علم النسج Histology

ان كلمة علم النسج Histology مشتقة من الكلمة اليونانية Hists ومعناها نسيج وكلمة logia ومعناها دراسة ولهذا يكون علم النسج هو العلم الذي يبحث في دراسة النسج المختلفة التي تدخل في تركيب الكائن الحي. وان علم النسج جزء من علم التشريح Anatomy ، اذ ان علم التشريح يمكن تقسيمه الى:

1-علم التشريح العياني: وهو العلم الذي يختص بدراسة تراكيب جسم الكائن الحي من دون استعمال المجهر.

2- علم التشريح المجهري: وهو العلم الذي يدرس اجزاء جسم الكائن الحي باستعمال المجهر، وهو علم النسج نفسه.

يوجد في الجسم اربعة انواع من النسج الابتدائية يختلف كل منها في مظهره ووظيفته وتتكون هذه النسج المختلفة خلال نمو الجنين من طبقات الجنينية الثلاث وهي الاديم الظاهر والاديم المتوسط والاديم الباطن. ويعرف النسيج الابتدائي بانه مجموعة من الخلايا المتشابهة كثيراً مع ما تنتجه من مواد تكون معدة لانجاز وظيفة او وظائف معينة. ويوجد بين خلايا النسيج الواحد مادة غير حية تسمى المادة ما بين الخلايا intercellular substance تفرزها الخلايا وتربطها مع بعضها البعض. تتضمن النسج الابتدائية:

1- النسج الظهارية Epithelial tissues

2- النسج الضامة Connective tissues

3- النسج العضلية Muscular tissues

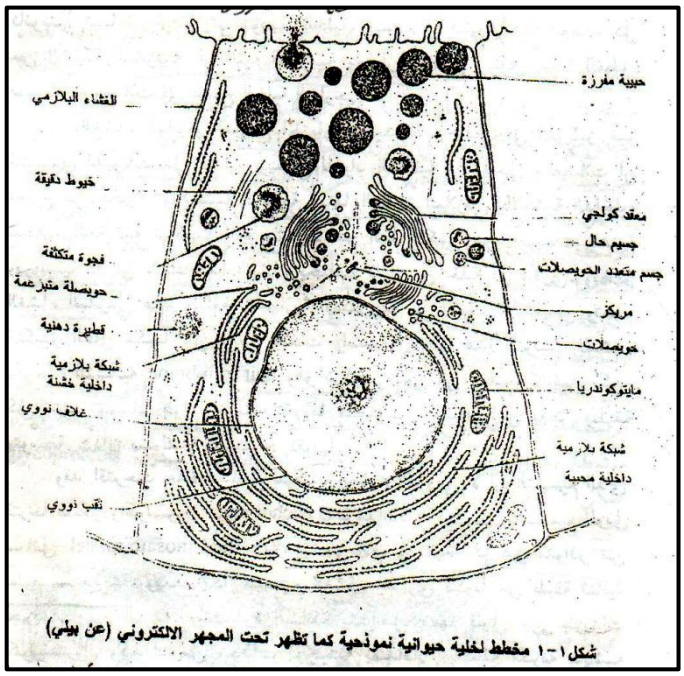
4- النسج العصبية Nervous tissues

وتتكون الاعضاء من هذه النسج ويمكن في كثير من الاعضاء ملاحظة النسج الابتدائية في العضو الواحد وبهذا يمثل العضو وحدة اكبر اجتمعت فيه الانسجة المختلفة معدة لوظيفة معينة.

الخلية The Cell

تكون دراسة تركيب الخلية وما يتعلق بوظيفتها ما يسمى بعلم الخلية Cytology ، والخلية هي الوحدة التركيبية والوظيفية في جسم الكائن الحي وهي كتلة صغيرة من البروتوبلازم تتكون من السايتوبلازم والنواة اللذين يظهران مختلفين في صبغتهما عند الفحص بالمجهر الضوئي.

ان الشكل الاساسي الخلايا هو الكروي كخلية البيضة والخلية الدهنية الا ان التخصصات في الوظيفة لبعض الخلايا ادى الى تغيير شكلها كالخلية العضلية والخلية العصبية، وكما ان الشكل المتغير للخلية يكون ايضاً نتيجة التخصص الوظيفي مثل كريات الدم البيضاء والبلعم الكبري. وتختلف الخلايا في احجامها منها ما تكون كبيرة بالحجم كبيوض بعض الطيور وبعضها الاخر تكون صغيرة لا ترى بالعين المجردة. كما يصل طول بعض الخلايا الى بضع سنتمترات كالخلية العضلية او قد يصل طول محاور بعض الخلايا العصبية الى حوالي متر



شكل ١-١ مخطط لخلية حيوانية نموذجية كما تظهر تحت المجهر الالكتروني (عن بيلي)

واحد على الرغم من صغر حجم الخلية. وليس هناك علاقة بين حجم الخلية وحجم الحيوان فخلايا البرمائيات مثلاً اكبر حجماً من خلايا الثدييات ويندر ان تكون خلايا الفيل اكبر من خلايا فأر. والوحدة الاعتيادية لقياس الخلايا هي المايكرومتر ويساوي واحد من الالف من المليمتر.

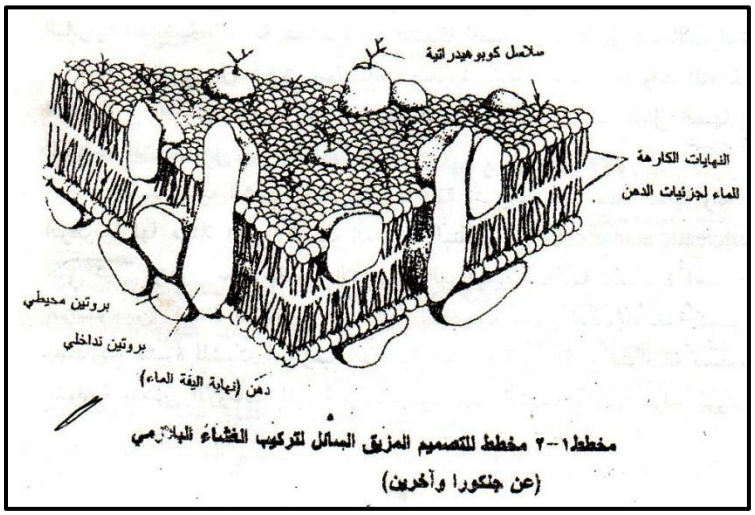
السايتوبلازم The Cytoplasm

للسايتوبلازم مظهر متجانس وليس له شكل معين في كثير من التحضيرات النسجية ولكنه يحتوي على الكثير من الاجسام الصغيرة بأنماط ووظائف مختلفة. وتكون هذه الاجسام معلقة فيما يعرف بالقالب السايتوبلازمي cytoplasmic matrix او العصارة الخلوية cytosol. ويحتوي هذا الجزء على جسيمات متعددة وانزيمات متعددة وبروتينات ذائبة مختلفة ومواد مغذية وايونات وماء وغيرها. وتنعكس الاختلافات في وظيفة الخلية كخلايا الفارزة للأنزيمات والخلية العصبية بالمظاهر المختلفة للسايتوبلازم والذي يؤدي الى اختلاف اعداد وانماط هذه الجسيمات في السايتوبلازم ويمكن تصنيف هذه الجسيمات الى عضيات organelles ومشتملات inclusions . والعضيات وهي وحدات تركيبية حية ذات تنظيم عالي ودقيق تؤدي وظائف خاصة في الخلية. اما المشتملات فتمثل النواتج الايضية للخلية وتكون مؤقتة في طبيعتها غالباً.

ويكون السايتوبلازم في معظم الخلايا متخصصاً بمناطقه المختلفة. اذ تقع كل عضية من العضيات في جزء خاص بها ويساعدها في اداء وظيفتها.

الغشاء البلازمي Plasma membrane: هو غشاء رقيق يحدد الخلية عن المحيط الموجودة فيه، ويختلف الغشاء البلازمي عن بقية اغشية الخلية في انه مغطى بالغطاء الخلوي Cell coat او الكاس السكري Glycocalyx ويختلف سمك هذا الغشاء تبعاً للوظيفة التي تؤديها الخلية ويسهم في تكوين الغشاء الخلوي كل من الشبكة الاندوبلازمية وجهاز كولجي. والغشاء البلازمي مرشح اختياري جيد يحافظ على التركيز غير المتساوي للأيونات على جانبيه ويسمح للمواد الغذائية ان تدخل وللفضلات ان تخرج من الخلية.

وقد اقترحت عدد تصاميم لتوضيح تركيب الغشاء البلازمي الا ان التصميم الذي اقترحه وسنكر ونكولسون سنة 1972 والمسمى بتصميم المزيق السائل Fluid mosaic model هو الافضل تبعاً لما متوفر من معلومات حديثة. وحسب هذا التصميم يكون غشاء الخلية مكون من طبقة ثنائية الجزيئات من الدهون المفسفرة السائلة يتداخل معها قليل من جزيئات الكوليسترول وكذلك من وحدات بروتينية بمسافات مختلفة مكونه ما يشبه



مخطط١-٢ مخطط للتصميم المزيق السائل لتركيب الغشاء البلازمي (عن جنكورا وآخرين)

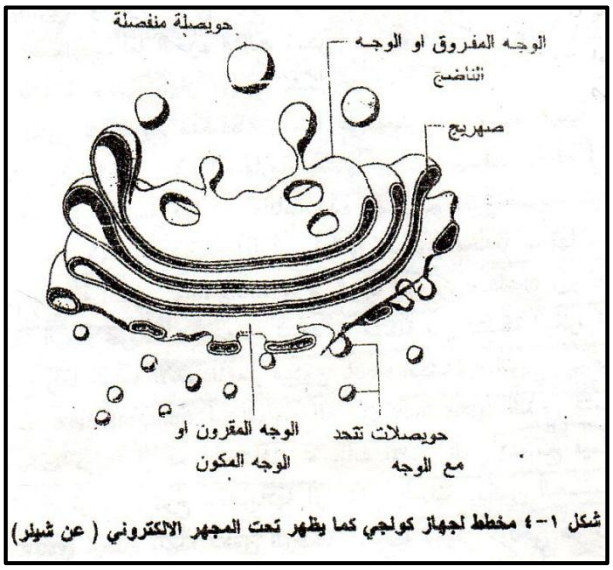
الفسيفساء مع الطبقة الدهنية. وتترتب الجزيئات البروتينية بنمطين: النمط الاول محيطي: اي ان الجزيئات البروتينية تقع باتجاه السطح الخارجي وكذلك باتجاه السطح الداخلي المواجه للسايتوبلازم. اما النمط الثاني فهو تداخلي وهو ان الجزيئات البروتينية تمتد على السمك الكلي للغشاء وتبرز من جهتيه وهذه قد تتخللها ثقوب تصل بين المحيط الخارجي والسايتوبلازم او ان تنغرس ضمن احدى طبقتي الدهون المفسفرة وتبرز من احد السطحين. وللجزيئات البروتينية حركة جانبية ضمن الدهن المفسفر.

اما مادة الغطاء الخلوي المسمى بالكاس السكري فهي كربوهيدرات مرتبطة بالدهون وتدعى عندئذ بالدهون السكرية او مرتبطة بالبروتينات وتدعى عندئذ بالبروتينات السكرية.

الشبكة البلازمية الداخلية Endoplasmic reticulum: ان وجود هذه الشبكة في المنطقة الداخلية للسايتوبلازم غالباً هو السبب في تسميها بالشبكة البلازمية الداخلية، وتتكون هذه الشبكة بشكل انابيب واكياس مسطحة مكونة صهاريج من اغشية تترابط بالتفرع والالتقاء. وقد يغطي معظم سطح هذه الشبكة الرايبوسومات وتدعى عند ذلك بالشبكة البلازمية الداخلية الخشنة او الحبيبية Rough or granular endoplasmic reticulum ، وقد تكون هذه الشبكة خالية من الرايبوسومات وتدعى عند ذلك بالشبكة البلازمية الداخلية الملساء او اللاحبيبية Smooth or agranular endoplasmic reticulum . وتعتمد كمية الشبكة البلازمية الداخلية وترتيبها على نمط الخلية والحالة الوظيفية. ان الوظيفة الرئيسية للشبكة البلازمية الداخلية الخشنة هو بناء البروتين المفرز وعزله عن بقية السايتوبلازم ويحدث ايضاً تركيز للمادة المنتجة في بعض الخلايا. كما تقوم الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة بإنتاج مكونات الدهن لمعظم عضيات الخلية. وتحتوي اغشيتها انزيمات بنائية حياتية مختلفة تتضمن تلك المسؤولة عن كل ما يتعلق ببناء الدهون.

اما الشبكة البلازمية الداخلية الملساء فيعتقد انها تقوم بالعديد من الوظائف منها البناء الحياتي للهرمونات الستيرويدية. وتحتوي الانزيمات التي تتوسط سلسلة التفاعلات لتزيل سمية العقاقير والمركبات والمضرة المتكونة من فعاليات الايضية. كما تقوم هذه الشبكة في الخلايا المبطنة للمعي بامتصاص الدهون وتعيد بناء الكليسيريدات الثلاثية. اما في العضلات المخططة والقلبية فتقوم الشبكة البلازمية الداخلية المتخصصة والتي تدعى بالشبكة البلازمية العضلية بعزل الكالسيوم عن العصارة الخلوية ويؤدي ذلك الى ارتخاء الليفات العضلية بعد كل دورة من التقلص العضلي.

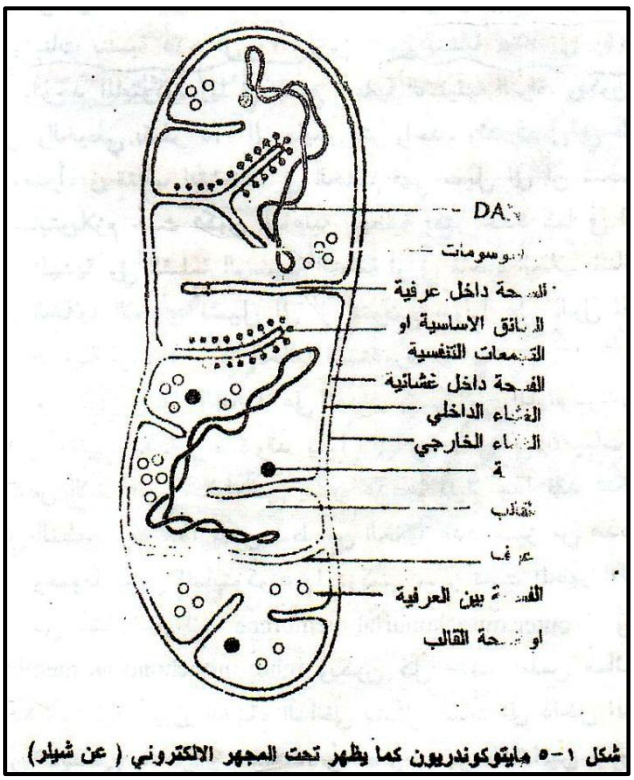
جهاز او معقد كولجي Golgi apparatus or complex: يوجد هذا الجهاز في معظم الخلايا وقد ينتشر ضمن السايتوبلازم حول النواة كما في الخلية العصبية او في منطقة قرب النواة كما في الخلايا الظهارية العمودية التي تبطن الامعاء. ويتألف جهاز كولجي من ثلاثة اجزاء محددة بغشاء املس واكثر الاجزاء وضوحاً هو مجموعة مكونة من 3 الى 12 صهريج مسطح ذو شكل بيضوي، والجزء الثاني عبارة عن حويصلات كثيرة صغيرة تشاهد حول مجموعة الصهاريج، اما الجزء الثالث فمكون من فجوات كبيرة قليلة العدد وتقع عند احد قطبي جهاز كولجي. وتكون الصهاريج منضغطة بعضها على بعض في الوسط نسبياً ومتوسعة محيطياً وتعطي جهاز كولجي وجهين: الوجه الاول يكون محدباً متجهاً نحو النواة يسمى بالوجه المكون forming face او الوجه المقرون Cis face ويوجد بالقرب من هذا الوجه حويصلات صغيرة تتحد به منتقلة من الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة. اما الوجه الاخر المقعر فيكون باتجاه الغشاء البلازمي ويدعى بالوجه الناضج Maturing face او الوجه المفروق Trans face الذي تتبرعم منه حويصلات كبيرة او فجوات تمثل حبيبات الافراز التي تندمج فيما بعد مع الغشاء البلازمي لتطرح محتويات الى خارج الخلية وتكون الجسيمات الحالة ايضاً. ولهذا تكون الوظيفة الرئيسية لجهاز كولجي هو تركيز ورزم النتاج الافرازي للخلية وذلك بإحاطتها بغشاء يشبه الغشاء البلازمي تقريباً. كما يقوم جهاز كولجي بتركيب معقدات البروتين السكري المميز للسطح الخارجي البلازمي ويكون له دور في تكوين العضيات الغشائية الاخرى في الخلية وهو الجسيم الحال وهناك وظائف خاصة لجهاز كولجي منها تكوين الجسيم الطرفي للنطفة الناضجة.



شكل ١-٤ مخطط لجهاز كولجي كما يظهر تحت المجهر الالكتروني (عن شولر)

المايتوكوندريا Mitochondria: توجد المايتوكوندريا في جميع الخلايا الحقيقية النواة ويكون شكلها بين الكروي والخيطي ويختلف انتشارها في الخلايا فهي تميل الى ان تتجمع في اجزاء من السايتوبلازم حيث تكون الفعالية الايضية اكثر حدة. اما في الخلايا الاخرى فتميل الى ان تتموضع طولياً على طول محور الطولي للخلايا الطويلة او شعاعياً في خلايا المستديرة.

ويختلف عدد هذه العضيات من خلية الى اخرى وهي تزداد في الخلايا النشطة ايضياً. تتكون تحت المجهر الالكتروني من غشاء خارجي وغشاء داخلي ويكون كل منهما املس ومماثلاً في تركيبه للوحدة الغشائية. ويبرز الغشاء الداخلي بشكل طيات الى داخل المايتوكندريون ويكون ما يسمى بالأعراف cristae ويحصر هذين الغشائيين فسحتان، الفسحة الاولى الخارجية التي تقع بين الغشائيين وتدعى بالفسحة الداخل غشائية وتكون



شكل ١-٥ مايتوكوندريون كما يظهر تحت المجهر الالكتروني (عن شيلر)

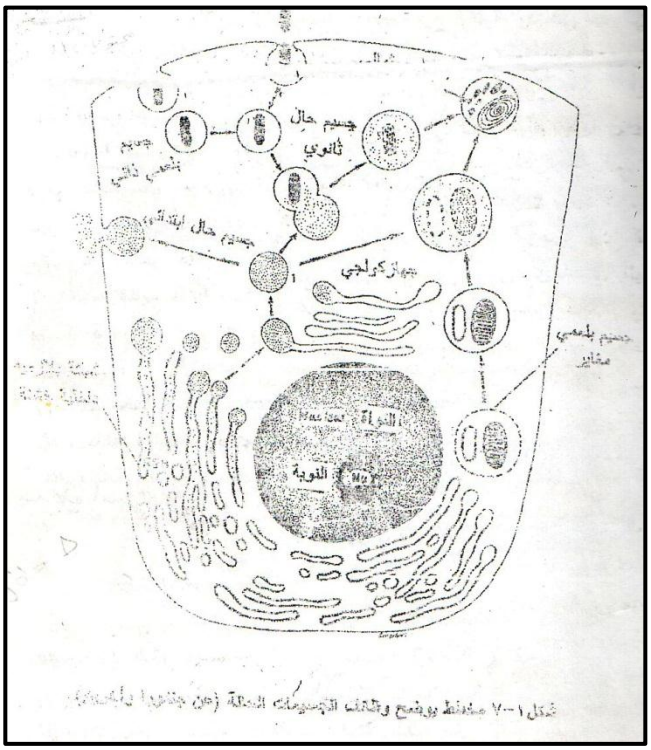
مستمرة مع الفسح الداخل عرفية التي تكون ضمن الاعراف نفسها. اما الفسحة الثانية في التي تحاط بالغشاء الداخلي وتخترقها الاعراف وتعرف بالفسحة بين العرفية او فسحة القالب وتكون هذه الفسحة مملؤة بمادة حبيبية دقيقة ذات كثافة الكترونية متغايرة هي القالب matrix وتزيد الاعراف من المساحة السطحية الداخلية للمايتوكوندريا. ويعتمد عدد المايتوكوندريا وعدد الاعراف وشكلها على نمط الخلية وفاعليتها الايضية، ففي الخلايا ذات المعدل الأيضي العالي كخلايا العضلة القلبية وخلايا نبيبات الكلية توجد اعداد كبيرة من المايتوكوندريا بأعداد كبيرة من الاعراف المتراصة فيها. ومن اهم وظائف المايتوكوندريا هو انها المصدر الرئيس لتحرير الطاقة في الخلية من خلال اكسدة المواد الغذائية الى ثنائي اوكسيد الكاربون والماء والطاقة.

الجسيم المركزي Centrosomes والمريكزات Centrioles: الجسيم المركزي يمثل منطقة خاصة متجانسة من السايتوبلازم تحتوي على مركزين ويقع الجسم المركزي عاده بالقرب من النواة وجهاز كولجي. ويطلق على المريكزين الذي يحتوي عليهما الجسيم المركزي معاً اسم الجسيم المزدوج Diplosome . ويقوم الجسيم المركزي خلال الانقسام الخلوي بتكوين وتنظيم الانبيبات المكونة لمغزل الانقسام وفضلاً عن ذلك يهاجر المريكز الى منطقة قرب سطح الخلية ليصبح جسماً قاعدياً او جسيماً حركياً ويكون الهدب او السوط.

الجسيمات الحالة Lysosomes: وتنتشر بشكل واسع في الخلايا وتكثر بصورة خاصة في الخلايا التي يحدث فيها هضم داخل الخلايا كبلاعم الكبرية وفي خلايا نبيبات الكلية والخلايا الدموية البيضاء العدلة. وتحتوي الجسيمات الحالة على انواع الانزيمات الحالة Lytic enzymes التي تكون فعالة عند الاس الهيدروجيني الحامضي وتختلف طبيعة هذه الانزيمات وفعاليتها اعتماداً على نمط الخلية المعينة. تكون الجسيمات الحالة كروية الشكل عادة ومحاطة بغشاء بروتيني دهني يفصل محتوياتها عن السايتولازم. ويكون لهذا الغشاء عمل مهم في منع الانزيمات الحالة التي تحتوي عليها الجسيمات الحالة من مهاجمه وهضم السايتوبلازم.

وتوجد ادلة على الانزيمات الحالة تتكون في الشبكة البلازمية الداخلية الحبيبية ثم تنتقل الى جهاز كولجي وتتحور الانزيمات فيه وترزم متبرعة منه كالجسيمات الحالة. ان الجسيمات الحالة التي لم تدخل في حادثة هضم تعرف بوصفها جسيمات حالة ابتدائية وتكون صغيرة جداً وتكون محتوياتها حبيبية متجانسة محددة بغشاء. وتتحد هذه الجسيمات مع الفجوات المتكونة بالبلع او الشرب الخلوي للمواد الخارج خلوية المسماة بالجسيمات

البلعمية phagosomes وبهذا يحدث تماس بين محتوياتهما وتحدث ظاهرة الهضم الداخل خلوي ضمن هذه الفجوة الجديدة التي تدعى الان بالجسيمة الحالة الثانوية وتكون ذات قطر اكبر وذات مظهر متغاير بسبب التغاير الواسع المواد التي تقوم بهضمها. وبعد هذا العملية تنتشر المواد المغذية من خلال الغشاء المحدد للجسيمة الحالة ويدخل السايتوبلازم بينما تحفظ المركبات غير مهضومة ضمن فجوات تدعى الان بالاجسام الثمالية residual bodies وتهاجر هذه التراكيب في بعض الخلايا الى الغشاء الخلوي وتطرح محتوياتها في الفسحة خارج خلوية. وقد تتجمع كميات كبيرة من الاجسام الثمالية في بعض الخلايا الطويلة الحياة كالخلايا العصبية والقلبية والكبدية ويشار اليها باسم الفيوسين الدهني lipofuscin او صباغ العمر age pigment .



والوظيفة الاخرى للجسيمات الحالة تتعلق بانقلاب او تغيير العضيات السايتوبلازمية الاخرى، وتحت ظروف معينة تصبح اجزاء من السايتوبلازم محاطة بغشاء وتتحد مع الجسيم الحال الابتدائي وتعرف الجسيمات الحالة المتكونة بهذه الطريقة بالجسيمات البلعمية الذاتية autophagosomes ان الحاصل المهضوم من هذا التحلل ربما تعيد الخلية دورته ليستعمل في تحديد واعادة ترتيب وتركيب المحتويات السايتوبلازمية. وقت تنفجر الجسيمات الحالة في حالات مرضية معينة او عندما يحدث ضرر خلوي فتنطلق انزيماتها الحالة وتحطم الخلية في النهاية وتدعى هذه العملية بالتحلل الذاتي autolysis .

كما توجد بعض الادلة على امكان طرد محتويات هذه الجسيمات الحالة خارج الخلية وبالتالي تعمل في الوسط الواقع خارج الخلية كما في الخلايا ناقضة العظم. كما تلعب الجسيمات الحالة دوراً مهماً ايضاً في ايض مواد معينة في الجسم وقد عزيت امراض معينة الى نقص في انزيمات الجسيمات الحالة ففي حالة الحثل الابيض المتبدل اللون metachromatic leukodystrophy يوجد تجمع للـ sulfated بسبب فقدان انزيم sulfatase الموجود في الجسيم الحال. وفي كثير من هذه الامراض يكون انزيم معين من الانزيمات الحالة معدوماً او غير فعال ولا يحدث عندئذ هضم لمواد معينة ويؤدي ذلك الى خلل في وظيفة الطبيعية للخلايا.

الجسيدات Microbodies او البيروكسيسومات Peroxiosomes: تشبه الجسيدات او البيروكسيسومات المايتوكوندريا في انها موضوع استهلاك الاوكسجين. وهي شبيهه بالجسيمات الحالة من حيث التكوين ولكنها لا

تحتوي على انزيمات حالة وتكون حجمها اكبر من جسيمات الحالة الابتدائية قليلاً وتحتوي على مادة حبيبية متجانسة دقيقة ولكنها تحتوي احياناً على جسيم بلوري وتكثر هذه العضيات في الخلايا الكبدية وفي البلاعم الكبرية ويكون لها علاقة بانتاج بيروكسيد الهيدروجين او تختزل الاوكسجين الى بيروكسيد الهيدروجين. كما تسهم في منع تجمع الخطر لبيروكسيد الهيدروجين المؤكسد القوي السام. ويعتقد انها مهمة في خلايا الكبد والكلى لازالة الفعل السمي للجزيئات مختلفة. كما تحتوي على بعض الانزيمات لها علاقة بايض الدهون.

المشتملات الخلوية Cell inclusions: قد يحتوي سايتوبلازم معظم الخلايا على تجمعات عديدة من مواد غير محاطة بغشاء ومواد اخرى محاطة بغشاء ولكنها ليست اساسية لبقاء الخلية حية وهي مكونات مؤقتة عادة في السايتوبلازم تتكون بشكل رئيس من تجمع مواد ايضية او ترسبات ذات طبيعة متغايرة وتظهر هذه المواد التي يطلق عليها المشتملات الخلوية في الخلية باشكال مختلفة وكما ياتي:

1-الاغذية المخزونة: وتكون بشكل الكاربوهيدرات والدهون التي تخزن في السايتوبلازم بوصفها احتياطية للطاقة وتمتص الكاربوهيدرات في المعي بشكل كلوكوز بصورة رئيسية وتخزن بشكل كلايكوجين متعدد السكريات. بينما يخزن الدهن بصورة رئيسية في النسيج الضام المكون من خلايا دهنية وتحت ظروف خاصة تخزنه خلايا اخرى كالخلايا الكبدية ويعزل الدهن في السايتوبلازم بفجوات محاطة بغشاء وقطيرات. اما المح وهو من المواد الغذائية المخزونة ايضاً في بيوض بعض الفقريات ويستنفذ تدريجياً خلال النمو الجنيني.

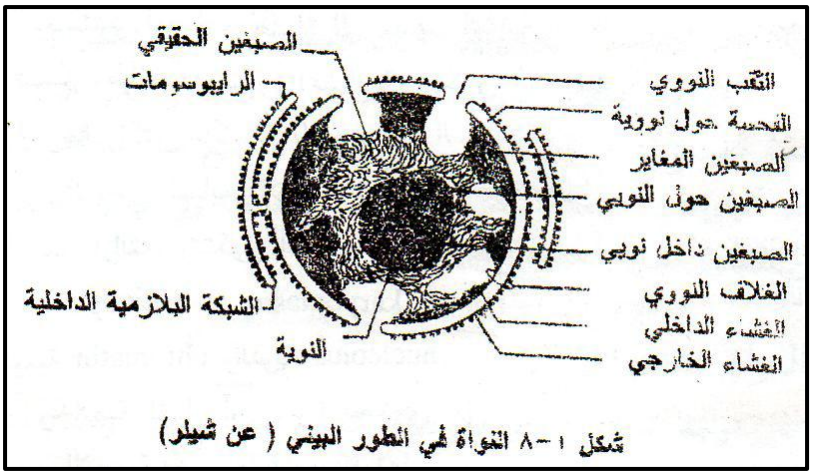
2-الصبغات: وهي تلك المواد التي تظهر لون من دون صبغها وقد تكون خارجية المنشا ياخذها الكائن الحي من المحيط او داخلية المنشا تتكون في الكائن الحي نفسه. وتتضمن الصبغات الخارجية المنشا الكاروتينات وهي صبغات حمر مصفرة في الخضروات قابلة للذوبان في الدهون والغبار كالكربون الذي يكون واضحاً في خلايا الرئة والعقد اللمفاوية المرافقة والمعادن كالرصاص والفضة. ومن اهم الصبغات الداخلية المنشا الهيموكلوبين والميلانين الذي يكون بشكل بني داكن او اسود يوجد في الجلد والعينين. وكما عدت حبيبات الفيوسين الدهني ذات اللون البني المصفر الان من الصبغات التي هي بقايا غير مهضومة من فعاليات الجسيمات الحالة محاطة بغشاء.

3-البلورات والبلورانيات: التي تظهر في انماط قليلة من الخلايا فمثلاً تخزن خلايا سرتولي والخلايا الخلالية في الخصية هذه المواد في السايتوبلازم على شكل مجاميع غير محاط بغشاء. وتظهر بلورانيات ايضاً في الكريات البيض الحمضة.

النواة The Nucleus

توجد النواة بالقرب من مركز الخلية عادة وتوجد واحدة منها في الخلية الواحدة بصورة اعتيادية ولكن قد تحتوي بعض الخلايا على نواتين فتدعى ثنائية النواة binucleate كبعض خلايا الكبد وبعض الخلايا الظهارية

للمثانة. ويندر ان تحتوي الخلية على اكثر من نواتين فتدعى متعددة النوى multinucleate كالالياف العضلية الهيكلية والخلايا الناقضة للعظم. توجد النواة في جميع الخلايا عدد كريات الدم الحمراء الناضجة والصفيحات الدموية. ويتراوح شكل النواة بين الكروي والبيضوي عادة وقد يتبع شكل الخلية. وقد تتسطح النواة او تزاح من محلها بسبب وجود بعض المشتملات في السايتوبلازم. وهناك اشكال اخرى للنواة توجد في انواع خاصة من الخلايا ومن ذلك انها طويلة في الخلايا العضلية والنواة الكلوية في كريات الدم البيضاء الوحيدة والمفصصة في كريات الدم البيضاء العدلة. وقت يتغير شكل النواة في الخلية نفسها تبعاً للاطوار المختلفة لفعاليتها. وتوجد المادة الوراثية DNA في نواة الخلية التي من مميزاتها انها تتلون باللون الازرق الداكن لانها قعدة لاحتوائها على الحوامض النووية.



شكل ١-٨ النواة في الطور البيني (عن شيلر)

والنواة مطاطة تحت الضغط وتسترجع شكلها عند ازالته. وتتكون النواة من الغلاف النووي وبلازما النواة او العصير النووي والمادة الصبغينية والنوية. وخلاصة القول ان النواة تحتوي على جميع المعلومات الضرورية لانشاء الفعاليات الايضية لكل خلية وسيطرتها.

الغلاف النووي Nuclear envelope: يمكن رؤية الغلاف النووي بوضوح على شكل غلاف محدد للنواة ويكون اكثر سمكاً من الغشاء البلازمي للخلية. ويحوي هذا الغلاف على ثقوب تعرف بالثقوب النووية Nuclear pores ، وتظهر ثقوب النووية في مقاطع الغلاف النووي دائرية الشكل وتكون مغلقة بغشاء او حاجز بروتيني رقيق ويحدث خلال هذه الثقوب تبادل المواد بين النواة والسايتوبلازم.

البلازم النووي Nucleoplasm or Karyoplasm: ويدعى كذلك بالعصير النووي Nuclear sap الذي يكون بشكل محلول نصف سائل غرواني تنطمر فيه المادة النوية والمادة الصبغينية ويظهر فاتح اللون تحت المجهر الضوئي. ويتكون بصورة رئيسية من البروتينات (قد تكون لبعضها فعالية انزيمية) ومواد ايضية وايونات. ويحتوي ايضاً على تركيب ليفي يدعى القالب النووي Nuclear matrix وهو تركيب الهيكل النووي. ويكون البلازم النووي وسط بشكل عام لانتشار المواد الايضية والجزيئات الكبيرة.

الصبغين النووي Nuclear chromatin: الصبغين هو الدلالة على المحتوى النووي للـ DNA والبروتينات وهو مظهر التركيبي للكروموسومات في الطور البيني. والكروموسومات في الخلية المنقسمة خيوط من الصبغين تكون ملتوية او منطوية او مجعدة في مواضع مختلفة على طولها لتكون كتلاً مكثفة تظهر واضحة تحت

المجهر الضوئي. ويظهر الصبغين في الطور البيني بمظهرين الاول الصبغين الحقيقي Euchromatin او الصبغين الممتد، والثاني الصبغين المغاير heterochromatin او الصبغين المكثف. والصبغين الحقيقي يكون مفككاً وتكون الجينات فيه مستعدة الاستنساخ RNA الرسول. اما الصبغين المغاير فيتكون من الالتواء الكثيف المتراص للكروموسومات وبسبب ذلك الالتواء لا تكون الجينات مستعدة الاستنساخ RNA الرسول. وبصورة عامة تكون الخلايا التي تكون نواتها فاتحة اكثر قابلية ونشاط من الخلايا التي تكون نواتها مكثفة وذات لون ادكن.

ويمكن ان تستعمل كمية او نسبة الصبغين الحقيقي الذي يرافق نوية او نويات كبيرة مؤشر او دليل على الفعالية الايضية لخلية نوعية او نمط خاص من الخلايا لان الصبغين الحقيقي يكون فعالاً عادة في تكوين RNA وعلى العكس من ذلك تدل النسبة العالية من الصبغين المتغاير على ان الخلية في فعالية ايضية واطئة لهذا تكون نوى الخلايا العصبية كبيرة وفيها قليل من الصبغين المرئي بينما يكون للخلايا اللمفية نواة اصغر وذات صبغة داكنة جداً. وتكون نوى نفسها بنمطين مكثفة condensed او مفرطة الصبغين hyperchromatic (صغيرة دكناء الصبغة) كبعض خلايا الدم وحويصلية vesicular كبيرة فاتحة الصبغة كالخلية العصبية والخلايا الكبدية. ويكون الصبغين المغاير في الخلايا المحتضرة كثيفاً جداً وتدعى مثل هذه النوى بالنوى التغلظية pyknotic .

ويكون الصبغين بشكل رئيسي من شرائط ملتوية من DNA مرتبطة بروتينات اساسية هي الهستونات وتحتوي هذه الاشرطة على دقائق او خرزات تمثل الوحدة التركيبية للصبغين وتدعى الجسيم النووي Nucleosome ويتكون الجسيم النووي من لب من الهستون قرصي الشكل مع قطع من DNA تلتف حول هذا اللب. واوضحت الدراسة الدقيقة لصبغين نوى الخلايا الثدييات وجود كتلة من الصبغين المغاير تلاحظ غالبا في خلايا الاناث لا في خلايا الذكور وتمثل هذه الكتلة الصبغين الجنسي. ولقد لوحظ لاول مرة في الخلايا العصبية الماخوذة من اناث القطط وفي معظم الثدييات ومنها الانسان ان كتلة الصبغين المغاير هذه هي احدى زوجي الكروموسومات الجنسيي X الموجودة في خلايا الاناث فهو يبقى ملتفتاً متراصاً ويكون مرئيا في الطور البيني في حين يكون الكروموسوم الاخر X غير ملتف وغير مرئي. وتفترض الادلة ان الكروموسوم X الملتف غير فعال وراثياً. للذكر كروموسوم X واحد والاخر كروموسوم Y ويكون الكروموسوم X غير ملتف لهذا يكون غير مرئي. ويظهر الصبغين الجنسي بشكل مميز في مسحات الدم بشكل بروز يشبه عصا الطبل drum stick ملتصق باحد فصوص نواة بعض كريات الدم البيضاء العدلة.

