الأنسجة الضامة

خصائص الأنسجة الضامة

- تتكون من خلايا (قليلة - متباعدة) و ألياف و مادة بينية
- الألياف علي الرغم من شيوعها في معظم الأنسجة الضامة، لا توجد في بعض الأنواع مثل الدم
- المادة البينية قد تكون شبه صلبة كما في الغضروف أو صلبة كما في العظم أو طرية كما في معظم الأنسجة الضامة
- وجود أوعية دموية

وظائف الأنسجة الضامة

- **الدعامة:** و يتمثل ذلك في عظام العمود الفقاري و الأطراف
- **الحماية:**

– ميكانيكية كما في الجمجمة التي تحمي الدماغ و القفص الصدري الذي يحمي الرئتين و القلب

– كيميائية:

- تلتهم بعض مكونات الأنسجة الضامة مثل الخلايا الأكولة phagocytes الأجسام الغريبة و تفككها بانزيماتها
- الخلايا البلازمية تكون أجسام مضادة antibodies تتحد مع الأجسام الغريبة كالبكتريا و الفيروسات

وظائف الأنسجة الضامة

- **تخزين الدهون للتزود بالطاقة** كما في الخلايا الدهنية adipocytes
- **ضم الأنسجة المختلفة ببعضها:**
  - الأربطة ligaments تشد العظام إلي العظام
  - الأوتار tendons تربط العضلات بالعظام

منشأ الأنسجة الضامة

- تنشأ من خلايا طبقة الميزودرم
- و يسمي النسيج الضام الجنيني بالميزنشيم mesenchyme
  - – خلاياه تحتوي علي أنوية بيضاوية و نويات عديدة و مادة كروماتينية منتشرة أما السيتوبلازم فهو قليل
  - – يشغل الحيز بين الخلايا مادة لزجة تحتوي علي ألياف قليلة

خلايا الأنسجة الضامة

الخلايا الثابتة

Fixed Cells

- **الخلايا الليفية:**

– هذا النوع هو الأكثر شيوعا

– تقوم بتصنيع الألياف و المادة البينية

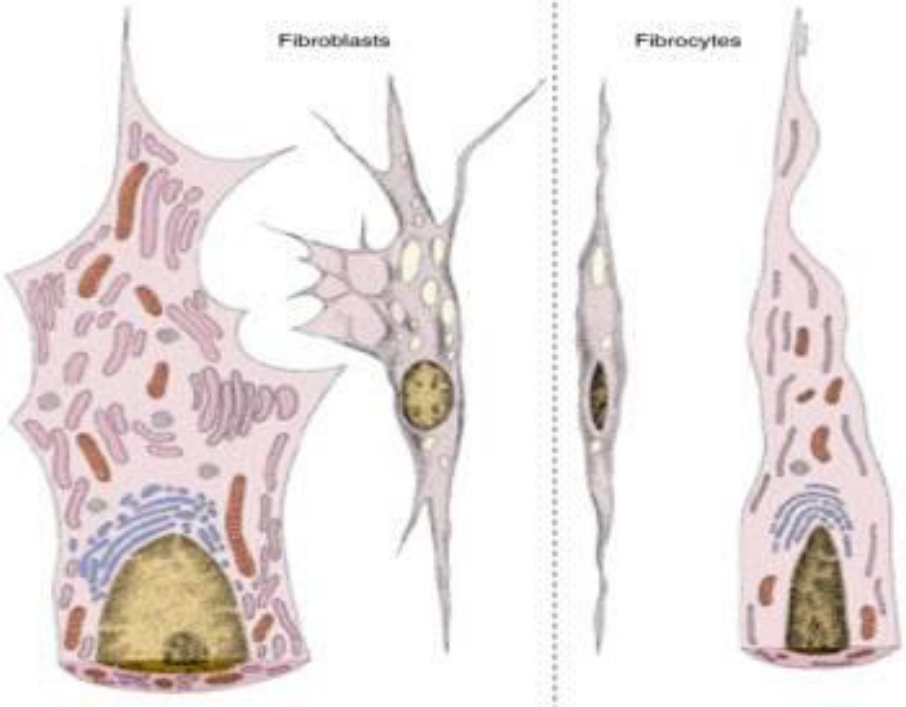
– **الخلايا الليفية اليافعة Fibroblasts :**

- خلايا نشطة
- تمتاز بسيتوبلازم وافر و متفرع
- يحتوي السيتوبلازم علي شبكة أندوبلازمية خشنة كبيرة علاوة علي مركب جولجي وافر
- الأنوية بيضاوية كبيرة ذات مادة كروماتينية منتشرة و نويات بارزة

– **الخلايا الليفية الناضجة Fibrocytes:**

- مغزلية الشكل
- لها بروزات أقل من الخلايا اليافعة
- الأنوية داكنة و مستطيلة
- السيتوبلازم قليل الشبكة الاندوبلازمية

الخلايا الليفية اليافعة و الناضجة
Fibroblasts and Fibrocytes



- **الخلايا الأكولة Macrophages or Histiocytes:**
  - تنشأ هذه الخلايا من خلايا سلفية في نخاع العظام تنقسم لتكون خلايا أحادية النواة monocytes تنتشر في الدم ثم تهاجر فيما بعد إلي الأنسجة الضامة حيث تنضج و تكون خلايا أكولة كبيرة تنقسم لإنتاج المزيد منها
  - تكون نظام الخلايا الأكولة أحادي النواة mononuclear phagocyte system
  - **الوظيفة:** التهام الأجسام الغريبة مثل الفيروسات و البكتريا

