

النسيج العصبي

محاضرة ٧

النسيج العصبي

▶ ينشأ النسيج العصبي من الأديم الظاهر يعتبر من أكثر الأجهزة تعقيدا في جسم يجمع المعلومات من المستقبلات الحسية ثم يعالج المعلومات ويشكل الذاكرة ويولد الإشارات المناسبة إلى الخلايا المستجيبة

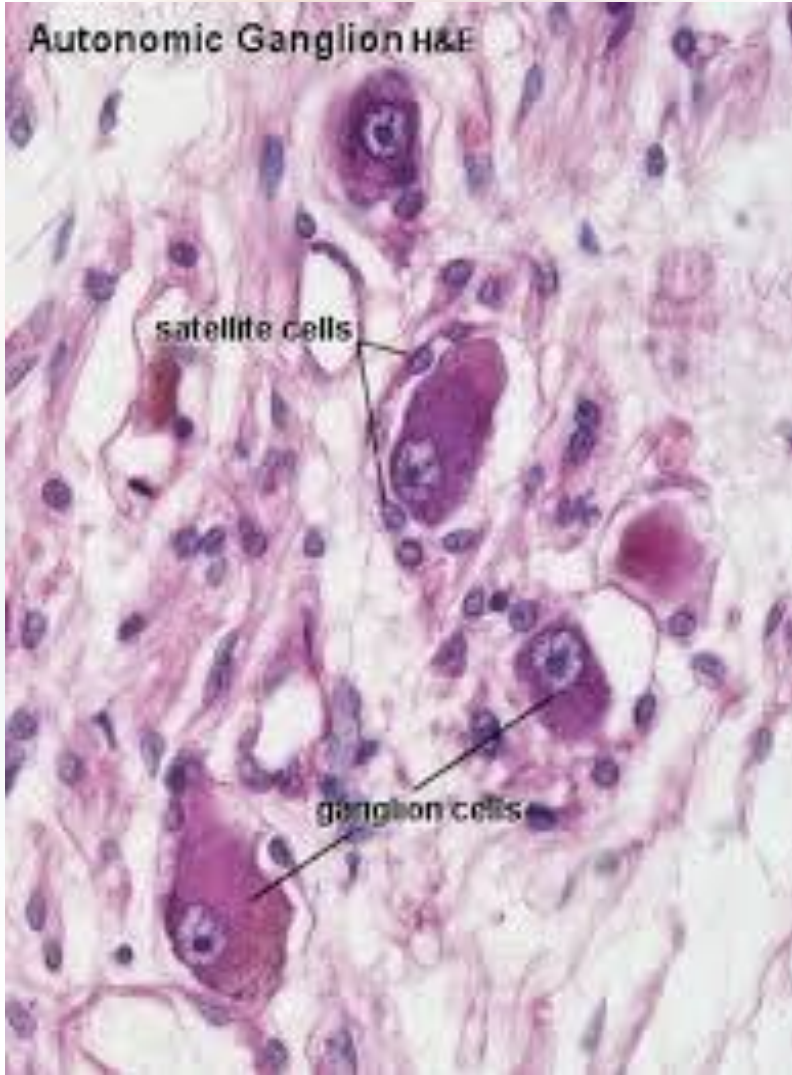
▶ يتألف من عشرات المليارات من الخلايا العصبية عالية التخصص (العصبونات والتي تمتلك استطالات هيولية طويلة كما يضم اكبر من هذا العدد بكثير من الخلايا الدبقية مع استطالات هيولية قصيرة تعمل هذه الخلايا الدبقية على دعم وحماية وتغذية العصبونات تجتمع العصبونات في دارات شبيهة بالدارات الالكترونية

▶ يقسم النسيج العصبي تشريحيًا:

▶ 1. جهاز عصبي مركزي يضم المخ والمخيخ والنخاع الشوكي

▶ 2. جهاز عصبي محيطي يضم الياف عصبية وعقد عصبية

▶ تتوضع اجسام العصبونات في الجهاز العصبي المركزي او قريبا منه بينما توجد الاستطالات الهيولية داخل الجهاز العصبي او خارجه وتكون العصبونات قادرة على اثاره عصبونات اخرى على تماس معها عن طريق المشابك.



العصبونات يعتبر العصبون الوحدة البنائية والوظيفية في الجهاز العصبي ويتألف العصبون من الجسم الخلوي والاستطالات الهيولية والمحوار

الجسم الخلوي Cell body

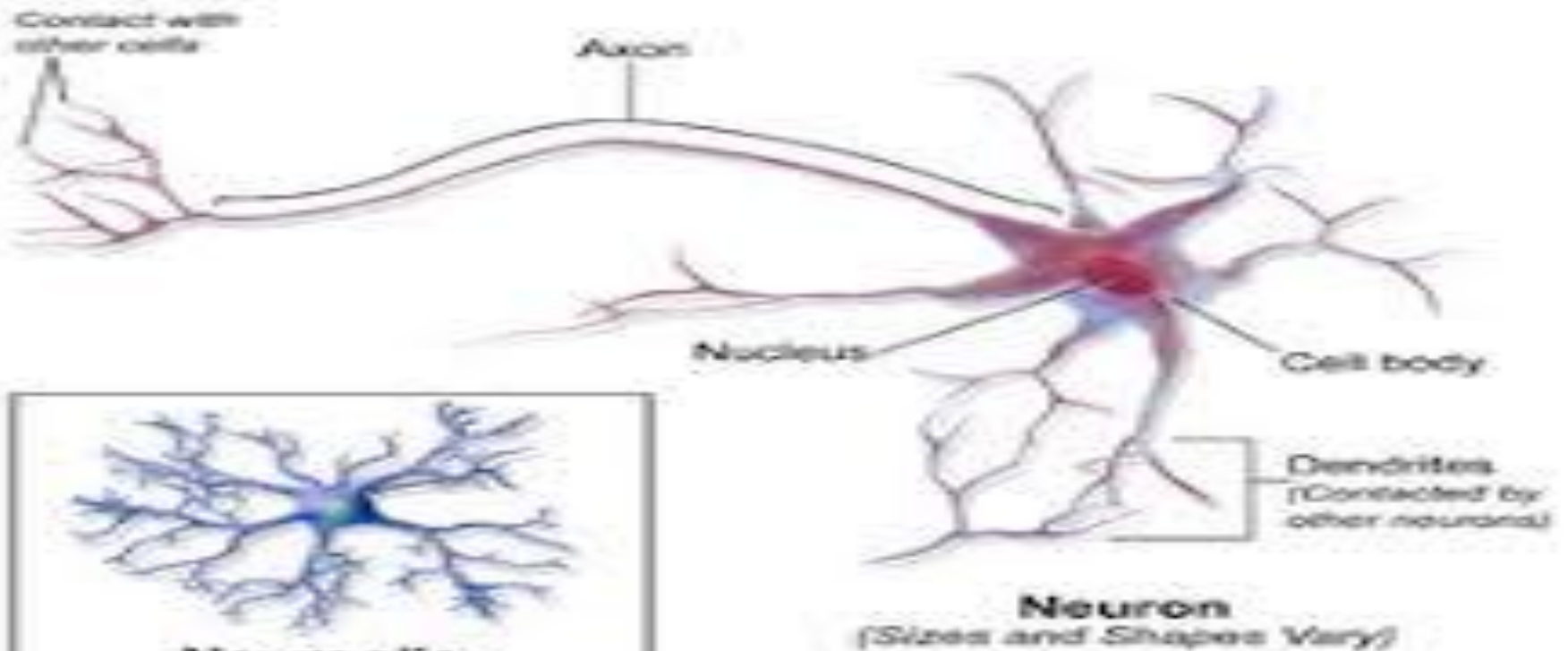
- ▶ يعتبر الجسم الخلوي ضخماً بالمقارنة مع الخلايا الأخرى ، ويتراوح قطره بين (٤-١٣٥) ميكرومتر ، ويختلف شكله بين عصبون وآخر ، ويعتمد شكل الجسم الخلوي على عدد الإستطالات الهيولية وطريقة تفرعها ، فقد تكون هذه الاستطالات وحيدة أو ثنائية أو متعددة في أكثر الأحيان . يحوي الجسم الخلوي على نواة ضخمة كروية الشكل تقع في المركز ويمكن أن يصل قطرها إلى ٢٠ ميكرومتر ، وبشكل عام فإن النوى ضعيفة التلون وذلك لمحتواها من الكروماتين المبعثر ، وتحوي النواة نوية واحدة أو عدة نويات ضخمة شديدة التلون تُرى بسهولة بالمجهر الضوئي العادي ، وتشبه النواة الشاحبة ذات المظهر الحوصلي بعين البومة . ويلاحظ في العصبونات الصغيرة أن النوى تشغل القسم الأكبر من الجسم الخلوي وهنا تبدو النوى قائمة لمحتواها من الكروماتين الكثيف وبالتالي يصعب رؤية النوية داخل النواة.

► يضم الجسم الخلوي العديد من المدمجات ذات التفاعلات الأساسية المسماة بأجسام نيسل **Nissl bodies** التي تنتشر حول النوى والتي تظهر بوضوح عند استخدام أزرق التولويدين وتغزر هذه الجسيمات في العصبونات المحركة الكبيرة بينما تقل في العصبونات الحسية ، وتعتبر هذه الأجسام صهاريج مسطحة وقصيرة للشبكة الهيولية الباطنة الحبيبية ، وتتواجد في التغصنات الهيولية ولكنها غير موجودة في المحاور .

المحوار

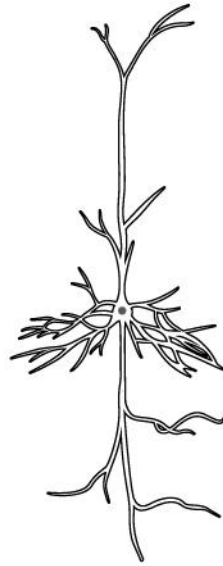
- ▶ ويدعى أيضاً بالمحور الإسطوانى وهو وحيد في كل عصبون على الرغم من وجود بعض العصبونات المحرومة من المحاويز مثل عصبونات أماكراين الموجودة في شبكية العين.
- ▶ يبدأ المحوار من مخروط دوير الخالي من أجسام نيسل ، لكنّه يحوي على تكثف للخیوط العصبية التي تستمر ضمن المحوار ، ويكون المحوار أكثر طولاً واستقامةً من التغصنات ، فقد يصل طوله إلى أكثر من ۱۰۰ سم ولكن قطره أقل من قطر التغصنات يتراوح بين (۱-۴) ميكرومتر ونادراً ما يتفرع المحوار خلال مساره ليعطي بعض الأفرع الجانبية ، ويكون سطح المحوار أملساً وقطره ثابتاً أيضاً ، وينتهي بأفرع دقيقة تدعى بالتغصنات الإنتهائية.

- ▶ يكون غمد المحوار على تواصل مع الجسم الخلوي ، ويحتوي المحوار على مقدرات طويلة وبعض عناصر الشبكة الهيولية الباطنة الملساء ، والعديد من النبيبات والخيوط العصبية التي تغزر في المحاوير الكبيرة
- ▶ التي تنقل الجريان العصبي بسرعة أكبر من المحاوير الصغيرة ويلاحظ انعدام تواجد عديدة الريباسات وكذلك الشبكة الهيولية الخشنة (الحيبية) ، وهذا يؤكد حاجة المحوار إلى الجسم الخلوي ، وتغطّي المحاوير بأغمد احتياطية مثل غمد شوان وغمد النخاعين.

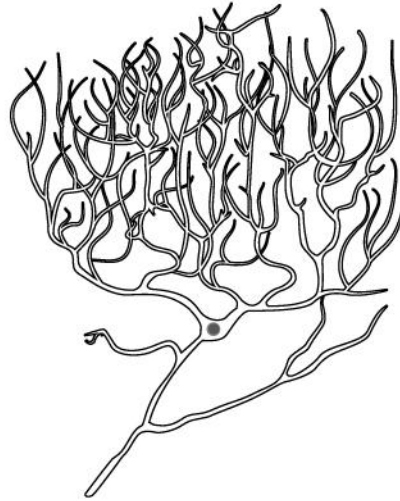


Neural Tissue

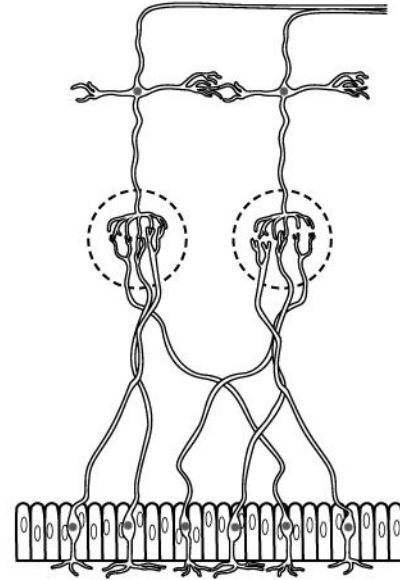
المشابك هي نقاط تماس غشائية خاصة تقوم بنقل السيالة العصبية من عصبون لآخر ومن عصبون الى خلية منفصلة اخري تتوضع هذه المشابك في المادة الرمادية في الجهاز العصبي المركزي ولا توجد مشابك في المادة البيضاء من الناحية الوظيفية تكون المشابك تثبيطية او تنبيهية الازرار الانتهائية تحوي على المتقدرات وهيكل هيولي وحوصلات مملوءة بناقل عصبي



(a) Pyramidal cell of the cerebral cortex



(b) Purkinje cell of the cerebellar cortex



(c) Olfactory cells in the olfactory epithelium and olfactory bulbs

تصنف العصبونات حسب عدد الاستطالات (البروزات) إلى :

١- عصبون متعدد الأقطاب:

ذات محوار واحد وأعداد كبيرة من تغصنات متفرعة، ومعظم عصبونات الجسم من هذا النوع.