النوية The Nucleolus: تظهر تحت المجهر الضوئي بشكل تركيب كروي في النواة وليس للنوية غشاء يحددها وتكون عادة واضحة متعددة في الخلية التي تكون فعالة في بناء البروتين وان حجمها يعكس فعاليتها

وتعود الاختلافات في حجم النوية الى تقلص او تمدد المكون الحبيبي لها. وتكون النويات اكثر كثافة وانتظاماً في حدودها من كتل الصبغين المغاير واكبر منه. وتتكون النوية من RNA مع بقية البروتين وكمية صغيرة من DNA وتكون غالباً محاطة بحافة مكثفة من الصبغين يدعى الصبغين المرافق للنوية. يكون التركيب الداخلي للنوية مؤلف من خيط سميك ملتف يدعى الخيط النووي nucleonema مطمور في مادة ليس لها شكل معين. وعند فحص النووية تحت المجهر الالكتروني تظهر مكونة من ما ياتي:

1-حبيبات تمثل الرايبوسومات في طريقها الى النضوج وتدعى ايضاً بالجزء الحبيبيpars granulosa .

2- لييفات من RNA مستنسخة بشكل بروتين نووي وقد تدعى معاً باسم الجزء الليفي pars fibrosa .

3- صبغين مؤلف من عروات كروموسومية تمتد خارجاً من نقطة التصاقها بمنطقة الكروموسوم وقد يسمى ايضاً DNA المنظم النووي nucleolar organizer DNA .

4- قالب بروتيني ليس له شكل معين وتنتشر فيه كل هذه المواد.

واللييفات مع الحبيبات تؤلف الخيط النووي. واظهرت الكثير من الدراسات ان النوية تقوم بوظيفة منظم لتضاعف DNA واستنساخه.

النسيج العصبي Nervous Tissue

وهو النسيج الذي يستلم الحوافز من المحيط ويحولها الى دفعات عصبية ثم ينقلها الى اجزاء اخرى في الجسم ليحدث رد فعل او الاستجابة المناسبة لذلك الحافز. وتنجز هذه الوظائف خلايا متخصصة تدعي بالعصبات neurons او الخلايا العصبية nerve cell وتكّون هذه الخلايا مع الخلايا الدبقية ومواد اخرى بين خلوية مرافقة نسيج الجهاز العصبي.

ينقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية الى قسمين:

1- **الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS)** : ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي.

2- الجهاز العصبي المحيطي **Peripheral Nervous System (PNS)** : ويشمل الاعصاب المحيطية peripheral nerves المتضمنة الاعصاب الشوكية spinal nerves ، والاعصاب القحفية cranial nerves ، والعقد العصبية Nervous ganglia، والجهاز العصبي المستقل autonomic nervous system الذي يرتبط بالاعصاب الشوكية ويقسم من الاعصاب القحفية عن طريق روابط تعرف بالفروع الاتصالية.

ينقسم الجهاز العصبي المستقل وظيفياً الى جزء ودي sympathetic وجزء لا ودي parasympathetic ويعمل الجزء الودي على تسريع ضربات القلب وتوسيع الاوعية الدموية المزودة للعضلات وتوسيع الانابيب التنفسية وتوسيع البؤبؤ وابطاء الحركة الدودية للامعاء اما الجزء اللاودي فيعمل على ابطاء ضربات القلب وتضيق الاوعية الدموية المزودة للعضلات وكذلك تضيق الانابيب التنفسية والبؤبؤ وزيادة الحركة الدودية للامعاء وزيادة افراز الانزيمات المعوية.

العصبة او الخلية العصبية

تتالف الخلية العصبية أ- جسد الخلية Soma او جسم الخلية perikaryon or cell body ب- البروزات البروتوبلازمية protoplasmic processes الممتدة من جسد الخلية وتكون هذه البروزات على نوعين:

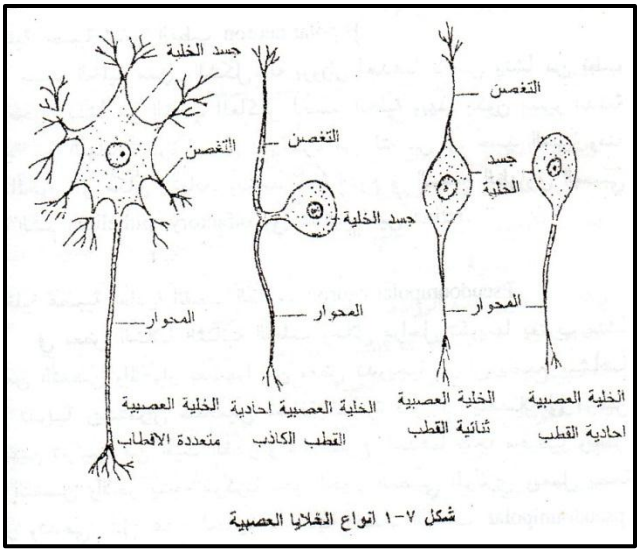
1- المحور axon ويكون مفرداً دائماً ويكون سطحه املس وقد يصل طوله الى 100 سم ويكون ذا قطر ثابت على عكس النوع الثاني من بروزات وينتهي المحور بتفرعات كثيرة التغصنات الانتهائية telodendria التي تكون متماسة عادة مع تغصنات خلية عصبية اخرى او مع جسدها (مع بعض الاستثناءات) وتنتهي التغصنات الانتهائية بانتفاخات صغيرة تدعى البراعم الانتهائية boutons وتعرف بالروادف collaterals .

2- التغصنات dendrons or dendrites : وهي البروزات التي تنقل الدفعات العصبية الى داخل جسم الخلية تتفرع التغصنات الى فروع كثيرة اولية وثانوية وثالثية ... الخ. وتكون سميكة عند منطقة اتصالها بالخلية ثم تصبح ادق وادق بزيادة فروعها. ولا تكون معظم التغصنات ملساء بل تكون بما يشبه الاشواك التي تدعى الاشواك التغصنية dendritic spines او البراهم gemmules التي تمثل تماسك التشابك العصبي. تصنيف الخلايا العصبية تبعا لعدد بروزاتها الى ما يلي:

1- خلية عصبية احادية القطب Unipolar neuron : لهذا النوع من الخلايا بروز بروتوبلازمي واحد وهو المحور وفي هذه الحالة تنشأ الدفعة العصبية على سطح جسم الخلية نفسها. ويجد هذا النوع في المراحل الجنينية وفي بعض الحيوانات الواطئة وهي نادرة الوجود في الفقريات البالغة.

2- خلية عصبية ثنائية القطب Bipolar neuron : جسم الخلية العصبية مغزلي الشكل له بروزان احدهما تغصن ينشا من القطب واخر محور ينشا من القطب المعاكس لجسم الخلية وبهذا يكون مسير الدفع العصبية من النهائية الحرة او من اي جزء من التغصن الى الجسد الخلية ومنه ضمن المحور الى مكان انتهائه. ويوجد هذا النوع في النسيج العصبي الظهاري لحاسة الشم وفي شبكية العين.

3- خلية عصبية احادية القطب الكاذب Psudounipolar neuron: في بعض الخلايا ثنائية القطب وخلال مراحل تكوينها يقترب كل من التغصن والمحور بعضهما من بعض تدريجياً الى ان يصبح منشاهما واحد تقريباً ويستمران ملتحمين مسافة قصيرة قبل ان ينفصلا الى فرعين متشابهين تركيبياً من حيث القطر وعدم التفرع. احدهما يتجه محيطياً ويعمل عمل التغصن والاخر يتجه مركزياً نحو الجهاز العصبي المركزي ويعمل بصفة محور تدعى مثل هذه اخلايا بالخلايا احادية القطب الكاذب وتوجد مثل هذه الخلايا في العقد العصبية المخية الشوكية.

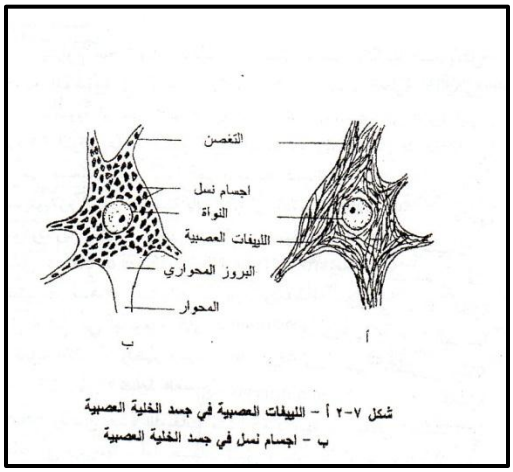


شكل ٧-١ انواع الخلايا العصبية

4- خلية عصبية متعدد الاقطاب Multipolar neuron : لهذه الخلية اكثر من بروزين يكون اطولها المحور ويكون جسم الخلية ذااشكال مختلفة تتبعاً لموقع وعدد البروزات التي تخرج منه وبهذا تكون هرمية او مخروطية او نجمية الشكل. وكلما ازداد عدد التغصنات وتفرعاتها كان التعرض مواقع التحفيز اوسع مما

هو عليه. ان هذا النوع من الخلية العصبية اكثر انواع الاربعة انتشاراً ويوجد في النسيج العصبي للجهاز العصبي المركزي وفي العقد العصبية المستقلة.

جسد الخلية: يتراوح حجم جسد الخلية بين الصغير والكبير والكبير منها يمثل اكبر الخلايا الموجودة في الجسم. ويختلف شكل جسم الخلية اذ يكون مستديراً او بيضوياً او مغزلياً او هرمياً او مسطحاً ويحتوي على نواة تكون مركزية الموقع عادة. تكون النواة كبيرة وكروية الشكل فاتحة اللون لا حتوائها على صبغين دقيق ولهذا تظهر النوية متميزة بوضوح وداكنة اللون. ويدعى السايتوبلازم للخلية العصبية بالسايتوبلازم العصبي neuroplasm ويحتوي على مايتوكوندريا والجهاز كولجي واللليفات العصبية وحبيبات او اجسام نسل Nissl granules or bodies ومحتويات اخرى غير حية كالقطيرات الزيتية وحبيبات الصباغية ويندر ان يحتوي جسم الخلية العصبية البالغة على الجسم المركزي علماً ان الخلية العصبية ليس لها القابلية على الانقسام. وتظهر اللليفات العصبية تحت المجهر الالكتروني مكونة من خيوط دقيقة هي الخيوط العصبية ومن نبيبات عصبية وتكون هذه اللليفات متشابكة مع بعضها البعض ومنتشرة في جسد الخلية وفي بروزاتها. اما حبيبات نسل فتحتوي هذه على بروتين نووي رايبي. ويعتقد انها تقوم بخزن المواد البروتينية التي تستعملها الخلية عند القيام بوظيفتها وتنتشر حبيبات نسل في السايتوبلازم وفي التغصنات ولكنها تكون خالية من جزء جسد الخلية المقابل لقاعدة المحور ويدعى هذا جزء من جسد الخلية بالبروز المحوري ولا توجد هذه الحبيبات في المحور نفسه ايضاً.



شكل ٧-٢ أ - اللليفات العصبية في جسد الخلية العصبية
ب - اجسام نسل في جسد الخلية العصبية

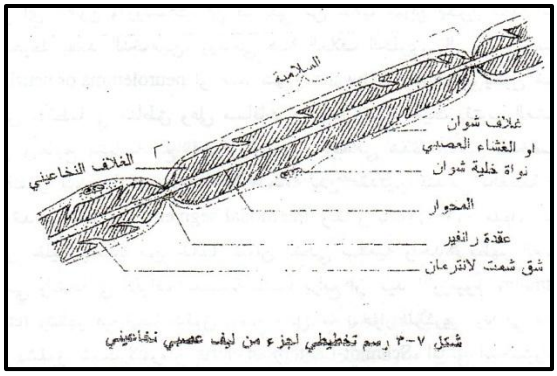
الالياف العصبية Nerve fibers

تطلق عباره الليف العصبي على كل بروز طويل سواء كان محوراً اوتغصناً وتصنف هذا الالياف الى نوعين:

الالياف العصبية النخاعينية او النخاعية Myelinated or medullated nerve fibers

يتالف هذا النوع من الالياف من لب مركزي ومن اسطوانة محورية او المحور الذي هو استمرار لجسد الخلية. ويحاط اللب المركزي بغلاف دهني ابيض او غمد النخاعين myelin sheath ، ان هذا الغلاف يتالف من طبقات ملتفة دائرياً حول المحور المركزي وان اصل هذه الطبقات هو الغشاء البلازمي لخلية تدعى خلية شوان Schwann's cell ولهذا فان تركيبه الكيميائي هو التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي اي دهون بروتينات. ان ما بقي من خلايا شوان يكون غلاف اخر رقيق يحيط بغمد النخاعين ويعرف هذا الغلاف الخلوي بالغشاء العصبي

neurolemma اوغمد شوان Schwann's sheath . يكون غمد النخاعين متقطعاً وعلى مسافات منتظمة تقريباً حيث يقترب الغشاء العصبي ويصبح متماساً مع المحور المركزي. وتدعى هذه المناطق المتخصرة بعقد رانفير Ranvier's nodes اما المسافة بين عقدتين فتدعى بالقطعه ما بين العقد او السلامية. وقد وجد ان خلية واحدة من خلايا شوان تغطي سلامية واحدة. ويظهر الغمد النخاعيني تحت المجهر الالكتروني مكونة من حلقات سميكة تتبادل مع حلقات نحيفة. ولقد وجد ان الحلقات السميكة تتكون نتيجة التحام السطوح الداخلية للغشاء البلازمي لخلية شوان ويدعى بالخط الدوري. اما الحلقات النحيفة فتتكون من التحام السطوح الخارجية للغشاء البلازمي لخلية شوان وتدعى بالخط الداخل دوري. ان ما بقي من المحور المتوسط في خارج الغمد النخاعيني الذي يرتبط بما بقي من الغشاء البلازمي لخلية شوان يعرف بالمحور المتوسط الخارجي. يكون الغمد النخاعيني الالياف العصبية للجهاز العصبي المركزي الخلايا الدبقية القليلة التغصنات بالطريقة التي تكون خلية شوان الغمد النخاعيني من حيث الاساس الا ان هناك اختلافات مهمة بينهما هي:



شكل ٧-٣ رسم تخطيطي لجزء من لياف عصبي نخاعيني

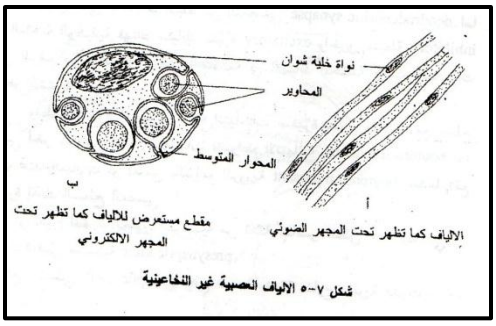
1-كمية السايتوبلازم الباقية من الغمد النخاعيني قليلة في الخلايا الدبقية القليلة التغصنات.

2-ان الجسد الخلايا الدبقية القليلة التغصنات لا يكون على تماس مباشر بالغمد النخاعيني عكس لما هو عليه في خلية شوان.

3-بامكان الخلايا الدبقية القليلة التغصنات ان تكون غمداً نخاعينياً لاكثر من محور واحد.

لقد عدت خلايا شوان هذه ضرورية لتجدد المحاور العصبية وقد تكون لها قابلية الاتهام وبهذا تزيل البقايا التالفة من الخلايا. تكثر الالياف العصبية النخاعينية في الاعصاب المحيطة.

الالياف العصبية غير النخاعينية او غير النخاعيةUnmyelinated or non-medullated nerve fibers



شكل ٧-٥ الالياف العصبية غير النخاعينية

نظراً لانعدام الغمد النخاعيني والاكتفاء بغمد شوان فقط فقد كانت عقد رانفير غير متميزة في هذا النوع من الالياف. لقد اظهر المجهر الالكتروني الالياف العصبية غير النخاعينية تقع ضمن خلية شوان بشكل مفرد او مجاميع في اخدود او اخاديد متعددة وان مناطق اقتراب اجزاء الغشاء البلازمي لخلية شوان في الحالة المفردة او المتعددة تمثل المحاور المتوسطة التي لا تلتف حلزونياً في هذه الحالة. وترتبط خلايا شوان بعضها ببعض نهاية بنهاية على شكل سلسلة على طول الالياف العصبية بشكل مستمر

مكونة ما يسمى غمد شوان او الغشاء العصبي. وفي مناطق الارتباط هذه توجد تداخلات للغشاء البلازمي للخليتين المتجاورتين. وتوجد الالياف العصبية غير النخاعينية والمغمدة بغمد شوان في الاعصاب القحفية والشوكية اما الالياف العصبية غير النخاعينية التي لا تكون مغمدة بغمد شوان فتوجد في المادة السنجابية للدماغ والحبل الشوكي.

المشابك Synapses

هي مواقع لانتقال الدفعات العصبية بين الخلايا العصبية باتجاه واحد. وقد تكون المشابك كهربائية وامثلتها قليلة نسبياً اذ يكون انتقال الاشارة الكهربائية من خلية الى اخرى عن طريق رابط فسحي ذي مقاومة واطئة. اما المشابك الكيميائية الاكثر شيوعاً وهنا تنتقل الدفعة العصبية بواسطة مادة عصبية ناقلة ويكون التماس عادة بين المحور لعصبة وتغصن لعصبة اخرى ويدعى بالمشبك المحوري التغصني او يكون بين المحور لعصبة وجسد لعصبة اخرى فيدعى بالمشبك المحوري الجسدي ولكن يكون احيانا بين المحاور فيدعى بالمشبك المحوري المحوري او بين التغصنات فيسمى بالمشبك التغصني التغصني. اما من الناحية الوظيفية فهناك مشابك مثيرة واخرى مثبطة وعلى الرغم من وجود اختلافات شبكية في الانماط المختلفة كانت كلها ذات مظاهر مشتركة. وتظهر الفروع المحورية عدة انتفاخات صغيرة تكون متماسة مع سطح عصبي اخر وتدعى بالبراعم الانتهائية boutons terminaux اذا كانت عند النهايات او تدعى بالبراعم المرورية boutons en passant عندما تقع مجاورة بذلك السطح العصبي.

ويتكون المشبك العصبي بصورة نموذجية من ثلاثة عناصر هي:

1-عقدة قبل مشبكية presynaptic knot .

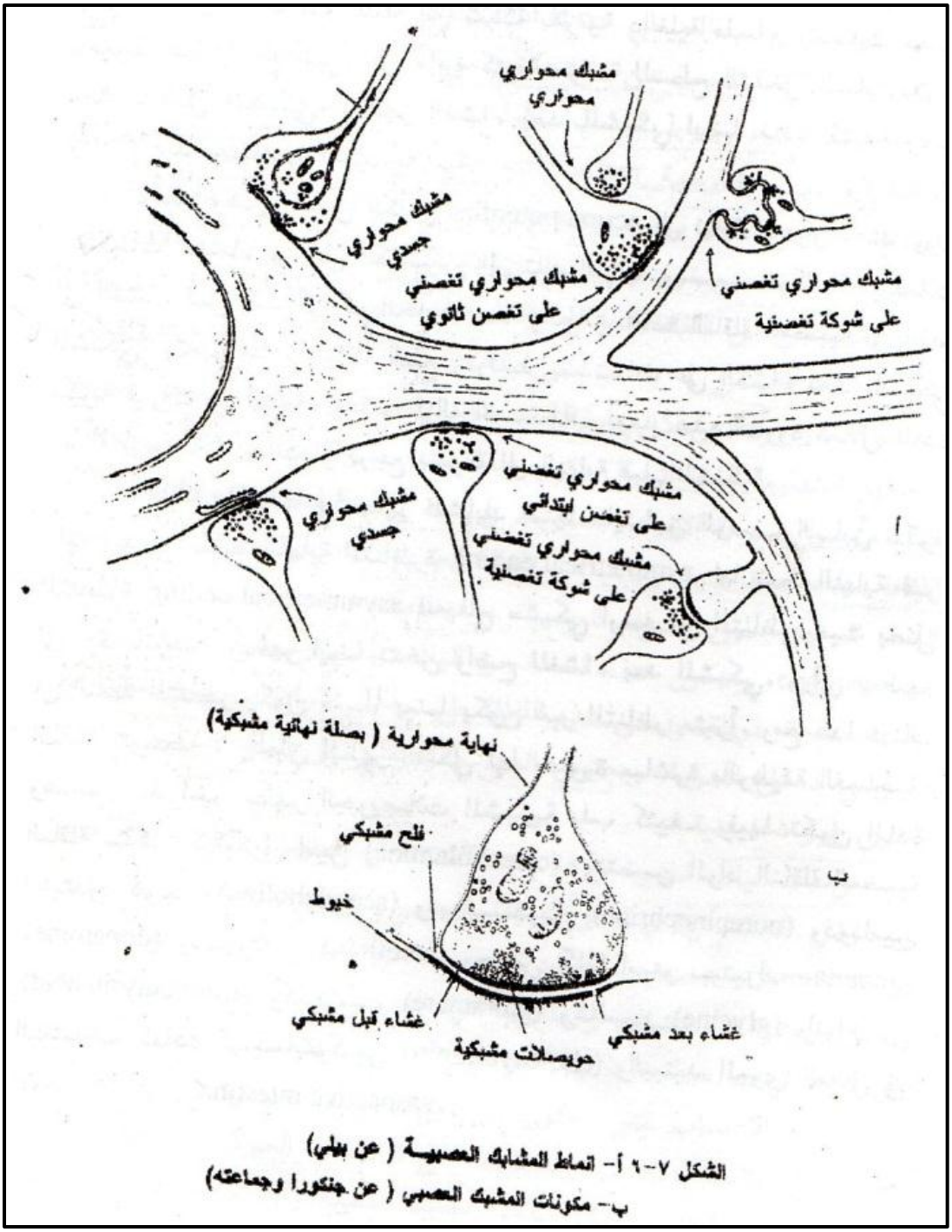
2-فلح مشبكي synaptic cleft وهي فسحة ضيقة خارج خلوية.

3- عنصر بعد مشبكي postsynaptic element يتغصن او جسد الخلية عادة.

وتكون الاغشية قبل المشبكية وبعد المشبكية في منطقة المشبك متوازية بعضها مع البعض ومفصولة بفلح مشبكي. ويقع ضمن العقدة قبل المشبكية تجمعات لحويصلات مشبكية مملوءة بمادة ناقلة عصبية ومايتوكوندريا وعناصر قليلة من شبكة بلازمية داخلية ملساء وخيوط عصبية ومادة كثيفة مرافقة للسطح الداخلي السايتوبلازمي للغشاء قبل المشبكي.

وعند وصول الفعل الكامل الى نهايه المحور وعند زوال استقطاب الغشاء يدخل الكالسيوم الى تلك النهاية ويسبب حركة الحويصلات الى الغشاء قبل المشبكي ثم الاتحاد معه وانطلاق المادة الناقلة العصبية الى الفلح المشبكي وتعبر الماده الناقلة الفلح وترتبط بمستلمات على الغشاء بعد المشبكي مكونة قنوات في الغشاء يعقبها زوال

الاستقطاب، بعد هذه الدورة تنحل المادة الناقلة بواسطة انزيمات او ترجع بسرعة الى النهاية قبل المشبكية. وتتضمن المواد الناقلة العصبية مثل اسيتيل كولين ونورايبينفرين ودوبامين وسيروتنين وغيرها.



الشكل ٧-٦ أ- انماط المشابك العصبية (عن بولي)
ب- مكونات المشبك العصبي (عن جنكورا وجماعته)

النسج الضام Connective Tissues

تقوم النسج الضامة بربط اجزاء الجسم المختلفة بعضها ببعض كما تقوم باسناد هذه الاجزاء ايضا ولهذه تدعى هذه المجموعة من النسج احيانا بالنسج الساندة. وتنشا النسج الضامة من النسيج المتوسط الذي ينشا من الطبقة الجنينية الوسطية التي تدعى الاديم المتوسط. ويحتوي النسيج الضام على كميات كبيرة من مادة غير حية بين خلوية او القالب على العكس من النسيج الظهاري الذي تكون فيه المادة ما بين الخلايا قليلة جدا. تتكون هذه المادة من الالياف ومن مادة اساس تختلف كل منهما في نوعيتها وكميتها من نسيج الى اخر ولهذا تعدان من اهم الاسس التي يعتمد عليها في تصنيف هذه المجموعة من النسج. يتكون النسيج الضام بصورة عامة من عناصر ثلاثة رئيسية وهي الخلايا والالياف والمادة الاساس.

اولا: الخلايا Cell : وتشمل الانواع الاتية:

1- **الارومة الليفية Fibroblast:** وهي اكثر الخلايا شيوعا في النسيج الضام الهللي وتمتاز الخلية بكبر حجمها وتسطحها وببروزاتها البروتوبلازمية النحيفة المتفرعة وتظهر مغزلية الشكل في المنظر الجانبي. النواة بيضوية تحتوي على مادة كروماتينية دقيقة وتحتوي على نوية او نويتين تظهران واضحتين تحت المجهر. ويكون سايتوبلازم الارومة الليفية الفتية قاعدي بسبب احتوائه على تركيز عالي من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة او الحبيبية. وتكون هذه الخلية مسؤولة عن تكوين الالياف البيض كما انها تسهم في تكوين معظم المادة الاساس، ولهذه الخلايا القابلية على النمو والتجدد والانقسام وهذا ما يحدث فعلا في حالة التئام الجروح والنسج الملتهبة. وتدعى الارومات الليفية الناضجة والكبيرة العمر وغير الفعالة الموجودة في الوتر بالخلايا الليفية Fibrocytes .

2- **خلية النسيج المتوسط غير المتمايزة Undifferentiated mesenchymal cells:** تدخل هذه الخلية في تركيب النسج الضامة الجنينية ومنها النسيج المتوسط mesenchyme ويعتقد ان بعض الخلايا الجنينية لهذا النسيج تبقى فعالة في البالغ. ويصعب التمييز بين خلية النسيج المتوسط والاورمة الليفية لمظهريهما المتشابهين ما عدا صغر حجم الاولى. وتوجد خلية النسيج المتوسط ايضا على الجدران الاوعية الدموية ولاسيما الشعيرات الدموية. ولخلية النسيج المتوسط القابلية على التحول الى انواع مختلفة من الخلايا.

3- البلعم الكبري Macrophage: تدعى هذه الخلية ايضا بالخلية المنسجة histocyte وهي شائعة الانتشار في النسيج الضام المفكك كالاورمات الليفية وتكثر عادة قرب الاوعية الدموية وشكل خلية غير

منتظم وذو بروزات قصيرة غير حادة عند تحفيزها تظهر حركة اميبية. والنواة بيضوية صغيرة وهي ادكن صبغة من نواة الاورمة الليفية ويتلون السايتوبلازم بلون ادكن مما هو عليه في الارومة الليفية. ولهذه الخلية القابلية على التهام الدقائق الغريبة لذا يصبح سايتوبلازمها حاويا على الدقائق الملتهمة. وتعد البلاعم الكبرية عناصر مهمة في الدفاع عن الجسم وذلك لفعاليتها الحركية والبلعمية وتهضم الخلايا المواد العضوية المتهمة بواسطة الانزيمات الحالة الموجودة في الجسيمات الحالة اما الاجسام الغريبة غير القابلة للهضم فتبقى داخل الخلية في السايتوبلازم. كما تسهم البلاعم الكبرية في التفاعلات المناعية في الجسم وتفرز مواد مهمة وتكون جزء من الجهاز البطاني الشبكي الذي تتصف خلاياه بقابليتها للبلعمة وعندما تواجه عدد من البلاعم الكبرية اجسام غريبة كبيرة تندمج بعضها ببعض للتعاون على التهامه مكونة خلايا عملاقة تدعى الخلايا العملاقة المتعددة النوى ذات الاجسام الغريبة Multinucleated foreign giant cells .

4- **الخلية البدينة Mast cell:** خلايا واسعة الانتشار في النسج الضامة، كبيرة الحجم بيضوية الشكل، يكون سايتوبلازم مملؤ بحبيبات كبيرة، وتظهر هذه الحبيبات في كثير من التحضيرات المجهرية كانها خارج الخلية وذلك بسبب تمزق الغشاء الخلوي في اثناء التحضير. ونواتها صغيرة الحجم كروية غير واضحة. وتقوم هذه الخلية بتكوين مادة مانعة للتخثر مماثلة للكبدين heparin ان لم تكن مشابهة له. كما تقوم بتكوين مادة الهستامين histamine الموسع للاوعية الدموية.

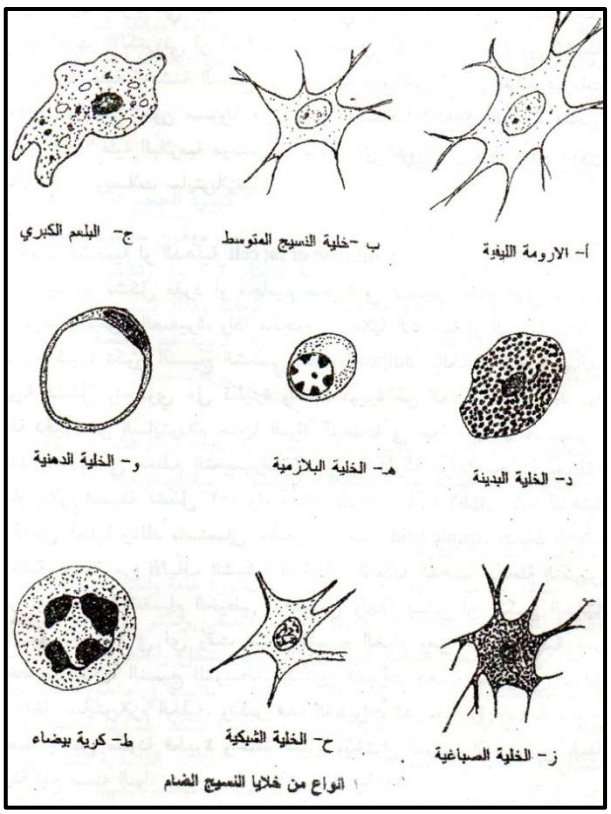
5- الخلية البلازمية Plasma cell: انتشارها غير واسع في النسج الضامة بصورة عامة ولكن توجد غالبا في الاغشية المصلية والنسيج اللمفي وتكثر في مواقع الالتهابات المزمنة. والخلية صغيرة الحجم كروية او بيضوية الشكل واضحة الحدود والنواة كروية او بيضوية غير مركزية الموقع والمادة الكروماتينية في داخل النواة مرتبة شعاعيا بشكل كتل قرب الغلاف النووي مكونة شكلا مشابها لارقام الساعة. تكون هذه الخلايا مسؤولة عن تكوين الاضداد antibodies. وقد تحرر الاضداد من الخلية البلازمية موضوعيا او تنتقل الى الدورة الدموية او قد تخزن مؤقتا ضمن حويصلات السايتوبلازمية.

6- الخلية الشحمية او الدهنية Adipose or fat cell: وتوجد بشكل مفرد او مجاميع صغيرة في النسيج الضام الهللي بالقرب من الاوعية الدموية صغيرة واذا ما تجمعات الخلايا الشحمية بشكل مجاميع كبيرة تكون النسيج الشحمي Adipose tissue، والخلية الدهنية البالغة كروية الشكل وتحتوي على قطيرة زيتية واحدة كبيرة من الدهن يحيط بها طبقة نحيفة من السايتوبلازم حاويا على نواة مسطحة في جهة من جهات. وتذوب المادة الدهنية في معظم التحضيرات المجهرية تاركة فراغ محاط بمنطقة السايتوبلازم

الضيقة. تحاط الخلايا الدهنية بشبكة من الياف الشبكية الدقيقة والخلايا الدهنية الكاملة التكوين غير قادر على الانقسام الخيطي الاعتيادي ولهذا يمكن تتكون خلايا دهنية جديدة في اي وقت ضمن النسيج الضام ومن خلايا غير متخصصة (خلايا النسيج المتوسط). وتتكون قطيرات دهنية صغيرة في البداية في داخل السايتوبلازم وتكبر هذا القطيرات تدريجيا وفي النهاية تندمج بعضها ببعض مكونات قطيرة واحدة كبيرة.

7 – الخلية الصباغية Pigment cell: وهذه الخلايا نادرة الوجود في النسيج الضام ولكنها توجد عادة في النسيج الضام الكثيف للجلد وفي الغشاء الذي يحيط بالدماغ والحبل الشوكي وفي الطبقة المشيمية للعين. ومن الخلايا الصباغية الخلايا الميلانية Melanocyte التي تشتق من العرف العصبي خلافا لبقية خلايا النسيج الضام. وللخلية بروزات سايتوبلازمية غير منتظمة تحتوي كبقية السايتوبلازم على حبيبات صباغية صغيرة تدعى الجسيمات الميلانية Melanosomes وهي اجسام بيضوية محاطة بغشاء رقيق وتحتوي على صباغ الميلانين Melanin الذي له دور كبير في امتصاص الاشعة الضوئية. وفضلا عن خلايا الميلانية تحتوي ادمة الجلد ايضا على حاملات الميلانين Melanophores التي هي بلاعم كبرية سبق ان التهمت الجسيمات الميلانية من خلايا الميلانينة المنحلة او الهرمة.

8 – الخلية الشبكية Reticular cell: خلية نجمية الشكل على ارتباط وثيق بالالياف الشبكية. ولها بروزات سايتوبلازمية طويلة تظهر مرتبطة ببروزات الخلايا الاخرى المجاورة. وتشبه الخلية الشبكية في شكلها خلية النسيج المتوسط ويمكن ان تتحول هذه الخلية الى انواع مختلفة من الخلايا. وتخصص بعض الخلايا الشبكية لتكوين الالياف الشبكية وبهذا تشابه الارومات الليفية. ويكون للبعض الاخر منها فاعلية بلعمية اذ ان هذا النوع من الخلايا يكون جزءا من جدار الجيب اللمفي في العقد اللمفية او الجيبانيات الدموية في الكبد والطحال وتدعى في مثل هذه الخلايا بالبلاعم الكبرية الثابتة التي قد تتحول في ظروف خاصة الى بلاعم كبرية حرة عندما يكون عدد البكتريا او الاجسام الغريبة كثيرا ويمكن ان تتحول الخلية الشبكية الى خلايا متخصصة لتكوين كريات الدم الحمر والبيض.



انواع من خلايا النسيج الضام

9- الكريات البيض Leucocytes: على الرغم من وجود الكريات البيض في الدم في داخل الاوعية الدموية الا انها تنجز وظائفها الرئيسية في خارج الاوعية الدموية ولهذا يمكن ان توجد في النسيج الضام المحيط بالاوعية الدموية. من كريات الدم البيضاء التي يمكن ان نجدها في النسيج الضام خارج الاوعية الدموية الخلايا اللمفية التي تهاجر مجرى الدم الى النسيج الضام متغلغة بين الخلايا المبطنة للاوعية الدموية الصغيرة بعملية الانسلال diapedesis او قد تكون قد تكون نشأت خلايا النسيج الضام نفسه. ويمكن لهذه الخلايا ان ترجع الى مجرى الدم. ومن خلايا الاخرى، خلايا الدم البيض الحمضة وهذا النوع نادر الوجود في النسيج الضام لجسم الانسان بصورة عامة لكنها تكون كثيرة العدد في النسيج الضام للثدي في وقت انتاج الحليب، وفي القناة التنفسية والقناة الهضمية تحت النسيج الظهاري المبطن لهما. ومن الخلايا الاخرى، خلايا البيض العدلة التي تهاجر الشعيرات الدموية في مناطق التهابات فقط.

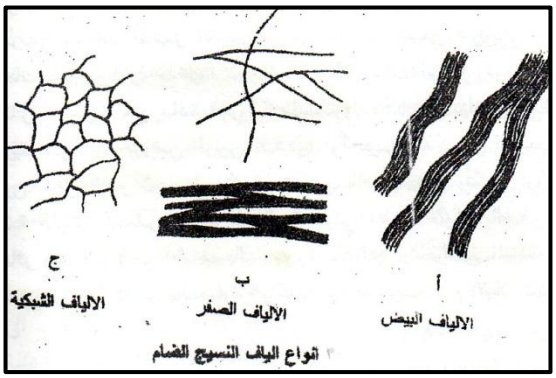
10- الخلية الغضروفية Chondrocyte: توجد هذه الخلية في النسيج الضام الغضروفي وتتخذ الشكل كروي تقريبا وستوصف بشكل تفصيلي في النسيج الغضروفي.

11- الخلية العظمية Osteocyte: توجد في النسيج الضام العظمي وتتميز بشكلها النجمي وبروزاتها الطويلة وستوصف بشكل تفصيلي في النسيج العظمي.

ثانيا: الالياف Fibers : وتشمل الانواع الاتية:

1- الالياف البيض White fibers او الالياف المغراوية Collagenous fibers: سميت بالالياف البيض للونها الابيض في الحالة الطراوة قبل التلوين وتظهر بشكل حزم متموجة تسير باتجاهات مختلفة. وتتكون كل حزمة من الالياف وكل الليف يتكون من عدد كبير من الليفات الموازية لبعضها البعض ومتماسكة ببعضها مع بعض بواسطة مادة ملاطية (سمنتية). ان الالياف البيض لينة وقوية في الوقت نفسه ولكنها غير مطاطة اي انها تقاوم التمدد. وتتكون من بروتين الكولاجين الذي يتحول عند الغلي في الماء الى سائل جيلاتيني هو الصمغ الحيواني. وتنتفخ الالياف البيض عند وضعها في الحوامض والقواعد المخففة وتذوب في القوية منها. وتهضم بواسطة انزيم الببسين في المحلول الحامضي ولا تتاثر بالعصارة البنكرياسية. ان حمض التانيك يحول المغراء او الكولاجين الى مادة قوية القوام ويكون مقاوما للذوبان في الماء وهذا هو اساس عمل دباغة الجلود.