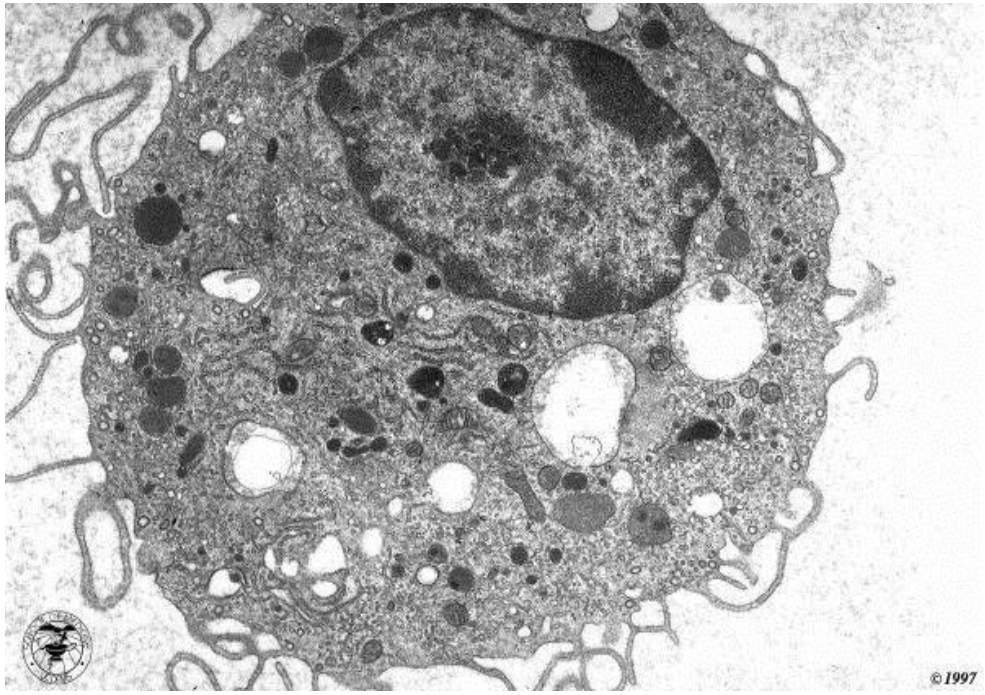
- يطلق علي الخلايا الأكولة أسماء خاصة في مواقع مختلفة من الجسم:
  - « خلايا كوبفر Kupffer في الكبد
  - « الخلايا الدبقية الدقيقة microglial cells في النسيج العصبي
  - « الخلايا المفككة للعظم osteoclasts
  - « الخلايا المفككة للغضروف chondroclasts

– تمتاز الخلايا الأكولة بالخصائص التالية:

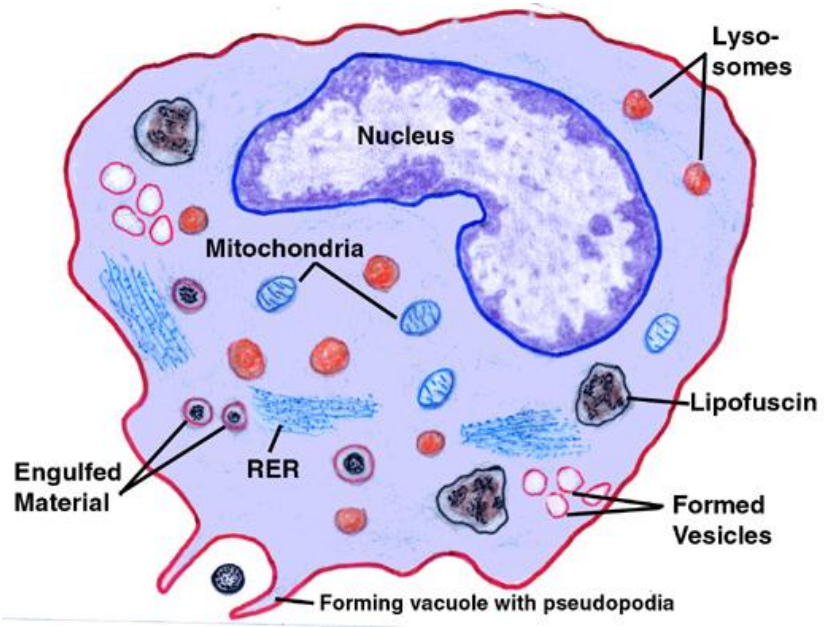
- أسطح ذات بروزات عديدة
- مركب جولجى وافر و عدة أجسام محللة lysosomes و شبكة أندوبلازمية بارزة
- أنوية كلوية الشكل ذات مواقع لا مركزية

الخلايا الأكولة

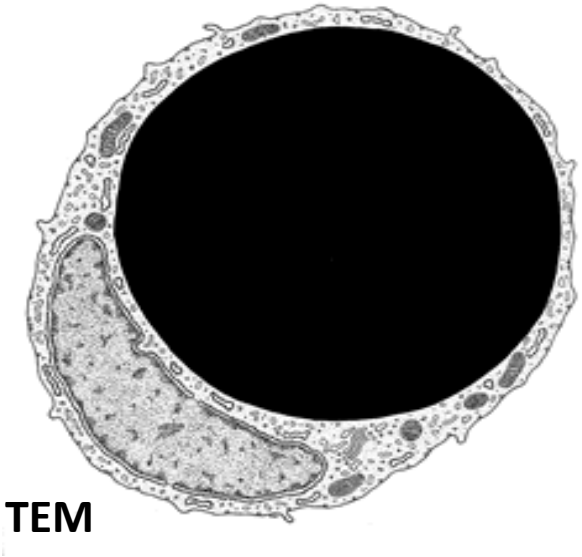
Macrophages

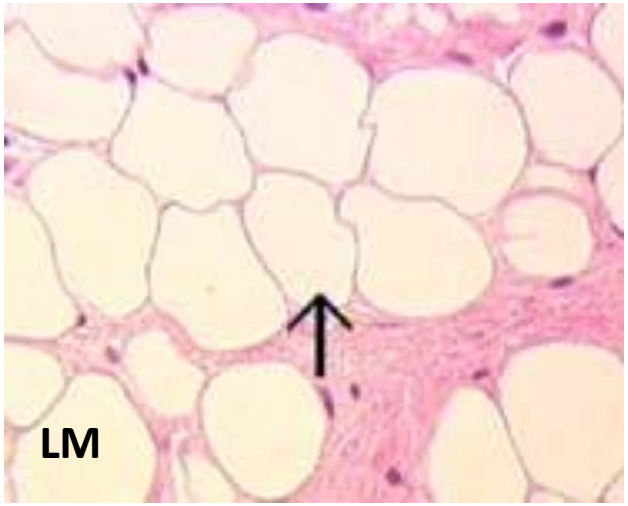


TEM



- **الخلايا الدهنية adipocytes:**
  - تقوم هذه الخلايا بتخزين الدهون و أنتاج الطاقة
  - و بدراسة الخلايا الدهنية بالمجهر الالكتروني يمكن مشاهدة شبكة أندوبلازمية قليلة و عدة ميتوكوندريا و مركب جولجي


TEM


LM

الخلايا المتجولة
Free or wandering cells

- **الخلايا الصارية Mast Cells:**

– تتميز بالاتي:

- سيتوبلازم ممتلئ بحبيبات محبة للقواعد وهي محاطة بغشاء membrane-bound basophilic granules

و من محتويات هذه الحبيبات:

