدم في الشريان وذلك لاتساعها. وعند مرور الدم في الشريان تنتقل الحرارة منه الى الدم الموجود في الجيوب فيدخل الى الخصية ودرجة حرارته في مستوى أقل من مستوى درجة حرارة الجسم.

يتفرع الشريان الخصوي الى شرايين أصغر في الحواجز بين الفصيصية ثم يكون شريّنات تدخل الى المادة البينية لتكون شعيرات دموية تحيط بالانيبوبات المنوية والخلايا البينية. ويعود الدم في أوردة في الاتجاه المعاكس.

العلاقات الهرمونية للخصية :

لا تبدأ الخصية في وظيفتها الا بعد ان تقوم الغدة النخامية بافراز الهرمونات المنشطة لها وهي FSH & LH وبعد ذلك فقط تقوم الخلايا البينية بافراز الهرمون الذكري بتأثير هرمون LH الذي يقوم بحفز امهات الحيوانات المنوية على الانقسام، وبذلك تبدأ عملية تخليق الطلائع.

أما هرمون FSH فيحفز الخلايا الدعامية لتقوم بافراز مادة بروتينية قادرة على الارتباط بالهرمون الذكري

(ولذلك تسمى Androgen binding protein) وتنتقل معه الى تجويف الانيبوبة . كما تقوم الخلايا الدعامية بافراز هرمون الانهبين Inhibin الذي يثبط افراز هرمون FSH من الغدة النخامية .

القنـوات التناسـلية الذكـرية

تبدأ هذه القنوات في الخصية على شكل قنوات مستقيمة في نهاية الانيبوبات المنوية، وتبطن هذه القنوات بخلايا مكعبة او عمودية تشبه الخلايا الدعامية .

القنوات المتشابكة Rete testis الموجودة في سرة الخصية غير منتظمة الاقطار وتبطن بخلايا مكعبة وقد تكون مفلطحة، وقد يوجد على سطح بعضها هدب واحد .

الاوعية المنوية الخارجة Vasa efferentia وهي حوالي ١٠ ـ ١٥ قناة ملتوية تخرج من الجزء الخلفي للخصية محاطة ببعض النسيج الضام والالياف العضلية لتكون رأس البربخ اما بطانة هذه القنوات فهي عمودية بسيطة تتخللها مجموعات من الخلايا المكعبة . اما الخلايا العمودية فهي حمضية الاصطباغ ومهدبة واما الخلايا المكعبة فهي فرشاتية امتصاصية، تقوم بامتصاص بعض افرازات الخصية المصاحبة للحيوانات المنوية .

البربـخ Epididymis (شكل ١٥٥) :

هو أنبوبة طويلة (طولها حوالي ٦ أمتار في الانسان) ملتفة على نفسها ومحاطة بنسيج ضام مفكك . ويتكون البربخ من تجمع الاوعية المنوية الخارجة وينقسم الى رأس وجسم وذيل .

وأثنـاء مرور وتخزين الحيوانات المنوية في البربخ تكتسب قدرتها على الحركة ويكتمل نضجها . ويظهر البربخ في المقطع العرضي عبارة عن دوائر كل منها مقطع في الانبوبة الملتفة . ويبطن البربخ بطبقة طلائية

شكل (١٥٥) قطاع في البربخ قوة وسطى

مصففة كاذبة، معظم خلاياها عمودي تحصر بين قواعدها بعض الخلايا القصيرة. وتحتوي الخلايا العمودية على أعداد كبيرة من الخميلات الطويلة التي تمتد فى تجويف البربخ وكأنها أهداب . وتقوم الخلايا المبطنة للبربخ بامتصاص معظم السوائل التي تصاحب الحيوانات المنوية محدثة بذلك ضغطاً سالباً يسحب الحيوانات المنوية من الخصية، كما تقوم هذه الخلايا أيضاً بافراز بعض المواد في تجويف البربخ.

ترتكز بطانة البربخ على غشاء قاعدي تحيط به طبقة رقيقة من الالياف العضلية الدائرية يزداد سمكها نحو ذيل البربخ. وبانقباض هذه الالياف العضلية تندفع الحيوانات المنوية نحو ذيل البربخ.

الوعـاء النـاقل للمنـي Vas deferens (شكل ١٥٤):

في نهاية ذيل البربخ أسفل الخصية، تستقيم انبوبة البربخ ويضاف اليها كميات كبيرة من الالياف العضلية وتصبح الوعاء الناقل للمني. ويصعد الوعاء الناقل داخل الحبل المنوي ليدخل الى تجويف الحوض حيث يتجه نحو قناة مجرى البول، وقبل ان يفتح فيها يتسع مكوناً انتفاخاً Ampulla مغزلي الشكل، ثم يتحد مع قناة الحوصلة المنوية ليكونا معاً القناة القاذفة للمني Ejaculatory duct التي تخترق غدة البروستاتا لتفتح في قناة مجرى البول.

وجدار الوعاء الناقل مخاطي عضلي، بطانته تشبه بطانة البربخ الا انها اسمك وخميلاتها اقصر وقد تختفي الخميلات من سطح الخلايا الطلائية تماماً. اما الطبقة الخاصة فتتكون من نسيج ضام مفكك غني بالالياف المرنة.

والطبقة العضلية سميكة جداً بالمقارنة بتجويف الوعاء الضيق والذي له شكل نجمي نتيجة انثناء المخاطية. وتتميز الطبقة العضلية الى ثلاث مناطق : خارجية طولية ، ووسطى دائرية ، وداخلية طولية.

تتكون الطبقة الخارجية من نسيج ضام يندمج مع ما حوله من انسجة الحبل المنوي.

وفي الانتفاخ تزداد انثناءات المخاطية وقد تكون جيوباً تظهر وكأنها غدد.

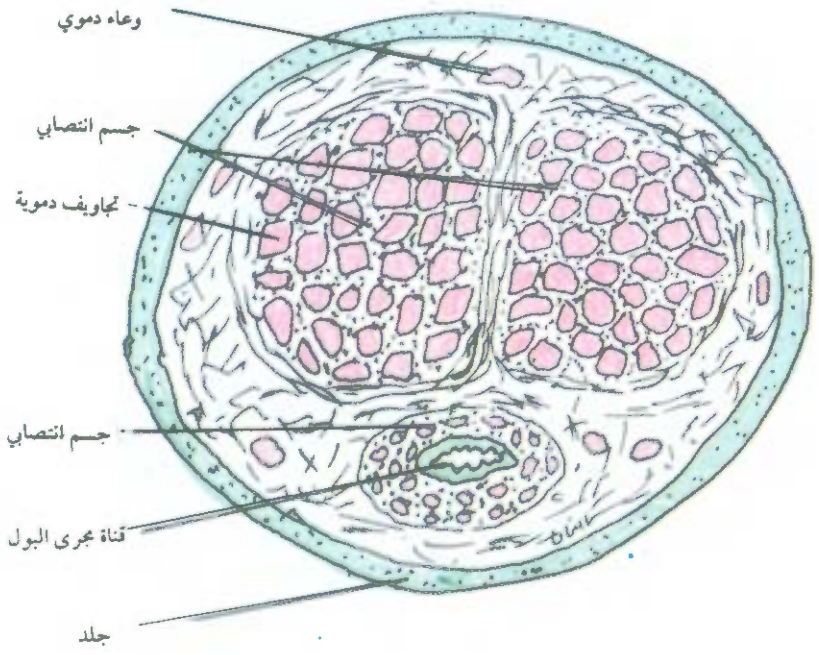
وتبطن القناة القاذفة بنسيج عمودي او مصفف كاذب له نشاط افرازي محدود.

قنـاة مجـرى البـول Urethra :

هي قناة طويلة تمتد من المثانة البولية مخترقة غدة البروستاتا حيث تلتقي مع القناتين القاذفتين. وابتداء من هذا الالتقاء تصير القناة ناقلة للمني بالاضافة الى نقلها للبول. وتمتد في القضيب حتى تنتهي عند طرفه بفتحة البول الخارجية.

وتكون بطانة قناة البول في جزئها البروستاتي طلائية انتقالية ثم تصير خليطاً من النسيج المصفف الكاذب والمصفف العمودي، وفي نهايتها تصبح البطانة من النسيج الطلائي المصفف الحرشفي.

والقضيب Penis أو العضو الذكري يتكون من ثلاثة اجسام انتصابية تمتد بطوله، اثنان علويان وواحد سفلي يحيط بقناة البول. وتتكون هذه الاجسام من نسيج انتصابي يصير صلباً عندما يندفع فيه الدم ويلين عندما يتسرب منه الدم. ويتكون النسيج الانتصابي من جيوب وريدية واسعة تتفرع من الشرايين وتتجمع مكونة أوردة. ويختلف طول وشكل القضيب في المجموعات المختلفة من الحيوانات الفقارية ليتواءم مع الجهاز التناسلي للانثى في كل مجموعة (شكل ١٥٦).



شكل (١٥٦) رسم تخطيطي لقطاع عرضي في القضيب

الغدد التناسلية الذكرية الثانوية Auxillary male sex glands

هي مجموعة من الغدد الملحقة بالقنوات التناسلية وتفتح على سطح بطانتها وهي : الحوصلتان المنويتان وغدة البروستاتا، وغدتي كوبر.

الحوصلة المنوية Seminal vesicle (شكل ١٥٧) :

وهي عبارة عن انبوبة ملتفة على نفسها ويربط بين لفاتها نسيج ضام. تفتح الحوصلة في الوعاء الناقل للمني قرب القناة القاذفة.

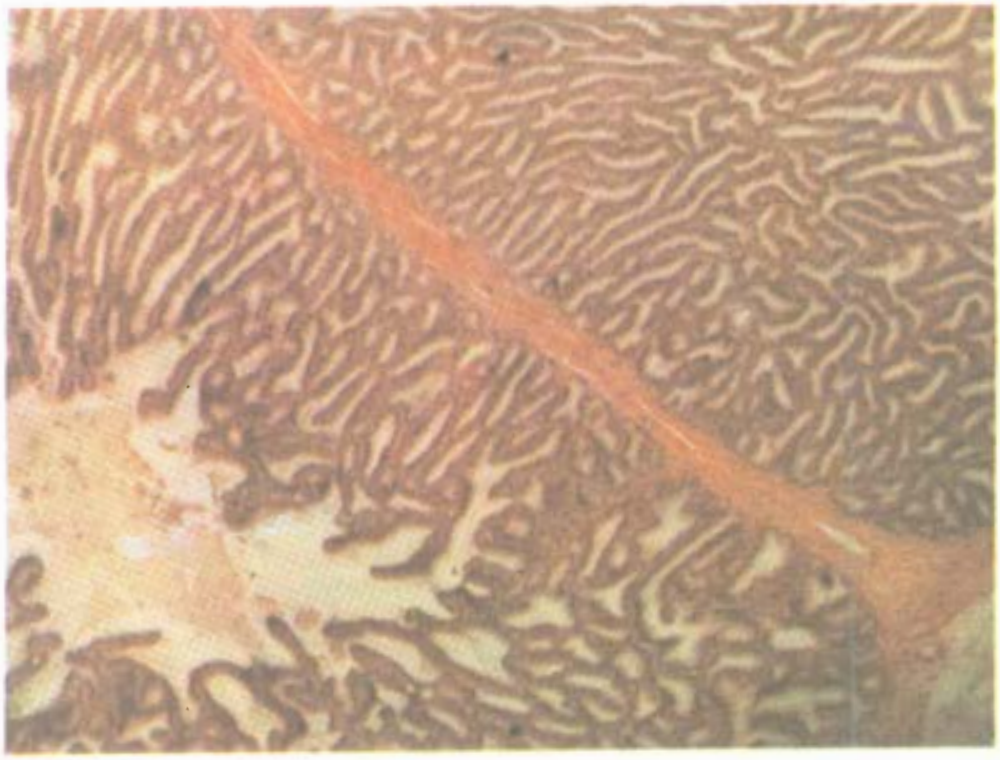
ويبلغ طول الحوصلة حوالي ٦ سم في الانسان ويتكون جدارها من طبقة مخاطية وطبقة عضلية وطبقة مصلية.

تتكون المخاطية من طلائية عمودية فارزة قد تحصر بينها بعض الخلايا القاعدية القصيرة، وتتكون الطبقة الخاصة من النسيج الضام المفكك. اما الطبقة العضلية فتشبه تلك الموجودة في جدار الوعاء الناقل الا انها أرق، بينما تتكون الطبقة المصلية من نسيج ضام غني بالالياف المرنة.

وتتميز المخاطية بكثافة انثناءاتها التي قد تشبه الغدد. ويوجد في تجويف الحوصلة افراز حمضي الاصطباغ سميك القوام اصفر اللون يحتوي على بروتينات وفيتامين وفركتوز وبروستاجلاندين.

ويصب افراز الحوصلة في القناة القاذفة اثناء عملية القذف فيختلط بالحيوانات المنوية مكوناً جزءاً هاماً من السائل المنوي.

يتأثر طول الخلايا المبطنة للحوصلة وكذلك نشاطها بالهرمون الذكري.



شكل (١٥٧) قطاع في الحوصلة المنوية H&E قوة صغرى تتضح فيها الانثناءات المعقدة للطلائية

غـــدة البروســتاتا Prostate gland (١٥٨):

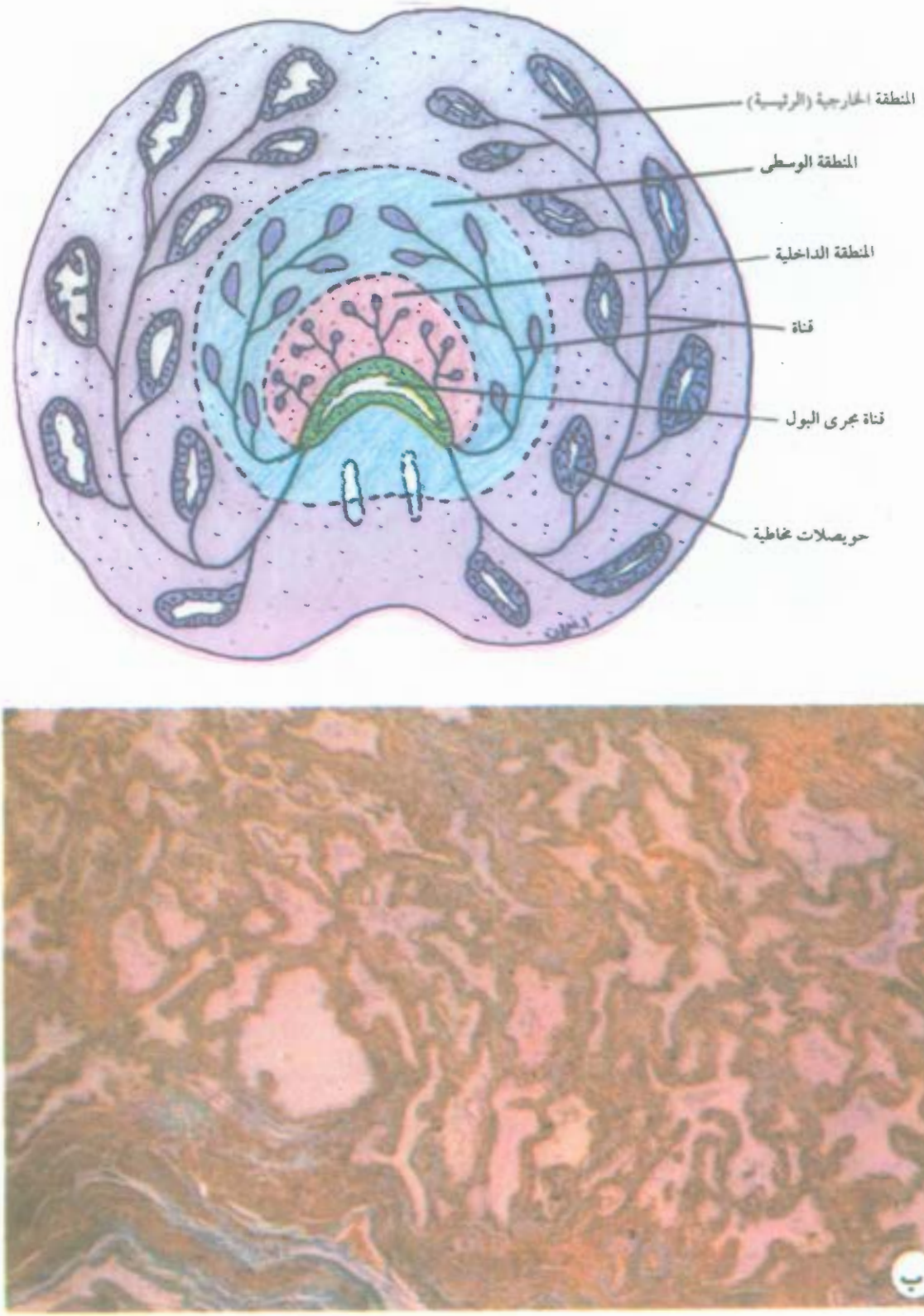
هي كتلة من النسيج الغدي تحيط بالجزء الاول من قناة مجرى البول عند خروجها من المثانة البولية . تتكون من عدد كبير من الغدد الانبوبية الحويصلية التي تفتح في قناة مجرى البول عن طريق عدد من القنوات

وتـوجـد حويصلات غدة البروستاتا في ثلاث مجموعات، مجموعة داخلية في الطبقة المخاطية ومجموعة متوسطة ومجموعة خارجية وهي تعتبر الحويصلات الرئيسية للبروستاتا.

وتحاط البروستاتا بمحفظة ليفية مرنة تحتوي على بعض الالياف العضلية. اما جسم الغدة فيتكون من نسيج ضام ليفي قوي يحيط بالحويصلات. وللحويصلات (وخاصة الحويصلات الرئيسية) تجويف واسع يحاط بطبقة طلائية متثنية تتكون من خلايا عمودية او مكعبة او حتى مفلطحة حسب نشاط الحويصلات الافرازي:

تفتح قنوات الحويصلات الداخلية في اي مكان من محيط القناة البولية، أما باقي الحويصلات فقنواتها طويلة وتفتح في الجهة الخلفية من جدار قناة البول.

وتفـرز الـبروستاتا سـائلاً لبنياً قلوي التفاعل يحتوي على انزيمات محللة للالياف وانزيـم الفوسـفاتيز الحـامضي. وعادة ما يترسـب في الحويصـلات البروسـتاتية مواد صلبة متكلسـة تسمى الاجسام المتحجـرة Corpora amelacea.



شكل (١٥٨)

أ ـ رسم تخطيطي لغدة البروستاتا

ب ـ المنطقة الخارجية لغدة البروستاتا، قوة صغرى

الغدد القنوية البولية أو غدد كاوبر Bulbourethral (Cowper) glands :

وهي زوج من الغـدد الصغيرة تفتح في قناة مجرى البول من الخلف في المنطقة الغشائية قبل دخولها الى القضيب : وتحاط كل غدة بنسيج ضام، وتتكون من عدد من الحويصلات المرتبة على شكل فصيصات. وبطانة الحويصلات عبارة عن خلايا عمودية او مكعبة فارزة للمخاط الرائق اللزج.

السائل المنوي (المني) Seminal fluid (Semin) أو ماء الرجل وهو سائل يتكون من خليط من افرازات الحوصلة المنوية والبروستاتا علاوة على الحيوانات المنوية. واثناء مرور المني في القنوات التناسلية يضاف اليه القليل من المواد التي تفرزها هذه القنوات.

ويبلغ حجم القذفة المنوية للرجل حوالي ٣ سم مكعب تحتوي على ٣٠٠ مليون حيوان منوي. وتخرج القذفة المنوية في خطوات نختصرها فيما يلي :

١ ـ ينتصب القضيب بامتلاء نسيجه الانتصابي بالدم ـ وتخرج افرازات غدتي كوبر لتلين قناة البول.

٢ ـ عند بدء القذف تخرج أولاً افرازات البروستاتا لتزيل الحموضة التي قد تكون موجودة في قناة البول والناتجة عما يكون قد علق بها من بقايا البول.

٣ ـ يتبع ذلك خروج الحيوانات المنوية.

٤ ـ يتبع الحيوانات المنوية افرازات الحوصلة المنوية.

الفصل الثالث عشر

الجهاز التناسلى الأنثوى

Female genital System

الفصـــل الثالث عشـر
الجهـاز التناسـلي الأنثـوي
Female genital system

يتكون الجهاز الانثوي من مبيضين ومجموعة من القنوات التناسلية والاعضاء التناسلية وبالرغم من ان الغدد اللبنية ليست ضمن الجهاز التناسلي من الوجهة التشريحية الا انها مرتبطة وظيفياً بهذا الجهاز ولذا فانها عادة ما تذكر مع الجهاز التناسلي للانثى.

وتلخص وظائف الجهاز التناسلي الانثوي في النقاط الاتية :

١ ـ تكوين الامشاج الانثوية Female gametes أو البويضات Ova .

٢ ـ استقبال الامشاج الذكرية Male gametes أو الحيوانات المنوية Sperms .

٣ ـ تهيئة المحيط المناسب لعملية الاخصاب.

٤ ـ تهيئة مكان مناسب لنمو الجنين.

٥ ـ التمكين من ولادة الكائن بعد تمام فترة الحمل.

٦ ـ تكوين غذاء مناسب للرضيع حديث الولادة.

ويؤدي الجهاز التناسلي الانثوي كل هذه الوظائف بكفاءة عالية تحت تأثير الجهاز العصبي والغدد الصم.

المبيـــض Ovary

يمكن اعتبار المبيض غدة مزدوجة. فهو يقوم بإفراز عدد من الهرمونات الانثوية وبذلك يعتبر غدة صماء، وفي ذات الوقت يعتبر غدة قنوية حيث يقوم بافراز الامشاج.

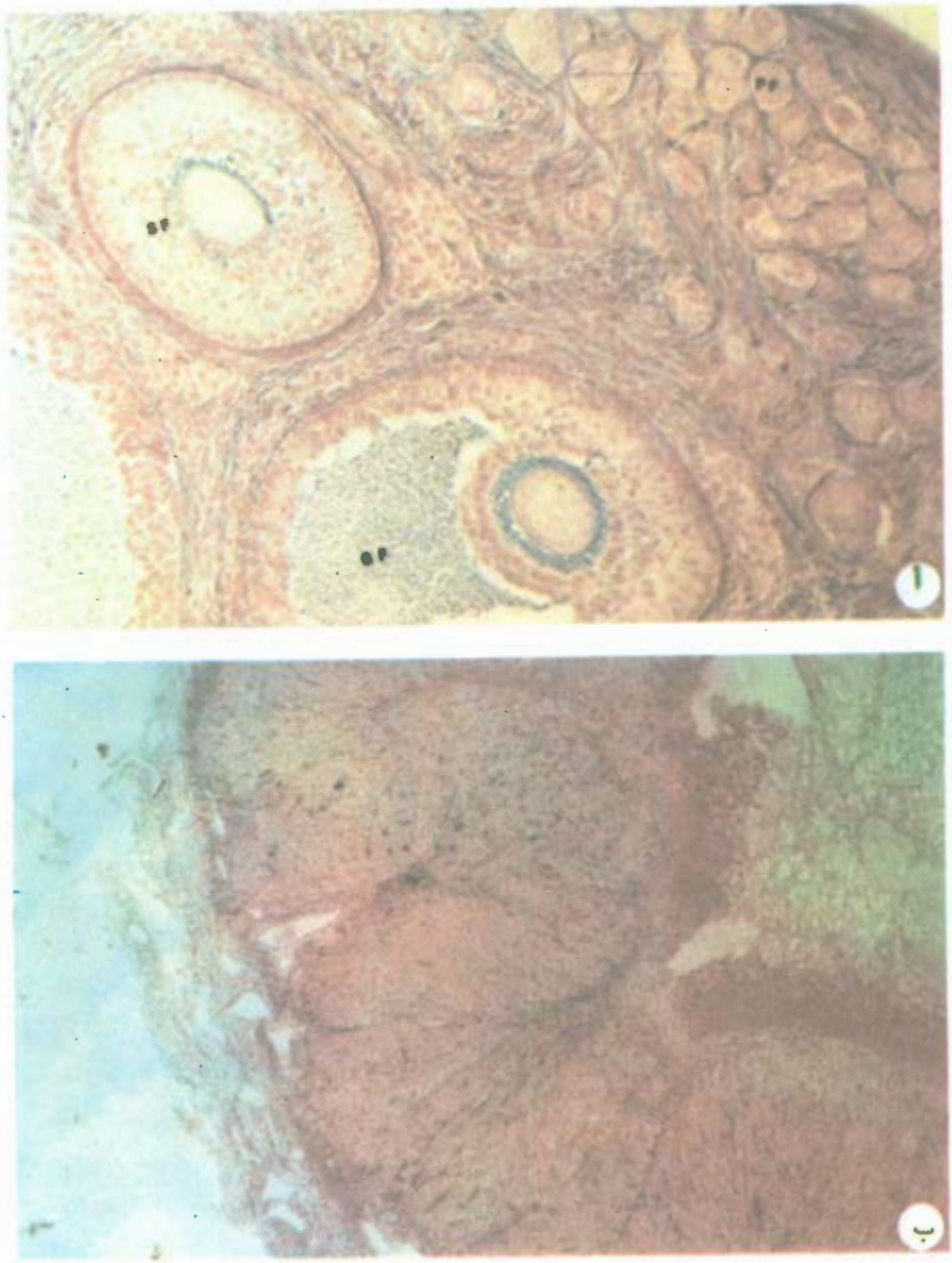
والمبيض فى الانسان جسم مسطح بيضاوي طوله حوالي ٤ سم وعرضه حوالي ٢ سم وسمكه ١سم يقع في تجويف البطن، قريباً من الرحم ويرتبط به عن طريق رباط المبيض الذي يمثل التقاء الغلاف البريتوني المغلف للمبيض عند سرته Hilum .

يحاط المبيض بطبقة من الخلايا المكعبة المنبتة Germinal epithelium ترتكز على طبقة من النسيج الضام الليفي يزداد سمكها مع التقدم في السن وتسمى الطبقة البيضاء Tunica albuginea .

ويتكون المبيض من القشرة Cortex واللب Medulla وهما طبقتان غير متميزتين تماماً عن بعضهما.

والقشرة منطقة من النسيج الضام الغني بالخلايا والالياف الشبكية يوجد به خلايا مغزلية الشكل مرتبة في مجموعات دوّامية، ويوجد في أرضية القشرة Cortical stroma حويصلات المبيض في مراحل متدرجة من نموها.

ولا يوجد في المبيض ـ قبل النضج الجنسي ـ سوى حويصلات غير ناضجة، وبمجرد بلوغ النضج الجنسي تبدأ الحويصلات المبيضية الناضجة في الظهور، ذلك علاوة على ظهور الجسم الاصفر.



شكل (١٥٩)

أ ـ قطاع في المبيض (الصبغة الثلاثية) قوة وسطى

تلاحظ الحويصلات الابتدائية (PF) والثانوية (SF) والناضجة (GF)

ب ـ الجسم الأصفر (H&E) قوة صغرى

أما اللب فهو عبارة عن نسيج ضام مرن يحتوي على العديد من الاوعية الدموية واللمفية والاعصاب علاوة على مجموعات متفرقة من الالياف العضلية الملس.

الحويصلات المبيضية Ovarian follicles (شكل ١٥٩أ):

تتكون الحويصلة المبيضية من الخلية البيضية غير الناضجة Oocyte الضخمة والمحاطة بخلايا حويصلية Follicular cells . وتبقى الخلية البيضية في طورها الابتدائي Primary oocyte في جميع انواع الحويصلات. وقبل انطلاقها بقليل تتحول الى الطور الثانوي Secondary oocyte وتبقى هكذا حتى يتم اختراق الحيوان المنوي لها فتتحول الى بويضة Ovum قبل اندماج النواة الذكرية مع النواة الانثوية مباشرة.

وهناك ثلاثة انواع من الحويصلات المبيضية، ابتدائية ونامية وناضجة.

١ ـ **الحويصلات الابتدائية** Primary follicles : وتكون فيها الخلايا الحويصلية على هيئة طبقة واحدة او طبقتين من الخلايا الصغيرة، يحيط بها غشاء قاعدي رقيق يفصلها عن ارضية القشرة. ويبلغ قطرها حوالي ٤٠ ميكروناً في حين يبلغ قطر الخلية البيضية وحدها حوالي ٢٥ ميكروناً.

وعندما تولد اي طفلة يكون في مبيضها حوالي ٤٠٠,٠٠٠ حويصلة ابتدائية ويتناقص عدد الحويصلات الى ان تختفي تماماً عند بلوغ سن انقطاع الطمث Menopause.

وجدير بالذكر انه لا ينطلق من هذا العدد الكبير من الحويصلات سوى حوالي ٤٠٠ بويضة أثناء مرحلة النشاط التكاثري للمرأة وهي حوالي ٣٥ عاماً ينطلق خلالها بويضة من أحد المبيضين (بالتبادل مع الاخر) كل شهر تقريباً. أما باقي الحويصلات فيحدث لها اضمحلال ثم تختفي في أي مرحلة من مراحل نموها مخلفة اجساماً ليفية صغيرة تسمى الاجسام التحلّلية Corpora atretica .

٢ ـ **الحويصلات النامية** Growig follicles : وفيها تنشط الخلايا الحويصلية في الانقسام مكونة طبقة مصففة من الخلايا حول الخلية البيضية التي لاتزال في المرحلة الابتدائية، ولكنها قد ازدادت حجماً وأصبحت محاطة بغشاء لامع يسمى المنطقة الشفافة Zona pellucida التي تتكون من مادة جليكوبروتينية تصطبغ بـ (PAS) ويبدو أن الخلية البيضية تتعاون مع الخلايا الحويصلية في تكوين الطبقة الشفافة.

ويخرج من سطح الخلية البيضية نتوءات غشائية تخترق الطبقة الشفافة لتصل الى الخلايا الحويصلية.

وباستمرار انقسام الخلايا الحويصلية (والذي يحدث بصورة أسرع عندجانب من الخلية البيضية عنه عند الجانب الآخر) تصير الحويصلة بيضاوية الشكل وتصبح الخلية البيضية متنحية جانباً.

وبعد ذلك تبدأ بعض التجاويف الصغيرة المملوءة بسائل رائق في التكون على أحد جانبي الخلية البيضية ثم تلتقي هذه التجاويف مع بعضها مكونة تجويفاً واحداً كبيراً مملوءاً بسائل الحويصلة Liquor folliculi وعندئذ تصبح الحويصلة ناضجة.

٣ ـ **الحويصلة الناضجة (حويصلة جراف)** Mature (Graafian) follicle أثناء مراحل نضج الحويصلة تحيط بها مجموعة من خلايا القشرة لتكون الغلاف الحويصلي الداخلي Internal theca folliculi كما

تحيط بها طبقة ليفية تسمى الغلاف الحويصلي الخارجي External theca folliculi وعند تمام نضج الحويصلة تتحرك نحو سطح المبيض استعداداً لاطلاق البويضة (التي تكون قد أصبحت لتوها خلية بيضية ثانوية) بما يحيط بها من منطقة مشعة وطبقة شفافة وبعض الخلايا الحويصلية.