٢- عصبون ثنائي القطب:

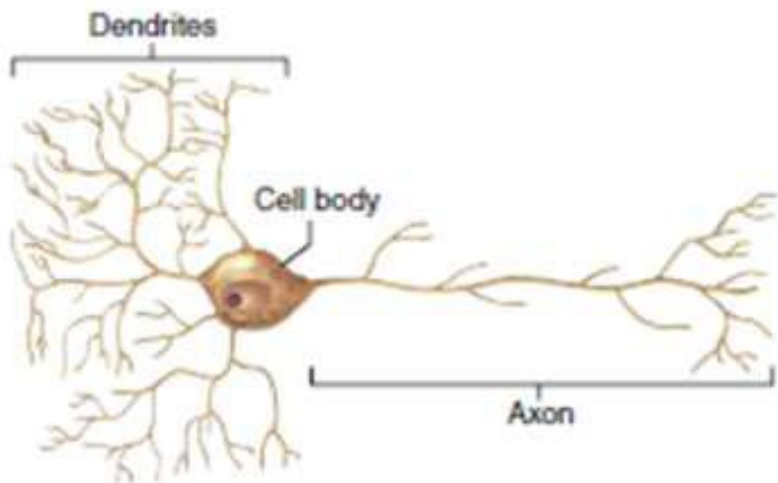
ذات محوار واحد وتغصن واحد ينشأ من جسم الخلية. توجد في العقد العصبية الدهليزية والحلزونية للأذن الداخلية وفي شبكية العين والظهارة الشمية.

٣- عصبون أحادي القطب (الكاذبة):

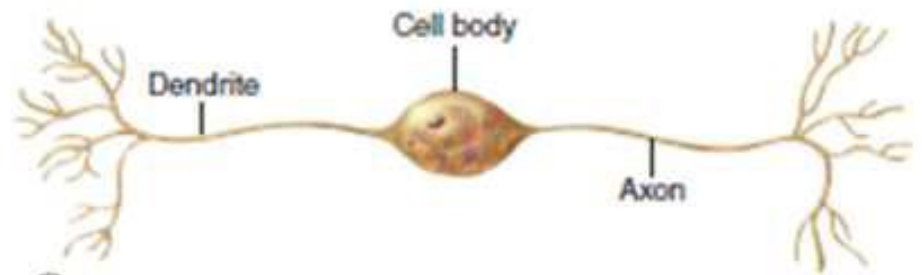
لها استطالة قصيرة تنشأ من جسم الخلية تتفرع إلى استطالتين تمتد الاستطالة الطويلة إلى الجهاز العصبي المحيطي والقصيرة إلى الجهاز العصبي المركزي وتكون كلا الاستطالتين ذات فروع انتهائية تعمل كتغصنات. توجد في العقد الحسية الشوكية وفي العقد العصبية القحفية.

٤- عصبون بلا أقطاب:

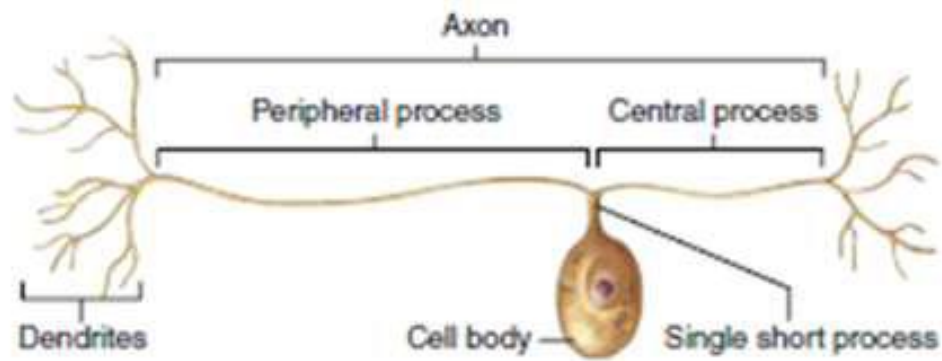
يملك تغصنات عديدة ويكون بلا محوار.



