# فيزيولوجيا الجهاز العصبي

## Physiology of the central nervous system

**فيزيولوجيا الأعصاب:**

خصائص الألياف العصبية: تتميز الألياف العصبية بخاصتين أساسيتين هما:

- الاستثارية Excitability: أي أن الألياف العصبية قابلة للتأثر حتى بالمنبهات الضعيفة
- التوصيلية Conductivity أي قابلية النقل: قدرة الألياف على نقل التنبيه المتشكل من مكان حدوثه إلى أنحاء الخلية العصبية كلها.

تنتقل السيالة العصبية على طول المحور بسرعة ثابتة وتتطلب طاقة.

تتنبه الألياف العصبية استجابةً للمنبه: وهو كل تبدل في الوسط الخارجي أو الداخلي يؤثر على استقرار الوسط الداخلي للخلية الحية. ويجب أن يمتلك شدة معينة وأن يطبق لمدة معينة وأن يملك تسارعا (للتغلب على تكيف الليف العصبي مع التنبيه).

تصنف المنبهات إلى:

- منبهات كيميائية: هي التغيرات الكيميائية التي تحصل في محيط الأنسجة الحية منها: O2 ، pH، H+
- منبهات فيزيائية: كل تغير فيزيائي يحصل في محيط العضوية.

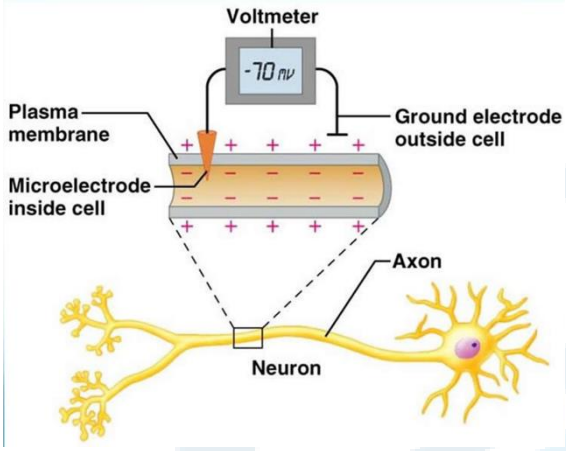
1. ميكانيكية: وخز، ضغط شد، سحق.
2. حرارية: ارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها.
3. كهرطيسية
4. شعاعية: الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء.



https://manara.edu.sy/

## الفعالية الكهربائية للألياف العصبية :Electrical Activity In Axons

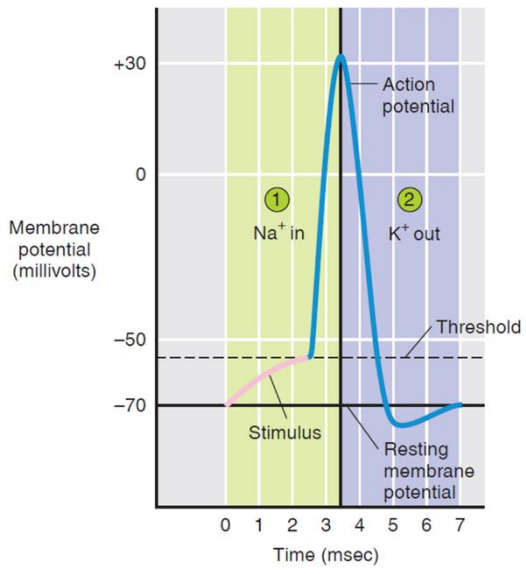
كمون الراحة للعصبونات Resting membrane potential يعادل وسطياً -70 mv.




تلعب مضخة Na+/K+ دوراً في الحفاظ على كمون الراحة حيث تعمل على ضخ 3 شوارد صوديوم إلى خارج الخلية وادخال شاردتي بوتاسيوم مما يجعل تركيز الصوديوم خارج الخلية أكبر مما هو عليه داخل الخلية والعكس بالنسبة للبوتاسيوم.

- تتمتع فقط الخلايا القابلة للاستثارة (الأعصاب والعضلات) بالقدرة على الاستجابة للمنبهات بتغيير كمون الراحة الخاص بهم وهذا ما يدعى بالاستثارية excitability.
- يسبب المنبه تدفق الشوارد الموجبة إلى داخل الخلية محدثاً زوال الاستقطاب( Depolarization)
- إذا سبب المنبه تعزيز الشحنة السلبية داخل الخلية حدث ما يسمى فرط الاستقطاب (Hyperpolarization)

### كمون العمل action potential




1. زوال الاستقطاب Depolarization

تزداد نفوذية الغشاء للصوديوم بشكل فجائي فتتدفق كميات كبيرة من شوارد الصوديوم إلى داخل الليف، وتحول كمون الراحة السلبي إلى إيجابي.

