تركيب فسلجه الانسجة

بالرغم من أن كلا من علمي الفسلجة وعلم الانسجة يدرسان كعلمين منفصلين الا انها في الواقع يشكلان جزءا مهماً من مجموع الدراسات الكاملة من جسم الحيوان.

ان معرفة تركيب الانسجة تفصيليا يفضي معلمات قيمة عن وظيفة العضو وكما هو معلوم فإن مجموعة الخلايا المتشابهة نكون نسيجاً ومجموعة الانسجة المختلفة تكون عضواً. ومجموعة الأعضاء التي تشارك في عمل متكامل تكون جهازاً. ولغرض معرفة تفاصيل عمل ووظائف أي عضو لابد من معرفة تركيبه النسيجي بصورة تتناسب مع طبيعة عمل ذلك العضو ومدى تأثيره على حياة الكائن الحي. وكما ان علم الفسلجة يعني بوظائف الأعضاء فإن علم الانسجة يعني بدراسة كيفية بنيان وتنظيم خلايا وانسجة جسم الكائن الحي ومن ثم الوصول الى طبيعة عملها وانسجام وظائفها بالشكل الذي يؤمن استمرار الحيوان في المحيط الذي يعيش فيه. وهنا سنسلط الضوء على تفاصيل تركيب وفسلجة انسجة جسم الحيوان بصورة عامة تهيئ للدارس الخلفية العلمية المناسبة لدراسة واستيعاب علم الفسلجة وعلاقة البنيان بالوظيفة. ولأجل ذلك سنتطرق الى أنواع الانسجة الرئيسية في جسم الحيوان وهي:

1 - الظهارة او الانسجة الطلائية **Epithelial Tissues**

2 - الانسجة الضامة والساندة **Connective supportive Tissues**

3 - الانسجة العضلية **Muscular Tissues**

4 - الانسجة العصبية **Nervous Tissues**

1 - الظهارة او الانسجة الطلائية Epithelium Tissues

هي مجموعة خلايا متلاصقة فيما بينها التصاقاً وثيقاً على هيئة صفائح ذات طبقة واحدة او عدة طبقات تغطي سطح الجسم الخارجي... كما وانها تغطي كافة الأعضاء كالمعدة و الأمعاء و الكبد و الكليتين والقلب.....الخ ، و تبطن كافة التجاويف الموجودة في الجسم كالتجويف الصدري و البطني او تجاويف بعض الأعضاء كالأوعية الدموية و بالقناة الهضمية و القناة التناسلية ... و تنشأ الظهارة من الطبقات الانتاشية(الجرثومية) الجنينية Embryonic germinal layers حيث يكزن الاديم الظاهر (الادمة الخارجية) Ectoderm الظهارة التي تغطي سطح الجسم الخارجي بينما ينشأ من الاديم الباطن (الادمة

الداخلية) Endoderm الظهارة التي تكون معظم الجهاز الهضمي و التنفسي، ي حين ان الاديم المتوسط (الادمة الأوسطي) Mesoderm يكون الظهارة التي تبطن الجهاز الوعائي و تجاوي الجسم وبعض أجزاء الجهاز التناسلي و البولي و تفضل الظهارة عن الانسجة التي تقع تحتها طبقة رقيقة مكونة من ص واحد من الخلايا تسمى الغشاء القاعدي Basal membrane الذي يتكون من متعدد السكريات المخاطية Mucoid poly saccharide وطبقة من الياف شبكية وغروية . وتقوم خلايا الانسجة الطلائية بعدة وظائف حيث تتخصص مجاميع منها بأفعال فسيولوجية مختلفة كالإفراز والابراز والامتصاص... بينما يختص قسم آخر لحماية بعض الأعضاء وسطح الجسم، وبين الفحص المجهري للخلايا الظهارية انها يمكن ان تصنف الى صنفان تبعاً لتعجج طبقات الخلايا الموجودة وهما:

A. الظهارة البسيطة **Simple Epithelium**

B. الظهارة المطبقة (متعددة الطبقات) **Stratified Epithelium**

A. الظهارة البسيطة Simple Epithelium

وتتألف من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية إضافة الى الغشاء القاعدي الذي يقع تحتها. ويمكن تقسيم الظهارة الى أربعة أنواع حيث شكل الخلايا التي تتكون منها (شكل 1) وهي:

1 - الظهارة الحرشفية البسيطة Simple squamaus Epithelium:

وهي طبقة من واحد من خلايا مسطحة حرشفية الشكل غير منتظمة ذات نواة كروية او بيضوية الشكل تقع في وسط الخلية وتلتصق فيما بينها مكونة طبقة واحدة ويغطي هذا النوع من الخلايا الاسطح الداخلية لتجاويف الجسم والرئتين وتسمى الظهارة المتوسطة mesothelium او يبطن الاوعية الدموية واللمفاوية والقلب يسمى البطانة Endothelium كما وأنها توفر غطاءً ناعماً للأنسجة المختلفة.

2 - الظهارة المكعبة البسيطة Simple Cuboidal Epithelium:

وتتألف من طبقة واحدة من الخلايا المكعبة ذات ابعاد غالباً ما تكون متساوية تقريباً الا في بعض الأحيان حيث تظهر سداسية الشكل عند رؤيتها من السطح. و توجد الظهارة المكعبة في الأعضاء

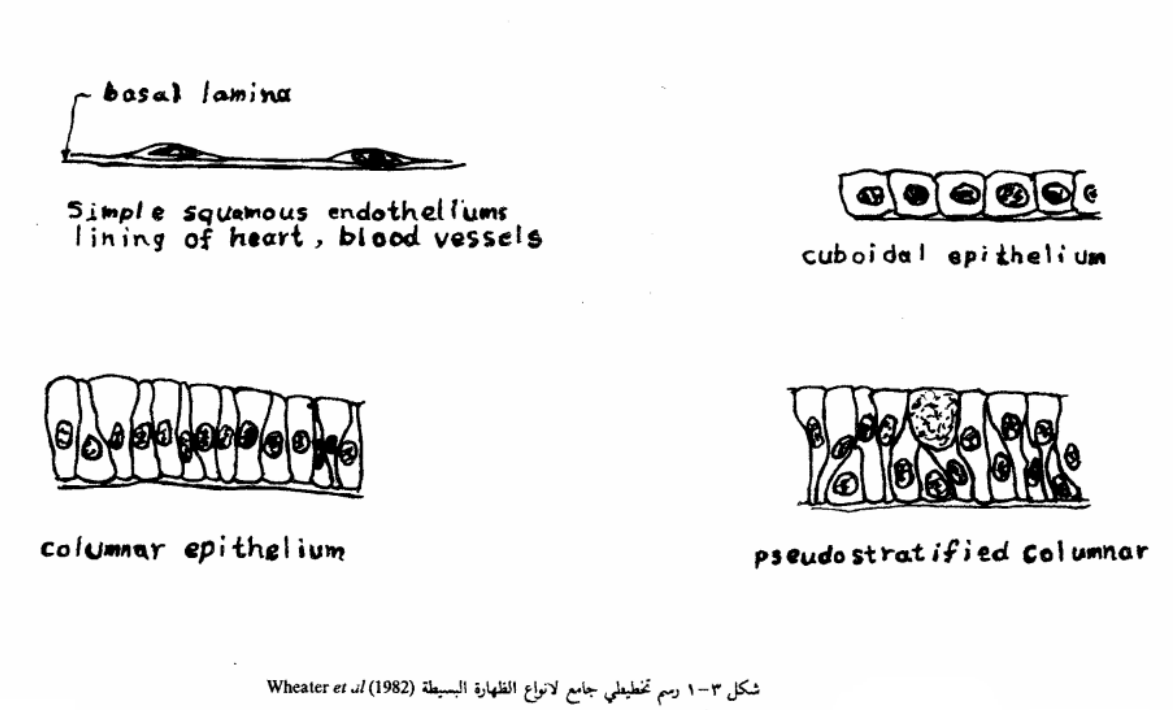
الافرازية كالغدد العرقية و الغدد الصم فتسمى الظهارة الافرازية Secretory Epithelium و كذلك فإنها توجد في بعض القنوات كقنوات و نبيبات الكلية.

3 ـ الظهارة العمودية البسيطة Simple Columnar Epithelium :

و تتكون من خلايا رفيعة طويلة اسطوانية الشكل ترتكز قاعدتها على الغشاء القاعدي من جانب امام نهايتها الأخرى فتكون طليقة و هي تبطن بعض الأعضاء التي لها وظائف امتصاصية و افرازية كالمعدة و الأمعاء و المثانة و قد تكون مزودة بامتدادات شعرية Cilia او اهداب تتحرك بصورة موجبة تدفع دقائق الغبار و تسمى عندئذ بالخلايا الظهارية المهدبة Ciliated Epithelial وهي تبطن المسالك التنفسية و قناتي البيض في الرحم لتسهيل حركة البويضة.