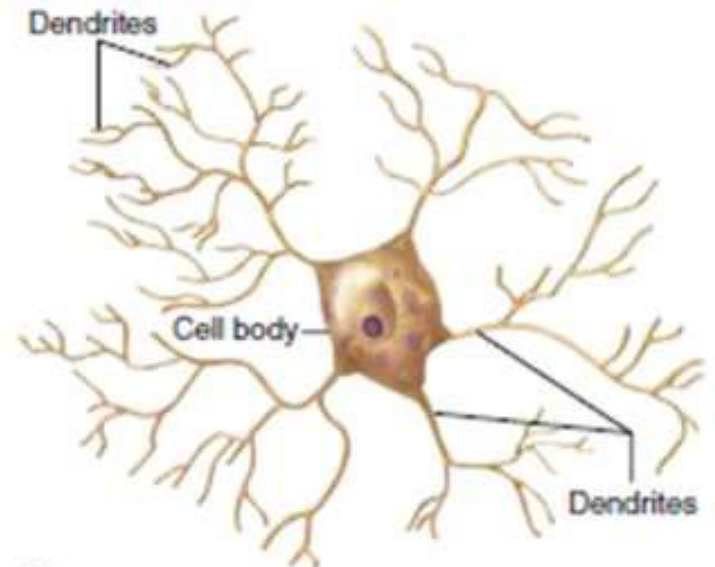
(a) Multipolar neuron



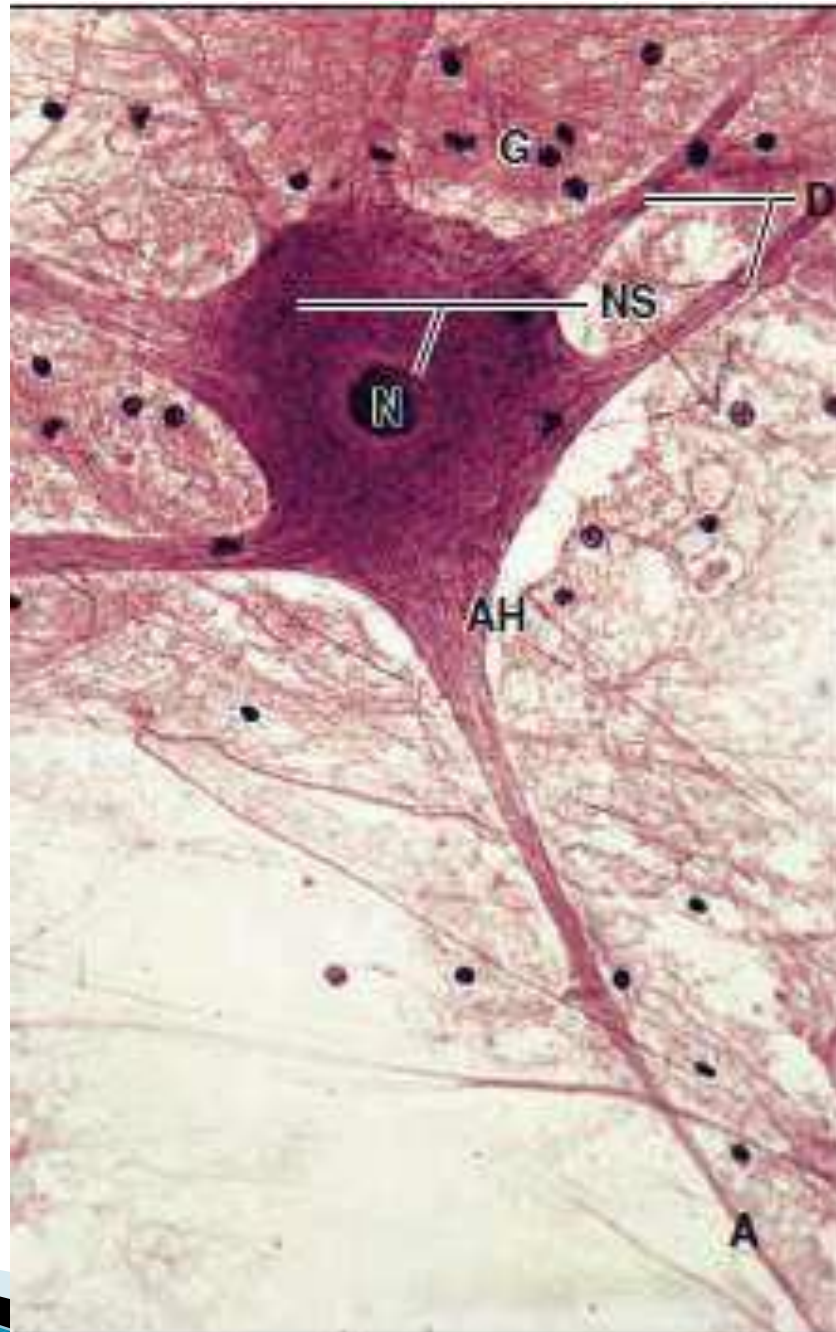
(b) Bipolar neuron



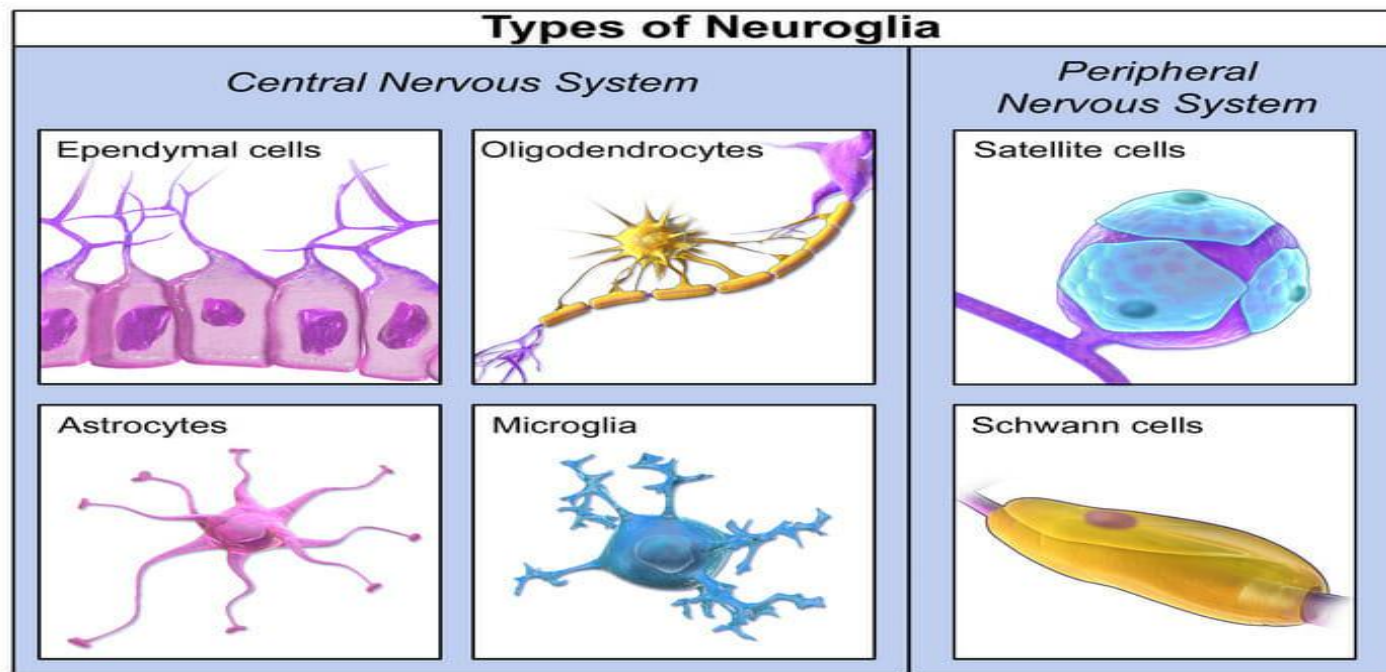
(c) Unipolar neuron



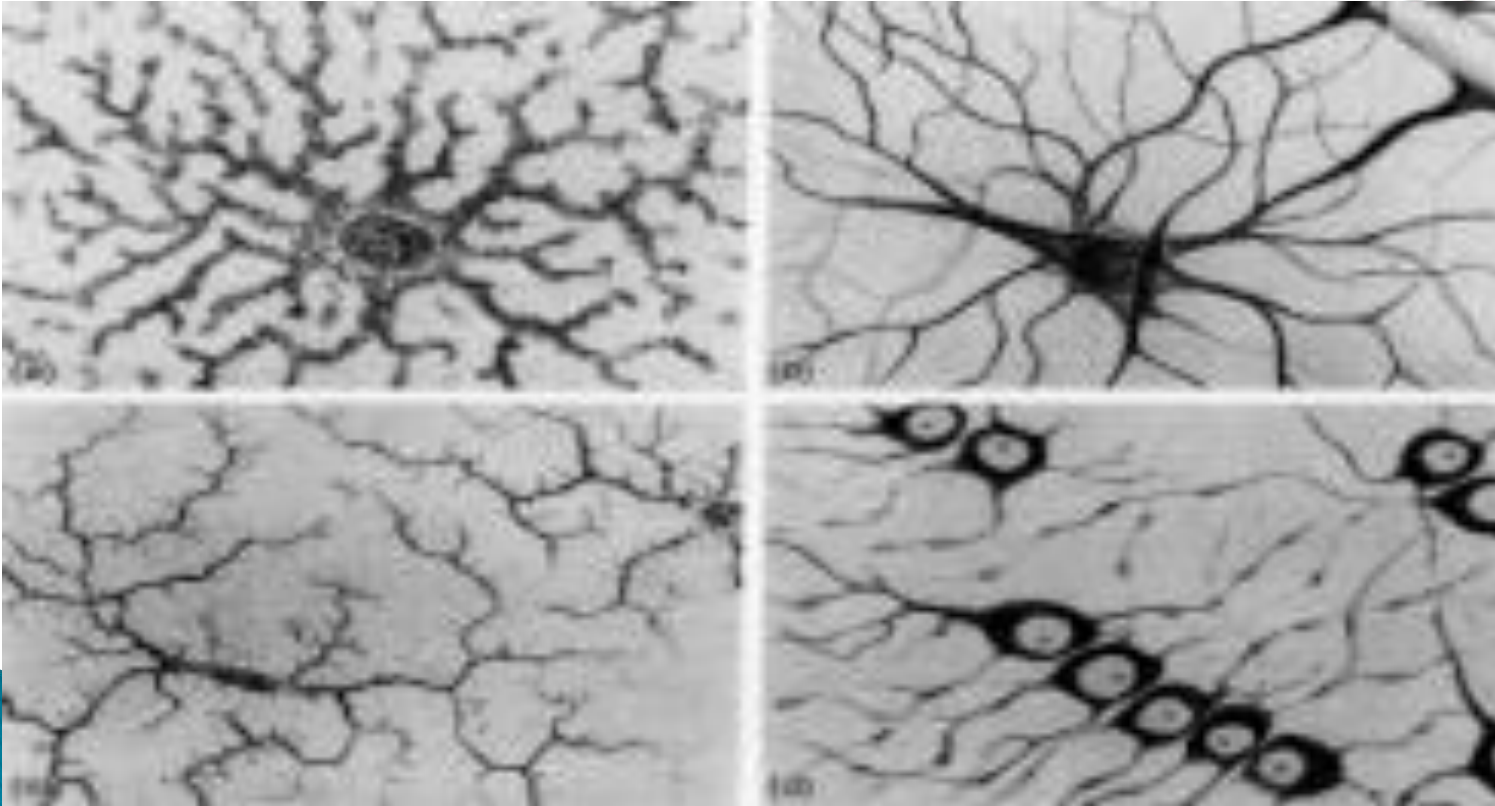
(d) Anaxonic neuron



- خلايا الدبق العصبي تمثل الخلايا الداعمة والمغذية للعصبونات ولها انواع متعددة منها في الجهاز العصبي المركزي
1. الخلايا الدبقية قليلة الاستطالات
 2. الخلايا النجمية
 3. خلايا الدبق الصغيرة
 4. خلايا مولر
 5. خلايا الظهارة العصبية



في الجهاز العصبي المحيطي :
1. الخلايا التابعة (الساتلة)
2. خلايا شوان



خلايا الديق العصبي الموجودة في الجهاز العصبي المركزي

يمثل الدبق العصبي عناصر الدعم والترابط للنسيج العصبي ، ويشترك كما النسيج العصبي من الأديم الظاهر Ectoderm ويقوم الدبق العصبي بحماية النسيج العصبي وتغذيته إضافة إلى وظائف حيوية أخرى ، وتقدر أعداد الخلايا الدبقية بأكثر من عشرة أضعاف أعداد العصبونات داخل الدماغ عند الثدييات ، حيث تحيط هذه الخلايا بالأجزاء المختلفة من العصبونات مثل الأجسام الخلوية ، المحاور ، الاستطالات التغصنية ، ويحوي بالنسيج العصبي إضافة لخلايا الدبق العصبي كمية قليلة من المطرق خارج الخلوي ، وتشكل الخلايا الدبقية مع المطرق البيئة المناسبة للنشاط العصبي ، ويوجد في الجهاز العصبي المركزي من النماذج الخلوية الدبقية .

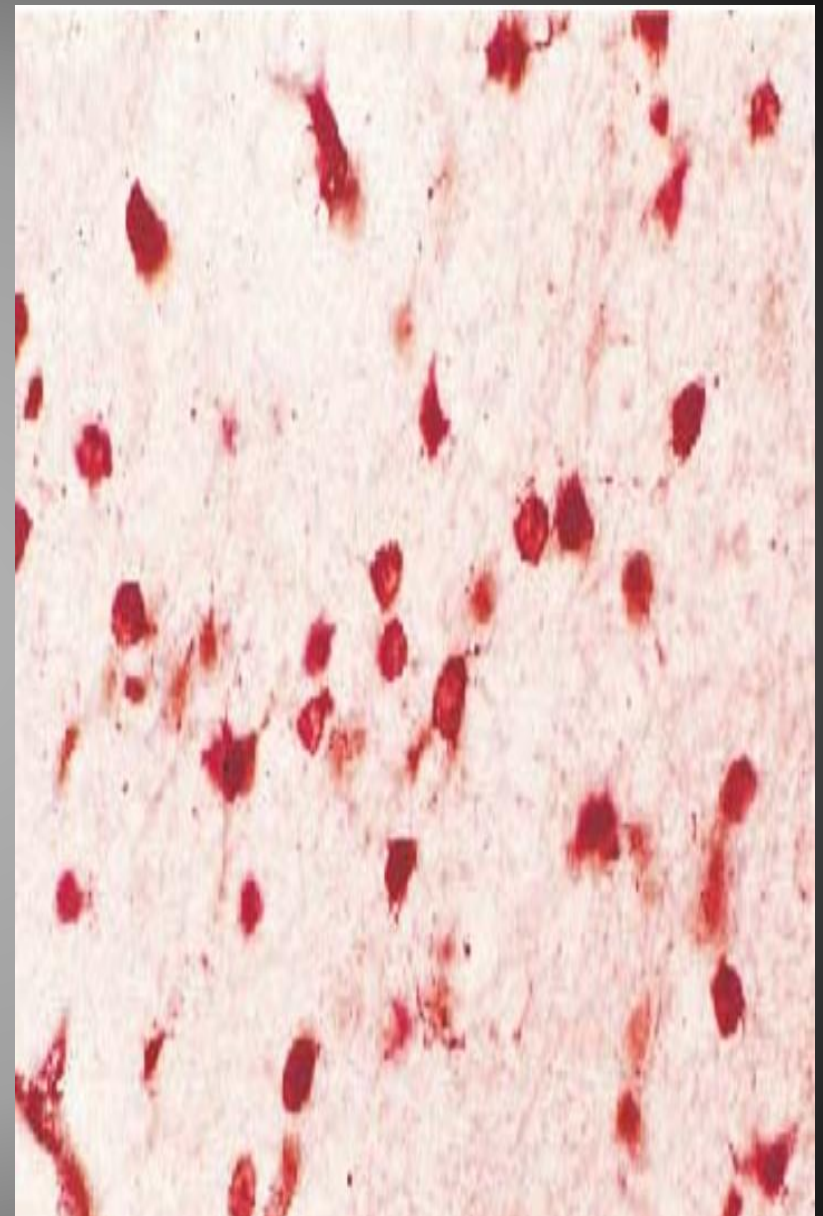
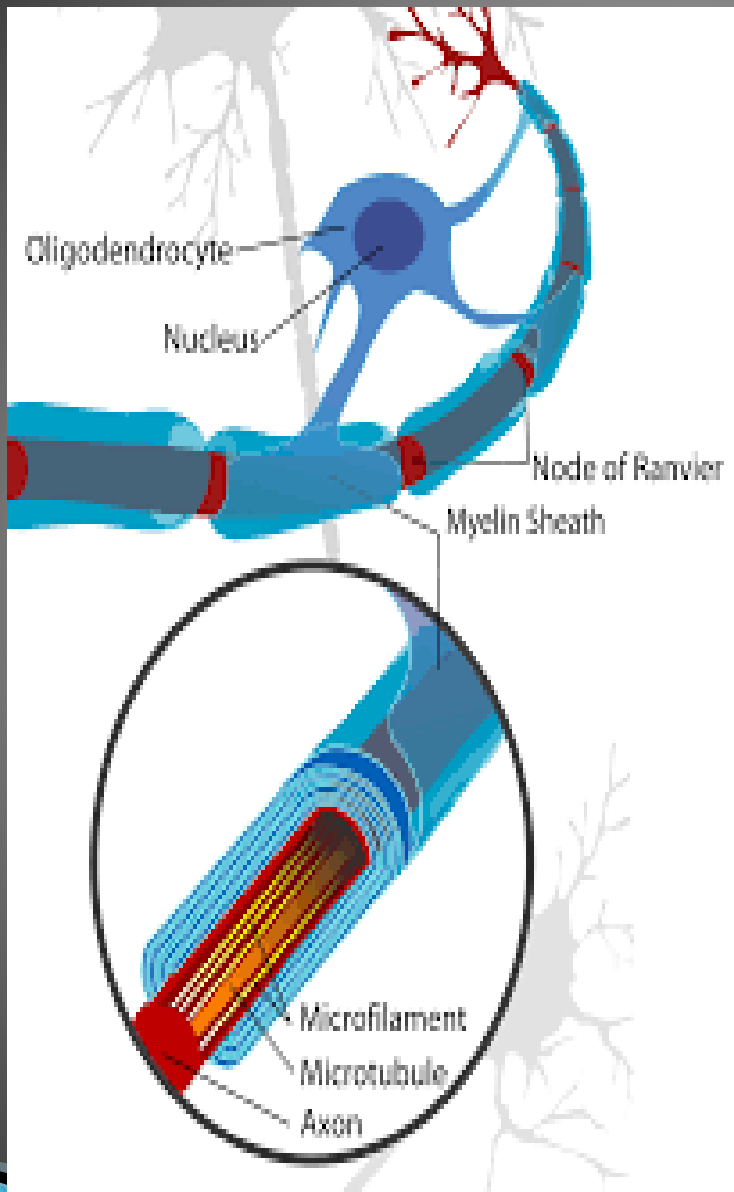
الخلايا الدبقية قليلة التغصنات

Oligodendrogliaocytes

▶ من أكثر النماذج الخلوية تواجدا في الجهاز العصبي المركزي ، وتوضع بين الخلايا العصبية وبين استطالاتها الهيولية ، وتكون هذه الخلايا على تماس مباشر مع الشعيرات الدموية لذا يمكن أن تقوم بدور مغذي للعصبونات ، بالإضافة إلى دور هذه الخلايا الداعم تقوم بتصنيع النخاعين في الجهاز العصبي المركزي ، ويتراوح قطر هذه الخلايا بين 6-8 ميكرومتر

▶ ولها نوى كروية او بيضاوية ذات كروماتين غيري يسمح برؤية النوية، تحوي الهيولى على المتقدرات ، النيبات الدقيقة ، بعض الريباسات الحرة إلى جانب الشبكة الهيولية الباطنة الحبيبية وجهاز غولجي صغير ، كما تملك هذه الخلايا كما يدل اسمها القليل من التغصنات أو الاستطالات ، وتمتد الاستطالات الهيولية بعيداً عن الجسم الخلوي وتأخذ شكل وريقات

