النسيج الضام Connective Tissue

يتكون النسيج الضام تركيبياً من ثلاث مكونات (الخلايا cells والألياف fibers والمادة الأساس ground substance)القالب matrix خارج خلوي هو مكون رئيس في النسج الضامة ويتكون من مزيج مختلف من **ألياف بروتينية** (بيض أو غراوية وشبكية وصفر أو مرنة)و**مادة أساس** (يختلف كل منهما فينوعيته وكميته من نسيج إلى آخر ولهذا يعدان من أهم الأُسس التي يُعتمد عليها في تصنيف النسج الضامة) تتميز النسج الضامة بأن خلاياها غير متلاصقة (توجد مسافات بين الخلايا) ، وأن المادة الخلالية وفيرة ويكون قوامها إما سائلاً أو شبه صلب أو صلب ، تحتوي على أوعية دموية ، وكل نوع من النسج الضامة له ميزات خاصة من نوع واحد أو أكثر من الخلايا المختلفة.
ينشأ النسيج الضام من النسيج المتوسط mesenchyme الذي ينشأ من طبقة الاديم المتوسط (Mesoderm) الذي تتميز خلاياه بأنوية بيضوية بارزة وكروماتين دقيق وتمتلك العديد من النتوءات السايتوبلازمية الرفيعة في مادة خارج خلوية لزجة وفيرة تحوي القليل من الألياف وهذه الخلايا هي أصل كل الأنواع الأُخرى من الأنسجة الضامة.

تتحدد وظائف النسج الضامة بصورة رئيسة من خلال خواصها الميكانيكية في:
1-الإسناد والدعم الهيكلي أو الأساسي :(تسمى أحياناً بالنسج الساندة) supporting tissues ، كما أن خصائصها الفيزيائية تسمح لها بربط أجزاء الجسم المختلفة وملئ الفراغات.
2- دفاعية فيزيائية :من خلال لزوجة القالب خارج خلوي التي تُعزى إلى hyaluronic acid التي تُبطئ نمو العديد من البكتريا والجزيئات الغريبة ، كما تعمل ألياف الكولاجين على تحديد أو حصر موقع الإصابة رغم أن بعض البكتريا تعمل على إفراز إنزيمات تحطم محتويات القالب.

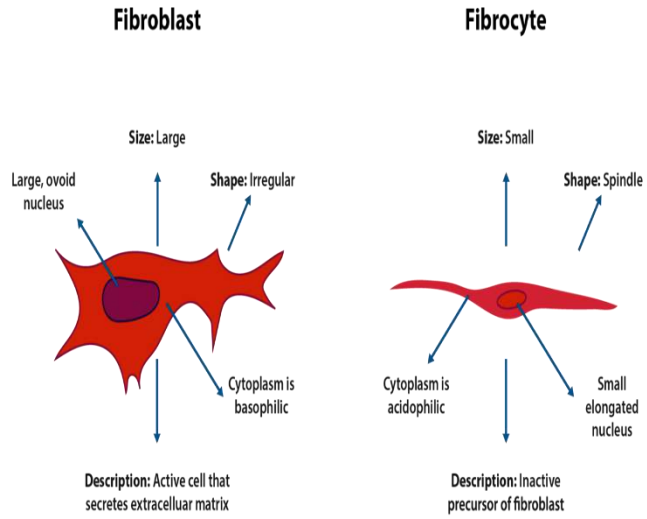
3-وظيفة مناعية: إذ أن الأجسام الغريبة التي تخترق الظهارة تُعترض من قبل خلايا الاستجابة المناعية- الموجودة في النسج الضامة ، وهذه الخلايا ليست فقط فعالة للاستجابة المناعية (الالتهاب) لكنها تحفز الجهاز المناعي لتجهيز خلايا اضافية عن طريق مجرى الدم فتهاجر إلى النسيج الضام خلال جدران الأوعية الدموية الشعرية والأوردة بعملية تسمى الانسلال diapedesis
4-إصلاح الجروح: فتعمل على غلق أي فجوة أو فتحة وبصورة سريعة حمايةً ووقايةً للجسم ، إذ أن الجروح تحفّز تدخّل الخلايا المناعية وانتشار أو تكاثر الخلايا المولدة للألياف (الأرومة الليفية) فتعمل الخلية البلعمية على إزالة تجلط الدم والأنسجة المحطمة ، بينما تعمل الأرومة الليفية على إفراز مواد القالب خارج خلوي لمليء الفجوة وسد الجرح ، وتتكون بعدها الندب (الأثر بعد الإصابة) والصغيرة منها غالباً تختفي تماماً بينما الكبيرة تبقى بصورة جزئية
5- تعمل كوسط لانتشار المواد المغذية والفضلات.

تعريف عناصر النسيج الضام (الخلايا ، الألياف ، المادة الاساس):
1- **الخلايا** / Cells
يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيستين: **الثابتة cells resident** وهذه تظهر دائماً في النسيج ومثالها الأرومات الليفية fibroblast والخلايا الدهنية adipocytes **والجوالةmigratory cells**
تدخل وتغادر مجرى الدم لتهاجر وتؤدي وظيفتها في النسج الظهارية ومثالها العدُلات neutrophils والبلاعم macrophages

