محاضرة رقم (05): النسيج العضلي
(Le tissu musculaire)

مقدمة:

يحتوي جسم الإنسان على أكثر من 400 عضلة هيكلية التي تسمح بتحريك كامل الجسم على عكس عضلة القلب التي تعمل على تحريك الدم في الجهاز الدوري. كما تختلف بنية الألياف العضلية عن الأنواع الأخرى من الخلايا الموجودة في الجسم و هذا من جهة الطول، بحيث تعتبر من أطول الخلايا كما تتميز بشكل خيط رفيع و تنظيم جيد،

تمثل الكتلة العضلية بالنسبة للشخص من 45 إلى 50 % من الكتلة الكلية للجسم، كما أن العضلات الموجودة تقسم إلى ثلاث أنواع إلا أن العضلات الهيكلية المخططة تمثل النوع الأكثر تواجدا بنسبة 40 إلى 45 % من الكتلة الكلية، أما بالنسبة للعضلات القلبية و الملساء تمثل نسبة 5 % من الكتلة الكلية، حيث يبقى مبدأ النشاط و العمل العضلي نفسه في كل هذه الأنواع بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية.

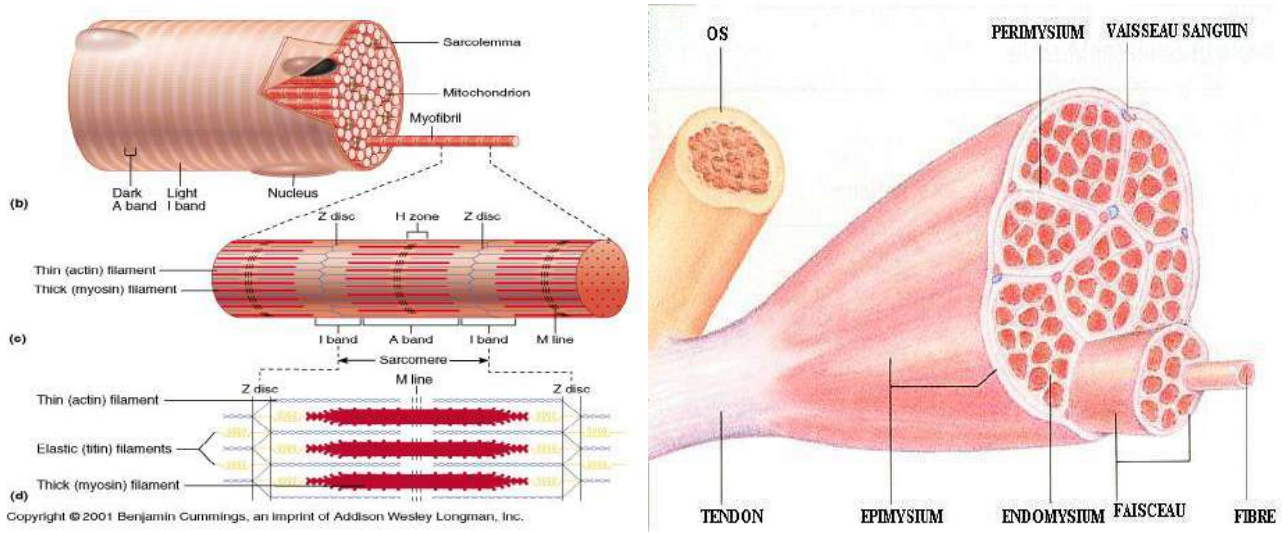
يتكون النسيج العضلي رئيسيا من 75 % ماء و 20 % من البروتينات و 5 % من الأملاح المعدنية (Na^+ et K^+) و مواد منحلة، و من بين البروتينات التقلصية للعضلة نجد الميوزين يشكل من (50 إلى 55 %) و الأكتين من (20 إلى 25 %) و الذي يعتبر غني بالـ (ATP) و التروبوميوزين مشكلا من (10 إلى 15 %). أما بالنسبة للساركوبلازم تمثل مجموعة من البروتينات و التي لها دور رئيسي في عمليات الهدم و البناء إضافة إلى الميوقلوبين، و مجموعة من الإنزيمات، الغلوكوز من (0,5 إلى 1,5 %) و الدهون إلى 1 % بحيث تكون متوضعة رئيسيا في النسيج الضام للعضلة (Palau J.M , 1985, P 142).

عند القيام بتشريح النسيج العضلي، أولا نقوم بقطع النسيج الضام الذي يقوم بتغليف العضلة و الذي يسمى بـ (l'épimysium) يحتوي داخل هذا النسيج مجموعة حزم عضلية تكون محاطة بنسيج آخر يدعى (périmysium) وعند قطع هذه الحزم نجد أنها تتكون من مجموعة ألياف عضلية التي تحتوي على مجموعة من الأنوية الخلوية، كل ليف عضلي يكون محاط بنسيج ضام يدعى (endomysium)، داخل الألياف العضلية نجد مجموعة من الليفات العضلية والتي تشكل الوحدة الحركية التقلصية، وحول هذه الليفات توجد مجموعة أخرى من المكونات هي البلازما (الساركوبلازم)، الشبكة الاندوبلازمية التي تحتوي على أيونات الكالسيوم، الميتوكوندري التي تعمل على توفير الطاقة، كما يصل عدد الألياف العضلية حوالي مليون في عضلات الفخذ (Wilmore J.H, Costil D.L, 2006, P 29).