2. مرحلة عودة الاستقطاب Repolarization

تنغلق أقنية الصوديوم، وتنفتح أقنية البوتاسيوم فتنتشر شوارد البوتاسيوم باتجاه خارج الليف ويعود الكمون داخل الخلية إلى السالب.

3. مرحلة فرط الاستقطاب المتأخر

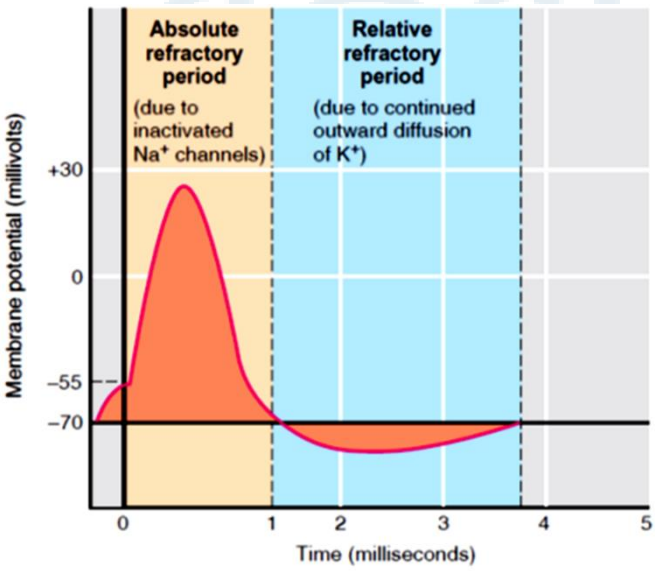
يصبح كمون الخلية أكثر سلبية مما هو عليه أثناء الراحة في هذه المرحلة ويعود ذلك إلى بقاء عدد من أقنية البوتاسيوم مفتوحة بعد مرحلة عودة الاستقطاب مما يؤدي إلى خروج مفرط لشوارد البوتاسيوم لخارج الليف العصبي.

**إن أهمية فرط الاستقطاب المتأخر تكمن في جعل انتشار كمون العمل باتجاه واحد يبتعد عن جسم الخلية باتجاه نهاية الليف العصبي.**

- عتبة التنبيه: هي السوية التي يصل إليها الكمون لينطلق كمون الفعل وهو في الألياف الكبيرة -65 ميلي فولت. وفي الصغيرة أعلى من ذلك –55 ميلي فولت أو أعلى، مما يفسر سهولة التنبيه في الألياف الكبيرة.
- مبدأ "كل شيء أو لا شيء": عندما يصل كمون الغشاء إلى مستوى العتبة ينطلق كمون العمل في الليف ويكون بسعة عظمى وهذه السعة ثابتة في نفس الليف ولا يمكن أن تزداد مهما ازدادت شدة المنبه. يطبق هذا القانون على الليف العصبي والليف العضلي وعلى مجمل عضل القلب.
- عندما تزداد شدة المنبه يزداد تردد حدوث كمونات العمل frequency وليس مدى أو غزارة كمون العملamplitude

**فترة العصيان:**

- بعد بدء كمون العمل تتعطل أقنية الصوديوم ولا تنفتح بوابات التعطيل إلا بعد عودة كمون الغشاء إلى مستوى كمون الراحة أو مستوى قريب وبعد جزء صغير من الميلي ثانية. بعدها فقط يمكن أن ينطلق كمون عمل جديد. لذلك وخلال هذه الفترة فإن تطبيق منبه لن يؤدي إلى كمون عمل مهما كانت شدته وهذا ما يسمى **العصيان المطلق**.