الأرومة الليفية fibroblast - هي الخلية الأكثر شـيوعاً في النسـيج الضـام الحقيقي الهلليareolar connective tissue وهي المسؤولة عن تكوين الألياف ،والمادة الأساس حيث ترتبط جزيئات البروتين مع مواد مخاطية متعددة السكريات الحامضية في داخل حويصلات جهاز كولجي وتطرح هذه الحويصلات بعملية التسـرب الخلوي exocytosis . وتمتاز الخلية بكبر حجمها وتسـطحها وبروزاتها البروتوبلازمية النحيفة المتفرعة ، تظهر مغزلية الشكل spindle في المنظر السطحي ونواتها بيضوية oval تحوي مادة كروماتينية دقيقة ونوية أو أكثر nucleolus واضـحة تحت المجهر والهيولي (السـايتوبلازم) متجانس وفاتح اللون لذا يصـعب تمييزه غالباً ، كما تحوي الأرومة الليفية الفعالة أو الفتية على تركيز عالٍ من الشـبكة البلازمية الداخلية الخشـنة أو الحبيبية rough endoplasmic reticulum وتشـمل هذه الخلية نوعين:

fibroblast *خلية فعالة لها القابلية على النمو والتجدد والانقسـام وهو ما يحدث في حالة التئام الجروح والنسج الملتهبة.

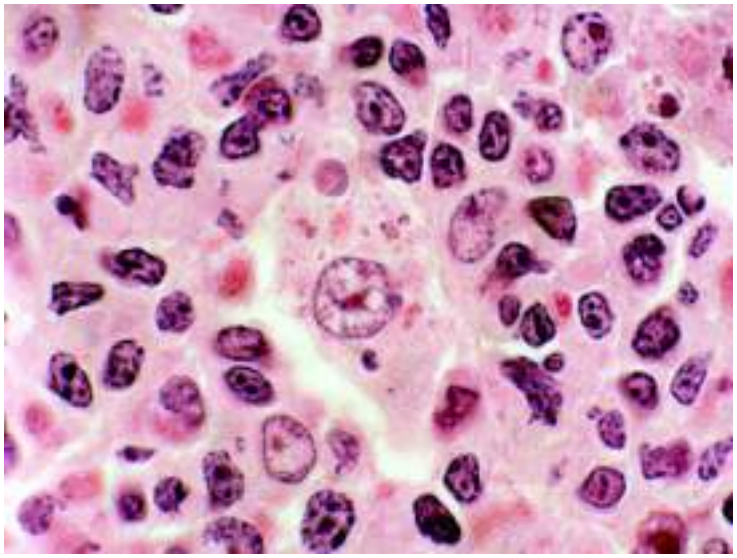
fibrocyte *خلية ناضجة كبيرة العمر غير فعالة.

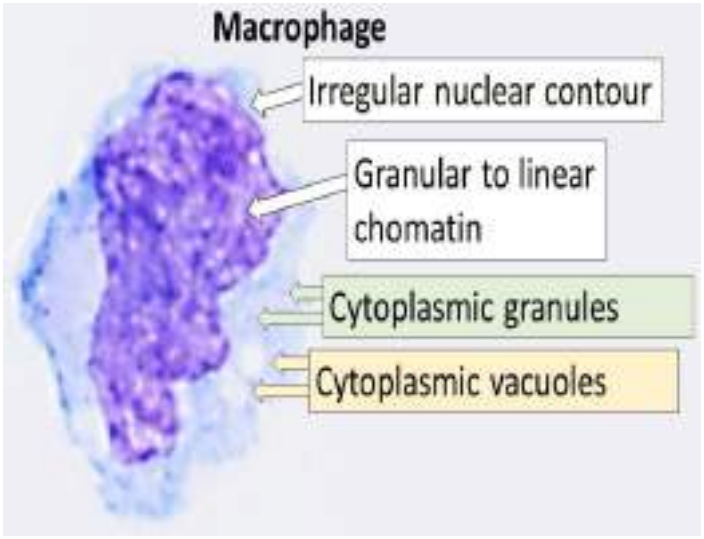


البلعم الكبري macrophage - خلية شـائعة الانتشـار في النسـيج الضـام المفكك وتكثر قرب الأوعية الدوية وهي تشـتق من الخلية الوحيدة monocyte التي تدخل مجرى الدم وتتحول transform بسـرعة إلى بلعم كبري ذو فعالية بلعمية phagocytosis ، شكل الخلية غير منتظم وذو بروزات قصيرة غير حادة ولها حركة أميبية ، نواتها بيضـوية والنويات غير واضـحة والسـايتوبلازم يتلون أدكن مما في الأرومة الليفية وقد يحوي فجوات صـغيرة ، والبلاعم الكبرية عناصـر مهمة في الدفاع عن الجسـم فتهضـم المواد العضـوية الملتهمة بوسـاطة الانزيمات المحللة الموجودة في الجسـيمات الحالة lysosomes والأجسـام غير القابلة للهضـم تبقى داخل السايتوبلازم.

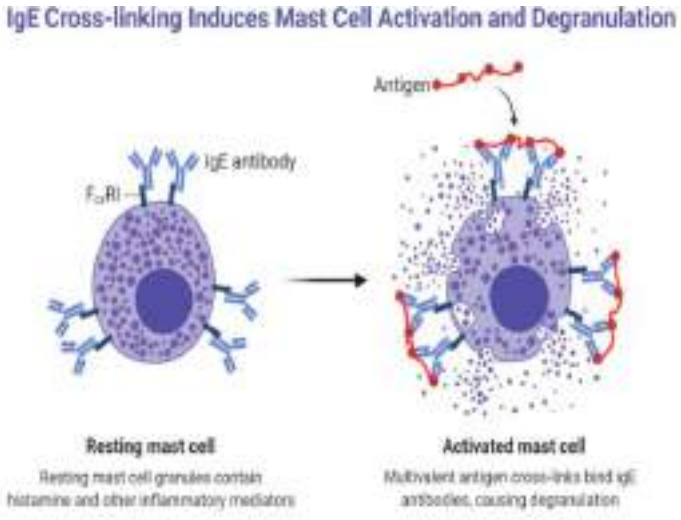
للبلاعم الكبرية تسـميات مختلفة حسـب تواجدها في أنسـجة الجسـم إذ تدعى خلايا كوبفر kupffer في الكبد والحوصـلية البلعمية alveolar macrophage في الرئة و microglial في الجهاز العصـبي المركزي و osteoclasts في نقي العظم و langerhan's cell في الجلد و mesangial cell في الكلية.