2- الالياف الصفر Yellow fibers او الالياف المرنة Elastic fibers: سميت الالياف الصفر لانها تضفي اللون الاصفر للنسيج الطري عندما توجد فيه بكميات كبيرة. وتكون طويلة ورفيعة وقد تكون بشكل شرائط سميكة او صفائح مثقبة وتتفرع الالياف الصفر وتلتقي وتوجد بصورة منفردة ولا



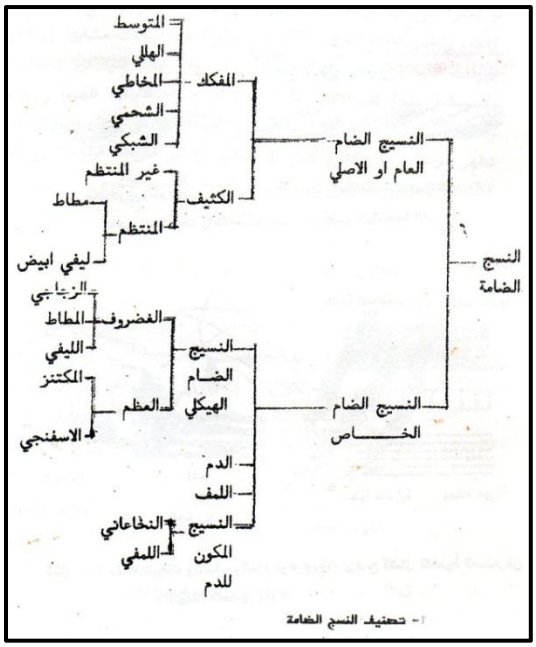
تشكل حزما وتكون مرنة سهلة التمدد. تكون الالياف الصفر متجانسة ولا تتاثر بالغليان ولا بالقواعد والحوامض المخففة ولا بانزيم الببسين ولكنها تتاثر بالعصارة البنكرياسية لوجود انزيم الايلاستاز فيها.

3- الالياف الشبكية Reticular fibers: الالياف الشبكية رفيعة تتفرع وتتشابك فروعها مكونة من يشبه الشبكة ويمكن عد هذه الالياف اليافا بيضا فتية غير تامة التكوين وهو النوع الاول من الالياف ظهورا في الجنين. وتظهر الالياف الشبكية ايضا مستمرة مع الالياف البيض في بعض المناطق وهنا تظهر مرحلة تحول النوع الاول الى الثاني. وتكثر الالياف الشبكية في الاعضاء اللمفاوية عادة وفي الحدود بين النسيج الضام والنسج الاخرى.

ثالثا: المادة الاساس Ground substance :

وهي مادة شفافة متجانسة ليس له شكل معين وقد يكون قوامها سائلا او نصف سائل او جلاتيني او صلب تشغل المسافات بين الخلايا والالياف. تتكون المادة الاساس بشكل رئيس من متعدد السكريد الذي يحتوي على سكريات امينية وبروتينات سكرية، ومن هذه البروتينات التي تكون الالياف البيض واكثرها شيوعا الحامض الهايلوروني hylauronic acid الموجود في السائل الزليلي وجلاتين وارتن في الحبل السري والخلط الزجاجي للعين وهو يرتبط بالماء بسهولة ولهذا تاثير مهم على تبادل المواد بين النسجية وبلازما الدم. ولا يمكن رؤية المادة الاساس في الشرائح الاعتيادية وذلك لانها تستخلص من النسج بسبب المثبتات الاعتيادية المستعملة في تحضير الشرائح.

فضلا عن الخلايا والالياف والمادة الاساس في النسيج الضام تنغمر هذه المواد في كمية قليلة من سائل يدعى السائل النسيجي tissue fluid ، ويترشح هذا السائل من خلال جدار الشعيرات الدموية الذي يكون غشاء نصف ناضج وبهذا تكون مكوناته مشابهة مكونات بلازما الدم التي باستطاعتها الانتشار من خلال جدار الشعيرات الدموية. ويتغير حجم هذا السائل من نسيج الى اخر. وعندما يكون هناك زيادة موضوعية في حجم السائل النسيجي تسبب حالة مرضية شائعة تعرف بالوذمة edema . وتقوم المادة الاساس بحماية وربط العناصر المكونة للنسيج الضام وتعد وسطا لحركة الخلايا ووسطا لنفاذ المواد الغذائية والفضلات والغازات بين الخلايا وتكون هذه المادة ايضا موضعا مهما لخزن الماء.



تصنيف النسج الضامة

تصنف النسج الضامة الى:

1- النسيج الضام العام او الاصيل general or proper C. T.

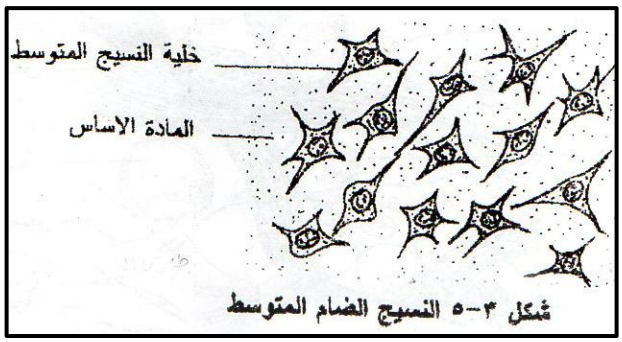
2-النسيج الضام الخاص Special C. T. : ويتضمن 1- النسيج الضام الهيكلي: ويشمل العظم والغضروف. 2- الدم 3- اللمف 4- النسيج المكون للدم.

النسيج الضام العام او الاصيل General or Proper Connective Tissue

سمي هذا النسيج بهذا الاسم لانه يعد اساس النسج الضامة الاخرى واصلها. ويصنف هذا النوع من النسج تبعا لدرجة تركيز الالياف فيه وكثافتها الى:

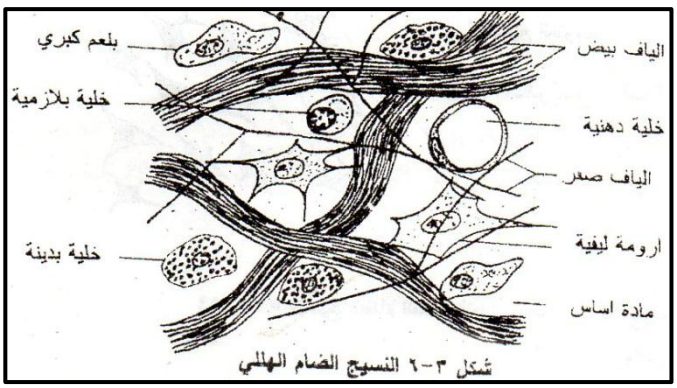
اولا: النسيج الضام المفكك Loose Connective Tissue

وتكون فيه الالياف مفككة وغير كثيفة. ويصنف الى الانواع الاتية:



شكل ٣-٥ النسيج الضام المتوسط

1- النسيج المتوسط Mesenchyme: يوجد هذا النسيج في الاجنة في الاسابيع المبكرة من عمرها ثم ياخذ بالاختفاء تدريجيا حيث يتخصص ويتحول الى انواع اخرى من النسج. ويتكون هذا النسيج من خلايا النسيج المتوسط. وتنغمر هذه الخلايا ضمن مادة بينية سائلة قابلة للتخثر في المراحل الجنينية الاولى ولكنها تظهر فيها في المراحل المتقدمة من النمو لييفات الدقيقة.



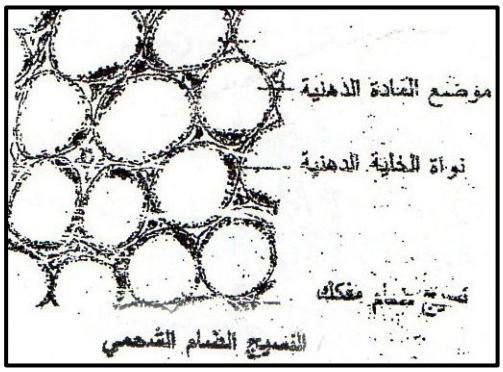
شكل ٣-٦ النسيج الضام الهلي

2- النسيج الضام الهللي Areolar Connective Tissue: وهو اكثر انواع النسج الضامة انتشارا في الجسم. يوجد تحت الجلد ليربطه بالنسج الواقعة تحته. وتنغمر فيه معظم تراكيب الجسم متضمنة الاوعية الدموية والاعصاب. وتتكون الاغشية المصلية كالتي تكون في القلب والرئتين والقناة الهضمية من هذا النسيج يغطيه نسيج ظهاري حرشفي بسيط. وتتكون المساريق من نسيج ضام هللي محصور بين طبقتين من نسيج ظهاري حرشفي بسيط. ويدخل في تركيب

هذا النسيج اغلب العناصر المكونة للنسيج الضام، اذ تكون المادة الاساس شبه سائلة تحتوي على الياف بيض وهي السائدة والياف صفر وقليل من الالياف الشبكية. وتنتشر في المادة الاساس كثير من خلايا النسيج الضام ولكن الارومات الليفية والبلاعم الكبرية هي الاكثر شيوعا.

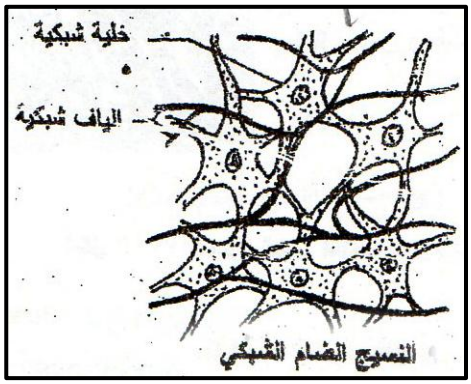
3 – النسيج الضام المخاطي Mucous Connective Tissue: يوجد هذا النسيج في الحبل السري للجنين بشكل جيلاتين وارتون Wharton's jelly ويوجد ايضا في الخلط الزجاجي لعين البالغ وقد وجد ايضا في لب السن الفتي. ويتكون من الارومات الليفية التي تقع ضمن مادة اساس شبه جيلاتينية مخاطيه تنتشر فيها الياف بيض دقيقة وكميه قليلة الالياف الصفر او الشبكية، وقد تحتوي المادة الاساس احيانا على بلاعم كبرية وخلايا لمفية.

4 – النسيج الضام الشحمي Adipose Connective Tissue: تنشر الخلايا الشحمية في النسيج الضام الهللي وعندما تتجمع باعداد كبيرة فيه يسمى ذلك النسيج بالنسيج الشحمي. وكل خلية شحمية في النسيج الشحمي تكون محاطة بشبكة من الالياف الشبكية الدقيقة. ويوجد بين الخلايا الشحمية بعض الخلايا ايضا مثل الارومات الليفية والخلايا اللمفية كريات الدم البيضاء الحمضة والخلايا البدينة. و النسيج الشحمي غير ثابت اذ يوجد توازن بين ترسب المواد الشحمية وسحبها. ويوجد النسيج الشحمي في الانسان تحت الجلد وفي المساريق وفي نقي العظم وحول الكليتين وفي



الغدتين الكظريتين وغير ذلك من المناطق المختلفة في الجسم. فضلا عن وظيفة النسيج الشحمي بوصفه مخزن للمواد الدهنية، يكون ماصا للصدمات وعازلا لمنع فقدان الحرارة او اكتسابها من خلال الجلد. يتميز النسيج الشحمي البني الموجود في الاجنة المتقدمة بالعمر وفي الاطفال وفي الحيوانات الصغيرة في العمر وفي الحيوانات التي تمر بدورة سبات وله اهمية في انتاج الحرارة عن النسيج الشحمي الابيض او الاصفر الذي يؤلف جميع النسيج الشحمي في الانسان البالغ تقريبا. يكون النسيج الشحمي البني غني بالاوعية الدموية وتحتوي خلاياه على كمية كبيرة من الجسيمات الحالة. كما ان خلاياه تحتوي على قطيرات دهنية متعددة بدلا من قطيرة واحدة كبيرة في حالة النسيج الشحمي الابيض والاصفر.

5- النسيج الضام الشبكي Reticular Connective Tissue:

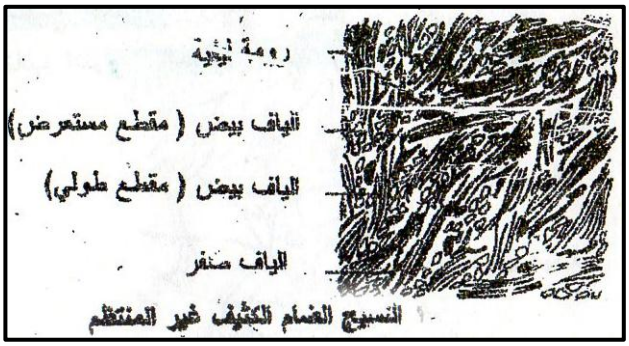


النسيج الضام الشبكي نوع بدائي من النسج الضامة، يتميز بوجود شبكة من الالياف الشبكية المرافقة للخلايا الشبكية. وتنغمر ضمن المادة الاساس السائلة القوام غير المتقبلة للملونات. يوجد هذا النسيج الاعضاء اللمفية ونقي العظم والكبد. ويشبه النسيج الضام الشبكي في مظهر النسيج المتوسط ولكنه يكون غير واضح حيث تتداخل معه بصورة طبيعية خلايا اخرى كالخلايا اللمفية وخلايا دموية اخرى.

ثانيا: النسيج الضام الكثيف Dense Connective Tissue

وتكون فيه الياف كثيفة وبكميات كبيرة اما خلايا النسيج الضام والمادة الاساس فهما اقل مما هي عليه في النسيج الضام مفكك. يصنف النسيج الضام الكثيف بالنسبة الى ترتيب اللياف السائدة فيه الى:

1- النسيج الضام الكثيف غير المنتظم Dense irregular Connective Tissue:



يتخذ هذا النسيج شكل صفائح، اليافه تتشابك فيما بينها بغير انتظام وفي اتجاهات مختلفة. ولهذا يقاوم التوتر من مختلف الاتجاهات. وعلى الرغم من ان الالياف البيض هي السائدة في هذا النسيج توجد فيه الالياف الصفر والشبكية ولكن باعداد قليلة. ويكون هذا النسيج ادمة الجلد ويوجد بشكل سمحاق العظم وبشكل سمحاق الغضروف. ويكون ايضا اغلفة تحيط ببعض الاعضاء في الجسم كالعقد اللمفية والكبد والخصية ويكون كذلك اساس معظم اللفات fascias .

2- النسيج الضام الكثيف المنتظم Dense regular Connective Tissue:

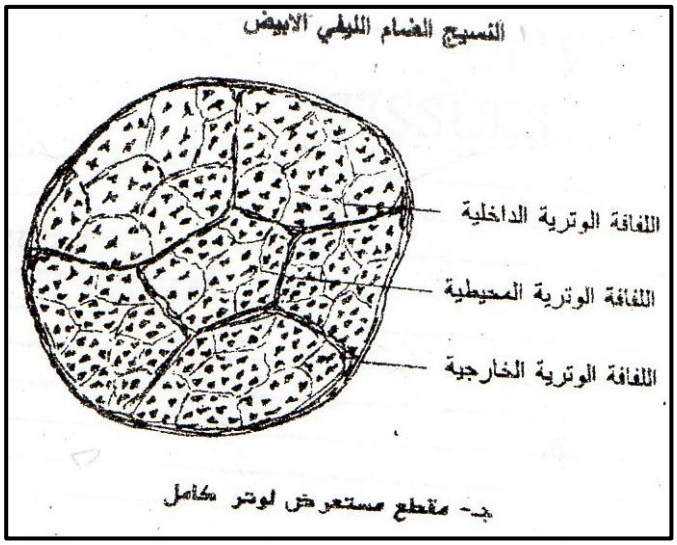
وتترتب معظم الياف هذا النسيج بصورة منتظمة وبهذا يقاوم الشد او التوتر باتجاه واحد فقط. ويصنف هذه النتيجه على نوعين بالنسبة الى نوع الالياف السائدة فيه:

أ- **النسيج الضام المطاطي Elastic Connective Tissue:** يتصف هذا النسيج بلونه الاصفر لاحتوائه على كمية كبيرة من الالياف الصفر. وتكون الالياف الصفر بشكل شرائح سميكة تتفرع غالبا بزوايا حادة وتلتقي وتكون محاطة بشبكة

من الالياف الشبكية وتكون الفسح الضيقة بين الالياف الصفر مشغولة بقليل من الالياف البيض والتي تظهر متموجة وبالارومات الليفية. ويوجد هذا النوع من النسيج في قسم من الربط ligaments التي تربط العظام ببعضها البعض ومنها الرباط القفوي في منطقة الرقبة وكذلك الربط الصغيرة بين الفقرات الانسان وتوجد ايضا في الحبال الصوتية الحقيقية وفي الاوعية الدموية. وتكون كل هذه المناطق معرضة للتمدد والرجوع الى حالتها الطبيعية عند زوال المؤثر.

ب – النسيج الضام الليفي الابيض White fibrous Connective Tissue:

يمثل هذا النسيج بالاوتار tendons التي تربط العضلات بالعظام ويتمثل ايضا بالسفق aponeuroses وبكثير من الربط. ويتكون الوتر من عدد كبير من الالياف البيض الموازية بعض لبعضها التي تحصر بينها الارومات الليفية المسماة في هذه حالة بالخلايا الوترية tendons cells ويتكون الوتر من تجمع لليفات البيض التي تكون حزم اولية التي تتجمع مع بعضها مكونة حزم ثانوية او حزمة fascicle وتحاط هذه الحزمة بغلاف من نسيج ضام مفكك يدعى اللفافة الوترية الداخلية endotendineum ويكون الوتر متكون من عدد من الحزم الثانوية مغلفة بنسيج ضام كثيف يدعى اللفافة الوترية الخارجية epitendineum، ويوجد في الاوتار الكبيرة صفائح شعاعية من نسيج ضام مفكك تقسم الوتر على باحات بشكل الحرف V وتضم كل باحة مجموعة من حزم الثانوية تدعى كل صفيحة من هذه الصفائح باسم اللفافة الوترية المحيطية peritendineum.



جـ- مقطع مستعرض لوتر كامل

ان اللسفق والربط التركيب النسجي للوتر ولكنها اقل انتظاما وتتميز السفق برقتها وسعتها وتكونها من طبقات من الالياف. ويكون ترتيب الالياف في كل طبقة مخالف لترتيب الالياف في الطبقات المجاورة ولا يمكن فصل هذه الطبقات عن بعضها البعض وتمتد الاوعية الدموية والاعصاب ضمن هذه الاغلفة ولكنها لا تخترق الحزم الثانوية.

النسيج الضام الهيكلي Skeletal Connective Tissue

سمي بهذا الاسم لانه يدخل في تركيب هيكل الجسم ويتكون مثل النسج الضامة من خلايا والياف ومادة اساس. وتكون الالياف والمادة الاساس من مادة ما بين الخلايا او القالب. ويشمل النسيج الضام الهيكلي الغضروف والعظم، اذ تكون المادة بين الخلايا فيما مادة صلبة، وفي الغضروف يرجع ذلك الى وجود مادة مخاطية غضروفية Chondromucoid او Chondromucin الغنية بكبريتات الكوندرويتين Chondrotitin sulfates. اما العظم فيرجع ذلك الى تشبع بمادته الاساسية بالاملاح اللاعضوية ولاسيما فوسفات الكالسيوم.

الغضروف Cartilage

يكون الغضروف معظم هيكل الجسم في الحياة الجنينية للفرد ويحل محل معظمه العظم في البالغ ولكنه يبقى بشكل غضروف فوق سطوح مفاصل العظام وبشكل هيكل ساند للممرات التنفسية وجزءا من الاذن. ويحاط اغلب انواع الغضاريف بغلاف ليفي يدعى السمحاق الغضروفي perichondrium والغضروف نسيج قوي يتكون كما في بقية النسج الضامة خلايا تدعى الخلايا الغضروفية ومن مادة اساس والياف وكما ياتي:

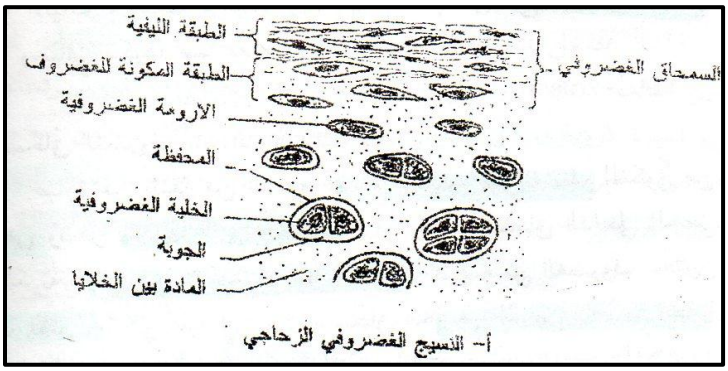
1- الخلايا الغضروفية Chondrocytes or cartilage cells : تشغل الخلايا الغضروفية تجاويف صغيرة هي الجوبات Lacunae ضمن القالب. وللخلية الغضروفية شكل بيضوي او كروي وتحتوي على نواة كبيرة مركزية الموقع ذات نوية واحدة او اكثر. يكون سطح الخلية الغضروفية غير منتظم ذا بروزات قصيرة تمتد انفاضات ضمن المادة ما بين الخلايا ويزيد هذا المظهر التركيبي المساحة السطحية للخلية ويعتقد ان ذلك يساعد في تسهيل عمليه الايض الحيوي بين الخلايا والمادة ما بين الخلايا. تملا الخلايا الغضروفية جوباتها تماما في الغضروف الحي وبسبب المحاليل المستعملة في تحضير الشرائح المجهرية لهذا النوع من النسيج تنكمش الخلايا ويتغير شكلها الكروي وبذلك تظهر الجوبات التي تحتلها الخلايا بصورة واضحة. تظهر قسم من الخلايا بشكل مجاميع ضمن جوبة واحدة وتنقسم الجوبة فيما بعد بحواجز ما بين الخلايا لتفصل الخلايا بعضها عن بعض، وتدعى مثل هذه المجاميع بالعش الخلوي Cell nest وهي حاصلة من انقسام الخلية الغضروفية الاصلية. وتحتل هذه المجاميع وسط غضروف الحيوان البالغ. وتكون الخلايا الغضروفية القريبة من محيط الكتلة الغضروفية بيضوية الى مغزلية مسطحة وبوضع موازي لسطح الغضروف.

2- المادة ما بين الخلايا او القالب Intercellular substance or Matrix : تتضمن المادة ما بين الخلايا المادة الاساس والالياف. وتتقبل المادة الاساس الملونات القاعدية بسبب احتوائها على مادة مخاطية غضروفية حامضية لا تنتشر بصورة متجانسة ضمن المادة ما بين الخلايا في الغضروف الكامل النضج اذ

تكون مركزة حول الخلايا الغضروفية مكونة المحفظة التي هي اخر ما تفرزه الخلايا الغضروفية من مادة ما بين خلايا وتكون خالية من الالياف. اما الالياف فتختلف نوعيتها وكثافتها بالنسبة لنوع الغضروف الذي توجد فيه.

سمحاق الغضروف perichondrium : عبارة عن طبقة من نسيج ضام كيثف غير منتظم متكون من الياف بيض وصفر تتخللها الاروامات الليفية. ان الجزء السمحاق الداخلي المسمى بالطبقة المكونة للغضروف chondrogenic layer القريبة من الغضروف يحتوي على خلايا اكثر مما هو عليه في الجزء الخارجي المسمى بالطبقة الليفية fibrous layer . وتندمج الطبقة المكونة للغضروف تدريجيا بالنسيج الغضروفي. ويحتوي سمحاق الغضروف على اوعية دموية وتتنافذ منها المواد الغذائية والاوكسجين الى الخلايا الغضروفية عبر المادة ما بين الخلايا اذ ان النسيج الغضروفي نفسه لا يحتوي على اوعية دموية ولا اوعية لمفية ولا اعصاب. يصنف الغضروف بالنسبة لنوعية الالياف الموجودة فيه وكثافتها الى ما يلي:

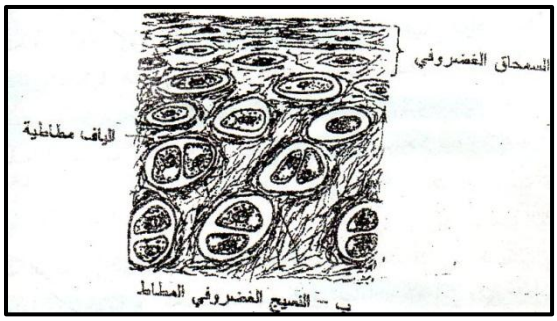
1- الغضروف الزجاجي Hyaline Cartilage:



أ- النسيج الغضروفي الزجاجي

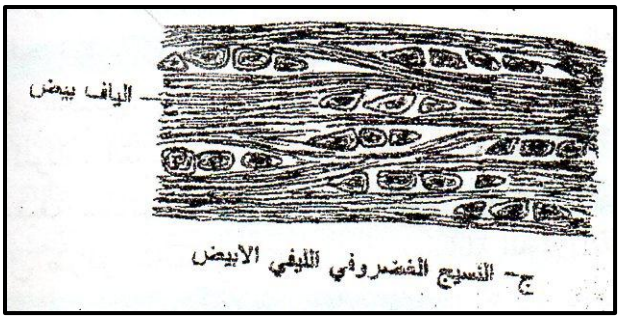
اكثر الانواع وجودا في الجسم، اذ يوجد في نهاية الاضلاع وفي غضاريف الانف والحنجرة والرغامي والقصبات وفي نهايات مفاصل العظام الطويلة وكذلك في هيكل الجنين. ويتكون الغضروف الزجاجي من مادة بين الخلايا شفافة وتقع ضمنها الخلايا الغضروفية والياف بيض دقيقة متناثرة ويحاط هذا الغصروف بسمحاق الغضروف.

2- الغضروف المطاط Elastic Cartilage: يوجد هذا النسيج في المناطق التي تحتاج الى اسناد ومرونة كصيوان الاذن الخارجية ولسان المزمار وبعض غضاريف الحنجرة وفي انبوب اوستاكي. ويكون الغضروف المطاط ذو لون اصفر لاحتوائه على كثير من الياف الصفر واكثر مرونة من الغضروف الزجاجي. ويحاط هذا النوع من الغضاريف بسمحاق الغضروف. ويشبه الغضروف المطاط الغضروف الزجاجي من حيث التركيب الاساس ولكنه يحتوي على شبكة من الالياف الصفر المتفرعة وقليل من الالياف البيض وتكون الالياف الصفر حول الخلايا الغضروفية الوسطية اكثر كثافة مما هي عليه في مناطق اخرى من الغضروف.



ب - النسيج الغضروفي المطاط

3- الغضروف الليفي الابيض White fibro-Cartilage: يتكون هذا النوع من الغضاريف من نسيج ضام كثيف تتمايز الاروامات الليفية فيه فتتحول الى الخلايا الغضروفية. ويحتوي الغضروف الليفي الابيض على حزم



من الالياف البيض تترتب اما بشكل موازي او بصورة غير منتظمة. وتوجد بن حزم اليافه مناطق صغيرة من المادة ما بين الخلايا تشابه تلك التي للغضروف الزجاجي. وتحتوي مادة ما بين الخلايا على جوبات تقع ضمنها الخلايا الغضروفية التي تكون منفردة او بشكل مجاميع. وينعدم وجود سمحاق الغضروف في هذا النوع من الغضروف. لا يوجد الغضروف الليفي الابيض وحده ابدا ولكنه يندمج تدريجيا بالغضروف الزجاجي الذي يجاوره او بالنسيج الليفي الكثيف القريب منه. ولهذا يعد هذا النوع من الغضاريف منطقة انتقال بين الغضروف الزجاجي والنسيج الضام الليفي الكثيف. ويوجد هذا النسيج في المناطق التي تحتاج الى اسناد وشد قوي كالاقراص بين الفقرات وفي منطقة اتصال الربط والاوتار مع العظم ومنطقة الارتفاق العاني.

تكوين الغضروف Development of Cartilage: يتكون الغضروف من النسيج المتوسط، اذ تتخذ خلاياه شكلا كرويا بعد سحب بروزاتها وتصبح متراصة اكثر من ذي قبل، ثم تكبر هذه الخلايا وعند ذلك يسمى النسيج ما قبل الغضروفي precartilage وتدعى خلاياه باسم الارومات الغضروفية Chondroblasts وتفرز هذه الخلايا حول نفسها مادة ما بين خلايا وتطمر بذلك معالم الليفات البيض وبزيادة افراز هذه المادة تبتعد الخلايا بعضها عن بعض وتصبح ضمن جوبات ويمكن تسميتها الان بالخلايا الغضروفية Chondrocytes وينضغط النسيج المتوسط المحيط بالكتلة النامية للغضروف مكونا غلافا ليفيا هو سمحاق الغضروف في حالة الغضروف الزجاجي والمطاط.

نمو الغضروف Growth of Cartilage: يستمر الغضروف في نموه بالطريقتين الاتيتين:

1-النمو الخلالي Interstitial Growth : يحدث هذا النوع من النمو في الغضروف الفتي عادة. اذ تنقسم الخلايا الغضروفية الفتية التي في الداخل ويتكون حاجز من مادة ما بين الخلايا يفصل الخليتين الجديدتين عن بعضها عن بعض. ويمكن للخليتين الجديدتين ان تنقسمان مرة اخرى لتكوين 4 خلايا اذ تفرز كل منهما ما بين خلايا حول نفسها وبزياد افراز هذه المادة تنفصل الخلايا الجديدة عن بعضها البعض مما يؤدي الى توسع الغضروف النامي. ان وجود الاعشاش الخلوية في الغضروف دليل على ان النمو الخلالي قد توقف بسبب عدم قدره الخلايا على افراز المادة ما بين الخلايا.

2-النمو التراكمي Appositional Growth : يحدث هذا النمو عن طريق فاعلية سمحاق الغضروف، اذ تنقسم الارومات الليفية الموجودة في الطبقة المكونة للغضروف الموجودة في سمحاق الغضروف ويتحول بعضها بعد انقسام الى ارومات غضروفية وهذه تفرز حول نفسها مادة ما بين خلايا جديدة وتصبح ضمن جوبات وبذلك

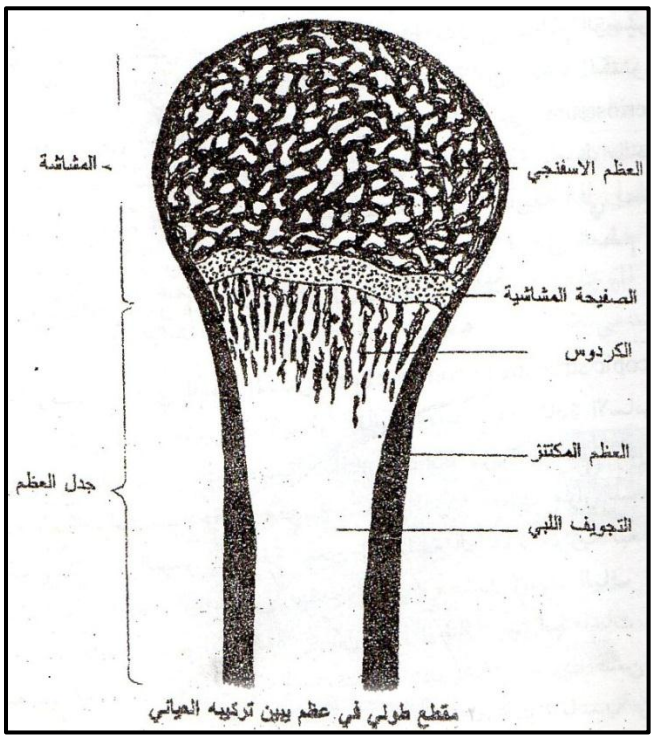
تدعى الخلايا الغضروفية وبهذه الطريقة تضاف خلايا ومادة بينية جديدة من السطح الخارجي المحيط الغضروف النامي.

العظم Bone or Osseous Tissue

يمثل النسيج العظمي اعلى درجات تخصص بين النسج الضامة وهو نسيج صلب يكون معظم هيكل اجسام الفقريات العليا. ويتكون العظم من خلايا والياف ومادة اساس. ولكن الصفة المميزة لهذا النسيج هي وجود الاملاح العضوية في مادته الاساس التي تسبب صلابته فضلا عن وجود المادة العضوية. ان اهم الاملاح اللاعضوية الموجودة في العظم هي فوسفات الكالسيوم 85% وكربونات الكالسيوم 10% واملاح اخرى بنسبة قليلة مثل فلوريد الكالسيوم فلوريد المغنيسيوم.

وعند وضع العظم في محلول حامضي مخفف تذوب جميع الاملاح الكلسية ولكن العظم يبقى محتفظا بشكله وتركيبه ويكون سهل القطع او الانحناء، وتدعى هذه العملية بزوال الكلس decalcification التي تعد خطوة اولى في معاملة العظم عند تحضير بعض المقاطع النسجية له. ويتكون العظم المجرد من الكلس كليا من الياف بيض مكونة مادة الكولاجين او المغراء التي تدعى بالعظمين ossein وتكون هذه المادة عند الغليان مادة جيلاتينية هي مصدر الجلاتين التجاري.

التركيب العياني للعظم : يظهر لون العظام عند الحياة ورديا مزرقا مغطى خارجيا بغلاف ليفي هو اسم سمحاق العظم الخارجي periosteium وتكون تجاويف العظم في الداخل مملؤة بالنسيج النقي marrow tisse او النسيج النخاعاني myeloid tissue . والعظم يكون على نوعين بالنسبة الى درجة الصلابة وهما العظم المكتنز او الكثيف compact or dense bone ويكون خارجي الموقع عادة، والعظم الاسفنجي spongy or cancellous bone ويكون داخلي الموقع.



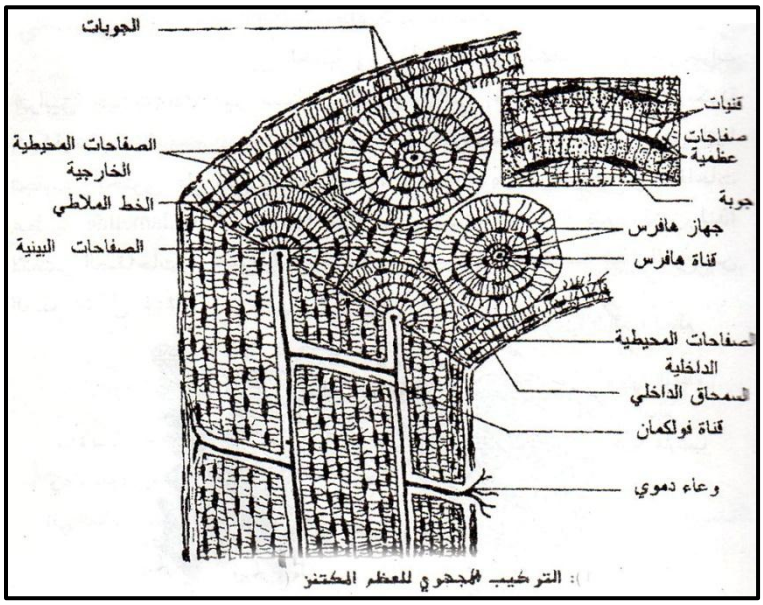
مقطع طولي في عظم يبين تركيبه العياني

وعند قطع العظم الطويل طوليا نشاهد ان لراس العظم او مشاشته epiphysis مظهر اسفنجي اذ يتكون من حويجزات (ترابيق) غير منتظمة الشكل مكونة شبكة تحتوي تجاويفها على نقي العظم الاحمر red bone marrow وهذا هو العظم الاسفنجي الذي يكون محاطا بطبقة رقيقة من نسيج العظم المكتنز. اما جدل العظم diaphysis او الذي يقع بين مشاشتي العظم الطويل فيتكون من عظم مكتنز سميك يحيط بتجويف كبير يحتل المركز ويكون مملؤ

بنقي العظم الاصفر yallow bone marrow ويدعى بالتجويف اللبي او تجويف نقي العظم . وتتصل تجاويف العظم الاسفنجي في مشاشتي العظم مع التجويف اللبي المركزي لجدل العظم في البالغ. اما في وقت نمو الحيوان فان مشاشة العظم تنفصل عن جدل العظم بصفيحة غضروفية تدعى بالصفيحة المشاشية epiphyseal plate التي تتحد مع جدل العظم بواسطة اعمدة من العظم الاسفنجي تدعى بالكردوس metaphysis وتكون الصفيحة المشاشية مع العظم الاسفنجي للكردوس جهاز النمو الطولي العظم الطويل.

وتكون مادة العظم الاسفنجي في العظام المسطحة للجمجمة بشكل طبقة تختلف في السمك من عظم الى اخر وتدعي بخلال اللوحتين وتكون محصورة بين طبقتين من العظم المكتنز. بينما تتكون العظام القصيرة وغير المنتظمة من كتلة من العظم الاسفنجي المغطاة بطبقة من العظم المكتنز. وهناك غلاف للعظم من الداخل مماثل لسمحاق الخارجي ولكنه ارق منه يسمى سمحاق العظم الخارجي endosteium وهذا يحيط بالحويجزات الشبكية في العظم الاسفنجي وفي الوقت نفسه يبطن بقية تجاويف العظم. ولهذين الغلافين دور كبير في تغذية العظم واصلاحه.