وتتركب الحويصلة الناضجة من :

١ ـ الغلاف الحويصلي الخارجي الليفي الذي يتكون من ألياف بيض تتراكم حول الحويصلة.

٢ ـ الغلاف الحويصلي الداخلي ويتكون من مجموعة من الخلايا شبيهة الطلائية مع العديد من الشعيرات الدموية.

٣ ـ الغشاء الحبيبي Membrana granulosa ويحيط بالتجويف الحويصلي ويسمك ناحية الخلية البيضية مكوناً ركام البويضة Cumulus oophorus .

٤ ـ الخلية البيضية الثانوية وما حولها من طبقة شفافة تتراص خارجها خلايا حويصلية لتكون التاج المشع Corona radiata . وترسل خلايا التاج المشع نتوءات غشائية عبر الطبقة الشفافة لتصل الى سطح الخلية البيضية. ويحاط التاج المشع بطبقتين او ثلاث من الخلايا الحبيبية التي تتصل في جانب منها بركام البويضة.

٥ ـ السائل الحويصلي اللزج الغني بحمض الهيالورونيك.

٦ ـ الغشاء الزجاجي Glassy membrane ويفصل بين غلاف الحويصلة الداخلي والغشاء الحبيبي.

وتستغرق عملية نضج الحويصلة في الانسان من ١٠ الى ١٤ يوماً حيث يصير قطرها ١سم وتكون قد وصلت الى سطح المبيض مكونة بروزاً عليه. وعندما يحين موعد التبويض يزداد ضغط السائل الحويضلي فيدفع بالخلية البيضية (الثانوية) وما حولها من طبقات خارج الحويصلة ومن ثم خارج المبيض الذي ينفتح لها عند نقطة خاصة على سطحه تسمى نقطة الانطلاق. تدخل الخلية البيضية الى القناة الرحمية بينما تقوم بقايا الحويصلة بتكوين الجسم الأصفر Corpus luteum أما سطح المبيض فتظهر عليه ندبة في مكان الانطلاق.

تخليق البويضة Oogenesis :

تمر أمهات البويضات Oogonia في مراحل تشبه تلك المراحل التي تمر بها امهات الحيوانات المنوية في عملية التخليق المنوي.

فتقوم امهات البويضات بعدة انقسامات ميتوزية ينتج عنها اعداد كبيرة من الخلايا تتركز في الطبقة الخارجية من قشرة المبيض وتكون مجموعات خلوية تسمى بالاعشاش Nests .

في كل عش تكبر احدى الخلايا لتصير الخلية البيضية الابتدائية اما باقي خلايا العش فتكون الخلايا الحويصلية. وتكون الخلية البيضية الاولية مزدوجة الكروموسومات (2n) .

وقبل عملية التبويض مباشرة يحدث الانقسام الاختزالي الاول للخلية البيضية الاولية فينتج من ذلك الخلية البيضية الثانوية (أحادية الكروموسومات n) والجسم القطبي الابتدائي Primary polar body وفي هذه العملية لا يقل حجم الخلية البيضية الثانوية حيث يؤول اليها معظم سيتوبلازم الخلية البيضية الابتدائية.

وعندما يحدث التخصيب Fertilization ويدخل رأس الحيوان المنوي الى الخلية البيضية الثانوية، تنشط

هذه الخلية ويتم الانقسام الاختزالي الثاني فينتج عنه البويضة وقد احتفظت بالسيتوبلازم ولها نواة احادية الكروموسومات (n) وينتج ايضاً الجسم القطبي الثانوي Secondary polar body . وباتحاد نواة الحيوان المنوي (n) مع نواة البويضة (n) تنتج نواة الزيجوت (2n) .

ومن هذا الاستعراض المختصر يتبين انه اثناء عملية تخليق البويضة ينتج بويضة واحدة من كل واحدة من امهات البويضات بينما ينتج أربعة حيوانات منوية من كل واحدة من أمهات المني في عملية تخليق الحيوانات المنوية .

والبويضة خلية كبيرة جداً بالنسبة لباقي خلايا الجسم، فقد يصل قطرها في الانسان الى حوالي ١٠٠ ميكرون وفي بعض الحيوانات يصل قطرها الى عدة سنتيمترات (كما في الطيور والزواحف) ويحتوي سيتوبلازم البويضة على كميات كبيرة من المح الذي تختلف كميته وطريقة توزيعه من نوع من الحيوانات الى النوع الاخر. كما تحتوي البويضة على العضيات العادية حيث انها ليست خلية متميزة تماماً .

الجسم الأصفر Corpus luteum (شكل ١٥٩ب) :

يتكون الجسم الأصفر من بقايا الحويصلات الناضجة بعد ان تنطلق البويضة منها وذلك بحدوث تحولات في أجزاء الحويصلة المختلفة كما يلي :

١ ـ ينثني الغشاء الحبيبي على نفسه بعد فقدان السائل الحويصلي .

٢ ـ تتضخم الخلايا الحبيبية ويظهر بها العديد من الحبيبات الدهنية والصبغيات الدهنية البنية Lipofuscin pigments ، ولذلك تسمى الخلايا الحبيبية الصفر Granulosa lutein cells ، وتتميز بأنويتها الكبيرة الباهتة .

٣ ـ تتكاثر خلايا الغلاف الحويصلي الداخلي بالانقسام فتملأ تجاويف انثناءات الغشاء الحبيبي بخلايا أصغر حجماً ولها أنوية صغيرة داكنة وبها حبيبات دهنية وتسمى الخلايا الصفر الغمدية Theca lutein cells .

٤ ـ يخرج من الغلاف الحويصلي الخارجي الياف وشعيرات دموية تتخلل الجسم الاصفر وتكون طبقة تحيط بالتجويف الحويصلي المتبقى .

يتكون الجسم الاصفر في حوالي ٩ ايام في الانسان فاذا لم يحدث تخصيب للبويضة يضمحل الجسم الاصفر وتتحطم خلاياه ليكوّن جسماً ضامراً يسمى الجسم الأبيض Corpus albicans .

تتكرر هذه العملية بعد كل تبويض وهكذا دواليك. ويسمى الجسم الأصفر في هذه الاحوال الجسم الاصفر الطمثي Corpus luteum of menestruation .

أما اذا حدث الاخصاب فان الجسم الأصفر يستمر على حالته بعد أن يصل الى تمام نموه ويسمى الجسم الأصفر الحملي Corpus luteum of pregnancy .

وعند منتصف فترة الحمل تقريباً يبدأ الجسم الأصفر الحملي في الاضمحلال التدريجي الى ان يختفي تماماً بعد الولادة مخلفاً جسماً أبيضاً كبيراً وندبة واضحة على سطح المبيض .

تتحول بعض خلايا الغلاف الحويصلي الداخلي في بعض الثدييات (مثل القوارض) الى خلايا شبيهة بالطلائية وتسمى خلايا بينية، وهذا النوع من الخلايا ليس شائعاً في باقي الثدييات .

النشاط الهرموني للمبيض (شكل ١٦٠):

بالاضافة الى تكوين البويضات، يقوم المبيض بافراز الهرمونين الانثويين، الاستروجين Estrogen والبروجسترون Progestron اللذين يؤثران على تركيب باقي الأعضاء التناسلية الداخلية والخارجية، ويؤثران كذلك على نموها، كما يقوم هذان الهرمونان عند البلوغ باظهار الصفات الانثوية الثانوية، وكذلك يؤثران على نمو ونشاط الغدد اللبنية.

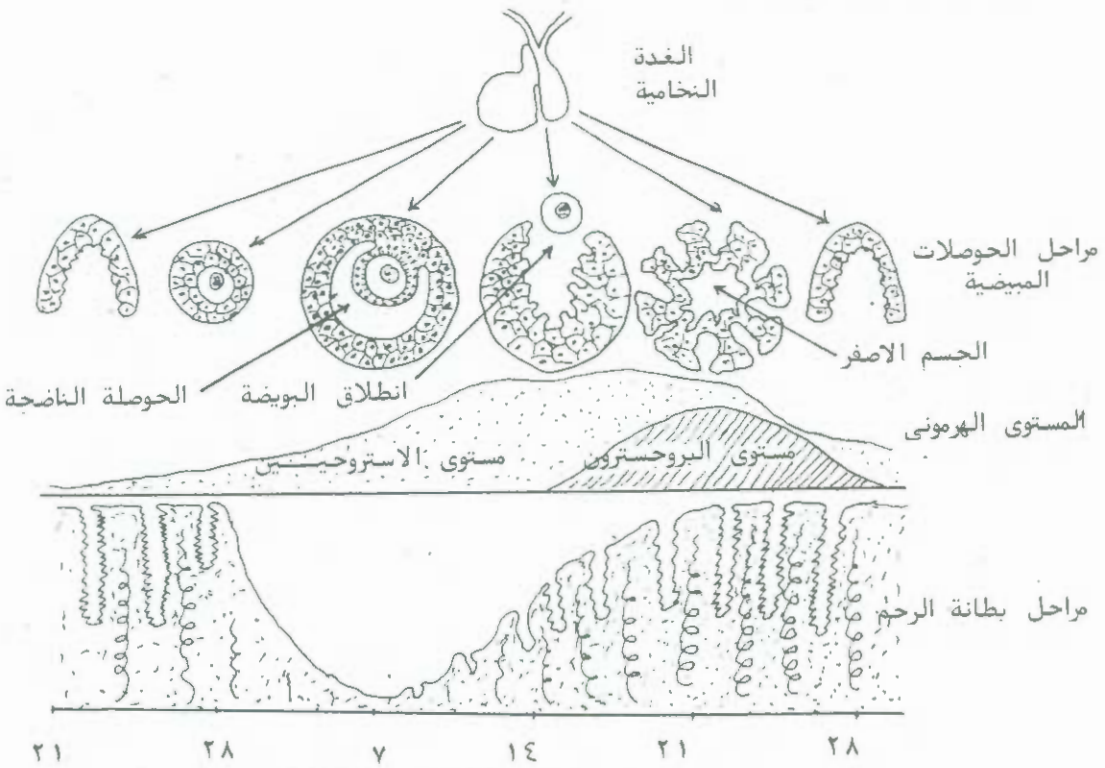
ويمكن تقسيم النشاط المبيضي الى أربع مراحل هي :

١ ـ المرحلة الحويصلية Follicular phase : وهي الفترة التي تنمو فيها الحويصلات المبيضة، وأثناء هذه المرحلة تقوم الحويصلات بافراز هرمون الاستروجين الذي يؤثر بدوره على نمو الغدد اللبنية وبطانة القنوات التناسلية. ويكون المبيض في هذه المرحلة تحت تأثير هرمون FSH المفرز من الغدة النخامية.

٢ ـ المرحلة الصفراوية luteal phase : وتبدأ بعد التبويض عندما يتكون الجسم الاصفر الذي يقوم بافراز البروجسترون الذي يقوم بدوره بتنشيط غدد الرحم فتقوم بافراز كميات كبيرة من المخاط، كما يهيء بطانة الرحم لاستقبال الجنين. ويكون المبيض في هذه المرحلة تحت تأثير هرمون LH المفرز من الغدة النخامية.

٣ ـ المرحلة الطمثية Menestrual phase : وهي المرحلة التي تبدأ عندما لا تخصب البويضة حيث يتحلل الجسم الأصفر، وتقل كمية البروجسترون، وتنهار بطانة الرحم، وتتحلل لتكون الطمث Mensis .

٤ ـ مرحلة الحمل Prignancy : وتبدأ في حالة اخصاب البويضة حيث يستمر الجسم الأصفر في النمو ليكون الجسم الأصفر الحملي الذي يقوم أثناء هذه المرحلة بافراز الهرمون الاسترخائي Relaxin الذي يشبه كثيراً الانسولين في تركيبه.



شكل (١٦٠) رسم تخطيطي يوضح مراحل نشاط الرحم والمبيض أثناء الدورة الشهرية

ويؤثر هذا الهرمون على عضلات والياف الجهاز التناسلي والاجهزة الاخرى المرتبطة به اثناء الحمل فيهيئها لعملية الولادة. ويُحدث هذا الهرمون مثلاً استرخاءً لأليات الارتفاق العاني ليتسع الحوض اثناء الولادة، كما يؤثر الهرمون الاسترخائي على نمو ونشاط الغدد اللبنية ومنع عضلات الرحم من التقلص أثناء الحمل.

الإرواء الدموي للمبيض :

يدخل الى المبيض من خلال سرته تفرعات من الشريان المبيضي وكذلك من الشريان الرحمي حيث تكون شرايين حلزونية Helicine arteries في لب المبيض. وفي منطقة التقاء اللب بالقشرة تخرج تفرعات من الشرايين الحلزونية تكون شعيرات دموية تنتشر في الغلاف الحويصلي، ويعود الدم من الشعيرات عن طريق اوردة مصاحبة للشرايين تخرج من سرة المبيض.

وتبدأ الاوعية اللمفية من الغلاف الحويصلي الخارجي ثم تتجمع في اوعية اكبر فأكبر الى ان تترك المبيض من خلال السرة.

يصاحب الشرايين الياف عصبية نخاعية لحفز اليافها العضلية، كما تمد غلاف الحويصلات ببعض النهايات العصبية.

القناتان الرحميتان Uterine tubes

وتسميان أيضاً بقناتا فالوب Fallopian tubes أو قناتا البيض . ويختلف طول القناة الرحمية في المجموعات الحيوانية، فطولها في الانسان حوالي ١٢ سم وقطرها ١ سم، تبدأ بجوار المبيض وتنتهي في الرحم وتغلف بطبقة من الغشاء البريتوني (شكل ١٦١).

وتقسم القناة الرحمية الى أربعة أجزاء هي :

١ ـ القمع Infundibulum : وهو الجزء المجاور للمبيض ويفتح في التجويف البريتوني وتكون حافته المحيطة بالفتحة مسننة.

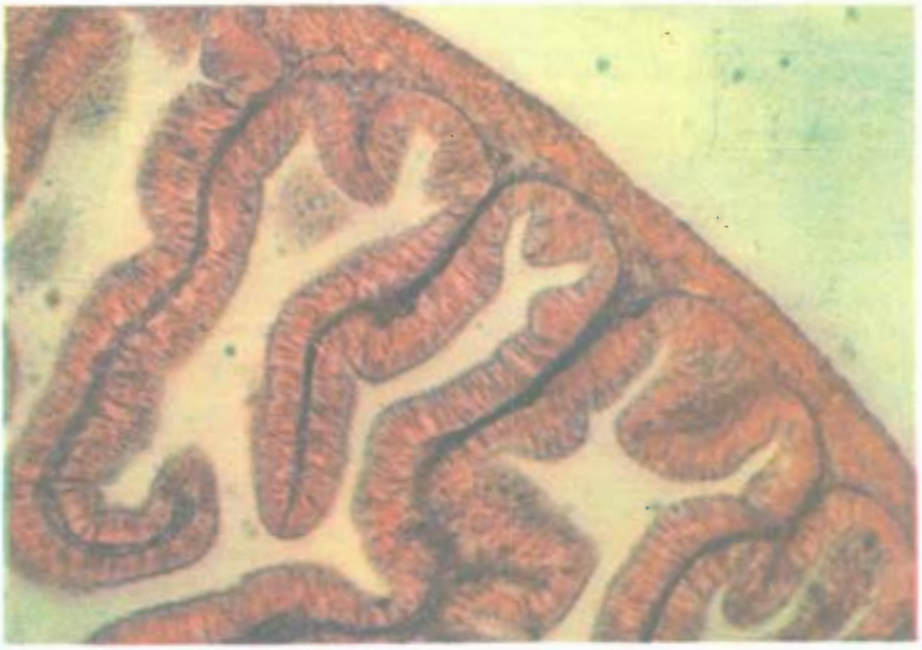
٢ ـ الجزء المنتفخ Ampulla : ويكون ثلثي طول القناة وجداره رقيق وتجويفه متعرج.

٣ ـ الجزء البرزخي Isthmus : ويوصل بين الجزء المنتفخ والرحم وجداره سميك وتجويفه ضيق.

٤ ـ الجزء الداخلي Intramural ويمر خلال جدار الرحم حتى يفتح في تجويفه.

ويتكون جدار القناة الرحمية من غشاء مخاطي وطبقة عضلية وطبقة مصلية.

يتكون الغشاء المخاطي من طبقة طلائية مرتكزة على طبقة خاصة من النسيج الضام. وتكوّن الطبقة المخاطية ثنيات طولية متفرعة ومعقدة تجعل تجويف القناة كثير التعرج مثل التيه وخاصة في الجزء المتسع. وتقل الثنيات تعقيداً في الجزئين البرزخي والداخلي. وتتكون البطانة الطلائية من خلايا عمودية بعضها مهدب والاخر فارز. ويوجد النوعان في مجموعات متبادلة وتقوم الخلايا الفارزة بافراز مواد تغذي البويضة أثناء فترة مرورها في القناة الرحمية (والتي قد تصل الى خمسة أيام) بينما تقوم الخلايا المهدبة بتحريك البويضة في اتجاه



شكل (١٦١) قطاع في جزء من جدار القناة الرحمية (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى
يلاحظ التثني في المخاطية وقلة سمك العضلية

الرحم. ويختلف ارتفاع الخلايا المبطنة للقناة الرحمية مع دورة نشاط المبيض، فتكون في اقصى طول لها في المرحلة الحويصلية، وفي أقل طول لها في مرحلتي الطمث والحمل.

وتتكـون الطبقة العضلية من ألياف عضلية مرتبة في طبقتين: خارجية طولية وداخلية دائرية حلزونية. وتصبح الطبقة الداخلية سميكة بشكل خاص في الجزء البرزخي. وتسبب تقلصات الالياف العضلية حركة دودية تساعد في دفع البويضة وما يحيط بها من مواد افرازية في اتجاه الرحم.

الطبقة المصلية هي طبقة من الخلايا الحرشفية الوسطية Mesothelium توجد تحتها طبقة رقيقة من النسيج الضام. وعند حواف القمع تلتحم الخلايا الوسطية مع الخلايا المبطنة للقناة.

وتعتبر الطبقة المصلية ثنية من البريتون تغلف القناة الرحمية وتربطها بالرباط العريض Broad ligament المغلف لحافة الرحم العليا.

الـرحـــم Uterus

هو عضو كمثرى الشكل، مسطح من الامام الى الخلف، قاعدته الى اعلى حيث تفتح على جانبيها قناتا الرحم، اما قمته فالى أسفل وتبرز في المهبل حيث تفتح فيه.

وفي بعض الحيوانات يكون الرحم متشعباً الى شعبتين كل منهما امتداد لقناة رحمية، ويلتقيان ليفتحا بفتحة واحدة في المهبل

ويكون الرحم في الانسان قبل الحمل صغيراً، فطوله حوالي ٧سم وعرضه ٥ سم وسمكه ٢ سم، الا ان جداره قابل للتمدد حيث يصبح بالضخامة التي تكفي لاحتواء جنين كامل النمو وما يصاحبه من انسجة وسوائل.

وينقسم الرحم الى جسم Corpus وعنق Cervix . ويطلق على الجزء العلوي من جسم الرحم (والواقع بين فتحتي قناتي الرحم) قاع الرحم Fundus وقد يسمى الجزء الواقع بين الجسم والعنق بالبرزخ.

ويتكون جدار الرحم من ثلاث طبقات هي من الخارج الى الداخل:

١ ـ غلاف الرحم Perimetrium وهي الطبقة الخارجية المصلية التي يغطيها نسيج طلائي حرشفي. ويلتقي غلاف السطح الامامي مع غلاف السطح الخلفي عند حافتي الرحم ليكونا الرباطين البريتونيين العريضين. ولا يوجد غلاف لجدار الرحم في الجزء السفلي من السطح الامامي حيث يندمج جدار الرحم مع جدار المثانة البولية.

٢ ـ عضلة الرحم Myometrium : وهي طبقة سميكة تتكون من ألياف عضلية ملس تتجمع في حزم. وتتميز الالياف العضلية للرحم بانها سميكة وطويلة، فقد يصل طول الليفة الى ٩٠ ميكروناً في الرحم الفارغ وتصل الى ٧٠٠ ميكرون في الرحم الحامل. هذا وتترتب الحزم العضلية في ثلاث طبقات متداخلة هي:

أ ـ الطبقة الخارجية وهي رقيقة نسبياً وأليافها طولية.

ب ـ الطبقة الوسطية، وهي أسمك الطبقات الثلاث وأليافها دائرية مع وجود بعض الالياف المائلة. وهذه الطبقة غنية بالأوعية الدموية ولذلك تسمى الطبقة الوعائية Stratum vasculare .

جـ ـ الطبقة الداخلية ، واليافها طولية.

٣ ـ بطانة الرحم Endometrium : هي غشاء مخاطي سميك مبطن بطبقة طلائية من الخلايا المهدبة والخلايا الفارزة، وترتكز الطبقة الطلائية هذه على طبقة خاصة سميكة تحتوي على غدد انبوبية بسيطة تفتح في تجويف الرحم، وتمر بطانة الرحم في دورة منتظمة ترتبط بنشاط المبيض (شكل ١٦٢).

ويدخل الرحم شريان يتفرع في الطبقة العضلية الوسطى لجدار الرحم مكوناً ما يسمى بالشرايين القوسية Arcuate arteries التي تخرج منها تفرعات لتغذي الطبقات الخارجية لجدار الرحم وكذلك الطبقات الداخلية.

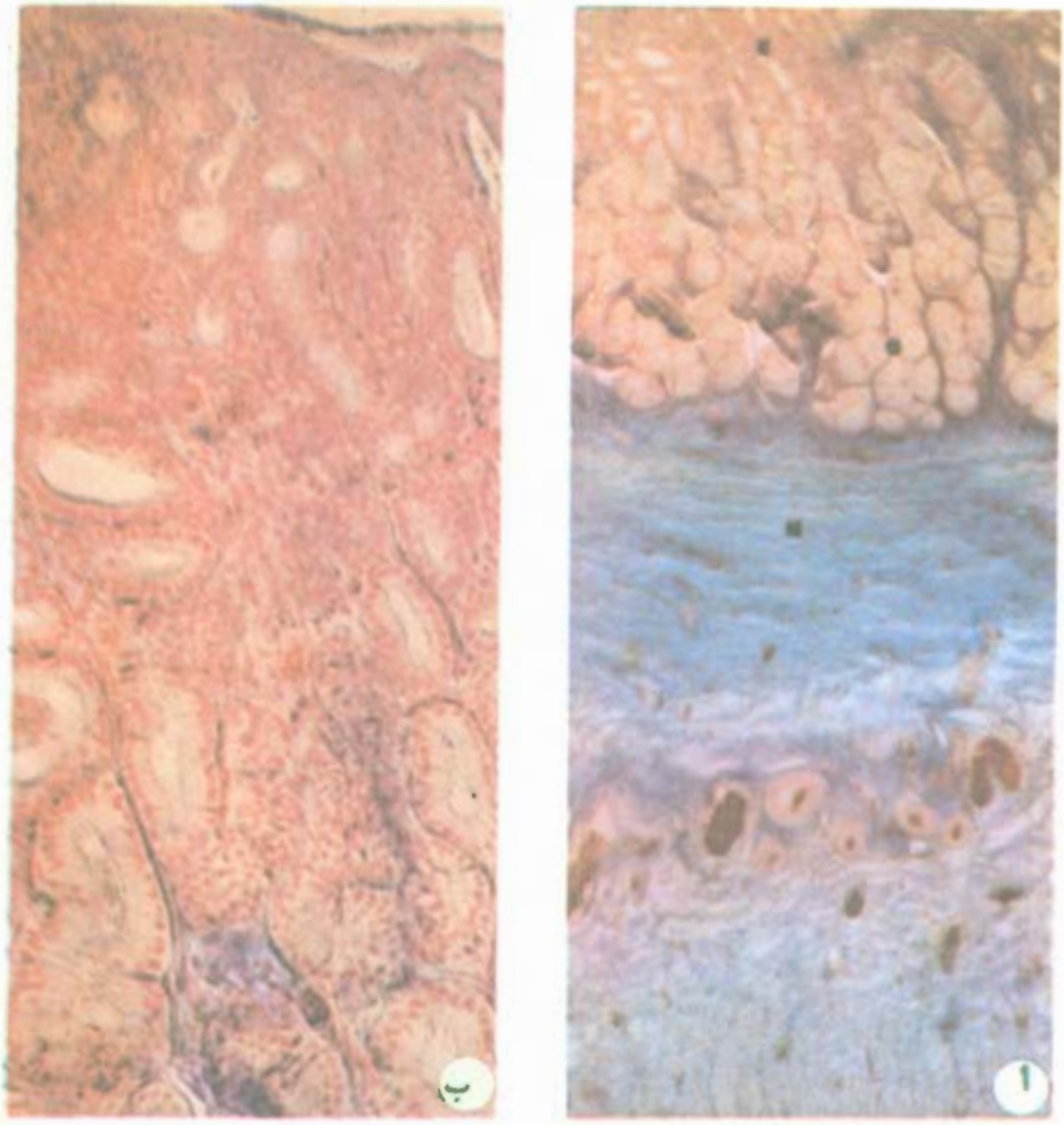
وتوجد في بطانة الرحم مجموعتان من الشرايين :

أ ـ مجموعة قاعدية تمتد الى جزء فقط من البطانة ولا تصل الى السطح.

ب ـ مجموعة سطحية تصل الى اسفل الطبقة الطلائية وهي عبارة عن شرايين ملتفة Coiled arteries ، وهي التي تنهار أثناء الطمث. هذا وتوجد أوردة جيبية ذات جدر رقيقة تصاحب الشرايين في بطانة الرحم.

التغيرات الدورية التي تحدث في جدار الرحم:

تحدث في بطانة الرحم تغيرات دورية منتظمة تلازم مراحل النشاط المختلفة التي تحدث في المبيض خلال



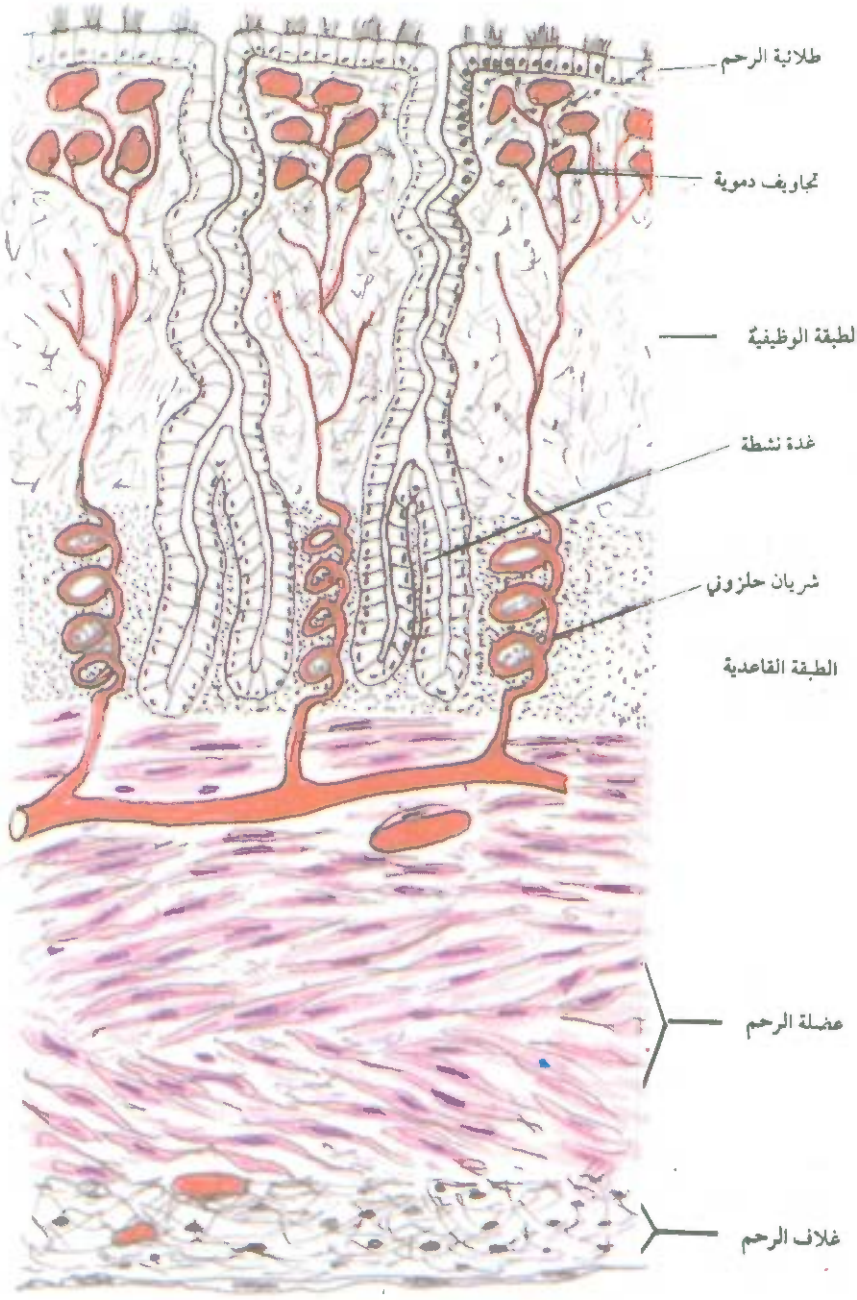
شكل (١٦٢)

أ ـ قطاع في جدار الرحم قوة صغرى (الصبغة الثلاثية) يبين العضلية (M) والجزء السفلي من البطانية (E) ويلاحظ كثافة الغدد الرحمية (G)

ب ـ بطانة الرحم قوة وسطى (الصبغة الثلاثية) يلاحظ ان الغدد متضخمة ونشطة.

فترة النشاط الجنسي اي بدءاً من النضج الجنسي وحتى انقطاع الطمث. ويمكن تقسيم هذه التغيرات الى أربع مراحل هي :

١ ـ **مرحلة النمو** Proliferation stage : وتقابل المرحلة الحويصلية وتبدأ من نهاية الطمث حيث تكون بطانة الرحم قد انهارت ولم يبق منها سوى جزء سمكه حوالي ١مم. وتنقسم الخلايا الموجودة في بقايا الغدد الرحمية بسرعة منتشرة على سطح البطانة لتكون طلائيتها كما تنقسم الخلايا الموجودة في النسيج الضام المكون للطبقة الخاصة Lamina propria وتقوم بتكوين المادة البينية وبذلك يزداد سمك البطانة الرحمية ليصل الى حوالي ٢مم، وتنمو الغدد وتتسع تجاويفها وتظهر جدرها متعرجة الا انها لم



شكل (١٦٣) رسم تخطيطي لجدار الرحم في المرحلة الافرازية

تنشط بعد في هذه المرحلة . يزداد طول الشرايين الملتفة ولكنها لا تمتد الا لثلثي سمك البطانة ، واثناء هذه المرحلة يكون هرمون الاستروجين هو السائد .