نجد في النسيج العضلي ثلاث أنواع من الألياف العضلية هي:

1- النسج العضلي الهيكلي أو المخطط (الإرادية) (le tissu musculaire squelettique):

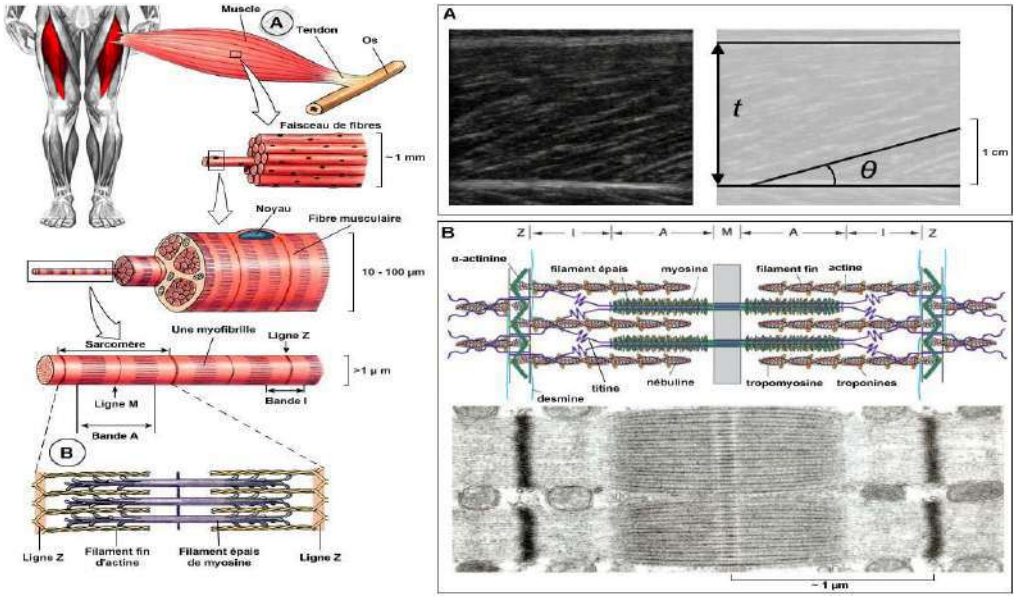
عند القيام بتشريح النسيج العضلي أولا نقوم بقطع النسيج الضام (صفاق العضلة) الذي يقوم بتغليف العضلة و الذي يسمى بـ (l'épimysium) يحتوي داخل هذا النسيج مجموعة حزم عضلية تكون محاطة بنسيج آخر يدعى بـ (périmysium) و عند قطع هذه الحزم نجد أنها تتكون من مجموعة ألياف عضلية تحتوي على أنوية خلوية، كل ليف عضلي يكون محاط بنسيج ضام يدعى بـ(endomysium) داخل الألياف العضلية نجد مجموعة من الليفات العضلية و التي تشكل الوحدة الحركية التقلصية و حول هذه الليفات توجد مجموعة أخرى من المكونات هي البلازما، الميتوكوندري، الشبكة الاندوبلازمية .



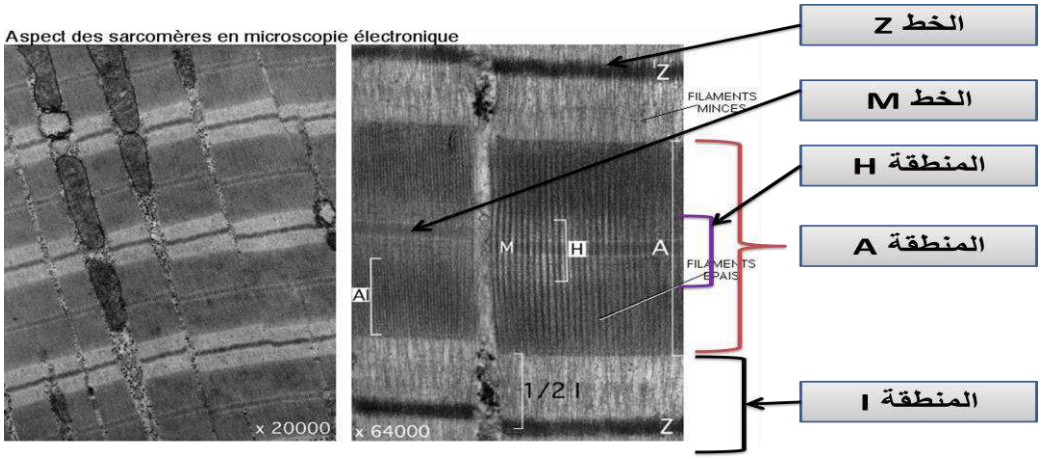
صورة رقم (01): طبقات النسيج الضام الثلاث (البيريميزيزم، الإيبيميزيوم، الأندوميزيزم) المغلفة للنسيج العضلي، البنية التشريحية لليف العضلي.

1-1 الليفات العضلية:

تحتوي الليفات على مجموعة من الخيوط تدعى بـ(الاكتين والميوزين) والتي تعطي الشكل المخطط للنسيج العضلي بحيث نلاحظ منطقة عاتمة تدعى (A) تكون محاطة بخطوط نيرة تسمى الخط (I) في كل منطقة (A) يقطعها خط في الوسط يدعى بالمنطقة (H) كما تنقطع المنطقة (I) بخطوط عاتمة تدعى الخطوط (Z) و التي تشكل الوحدة التقلصية (sarcomère).