التركيب المجهري للعظم المكتنز: تكون المادة ما بين الخلايا او القالب (الالياف مع المادة الاساس) العظم المكتنز بشكل صفاحات عظمية مرتبة بنظام خاص. وتكون هذه الصفاحات مسطحة او مقوسة متحدة المركز بعضها مواز للبعض الاخر. وتكون الالياف البيض الدقيقة ضمن الصفاحة الواحدة موازية لبعضها الاخر تقريبا وان اتجاه الياف كل صفاحة يكون مخالفا لاتجاه الياف الصفاحات المجاورة جاعلا العظم اكثر قوة ويمكن بهذا ايضا تمييز الصفاحات. وتقع الخلايا العظمية osteocytes بشكل صفوف ضمن الصفاحات العظمية او بينها. وتقع الخلايا ضمن جوبات محاطة بمحافظ كما في حالة الخلايا الغضروفية. وللخلايا العظمية بروزات سايتوبلامية دقيقة تمر في قنيات ممتدة من الجوبات ضمن القالب مخترقة الصفاحات العظمية. وترتبط قنيات الجوبة الواحدة بقنيات الجوبات المجاورة، بهذه الشبكة من القنيات يسهل انتقال المواد الغذائية والاكسجين والفضلات من الدم الى الخلايا وبالعكس.

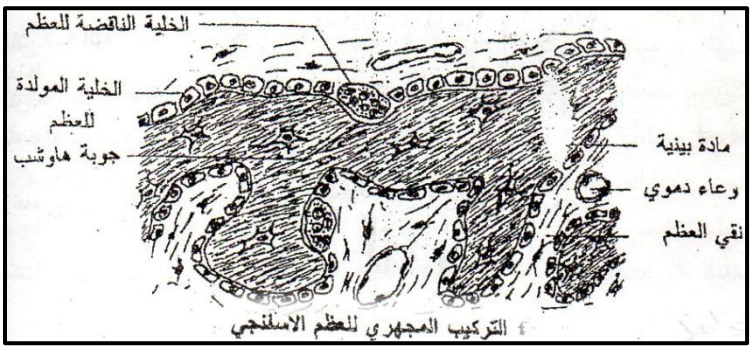


التركيب المجهري للعظم المكتنز

وعند فحص المقطع المستعرض او الطولي للعظم المكتنز تحت المجهر الضوئي، نشاهد مقاطع لقنوات تدعى قنوات هافرس Haversian canals ، يكون في داخلها مقاطع للاوعية الدموية واللمفية والاعصاب التي

تخترقها. وتظهر قنوات هافرس في المقطع المستعرض بوضوح وتكون محاطة بصفاحات عظمية بشكل اسطوانات متحدة المحور مختلفة الاقطار مكونة اجهزة هافرس Haversian systems اما في المقطع الطولي فتظهر موازية للمحور الطولي للعظم. وتصل هذ القنوات بعضها ببعض وبسمحاق العظم الداخلي والخارجي بواسطة قنوات مستعرضة لا تحيطها صفاحات عظمية الموجودة في اجهزة هافرس ولكنها تخترق الصفاحات العظمية في طريقها وتدعى هذه القنوات بقنوات فولكان Volkmann's canals ، وقد تفرع قنوات هافرس ايضا وتكون هذه التفرعات محاطة بصفاحات اسطوانية. وتحتوي الفسح بين اجهزة هافرس صفاحات عظمية تسمى بالصفاحات الخلالية Interstitial lamellae وتمتد صفاحات عظمية اخرى موازية لسمحاق العظم الخارجي تدعى الصفاحات المحيطية الخارجية وتمتد صفاحات مماثلة اخرى موازية لسمحاق العظم الداخلي تدعى بالصفاحات المحيطية الداخلية. ويفصل كل جهاز صفاحي عن الاجهزة المجاورة له مادة ما بين الخلايا المتحورة العاكسة للضوء تدعى بالخط الملاطي Cement line او الغشاء الملاطي Cement membrane.

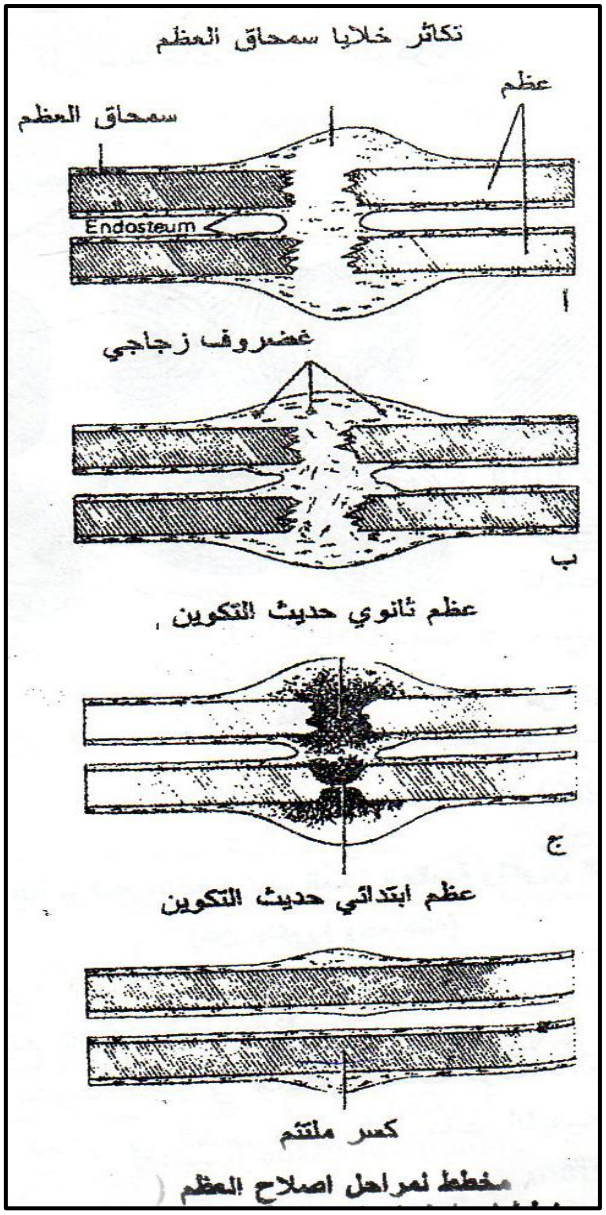
التركيب المجهري للعظم الاسفنجي: تكون المادة بين الخلايا في هذا النوع من العظم بشكل حويجزات غير منتظمة تتفرع ويلتقي بعضها البعض الاخر مكونة شبكة تشبه الاسفنج في مظهرها. وتحصر هذه الحويجزات بين تفرعاتها تجاويف تحتوي على نقي العظم الاحمر. تتكون هذه الحويجزات من صفاحات عظمية ليس لها نظام وترتيب صفاحات العظم المكتنز لذلك لا تظهر الصفاحات العظمية لاجهزة هافرس وغيرها في مقاطع هذا النوع من العظم.



التركيب المجهري للعظم الاسفنجي

يحط معظم سطح حويجزات العظم الاسفنجي الفتي وتفرعاته بصف واحد من خلايا مكعبة او عمودية قصيرة او هرمية الشكل تدعى الخلايا البانية للعظم osteoblasts . وتوجد ضمن المادة ما بين الخلايا للصفاحات العظمية الخلايا العظمية osteocytes التي تقع ضمن جوبات تمتد منها قنيات دقيقة وبين الخلايا البانية للعظم توجد خلايا عملاقة كبيرة الحجم كثيرة النوى تدعى بالخلايا الناقضة للعظم osteoclasts وتقع هذه الخلايا على سطح العظم في حفر تدعى جوبات هاوشب Howship's lacunae في مناطق امتصاص العظم. ان منشاهذه الخلية هو اتحاد مجموعة من الخلايا التي اما ان تكون خلايا بانية للعظم غير فعالة او من خلايا النسيج المتوسط ضمن نقي العظم الابتدائي.

اصلاح العظم Repair of bone: بعد حدوث كسر في العظم يحدث نزف دموي من الاوعية الدموية الممزقة ثم يتبعه تخثر في الدم. تغزو الاورمات الليفية المتكاثرة والشعيرات الدموية الخثرة وتكون نسيجا حبيبيا يدعى



الدشبذ الاولي procallus ويتحول النسيج الحبيبي هذا الي نسيج ليفي كثيف وهذا بدوره يتحول الى كتلة من النسيج الغضروفي يدعى الدشبذ المؤقت temporary callus الذي يعمل على ربك قطعتي العظم المكسور. تتكون بعد ذلك الخلايا البانية للعظم من سمحاق العظم الخارجي والسمحاق الداخلي ويقوم بتكوين عظم اسفنجي يحل محل الغضروف الدشبذ المؤقت بصورة تدريجية فيحصل بذلك التحام عظمي في منطقه الكسر. ويكون الدشبذ العظمي اسفنجيا اولا يتبعه اعادة تنظيم فيتحول الى عظم مكتنز وامتصاص العظم الزائد.

المفاصل The Joints: ترتبط العظام بعضها ببعض لتكوين الهيكل العظمي بواسطة تراكيب من نسيج ضام تدعى المفاصل، ويمكن تصنيف المفاصل الى:

1- المفاصل الثابتة Synathroses : تكون فيها الحركة محدودة او معدومة وتشمل اربعة انواع:

أ- **الالتحام العظمي Synostosis** : وفيه ترتبط العظام بنسيج العظمي ولا تحدث اي حركة فيه. يربط هذا النوع من المفاصل عظام الجمجمة في الاشخاص المسنين. اما في الاطفال والفتيان فترتبط الجمجمة بنسيج ضام كثيف.

ب- الالتحام الغضروفي Synchondrosis : وهو مفصل ترتبط فيه العظام بغضروف شفاف او غضروف ليفي ابيض. وقد تحدث فيه حركة محدودة. ومن امثلة الاول اتصال الاضلاع بعظم القص. او يكون بغير حركة بواسطة الغضروف الليفي الابيض كما في الارتفاق العاني.

جـ- الالتحام المرتبط Syndesmosis : يحدث هذا النوع من المفاصل حركة محدودة كالحركة التي تكون في الالتحام الغضروفي. وترتبط فيه العظام بنسيج الضام ومن امثلته المفصل السفلي القصبي الشظوي.

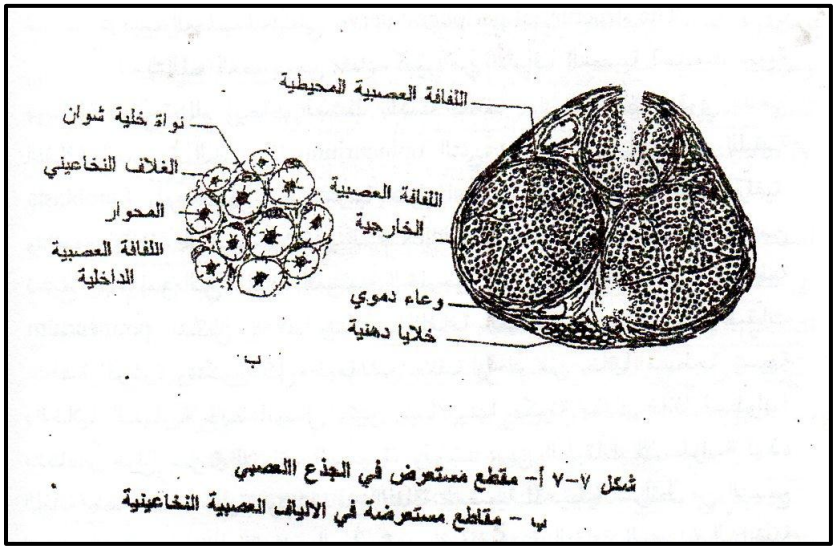
د-المرتج Gamphosis : مفصل خاص يقتصر على تثبيت السن في عظم الفك الاعلى والفك الاسفل بنسيج ليفي كثيف مكونا الغشاء حول السن.

2- المفاصل السلسة Diathroses او المفاصل الزليلية Synovial joints : وهي المفاصل تربط العظام الطويلة بصورة عامة ويكون لها قابلية للحركة الكبيرة وترتبط نهايات العظام في منطقة التمفصل بواسطه محفظة

تضم في داخلها تجويف يدعى التجويف التمفصلي articular cavity الذي يحتوي على سائل لزج شفاف عديم اللون غني بالحامض الهايلوروني ويدعى بالسائل الزليلي Synovial fluid وتغطى سطوح التمفصل بغضروف شفاف من دون سمحاق غضروفي. وتتكون المحفظه من طبقتين خارجية تدعى الطبقة الليفية وتستمر مع السمحاق العظمي الخارجي وطبقة داخلية تدعى الطبقة الزليلية Synovial layer او الغشاء الزليلي التي تبطن التجويف التمفصلي عدا سطوح غضروف التمفصل وهي تقوم بتكوين السائل الزليلي. الغشاء الزليلي عبارة عن غشاء من نسيج ضام رقيق يحتوي على شعيرات دموية وخلايا دهنية في الجزء العميق وهو مبطن بطبقة واحدة الى ثلاث طبقات من خلايا الزليلية Synovial cells.

تركيب العصب المحيطي

يتالف العصب من عدد كبير من الالياف العصبية اجتمعت سوية بواسطة نسيج ضام ويحاط العصب باكمله بغلاف قوي يدعى اللفافة العصبية الخارجية epineurium التي تتكون من الاورمات الليفية ومن الياف بيض مرتبة طولياً واوعية دموية ولمفية. وتتجمع الالياف العصيبة بشكل حزم وتعحاط كل حزمة بغلاف من نسيج ضام ادق من اللفافة العصبية الخارجية تدعى اللفافة العصبية المحيطية perineurium وتكون اللفافة العصبية المحيطية من طبقات متحدة المركز. وتتكون كل طبقة من صف واحد من خلايا مسطحة شبيهة بالخلايا الظهارية ذات اتصال وثيق فيما بينها مكونة بذلك غلافاً اسطوانياً متكاملاً حول حزمة الالياف العصبية. وتمتد من اللفافة العصبية المحيطية شرائط من النسيج الضام الدقيق حول الالياف العصبية وبينها مكونة اللفافة العصبية الداخلية endoneurium وتعمل هذه اللفافة على تماسك الالياف العصبية بعضها مع بعض في داخل الحزمة. ويحتوي العصب المحيطي العصب المحيطي على الياف عصبية نخاعينية واخرى غير نخاعينية.



شكل ٧-٧ أ- مقطع مستعرض في الجذع العصبي
ب - مقاطع مستعرضة في الالياف العصبية النخاعينية

وهناك الياف عصبية واردة تحمل المعلومات التي تحصل عليها من داخل الجسم والمحيط الى الجهاز العصبي المركزي. وهناك الياف عصبية صادرة تحمل الدفعات العصبية من الجهاز العصبي المركزي الى الاعضاء المؤثرة (كالعضلات والغدد....الخ) التي تامرها هذه المراكز، فالاعصاب التي تملك الياف عصبية حسية فقط تدعى الاعصاب الحسية sensory nerves اما الاعصاب التي تتكون من الياف عصبية صادرة تحمل الدفعات العصبية الى الاعضاء المؤثرة تدعى الاعصاب الحركية motor nerves وهناك اعصاب تحتوي على الياف عصبية حسية وحركية واحد تدعى الاعصاب المختلطة mixed nerves وهي الاكثر شيوعا من النوعين السابقين.

العقد العصبية Nervous ganglion

العقد العصبية مجموعة من اجساد خلايا عصبية اجتمعت في موضع خارج الجهاز العصبي المركزي وتكون كل عقدة عصبية محاطة بغلاف من نسيج ضام يدعى المحفظة. ويمتد من هذه المحفظة شبكة دقيقة من الياف تدخل الى المادة الداخلية للعقد العصبية. وفضلاً عن اجساد الخلايا العصبية تحتوي العقدة على الياف عصبية مع

اغلفتها الساندة. ويكون جسد الخلية العصبية في العقدة محاطاً بغلاف مكون من طبقة واحدة من خلايا صغيرة تدعى الخلايا القمرية Satellite cells او الخلايا المحفظية ويكون هذا غلاف مستمر مع غمد شوان لبروز الخلية العصبية ويحاط هذا الغلاف الخلوي بطبقة رقيقة من نسيج ضام مشتق من اللفافة العصبية الداخلية. وتصنف العقد العصبية على مجموعتين هما:

1-مجموعة العقد الحسية Sensory ganglia وهي العقد التي توجد على الجذور العصبية الظهرية او الخلفية للاعصاب الشوكية وتدعى بالعقد الشوكية Spinal ganglia وتوجد ايضاً على الاعصاب القحفية الخامسة والسابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة وتدعى بالعقد القحفية cranial ganglia بالعقد المخية cerebral ganglia. تكون اجساد الخلايا في هذا العقدة كبيرة مرتبة عادة بمجامع ولا سيما حول محيط العقدة وتكون هذه المجاميع مفصولة بعضها عن بعض بحزم من الالياف العصبية النخاعينية. ويكون نوع الخلية العصبية في هذه المجموعة من العقد من نوع احادي القطب الكاذب يكون جسدها كروي الشكل.

2- مجموعة العقد المستقلة Autonomic ganglia وتختص بالاعصاب المزودة للعضلات الملساء او المزودة للغدد. وهذه العقد تجمعات لاجساد الخلايا العصبية المسمى بالعصبات بعد العقدية postganglionic neurons والجدير بالذكر ان هذه العصبات توجد في الحبل العصبي الشوكي وساق الدماغ. وتقسم هذه العقد الى قسمين ودي ولا ودي وتقع العقد الودية على الجذعين الوديين الايمن والايسر، اما العقد اللا ودية فتقع عادة في داخل الاحشاء ولا سيما جدران القناة الهضمية وتدع ايضاً بالعقد داخل جدارية وهي عقد صغيرة جداً تتكون من خلايا عصبية قليلة. تمتاز معظم خلايا هذه العقد بانها متعددة الاقطاب نجمية شكل وهي اصغر من خلايا المجموعه الاولى.

الدبق العصبي Neuroglia

يشمل مجموعة من خلايا الكثيرة المنتشرة ضمن الجهاز العصبي المركزي بحيث يكون لكل خلية عصبية ما يقارب من 10 خلايا من الدبق العصبي. وتقوم هذه الخلايا باسناد وربط الخلايا العصبية ضمن الجهاز العصبي المركزي. ويقوم غمد شوان والخلايا المحفظية التي تحيط الخلايا العصبية العقدية في الجهاز العصبي المحيطي بعمل مشابه لما تقوم به خلايا الدبق العصبي في الجهاز العصبي المركزي من ناحية الاسناد والربط. وتكون خلايا الدبق العصبي التي تكون الغمد النخاعيني بلعمية تحت الظروف الطبيعية او المرضية فضلاً عن انها تقوم مقام هيكل ساند للخلايا العصبية. وتعد خلايا الدبق العصبي كلها واسطة لتبادل الغازات والسوائل بين الخلايا العصبية والجهاز العصبي المركزي والمحيط الذي توجد فيه. فضلا عن ذلك يوجد لبعض خلايا الدبق العصبي قابلية الحركة. لا

تشاهد خلايا الدبق العصبي بصورة واضحة في التحضيرات الاعتيادية وذلك لعدم وضوح بروزاتها. وتتضمن خلايا الدبق العصبي المجاميع الاتية:

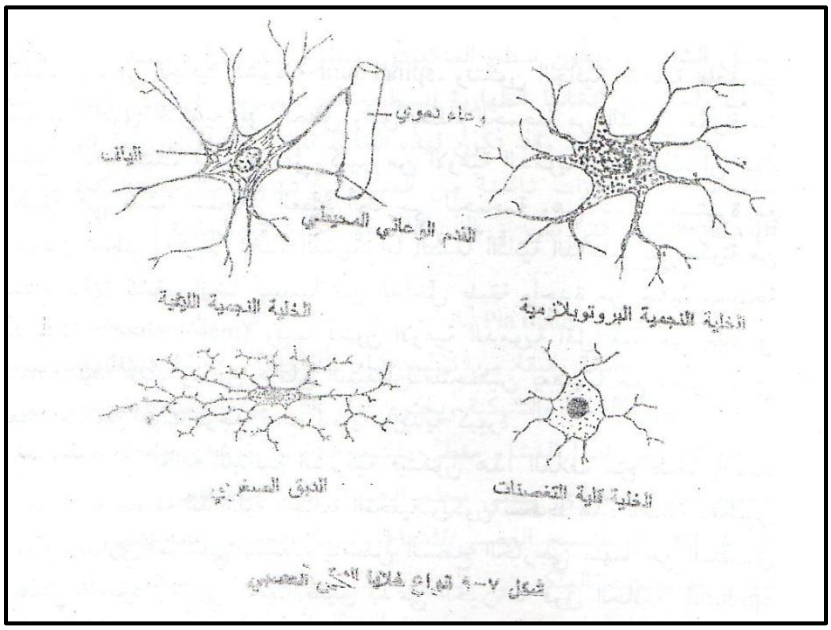
1-الخلايا النجمية Astrocytes كما يدل عليها اسمها تكون خلايا نجمية الشكل ذات بروزات متعددة وطويلة ومتفرعة ينتهي بروز واحد او اكثر من بروزات الخلية انتفاخ صغير صفائحي الشكل في الغلالة البرانية للوعاء الدموي. وتدعى مثل هذه التراكيب الاقدام الوعائية المحيطية واذا ما اجمعت مثل هذه التراكيب من خلايا متعددة باعداد كبيرة كونت غلاف خارجي او غشاء محدد للوعاء الدموي. ويعتقد ان هذه التراكيب تساعد الخلية على اشتقاق غذائها من الوعاء الدموي وايصاله الى الخلية العصبية لذا يسميها بعض المؤلفين بالاقدام الماصة نوى الخلايا كبيرة بيضوية او كروية ذات حبيبات صبغينية قليلة ودقيقة ولذلك يكون لوناً فاتحاً. وتصنف هذه الخلايا بالنسبة الى صفات البروزات السايتوبلازم على نوعين:

أ-الخلية النجمية البروتوبلازمية: ويكون سايتوبلازم هذه الخلية وفيراً وحبيبياً وتكون بروزاتها كثيرة ومتفرعة واقصر سمكاً من النوع الثاني. وتوجد بصورة رئيسة في المادة السنجابية للدماغ والحبل العصبي.

ب-الخلية النجمية الليفية: تكون بروزات هذه الخلية اطول وادق واقل تفرعاً من بروزات الخلية الاولى وتحتوي على لييفات سايتوبلازمية عديدة تدعى الخيوط الدبقية وبروتين حامضي وتوجد مثل هذه الخلايا في المادة البيضاء بصوره رئيسة.

2-الخلايا قليلة التغصنات oligodendrocytes: وهي اكثر انتشاراً من الخلايا النجمية وللخلية الواحدة نواة كروية او بيضوية الشكل ولكنها اصغر من نواة الخلية النجمية. وتكون كميه سايتوبلازم قليلة ولا تحتوي على لييفات وتكون البروزات السايتوبلازمية قصيرة قليلة العدد ودقيقة. وتوجد في المادة البيضاء على شكل صفوف بين الخلايا العصبية النخاعينية وفي المادة السنجابية قرب اجساد الخلايا العصبية وقد تكون هذه الخلايا في كل من المادة السنجابية والبيضاء مرافقة الشعيرات الدموية.

3-الدبق الصغري Microglia: اصبر الخلايا الدبقية فهي صغيرة وطويلة وذات صبغين منتشر في ارجاء النواة. وكمية السايتوبلازم قليلة ومتجمعة عند قطبي الخلية. وتكون بروزاتها عديدة وصغيرة ومتفرعة وذات مظهر شوكي. وتظهر في مادة السنجابية اكثر من ظهورها في المادة البيضاء. وتوجد قرب الشعيرات الدموية عادة وليس لها اقدام وعائية محيطية وقد تقوم هذه خلايا بعمل البلاعم الكبرية.



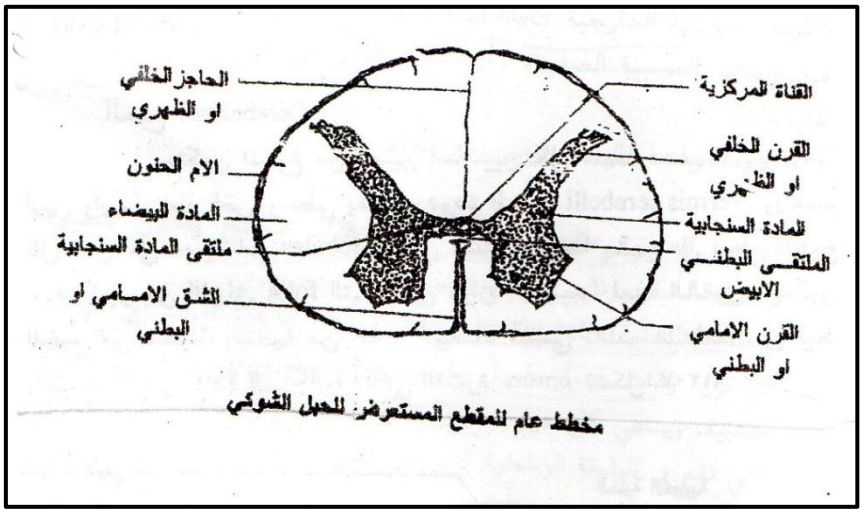
شكل ٧-٩ انواع خلايا النسج العصبي

4-خلايا البطانة العصبية Endodymal cells:

تبطن هذه الخلايا تجاويف (بطينات) الدماغ والقناة المركزية للحبل الشوكي. تكون خلايا البطانة العصبية في الجنين عمودية مهدبة وتظهر في البالغ على شكل نسيج ظهاري مكعب تحتفظ بعض خلاياه باهداب. وتقوم هذه خلايا بتبادل المواد بين السائل المخي الشوكي وخلايا الدماغ والحبل الشوكي.

الحبل العصبي Nerve cord

يظهر الحبل العصبي في المستقطع المستعرض بيضوي الشكل تقريباً وينقسم جزئياً من الجهة الظهرية او الخلفية على نصفين ايمن وايسر بواسطة حاجز خلفي او ظهري ناصف ومن الجهة الامامية او البطنية يوجد شق عميق طولي يدعي بالشق الناصف الامامي او الباطني. يحاط الحبل العصبي باكمله بالام الحنون التي تستمر مع الشق الاوسطي الامامي. وهناك منطقة وسطية تظهر بشكل حرف H في المقطع المستعرض للحبل العصبي وهي المادة السنجابية وتتكون بصورة رئيسة من اجساد الخلايا العصبية. ويدعى الضلعان العلويان للمادة السنجابية بالقرنين الخلفيين او الظهريين ويكونان طويلان ونحيفان. ويدعى الضلعان السفليان للمادة السنجابية بالقرنين الاماميين او البطنيين ويكونان قصيران وسميكان ويوجد في منطقة الصدرية وفي قسم المنطقة القطنية للمادة السنجابية قرن في كل جانب يسمى بالقرن الجانبي وتقع القناة المركزية المبطنة بالبطانة العصبية ضمن الصوار السنجابي. وتوجد اجساد الخلايا العصبية على شكل مجاميع في المادة السنجابية وتقع الخلايا العصبية الكبيرة بالقرنين الاماميين لها. وتحيط المادة البيضاء المكونة بصورة رئيسة من الالياف العصبية النخاعينية وغير النخاعينية المادة السنجابية وتقسم الى اعمدة او حبال ظهرية وجانبية وبطنية. ويقع العمود الظهري او الخلفي بين القرن الظهري للمادة



مخطط عام للمقطع المستعرض للحبل الشوكي

السنجابية والحاجز الناصف الظهري او الخلفي. ويقع كل من العمودين الجانبين من المادة البيضاء على جانب من المادة السنجابية بين القرن الظهري والقرن البطني. اما بقية المادة البيضاء المحصورة بين القرنين البطنيين والشق البطني الناصف فتمثل العمودين البطنيين. وتدعى المادة البيضاء في اسفل الصوار السنجابي بالصوار البطني الابيض. وتكون الخلايا العصبية في المادة السنجابية متعددة الاقطاب وتترك محاور قسم منها الحبل العصبي مكونة الياف الجذور البطنية له.

المخيخ Cerebellum

يتكون المخيخ من فصين اساسيين كل منهما نصف كروي وهما ايمن وايسر ومن فص وسطي يدعى بدودة المخيخ vermis cerebelli . وينقسم طل فص الى فصيصات بشقوق مستعرضة لذا يظهر على سطح المخيخ عدد كبير من الاوراق التي تكون موازية بترتيبها هذه الشقوق. ويتكون المخيخ من منطقة وسطية من المادة البيضاء تسمى باللب ويحيط باللب طبقة من المادة السنجابية تدعى القشرة.

قشره المخيخ: تتكون قشرة المخيخ من ثلاث طبقات:

1- الطبقة الجزيئية الخارجية: التي تحتوي على قليل من الخلايا العصبية الصغيرة وعلى عدد كبير من الالياف العصبية غير النخاعينية. وتتضمن هذه الطبقة على نوعين من الخلايا:

أ- الخلايا النجمية Stellate cells: وتقع قرب السطح وتكون صغيرة ونجمية الشكل وذات بروزات قصيرة.

ب- الخلايا السلية Basket cells : وتكون هذه الخلايا اقرب الى الطبقة الوسطية وذات محاور طويلة وتغصنات قصيرة وتفرعات جانبية وينتهي كل تفرع جانبي بتفرعات تحيط بجسد خلية بركنجي التي تقع في الطبقة الوسطية.

2- الطبقة الوسطية: مكونة من صف واحد من خلايا كبيرة تدعى خلايا بركنجي Purkinje cells ، تكون خلايا بركنجي كبيرة ودورقية الشكل لها تغصنات قليلة وسميكة. وتتفرع هذه التغصنات الفروع اصغر مما هي عليه فاصغر مشكله ما يشبه المروحة اليدوية التي تكون زاوية قائمة مع المحور الطولي لورقة المخيخ الذي تقع فيه. ولخلية بركنجي محور واحد ذو غلاف نخاعيني وينشأ من الجهة المقابلة لمنطقة نشوء التغصنات الاخرى ويمتد باتجاه مخترقاً المنطقة الحبيبية ويعطي تفرعات جانبية.

3- الطبقة الحبيبية الداخلية: مكونة من عدد كبير من الخلايا العصبية الصغيرة ذات 3-6 تغصنات صغيرة ومحور غير نخاعيني يمتد الى الطبقة الجزيئية حيث ينقسم الى فرعين جانبيين يمتدان موازيين للاوراق.

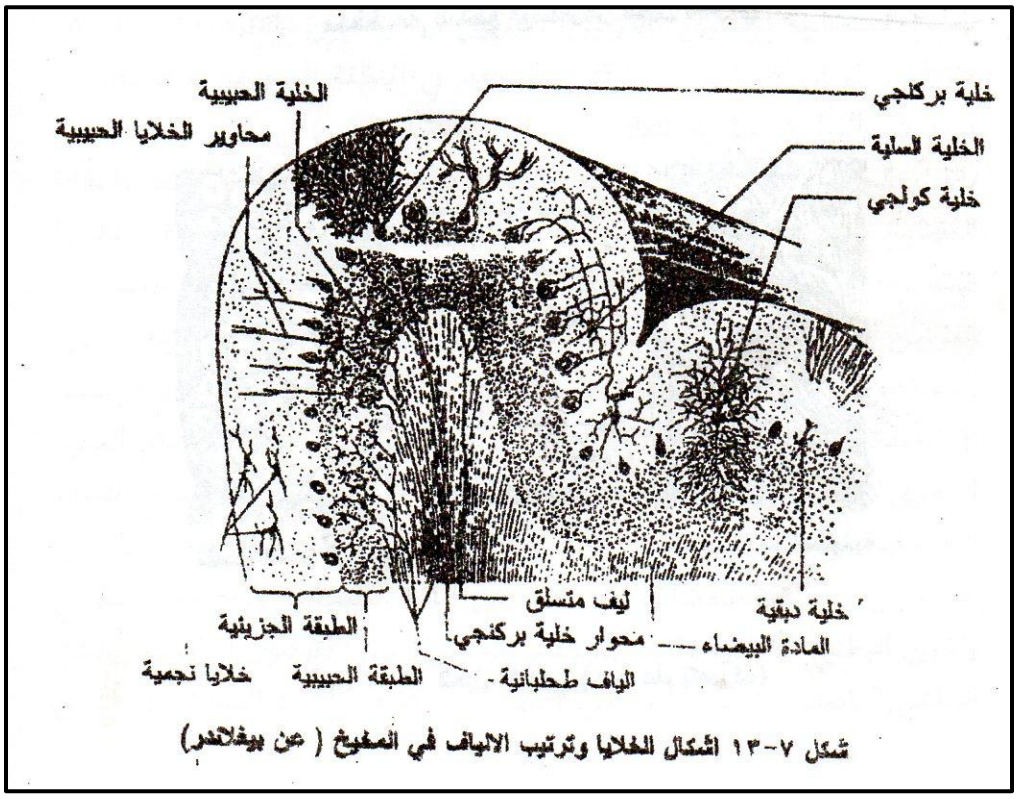
لب المخيخ: يحتوي ثلاث انواع من الالياف:

1-محاور خلايا بركنجي وهي الالياف الرئيسية الصادرة من القشرة.

2- الياف المتسلقة: وهي الياف واردة وتنتهي بخلايا بركنجي.

3- الياف طحلبانية: وهي الياف واردة وتنتهي بنهايات شبكية مع الطبقة الحبيبية

وتتعلق وظيفة المخيخ بحركات العضلات المخططة الارادية وهو ايضاً مسؤول عن التناسق والتوازن في الجسم.



شكل ٧-١٣ اشكال الخلايا وترتيب الالياف في المخيخ (عن بيغلاندر)

Chapter VI الفصل السادس

Muscular Tissue النسيج العضلي

وهو النسيج المسؤول عن حركة مختلف اجزاء الجسم بسبب قابليته على التقلص. ينشأ النسيج العضلي من طبقة الاديم المتوسط في الجنين ويتكون من خلايا تدعى بالخلايا العضلية myocytes وبسبب طولها الفارع تدعى بالالياف العضلية muscle fibers تتخللها شعيرات دموية كثيرة ولبعض عضيات الخلية العضلية اسماء تختلف عن نضائرها في الخلايا الاخرى فيدعى سايتوبلازم الخلية العضلية مثلا باسم السايتوبلازم العضلي sarcoplasm وتدعى الشبكة البلازمية الداخلية الملساء باسم الشبكة البلازمية العضلية sarcoplasmic reticulum ويدعى الغشاء البلازمي باسم الغشاء العضلي sarcolemma

وتحاط الخلية العضلية بصفيحة قاعدية غراوية collagenous basal lamina متميزة وشبكة دقيقة من الالياف الشبكية.

تصنف العضلات بالنسبة الى تركيبها ووظيفتها على ثلاثة انواع :

١- العضلات المخططة الارادية (الهيكلية)

Striated voluntary muscles (skeletal)

٢- العضلات الملساء اللارادية (الاحشائية)

Smooth involuntary muscles (visceral)

٣- العضلات المخططة اللارادية (القلبية)

Striated involuntary muscles (cardiac)

١- العضلات المخططة الارادية (الهيكلية)

تشكل هذه العضلات كل العضلات المتصلة بالهيكل العظمي تقريباً وتكون لحم الحيوانات. يكون تقلص هذا النوع من العضلات تحت سيطرة ارادة الفرد كثيرا. تتميز العضلة الهيكلية بلونها الوردي في حالة الطراوة ويرجع ذلك الى الصبغة التي تحتوي عليها من جهة والى كثافة الشعيرات الدموية فيها من جهة اخرى. وتتالف العضلة من خلايا او الياف عضلية اسطوانية الشكل طويلة جدا ويكون طولها بين ١ و ٤٠ ملم ويكون قطرها نحو ١٠-١٠٠ مايكرومتر وتكون كثيرة النوى (٣٥ نوى لكل ١ ملم طولا) ذات شكل بيضوي وتقع عند محيط الليف. وتتجمع هذه الالياف في مجاميع تسمى الحزم fascicles وبتجمعها بعضها مع بعض تكون العضلة الهيكلية. وتحاط العضلة باكملها بطبقة من نسيج ضام ليفي كثيف غير منتظم يدعى باللفافة العضلية الخارجية epimysium التي تظهر للعين المجردة بشكل غمد ابيض اللون. وكل حزمة تحاط ايضا بطبقة من نسيج ضام ارق من الاول واقل كثافة منه يدعى باللفافة العضلية المحيطية perimysium ويمتد من اللفافة العضلية الخارجية. ويحاط كل ليف عضلي ايضا بغلاف من شبكة دقيقة من الالياف الشبكية يدعى باللفافة العضلية الداخلية endomysium (شكل ٦-١). وتتبع الاوعية الدموية والاعصاب هذه الاغلفة في تفرعاتها.

يمكن ملاحظة الشعيرات الدموية في اللفافة العضلية الداخلية endomysium بين الالياف العضلية.