٢ ـ مرحلة الافراز Secretory stage : وتواكب مرحلة نمو الجسم الاصفر وازدياد كمية البروجسترون . واثناء هذه المرحلة يتضاعف سمك البطانة الرحمية ليصل الى ٤مم أو أكثر وذلك نتيجة للانقسام السريع في خلايا الغدد الرحمية وكذلك بسبب رشح كميات كبيرة من السوائل في الطبقة الخاصة (شكل ١٦٢، ١٦٣) .

وتتميز هذه المرحلة على وجه الخصوص بازدياد النشاط الافرازي للغدد، وتنمو الشرايين الملتفة لتصل الى نهاية البطانة تقريباً. تتميز بعض خلايا الطبقة الخاصة وتتضخم وتمتلىء بالجليكوجين وتتجمع حول الاوعية الدموية في المنطقة تحت الطلائية السطحية وتسمى بالخلايا المؤقتة (الساقطة) Decidual cells وذلك استعداداً لاستقبال الجنين.

ويمكن تمييز ثلاث طبقات في البطانة المتضخمة لجدار الرحم:

أ ـ الطبقة الرصينة Compact layer : وهي طبقة سطحية ضيقة من نسيج ضام قليل الفجوات، وتحيط بأعناق الغدد.

ب ـ الطبقة الاسفنجية Spongy layer : وهي طبقة سميكة بها الاجزاء المتضخمة من الغدد وتمتلىء بالسوائل البينية. وتكون الطبقة الرصينة مع الطبقة الاسفنجية ما يسمى بالطبقة الوظيفية Functional layer وهي الطبقة التي تنهار اثناء الطمث أو أثناء الولادة.

جـ ـ الطبقة القاعدية (السفلية) Basal layer : وهي الطبقة الاخيرة من بطانة الرحم وتحتوي على نهايات الغدد ولا تتأثر كثيراً بالتغيرات الدورية التي تحدث في بطانة الرحم.

٣ ـ مرحلة قبل الطمث (الاسكيمية) Premenestrual (eschemic) stage عندما لا يحدث تخصيب للبويضة، يبدأ الجسم الاصفر في الانهيار، ويقل مستوى البروجسترون في الدم فجأة، وينتج عن ذلك تقلصات في جدر الشرايين الحلزونية فيقل سريان الدم الى المنطقة الوظيفية من البطانة وتصبح في نهاية هذه المرحلة غير قادرة على الصمود لقلة كمية الاكسيجين الواصلة اليها. وتستمر هذه المرحلة لفترة قصيرة.

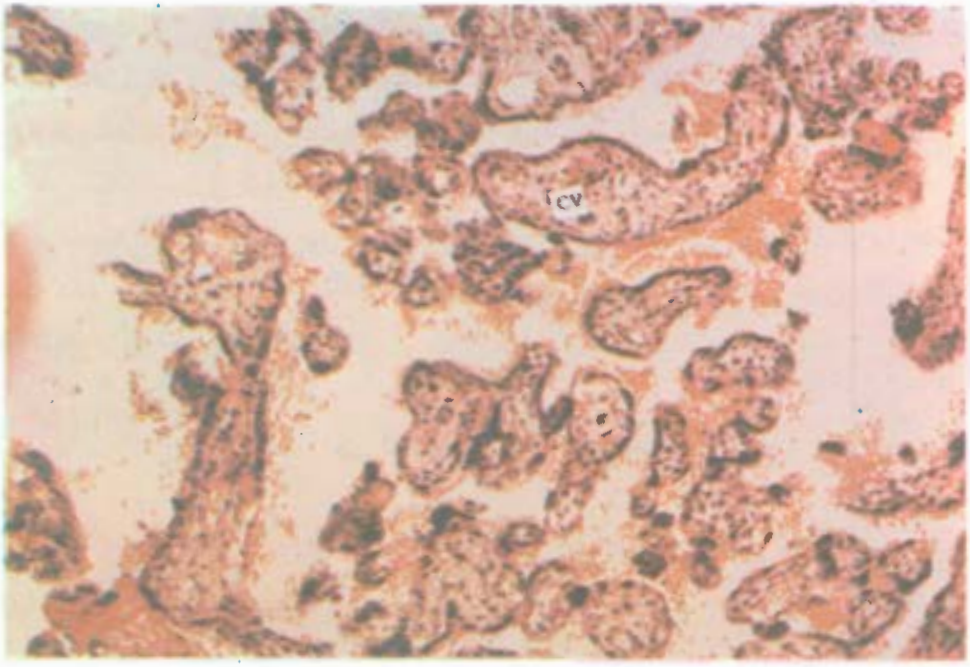
٤ ـ مرحلة الطمث Menestrual stage : في نهاية المرحلة الاسكيمية تنهار الطبقة الوظيفية بما فيها من غدد وشرايين وأوردة وأنسجة بينية وتنساب كل هذه المكونات مختلطة بالدم الشرياني والوريدي على هيئة الطمث Mensis وتبقى الطبقة القاعدية دون تغير لتبدأ مرحلة النمو بعد انتهاء الطمث وهكذا. . .

وفي الانسان تأخذ هذه الدورة حوالي ٢٨ يوماً ، تبدأ وتنتهي بنزول الطمث.

وعند حدوث الحمل، تتوقف الدورة الرحمية عند المرحلة الافرازية حيث تستمر بطانة الرحم في التضخم. وعندما تصير البويضة الملقحة بلاستيولا Blastula ، تصل الى تجويف الرحم وتلتصق ببطانة جسمه بالقرب من القاع وتحفر فيه حتى تدفن تماماً، ويتكون من بعض طبقات الجنين مع الطبقة الوظيفية للرحم في منطقة الدفن انسجة متميزة تسمى المشيمة Placenta .

كيفية تكوين المشيمة :

عندما تندفن البلاستيولا في بطانة الرحم تكون محاطة بطبقة من الخلايا تسمى الطبقة المغذية Trophoblast وهي قادرة على تسهيل عملية دفن الجنين، ويقوم جزء منها بتكوين الجانب الجنيني للمشيمة بينما يكوّن الجزء الذي يليه من البطانة الرحمية الجانب الاومي Maternal ، ينمو الجانب الجنيني مكوناً طبقتين من الخلايا: الطبقة الخارجية وهي المدمج الخلوي المغذي Syncetiotrophoblast والطبقة الداخلية الخلوية المغذية Cytotrophoblast (شكل ١٦٤).



شكل (١٦٤) قطاع في المشيمة . قوة صغرى
تلاحظ الخملات الكوريونية (CV) وبداخلها أوعية دموية .

ينمو المدمج الخلوي مكوناً خملات كوريونية (مشيمية) Chorionic villi متخذة طريقها داخل بطانة الرحم بحثاً عن المد الدموي حيث يحدث تبادل المواد بين دم الام ودم الجنين .

وتقوم الطبقة الخلوية بالانقسام لتضيف خلايا جديدة للمدمج الذي يقوم بدوره بافراز بعض الهرمونات مثل الاستروجين والبروجسترون والجونادوتروفين وهرمون الاسترخاء .

ويسيل دم الام من الشرايين الملتفة في المسافات بين الخملات بينما يكون دم الجنين في الشعيرات الدموية الموجودة في الخملات ويفصل بين الدمّين الحاجز المشيمي المكون من :

١ ـ الطبقة البطانية للشعيرات الدموية الجنينية .
٢ ـ الغشاء القاعدي لهذه الطبقة .
٣ ـ النسيج الضام المحيط بالشعيرات .
٤ ـ الغشاء القاعدي للطبقة المغذية .
٥ ـ الطبقة الخلوية للخملات .
٦ ـ طبقة المدمج الخلوي للخملات .

ومن المواد التي تمر من دم الام الى دم الجنين عبر الحاجز المشيمي ، المواد الغذائية والغازات والهرمونات والجلوبيولينات المناعية وبعض المواد الاخرى مثل الكحول والكافايين ، كما تعبر نواتج الايض من سموم ومواد اخراجية من دم الجنين الى دم الام .

عنق الرحم Cervix :

هو الجزء الاخير من الرحم ، وهو انبوبي الشكل ، ويكون تجويفه ضيقاً ويفتح في المهبل ، ويتكون جداره

من نفس الطبقات التي يتكون منها جدار الرحم. ويبطن تجويف عنق الرحم بخلايا مخاطية فارزة يوجد بينها بعض الخلايا المهدبة، ويوجد في الطبقة الخاصة غدد مخاطية متفرعة، وعادة ما تكون قناة (تجويف) عنق الرحم مملوءة بالمخاط الذي تتغير طبيعته وكثافة قوامه في المراحل المختلفة للمبيض والرحم فيكون سائلاً في فترة التبويض وكثيفاً جداً في فترة الحمل.

وتتكون الطبقة الوسطى لجدار عنق الرحم من ألياف بيض قوية تتخللها حزم من الالياف العضلية الملس. وتستجيب هذه الطبقة لتأثير هرمون الاسترخاء الذي يفرز من الجسم الاصفر ومن المشيمة فتصبح قابلة للتمدد لتسهل مرور الجنين اثناء الولادة.

قنـــاة المهبـــل Vagina

وهي أنبوبة مخاطية عضلية ليفية ينطبق جدارها الامامي على جدارها الخلفي، ولها تجويف يظهر في المقطع العرضي مستطيلاً.

الغشاء المخاطي: عبارة عن طبقة طلائية مصففة حرشفية سميكة غير متقرنة في الانسان وقد تكون متقرنة في مجموعات اخرى من الحيوانات الثديية. وخلايا هذه الطبقة غنية بالجليكوجين. ولا تحتوي الطبقة الخاصة على اي نوع من الغـدد، ولكنهـا تحتـوي على العديد من الجيوب الوريدية التي قد تضفي عليها الصبغة الانتصابية في بعض الحيوانات، هذا وتكون الطبقة الخاصة غنية بالالياف البيض والالياف الصفر.

الطبقة العضلية: طبقة رقيقة داخلية من الالياف الدائرية وطبقة خارجية اسمك من الالياف الطولية.

وعند فتحة المهبل في الفرج توجد بعض الالياف العضلية الارادية المخططة التي تحيط بها.

الطبقة الخارجية: تتكون من نسيج ضام يندمج مع الطبقة الخارجية لقناة مجرى البول والاعضاء الاخرى المحيطة بالمهبل (شكل ١٦٥).

وتتـأثر بطانة المهبل بالهرمونات الانثوية، فيزداد سمكها بتأثر الاستروجين وتظهر الخلايا السطحية اكثر استعداداً للصبغات الحمضية وكأنها تستعد للتقرن. ويبلغ هذا التغير مداه عند التبويض.

وتسقط الخلايا السطحية من بطانة المهبل في تجويفه ويمكن عمل مسحة لمكونات المهبل (مسحة مهبلية Vaginal smear) ومن طبيعة ونوعية الخلايا الموجودة في المسحة يمكن معرفة الكثير عن أحوال الأعضاء التناسلية الداخلية ونشاطها.

الأعضاء التناسلية الانثوية الخارجية

١ ـ **البظـر** Clitoris ويشبه القضيب في تركيبه ولكنه أصغر بكثير ولا يحتوي على قناة. ويتكون من كتلتين مستـطيلتـين من النسيج الانتصابي ويبرز في الجزء العلوي من الفرج. ويغطي البظر بنسيج طلائي مصفف حرشفي غني بالنهايات العصبية الحساسة.

٢ ـ **الشـفاه** Labia : وهما ثنيتان على كل جانب من جانبي الفرج، الخارجية الكبيرة Labia majora

شكل (١٦٥) قطاع عرضي في جزء من جدار المهبل H&E قوة صغرى؛ يلاحظ سمك الطلائية (E) واندماج الطبقة الخارجية (AD) مع الانسجة المحيطة.

مغطاة بالجلد ومملوءة بالنسيج الدهني وسطحها الخارجي عليه شعر وغدد جلدية، اما الداخلية الصغيرة Labia minora فمغطاة بطبقة مخاطية تحتها نسيج ضام غني بالاوعية الدموية، وبها العديد من الغدد الدهنية ولكن لا يوجد شعر عليها.

الغـــدد اللبنيـة Mammary glands

وهي غدد جلدية متخصصة في تكوين وافراز اللبن، وتوجد في الطبقة تحت الجلدية، وتوجد هذه الغدد في الذكور وفي الاناث ويختلف عددها في الحيوانات الثديية، وهي في الانسان على هيئة غدتين، واحدة على كل جانب من جانبي الصدر. وبينما تبقى الغدد اللبنية ضامرة في الذكور فانها تنمو وتبدأ في ادرار اللبن عند بلوغ النضج الجنسي في الاناث.

والغدة اللبنية هي غدة جلدية قمية الافراز تتكون من عدد من الفصوص (١٥ ـ ٢٠ فصاً) لكل منها قناة تفتح على قمة حلمة الثدي بفتحة منفصلة.

وينقسم كل فص الى عدد من الفصيصات. ويتخلل الفصوص والفصيصات نسيج ضام غني بتجمعات الخلايا الدهنية والخلايا الضامة المتنوعة ويوجد في الفصيص عدد من الحويصلات الافرازية يتجمع افرازها في قناة فصيصية تتجمع مع غيرها لتكون القناة بين الفصيصية واخيراً تتجمع الافرازات في قناة فصية تسمى القناة الادرارية Lactiferous duct تتضخم قرب قمة الحلمة لتكون جيباً ادرارياً Lactiferous sinus .

الغدة اللبنية غير المدرة Nonlactating mammary gland (شكل ١٦٦أ):

وتتكون من فصيصات لا تحتوي الا على قنوات فصيصية ونسيج دهني. وبطانة القنوات الفصيصية طلائية بسيطة تختلف في شكلها بين المكعبة والعمودية. وقد توجد بعض الحويصلات الصغيرة التي تحيط بها خلايا طلائية عضلية Myoepithelial cells .

الغدة اللبنية المدرة (النشطة) Lactating mammary gland (شكل ١٦٦ب):

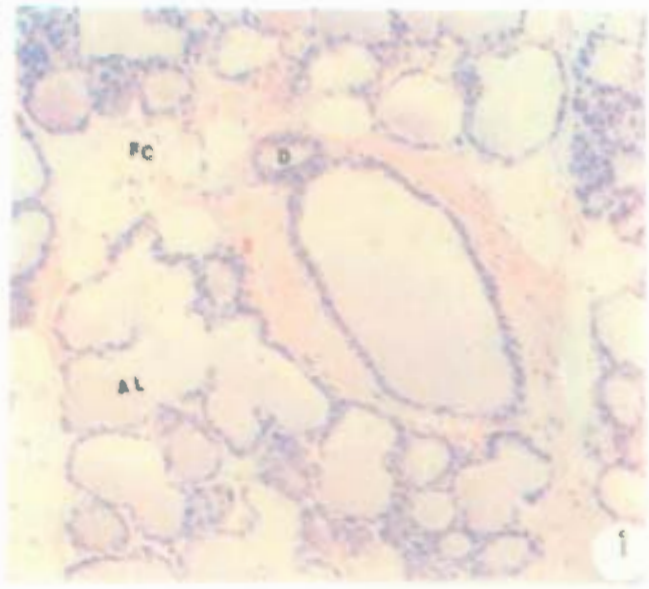
وفيها تبدأ الحويصلات الافرازية في التكون من أطراف القنوات الفصيصية وذلك في فترة الحمل تحت تأثير الهرمونات الانثوية المختلفة. وعند الولادة تكون الغدة اللبنية للام قد اكتمل نموها وأصبحت قادرة على ادرار اللبن.

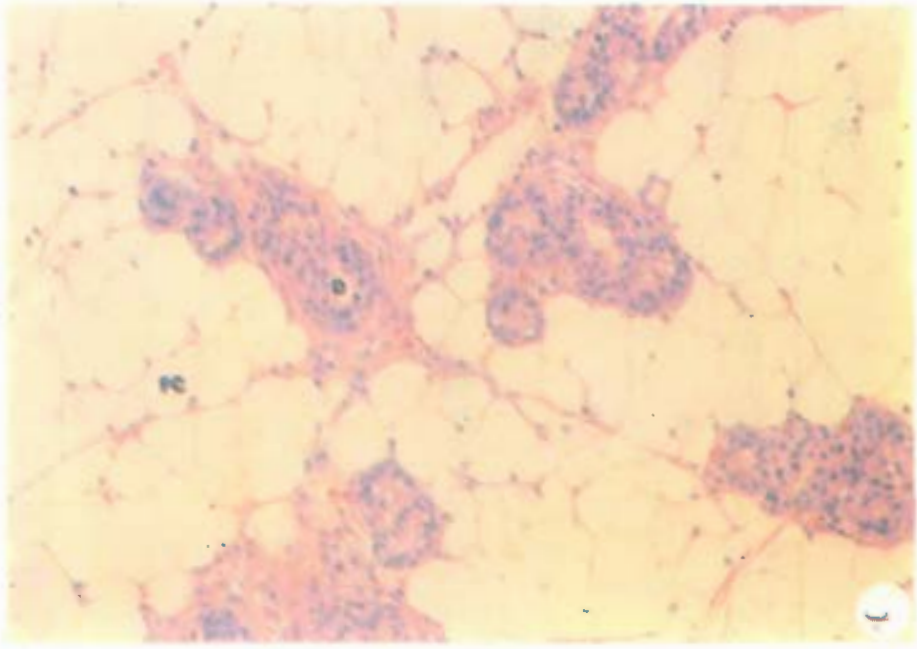
ويختلف تركيب الحويصلات اللبنية الفارزة ومقدار نشاطها، فبعضها يكون نشطاً بينما يكون البعض الاخر أقل نشاطاً. والحويصلة النشطة مبطنة بخلايا عمودية فارزة فيها جميع العضيات اللازمة لتكوين البروتينات مثل الشبكة الاندوبلازمية الخشنة واجسام جولجي وتحاط بطبقة من الخلايا الطلائية العضلية. وتقوم الخلايا بافراز البروتينات بالطريقة المجردة Merocrine بينما تفرز الدهون بالطريقة القمية Apocrine .

ويختلف تركيب اللبن من حيث نسبة المواد البروتينية الى المواد الدهنية والكربوهيدراتية حسب ظروف الطفل الرضيع. فيكون اللبن المفرز بعد الولادة مباشرة غني بالبروتينات ويفتقر الى الدهون والعكس في اللبن المفرز بعد فترة من الولادة.

وعملية الارضاع ضرورية لاستمرار ادرار اللبن كما ان كلا من الهرمونات الانثوية وهرمون الادرار المفرز من الغدة النخامية ضروري ايضاً لاستمرار الادرار.

وبعد فطام الطفل تبدأ الغدة اللبنية في الاضمحلال، فتتحلل الحويصلات حتى تعود الغدة الى حالة عدم الادرار مرة أخرى.





شكل (١٦٦)

أ ـ جزء من غدة لبنية مدرّة H&E قوة صغرى

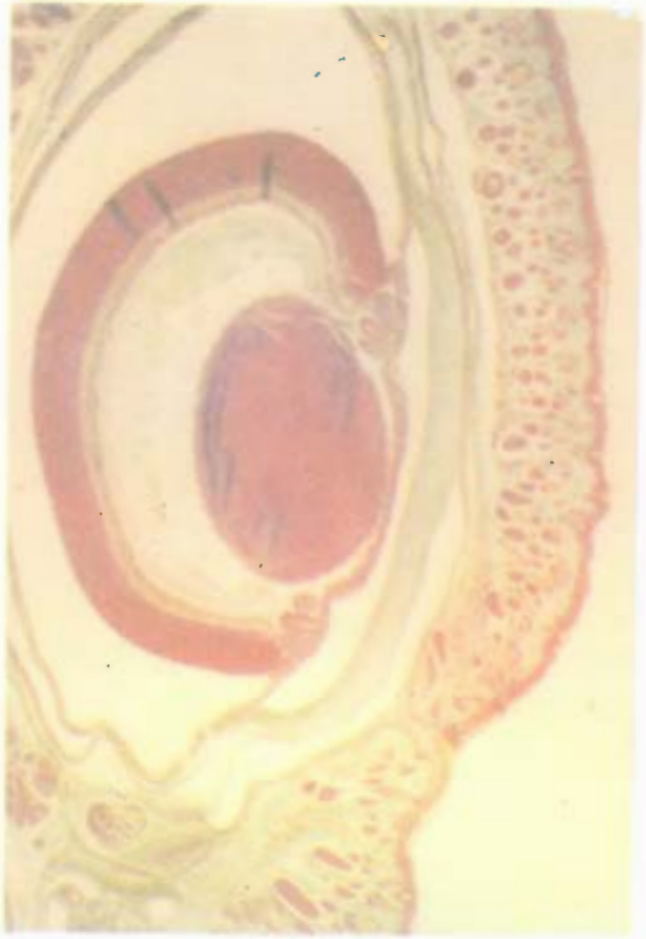
ب ـ جزء من غدة لبنية غير مدرّة H&E قوة صغرى

يلاحظ الخلايا الدهنية (FC) ، الحويصلات النشطة (AL) ، والقنوات (D)

الفصل الرابع عشر

أعضاء الحس الخاصة

Organs of special senses



الفصل الرابع عشر
أعضاء الحس الخاصة
Organs of special senses

يتم الاحساس بالتغيرات التي تحدث في محيط الكائن الحي بواسطة تراكيب واعضاء منتشرة في الانسجة الطلائية والضامة والعضلية، الا ان هناك اعضاء بكاملها تقوم باستقبال بعض الاحساسات الخاصة. فالعين متخصصة للابصار، والأذن للسمع والاتزان، والمنطقة الشمية من تجويف الأنف للشم، وبراعم اللسان للتذوق.

والمستقبلات الحسية Sensory receptors تقوم بتحويل الانواع المختلفة من الطاقة الى نبضات عصبية Nerve impulses تنتقل بواسطة الاعصاب الحسية الى الجهاز العصبي المركزي.

وتقسم المستقبلات الحسية الى انواع حسب اسس معينة هي :

أ ـ حسب طبيعة الاحساس وهي انواع :

١ ـ مستقبلات حرارية Thermoreceptors وتحس بالتغير في درجات الحرارة.

٢ ـ مستقبلات ميكانيكية Mechanoreceptors وتحس باللمس والضغط والوخز.

٣ ـ مستقبلات كيميائية Chemoreceptors وتحس بالتغيرات الكيميائية.

٤ ـ مستقبلات ازموسية Osmoreceptors وتحس بالتغير في الضغط الازموسي.

ب ـ حسب مصدر الاحساس وهي انواع :

١ ـ مستقبلات خارجية Exteroceptors وتأتيها الاحساسات من خارج الجسم.

٢ ـ مستقبلات داخلية Enteroceptors وتأتيها الاحساسات من داخل الجسم وخاصة من الاحشاء والاوعية الدموية.

٣ ـ مستقبلات الحركة والسكون (الاتزان) Proprioceptors وتحس بالتغير في حالة العضلات من تقلص واسترخاء وبحالة الاوتار من شد وخلافه.

جـ ـ حسب التركيب وهي نوعان :

١ ـ مستقبلات حرة او عارية Free (naked) وهي نهايات عصبية لا تحاط بأية انسجة اخرى.

٢ ـ مستقبلات متحوصلة Encapsulated ويحاط كل منها بمحفظة مكونة من انسجة غير عصبية.

هذا وقد تم شرح تركيب معظم هذه المستقبلات في أماكن أخرى سابقة وتبقى العين والأذن واللتان سيتم تفصيل تركيب كل منهما في هذا الفصل.

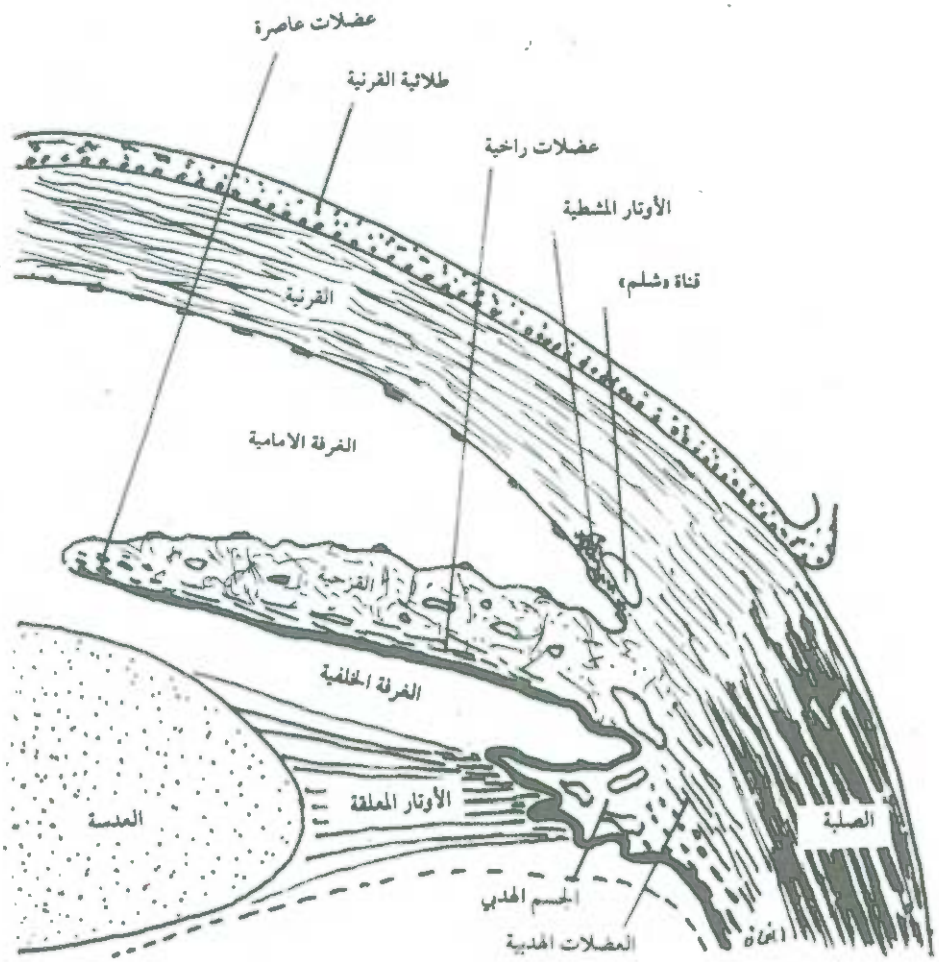
العـــين Eye

العين عضو يتكون من جزء عصبي (الشبكية Retina) وهى في الواقع امتداد لانسجة المخ وتتصل به بواسطة حزم من الألياف العصبية التي تكون العصب البصري Optic nerve ويحاط الجزء العصبي من العين بطبقتين احداهما ليفية واقية (الصلبة Sclera) والاخرى وعائية مغذية (المشيمية Choroid) (شكل ١٦٧).

ولقد تحور الجزء الامامي من الصلبة ليكون القرنية Cornea والجزء الامامي من المشيمية ليكون الاجسام الهدبية Ciliary bodies والقزحية Iris وذلك للتحكم في دخول الاشعة الضوئية وتركيزها على الشبكية.

والعين من الناحية التشريحية كرة غير كاملة الاستدارة ـ حيث ان قطرها الامامي الخلفي اقل من قطرها الاستوائي (وهو الخط الذي يقسم العين الى نصف امامي ونصف خلفي) وتوجد العين في محجرها العظمي يفصلها عنه تجويف يحتوي على نسيج ضام مفكك وبعض من النسيج الدهني.

وتخترق عضلات العين الخارجية Extrinsic eye muscles هذا التجويف لتندغم في الصلبة.



شكل (١٦٧) رسم تخطيطي لجزء من مقلة العين

الطبقة الليفية Fibrous coat (شكل ١٦٨) :

هي الطبقة الخارجية القوية البيضاء التي تحمي باقي طبقات العين وتنقسم الى جزء امامي شفاف هو القرنية، وجزء خلفي ابيض أو الصلبة.

القرنية Cornea :

وهي الجزء الشفاف الرائق المحدب الذي يسمح بدخول الاشعة التي تنكسر مكونة صور للمرئيات تقوم العدسة بتركيزها على الشبكية (شكل ١٦٨ب).

وتتكون القرنية من خمس طبقات هى من الخارج الى الداخل :

١ ـ الطلائية Epithelium وهي طبقة مصففة غير متقرنة تتكون من حوالي ستة صفوف ويبلغ سمكها حوالي ٧٠ ميكروناً ، وهي قادرة على التجدد من خلال الانقسامات المتكررة في الصف القاعدي منها. وتنتشر النهايات العصبية العارية خلال خلايا الطلائية مما يجعلها شديدة الحساسية.

٢ ـ غشاء بومان Bowman's membrane : وهو الغشاء القاعدي للطبقة الطلائية ويختفي عند الحافة الخلفية للقرنية المسماة بالحاشية Limbus .

٣ ـ المادة الخاصة Substantia propria وتمثل الجزء الاعظم من سمك القرنية (٩٠٪) وتتكون من حزم منتظمة من الالياف البيض المتراصة في اتجاه يوازي سطح القرنية. وتتماسك هذه الحزم مع بعضها بواسطة ليفات بيض، كما انها تحصر خلايا ليفية مسطحة تسمى الكريات القرنية Corneal corpuscles ولا تتخلل القرنية اية أوعية دموية، ويأتيها غذاؤها من حوافها ومن تحتها (من السائل المائي الموجود في الحجرة الامامية).

٤ ـ غشاء دسمت Descemet's membrane . ويتكون من ليفات بيض منتظمة، ويتحول إلى الرباط المشطي Pectinate ligament عند الحاشية.

٥ ـ البطانة الطلائية Endothelium ، وهي عبارة عن صف واحد من الخلايا المكعبة التي تحد السطح الداخلي للقرنية وتتشابك مع بعضها بروابط بين خلوية مختلفة. ومن وظائف هذه البطانة نقل الغذاء الى القرنية من السائل المائي. ويعتبر غشاء دسمت الغشاء القاعدي للبطانة الطلائية.

الصلبة Sclera :

تتكون الصلبة من حزم ليفية بيض تتشابك مع بعضها لتكون جداراً متيناً لمقلة العين، وتكون المنطقة الخارجية من الصلبة اقل متانة وتُحدّ من الخارج بحوصلة تنون Tenon's capsule .

أما منطقتها الداخلية فتكون الطبقة السمراء Lamina fusca وهي الطبقة التي تحد المشيمية من الخارج.

تخترق الياف العصب البصري الصلبة من الخلف مكونة الطبقة المثقبة Lamina cribrosa هذا وتدخل الى الصلبة اوعية دموية (خاصة عند اتصالها بالقرنية عند الحاشية)، والياف عصبية تغذي الالياف العضلية في الجسم الهدبي.