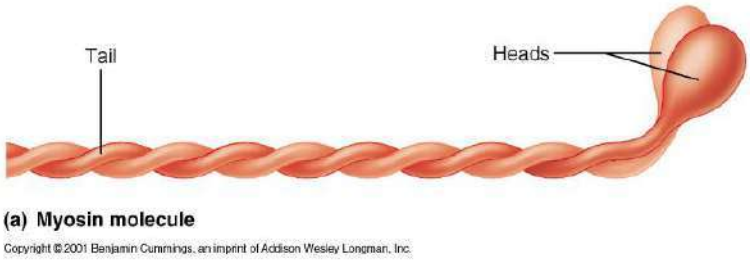
صورة رقم (02): يوضح التنظيم العام للجهاز التقلصي للعضلة وصولا إلى البنية البروتينية التكوينية للوحدة التقلصية (sarcomère) (Gael Guilhem, 2010, P 16).



صورة رقم (03): يوضح بنية وتنظيم توضع الوحدات التقلصية (sarcomère) تحت المجهر الالكتروني.

1-2 بنية الميوزين (structures myosines):

الميوزين هو بروتين أنزيمي ليفي لديه ثقل جزئي مرتفع جدا (500000 daltons) يشكل سلسلة ثقيلة وخفيفة، جزيئة الميوزين لها محور متطاول من أجل تشكيل خيط يتكون من 300 إلى 400 جزيئة ميوزين، كل جزيئة تقسم إلى ثلاث عناصر هي الرأس (tête) يمثل 1,6 من جزيئة الميوزين، العنق (col)، الذنب (queue) بحيث يتكون كل من العنق والذنب من سلسلتين لديها وزن جزئي ثقيل، والرأس يتكون من 5 سلاسل خفيفة (Pilardeau P , 1995 , P 05).



صورة رقم (04): رسم تخطيطي يوضح بنية جزيئة الميوزين.

3-1 بنية الأكتين (structures Actines) :

يمثل الأكتين 25 % من الوزن الصافي في الليفات العضلية و هو يتكون من ثلاث عناصر حسب ما أشار إليه (Pilardeau P , 1995 , P 06):

أ- **التروبوميوزين:** و هو بروتين متطاول يشكل سلسلة بروتينية رفيعة و هو يتكون من مزدوجة على شكل سلم حلزوني.

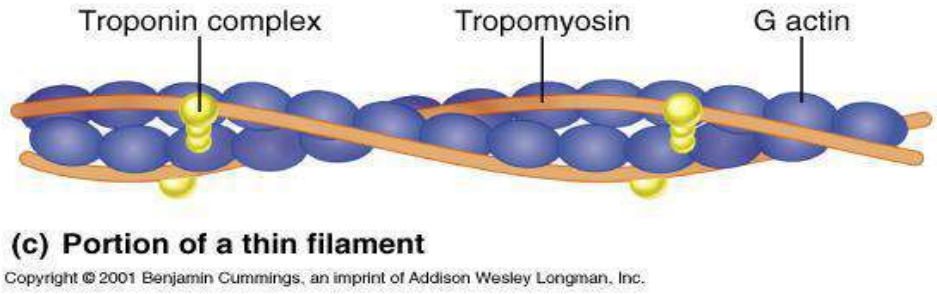
ب- **التروبونين:** هذا البروتين موجود بتواصل بعد 7 مونومتر من الأكتين و في مؤخرة جزيئة التروبونين وهو يتكون من ثلاث وحدات تسمى T,C,I و التي تمثل الأسماء التالية :

(C) عبارة عن موقع لتثبيت الكالسيوم أو المغنزيوم.

(I) منطقة محملة أو مغلقة لها دور في تحرير مواقع تثبيت الميوزين على الأكتين.

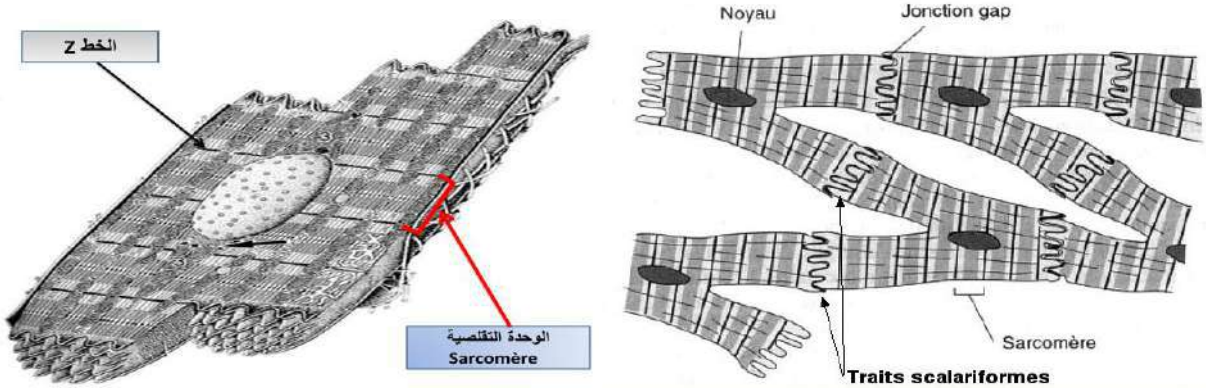
(T) منطقة مفصلة توجد قريبة من موقع تثبيت التروبونين على التروبوميوزين.