تركيب الليف العضلي الهيكلي:

يدعى الغشاء البلازمي لليف العضلي الهيكلي كما ذكر سابقا باسم الغشاء العضلي sarcolemma. وتكون نوى الالياف العضلية بيضوية او طويلة وتقع في الجزء المحيطي لليف غالباً. ويحتوي الليف العضلي على سايتوبلازم عضلي sarcoplasm، يحوي بدوره الليفات العضلية myofibrils (٢-١)

يكرومتر في القطر)

وعلى المحتويات الحية الاخرى للخلية وتعطي الليفات

مضلية لليف منا

جهر التخطيط الطولي لليف العضلي الواحد قد توجد هذه

لييفات بشك

ل حزم في داخل الليف الواحد يفصلها بعضها عن بعض كمية

من الس

يتوبلازم العضلي وتدعى هذه الحزم باعمدة كوليكر Koelliker's

colu. وتدعى اعمدة كوليكر في المقاطع المستعرضة للالياف العضلية الهيكلية

ببساحات كوهنهيم areas or fields of Cohnheim التي تكون مفصولة بعضها

عن بعض بالسايتوبلازم العضلي (شكل ٦-١). وتظهر الليفات العضلية مخططة

بشكل مستعرض بمناطق دكن تتبادل مع اخرى فاتحة تحت المجهر الضوئي

الاعتيادي. وتظهر كل المناطق الدكن لليفات العضلية في الليف الواحد على

مستوى واحد في موقعها، وكذلك الامر بالنسبة للمناطق الفاتحة. ولهذا يظهر

الليف باكمله مخططا عرضيا. وتدعى المنطقة الفاتحة بشريط او قرص I

(I-band or disc) نسبة الى كونها متساوية الانكسارات ضوئيا isotropic تحت

المجهر المستقطب polarized microscope ولهذا تظهر معتمة تحت هذا النوع

من المجاهر. اما المنطقة الدكناء فتدعى شريط او قرص A (A-band or disc)

نسبة الى كونها غير متساوية الانكسارات ضوئيا anisotropic تحت المجهر

المستقطب ولهذا تظهر مضيئة عند الفحص بهذا النوع من المجاهر.

فضلا عما سبق تظهر في وسط القرص I (I-disc) منطقة دكناء تدعى

بخط Z (Z-line) نسبة الى الكلمة الالمانية Zwischenschiebe وقد تسمى ايضا

بخط كراوز Krause's line. ويوجد في وسط القرص A (A-disc) منطقة فاتحة

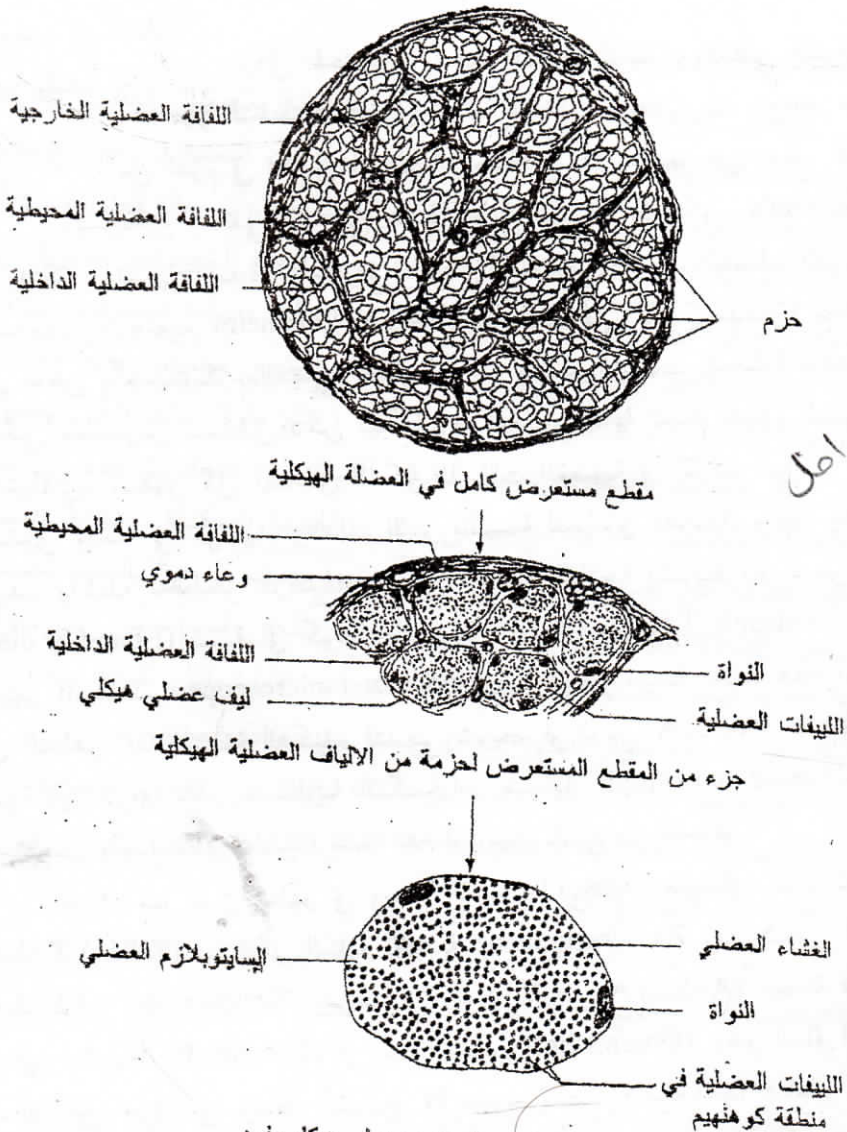
تدعى بشريط H (H-band) او خط هنسن Hensen's line وهو العالم الذي

وصفها اول مرة. وفي وسط الشريط H توجد منطقة ضيقة جدا دكناء اللون

تدعى بشريط او خط (M-band or line)، نسبة الى Mittleschiebe. وتدعى

الوحدة التركيبية والوظيفية المحصورة بين خطين متعاقبين من خطوط Z

بالقسيم العضلي sarcomere (٢-٣ مايكرومترات طولا).



شكل ٦-١ المقطع المستعرض للعضلة الهيكلية ومكوناتها

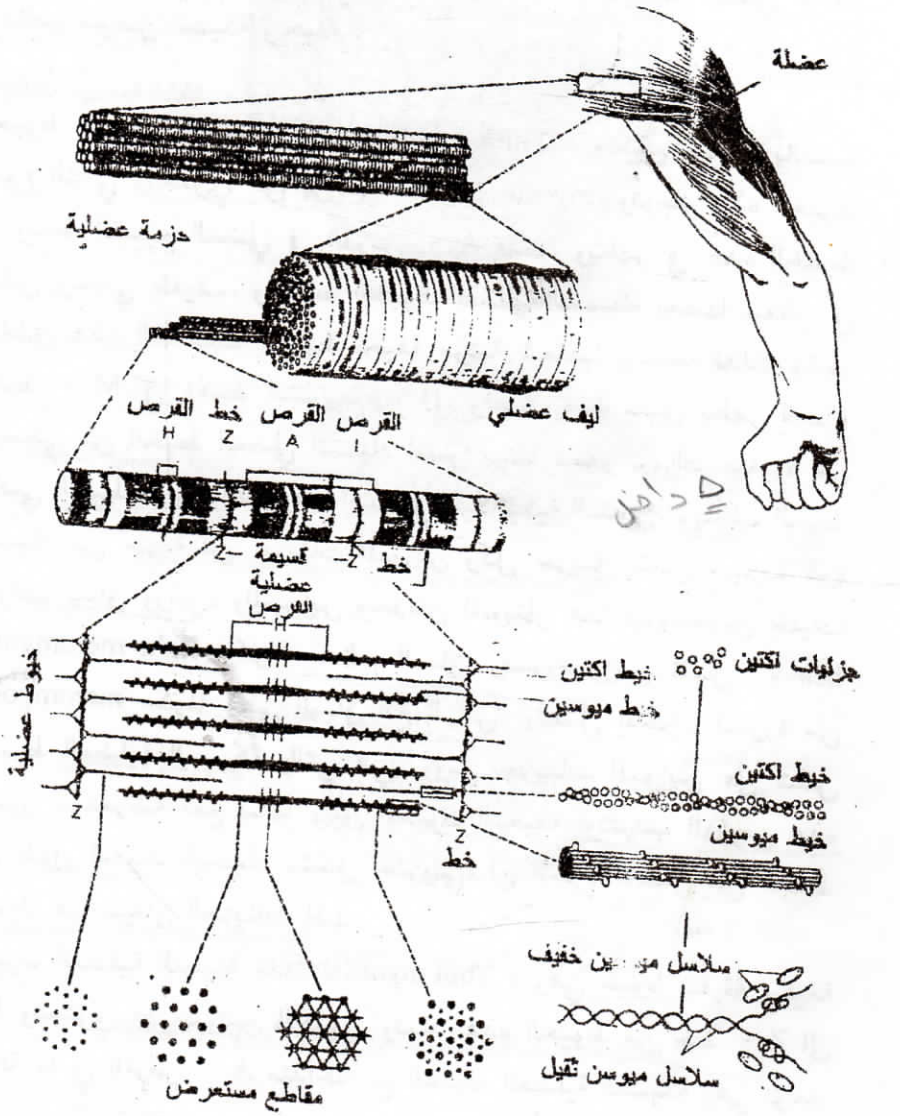
التركيب الدقيق لليف العضلي المخطط كما يظهر تحت المجهر الالكتروني
The ultrastructure of the striated muscle fibril

يظهر الليف الواحد تحت المجهر الالكتروني مكونا من وحدات اصغر مما هو عليها تدعى بالخيوط العضلية myofilaments (شكل ٦-٢). وهذه تظهر بنوعين سميكة ونحيفة :

١- الخيوط العضلية السميكة Thick myofilaments : وتكون سميكة بالنسبة للنوع الثاني وتحتوي على بروتين الميوزين myosin. وتوجد هذه الخيوط في وسط القسيم العضلي في القرص - A فقط. ويظهر في هذه الخيوط تثخن وسطي طفيف. وترتبط الخيوط العضلية السميكة بعضها ببعض في مناطق هذه التثخنات بروابط نحيفة مرتبة شعاعيا ونتيجة لذلك يظهر الخط - M في وسط الشريط - H. زفضلا عما سبق يظهر الجزء الوسطي من الخيط العضلي السميك املس بينما تظهر بروزات صغيرة على جانبي الخيط. ولهذه البروزات اهمية في ميكانيكية التقلص. ويتالف الخيط السميك من حزمة من جزينات الميوزين وكل جزيئة بشكل مضرب كرة الگولف بساق ورأس. وللميوزين وحدتان ثانويتان هما ميروميوزين خفيف light meromyosin مكونا معظم الساق وميروميوزين ثقيل heavy meromyosin مكونا باقي الساق مع الرأس. وتعمل الاجزاء البارزة من الخيوط العضلية السميكة والتي هي رؤوس جزيئات الميوزين على شكل جسور مستعرضة تقع بينها وبين الخيوط النحيفة. وتترتب الرؤوس هذه على طول الخيط السميك بشكل حلزوني. ان الجزء الاملس من الخيط السميك هو سيقان الجزيئات فقط.

٢- الخيوط العضلية النحيفة Thin myofilaments : وهي خيوط دقيقة ورفيعة جدا وتحتوي على بروتين الاكتين. وتمتد هذه الخيوط من خط - Z الى مسافة ما في القرص - A متداخلة مع الخيوط العضلية السميكة وهي توجد

في منطقة القرص - I بصورة رئيسة. يتكون الخيط النحيف من بروتين خيطي (F-actin) يتألف من شريطين من وحدات ثانوية كروية تدعى (G -actin) ويكون هذان الشريطان ملتفين حلزونيا.



شكل ٦-٢ رسوم تخطيطية للألياف العضلية الهيكلية توضح تركيبها العياني والدقيق
(عن بلوم وفوست)

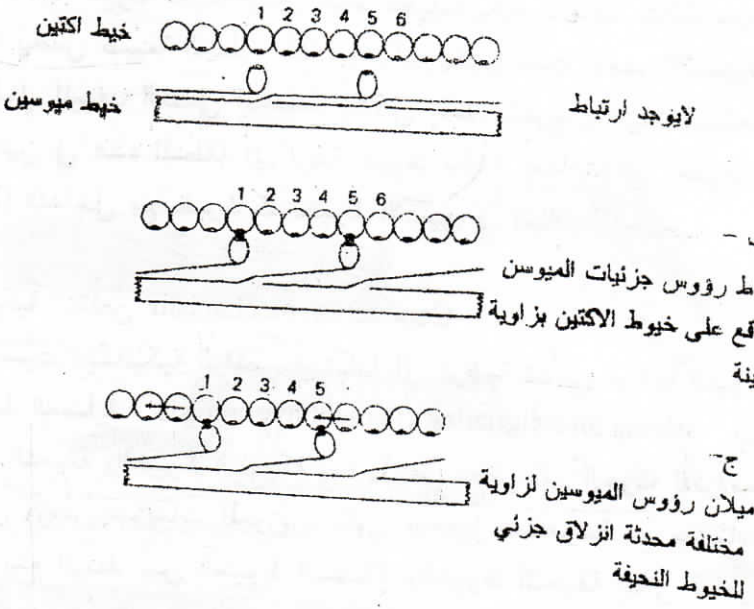
يظهر في المقطع المستعرض لاحدى نهايتي القرص - A ان كل خيط سميك محاط بستة خيوط نحيفة وكل خيط نحيف يظهر محاطا بثلاثة خيوط سميكة. وفيما يخص طبيعة الخط - Z وجد انه يظهر تحت المجهر الالكتروني في المقطع الطولي لليف العضلي المخطط بشكل خط متعرج zigzag ويتشعب كل خيط اكتين في هذه المنطقة الى اربعة خيوط دقيقة جدا تدعى بخيوط Z (Z-filaments) تتداخل مع خيوط Z لخيوط الاكتين في الجانب المعاكس.

ميكانيكية التقلص Contraction mechanism

فُسرت ميكانيكية التقلص استنادا الى فرضية تدعى فرضية الفَوْت الانزلاقي للخيوط العضلية sliding interdigitating filament hypophysis اذ تنزلق الخيوط النحيفة والخيوط السميكة بعضها على بعض. ان الحركة الانزلاقية هذه ممكنة لان رؤوس جزيئات الميوزين تكون جسوراً مستعرضة مع جزيئات الاكتين وبهذا يتم الربط بين الخيوط السميكة والخيوط النحيفة خلال تقلص العضلة.

لقد اعتقد ان هناك مناطق مرنة عند منطقة اتصال الميروميوزين الثقيل مع بقية جزيئة الميوزين (ميروميوزين خفيف). وتكون حركة المنطقة المرنة هذه باتجاه واحد بحيث تعمل على انزلاق الخيوط النحيفة على الخيوط السميكة وبهذا تتقلص العضلة بحسب التسلسل الاتي (شكل ٦-٣).

١- تتماس الرؤوس البارزة للميوزين في الخيط السميك مع جزيئات الاكتين.
٢- يسبب ميلان هذه الرؤوس باتجاه واحد سحب الخيوط النحيفة والسميكة باتجاهين متعاكسين.
٣- تنزلق هذه الخيوط وبذلك تقصر الليفات العضلية.
٤- تنفك رؤوس الميوزين من الاكتين ويرجع النوعان من الخيوط الى وضعهما الأصلي وتبدأ الدورة من جديد.



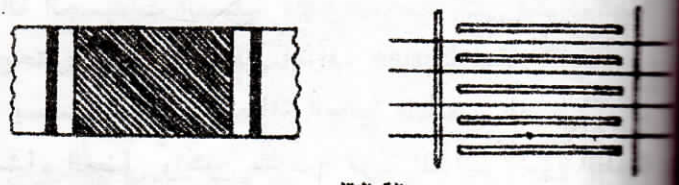
شكل ٦-٣ مخطط يوضح نظرية انزلاق الخيوط العضلية

نتيجة لأنزلاق الخيوط النحيفة ضمن الشريط A واقترابها بعضها من بعض تدريجيا خلال عملية التقلص يحصل مايأتي :

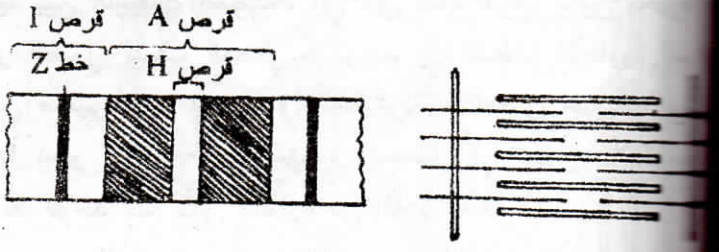
١- يصبح الشريط H اضيق مما كان عليه ثم يختفي بصورة تدريجية اشكل ٦-٤).

٢- يقصر الشريط I في الطول.

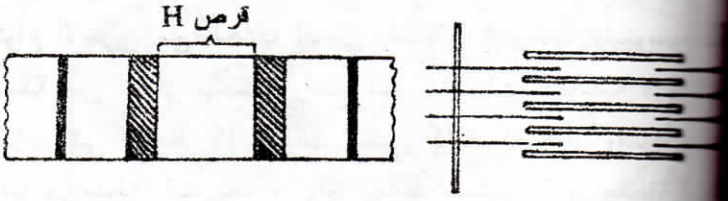
٣- يتقارب خطا Z بعضهما من بعض وبذلك يقصر القسيم العضلي في الطول.



حالة التقلص



حالة السكون



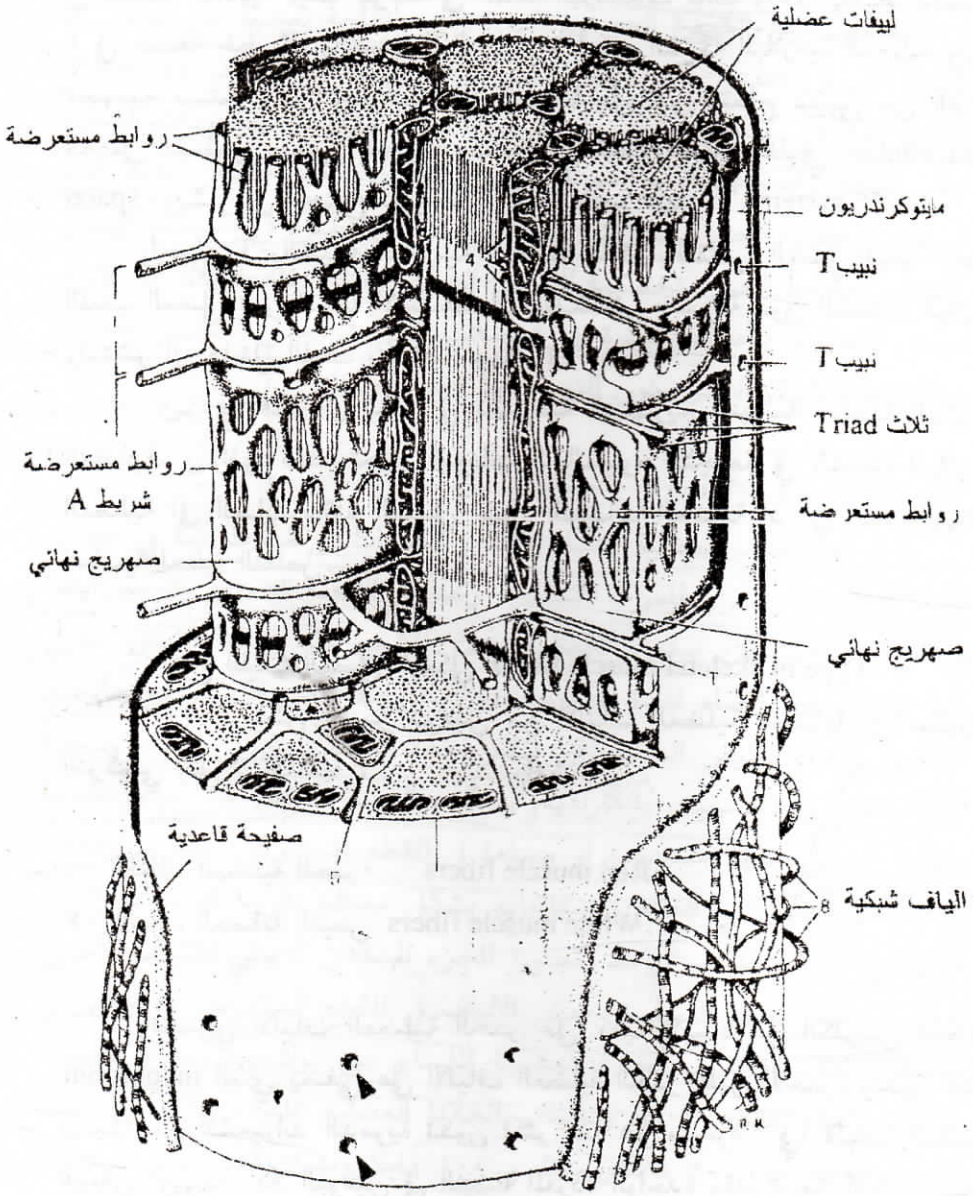
حالة الامتداد او الانبساط

ـ: رسوم تخطيطية توضح نظرية انزلاق الخيوط العضلية في حالة
ـورتخاء الالياف العضلية المخططة (عن بلوم وفوست بتصرف)

السايتوبلازم العضلي ومحتوياته

يوجد في السايتوبلازم العضلي sarcoplasm المايتوكوندريا تدعى في هذه الحالة الجسيمات العضلية sarcosomes) التي تكون كبيرة الحجم وكثيرة العدد. ويحتوي كل منها على اعراف cristae متقاربة بعضها من بعض وهذا مانتوقعه بسبب متطلبات الطاقة العالية للتقلص العضلي. وتقع المايتوكوندريا تحت الغشاء العضلي وتكون متركزة قرب اقطاب النوى الطويلة وتتخذ صفوفا متوازية بين الليفات العضلية، وفي كل هذه المواقع يكون محورها الطولي باتجاه المحور الطولي لليف العضلي. ويوجد في المنطقة المجاورة للنواة ايضا جهاز كولجي صغير. وقد تنتشر في السايتوبلازم العضلي حبيبات صغيرة كثيفة يبلغ قطرها نحو ٢٠٠-٤٠٠ انكستروم ويحتمل ان تكون كلايكوجينا. وفضلا عن ذلك قد توجد فيه كتل صغيرة من المادة الدهنية.

ومن المحتويات الحية الاخرى في السايتوبلازم العضلي الشبكة البلازمية العضلية sarcoplasmic reticulum التي تطابق الشبكة البلازمية الداخلية الملساء للانواع الاخرى من الخلايا اذ ان اغشيتها لاترافقها رايبوسومات. وتتكون هذه الشبكة من جهاز متصل واسع من النبيبات العضلية sarcotubules المحددة بغشاء التي تحيط كل ليف عضلي كالشبكة net. وتترتب النبيبات العضلية طوليا في منطقة الشريط A ولها روابط مستعرضة في منطقة الشريط H. وهناك ترتيب مشابه في منطقة الشريط I. عند اقتراب النبيبات الطولية من منطقة الاتصال بين الشريط A والشريط I (A-I junction) في كل جانب، تتصل بصهاريج cisternae عرضية متوسعة تدعى بالصهاريج النهائية terminal cisternae. وينفصل الصهريجان المتقاربان من الصهاريج النهائية بعضهما عن بعض بنبيب مركزي مستعرض اصغر قطرا مما هو عليه يدعى بنبيب T (T-tubule) (شكل ٦-٥) يقع في منطقة الاتصال A-I. ويدعى هذا الترتيب لصهريجين من الصهاريج النهائية الخارجية للشبكة البلازمية العضلية ونبيب T المركزي بالثلاث triad. ويوجد اثنان من نظام الثلاث (triad) لكل قسيم عضلي



شكل ٦-٥ مخطط يوضح الشبكة البلازمية العضلية في الالياف العضلية الهيكلية(عن جنكورا وجماعته)

في العضلة الثديية بينما يوجد في عضلة البرمائيات ثلاث واحد يحيط بالشريط I في منطقة خط Z. والنبيب T ليس جزءا من الشبكة البلازمية العضلية وليس تجويفه مستمرا مع تجويف تلك الشبكة بل هو انبعاج نبيبي من الغشاء العضلي السطحي ويكون تجويفه مستمرا مع الحيز الخارج خلوي extracellular space. ويشار الى مجموع نبيبات T عادة باسم جهاز T (T-system).

ولجهاز T والشبكة البلازمية العضلية علاقة بالتقلص العضلي فبعد تحفيز الليف العضلي تمر موجة الاستقطاب الغشائي بسرعة فوق الغشاء البلازمي وتنتشر الى داخل الليف بوساطة جهاز T.

ويؤدي هذا الى تغير في نضوحية الصهاريج النهائية للشبكة البلازمية العضلية. ويرافق ذلك تحرر ايونات الكالسيوم المتجمعة في الشبكة البلازمية العضلية الى السايتوبلازم العضلي حول الليفات العضلية اذ ان هذه الايونات اساسية لعملية التقلص.

انواع الليف العضلي الهيكلي Type of skeletal muscle fibers

يمكن تمييز نوعين من الالياف العضلية استنادا الى مظهرها التركيبي وسرعة تقلصها :

١- الالياف العضلية الحمر Red muscle fibers.

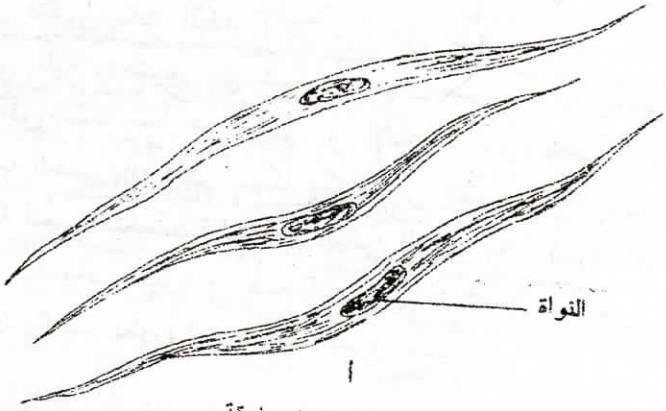
٢- الالياف العضلية البيض White muscle fibers.

وتحتوي الالياف العضلية الحمر على كمية كبيرة من الكلوبين العضلي myoglobin الذي يضفي على الالياف العضلية الحمر اللون الاحمر. وتكون غنية بشبكة من الشعيرات الدموية تكون اكثر مما هو موجود في الالياف العضلية البيض. ويوجد كلا النوعين في العضلة المفردة الواحدة وقد توجد الياف عضلية وسطية بين الالياف الحمر والبيض ايضا. وتكون الالياف الحمر رفيعة وتكون

لييفاتها العضلية غير متميزة بوضوح وذات اقطار متغايرة وتحوي عددا كبيرا من المايتوكوندريا الكبيرة الحجم وذات اعراف متقاربة بعضها من بعض. اما الالياف البيض فتكون ذات اقطار اكبر مما هلي عليه ولييفات عضلية اكثر واوضح مما هي عليه وتحتوي على شبكة بلازمية عضلية واسعة ومايتوكوندريا اصغر حجما واقل عددا مما هو موجود في الالياف الحمر. يمتاز الخط Z في الليفات العضلية الحمر بانه اكثر سمكا وكثافة من نظيره في الليفات البيض. والالياف العضلية الحمر متخصصة للتقلص البطئ المتكرر وقتا طويلا، اما الالياف البيض فتوجد باعداد كبيرة في العضلات التي تستعمل للتقلص السريع وبمقارنتها بالالياف الحمر يكون التعب فيها اسرع نسبيا.

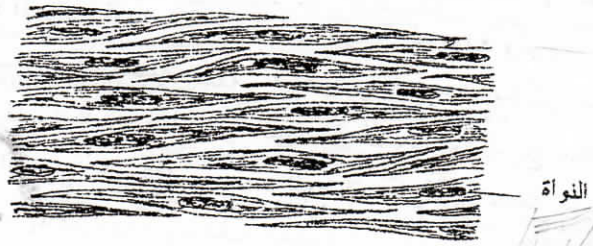
العضلات الملساء اللاارادية او الاحشائية

توجد الالياف العضلية الملساء بشكل صفاحات او طبقات كما في جدران القناة الهضمية وجدران الممرات التنفسية وجدران الاوعية الدموية وتوجد ايضا في الجلد بشكل حزم صغيرة كالعضلة المُقفة للشعرة وقد توجد بشكل متفرق كما في النسيج الضام لغدة البروستات والحويصلة المنوية والنسيج ماتحت الجلدي للحلمة وكيس الصفن. ان تقلص هذه العضلات لايكون تحت سيطرة ارادة الفرد ولهذا سميت باللاارادية. وتتالف العضلة الملساء من خلايا طويلة مغزلية الشكل تظهر مستديرة او مضلعة في المقطع المستعرض. وتترتب الخلايا او الالياف العضلية في الحزم والصفاحات بشكل منتظم تقريبا اذ يظهر الجزء الوسطي المتوسع لليف الواحد مجاورا للجزء المستدق النهاني للالياف الاخرى المجاورة ولهذا تظهر النوى في بعض الالياف في المقطع المستعرض ولا تظهر في بعضها الاخر. وتحتوي الخلية العضلية الملساء على نواة بيضوية او قضيبية مركزية الموقع (شكل ٦-٦). وتختلف الخلايا العضلية الملساء في الطول حيث يكون طولها بين ٢٠ مايكرومترا و ٢٠٠ مايكرومترا وقد يصل الى ٥٠٠ مايكرومترا او اكثر في جدار رحم الام الحامل. اما قطر الخلية فيكون بين



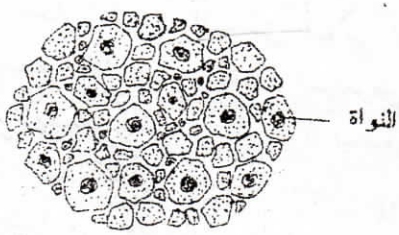
أ

ألياف عضلية ملساء مفرقة



ب

مقطع طولي في الألياف العضلية الملساء



ج

مقطع مستعرض في الألياف العضلية الملساء

شكل ٦-٦ الألياف العضلية الملساء

٥ مايكرومترات و ١٠ مايكرومترات. يظهر السايتوبلازم العضلي المحيط بالنواة ولا سيما عند قطبيها تحت المجهر الالكتروني محتويا على مايتوكوندريا وعلى عناصر قليلة من الشبكة البلازمية الداخلية الحبيبية وبعض الرايبوسومات الحرة وجهاز كولجي صغير وكلايكوجين وعلى بعض القطيرات الدهنية. ومايبقى من السايتوبلازم العضلي يشغل بخيوط عضلية myofilaments تشاهد تحت المجهر الضوئي بشكل ليفات عضلية myofibrils تتكون من تجمعات الخيوط العضلية او حزمها. وتختلف هذه الخيوط العضلية عن الخيوط التي في الالياف العضلية الهيكلية بانها غير مرتبة بنظام خاص. وتكون هذه الخيوط بثلاثة احجام :

أ- خيوط سميكة (خيوط الميوزين).
ب- خيوط نحيفة (خيوط الاكتين).
جـ- خيوط متوسطة intermediate. وتكون متوضعة بشكل مستعرض بالنسبة لخيوط الاكتين والميوزين.

وفضلا عن ذلك توجد بين هذه الخيوط اجسام كثيفة يعتقد ان عملها مشابهة لخطوط Z حيث ترتكز عليها الخيوط النحيفة.

وتحاط الخلية العضلية الملساء بغشاء عضلي sarcolemma يوجد بقربه من الداخل شبكة بلازمية داخلية ملساء وعدد من الحويصلات المنبعجة منه المسماة بـ caveolae. ان عمل هذه الحويصلات ربما يكون مشابها لنبيبات T الموجودة في الالياف العضلية الهيكلية.

ويغطى الغشاء العضلي خارجيا بصفيحة قاعدية في حين تُشغل الفسحات بين الخلايا الضيقة بالياف شبكية وبيض ومطاطة. وتوجد ايضا مناطق تتقارب فيها اجزاء من الاغشية البلازمية للخلايا المتجاورة مكونة مايسمى بالروابط الفسحية gap junctions او الوصلات nexuses حيث تسهل هذه المناطق المرور السريع للدفعات الكهربائية من خلية عضلية الى اخرى اما

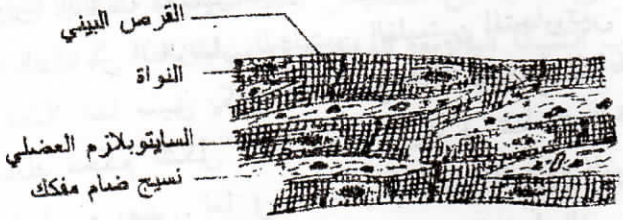
ميكانيكية التقلص فهي تتبع تقريبا عملية انزلاق الخيوط العضلية التي مر ذكرها سابقا وبذلك يقل طول الخلية الملساء عند حدوث التقلص. ومن هنا يُفهم ان وحدة التقلص هي الخلية وليس القسيم العضلي sarcomere الذي لا وجود له في الخلية العضلية الملساء.

العضلة المخططة اللاارادية (العضلة القلبية Cardiac muscle)

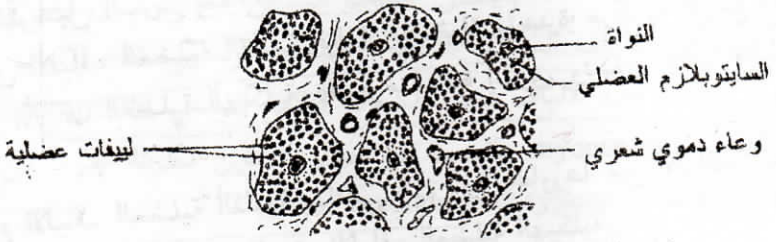
توجد هذه العضلات في القلب وتمتد الى قواعد الاوعية الدموية الكبيرة المتصلة بالقلب. وتتألف العضلة من الياف عضلية محاطة بغشاء عضلي. ويتألف كل ليف عضلي قلبي من ليفات مرتبة طوليا ومخططة عرضيا بصورة تشبه فيه ليفات الليف العضلي الهيكلي. ويوجد بين الالياف العضلية القلبية نُسج ضيقة مملوءة بالنسيج الضام المفكك والمحتوي على الشعيرات الدموية. ولا يكون تقلص العضلات القلبية تحت سيطرة ارادة الفرد ولهذا فهي غير ارادية وظيفيا اذ تزودها اعصاب تعود للجهاز العصبي المستقل.

تختلف الالياف العضلية القلبية عن الالياف العضلية الهيكلية تركيبيا (شكل ٦-٧ أ و ب) بما ياتي :

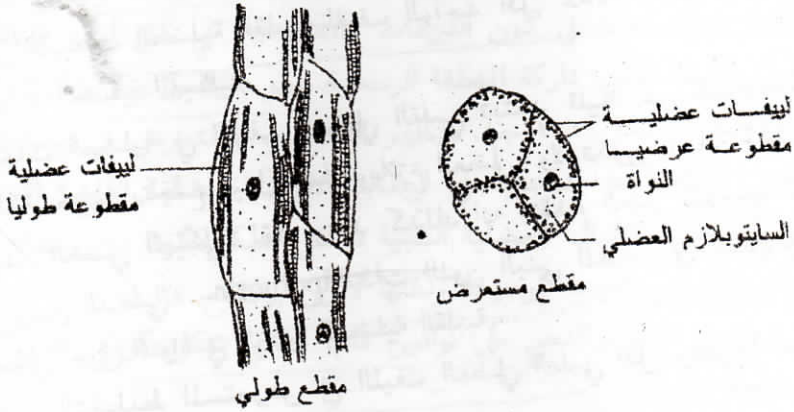
١- تحت المجهر الضوئي تُظهر الالياف العضلية القلبية في المقطع الطولي على مسافات غير منتظمة مناطق دُكن مستعرضة وتكون اما مستقيمة او مُدرجة في منطقة خط Z، تدعى بالاقراص البينية intercalated discs. ولقد اظهر المجهر الالكتروني ان الاقراص البينية مناطق متخصصة لربط الوحدات الخلوية بعضها ببعض لذا فتكون هذه الاقراص مناطق التصاق الخلايا القلبية حيث تتقابل فيها الاغشية البلازمية لها. يَظهر في هذه الاقراص في حالة الشكل المدرج وعلى مستوى المجهر الالكتروني نوعان من المناطق النوع الاول مستعرض وعمودي على الليفات العضلية ويتميز بوجود جسيم رابط ونطيقة الالتصاق zonula adherens اما النوع الثاني فيكون جانبيا وموازيا



أ- مقطع طولي في الالياف العضلية القلبية الاعتيادية



ب- مقطع مستعرض في الالياف العضلية القلبية الاعتيادية



ج- الياف بركنجي

شكل ٦-٧ الالياف العضلية القلبية

nexuses
Zonula adherens

لليفات العضلية ويتميز بوجود الرابط الفُسحي gap junction حيث يتقارب فيها الغشاءان البلازميان للخليتين القلبيتين المتجاورتين تقاربا شديدا.

فضلا عما سبق يكون الغشاءان البلازميان في المناطق المستعرضة ذوي تشابك محكم (شكل ٦-٨) وهذا يزيد في تماسك الخلايا العضلية القلبية بعضها مع بعض. اما في المناطق الجانبية الموازية لليفات العضلية فيكون الغشاءان البلازميان املسين. ان وجود الرابط الفسحي في هذه المناطق يتيح التوصيل السريع لدفعات التقلص بين الخلايا المتجاورة.