الطبقة الوعائية Vascular coat :

وتتكون من المشيمية والاجسام الهدبية والقزحية.

شكل (١٦٨)

أ ـ قطاع في الجزء الامامي من جدار المقلة H&E قوة صغرى
يلاحظ القرنية (C) والصلبة (S) والقزحية (I) والجسم الهدبي (CB) والزوائد الهدبية (CP) .
ب ـ جزء مكبر من القرنية يوضح تفاصيل طلائيتها . قوة كبرى

المشيمية Choroid (شكل ١٦٩) :

وهى تلى الصلبة من الداخل وتتكون من نسيج ضام اسفنجى ، ويمكن تمييز أربع طبقات فى المشيمية هى :

١ ـ غلاف المشيمية Epichoroid ، ويفصلها عن الصلبة ، وهو عبارة عن ألياف بيض وأخرى مرنة متشابكة مع بعضها وتحتوى على خلايا صبغية متناثرة .

٢ ـ طبقة الأوعية الدموية Vessel layer : وتمتلىء هذه المنطقة بالشعيرات الدموية المثقبة الواسعة يتخللها نسيج ضام مفكك يحتوى على خلايا صبغية كثيرة .

٣ ـ منطقة الشعيرات الدموية Choriocapillaris : وتمتلىء هذه المنطقة بالشعيرات الدموية المثقبة الواسعة يتخللها نسيج ضام مفكك غنى بالخلايا الصبغية . وتنتهى هذه المنطقة من الامام عند مستوى نهاية الشبكية .

٤ ـ الطبقة المرنة Lamina elastica (غشاء بروك Bruch's membrane) وهى طبقة من الألياف المرنة يبلغ سمكها حوالى ٤ ميكرونات ، ويفصلها عن الشبكية غشاء قاعدى رقيق ، وتمتد هذه الطبقة من الأمام حتى القزحية ومن الخلف عند القرص البصرى حيث يخرج العصب البصرى .

شكل (١٦٩) قطاع في الجزء الخلفي من جدار المقلة (الصبغة الثلاثية) قوة صغرى .
يلاحظ الصلبة (S) والعنكبوتية (C) والشبكية (R) .

الجسم الهدبى Ciliary body :

وهو الجزء الأمامى السميك من الطبقة الوعائية والذى يكوّن دائرة تحيط بمقلة العين فى المنطقة التى تلى خط اتصال القرنية بالصلبة. وفى المقطع يظهر الجسم الهدبى مثلثا تحد قاعدته الحجرة الخلفية، ويلى سطحه الخارجى الصلبة بينما يطل سطحه الداخلى على الجسم الزجاجى Viteous ، حيث يبطن بطلائية الشبكية.

ويتكون الجزء الأساسى من الجسم الهدبى من العضلات الهدبية Ciliary muscles وهى ألياف عضلية ملس تترتب فى اتجاهات ثلاث : شعاعية Radial ودائرية Equatorial وطولية Meridional . وهذه التسميات معتمدة على كروية مقلة العين.

ويؤدى تقلص العضلات الهدبية وظيفتين أساسيتين هما تكييف العدسة، وتحريك السائل المائى فى الغرفة الخلفية للعين.

يخرج من الجسم الهدبى فى اتجاه العدسة النتوءات الهدبية Ciliary processes التى تحتوى على الكثير من الأوعية الدموية التى يرشح منها السائل المائى.

وتتكون طلائية الجسم الهدبى من صفين من الخلايا المكعبة التى تمتد لتغطى النتوءات الهدبية، ويكون الصف الخارجى غير صبغى بينما يكون الصف الداخلى صبغياً وهو امتداد للطلائية الصبغية للشبكية.

القزحية Iris (شكل ١٦٧) :

تمثل القزحية الجزء الأمامى من الطبقة الوعائية، وهى قرصية الشكل يوجد فى وسطها ثقب متغير القطر هو الحدقة Pupil (انسان العين) وحافتها متصلة من ناحية بالجسم الهدبى ومن الناحية الأخرى بالقرنية.

وتغطى القزحية من الامام بطبقة من الخلايا الوسطية Mesodermal cells غير المتصلة ولذلك تكون متعرجة، بينما تغطى من الخلف بطبقة طلائية صبغية عضلية Myopithelium . والصف الخلفى متماسك بروابط بين خلوية ويفصله عن الحجرة الخلفية غشاء حدودى قاعدى.

يتكون جسم القزحية من عدد من الطبقات : الأمامى منها عبارة عن طبقة رقيقة من النسيج الضام الذى يحتوى على العديد من الخلايا الصبغية المتفرعة. وعدد هذه الخلايا يحدد لون قزحية العين. فعندما يكون عدد الخلايا الصبغية قليلاً يكون القزحية ازرقاً وبازدياد العدد يتدرج اللون من السنجابى الى الاخضر الى البنى ثم الى الاسود. ويلى الطبقة الخارجية طبقة غنية بالاوعية الدموية ثم طبقة أخيرة من الألياف العضلية يترتب بعضها دائرياً حول الحدقة مكوناً العضلات العاصرة Sphincter muscles ، اما البعض الآخر فيمتد موازياً لسطح القزحية، وبتقلصه تتسع الحدقة، ولذلك تسمى العضلات الموسعة Dilator muscles وخلايا العضلات الموسعة ليست أليافاً عضلية حقيقة ولكنها خلايا عضلية من أصل اكتودرمى.

حجـــرات العـــين Chambers of the eye (شكل ١٦٧) :

الحجـــرة الأمـــاميـــة :

وهى التجويف الذى يحده من الأمام السطح الخلفى للقرنية ومن الخلف السطح الأمامى للقزحية والجسم الهدبى . وتسمى الزاوية الخارجية للحجرة الامامية بالزاوية القزحية، بها الرباط المشطى الذى يتكون من تجاويف مبطنة بخلايا بطانية يدخل فيها سائل الحجرة الامامية ليصل الى قناة شلم Canal of Schlemm ومنها الى الدم .

الحجـــرة الخلفيـــة :

ويحدها من الامام السطح الخلفى للقزحية ومن الخلف السطح الامامى والنتوءات الهدبية .

وتحتوى كل من الحجرة الامامية والحجرة الخلفية على السائل المائى Aquous humor وهو سائل شفاف يتكون من رشيح الدم ومن افرازات خلايا القزحية الطلائية . ويمر السائل بصفة مستمرة من الحجرة الخلفية الى الامامية من خلال الحدقة يم يمر الى فجوات الشبكة الحاجزية Trabecular network التى تكون الرباط المشطى ـ ومنها الى قناة شلم ثم الأوردة الدموية . واذا حدث اى خلل فى دورة السائل المائى بالعين فان ضغطه يرتفع عن معدله العادى محدثاً مرض المياه الزرقاء (الجلوكوما Glaucoma) .

العدســـة Lens (شكل (١٧٠) :

العدسة جسم بللورى شفاف محدب الوجهين الا ان تحدب سطحها الخلفى أكبر كثيراً من تحدب سطحها الامامى . وللعدسة قطب امامى وقطب خلفى ، ويسمى الخط الواصل بينهما بمحور العدسة Axis . وتكون العدسة مرنة عند صغار السن وبذلك تتأقلم بسهولة وتغير تحدبها وسمكها ولكن مرونة العدسة تقل تدريجياً مع التقدم فى السن .

وتتكون العدسة من المحفظة (الجليّد) والخلايا تحت المحفظة ومادة العدسة . تغطى المحفظة سطح العدسة وهى اسمك فى الامام منها فى الخلف . وتتكون من مادة معظمها من الجليكوبروتين مع قليل من الكولاجين . وتلتصق بالمحفظة الاربطة المُعلّقة Suspensory ligaments والتى تتصل بدورها بالنتوءات الهدبية .

أما الخلايا الطلائية تحت المحفظة Subcapsular epithelium فتوجد على السطح الامامى فقط على هيئة صف واحد من الخلايا المكعبة ترتكز قواعدها على المحفظة أما قممها فتتشابك مع ألياف العدسة . وعند حافة العدسة تستطيل هذه الخلايا لتكون ألياف العدسة Lens fibers التى تكون مادة العدسة Lens sub-stance .

وتتكون ليفة العدسة من منشور طوله حوالى ١٠مم وعرضه ١٠ ميكرونات وسمكه ميكرونان وتمتد الألياف موازية لسطح العدسة وتحتوى على أنوية عند حافتها الأمامية ولكنها تفقد الأنوية فى داخل العدسة .

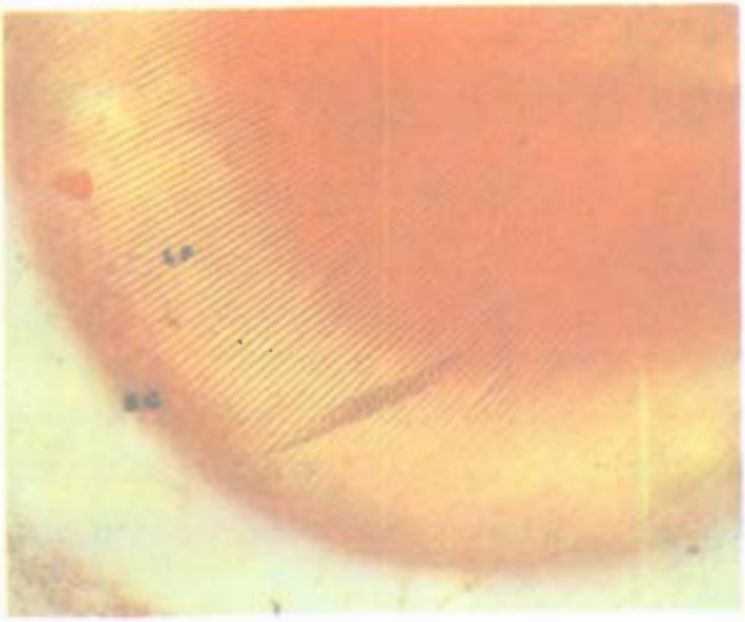
ولاتحتوى العدسة على أوعية دموية ولكن يأتيها غذاؤها من السائل المائى ومن الجسم الزجاجى . وعندما تفقد العين شفافيتها بسبب تغلغل مواد معينة الى اليافها يحدث مايسمى بالمياه البيضاء Cataract والتى تسبب فقدان البصر. وفى هذه الحالة يجب ازالة العدسة واستعمال بديل لها مثل النظارات أو العدسات اللاصقة .

الجسم الزجاجى Vitreous body :

يمثل الجسم الزجاجى مع العدسة والسائل المائى والقرنية، الوسط الشفاف الذى يمر الضوء من خلاله ليصل الى الشبكية وعلى ذلك فالجسم الزجاجى رائق كروى الشكل يتخذ استدارة مقلة العين وبه انخفاض من الامام لوجود العدسة امامه، ويتكون الجسم الزجاجى من مادة مخاطية عديدة التسكر بها لييفات بيض ودقيقة تسمك قليلاً عند محيط المادة الزجاجية وفى وسطها حول القناة الزجاجية Hyaloid canal والتى تعتبر من مخلفات الشريان الزجاجى الذى يختفى بعد الحياة الجنينية . ويحتوى الجسم الزجاجى عند حافته على بعض الخلايا التى تسمى الخلايا الزجاجية Hyalocytes وهى التى تقوم بافراز الليفات ومادة الجسم الزجاجى .

الشبكية Retina (شكل ١٧١) :

وهى آخر طبقات مقلة العين من الداخل وتمتد من الخلف الى الامام حيث ينتهى الجزء الحساس منها عند المنطقة المنشارية المسننة Ora serrata بينما يمتد الجزء الطلائى غير الحساس الى الامام ليغطى الجسم الهدبى والقزحية .



شكل (١٧٠) قطاع في العدسة قوة صغرى
تلاحظ الخلايا على السطح الامامي للعدسة (SC) وألياف العدسة (LF) .

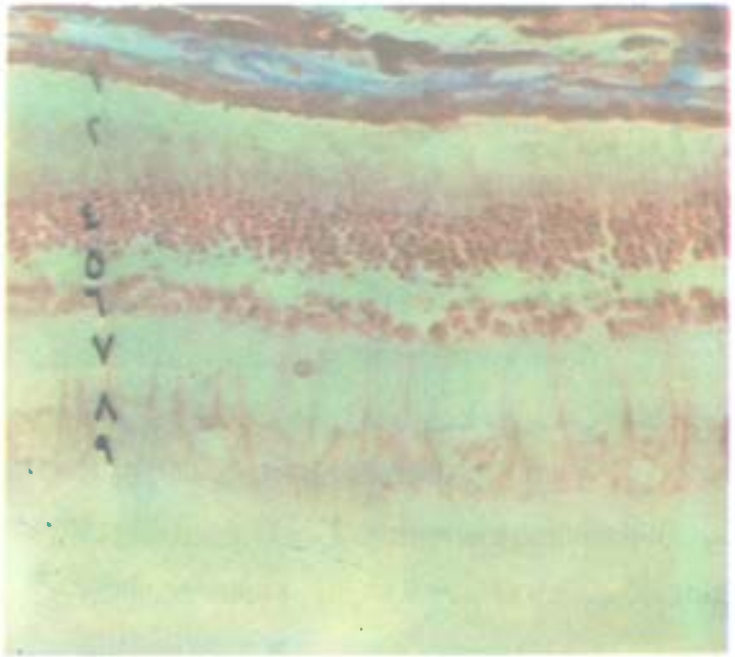
وتنشأ الشبكية عند انبعاج جانبى المخ الامامى حيث يكونان كرتين تنثنى كل منهما على نفسها لتكون فنجاناً شبكياً Retinal cup وتكون الطبقة الخارجية منه الطلائية الصبغية Pigmentad epithelium وهى الجزء غير الحساس من الشبكية، بينما تكون الطبقة الداخلية الشبكية الحساسة Photoreceptor retina ويبقى دائماً تجويف ضيق بين هذين الجزئين، وهو الذى يسبب انفصالهما اثناء التحضيرات المجهرية.

وعندما تتعرض العين لصدمة مادية أو نفسية يحدث أيضاً الانفصال الشبكى Retinal detatchment .

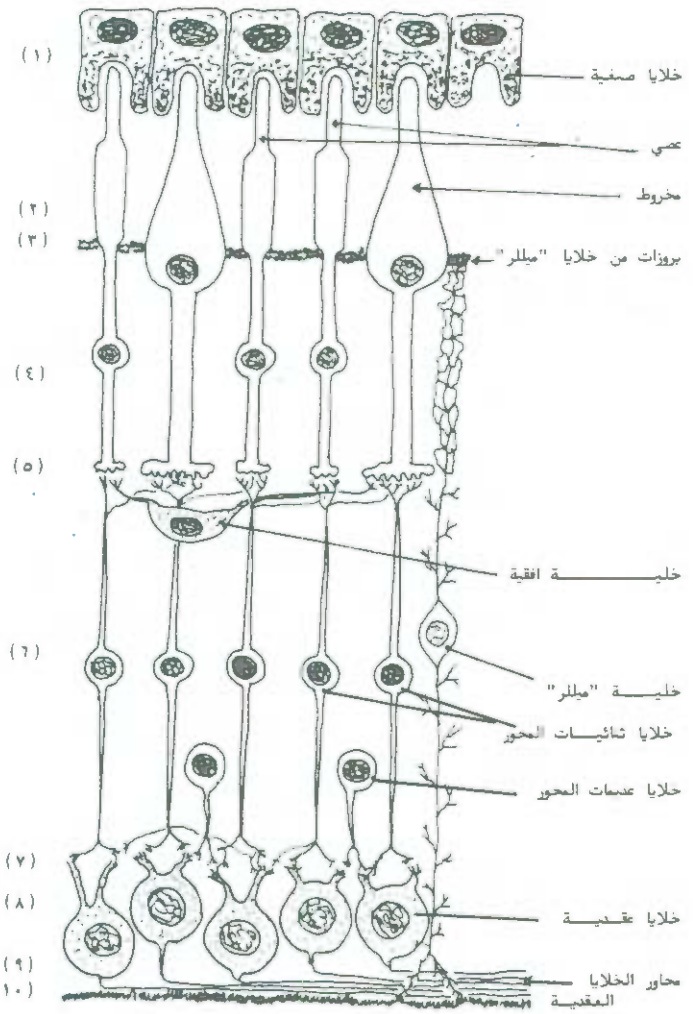
وفى المنطقة الخلفية للشبكية يمكن تمييز بقعتين هامتين على سطح الشبكية، الأولى هى البقعة العمياء Blind spot وتقع فى وسط الحلمة البصرية Optic papilla عند بداية العصب البصرى Optic nerve وهى غير حساسة لعدم وجود خلايا حسية بها. أما البقعة الثانية فهى قرصية، صفراء اللون، تسمى البقعة الصفراء Macula lutea ويوجد فى وسطها انخفاض ذو تركيب خاص يجعله اكثر مناطق الشبكية حساسية ويسمى الحفرة المركزية Fovea centralis .

وتتكون الشبكية من عشر طبقات (شكل ١٧٢) هى من الخارج (من جهة المشيمية) الى الداخل :

١ - الطلائية الصبغية Pigmented epithelium وتتكون من صف واحد من الخلايا المكعبة أو المتعددة الجوانب ويبلغ ارتفاعها حوالى ١٢ ميكروناً ويحتوى الجزء القاعدى منها على انثناءات غشائية كثيرة تشير الى نشاط هذا الجزء فى تمرير الايونات. وترتبط الأغشية الجانبية للخلايا ببعضها بواسطة علاقات بين خلوية. أما الجزء الداخلى (السطحى) فتمتد منه بروزات لتحيط بنهايات الخلايا المستقبلة للضوء (العصى والمخاريط) ويحتوى سيتوبلازم الخلايا على الكثير من العضيات مما يدلل على نشاطها. كما توجد بعض الأجسام الصبغية وخاصة الميلانينية وتوجد كذلك أجسام صفائحية Lamellated bodies نتيجة للأجزاء الملتَهمَة من العصى والمخاريط.



شكل (١٧١) قطاع في الشبكية قوة وسطى (الصبغة الثلاثية) يلاحظ طبقات الشبكية



شكل (١٧٢) رسم تخطيطي للشبكية
طبقات الشبكية مرقمة من ١ ـ ١٠، تراجع أسماء الطبقات في سياق الموضوع.

ومن وظائف الطلائية الصبغية انها تمتص الضوء، وتقوم بتوصيل الغذاء الى الخلايا الحساسة، كما تقوم ايضاً بقضم نهاياتها فتساعد بذلك على دوام تجددها. والطلائية الصبغية هامة أيضاً حيث يوجد فيها فيتامين (أ) الذى يتحول الى الرودوبسين Rhodopsin .

٢ ـ طبقة العصى والمخاريط Rods and Cones :

والعصى والمخاريط اجزاء اسطوانية ومخروطية من خلايا عصبية حسية تسمى الخلايا العصوية Rod cells والخلايا المخروطية Cone cells .

٣ ـ الغشاء الحدودى الخارجى Outer limiting membrane وهو تكثيف لتفرعات الخلايا الغرائية (خلايا مولر Muller cells) والتى ترتبط مع الخلايا العصوية والمخروطية بروابط بين خلوية وينتج عن ذلك خطًا داكناً يفصل المنطقة الثانية عن المنطقة الرابعة.

٤ ـ طبقة الانوية الخارجية Outer nuclear layer وهى الطبقة التى توجد بها اجسام الخلايا العصوية والمخروطية ولذا تزدحم بأنوية هذه الخلايا.

٥ ـ الطبقة الضفيرية الخارجية Outer plexiform layer : وفيها يحدث التشابك العصبى بين محاور الخلايا العصوية والمخروطية (الخلايا العصبية الأولى فى مسار الاحساس البصرى) وشجيرات الخلايا ثنائية القطب Bipolar cells (الخلايا العصبية الثانية) وتفتقر هذه الطبقة الى الانوية.

٦ ـ طبقة الانوية الداخلية Inner nuclear layer وفيها توجد أجسام الخلايا ثنائية القطب بأنويتها كما توجد أيضاً خلايا رابطة وخلايا داعمة فى هذه المنطقة، ولذلك تظهر مزدحمة بالأنوية.

٧ ـ الطبقة الضفيرية الداخلية Inner plexiform layer وفيها يحدث التشابك بين محاور الخلايا الموجودة فى الطبقة السادسة مع شجيرات الخلايا العُقَدية Ganglionic cells الموجودة فى الطبقة التالية وليس بها أنوية تقريباً.

٨ ـ طبقة الخلايا العقدية Ganglion cell layer : ويوجد فيها اجسام هذه الخلايا بأنويتها الكبيرة نسبياً. وتظهر هذه الطبقة غير المزدحمة بالأنوية مقارنة بالطبقتين الرابعة والسادسة.

٩ ـ طبقة الياف العصب البصرى Optic nerve fibers : تتكون من محاور الخلايا العقدية. وتتجه جميع محاور الخلايا العقدية فى الشبكية نحو الحلمة البصرية حيث تتجمع مكونة العصب البصرى. وتكون الالياف العصبية غير نخاعية مادامت داخل الشبكية (مثل الياف المادة السنجابية فى الجهاز العصبى المركزى) ولكنها تصبح نخاعية عندما تدخل الى العصب البصرى (كما هو الحال فى المادة البيضاء).

١٠ ـ الغشاء الحدودى الداخلى Inner limiting membrane وهو عبارة عن تفرعات من خلايا مولر الغرائية تكوّن حداً فاصلاً بين الشبكية والجسم الزجاجى.

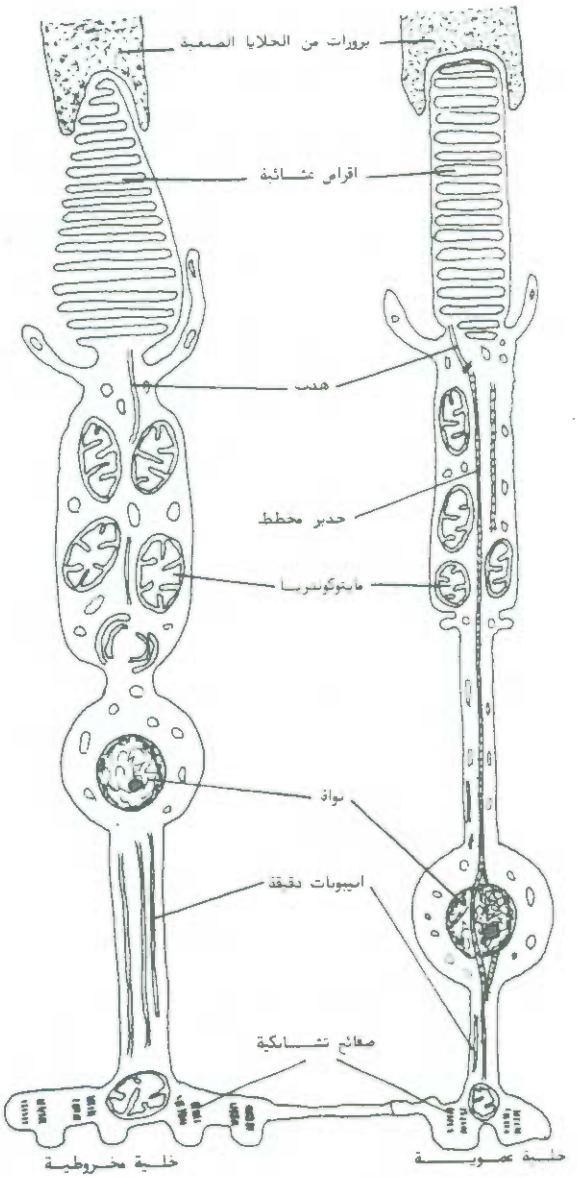
الخلايا العصوية Rod Cells (شكل ١٧٣) :

وهى خلايا عصبية ثنائية القطب قد تحورت لتؤدى وظيفة معقدة جداً وهى تحويل الأشعة الضوئية الى طاقة كيميائية ثم الى ومضات عصبية.

وتتكون الخلية من العصا Rod وليفة عصوية خارجية ـ ويمثل هذان الجزءان الشجيرة المتحورة. ويخرج من جسم الخلية ليفة عصوية داخلية تنتهى بكرية عصوية Rod spherule وفيما عدا تركيب العصا، فإن تركيب باقى الخلية العصوية يشبه تركيب الخلية العصبية العادية.

التركيب الدقيق للعصا :

تتكون العصا من قطعة خارجية Outer segment وقطعة داخلية Inner segment . اما القطعة الخارجية فهى اسطوانية يبلغ طولها حوالى ٣٠ ميكروناً وسمكها ميكرونان وتمتلىء بصفائح قرصية من الاغشية قد يبلغ عددها ١٠٠٠ صفيحة، كل منها يتكون من غشائين ملتحمين من الحافة، ولاترتبط اغشية الصفائح



شكل (١٧٣) رسم تخطيطي لخلية عصوية وأخرى مخروطية

بغشاء الخلية المحيطة بالعصا. ويوجد بين طيات الاقراص العصوية مادة الرودوبسين التى تتكون من تحول فيتامين (أ) تحت تأثير الضوء. وتوجد قمم العصىّ بين نتوءات الخلايا الصبغية. وعندما تنقص العصا من القمة تضاف اليها صفائح غشائية من قاعدة القطعة الخارجية.

وترتبط القطعة الداخلية من العصا بالقطعة الخارجية عن طريق عنق ضيق جانبى تنفذ منه مجموعات من الانيبوبات الدقيقة تشبه تلك الموجودة فى ساق الهدب، الا انها تتكون من تسع ثنائيات محيطية فقط، ولا يوجد بها الاحاديان المركزيان.

وللجزء الداخلى نفس طول وسمك الجزء الخارجى تقريباً. والجزء القاصى منه مملوء بالمايتوكوندريا بينما

يحتوى جزؤه الدانى على جسم جولجى كبير وشبكة اندوبلازمية خشنة والعديد من البوليسومات والجليكوجين. ويتضح من ذلك ان هذا الجزء من العصا هو المسئول عن تخليق البروتينات اللازمة لاضافة اغشية جديدة الى قاعدة الجزء العصوى الخارجى.

الخلايا المخروطية Cone Cells (شكل ١٧٣)

وهى تشبه الخلايا العصوية فى معظم صفاتها ولكن تختلف عنها فيما يلى :

١ ـ المخروط Cone ـ كما هو واضح من اسمه ـ جزء مخروطى الشكل مدبب عند قمته.

٢ ـ تتصل اغشية بعض الأقراص الدانية بالغشاء الخلوى المحيط بالمخروط.

٣ ـ تكون الليفة المخروطية الخارجية Outer cone fiber أقصر كثيراً من الليفة العصوية الخارجية.

٤ ـ نواة الخلية المخروطية اكبر وأقل كثافة من نواة الخلية العصوية.

٥ ـ الليفة المخروطية الداخلية اسمك من الليفة العصوية الداخلية وتنتهى بقدم مسطح تخرج منها بروزات صغيرة.

٦ ـ ترتبط كل خلية مخروطية بخلية واحدة ثنائية القطب بينما ترتبط الخلية العصوية بعدد من الخلايا الثنائية.

٧ ـ يبلغ عدد الخلايا المخروطية فى شبكية العين فى الانسان حوالى ٦ ملايين خلية بينما يبلغ عدد الخلايا العصوية ١٣٠ مليوناً أى بنسبة ١ : ٢٠ تقريباً.

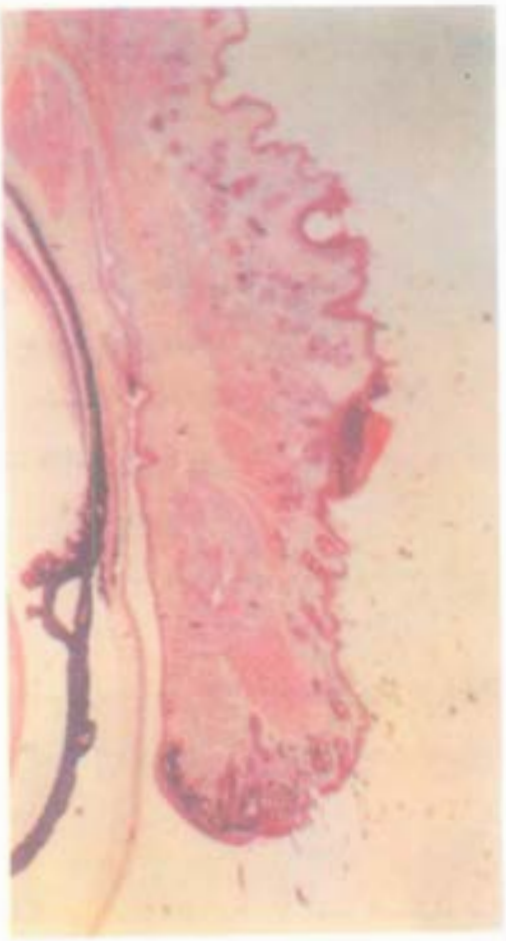
البقعة الصفراء Macula lutea والحفرة المركزية Fovea centralis : البقعة الصفراء عبارة عن دائرة قطرها حوالى ٦مم من الشبكية يوجد فى طبقاتها الداخلية مادة صبغية صفراء. أما الحفرة المركزية فلا تتكون من الطبقات العشر الموجودة فى باقى الشبكية، ولكن توجد فيها فقط الطبقات الأولى والثانية والثالثة، وتتجه الالياف الداخلية للمخاريط (وهى النوع الوحيد من الخلايا الحسية فى الحفرة المركزية) الى حافة البقعة الصفراء حيث تتشابك مع الخلايا ثنائية القطب هناك.

الجفنان Eye Lids (شكل ١٧٤) :

أحدهما جفن علوى والآخر سفلى يغطيان المحجر العظمى للعين ويلتقيان عند الشق الجفنى Palpebral fissure ويبطنان من الداخل بطبقة من الملتحمة الجفنية Palpebral conjunctiva وتحمى الجفون العين وتحافظ على ترطيبها بحركتها فوق مقلة العين.

ويغطى الجفن من الخارج بالجلد ومن الداخل بالغشاء المخاطى أو الملتحمة.

وجلد الجفنين رقيق جداً ويتكون من البشرة والادمة، ويحتوى على غدد جلدية وقليل من الشعر الدقيق جداً، وتوجد تحت الجلد طبقة عضلية تتكون من الياف عضلية هيكلية وبعض العضلات الملس. ويلى الطبقة العضلية طبقة ليفية قوية جداً تكوّن هيكل الجفن Tarsus وتحتوى هذه الطبقة على غدد دهنية كبيرة تسمى غدد مايبوميان Meibomian glands وتفتح عند حافة الجفن.