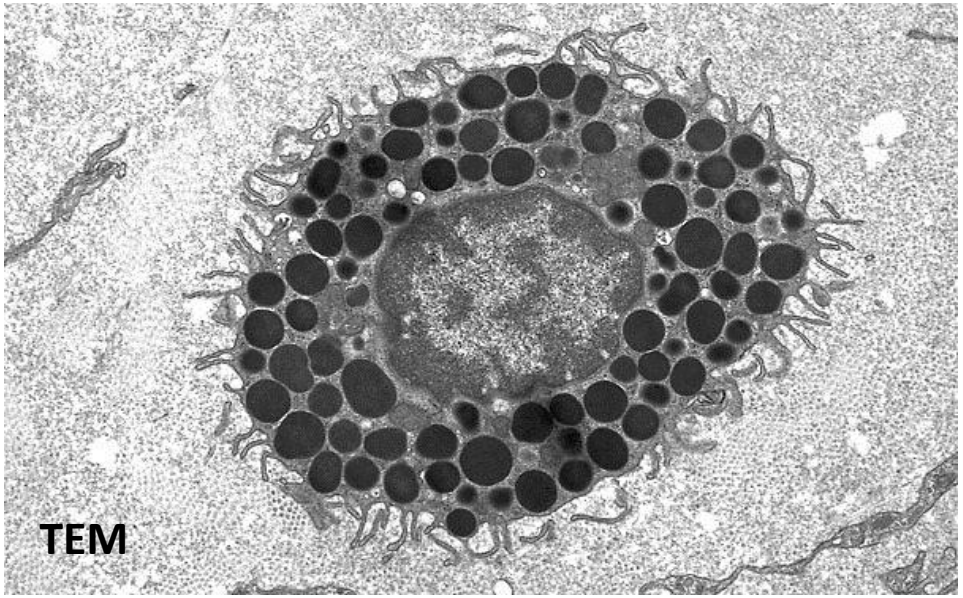
– الهستامين histamine الذي تؤدي زيادة أفرازة إلي انقباض العضلات الملساء في الشعيرات التنفسية و توسيع الشعيرات الدموية و زيادة نفاذياتها

– الهيبارين الذي يمنع تجلط الدم

- الميتوكوندريا قليلة العدد و صغيرة الحجم
- شبكة أندوبلازمبة قصيرة الأنابيب
- مركب جولجي وافر

- وظيفة الخلايا الصارية:

– إطلاق مواد كيميائية تعزز تفاعلات الحساسية الفورية immediate hypersensitivity reaction



- **الخلايا البلازمية Plasma cells:**

– توجد بوفرة في مواقع معرضة لاختراق البكتريا و الأجسام الغريبة إضافة إلي المناطق المصابة بالتهاب

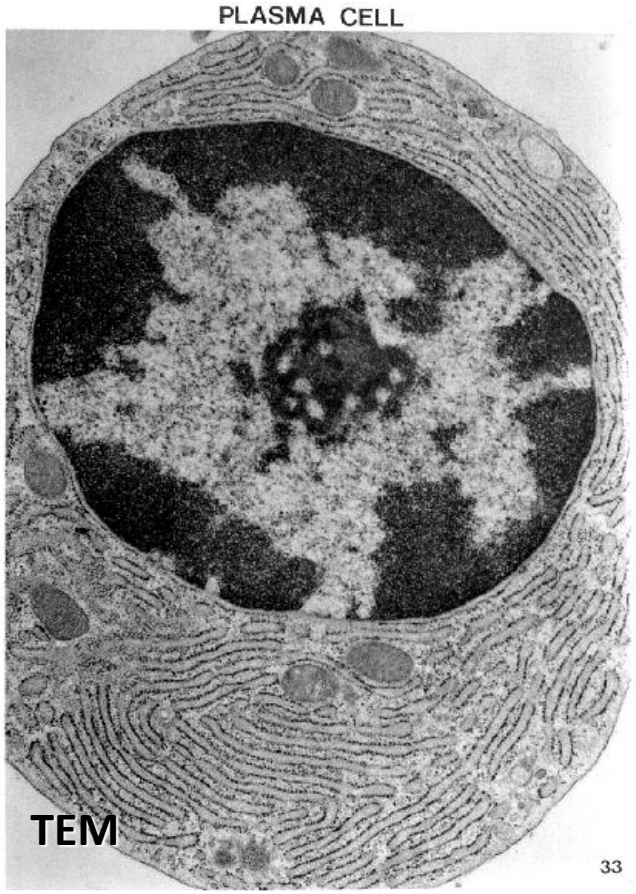
- مثال: بطانة الأمعاء

– مميزاتها:

- شكل بيضاوي
- سيتوبلازم محب للقواعد basophilic cytoplasm
- السيتوبلازم غني بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة
- مركب جولجي قريب من نواة تحتوي كروماتين كثيف طرفي

– وظيفة الخلايا البلازمية: أنتاج أجسام مضادة antibodies تتفاعل مع أجسام غريبة (مولدات الألتصاق antigens) و تبطل مفعولها

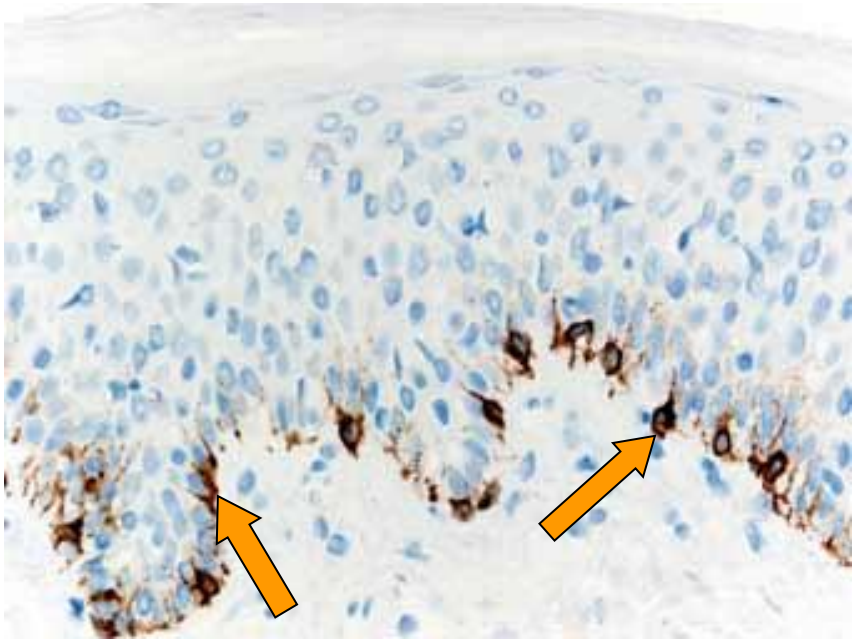
– نادرا ما تنقسم الخلايا البلازمية (متوسط العمر 10-20 يوم)