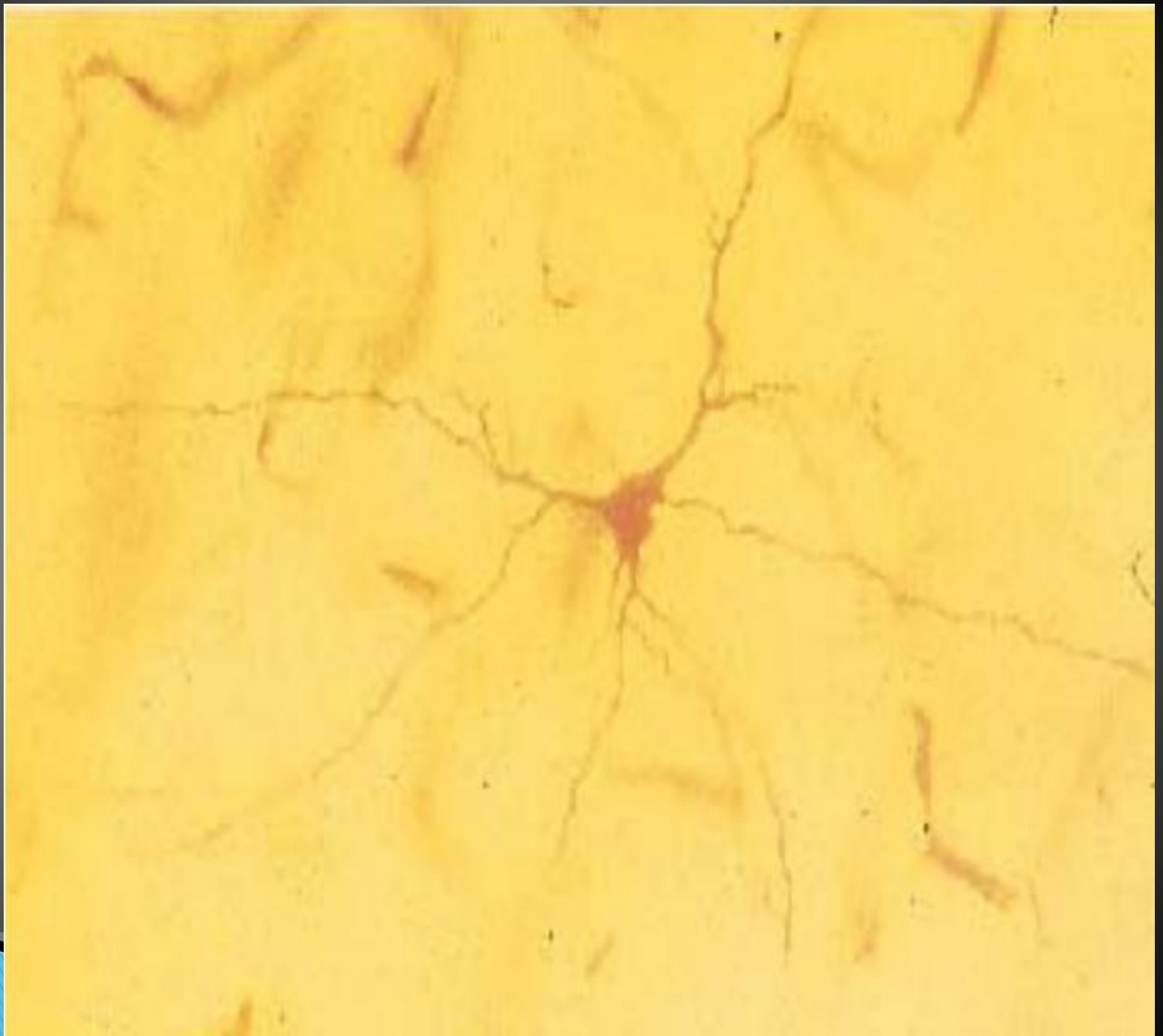
▶ تقوم بتصنيع النخاعين حول الألياف العصبية داخل المادة البيضاء في الجهاز العصبي المركزي ، ويمكن لخلية واحدة أن تدخل في تماس مع العديد من الألياف العصبية التي يمكن أن يتراوح عددها بين 3/ - 50 / ليف عصبي ،



الخلايا النجمية

Astrocytes

▶ وتعتبر هذه الخلايا كثيرة التواجد أيضا ولكن بنسبة أقل من سابقتها ، وكما يدل اسمها فهي تأخذ الشكل النجمي ولكنها تملك العديد من الاستطالات الهيولية المتفرعة ، تكون النوى ضخمة بيضاوية أو كروية الشكل وباهتة لتوزع الكروماتين على محيط الغشاء النووي ، وبالرغم من ذلك قد لا تظهر النويات وتشاهد ضمن الهيولى العضيات العادية ، كما يمكن أن يرى الجسيم المركزي Centrosomes وغالبا تشاهد حبيبات الليبوكروم . تشمل هذه الخلايا كسابقتها القليلة التغصنات من الأرومات الإسفنجية Spongioblastes ، ويمكن تمييز نموذجين من هذه الخلايا وذلك حسب ميزات الاستطالات الهيولية



الخلايا النجمية الحبلية

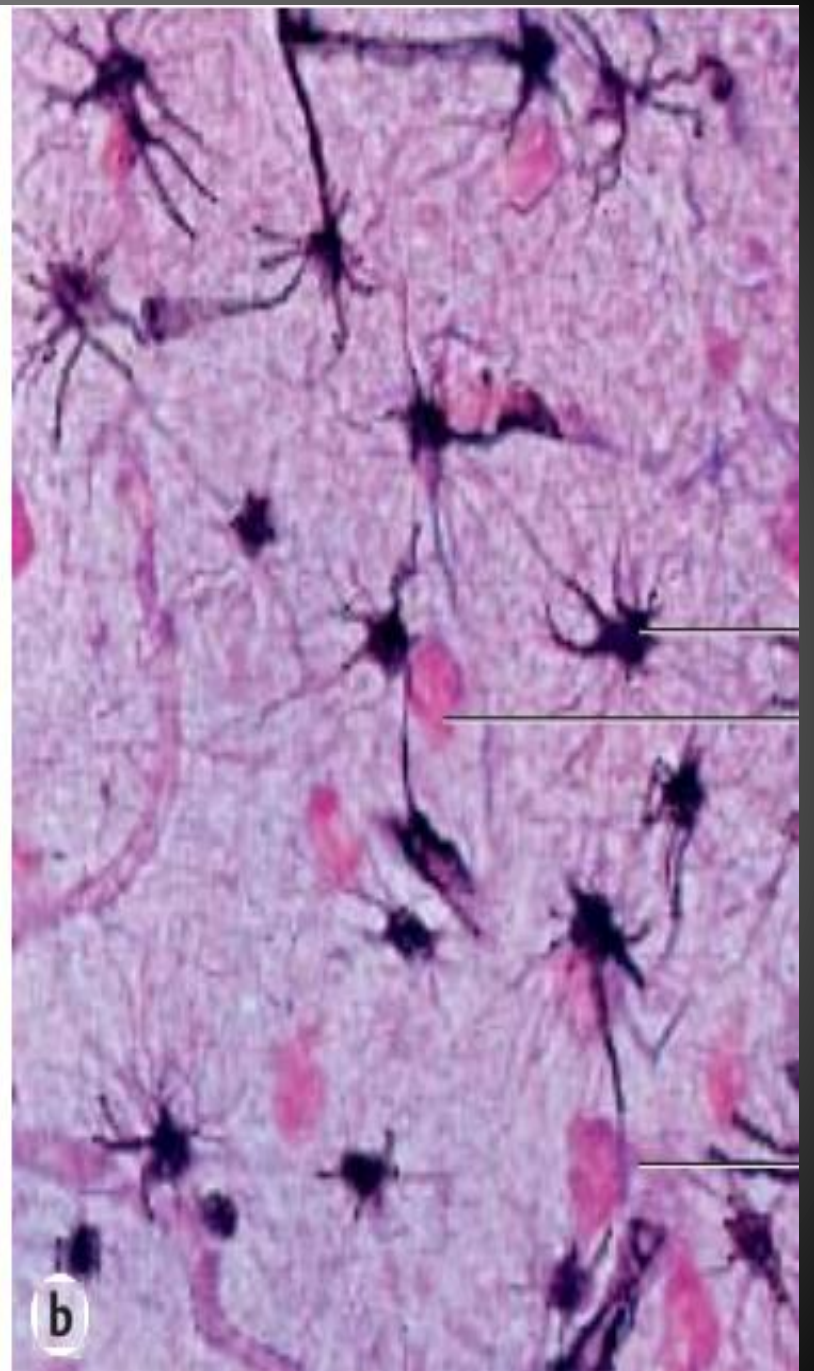
protoplasmic astrocytes

▶ لهذه الخلايا العديد من الاستطالات الهيولية ، وتتواجد بشكل خاص داخل المادة السنجابية في المخ والمخيخ و الحبل الشوكي ، وتتوضع غالبا قرب الاجسام الخلوية للعصبونات حيث تأخذ في هذه الأماكن نموذج شبيه بالخلايا الساتلة satellite cells كما تكون هذه الخلايا على تماس مع الاوعية الدموية .

الخلايا النجمية الليفية

fibrous astrocytes

- ▶ وتدعى هذه الخلايا أيضا بالخلايا العنكبوتية لان شكلها يشبه العنكبوت ويعتبر الفرق بين هذه الخلايا ونابقتها هو احتواء الخلايا النجمية الحبلية على كمية اكبر من الهيولى داخل الاستطالات الهيولية بينما تكون هذه الاستطالات اكثر طولا واقل قطرا في الخلاي النجمية الليفية من مثيلتها في الخلايا النجمية الحبلية بالإضافة إلى أن تواجد هذا النموذج يغزر داخل المادة البيضاء للمخ والمخيخ والحبل الشوكي
- ▶ يصل قطر هذه الخلايا في كلا النموذجين إلى 8 / ميكرومتر ، وتكون الهيولى المحيطة بالنوى باهتة لندرة الشبكة الهيولية الباطنة الحبيبية والرباسات الحرة



خلايا الدبق الصغيرة Microgliocytes

- ▶ تشتق هذه الخلايا على خلاف سابقتها من الأديم الأوسط ، وتعتبر هذه الخلايا من الجهاز الشبكي البطاني ذو الوظائف البلعمية ، ويعتقد أنها تنشأ من سليفة الوحيدات Promonocytes في نقي العظم ، وتوجد هذه الخلايا في كلا المادتين الرمادية والبيضاء
- ▶ وهي عبارة عن خلايا صغيرة متطاولة ذات استطالات قصيرة وغير منتظمة تشبه الأرومات الليفية ، ويمكن التعرف عليها بطريقة التلون العادية بالهيماتوكسيلين ايوزين ، حيث تبدو التوى كثيفة متطاولة تختلف عن التوى الكروية أو البيضاوية في خلايا الدبق الأخرى ، ويمكن لهذه الخلايا أن تفرز بعض المنظمات المناعية الخلوية للتخلص من حطام الخلايا الناتج عن آفات الجهاز العصبي المركزي

خلايا مولر Muller cells

► هي عبارة عن خلايا دبقية خاصة تتواجد حصريا حول العصبونات الموجودة في الطبقة الحساسة من شبكية العين .

خلايا الظهارة العصبية

Ependymn

- ▶ عبارة عن خلايا دبقية ظهارية تستر بطينات المخ والمحيط بالإضافة إلى القناة السيسائية ، وتحافظ هذه الخلايا على خصائصها الظهارية وتأخذ النموذج العمودي للمنخفض أو النموذج المكعب في بطينات الدماغ ، ولا تظهر إلا القليل من الأهداب عند البالغين ، ولكن يبدو بالمجهر الالكتروني أن سطح الخلايا يحوي العديد من الزغيبات ، كما أن الهيولى تحوي ليبفات تمتد حتى الاستطالات الهيولية القاعدية ، يوجد بين الخلايا معقدات اتصال وأجسام رابطة .
- ▶ أما الخلايا المبطنة للقناة السيسائية تكون عمودية مهدبة ، وتعتبر البطانة العصبية مسؤولة عن تشكيل السائل الدماغي الشوكي Cerebrospinal fluid وتسهيل حركته أيضاً.

خلايا الديق العصبي الموجودة في الجهاز العصبي المحيطي

الخلايا التابعة (الساتلة) Amphicytes (Satellite cells)

▶ وتسمى هذه الخلايا بالخلايا المحفظية Capsular cells وهي عبارة عن خلايا الدبق العصبي التي تتوضع بشكل منتظم حول العصبونات في العقد العصبية على هيئة محفظة مما يعطيها اسم خلايا محفظية ، وتعتبر هذه الخلايا شبيهة خلايا الدبق قليلة التغصنات الموجودة في الجهاز العصبي المركزي .