ج- **الأكتين:** وهو عبارة عن جزيئات كروية الشكل (G-actine) ، حيث يمثل اتحاد جزيئات مع بعضها لتشكل سلسلة ليفية تتكون من 330 جزيئة هذه السلسلة الليفية تكون خيط طويل (2,75 نانومتر) ويسمى (F- actine)، وعند طرفي الوحدة التقلصية، السلسلة الليفية (F-actine) تندمج مع الخط Z .

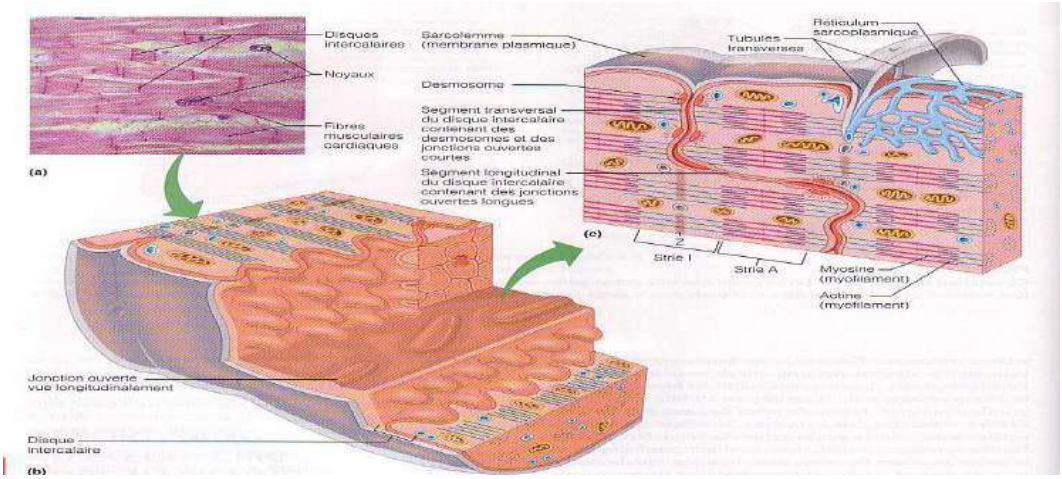


صورة رقم (05): رسم تخطيطي يوضح بنية الأكتين .

2- النسج العضلي القلبي Le tissu musculaire cardiaque: و هو يشكل عضلة القلب (جدار القلب)، خلايا هذا النسيج مخططة تتكون أيضا من مجموعة ألياف عضلية تحتوي على ليبفات عضلية و التي بدورها تتكون من خيوط الاكتين و الميوزين، يجمع هذا النوع من النسيج بين العضلات المخططة و الغير مخططة ، تظهر مجموع الليفات العضلية في شكل متفرع .



صورة رقم (05): البنية التشريحية للنسيج العضلي القلبي .



صورة رقم (06): مقطع عرضي يوضح توضع الألياف العضلية المكونة للنسيج العضلي القلبي.

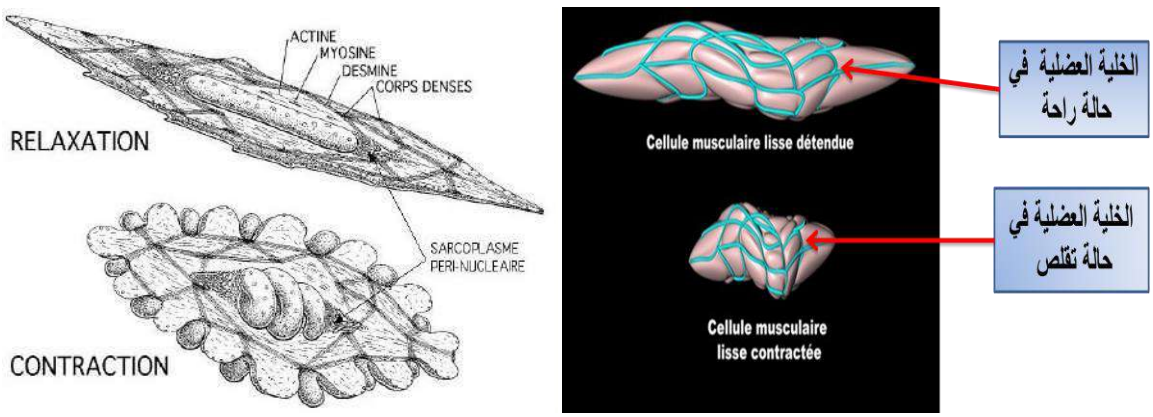
3- النسيج العضلي الأملس le tissu musculaire lisse :

يطلق عليه هذا الاسم نظرا لعدم ظهور الشكل المخطط في هذا النسيج، تتكون كل حزمة من عدد من الألياف العضلية يربطها نسيج ضام، الليفة عبارة عن خلية طويلة مغزلية مدببة الطرفين ومتغلظة في الوسط والنواة بيضاوية الشكل ، السيتوبلازم يحتوي على عدد من الليفات العضلية الدقيقة . يظهر هذا النوع في القنوات الهضمية.