4 ـ الظهارة العمودية الطباقية الكاذبة Pseudeostratified Columnar Epithelium:

وتتكون من طبقة واحدة من الخلايا العمودية تظهر وكأنها عدة طبقات بسبب عدم انتظام شكل وحجم وطول الخلايا ولاسيما وان نوبات هذه الخلايا تكون على مستويات مختلفة وغالباً ما تكون هذه الخلايا مزودة بأهداب وهي تبطن الغدد اللعابية وأعالي الجهاز التنفسي والجهاز التناسلي.



شكل ٣-١ رسم تخطيطي جامع لانواع الظهارة البسيطة Wheater *et al* (1982)

B. الظهارة المطبقة (متعددة الطبقات) Stratified Epithelium

وتتألف من طبقتين او أكثر من الخلايا الظهارية وتكون أكثر سمكاً ومتانة من الظهارة البسيطة. وترتكز الطبقة القاعدية على الغشاء الذي غالبا ما يتكون من خلايا مكعبة الشكل. وتتكون الظهارة المطبقة من عدة أنواع تبعاً للشكل الخارجي للطبقة الظهارية العلوية (شكل 2) وهي:

1 - الظهارة المطبقة الحرشفية Stratified Squamous Epith

تتكون من ثلاث الى خمس طبقات من الخلايا الظهارية يطلق على الطبقة القاعدة منها الطبقة القاعدية Stratum basale وتتشكل من صف واحد من الخلايا المكعبة او العمودية. اما الطبقة التالية فتتألف من عدد غير ثابت من الخلايا المضلعة ذات نتوءات شوكية دقيقة تبرز من اسطح الخلايا ولذلك سميت بالطبقة الشوكية Stratum Spinosum بواسطتها يتم ترابط خلايا هذه الطبقة بصورة وثيقة وقد تسمى الجسيمات الرابطة desosomes اما الطبقة الخارجية فتتكون من خلايا حرشفية مسطحة رقيقة بعض منها تفقد النوى و تتجمع بها مادة الكيراتين و تقترن فتسمى حينئذ الظهارة المتقرنة Keratinized لا تلبث بعد فترة ان تنسلخ عن الطبقة التي تليها و تعتبر خلايا هذا

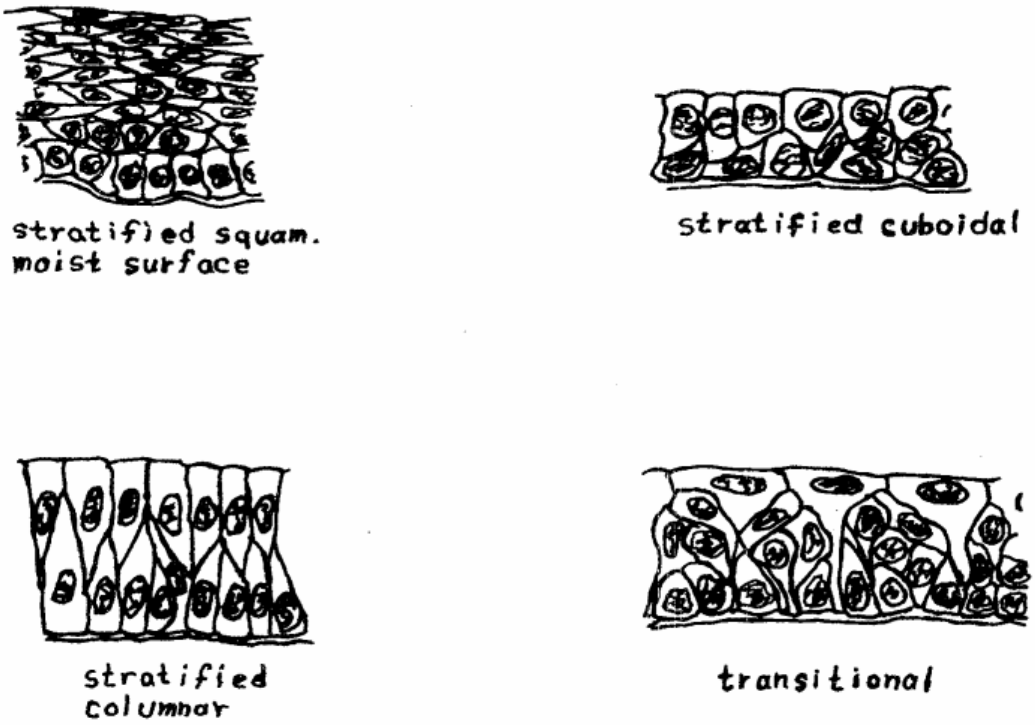
النوع امتن الخلايا الظهارية و اكثرها سمكاً. تغطي سطح الجلد كما تبطن أعالي الجهاز الهضم حتى المعدة في حيوانات المعدة البسيطة اما في المجترات فإنها تبطن كذلك الكرش و الشبكية والورقية و تبطن المستقيم و المهبل.

2 - الظهارة المطبقة المكعبة Stratified Cuboidal Epith

غالباً ما تتألف من طبقتين وقد تكون ثلاث طبقات من الخلايا المكعبة

1 - الظهارة المطبقة الانتقالية: Stratified Transitional Epith

وتسمى ايضاً الظهارة المطبقة المتحولة لأنها تظهر بأشكال متباينة تتألف هذه الطبقة من خلايا ظهارية حرشفية او مكعبة لها القدرة على متغير حجمها حسب درجة تمدد جدارها. ان شكل وعدد طبقات خلايا هذا النوع متغير حيث انه يعتمد على درجة تمدد الخلايا وقد تكون طبقاتها خمس عند الارتخاء وقد تصل الى طبقتان وحياناً طبقة واحدة عندما تكون في حالة التمدد الشديد. ويبطن هذه النوع المثانة والحالبان.



شكل ٣-٢ رسم تخطيطي جامع لأنواع الظهارة المطبقة وبتر وجماعته
Wheater et al (1982)

الغدد Glands

وهي عبارة عن تراكيب تتألف من خلايا ظهارية غالباً ما تكون مكعبة او عمودية متخصصة للإفراز secretionاو الابراز Excretion وهي موزعة في اغلب مناطق الجسم.

و يمكن تصنيفها الى صنفان رئيسيان:

اولا :- الغدد ذات الافراز الخارجي Exocrine Glands

ثانيا :- الغدد ذات الافراز الداخلي (الغدد الصم)Endocrine Glands

كالسلة تحيط بالخلايا الظهارية الافرازية. و عند تقلص هذه الاستطالات فإنها تدفع محتويات الخلية الافرازية الى خارج الخلية ويتم عندئذ الافراز. ويمكن تصنيف الغدد تبعا للطريقة التي تسلكها الغدة في طرح افرازها. فأما ان تكون على شكل حبيبات افرازية تطرح دون ان تسبب ضرراً على جبلة او غشاء خلايا الغدة وتسمى عندئذ طريقة الافراز الحبيبي Merocrine Secretion، او تسبب ضرراً جزئيا الجلبة او غشاء الخلية الافرازية و تدعى طريقة الافراز الجزيئي او القمي Apocrine Secretion ومثال على ذلك افراز الدهون من غدد الثدي او العرقية. ويكون الافراز كليا Holocrine Secretion عندما تلفظ الخلية كافة محتوياتها الافرازية والخلوية فتتحطم الخلية ومثال ذلك الافرازات التناسلية الذكرية والانثوية حيث ان كلاهما يحتويان على خلايا مفرزة كاملة.

أولاً:- الغدد ذات الافراز الخارجي

هي الغدد التي ينتقل افرازها الى مناطق أخرى بواسطة قنوات. ويعتمد تصنيفها على شيئين رئيسيين:

2 - شكل الغدة Morphology of the Glaond:

وطبقا لهذا التصنيف فإن الغدد اما ان تكون بسيطة او مركبة وتحتوي الغدد البسيطة على قناة واحدة غير متفرعة(الشكل 3) اما وحداتها الافرازية فتكون اما انبوبية او عينية (حويصلية) الشكلAciner ..... والوحدة الافرازية الحويصلية تكون كروية الشكل او شبية بالكيس وتتفرع أحيانا.. بينما تكون الوحدة الافرازية الانبوبية ملفوفة Coiled او متنوعة في حين تكون الغدة مركبة عندما تتفرع قناتها الافرازية ... ان الوحدة الافرازية للغدة المركبة تشابه الوحدة الافرازية للغدد البسيطة الا انه قد يظهر الشكلان الانبوبي و الحويصلي في نفس الغدة المركبة وكما هو موضح في الجدول(1).