خلايا شوان

Schwann cells

- ▶ تغلف خلايا شوان جميع الاستطالات المحوارية المعقدة وغير المغمدة بالنخاعين في الجهاز العصبي المحيطي ، وذلك من نقطة اتصالها بالجهاز العصبي المركزي وحتى تفرعاتها النهائية ، وتمتد خارجياً على طول هذه الخلايا الصفيحة القاعدية وبدون انقطاع مغلقة تتابعاً من خلايا شوان على طول الألياف العصبية.
- ▶ تبدو نوى خلايا شوان بيضاوية مسطحة ومركزية التوضع ، ويوجد في الهيولى العديد من : المتقدرات ، النبيبات الدقيقة ، الخيوط الدقيقة ، العديد من اليحاليل ، شبكة هيولية باطنة حبيبية قليلة التطور ، بالإضافة إلى جهاز غولجي صغير.
- ▶ وتشتق هذه الخلايا من الأديم الظاهر ، وتعتبر ضرورية لحيوية ووظيفة المحاور ، حيث تقوم بدور في ترميم الألياف العصبية بعد قطعها ، كما يمكنها أن تقوم بدور بلعمي للتخلص من البقايا الخلوية التالفة

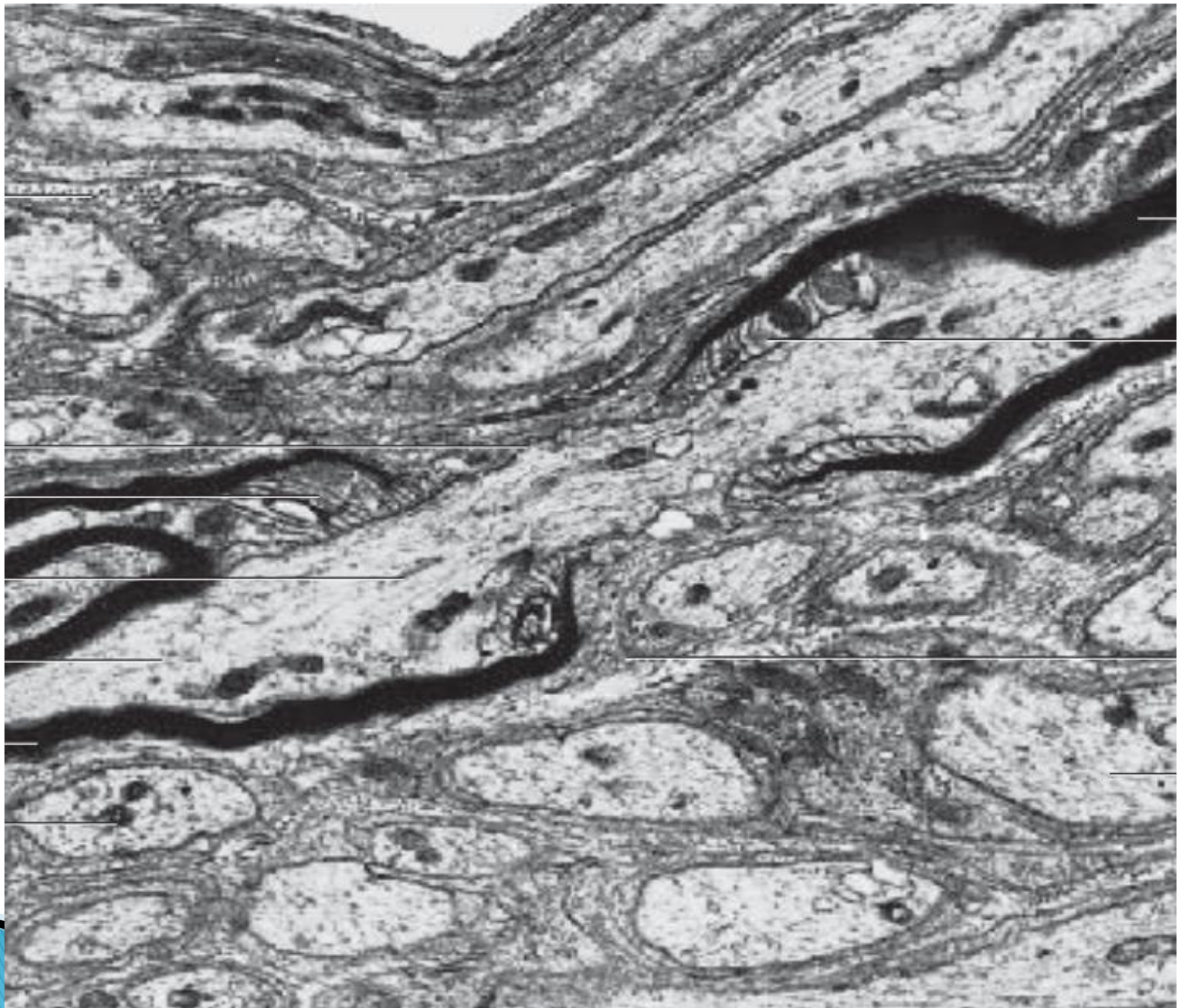
الألياف العصبية

Nervous fibers

تشمل الألياف العصبية كل الاستطالات المحوارية للعصبونات الموجودة داخل الجهاز العصبي المركزي وخارجه ، وتحاط هذه الألياف بعدد من الأغمد ، ففي الجهاز العصبي المركزي يمكن الا تغطي الألياف إلا جزئياً خلايا الدبق العصبي الداعمة للجهاز العصبي المركزي وتدعى عندئذ بالألياف اللانخاعينية Unmyelinated fibers

كما يمكن أن تغطي بالنخاعين وتدعى بالألياف النخاعينية fibers Myelinated ، تعتبر الخلايا الدبقية قليلة التغصنات Oligodendroglia هي المسؤولة عن تشكيل النخاعين في الجهاز العصبي المركزي وتغزر الألياف اللانخاعينية في الجهاز العصبي المركزي ولكن لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الالكتروني

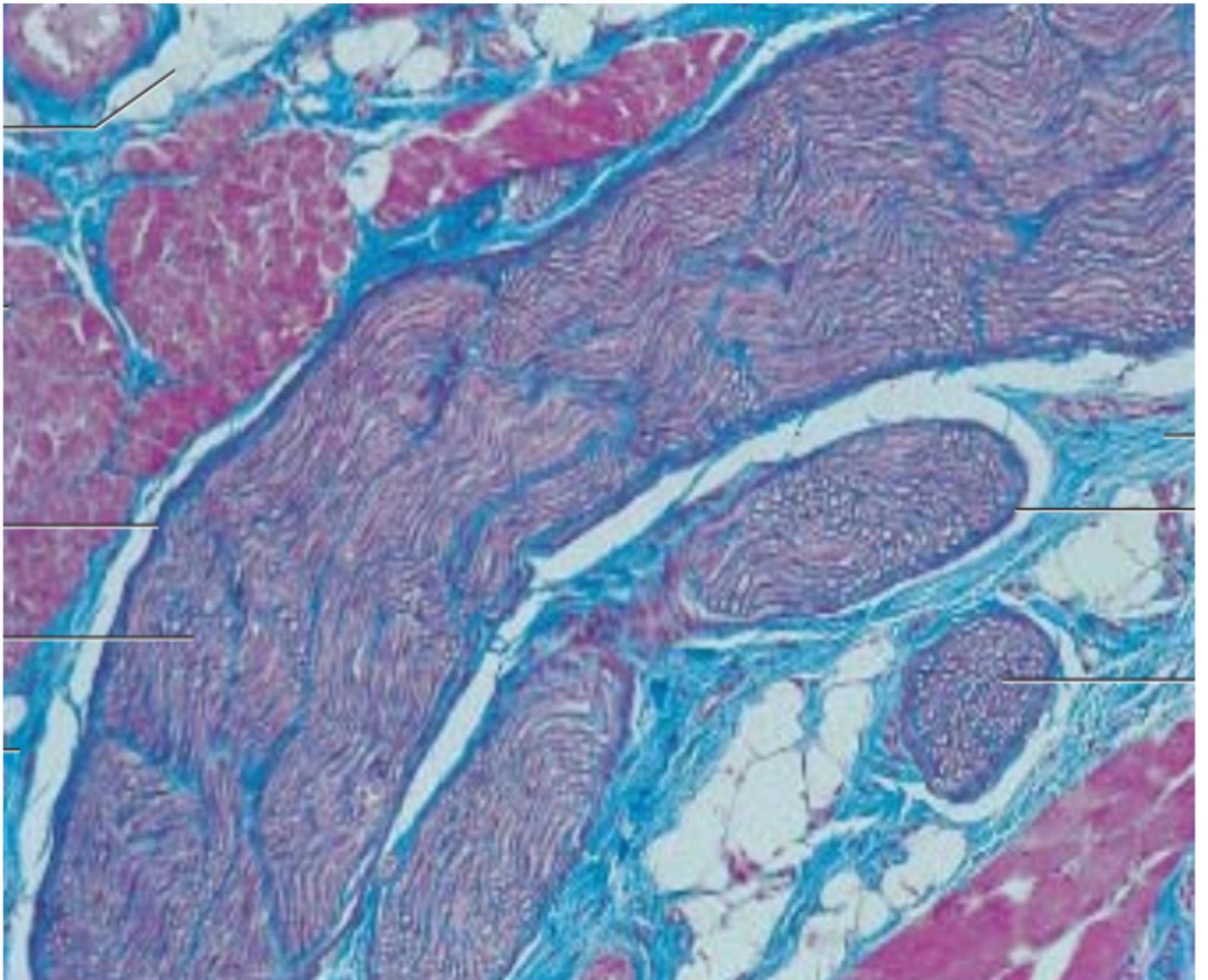
أما في الجهاز العصبي المحيطي فتكون المحاوير الصغيرة لانخاعينية وذات وظيفية حسية وكذلك الألياف ما بعد عقدية في الجهاز العصبي المستقل ، كما تكون محاوير العصب الشمي لانخاعينية أيضاً ، وتغمد خلايا شوان الألياف العصبية المحيطية سواء كانت مغمدة أو غير مغمدة بالنخاعين



النخاعين

Myeline

- ▶ تحاط الألياف العصبية النخاعينية بغمد أنبوبي من النخاعين الأبيض اللون والمسؤول عن اللون الأبيض في المخ والمخيخ والحبل الشوكي والأعصاب المحيطة أيضاً
- ▶ يتركب النخاعين من مواد شحمية تذوب بطرق التثبيت العادية ولا يبقى سوى شبكية بسيطة من المادة المحيطة بالليف العصبي المسماة بالكيراتين العصبي Neurokeratin، ويمكن أن المستخدم بعض الصبغات الخاصة مثل رابع أكسيد الاصميوم ، حيث يبدو غمد النخاعين على هيئة اسطوانة متقطعة بفواصل تتراوح بين تدعى بعقد رانفيير Node of Ranvier حيث تدعى القطعة بين عقدتين بقطع رانفيير ، وتغطي كل قطعة من هذه القطع بخلية واحدة من خلايا شوان تكون مسؤولة عن تصنيع النخاعين ، وتتوالى خلايا شوان على طول الليف العصبي ، ويختلف طول قطع رانفيير حسب ثخانة الليف ، ويتناسب الطول طردياً مع الثخانة ، حيث يزداد الطول كلما زادت الثخانة وتتراوح بين 1-0.5 مم



أثلام شميت لانترمان

▶ تظهر هذه الأثلام بالمجهر الضوئي عند استخدام رابع أكسيد الأصبوم على شكل نوافذ صغيرة أو تشققات تمتد في سماكة النخاعين و يظهر المجهر الالكتروني أن هذه التشققات تمثل عدم تواصل في الصفائح النخاعينية و تصدعا في الخطوط الكبيرة الدورية و تحتوي هذه التصدعات على هيولى خلايا شوان و ربما تمثل قنوات لنقل المستقبلات إلى الطبقات الغائرة من النخاعين.

الأعصاب المحيطية

▶ تتكون الأعصاب المحيطية من مجموعة من الألياف العصبية المحاطة بغمد العصب الذي يتكون من الأرومات الليفية و حزما من الألياف الكولاجينية كما يحوي او عية دموية و يضم العصب مجموعة من الحزم المحاطة بغمد الحزم العصبية الذي يمتد منه كمية من النسيج الضام يدخل الألياف العصبية و يشكل غمد الليف العصبي و تتفرع الأوعية الدموية داخل غمد الحزم العصبية و تنتهي على هيئة شعيرات في غمد الليف العصبي كما تتواجد الأوعية اللمفية في العصب و تضم الأعصاب أليافا نخاعينية و ألياف لانخاعينية في نفس الوقت و يمكن التفريق بينهما من حيث القطر و البنية و تتناسب سرعة الجريان العصبي طردا مع قطر الاللياف.

الجهاز العصبي المركزي

▶ يتكون الجهاز العصبي المركزي من المخ و المخيخ و الحبل الشوكي و لا يحوي الجهاز العصبي عمليا على نسيج ضام باستثناء الكمية القليلة من النسيج الضام المحيط بالأوعية الدموية المغذية التي تدخل إلى الجهاز العصبي المركزي و مع ذلك بشكل الجهاز العصبي المركزي عضوا طريا هلامي القوام.