يتراوح طول الليف العضلية الملساء من 20 إلى 500 ميكرومتر كل خلية تحتوي على نواة مركزية وحيدة . عند المقطع العرضي الخلية الملساء تظهر متعددة الزوايا، كما تظهر على شكل أحزمة خطية عند المقطع الطولي . كل خلية عضلية ملساء محاطة بغشاء قاعدي خارجي . مجموعة صغيرة من هذه الخلايا تتوضع في حزمة على طبقة رفيعة من نسيج الكولاجين يحتوي على أوعية دموية و الياف عصبية .

لا تحتوي الخلية العضلية على الوحدات التقلصية المنظمة، حيث أن الجهاز التقلصي يحتوي على خيوط الاكتين و الميوزين، ويعتبر أكثر تطورا في هذا النوع من الخلايا. أحزمة البروتينات التقلصية (الأكتين و المنيوزين) تتقاطع في الخلية و تتصل في نقاط تسمى الجسم الكثيف (corps dense). هذا الجسم الكثيف يتوزع على السركولام. كذلك نجد الجسم الكثيف في متوزع في الساركوبلازم. مجموع هذه الأجسام الكثيفة يرتبط بحقل من الخيوط الوسطية التي تتمثل في الديسمين.

العضيات الخلوية تتجمع حول النواة المركزية في المنطقة التي تفتقر إلى خيوط الاكتين و الميوزين . الميتوكوندري متعددة، الشبكة الأندوبلازمية و جهاز كولجي لا يتواجد في الخلية العضلية الملساء . تتصل الخلايا الملساء مع بعضها عن طريق رابطة من النوع قاب (jonctions gap) هذه الرابطة تسمح بإنتشار التحفيز من خلية لأخرى. حيث توجد خاصية للخلايا الملساء وهي تواجد مجموعة من مناطق دخول نسيج في نسيج آخر على مستوى الغشاء البلازمي. هذه الرابطة تعمل بطريقة مشابهة للقنوات المستعرضة للخلية العضلية المخططة، بحيث تراقب دخول شوارد الكالسيوم إلى الخلايا . من جهة أخرى أكياس من الشبكة الأنوبلازمية الملساء تتصل مع رابطة قاب (وهذا ما يعادل عمل الثالوث الموجود على مستوى الليف العضلي المخطط) .



صورة رقم (07): شكل الألياف العضلية للنسيج العضلي الأملس.

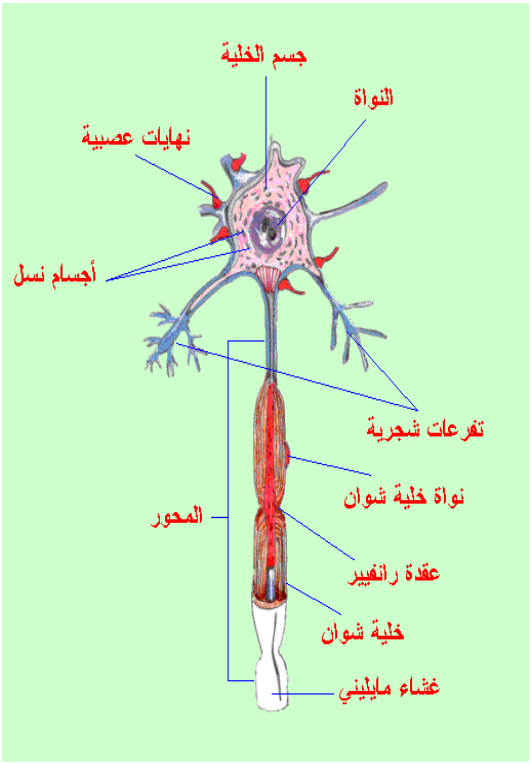
محاضرة رقم (06):
النسيج العصبي (tissu nerveux)

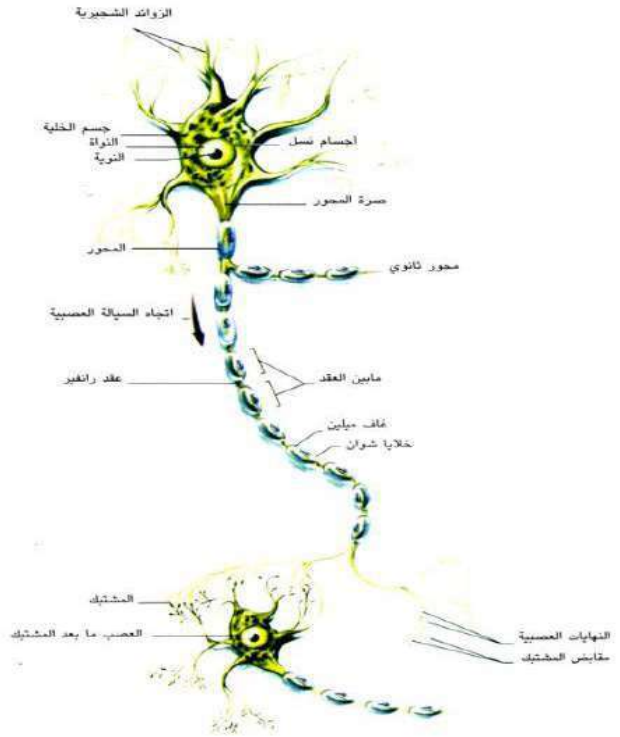
1- النسيج العصبي:

يتكون هذا النسيج من خلايا تحورت بطريقة معينة تمكنها من استقبال المؤثرات الحسية والعصبية Stimulus الخارجية والداخلية ونقلها بين أجزاء الجسم المختلفة وتنشأ هذه الأنسجة من طبقة الإكتودرم لتكون نوعين من الخلايا هما .