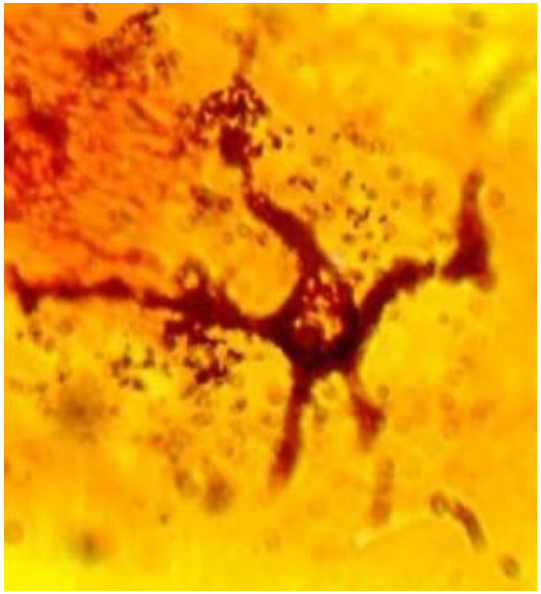


- **الخلايا الصبغية Melanocytes:**

– خلايا متفرعة تحتوي علي صبغة الميلانين

– توجد في طبقة الأدمة في الجلد و قذحية العين





- **خلايا الدم البيضاء White blood cells or leucocytes:**

– كثيرا ما توجد خلايا الدم البيضاء في النسيج الضام ذلك أنها تعبر جدر الشعيرات الدموية و الأوردة بشكل دائم و تزداد أعدادها في حالة التهاب الأنسجة

– **الخلايا الليمفاوية Lymphocytes:** ذات سيتوبلازم ضئيل و أنويه دائرية تحتوي علي مادة كروماتينية كثيفة

- تتميز لنوعين:

– النوع التائي T cells المسئول عن الاستجابة المناعية الخلوية cell mediated immune response

– النوع البائي B cells الذي ينقسم عدة مرات عند تعرضه لمولدات الالتصاق ليولد خلايا البلازما plasma cells التي تكون الأجسام المضادة

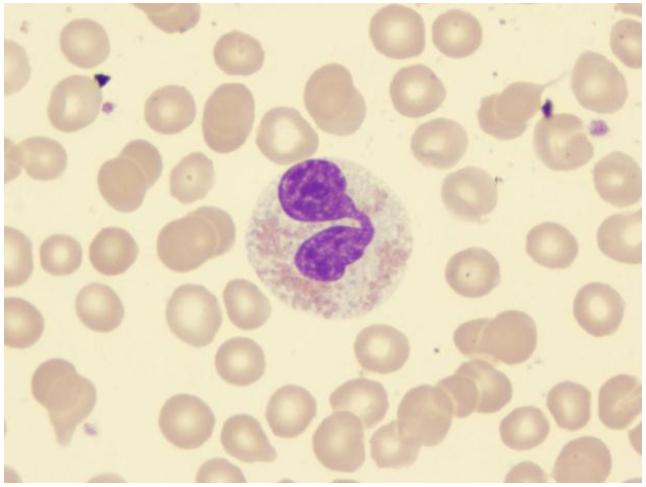
– الخلايا متعادلة الأصباغ Neutrophils:

- خلايا أكولة
- تنجذب لمواقع الالتهاب
- تمتاز بأنوية ذات فصوص متعددة و سيتوبلازم يحتوي حبيبات بروتينية

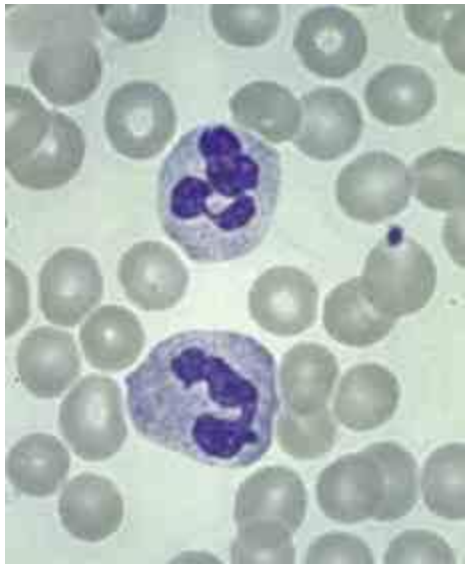
– الخلايا حامضية الأصباغ Eosinophils:

- تمتاز هذه الخلايا بحبيبات محبة للايوسين eosinophilic granules
- الأنوية ثنائية الفصوص
- يزداد عددها في الحالات التي يتعرض فيها الإنسان إلي أمراض طفيلية و إلي الحساسية