- فترة العصيان النسبي (يمكن خلالها لمنبهات أقوى من السوية أن تطلق كمون عمل) بسبب استمرار انفتاح قنوات البوتاسيوم وحدوث حالة فرط الاستقطاب المتأخر مما يجعل تنبيه الليف أكثر صعوبة

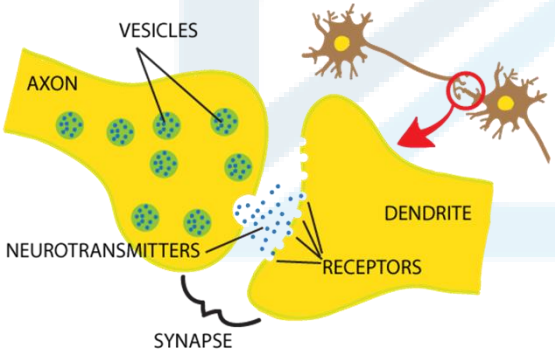
يتلقى العصبون في الحالة الطبيعية التنبيه من الاستطالات الخلوية وجسم الخلية باتجاه المحور.

السيالة الوظيفية وحيدة الاتجاه بسبب ظاهرة فرط الاستقطاب أي عندما تنبه منطقة يمكن أن تنبه المنطقة التالية لها بينما المنطقة السابقة تكون في حالة فرط استقطاب متأخر فلا يعود التنبيه إليها.

تتعلق سرعة النقل بقطر الليف وتتناسب معه.

النقل عبر الألياف النخاعينية يحدث بشكل قفزي بين عقد رانفييه مما يؤمن سرعة عالية في النقل ويوفر الطاقة اللازمة لإعادة توزيع الشوارد التي لا تخرج إلا من العقد.

**المشبك:** هو منطقة الاتصال بين التفرعات الانتهائية لمحور أسطواني للعصبون الأول (تسمى بنهايات ما قبل المشبك Presynaptic) مع الغشاء الخلوي للاستطالات العصبية لجسم عصبون اخر (النهاية ما بعد المشبك Postsynaptic)، يفصل بينها مسافة تسمى بالشق المشبكي Synaptic cleft.




- تحتوي التفرعات الانتهائية لمحور الخلية ما قبل المشبك أو الأزرار الانتهائية على حويصلات صغيرة مليئة بالوسيط أو الناقل الكيميائي، وتحتوي كذلك على المتقدرات الضرورية لتوليد الطاقة.
- يمكن أن يكون الناقل العصبي إما منبهاً أو مثبطاً.
- عند وصول زوال الاستقطاب إلى النهاية ما قبل المشبك يتحرر الوسيط العصبي إلى المسافة المشبكية، ويقوم بتأثيره على ما بعد المشبك.

يحتوي غشاء ما بعد المشبك على مستقبلات بروتينية يرتبط معها الناقل العصبي المتحرر، مما يؤدي لفتح قناة شاردية (قناة صوديوم أو بوتاسيوم أو كلور) أو تفعيل جملة أنزيمية.

عند تفعيل أقنية الصوديوم أو الكالسيوم ينطلق كمون عمل في الخلية ما بعد المشبكية ويسمى الناقل المسبب لذلك بالناقل المنشط excitatory neurotransmitter

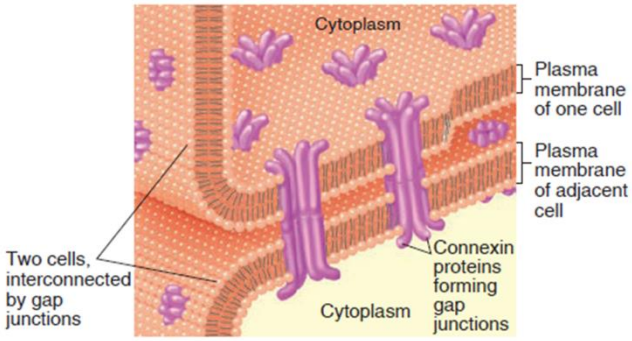
أما تفعيل أقنية البوتاسيوم أو الكلور فيؤدي إلى تثبيط الخلية ما بعد المشبك فيسمى الناقل المثبط inhibitory neurotransmitter



https://manara.edu.sy/

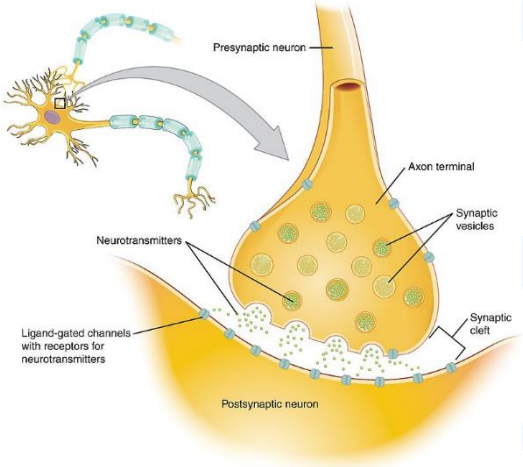
أنواع المشابك:

- مشابك كهربائية النقل: يرتبط العصبون قبل المشبك مع العصبون بعد المشبك كهربائياً من خلال فجوات اتصال تعمل كجسور عبور للشوارد Gap junctions خاصة وأن مقاومتها للنقل الكهربائي ضعيفة نسبياً.