1- خلايا إكتودرمية تتمايز إلى خلايا عصبية جنينية تعرف بأمهات الخلايا العصبية Rearoblaste التى تتحول تدريجياً إلى خلايا عصبية Neurones مكتملة النمو .

2- خلايا إكتودرمية تتمايز إلى خلايا أسفنجية Spongioblaste التى تتحول إلى خلايا الغراء العصبى Neuroglia التى تحمى الخلايا العصبية وتربطها بعضها ببعض .





صورة رقم (01): مكونات الخلية العصبية المشكلة للنسيج العصبي.

1-1: الخلية العصبية:

هي الوحدة الاساسية التي يتكون منها الجهاز العصبي كله، و تعتبر هذه الخلية الوحدة التشريحية و الوظيفية للجهاز العصبي، و تختلف من حيث الحجم و الشكل، و يوجد 90% في المخ و الباقي منها في بقية الجهاز العصبي المركزي و الطرفي. هذه الخلايا لا تتجدد، وما يتلف منها لا يتم تعويضه. تتكون الخلية العصبية من المكونات التالية:

1-1-1 الجسم الخلوي: جسم الخلية هو أكبر جزء فيها، ويختلف من خلية الى أخرى، حيث إنّ له أشكال مختلفة منها: البيضاوي، أو المستدير، أو النجمي، أو المغزلي، وتكون بداخله نواة مستديرة، تحتوي بداخلها على نواة أخرى واحدة أو أكثر، وتكون محاطة بالسيتوبلازم (ويسمى أيضاً النيروبلازم)، والذي يحتوي على جهاز غولجي، والميتوكوندريا، و الليزوزومات، و الشبكة الأندوبلازمية، وعلى تراكيب أخرى منها: الليفيات العصبية، و اجسام نسل و هي عبارة عن حبيبات تقوم بتخزين المادة الغذائية بداخلها، و من بين وظائف جسم الخلية أنه قادر على إنتاج البروتين و الأنزيمات و الطاقة اللازمة لأداء و ظيفتها، و بما ان الخلية العصبية لا تحتوي على الأجسام المركزية فهي بذلك لا تنقسم و لا تتجدد.

1-1-2: الزوائد الشجيرية : عبارة عن زوائد تظهر من جسم الخلية يتراوح عددها من 100 – 1000 زائدة، كل منها قادر على استلام السيالة العصبية من نفس العدد من الأعصاب المتصلة بها. لا تستطيع الزوائد الشجيرية إحداث تغيير في فرق الجهد ولكنها تستلم السيالة العصبية من نهايات الأعصاب الأخرى أو مباشرة من موقع التنبيه (العضو المستقبل). تجتمع الزوائد الشجيرية وتنتهي على جسم الخلية حيث يتم تفريغ السيالة العصبية. لذلك فإن إجمالي ما يرد من نشاط عصبي إلى جسم الخلية يتناسب وعدد الزوائد المتصلة به (القطامي، 2016).

3-1-1 محور الخلية : عبارة عن ليفة عصبية طويلة تظهر من صرة جسم الخلية، ويعتبر الممر الرئيسي للسيالة العصبية من جسم الخلية إلى النهايات العصبية. عادة ما يكون هناك محور واحد للخلية بالرغم من احتوائها المئات من الزوائد الشجيرية، كما في الأعصاب الطرفية، واحيانا لا يوجد محور للخلية، كما في الأعصاب المغذية لشبكة العين والدماغ. يسمى الوسط الداخلي للمحور(axoplasm) ، بينما الغشاء الذي يحيط به.(axolemma) . تنقسم محاور الخلية إلى نوعين به (القطامي، 2016):

أ- **محاور غير ميلينية : (non-myelinated)** محاور ليست مغلفة بالميلين وبالتالي تسير من خلالها السيالة العصبية ببطء.

ب- محاور ميلينية (myelinated) : محاور مغلفة بالميلين.

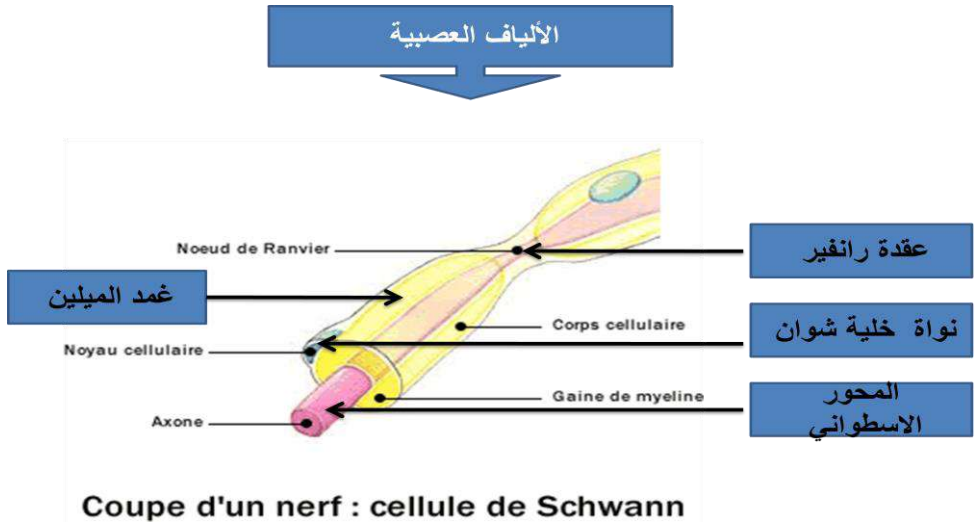
و هناك نوعان من الميلين داخل الجهاز العصبي، منها ما يغطي الخلايا العصبية للجهاز العصبي المركزي (oligodendroglia) ومنها ما يغطي خلايا الجهاز العصبي الطرفي.(Schwann cells)