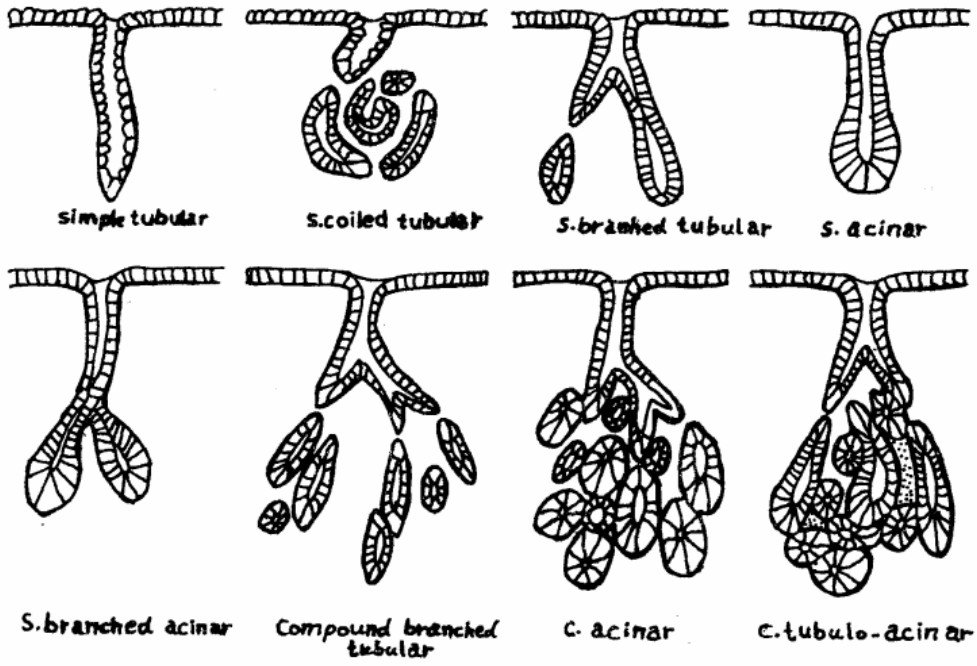
3 -طريقة الافراز Mode of Secretion:

يتم افراز محتويات الخلية الافرازية عن طريق تقلص الخلايا العضلية الظهارية Myoepithelial Calls المنتشرة بين الخلايا الظهارية الافرازية. وتحتوي الخلايا العضلية الظهارية على استطالات بلازمية متشابكة رقيقة تبطن بعض القنوات الافرازية للغدد ذات الافراز الخارجي Exocrine Glands كالغدد اللعابية والعرقية وكذلك توجد في البنكرياس. وبالحقيقة فان خلايا هذه الطبقة لا تشترك بعملية الامتصاص او الافراز بل تعطي القنوات متانة وقد تمتد خلايا هذه الطبقة قليلا فتصبح أسطوانية الشكل عندها يطلق عليها اسم الظهارة المطبقة Stratified Columnar Epith.

ثانيا: الغدد ذات الافراز الداخلي(الصم)

تتألف من مجاميع مختلفة من الخلايا الظهارية التي لا تحتوي على نبيبات او قنوات Ductless glands لتنتقل افرازاتها الى مناطق الجسم الأخرى ولكن افرازاتها تنتقل مباشرة الى سوائل الجسم كالدم و اللمف حيث تحيط بها شبكة من الاوعية الدموية الشعرية. ويطلق لفظ هرمون Hormone على منتجاتها الافرازية ومثال ذلك الغدة النخامية، الرقية و الكظرية. وعموما فإن الغدد اما ان تتألف من خلية واحدة كالخلية الكأسية

جدول (1) يوضح تركيب الغدد الخارجية الافراز مع أنواع ومواقع افرازاتها Cloblet Cell، يطلق عليها الغدد أحادية الخلية وكمثال ذلك الغدد المخاطية، او تتكون من مجاميع من الخلايا الغدية كما في اغلب الغدد كالغدد اللعابية Salivary glands او الغدد الصم.



شكل (٣-٣) رسم تخطيطي جامع لانواع الغدد ذات الافراز الخارجي Wheater *et al* (1982)

جدول 1:- يوضح تركيب الغدد الخارجية الافراز مع أنواع ومواقع افرازاتها

الشكل	نوع الخلية	نوع الافراز	الموقع في الجسم
بسيطة انبوبية	كاسية او مكعبة بسيطة	مخاطية	الأمعاء الغليظة
بسيطة انبوبية ملفوفة	بسيطة مكعبة او عمادية او مكعبة طباقية	مصلية	الجلد (عرقية)
بسيطة عنيبية	ظهارة عمادية طباقية كاذبة	مخاطية	المعدة
بسيطة عنيبية متفرعة	ظهارة مطبقة	مصلية	الجلد (عرقية)
مركبة انبوبية	ظهارة مكعبة	مخاطية	الاثني عشر
مركبة عنيبية	ظهارة مكعبة بسيطة	مصلية	البنكرياس
مركبة انبوبية عنيبية	ظهارة مكعبة	مصلية مخاطية	الغدة اللعابية تحت الفك

الانسجة الرابطة

(الانسجة الضامة والساندة)

Connective and Supportive Tissues

قد تسمى أيضا الانسجة الرابطة حيث انها تستخدم في ربط انسجة و أعضاء الجسم المختلفة بعضها بعض وبذلك فإنها تكسب العضو شكلة الطبيعي وهي تشارك في تنظيم حرارة الجسم و الايض المائي Water Metabolism وخزن الدهون. كما وانها تلعب دورا مهما في الدفاع عن الجسم صد المسببات المرضية لأنها تكون الخلايا النسيج الشبكي هذا إضافة الى أهميتها في اصلاح انسجة الجسم المختلفة. وينشأ النسيج الرابط في الأدوار الجنينية من طبقة الاديم المتوسط Mesoderm فيسمى عندئذ الميزكايما (اللحمة المتوسطة) Mesen chyma وهي خلايا غير منتظمة الشكل تحتوي على روافد طويلة قد تتشابك فيما بينها ولا تحتوي على ألياف Fibers اما النسيج الضام البالغ فيتميز بوجود الخلايا المولدة للألياف Fibroblasts والالياف...

خلايا الانسجة الضامة: وتتألف من ثلاثة أنواع وهي:

أ - خلايا لها القدرة على ايض وخزن الشحوم و تسمى بالخلايا الدهنية Adipoctes وهي تشكل النسيج الشحمي

ب -خلايا مهمتها الدفاع عن الجسم وتكوين المناعة فيها.

اما بالنسبة لألياف النسيج الضام فتكون من ثلاثة أنواع رئيسية هي:

أ - الالياف الغروية الكولوجينية (الالياف البيضاء) Collagen fibers

وتشكل نسبة عالية من الياف النسيج الضام وهي بيضاء اللون ذات اطوال مختلفة وقوة وشد عالية موجودة في كافة امحاء الجسم كالأوتار Tendons و الاربطةLigaments كما انها تغطي الأعضاء.

ب - الألياف الشبكية Reticular fibers

تتألف من شبكة ألياف رقيقة ساندة لبعض الأعضاء كالكبد والغدد اللمفاوية و الغدد الصم و الاوعية الشعرية والألياف العضلية و الاعصاب ويعتقد انها أوليات الألياف الغروية Precollagegenous fibers.

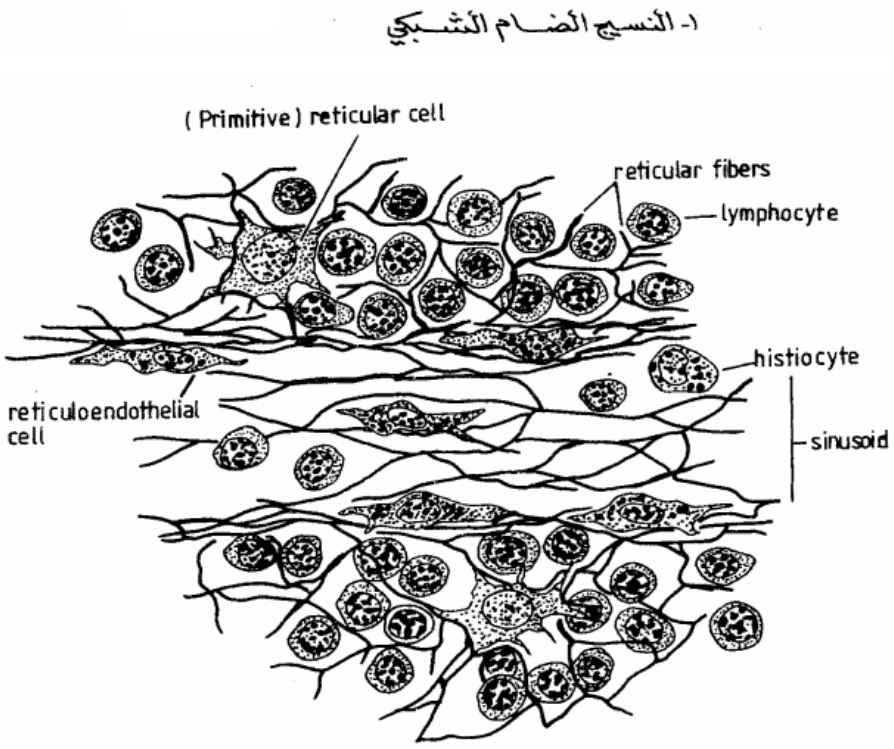
ج - الألياف المرنة (المطاطة) Elastic fibers

وهي أليـاف لماعـة صـفراء اللـون لهـا القـدرة علـى التمـدد لوجـود مـادة الالاسـتين(المـرنين)Elastin البروتينيـة فيهـا وتكثـر فـي الانسـجة التـي تحتـاج الـى مرونـة عاليـة كـالرئتين و الشـرايين و الربـاط المنخعيLigamentum nuchae في مؤخرة العنق.

