فريق الكريّات الحمراء التطوعي
10
S.P 150
30
19\11\2018
مدققة
RBC Medicine
كلية الطب البشري
السنة الثانية

النسيج العصبي 2

د. عبد الحافظ طبش

علم الأنسجة ا | Histology 1

السلام عليكم أصدقاءَنا، نتابع معكم بالمحاضرة العاشرة في مادة علم النسج راجين من اللّه التوفيق في العمل☺

الفقرة	الصفحة
الجهاز العصبي المركزي	2
المخ	3
أنماط العصبونات الموجودة في قشرة المخ	5
المخيخ	7
النخاع الشوكي	10
حماية الجهاز العصبي المركزي	14
الجهاز العصبي المحيطي	18
الألياف العصبية	20
الأعصاب	22
العقد العصبية	23
مقارنة بين الجهاز الودي ونظير الودي	26
تجدد النسيج العصبي	27

تصنيف الجهاز العصبي

يُصنّف الجهاز العصبي **تشريحيّاً Anatomical** إلى:

١-جهاز عصبي مركزي Central Nervous System (CNS) :

ويتألف من الدماغ **Brain** والنخاع الشوكي **Spinal cord** .

٢-جهاز عصبي محيطي Peripheral Nervous System (PNS) : ويتألف من **الأعصاب القحفية و الشوكية والمحيطية** التي تعمل على نقل الدفعات العصبية من وإلى الجهاز العصبي المركزي (الأعصاب الحسية والحركية على التوالي) **وعقد عصبية** التي هي تجمعات صغيرة من الخلايا العصبية خارج الجهاز العصبي المركزي.

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS)

أجزاؤه: يتكون بشكل أساسي من المخ والمخيخ والحبل الشوكي.

ميزاته:

- يتميز **CNS** بخلوه من النسيج الضام ولهذا فهو عضو رخو نسبياً ويشبه الهلام.
- في مقاطع الـ **CNS** تظهر منطقة بيضاء تسمى المادة البيضاء وأخرى رمادية اللون تدعى المادة الرمادية.
- يعود ظهور منطقتين رمادية وبيضاء لاختلاف توزع الميالين (النخاعين) في الجهاز العصبي المركزي **CNS**.

الفرق بين المادة البيضاء والمادة الرمادية:

من حيث	المادة البيضاء	المادة الرمادية
التركيب	– تعد المحاوير الميالينة (الالياف المغمدة بالنخاعين) المكون الرئيس للمادة البيضاء إضافة إلى الخلايا الدبقية قليلة التغصنات المنتجة للميالين. – لا تحتوي المادة البيضاء على أجسام الخلايا العصبية ولكن على خلايا دبقية صغيرة.	– تكثر في المادة الرمادية أجسام الخلايا العصبية والتغصنات والأجزاء الأولية من المحاوير غير المغمدة بالميالين إضافة إلى الخلايا النجمية والخلايا الدبقية الصغيرة، كما تكثر المشابك العصبية في المادة الرمادية.
التوضع	في المناطق المركزية.	في سطح أو قشرة المخ و المخيخ.

ملاحظة

تدعى تجمعات أجسام الخلايا العصبية التي تشكل جزراً من المادة الرمادية مغموسة في المادة البيضاء **نوى عصبية Neural Nuclie**

(الأجزاء العميقة للمخ والمخيخ).

سنتكلم فيما يلي عن البنية النسيجية لكل مكون من مكونات الجهاز العصبي المركزي:

المخ (قشرته بالخاصة)

❖ تتكون قشرة المخ من **ست طبقات** من الخلايا حيث تقسم إلى ثلاث طبقات سطحية ندعوها بالطبقات الخارجية **Outer layers**، وثلاث طبقات عميقة ندعوها بالطبقات الداخلية **Inner layers**.

❖ تختلف هذه الطبقات عن طبقات النسج الظهارية من حيث عدم وجود حدود بين الطبقات هنا، وإنما تختلف الطبقات فيما بينها **من حيث كثافة العناصر في كل منها.**

❖ سنتناول تركيب كل من الطبقات الست من المحيط للمركز(تتوضع معظم العصبونات في هذه الطبقات **بشكل شاقولي**):

الطبقات الخارجية Outer layer : وهي من الخارج نحو الداخل:

١- الطبقة الذرية الخارجية (الجزيئية - الضفائرية) *Outer Molecular layer*:

موقعها: تلي الأم الحنون مباشرةً.

مايميزها: تدعى أيضاً بالطبقة الضفائرية **Plexiform layer** ، وذلك لأن كل الاستطالات والمحاوير الأسطوانية تصل إلى هذه الطبقة وتشكل مشابك فيما بينها، فتتشكل بنية تشبه الضفيرة.

تتضمن هذه الطبقة:

- خلايا أفقية (**خلايا كاجال**)**Horizontal or Cajal Cells** (سيتم شرحها لاحقاً)
- استطالات كل من الخلايا الهرمية والخلايا المغزلية و**خلايا مارتينوتي** (سيتم شرحها لاحقاً) حيث تنتهي هذه الاستطالات في هذه الطبقة.

٢- الطبقة الحبيبية الخارجية Outer Granular layer :

تتضمن:

- مجموعة خلايا عصبية صغيرة نجمية أو هرمية تتجه استطالاتها للأعلى ومحاورها الأسطوانية للأسفل.
- استطالات ومحاوير الخلايا الواقعة في الطبقات الأدنى والصاعدة إلى الطبقة الذريّة.

٣- الطبقة الهرمية الخارجية Outer Pyramidal layer :

وهي **من أسمك الطبقات**، **تتضمن هذه الطبقة**:

- مجموعة خلايا عصبية هرمية تخرج منها استطالة هيولية طويلة تتجه للأعلى.
- عدد قليل من الخلايا النجمية.
- استطالات ومحاوير الخلايا الموجودة في الطبقات الأدنى والصاعدة إلى الطبقة الذرّيّة.

الطبقات الداخلية Inner layers:

٤- الطبقة الحبيبية الداخلية Inner Granular layer :

- تكثر فيها الخلايا العصبية النجمية.
- تحوي الكثير من الألياف العصبية الأفقية (العرضية) التي تشكل ما يسمى **حزمة بايلرجر الخارجية Outer band of Bailarger.**

٥- الطبقة الهرمية الداخلية: Inner Pyramidal layer :

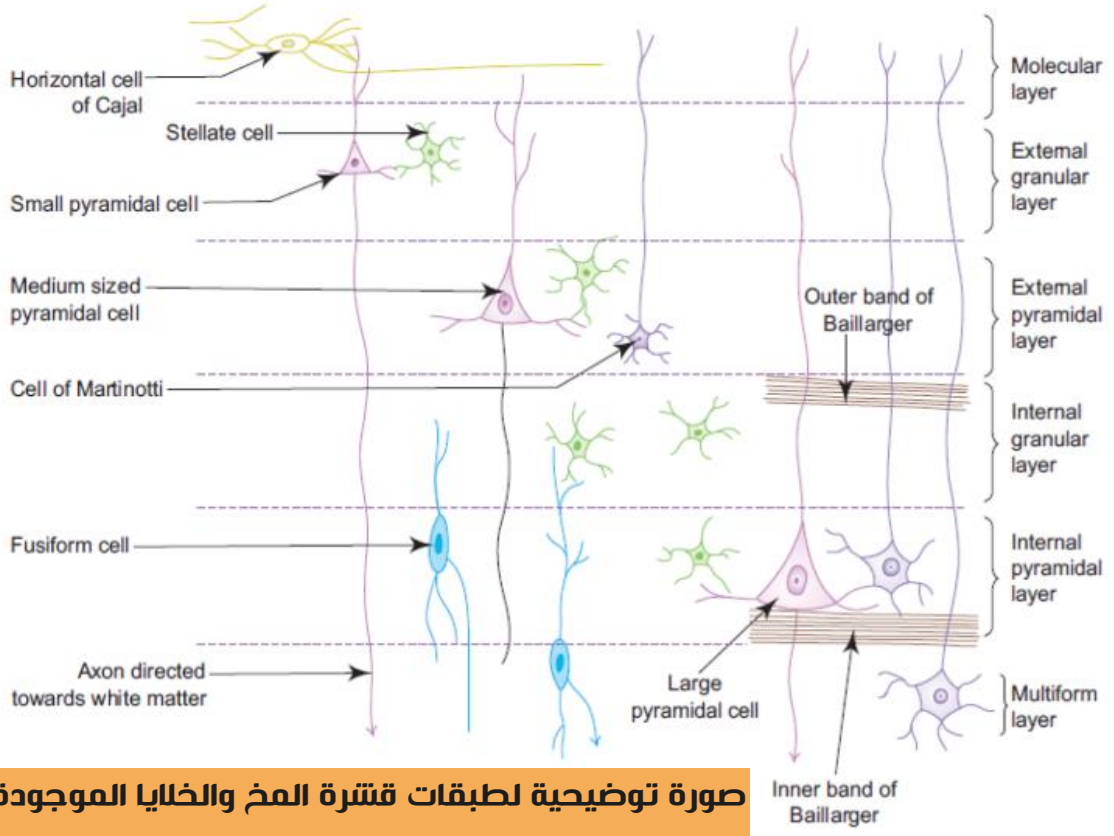
- تضم خلايا هرمية كبيرة والتي تسمى **الخلايا العملاقة**، كما تضم القليل من الخلايا النجمية.
- المحاوير تتابع كألياف تخرج من قاعدة الخلايا الهرمية وتتجه نحو المادة البيضاء.
- و توجد في هذه الطبقة الألياف الأفقية التي تشكل **حزمة بايلرجر الداخلية Inner band of Bailarger**

٦- طبقة متعددة الأشكال (طبقة الخلايا المغزلية) Multiform layer :

- تضم خلايا لها شكل مغزلي، تتجه استطالاتها نحو الأعلى للطبقة الذرية، ومحاورها نحو الأسفل للمادة البيضاء.

- سميت بالطبقة متعددة الأشكال لأنها تضم أكثر من نمط من الخلايا العصبية (نجمية، مغزلية، هرمية).
- كما تضم الاستطالات الهيولية ومحاوير عصبية صاعدة وأخرى نازلة.

وإلى الأسفل من هذه الطبقة الأخيرة تظهر المادة البيضاء.



صورة توضيحية لطبقات قشرة المخ والخلايا الموجودة في كل طبقة.

هذه الطبقات متداخلة مع بعضها بحيث يصعب تمييزها **وأكثرها تمييزا طبقة الخلايا الهرمية.**

ملاحظة

أنماط العصبونات الموجودة في قشرة المخ

هنالك نوعين رئيسيين للخلايا في القشرة المخية:

الخلايا الهرمية.

الخلايا النجمية.

وهناك أنواع أخرى: **كالخلايا المغزلية وخلايا مارتينوتي وخلايا كاجال.**

١- الخلايا الهرمية Pyramidal Cells:

التواجد: توجد في جميع طبقات قشرة المخ (**ما عدا** الطبقة الأولى).

الشكل: ذات شكل مثلثي، تظهر الخلايا الهرمية نسيجياً على شكل مقطع مثلثي تصدر من رؤوسه الاستطالات الهيولية، ويخرج المحوار من قاعدته.

أنواعها: تقسم الخلايا الهرمية إلى ثلاثة أنواع **حسب حجمها**، حيث يزداد حجم الخلايا الهرمية بشكل تدريجي من الخارج نحو الداخل.

الخلايا	الحجم
الخلايا الهرمية الصغيرة Small size	١٠ – ١٢ µ
الخلايا الهرمية متوسطة الحجم Medium size	٤٠ – ٥٠ µ
الخلايا الهرمية العملاقة large size	أكبر من (١٠٠ µ)

تكثر العصبونات الهرمية العملاقة Betz Pyramidal Cells في الطبقتين الثالثة والخامسة، ولذلك:
تدعى الطبقة الثالثة بطبقة الخلايا الهرمية الخارجية External Pyramidal layer .
وتدعى الطبقة الخامسة بطبقة الخلايا الهرمية الداخلية Internal Pyramidal layer.