المخ

▶ يتألف المخ من نصفي كرة مخية أيمن و أيسر يتركب كل منها من المادة السنجابية أو الرمادية التي تتوضع محيطيا و تشكل القشرة المخية و من المادة البيضاء التي تتوضع في مركز المخ كما تتواجد بعض النوى و العقد السنجابية في مركز المخ و يغطي سطح القشرة الدماغية التلافيف و الأثلام التي تصل مساحتها مئتين ألف سم مكعب و تترواح سماكة القشرة المخية بين ١,٥ - ٤ مم و يقدر عدد الخلايا العصبية في القشرة الدماغية عند الإنسان بعشرات المليارات كما ذكرنا سابقا و تحوي القشرة إضافة للخلايا العصبية على التغصنات الجزء الأولي غير المغمد من المحاور الخلايا الدبقية و الأوعية الدموية كما تعتبر القشرة الدماغية منطقة تواجد المشابك و تنتظم العصبونات في القشرة الدماغية في ست طبقات مختلفة الأشكال و الأحجام و هي من الخارج إلى الداخل

طبقات قشرة المخ

- ▶ ١ الطبقة الذرية من الألياف العصبية القادمة من الطبقات الأخرى ، إضافة لخلايا الدبق العصبي المتواجدة في كل الطبقات .
- ▶ ٢- الطبقة الحبيبية الخارجية **Outer granular layer**
▶ تحوي هذه الطبقة على عصبونات مثلثية الشكل .
- ▶ ٣- طبقة الخلايا الهرمية **Pyramidal cell layer**
▶ وتضم هذه الطبقة العديد من العصبونات الهرمية الضخمة بالإضافة إلى العديد من العصبونات الصغيرة .
- ▶ ٤- الطبقة الحبيبية الداخلية **Inner granular layer**
▶ وتتكون هذه الطبقة من عصبونات صغيرة نجمية الشكل .
- ▶ ٥- طبقة الخلايا الهرمية الداخلية **Inner pyramidal cells layer**
▶ وتدعى هذه الطبقة أيضاً بالطبقة العقدية ، وتتك ون من عصبونات هرمية كبيرة ومتوسطة الحجم .
- ▶ ٦- طبقة الخلايا متعددة الأشكال **Polymorphic cell layer**
▶ وتحوي هذه الطبقة أشكالاً مختلفة من العصبونات . ومن الملاحظ أن هذه الطبقات متداخلة مع بعضها البعض ، وتختلف سماكة هذه الطبقات حسب أماكن تواجدها في القشرة الدماغية وحسب وظائفها أيضاً

▶ أما المادة البيضاء فتتوضع تحت القشرة السنجابية ، وتتكون من حزم من الألياف العصبية النخاعينية التي تدعم بالنسيج الدبقي ، ومن وجهة نظر وظيفية

▶ يمكن تصنيف هذه الألياف في ثلاث مجموعات أساسية :

▶ ١- الألياف المشاركة Association fibers

▶ وتقوم هذه الألياف بربط أجزاء مختلفة من القشرة الدماغية في نصف الكرة المخية نفسها.

▶ ٢- الألياف الإلتقائية Commussura fibers

▶ وتصل هذه الألياف بين مناطق من القشرة في نصف الكرة المخية مع مناطق من القشرة في نصف الكرة المخية المناظر.

▶ ٣- الألياف الارتسامية Projection fibers

▶ وتعمل هذه الألياف على وصل القشرة المخية بباقي المراكز العصبية السفلى.

المخيخ Cerebellum

- ▶ يتركب المخيخ من نصفي كرة مخيخية أيمن وأيسر ، بالإضافة إلى جزء مركزي يدعى بدودة المخيخ المقسمة إلى مجموعة كبيرة من الفصوص بواسطة الأثلام العرضانية ، ويضم كل فص من هذه الفصوص جزءاً من الدودة مع تمددين جانبيين على شكل جناح من نصفي الكرة المخيخية .
- ▶ ويعطي المقطع العرضي للمخيخ تفرعات شجرية للمادة البيضاء المركزية التوضع ، أما المادة السنجابية فتتوضع على السطح على هيئة قشرة رقيقة ، كما توجد بعض النوى المركزية السنجابية ، ويمكن تمييز ثلاث طبقات في القشرة المخيخية:

▶ ١- الطبقة الذرية الخارجية

▶ تتركب هذه الطبقة من الألياف اللانخاعينية بالإضافة إلى القليل من العصبونات الصغيرة .

▶ ٢- الطبقة المركزية Central layer أو طبقة بوركينج

▶ وهي عبارة عن طبقة وحيدة من العصبونات الكبيرة الكثرية الشكل

▶ ٣- الطبقة الغائرة الحبيبية Deep granular layer

▶ وتضم هذه الطبقة أعداداً كبيرة من العصبونات الصغيرة عديدة التغصنات ، وتكون المحاور قصيرة لانخاعينية تصعد باتجاه الطبقة الذرية .

- ▶ **الحبل الشوكي:** يبدو المطقع العرضي للحبل الشوكي على شكل بيضاوي ، ويقسم في قسمه الخلفي الى نصفين أيمن و أيسر بالرفاه الأوسط الخلفي ، كما يقسم في قسمه الامامي بالثلث الأوسط الامامي.
- ▶ يحاط الحبل الشوكي بالامام بالام الجافية التي تدخل من الثلث الأوسط الامامي. وعلى الرغم من وجود بعض الاختلاف في شكل وتركيب الحبل الشوكي حسب الاماكن المختلفة ، الرقبية، الصدريه، القطنية، والعجزية ، فهناك تشابه في البناء العام التخطيطي في جميع المستويات.
- ▶ وتكون المادة السنجابية التي تحوي على العصبونات مركزية التوضع ، على عكس ماهي عليه في المخ والمخيخ حيث تتوضع محيطيا ، وتأخذ المادة السنجابية شكل حرف H او حرف X حيث تتواجد العصبونات. وتحمل نهايات الحرف في كلا الجانبين الأيمن والأيسر اسم القرون، كما تتواجد القرون الجانبية في جميع القطع الصدريه بالإضافة الى قطعتين من المنطقة القطنية. وتبتن القناة السيسائية المتواجدة في المركز في مستوى العارضه المتوسطة من الحرف H او في مركز الحرف X بالبطانة العصبية التي تأخذ النموذج الظهاري العمودي البسيط المهذب.

▶ تتجمع الاجسام الخلوية للعصبونات داخل السنجابية ، وتتوضع العصبونات الكبيرة المحركة في القرنين الأماميين الذين يبدوان عريضين وبعيدين عن السطح الخارجي للحبل الشوكي، وتكون معظم العصبونات الموجودة في المادة السنجابية من النوع المتعدد الاقطاب. تترك بعض محاوير العصبونات الحبل الشوكي عن طريق الجذور الأمامية مشكّلة الجذر الامامي (البطني) من الاعصاب الشوكية، ويختص بالوظائف الحركية ، حيث تدعى بعصبونات غلجي من النموذج ١. بينما تمتد محاوير عصبونات اخرى داخل المادة البيضاء للحبل الشوكي في نفس الجهة أو في الجهة المقابلة. كما يوجد في القناة السنجابية بعض العصبونات من نموذج غلجي II التي تملك كما ذكرنا سابقاً محاوير قصيره تبقى داخل المادة السنجابية وتنتهي حول العصبونات المجاورة من نفس النوع.

▶ تخلو المادة البيضاء من الاجسام الخلوية ومن التغصنات، وتتوضع محيطياً على هيئة حبال طويلة ، تتكون من الألياف العصبية النخاعينية واللانخاعينية ، حيث يتوضع الحبل الخلفي بين القرن الخلفي (الظهري) للمادة السنجابية والرفاه الأوسط الخلفي، ويقسم ما يتبقى من المادة البيضاء بواسطة القرن الأمامي وجذوره العصبية وبين التلم الاوسط الامامي الى الحبل الجانبي والحبل الامامي. ويوجد على محيط الحبل الشوكي منقطة هامشية ضيقة تتركب فقط من خلايا الدبق العصبي.

السحايا:

يعتبر النسيج العصبي من اكثر أنسجة الجسم حساسية، ويتطلب إلى جانب التغذية حماية خاصة تحميه من العوامل الخارجية. وتتأمن حماية الجهاز العصبي المركزي بواسطة عظام القحف الذي يحيط بالدماغ وكذلك عظام العمود الفقري المحيطة بالحبل الشوكي، بالإضافة الى ثلثه من الاغشيه الضامة التي ندعوها بالسحايا، تبدأ من الخارج بالام الجافية ثم العنكبوتية فالام الحنون وكثيراً ما تتحد العنكبوتية مع الام الحنون بغشاء واحد يدعى بالعنكبوتية الحنون او مانسميه بالسحايا الرقيقة

الام الجافية:

تمثل الام الجافية الطبقة الخارجية الليفيه من السحايا وهي عباره عن طبقه ليفيه مقاومة وقليلة المرونة نسبيا، وتحدّد السحايا الجمجمة من الداخل وترتبط بقوة مع سمحاق العظم ويتواجد في هذا المكان الضفائر الوريدية بالاضافه إلى نسيج ضام رخو غني بالنسيج الشحمي، وتتواصل الام الجافية في مستوى الثقب القفوي على هيئة غلاف انبوبي يحيط بالحبل الشوكي داخل القناة الفقاريه ولكنها تنفصل عن العظم بالفراغ فوق الجافي او خارج الجافي الذي يحوي الاوعيه الدمويه ذات الجدران الرقيقه ، والنسيج الضام الرخو بالاضافه إلى النسيج الشحمي.

وتتركّب الأم الجافية من طبقتين

- ▶ **الطبقة الخارجية :** وتتوضع على تماس مباشر على تماس مباشر مع السطح الداخلي للعظم ، وتتركّب من نسيج ضام ليفي كثيف يحوي العديد من الأوعية الدموية والأعصاب.
- ▶ **الطبقة الداخلية :** وتتركّب هذه الطبقة أيضاً من نسيج ضام ليفي كثيف مغطى بطبقة وحيدة من الخلايا المتوسطة المسطّحة على السطح الداخلي ، وتتفصل هاتان الطبقتان الليفيتان عن بعضهما في بعض الأماكن لتشكّل الجيوب الكبيرة الوريدية للدماغ . وتعود هذه الطبقة لتدخل بين شقوق الدماغ لتشكّل الفواصل التي تظهر في مستوى الفاصل السهمي الأوسط بين نصفي الكرة المخية . وتختصر الأم الجافية الشوكية لتتكون من الطبقة الداخلية الليفية فقط التي يسترها من الجانبين الظهارة الحرشفية البسيطة . كما يتواجد بين الأم الجافية والعنكبوتية فراغ ضيق وعائي يدعى بالفراغ تحت الجافي يعمل كمخمد للصدمات لحماية من الرضوض .

٢ - العنكبوتية:

عبارة عن غشاء رقيق من النسيج الضام الخالي من الاوعية الدموية، يتوضع بين الأم الجافية من الخارج و الام الحنون من الداخل، وتتركب العنكبوتية من شبكة من الألياف الشبكية الناعمة المحبوكة بشكل يشبه بيت العنكبوت. وتغطّي سطحي العنكبوتية بالظهاره الحرشفيه البسيطه الذي يمكن أن تقوم خلاياها بدور بلعمي. ويملاً الفراغ تحت العنكبوتي بالسائل الدماغى الشوكى الذي يتواصل مع السائل الموجود داخل بطينات الدماغ. وتعتبر بعض الزغابات العنكبوتية بعض مناطق من الام الجافية لتستقر في الجيوب الوريدية . وتبطن هذه الزغابات بالخلايا البطانية للأوردة والتي تأخذ مظهر الخلايا المكعبة.

▶ الام الحنون:

▶ عبارة عن غشاء رقيق من النسيج الضام ، يحوي العديد من الاوعية الدموية ، ويغطي سطح المخ ، ويدخل ضمن الأثلام والاخايد ، ويمكن تمييز طبقتين من الام الحنون ، حيث تتركب الداخلية من شبكة من الالياف الشبكية بالاضافه الى الالياف المرنة ، وتلتصق هذه الطبقة بشدة بالنسيج العصبي المجاور. أما الطبقة الخارجية فتتركب من شبكة من الألياف الكولاجينية. وتتغطى الطبقة الخارجية من الأم الحنون بطبقة وحيدة من الخلايا المتوسطة التي تأخذ شكل الحرشفي وتتواصل هذه الطبقة مع العنكبوتية ، ويمكن أن تتحد العنكبوتية مع الأم الحنون لتشكلان مع بعضهما العنكبوتية الحنون كما ذكرنا. ويوجد على الطبقة الخارجية للدماغ طبقة رقيقة من استطالات خلايا الدبق العصبي تلتصق بشدة مع الأم الحنون وتفصلها عن النسيج العصبي. كما تشكل هذه الاستطالات حاجزاً فيزيائياً على محيط الجهاز العصبي المركزي يفصله عن السائل الدماغي الشوكي.