أنواع الانسجة الضامة و الساندة:

1 - النسيج الضام الشبكي Reticular Connective Tissue.

يتألف من خلايا كبيرة ذات زوائد متفرقة لها القابلية على توليد الالياف الشبكية وتتميز الخلايا بقدرتها على تغير الى أصناف متعددة و لها وظائف واسعة اضاtة الى مقدرتها على ابتلاع الاجسام الغريبـة والقضـاء عليهـا phagocytosis وخصوصـا تلـك الموجـودة فـي العقـد اللمفاويـة و الطحال(شكل 4).

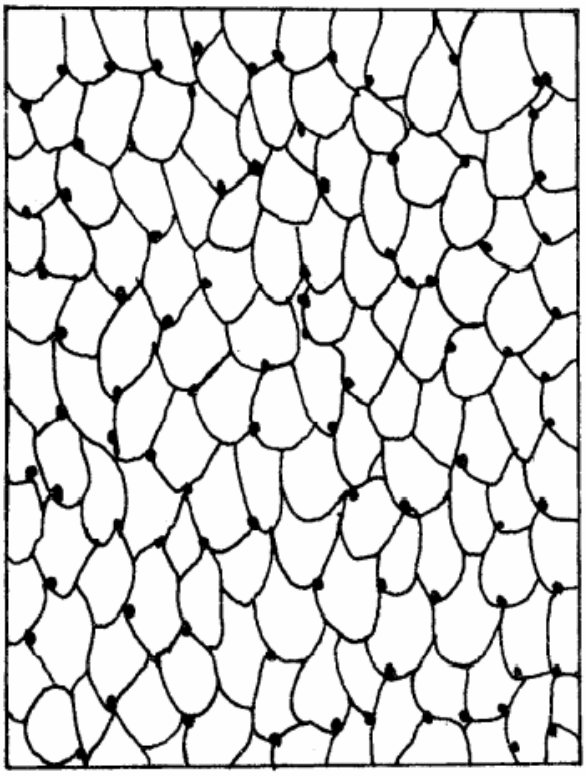


شكل ٣-٤ تظهر فيه الياف النسيج الضام الشبكي مع الخلايا الشبكية Wheater et al (1982).

2 ـ النسيج الضام الشحمي Adipose Connective Tissue:

ان أساس هذا النسيج هو النسيج الشبكي الضام غير انه يتحول بعد ان يتراكم الشحم فيه عن طريق دخول قطرات دهنية داخل هيولي الخلية لا تلبث ان تتكون قطرة كبيرة عندئذ تأخذ الخلية شكلاً كروياً (مؤشرة امتلاء الخلية بالقطرات الدهنية) ... وتكون الخلية الشحمية أحادية الفجوة unilocular Cell عندما تكون في داخل جبلة قطرات شحمية كبيرة او عديدة الفجوات multilocular Cell عندما تحتوي جبلتها على قطرات دهنية متعددة (شكل5).

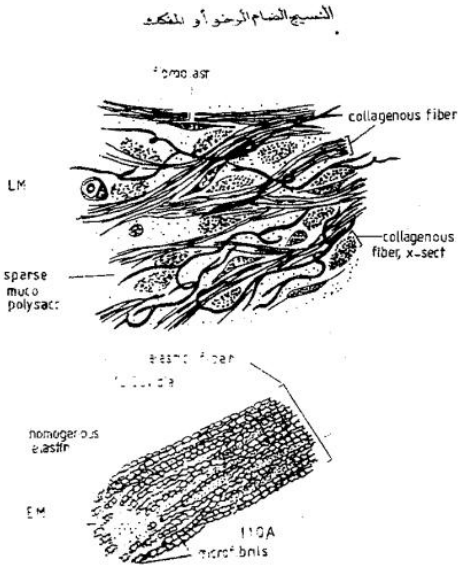
ويساهم هذا النسيج في عزل الحراري في الجسم كذلك فإنه يشارك بعض الانسجة الرابطة الأخرى في عمل وسادات لوقاية بعض اجزاء الجسم... هذا إضافة الى دورة الأساسي في عملية ايض الدهن تحت السيطرة الهرمونية والعصبية.



شكل ٣-٥ نسيج ضام شحمي . Weater et al 1982

3 ـ النسيج الضام الرخو او المفكك Loose (areolar) Connective Tissue:

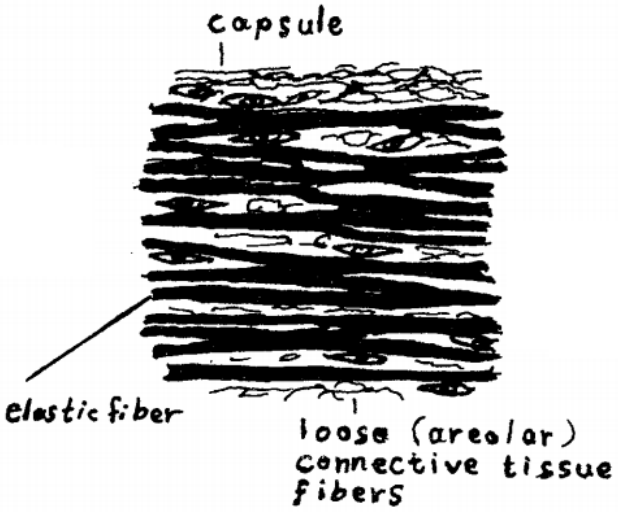
ينتشر في كافة الجسم وخصوصاً تحت الجلد وحول الاوعية الدموية و الأعضاء يحتوي هذا النسيج على خلايا مولدة للألياف Fibroblasts وخلايا محيطية Pericytes. و الأخيرة موجودة في النسيج الضام الرخوي القريب من الشعيرات و الاوعية الدموية الصغيرة وهي تشابه الخلايا المولدة للألياف غير ان نتوءاتها اكثر عدد ولها القابلية على (ابتلاع) Phagocytosis. ان هذا النسيج يحتوي على كافة أنواع الياف النسيج الضام التي يتخللها عدد كبير من الفجوات ولذلك سمي النسيج الضام الرخو و هو يساهم في اسناد الجسم ويشكل اغطية وقائية لبعض الأعضاء(الشكل 6).



شكل ٣-٦ النسيج الضام الرخو. Wheater et al 1982

4 ـ النسيج الضام الكثيف غير المنتظم Dense Irregular Connectiove Tissue:

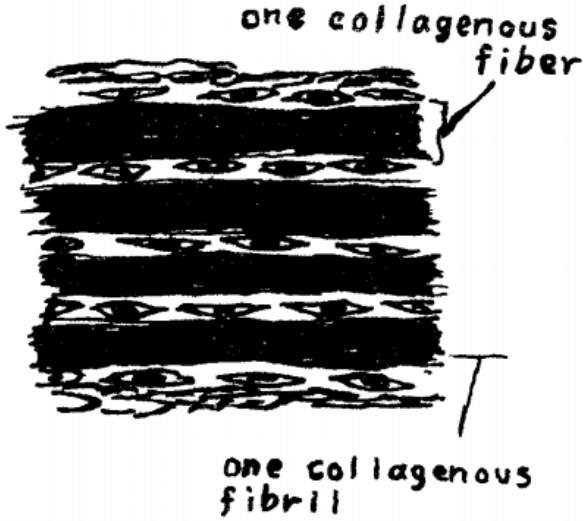
يتكون هذا النسيج من ألياف غروية غير منتظمة الاتجاه تتشابك فيما بينها وهو يحتوي على نس خلايا النسيج الرخو الا انها اكثر عدداً. وهو يجمع بين خصائص النسيج الرخو و النسيج الضام الكثيف المنتظك وله القدرة على مقاومة الشد حيث يكون اغطية قوية. يوجد هذا النسيج في أماكن مختلفة من الجسم كالجهاز الهضمي و في اغلب محافظ الأعضاء Capsules فأدمة الجلد(الشكل 7).