٢- الخلايا النجمية(وتدعى ب الخلايا الحبيبية Granular Cells):

حجمها: هي خلايا صغيرة حجمها أصغر من ١٠ µ.

شكلها: هي العصبونات البينية Interneuron الرئيسية الموجودة في قشرة المخ، أغلبها متعددة الأقطاب multipolar.

٣- الخلايا المغزلية Fusiform Cells:

شكلها: تأخذ شكلاً مغزلياً Spindle.

تواجدها: يكثر وجودها في الطبقة السادسة.

توضع استطالاتها: تكون محاوير هذه الخلايا جانبية التوضع، وتسير بمحاذاة استطالات الخلايا الهرمية، لتصعد نحو الأعلى حيث تتفرع بفروع موازية للقشرة. أما الاستطالات الهيولية Dendrites فتمتد من قطبي (نهايتي)هذه العصبونات.

٤- خلايا كاجال Retzius Cajal Cells وتدعى أيضاً (الخلايا الأفقية Horizontal Cells):

شكلها وحجمها: هي خلايا صغيرة، لها شكل مغزلي.

وظيفتها: تلعب دوراً في تطور الجهاز العصبي جنينياً، ويختفي معظمها بعد الولادة لذلك تعد الخلايا الأقل تواجداً في قشرة المخ.

تواجدها: توجد حصراً في الطبقة الذرية (لطبقة الأولى) من قشر المخ.

توضع استطالاتها: يأخذ محوارها شكلاً أفقياً موازياً للسطح الخارجي للقشرة المخية، يتقاطع (يتشابك) مع استطالات الخلايا الهرمية فيسهم في تثبيط هذه الخلايا. أما استطالاتها فتمتد من الجانبين.

٥- خلايا مارتينوتي Martinotti Cells:

حجمها وشكلها: خلايا صغيرة، مضلعة الشكل، متعددة الأقطاب **Multipolar** .

توضع استطالاتها:

_لها استطالات هيولية قصيرة، وقليلة العدد.

_محوارها يصعد نحو الأعلى ويتشعب، ليلتقي في المنطقة الذرية مع استطالات الخلايا الأخرى (مثل الخلايا الهرمية).

وظيفتها: تقوم هذه العصبونات بتثبيط عمل الخلايا الهرمية في حالة فرط الاستثارة **Overexcited**، لذلك فإن **بعض حالات الصرع تكون بسبب نقص في عدد خلايا مارتينوتي.**

المخيخ

تعريفه: وهو عبارة عن كتلة عصبية تتوضع أسفل المخ و تتألف من ثلاثة فصوص (فص أيمن- فص أيسر – فص متوسط دودي).

تركيبه: يتكون من مادة رمادية محيطية(قشرة) **cerebellum cortex** ومادة بيضاء مركزية متفرعة (شجرة الحياة) تحوي ألياف "صاعدة وهابطة".

وظيفته: هو عضو التوازن الأعلى في الجسم وينسق حركة الجسم، فإذا تخرب المخيخ عند الإنسان نلاحظ أنه يكون قادرا على الحركة ولكن تكون حركاته غير متوازنة وغير متناسقة أبداً.

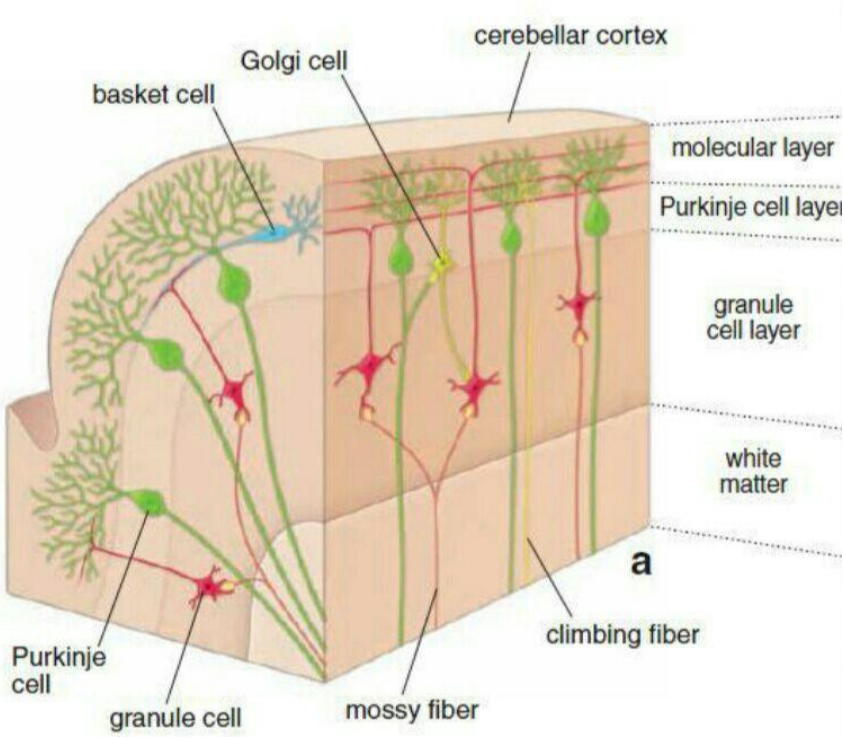
ملاحظات

- √ يدعى تداخل المادة الرمادية بالمادة البيضاء بشجرة الحياة وذلك لوجود التلافيف الغزيرة على فصوصه.
- √ كان يُعتقد أن المخيخ هو مركز الحياة للعضوية، وأن الروح في المخيخ في بعض الكتب الفلسفية القديمة، ولكن ظهر فيما بعد أن المخيخ ليس له علاقة بأي مركز منظم للحياة، فهو فقط ينظم حركة الجسم.

❖ نميز في قشرة المخيخ ثلاث طبقات (من الخارج للداخل):

١- الطبقة الذرية الخارجية (الجزيئية):

تحوي نوعين من الخلايا:



١- خلايا نجمية سطحية Superficially stellate cells.

٢- خلايا نجمية أعمق تعرف بالخلايا السَلية Basket cells.

_ سميت الخلايا السلية بهذا الاسم لأنها تشكل من محاورها الاسطوانية سلالاً حول خلايا بوركنج.

_ تنتهي استطالات الخلايا السلية بجوار استطالات خلايا بوركنج تقريباً.

_كما تحوي محاوير متجمعة بكثافة عديمة النخاعين تكون موازية للسطح.

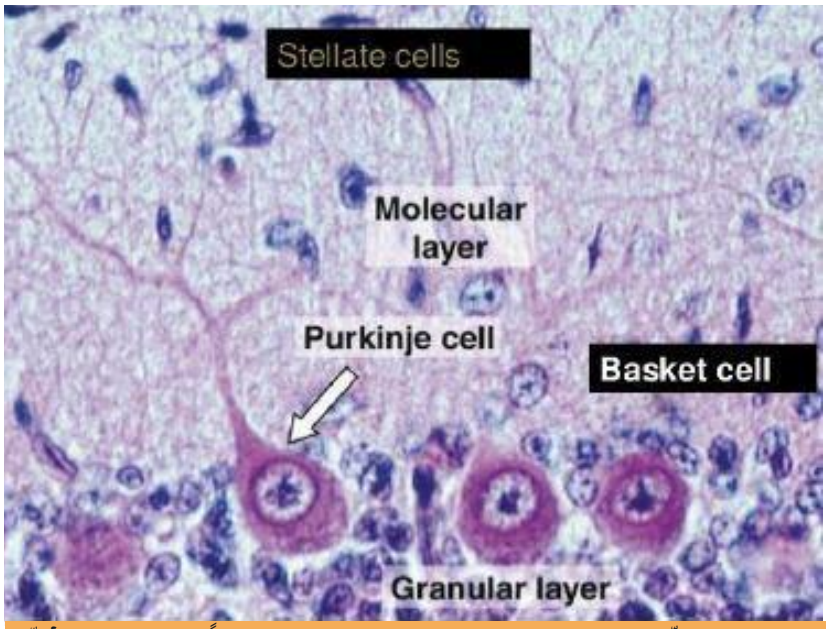
_ كما أنها تحوي تغصنات الخلايا بمختلف أشكالها إضافة للمحاوير الاسطوانية.

ملاحظة: كل التغصنات للعصبونات، سواء كانت لخلايا بوركنج أو للخلايا السلية أو للخلايا النجمية، تنتهي في مستوى الطبقة الذرية.

٢- طبقة متوسطة Intermediate layer أو طبقة بوركنج Purkinje layer:

تحوي طبقة وحيدة من **خلايا بوركنج** والتي تتسم بما يلي:

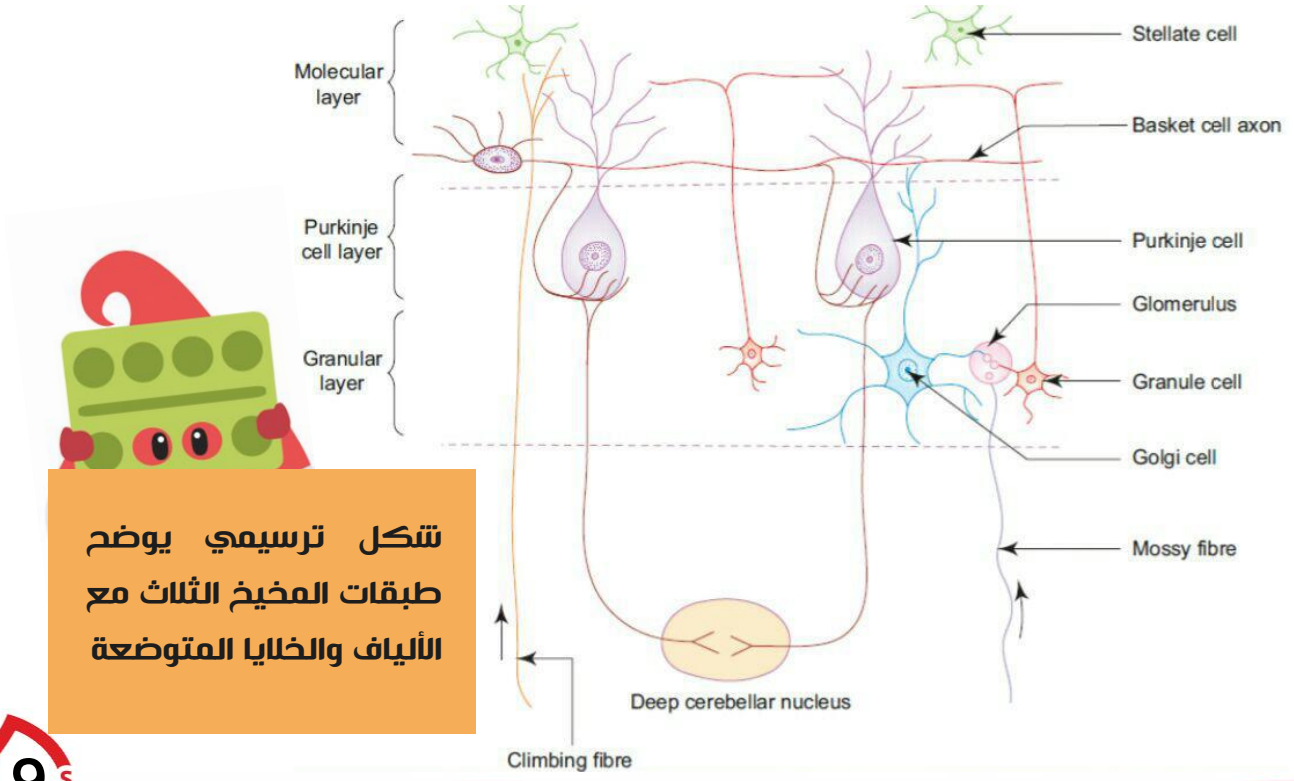
- تكون ذات شكل إجاصي، نواتها دائرية وتتوضع في منتصف الخلية ويخرج من جسم الخلية زائدة واحدة لاتلبث أن تنقسم إلى قسمين.
- تصدر من خلايا بوركنج شبكة واسعة جداً من الاستطالات الهيولية (التغصنات)، والتي تصل لمستوى الطبقة الذرية (الجزيئية)، تؤمن هذه التغصنات مشابك مع عدد كبير من الخلايا النجمية والخلايا السلية.
- محاورها الاسطوانية تكون مغمدة بالنخاعين وتصل حتى المادة البيضاء.