تشبه فجوات الاتصال هذه فجوات اتصال موجودة في خلايا أخرى كخلايا العضلة القلبية تسهل النقل.

- مشابك كيميائية chemical synapses: يتم النقل بواسطة وسيط كيميائي (ناقل عصبي) يتحرر من الحويصلات المشبكية ويتحد مع مستقبل نوعي خاص على غشاء الخلية ما بعد المشبك لينشط أو يثبط الخلية بعد المشبكية وهذا النمط هو الغالب.



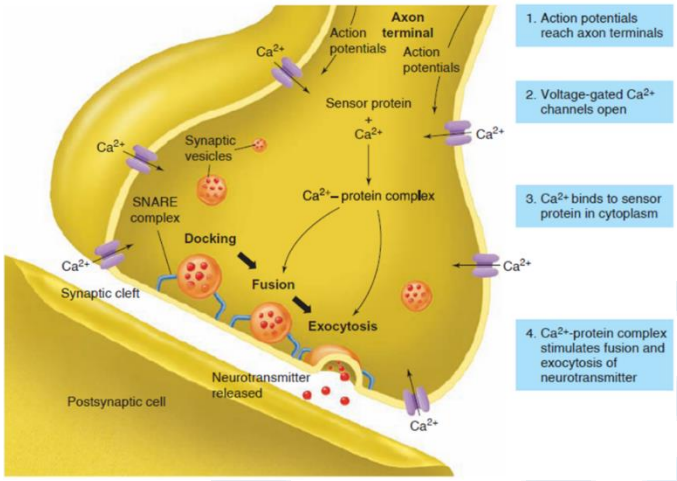

**آلية تحرر الناقل العصبي:**

- يؤدي زوال الاستقطاب الناجم عن كمون العمل إلى فتح أقنية الكالسيوم ودخول الكالسيوم إلى داخل النهاية بالإضافة لتدفق شوارد الصوديوم.



https://manara.edu.sy/

- يحرر كل عصبون نوعاً واحداً من النواقل،




- تتعلق كمية الناقل المتحرر بكمية الكالسيوم الداخلة إلى الخلية ومن هنا تأتي أهمية تركيز شوارد الكالسيوم.

يزال الناقل من الفالق المشبكي من خلال:

1. استقلابه إلى مركبات غير فعالة.

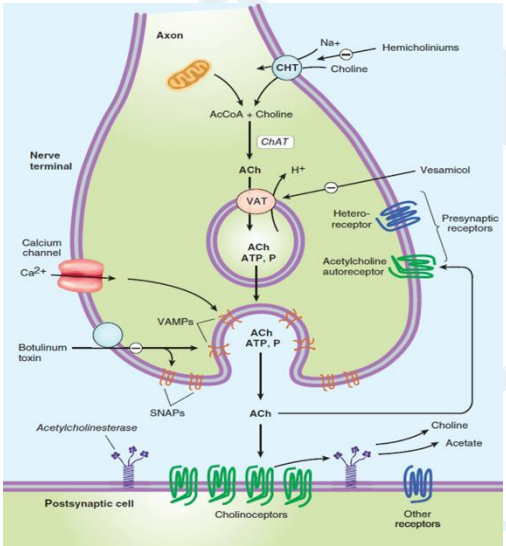
2. إعادته بالنقل الفعال إلى النهاية ما قبل المشبك حيث يستخدم مجدداً.

**أنماط النو اقل العصبية:**

- نواقل سريعة التأثير صغيرة الجزيء.
- ببتيدات عصبية بطيئة التأثير وذات وزن جزيئي كبير.

**الأستيل كولين Ach:**

- يتركب في النهاية قبل المشبك من أستيل تميم الأنزيم Acetyl-CoA، والكولين وذلك بوجود الأنزيم أستيل كولين ترانسفيراز، ويخزن في حويصلات الإفراز.