٢- تحتوي الالياف العضلية القلبية غالبا على نواة واحدة مركزية الموقع بينما تكون الالياف العضلية الهيكلية دائما متعددة النوى وتكون غالبا محيطية الموقع.

٣- تتفرع الالياف العضلية القلبية وتلتقي هي وما يجاورها من الالياف العضلية الاخرى بينما لا يحدث ذلك في الالياف العضلية الهيكلية.

٤- الالياف العضلية القلبية اصغر قطرا من الالياف العضلية الهيكلية.

٥- تظهر الليفات العضلية القلبية لليف الواحد اقل عددا واكثر سمكا من الليفات العضلية الهيكلية.

٦- الليفات العضلية في الليف العضلي القلبي تبتعد قليلا عن النواة لتكون منطقة حولها يتجمع فيها السايتوبلازم العضلي. ولا تكون الحالة كذلك في الليف العضلي الهيكلي. لقد وجد كذلك انه بتقدم العمر تترسب صبغة الفيوسن الدهني lipofucsin ذات اللون البني المصفر في السايتوبلازم العضلي حول النواة في الخلية العضلية القلبية.

٧- يكون التخطيط المستعرض في الليف العضلي القلبي اقل وضوحا مما هو عليه في الليف العضلي الهيكلي.

٨- يحتوي سايتوبلازم الخلية العضلية القلبية على مايتوكوندريا اكثر عددا من غيرها ويكون ذا اعراف اكثر مما هو عليه في الالياف العضلية الهيكلية.

٩- يظهر الليف العضلي القلبي تحت المجهر الالكتروني محتويا على شبكة

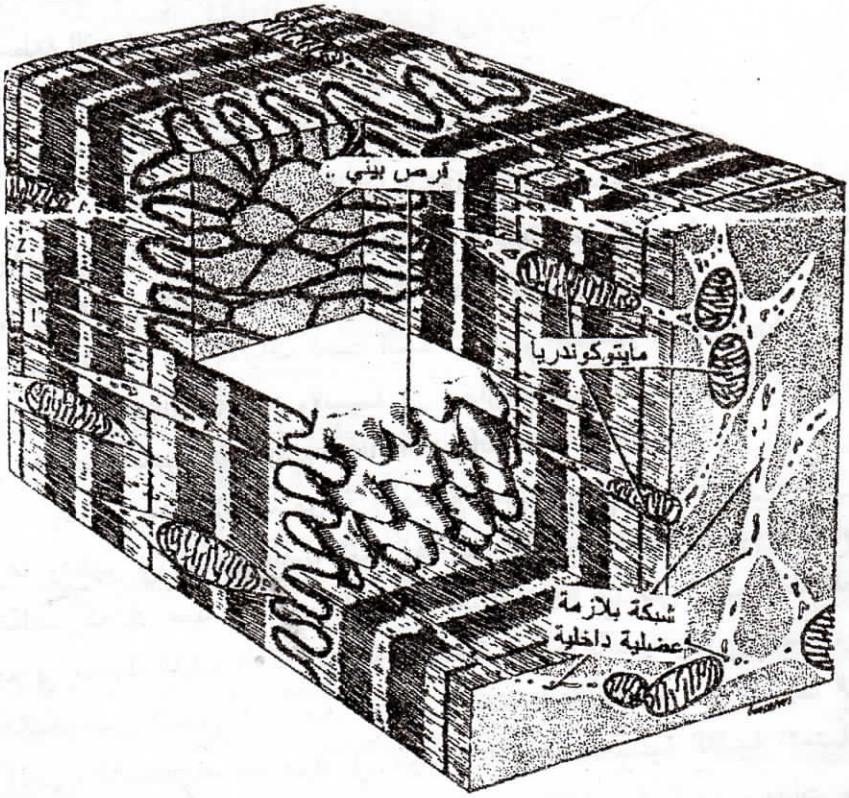
بلازمية عضلية اقل وضوحا مما هي عليه في الليف العضلي الهيكلي كما ان ثلاثات نموذجية لا توجد فيه بل استعيض عنها بثنائيات diads تتكون من تبيب T مع نبيب الشبكة البلازمية الداخلية في منطقة خط Z وليس في منطقة الارتباط A-I.

الياف بركنجي Purkinje fibers :

فضلا عن الالياف العضلية القلبية الاعتيادية السابقة هناك الياف عضلية متخصصة لها علاقة بايصال دفعات التقلص من قسم الى اخر في القلب تكون اسرع من الالياف العضلية القلبية الاعتيادية. وتدعى هذه الالياف بالياف بركنجي. وتوجد هذه الالياف تحت الشغاف القلبي الداخلي endocardium قرب عضل القلب myocardium ولاسيما في جدار البطين مكونة جزءا من جهاز نقل دفعات التقلص impulse conducting system.

وتكون هذه الالياف مرتبة بمجاميع صغيرة وهي اكبر واكثر سمكا من غيرها وتظهر في المقاطع الملونة افتح لونا من الالياف العضلية القلبية الاعتيادية. وتختلف كذلك عنها في كون الليفات myofibrils في كل ليف قليلة العدد وتقع في محيط الليف تاركة المنطقة الوسطية مملوءة بالسايتوبلازم العضلي وغنية بالكلايكوجين (شكل ٦-٧ جـ). ويظهر التخطيط المستعرض في ليفات الياف بركنجي كالتخطيط الموجود في ليفات الالياف العضلية القلبية الاعتيادية. والياف بركنجي كالالياف العضلية القلبية تشكل شبكة مكونة من وحدات خلوية منفصلة. والاقراص البينية موجودة ولكنها لاترى بوضوح غالبا.

يحتوي ليف بركنجي على نواتين غالبا ذواتي شكل كروي تقريبا.



شكل ٦-٨ التركيب الدقيق للألياف العضلية القلبية في منطقة القرص البيني
(عن جنكورا وجماعته)

الفصل الخامس Chapter V

الدم واللمف والنسيج المكون للدم
Blood, Lymph and Hemopoietic tissue

الدم Blood

الدم نسيج ضام متخصص متكون من خلايا (كريات الدم الحمر والبيض) ومن مادة اساس سائلة هي بلازما الدم ومن الياف تظهر بوضوح في حالة تخثر الدم بشكل (ليفين) fibrin. ويحتوي الدم ايضا على عناصر عالقة فيه كالصفيحات الدموية blood platelets. ويستعمل بعض المؤلفين مصطلح "العناصر المكونة formed elements" لتشمل كلا من كريات الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية. ويكون الدم نحو ٧ الى ٨٪ من وزن جسم الانسان وعلى هذا يحتوي جسم الانسان البالغ الصحي الذي وزنه يقارب ٧٠ كيلوغراما على ٥ الى ٦ لترات من الدم.

صُنّفت كريات الدم على كريات الدم الحمر red blood corpuscles (erthrocytes) وكريات الدم البيض white blood corpuscles (leucocytes) لاحتواء الاولى على صبغة الهيموغلوبين (خضاب الدم) hemoglubin وعدم احتواء الثانية لها وفي الحقيقة تكون كريات الدم البيض عديمة اللون عندما تكون مفردة وبيضا عندما تكون مجتمعة.

:: Red blood corpuscles (erythrocytes) كريات الدم الحمر

تكون كرية الدم الحمراء في الثدييات ومنها الانسان بشكل قرص مقعر الوجهين وعديمة النواة (شكل ٥-١) ماعدا عائلة الجمل حيث تكون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بيضوية محدبة الوجهين وخالية من النواة ايضا.

ويظهر الجزء المحيطي من كرية الدم الحمراء في الشدييات افتح لونا من الجزء المحيطي لها في التحضيرات المجهرية الملونة وذلك بسبب تقعر سطحيها ورقة ذلك الجزء. ويبلغ قطر الكرية الحمراء الحية في الانسان ٨,٥ مايكرومتر وفي المسحات الجافة ٧,٥ مايكرومتر وقد تحدث تغايرات في الحجم في الحالات المرضية فقد تكون اكبر من ذلك او اصغر من ذلك.

ويبلغ عدد كريات الدم الحمر في ذكر الانسان البالغ نحو ٥,٥٠٠,٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم ويبلغ في الانثى البالغة نحو ٥,٠٠٠,٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم وقد قدر العدد الكلي لكريات الدم الحمر في انسان ذي الحجم الاعتيادي بـ ٢٥ مليون مليون كرية. ويقل عدد كريات الـ عن الحد الطبيعي في حالات فقر الدم ويزداد في حالات الصعود الى مرتفعات عالية وفي حالة التعرض الى اول اوكسيد الكاربون carbon monoxide.

ويكون لون الكرية الحمراء المفردة الطرية اصفرا مخضرا فاتحا وعند تجمعها بكميات كبيرة تظهر لونها احمر. اما في المسحات الجافة الملونة بملونات الدم الشائعة كملون رايت Wright's stain فتتلون كريات الدم الحمر بلون وردي او برتقالي لتقبلها للملونات الحامضية. وتحاط كرية الدم الحمراء بغشاء بلازمي رقيق ومرن فيسـ بذلك مرورها في الشعيرات الدموية الدقيقة. وتوجد تحت الغشاء البلازمي هيكل خلوي بشكل شبكة يتكون من طبقتين طبقة شبكية حبيبية عمودية للخارج وطبقة شبكية خيطية موازية للسطح للداخل. وتتكون هذه الشبكة بـ رة رئيسة من بروتين متقلص يدعى سبكترين spectrin يحفظ الشكل تقعر الوجهين لكريات الدم الحمر وكذلك يتيح مجالا واسعا وكافيا للاوكسجين واول اوكسيد الكاربون في داخل الكرية. وتحتوي الخلية على سايتوبلازم مثجانس عادة حيث لاتوجد النواة ولا المحتويات السايتوبلازمية الحية الاخرى كالجسيم المركزي وجهاز كولجي والمايتوكوندريا اذ

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فقدتها في المراحل الاخيرة من تكوينها. ولكريات الدم الحمر الميل للالتصاق بعضها بالبعض الاخر من سطوحها المقعرة مشكلة اعمدة او صفوفا تشبه اعمدة النقود المعدنية الموضوعة بعضها فوق البعض الاخر وتدعى النضيدة rouleau وقد يرجع سبب هذه الظاهرة الى الشد السطحي.

ويحدث تكوّن النضائد rouleaux في عملية سحب الدم من الجسم او عند توقف الدورة الدموية.

من الميزات الفيزيائية لكريات الدم انه اذا ماوضعت قطرة من الدم على شريحة زجاجية فان تركيز البلازما يزداد نتيجة لتبخر الماء منه كما ان الماء يخرج من داخل الكريات الحمر الى البلازما المرتفعة التركيز hypertonic وتنكمش متخذة شكلا مجعدا. وتدعى هذه الظاهرة بالتفريض crenation. اما اذا خففت البلازما بالماء المقطر فان الكريات الحمر تمتص الماء من البلازما المنخفضة التركيز hypotonic وتفقد الهيموغلوبين الذي فيها وتصبح فاتحة اللون تماما وتدعى هذه الظاهرة بحلّ الدم hemolysis. ويحدث حلّ الدم بوساطة مواد اخرى غير البلازما المخففة بالماء كمذيبات الدهون «الايثر» واملاح الصفراء bile salts او سم الحية.

وتحتوي كرية الدم الحمراء على بروتين يدعى بالهيموغلوبين وعلى مواد دهنية معقدة اخرى. وللهيموغلوبين الذي هو الصبغة المسؤولة عن لون الدم الاحمر اهمية كبيرة في قابليته على الارتباط بالاوكسجين بنسبة ١,٣ مرة بقدر حجمه مكونا مركبا قلقا هو الاوكسي هيموغلوبين oxyhemoglubin. ويتشبع الهيموغلوبين بالاوكسجين في دم الشعيرات الدموية في الرئتين ثم يوزع هذا الاوكسجين الى خلايا الجسم ويأخذ بدله حامض الكربونيك carbonic acid الذي يتجمع في نسج الجسم بصورة مستمرة. وفضلا عن ذلك فان اهمية كريات الدم الحمر كبيرة جدا بسبب احتوائها على المستضد الريصي (ره) (Rh antigen) ومستضدات مجاميع الدم blood-group antigens:- تكون محتويات الكرية الحمراء عادة في توازن مع البلازما اي ان تركيز البلازما مساو

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

isotonic لتركيز محتويات الكرية.

قُدرت مدة حياة كريات الدم الحمر في الانسان بنحو ١٢٠ يوما تقريبا اذ تدخل نحو ٢,٥٠٠,٠٠٠ كرية جديدة في مجرى الدم كل ثانية لتعوض عن عدد مساو للكريات التي فقدت حياتها في الوقت نفسه وتلتهم الخلايا البلعمية في الكبد والطحال ونقي العظم الاحمر كريات الدم الحمر الميتة. وتقوم الخلايا البلعمية بتحليل الهيموغلوبين الى مواد ابسط هي الهيم haem وهي مادة غير بروتينية ومادة الغلوبين globin البروتينية. ويحتوي الهيم على الحديد الذي ينفصل عنه ويستعمل في تكوين كريات دم حمر جديدة ومايبقى من الهيم يكون صبغتين هما بليروبين bilirubin وبليفردين biliverdin تطرحان مع مادة الصفراء bile الى الاثنى عشر. اما مادة الغلوبين فانها تحلل الى الحوامض الامينية المكونة لها ويستفيد منها الجسم في فعالياته الحيوية.

كريات الدم البيض White blood corpuscles (Leucocytes) :

كريات الدم البيض خلايا حقيقية تحتوي على النواة ومحتويات الخلية الحية ولها القابلية على الحركة الاميبية. وفي التحضيرات المجهرية تسحب اقدامها الكاذبة فتظهر كروية الشكل تقريبا. ويتراوح عددها في الانسان البالغ بين ٥٠٠٠ و ٩٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم. وتكون نسبة عدد كريات الدم البيض الى عدد كريات الدم الحمر نحو ١ : ٧٠٠. ويكون عدد الكريات البيض في الاطفال اكثر مما هو عليه في البالغين، ففي الطفل الحديث الولادة يكون عددها نحو ١٦٠٠٠ كرية في المليمتر المكعب الواحد من الدم. تحدث تغايرات كبيرة في العدد في حالات مرضية خاصة.

تُصنف كريات الدم البيض (شكل ٥-١) على مجموعتين رئيستين هما :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اولا - كريات الدم البيض اللاحبيبية Nongranular (agranular) leucocytes :

ويمتاز سايتوبلازمها بكونه يخلو من الحبيبات النوعية التي توجد في كريات الدم البيض للمجموعة الثانية وتكون نواتها غير مفصصة. وتشمل هذه المجموعة نوعين :

أ- الخلايا اللمفية Lymphocytes

ب- الخلايا الوحيدة Monocytes

ثانيا- كريات الدم البيض الحبيبية Granular leucocytes :

ويحتوي سايتوبلازمها على حبيبات نوعية وتكون نواتها غالبا مفصصة. وتشمل هذه المجموعة ثلاثة انواع تبعا لقابلية تلونها بالملونات الحامضية والقاعدية وهي:

أ- كريات الدم البيض العدلة Neutrophilic leucocytes

ب- كريات الدم البيض الحمضة او الايوسينية Acidophilic or Eosinophilic leucocytes

ج- كريات الدم البيض القعدة Basophilic leucocytes

كريات الدم البيض اللاحبيبية :

أ- الخلايا اللمفية Lymphocytes :

توجد الخلايا اللمفية بثلاثة اشكال، الخلايا اللمفية الصغيرة small lymphocytes والخلايا اللمفية المتوسطة الحجم medium-sized lymphocytes والخلايا اللمفية الكبيرة الحجم large lymphocytes. وتكون الخلايا اللمفية الصغيرة الحجم اكثر الانواع الثلاثة شيوعا في دم الانسان وهي اكبر قليلا من كريات الدم الحمر اذ يتراوح قطرها بين ٦ و ٨ مايكرومترات. والخلايا اللمفية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كروية الشكل وتكون نحو ٢٠-٢٥٪ من مجموعة كريات الدم البيض في دم الانسان الطبيعي، وتكون نواتها كبيرة نسبيا وكروية الشكل تقريبا وذات تخصر طفيف غير واضح، ودكناء اللون لكثافة المادة الصبغينية فيها والنوية لاتكون واضحة ولكن يمكن مشاهدتها اما بتقنية تلوين خاصة او بالمجهر الالكتروني. تكون النواة محاطة بطبقة رقيقة من السايتوبلازم الذي يتقبل الملونات القاعدية. يظهر السايتوبلازم الخلايا اللمفية تحت المجهر الالكتروني فقيرا بالعُضيات ولكنه يحتوي على كثير من الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المتعددة. وسياتي ذكر تصنيف هذه الخلايا على (T) ت و (B) ب فيما بعد في موضوع النسيج المكون للدم وكذلك كيفية نشوء هذين النوعين، ومهما يكن الامر فان معظم الخلايا اللمفية في الدم تعود للنمط ت وهي مسؤولة عن التفاعلات الوسط خلوية المناعية cell-mediated immune reactions التي لاتعتمد على الاضداد الحرة الدائرة في الدم. ويكون للخلايا اللمفية ت دور حيوي في تعين نمط وكمية الاضداد التي تكونها الخلايا اللمفية ب. وقد يلاحظ احيانا في سايتوبلازم الخلايا اللمفية حبيبات قليلة العدد تتلون بملون المثيلين اللازَوَرْد methylene azur ولهذا تدعى بالحبيبات اليفة اللازَوَرْد azurophilic granules. وتكون الخلايا اللمفية المتوسطة الحجم قليلة العدد في الدم، وحجمها يساوي ضعف حجم الخلية اللمفية الصغيرة small lymphocytes ويرجع هذا الى ان كمية السايتوبلازم فيها اكثر مما هو عليه في الخلية اللمفية الصغيرة. اما الخلايا اللمفية الكبيرة فلا توجد في الدم الا في الحالات المرضية ويبلغ حجمها ثلاث مرات بقدر حجم الخلية اللمفية الصغيرة وتوجد في عقيدات العقدة اللمفية.

ب- الخلية الوحيدة Monocyte :

وهي اكبر خلايا الدم، ويبلغ قطرها نحو ٩-١٥ مايكرومترا في الحالة الطرية وقد تصل الى ٢٠ مايكرومترا في المسحات الجافة. وتكون نسبتها في دم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الانسان الطبيعي نحو ٢-٨٪ من مجموع كريات الدم البيض. ويحتوي هذا النوع من الكريات على كمية من السايتوبلازم الذي قد يحتوي على حبيبات اليفة اللازورد. والنواة بيضوية او كلوية الشكل قد تكون بشكل حرف U في الخلايا الكبيرة العمر وتكون النواة ايضا غير مركزية الموقع عادة. وتكون المادة الصبغينية في النواة ادق مما هي عليه في حالة نواة الخلية اللمفية ولهذا تظهر اقتح لونا. يظهر في النواة تحت المجهر الالكتروني نحو ٢-٣ نويات وكمية صغيرة من شبكة بلازمية داخلية حبيبية ورايبوسومات متعددة وكثير من المايتوكوندريا الطويلة الصغيرة. ويحتوي السايتوبلازم كذلك على جهاز كولجي جيد التكوين ويحتوي ايضا ولاسيما في المساحات القريبة من تخصر النواة على ليفات وانيبيبات. ويوجد عند سطح الخلية كثير من الزغيبات وحويصلات احتسائية pinocytotic vesicles.

كريات الدم البيض الحبيبية Granular leucocytes :

أ- كريات الدم البيض العَدِلَة Neutrophilic leucocytes :

تدعى ايضا مفصصة النوى polymorphonuclear leucocytes وتكون اكثر انواع الكريات البيض شيوعا في دم الفقريات. وتبلغ نسبتها في دم الانسان الطبيعي نحو ٦٥-٧٥٪ من المجموع الكلي لكريات الدم البيض. ويبلغ قطرها في الحالة الطرية نحو ٧-٩ مايكرومترات وفي المسحات الجافة نحو ١٠-١٢ مايكرومترا.

والنواة الكثيرة الفصوص تتكون من نحو ٢-٦ فصوص غير منتظمة الشكل ترتبط بعضها ببعض بخيوط صبغينية دقيقة وكلما كثر عدد الفصوص كانت الخلية اكبر عمرا. وتكون المادة الصبغينية في داخل الفصوص كثيفة جدا ولاسيما عند الحافة الموجودة قرب الغلاف النووي ولهذا تتلون النواة فتكون دكناء اللون. ولايمكن رؤية النوية في النواة لكثافة المادة الصبغينية فيها. وقد لوحظ في نحو ٢٪ من كريات الدم البيض العَدِلة للاناث فقط بروز نووي مفرد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لها مركبة امينية قادرة على التهام الخلايا الاخرى

صغير قطره نحو ١,٥ مايكرومتر يتصل باحد فصوص النواة بخيط صبغيني دقيق ويدعى هذا البروز مقرعة الطبل drum stick ويحتمل تمثيله لصبغين الكروموسومين الجنسيين X. ويعتقد ايضا انه يوجد في كل كريات الدم البيض العدلة للاناث وربما يكون مندمجا باحد فصوص النواة في معظم الخلايا ولهذا لايظهر بوضوح. ويحتوي سايتوبلازم الكرية العدلة حبيبات نوعية دقيقة تتقبل الملونات المتعادلة وعند تلوينها بملونات الدم الخاصة كملون رايت Wright's stain يظهر لونها بين البنفسجي والوردي. ولقد اظهرت الدراسات الحديثة بوساطة المجهر الالكتروني وبالتحاليل الكيميائية ان هذه الحبيبات تحتوي على alkaline phosphatase وعلى مواد مبيدة للبكتريا تدعى phagocytins اما القسم الباقي من الحبيبات فهو حبيبات اليفة اللازورد وتحتوي على انزيمات حالة وبيروكسيديز peroxidase. ويحتوي سايتوبلازم الكرية العدلة الناضجة على قليل من الشبكة البلازمية الداخلية الحبيبية وعلى عدد قليل من الرايبوسومات الحرة وقليل من المايتوكوندريا وعلى جهاز كولجي البدائي المختزل.

٢- كريات الدم البيض الحمضة او الايوسينية

Acidophilic or eosinophilic leucocytes;

تبلغ نسبتها في دم الانسان الطبيعي نحو ٢-٥٪ من المجموع الكلي لكريات الدم البيض. ويبلغ قطرها في حالة الطراوة نحو ٩-١٠ مايكرومترات وفي المسحة الجاف نحو ١٢-١٤ مايكروميترا.

ونواة الكرية ذات فصين بيضويين تقريبا ويكونان متصلين بخيط صبغيني دقيق. وقد تتكون النواة من اكثر من فصين في حالات قليلة جدا. وتكون مادة النواة الصبغينية اقل كثافة مما هي عليه في نواة الكرية البيضاء العدلة. ويحتوي سايتوبلازم الكرية على حبيبات نوعية خشنة بيضوية الشكل متساوية في الحجم تقريبا. وتتقبل هذه الحبيبات الملونات الحامضية حيث

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تتلون بلون برتقالي او احمر براق.

لقد اظهر المجهر الالكتروني ان الحبيبة الواحدة محاطة بوحدة غشائية وتحتوي على جسم بلوراني crystalloid body طويل ممند يوازي المحور الطويل للحبيبة ويدعى الباطن internum الذي يحتوي على دهون مفسفرة وحوامض شحمية غير مشبعة. ان صفة وجود اكثر من جسم واحد بلوراني للحبيبة عامة لغير الانسان. وتدعى الطبقة المحيطة بالباطن باسم الخارج externum او القالب matrix ويكون غنيا بـ acid phosphatase. وقد عُدّت هذه الحبيبات جسيمات حالّة. ويزداد عدد كريات الدم البيض الحمضة في بعض الامراض الجلدية. وعند العدوى ببعض الطفيليات لاسيما الديدان الخيطية. ولهذه الكريات حركة اميبية قادرة على الالتهام ولكنها تكون اكثر بطءا واكثر اختيارية من الكريات البيض العدلة.

تكون الشبكة البلازمية الداخلية والمايتوكوندريا وجهاز كولجي ضعيفة التكوين في هذه الكرية فضلا عما سبق تحتوي الكريات الحمضة على مادة profibrinolysin التي يفترض انها تؤدي دورا في حفظ الدم سائلا ولاسيما عند حصول تغير في سائليته في الحالات المرضية.

٣- الكريات الدم البيض القعدة Basophilic leucocytes :

نسبتها في دم الانسان الطبيعي قليلة جدا تكون بين ٠,٥-١٪ من المجموع الكلي لكريات الدم البيض لذا يصعب ان نجدها عند فحص مسحات الدم تحت المجهر. ويقارب حجمها حجم كرية الدم البيضاء العدلة اذ يكون قطرها بين ٧ و ١ مايكرومترات في حالة الطراوة ونحو ١٠ مايكرومترات الى ١٢ مايكرومترا في المسحات الجافة. ويكون شكل نواة الكرية غير منتظم عادة وذا تخصرات عديدة. والمادة الصبغينية في النواة مفككة ولهذا تظهر النواة فاتحة اللون.

ويحتوي السايتوبلازم على حبيبات خشنة ذات احجام مختلفة وتتقبل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الملونات القاعدية فتظهر بلون ازرق ادكن. تظهر الحبيبات تحت المجهر الالكتروني محددة بوحدة غشائية وتحتوي عل دقائق بحجم واحد في كل حبيبة. يختلف حجم هذه الدقائق من حبيبة الى اخرى. لقد فسر بعض الباحثين هذا الاختلاف في الحجم انعكاسا لاطوار مختلفة لدورة افرازية. وقد تخفي هذه الحبيبات معالم نواة الكرية. وتشبه كريات الدم البيض القَعِدة الخلايا البدينة mast cells في كثير من النواحي التركيبية والكيميائية واحسن دليل على ذلك هو تكوينها الكبدين والهستامين في مجرى الدم. لقد وجد ان عدد هذا النوع من الكريات يزداد في الحالات المرضية كالجدري smallpox وجدرى الدجاج chickenpox وبعض الالتهابات المزمنة. والجدير بالذكر ان نسبة هذه الكريات في بعض الحيوانات الفقرية الواطئة (كالسلمندرات وبعض السلاحف) أكثر من نسبة بقية الكريات البيض الاخرى في الدم. ولهذه الكريات حركة اميبية وقابلية على الالتهام ولكنها ليست نشيطة جدا في هذا المجال.

اهمية كريات الدم البيض:

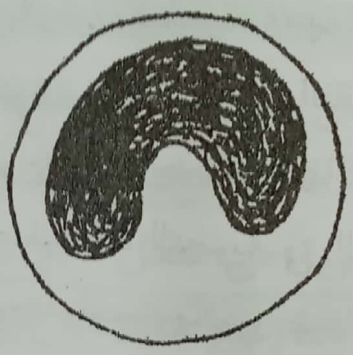
١- لقد وجد ان هذه الخلايا لاتكون فعالة عند وجودها في مجرى الدم، وتنجز اكثر وظائفها في خارج الجهاز الوعائي الدموي، فبسبب حركتها الاميبية يمكنها ان تهاجر من الاوعية الدموية الى النسج التي تحيط بتلك الاوعية ومن النسج الى الاوعية الدموية، وتدعى هذه العملية بالانسلال diapedesis. ويتم خروج الكريات وخاصة الغدِلَة neutrophils عند حدوث الالتهابات وذلك للدفاع عن الجسم ضد الاجسام الغريبة اذ ان لها فاعلية بلعمية phagocytic activity فتلتهم هذه الاجسام وتخلص الجسم منها. وكريات الدم البيض الغدِلة اكثر الكريات البيض نشاطا وتليها الخلية الوحيدة والقَعِدة.

٢- تحتوي بعض الكريات البيض على انزيمات قد تكون لها علاقة بهضم الاجسام الملتهمة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

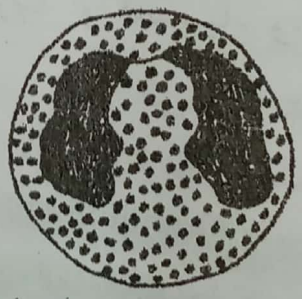
الرصيص التفريض منظر جانبي منظر سطحي

كريات الدم الحمر

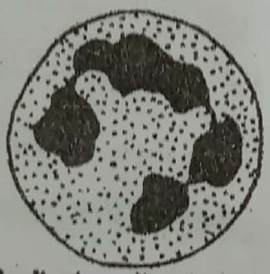


المونوسايت (الخلية الوحيدة)

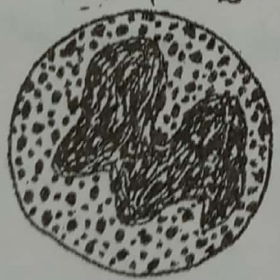
الخلية اللمفية



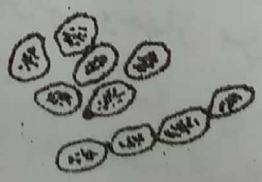
كرية الدم البيضاء الحمضة



كرية الدم البيضاء العدلة



كرية الدم البيضاء القعدة



الصفيحات الدموية

شكل ٥-١ كريات الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- لها القابلية على تكوين الاضداد Antibodies ولاسيما الخلايا اللمفية.
٤- لقد دلت بعض البحوث العلمية على ان الكريات البيض القعدة تحرر الكبدين والهستامين الى مجرى الدم.

الصفيحات الدموية Blood platelets :

الصفيحات الدموية اقراص بروتوبلازمية صغيرة عديمة اللون وخالية من النواة (شكل ٥-١) وتوجد في دم الثدييات ويقابلها في الفقريات الواطئة خلايا مغزلية الشكل تحتوي على النواة وتكون اكبر حجما منها تدعى بخلايا التجلط thrombocytes ويعتقد انها تشابه الصفيحات الدموية في الوظيفة. يكون قطر الصفيحات الدموية بين ٢ و ٤ مايكرومترات. ويكون شكلها في المنظر السطحي دائريا او بيضويا في حالة الطراوة وغير منتظم في التحضيرات الجافة المثبتة، اما في المنظر الجانبي فيظهر شكلها مغزليا او قضيبيا. وعند معاملتها بملونات الدم الخاصة يظهر فيها جزآن :

١- القسيم الحبيبي او الصبغي Granulomere or chromomere :

جزء وسطي ادكن اللون يتقبل الملونات القاعدية، ذو مظهر حبيبي تحت المجهر الضوئي. وقد ظهر تحت المجهر الالكتروني انه يحتوي على مايتوكوندريا وحبيبات كثيفة وحبيبات النشا الحيواني وجهاز من النبيبات والحويصلات وحبيبات اخرى ذات كثافة قليلة.

٢- القسيم الشفاف Hyalomere :

وهو الجزء المحيطي الذي يظهر فاتح اللون شفافا متجانسا ويظهر تحت المجهر الالكتروني محتويا على خيبطات وانيبيبات، وتتركز الاخيرة في محيط الصفيحة تحت الغشاء البلازمي. اما الخيبطات فتت[illegible] المتقلص وربما تكون للخيبطات والانيبيبات دور مهم في [illegible]

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

للصفيحات وقد تشارك في تكوين الاقدام الكاذبة والبروزات السطحية خلال حركة والتصاق الصفيحات. وللصفيحات الدموية الميل للالتصاق بعضها ببعض والالتصاق بالاجسام التي تكون متماسة معها ولهذا يصعب عدها بالطرائق الاعتيادية وقد تستعمل طرائق خاصة لمنع التصاقها وعند ذلك يسهل عدها، لقد وجد ان عددها يكون بين ٢٠٠ الف و ٤٠٠ الف / المليمتر المكعب الواحد من الدم.

وقد تصل مدة حياة الصفيحات الدموية في الانسان الى ٩ ايام وتلتهم الخلايا الملتهمة الصفيحات الميتة في الكبد والطحال ونقي العظم. وتنشا الصفيحات الدموية على شكل قطع بروتوبلازمية تنفصل عن خلايا عملاقة تدعى بالخلايا النواء megakaryocytes التي توجد في نقي العظم الاحمر كما سيأتي ذكره فيما بعد.

اهمية الصفيحات الدموية

١- تحرر الصفيحات الدموية انزيما خاصا يدعى حَـرك الخَـثرين او ثرومبوبلاستين thromboplastin الذي له تاثير كبير في عملية تخثر الدم اذ يحول طليعة الخَثرين او البروثرومبين prothrombin الى خَثرين او ثرومبين thrombin الذي يحول مولد الليفين fibrinogen الى ليفين fibrin.

٢- عند حدوث قطع في الاوعية الدموية تكوّن الصُفيحات الدموية مايسمى بسداد الصفيحة platelet plug الذي يسد منطقة القطع وبذلك يمنع تسرب الدم وتوقف جريانه. ان سبب تكون هذا السداد هو انه عند جريان الدم من النهاية المقطوعة للوعاء الدموي تلتصق الصفيحات الدموية فيه بالسطح الداخلي للوعاء المقطوع في منطقة القطع وباستمرار تجمعها والتصاقها تتضيق الفتحة في منطقة القطع شيئا فشيئا الى ان تنسد تلك الفتحة بسداد الصفيحة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- تحتوي الصفيحة الدموية على مادة السيروتنين serotonin التي تساعد في تقلص الاوعية الدموية الصغيرة.

٤- تحتوي الصفيحات الدموية ايضا على حبيبات ذات طبيعة حالّة lysosomal فضلا عن احتوائها مواد مختلفة تتعلق بعوامل تخثر الدم التي تعادل الكبدين او الهيبارين.

٥- تلتهم الرواشح والبكتريا والدقائق الاخرى.

البلازما The plasma : :

سائل ضعيف القاعدية متجانس يمكن الحصول عليه بترشيح الدم ويكون بلون اصفر فاتح. تكون نسبته في الدم ٥٥٪ ويكون الماء نحو ٩٠٪ من البلازما. ان المواد الرئيسة الصلبة الموجودة في البلازما هي البروتينات التي تشمل آحين المصل serum albumin وغلوبيولين المصل serum globulin ومولد الليفين fibrinogen. وتحتوي البلازما كذلك على هرمونات وانزيمات وأملاح لاعضوية وكلوكوز وقطيرات دهنية عالقة chylomicrons ودهون اخرى lipids واوكسجين ونتروجين. وتحتوي البلازما ايضا على الفضلات كاليوريا وحامض اليوريك وثاني اوكسيد الكاربون ولذلك تعد البلازما حاملا مهما للمواد المذكورة سابقا. وعند توقف دوران الدم او حين تعرض الدم للهواء يترسب احد بروتينات البلازما الذي هو مولد الليفين بشكل شبكة من خيوط دقيقة من الليفين fibrin تاركا وراءه سائلا اصفرا رائقا هو مصل الدم serum اي ان المصل = البلازما - مولد الليفين.

اللمف Lymph

وهو سائل يتجمع من النسج ويرجع الى مجرى الدم بوساطة اوعية لمفاوية lymphatic vessels. ولايحتوي لمف الاوعية الشعرية اللمفاوية على عناصر خلوية ولكنه بمروره في العقد اللمفية تزاد عليه خلايا لمفية. واللمف المترشح من

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدران المعى الدقيق يكون ابيضاً حليبياً لاحتوائه على قطيرات دهنية ويدعى بالكيلوس chyle. واللمف يشبه البلازما في التركيب الا ان عملية التخثر ابطأ مما هي عليه في حالة الدم، والخثرة تكون لينة لا صلبة.

اللمف يتسلم الاوكسجين والمواد الغذائية المذابة من الدم وينقلها الى الخلايا ثم يأخذ ثاني اوكسيد الكربون CO_2 والنتائج الابرازية الاخرى من الخلايا ويحملها الى مجرى الدم.

النسيج المكون للدم Hemopoietic tissue

العناصر الخلوية المكونة للدم قصيرة العمر، لذا تتلف باستمرار ولكي يبقى عددها ثابتا تقريبا يكون النسيج المكون للدم هو النسيج الذي ينتج خلايا دم جديدة ليعوض عن خلايا الدم الميتة. وتدعى عملية تكوين خلايا الدم هذه بتكوّن الدم hemopoiesis.

يشمل هذا النسيج النوعين الاتيين :

١- النسيج اللمفاوي Lymphoid tissue :

ويوجد في العقد اللمفية lymph nodes والعقيدات اللمفية lymph nodules والطحال spleen والغدة الزوتة thymus. يكوّن هذا النسيج الخلايا اللمفية lymphocytes والخلايا الوحيدة monocytes ويتألف من جزأين :

أ- هيكل شبه اسفنجي يدعى بالسدى stroma يتكون من خلايا شبكية والياف. شبكية تتخللها فسح.