صورة توضّح خلايا بوركنج المتطورة جداً، ونلاحظ أنّ جسيمات نيسل فيها نامية وكذلك جهاز غولجي متطور، وتمتاز أنها غنية جداً بالتغصنات، وتظهر أسفلها مباشرة الخلايا الحبيبية

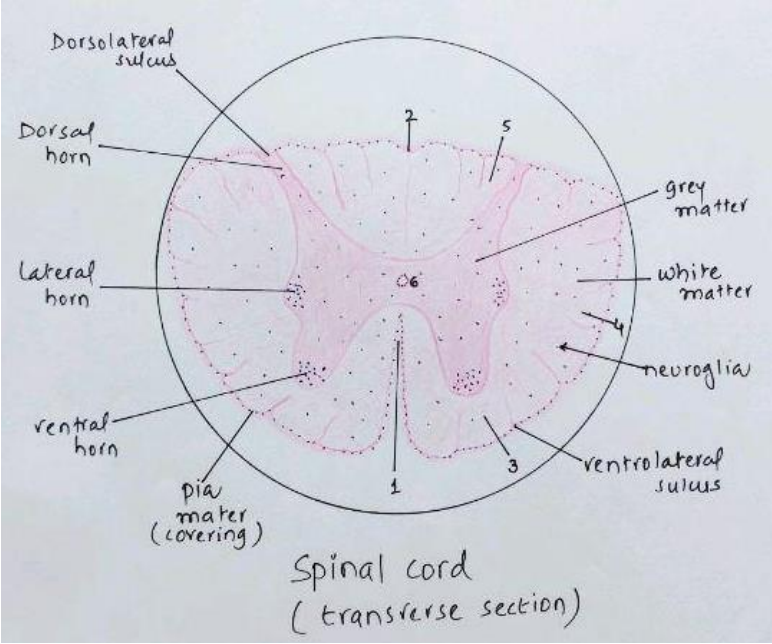
٣- الطبقة الحبيبية:

- ذات مظهر حبيبي لأنها تحوي على عدد كبير من الخلايا الحبيبية (النجمية) ذات النوى المكوّرة والكبيرة، والتي تشبه الخلايا اللمفاوية **lymphocytes** بعكس الطبقة الذرية.
- خلاياها صغيرة الحجم (الخلايا الحبيبية هي الخلايا الأصغر في الجسم)، تتجه محاورها الاسطوانية باتجاه الطبقة الذرية.



شكل ترسيمي يوضح طبقات المخيخ الثلاث مع الألياف والخلايا المتوضعة

النخاع الشوكي Spinal Cord



تعريفه: عبارة عن حبل أبيض (طوله ٤٥ - ٥٠ سم) يمتد من جذع الدماغ يسكن أجسام الفقرات ضمن العمود الفقري، القسم المركزي منه يتألف من المادة رمادية والقسم المحيطي يتألف من المادة البيضاء.

وظيفته: مسؤول عن الأفعال المنعكسة، مثال:

عند سماع صوت سيارة يقفز الإنسان إلى الرصيف وهذا فعل لا تتدخل فيه الإرادة، ولكن فيما بعد تتدخل الإرادة حيث يرفع تقرير من النخاع الشوكي إلى المخ عما حدث، فالدماغ يقيم الوضع فإما يبارك هذا العمل أو يوبخه.

مميزات المادة الرمادية المركزية فيه:

- تكون على شكل حرف H أو تظهر بشكل فراشة (أو شكل هلالين ملتحمين في وسطيهما)
- تشكل وجه بطني حركي ووجه ظهري حسي (قرنين أماميين محركين وقرنين خلفيين ضيقين حسيين).
- في المركز نجد قناة السيساء.

مميزات المادة البيضاء المحيطية فيه:

- تتألف من ألياف عصبية (محاوير) مغمدة بغمد النخاعين والخلايا الدبقية.
- تعتبر طريق للدفعات العصبية (للسيالات العصبية) الحسية "الواردة" والحركية "الصادرة".

ملاحظة

المادة الرمادية والتي تحتوي على أجسام الخلايا العصبية نراها محمية في النخاع الشوكي وتكون في الداخل، لأن النخاع الشوكي معرض للصدمات وحمايته قليلة، أما في الدماغ فنلاحظ أن المادة الرمادية محيطية والبيضاء مركزية نظراً لوجود عظام قاسية مع السحايا التي تؤمن الحماية.

- نلاحظ أن النخاع الشوكي يكون مثلوم بثلمين بمنطقة المادة البيضاء:

١ . ثلم خلفي (ظهري): طويل وضيق.

٢ . ثلم أمامي (بطني): قصير ومتسع.

الأعصاب الشوكية مختلطة: نلاحظ أن العصب الخارج من النخاع الشوكي يتألف من اتحاد فرعين(جذرين): ١- خلفي حسي ٢- أمامي محرك.

يصدر عن النخاع الشوكي (٣١) شفع من الأعصاب المختلطة، تتوزع على الشكل الآتي:

8 أعصاب رقبية .cervical ns	12 عصب صدري .Thoracic ns	5 أعصاب عجزية .sacral ns
5 أعصاب قطنية .Lumbar ns		عصب عصعصي

مميزات جذور الأعصاب الشوكية:

الجذر الخلفي الحسي: يصدر من النخاع الشوكي يتميز بوجود عقدة، تتوضع فيها أجسام العصبونات الحسية **Sensory Neurons**، خواصها:

- عبارة عن عصبونات من النوع وحيدة القطب الكاذبة.
- كما تعد عصبونات واردة **Afferent** فهي تتلقى التنبيهات القادمة من المحيط.

الجذر الأمامي الحركي: فتعبره ألياف العصبونات المحركة **Motor Neurons** التي تعصب العضلات المخططة، خواصها:

- تتوضع أجسامها في القرن الأمامي (البطني) للمادة الرمادية في النخاع الشوكي، وتدعى هذه العصبونات أيضاً بخلايا القرن الأمامي **anterior horn cells** .
- وهي عصبونات كبيرة الحجم تظهر بوضوح بالمحضرات النسيجية التقليدية قاعدية التلون.
- تعد عصبونات صادرة **Efferent**، فهي تنقل الأوامر من الجهاز العصبي المركزي **CNS** .

مميزات قرون النخاع الشوكي:

القرن الخلفي للنخاع الشوكي:

- تنتهي إليه ألياف العصبونات من كلا النمطين:

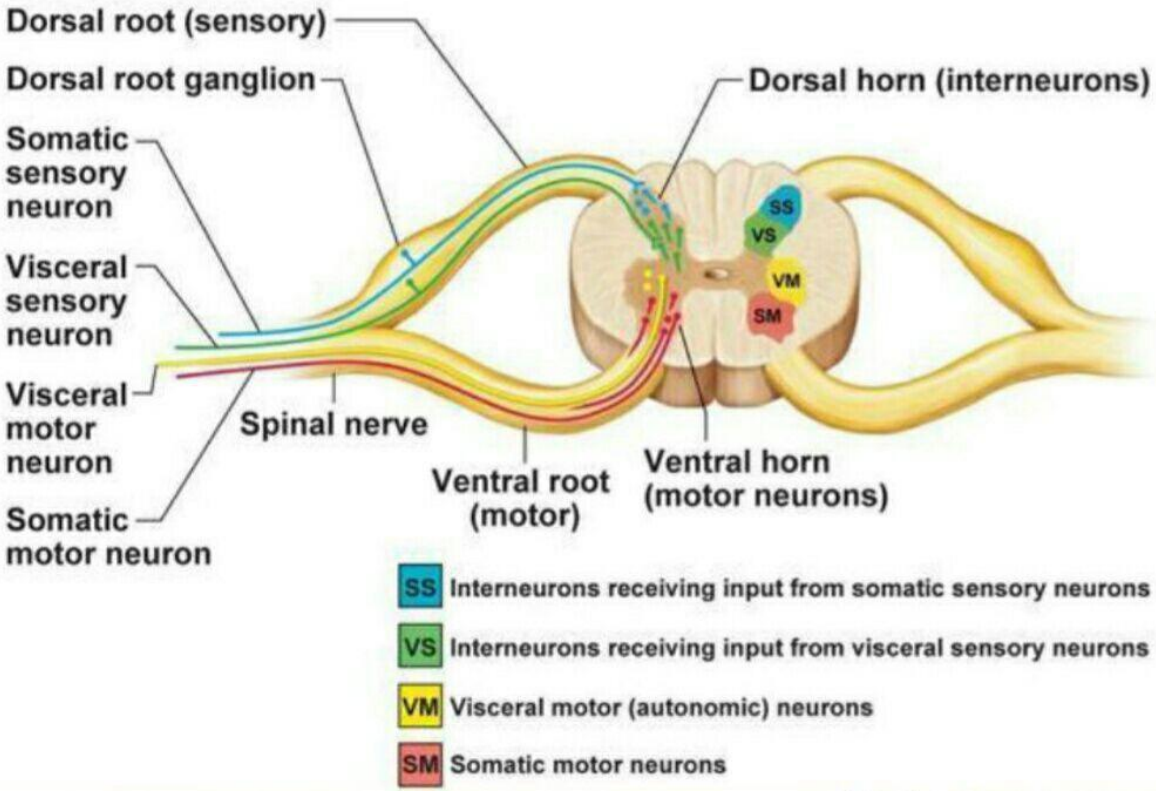
حسية جسدية (**somatic sensory**) إرادية، وحسية حشوية (**visceral sensory**) لاإرادية.

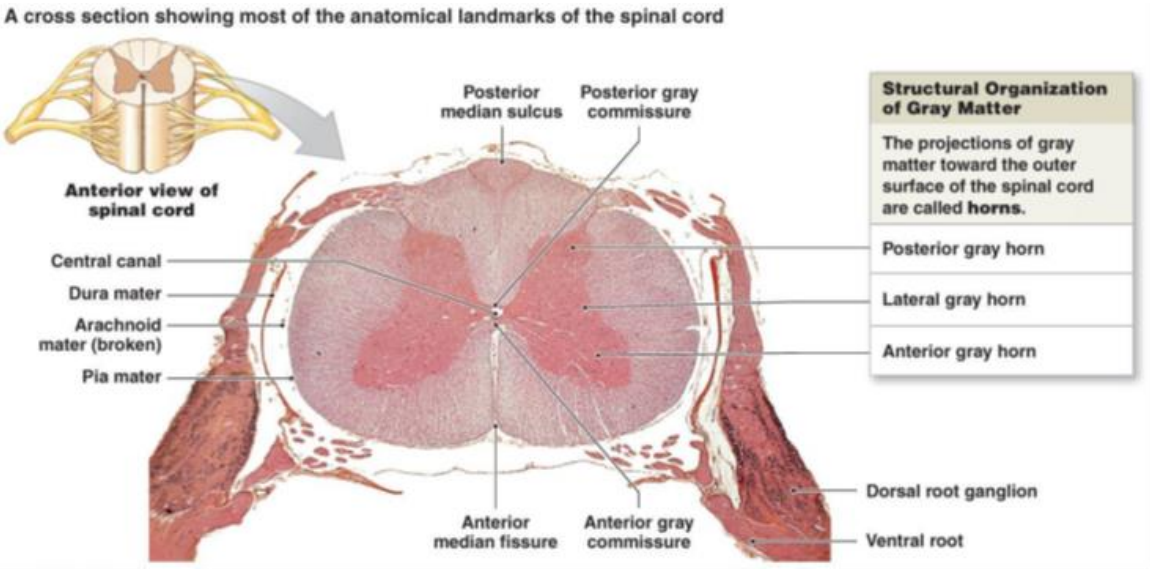
- يحتوي على عصبونات بينية **interneuron** خاصة لكل من العصبونات الحسية الجسدية، والعصبونات الحسية الحشوية.