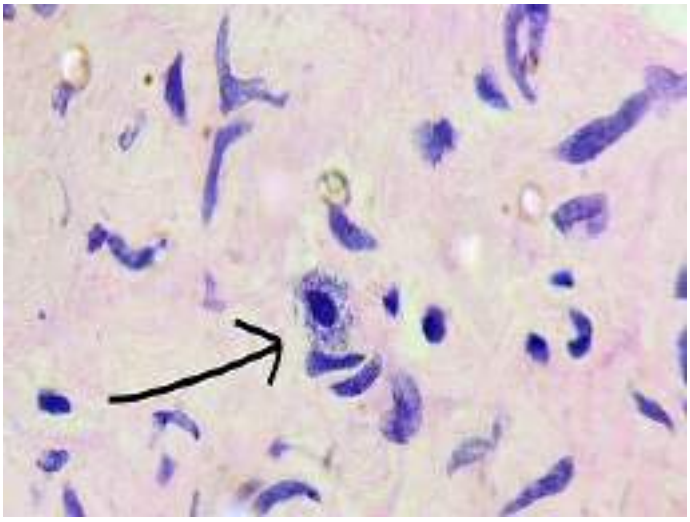
تفرز البلاعم الكبرية مواد مهمة مثل انزيمات حالة lysozyme و elastase و collagenase ، وعندما تواجه البلاعم أجسـاماً كبيرة غريبة تندمج مع بعضـها للتعاون على التهامه مكونة خلايا عملاقة تدعى الخلايا العملاقة متعددة النوى ذات الأجسام الغريبة multinucleated foreign giant cells





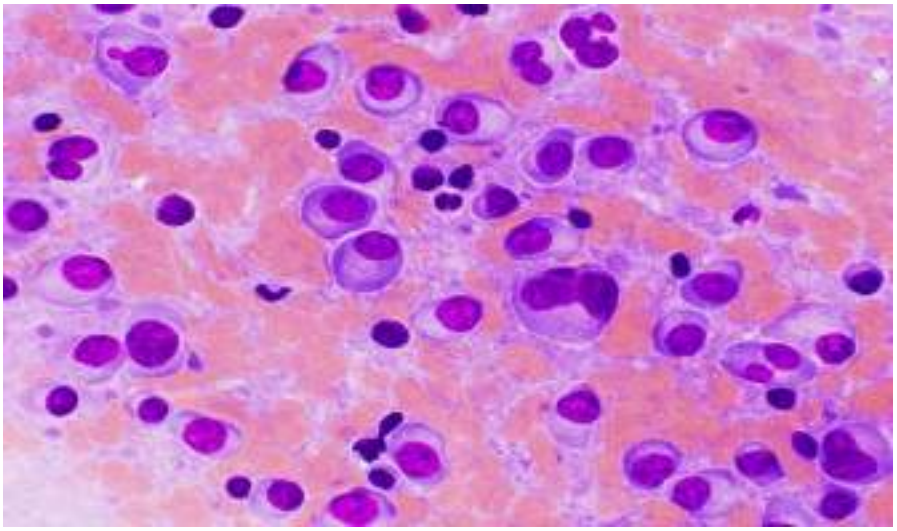
الخلية البدينة mast cell - واسعة الانتشار في النسيج الضام ، كبيرة الحجم بيضوية إلى مدورة الشكل حدودها غير منتظمة والهيولي واضح مملوء بحبيبات كبيرة إفرازية حاوية على مكونات معدلة مناعياً مثل الهستامين histamine الموسعة للأوعية الدموية والهيبارين heparin مادة مانعة لتخثر الدم ، حيث تظهر هذه الحبيبات في كثير من التحضيرات المجهرية كأنها خارج الخلية وذلك بسبب تمزق الغشاء الخلوي اثناء التحضير ، وظيفة هذه الخلية هي توسطها في تفاعلات الحساسية من خلال إطلاق هذه المعدلات المناعية كاستجابة لارتباط المستضد بسطح الأجسام المضادة للخلية.





الخلية البلازمية plasma cell - غير واسعة الانتشار في النسج الضامة لكن توجد غالباً في الأغشية المصلية والنسيج اللمفي وتكثر في مواقع الالتهابات المزمنة ، وهي صغيرة الحجم كروية أو بيضوية واضحة الحدود والنواة كروية أو بيضوية غير مركزية والمادة الكروماتينية شعاعية الترتيب بشكل كتل clumps قرب الغلاف النووي تشبه أرقام الساعة clock-face والهيولي متجانس يحوي جهاز كولجي متطور ومتميز وكمية كبيرة من الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة التي تحمل الرايبوسومات المسؤولة عن تكوين الأضداد antibodies