ب- خلايا حرة free cells توجد في فسح السدى stroma. وتكون جميع الخلايا من نوع الخلايا اللمفية بحجوم مختلفة صغيرة ومتوسطة وكبيرة. وتتكون الخلايا من انقسام الخلايا اللمفية الموجودة اصلا في النسيج اللمفاوي لاسيما العقد اللمفية والطحال. وتنشأ الخلايا اللمفية الكبيرة والمتوسطة ايضا من الخلايا الشبكية البدائية primitive reticular cells.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تكون ودوران خلايا اللمفية ::

تشتق الخلا اللمفية في الجنين من الخلايا المتوسطة mesenchymal cells الموجودة في جدا الكيس المحي وفي الكبد والطحال. وتهاجر هذه الخلايا الجذعية stem cells به ذلك الى نقي العظم. وتدخل الخلايا اللمفية المتكونة من هذه الخلايا الجذعية في نقي العظم الدم. واعتمادا على سلوكها فيما بعد تصنف على نمطين :

١- يمر بعضها من الدم لى التوتة وهنا تنقسم بتكرار وتعاني بعض التغيرات وتدعى عند ذاك بالخلايا اللمفية - ت (ت من التوتة). وتعود الخلايا اللمفية - ت مرة اخرى بعد نضوجها في التوتة الى الدم لتصل الى النسيج اللمفي في قشرة العقد اللمفية حول المراكز الانتاشية وفي اللب الابيض للطحال واللوزات والمعي. يعبر الكثير من الخلايا اللمفية من هذه الكتل للنسيج اللمفي الى الاوعية اللمفية ومن خلالها ترجع الى الدورة الدموية مرة اخرى. وبهذه الطريقة تستمر الخلايا اللمفية بخروجها من الدم الى النسيج اللمفي ومنه الى الدم مرة اخرى. وتكون الخلايا اللمفية - ت مسؤولة عن التفاعلات المناعية الخلوية الوسيطة كفرط الحساسية الآجل delayed hypersensitivity ورفض الطعم graft rejection.

٢- تدخل مجموعة اخرى من الخلايا اللمفية الناشئة من الخلايا الجذعية في نقي العظم الى مجرى الدم ولكنها لاتذهب الى التوتة بل تذهب الى النسج اللمفية الاخرى. وتدعى مثل هذه الخلايا بالخلايا اللمفية - ب (ب من bursa of facricius) تعني انبعاجا خارجيا اصبعيا من المجمع في الطيور تتكون فيه الخلايا اللمفية - ب). وبعكس الخلايا - ت - التي تقع حول المراكز الانتاشية للعقد اللمفية والطحال تتضاعف الخلايا - ب - لتكون المراكز الانتاشية انفسها. تشبه الخلايا - ب - الخلايا - ت - من حيث انها تدور بين النسيج اللمفي ومجرى الدم. ولقد افترض ان الخلايا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب - تمر بمرحلة نضوج ايضا ولكن ليس في التوتة وانما في نقي العظم نفسه او في النسيج اللمفي للقناة الهضمية.

تتحول الخلايا اللمفية - ب - الى خلايا بلازمية تنتج اضدادا خلطية humoral antibodies تفرز الى الدم والسائل مابين الخلايا واللمف.

لقد وجد كذلك ان الخلية الوحيدة تنشأ من الخلايا اللمفية حيث تمر بتغييرات بسيطة. ويعتقد ان الخلايا اللمفية تنشأ من خلايا مشابهة لارومة الخلايا الدموية hemocytoblast التي قيل عنها بانها هي انفسها ولكنها تكون ذات مواقع مختلفة. اما بالنسبة للخلية الوحيدة فان الموقع الرئيسي لتكوينها هو الطحال (كذلك الكبد ونقي العظم) وبحسب النظرية الوحدوية unitarian theory تنشأ الخلية الوحيدة من ارومة الخلايا الدموية مباشرة او تمر بمرحلة خلية لمفية lymphocyte. وقد ظهر الاعتقاد بتكوين الخلية الوحيدة من الخلية اللمفية مقبولا ولاسيما عند وجود خلايا في مسحة الدم يصعب تحديدها بين خلية وحيدة او خلية لمفية.

٢- النسيج النقوي myeloid tissue او نقي العظم Bone marrow :

يكون هذا النسيج مسؤولا بصورة رئيسة عن تكوين كريات الدم الحمر والكريات البيض الحبيبية والصفيحات الدموية اما تكوين الخلايا اللمفية lymphocytes والخلايا الوحيدة monocytes فيكون قليلا.

نقي العظم نوعان : نقي العظم الاحمر red bone marrow ونقي العظم الاصفر yellow bone marrow. ويكون الاول فعالا في تكوين كريات الدم وتكثر فيه الاوعية الدموية بينما يكون الثاني غير فعال وتقل فيه الاوعية الدموية وتكثر فيه الخلايا الدهنية. ويوجد نقي العظم الاحمر في عظم القص والاضلاع والفقرات وعظام الجمجمة ونهايات بعض العظام الطويلة. اما نقي العظم الاصفر فيوجد في بقية العظام.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يتالف نسيج نقي العظم مما ياتي :

أ- هيكل شبكي هو السدى stroma : يتكون من خلايا شبكية بدائية ملتهمة والياف شبكية. وتنتشر في هذا الهيكل خلايا دهنية بصورة مفردة في النقي الاحمر ولكنها تكون بشكل مجاميع كبيرة في النقي الاصفر.

ب- الاوعية الدموية : تتميز دورة الدم في النسيج النخاعاني بوجود الجيبانيات الدموية blood sinusoids. وتختلف هذه الجيبانيات الدموية عن الشعيرات الدموية بان قطرها اكبر من قطر الشعيرات الدموية وانها مبطنة بخلايا شبكية بطانية مسطحة التهامية وتحتوي جدران الجيبانيات على ثقوب تسمح لكريات الدم الجديدة المتكونة في خارج الجيبانيات بالمرور الى داخلها ومنها الى الاوعية الدموية وثم الى مجرى الدم. ولاتوجد اوعية لمفاوية في نقي العظم.

جـ- خلايا حرة free cells : توجد هذه الخلايا في فُسح السدى في مراحل متعددة ومختلفة من نموها، فمنها خلايا كاملة النمو mature ككريات الدم الحمر العديمة النواة وكريات الدم البيض. ومنها خلايا غير كاملة النمو immature تمثل مراحل متعددة ومختلفة في عملية تكوين كريات الدم الحمر والكريات البيض الحبيبية خاصة كما هو مبين فيما ياتي لشكل ٥-٢؛

١- الخلايا الممثلة لمراحل تكوين كريات الدم الحمر وتشمل ماياتي :

أ- ارومة الخلايا الدموية hemocytoblast او الخلية الجذعية الحرة free stem cell :

وهي خلية اميبية غير بلعمية ذات طبيعة لمفية يكون قطرها نحو ١٥ مايكرومترا، يتميز سايتوبلازمها بانه يتقبل الملونات القاعدية. والخلية ذات نواة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كبيرة تحتوي على نحو ١-٢ من النويات. وقد يظهر في النواة تجمعات للمادة الصبغينية وتظهر النواة منتفخة وواضحة النويات في مقاطع نقي العظم كما يظهر في السايتوبلازم احيانا الحبيبات اللازوردية azurophilic granules. وتعد هذه الخلية هي الاصل في تكوين كل مكونات الدم من كريات دم حمر وبيض وصفيحات دموية بحسب النظرية الوحدوية unitarian theory. وتتكون ارومة الخلايا الدموية بصورة رئيسة من الانقسامات الخيطية للنوع نفسه من الخلايا. اما الخلايا الجديدة فتتكون من الخلايا الشبكية البدائية primitive reticular cells.

ب- سليفة الارومة الحمراء Procrythroblast :

تتمايز هذه الخلية من ارومة الخلايا الدموية وهي اكبر منها قليلا وان سايتوبلازمها اكثر تقبلا للملونات القاعدية، كما ان نواتها تحتوي على صبغين متجانس ومتميز اكثر مما هو عليه في ارومة الخلايا الدموية. تنقسم هذه الخلايا لتكون الخلايا التي تليها (ج).

جـ الارومة الحمراء القَعِدة Basophil erythroblast :

خلية اصغر من سليفة الارومة الحمراء قليلا وتحتوي على نواة ذات صبغين اكثر كثافة. اما السايتوبلازم فيكون اكثر تقبلا للملونات القاعدية من سليفة الارومة الحمراء نتيجة لزيادة عدد الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المتعددة polyribosomes. وستعاني هذه الخلية اختزالا في الحجم وزيادة في كمية الهيموغلوبين وانكماشا في النواة حيث تُفقد في المراحل الاخيرة من النمو.

د- الارومة الحمراء المتعددة التلوين polychromatophil erythroblast :

تعاني الخلية المسماة بارومة الكرية الحمراء القعدة عدة انقسامات خيطية يتكون منها ارومات الكريات الحمر المتعددة التلوين التي يتميز فيها ظهور

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الهيموغلوبين ولذلك يظهر السايتوبلازم بلون يكون بين الارجواني المزرق والبنفسجي او الرمادي عند تلوينها بملونات الدم الخاصة. وتكون النواة ذات صبغين اكثف مما هو عليه في الخلية التي سبقتها ويكون حجم الخلية اصغر من ذلك ايضا.

هـ - اورمة الحمراء السويةNormoblast :

تعني الخلية المسماة الاورمة الحمراء المتعددة التلوين عدة انقسامات خيطية بعضها يبقى في دور راحة مصدرا لتزويد خلايا اخرى، وبعضها الاخر تقل فيه قابلية سايتوبلازمها في تقبله للملونات القاعدية وتزداد فيه كمية الهيموغلوبين، حيث يظهر السايتوبلازم متقبلا للملونات الحامضية كالكريات الحمر الكاملة النمو. وتسمى مثل هذه الخلايا باورمات الحمر السوية. وتكون هذه الخلايا اصغر من الخلايا التي سبقتها وتحتوي على نواة اصغر من نواة الخلايا التي سبقتها وتتقبل الملونات القاعدية بدكنة. ثم تنكمش النواة تدريجيا وتتوقف فعالياتها الانقسامية وتفقد اخيرا النواة مع طبقة رقيقة من السايتوبلازم بطريقة يعتقد انها مجرد عملية خروج بسيطة مع ان قليلا من الباحثين يعتقد تحللها.

وتظهر كريات الدم الحمر الفتية التي تسمى بالكريات الشبكية reticulocytes محتوية على شبكة دقيقة عند استعمال الملونات الحيوية الخاصة. ان هذه الشبكة هي بقايا بروتين نووي ريبي ribonucleoprotein. تفقد الخلية هذه الشبكة بعد ذلك لتكون كرية الدم الحمراء الاعتيادية التي تدخل الى الجيبانيات في نقي العظم نتيجة للضغط الذي سيتولد من النمو المتزايد للخلايا المحيطة بها ومن هناك تذهب الى مجرى الدم. وقد توجد نسبة ضئيلة من الكريات الشبكية تقدر بـ ١٪ من عدد كريات الدم الحمر في مجرى الدم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- الخلايا الممثلة لمراحل تكوين كريات الدم البيض الحبيبية :

تمر ارومة الخلايا الدموية hemocytoblast التي وصفت سابقا بالمراحل الاتية (شكل ٥-٢) لتكون هذا النوع من الكريات :

أ- الخلايا قبل النخاعية Promyelocytes :

خلايا كبيرة ولكنها اصغر قليلا من ارومة الخلايا الدموية، وتحتوي على نواة كروية او بيضوية ذات صبغين اكثف من نواة ارومة الخلايا الدموية. يكون السايتوبلازم بصورة عامة متقبلا للملونات القاعدية ولكن تظهر فيه بقع متقبلة للملونات الحامضية غالبا. ويظهر في السايتوبلازم ايضا حبيبات اليفة اللازورد وخاصة عند المحيط. ستعاني الخلايا ماقبل النخاعية اختزالا تدريجيا في الحجم وتكثفا وتخصصا في النواة وتمايزا في الحبيبات النوعية في السايتوبلازم.

ب- الخلايا النخاعية Myelocytes :

تنقسم الخلايا قبل النخاعية وتتحول الى خلايا نخاعية. وفي عملية التحول هذه تقل قابلية السايتوبلازم لتقبل الملونات القاعدية وتبدأ الحبيبات النوعية بالظهور اذ تظهر اولا في المنطقة التي حول النواة ثم تملأ السايتوبلازم فيما بعد في حين يقل عدد الحبيبات اللازوردية. ويزداد عدد الحبيبات وتتميز نوعيتها. وتزداد ايضا كثافة المادة الكروماتينية في النواة التي تكون ذات شكل بيضوي وغير مركزية الموقع. وتحدد نوعية الحبيبات هذه نوعية الخلية النخاعية ان كانت قَعِدة basophilic او حَمِضة acidophilic او عَدِلَة neutrophilic. وفضلا عن ذلك يبدأ ظهور تخصر في نوى هذا النوع من الخلايا في المرحلة الاخيرة من تحولها.

ج- الخلية بعد النخاعيةMetamyelocyte :

وتتكون هذه الخلية نتيجة للانقسامات المتكررة للخلية النخاعية وتكون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الخلايا ذات حجم اصغر مما هي عليه وتتوقف هذه الخلايا عن الانقسام، وبعد ذلك يزداد التخصر في النواة اذ تتخذ شكل الكلية او حذاء الفرس في الخلية بعد النخاعية العَدِلَة neutrophilic metamyelocyte. وفي الخلية الاولى اي الخلية بعد النخاعية العدلة التي تسمى ايضا بكرية الدم البيضاء العدلة الحديثة التكوين juvenile neutrophil، تتخذ النواة بعد ذلك شكلا شريطيا لتدعى عند ذلك بكرية الدم البيضاء العدلة الشريطية band neutrophil. ثم تظهر تخصرات كثيرة في هذه النواة الشريطية يحصل منها نواة كثيرة الفصوص وبذا تتكون كرية الدم البيضاء العدلة.

اما في الخلية مابعد النخاعية الحمضة او الايوسينية فيظهر في النواة تخصر واحد عادة يعمق تدريجيا ليقسم النواة الى فصين متصلين بخيط كروماتيني دقيق وبذا تتكون كرية الدم البيضاء الحمضة او الايوسينية acidophilic or eosinophilic leucocyte.

وفي حالة الخلية مابعد النخاعية القعدة basophilic metamyelocyte تكون التغيرات التي تحدث في النواة اقل من سابقتيها اذ تظهر فيها تخصرات غير منتظمة لتعطي الشكل غير المنتظم لنواة كرية الدم البيضاء القعدة Basophilic leucocyte .

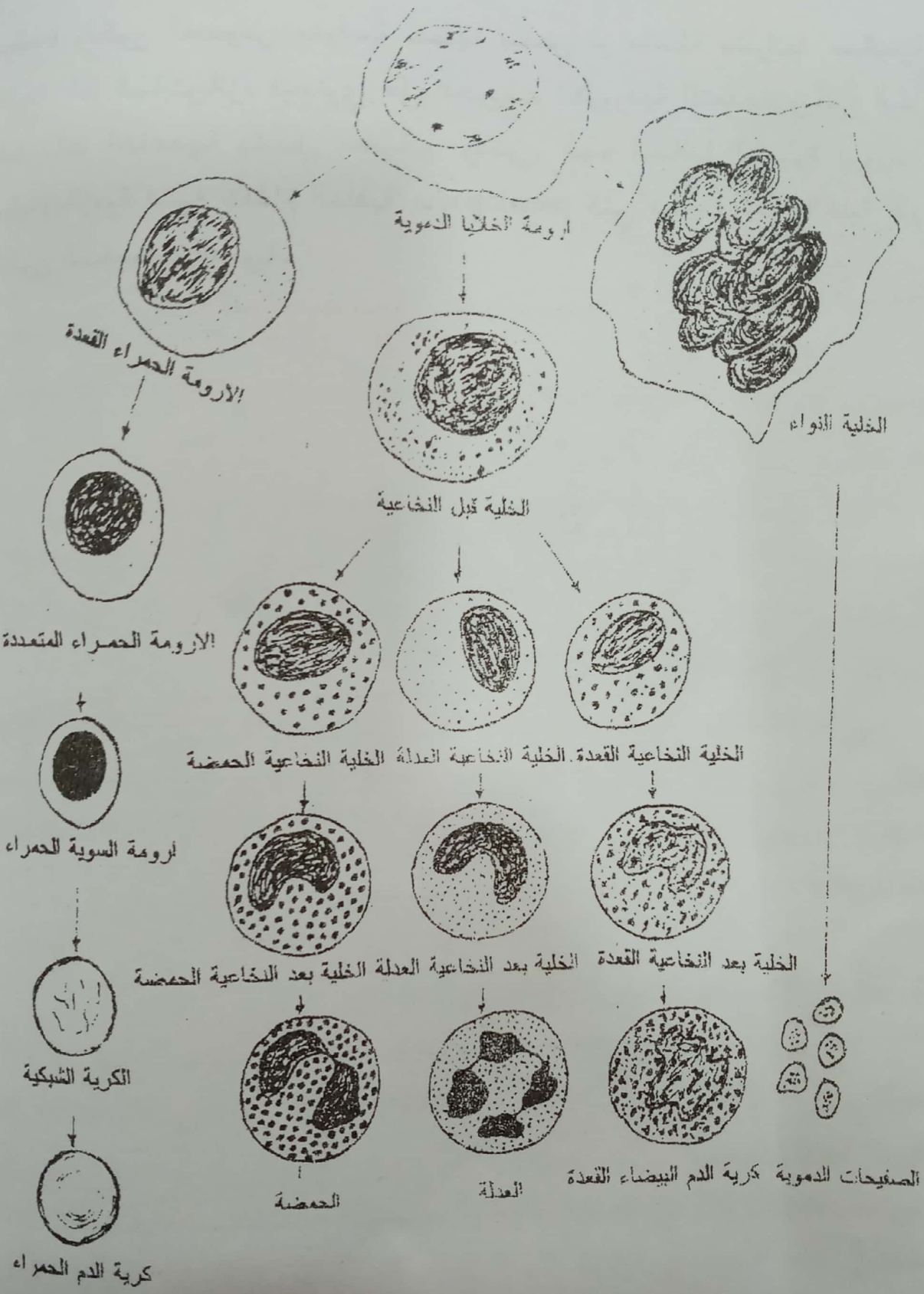
٢- تكوين الصفيحات الدموية Blood platelets :

تنشأ الخلايا النواء megakaryocytes التي يبلغ قطرها نحو ٢٠-١٠٠ مايكرومتر او اكثر من الارومة النواء megakaryoblast. وتتميز هذه الخلية عن ارومة الخلايا الدموية في ان نواتها كبيرة وذات تخصرات عديدة وتحتوي على نويات عديدة. كما ان السايتوبلازم يكون متجانسا واليفاً للملونات القاعدية. تتحول هذه الخلية الى الخلية النواء وذلك عن طريق الانقسام الخيطي المتكرر للنواة دون انقسام السايتوبلازم. وتمتاز الخلية النواء بانها خلية كبيرة جدا ذات نواة كبيرة صبغينها خشن ولاتتميز فيها النويات. وتكون النواة مفصصة بصورة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

معقدة وتكون الفصوص متراصة بعضها ببعض او متصلة بشرائط صبغينية دقيقة. اما السايتوبلازم فيحتوي على الحبيبات اللازوردية المتعددة ويكون اليفا للملونات القاعدية بشكل ضعيف. وتكوّن هذه الخلايا الكبيرة بروزات سايتوبلازمية تشبه الاقدام الكاذبة pseudopodia التي تنفصل عن الخلية الام لتكون الصفيحات الدموية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل ٥--٢ مراحل تكوين كريات الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية

(عن ليسن بتصرف)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأعضاء اللمفية Lymphatic Organs

تشمل الأعضاء اللمفية العقد اللمفية Lymph nodes والطحال Spleen واللوزات Tonsils والتوثة Thymus وتتألف من نسيج لمفي يتكون من نسيج ضام شبكي تتخلله الخلايا اللمفيةlymphocytes . وينتشر النسيج اللمفي انتشاراً واسعاً في القناة الهضمية و القناة التنفسية وفي أجزاء أخرى من الجسم ويعرف بالنسيج اللمفي المنتشر Diffused lymphatic tissue تميزاً له عن الشكل المكثف كما في العقيدات اللمفية Lymph nodules التي تدخل في تركيب بعض الأعضاء اللمفية السابقة الذكر .

العقيدات اللمفية Lymph nodules :هي تجمعات كثيفة للنسيج اللمفي مرتبة في كتل كروية تقريباً وتتكون العقيدة اللمفية من القشرة Cortex والتي تحتوي على خلايا لمفية صغيرة متراصة ببعضها فتظهر داكنة الصبغة ومنطقة وسطية فاتحة اللون تعرف بالمركز الأنتاشي Germinal center تحتوي خلايا لمفية اكبر حجماً. ولا تكون العقيدات اللمفية ثابتة في التركيب او الموقع حيث تظهر وتبقى مدة قصيرة ثم تختفي. وقد توجد العقيدات اللمفية على شكل تراكيب منفصلة او توجد في أعضاء خاصة لمفية كالعقد اللمفية واللوزات والطحال وقد تتجمع مكونة تراكيب غير مغلفة كالتي تعرف بـ لطخات پاير Peyer's patches في اللفائفي.

اولاً : العقد اللمفية Lymph nodes

وتنتشر في معظم أنحاء الجسم في مسير الأوعية اللمفية وعلى طول الأوعية الدموية الكبيرة وفي الصدر والبطن وكل عقدة لمفية تكون بشكل جسم بيضوي او بشكل حبة الفاصوليا ذات قطر 1–25 ملم ولها سطح محدب من جهة ويقابله انخفاض بسيط من الجهة المقابلة يعرف بـ النقير Hilum وهو منطقة دخول وخروج الأوعية الدموية للعقيدة . لاحظ الشكل – 21 –

وتدخل الأوعية اللمفية للعقدة من نقاط متعددة على سطح العقدة المحدب وتسمى بالأوعية اللمفية الواردة Afferent lymphatic vessels اما التي تترك العقدة من النقير تسمى بالأوعية اللمفية الصادرة Efferent lymphatic vessels وتغطى العقدة بمحفظة Capsule كثيفة مكونة من نسيج ضام يحتوي على قليل من الألياف العضلية الملساء وتمتد منها حواجز Septa الى داخل مادة العقدة وتنتظم مادة العقدة في منطقتين الخارجية تعرف بالقشرة التي تقع تحت المحفظة عدا منطقة النقير والداخلية تعرف باللب Medulla الذي يشغل وسط العضو مع النقير .

1– القشرة Cortex : تتصف بوجود العقيدات اللمفية التي تحتوي على مراكز انتاشية وتحاط العقيدات بالجيب تحت المحفظة الذي يقع تحت المحفظة Subcapsular sinus مباشرة ويرتبط هذا الجيب بجيوب أخرى تفصل العقيدات اللمفية عن الحواجز تعرف بالجيوب الحاجزيةTrabicular sinuses وتكون هذه الجيوب مشغولة بنسيج ضام شبكي .

2– اللب Medulla : ويكون النسيج اللمفي فيه بشكل شرائط تعرف بالحبال اللبية Medullary cords التي تمتد بين التفرع غير المنتظم للحواجز وتنفصل هذه الحبال عن الحواجز الموجودة في اللب التي تعرف بالحواجز اللبية بجيوب لمفية تدعى الجيوب اللبية Medullar sinus مستمرة مع الجيوب الموجودة في القشرة .

وظائف العقدة اللمفية :

1– أنتاج الخلايا اللمفية

2- ترشيح اللمف وإزالة الخلايا التالفة الميتة

3- لها دور في تكوين الأضداد

ثانياً : التُوتة Thymus :

تقع في المنطقة الصدرية تحت الجزء العلوي من عظم القص مغطية الأوعية الدموية الكبيرة في منطقة اتصال هذه الأوعية بالقلب وتختلف في الحجم مع تقدم العمر حيث تصل اكبر حجم في دور المراهقة ومن ثم تبدأ بالضمور بعد هذا الدور . وتتألف التوتة من فصين مرتبطين بنسيج ضام يسمى البرزخ . يغطى كل فص بمحفظة مكونة من نسيج ضام ويقسم كل فص الى عدد من الفصيصات lobules مفصولة عن بعضها بحواجز تنشأ من المحفظة وتكون هذه الفصيصات غير كاملة اذ ان اللب يكون محوراً مركزياً لكل فص ويمتد منه استطالات لبية لكل فصيص وتحاط كل من هذه الاستطالات في الفصيص الواحد بالقشرة .

تنشأ التوتة من الأديم الباطن والأديم المتوسط على عكس الأعضاء اللمفية الاخرى التي تنشأ من الأديم المتوسط فقط، وتحوي التوتة على الخلايا اللمفية بالإضافة الى الخلايا الظهارية الشبكية كذلك تحوي على عدد من خلايا البلاعم الكبيرة . لاحظ الشكل - 22 - وتتكون التوتة من منطقتين :

القشرة : تكون غامقة الصبغة وتحتوي خلايا لمفية صغيرة تعرف بالخلايا التوتية Thymocytes وتكون هذه الخلايا متراصة كثيراً ببعضها ولا تتميز فيها العقيدات اللمفية وتعرف الحواجز التي تخترق القشرة الممتدة من النسيج الضام الذي يحيط بالفصيص بالحواجز الداخل فصيصية Intralobular trabeculae .

اللب : ويكون افتح لوناً وخلاياه اقل تراصاً من القشرة وتكون الخلايا اللمفية اقل عدداً ولكنه يحتوي على عدد كبير من الخلايا الشبكية الظهارية وفضلاً عن ذلك يحتوي اللب على أجسام كروية تعرف بـ جسيمات هسل Hassall's corpuscles (وهي عبارة عن تراكيب كروية او بيضوية الشكل تتكون من خلايا شبه ظهارية شبكية مسطحة مرتبة بشكل دوائر متحدة المركز تصطبغ بالملونات الحامضية وتعاني الخلايا الوسطية الاضمحلال ويظهر فيها نوع من الشفافية وتتكلس) تزداد جسيمات هاسل في الحجم والعدد بازدياد عمر الفرد، ولا تعرف لحد الان وظيفة هذه الجسيمات يضمحل نسيج التوتة مع تقدم العمر ويحل محله نسيج دهني .

وظائف التوتة :

1- تكوين الخلايا اللمفية

2- استئصال التوتة يقلل المناعة

3- تحتوي التوتة على خلايا تكون الخلايا البدينة والكريات الحمضة

ثالثاً :اللوزات Tonsils : وتشمل اللوزات أربع مجاميع :

1- اللوزات الحنكية Palatine tonsils

2- اللوزات اللسانية Tingual tonsils

3- اللوزات البلعومية Pharyngeal tonsils

4- اللوزات الأنبوبية Tubalar tonsils

وتشكل المجاميع الأربع الرئيسة حلقة من نسيج لمفي يحيط بالبلعوم اذ تلتقي الممرات الأنفية مع الفمية. ان اللوز تجمعات للنسيج اللمفي مغطاة من سطحها الحر بنسيج ظهاري مطبق حرشفي في حالة المجموعة الاولى والثاني

وبنسيج ظهاري مطبق كاذب مهدب يحتوي خلايا كاسية في حالة المجموعة الثالثة بشكل عام اما المجموعة الرابعة مغطاة بنسيج ظهاري عمودي مهدب . يتميز سطح اللوزات الحنكية بكثرة وجود انبعاجات تعرف بـــ الخبايا اللوزية Tonsillar crypts التي تكون مبطنة بالنسيج الظهاري وتحتوي هذه الخبايا في تجاويفها على خلايا ظهارية متقشرة (حية او ميتة) وخلايا لمفية وبكتريا عدد هذه الخبايا اقل وبسيطة في اللوزات اللسانية اما في اللوزات البلعومية فلا توجد خبايا حقيقية . ويوجد تحت النسيج الظهاري طبقة من نسيج ضام ليفي يقع تحته النسيج اللمفي المفكك المكون لمادة اللوزات الذي يحتوي على العقيدات اللمفية التي تحتوي معظمها المراكز الانتاشية او تنطمر فيه . ويشكل النسيج الضام الكثيف في الجزء العميق من اللوزة محفظة تغطي قاعدتها وجوانبها . ويمتد من المحفظة حواجز تفصل الخبايا عن بعضها ، وتكون محفظة اللوزة البلعومية ارق من محفظة اللوزات الحنكية . كما يوجد تحت اللوزات الحنكية واللسانية غدد مخاطية وتحت اللوزة البلعومية غدد مصلية مخاطية .

لاحظ الشكل – 24–

أهمية اللوزات :

1– أنتاج الخلايا اللمفية

2– تساهم في تكوين الأضداد

3– تساعد في حماية الجسم من البكتريا والرواشح والبروتينات الغريبة الاخرى .

4– ان تآكل النسيج الظهاري يساعد في غزو الكائنات المرضية ولهذا تعد اللوزات بوابة عامة للعدوى .

رابعاً : الطحال Spleen

وهو اكبر الأعضاء اللمفاوية ويقع بين المعدة والكلية اليسرى والحجاب الحاجز . ويحاط بمحفظة مكونة من نسيج ضام كثيف يحتوى على بعض الألياف العضلية الملساء ويمتد منها عدد من الحواجز الى داخل العضو ليقسمه الى Lobules ويوجد على سطح الطحال منطقة منخفضة هي النقير حيث تدخل وتخرج الأوعية الدموية وتمتلئ المسافات ما بين الحواجز بنسيج لمفي يعرف بـــ اللب الطحالي Splenic plup الذي لا يحتوي على أوعية لمفية ويكون بنوعين :

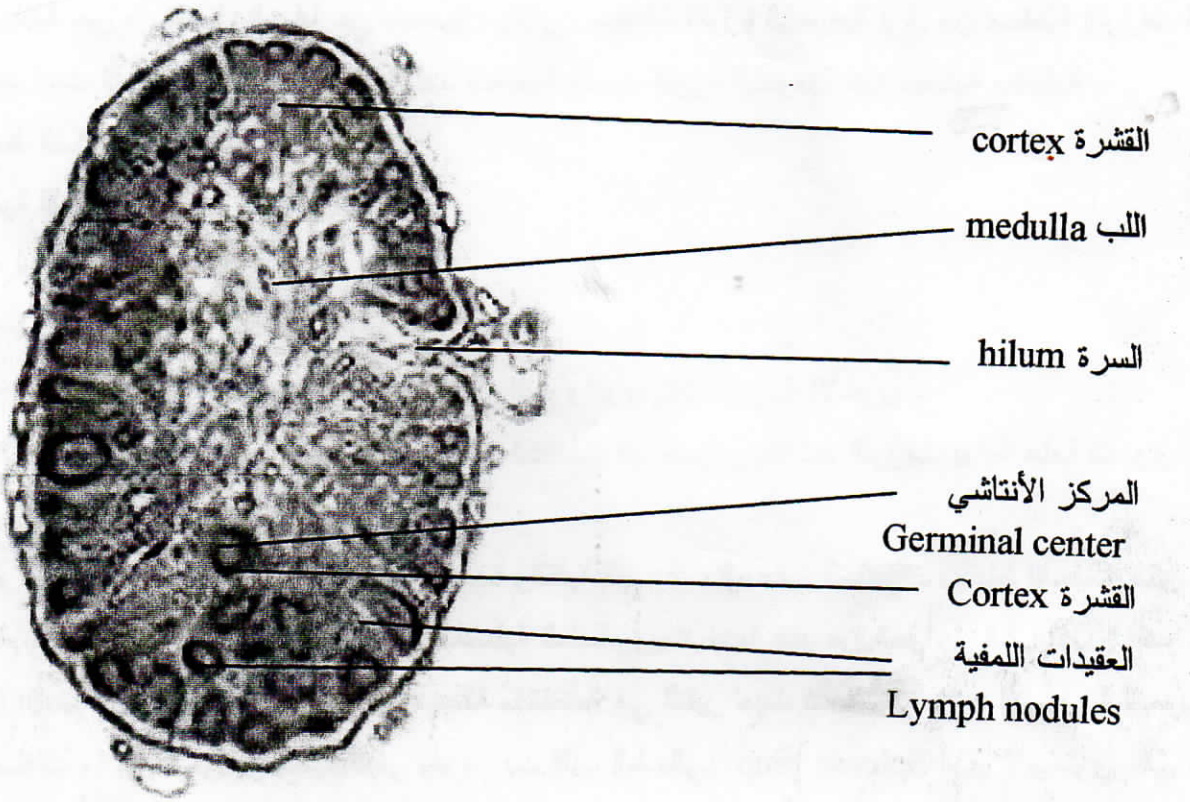
اللب الأبيض White pulp : وهو نسيج لمفي نموذجي يحيط ويتبع الشرايين التي تدخل الطحال ويتخذ اللب الأبيض بين منطقة واخرى مكوناً كتلاً كروية تعرف بالعقيدات الطحالية Splenic nodules (تماثل العقيدات اللمفية) اما ما بقي من نسيج اللب الأبيض فيتكون من خلايا لمفية ويمكن تميز هذه العقيدات عن العقيدات اللمفية بوجود الشريان المركزي.

اللب الأحمر Red pulp : ويكون اكثر وفرة وتفككاً من اللب الأبيض ويملأ كل المسافات بين الحواجز واللب الأبيض ويحتوي اللب الأحمر على عدد كبير من الجيوب الوريدية Venous sinuses التي تبطنها خلايا بطانية طويلة يكون محورها الطولي موازيا للمحور الطولي للجيوب الدموية وتكون هذه الخلايا مغلفة بألياف شبكية بوضع مستعرض . ويظهر اللب الأحمر بين هذه الجيوب على شكل حبال خلوية تعرف بالحبال الطحالية او حبال بلروث Splenic or Billroth's Cords التي تكون شبكة أسفنجية من النسيج اللمفي . وتكون الخلايا اللمفية (الصغيرة والمتوسطة والكبيرة الحجم) كثيرة العدد في اللب الأبيض ولكنها اقل عدداً وأكثر تفككاً في اللب الأحمر . وقد يحتوي اللب الأحمر على الخلايا Monocytes وخلايا بلازمية وكريات دم بيض حبيبية وكريات دم حمر وبلاعم

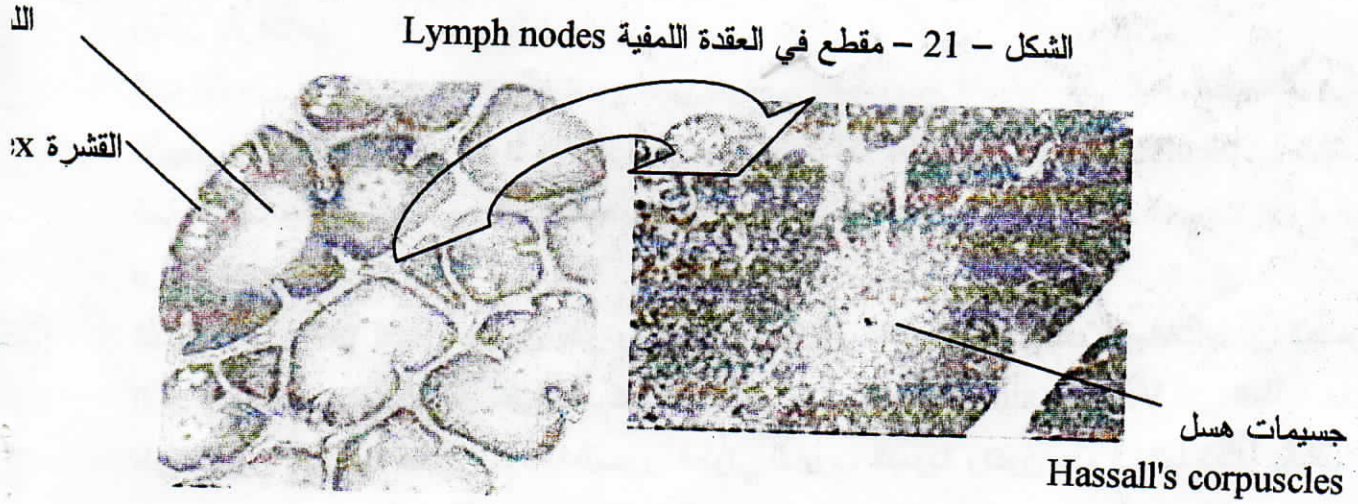
كبيرة .ويقع بين العقيدات الطحالية واللب الأحمر منطقة حافية Marginal zone من النسيج اللمفي المفكك مع قليل من الخلايا اللمفية ولكنها تحتوي على بلاعم كبيرة عديدة لها فاعلية التهامية نشطة ويكون للمنطقة الحافية دور كبير في فعالية الطحال المناعية. لاحظ الشكل – 23 –

وظائف الطحال :

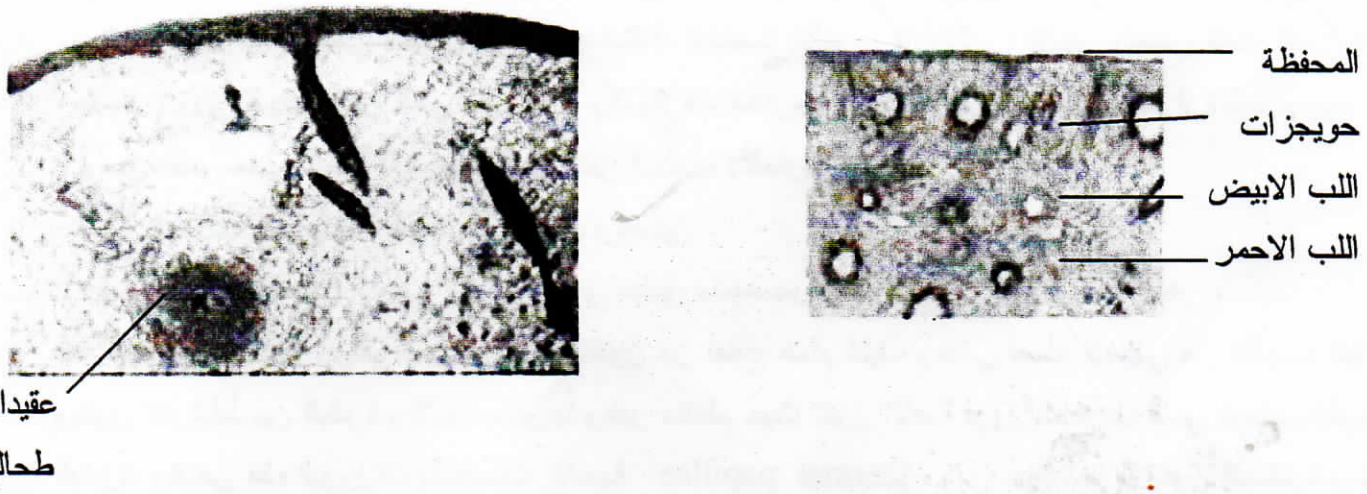
1– أنتاج الخلايا اللمفية
2– ترشيح الدم
3– الدفاع عن الجسم ضد الأجسام الغريبة
4– مخزن لكريات الدم الحمر



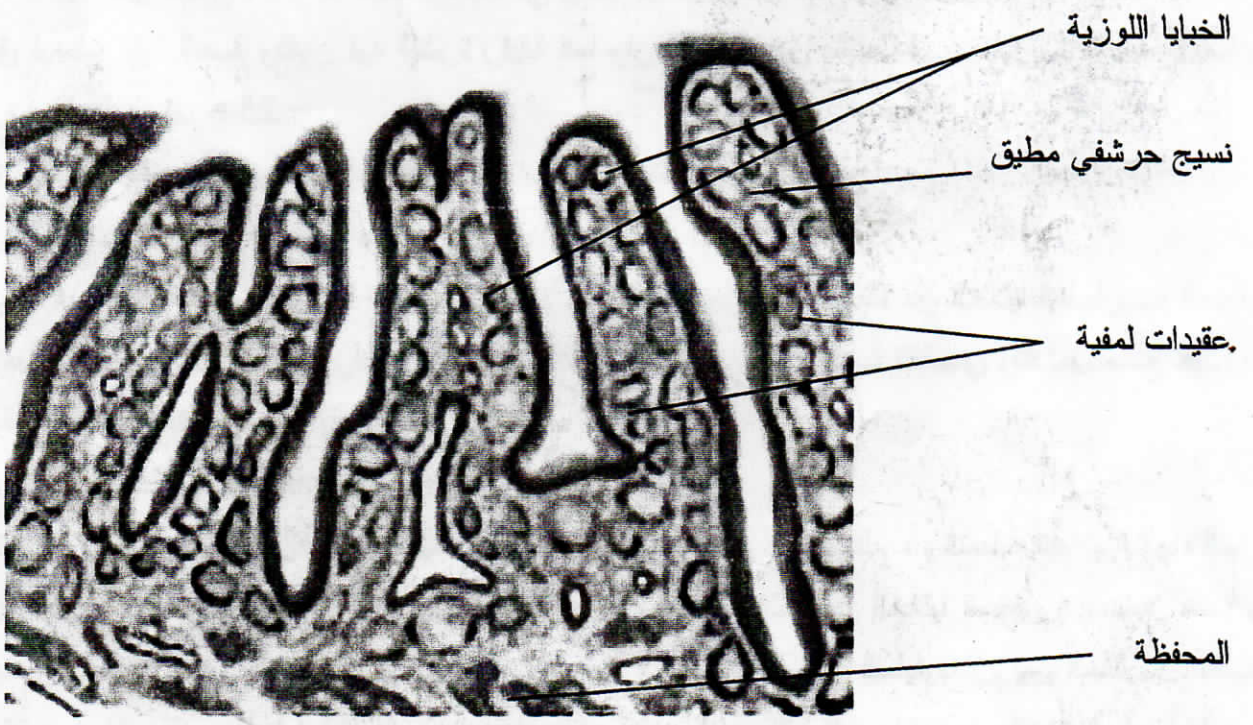
الشكل – 21 – مقطع في العقدة اللمفية Lymph nodes



الشكل – 22 – مقطع في التُوتة Thymus



الشكل – 23 – مقطع في الطحال Spleen



الشكل – 24 – مقطع في اللوزات Tonsil

Chapter VIII الفصل الثامن

The Circulatory System الجهاز الدوراني

يتكون جهاز الدوران من الجهاز الوعائي الدموي blood vascular system والجهاز الوعائي اللمفي lymph vascular system ويقوم الجهاز الوعائي الدموي بنقل المواد الغذائية والاوكسجين والهورمونات ونتائج الفعاليات الحيوية.