القرن الأمامي للنخاع الشوكي: يتميز بوجود العصبونات النجمية المحركة الكبيرة (الضخمة)، وعدد كبير من الخلايا الدبقية.

القرن الجانبي: يحتوي على أجسام العصبونات الودية ونظير الودية وهذه العصبونات (حركية لا ارادية).

قناة السيساء: تبطنها طبقة واحدة من الخلايا الدبقية السيسائية الاسطوانية والمهدبة والتي تفرز السائل الدماغي الشوكي.

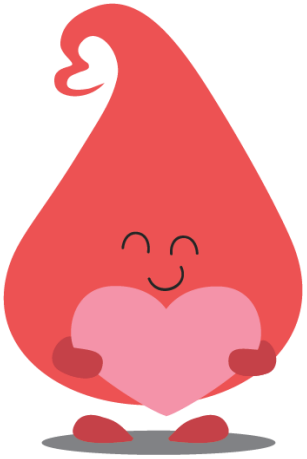




مقطع نسيجي عرضي في النخاع الشوكي.

خلاياك العصبية غير قابلة للتجديد

فلاتكون قاسي عليها واعطيها استراحة ^__*



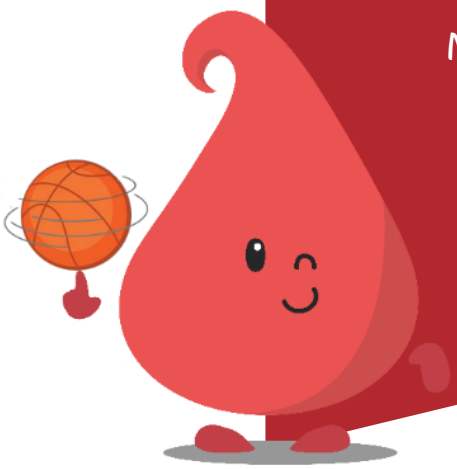
حماية الجهاز العصبي المركزي (الدماغ – الحبل الشوكي)

حماية داخلية

- حاجز دموي دماغي
- الضفيرة المشيمية Choroid Plexus
- السائل الدماغي الشوكي CSF

حماية خارجية

- السحايا Meninges
- جلد
- عظم
- سمحاق



الحماية الخارجية: (الجلد – العظم – السمحاق – السحايا)

السحايا Meninges :

تعريفها: يوجد بين العظم (الجمجمة والعمود الفقري) والنسيج العصبي (الجهاز العصبي المركزي) أغشية من النسيج الضام تدعى السحايا، تحمي الجهاز العصبي المركزي من الخارج.

معظم الأعضاء في الجسم يجب أن تحاط بمحفظة من نسج ضامة لحمايتها.

طبقاتها: تشكل السحايا ثلاث طبقات من نسيج ضام **Connective Tissue**، تحيط بالدماغ والنخاع الشوكي وهي من الخارج للداخل:

١- الأم الجافية *Dura Mater*:

- طبقة خارجية سميكة من نسيج ضام كثيف غير مرتب متواصل مع سمحاق عظام الجمجمة(من الوجه الداخلي).
- تنفصل الام الجافية المغلفة للنخاع الشوكي عن سمحاق الفقرات **بفراغ فوق جافي** يحتوي على أوردة رقيقة الجدران ونسيج ضام رخو.

- تنفصل الام الجافية عن الغشاء العنكبوتي **بفراغ ضيق تحت جافي.**

٢- الغشاء العنكبوتي Arachnoid Mater:

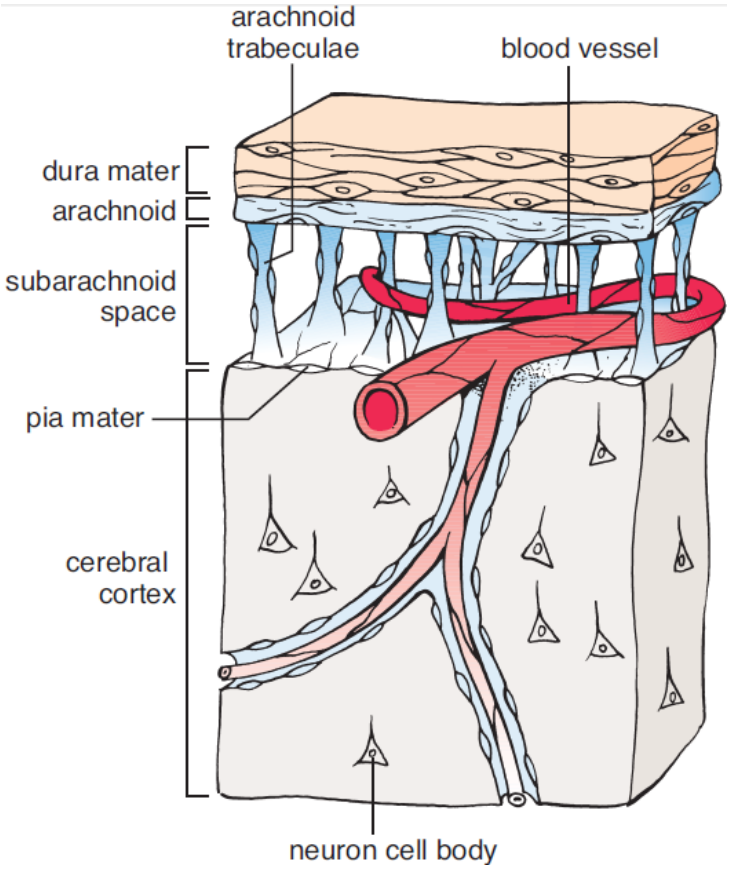
- يشكل الطبقة المتوسطة بين طبقات السحايا.
- يتكون من جزأين هما:

١. طبقة من نسيج ضام متواصلة مع الام الجافية.

٢. شبكة من ترابيق رخوة منتظمة تحتوي على كولاجين وأرومات ليفية متواصلة مع الام الحنون العميقة.

يوجد حول الترابيق تجويف ذو بنية اسفنجية يدعى الفراغ تحت العنكبوتي مملوء بسائل دماغي نخاعي، يشكل الفراغ وسادة هيدروليكية تحمي الجهاز العصبي المركزي من الرضوض ويتواصل مع بطينات الدماغ.

- يعتقد بأن النسيج الضام في الغشاء العنكبوتي خال من الاوعية الدموية (نظراً لخلوه من الشعيرات المغذية) ولكن تعبر من خلاله أوعية دموية كبيرة آتية من الأم الجافية ومتجهة للدماغ والنخاع الشوكي فتخترق الأم الحنون معطية الشعيرات الدموية فيها.



صورة ترسيمية تظهر طبقات السحايا.

٣- الأم الحنون Pia Mater:

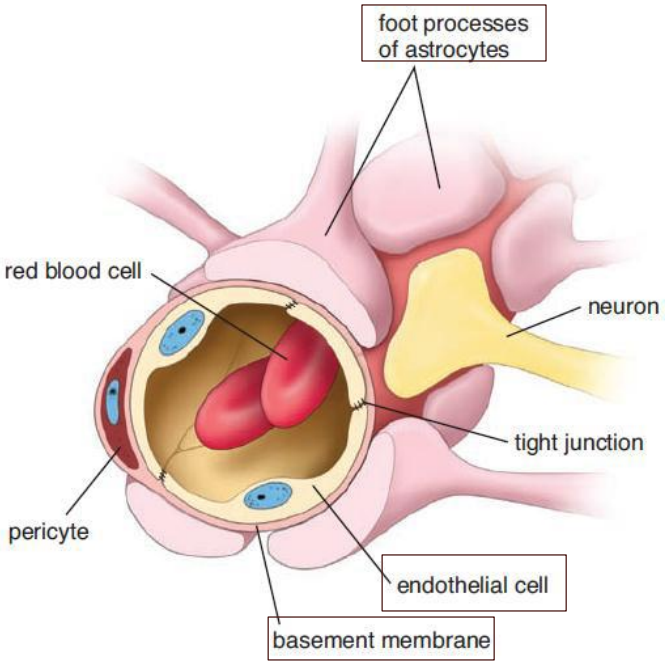
- هي الطبقة الأعمق من السحايا، تلتصق بالدماغ والنخاع الشوكي.
- وهي عبارة عن نسيج ضام رخو رقيق، غني جداً بالأوعية الدموية المحاطة بألياف النسيج الضام. تغلف كامل سطح الدماغ فهي تمتد إلى داخل الأثلام في القشرة المخية.
- تتكون من طبقة رقيقة من **المصورات الليفية المسطحة** التي تستند على **صفيحة قاعدية.**
- تدعمها من جهة النسيج العصبي أقدام الخلايا النجمية **Astrocytes** التي تشكل ما يُسمى: **بالسياج الدبقي.**

ملاحظة

الأم الحنون مفصولة بشكل تام عن النسيج العصبي المتوضّع تحتها بواسطة كل من: الغشاء القاعدي Basement membrane والاستطالات الدبقية Neuroglial processes.

الحماية الداخلية

الحاجز الدموي الدماغي



تعريفه: حاجز وظيفي يقوم بتنظيم عبور المواد من الدم الى نسيج الجهاز العصبي المركزي بشكل محكم أكثر من معظم الحواجز الوظيفية في الانسجة الأخرى.

وظائفه: تتمثل وظيفة الحاجز الدموي الدماغي بالمحافظة على تركيب ثابت ومتوازن للشوارد في السائل الخلالي المحيط بالعصبونات والخلايا الدبقية العصبية الضرورية لوظائفها، وحماية الخلايا من العوامل المعدية والسامة الخطيرة.

مكوناته: يتكون من ثلاثة حواجز تشكل الحاجز الدموي الدماغي من داخل الوعاء الدموي لخارجه:

١. **الخلايا البطانية للشعيرات الدموية** التي تمثل **المكون البنيوي الرئيس** للحاجز الدموي الدماغي حيث ترتبط مع بعضها بإحكام شديد بارتباطات سادة متطورة جداً.

٢. **الغشاء القاعدي المستمر (المتواصل)** الذي لا يسمح بعبور المواد بشكل حر.

٣. **النهايات القدمية للخلايا النجمية (الكوكبية)**.

❖ بعض المناطق تخلو من الحاجز الدموي الدماغي ويطلق عليها تسمية (نوافذ الدماغ " windows of the brain " إلى الدوران المحيطي ضمن الجملة العصبية-الهرمونية المركزية).