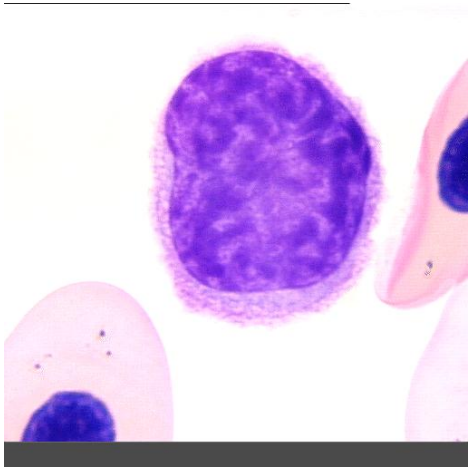
خلية حامضية الأصباغ

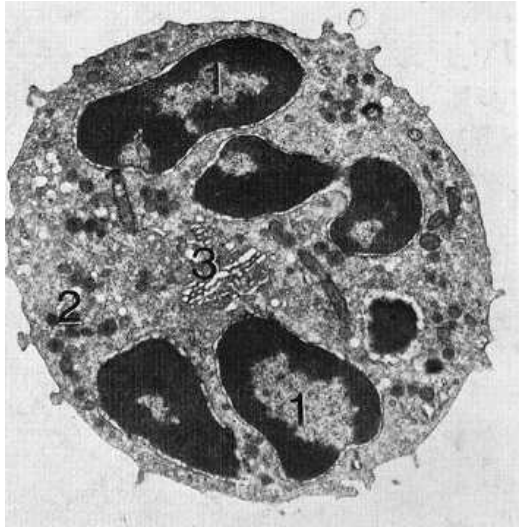


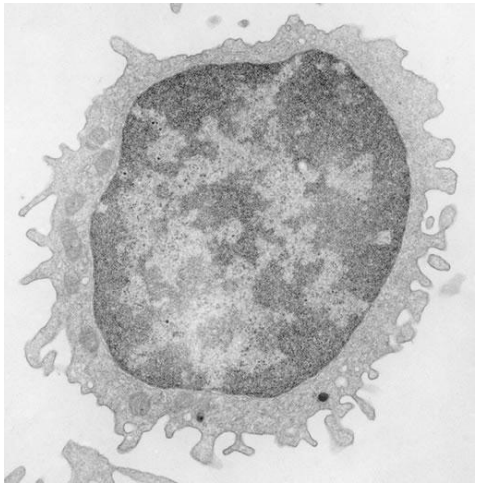
خلية متعادلة الأصباغ



الخلية الليمفاوية







ألياف الأنسجة الضامة

- ثلاثة أنواع:
  - كولاجين collagen
  - مرنة elastic
  - شبكية reticular

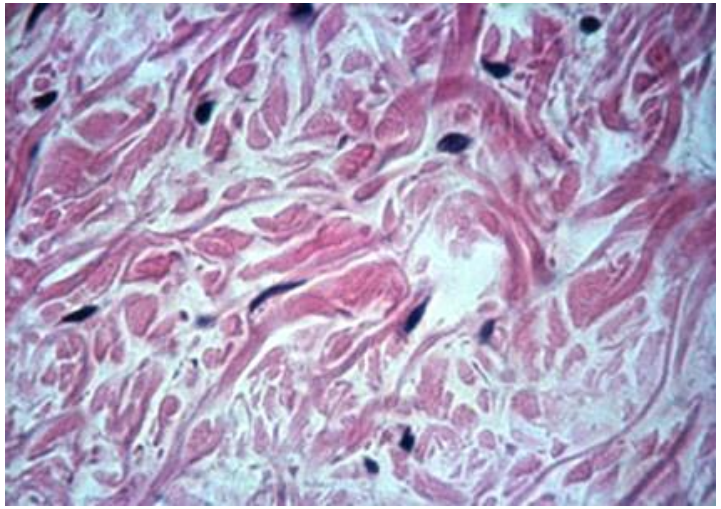
- تتشكل الألياف الكولاجينية و الشبكية من بروتين الكولاجين
- تتألف الألياف المرنة من بروتين الاستين elastin

ألياف الكولاجين

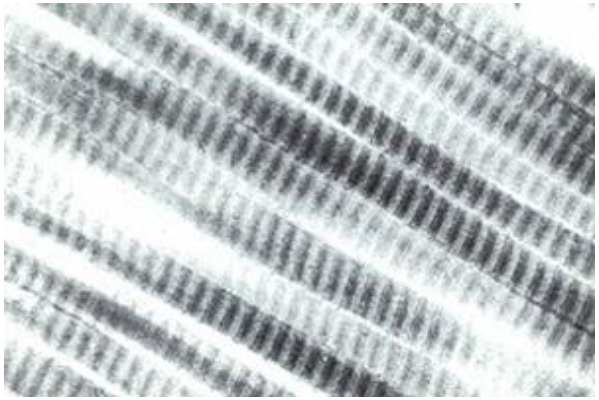
- غير قابلة للتمدد
- لها قطر يتراوح بين 1-20 µm
- يطلق عليها الألياف البيضاء
- تظهر بالون وردي عند صبغ التحضيات بصبغ إيوسين eosin
- توجد في حزم منتظمة أو مبعثرة
- كان يعتقد أن تصنيع هذه البروتينات مقتصر علي خلايا الأنسجة الضامة الليفية و الغضروفية و العظمية و لكن البحوث بينت أنه يمكن تصنيع هذه البروتينات في أنواع خلوية مختلفة

ألياف الكولاجين

H.E-stained light micrograph



SEM

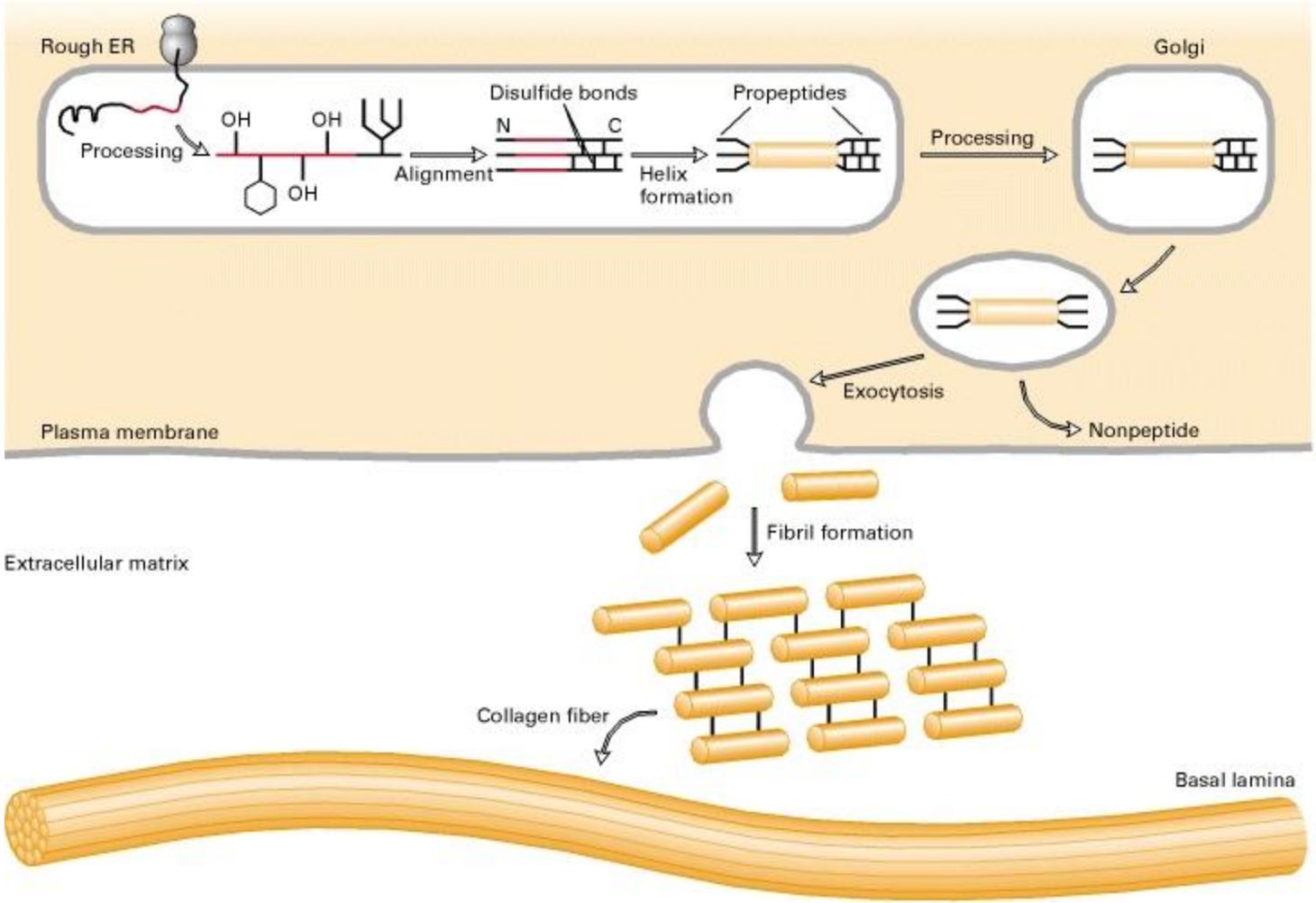


TEM

تصنيع الكولاجين

1. تصنيع جزئ mRNA لكل نوع من سلاسل ألفا الثلاثة المتعدد الببتيد ثم انتقال جزيئات mRNA من النواة إلي الريبوسومات علي سطح الشبكة الاندوبلازمية حيث تصنع هذه السلاسل
2. إدخال السلاسل المذكورة إلي الشبكة الاندوبلازمية علي هيئة جزيئات ما قبل الكولاجين الأولي
3. إضافة مجموعة هيدروكسيل OH– إلي الحمض الأميني برولين proline ولايسين lysine
4. ربط جزيئات جالاكتوز و جلوكوز إلي الحامض الأميني هيدروكسي برولين hydroxyproline