شكل ٣ – ٧ نسيج ضام كثيف غير منتظم.
. Weater et al 1982

5 - النسيج الضام الكثيف المنتظم Derse Regular Connective Tissue:

يتألف من خلايا مولدة للألياف واحزمة غروية ممتدة بصورة متوازنة ترتبط معاً بالنسيج الرخو مكونة الياف وتربة Tendinous ذات قوة شدة عالية تربط العضلات بالعظام واربطة مرنة كالرباط المنخعي واللفافات المرنة في عضلات البطن (شكل8).



شكل ٣ – ٨ نسيج ضام كثيف منتظم.

الغضاريف: Cartilages

أحد أنواع الانسجة الضامة الساندة يتألف من خلايا غضروفية Chondroytes وألياف غروية خارج الخلايا Extracelluler هلامية قوية تحتوي على الألياف الغروية. والغضروف اشد متانة من النسيج الضام الكثيف واقل متانة من العظام وتكون الغضاريف على ثالثة أنواع للمادة الموجودة بين الخلايا:

1 ـ الغضروف الزجاجي او الشفاف Hyaline Cartilage:

وهو من أكثر الغضاريف شيوعاً في الجسم حيث يغطي أسطح نهايات العظام المتفصلة للتقليل من الاحتكاك بما بينها. والانسجة الساندة للأنف والقصبة الهوائية والقصيبات. ويكون عظم القص، كم خلايا غضروفية وألياف غروية فيما بين الخلايا وهو شفاف يميل أحيانا الى اللون الأبيض.

2 ـ الغضروف المرن Elastic Cartilage:

يتكون من خلايا غضروفية وألياف مع شبكة كثيفة من ألياف مرنة فيما بين الخلايا وغالبا ما يوجد في المناطق التي تحتاج الى مرونة كغضروف الاذن الخارجية و الحنجرة و لسان المزمار.

3 ـ الغضروف الليفي Fibro Cartilage:

يتميز بوجود حزم كثيفة من الالياف الغروية فيما بين الخلايا الغضروفية وهو اقل شيوعا من أنواع الغضاريف الاخر. يوجد عند اتصال الاوتار بالعظام او على شكل أقراص فيما بين الفقرات فيتميز بمتانة وقابليته العالية على الشد.

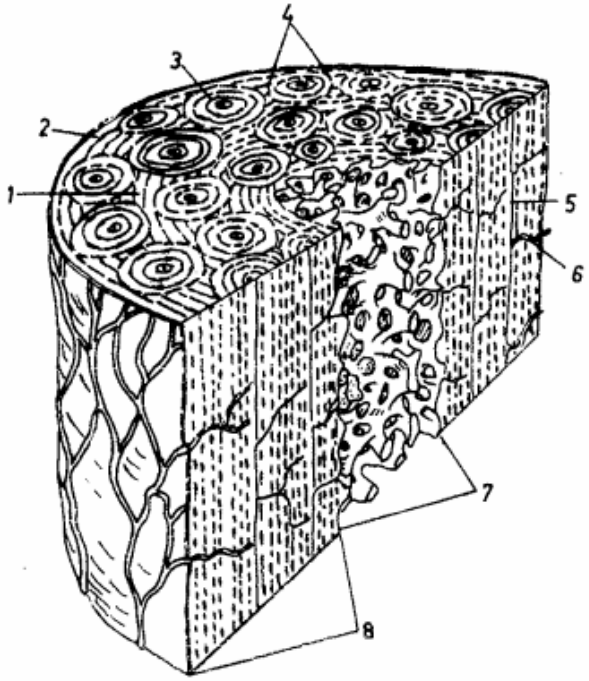
العظام: Bones

أحد أنواع الانسجة الضامة وأمتنها. يتكون العظم من الخلايا بانية العظام Osteoblasts وألياف غروية معمورة في مادة متكلسة فيما بين الخلايا. تتميز العظام برصانتها واسنادها لأنسجة الجسم المختلفة واعضاءه وهي المصدر الرئيسي المجهز للكالسيوم في الجسم. وتأخذ العظام عدة اشكال تبعاً لموقعها في الجسم فمنها الطويلة ومنها القصيرة إضافة الى بعض العظام المسطحة كالإسفنجية Cancellous or Spongy Bones وأخرى اسطوانية تدعى العظام المتراصة او الصلبة Campact.

مراحل تكون العظام:

يتكون العظم نتيجة لتحول النسيج الضام تدريجياً الى العظم ويكون اما بتحول خلايا اللحمة المتوسطة mesenchyme وتعرف بتعظم داخل الغشاءnitera mem beranous ossification او بتحول غضروف المكون سابقاً الى عظم وتدعى تعظم داخل الغضروف Inter Cartilagenous Ossification حيث تستبدل خلايا الطبقة المتوسطة او الغضاريف الى عظام ويتم ذلك عن طريق التمايز التدريجي للخلايا الى خلايا بانيات العظم اذ ان الأخيرة تبدأ بإفراز المادة العظمية. وقد تحاط الخلايا الى خلايا بانيات العظم بالمادة العظمية عندها تسمى الخلايا العظمية Osteocytes. او تنقسم الى خلايا أخرى تدعى الخلايا المولدة (المنشئة) للعظم Osteogenic cells التي تجهز العظم بخلايا جديدة من خلال بانيات العظم وخلايا مولدة له. وتدريجياً من خلال انقسام الخلايا المتكرر تتكون قطعة عظمية صغيرة ذات خلايا وبروزات ممتدة في اتجاهات متعددة تكبر تدريجياً مكونة العظم الاسفنجي الذي يتميز بوجود فراغات او فسح عديدة داخلة محاطة بصفائح الأولى لتملأ الفسح او الفراغات بالمادة العظمية عندها يتحول العظم الاسفنجي الى عظم متراص او صلب Compact.

ويتكون العظم البالغ من صفائح او طبقات عظمية يراوح سمطها بين 2-8 مايكرومتر على شكل طبقات متحدة المركز حول قنوات طويلة تسير باتجاه طول العظم مكونة تراكيب تسمى جهاز هافرس Haversian System ويكون عدد هذه الطبقات حوالي 5-22 طبقة تتخللها فسح صغيرة تدعى Lacuna تشع منها قنيات دقيقة Canaliculi تمتد من فسحة الى أخرى والى سطح العظام. وبالحقيقة فان هذه القنيات تلعب دورا رئيسياً في نقل المواد الغذائية من سطح العظم الى الخلايا العظمية. كما وتوجد صفائح عظمية غير منتظمة تتخلل تراكيب هافرس تسمى الصفائح الخلالية(البينية)Interstital Lamellas وكما موضح بالشكل (9) فان جهاز هافرس يتكونمن صفائح عظمية ذات قناة طويلة مركزية هي قناة هافرس تحتوى على وعاء او وعاءين دمويين صغيرين كما وتوجد قنوات تدعى قنوات فولكمان Volkmanns تصل قنوات هافرس مع سطح العظم وهي تحتوي على اوعية دموية ايضاً..وتتفرع قنوات هافرس وتتصل فيما بينها مكونة شبكة من القنوات الدقيقة.



شكل ٣– ٩ رسم تخطيطي للعظم البالغ يوضح الصفائح العظمية والعظم القشري والاسفنجي للصفائح الخلالية 1 الصفائح المحيطية الخارجية 2 صفائح هافرس 3 جهاز هافرس 4 ، قناة هافرس 5 ، قناة فولكمان 6 العظم الاسفنجي 7 ، العظم القشري 8 (عبدالرحيم ١٩٧٩).

الدم Blood:

يعتبر الدم نسيج ضام متخصص، يشكل الماء مادة رئيسية أساسية فيه لذا أعطاه صفة سائل معقد التركيب الكيمياوي والمورفولجي وهو في توازن ديناميكي تحت السيطرة العصبية الهرمونية Neurohormonal ان ثابت تركيب الدم اطلق عليه الاستتباب (البيئة الجسمية) Homeostasis و يعود الى تحديد الحاصل للدم اثناء امتصاص المواد الغذائية في الأمعاء و الكلكوز في الكبد و التشبع بالأوكسجين في الرئتين اما نتائج الايض فتطرح الى جهاز الهضم و الرئتين او الكليتين كما وان دوران الدم المستمر في الجسم يهيئ له محيطا ثابتا لكي تستطيع الخلايا و الانسجة المختلفة القيام بوظائفها المختلفة.