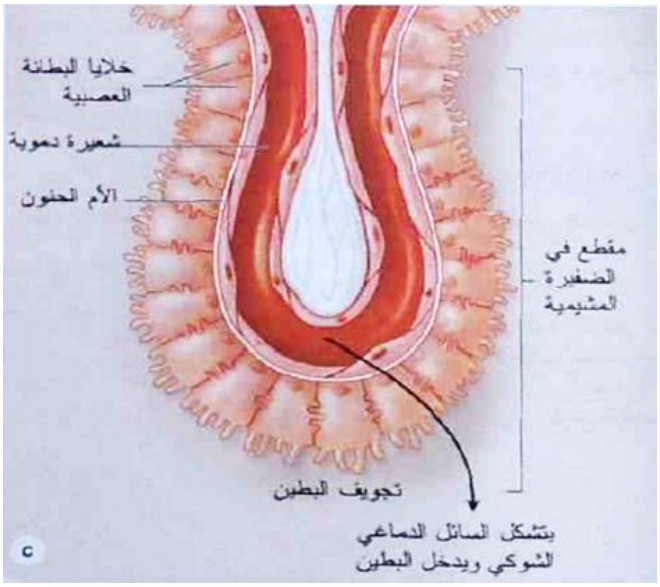
من هذه المناطق التي لا تتواجد مكونات الحاجز الدموي الدماغي فيها:

١- الضفيرة المشيمية حيث تفرز السائل الدماغي الشوكي.

٢- الفص الخلفي للغدة النخامية التي تحرر الهرمونات.

٣- مناطق الوطاء حيث يتم مراقبة مكونات البلازما.

الضفيرة المشيمية Choroid Plexus



تعريفها: نسيج شديد التخصص يبرز كطيات دقيقة فيها العديد من الزغابات في بطينات الدماغ الاربعة الكبيرة.

تواجدها: توجد في سقف البطين الرابع والثالث وجزئيا في الجدران الجانبية.

مكوناتها: تتصل خلايا البطانة العصبية في جميع هذه المناطق مباشرة بالأم الحنون، حيث تحتوي كل زغابة في الضفيرة المشيمية على طبقة رقيقة وعائية من الام الحنون مغطاة بخلايا البطانة العصبية المكعبة.

الوظيفة الاساسية للضفيرة المشيمية: تتمثل بامتصاص الماء من الدم وتحريره كسائل دماغي شوكي يملأ بطينات الدماغ بشكل كامل والقناة المركزية في الحبل الشوكي والفراغ تحت العنكبوتي والفراغ حول الوعائي.

السائل الدماغي الشوكي Cerebral Spinal Fluid (CSF)

تركيبه: السائل الدماغي الشوكي سائل شفاف **كثافته منخفضة**، يحتوي على ٩٠ ٪ ماء وكمية قليلة جداً من البروتين، لكنه غني بشوارد الصوديوم والبوتاسيوم والكلور، ويحتوي أيضاً على كل العناصر الغذائية (الناتجة عن الاستقلاب) كالسكاكر والأحماض أمينية وتوجد فيه خلايا لمفاوية بنسبة ٢- ٥ ٪ بشكل طبيعي.

أماكن التواجد: يُفرز السائل الدماغي الشوكي **باستمرار من الضفيرة المشيمية** ويجري في بطينات الدماغ والقناة المركزية ومنها يعبر إلى الفراغ تحت العنكبوتي.

الوظيفة: السائل الدماغي الشوكي مهم في استقلاب الجهاز العصبي المركزي ويعمل على امتصاص الصدمات الميكانيكية والتخفيف من تأثيرها.

تقوم الزغابات العنكبوتية بإعادة امتصاص السائل الدماغي الشوكي إلى مجرى الدم الوريدي نظراً لخلو النسيج العصبي من الاوعية اللمفاوية.

ملاحظة

التطبيق الطبي

يؤدي انخفاض امتصاص السائل الدماغي الشوكي أو إعاقة جريانه خارج بطينات الدماغ (في أثناء التطور الجنيني أو بعد الولادة) إلى حالة معروفة تسمى **استسقاء الدماغ** الذي يسبب تضخم كبير في الرأس يتبعه تخلف عقلي.

Have the courage to follow your heart and intuition, they somehow already know what you truly want to become.

الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System (PNS)

❖ تعد الأعصاب والعقد العصبية والنهايات العصبية المكونات الرئيسة للجهاز العصبي المحيطي.

❖ **الأعصاب:** هي حزم من ألياف عصبية (محاوير) محاطة بخلايا دبقية ونسيج ضام.

❖ إن للألياف العصبية المحيطية منشآن:

١- منشأ قحفي: عبارة عن اثنا عشرَ شفعاً من الأعصاب تنبثق من جذع الدماغ.

٢- منشأ من النخاع الشوكي (أعصاب شوكية): عبارة عن ٣١ شفعاً من الأعصاب التي تأخذ اسمها من الناحية التشريحية المحيطة بها (٨ رقبية، ١٢ صدرية، ٥ قطنية، ٥ عجزية، وواحدة عصعصية).

ملاحظة

يجب أن نعلم أن الأعصاب المحيطية تحوي أليافاً عصبية حسية (Afferent)، وأليافاً عصبية محركة (efferent) ولكن بعض الألياف العصبية تنفرد في الدور الحسي فقط (ألياف العصب البصري أو الشمي) أو الدور الحركي.

❖ سنشير فقط إلى **الأعصاب القحفية** لنعرف من فيها حسي ومن فيها حركي ومن فيها مختلط.

العصب القحفي	الوظيفة	العصب القحفي	الوظيفة
١- الشمي Olfactory	حسي	٧- الوجهي Facial	حسي وحركي
٢- العيني Optic	حسي	٨- الدهليزي القوقعي Vestibulocochlear	حسي
٣- محرك العين Occulomotor	حركي	٩- اللساني البلعومي Glossopharyngeal	حسي وحركي
٤- البكري Trochlear	حركي	١٠- المبهم Vagus	حسي وحركي
٥- مثلث التوائم Trigeminal	حسي وحركي	١١- اللاحق Accessory	حركي
٦- المبعد Abducent	حركي	١٢- تحت اللساني Hypoglossal	حركي

❖ إن أعصاب الجهاز العصبي المحيطي تتكون من العديد من الألياف العصبية التي تحمل التعليمات الحسية والحركية كما ذكرنا سابقا، وتتوضع أجسام الخلايا لهذه الألياف العصبية في الجهاز العصبي المركزي CNS أو خارج الجهاز العصبي المركزي في العقد العصبية المحيطية Peripheral Ganglia.

توضع أجسام العصبونات المحركة:

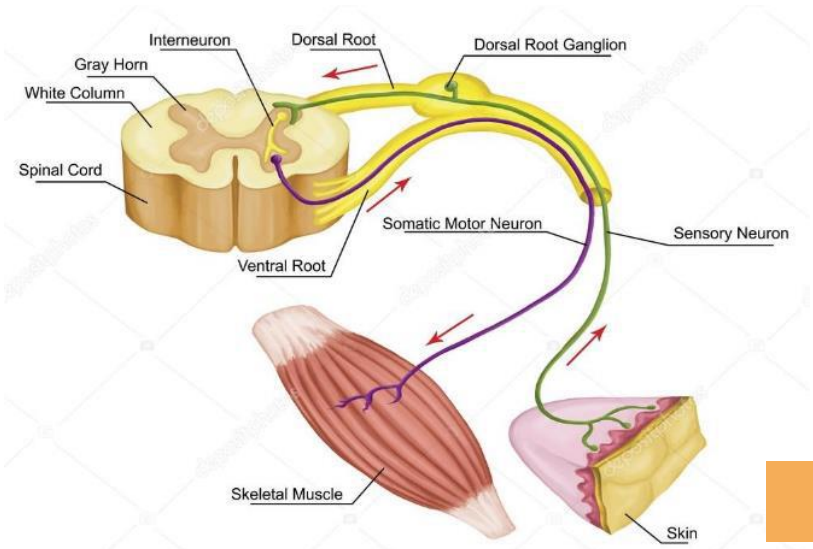
✓ إن العصبونات المحركة Motor Cells التي تعصب العضلات الهيكلية تعصيباً إرادياً تكون أجسامها متوضعة في **الجهاز العصبي المركزي** (الدماغ -النخاع الشوكي).

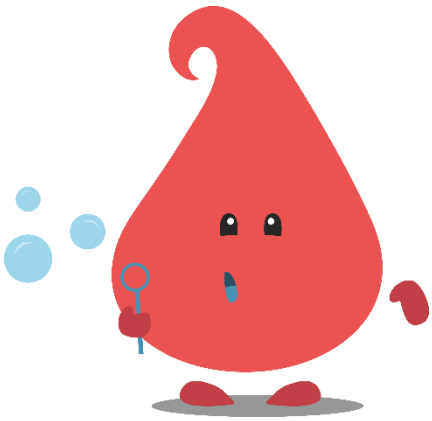
✓ حيث تغادر المحاوير العصبية الجهاز العصبي المركزي وتشق طريقها داخل الأعصاب المحيطية إلى العضلات الهيكلية لتعصبها، حيث أن العصبون يحمل الدفعات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى العضو المستقبل.

توضع أجسام العصبونات الحسية:

✓ تتوضع أجسام الخلايا العصبية الحسية في **عقد عصبية** خارج الجهاز العصبي المركزي، لكنها بالقرب منه، ففي المسلك الحسي كلا المسارين (الحسي الجسمي والحسي الحشوي) حيث يرتبط العصبون مع مستقبل من خلال عقدة حسية ليصل التنبيه إلى النخاع الشوكي أو جذع الدماغ.

✓ العقد الحسية تتوضع في الجذور الظهرية للأعصاب الشوكية، وتكون على ارتباط مع المكونات الحسية للأعصاب القحفية (V, VII, VIII, IX, and X).





العصبونات الحسية والعصبونات الحركية.

الألياف العصبية

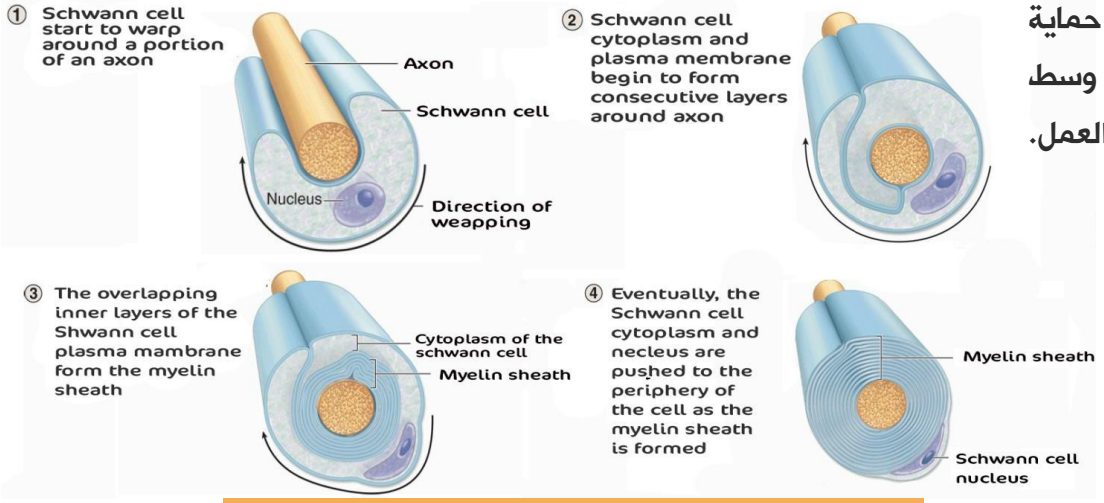
- ✓ تتكون الألياف العصبية من محاوير مغلفة بغمد خاص ينشأ من خلايا شوان (الخلايا الغمدية العصبية).
- ✓ تحتوي الأعصاب المحيطية على مجموعات من ألياف عصبية تغلف محاويرها بخلايا شوان قد تشكل أو لا تشكل هذه الخلايا غمد ميالين (النخاعين) حول المحاوير **تبعاً لقطرها.**
- ✓ عادةً ما تكون المحاوير صغيرة القطر أليافاً عصبية غير مغمدة، وبزيادة قطر المحاوير تغمد بعدة أغمدة متحدة المركز من الخلية المغمدة (خلية شوان) مشكلةً أليافاً عصبية مغمدة بالميالين.
- ✓ **هذا وتقسم الألياف العصبية الى :**

١- الألياف العصبية المغمدة بالميالين (النخاعين) :

- بينما تنمو المحاوير ذات الأقطار الكبيرة في الجهاز العصبي المحيطي، تغلف المحاوير على كامل طولها بالعديد من الخلايا الغمدية العصبية غير المتمايزة وتصبح أليافاً عصبية مغمدة.
- يحيط غشاء الخلية الغمدية العصبية (شوان) حول المحوار ويلتف حوله عدة مرات عند دوران جسم الخلية الغمدية العصبية.
- تتحد أغشية الخلية الغمدية العصبية كطبقة ميالين، وهو معقد بروتيني شحمي أبيض اللون يزول جزؤه الشحمي جزئياً في التحضيرات النسيجية الروتينية كجميع أغشية الخلايا.
- ينحل غمد النخاعين أثناء التحضير ويظهر مكانه فراغ تحت المجهر.
- يمكن إظهار غمد النخاعين بمعالجة المحضرات **بحمض الأوسمي** فيظهر باللون الأسود.