- عندما يحرر إلى المسافة المشبكية ينشطر بعد قيامه بوظيفته تحت تأثير أنزيم الأستيل كولين إستيراز إلى أسيتات وكولين.
- يعاد نقل الكولين مجدداً بشكل فعال لتشكيل أستيل كولين جديد.

الأعصاب الموجودة في النوى القاعدية التي ترسل استطالاتها إلى القشرة المخية.

الاستطالات الممتدة بين الحاجز والحصين septohippocampal projection

الاستطالات الممتدة بين المادة السوداء substantia nigra والمهاد

أعصاب بينية في الجسم المخطط

تترافق الاضطرابات الحادثة في سبل الأستيل كولين مع حدوث امراض مثل مرض باركنسون والخرف.

**النورإيبينفرين NE:**

تنظيم الاستثارات السلوكية مثل اليقظة والتيقظ وتنظيم المزاج وتنظيم الضغط الشرياني.

ترتبط زيادة النورابنفرين بحدوث القلق ويحدث الاكتئاب بسبب نقص فعله في الدماغ.

**الدوبامين Dopamine:** مثبط غالباً، له دور في مراقبة وتنسيق الحركات، لذلك يؤدي نقصه الى مرض باركنسون.، يثبط إفراز البرولاكتين، يؤدي نقصه الى فرط برولاكتين، يؤثر في التصرفات والمشاعر، الشعور بالمكافأة والدوافع، الذاكرة والمعرفة، الاتصال مع الآخرين ومعالجة الأمور والاستجابة للشدة، يؤدي نقصه الى الفصام.

**السيروتونين 5HT:**

- تنظيم الشهية والنوم والمزاج
- تنظيم حرارة الجسم
- الاحساس بالألم
- تنظيم ضغط الدم وحدوث الاقياء.
- يلعب دوراً في امراضية الاكتئاب والقلق والشقيقة.

**الغابا GABA:** هو الناقل العصبي المثبط الرئيسي في الدماغ ويرتبط نقص فعله مع حدوث النوبات الصرعية.

**الغلوتامات Glutamate:** تفرز من السبل الحسية وباحات في القشر ويعتقد أنها مثيرة دائماً. يرتبط حدوث الصرع بزيادة تأثير الغلوتامات أما نقص فعله فيعتقد أن له دور في حدوث الذهان.

**خصائص المشبك:**

1. تحويل الطاقة: إذ تحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية في الخلية ما قبل المشبك، وتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية في الخلية ما بعد المشبك.

2. النقل باتجاه واحد: يتم النقل دائما من الخلية قبل المشبك إلى الخلية بعد المشبك.

3. التأخير المشبكي أو الإعاقة المشبكية: إن مرور كمون عبر المشبك يستغرق زمناً يتم خلاله تحرير الناقل العصبي وتأثيره على ما بعد المشبك. يقدر هذا الزمن بـ (0.5) ميللي ثانية، **لذلك كلما ازداد عدد المشابك في سلسلة عصبونات طالت مدة النقل.**

## الجهاز العصبي المركزي

- يتكون الجهاز العصبي عند الانسان من خلايا نبيلة تدعى عصبونات (خلايا عصبية)، وخلايا الدبق العصبي.
- **يعد العصبون الوحدة الوظيفية الأساسية لعمل الجهاز العصبي.**
- العصبونات مترابطة مع بعضها وظيفياً عبر مناطق اتصال **تدعى المشابك Synapses.**
- خلايا الدبق العصبي تحيط بالعصبونات ولا قدرة لها على إطلاق سيالة عصبية أو نقلها.

يتألف العصبون من ثلاث مناطق متميزة وظيفياً:

- جسم العصبون: منطقة استقبال رئيسة للمعلومات الواردة. تؤلف أجسام العصبونات المادة السنجابية (الرمادية) للجهاز العصبي. تشكل نوى وعقد قحفية وشوكية.

جسيمات نيسل هي مكونات خاصة بالعصبونات توجد في جسم العصبون، لها دور في صناعة بروتيناته وليفياته العصبية.

لا تحتوي العصبونات على جسيمات مركزية وبالتالي لا تنقسم.

تبرز من أجسام العصبونات التغصنات الخلوية Dendritis التي تلعب دوراً هاماً في استقبال التنبيهات القادمة نحو الخلية.