ويشكل الدم عند اللبائن7-8% و الطيور 7.7% و الأسماك العظمية 2.5% من وزن الجسم الكلي. ويتألف الدم من سائل البلازما ومن خلايا مختلفة الأنواع عالقة فيه تتحرك باستمرار من مكان لآخر لكل منها وظائفها

المحددة في الجسم. ويشكل بلازما الدم حوالي45-65 % من حجم الدم الكلي ويحتوي على ماء و املاح عضوية وغازات و بروتينات وخمائر و سكريات و انزيمات و هرمونات ودهون و فيتامينات وايونات.

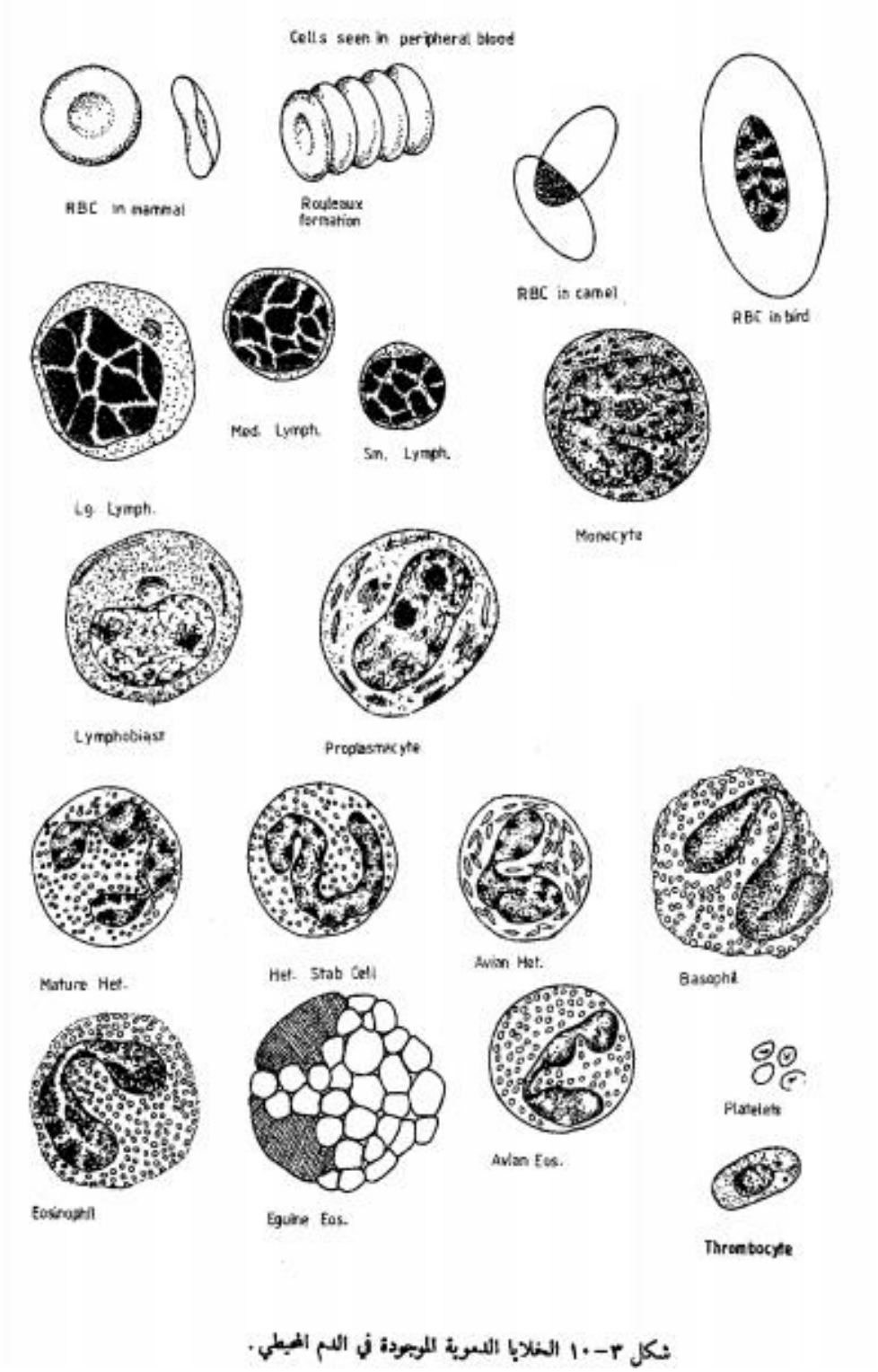
اما الموكونات الخلوية للدم فتبلغ نسبتها حوالي 35-45 % من الحجم الكلي للدم وهي تنشأ من أعضاء خارج جهاز الدوران كنخاع العظم والطحال وهي على ثلاثة أنواع (شكل 10):

1 - خلايا الدم الحمراء Red blood Cells (Erythrocytes)
2 - خلايا الدم البيضاء White blood Cell (Leukocytes)
3 - الأقراص الدموية Platelet's (Thrombocytes)

تنشأ خلايا الدم المختلفة من أورمات خلوية خاصة Stem cell في نقي (نخاع) العظم Bone marrow وهو المكان الرئيسي لإنتاج الخلايا الدموية في الحيوانات البالغة اما الطحال فيكون له دور أساس في انتاج الخلايا الدموية اثناء الأدوار الجنينية . والدم داخل اوعية مغلقة بعود الفضل في استمرار حركته للقلب.

1. خلايا (كريات) الدم الحمر:

وهي خلايا قرصية في اللبائن يختلف شكلها من حيوان لأخر فبينما نجدها مقعرة الوجهين Biconcave في الانسان والكلاب تكون اقل تقعراً في الخيول والقطط ومسطحة الوجهين في المجترات ونجدها محدبة الوجهين Biconvex في الطيور وتحتوي على نواة. ويختلف حجم الخلايا الحمراء من حيوان لأخر كذلك ، حيث يتراوح بين 4 مايكرومتر في الماعز الى 7 مايكرومتر في الكلاب. ويختلف عدد الخلايا الحراء في الحيوانات المختلفة ولا تحتوي الخلية الحمراء البالغة على نواة بل تفقدها اثناء المراحل الأخيرة لتكوينها الا في الطيور . وتعتبر الخلية الحمراء واسطة لنقل الاوكسجين من الرئتين الى خلايا وانسجة الجسم المختلفة ونقل ثاني أوكسيد الكاربون في الاتجاه المعاكس . ويساعدها في ذلك وجود الهيموغلوبين Hemoglobin الذي يتكون من بروتين الكلوبين globin وصبغة الغيم Heme. والأخير يتكون من الحديد ومشتقات صبغة البورفرين الحمراء التي لها يعزى اللون الأحمر للدم.



شكل ٣-١٠ الخلايا الدموية الموجودة في الدم المحيطي.

2. خلايا الدم البيضاء:-

وهي خلايا عديمة اللون مختلفة الحجم تحتوي على كافة المكونات الخلوية الاعتيادية من نواة وبقية أجزاء الخلية وتعتبر أحد اهم مكونات الدم الفعالة الرئيسية في الدفاع عن الجسم اثناء الإصابة بالامراض من خلال هضم المسببات المرضية او انتاج المضادات المناعية ضد العدوى Antibodies.

وتنتشر خلايا الدم البيض في انسجة الجسم المختلفة حيث يبقى حوالي 5% منها في مجرى الدم..... ومن خواصها المهمة كونها خلايا قادرة على الحركة الحرة ..... وهنالك أنواع عديدة من الخلايا البيضاء ويمكن تقسيمها بشكل عام الى نوعين رئيسيا اعتماداً على وجود أو عدم وجود حبيبات خاصة في هيولي الخلية.

1. **الخلايا البيضاء المحببة: Granulocytes**:تمتاز هذه الخلايا باحتوائها على حبيبات granules مختلفة التعامل الكيمياوي في هيولي الخلية ونواة مفصصة الى (2-5) فصوص وهي تشمل ثلاثة أنواع:-
   - ❖ المتعادلة Neutrophils عندما لا تصطبغ حبيباتها بوضوح بالأصباغ الحامضية او القاعدية ولكل
   - ❖ حامضية Eosinophils عندما تصطبغ باللون الأحمر للايوسين
   - ❖ قاعدية Basophils عندما تصطبغ باللون الارجواني أو الأزرق للمثلين الأزرق ، نوع منها وظائف محددة.