شكل (١٧٤)

قطاع في الجفن والجزء الامامي
من المقلة H&E قوة صغرى

والملتحمة غشاء مخاطى طلائيته تبدأ من حافة الجفن وتنعكس فوق الجزء الامامى من المقلة مكونة ملتحمة المقلة Bulbar conjunctiva وتنتهى عند حافة القرنية . وطلائية الملتحمة مصففة ويختلف عدد صفوفها من منطقة الى اخرى . وتكون الخلايا السطحية اسطوانية طويلة يوجد بينها خلايا كأسية فارزة للمخاط .

وعندما ينغلق الجفنان تتكون امام مقلة العين حجرة مبطنة بالملتحمة تحتوى على كمية صغيرة من السائل الدمعى .

ويوجد عند حافة الجفون أربعة الى خمسة صفوف من الشعر السميك المستقيم أو الرموش Eye lashes

الغـدد الدمعيـة Lacrimal glands (شكل ١٧٥) :

تكوّن الغدة الدمعية وقنواتها والقنوات التى تصرف الدمع الى تجويف الأنف الجهاز الدمعى Lacrimal apparatus . وتقع الغدد الدمعية فى الحافة الجانبية العليا من محجر العين تحت الملتحمة مباشرة . وهى بحجم اللوزة . والغـدد الدمعية من النوع الانبوبى الحويصلى المصلى الافراز. وتتكون الغدة من عدد من الفصوص لكل منها قناة منفصلة تفتح فى تجويف الملتحمة ، ويسيل الدمع على سطح مقلة العين ليحافظ على

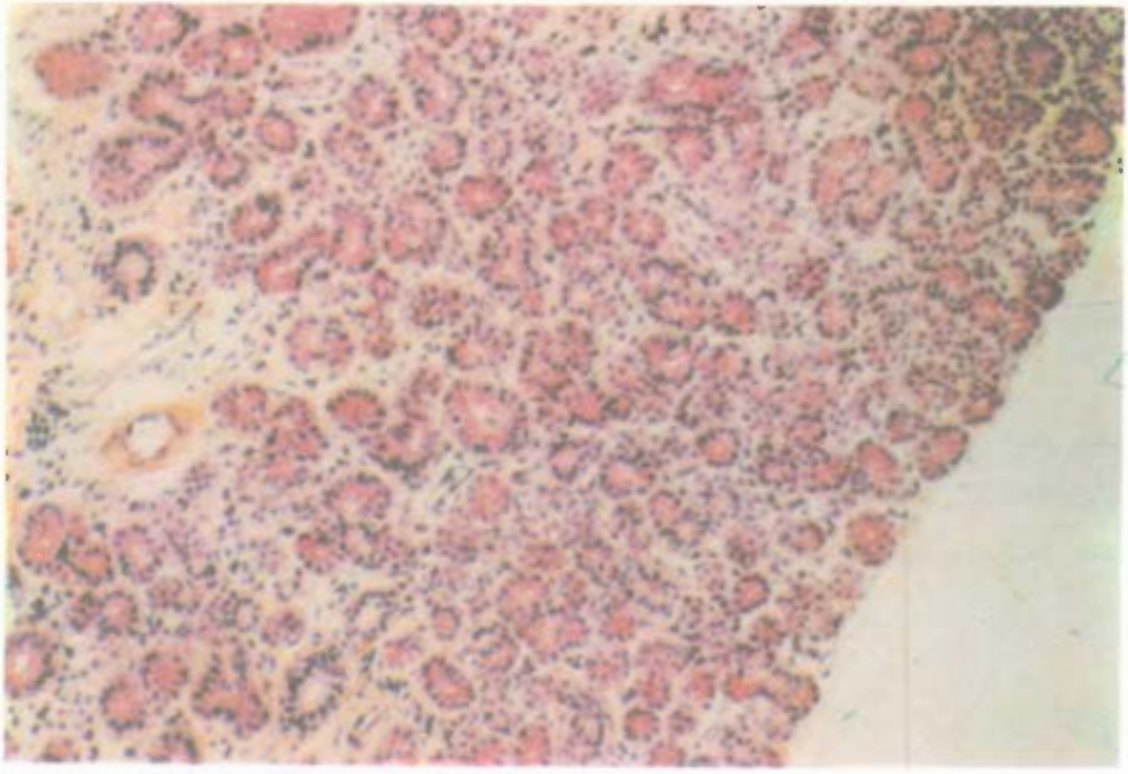
رطوبة طلائيتها بشكل دائم. هذا ويساعد تحرك الجفون الدورى على انتشار الدمع وتحريكه ومعه ما يكون قد علق به من شوائب نحو فتحة القناة الدمعية.

وخلايا الغدد الدمعية غنية بالشبكة الاندوبلازمية الملساء ولذلك فهى تظهر حمضية الاصطباغ.

عمليـــة الابصـــار :

تركـز الاشعـة الداخلة الى العين على الشبكية مكونة صورة مصغرة حقيقية مقلوبة للجسم المرئى على العصى والمخاريط. ويتحقق ذلك بواسطة التغير فى تحدب العدسة الذى يحدثه تقلص العضلات الهدبية. وعنـدمـا يصـل الضـوء الى الأجـزاء الخـارجية من العصى ومن المخـاريط يحدث تغيير فى الـرودوبسـين Rhodopsin (فى العصى) والايودوبسين Iodopsin (فى المخاريط)، فتنطلق ومضات عصبية الى الجهاز العصبى المركزى.

والعصى اكثر حساسية للضوء من المخاريط، ولذلك فان المخاريط تساعد على رؤية الألوان والرؤية فى الضوء القوى بينما تقوم العصى بالرؤية فى الضوء الخافت وأثناء الليل، اما الرؤية التفصيلية فتحتاج الى تركيز الضوء على الحفرة المركزية التى تحتوى اساساً على المخاريط.



شكل (١٧٥) قطاع في الغدة الدمعية قوة وسطى H&E
يلاحظ ان سيتوبلازم الخلايا حمضي الاصطباغ

الاذن Ear

تتكون الاذن من ثلاثة أجزاء : الاذن الخارجية والوسطى والخارجية .

الاذن الخارجية (شكل ١٧٦) :

وتتكون من صوان الاذن والقناة السمعية الخارجية . وصوان الاذن عبارة عن صفيحة غير مستوية من الغضروف المرن مغطاة بالجلد الرقيق الذى يحتوى على القليل من الشعر السميك (فى الانسان) والغدد الجلدية . وتمتد القناة السمعية من فتحة الاذن الى الطبلة Tympanic membrane (drum) . وتُدعّم فى ثلثها الخارجى بغضروف مرن الى ان تدخل فى قناة عظمية داخل الجمجمة . وتبطن القناة بجلد رقيق يلتصق مباشرة فى غلاف الغضروف وسمحاق العظم ويحتوى على شعر وغدد فى الجزء الخارجى ، اما فى الجزء الداخلى فتوجد غدد صمغية خاصة تقوم بافراز الشمع أو الصملاخ Wax (Cerumen) وهو مادة شمعية بنية اللون تساعد على الحفاظ على القناة .

وتتكون طبلة الاذن من نسيج ضام ليفى يغطى من الخارج بطلائية مصففة تشبه بشرة الجلد ، ومن الداخل بطبقة من الخلايا المكعبة .

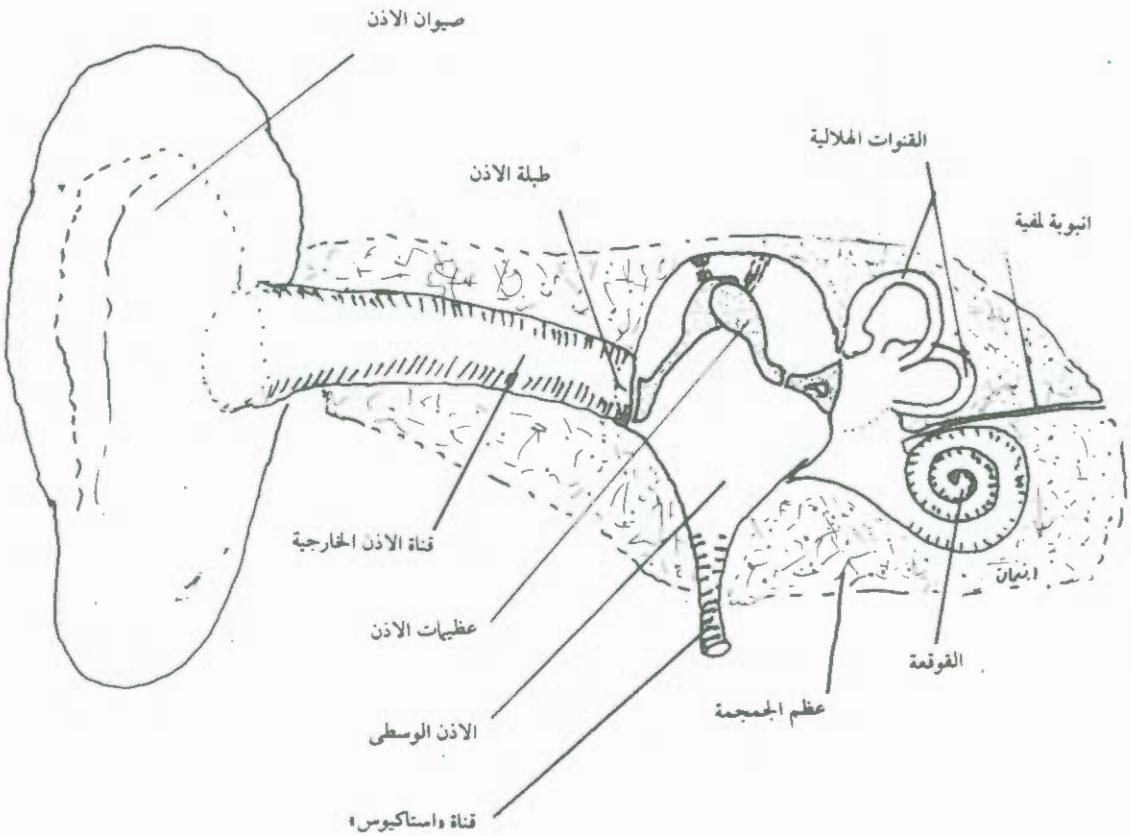
الاذن الوسطى (شكل ١٧٦) :

وهى تجويف عظمى مبطن بغشاء مخاطى رقيق ، وتتصل بالبلعوم عن طريق قناة استاكيوس Eustachian tube وتسمى أيضاً القناة السمعية . ويسمى تجويف الاذن الوسطى بالتجويف الطبلى Tympanic cavity وتكون طبلة الاذن الجدار الجانبى للتجويف بينما تكون الاذن الداخلية الجدار الداخلى لها . وتبطن الاذن الوسطى بطلائية بسيطة حرشفية تتحول الى مصففة كاذبة عند فتحة القناة السمعية وعلى طولها . ويوجد فى تجويف الاذن الوسطى ثلاث عظيمات هى بالترتيب من الخارج الى الداخل المطرقة Malleus والسندان Inchus والركاب Stapes

تلتصق المطرقة بالطبلة وتتمفصل مع السندان الذى يتمفصل من طرفه الآخر مع الركاب الذى يلتصق بغشاء الكوة البيضية Oval window وبذلك تنتقل اهتزازات الطبلة عبر العظيمات الى الاذن الداخلية . وتثبت بعض الاربطة والاوتار الرقيقة العظيمات فى أماكنها . وتتكون العظيمات من عظم اسفنجى مغطى بطلائية بسيطة حرشفية .

الاذن الداخلية Inner ear (شكل ١٧٦) :

وتسمى أيضاً بالتيه Labyrinth وتتكون من تيه عظمى Bony labyrinth يوجد بداخله تيه غشائى Membranous labyrinth تفصلهما ألياف بيض متشابكة بها سائل لمفى خاص Perilymph يتصل عن طريق القناة الدهليزية Vestibular aqueduct بالتجويف الشوكى المخى .



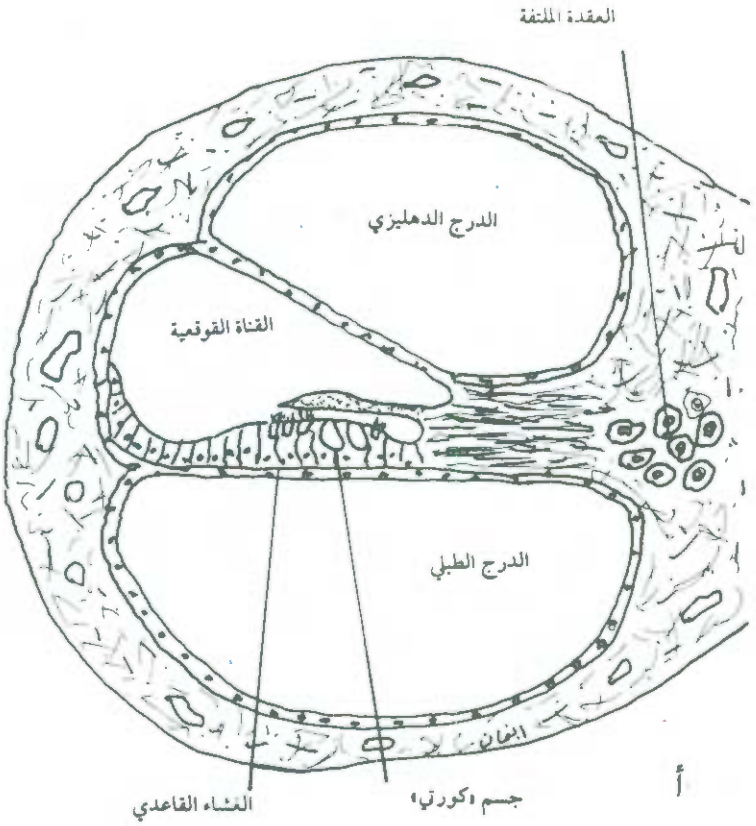
شكل (١٧٦) رسم تخطيطي للأذن

الدهليز الغشائى : هو الجزء الأول من الأذن الداخلية ويتكون من ثلاث تجاويف : القفاعة Utricle ، والكييّس Saccule والقنوات الهلالية Semicircular canals وتبطن هذه التجاويف بطلائية حرشفية بسيطة عدا مناطق طلائية حساسة Neuroepithelium تسمى البقعة القفاعية Macula utriculi والبقعة الكييّسية Macula sacculi أما فى القنوات الهلالية فتكون الطلائية الحساسة على شكل عرف موجود فى انتفاخ عند بدء كل قناة ويسمى العرف الانتفاخى Crista ampullaris .

تركيب الطلائية الحساسة :

يتكون النسيج الطلائى الحساس من نوعين من الخلايا : الأول حساس Sensory والثانى داعم Supporting والخلايا الحساسة مزودة بنتوءات علي سطحها ولذلك تسمى بالخلايا الشعرية Hair cells ويغطى سطح النسيج الحساس بطبقة جيلاتينية سميكة تحتوى على بللورات كلسية Otoliths (فى القفاعة والكييس فقط).

والشعيرات الموجودة على سطح الخلايا الشعرية ماهى الا خميلات طويلة مغمورة فى المادة الجيلاتينية.



شكل (١٧٧)

أ ـ رسم تخطيطي لقطاع عرضي في القوقعة

ب ـ عضو «كورتي»

وتؤدى حركة المادة الجيلاتينية وكذلك حركة السائل اللمفى الذى يملأ القنوات الهلالية الى الاحساس بالتوازن الـذى ينتقـل عبر الخلايا الحسية الى نهايات عصبية حسية تحيط بقواعد الخلايا الحسية. وتتجمع الالياف العصبية من جهاز التوازن لتكون العصب الدهليزى Vestibular nerve .

القـوقعـة الغشـائية Membranous cochlea (شكل ١٧٧) : وتوجد داخل قوقعة عظمية. ويمكن تصـور القـوقعـة كأنبوبة اسطوانية تضيق تدريجياً نحو طرفها وتلتف عدة مرات على نفسها لتصبح بشكل القوقعة. وفى المقطع العرضى للقوقعة يمكن تمييز ثلاثة تجاويف يفصلها غشاءان، هما الغشاء الدهليزى Vestibular membrane الى الاعـلى والغشـاء القـاعـدى Basilar membrane الى الاسفـل. امـا التجاويف فهى من اعلى الى اسفل : الدرج الدهليزى Scala vestibuli وتتصل عند قاعدتها بالدهليز، والقناة القوقعية Cochlear duct وتمثل التيه الغشائى للقوقعة، والدرج الطبلى Scala tympani ويتصل بالاذن الوسطى عن طريق الكوة المستديرة Round window .

ويسمى التجـويفـان الدهليزى والطبلى بالدرج لوجود حيد عظمى يبرز على حدود كل منهما ويلف مع القوقعة وكأنه درج مئذنة.

القنـــاة القـوقعيـــة :

وتبطن هذه القناة بطلائية تختلف حسب مكانها فتكون فوق الغشاء العلوى (الدهليزى) حرشفية بسيطة، وتكون عمودية على الضلع الجانبى للقناة ويكون النسيج الضام الذى تحتها غنياً بالاوعية الدموية، ولذلك تسمى هذه المنطقة من القناة القوقعية بالخط الوعائى Stria vascularis . ويعتقد ان تكون هذه المنطقة مصدر السائل اللمفى الداخلى Endolymph الذى يملأ القناة. وعلى الغشاء القاعدى تكون بطانة القناة القوقعية من الطلائية الحساسة التى تسمى عضو كورتى Organ of Corti .

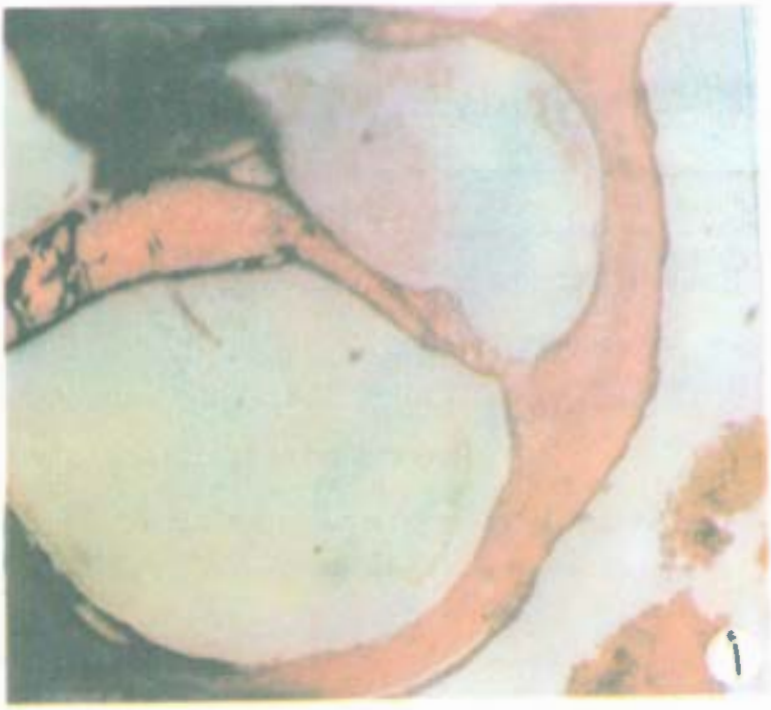
التركيب الدقيق لعضو كورتى (شكل ١٧٨) :

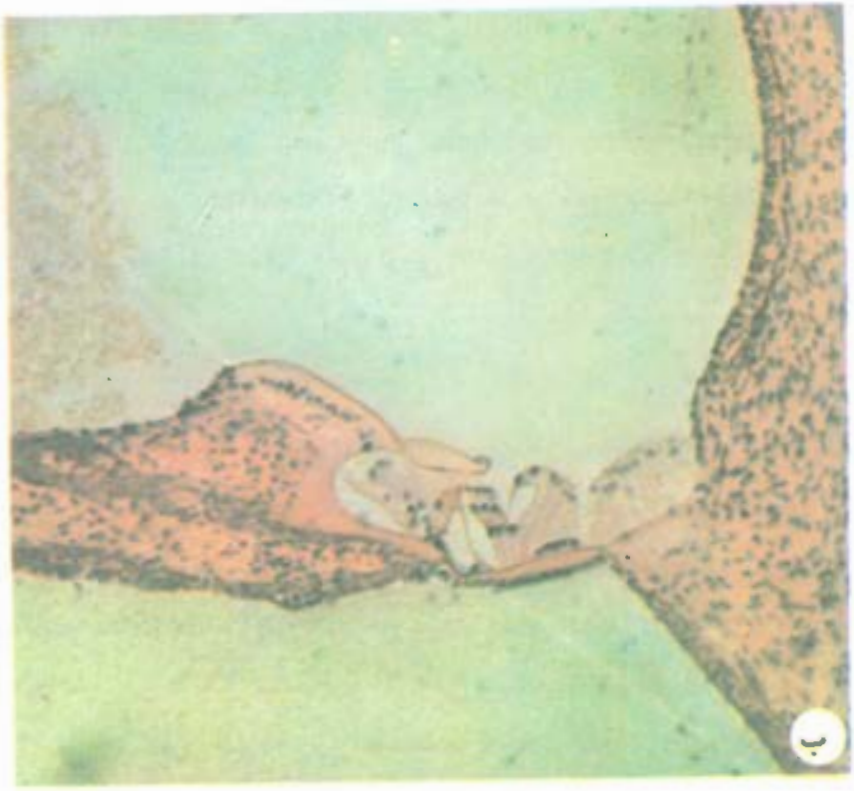
يتكـون هذا الجزء الحساس من القوقعة (ككل الانسجة الطلائية الحساسة) من خلايا شعرية حساسة وأخرى دعامية. والخلايا الدعامية تكون عمودية طويلة ولها اسماء مختلفة حسب موقعها فى عضو كورتى. ويظهر فى المقطع العرضى لعضو كورتى نفق مثلث قاعدته الغشاء القاعدى وضلعه الخارجى يتكون من خلايا دعـامية طويلة Outer pillar cells ومن الـداخل بخلايا دعامية مثلثة الشكل Phalangeal cells منها الخارجى ومنها الداخلى. ويوجد على سطح الجزء الداخلى من الغشاء القاعدى مجموعة من الخلايا الحدودية Border cells بينما توجد على الجزء الخارجى مجموعة من الخلايا الأخرى ذات الأشكال المختلفة وتسمى خلايا هنسن وخلايا كلودى Hensen's and Claude's cells .

شكل (١٧٨)

أ ـ قطاع عرضي في القوقعة قوة صغرى H&E البيانات كما في شكل (١٧٧)

ب ـ عضو كورتي قوة وسطى





الخلايا الشعرية : ويوجد صفان من الخلايا الشعرية، صف داخلى سمكه خلية واحدة، وصف خارجى سمكه ثلاثة خلايا. والخلايا الشعرية نوعان : الأول (I) خلايا كمثرية الشكل على قمتها حوالى من ٥٠ الى ٦٠ هدباً غير متحركة (خميلات طويلة) ولاتوجد عليها أهداب متحركة كما هو الحال فى الخلايا الشعرية الموجودة فى الدهليز. وتنتمى الخلايا الشعرية الداخلية الى هذا النوع. ويحيط بقواعدها نهايات عصبية حسية.

اما النوع الثانى (II) فهو خلايا اسطوانية ـ وتنتمى الخلايا الشعرية الخارجية الى هذا النوع ـ يوجد على سطحها عدد اكبر (يصل الى ١٠٠) من الأهداب غير المتحركة.

ويغطى عضو كورتى بغشاء جيلاتينى يسمى الغشاء السقفى Tectorial membrane وبحركته التى تنتج عن اهتزازات السائل اللمفى يحدث الومض العصبى الذى ينتقل عن طريق الالياف العصبية المحيطة بالخلايا الشعرية الى العقدة الحلزونية Spiral ganglion ومنها يخرج العصب السمعى.

وخلايا العقدة الحلزونية ثنائية القطب تكوّن شجيراتها الالياف المحيطة بالخلايا الشعرية بينما تكوّن محاورها العصب السمعى Acaustic nerve .

مراجـــع عامـــة

General References

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: Molecular biology of the Cell, New York, Garland Publishing, 1983.

ANDREW, W.; HICKMAN, C.P.: Histology of the vertebrates, St. Louis, Mobsy Co., 1974.

BLOOM, W.; FAWCETT, D.: Text book of histology. 10th ed., Philadelphia, Saunders Co., 1975.

CORMACK, D.H.: Ham's Histology, 9th ed., Philadelphia, Lippincott Co., 1987.

DYSON, R.D.: Cell Biology. A molecular approach. Boston, Allyn and Bacon, 1978.

FAWCETT, D.W.: The Cell: Its organelles and inclusions, 2nd ed. Philadelphia, Saunders Co., 1981.

GREEP, R.O.; WEISS, L.: Histology. 3rd ed. New York, McGraw Hill, 1973.

LEESON, C.R.; LEESON, T.S.; PAPARO, A.A.: Text book of Histology, 5th ed., Philadelphia, Saunders Co. 1985.

NASR, A.N.; SALEH, M.M.; SHAMEKH, R.A.: Notes on Cell Biology and General Histology. Assiut University, 1989.

NASR, A.N.; SALEH, M.M.; SHAMEKH, R.A. : Notes on Special Histology for medical students, Assiut University, 1989.

المجاهر والتحضيرات المجهرية

Microscopes & Microscopical techniques

BARER, R.: Lecture notes on the use of the microscope. Oxford, Blackwell, 1968.

EVERHART, T.E.; HAYES, T.L.: The scanning electron microscope. Sci. Am. 226: 54, 1972.

HAYAT, M.A.: Basic Electron Microscopy Techniques, New York, Van Nostrand Reinhold, 1972.

- - - - - - - - - - - - : Introduction to Biological Electron Microscopy. Baltimore, University Park Press, 1978.

JAMES, J.: Light Microscopic Techniques in Biology and Medicine. The Hague, Martinus Nijhoff, 1976.

NASR, A.N.: Cell Biology and Microscopic Technics. Assiut University 1985.

PEARSE, A.G.E.: Histochemistry - Theoretical and Applied. 3rd ed. Boston, Little, Brown, 1968.

ROGERS, A.W.; Techniques of autoradiography. 3rd ed. Amsterdam, Elsevier, 1979.

SABATINI, D.D.; BENSCH, K.; BARRNETT, R.J.: Cytochemistry and electron microscopy. The preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. J. Cell Biol., 17:19, 1963.

STEVENS, S.; HOOPER, C.: Use of Colchicine for Measurement of Mitolic Rate in the Instinal Epithelium. Am. J. Anat. 108:231, 1961.

WILLIAMS, M.A.: Autoradiography and Immunocytochemistry.

الخلية ـ الغشاء الخلوى والسيتوبلازم

Cell memrane & the Cytoplasm

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: Lysosomes and Peroxisomes. In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: The endoplasmic reticulum.

In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: The Golgi Apparatus. In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

ANDERSON, R.G.W.; KAPLAN, J.: Receptor-mediated endocytosis. In "Satir, B.H. (ed) Modern Cell Biology", vol.1, New York, Alan R. Liss Inc., 1983.

CAPALDI, R.A.: A dynamic model of cell membranes. Sci. Am., 230 : 26, 1974.

DEDUVE, C.: Microbodies in the Living Cell. Sci. Am. No.5, 248 : 74, 1983.

DEDUVE, C.; BEAUFAY, H.: A short History of Tissue fractionation. J. Cell Biol. 91: 293, 1981.

DUNPHY, W.G.; ROTHMAN, J.E.: Compartmental Organization of the Golgi Stack. Cell 42 : 13, 1985.

DUSTIN, P.: Microtubules. Sci. Am. 243 : 67, 1980.

LUFT, J.H.: The Structure and Properties of the Cell Surface Coat. Intr. Rev. Cytol. 45 : 291, 1976.

REVEL, J.P.: Electron Microscopy of Glycogen. J. Histochem. Cytochem. 12 : 104, 1964.

SIEKEVVITZ, P.; ZAMECNIK : Ribosomes and Protein Synthesis. J. Cell Biol. 91 : 53, 1981.

SLEIGH, M.A.(ed): Cilia and Flagella. London, Academic Press, 1974.

WESSELS, N.K.: How Living Cells change their shape. Sci. Am. 225: 76, 1971.

الخليـة ـ النـواة

Nucleus

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: The Cell Nucleus. In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

BARR, M.L.: The significance of the sex chromatin. Int. Rev. Cytol. 19: 35, 1966.

BASERGA, R.: The Cell Cycle. N. Engl. J. Med. 304 : 553, 1981.

BUSCH, H.; SMETANA, K.: The Nucleolus, New York, Academic Press, 1970.

DARNELL, J.E.: The Processing of DNA. Sci. Am. 249(4):90, 1983.

DUPRAW, E.J.: DNA and Chromosomes, New york, Holt, Rinehart and Winston, 1970.

FAWCETT, D.W.: The Cell. 2nd ed. Philadelphia, W.B. Saunders,1981.

INOUE, S.: Cell Division and the mitotic Spindle. J. Cell Biol. 91 : 131, 1981.

JORDAN, E.G.: The Nucleolus. 2nd ed. Oxford, Oxford University Press, 1978.

LEBLOND, C.P.; WALKER, B.E.: Renewal of Cell Populations. Physiol. Rev. 30 : 255, 1956.

LEBLOND, C.P.; WARREN, K.B.(eds) The Use of Autoradiography in Investigating Protein Synthesis. New York, Academic Press, 1965.

MARSDEN, M.; LAEMMLI, U.K.: Metaphase chromosome structure : Evidence for a radial Loop Model. Cell. 17:849, 1979.

النسيج الطلائي

Epithelial Tissue

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: Cell Junctions. In "Molecular Biology of the Cell ". New York, Garland Publishing, 1983.

FAWCETT, D.W.: Junctional Specializations. In the Cell 2nd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1981.

HERTZBERG, E.L.; LAWRENCE, T.S.; GILULA, N.B.: Gap Junctional

Communication. Annu. Rev. Physiol. 43: 479, 1981.

MOOSEKER, M.S.; BONDER, E.M.; CONZELMAN, K.A. et al.: Brush Border Cytoskeleton and integration of cellular functions. J. Cell Biol., 99; 104, 1984.

OVERTON, J: Experimental manipulation of desmosome formation. J. Cell Biol. 56 : 636, 1973.

REALE, E.: Electron microscopy of the basement membranes. In "Ruggeri, A., Motta, P. (eds) Ultrastructure of the Connective Tissue Matrix. Boston, Martinus Nijhoff, 1984.

STAEHELIN, L.A.; HULL, B.E.: Junctions between living cells. Sci. Am. 238 : 140, 1978.

النسيج الضام الأصيل

Connective Tissue Proper

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: The Extracellular matrix. In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

CAHILL, G.F.; RENOLD, A.E.; Adipose tissue - A brief History. In "Angel, A.; Hollenberg, C.H.; Roncari, D.A.K.(eds) Adipocyte and Obesity. New York, Raven Press, 1983.

CARR, J.: The Biology of Macrophages. Clin. Invest. Med. 1 : 59, 1978.

MOVAT, H.Z.; FERNANDO, N.V.P.: The fine structure of the Connective Tissue. II. The Plasma Cells. Exp. Mol. Pathol. 1:535, 1962.