- محوار العصبون
- الاستطالات الانتهائية للمحوار.
- محوار العصبون: Axon هو استطالة مفردة وطويلة تنبثق من جسم الخلية، في نهايته القاصية تفرعات محدودة العدد تنتهي بانتفاخات تدعى أزراراً انتهائية، تحتوي حويصلات تختزن مواد كيميائية هي النواقل العصبية.
- ينقل المحوار السيالة العصبية من جسم المحوار الى فروعه الانتهائية.

- تحيط بمحاوير العصبونات الضخمة مادة شحمية فوسفورية على شكل طبقات دائرية عديدة متحدة المركز تدعى غمد النخاعين.
- الألياف النخاعينية (المغمدة بالنخاعين): الألياف الجسدية للجهاز العصبي المحيطي، والألياف قبل العقدة للجهاز العصبي المستقل، المادة البيضاء للجهاز العصبي المركزي.
- الألياف اللانخاعينية: محاوير العصبونات بعد العقدة للجملة المستقلة، والألياف الناقلة لاشارات الألم البطيء.

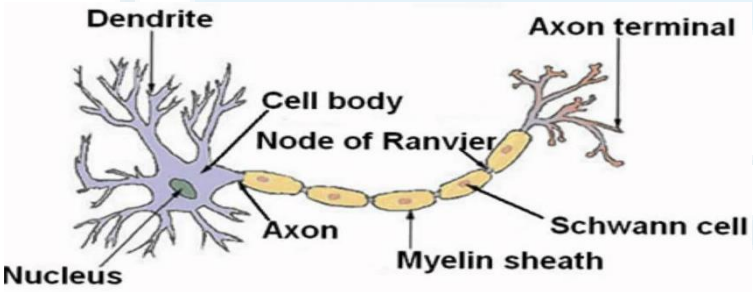
لا يكسو غمد النخاعين سطح الليف العصبي بالكامل (بداية الليف ونهايته مجردة من النخاعين).

يتجزأ الغمد الى قطع تفصل بينها اختناقات تدعى عقد رانفييه Nodes of Ranvier.

تصنع غمد النخاعين في الجملة العصبية المحيطية خلايا دبق عصبي هي خلايا شوان (Schwann's Cells)، بينما في الجملة العصبية المركزية تصنعه الخلايا قليلة التغصنات.

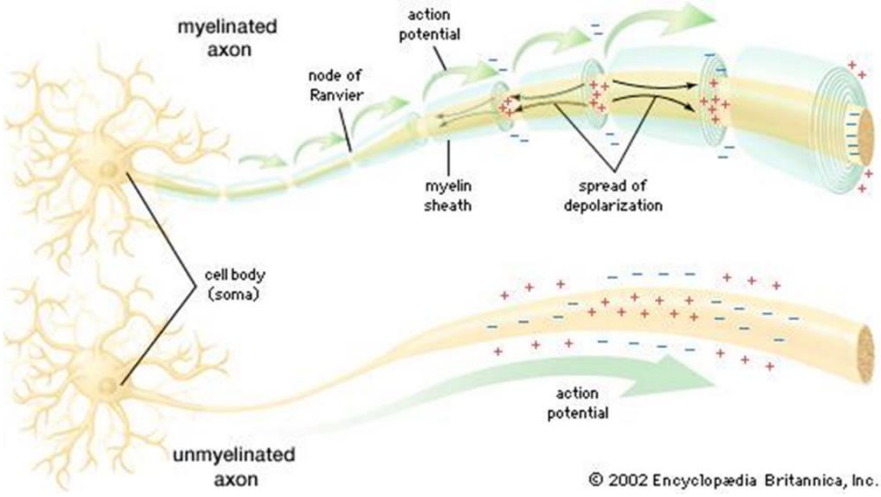
تتميز الألياف النخاعينية بسرعة نقلها للسيالة العصبية.

غمد شوان: غلاف رقيق وشفاف يحيط بالنخاعين أو بالمحوار في الألياف اللانخاعينية ،




يساعد الألياف العصبية المحيطية على التجدد بعد انقطاعها، بينما ألياف الجهاز العصبي المركزي غير قابلة للتجدد لافتقارها لغمد شوان.