- يعمل غمد الميالين على حماية المحاوير والمحافظة على وسط شاردي ثابت من أجل كمونات العمل.

- تظهر بين الخلايا الغمدية العصبية المتجاورة ثغرات عقدية صغيرة على طول غمد الميالين تدعى عقد رانفيير Ranvier of Node.



شكل يوضح مراحل تشكل غمد النخاعين.

- تغطي استطالات الخلايا الغمدية العصبية المتشابكة عقد رانفيير بشكل جزئي، تدعى المسافة المحورية المغطاة بخلية غمدية واحدة القطعة بين العقد، قد يصل طولها إلى أكثر من ١ مم.

- بخلاف الخلايا الدبقية قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي، تشكل خلايا شوان غمد ميالين حول جزء من محوار واحد.

٢- الألياف غير المغمدة بالميالين:

- إن الجهاز العصبي المركزي غني بالمحاوير غير المغمدة بالميالين إطلاقاً، الموجودة بشكل حر بين الخلايا الدبقية والعصبية.

- من ناحية أخرى، في الجهاز العصبي المحيطي جميع المحاوير غير المغمدة مغلفة بطيات بسيطة من خلايا شوان، إلا أنّ الخلايا الدبقية لا تلتف حول نفسها لتشكل طبقات من الميالين.

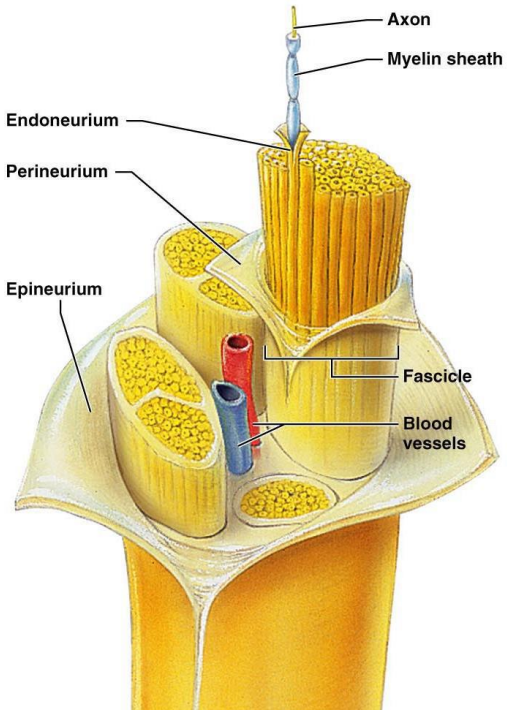
- تلف خلية شوان واحدة العديد من المحاوير صغير القطر بخلاف خلايا شوان المغلفة (المشكلة) للمحاوير الميالينية.

- لا تشكل خلايا شوان المتجاورة عقد رانفيير على طول الألياف العصبية غير المغمدة.

نلاحظ شكل ترسيمي يشير لخلية شوان ومجموعة من الانخماصات.

بالإضافة لصورة مجهرية تشير إلى الانخماصات Grooves وما تحتويه من المحاور.

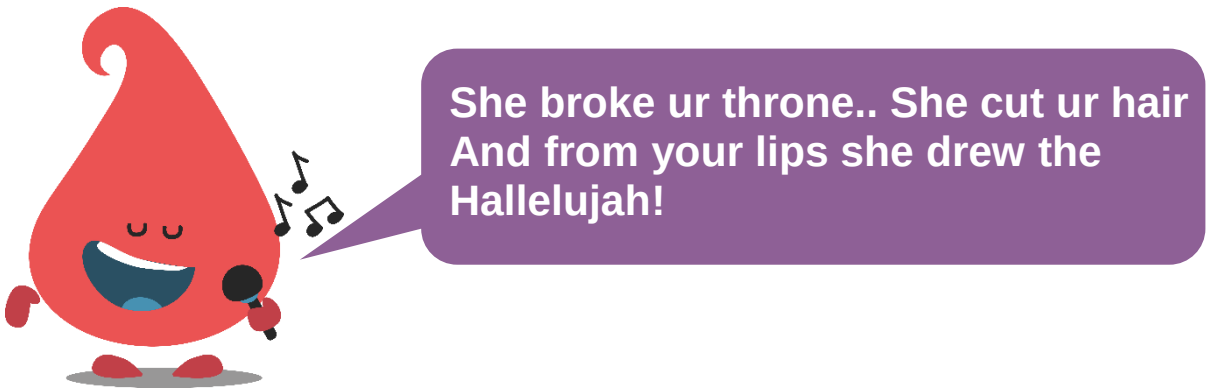
الأعصاب

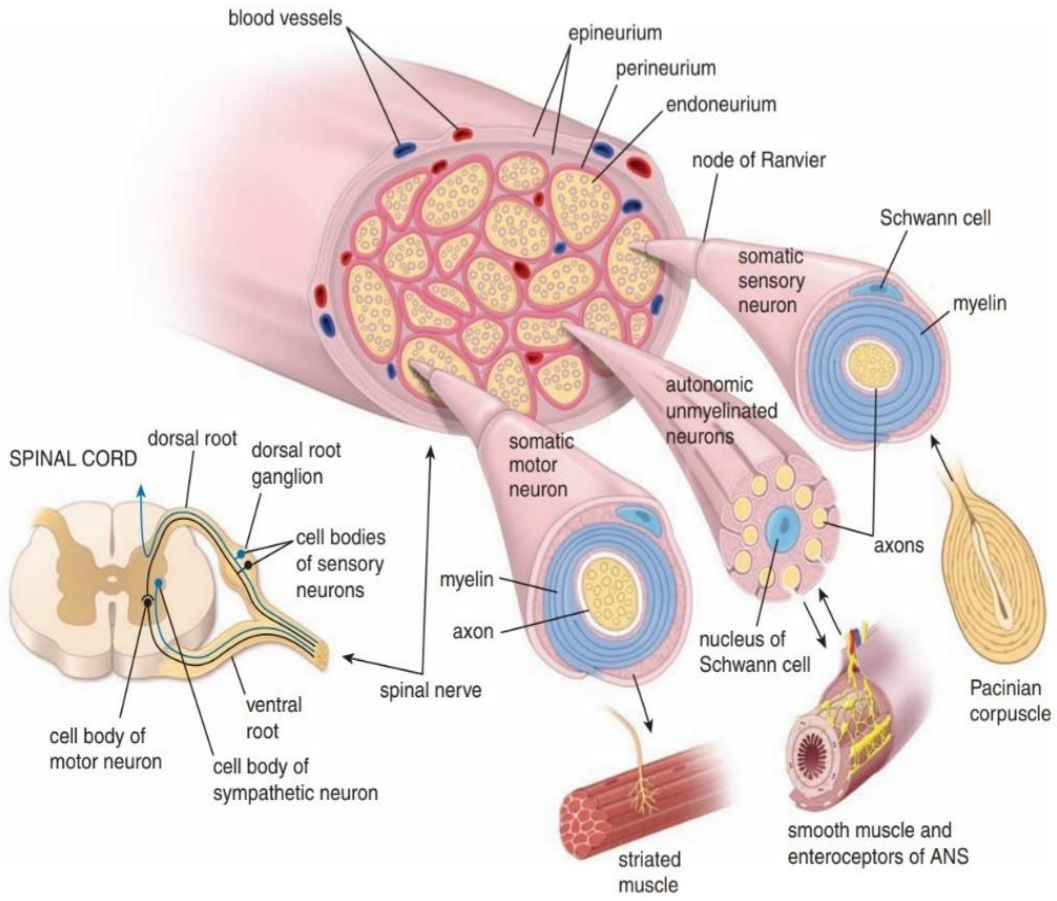


- تتجمع الألياف العصبية في الجهاز العصبي المحيطي في حزم لتشكل أعصاباً، باستثناء الأعصاب الرقيقة جداً التي تحتوي ألياف غير مغمدة.
- إنّ الأعصاب لونها أبيض وشكلها براق نظراً لاحتوائها على الميالين والكولاجين.
- المحاوير وخلايا شوان في الأعصاب تغلف بطبقات من نسيج ضام.
- إن العصب المحيطي سواء أكان حسياً أم حركياً أم مختلطاً يحاط بمحفظة أو غلاف **Epineurium** نسميه **غمد العصب** وهو عبارة عن محفظة من نسيج ضام كثيف غير مرتب **Dense Irregular Connective Tissu**. حيث يستمر عميقاً في العصب ويملأ الفراغ بين حزم الألياف العصبية.
- تحاط كل حزمة بغمد يدعى **غمد الحزمة العصبية Perineurium .**
- يوجد داخل غمد الحزمة العصبية محاوير مغمدة بخلايا شوان ومغلفة بنسيج ضام يدعى **غمد الليف العصبي Endoneurium**.
- يتكون غمد الليف العصبي من طبقة رقيقة من نسيج ضام رخو يلتحم مع صفيحة خارجية مكونة من كولاجين نمط IV ولامينين وبروتينات أخرى تنتجها خلايا شوان.

(غمد الليف العصبي يحيط بالليف العصبي المغمد بالنخاغين وشوان او شوان فقط، وغمد الليف العصبي Endoneurium ليس ذاته غمد النخاعين)

- تؤمن الأعصاب اتصالاً بين الدماغ و الحبل الشوكي والأعضاء الحسية والأعضاء المستهدفة (عضلات، غدد ....إلخ).
- تحتوي الأعصاب على ألياف عصبية صادرة وواردة كما تم ذكره سابقاً.





صورة ترسيمية لعصب شوكي مختلط (حسي وحركي) يحتوي أليافاً عصبية حسية وحركية للقسمين الجسمي الإرادي والذاتي اللاإرادي.

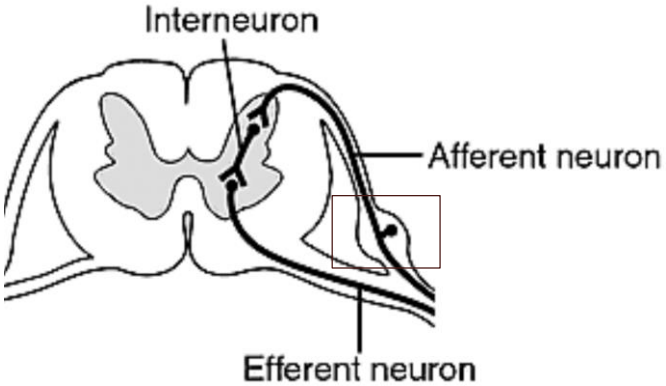
العقد العصبية Peripheral Ganglia

- بنى بيضاوية تحتوي على أجسام خلايا عصبية وخلايا دبقية مدعومة بنسيج ضام.
- نظراً لكونها تعمل كمحطة استقبال وإرسال الدفعات العصبية حيث يدخل عصب ويخرج آخر من كل عقدة عصبية. يمكن تحديد فيما إذا كانت العقد العصبية حسية أم حركية من خلال اتجاه الدفعات العصبية.