ROSS, R.: Connective Tissue Cells, Cell proliferation and synthesis of extracellular matrix - a review. Philos. Trans. R. Soc. London (Biol) 271:247, 1975.

RUGGERI, A.; MOTTA, P.: Ultrastructure of the connective tissue matrix. Boston, Martinus Nijhoff, 1984.

SELYE, H.: The Mast Cells. Washington, Butterworth, 1965.

WEINSTOCK, M.; LEBLOND, C.P.: Formation of Collagen. Fed. Proc. 33:1205, 1974.

النسيج الضام الهيكلي

Skeletal Connective Tissue

ARSENAULT, A.L.; OTTENSMEYER, F.P.: Visualisation of early Intramembranous ossification by electron microscopic and spectroscopic imaging. J. Cell. Biol. 98:911, 1984.

CAPLAN, A.I.: Cartilage. Sci. Am. 251 No.4 : 84, 1984.

DIXON, A.D.; SARNAT. B.G.(eds): Normal and abnormal Bone growth: Basic and clinical research, New York, Alan R Liss, 1985.

HALL, B.K.: Cellular differentiation in skeletal tissues. Biol. Rev. 45:455, 1970.

HALL, B.K.(ed): Cartilage, vols. 1 to 3. New York, Academic Press, 1983.

HOLTROP, M.E.; KING, G.J.: The Ultrastructure of the osteoclact and its functional implications. Clin. Orthop. 123:177, 1977.

OWEN, M.: The origin of the bone cells. Int. Rev. Cytol. 28:213,1970.

REDDI, A.H.(ed): Extracellular matrix, structure and function. UCLA Symposia on Molecular and Cellular Biology. New Series, Vol.25, New York, Alan R. Liss, 1985.

الدم

Blood

BESSIS, M.: Living blood cells and their ultrastructure. New York, Springer-Verlag, 1973.

FARQUHAR, M.G.; BAINTON, D.F.: Cytochemical studies on leucocyte granules. Proc. 4th Int. Cong. Histochemistry and Cytochemistry. Kyoto, Society for Histochemistry and Cytochemistry, 1972.

KAY, A.B.: The role of the eosinophil in physiological and pathological processes. In "Thomson, R.A. (ed) Recent advances in clinical immunology, No.2, p.113. Edinburgh Churchill Livingstone, 1980.

REINERZ, E.L.; SCHLOSSMAN, S.F.: The differentiation and function of the human T lymphocytes. Cell 19:821, 1980.

SURGENOR, D.: The Red Blood Cell. 2nd ed, vols. 1 and 2, New York, Academic Press, 1974.

TAVASSOLI, M.; YOFFY, J.M.: Bone marrow structure and function. New York, Alan R. Liss, 1983.

VOGLER, L.B.; GROSSI, C.E.; COOPER, M.D.: Human Lymphocyte Subpopulations. In "Brown, E.B.(ed) Progress in Haematology. Vol.11, p.1, New York, Grune and Stratton, 1979.

WHITE, J.G.: The ultrastructure and regulatory mechanisms of Blood platelets. In "Lasslo, A.(ed). Blood platelet function and medicinal chemistry. p.15, New York, Elsevier Biomedical, 1984.

WRIGHT, D.G.; GREEN BERGER, J.S.: Long-term bone marrow culture. Kroc. Foundation Series, vol.18. New York, Alan R. Liss, 1984.

WRIGHT, J.H.: The Histogenesis of the blood platelets. J.Morphol. 21:263, 19

النسيج العضلي

Muscular Tissue

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: Muscle contraction. In "Molecular Biology of the Cell", New York, Garland Publishing, 1983.

CANTIN, M.; GENEST, T.: The Heart as an endocrine gland. Sci. Am. 254 No.2 : 76, 1986.

CARLSON, B.M.: The regeneration of skeletal muscle, A review. Am. J. Anat. 137:119, 1973.

DOWBEN, R.M.; SHAY, J.W.(eds) : Cell and muscle motility, vol.4, New York, Plenum, 1983.

FORBES, M.S.; SPERELAKIS, N.: The membrane system and cytoskeletal elements of mammalian myocardial cells. Cell and Muscle motility. 3 : 89, 1983.

GABELLA, G.: Fine structure of smooth muscle. Proc. Trans. R. Soc. London (Biol), 265 : 7, 1973.

RICE, R.V.; MOSES, J.A.; Mc MANUS, G.M. et al.: The organization of contractile filaments in a mammalian smooth muscle. J. Cell Biol. 47 : 183, 1970.

SQUIRE, J.: The structural basis of muscle contraction, New York, Plenum, 1981.

WONG, K.; RAMIREZ-MITCHELL, R.A.: Network of transverse and longitudinal intermediate filaments is associated with sarcomeres of adult vertebrate skeletal muscle. J. Cell Biol., 96 : 565, 1983.

ZUBRZYCKA, E.; McLENNAN, D.H.: Assembly of the sarcoplasmic reticulum. J. Biol. Chem., 251 : 7733, 1977.

النسيج العصبي

Nervous Tissue

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J. et al : The nervous system. In "Molecular biology of the cell". New York, Garland Publishing, 1983.

FEDOROFF, S.(ed) : Glial and neuronal cell biology. Eleventh International Congress of Anatomy, Part A. Progress in Clinical and Biological Research, New York, Alan A. Liss, 1981.

HOPKINS, W.G.; BROWN, M.C.: Development of Nerve Cells and their connections. London, Cambridge University Press, 1984.

LANDON, D.N.(ed): The peripheral nerve. London, Chapman and Hall, 1976.

LYNN, B.: Somatosensory receptors and their CNS connections. Ann. Rev. Cytology, 37 : 105, 1975.

NOBACK, C.R.; DEMAREST, R.J.: The nervous system, Introduction

and Review. 2nd ed. New York, Mc Graw-Hill, 1977.

NORTON, W.T.(ed) : Oligodendroglia. Advances in Neurochemistry. Vol.5, New York, Plenum, 1984.

PETERS, A.; PALAY, S.; WEBSTER, H.: The fine structure of the Nervous System. The neurons and supporting cells. Philadelphia, W.B. Saunders, 1976.

SCHWARTZ, J.H.: The transport of substances in nerve cells. Sci. Am. 242 No.4 : 152, 1980.

STEVENS S.F.: The Neuron. Sci. Am. 241 No.3 : 55, 1979.

الجهاز الدورى الدموى

Blood Circulatory System

BISCOE, T.J.: The carotid body. Structure and function, Physiol. Rev. 51:437, 1971.

NASR, A.N.: Effect of epinephrine injection on the acid mucopolysaccharides of rabbit's aorta. J. Egyptian Med. Assoc. 52: 290, 1969.

NASR, A.N.; ELEININ, M.A.: A microscopical study of the wall of large veins in man and sheep. Proc. Egypt. Soc. Histol. 1981.

ROBERTSON, A.L. Jr.; KHAIRALLAH, P.A.: Arterial endothelial permeability and vascular disease. Exp. Mol. Pathol. 18 : 241, 1973.

SIMIONESCU, M.; SIMIONESCU, N.; PALADE, G.E.: Characteristic endothelial junctions in different segments of the vascular system. Thromb. Res. (Suppl.II) 8:247, 1976.

SIMIONESCU, M.; SIMIONESCU, N.; PALADE, G.E.: Structural-functional correlates in the transendothelial exchange of water-soluble macromolecules. Thromb. Res. (Suppl. II) 8 : 257, 1976.

الجهاز اللمفاوى والمناعي

Lymphatic & Immune Systems

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.: The immune system. In "Molecular biology of the cell", New York, Garland Publishing, 1983.

BIENENSTOCK, J.(ed): Immunology of the lung and upper Respiratory tract., New York, Mc Graw Hill, 1984.

CHEN, L.T.; WEISS, L.: Electron microscopy of the Red pulp of Human Spleen. Am. J. Anat. 134: 425, 1972.

COOPER, M.D.; LAWTON, A.R.: The development of the immune system. Sci. Am. 231 : 58, 1974.

GOLDSCHNEIDER, I.; McGREGOR, M.D.: Anatomical distribution of T and B lymphocytes in the rat. J. Exp. Med. 138:1443, 1973.

HERBERMAN, N.B.; ORTALDO, J.R.: Natural Killer Cells: Their role in defenses against disease. Science, 214: 24, 1981.

HWANG, W.S.; HO, T.Y.; LUK, S.C. et al.: Ultrastructure of the rat thymus : A transmission, Scanning electron microscope, and morphometric study. Lab. Invest. 31: 473, 1974.

KUPPER, A.; SWAIN, S.L.; JANEWAY, C.A. et al.: The specific direct interaction of Helper T. cells and Antigen-Presenting cells. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 83 : 6080, 1986.

NOPAJAROONSRI, C.; LUK, S.C.; SIMON, G.T.: Ultrastructure of the normal lymph node. Am. J. Pathol. 65: 1, 1971.

RAFF, M.C.: Cell surface immunology. Sci. Am. 234: 30, 1976.

الجهاز الغطائي

Integumentary System

CHASE, H.B.: Growth of the hair. Physiol. Rev. 34:113, 1954.

ELIAS, P.M.; GOERKE, J.; FRIEND, D.S.: Mammalian epidermal barrier lyer lipids: Composition and influence on

structure. J. Invest. Dermatol. 69:535, 1977.

JIMBOW, K.; QUEVEDO, W.C.Jr.; FITZPATRICK, T.B. et al.: Some aspects of melanin biology. J. Invest. Dermatol. 67:72, 1976.

MONTAGNA, W.; BENTLEY, J.P.; DOBSON, R.L.(eds): The Dermis : Advances in Biology of skin, vol.10, New York, Appleton-Century - Crofts, 1970.

MONTAGNA W.; PARAKAL, P.F.: The structure and function of skin. New York, Academic Press, 1974.

NASR, A.N.: Histochemical study of lipids in human sebaceous glands. J. Histochem. Cytochem. 13 : 498, 1965.

NASR, A.N.: Histochemically demonstrable lipids in human eccrine and apocrine sweat glands. J. Royal Micr. Soc. 86:1, 1967.

NASR, A.N.: Lipids in the skin of mice deficient in essential fatty acids. Nature, 204:1305, 1968.

NASR, A.N.; SHOSTAK, S.: Mitotic activity in the skin of mice deficient in essential fatty acids. Nature, 207:5004, 1965.

ROWDEN, G.: Immuno-electron microscopic studies of surface receptors and antigens of human langerhans cell. Br. J.Dermatol. 97 : 593, 1977.

WINKELMANN, R.K.; BREATHNACH, A.S.: The Merkel Cell. J. Invest. Dermatol. 60 : 2, 1973.

الجهاز الهضمي

Digestive System

BERTALANFFY, F.D.: Cell renewal in the gastrointestinal tract of man. Gastroenterology 43:472, 1963.

BHASKAR, S.N.(ed): Orban's oral histology and embryology 8th ed. St. louis, Mosby, 1976.

NASR, A.N.; GABRI, M.S.; EL-SHEREIF, G.: Effect of variable doses

of aspirin on the histology and histochemistry of the gastro-intestinal tract of pregnant albino rats and their new borns. Assiut Med. Jour. 7(2): 10, 1984.

OCKNER, R.K.; ISSEL BACHER, K.J.: Recent concepts of intestinal fat absorption. Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol. 71:107, 1974.

SOLCIA, E.; CAPELLA, C.; VASSALLO, G. et al.: Endocrine cells of the gastric mucoza. Int. Rev. Cytol. 42 : 223, 1976.

WALKER, W.A.; HONG, R.: Immunology of the gastrointestinal tract. Part I. J. Pediatr. 83:517, 1973.

الغدد الملحقة بالقناة الهضمية

Glands of the Digestive System

ANDERSSON, S.: Secretion of gastrointestinal hormones, J.H. Conroe, I.S. Edelman, and R.R. Sonnenschein, eds. Annu. Rev. Physiol. 35:431-452, 1973.

BAUM, J.B.; SIMMONS, B.F.; UNDER, R.H.; and MADISON, L.L.: Localization of glucagon in the alpha cells in the pancreatic islet by immunofluorescent techniques. Diabetes 11:371,1962.

BRAUER, R.W.: Liver circulation and function. Physiol. Rev.43:115, 1963.

CARDELL, R.R. Jr.: Smooth endoplasmic reticulum in rat hepatocytes during glycogen deposition and depletion. Int. Rev. Cytol. 48:221, 1977.

CARO, L.G. and PALACK, G.E.: Protein synthesis, storage and discharge in the pancreatic exocrine cell: an autoradiographic study. J. Cell Biol. 20:4, 1964.

DALLNER, G.; SIEKEVITZ, P.; and PALADE, G.E.: Biogenesis of endoplasmic reticulum membranes. I. Structural and chemical differentiation in developing rat hepatocyte. J. Cell Biol. 30:73, 1966.

DESOUKI, M.A.; NASR, A.N.; MORSY, G.A. et al.: A stuuy of mitotic

index in the liver and kidney of Albino rat during postnatal development. Assiut Med. J. 12(1):1, 1988.

JOHNSON, L.R.: Gastrointestinal hormones and their functions. Annu. Rev. Physiol. 39:135-158, 1977.

LACY, P.E.: The pancreatic beta cell: structure and function. N. Engl. J. Med. 276:187, 1967.

الجهاز التنفسي

Respiratory System

ANWAR, I.M.; HAWARY, H.S.; NASR, A.N.: Histochemical studies on the olfactory system of Gullus domesticus. Bull. Fac. Sci. Asst. Univ. 9:1, 1980.

BRAIN, J.D.; PROCTOR, D.F.; and REID, L., eds.: Respiratory Defense Mechanisms. New York: Marcell Dekker, 1977.

KILBURN, K.H.: Functional morphology of the distal lung. Int. Rev. Cytol. 37 : 153, 1974.

KING, R.J.: The surfactant system of the lung. Fed. Proc. 33 : 2238, 1974.

LAUWERYNS, J.M.: The blood and lymphatic microcirculation of the lung. In S.C. Sommers (ed.), Pathology Annual, vol.6. New York: Appleton-Century-Crofts, 1971. P.365.

MOKHTAR, M.; NASR, A.N.; OSMAN, M.: Nasal atrophy. Aetiopathogenesis. J. Egyptian Med. Assoc. 54:417, 1971.

NASR, A.N.; KADER, G.A.; SEOUD, M.S. et al.: Histological and histochemical studies of the respiratory system of guinae pigs after treatment with antibiotics. Proc. Egypt. Soc. Histol. 1978.

SMITH, U.; AND RYAN, J.: Electron microscopy of endothelial and epithelial components of the lungs: correlations of structure and function. Fed. proc. 32:1957, 1973.

الجهاز البولي

Urinary System

BARAJAS, L.: The ultrastructure of the juxtaglomerular apparatus as disclosed by three-dimensional reconstructions from serial sections. Ultrastruct. Res. 33:116-147, 1970.

BARGER, A.C.; and HERD, J.A.: Renal vascular anatomy and distribution of blood flow. In J. Orloff and R.W. Berliner (eds.), Handbook of Physiology. Sect.8, pp.349-313. Baltimore: Waverly, 1973.

DAVIS, J.O. and FREEMAN, R.H.: Mechanisms regulating renin release. Physiol. Rev. 56 : 1-56, 1976.

JORGENSEN, F.: The Ultrastructure of the Normal Human Glomerulus. Copenhagen: Munksgaard, 1966.

PITTS. R.F.: Physiology of the Kidney and Body Fluids. Chicago: Year Book, 1963.

STEIN, J.H.: The renal circulation. In B.M. Brenner and F.C.Rector (eds.), The Kidney, vol.II, 1976. Chap.5, pp.215-244.

TISHER, C.C.: Anatomy of the Kidney. In B.M. Brenner and F.C.Recto (eds.), The Kidney, vol.1, 1976, Chap.1, pp.3-57.

TISHER, C.C.; BULGER, R.E.; and TRUMP, B.F.: Human renal ultrastructure. I. Proximal tubule of healthy individuals. Lab. Invest. 15:1356-1394, 1966.

الغدد الصم

Endocrine Glands

BARGMANN, W.: Neurosecretion. Int. Rev. Cytol. 19 : 183-201, 1966.

CHRIST, J.F.: Nerve supply and cytology of the neurohypophysis. In G.W. Harris and B.T. Donovan (eds.), The pituitary Gland, vol.3. Berkeley: University of California Press, 1966. pp.62-130.

CHRISTY, N.P., ed.: The Human Adrenal Cortex. New York. Harper & Row, 1971.

COUPLAND, R.E.: The Natural History of the Chromaffin Cell. London: Longmans, Green, 1965.

FISHER, C.V.; INGRAM, R.; and RANSON, S.W.: Diabetes Insipidus and the Neurohumoral Control of Water Balance: A Contribution to the Structure and Function of the Hypothalamicohypophysial System. Ann Arbor: J.W. Edwards, 1938.

MORIARITY, G.C.: Adenohypophysis: ultrastructural cytochemistry. J. Histochem. Cytochem. 21:855, 1973.

NASR, A.N.; SALEH, M.M.; SHAMIKH, R.A. et al.: Some histochemical studies on the pineal gland of albino rat. Assiut Med. J. 10 (1) : 35, 1986.

NASR, A.N.; SALEH, M.M.; SHAMIKH, R.A. et al : Some morphological aspect of the rat pineal gland as revealed by scanning E.M. Assiut Med. J. 11(1) : 45, 1987.

NUNEZ, E.A.; and GERSHON, M.D.: Cytophysiology of thyroid parafollicular cells. Int. Rev. Cytol. 52:1-68, 1978.

REITER, R.J.: Comparative physiology: pineal gland. Annu. Rev. Physiol. 35 : 305-328, 1973.

STERLING, K.; and LAZARUS, J.H.: The thyroid and its control. Annu. Rev. Physiol. 39 : 349-371, 1977.

الجهاز التناسلي الذكرى

Male Reproductive System

BRANDES, D. ed.: Male Accessory Sex Organs. Structure and Funttion in Mammals. New York : Academic Press, 1974.

CHRISTENSEN, A.K.: Leydig cells. In D.W. Hamilton and R.O. Greep (eds.), Handbook of Physiology, vol.V., Washington, D.C.: American Physiological Society, 1975. Sect. 7, pp.57-94.

FAWCETT, D.W.: Ultrastructure and function of the Sertoli cell. In D.W. Hamilton and R.O. Greep (eds.), Handbook of Physiology, vol.V., Washington, D.C.: American Physiological Society, 1975. Sect. 7, pp.21-55.

HAMILTON, D.W.: Structure and function of the epithelium lining the ductuli efferentes, ductus epididymidis, and ductus deferens in the rat. In D.W. Hamilton and R.O. Greep (eds.), Handbook of Physiology, vol.V. Washington, D.C.: American Physiological Society, 1975. Sect. 7, pp. 259-301.

JOHNSON, A.D.; and GOMES, W.R.: The Testis, Vol. IV. New York: Academic Press, 1977.

JOHNSON, A.D.; GOMES, W.R., and VanDEMARK, N.L., eds. : The Testis, Vols. I-III. New York: Academic Press, 1970.

MANN, T.: The Biochemistry of Semen and of the Male Reproductive Tract. London: Methuen, 1964.

McNEAL, J.E.: Regional morphology and pathology of the prostate. Am. J. Clin. Pathol. 49:347-357, 1968.

NASR, A.N.; HASSANEIN, A.F.M.; MAHMOUD, A.B. et al : Effect of hypervitaminosis "A" on the testis of mice. Assiut Med. Jour. 9(4) : 648, 1985.

NASR, A.N.; SALEH, M.M.; ALI, S.S.: Histology and histochemistry of the human prepuce in different ages. Proc. Egypt. Soc. Histol. 1980.

ROOSEN-RUNGE, E.C.: The Process of Spermatogenesis in Animals. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.

TROEN, P., and NANKIN, H.R., eds.: The Testis in Normal and Infertile Men. New York: Raven, 1977.

YATES, R.D., and GORDON, M., eds.: Male Reproductive System: Fine Structure Analysis by Scanning and Transmission Electron Microscopy. New York : Masson, 1977.

الجهاز التناسلي الانثوى

Female Reproductive System

BANARJEE, M.R.: Responses of mammary cells to hormones. Int. Rev. Cytol. 47:1, 1976.

BLANDAU, R.J., and MOGHISSI, K.: The Biology of the Cervix. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

GURAYA, S.S.: Morphology, histochemistry and biochemistry of human oogenesis and ovulation. Int. Rev. Cytol. 37:121, 1974.

GURAYA, S.S.: Recent advances in the morphology, histochemistry and biochemistry of the developing mammalian ovary. Int. Rev. Cytol. 51:49, 1977.

NASR, A.N.; SHAMIKH, R.N.; MAHMOUD, M.M.: Histological and histochemical studies on the effect of oral contraceptives on non-lactating mammary gland. Assiut Med. Jour. 9:135, 1985.

NASR, A.N.; SHAMIKH, R.N.; MAHMOUD, M.M.: Histological and histochemical studies on the effect of contraceptives on lactating mammary glands. Assiut Med. Jour. 9:149, 1985.

SEGAL, S.J.: The physiology of human reproduction. Sci. Am. 231 : 52, 1974.

SCHMIDT-MATTHIESEN, H.: The Normal Human Endometrium. New York: McGRAW-Hill, 1963.

العـــين

Eye

DAVSON, H.: The Physiology of the Eye. New York: Academic, 1972.

DOWLING, J.E.: Organization of vertebrate retinas. Invest. Opthamol. 9 : 655, 1970.

FINE, B.S., and YANOFF, M.: Ocular Histology. New york: Harper & Row, 1972.

HOGAN, M.J.; ALVARADO, J.A.; and WEDDELL, J.E.: Histology of the Human Eye. Philadelphia: Saunders, 1971.

NASR, A.N.; ALI, S.S.; SOLIMAN, F. et al : Studies on the eye of Nile teleosts I. Structural-Functional adaptation of the eye. United Arab Emirates Faculty of Science Journal: 3 : ,1991.

الاذن

Ear

KIMURA, R.S.: The ultrastructure of the organ of Corti. Rev. Cytol. 42 : 173-219, 1975.

POLYAK, S.; McHUGH, G.; and JUDD, D.K., Jr, : The Human Ear in Anatomical Transparencies. New York: T.H. McKENNA, 1946.

RASMUSSEN, G.; and WINDLE, W.F., eds. : Neural Mechanisms of the Auditory and Vestibular Systems. Springfield, Illinois: Thomas, 1961.

WERSALL, J.: Studies on the structure and innervation of the sensory epithelium of the cristae ampullares in the guinea pig. Acta otolaryngol. (Stockholm) 126 (Suppl.), 1956.

ملحق للمصطلحات الأجنبية ومقابلها بالعربية

"A"

Absorptive epithelium	طلائية امتصاصية
Acaustic nerve	العصب السمعي
Accumulation	التراكم (داخل الخلايا)
Acetic acid	حمض الخليك
Acid mucopolysaccharide (AMPS)	عديدات التسكر المخاطية الحمضية
Acrosomal vesicle	حويصلة الجسم الطرفي للحيوان المنوي
Acrosome	الجسم الطرفي للحيوان المنوي
ACTH	الهرمون النخامي المؤثر على قشرة غدة الكظر
Actin	الحركين وهو أحد بروتينات الخلايا العضلية
Active transport	النقل الايجابي (عبر غشاء الخلية)
Adenohypophysis	الجزء اللحمي من الغدة النخامية
Adipocytes	الخلايا الدهنية
Adipose tissue	النسيج الدهني
ADP	ثنائي فوسفات الادينوزين
Adsorption	ادمصاص
Adventitia	الطبقة الخارجية
Alimentary canal	القناة الهضمية
Alveolar ducts	القنوات الحويصلية
Alveolus (-li)	حويصلة (حويصلات)
Ampulla	انتفاخ (في قناة)
Analyzer	محلل (للضوء)
Anaphase	المرحلة الانفصالية في الانقسام الخلوي
Anisotropic	غير متجانسة
Annulus	حلقـة
Antibodies	أجسام مضادة
Antidiuretic hormone (ADH)	الهرمون المضاد للادرار
Antiginicity	الصفة المناعية
Apocrine	قمي الافراز
Appendices epiploicae	الزوائد المتدلية (في الامعاء الغليظة)
Aquous humor	السائل المائي (في العين)
Arrector pili muscles	العضلات الانتصابية للشعرة
Arterial sheath	الغلاف الشرياني (في الطحال)
Arteriole	الشريّن
Arteriovenous anastomosis	الاتصال الشريانوريدي
Artery	شريان
....., Arcuate ---	الشريان القوسي
....., Central ---	الشريان الوسطى
....., Cerebral ---	الشريان المخي
....., Coiled ---	الشريان الملتف
....., Elastic ---	الشريان المرن
....., Helicine ---	الشريان الحلزوني
....., Hypophyseal ---	الشريان النخامي
....., Internal carotid ---	الشريان السباتي الداخلي

....., Muscular ---	الشريان العضلي
....., Penicellar ---	الشريان المستقيم
....., Penile ---	الشريان القضيبي
....., Pulmonary ---	الشريان الرئوي
....., Sheathed ---	الشريان المغلف
....., Splenic ---	الشريان الطحالي
....., Trabecular ---	الشريان الحاجزي
....., Umblical ---	الشريان السري
Astrocytes	خلايا الغراء العصبي النجمية
....., Fibrous ---	خلايا الغراء العصبي النجمية الليفية
....., Granular ---	خلايا الغراء العصبي النجمية الحبيبية
Atoms	ذرات
ATP	ثلاثي فوسفات الادينوزين
ATPase	الانزيم الخاص بالـ ATP
Auriculo-ventricular node (AVD)	العقدة الاذينبطينية
Autoflourescent	ذاتي الفلوريسية
Autolysis	التحلل الذاتي للخلية
Autolysosomes	الليسوسومات الذاتية
Autoradiography	تسجيل الاشعاع الذاتي
Axon	محور الخلية العصبية
..... hillock	هالة المحور
Axoneme	هيكل الهدب
Azurophilic	آزوري (لازوردي) الاصطباغ

"B"

Barr body	جسم «بار» او الكروماتين الجنسي
Basal body	الجسم القاعدي
Basilar membrane	الغشاء القاعدي (في الاذن الداخلية)
Basophilic	قاعدي الاصطباغ
Basophils	خلايا قاعدية الاصطباغ
Bavement	بلاطي
Best's carmine	صبغة أحمر «بست»
Bileruben	أحمر الصفراء (أحد مكونات الصفراء)
Binding	ارتباط
Binucleated	مزدوج (ثنائي) الانوية
Bipolar	ثنائي القطب (خلية عصبية)
Birefringent	مزدوجة الانكسار
Blade	نصل (كما في انصال الهدب)
Blastula	البلاستيولا (أحدى أطوار الجنين المبكرة)
Blind spot	البقعة العمياء (في شبكية العين)
Blood	دم
..... air barrier	الحاجز الدموي الهوائي
..... brain barrier	الحاجز الدموي العصبي
..... capillary	شعيرة دموية
..... cerebrospinal barrier	الحاجز الدموي المخي
..... leucocytes	خلايا الدم البيض
..... platelets	الصفائح الدموية
..... vessels	الاوعية الدموية

Bone	العظـــم
....., Cancellous (Spongy) ---	عظم اسفنجي
....., canaliculi	قنيات العظم
..... matrix	أرضية العظم
....., Compact ---	العظم الرصين (الكثيف)
Bony labyrinth	التيه العظمي (للأذن الداخلية)
Bowman's capsule	محفظة «بومان»
..... membrane	غشاء «بومان» في قرنية العين
Brain sands	رمال المخ (في الغدة الصنوبرية)
Broad ligament	الرباط العريض (للرحم)
Bronchiole	شعيبة هوائية
....., Terminal ---	شعيبة هوائية نهائية
Bronchus	شعبة هوائية
Bruch's membrane	غشاء «بروك» (في جدار مقلة العين)
Brush surface	سطح فرشاتي
Buffers	منظمات
Bulbar conjunctiva	ملتحمة مقلة العين
Bulk transport	النقل الكتلي عبر الغشاء الخلوي
Bursa of Fabricious	كيس «فابريشيس»
..... equivelent	مكافىء كيس «فابريشيس»

"C"

Calyces	كـــؤوس (كلوية)
Calyx major	كأس كلوي كبير
..... minor	كأس كلوي صغير
Canal of Schlemm	قناة «شلم» (في العين)
....., Volkman's ---	قناة «فولكمان» في العظم
Canaliculus (i)	قنيـــة (قنيات)
Capillary, Fenestrated ---	شعيرة دموية مثقبة
....., Sinusoidal ---	شعيرة دموية جيبية
Capsule	محفظة
Carotene	الجزرين
Carotenoids	مواد جزرية
Carrier	حامل للمواد المنقولة عبر الغشاء الخلوي
Cartilage, Elastic ---	غضروف مرن
....., Fibro ---	غضروف ليفي
....., Hyaline ---	غضروف زجاجي
Catalase	انزيم مساعد
Cataract	المياه البيضاء (مرض في العين)
Catecholamine	كاتيكول آمين
Caudal tube	الانبوبة الذيلية (في الحيوان المنوي)
Caveoles	كهيفات (على سطح بعض الخلايا)
Cell	خليـــة
....., Amacrine ---	احدى الخلايا غير المحورية في شبكية العين
....., Animal ---	خلية حيوانية
....., Betz ---	خلية «بتز» في قشرة المخ
....., Border ---	الخلية الحدودية (في الاذن الداخلية)
....., Centroacenose ---	الخلية المركزية في الحويصلة البنكرياسية