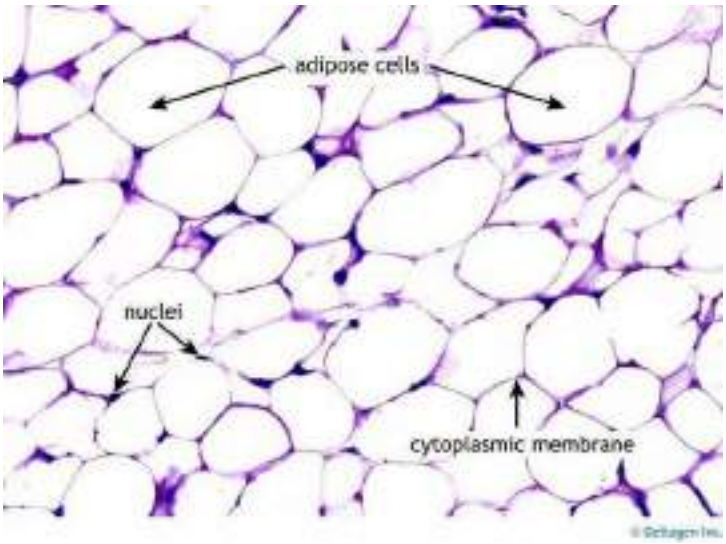
التي تتحرر موضعياً أو تنتقل إلى الدورة الدموية أو تخزن ضمن حويصلات سايتوبلازمية.

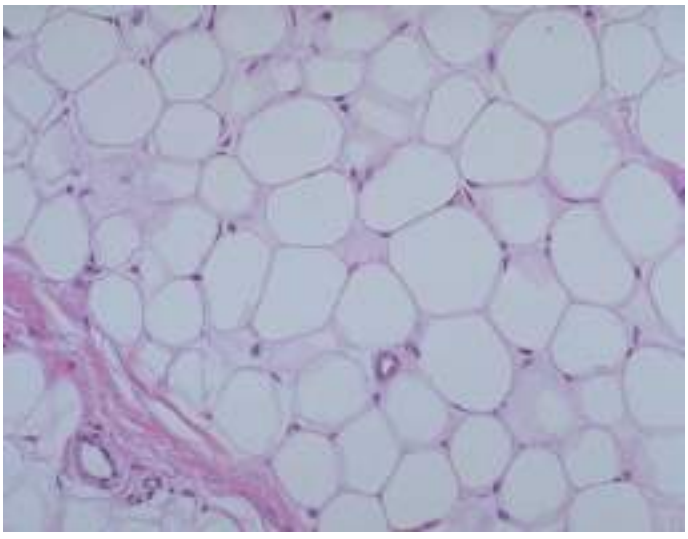


الخلية الدهنية adipose or fat cell - توجد بشكل مفرد أو مجاميع صغيرة عند تجمعها بشكل مجاميع كبيرة يتكون النسيج الشحمي adipose tissue وتمتاز الخلية بكونها كروية تحوي قطيرة واحدة كبيرة من الدهن تحيطها طبقة نحيفة من الهيولي الحاوي على نواة مسطحة في جانب من جوانبه ، وتذوب المادة الدهنية في معظم التحضيرات النسيجية تاركة فراغاً محاطاً بمنطقة السايتوبلازم الضيقة.وهناك طرائق خاصة لاظهار المادة الدهنية في داخل الخلية وذلك بمعاملتها بـ- osmic acid تحاط الخلايا الدهنية بشبكة من ألياف شبكية دقيقة ، والخلية الدهنية كاملة التكوين غير قادرة على الانقسام الخيطي الاعتيادي لذا تتكون خلايا جديدة من خلايا بدائية غير متخصصة (خلية النسيج المتوسط) ، وهناك نوعين من الخلايا الدهنية:

***صفراء yellow fat** تحوي قطيرة دهنية مفردة كليسريدات ثلاثية triglycerides تعمل على خزن الطاقة وكطبقة عازلة.

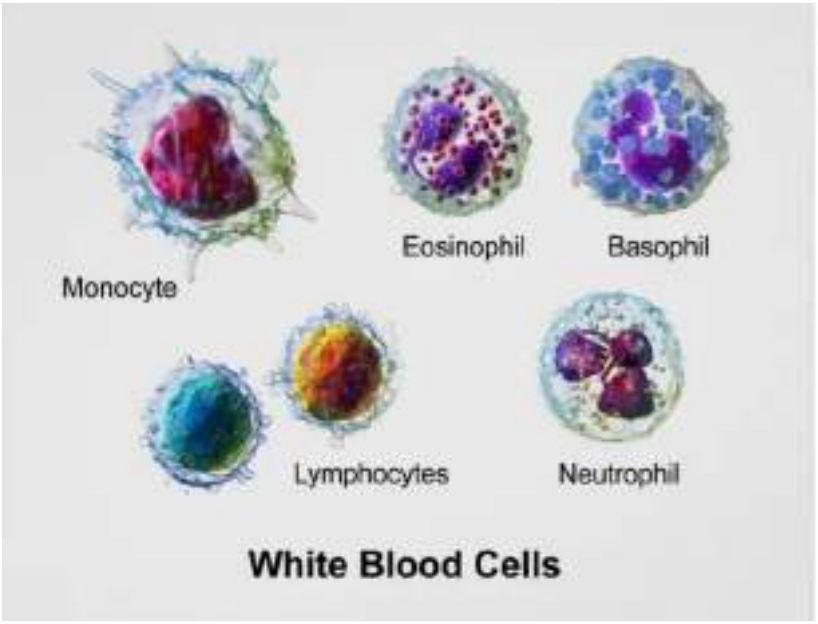
***بنية brown fat** تحوي قطيرات دهنية عديدة ، تظهر هذه الخلية غالباً بعد الولادة في البشر وبوفرة في الحيوانات التي تمر بالسبات hibernating لإنتاج الحرارة.