الخلايا البيضاء اللاحبيبة: Agranulecytes :

لايحتوي هيولي الخلية اللاحبيبية على حبيبات نوعية كما وانها تتميز بوجود نواة كروية أو بيضوية الشكل غير مفصصة وهي نوعان

- ❖ أحادية Monocytes
- ❖ لمفاوية Lymphocyts

3. الأقراص الدموية:

وتدعى ايضاً بخلايا التخثر Thrombocytes نسبة الى طبيعة عملها الرئيسية حيث انها تلعب دوراً مهماً في تكوين خثرة الدم ..... والاقراص الدموية جسيمات صغيرة غير منتظمة تنشأ

في نخاع العظم من خلايا اكبر حجماً تسمى النواة (متعددة اشكال النواة Megakaryocytes) ..... وكما في الخلايا الحمر فان الأقراص الدموية لاتحتوي على نواة بل تحتوي على حويصلات كولجي ومتقدرات وجسيمات حالة وجهاز قنيات محدد. وهي محاطة بوحدة غشائية ثلاثية وخيوط دقيقة هذا بالإضافة الى النبيبات الدقيقة والخيوط التي الهيكل الدخل للخلية ولها القدرة على انتاج ثاني فوسفات الادينوسين ATP والبروتينات السكرية glycoproteins والكاتيكول امينات Catecholamins ومادة الثرمبوسيثين Thrombosthenin وجميعها مهمة لتكوين الخثرة الدموية عند الإصابة بالجروح وتختلف الأقراص الدموية في الطيور عن اللبائن كونها خلايا حقيقية تحتوي على المكونات الخلوية المعروفة مثل النواة.

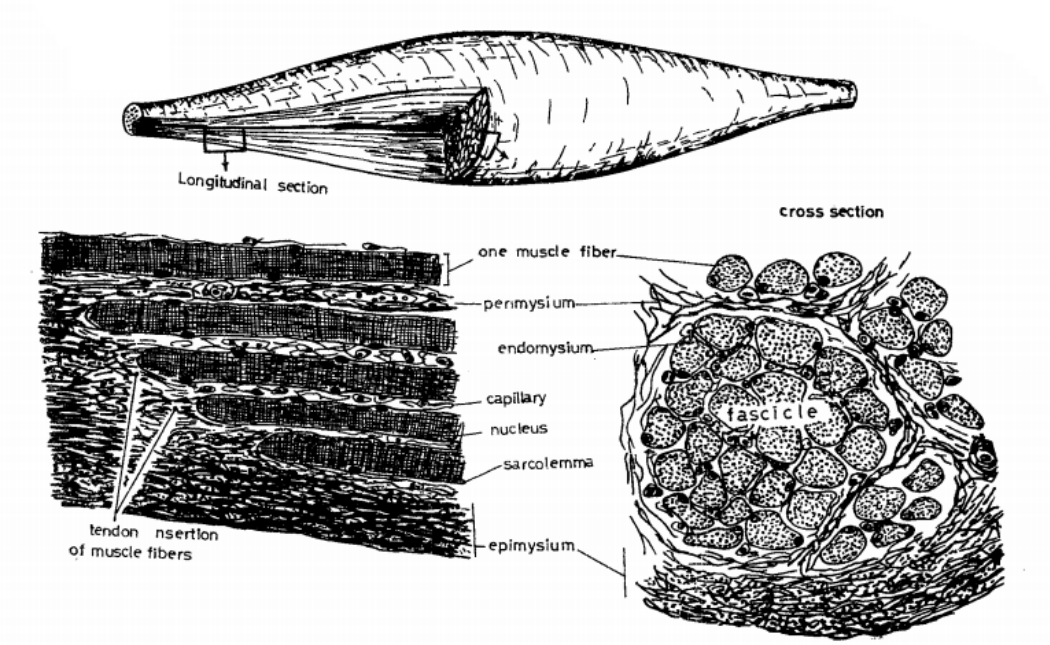
الانسجة العضلية Muscular Tissues :

وهي الانسجة التي تمتلك خاصية التقلص والانبساط استجابة لمؤثرات عصبية وهرمونية وفيزيائية وكيمياوية.

والعضلة الواحدة عبارة عن تجمع خلايا عضلية متخصصة متشابهة التركيب. تولد طويلة قوية باتجاه واحد. وتختلف الخلايا العضلية عن الخلايا الانسجة الأخرى كونها طويلة وذات شكل مغزلي او ليفي وتتجمع الخلايا العضلية على هيئة حزم متوازية وهي غنية بالبروتينات الليفة Fibro proteins - والانسجة العضلية على ثلاثة أنواع وهي :-

1 - العضلات الهيكلية Skeletal Mussels

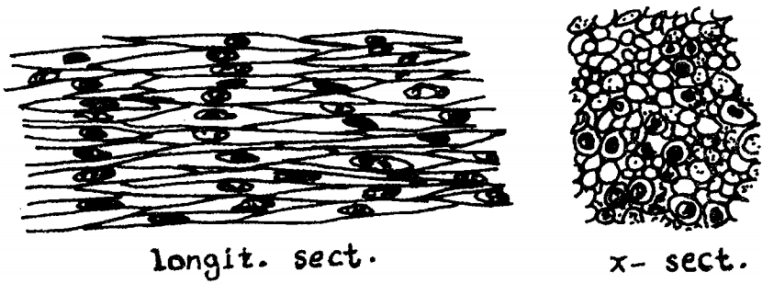
وتسمى ايضاً بالعضلات المخططة من خلايا اسطوانية ذات الياف طويلة ونوى انبوبية طرفية الموقع تندمج فيما بينها لتكون حزم تشكل العضلات الموجودة في عموم الهيكل وتشمل لحم الجسم (شكل 11) ..... ويلاحظ وجود شرائط مستعرضة او تخطط على طول الليفة العضلية ولهذا سميت بالعضلات المخططة.... وللحيوان القدرة على تحريكها ارادياً حيث انها تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي.



شكل ٣-١١ يبين تركيب العضلة الهيكلية
. Weater et al 1982

2 - العضلات الملساءSmooth Mussels:

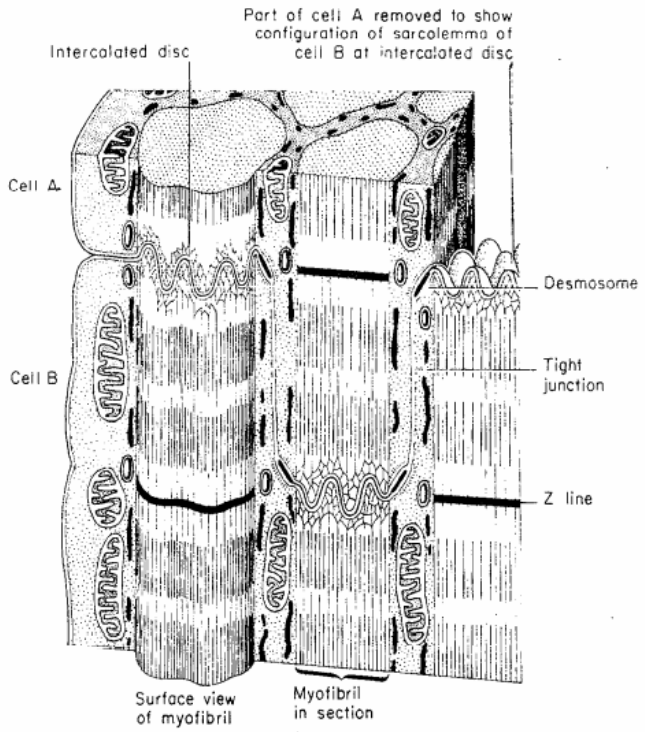
وهي عضلات غير مخططة لا ارادية حيث انها تقع ضمن سيطرة الجهاز العصبي الذاتي وليس للحيوان القدرة على السيطرة عليها وهي تتألف من خلايا مغزليه الشكل صغيرة لها نواة واحدة تقع في وسط الخلية ولا يظهر فيها تخطط والعضلة الملساء تتكون ايضاً من حزم عديدة محاطة بشبكة من الالياف المرنة والشبكية (شكل 12) وتشكل العضلات الملساء الموجودة في الجدار الهضمي والبولي والأوعية الدموية والجهاز التناسلي.



شكل ٣-١٢ يوضح تركيب العضلات الملساء Weater et al 1982 .

3 - العضلات القلبية Cardiac Mussels :

تختص هذه العضلات لتكون الانسجة العضلية لجدار القلب وهي تمتاز بتفرعها بوجود خلايا اسطوانية الشكل مخططة غير ارادية منتظمة الشكل ذات نوى مركزية (شكل 13) كما وان حركتها تكون منتظمة على هيئة موجات متعاقبة تبدأ بالاذينين وتنتهي بالبطينين.