....., Chief (peptic) ---	الخلية الرئيسية او الببسينية
....., Chromaffin ---	الخلية الكروماڤينية في نخاع غدة الكظر
....., Clear ---	الخلية الرائقة في الغدة الدرقية
....., coat (glycocalyx)	الغطاء الخلوي
..... Cushion ---	الخلية الوسادية (في الكلية)
....., cycle	دورة الخلية
....., death	موت الخلية
....., development	النمو الخلوي
....., Dicidual ---	الخلايا المؤقتة او المتساقطة (في الرحم)
....., Differentiated ---	خلية متخصصة او متميزة
....., differentiation	التمييز الخلوي
....., Diploid ---	خلية ثنائية المجموعات الكروموسومية
....., Dust ---	الخلايا الترابية في الرئة
.....s, Enteroendocrine ---	الخلايا الصم في القناة الهضمية
....., Eukaryotic ---	خلية حقيقية
....., Follicular ---	خلية حويصلية (في الغدة الدرقية)
....., General structure of ---	التركيب العام للخلية
....., Giant ---	خلية عملاقة
....., Granulosa lutein ---	الخلية الحبيبية الصفراء (في الجسم الأصفر)
..... growth	التكاثر الخلوي
.....s, Hair ---	الخلايا الشعرية (في الطلائية الحساسة)
....., Haploid ---	خلية احاديةالمجموعة الكروموسومية
.....s, Heart failure ---	خلايا هبوط القلب في الرئة
.....s, Helper ---	خلايا «ت» اللمفية المساعدة
..... integration	التكامل الخلوي
....., Interstitial ---	الخلية البينية الصماء في الخصية
....., Killer ---	خلايا «ت» اللمفية القاتلة
....., Kupffer ---	خلية «كوفر» الكبدية الالتهامية
....., Langerhans ---	خلية «لانجرهانز» المناعية في الجلد
..... lines	الخطوط الخلوية في مزارع الانسجة
....., Littoral ---	الخلية الشاطئية أو الحافية (في الجيوب الدموية)
....., Mast ---	خلية صارية
....., membrane	غشاء الخلية
....., Memmory ---	خلايا «ت» اللمفية ذات الذاكرة
....., Merkel ---	خلية «ميركل» اللمسية
....., Mesangeal ---	خلية وسطية (في الكلية)
....., Mucous neck ---	خلية مخاطية عنقية (في الغدة المعديّة)
....., Myoepithelial ---	خلية طلائية عضلية
.....s, Myoid ---	شبيهات الخلايا العضلية
....., Nerve ---	خلية عصبية
....., nests	أعشاش خلوية
....., Neuroepithelial ---	خلية طلائية حسية
.....s, Neuroglial ---	خلايا الغراء العصبي
..... number	عـدد الخلايا
....., Olfactory ---	خلية شمية
....., organelles	عضيات الخلية
.....s, Oxyphil ---	خلايا حمضية الاصطباغ
.....s, Paneth ---	خلايا «بانث» في الامعاء
....., Parietal (oxyntic)	خلايا جدارية (حمضية) في المعدة

.....s, Plasma ---	خلايا بلازمية
.....s, Principal ---	خلايا رئيسة أو اساسية (في الغدة جار الدرقية)
....., Prokaryotic ---	خليـة أوليـة
....., Purkinje ---	خلية «بركنجي» في المخيخ
....., Reticular ---	خلية شبكية
....., Satellite ---	خلية مصاحبة (في العضلات الهيكلية)
....., Schwann	خلية «شوان» في الالياف العصبية الطرفية
....., Sex ---	خلية جنسية
....., shape	شكل الخلية
....., size	حجم الخلية
....., Somatic ---	خلية جسمية
....., Spindle ---	خلية مغزلية (في دم غير الثدييات)
....., Supressor ---	خلية «ت» اللمفية المثبطة
....., Supporting ---	خلية مساعدة (دعامية)
....., Theca lutein	خلية غمدية صفراء (في الجسم الأصفر بالمبيض)
..... theory	نظرية الخلية
....., Thread ---	خلية خيطية (في جلد بعض الفقاريات)
....., White blood ---	خلية دموية بيضاء
Cellula (-e)	خلية (في اللاتينية)
Cellular	خـلوي
Cement	اسمـنت
Centriole	جسيم مركزي
Centromere	حبيبة مركزية في الكروموسوم
Centrosome	جسم مركزي
Centrosphere	الدائرة المركزية
Cerume (wax)	الصملاخ او شمع الاذن
Cervix	عنق (الرحم)
CFU	مكونات المستعمرات (أثناء تكون عناصر الدم)
CFU-e	مكونات المستعمرات التي تتأثر بمادة الارثروبويتين
CFU-G	مكونات المستعمرات الخاصة بالخلايا الحبيبية
CFU-l	مكونات المستعمرات الخاصة بالخلايا اللمفية
Chambers	حجـرات
Chemoreceptors	مستقبلات كيماوية
Cholecystikinin	هرمون ينشط الحوصلة الصفراوية
Cholesterol	الكولسترول (مادة دهنية)
Chondroblasts	أمهات الخلايا الغضروفية
Chondrocytes	الخلايا الغضروفية
Chondroitin sulfate	كبريتات الغضروفين
Chondrosomes	أجسام حبيبية (أول اسم للمايتوكوندريا)
Chromatin	الكروماتين (المادة الاصطباغية)
..... islands	جزر كروماتينية
....., Nucleolar associated ---	كروماتين محيط بالنوية
....., Peripheral ---	كروماتين حافي
....., Sex ---	كروماتين جنسي
Chromosome	كروموسوم (أجسام اصطباغية)
....., Acrocentric ---	كروموسوم طرفي
....., Double ---	كروموسوم مزدوج
....., Metacentric ---	كروموسوم منتصفي
....., Single ---	كروموسوم منفرد

....., Submetacentric —	كروموسوم قبل منتصفي
..... ., Telocentric ---	كروموسوم نهائي
Chromoblasts	خلايا صبغية حقيقية
Chromophils	خلايا محبة للاصطباغ (في الغدة النخامية)
Chromophobes	خلايا غير قابلة للاصطباغ (في الغدة النخامية)
Chromophores	خلايا حاملة للصبغة
Choriocapillaris	منطقة الشعيرات الدموية في مشيمية العين
Chorionic villi	الخملات المشيمية
Choroid	المشيمية (في العين)
Cider wood oil	زيت خشب السدر
Cilia	اهداب
Ciliary body	الجسم الهدبي (في العين)
..... muscles	العضلات الهدبية (في العين)
..... processes	النتوءات الهدبية (في العين)
Cisternae	صهاريج (حويصلات مفلطحة)
Cisternal	صهريجية الشكل
Clara cells	خلايا «كلارا» في الشعيبات الهوائية
Claude's cells	خلايا «كلودي» في الأذن الداخلية
Clearing	عملية الترويق (احدى خطوات التحضيرات المجهرية)
Clitoris	البظـــر
Cochlear tube	القناة القوقعية في الاذن الداخلية
Colchicine	اللحلاحين أو الكولشيسين (مادة سامة للخلايا)
Collecting duct	القناة الجامعة في الكلية
Colloid	مـادة غروانية
Colors	الـوان
Columns of Bertini	أعمدة «برتيني» في الكلية
Columnar	عمودي
Compact layer	الطبقة الرصيه في الرحم
Cones	مخاريط شبكية العين
Cone cell	الخلايا المخروطية
Conheim's columns	اعمدة «كونهايم» في الألياف العضلية
Continuous renewal cell system	النظام الخلوي دائم التجدد
Contr st	التضـــاد
Corneal corpuscles	الكريات (الخلايا) القرنية
Cornea	قرنية العين
Corona radiata	التاج المشع (حول البويضة)
Corpus	جســـم
..... albicans	جسم أبيض في المبيض
..... luteum	الجسم الاصفر في المبيض
..... luteum of menestruation	الجسم الاصفر الطمثي
.... pregnancy	الجسم الاصفر الحملي
Corpora amelacea	الأجسام المتحجرة في البروستاتا
Corpora atretica	الاجسام التحللية في المبيض
Cortex	قشـــرة
Cortical stroma	أرضية القشرة (في المبيض)
Cremaster muscles	ألياف عضلية هيكلية في الحبل المنوي
Crescents	أهله (جمع هلال في الغدد اللعابية)
Crests	أعراف أو أرفف (في المايتوكوندريا
Crista ampullaris	العرف الانتفاخي (في الأذن الداخلية)

Crown	تاج (السن)
Crypts of Leiberkuhn	أخاديد «ليبركون» (الغدد المعوية)
Crystals of Reinke	بللورات «راينكي» (في الخلايا البينية للخصية)
Cuboidal	مكعبي
Cumulus oophorus	ركام البويضة
Cuticle	جليّـد
Cyclic AMP	أحادي فوسفات الادينوزين الحلقي
Cyclostomes	دائريات الفم
Cytochrome oxidase	انزيم السيتوكروم اكسيديز
Cytokalasin B	عقار سام للخلايا
Cytoplasm	السيتوبلازم
Cytoplasmic inclisions	محتويات السيتوبلازم غير الحية
..... matrix	أرضية السيتوبلازم
..... reticular (vacuolar)	الجهـاز الشبكي (الفجـوي) السيتـوبـلازمي
Cytoskeleton	هيكل الخلية
Cytotrophoblast	الطبقة الخلوية المغذية (في المشيمة)

"D"

Dehydration	ازالة الماء (التجفيف)
Dendrites	تفرعات شجيرية (للعصبونة)
Dentine	العاج
Dermatogliphics	بصمات الاصابع
Dermis	الأدمـة
Descemet's membrane	غشاء «دسمت» (في قرنية العين)
Desmosomes	أجسام الربط المتين
Differentiation	تميّـز
Dilator muscles	العضلات الموسعة (في قزحية العين)
DNA	الحمض النووي الديزوكسيريبوزي
Downy (hair)	زغـبي (شعر)
Duct of Bellini	قناة «بلليني» (في الكلية)
....., Ejaculatory ---	القناة القاذفة
....., Intercalated ---	القناة البينية (في الغدد اللعابية)
Duodenum	الاثنى عشـر
Dynein	الحركين (بروتين يكوّن أصابع الهدب)

"E"

Ear	الأذن
Ectoderm	الاكتودرم أو الادمة الخارجية (احدى الطبقات الجرثومية)
Ectoplasm	الاكتوبلازم (السيتوبلازم الخارجي)
Elastin	الإلاستين (مادة الالياف المرنة)
Eleidin	الإليدين (مادة في خلايا بشرة الجلد)
Elementary particles	الحبيبات الاولية (في المايتوكوندريا)
Embedding	الطمر (احدى خطوات التحضيرات المجهرية)
Enamel	المينا (في السن)
Encapsulated	متحوصل
Endocardium	بطانة القلب
Endocytosis & Exocytosis	الادخال والاخراج الخلوي
Endoderm	الاندودرم (الادمة الداخلية)

Endogenous	يتكون داخلياً (داخلي المصدر)
..... pigments	صبغات داخلية المنشأ
Endolymph	اللمف الداخلي (في الاذن الداخلية)
Endomembranes	الاغشية الداخلية في الخلية
Endometrium	بطانة الرحم
Endomysium	غلاف الليفة العضلية
Endoneurium	غلاف الليفة العصبية
Endoplasm	الاندوبلازم (السيتوبلازم الداخلي)
Endoplasmic reticulum	الشبكة الاندوبلازمية
Endorphin	المورفين الداخلي
Endosteum	بطانة العظم
Endothelium	البطانية (للأوعية الدموية)
Enteroceptive	ذو حساسية داخلية
Enteroceptors	مستقبلات داخلية
Enteroendocrine (cells)	الخلايا الصم في بطانة القناة الهضمية
Eosin	ايوسين ـ صبغة حمضية حمراء اللون
Eosinophils	خلايا دم بيض حمضية الاصطباغ
Epicardium	غلاف القلب
Epichoroid	غلاف المشيمية (في العين)
Epidermis	بشرة الجلد
Epididymis	البربخ
Epiglottis	لسان المزمار
Epimysium	غلاف العضلة
Epinephrin	الابنفرين
Epineurium	غلاف العصب
Epithelium	الطلائية
..... germinal	الطلائية المنبتة
Equatorial	دائرية (استوائية) الاتجاه
Erythroblast	أمهات الخلايا الدموية
....., Basophilic ---	أمهات الخلايا الدموية قاعدية الاصطباغ
....., Polychromatophilic ---	أمهات الخلايا الدموية متعددة الاصطباغ
Erythrophores	خلايا حاملة للون الاحمر
Erythropoiesis	تكوين كريات الدم الحمر
Estrogen	هرمون الأستروجين الانثوي
Ethmoid	غربالي
Euchromatin	الكروماتين الحقيقي (النشط)
Eustachian tube	قناة «استاكيوس»
Excretion	اخراج
Exogenous	يأتي من الخارج (خارجي المصدر)
..... pigments	صبغة خارجية المنشأ
External elastic lamina	الصفيحة المرنة الخارجية (في الأوعية الدموية)
External theca folliculi	الغلاف الحويصلي الخارجي (في المبيض)
Exteroceptive	ذو حساسية خارجية
Exteroceptors	مستقبلات خارجية
Extrapulmonary	خارج الرئتين
Extrinsic eye muscles	عضلات العين الخارجية
Eye	العين
..... lashes	رموش العين
..... lids	جفون العين

"F"

Factors	عوامل
Fascia occludens	طبقات التحامية (احدى الروابط بين الخلوية)
Fascicles	حزم خلوية
Fenestrated	مثقب
..... capillaries	شعيرات مثقبة
Fertilization	التخصيب
Fibers	اليـاف
....., Alpha ---	الياف الفا العصبية
....., Beta ---	الياف بيتا العصبية
....., Cardiac muscle ---	الالياف العضلية القلبية
....., Gama ---	الياف جاما العصبية
....., Muscle ---	الياف عضلية
....., Nerve ---	الياف عصبية
....., Nuclear bag ---	الألياف ذات الحقائب النووية
....., ... chain ---	الألياف ذات السلاسل النووية
....., Purkinje ---	الياف «بركنجي» (في جدار القلب)
....., Reticular ---	الياف شبكية
....., Sharpy's ---	الياف «شارپي» (في العظم)
....., Skeletal muscle ---	الياف عضلية هيكلية
....., Smooth muscle ---	الياف عضلية ملس
....., White (collagenous) ---	الياف بيض (غروية)
....., Yellow (elastic) ---	الياف صفر (مرنة)
Fibrils	ليفـات
Fibroblasts	خلايا ليفية
Fibrous sheath	غلاف ليفي
..... coat	طبقة ليفية
Fixation	تثبيت
Fixatives	مثبتات
Fixed cell system	نظام خلوي ثابت (عديم التجدد)
Flagellum	سـوط
Fluid mozaic	خاصية السيولة والتبرقش (للغشاء الخلوي)
Follicle	حويصلة مغلقة او غمد (الشعرة)
....., Ovarian ---	حويصلة مبيضية
Follicular phase	المرحلة الحويصلية-(للرحم)
Formation surface	سطح التكوين (لجسم جوفي)
Fovea centralis	الحفرة المركزية (في شبكية العين)
Free (naked) receptors	مستقبلات حرة أو عارية
Freeze fractured	شُرِخ بعد ان جُمِّد
Frontal	جبهـي
FSH (follicular stimulating hormone)	هرمون الغدة النخامية المؤثر على حويصلات المبيض
Fundus	قاع (الغدة او العين أو المعدة)

"G"

G1	مرحلة النمو الاولى في دورة الخلية

G2	مرحلة النمو الثانية في دورة الخلية
G0	مرحلة الانتظار في دورة الخلية
Gall bladder	الحوصلة الصفراوية
Gametes	جاميتات او أمشاج أو خلايا جرثومية ناضجة
....., Female ---	أمشاج أنثوية
....., Male ---	أمشاج ذكرية
Ganglia	عقد عصبية
....., Autonomic ---	عقد عصبية ذاتية
....., Spinal ---	عقد عصبية شوكية
Ganglion cells	خلايا عقدية (في شبكية العين)
Gap junction	ارتباطات فراغية بين خلوية
Gastrin	الجاسترين أو المعدين (هورمون يفرز من الغدد المعدية)
Gastrula	جاستريولا - احدى مراحل النمو الجنيني المبكرة
Gentian violet	صبغة «جنشيان» البنفسجية
Germ layers	الطبقات الجرثومية
Germinal center	المركز المنبت (في العقيدات اللمفية)
Germinal epithelium	طلائية منبتة
..... layer	طبقة منبتة (في بشرة الجلد)
Gland	غـــدة
...., Apocrine ---	غدة قمية الافراز
....., ... sweat ---	غدة عرقية قمية الافراز
....., Auxillary male ---	غدة ذكرية ثانوية
....., Brunner's ---	غدة «برونر» (في الاثنى عشر)
....., Bulbourethral ---	غدة بصلية بولية
....., Cloacal ---	غدة مجمعية
....., Compound ---	غدة مركبة
....., ... alveolar ---	غدة مركبة حويصلية
....., ... tubuloalveolar ---	غدة مركبة انبوبية حويصلية
....., ... tubular ---	غدة مركبة انبوبية
....., Cowper's ---	غدة «كوبر»
....., Duct (exocrine) ---	غدة قنوية (خارجية الافراز)
....., Ductless (endocrine) ---	غدة صماء (داخلية الافراز)
.....,..., Femoral ---	غدة فخذية
....., Gastric ---	غدة معدية
....., Holocrine ---	غدة كلية الافراز
.. .., Intestinal ---	غدة معوية
....., Labial ---	غدة شفوية
....., Lacrimal ---	غدة دمعية
..... , Lactating mammary ---	غدة لبنية مدرة
....., Lingual ---	غدة لسانية
....., Mammmary ---	غدة لبنية
....., Meibomian ---	غدة «مايبوميان» في جفن العين
....., Mental ---	فكيـــة
....., Merocrine ---	غـدة مجردة الافراز
....., Mucous ---	غـدة مخاطية
....., Mucoserous ---	غـدة مخاطية مصلية (مختلطة)
....., Musk ---	غـدة المسك
....., Nonlactating mammary ---	غـدة لبنية غير مدرة
....., Parathyroid ---	غـدة جار درقية

....., Parotid ---	غـدة نكفية
....., Pineal ---	غـدة صنوبرية
....., Pituitary ---	غـدة نخامية
..... ., Prostate ---	غـدة البروستاتا
....., Salivary ---	غـدة لعابيـة
....., Sebaceous ---	غـدة دهنيـة جلدية
....., Serous ---	غـدة مصليـــة
....., Serumenous ---	غـدة صمغيـــة
....., Simple ---	غـدة بسيطـة
....., ... alveolar ---	غـدة حويصلية بسيطة
....., ... branched alveolar ---	غـدة حويصلية بسيطة متفرعة
....., ... branched tubular ---	غـدة انبوبية بسيطة متفرعة
....., ... coiled tubular ---	غـدة انبوبيـة بسيطة ملتفة
....., ... straight tubular ---	غـدة انبوبية بسيطة مستقيمة
....., Skin ---	غـدة جلديـة
....., Submandibular ---	غـدة تحتفكيـــة
....., Sublingual ---	غـدة تحتلسـانية
....., Suprarenal ---	غـدة فوق كلوية (غدة الكظر)
....., Sweat ---	غـدة عرقيـــة
....., Thyroid ---	غـدة درقيـــة
....., Von Ebner's ---	غـدة «فون ابنر» (في اللسان)
Glandular epithelium	طلائيـة فارزة
Glassy membrane	الغشاء الزجاجي (في غمد الشعرة)
Glomerular	كبّاتي (جُمّعي)
Glomerulus	كبـة (جُمّع) (في الكلية)
Glucagon	هرمون الجلوكاجون (من البنكرياس)
Glucocorticoids	هرمون قشرة الكظر المؤثر على السكر
Glycogen	الجليكوجين (النشا الحيواني)
Glycoproteins	جليكوبروتينات (بروتينات متسكرة)
Golgi bodies	أجسام جولجي
Gonads	مناسل (الخصية والمبيض)
Granular leucopoiesis	تكون خلايا الدم البيض الحبيبية
Grey matter	المادة السنجابية (الرمادية)
Growing follicles	الحويصلات النامية (في المبيض)
Growth	نمـو (تكاثر)
Gustatory line	الخط التذوقي (على اللسان)

"H"

Haematoxylin	هيماتوكسلين (صبغة قاعدية زرقاء اللون بعد تأكسدها)
Haemocytoblasts	أمهات خلايا الدم
Haemocytometer	عداد عناصر الدم
Haemopoiesis	تكوين عناصر الدم
Hair	شـــعر
..... cells	خلايا شعرية (في النسيج الطلائي الحساس)
..... papilla	حلمة الشعرة
Haversian canal	قناة «هافرس» (في العظم)
Haversian system	نظام «هافرس» (في العظم)
Head (of the sperm)	رأس الحيوان المنوي

..... cap	قلنسوة الحيوان المنوي
Heart	القلـــب
H & E	طريقة صباغة روتينية يستعمل فيها الهيماتوكسلين والايوسين
Hemidesmosomes	أنصاف الأجسام الالتصاقية القوية
Hemosiderin	هيموزدرين (مادة صبغية تنشأ من تحلل الهيموجلوبين)
Henle's loop	عـروة «هنل»
Hensen's cells	خلايا «هنسن» في الاذن الداخلية
Hepatic acinus	الكبَيس (الفصَيّص) الكبدي الافرازي
Hepatocytes	الخلايا الكبدية
Herring bodies	أجسام «هرنج» (في الغدة النخامية)
Heterochromatin	كروماتين غير حقيقي (خامل)
Hilum	سـرة العضـو
Histochemical methods	طرق الكيمياء النسيجية
Histone	بروتين قاعدي يدخل في تكوين الكروموسومات مع DNA
Hormones	هرمونات ـ افرازات الغدد الصم
....., Melanin stimulating ---	الهرمون المنشط لتكوين الميلانين
Howship's lacunae	تجاويف «هوشب» في العظم
Hyalocytes	الخلايا الزجاجية او الهلامية (في مقلة العين)
Hyaloid canal	القناة الزجاجية او الهلامية (في مقلة العين)
Hydrogen peroxide	بيروكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين)
Hydrophilic	محب للماء
Hydrophoblic	كاره للماء
Hypodermis	المنطقة التحتجلدية
Hypophysis	الغـدة النخاميـة
Hypothalamus	تحت سرير المخ

"I"

Ileum	اللفائفي
Immuno flourescence metods	الطرق الفلوريسية المناعية
Immunoglobulin A (IgA)	الاجسام المناعية «أ»
Immuno histochemistry	طرق الكيمياء النسيجية المناعية
Imprignation	التشـريب (احدى خطوات التحضيرات المجهرية)
Impulses	سيالات عصبية
Inchus	السندان (احدى عظيمات الاذن الوسطى)
Infundibulum	القمـع (في الغدة النخامية)
Initial segment	الجزء المبدئي من محور العصبونة
Inner ear	الاذن الداخلية
.... plexiform layer	الطبقة الضفيرية الداخلية (في شبكية العين)
..... . limiting membrane	الغشاء الحدودي الداخلي (في شبكية العين)
... . nuclear layer	الطبقة النووية الداخلية (في شبكية العين)
..... pillar cells	الخلايا الدعامية الداخلية (في الاذن الداخلية)
..... root sheath	الغلاف الغمدي الداخلي (في غمد الشعرة)
..... segment	القطعة الداخلية
Insulin	هرمون الانسيولين (من البنكرياس)
Intercalated disc	القرص الوسطى أو البيني (في الليفة العضلية القلبية)
Intercellular bridges	معابر بين خلوية
..... canaliculi	قنيات بين خلوية

..... junctions	روابط بين خلوية
Interdigitations	تشابكات غشائية
Intermediate junctions	روابط غشائية متوسطة
Intermembranous trabeculae	حواجز بينغشائية
Internal elastic lamina	الصفيحة المرنة الداخلية (في الأوعية الدموية)
..... theca folliculi	الغلاف الحويصلي الداخلي (في حويصلات المبيض)
Interstitium	المادة البينية
Intima	الطبقة الداخلية للأوعية الدموية
Intramural	داخل جدار العضو
Intrapulmonary	داخل الرئة
Intrinsic factor	عامل داخلي
Iodopsin	أيودوبسين (في مخاريط شبكية العين)
Ionic (Fixed) pore	ثقب ايوني (ثابت) في غشاء الخلية
Iris	القزحية (في العين)
Isotropic	متجانس أو متماثل
Isthmus	برزخ

"J"

Jujenum	الصائم (جزء من الامعاء الدقيقة)
Juxtaglomerular apparatus	الجهاز الجارجمي (في الكلية)
..... cell	الخلايا الجارجمية (في الكلية)
Juxtamedullary nephrons	نفرونات جار لبية

"K"

Karyotyping	طباعة الكروموسات
Keratinocytes	الخلايا الكيراتينية (في بشرة الجلد)
Keratohyaline	هلام الكيراتين
Kraus's bulb	انتفاخ «كراوس» للاحساس بالبرودة
Kreb's cycle	دورة «كربس»

"L"

Labia	شفاه
..... majora	الشفاه الكبيرة (للفرج)
..... minora	الشفاه الصغيرة (للفرج)
Labyrinth	التيه (في الاذن)
Lacrimal glands	الغدد الدمعية
..... apparatus	الجهاز الدمعي
Lactic acid	حمض اللبنيك
Lactiferous duct	القناة الادرارية (اللبنية)
..... sinus	الجيب الادراري (اللبني)
Lacuna (-e)	فجـوة (فجـوات)
Lamella (-e)	صفيحة (صفائح)
Lamellated bodies	أجسام صفائحية
Lamina	طبقة رقيقة
..... cribrosa	الطبقة المثقبة (في صلبة العين)

..... elastica	الطبقة المرنة
..... fusca	الطبقة السمراء (في صلبة العين)
..... propria	الطبقة الخاصة (في الأغشية المخاطية)
Large intestine	الامعاء الغليظة
Larynx	الحنجـرة
Layer	طبقـة
....., Basal ---	الطبقة السفلية
....., Functional ---	الطبقة الوظيفية
....., Papillary ---	الطبقة الحلمية
....., Peticular ---	الطبقة الشبكية
....., Spongy ---	الطبقة الاسفنجية
Leishman	صبغة «لشمان» لصباغة عناصر الدم
Lens	عدسـة
..... fibers	الياف عدسة العين
Leucocytes	خلايا الدم البيض
....., Agranular ---	خلايا الدم البيض غير الحبيبية
..... , Granular ---	خلايا الدم البيض الحبيبية
Levels of body organization	مستويات التنظيم التركيبي للجسم
LH	الهرمون النخامي المؤثر على الجسم الأصفر (في المبيض)
Limbus	حاشية (في العين)
Lingual papilla	حلمة اللسان
Lip	شفـه
Lipofuscin pigment	الصبغة الدهنية البنية
Liquor folliculi	سائل الحويصلة المبيضية
Liver	الكـبد
Lobule	فصـيص
....., Classic hepatic ---	الفصيص الكبدي التقليدي
....., Liver ---	فصيص كبدي
....., Portal ---	فصيص كبدي بابي
Lung	رئـه
Luteal phase	مرحلة الجسم الأصفر في دورة الرحم
Lymph node	عقـدة لمفـية
Lymphatic nodule	عقيدة لمفية
Lymphoblasts	أمهات الخلايا اللمفية
Lymphocytes	الخلايا اللمفية
....., B ---	خلايا «ب» اللمفية
....., T ---	خلايا «ت» اللمفية
Lysosomes	الأجسام المحللة او الانتحارية (الليسوسومات)
....., Primary ---	ليسوسومات ابتدائية
....., Secondary ---	ليسوسومات ثانوية
Lysozyme	انزيم محلل للبكتريا

"M"

Macrophages	خلايا التهامية كبيرة (الملتهمات الكبيرة)
Maculae adherens	نقاط التصاق بينخلوية
..... densa	البقعة الكثيفة (في الكلية)
..... lutea	البقعة الصفراء (في شبكية العين)

..... sacculi	البقعة الكيسية (في الاذن الداخلية)
..... utriculi	البقعة الفقاعية (في الاذن الداخلية)
Macromolecules	جزيئات كبيرة
Magnification	التكبير
....., Empty ---	تكبير أجوف
Malleus	المطرقة (احدى عظيمات الاذن الوسطى)
Malpighian (renal) corpuscles	كريات مليبجي أو كلوية
..... layer	طبقة مليبجي (في بشرة الجلد)
Marginal zone	المنطقة الحدودية (في الطحال)
Maternal	الجانب الامومي
Matrix	أرضيـــة
Mature (Graafian) follicle	حويصلة «جـراف» أو الحـويصلة المبيضيـة النـاضجـة
Maxillary	فكـــي
Mechanoreceptors	مستقبلات ميكانيكية
Media	الطبقة الوسطى (للأوعية الدموية)
Medulla	لب أو نخاع
Medullary rays	الاشعة اللبية (في الكلية)
Megakaryocytes	الخلايا ضخمة الانوية (في نخاع العظم)
Meisner's corpuscles	أجسام «مايسنر» اللمسية
Melanin	الميلانين (مادة صبغية بنية اللون)
Melanocytes	خلايا ميلانينية
Melanosomes	أجسام ميلانينية
Membrana granulosa	الغشاء الحبيبي
Membrane	غشـــاء
....., Basement ---	غشاء قاعدي
..... receptors	مستقبلات غشائية
....., Tripartite ---	غشاء ثلاثي الصفائح
Membranous cochlea	القوقعة الغشائية
..... labyrinth	التيه الغشائي
Menestrual stage	مرحلة الطمث
..... phase	المرحلة الطمثية لدورة الرحم
Menopause	انقطاع الطمث (سن اليأس)
Mensis	الطمـــث
Merkel's endings	نهايات «مركل» اللمسية
Meridional	طوليـــة (تصل بين قطبي كرة)
Merocrine	مجردة (عادية) الافراز
Messenger RNA	الحمض النووي الريبوزي الرسول
Mesoderm	الادمة المتوسطة (الطبقة الجرثومية الوسطى)
Mesodermal	تنشأ من الادمة المتوسطة
Mesoglia	خلايا غرائية وسطية
Mesothelium	طلائية وسطية
Metachrosis	ظاهرة التلون
Metaphase	المرحلة الاستوائية للانقسام الخلوي
Methylene blue	أزرق الميثيلين (احدى الصبغات القاعدية)
Microbodies	أجسام دقيقة (من عضيات الخلية)
Microfilaments	خيوط دقيقة
Microphages	خلايا النهامية صغيرة (الملتهمات الصغيرة)
Microscope	ميكرسكوب أو مجهر
....., Dark field ---	المجهر ذو المجال المظلم

....., Electron ---	المجهر الالكتروني
..... High voltage electron ---	المجهر الالكتروني ذو الجهد العالي
....., Interference ---	المجهر التداخلي
....., Light ---	المجهر الضوئي
....., Phase contrast ---	المجهر المميز
....., Polarizing ---	المجهر المستقطب
....., Scanning electron ---	المجهر الالكتروني الماسح
....., Transmision electron ---	المجهر الالكتروني النافذ
Microscopical preparations	تحضيرات مجهرية
Microtome	المقطع الدقيق (الميكروتوم)
Microtubules	الانيبوبات الدقيقة
Microvilli	الخميّـلات
Middle piece	الجزء الوسطى من الحيوان المنوي
Mineralocorticoids	هرمونات قشرة غدة الكظر المؤثرة على الاملاح المعدنية
Mitochondria	الأجسام الخيطية (المايتوكوندريا)
Mitochondrial sheath	الصفيحة المايتوكوندرية (في الحيوان المنوي)
Mitosis (M)	الانقسام الميتوزي (الخيطي)
Mitotic division	الانقسام الميتوزي
..... spindle	مغزل الانقسام
Moderator band	الشريط المنظم (في جدار القلب)
Monocytes	خلايا الدم البيض الكبيرة
Monomers	وحدات الجزيئات الكبيرة
Motor end plate	القرص النهائي المحرك
..... nerve endings	النهايات العصبية المحركة
Mucopolysaccharides	عديدات التسكر المخاطية
Mucosa	المخاطيـــة
Muller cells	خلايا «مولر» (في شبكية العين)
Muscle spindle	مغزل عضلي
Muscularis mucosa	العضلية المخاطية
Musculosa	العضلية
Myelinated	منخع (محاط بغلاف نخاعي)
Myelin sheath	غلاف نخاعي
Myeloblasts	أمهات خلايا نخاع العظم
Myelocytes	خلايا نخاع العظم
Myoblasts	أمهات الخلايا العضلية
Myocardium	عضلة القلب
Myoepithelium	طلائية متقلصة (عضلية)
Myofibrils	ليفات عضلية
Myofilaments	خيوط عضلية
Myoglobin	مادة صبغية حمراء اللون توجد في الخلايا العضلية
Myometrium	عضلة الرحم
Myosin	العضلين (المايوسين) وهو أحد بروتينات العضلات