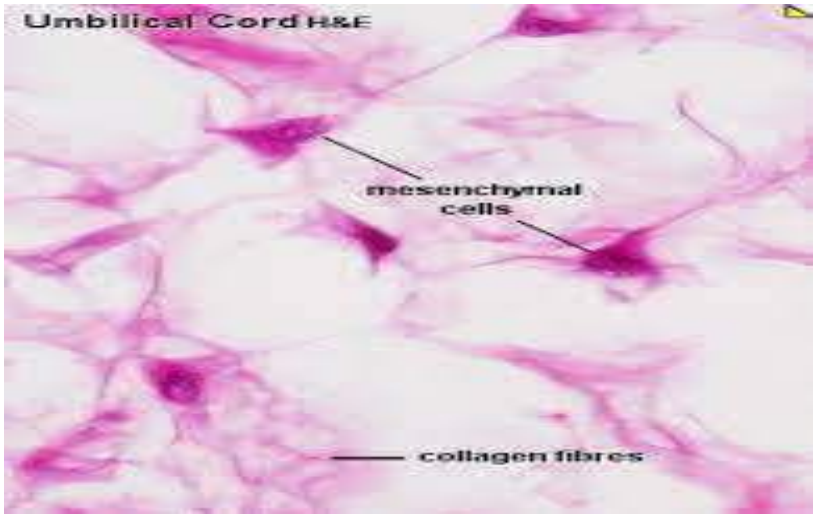
خلية الدم البيضاء leukocytes - رغم وجودها ضمن نسيج الدم لكنها تنجز وظائفها الرئيسة خارج الأوعية الدموية لذا تلاحظ في النسيج الضام المحيط بالأوعية الدموية ، مثالها الخلية اللمفية lymphocyte التي

تهاجر مجرى الدم بعملية الانسلال diapedesis متغلغلة بين الخلايا المبطنة للأوعية الدموية الصغيرة ، أو قد تكون نشأت من خلايا النسيج الضام نفسه ويمكن أن تعود لمجرى الدم ، من الخلايا البيض الأُخرى التي- تهاجر إلى النسيج الضام الحمضة acidophilic leukocyte - وهذه تكثر في النسيج الضام للثدي وقت انتاج الحليب وفي القناة التنفسية والهضمية وتحت النسيج الظهاري المبطن لهما ، والعدلة neutrophilic leukocyteالتي تغادر مجرى الدم في حالات الالتهاب فقط.

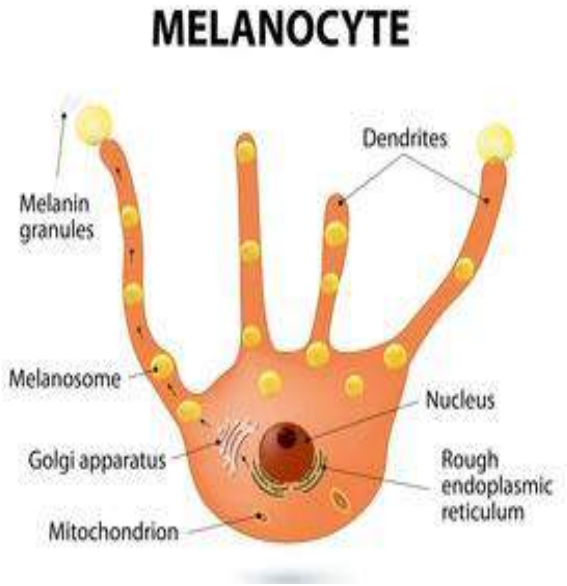


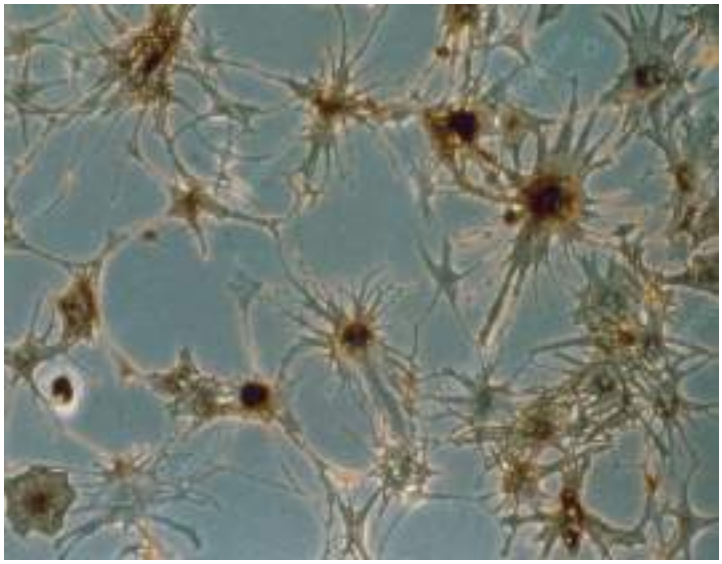
خلية النسيج المتوسط غير المتمايزة undifferentiated mesenchymal cell

تدخل في تركيب النسج الجنينية الضامة ومنها النسيج المتوسط ويعتقد أن بعض الخلايا الجنينية لهذا النسيج تبقى في البالغ وهي تشابه الأورمة الليفية مظهرياً لذا يصعب تمييزهما عن بعضهما ما عدا صغر حجم خلية النسيج المتوسط ، كما توجد على جدران الأوعية الدموية لاسيما الشعيرات ، بينما الأورمات الليفية تكون في تقارب شديد مع الألياف البيض ، كما يمكن تميزها من خلال استجابتها لحوافز معينة في المزرعة النسجية tissue cultureإذ لها القابلية على التحول إلى أنواع مختلفة من الخلايا.