5. تجميع سلاسل ألفا متعدد الببتيد علي هيئة لولب ثلاثي triple helix
6. نقل جزيئات كولاجين الأولي إلي حويصلات إفرازية في مركب جولجي
7. أخراج جزيئات كولاجين الأولي إلي الحيز بين الخلايا
8. تجميع جزيئات الكولاجين علي هيئة ليفات fibrils قطرها يتراوح بين 20-90 nm
9. تقوية تركيب الليفات بروابط تساهمية
10. تتجمع الليفات في جزيئات من نوع I و III لتكون ألياف
11. في الكولاجين من النوع I تتجمع الألياف لتكون حزما
12. في الكولاجين من النوع II فتبقي الليفات كما هي دون أن تتجمع علي هيئة ألياف
13. تتكون ألياف كولاجين IV من ليفات نحيفة (ذات قطر يبلغ 45 nm)

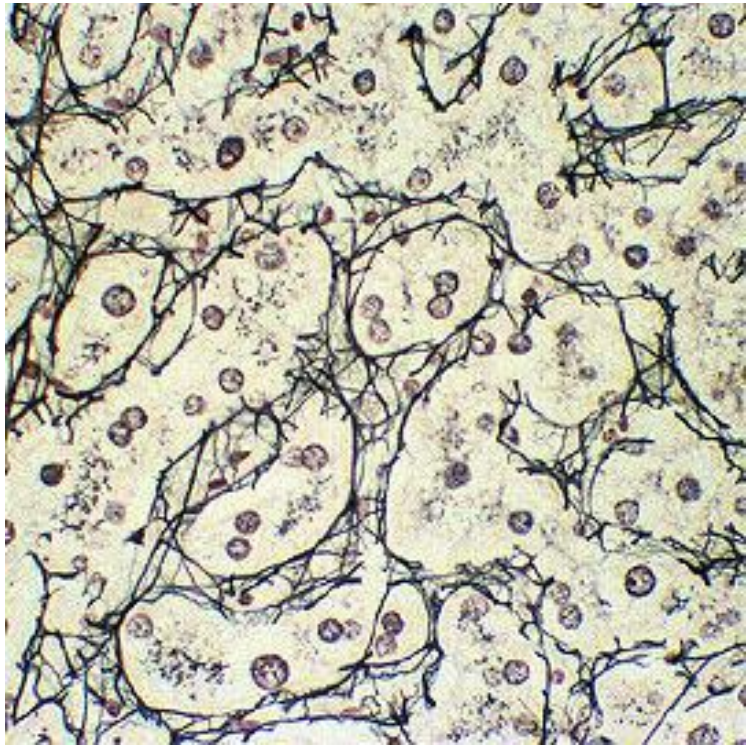

Rough ER
Golgi
Processing
OH
OH
OH
Alignment
Disulfide bonds
N
C
Helix formation
Propeptides
Processing
Exocytosis
Nonpeptide
Plasma membrane
Extracellular matrix
Fibril formation
Collagen fiber
Basal lamina

- أي خلل في مراحل تخليق ألياف الكولاجين يؤدي إلي أمراض مختلفة مثل تمزق الأبهر و الأمعاء الدقيقة و عدم كفاءة عضلة القلب و انكسار العظم
- يؤدى تكديس ألياف الكولاجين في عضو ما إلي حالة تصلب sclerosis كما يحدث في الجلد و الكلية و الأنبوب الهضمي و العضلات الذي يقلل من مرونة هذه الأعضاء

الألياف الشبكية
Reticular Fibers

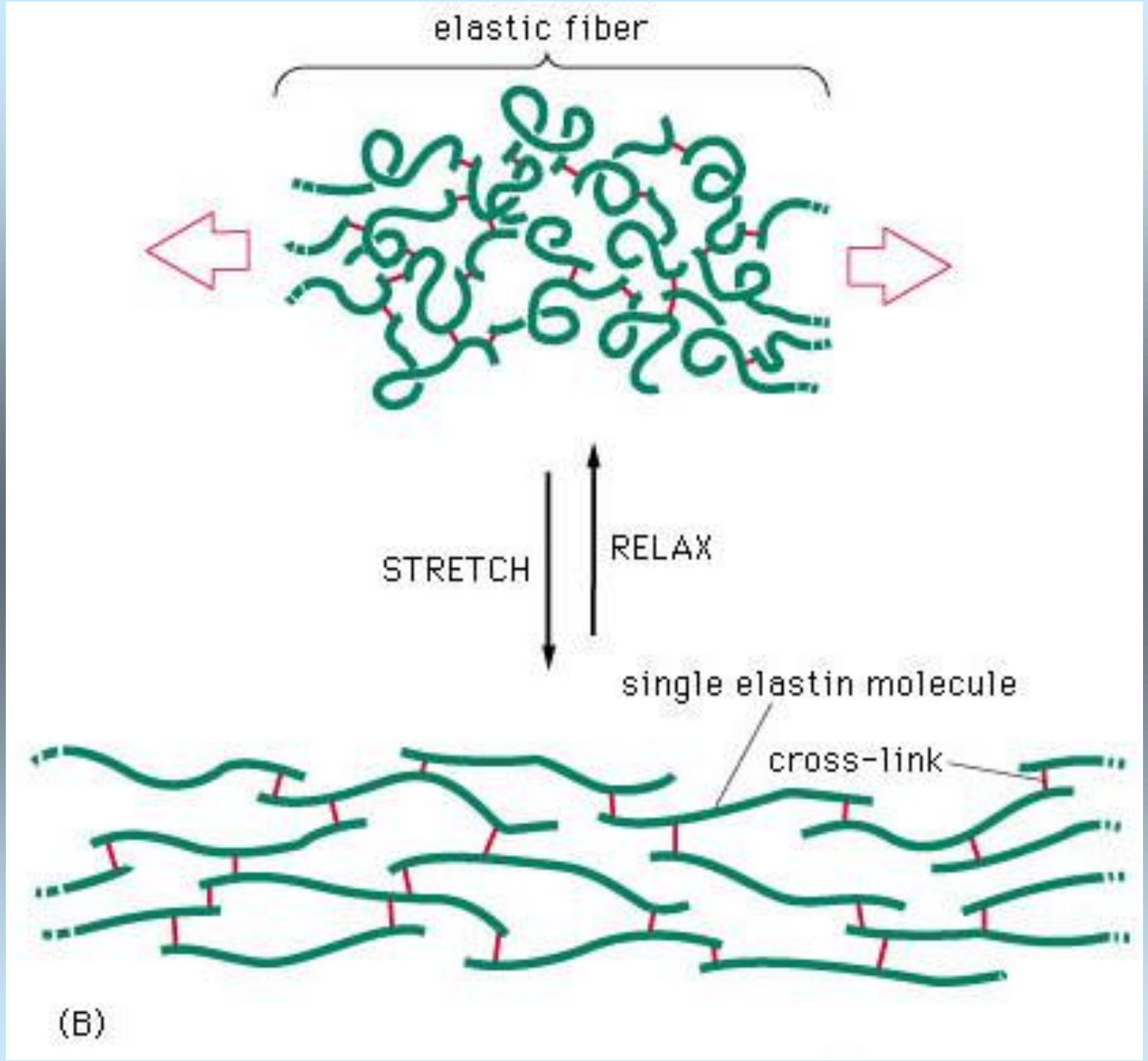
- قطرها يتراوح بين 0.5 و 2 nm
- تكون شبكة ليفية في الأعضاء الليمفاوية و في الأنسجة العضلية و أغشية الألياف العصبية
- لا تظهر في التحضيرات المجهرية المصبوغة بـ HE و ترى بوضوح عند صبغ المقاطع بأملاح الفضة و لذلك توصف الألياف بأنها محبة للفضة
- تتفاعل ايجابيا بتفاعل PAS و يعود ذلك لاحتويتها علي كميات كبيرة من البروتينات الكربوهيدراتية المرتبطة بهذه الألياف (نسبة السكريات السداسية hexoses تتراوح بين 6% و 12% في الألياف الشبكية مقارنة بـ 1% في ألياف الكولاجين)
- تتشكل من ألياف كولاجين نوع III (مقارنة بنوع I في ألياف الكولاجين)