العقد الحسية sensory ganglia

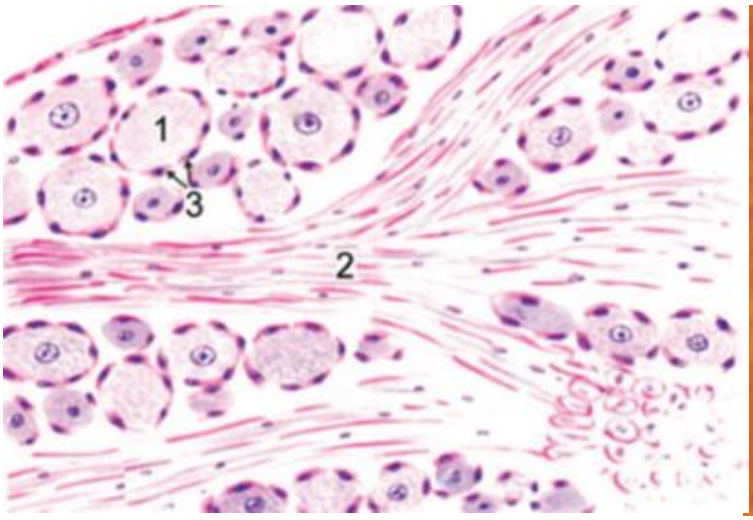
☒ تتلقى العقد الحسية الدفعات العصبية الواردة إلى الجهاز العصبي المركزي.

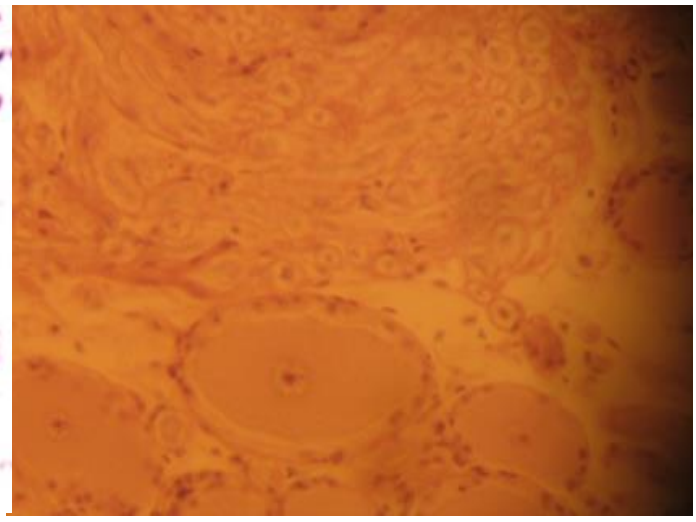
☒ يوجد نوعان من العقد الحسية: **عقد قحفية** مرافقة للأعصاب القحفية **وعقد شوكية** مرافقة للجذر الظهري للأعصاب الشوكية.



بنية العقدة الحسية

- تحاط أجسام الخلايا العصبية الكبيرة في هذه العقد بصفيحة رقيقة من خلايا دبقية صغيرة تدعى **الخلايا الساتلة أو التابعة**، حيث تنشأ هذه الخلايا من خلايا العرف العصبي، ونظراً لكون هذه الخلايا مرتبطة بشدة بالعصبونات فإن لها دوراً داعم وتغذوي وعازل.
- تدّعم العقد العصبية الحسية بمحفظة من نسيج ضام
- تحتوي هذه العقد على **عصبونات وحيدة القطب كاذبة** تنقل المعلومات من النهايات العصبية العقدية إلى المادة الرمادية في الحبل الشوكي عن طريق مشابك العصبونات الموضعية (البينية).

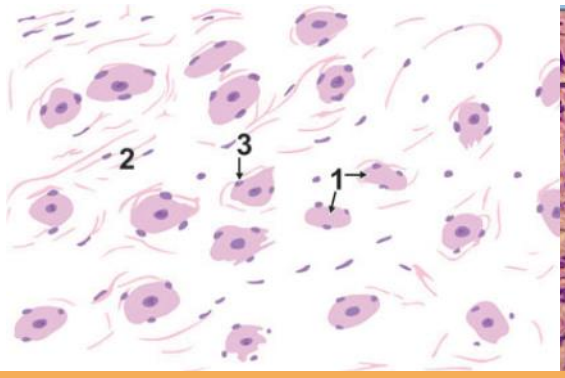


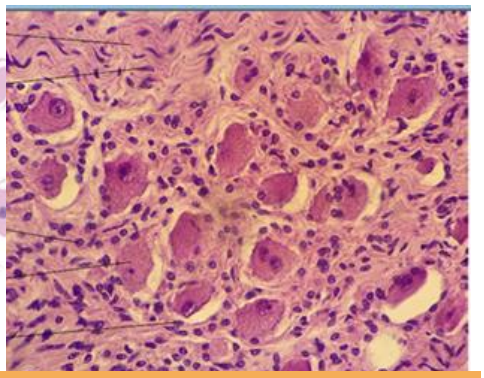


مقطع في عقدة حسية (لاحظ شكل الخلايا العصبية الكروي أو الدائري ونواتها كبيرة مركزية وتحاط بخلايا الدبق العصبي (الخلايا الساتلة أو التابعة) إحاطة منتظمة تشبه السوار).

العقد الذاتية (المستقلة اللاإرادية)

- عصبونات حركية متعددة الأقطاب.
- تشكّل هذه العقد محطات لنقل الدفعات العصبيّة، إذ يصلها ألياف قبل عقدية ويصدر منها ألياف بعد عقدية ويتم التشابك بين العصبونات قبل العقدية والعصبونات بعد العقدية ضمن هذه العقد (**لا يوجد عصبون بيني**).
- تؤثر الأعصاب الذاتية على نشاط العضلات الملساء وإفراز بعض الغدد وتلطيف نظم القلب والنشاطات اللاإرادية الأخرى التي تحافظ على وسط داخلي ثابت (الاستتباب).
- العقد الذاتية هي توسعات بصلية في الأعصاب الذاتية، توجد بعضها في أعضاء معينة وخاصة جدار الجهاز الهضمي حيث تشكل **عقد داخل جدارية**.
- محافظ هذه العقد غير واضحة المعالم وتغلف العصبونات بطبقة من الخلايا التابعة أو الساتلة.





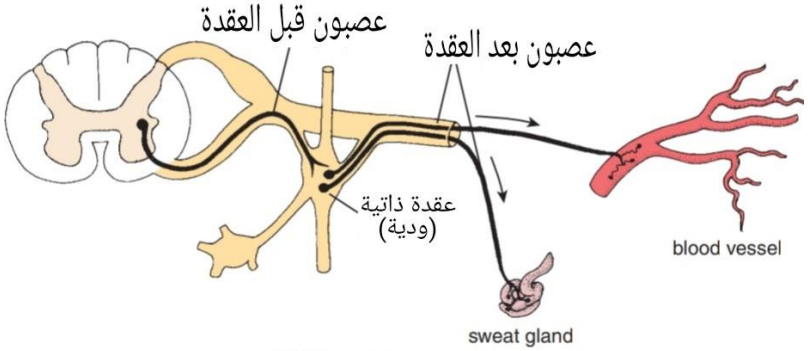
مقطع عرضي في عقدة عصبية ذاتية (ودية) (لاحظ خلايا عصبية عقدية متعددة الأقطاب وحجم صغير- نواة طرفية – نوى خلايا الدبق العصبي (التابعة أو الساتلة) وفراغ يحيط بالخلايا العصبية نتيجة انكماشها)

☒ تستخدم الأعصاب الذاتية دارتين لعصبونين، يتوضع العصبون الأول في سلسلة الألياف ما قبل العقدية في الجهاز العصبي المركزي ويشكل محوار العصبون الأول مشبكاً مع الألياف ما بعد العقدية للعصبون الثاني متعدد الأقطاب في السلسلة المتوضعة في العقد العصبية للجهاز العصبي المحيطي.

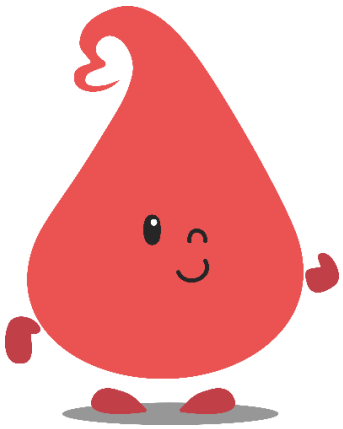
☒ **الأستيل كولين** وسيط كيميائي يوجد في الحويصلات المشبكية في جميع المحاوير ما قبل العقدية.

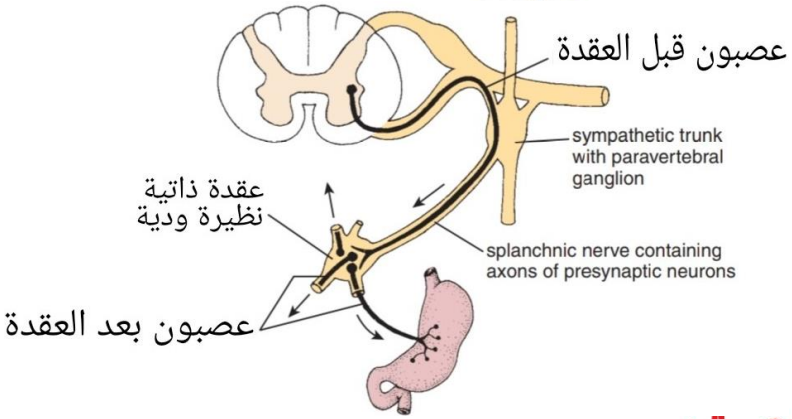
☒ تشكل الأعصاب الذاتية الجهاز العصبي الذاتي المكون من قسمين الجهاز الودي ونظير الودي.

☒ تتوضع أجسام الخلايا العصبية في **الجهاز الودي** في الأجزاء الصدرية والقطنية من الحبل الشوكي بينما تتوضع أجسام الخلايا العصبية **للجهاز نظير الودي** في الدماغ المتوسط والمستطيل والجزء العصعصي من الحبل الشوكي.