4-1-1 الميلين (Myeline) : مادة بيضاء تحتوي على 80% من الدهن (كوليسترول ودهن فوسفوري) و 20% بروتين، تغلف المحور في صورة خلايا تسمى خلايا شوان في شكل متقطع يفصل بعضها عن بعض ما يسمى بعقد رانفير .(node of Ranvier) يبتدئ تكوين الميلين في الجنين عند الأسبوع الرابع عشر من الحمل ولا يكتمل تكوينه إلا بعد الولادة لذلك فإن وظيفة الجهاز العصبي في المواليد الجديدة تصبح غير مكتملة مقارنة بالأعمار الكبيرة. يكتمل تكوين الميلين تماماً عندما يبتدئ المولود في التعود على الوقوف والسير على رجليه ويستمر في التكون حتى مراحل متقدمة من العمر (القطامي، 2016).

ومن أهم وظائف الميلين : السماح بمرور السيالة العصبية في اتجاه واحد (ناحية النهاية العصبية)، وزيادة سرعة السيالة العصبية، وكذلك الدور الذي يلعبه كعازل يمنع وصول السيالة العصبية إلى منافذ ص +، بو +. لذلك نجد ان المحور غير المغلف بالميلين يحتاج إلى 100 مرة حجم المحور المغلف لتوصيل السيالة العصبية على نفس السرعة للمحور المغلف. (القطامي، 2016).

5-1-1 عقد رانفير: وهي عبارة عن فضاءات موجودة فيما بين خلايا (شوان) يتم من خلالها الاتصال المباشر بين الوسط الداخلي للمحور والوسط الخارجي له بالإضافة إلى انها المواقع التي يتأسس بداخلها الجهد الحركي اللازم لتكوين السيالة العصبية حيث تبقى في وضع أعلى من نقطة الاشتعال (threshold) لتساعد في فتح وقفل منافذ أيوني ص $^{+}$ ، بو $^{+}$ على جانبي غشاء المحور. (القطامي، 2016).

6-1-1 النهايات العصبية : النهايات العصبية هي نهاية مسار مرور السيالة العصبية داخل الخلية. تستلم النهايات العصبية السيالة القادمة عبر المحور ليتم نقلها وتوزيعها عبر المشتبك العصبي (synapse) إلى بداية خلية عصبية ثانية او غدة او عضلة وذلك بفعل النواقل الكيميائية الموجودة بها (كما سيتم شرحها لاحقا). يحتوي العصب الواحد على حوالي 100 – 1000 نهاية عصبية تقوم جميعها بتوصيل السيالة إلى نفس العدد من خلايا العصبية الأخرى. تنتهي النهاية العصبية لكل عصب بانتفاخ يسمى بالغشاء ما قبل المشتبك

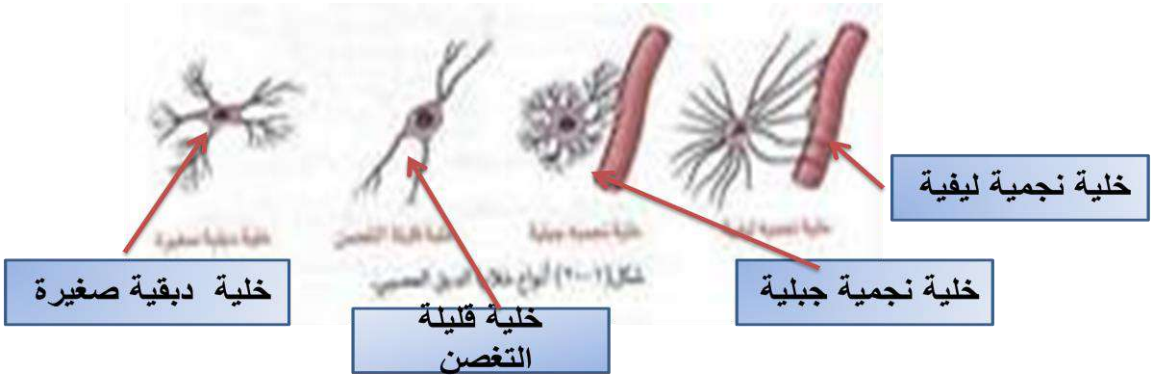


صورة رقم (02): مادة الميلين المتواجدة على المحور الإسطواني و عقد رانفير.