العقد العصبية

Nervous ganglia

- ▶ تمثل العقيد العصبية تراكيب بيضاوية أو كروية الشكل تقع داخل الجهاز العصبي المركزي وخارجه، وتحوي العقد العصبية تجمعات من الخلايا العصبية بالإضافة إلى الخلايا الدبقية المدعمة بالنسيج الضام، كما يوجد في الجهاز العصبي المركزي أيضاً تجمعات خلوية مشابهة للعقد يطلق عليها اسم النوى.
- ▶ ويمكن تمييز نوعين من العقد العصبية :
- ▶ ١. **العقد الحسية** وهي عبارة عن العقد العصبية الموجودة في الدماغ وعلى الجذر الخلفي الحسي للأعصاب الشوكية.
- ▶ ٢. **العقد المستقلة** التي تسمى أيضاً بالعقد المحركة الحشوية.

الميزات العامة :

تعمل العقد العصبية كمحطات ترحيل السيالة العصبية الواردة، حيث يدخل عصب إلى كل عقدة ويخرج منها آخر، ويتحدد جهة الجريان العصبي حسب وظيفة العقدة، حسية أم من العقد المستقلة. وتختلف العقد العصبية عن بعضها اختلافا كبيرا بالحجم، فبعضها صغير جداً لا يضم سوى مجموعة قليلة من الأجسام الخلوية للعصبونات، بينما بعضها الآخر كبير ويضم أكثر من / ٥٠,٠٠٠ / خلية. تحاط العقد العصبية الكبيرة غالباً بمحفظة من النسيج الضام الكثيف الذي يتركب من الألياف الكلاسينية بالإضافة إلى الألياف الشبكية، حيث تنتشر الألياف الأخيرة داخل العقد و تتوضع العصبونات ضمن شبكتها، وتحوي العقد العصبية بالإضافة إلى الأجسام الخلوية للعصبونات على: الأوعية الدموية، المحاوير العصبية، التغصنات، بالإضافة إلى خلايا الدبق المحيطة التي تدعى بالخلايا المحفظية أو بالخلايا السائلة أو التابعة.

العقد الحسية

▶ تستقبل العقد الحسية السيالة الحسية الواردة من خارج الجهاز المركزي، ثم ترسلها من طريق المحاويز إلى الجهاز العصبي المركزي، وتدعى هذه العقد بالعقد المخية الشوكية حيث يرتبط بعضها مع الأعصاب القحفية و تدعى بالعقد القحفية ، بينما ترتبط العقد الأخرى بالجذر الخلفي الحشوي للأعصاب الشوكية وتدعى العقد الشوكية و نموذج لهذه العقد الشوكية.

العقد الشوكية

▶ تأخذ العقد الشوكية الشكل الكروي أو البيضاوي، وتحاط بمحفظة ضامة، وتضم هذه العقد عصبونات معظمها من النوع وحيد القطب الكاذب، وغالباً تتوضع الأجسام الخلوية على هيئة مجموعات صغيرة معزولة بحزم من الألياف الضامة لاسيما في الأقسام المحيطة من العقدة، إضافة إلى الخلايا الكبيرة وحيدة القطب الكاذب التي يزيد قطرها من / ١٠٠ / ميكرومتر ذات المحاور النخاعينية، كما يوجد خلايا صغيرة من النموذج متعدد الأقطاب ذات الشكل النجمي بقطر يتراوح بين ١٥ - ٢٥ ميكرومتر وذات المحاور اللانخاعينية. ويحوي الجسم الخلوي لهذه العصبونات على أجسام نيسل صغيرة كما تحاط الخلايا العقدية بطبقة وحيدة من الخلايا الدبقية التي تدعى بالخلايا السائلة أو الخلايا المحفظية المناظرة لخلايا الدبق المركزية، وتظهر هذه الخلايا على الشكل المكعب المنخفض أو الحرشفي المسطح ذات الأبعاد الصغيرة.

العقد المستقلة

تضم هذه العقد العقد الودية المتوضعة في السلسلة الودية وتحتوي هذه العقد عصبونات أصغر حجماً من عصبونات عقد الجذر الظهري، حيث يتراوح قطرها بين ١٥ - ٤٥ ميكرومتر، وتأخذ العصبونات الشكل متعدد الأقطاب مع إمكانية وجود بعض العصبونات وحيدة القطب والثنائية الأقطاب، ويحوي الجسم الخلوي كما في العقد الحسية على أجسام نيسل صغيرة، ويمكن للتغصنات تشكيل كيب داخل المحفظة وخارجها، وقد توجد بعض الخلايا العصبية خارج المحفظة الضامة، لاسيما في العقد الصغيرة المتواجدة في جدار الأحشاء، حيث يستعاض عن المحفظة في هذه الأماكن بخلايا صغيرة مغزلية الشكل مشابهة للأرومات الليفية الصغيرة، وتكون محاوير العصبونات لانخاعينية، وتشكل الألياف العصبية حزماً مبعثرة في كل مكان من هذه العقد. ويمكن لبعض العصبونات أن تتحور بشكل كبير كما في خلايا لب الكظر، حيث تحوي هيولى هذه الخلايا بعض الحبيبات الإفرازية من الكاتيكولامين التي تتحرر وتدخل الدورات الدموي عندما تنبه هذه الخلايا.

الجهاز العصبي المستقل

Autonomic nervous system

- ▶ يشمل الجهاز العصبي المستقل او الحشوي اجزاء من كلا الجهازين العصبيين المركزي و المحيطي، ويرتبط الجهاز العصبي المستقل في تنظيم حركة الالياف الملساء - افراز بعض الغدد - ضبط الايقاع القلبي ايضا وتعتمد وظيفة هذا الجهاز على ضبط بعض نشاطات الجسم للمحافظة على الوسط الداخلي الذي يدعى بالاستتباب وبالتعريف فان الجهاز العصبي المستقل هو جهاز حركي وتترافق الالياف التي تستقبل الاحساس من داخل العضوية مع الالياف الحركية من الجهاز المسقبل .
- ▶ يتألف هذا الجهاز من الناحية التشريحية من تجمع الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي ومن الالياف التي تترك الجهاز العصبي المركزي عبر الاعصاب القحفية والشوكية بالاضافة الى العقد العصبية التي تقع على مسار هذه الالياف، ويغطي مصطلح (مستقل) كل العناصر العصبية التي تخص الوظائف الحشوية.

يتركب الجهاز العصبي المستقل

- ▶ من شبكة عصبونين حيث يتوضع العصبون الأول في الجهاز العصبي المركزي وتدعى ألياف هذا العصبون بالألياف (قبل عقدية) وتشكل هذه الألياف المشابك مع العصبون الثاني المتعدد الأقطاب الذي يتوضع داخل عقد الجهاز العصبي المحيطي ويعصب الجهاز العصبي المستقل الأعضاء المستجيبة مثل العضلات والغدد وتدعى الألياف (بعد العقدية) ويعتبر لب الكظر العضو الوحيد الذي يستقبل الألياف قبل عقدية لأن معظم الخلايا التي تهجر إلى الغدة تتحول إلى خلايا مفرزة
- ▶ **ويتألف الجهاز العصبي المستقل** من جزأين مختلفين تشريحيا ووظيفيا حيث يدعى الجزء الأول (بالجهاز الودي) بينما يدعى الجزء الثاني (بالجهاز نظير الودي) تدعى الألياف العصبية التي تحرر الاستيل كولين بالألياف (الكولينية) وتضم هذه الألياف الكولينية كل الألياف الجهاز المستقل قبل العقدية (الودية-نظيرة الودية) وكذلك الألياف نظيرة الودية بعد العقدية التي تعصب الألياف الملساء والقلب والغدد الخارجية الأفران.

الجهاز الودي

Sympathetic system

▶ تتوضع نوى الجهاز الودي المحتوية على الاجسام الخلوية في المنطقة الصدرية والقطنية من الحبل الشوكي ولذلك فإن الجهاز الودي يدعى (بالقسم الصدري القطني) من الجهاز المستقل حيث تغادر محاوير العصبونات قبل العقدية الجهاز العصبي المركزي عن طريق الجذور البطنية للأعصاب الصدرية والقطنية ويكون الوسيط الكيميائي للألياف بعد العقدية للجهاز الودي هو (النورإينفرين) الذي يُنتج في لب الكظر وتدعى هذه الألياف (بالأدرينالية) التي تعصب الغدد العرقية في الجلد والأوعية الدموية في العضلات الهيكلية وتفرز خلايا لب الكظر (الإنفرين والنورإنفرين) كرد للتنبيه الودي قبل عقدي.

الجهاز نظير الودي

Parasympathetic system

- ▶ تتوضع نوى الجهاز نظير الودي في (النخاع) و (الدماغ المتوسط) وفي الجزء العجزي من الحبل الشوكي ويخرج الجزء قبل العقدي من الياف العصبونات في اربعة اعصاب قحفية هي
- ▶ (III, VII, VII, IX, IX, X) وكذلك عبر الاعصاب الثاني الثالث والرابع من الأعصاب الشوكية العجزية لذلك يدعى الجهاز نظير الودي (بالقسم الدماغي المحوري) من الجهاز المستقل ويوجد العصبون الثاني من السلسلة نظيرة ودية في عقد أصغر من عقد الجهاز الودي التي تتوضع بالقرب او داخل الاعضاء المنفصلة وتتوضع عادة هذه العصبونات في جدار الاعضاء مثال معدة والامعاء حيث تدخل الالياف قبل عقدية هذه الاعضاء وتشكل المشابك مع العصبون الثاني من السلسلة ويتكون الوسيط الكيميائي الذي يتحرر في نهاية الاعصاب قبل وبعد مشبكية في الجهاز نظير الودي هو (الاستيل كولين) الذي يتفكك بواسطة انزيم الاستيل كولين استيراز وتتعصب معظم الاعضاء بالجهازين الودي ونظير الودي وبشكل عام يكون احدهما ذو تأثير منشط بينما الاخر له تأثير مثبط.

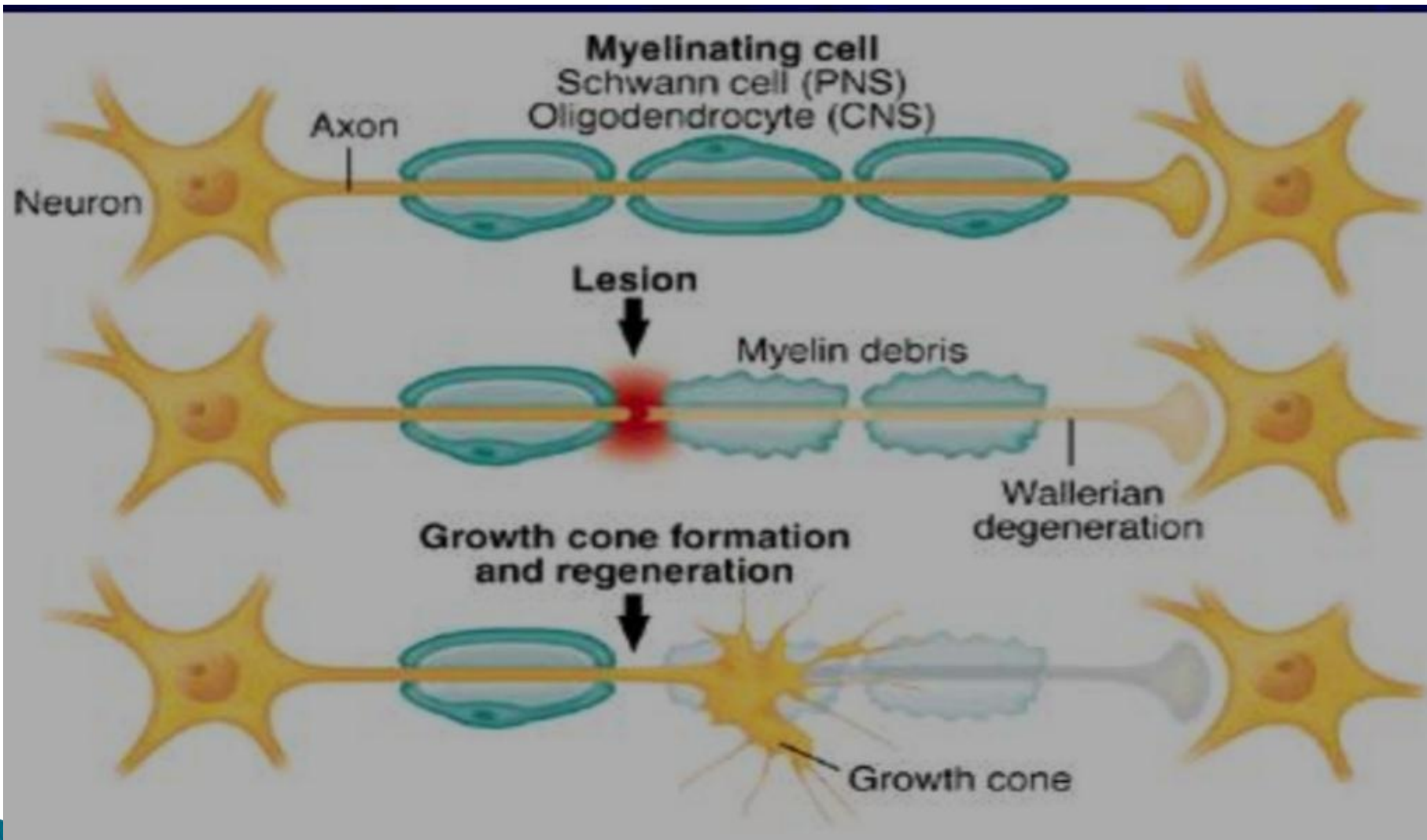
تتكس وتجدد النسيج العصبي Degeneration ®eneration of nervou tissue

▶ على الرغم من ثبات النسيج العصبي وعدم قدرته على الانقسام، فإن الجهاز العصبي يظهر بعض المرونة عند البالغين؛ ولكن هذه المرونة تكون عالية جدا خلال التطور في المرحلة الجنينية. وقد أثبتت الدراسات على الثدييات البالغة بأن احداث أذى معين يمكن أن يحرض على نمو بعض الاستطالات العصبية التي تعيد تنظيم بعض المشابك التالفة وبالتالي استعادة بعض الوظائف ويدعى ذلك بالمرونة العصبية **Neuronal plasticity**.