بروتينات العضلات :

تحتوي العضلات على ما يقارب 18% من البروتين وهي غالباً ما تكون من ثلاثة أنواع تتباين في اوزانها الجزيئية وفي قابليتها على الذوبان في الماء او في المحاليل الأخرى الضعيفة التأين وهي الاكتين Actin (وزنه الجزيئي 43000) الذي يعتقد ان له دور في ترتيب الخيوط العضلية وفي تكوين الخيوط الرفيعة منها (4) نانومتر..... والمايوسين Myosin (460000) والذي يدخل في تركيب الخيوط السميكة وهو يتكون من مركبين يختلفان في وزنهما الجزيئي وهما الميرومايوسين الخفيف والميرومايوسين الثقيل .... ويشترك المايوسين والميرومايوسين الثقيل بتجزأة الادينوسين ثلاثس الفوسفات ATP في تفاعل يساعد على تقلص العضلة .... والبروتين الثالث وهو معقد التروبومايوسين Trop

omyosin complex (وزنه الجزيئي 70000) الذي يتألف من أربعة أنواع من البروتينات التي ليس لها قابلية على التقلص.

تقلص العضلات:

ان وصول الباعث العصبي الى نهاية التفرعات العصبية الموجودة على سطح الليفة العضلية يؤدي الى افراز الاستيل كولين من الحويصلات الافرازية للنهايات العصبية الذي يسبب إزالة استقطاب غشاء الليفة العضلية وتوليد جهد فعل ينتقل على طول الليفة .... وتقترن إزالة الاستقطاب هذه بتهيج الليفة العضلية وبدء مرحلة التقلص التي تنتقل عبر النبيبات المستعرضة الى باقي الياف الحزمة العصبية.

ان ذلك يؤدي الى تحرير ايونات الكالسيوم من الليفات العضلية التي تؤثر على معقد التروبومايوسين .. ويتحلل الأخير تاركاً رؤوس ارتباط جزيئات المايوسين بالاكتين اذ ترتبط فيما بينها مؤدية الى حركة المايوسين على الاكتين وتتم علمية التقلص بانزلاق الخيوط الرفيعة على الخيوط السميكة.... بعد ذلك ينقل الارتباط ويعاد في موقع اخر وهكذا تتكرر العملية بصورة متعاقبة في عملية تدعى نظرية الانزلاق الخيطي Sliding filamemt theory .... ان المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة للتقلص هو الادينوسين ثلاثي الفوسفات الذي يتحلل مائياً الى طاقة وادينوسين ثنائي الفوسفات لاعادة تكوين الادينوسين ثلاثي الفوسفات .... ويتم تجهيز هذا التفاعل بالطاقة من تحلل الكلوكوز الى ماء وثاني أوكسيد الكاربون.

وتحتوي العضلة كذلك على فوسفات الكرياتين الغنية بالطاقة وهذه وتحلل مائياً كذلك لتجهيز العضلة بمجاميع الفوسفات والطاقة... وتستخدم الخلية العضلية مجاميع الفوسفات تلك الراحة في تكوين مخزون لتكوين الادينوسين ثلاثي الفوسفات.

أنواع التقلص العضلي:

يوجد هنالك نوعين من التقلص العضلي، متساوي التوتر Isotonic عندما يصاحب تقلص العضلة قصر في الياقها استجابة للحافز وعادة ما تكون العضلة غير محملة .. اما النوع الاخر من التقلص فإنه يدعى متساوي بالقياس isometric اذ تتوتر العضلة دون ان يحدث لها نتيجة لتحملها بوزن لا تتمكن عنده على القصر عندما تتحفز محليا... وغالباً ما يكون التقلص العضلي في الجسم خليطاً من التقلص المتساوي التوتر

والمتساوي القياس يصاحبها قصر اليافها العضلية الا في بعض الحالات التي يراد بها حفظ وضعية معينة ويصاحب ذلك تغير في مطاطية العضلة.....

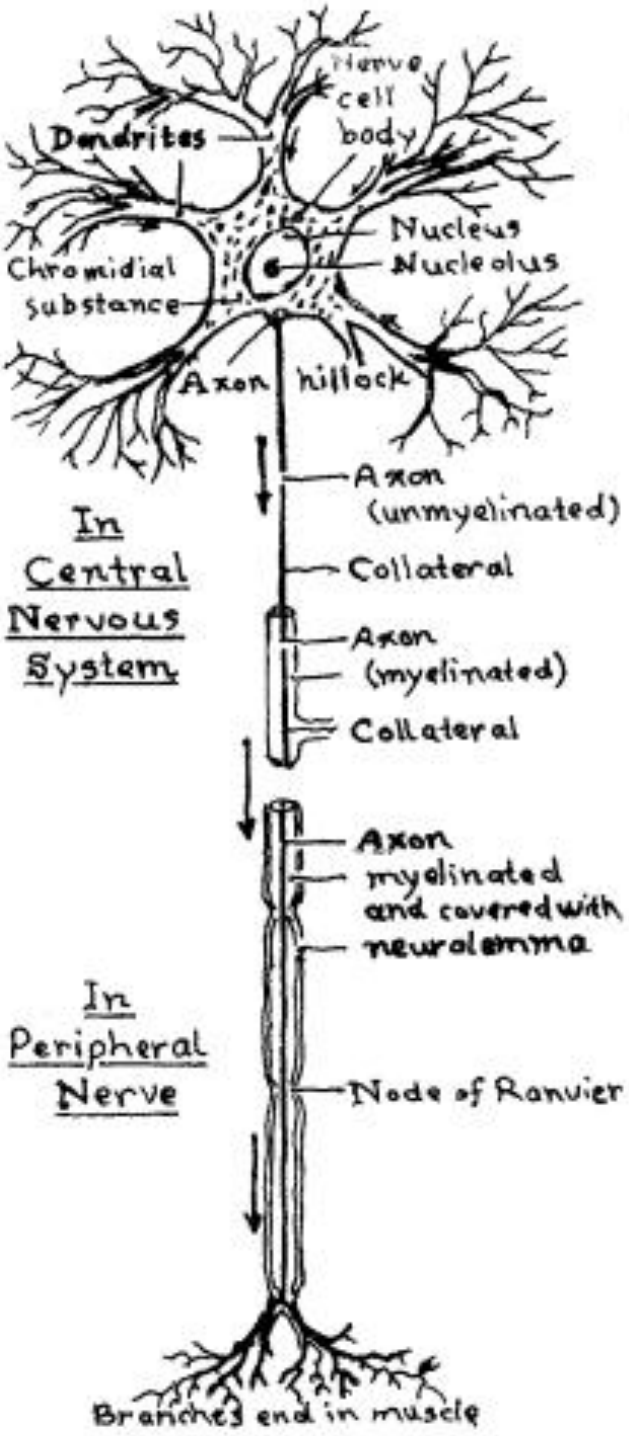
وتظهر الأنواع المختلفة من الحيوانات تباينا في السرعة والكفاءة التي تتحرك بها نتيجة لعدة متغيرات تتأثر كالوزن و التغذية و الحالة الصحية و الحمل الذي تقع تحت تأثيره.

- الانسجة العصبية Nervous Tissus

تتألف الانسجة العصبية من الخلايا العصبية neurons وهي تختص في تنظيم استجابة انسجة و أعضاء الحيوان المختلفة لمحيطه الخارجي وثقل وتنظيم ردود فعله.

ان الخلية العصبية هي الجزء الأساسي في بنية النسيج العصبي وتتألف من جسم الخلية العصبية ونتوء او اكثر من البروزات... وينتقل الإحساس الى جسم الخلية العصبية عن طريق نتوء او اكثر يسمى الفرع Dendrite ومن جسم الخلية العصبية الى الانسجة الأخرى عن طريق نتؤء واحد يسمى المحور Axon ... وغالبا ما تكون المحاور أطول من الفروع. اما الاعصاب فتتكون مع عدد كبير من الالياف العصبية... والليفة العصبية خيطية الشكل تتألف من محور واحد محاط بغشاء داخلي يدعى الغمد النخاعي Meyelin sheath او بغشاء ليفي يدعى الغمد العصبي Neurilemma او بكليهما (شكل 14) وترتبط الخلايا العصبية فيما بينها بخلايا ساندة تدعى الخلايا الغشائية Lemmocytes او خلايا شوان Schwann Cells في الجهاز العصبي المحيطي و الخلايا الدبقية(الموثق العصبي) Neuroglia في الجهاز العصبي المركزي.

ان حجم الخلية العصبية يختلف من جزء لآخر ي الجهاز العصبي ومن حيوان لآخر وهي نجمة الشكل توجد عادة في المادة السنجابية- Graymatter للجهاز العصبي المركزي وقد توجد اعداد قليلة منها خارج الجهاز العصبي المركزي في مراكز خاصة تدعى العقدة العصبية ganglia ولا تختلف محتويات الخلية العصبية كثيراً من محتويات الخلية الجسمية الا بوجود اجسام ناسل....



شكل ٣-١٤ رسم تخطيطي لخلية عصبية يظهر فيها النمط العصبي Frandson 1981.