الخلية الصباغية pigment cell - نادرة الوجود في النسيج الضام المفكك لكنها توجد في النسيج الضام الكثيف للجلد وفي الغشاء الذي يحيط بالدماغ والحبل الشوكي المسمى بالأُم الحنون pia mater وفي الطبقة المشيمية للعين . choroid coat ومثالها الخلية الملانية melanocyte التي تشتق من العرف العصبي neural crestخلافاً لبقية خلايا النسيج الضام التي تشتق من النسيج المتوسط mesenchyme وللخلية بروزات سايتوبلازمية غير منتظمة تحوي كبقية السايتوبلازم على حبيبات صباغية صغيرة تدعى الجسيمات الملانية melanosomes وهي أجسام بيضوية الشكل محاطة بغشاء رقيق وتحوي صباغ الملانين melaninالذي له دور كبير في امتصاص الأشعة الضوئية. كما تحوي أدمة الجلد بالإضافة للخلايا الملانية على حاملات الملانين melanophores وهي بلاعم كبرية سبق أن التهمت الجسيمات الملانية من الخلايا الملانية المنحلة أو الهرمة.





الخلية الشبكية reticular cell - نجمية الشكل على ارتباط وثيق بالألياف الشبكية ولها بروزات سايتوبلازمية طويلة تظهر مرتبطة ببروزات الخلايا المجاورة الأُخرى لكن السايتوبلازم غير مستمر فيها تشبه خلية النسيج المتوسط ويمكن أن تتحول إلى أنواع مختلفة من الخلايا وبعضها يتخصص لتكوين الألياف وبذلك تشبه الأرومة الليفية ، ولبعضها فاعلية بلعمية إذ تكوّن جزءاً من جدار الجيب اللمفي lymphatic sinusفي العقد اللمفية أو جيبانيات دموية blood sinusoid في الكبد والطحال فتسمى بالبلاعم الكبرية الثابتة fixed macrophages عندما يكون عدد البكتريا أو الأجسام الغريبة كثيراً ، كما يمكن أن تتحول الخلية الشبكية إلى خلايا دم بيض أو حمر.

الخلية الغضروفية chondrocyte - توجد في النسيج الضام الغضروفي وتتخذ الشكل الكروي تقريباً.

الخلية العظمية osteocyte - توجد في النسيج الضام العظمي وتتميز بشكلها النجمي وبروزاتها الطويلة.

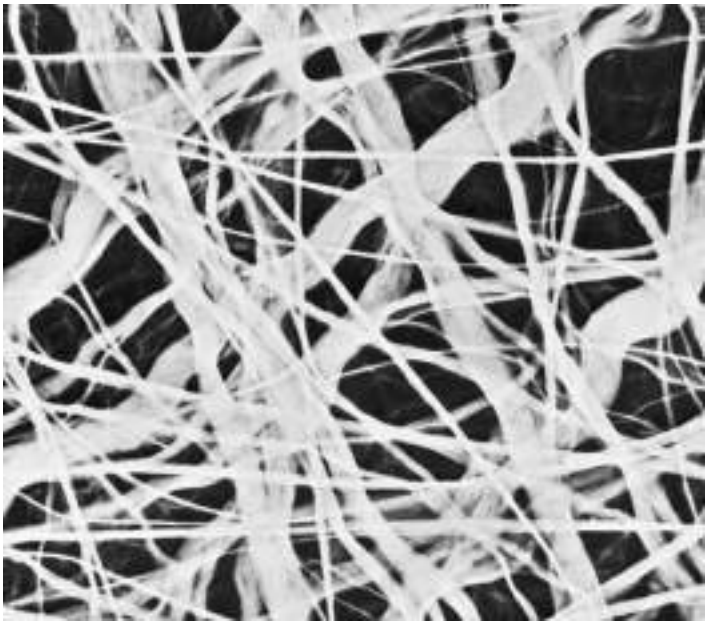
- **وظائف خلايا النسج الضامة**

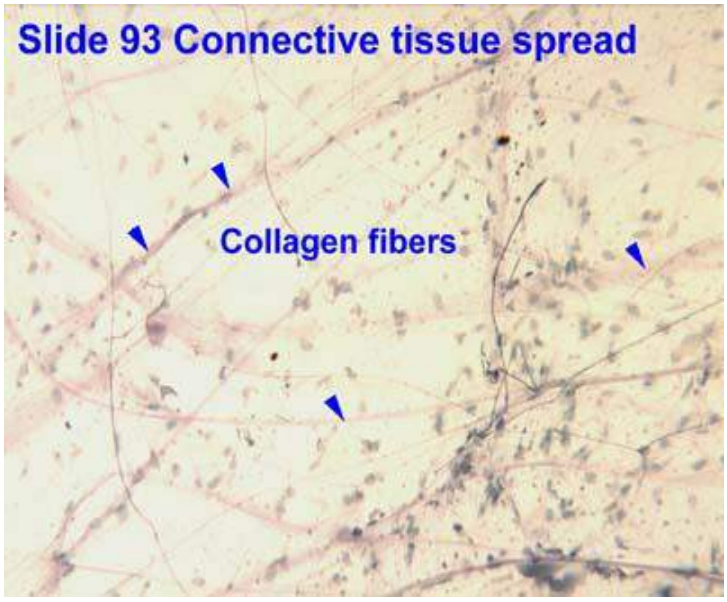
نوع الخلية	الفعالية او التمثيل الانتاجي	التمثيل الوظيفي
Fibroplast &chondrocyte &osteocyte	إنتاج الألياف والمادة الأرضية	وظيفة تركيبية
Plasma cell	إنتاج الأجسام المضادة	وظيفة دفاعية
Lymphocyte cell	إنتاج مكونات مناعية	وظيفة دفاعية