▶ ويتم ضبط التجدد في الجهاز العصبي بالعديد من عوامل النمو التي تنتجها العصبونات، الخلايا الدبقية، خلايا شوان، وخلايا الهدف. وتدعى عوامل النمو بالمغذيات العصبية **Neurotrophin**

▶ **تطبيقات طبية:** لقد أظهرت الدراسات التجريبية بان العصبونات يمكن ان تنقسم في دماغ الطيور البالغة، ولكن هذا غير ممكن عند الثدييات؛ ويشكل تتكس العصبونات الى فقدان مستمر.

▶ يوجد في العديد من الانسجة في الأعضاء البالغة مجموعة من الخلايا الجذعية التي يمكنها تشكيل خلايا جديدة يشكل مستمر كرد فعل لأذى معين، وتبقى هذه الخلايا بأعداد ثابتة داخل الأنسجة. ولكن العصبونات لا يمكن أن تنقسم لتعويض العصبونات التالفة بسبب الأذى أو الأمراض، ويشكل موضوع الخلايا الجذعية العصبية موضوعا للبحث المكثف في السنوات الأخيرة.



المستقبلات الحسية Sensory receptors

- ▶ تنتشر المستقبلات الحسية بشكل واسع في: الظهارات، النسيج الضامة، العضلات، والاعصاب. حيث توجد مستقبلات الألم، اللمس، الحرارة، الضغط، الشم، التذوق، وأيضا مستقبلات الرؤية ومستقبلات السمع والتوازن، وكلها بالتأكيد تمثل تحول الطاقة من شكل الى اخر.
- ▶ وتصنف المستقبلات حسب الشكل الخاص للطاقة التي تتحسسها، لهذا توجد مستقبلات حرارية حساسة للتغيرات الحرارية، ومستقبلات الية حساسة للضغط و اللمس، ومستقبلات كيميائية حساسة للتغيرات الكيميائية، ويوجد أيضا مستقبلات التناضح حساسة للتغيرات في الضغط التناضحي، كما يمكن ان تصنف المستقبلات حسب طبيعة التنبيه الى مستقبلات خارجية تستجيب للمنبهات الخارجية وتتوضع في التراكيب الجسمية للسطح، ومستقبلات الحس العميق التي تستجيب للتنبهات في الانسجة العميقة التي تترافق مع المستقبلات الداخلية المتوضعة في الاحشاء والاعوية الدموية. ومن الناحية التشريحية يمكن ان **نقسم المستقبلات الى نهايات حرة منتشرة و مستقبلات محاطة بمحفظة.**

▶ **النهايات الحرة Free ending:** توجد النهايات الحرة في أماكن مختلفة من الجسم كما في: بشرة الجلد Epidermis، الأغشية المخاطية والمصلية، العضلات، النسيج الضام للأحشاء، ويمكن لهذه النهايات أن تكون نخاعينية أو لا نخاعينية، وتنتهي بانتفاخ على هيئة بصلة بين الظهارة أو النسيج الضام، وتعتبر كمستقبلات خاصة باللمس.

▶ **أقراص ميركل Merkel`s disks:** عبارة عن شكل متحور للنهايات العصبية الحرة المرتبطة بالخلايا الغائرة من البشرة الجلدية، وتأخذ النهايات شكلا قرصيا، وتوجد في الأماكن الخالية من الشعر في الجلد، وتنتهي الألياف العصبية حول خلايا ضخمة تدعى بالخلايا اللمسية وتقوم بدور في الحس بالألم.

▶ **الجسيمات الحسية Sensory corpuscle:**

▶ و تمثل المستقبلات الحسية المحاطة بمحفظة ضامة، وتختلف بأشكالها وأحجامها ووظائفها أيضا وأهم هذه الجسيمات:

▶ **1- جسيمات مايسنر Meissner`s corpuscle:** وهي من أكثر المستقبلات تواجدا في الجسم، تتواجد في الحليمات الضامة في الجلد وبشكل خاص في الأصابع و الشفاه، وتتخصص هذه الجسيمات بحاسة اللمس،

▶ 2- النهايات البصلية لكراوز Krause`s end bulbs: تأخذ هذه الجسيمات الشكل الكروي ويصل قطرها الى /50/ ميكرومتر، وتحاط النهاية العصبية بمحفظة صفائحية مكونة من خلايا مسطحة، ويتفرع في مركز الجسيم ليف عصبي لا نخاعيني، وتنتهي هذه التفرعات بانتفاخات، وتمثل هذه المستقبلات عناصر الإحساس بالبرودة وربما بالضغط أيضا، وتوجد في: الأدمة، الملتحمة، الشفاه، وفي تجويف الفم.

▶ 3- جسيمات غلجي مازوني Golgi-mazzoni corpuscles: تتشابه هذه الجسيمات مع جسيمات مايسنر لكنها اصغر حجما، بينما تكون محفظتها لكثافة. وتعتبر هذه الجسيمات من مستقبلات الضغط الموجودة في النسيج الضام للجلد الخالي من الشعر و المشاركة للغشاء المخاطي، وتظهر أيضا في ادمة حشفة القضيب.

▶ 4- الجسيمات التناسلية Genital corpuscles: تتشابه هذه الجسيمات مع سابقتها ولكنها اكبر حجما، كما تكون المحفظة اكثر سماكة أيضا، ويمكن لهذه الجسيمات ان تكون مفصصة، ويختلف عدد النهايات العصبية الداخلة في المحفظة بين /1-10/ نهايات، وتتفرع هذه النهايات بشكل حلزوني، وتظهر هذه الجسيمات في البظر وفي حشفة القضيب.

▶ **5-جسيمات فايتر- باشيني Vater-Pacini corpuscles**: وتعتبر من اضعم الجسيمات الحسية الموجودة في الجسم التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة، حيث يتراوح طولها بين 3/4-4 مم، ويدخل الي الجسيم نهاية عصبية واحدة عارية من غمد النخاعين و غمد شوان، ويأخذ الجسيم شكل البصلة حيث تتوضع العديد من الطبقات الصفائحية المتحددة المركز. و تمثل هذه الجسيمات مستقبلات الحس بالضغط، وتوجد هذه الجسيمات في الكثير من الأماكن مثل: الطبقات العميقة من النسيج الضام، المساريقا، الأغشية المصلية، النسيج الضام للأعضاء الحشوية، العضلات، وفي مكان اتصال الأربطة والأوتار.

▶ **6-جسيمات روفيني Ruffini corpuscles**: تحاط هذه الجسيمات بمحفظة ضامة تحوي شبكة عصبية لانخاعينية تنتهي تفرعاتها بانتفاخات مبعثرة داخل النسيج الضام المكون للجسيم، وتمثل هذه الجسيمات عناصر الإحساس بالحرارة، أما المستقبلات الشبيهة بجسيم روفيني فتؤدي دورا بالأحساس بالحركة.

▶ **7-العضو الوتري لغلجي Golgi tendon organs** : أو ما يسمى بالنهايات العصبية الوتريّة، ويحتوي على ألياف عصبية حسية تنتهي بحرية بين الألياف الكولاجينية الوتريّة حيث تتنبه هذه الألياف بتوتر الوتر.

8- المغازل العصبية العضلية Neuromuscular spindles:

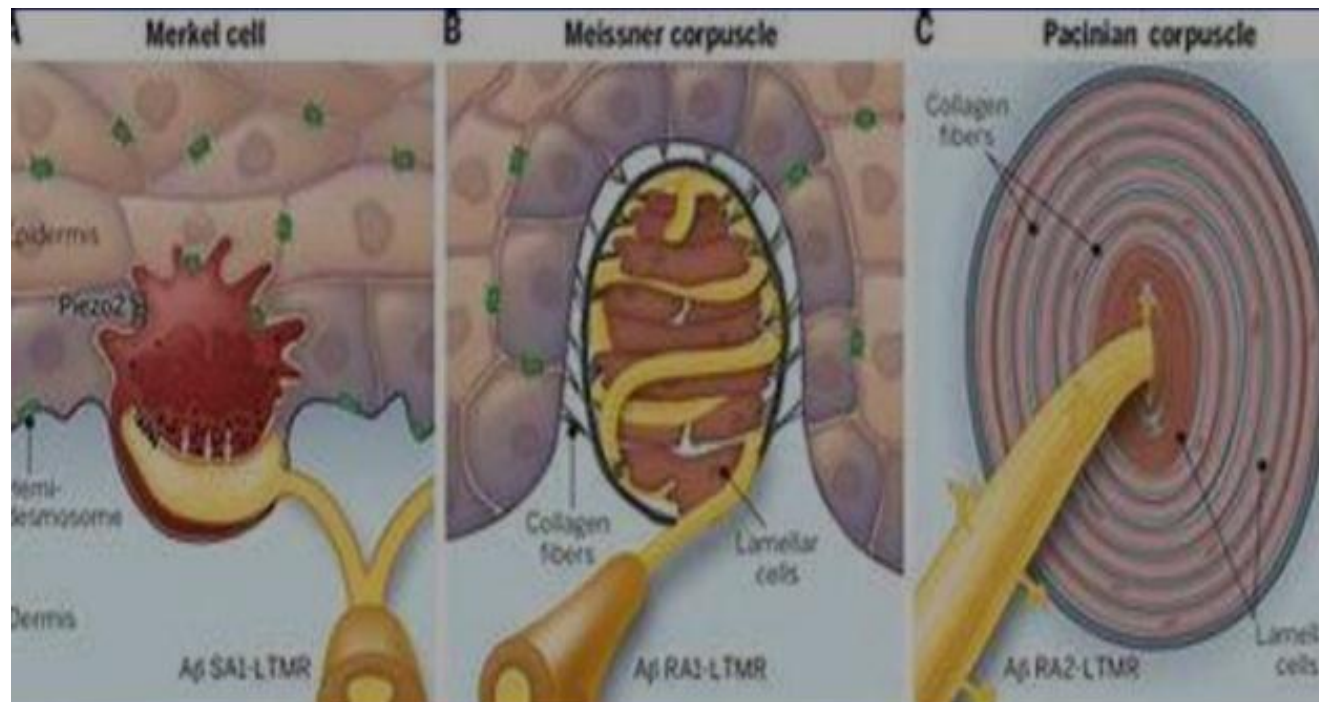
وتتكون من مجموعات بسيطة من الالياف العضلية المغلفة بمحفظة ضامة حيث تدخل الالياف الحسية الواردة على تماس الالياف داخل المغزل وتتنبه بتقلص هذه الالياف.

9- براعم الذوق Taste buds: وهي من المستقبلات الكيميائية

المتخصصة بحاسة التذوق، وتتوضع في ظهارة الحليمات الكأسية والفطرية في اللسان.

10- اللويحة المتحركة Motor plate: يملك كل ليف عضلي

لويحة محركة، حيث يلتصق العصب المعرى من النخاعين بشدة مع الليف العضلي المخطط، وتحوي انتفاخات نهاية العصب على الحويصلات المشبكية التي تؤمن بتحررها تقلص العضلات.



A GLABROUS (HAIRLESS) SKIN

B PACINI'S CORPUSCLE