القسم الودي من الدارة العصبية الذاتية





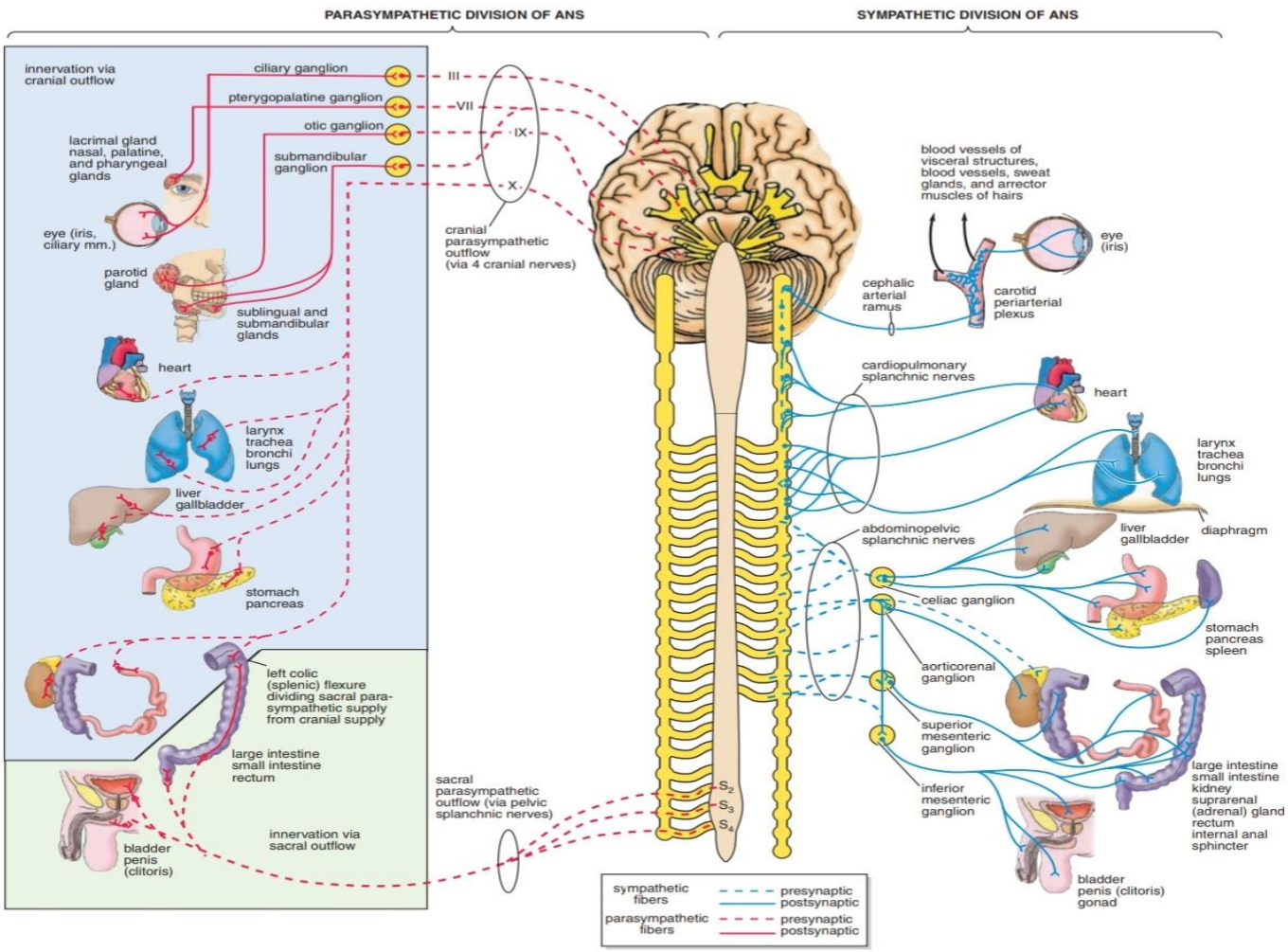
القسم نظير الودي من الدارة العصبية الذاتية

ملاحظة:

- إن الناقل العصبي في الألياف العصبيّة نظير الوديّة قبل العقديّة وبعد العقدية هو: الأستيل كولين.
- بينما الناقل العصبي في الألياف العصبيّة الوديّة بعد العقديّة هو: النور أدرينالين (نور ابنيفرين Norepinephrine)، وقبل العقدية هو: الأستيل كولينAcetylcholine باستثناء الغدد العرقية يكون الناقل العصبي بعد المشبكى هو الأستيل كولين.

مقارنة بين الجهاز الودي ونظير الودي

من حيث:	الودي	نظير الودي
موقع أجسام العصبونات قبل العقدية ومنشأ الألياف قبل العقدية.	الأجزاء الصدرية والقطنية العلوية من النخاع الشوكي.	جذع الدماغ Brain Stem والنخاع الشوكي العجزي Sacral Spinal Cord (من S2 إلى S4).
مكان توضّع العقد.	على شكل حبلين في جوار النخاع الشوكي.	في جدار أو قرب الأعضاء المستهدفة.
خروج الألياف قبل العقدية من الجهاز العصبي المركزي	تُغادر الألياف قبل العقديّة الجهاز العصبي المركزي CNS عن طريق الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية الصدرية والقطنية T1 إلى L2 .	تغادر الألياف قبل العقديّة الجهاز العصبي المركزي CNS عن طريق: الأعصاب القحفيّة: الثالث – III والسابع VII والتاسع IX والعاشرX . الأعصاب العجزيّة: الثاني – II والثالث III والرابع IV .
طول الألياف.	قبل العقدية: قصيرة. بعد العقدية: طويلة.	قبل العقدية: طويلة. بعد العقدية: قصيرة.
الناقل العصبي المستخدم في الألياف قبل العقديّة.	أستيل كولين.	أستيل كولين.
الناقل العصبي المستخدم في الألياف بعد العقديّة	نورابنيفرين.	أستيل كولين.



شكل ترسيمي يوضّح الجهاز العصبي اللاإرادي بقسميه الودّي وشبه الودّي والأعمال المختلفة التي يقومان بها.

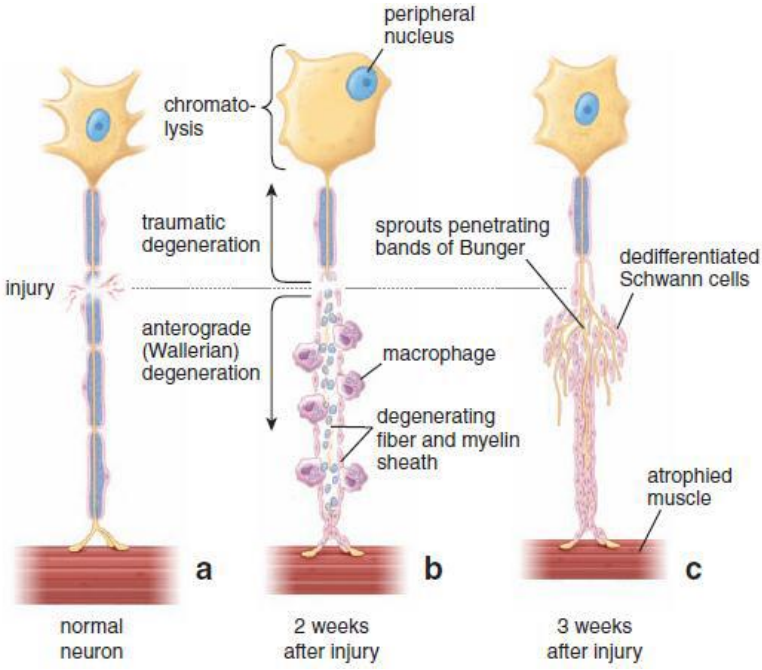
تجدد النسيج العصبي

- تفقد العصبونات القدرة على الانقسام في عمر الستة أشهر.
- تخرب أي عصبون يعني فقدانه بشكل دائم.
- تمتلك العصبونات قدرات محدودة لإعادة التشكل من جديد.
- توجد في الجهاز العصبي المركزي عند البالغين **خلايا جذعية عصبية** تتوضع جزئياً بين خلايا البطانة العصبية وتعطي خلايا نجمية وخلايا دبقية قليلة التغصنات جديدة.
- نظراً لعدم مقدرة العصبونات على الانقسام لاستبدال الخلايا المفقودة نتيجة أذية أو مرض فإن مقدرة الخلايا الجذعية العصبية لتجديد مكونات الجهاز العصبي المركزي ما تزال تحت دراسات مكثفة.

❖ تمتلك الألياف العصبية في الأعصاب المحيطية القدرة على التجدد واستعادة وظيفتها.

❖ عند إصابة ليف عصبي بجرح من المهم التفريق بين التغيرات التي تحدث في الجزء الداني والتغيرات التي تحدث في الجزء القاصي للعصب المجروح.

- يحافظ الجزء الداني على حيويته بسبب بقاء ارتباطه بالمركز التغذوي (جسم الخلية) وبقدرته على التجدد.
- ينفصل الجزء القاصي عن جسم الخلية ولذا فهو **يتنكس**.



صورة ترسيمية توضح آلية حدوث التجدد في الأعصاب المحيطية.

❖ يصاحب بداية التجدد تغيرات في جسم الخلية ويؤدي انحلال جسيمات نيسل أو انحلال الشبكة الهيولية الخشنة إلى انخفاض التلون القاعدي لهيولى الخلايا العصبية، وزيادة حجم جسم الخلية العصبية، وهجرة النواة إلى الجزء المحيطي من جسم الخلية.

❖ يتنكس الجزء الداني القريب من الجرح لمسافة قصيرة ويبدأ بالنمو عندما تلتهم وتزيل البلاعم مخلفات الأنسجة المتضررة.

❖ تفرز البلاعم سيتوكينات تنبه خلايا شوان لإنتاج مغذيات عصبية

❖ يتنكس المحوار (المفصول عن المركز التغذوي) وغمد الميالين **في الجزء القاصي بشكل كامل** في الطرف المبتور من العصب.

❖ تقوم البلاعم بإزالة مخلفات الأنسجة ماعدا النسيج الضام وأغماد الحزم العصبية.

❖ في أثناء حدوث هذه التغيرات تتكاثر خلايا شوان في بقايا أغمدة الأنسجة الضامة مشكلة صفوفاً خلوية تعمل كموجّه لتبرعم المحاوير المتشكلة في أثناء الطور الترميمي.

لا تحدث عملية التجدد regeneration في الجملة العصبية المركزية، للأسباب التالية:

١- **عدم وجود غمد الليف العصبي Endoneurium أو خلايا شوان Neurolemma:**

- بل يحل محلها الخلايا الدبقية قليلة التغصنات **oligodendrocytes** .

- الخلايا الدبقية قليلة التغصنات **oligodendrocytes** لا تتكاثر (**not proliferate**) ومصير هذه الخلايا متعلق بالمحوار لأن هنالك إشارة تأتي من المحوار فتساعدها على الاستمرار والبقاء حية **surviver** .
- وفي حال فقدان الاتصال بين المحوار والخلايا الدبقية قليلة التغصنات **ligodendrocytes** وعدم وصول الإشارة من المحوار فإن هذه الخلايا تخضع للموت الخلوي المبرمج **Apoptotic Programmed Cell Death** .

٢- عدم فعالية تنظيف مخلفات غمد النخاعين:

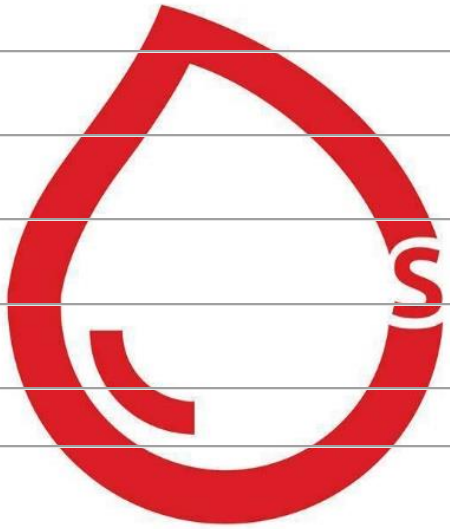
- بسبب: الإمكانية المحدودة للخلايا البالعة **Macrophage** للوصول إلى موقع الإصابة، فتقوم الخلايا الدبقية الصغيرة **Microglia** بعملية البلعمة.
- ولكن قدرتها أقل بكثير من قدرة الخلايا البالعة حيث أن عملية تنظيف غمد النخاعين قد تأخذ أشهر أو سنة كاملة، وبالتالي يكون العصبون قد مات، ولم يعد قابلاً للتجدد.

٣- تشكل الندبة الدبقية Glial scar:

- الخلايا النجمية الدبقية **Astrocytes** تهاجر إلى مكان الإصابة، وتتكاثر مشكلة ورم دبقي بالمكان **Gliosis** أو ندبة عصبية **Scar** (تدعى صفيحة **plaque**).
- وهذا يسبب عائقاً (حاجز) كبيراً لحدوث التجدد **regeneration**.

مختصرا

نتيجة عدم فعالية تنظيف مخلفات غمد النخاعين هي العامل الأكبر في فشل إعادة تشكل المحوار في الجهاز العصبي المركزي، بسبب احتواء غمد النخاعين على مثبّطات تمنع إعادة تشكل المحوار.


RBCs