Eosinophil	اشتراك في تفاعلات الحساسية	وظيفة دفاعية
Neutrophil	ابتلاع المواد الغريبة والبكتريا	وظيفة دفاعية
Macrophage cell	ابتلاع المواد الغريبة والبكتريا	وظيفة دفاعية
Mast cell & Basophil	تحرير جزيئات فعالة مثل الهستامين	وظيفة دفاعية ، اشتراك في تفاعلات الحساسية
Adipose cell	خزن دهون متعادلة	خزن الطاقة ، انتاج حرارة

2-الألياف / Fibers وتشمل الأنواع الآتية:

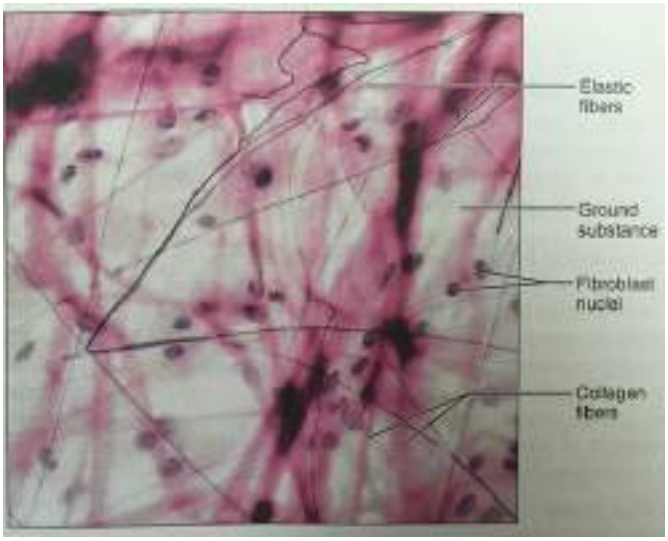
الألياف البيض أو الغراوية white or collagenous fibers - سُـميت كذلك للونها الأبيض قبل تلوينها (في حالة الطراوة) وتكون بشـكل حزم bundles متموجة في اتجاهات مختلفة ، كل حزمة تتكون من ألياف يتراوح قطر الواحد منها بين(1 - 20 مايكرون)وكل ليف يتكون من عدد كبير من ليفيات fibrils يتراوح قطر الواحد منها بين 0.3-0.5 مايكرون ويمكن ملاحظة اللُييف تحت العدسة الزيتية للمجهر الضوئي موازية لبعضها ومتماسكة بمادة ملاطية (سمنتية) ، والليفيات لا تتفرع في حين أن الليف الواحد يتفرع وقد يتحد فرع ليف مع آخر ، ويُظهر المجهر الالكتروني أن اللييف متكون من تراكيب خيطية أدق تدعى الليفيات الصغرية microfibrils يتراوح قطر الواحد منها بين 0.02 - 0.1 مايكرون. إن الألياف البيض لينة وقوية لكنها غير مطاطة أي تقاوم التمدد وتتكون من بروتين المغراء collagen الذي يتحول عند غليه بالماء إلى سـائل جيلاتيني هو الصـمغ الحيواني animal glue، تنتفخ الألياف البيض عند وضـعها في الحوامض والقواعد المخففة وتذوب في القوية منها وتهضـم بوسـاطة انزيم الببسـين pepsin في المحلول الحامضـي ولا تتأثر بالعصـارة البنكرياسـية ، حامض tannic يحول الغراء إلى مادة قوية القوام ويكون مقاوم للذوبان في الماء وهذا أساس عمل دباغة الجلود ، توجد الألياف البيض في الأوتار والأربطة.