الألياف الشبكية

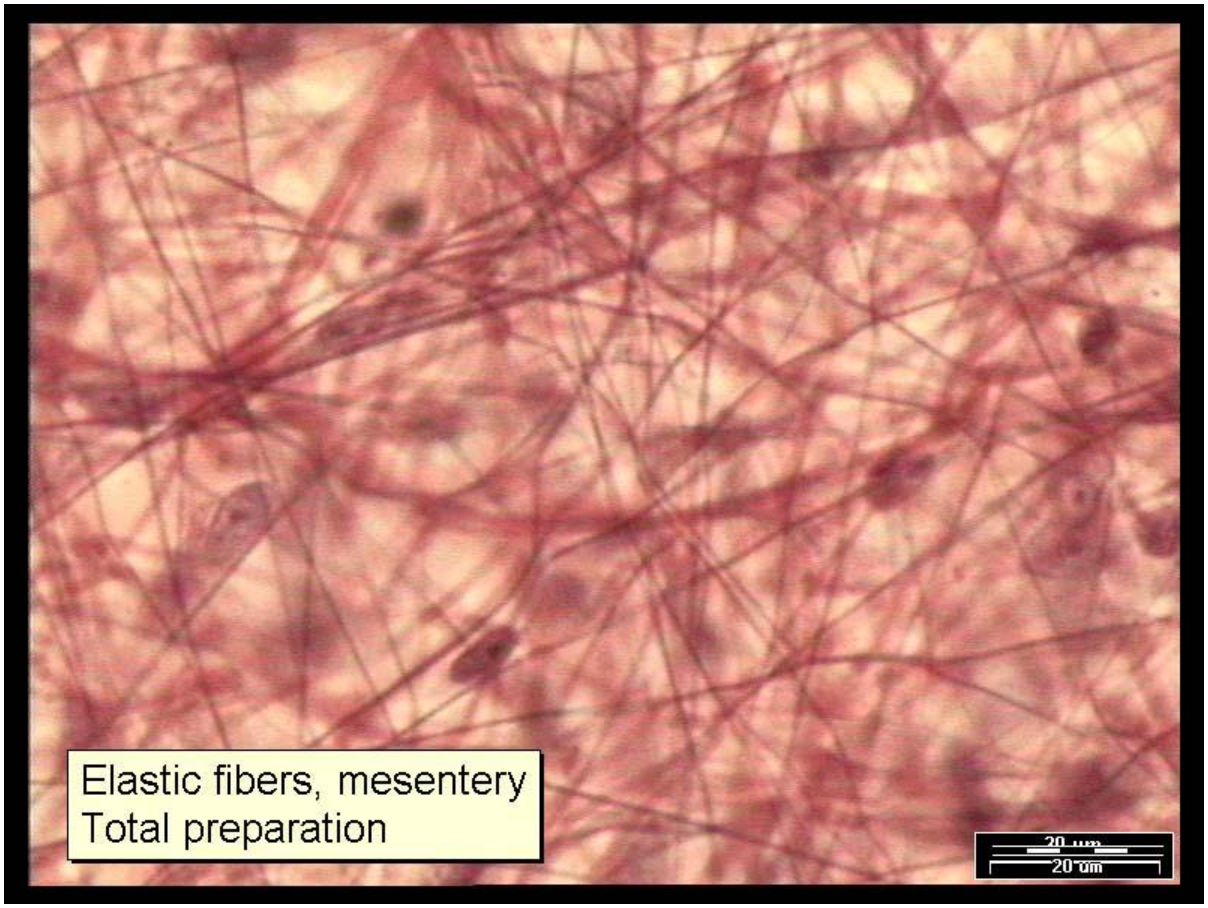


الألياف المرنة
Elastic Fibers

- تتشكل من البروتين الكربوهيدراتي الألستين ذو المرونة العالية
- يحتوي هذا البروتين نسبة عالية من الأحماض الأمينية جلايسين و برولين كما في جزئ كولاجين غير أنها تحتوي هيدروكسي برولين أقل
- الصفة المطاطية لجزئ الألستين تعود لوجود مركبين هما دسموسين desmosine و أيزودسموزين isodesmosine
- توجد في الأنسجة أما فرادي أو علي هيئة طبقات مثقبة كما في جدر الأوعية الدموية
- لا تظهر في التحضيرات المجهرية إلا عند صبغها بمادة أورسين orcein
- تقل مرونتها بتقدم السن نتيجة لذلك تنشأ مواقع تكلس في الشرايين


elastic fiber
STRETCH
RELAX
single elastin molecule
cross-link
(B)