2-1 خلايا الغراء (الدبق) العصبي :

وهي توفر الدعم والحماية والغذاء إلى النسيج العصبي والمشاركة في تكوين السائل النخاعي الشوكي، وتوجد منه الأنواع التالية:

1- خلية نجمية ليفية
2- خلية نجمية جبلية
3- خلية قليلة التغصن
1- خلية دبقية صغيرة



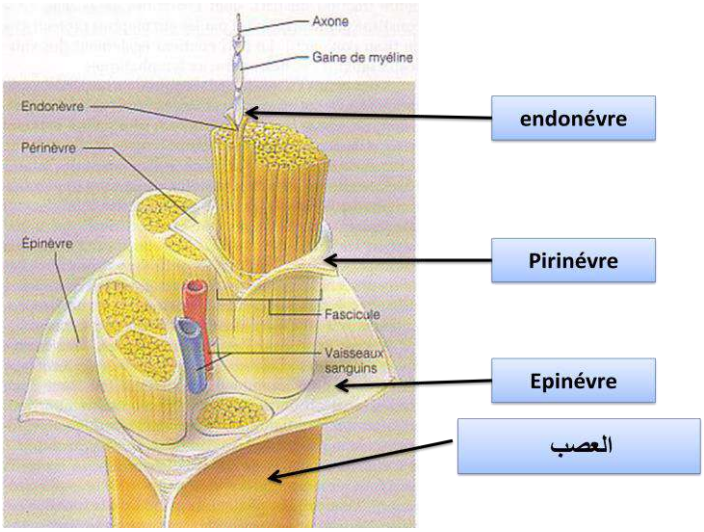
صورة رقم (03): أنواع خلايا الغراء العصبي.

3-1 الألياف العصبية:

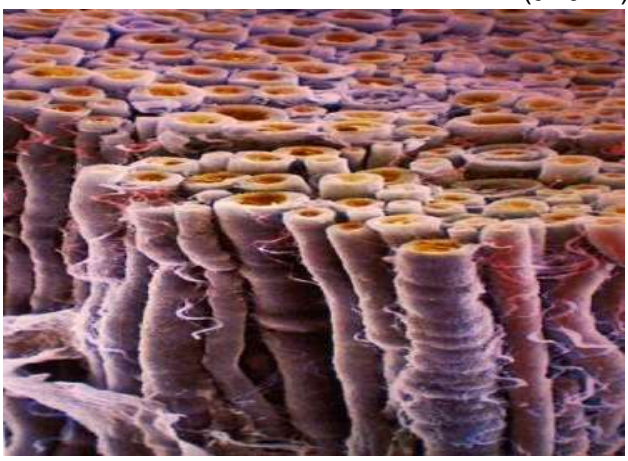
الليفات العصبية Neurofibrilles : هى عبارة عن خيوط رفيعة متقاطعة تكون تركيباً شبكياً وتمتد خيوطها فى المحور والزوائد الشجيرية وهى التى تنتقل خلالها المؤثرات الحسية والعصبية فى جسم الخلية ويتفرع من جسم الخلية نوعين من الزوائد هي :

أ- عدد من الزوائد الصغيرة المتفرعة تعرف بالزوائد الشجيرية Dendrites تستقبل المؤثرات وتنقلها إلى جسم الخلية .

ب- زائدة واحدة طويلة هي المحور Axone وهى تمتد من جسم الخلية وتنقل المؤثرات العصبية خارج الجسم وهى تنتهى بتفرعات صغيرة تعرف بالتفرعات النهائية وتتجمع محاور الخلايا العصبية مع بعضها لتكون الأعصاب Nerfs .



صورة رقم (04): مكونات العصب، الذي يحتوي على مجموعة من الألياف العصبية، و التي بدورها تتكون من مجموعة من الخلايا العصبية. يغلف العصب طبقة تسمى (الإيبينافر)، و تغلف الالياف العصبية عن طريق طبقة تسمى (البيرينافر)، بينما تغلف الخلايا العصبية عن طريق طبيقة تسمى (الأندونافر).



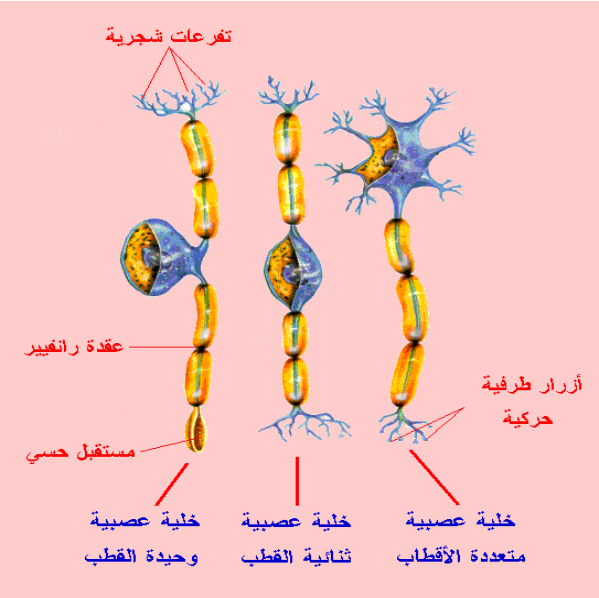
صورة رقم (05) : حزمة من الأعصاب موقع (pinterest.com).

4-1 أنواع الخلايا العصبية :

1-4-1 الخلايا العصبية وحيدة القطب Unipolaire: تتصل بها زائدة واحدة فقط تمثل محور الخلية.

2-4-1 الخلية العصبية ذات القطبين Bipolaire: وتتصل بها زائدتين إحداهما الزائدة الشجيرية والأخرى محور الخلية وتوجد فى الأطوار الجنينية وفى شبكية العين .

3-4-1 الخلية العصبية عديدة الأقطاب Multipolaire: وهى النوع الشائع فى الجهاز العصبى لها محور واحد وعدة زوائد شجيرية.



صورة رقم (06): أنواع الخلايا العصبية.