ويشمل هذا الجهاز القلب والشرايين والشعيرات الدموية والاوردة. والقلب وعاء دموي متحور ومتخصص بوصفه عضوا لضخ الدم. اما الشرايين فهي التي تنقل الدم من القلب الى الشعيرات الدموية التي تكوّن شبكة من نبيبات متصلة بعضها ببعض. والاوردة تُرجّع الدم من الشعيرات الدموية الى القلب.

يتالف الجهاز الوعائي اللمفي الذي يبدأ من النسج بنبيبات مسدودة النهاية هي الشعيرات اللمفية واوعية لمفية ذات احجام مختلفة تُرجّع اللمف من الفُسح بين النُسج الى مجرى الدم عن طريق الاوردة الكبيرة في العنق.

الجهاز الوعائي الدموي Blood vascular system

لهذا الجهاز بطانة مستمرة تتالف من طبقة واحدة من الخلايا البطانية endothelial cells وتعد هذه الطبقة المكوّن الرئيس للجدار في الشعيرات الدموية. اما في الاوعية الكبيرة فتضاف الى هذه الطبقة طبقات اخرى تزيد من سمك الجدار، ولبساطة تركيب جدار الشعيرات الدموية سنبدأ بوصفها اولا.

الشعيرات الدموية Blood capillaries :

الشعيرات الدموية نبيبات بطانية بسيطة التركيب تربط غالبا الجانب الشرياني بالجانب الوريدي للدورة الدموية، ويكون قطرها بين ٧-٩ مايكرومترات (يقارب قطر الكرية الحمراء)، وتشكل شبكة من قنيات ضيقة. تختلف كثافة هذه الشبكة من نسيج او عضو الى اخر. اذ تكون هذه الكثافة كبيرة في الاعضاء ذات الفعالية الأيضية العالية كالكبد والرئتين والكليتين والغدد. ويتألف جدار الشعيرة الدموية من طبقة واحدة من خلايا بطانية مسطحة مفصولة عن النسيج الضام الساند لها بصفيحة قاعدية، وكل خلية بطانية تكون بشكل صفيحة رقيقة مقوسة تحتوي على نواة طويلة بيضوية (شكل ٨-١). تمتد هذه الخلايا عادة باتجاه المحور الطولي للوعاء الشعري الدموي. وتكون حدود الخلية مسننة او متموجة اما السايتوبلازم فيكون رائقاً او محبباً قليلا، ويبطن محيط الشعيرة الدموية خليتين او ثلاث واحيانا خلية واحدة فقط في اي مستوٍ من مستويات القطع المستعرض. وتقع الشعيرات الدموية ضمن نسيج ضام رقيق متكون من الياف شبكية دقيقة يرافقها بلاعم كبيرة واورمات ليفية، وفضلا عن ذلك يوجد حول الشعيرة الدموية خلايا خاصة ذات بروزات طويلة متفرعة تدعى الخلايا المحيطية pericytes. لقد كان يعتقد ان لهذه الخلايا القابلية على التقلص الذي يؤثر في تغير قطر الشعيرة الدموية، ولكن البحوث الحديثة بينت ان سبب تضيق قطر الشعيرة الدموية يعود الى تقلص الخلايا البطانية نفسها وبذا امكن اعتبار الخلايا المحيطية خلايا غير متخصصة وبامكانها التحول الى انماط اخرى من الخلايا ومن ضمنها الخلايا العضلية الملساء.

اعتمادا على دراسات المجهر الالكتروني صنفت الشعيرات الدموية على ثلاث انماط (شكل ٨-١).

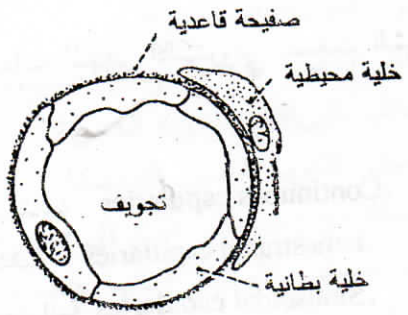
١- الشعيرات الدموية المستمرة Continuous capillaries.
٢- الشعيرات الدموية المثقبة Fenestrated capillaries.
٣- الشعيرات الدموية الجيبانية Sinusoidal capillaries.

الشعيرات الدموية المستمرة :

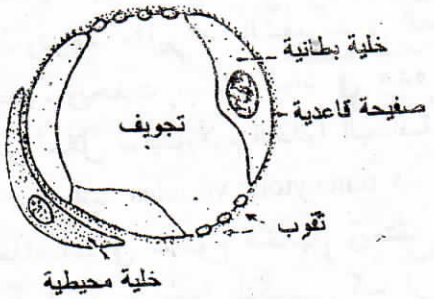
تكون حافات الخلايا البطانية فيها متحدة بعضا مع بعض اتحاداً محكماً لتكون جداراً مستمراً. وتوجد مثل هذه الشعيرات في العضلات والرئة والجهاز العصبي المركزي والجلد. ويحدث تبادل المواد في هذه الشعيرات بين الدم والنسج التي حولها من خلال سايتوبلازم الخلايا البطانية بسبب وجود اعداد كبيرة من حويصلات احتسائية pinocytotic vesicles فيه وبسبب وجود اعداد كبيرة ايضا من الانخفاضات في سطوح الخلايا ويعتقد ان هذه الانخفاضات تمثل حويصلات الاحتساء في طريقها للتكوين. كما ان المواد يمكن عبورها خلال المادة بين الخلوية الفاصلة بين الخلايا البطانية المتجاورة.

الشعيرات الدموية المثقبة :

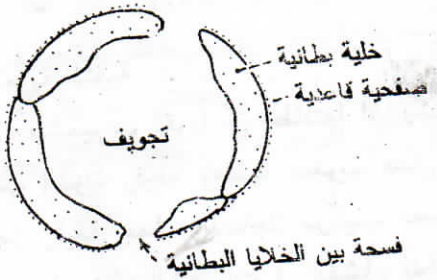
تملك هذه الشعيرات ثقوبا في بطانتها اذ يكون سايتوبلازم الخلايا البطانية عند جوانب النواة رقيقا ومثقبا بثقوب صغيرة جدا وتكون هذه الثقوب مغلفة بحواجز رقيقة جدا. وللحاجز تركيب معقد وتكوينه الكيمياوي غير معروف. وتوجد مثل هذه الشعيرات في الغشاء المخاطي المعوي وفي كثير من الغدد الصم وفي البنكرياس. يحدث تبادل المواد في هذه الشعيرات عن طريق الانتشار من خلال الثقوب الموجودة في جدارها.



مقطع مستعرض في شعيرة دموية مستمرة



مقطع مستعرض في شعيرة دموية مثقبة



مقطع مستعرض في شعيرة دموية جيبيانية

شكل ٨-١ انماط الشعيرات الدموية (عن سنكا)

الشعيرات الدموية الجيبانية :

تكون الشعيرات الدموية في بعض الاعضاء ذات تجاويف اكبر اقطاراً واقل انتظاماً من تجاويف الشعيرات الاعتيادية. وتدعى مثل هذه الشعيرات الكبيرة بأسم الجيبانيات sinusoids او الشعيرات الجيبانية ولا تكون بطانتها مستمرة بل هناك فسح واسعة بين خلاياها. وترافق الخلايا البطانية بلاعم كبيرة ويكون الغشاء القاعدي غير كامل. تنفصل بطانة الجيبانيات عن النسيج الاساسي للاعضاء بشبكة دقيقة من الالياف الشبكية. وتوجد مثل هذه الشعيرات في الكبد والاعضاء المكونة لكريات الدم كنِقي العظم والطحال.

الشرايين The arteries :

يتكون جدار الشريان بصورة عامة من ثلاث غلالات tunics هي :

١- الغِلالة الباطنة او الغِلالة الجوّانية tunica interna or tunica intima وتتكون من طبقة بطانية endothelium وطبقة تحت بطانية subendothelial layer مكونة من نسيج ضام ليفي مطاط دقيق يعقبها غشاء مكون من الياف مطاطة يدعى بالغشاء المطاط الداخلي internal elastic membrane.

٢- الغِلالة الوسطى tunica media وتتكون بصورة رئيسة من خلايا عضلية ملساء مرتبة بصورة دائرية.

٣- الغِلالة البرانية tunica adventitia وتتكون بصورة رئيسة من نسيج ضام تتخذ معظم عناصره وضعاً موازياً للمحور الطولي للوعاء. يفصل هذه الطبقة عن الطبقة الوسطية غشاء يدعى بالغشاء المطاط الخارجي external elastic membrane . يختلف تركيب وسمك هذه الغلالات الثلاث تبعاً لنوع وحجم الوعاء.

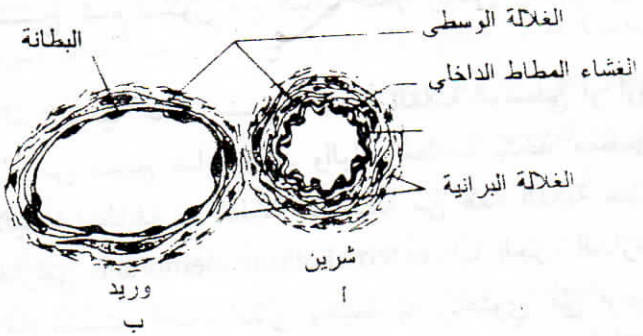
تصنف الشرايين على ثلاثة مجاميع هي :

١- الشرينات arterioles وهي أصغر الشرايين.
٢- الشرايين الصغيرة والمتوسطة الحجم small and medium sized arteries وتحتوي على عناصر عضلية كثيرة.
٣- الشرايين الكبيرة large arteries وتحتوي على كمية كبيرة من الالياف المطاطة.

الشرينات The arterioles :

تكون الشرينات ذات قطر يبلغ ١٠٠ مأيكرومتر او اقل. وتتالف الغلالة الباطنة من بطانة وغشاء مطاط داخلي internal elastic membrane. ولايمكن تمييز الطبقة تحت البطانية في هذا الوعاء.

ان الغشاء المطاط الداخلي هو في الحقيقة شبكة من الياف مطاطة تظهر تحت المجهر الضوئي خطاً رقيقاً براقاً يلي البطانة ويكون متموجاً. وتكون الغلالة الوسطى من ١-٥ طبقات كاملة من الخلايا العضلية الملساء يتخللها بعض الليفات المطاطة. اما الغلالة البرانية فتكون عادة أرق من الغلالة الوسطى وتكون مكونة من نسيج ضام مفكك وتكون الالياف البيض والصفر فيها مرتبة طوليا. وتتداخل هذه الغلالة مع النسيج الضام الذي يحيطها. ولا يتميز الغشاء المطاط الخارجي في هذا الوعاء (شكل ٨-٢).



شكل ٨-٢ مقطع مستعرض في الشرين والوريد

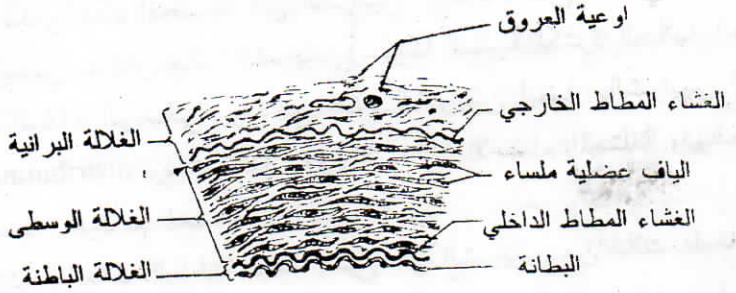
الشرايين الصغيرة والمتوسطة الحجم :

تكوّن هذه المجموعة كل الشرايين المسماة بالنوع العضلي muscular arteries ويكون جدار هذه الشرايين سميكا نسبيا لكثرة الخلايا العضلية الملساء في الغلالة الوسطى. وتدعى هذه الشرايين ايضا بالشرايين الموزعة distributing arteries وذلك لانها توزع الدم الى الاعضاء المختلفة وتنظم كمية الدم الى اعضاء الجسم المختلفة.

تتكون الغلالة الباطنة لهذا النوع من الشرايين من ثلاث طبقات هي الطبقة البطانية ثم الطبقة ما تحت البطانية المكونة من الياف بيض وصفر دقيقة وعدد قليل من الارومات الليفية. ولا تكون هذه الطبقة واضحة في قسم من هذا النوع من الشرايين . اما الطبقة الثالثة فهي الغشاء المطاط الداخلي الذي يكون واضحا تماما ويكون مثقبا ومكونا من الياف صفر متشابكة يقترب بعضها من بعض اقتراباً شديداً. وينقسم هذا الغشاء على طبقتين او اكثر في قسم من الشرايين. ويتجعد هذا الغشاء عندما يكون الوعاء فارغا من الدم.

وتتكون غالبية الغلالة الوسطى من خلايا عضلية ملساء مرتبة دائرياً بشكل طبقات. ويوجد بين هذه الطبقات العضلية التي قد تصل الى ٤٠ طبقة كميات قليلة من نسيج ضام يتكون من الياف صفر وبيض وشبكية وقليل من الاورمات الليفية.

تكون الغلالة البرانية عادة مساوية لسمك الغلالة الوسطى او ارق منها. وتتكون هذه الغلالة من نسيج ضام مفكك والياف مطاطة يتخذ معظمها وضعا طوليا. وتتركز الالياف المطاطة في الطبقة الداخلية من هذه الغلالة حيث تكون الغشاء المطاط الخارجي external elastic membrane، اما الجزء الخارجي لهذه الغلالة فيتداخل مع النسيج الضام الذي يحيط به ويحتوي على اوعية دموية صغيرة مغذية تدعى اوعية العروق vasa vasorum (شكل ٨-٣).



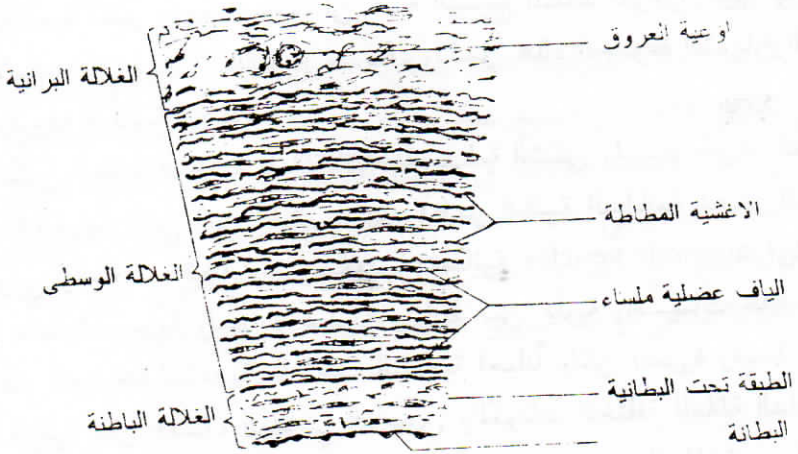
شكل ٨-٣ جزء من مقطع مستعرض لشريان متوسط الحجم

الشرايين الكبيرة Large arteries :

تعود هذه الشرايين الى النوع المطاط elastic arteries ريكون جدارها رقيقا بالنسبة لكبر حجم الوعاء. ان كمية النسيج المطاط الموجود فيها يضفي اللون الاصفر على جدارها المقطوع حديثا. وتشمل هذه المجموعة الشريان الابهر aorta وفروعه الرئيسة الكبيرة.

تكون الخلايا البطانية للغلالة الباطنة مضلعة الشكل وليست طويلة كما في الاوعية الدموية التي هي اصغر منها. تُظهر الخلية البطانية تحت المجهر الالكتروني زغيبات دقيقة وحويصلات احتسائية inocytotic vesicles اوشبكة بلازمية داخلية حبيبية وليفات صغرية وروابط بين خلوية وجسيمات حالة. وقد لا تشاهد الصفيحة القاعدية ما تحت البطانية احياناً ولكن بصورة رئيسة هناك روابط ليفية بين الغشاء البلازمي القاعدي والمكونات المختلفة للغلالة الداخلية. وتكون بعض الخلايا البطانية بلعمية. وتتكون الطبقة ماتحت البطانية من الياف بيض ومطاطة واورومات ليفية. وتوجد حزم صغيرة من خلايا عضلية ملساء في الجزء العميق من الغلالة الباطنة. ولا يظهر الغشاء المطاط الداخلي تركيبا متميزا لوجود اغشية مماثلة له في الغلالة الوسطى. وتتميز الغلالة الوسطى بوجود عدد من الاغشية المطاطة يكون بين (٤٠ و ٦٠) التي تترتب بشكل اسطوانات متحدة المحور مكونة من صفائح شبكية مثقبة. وتحتوي الفسح التي تتخللها على الياف بيض وصفر دقيقة واورومات ليفية ومادة اساس وخلايا عضلية ملساء (شكل ٨-٤).

تكون الغلالة البرانية رقيقة عادة ولا تتميز بوضوح من النسيج الضام الذي يحيط بها. لا يوجد غشاء مطاط خارجي متميز. وتتخذ الالياف البيض في الغلالة البرانية وضعا حلزونيا. وتحتوي هذه الغلالة ايضا على اوعية العروق vasa vasorum (التي سيأتي ذكرها فيما بعد)، وقد تدعى الشرايين الكبيرة بالشرايين الموصلة conducting arteries للتأكيد على وظيفتها في توصيل الدم الى التفرعات الاصغر للجهاز الوعائي الدموي.



شكل ٨-٤ جزء من مقطع مستعرض لشريان كبير (الابهر)

الاوردة Veins :

ويكون قطر الاوردة بصورة عامة اكبر من الشرايين المرافقة لها ولكن جدارها يكون ارق مما هو عليه وتجويفها اوسع مما هو عليه.

يمكن تصنيف الاوعية الوريدية على ثلاث مجاميع :

١- الوريدات Venules

٢- الاوردة الصغيرة والمتوسطة الحجم Small and medium-sized veins

٣- الاوردة الكبيرة Large veins

الوريدات Venules :

يكون الانتقال من الشعيرة الدموية الى الوريد venule تدريجيا ويتضمن زيادة عناصر النسيج الضام اولاً ثم الالياف العضلية الملساء ثانياً. وتتكون اصغر الوريدات من غلالة باطنة مؤلفة من بطانة فقط ومن غلالة برانية مكونة من الياف بيض. وتظهر بعض الالياف العضلية الملساء بين البطانة والنسيج الضام للغلالة البرانية عندما يصل قطر الوعاء الى ٥٠ مايكرومتراً. اما في الوريدات ذات الاقطار التي تكون نحو ٢٠٠ مايكرومتر او اكثر فتكون الالياف العضلية الملساء الدائرية الترتيب غلافا مستمرا هو الغلالة الوسطى ويكون سمكها بين ١ و ٣ طبقات من الخلايا في خارج البطانة. وتكون الغلالة البرانية سميكة بالنسبة الى سمك الجدار الكلي الرقيق ويتألف من الياف بيض مرتبة طوليا ومن قليل من الالياف الصفر واورومات ليفية (شكل ٨-٢).

الاوردة الصغيرة والمتوسطة الحجم Small and medium-sized veins :

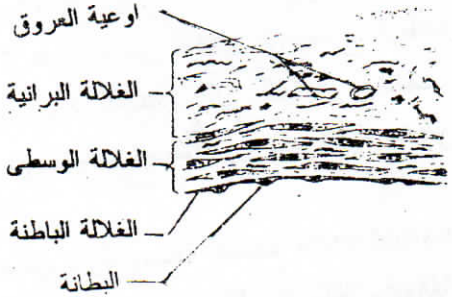
يكون قطرها من ١ الى ٩ ملم. والغلالة الباطنة رقيقة والخلايا البطانية قصيرة ومضلعة الشكل. والطبقة ماتحت البطانية غير واضحة او معدومة. والغلالة الوسطى رقيقة اذا ماقورنت بالشرايين من الحجم نفسه وتتألف من حزم من الياف عضلية ملساء مرتبة دائريا ومفصولة بعضها عن بعض بالياف بيض وشبكية رقيقة من الياف صفر او مطاطة. اما الغلالة البرانية فتكون واضحة جدا وتشكل معظم الجدار وتتكون من نسيج ضام مفكك مع حزم من الياف بيض طولية الترتيب وقليل من الياف عضلية ملساء مرتبة طولياً ايضاً (شكل ٨-٥).

الاوردة الكبيرة Large veins :

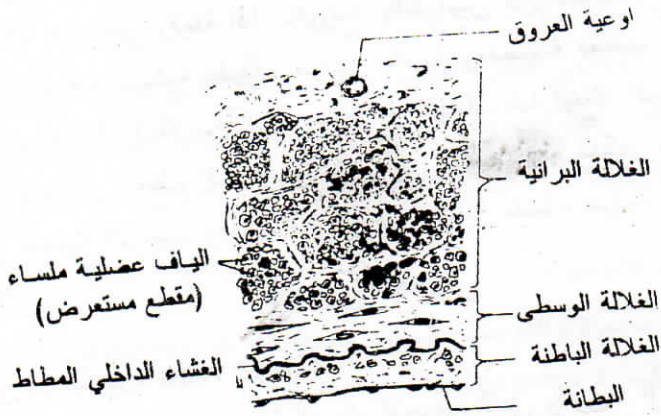
تتضمن هذه المجموعة الوريد الاجوف الاعلى والوريد الاجوف الاسفل superior and inferior venae cavae والوريد البابي الكبدي والفروع الرئيسة لهذه الاوردة. ويشابه تركيب الغلالة الباطنة لهذا النوع من الاوردة تركيب الغلالة

الباطنة للاوردة الصغيرة والمتوسطة الحجم ولكنه قد يكون اكثر سمكا ومحتويا على حزم متفرقة من الالياف العضلية الملساء بوضع طولي وقد يشاهد الغشاء المطاط الداخلي احيانا.

الغلالة الوسطى رقيقة وغير جيدة التكوين وان الالياف العضلية الملساء مختزلة كثيرا وقد تكون معدومة. والغلالة البرانية اكثر الغلالات الثلاث سمكاً وتحتوي على حزم كثيرة من الالياف العضلية الملساء المرتبة طولياً. لايوجد في هذه الطبقة غشاء مطاط خارجي (شكل ٨-٦).



شكل ٨-٥ جزء من مقطع مستعرض لوريد متوسط الحجم



شكل ٨-٦ جزء من مقطع مستعرض لوريد كبير الحجم (الوريد الاجوف)

الصمامات Valves :

الصمامات الوريدية Venous valves :

لكثير من الاوردة الصغيرة الحجم والمتوسطة الحجم وخاصة الاوردة الموجودة في الاطراف السفلى (صمامات تمنع رجوع جريان الدم) وتكون هذه الصمامات مزدوجة بشكل طيات هلالية من الغلالة البطانية تبرز في تجويف الوريد بحيث تكون حافاتها الحرة متجهة نحو القلب ويكون سطحاها مغطيين بالبطانة endothelium. وتدعى هذه الطيات باسم الشرفات cusps.

الصمامات القلبية Cardiac valves :

تكون هذه الصمامات التي هي الصمامات الاذينية البطينية (الصمام الثلاثي الشرف tricuspid والصمام التاجي mitral) الواقعة بين الاذينين والبطينين والصمامات الهلالية semilunar الواقعة بين البطينين والابهر والشريان الرئوي بشكل ثنيات من الشغاف محتوية على لب كثيف من النسيج الضام. وتكون الصمامات الاذينية البطينية مرتبطة بالعضلات الحليمية للبطين بحبال ليفية هي الحبال الوترية القلبية chordae tendineae التي تعمل على تقييد الصمامات وتمنع انقلابها بطنا لظهر عندما يتقلص البطينان. ولكل صمام هلالي ثلاث شرف ويكون للصفيحة الليفية لكل شرفة تثخن يدعى بعقيدة ارانتيس nodule of Arantius عند الحافة الحرة.

الصمامات اللمفية Lymphatic valves:

تكون الصمامات اللمفية على مسافات متقاربة اكثر من تلك

الصمامات التي في الاوردة. وتكون اجزاء الاوعية اللمفية بين الصمامات منتفخة تعطى للوعاء مظهر السبحة. يتكون الصمام ايضا من طية موضعية من الغلالة البطانية للوعاء اللمفي.

المفاغرة الشريانية الوريدية Artériovenous anastomosus :

ترتبط الشرايين الصغيرة والاوردة الصغيرة في كثير من اجزاء الجسم بقنوات مباشرة تكوّن مايسمى بالمفاغرة الشريانية الوريدية. وقد تكون هذه القنوات مستقيمة او ملتوية ويكون لجدرانها غلالة عضلية سميكة غنية باعصاب ودية. وتوجد المفاغرات الشريانية الوريدية في الجلد ولاسيما جلد الانف والشفاه والاذن الخارجية وفي الغشاء المخاطي للقناة الهضمية والانف. وشوهدت ايضا في اللسان والغدة الدرقية والعقد العصبية الودية وفي النسيج الناعظ erectile tissue للاعضاء التناسلية. وتساعد المفاغرات الشريانية الوريدية في الجلد في تنظيم درجة حرارة الجسم وذلك بزيادة جريان الدم في الشعيرات الدموية في الجو الحار وقلته في الجو البارد ولمنع فقدان الحرارة. وتعمل هذه المفاغرات ايضا على تنظيم دورة الدم في مساحات خاصة في الجسم.

اوعية العروق Vasa vasorum :

تتسلم جدران الاوعية الدموية الصغيرة غذاءها عن طريقة الانتشار diffusion من الدم الموجود في تجاويفها اما الشرايين والاوردة ذات الاقطار التي هي اكبر من ١ ملم فتتزود باوعية دموية صغيرة مغذية تدعى باوعية العروق vasa vasorum. وتدخل هذه الاوعية الغلالة البرانية وتنتهي بشبكة شعرية دموية في الغلالة الوسطى. وقد وجد كذلك ان الغلالة البرانية لكثير من الشرايين والاوردة الكبيرة يكون مزودا بشبكات من اوعية لمفية.

القلب The heart :

يتكون جدار القلب من ثلاث طبقات (شكل ٨-٧) :

١- الطبقة الداخلية وتدعى بالشغاف endocardium.

٢- الطبقة الوسطى وتدعى عضل القلب myocardium وتشكل الكتلة الاساسية للقلب.

٣- الطبقة الخارجية وتدعى النخاب epicardium.

الشغاف :

ويقابل الغلالة الباطنة للاوعية الدموية ويكون مبطنا بالبطانة المستمرة مع بطانة الاوعية الدموية التي تدخل الى القلب وتخرج منه. ويوجد تحت البطانة منطقة ضيقة مكونة من الياف بيض دقيقة وتشكل طبقة تحت بطانية subendothelial layer تقع تحتها طبقة سميكة تحتوي على عدد كبير من الالياف المطاطة وبعض الالياف العضلية. ويلي هذه الطبقة طبقة اخرى تدعى بالطبقة ماتحت الشغافية subendocardial layer متكونة من نسيج ضام مفكك تربط الشغاف مع عضل القلب. وتحتوي هذه الطبقة على عدد من الاوعية الدموية والاعصاب وعلى الياف عضلية خاصة هي الياف بركنجي Purkinje fibers.

عضل القلب :

يقابل الغلالة الوسطى للاوعية الدموية ويتكون من العضلة القلبية التي وصفت سابقا. وسمكها يختلف باختلاف اجزاء القلب اذ يكون رقيقا في الاذينين وسميكا في البطينين ولاسيما في البطين الايسر.

النخاب :

الجزء الخارجي منه غشاء مصلي serous membrane يقابل الغلالة البرانية للاوعية الدموية ويكون مغطى خارجيا بالمتوسطة mesothelium المستندة على نسيج ضام ليفي مطاط. وتقع الطبقة ماتحت النخابية subepicardial layer

الى الداخل من هذا الغشاء وتتكون من نسيج ضام هلي يحتوي على اوعية دموية واعصاب ونسيج شحمي وهي تربط بين النخاب وعضل القلب.

عند اتصال الاذينين بالبطينين وحول فتحات الاوعية الدموية الرئيسة توجد حلقات من نسيج ليفي كثيف ويوجد مثل هذا النسيج ايضا في الحاجز الذي بين البطينين. وتكوّن هذه الكتل من النسيج الضام الليفي هيكل القلب heart skeleton.

اما صمامات القلب فهي طيات من الشغاف تضم فيها صفيحة من النسيج الضام الليفي الكثيف.

الجهاز الوعائي اللمفي Lymphatic vascular system

تتكون الاوعية اللمفية من انابيب تجمع السائل النسيجي tissue fluid ثم ترجعه الى مجرى الدم بشكل لف. ان اصغر الاوعية اللمفية هي الاوعية الشعرية اللمفية lymphatic capillaries ذات النهايات المسدودة. وتصب الاوعية اللمفية في الاوردة الكبيرة قرب القلب. ان الطريق الذي يسلكه اللمف هو طريق ذو ممر واحد ولا يكون دورة كاملة.

يوجد الجهاز الوعائي اللمفي في كل الاعضاء تقريبا عدا الجهاز العصبي المركزي ونقي العظم والاذن الداخلية وكرة العين.

شكل ٨-٧ أ - جزء من مقطع مستعرض في الشغاف مع جزء من عضل القلب لجدار القلب

ب - جزء من مقطع مستعرض في النخاب مع جزء من عضل القلب لجدار القلب

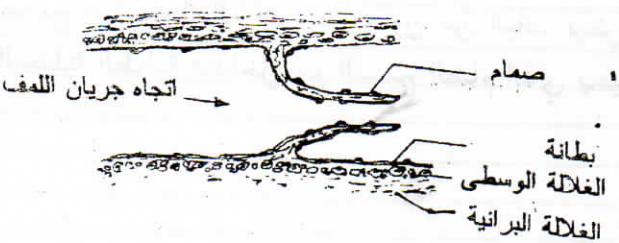
الشعيرات اللمفية :

تشبه الشعيرات الدموية من حيث انها انابيب رفيعة ولكنها اوسع قليلا منها وتكون غير متجانسة الاقطار ويتكون الجدار من بطانة مكونة من خلايا كبيرة ورقيقة. تبدأ الشعيرات اللمفية بشكل عروات loops او نبيبات مسدودة.

يسمح جدار الشعيرة اللمفية بمرور جزيئات اكبر من تلك التي تسمح بها الشعيرات الدموية كالقطيرات الدهنية والمادة الغراوانية.

الاوعية اللمفية الجامعة Lymphatic collecting vessels :

يمر اللمف من الشعيرات اللمفية الى الاوعية الكبرى ذات الجدار الاكثر سمكا والمحتوية على صمامات valves. وتحاط البطانة بالياف بيض ومطاطة وبقليل من الخلايا العضلية الملساء. ويمكن تميز ثلاث غلالات في الاوعية اللمفية الكبيرة اي غلالة بطانية وغلالة وسطى وغلالة برانية ولكنها تكون غالبا غير متميزة بعضها من بعض بوضوح (شكل ٨-٨). ويكون جدار هذه الاوعية عادة ارق من الاوردة التي لها الاقطار انفسها تتكون غلالتها البطانية من بطانة وطبقة رقيقة من الياف دقيقة مطاطة، اما غلالتها الوسطى فتتكون من الياف عضلية ملساء مرتبة دائريا بينها قليل من الالياف المطاطة. والغلالة البرانية تكون اكثر الغلالات سمكا وتتالف من الياف بيض متشابكة والياف مطاطة وقليل من الالياف العضلية الملساء.



شكل ٨-٨ مقطع طولي لوعاء لمفي (عن ايري بتصرف)

تحتوي الاوعية اللمفية على عدد كبير من الصمامات التي تكون متقاربة اكثر من الاوردة معطية مظهرا شبيها بالقلادة حيث تكون المناطق بين الصمامات منتفخة.

الجذوع اللمفية الرئيسةMain lymphatic trunks :

تتضمن قناتين هما القناة الصدرية اليسرى left thoracic duct والقناة اللمفية اليمنى right lymphatic duct وفروعهما. تكون القناة الصدرية اليسرى هي الرئيسة اذ تمتد على طول الجدار الخلفي للبطن والصدر وتجمع اللمف من القسم الخلفي للجسم وكذلك من الجهة اليسرى للرأس والرقبة والصدر والذراع الايسر وتفرغه في الجهاز الوريدي قرب منطقة اتصال الوريد الودجي الداخلي الايسر مع الوريد الترقوي الايسر. اما القناة اللمفية اليمنى فتكون أصغر من القناة الصدرية اليسرى وتجمع اللمف من الجهة اليمنى للرأس والرقبة والذراع الايمن والجانب الايمن للصدر وتفرغه في الجهاز الوريدي قرب منطقة التقاء الوريد الودجي الداخلي الايمن مع الوريد الترقوي الايمن. يشبه تركيب هاتين القناتين تركيب الوريد من الحجم نفسه ولكن الغلالة الوسطى تحتوي على الياف عضلية ملساء اكثر مما هو موجود في الوريد. والغلالة البطانية تتكون من طبقة بطانية وطبقة تحت بطانية فيها بعض الالياف العضلية الملساء الطولية وغشاء مطاط رقيق. والغلالة الوسطى تكون اكثر الغلالات الثلاث سمكا وتتالف من الياف عضلية ملساء طولية ودائرية الترتيب مفصولة بعضها عن بعض بنسيج ضام. والغلالة البرانية تتكون من الياف بيض سسيكة وقليل من الالياف العضلية الطولية تتداخل مع النسيج الضام الذي يحيطها.