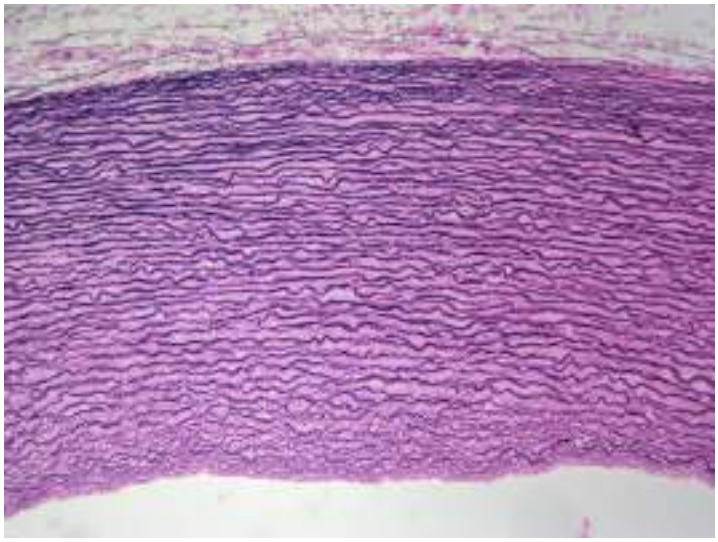




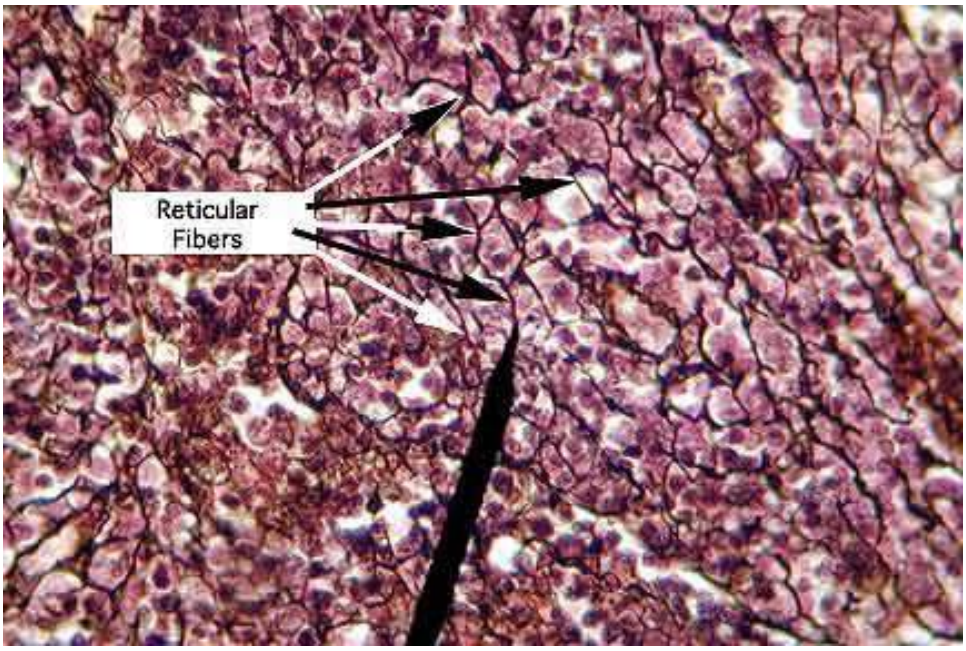
الألياف الصفر أو المرنة yellow or elastic fibers - سُميت كذلك لأنها تضفي اللون الأصفر للنسيج الطري عندما توجد فيه بكميات كبيرة ، وتكون الألياف طويلة ورفيعة وقد تكون بشكل شرائط سميكة أو صفائح مثقبة يتراوح قطرها بين أقل من 1 - 12 مايكرون اعتماداً على شكلها ، تتفرع هذه الألياف وتلتقي وقد تكون

مفردة ولا تشكل حزماً وتكون مرنة وسهلة التمدد ، ويظهر تحت المجهر الالكتروني أن الليف الأصفر الواحد يتكون من تجمعات من لييفات صغرية نبيبية tubular microfibrils رفيعة قطرها 100 انكستروم مكونة من بروتين سكري glycoprotein ويحيط بمنطقة مركزية مكونة من بروتين المرنين elastin ، لا يتأثر هذا النوع من الألياف بالغليان ولا بالقواعد والحوامض المخففة ولا بإنزيم الببسين لكنها تتأثر بالعصارة البنكرياسية لوجود إنزيم الإيلاستيز elastase فيها. توجد في أماكن تحتاج مرونة كبيرة مثل الرئتين والشرايين.





الألياف الشبكية reticular fibers - ألياف متفرعة ومتشابكة غير مرئية بالهيماتوكسلين والايوسين لكنها تُرى عند تلوينها بأملاح الفضـــة بصـــورة أعمق من الألياف البيض وســـبب ذلك يُعزى إلى احتواء الألياف الشـبكية على نسـبة عالية 6% أو أكثر من الهكسـونات hexones مقارنة بما هو موجود في الألياف البيض 1% وتظهر تحت المجهر الالكتروني مكونة من لييفات مشـابهة في تركيبها للييفات الألياف البيض لذا يمكن عدّها أليافاً بيض فتية غير تامة التكوين لا سيما أن هذا النوع من الألياف أول أنواع الألياف ظهوراً في الجنين ، كما أنها ترافق الألياف البيض في بعض المناطق لذا تظهر مرحلة تحول النوع الأول إلى الثاني ، وتكثر الألياف الشبكية في الأعضاء اللمفاوية وفي الحدود بين النسيج الضام والنسج الأُخرى.



3- المادة الأساس / Ground substance تتميز بخصائص يمكن ايجازها بما يأتي:

*مادة شفافة متجانسة ليس لها شكل معين ، تشغل المسافات بين الخلايا والألياف.
*قوامها سائلاً أو نصف سائل أو جيلاتيني أو صلب.
* .تعمل على حماية وربط عناصر النسيج الضام ، كما تعد وسطاً لمرور الجزيئات نفاذ المواد المغذية والفضلات والغازات بين الخلايا وهجرة الخلايا وأيضاً موضعاً لخزن الماء.
*تتكون من glycosaminoglycans (GAGs)أكثر أنواعها شيوعاً هو الحامض الهايلوروني hyaluronic acid الذي يرتبط بالماء بسهولة ولذا يسهل تبادل المواد بين الخلايا النسجية وبلازما الدم ، السكريات الأمينية السكرية كانت تسمى سابقاً acid mucopolysaccharides وهي عبارة عن عديد سكريات مكون من تكرار وحدات ثنائية السكريات disaccharide .
يوجد في النسيج الضام فضلاً عن الخلايا والألياف والمادة الأساس سائل يسمى السائل النسجي tissue fluid يترشح من خلال جدران الشعيرات الدموية الذي يكون غشاء نضف ناضح وبهذا تكون مكوناته مشابهة لبلازما الدم التي بأستطاعتها الانتشار من خلال جدار الشعيرة الدموية . ويتباين حجم السائل النسجي من نسيج إلى آخر ، كما توجد اختلافات فسلجية ومرضية ضمن النسيج الواحد. ومن الحالات المرضية الشائعة ما يسمى بالوذمة edema التي تحدث عندما يكون هناك زيادة موضعية في حجم السائل النسجي. تقوم المادة الاساس بحماية وربط العناصر المكونة للنسيج الضام وتعد وسطاً لحركة الخلايا ووسطاً لنفاذ المواد الغذائية والفضلات والغازات بين الخلايا وتكون موضعاً مهما لخزن الماء. ومن الجدير بالذكر ان المادة الاساس لا يمكن رؤيتها في الشرائح الاعتيادية وذلك لانها تستخلص من النسج بسبب المثبتات الاعتيادية المستعملة في تحضير الشرائح النسجية .