"N"

Nail	ظُفر
..... groove	اخدود الظفر
Nasal cavity	تجويف الانف

..... sinuses	جيوب انفية
Nasopharynx	البلعوم الانفي
Nephron	النفرون (وحدة التركيب الكلوي)
Nerve	عصب
....., Autonomic ---	عصب ذاتي
..... endings	النهايات العصبية
... . impulses	نبضات عصبية
....., Peripheral ---	عصب طرفي
....., Regeneration of ---	التآم العصب
....., Somatic ---	عصب جسمي طرفي
Nests (cell)	أعشاش (خلوية)
Neural crest	العرف العصبي
Neurilemmal sheath	الصفيحة العصبية الخلوية
Neuroepithelium	الطلائية الحساسة
Neurofibrils	ليفات عصبية
Neuroglia	خلايا الغراء العصبي
Neurohypophysis	الجزء العصبي من الغدة النخامية
Neurone	العصبونة (الخلية العصبية)
....., Anaxonic ---	عصبونة غير محورية
....., Golgi I	عصبونة ذات محور طويل
....., Golgi II	عصبونة ذات محور قصير
....., Motor ---	عصبونة محركة
....., Sensory ---	عصبونة حسية
Neurosecretory	عصبية افرازية
Neurotransmitters	ناقلات عصبية
Neutrophilic	متعادل الاصطباغ
Neutrophils	خلايا دموية بيض متعادلة الاصطباغ
Nexus	ازدواج كهربي
Nissl granules	حبيبات «نسل» (في العصبونة)
Node of Ranvier	عقدة «رانفيي»
Nongranular leucocytes	خلايا دموية بيض غير حبيبية
Nonliving inclusions	المحتويات غير الحية في السيتوبلازم
Norepinephrin	نورابنفرين
Normoblasts	أمهات كريات الدم الحمر
Nuclear envelope	غلاف النواة
Nucleolar organizers	الكروموسومات المنظمة للنوية
Nucleolus	النـوية
Nucleus	النواة
Numerical aperture	القيمة الرقمية لفتحة العدسة الشيئية فى المجهر

"O"

Odontoblasts	أمهات الخلايا العاجية (مكونات العاج)
Odoriferous glands	غدد مسببة للرائحة
Oesophagus	مـرىء
Olfactory region	المنطقة الشمية من تجويف الانف
Oligodendroglia	خلايا غرائية قليلة الأفرع

Oocytes	خلايا بيضية غير ناضجة
Oogenesis	تكوين البويضات
Oogonia	امهات البويضات
Optic nerve	العصب البصري
.... fibers	الياف العصب البصري
Optic papilla	الحلمة البصرية
Oral cavity	تجويف الفم
Ora serrata	المنطقة المنشارية (المشرشرة) في العين
Orcein	صبغة خاصة لصباغة الالياف المرنة
Organ	عضـــو
..... of Corti	عضو «كورتي» في الاذن الداخلية
.....s, Lymphatic ---	أعضاء لمفاوية
.....s of special senses	أعضاء الحس الخاصة
Organism	كـــائن
Organelles	عضيـــات
Osmium tetroxide	رابع اكسيد الازميوم
Osmoreceptors	مستقبلات ازموزية
Ossification	التعظم او التمعظم
....., Intracartilagenous ---	التعظم الغضروفي
....., Intramembranous	التعظم الغشائي
Osteoblasts	أمهات خلايا العظم (الخلايا المكونة للعظم)
Osteoclasts	مزيلات العظم
Osteocytes	خلايا العظم
Otoliths	بللورات كلسية في الأذن الداخلية
Outer cone fiber	الليفة الخارجية للخلية المخروطية في شبكية العين
..... limiting membrane	الغشاء الحدودي الخارجي في شبكية العين
..... nuclear layer	طبقة الانوية الخارجية في شبكية العين
..... pillar cells	خلايا دعامية خارجية في الأذن الداخلية
..... plexiform layer	الطبقة الضفيرية الخارجية في شبكية العين
..... segment	القطعة الخارجية
..... root sheath	الغلاف الجذري الخارجي لغمد الشعرة
Oval window	الكوه البيضاوية في الأذن
Ovary	مبيـض
Ovum (ova)	بويضة (بويضات)
Oxytocin	الهرمون المؤثر على جدار الرحم

"P"

Pacinian corpuscles	أجسام □باسينيO للاحساس بالضغط
Pain endings	نهايات عصبية للاحساس بالالم
Palpebral conjunctiva	الملتحمة الجفنية
..... fissure	الشق الجفني
Pancreas	البنكرياس
Pancreatic polypeptides	عديدات الببتيدات البنكرياسية
Papillae	حلمات
....., Circumvallate ---	حلمات اللسان الخندقية
....., Filiform ---	حلمات اللسان الخيطية

....., Foliate ---	حلمات اللسان الورقية
....., Fungiform	حلمات اللسان الفطرية (نسبة لفطر عيش الغراب)
Para follicular cells	خلايا جار حويصلية (في الغدة الدرقية)
Parathormone	هرمون الغدة الجار درقية
Paraventricular nucleus	نواة (تجمعات للخلايا العصبية) جاربطينية
Pars distalis	الفص القاصي للغدة النخامية
..... intermedia	الفص ، طى للغدة النخامية
..... nervosa	الفص اله سبي للغدة النخامية
..... tuberalis	الفص الإنبوبي للغدة النخامية
Particles	دقـائـق
Parynchyma	حشو خلوي
Passive transport	النقل السلبي عبر غشاء الخلية
Pectinate ligament	الرباط المشطي (في العين)
Penis	القضيب (العضو الذكري)
Pericardium	غشاء التامور
Perichondrium	غلاف الغضروف
Pericytes	خلايا محيطية (حول الشعيرات الدموية)
Perimetrium	غلاف الرحم
Perimysium	غلاف الحزمة العضلية
Perilymph	اللمف الخارجي (في الأذن الداخلية)
Perineurium	غلاف الحزمة العصبية
Periodic Acid Schiff (PAS)	طريقة للكشف عن الكربوهيدرات
Periosteum	غلاف العظم
Permeability	نفاذية (الغشاء الخلوى)
....., Selective ---	نفـاذية اختيارية
Peroxisomes	أجسام في السيتوبلازم تحتوي على انزيم البيروكسيديز
Peyer's patches	مناطق «باير» اللمفية (في الأمعاء)
pH	الرقم (الاس) الهيدروجيني
Phagocytic microglia	خلايا غرائية صغيرة أكولة
Phagocytosis	الالتهام او التبلعم الخلوي
Phagosomes	أجسام التهامية
Phalangeal cells	خلايا سلامية (في الاذن الداخلية)
Pharyngeal hypophysis	الغدة النخامية البلعومية
..... tonsils	اللوز البلعومية
Photoreceptor retina	الشبكية الحساسة
Picric acid	حمض البكريك
Pigments	مواد صبغية
Pigmented epithelium	طلائية صبغية (فى شبكية العين)
Pinealocytes	الخلايا الصنوبرية
Pinocytosis	الاحتساء الخلوي
Pinocytotic vesicles	حويصلات احتسائية
Pituicytes	الخلايا النخامية
Pituitary stalk	جذع الغدة النخامية
Placenta	المشيمة
Precapillaries	القبلشعيرات
Premenstrua (eschemic) stage	مرحلة ما قبل الطمث في الرحم
Presynaptic	قبل التشابك العصبي

Prignancy	حمـل
Primary constriction	الاختناق الابتدائي في الكروموسوم
..... follicle	حويصلة ابتدائية في المبيض
..... oocyte	خلية بيضية ابتدائية
..... polar body	الجسم القطبي الابتدائي
..... spermatocytes	خلايا منوية ابتدائية
Primates	مجموعة الرئيسيات
Proerythroblasts	قبل امهات الكريات الحمر
Progestrone	أحد الهرمونات الانثوية
Proliferation	تكـاثر عـددي للخـلايا
Prophase	المرحلة التمهيدية للانقسام الخلوي
Proprioceptive	مستقبل ذاتي (للحركة والسكون)
Protective epithelium	طلائيـــة واقيـــة
Protein	بروتين أو زلال
....., Androgen binding ---	بروتين يربط الهرمون الذكري
....., Integral ---	بروتين داخلي (في غشاء الخلية)
....., Peripheral ---	بروتين حافي (في غشاء الخلية)
....., Transmembranous	بروتين عابر للغشاء (في غشاء الخلية)
Podocytes	خلايا قدمية (في الكلية)
Polarity	الظاهرة القطبية
Polarized light	الضوء المستقطب
Polarizer	مستقطب
Polymorphonuclear leucocytes	خلايا الدم البيض متشكلة الانوية
Polyploidy	تعدد المجموعات الكروموسومية
Portal tract	المسار البابي (في الكبد)
Postcapillaries	ما بعد الشعيرات الدموية
Postsynaptic	ما بعد التشابك العصبي
Pseudostratified columnar epithelium	طلائية عمودية مصففة كاذبة
Pupil	انسان العين (الحدقة)
Pyramidal	هرمي الشكل

"R"

Radial	شعاعية الاتجاه
..... spokes	اصابع اشعاعية (في الهدب)
Receptors	مستقبلات
Red blood corpuscles (RBC)	كريات الدم الحمر
Red pulp	اللب الاحمر (في الطحال)
Relaxin	هرمون الاسترخاء
Release	اطـلاق
Renal lobe	فص كلوي
..... pelvis	حوض الكلية
Renin	الرنين (هرمون ينظم ضغط الدم في الأنابيب الكلوية)
Residual body	الجسم الفضلاتي
Resolution	التوضيح
....., Limit of ---	حد التوضيح
Respiratory region	المنطقة التنفسية من تجويف الأنف

Rete testis	شبكة القنوات الخصوية
Reticulum	شبكة
Retina	شبكية العين
Retinal cup	الفنجان الشبكي
..... detatchment	الانفصال الشبكي
Rhodopsin	رودبسين (المادة الحساسة في عصى شبكية العين)
Ribosomes	الأجسام الريبوزية (الريبوسومات)
RNA	الحمض النووي الريبوزي
Rods	العصى (في شبكية العين)
Rod cells	خلايا عصوية (في شبكية العين)
..... spherule	كرية عصوية (في شبكية العين)
Root	جـذر
Rootlet	جـذير
Rough endoplasmic reticulum	الشبكة الاندوبلازمية الخشنة
Round window	الكوة المستديرة (في الاذن الداخلية)

"S"

Saccule	كيّس (في الاذن)
Sarco-	بادئه تعني لحمي أو عضلي
Sarcolemma	الغشاء اللحمي (للخلية العضلية)
Sarcomeres	قطع عضلية (وحدة تركيب الليفة العضلية)
Sarcoplasm	سيتوبلازم الخلية العضلية
Sarcoplasmic reticulum	الشبكة اللحمية في الخلية العضلية
Satellite	تابع
Scala tympani	الدرج الطبلي (في الاذن الداخلية)
..... vestibuli	الدرج الدهليزي (في الاذن الداخلية)
Schiff's solution	محلول «شيف» للكشف عن الالدهيدات
Sclera	صلبة العين
Scrotum	صفن الخصية
Sebum	الزهم وهو افراز الغدد الجلدية الدهنية
Secondary oocyte	خلية بيضية ثانوية
..... polar body	الجسم القطبي الثانوي
Secretin	الافرازين (هورمون تفرزه خلايا صم في الغدد المعدية والمعوية)
Secretion	افـــراز
Secretory	فارز أو مفرز
..... epithelium	طلائية فارزة
..... stage	مرحلة الافراز (في دورة الرحم)
Sectioning	التقطيع
Semicircular canals	القنوات الهلالية في الاذن الداخلية
Seminal fluid	السائل المنوي
..... vesicle (gland)	الحوصلة (أو الغدة) المنوية
Semin	المني (ماء الرجل)
Seminiferous tubules	الانيبوبات المنوية
Senescence	الهرَم أو الشيخوخة
Sensory	حسي أو حساس
..... nerve endings	نهايات عصبية حسية

..... receptors	مستقبلات عصبية حسية
Serotonin	سيروتونين (أحد افرازات الخلية الصارية)
Shaft	ساق
Signet ring	خاتم
Simple	بسيط
Sinu-auricular node (SAN)	العقدة الجيب اذينية في جدار القلب
Sinusoidal capillaries	شعيرات جيبية
Skin	جلـــد
..... appendages	ملحقات الجلد
Small intestine	الامعاء الدقيقة
Smooth endoplasmic reticulum	الشبكة الاندوبلازمية الملساء
Sodium pump	مضخة الصوديوم (في الغشاء الخلوي)
Solid cords	أحبال صماء او مصمتة
Soma	جسم العصبونة
Space of Disse	فراغات «دسي» في الكبد
Specificity	خصوصية
Spermatic cord	الحبل المنوي
Spermatids	طلائع الحيوانات المنوية
Spermatocytes	خلايا منوية
....., Secondary ---	خلايا منوية ثانوية
Spermatogenesis	تخليق الحيوانات المنوية
Spermatogonia	أمهات الحيوانات المنوية
Spermatozoa	حيوانات منوية
Sperms	بُذور (وتطلق على الحيوانات المنوية)
Sphenoid	وتدي
Spherical	كروية الشكل
Sphincter muscles	عضلات عاصرة
Spiral ganglia	العقد الحلزونية (في الاذن الداخلية)
Spleen	الطحال
Spongiocytes	خلايا اسفنجية (في قشرة غدة الكظر)
Squamous	حرشفي
Staining	صباغة
Stapes	الركاب (احدى عظيمات الاذن الوسطى)
Stellate	نجمـــي
Steroids	ستيرويد (نوع من المواد الدهنية)
Stimulus	حافز عصبي
Stomach	المعـــدة
Stratified	مصـفف
..... epithelium	طلائية مصففة
..... columnar	مصففة عمودية
..... cuboidal	مصففة مكعبة
..... squamous	مصففة حرشفية
..... keratinized	مصففة حرشفية مقرنة
Stratum basale	الصف (الطبقة) السفلى لبشرة الجلد
..... corneum	الصف القرني لبشرة الجلد
..... lucidum	الصف الرائق لبشرة الجلد
..... granulosum	الصف الحبيبي لبشرة الجلد
..... spinosum	الصف الشوكي لبشرة الجلد
..... vasculare	الصف الوعائي (في الرحم)

Stria vascularis	الخط الوعائي (في الاذن الداخلية)
Stroma	أرضيـــة
Subcapsular epithelium	طلائية تحت المحفظة (فى عدسة العين)
Submucosa	تحت مخاطية
Subendothelium	تحتبطانية (فى جدار الأوعية الدموية)
Sudan stain	صبغة «سودان» خاصة بالدهون
Supporting	دعامي أو مساعد
Supraoptic nucleus	التجمع الخلوي فوق البصري
Surfactant	مادة باسطة للسطح
Suspensory ligaments	الأربطة المعلقة او المعلاقة (في العين)
Sweat glands	الغدد العرقية
Symbions	تكافليات (اسم اخر للمايتوكوندريا)
Synapse	تشابك عصبي
Synaptic gutters	تقعرات تشابكية
Syncetiotrophoblasts	الطبقة المغذية المدمجة فى المشيمة
Synthesis stage	مرحلة تصنيع الـ DNA فى دورة الخلية
System	جهاز
..... , Blood circulatory ---	الجهاز الدوري الدموي
....., Digestive ---	الجهاز الهضمي
....., Endocrine ---	جهاز الافراز الداخلي
....., Female genital ---	الجهاز التناسلي الانثوي
....., Integumentary ---	الجهاز الغطائي
....., Lymphatic ---	الجهاز اللمفاوي
....., Male genital ---	الجهاز التناسلي الذكري
....., Respiratory ---	الجهاز التنفسي
....., Urinary ---	الجهاز البولي

"T"

Tail (of sperm)	ذيل (الحيوان المنوي)
Tarsus	هيكل جفن العين
Targets	اهداف الهرمونات (الخلايا الهدفية)
Tectorial membrane	الغشاء السقفي (في الاذن)
Teeth	اســنان
Telophase	المرحلة النهائية للانقسام الخلوي
Tendons	أوتار العضلات
Tenon's capsule	محفظة «تنون» في العين
Testis	خصية
Testosterone	الهرمون الذكري
Thermoreceptors	مستقبلات حرارية
Thrombopoiesis	تكوين الصفائح الدموية
Thymic humoral factor	العامل التيموسي الدموي
..... (Hassal's) corpuscle	كريات «هسل» التيموسية
Thymocytes	الخلايا التيموسية
Thymus	الغدة التيموسية او السعترية
..... dependent zone	المنطقة المعتمدة على التيموس
Thyrocalcitonin	هرمون من الغدة الدرقية لتنظيم الكالسيوم فى الدم

Thyroglobulin	الثيروكسين المتحد بالبروتين
Tight junctions	الارتباطات الانغلاقية بين الخلوية
Tissue	نسـيج
.....s of the body	أنسجة الجسم
....., Adipose connetive ---	نسيج ضام دهني
....., Adult connetive ---	نسيج ضام ناضج
....., Areolar connetive	نسيج ضام هوائي
....., Bony ---	نسيج عظمي
....., Cartilagenous ---	نسيج غضروفي
....., Connective ---	نسيج ضـام
....., ... proper	نسيج ضام أصيل
....., Covering epithelial ---	نسيج طلائي غطائي
..... culture	مزرعة أنسجة
....., Embryonic connective ---	نسيج ضام جنيني
....., Epithelial ---	نسيج طلائي
....., Diffuse lymphatic ---	نسيج لمفاوي متناثر
....., Fibrous connective ---	نسيج ضام ليفي
..... fluids	سائل الانسجة
....., Germinal epithelial ---	نسيج طلائي منبت
....., Glandular epithelial ---	نسيج طلائي غددي (فارز)
....., Muscular ---	نسيج عضـــلي
....., Nervous ---	نسيج عصـــبي
....., Reticular connective ---	نسيج ضام شبكي
....., Sensory epithelial ---	نسيج طلائي حساس
....., Skeletal connective ---	نسيج ضام هيكلي
....., Vascular connective ---	نسيج ضام وعائي
....., White fibrous connective ---	نسيج ضام ليفي أبيض
..... ., Yellow elastic connective ---	نسيج ضام مرن أصفر
Tongue	لسـان
Tonofibrils	ليفات مقوّية (في الخلايا الطلائية)
Tooth pulp	لب السن
Trabecular network	الشبكة الحاجزية (في مقلة العين)
Trachea	القصبة الهوائية
Transfer RNA	الحمض النووي الريبوزي الناقل
Transitional epithelium	طلائية انتقالية
Translocation	النقل عبر غشاء الخلية
Transporting epithelium	طلائية ناقلة
Trophoblast	الطبقة المغذية في المشيمة
TSH	هرمون الغدة النخامية المؤثر على الغدة الدرقية
Tubular	أنبوبي الشكل
Tubule	أنيبوبة
....., Distal convoluted ---	أنيبوبة ملتفة قاصية أو بعيدة
....., Proximal convoluted ---	أنيبوبة ملتفة دانية أو قريبة
....., Transverse (T) ---	أنيبوبة مستعرضة (في الليفة العضلية)
....., Uriniferous ---	أنيبوبة بولية
Tubulin	الانيبوبين (المادة المكونة للانيبوبات)
Tunica albuginea	الطبقة البيضاء للخصية

..... vaginalis	الطبقة الغلافية (المهبلية) للخصية
..... vasculosa	الطبقة الوعائية
Tympanic cavity	التجويف الطبلي (في الأذن)
..... membrane	الغشاء الطبلي (في الأذن)
Tyrosinase	الانزيم اللازم لتكوين مادة الميلانين

"U"

Ultratome	المقطّع البالغ الدقة
Undifferentiated M.C	خلية ميزودرمية غير متخصصة
Unit membrane theory	نظرية وحدة أغشية الخلية
Ureter	الحـــالب
Urethra	قناة مجرى البول
Uricosomes	أجسام خاصة تحتوي على انزيم يوريكيز
Urinary tract	المجاري (المسالك) البولية
Utricle	القفاعة (في الاذن الداخلية)
Uterine tube (Fallopian tube)	القناة الرحمية او قناة «فالوب»
Uterus	الرحـــم

"V"

Vagina	قناة المهبل
Vaginal smear	مسحة مهبلية
Vas deferens	الوعاء الناقل للمني
Vasa efferentia	الاوعية المنوية الخارجة
Vasa vesora	الأوعية الدموية في جدران الاوعية الدموية
Vascular coat	الطبقة الوعائية (في العين)
Vasopressin	الهرمون المؤثر على جدران الاوعية الدموية
Veins	الأوردة
....., Hypophyseal portal ---	الأوردة النخامية البابية
....., Large ---	الأوردة الكبيرة
....., Medium sized ---	الأوردة المتوسطة الاتساع
....., Muscular ---	الاوردة العضلية
....., Pampiniform ---	الاوردة المتسلقة (في الحبل المنوى)
....., Sinus ---	الاوردة الجيبية
Venous valves	صمامات الاوردة
Venules	وريّدات
Vermiform appendix	الزائدة الدودية
Vesicles	الحويصلات
....., Coated ---	الحويصلات المغلفة
....., Pinocytotic ---	الحويصلات الاحتسائية
....., Secretory ---	الحويصلات الافرازية
....., Transfer ---	الحويصلات الناقلة (في أجسام جولجي)
Vessel layer	طبقة الاوعية الدموية (في العين)
Vestibular aqueduct	القناة الدهليزية (في الاذن)
..... membrane	الغشاء الدهليزي (في الاذن)
..... nerve	العصب الدهليزي
Vestibule	دهليـــز

Vitreous	زجاجى أو هلامى (الجسم الزجاجي في العين)
..... body	الجسم الزجاجي في العين
Vocal cords	الأحبال الصوتية

"W"

Washing	غسل (احدى خطوات التحضيرات المجهرية)
White matter	المادة البيضاء في الجهاز العصبي
..... pulp	اللب الابيض في الطحال

"X"

Xánthophores	الخلايا الحاملة للون الاصفر

"Z"

Zona arcuata	الطبقة القوسية (فى قشرة غدة الكظر)
..... fasciculata	الطبقة الحزمية (فى قشرة غدة الكظر)
..... glomerulosa	الطبقة الجمعية (فى قشرة غدة الكظر)
..... pellucida	الطبقة الشفافة (حول البويضة)
..... reticularis	الطبقة الشبكية (فى قشرة غدة الكظر)
Zonula adherens	منطقة الالتصاق بين الخلوي
..... occludens	منطقة الالتحام بين الخلوي

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
مقدمة	٩
الفصل الأول ـ مستويات التنظيم التركيبى للجسم	١١
الفصل الثانى ـ المجاهر	١٥
المجهر الضوئى	١٧
المجهر المميّز	٢١
المجهر التداخلى	٢٢
المجهر ذو المجال المظلم	٢٢
المجهر المستقطب	٢٢
المجهر الالكترونى	٢٣
ـ المجهر الالكترونى النافذ	٢٥
ـ المجهر الالكترونى النافذ ذو الجهد العالى	٢٥
ـ المجهر الالكترونى الماسح	٢٥
الفصل الثالث ـ التحضيرات المجهرية	٢٧
التثبيت	٢٩
التقطيع	٣٠
الصباغة	٣١
طرق الكيمياء النسيجية	٣٤
الفصل الرابع ـ الخلية الحيوانية	٣٧
شكل الخلية	٣٩
حجم الخلايا	٤١

عـدد الخلايا ٤٢
التركيب العام للخلية ٤٣
الغشـاء الخلوى ٤٤
السيتوبلازم ٤٩
عضيـات الخلية ٥١
- عضيات الجهاز الشبكى السيتوبلازمى ٥١
أولا : الشبكة الاندوبلازمية ٥٢
- الشبكة الاندوبلازمبة الملساء ٥٢
- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة ٥٢
ثانيا : أجسام جولجى ٥٣
ثالثا : الليسوسومات ٥٥
رابعا : الحويصلات المغلفة ٥٧
خامسا : الحويصلات الافرازية ٥٨
- المايتوكوندريا ٥٨
- الجسم المركزى ٦٠
مكونات السيتوبلازم غير الحية ٦١
الغذاء المختزن ٦١
- النشأ الحيوانى ٦١
- الدهـــن ٦١
المـواد الصبغية ٦١
- الهيموجلوبين ٦١
- الهيموزدرين ٦٢
- البيليروبين ٦٢
- الميلانين ٦٢
- الصبغة الدهنية البنية ٦٢
النـــواه ٦٢
الغلاف النووى ٦٣
الكروماتين ٦٣
النويّـه ٦٥
الكروموسومات ٦٥
دورة الخلية ٦٨
النمـو الخلوى ٦٩
موت الخلايا ٧٠

الفصل الخامس ـ أنسجة الجسم ٧٣

الأنسجة الطلائية ٧٦
الانسجة الطلائية الغطائية ٧٧
النسيج الطلائي الغدى ٨٥
النسيج الطلائي الحساس ٨٨
النسيج الطلائي المنبت ٨٩

الأنسجة الضامه ٩٠
الأنسجة الضامة الأصيلة ٩٦
الأنسجة العضروفية ١٠٠
النسيج العظمى ١٠٢
الدم ١٠٩

النسيج العضلى ١٢٤
الألياف العضلية الهيكلية ١٢٦
الألياف العضلية القلبية ١٣١
الألياف العضلية الملس ١٣٢

النسيج العصبى ١٣٤
الخلية العصبية ١٣٤
التشابك العصبى ١٣٩
الأعصاب الطرفية ١٤٠
التئام الاعصاب ١٤٣
العقد العصبية ١٤٤
النهايات العصبية ١٤٥
الخلايا الغرائية العصبية ١٤٧

أجهزة الجسم ١٤٩

الفصل السادس ـ الجهاز الدورى ١٥٣

الجهاز الدوري الدموى ١٥٥

القـــلب ١٥٥
الأوعية الدموية ١٥٧
الشعيرات الدموية ١٥٩
الشـــرايين ١٦١
الأوردة ١٦٥

الجهاز الدورى اللمفاوى ١٦٩
الأعضاء اللمفاوية ١٦٩
العقد اللمفاوية ١٧١
الطحـال ١٧٣
الغدة التيموسية ١٧٦

الفصل السابع ـ الجهـــاز الغطـائى ١٧٩

الجلد ١٨١
ملحقات الجلد ١٨٧
الشـــعر ١٨٧
الظفـــر ١٨٩
غـدد الجلد ١٩١
الغدد الدهنية ١٩١
الغدد العرقية العادية ١٩٢
الغدد العرقية القمية ١٩٥
المدد الدموي والعصبي للجهاز الغطائي ١٩٦

الفصل الثامن ـ الجهـــاز الهضمـــى ١٩٧

تجويف الفم ١٩٩
- الشـــفة ٢٠٠
- اللســـان ٢٠٠
- الأســـنان ٢٠٤
القنـاة الهضمية ٢٠٧
- المـــرىء ٢٠٩
- المعـــدة ٢٠٩

- الأمعاء الدقيقة ٢١٣
- الأمعاء الغليظة ٢١٦
- الزائدة الدودية ٢١٧
الغدد الملحقة بالقناة الهضمية ٢٢٠
- الغدد اللعابية ٢٢٠
- البنكرياس ٢٢٥
- الكبـــد ٢٢٧
- الدورة الدموية فى الكبد ٢٣١

الفصل التاسع ـ الجهـاز التنفسـى ٢٣٥

تجويفا الأنـف ٢٣٧
الحنجـرة ٢٤٠
القصبة الهوائية ٢٤٠
الرئـة ٤٤٢
- الشـعب ٢٤٣
- الشعيبات ٢٤٣
- الحويصلات الهوائية ٢٤٤
- الحاجز الهوائى الدموى ٢٤٥
- دورة الدم فى الرئة ٢٤٦

الفصل العاشر ـ الجهـاز البـولى ٢٤٧

التركيب المجهرى للكلية ٢٤٩
النفـرون ٢٤٩
- كريـات ملبيجى ٢٥٠
- الأنيبوبة الملتفة الدانية ٢٥٣
- عـروة هنـل ٢٥٥
- الأنيبوبة الملتفة القاصية ٢٥٥
القنـاة الجامعـة ٢٥٦
دورة الدم داخل الكلية ٢٥٧
مجـارى البـول ٢٥٧

الفصل الحادى عشر ـ جهاز الافراز الداخلى ٢٥٩

الغدة النخامية ٢٦٢
الغدة الدرقية ٢٦٧
الغدد جارات الدرقية ٢٦٩
الغدة فوق الكلوية ٢٦٩
الغدة الصنوبرية ٢٧٣

الفصل الثانى عشر ـ الجهاز التناسلى الذكرى ٢٧٧

الخصية ٢٧٩
القنوات التناسلية الذكرية ٢٨٨
البربخ ٢٨٨
الوعاء الناقل للمنى ٢٨٩
قناة مجرى البول ٢٨٩
الغدد التناسلية الذكرية الثانوية ٢٩٠
ـ الحوصلة المنوية ٢٩٠
ـ غدة البروستاتا ١٩١
ـ غدد كاوبر ٢٩٣

الفصل الثالث عشر ـ الجهاز التناسلى الأنثوى ٢٩٥

المبيض ٢٩٧
القناتان الرحميتان ٣٠٣
الرحم ٣٠٤
قناة المهبل ٣١٠
الأعضاء التناسلية الأنثوية الخارجية ٣١٠
الغدد اللّبنية ٣١١

الفصل الرابع عشر ـ أعضاء الحس الخاصة ٣١٥

العين ٣١٨
ـ الطبقة الليفية ٣١٩

- الطبقة الوعائية ٣١٩
- العدســـة ٣٢٣
- الجسم الزجاجى ٣٢٤
- الشـــبكية ٣٢٤
- الجفنان ٣٢٩
- الغدد الدمعية ٣٣٠
الأذن ٣٣٢
- الأذن الخارجية ٣٣٢
- الأذن الوسطى ٣٣٢
- الأذن الداخلية ٣٣٢

- **المراجـــع** ٣٣٩

- **ملحق للمصطلحات الأجنبية ومقابلها بالعربية** ٣٥٧