الألياف المرنة



المادة الأرضية
Ground Substance

- تتركب من معقد بروتينات كربوهيدراتية glycoproteins و كربوهيدرات بروتينية proteoglycans يملأ الحيز بين خلايا و ألياف الأنسجة الضامة و يساهم بالتالي بربطها مع بعضها البعض
- تعمل هذه المادة كحاجز يمنع اختراق الأجسام الغريبة للأنسجة الضامة

- **البروتينات الكربوهيدراتية Glycoproteins:**
  - تتشكل من لب بروتيني بنسبة كبيرة
  - تحتوي كربوهيدرات متفرعة
  - **أهم البروتينات الكربوهيدراتية:**
    - فايبرونكتين fibronectin التي تكونها الخلايا الليفية و بعض الخلايا الطلائية و تساهم في تماسك الخلايا
    - لامنين laminin و توجد في الصفائح القاعدية حيث تساهم في ارتباط الخلايا الطلائية بهذه الصفائح
    - كوندرونكتين chondronectin و توجد في الغضروف حيث تعمل علي ربط الخلايا الغضروفية بجزيئات كولاجين II

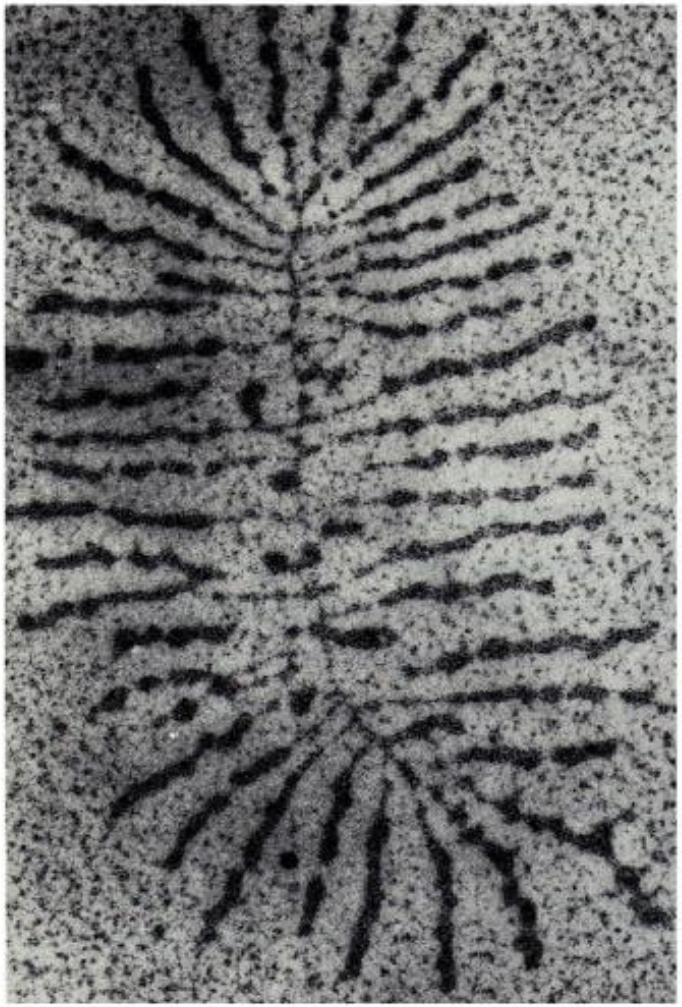
- **الكربوهيدرات البروتينية Proteoglycans:**

– تتكون من لب بروتيني protein core طويل يرتبط بكربوهيدرات تدعي جلايكوز أمينو جلايكانز glycosaminoglycans و هذه الكربوهيدرات هي سكريات عديدة تتشكل من سكريات ثنائية متكررة عادة ما تكون حمض يرونك uronic acid و هكسوز أمين hexosamine

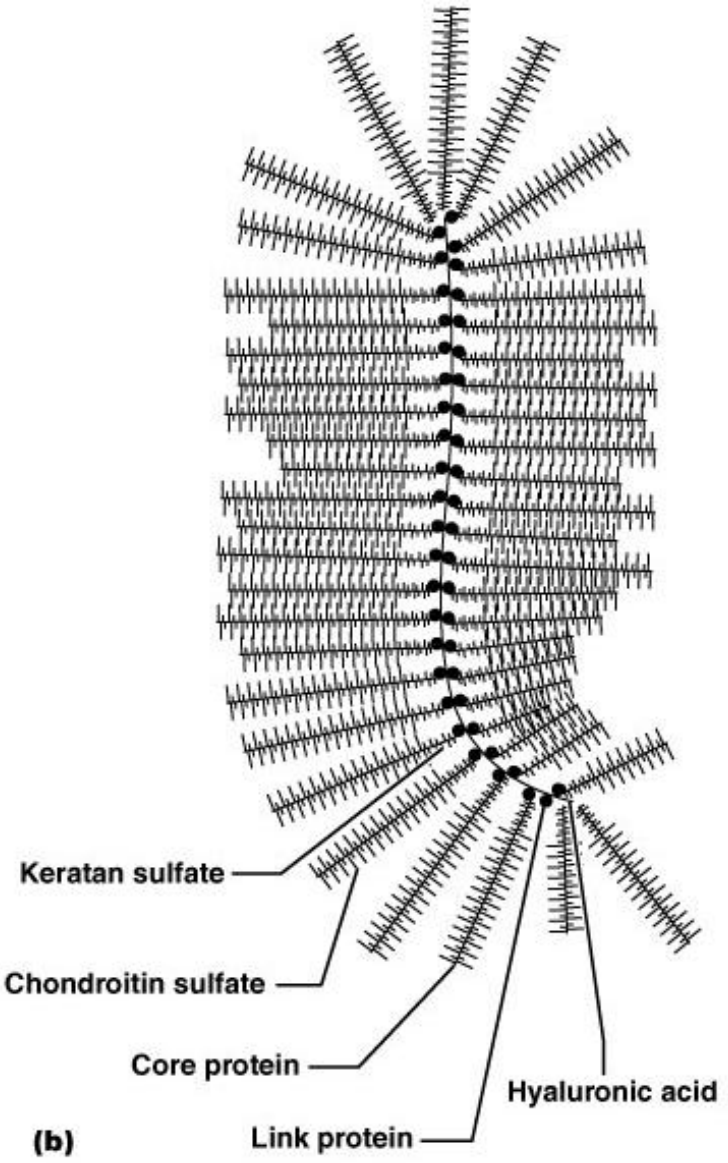
– أمثلة لأنواع من الجلايكوز أمينو جلايكانز:

- حامض هيالورنيك Hyaluronic acid في الحبل السري و الغضروف
- سلفات كوندرويتين chondroitin sulfate في الغضروف

Ground Substance: Proteoglycan



(a)



(b)

Figure 4.6b