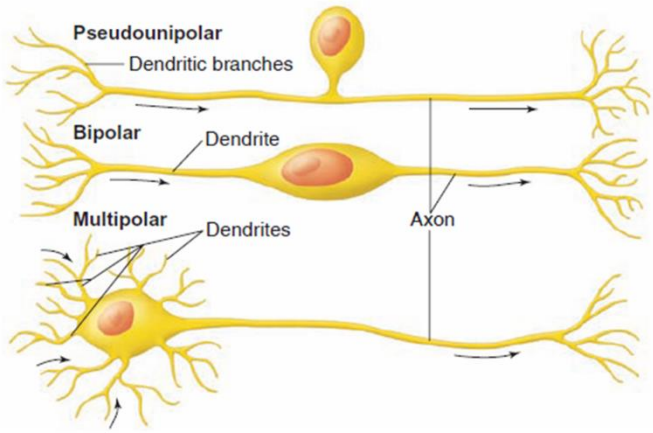
لا يتشكل كمون الفعل في الألياف النخاعينية الا في عقد رانفييه، وتقفز السيالة العصبية من عقدة الى أخرى:




وبالتالي تتميز بسرعة النقل، والاقتصاد في صرف الطاقة.

**أنواع العصبونات:**

1. عصبونات متعددة الأقطاب: له أكثر من تغصن واحد ومحوار وحيد.




2. عصبونات ثنائية القطب: لها أجساماً خلوية بيضوية تبرز منها استطالتان واحدة من كل جانب كخلايا شبكية العين.

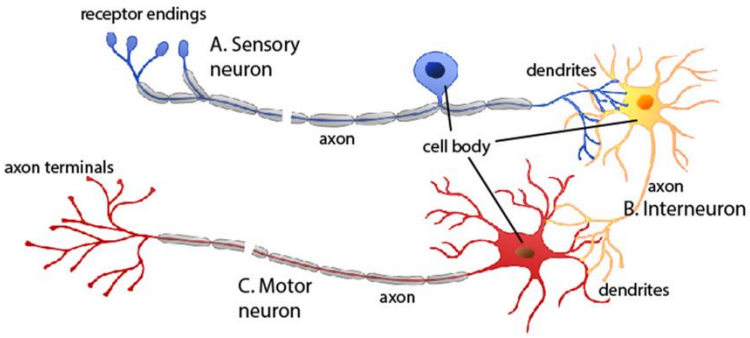
3. عصبونات أحادية القطب:

تمتلك استطالة أساسية تتفرع الى فرعين، فرع يؤدي دور التغصنات يستقبل التنبيه، ويقوم الفرع الثاني بدور المحوار (كالعصبونات الموجودة في العقد الحسية للجذر الخلفي).

**أنواع العصبونات وظيفياً:**

❖ العصبونات الحسية:

- أحادية القطب




تتوضع أجسامها في العقد الشوكية للجذور الظهرية، وفي نوى الأعصاب القحفية وتنقل الإحساسات من الجلد والأحشاء والعضلات.

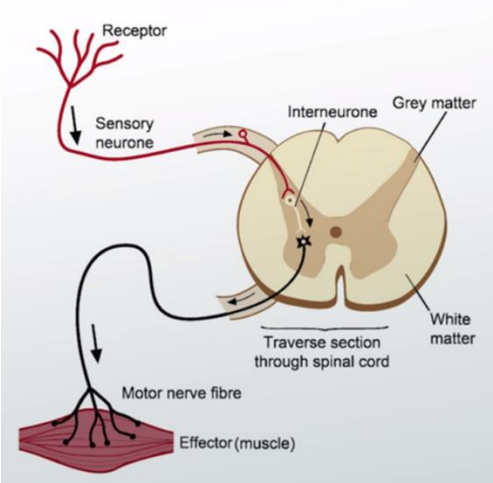
- ثنائية القطب

في الشبكية والنواة السمعية والدهليزية والشمية، تتوضع أجسامها خارج الجملة العصبية المركزية.



https://manara.edu.sy/

❖ العصبونات الحركية:




عديدة الأقطاب، تقع أجسامها في المادة الرمادية، وتغادر محاورها عبر الجذر الأمامي للنخاع الشوكي والأعصاب الشوكية

تنقل الأوامر من الجملة العصبية المركزية إلى الأعضاء الهدفية

❖ العصبونات البينية:

متعددة الأقطاب, تتوضع ضمن الجملة العصبية المركزية، لا ترسل محاورها للمحيط إطلاقاً

**الخصائص البيولوجية للعصبون:**

- عدم تجدد جسم العصبون عند تعرضه للتلف
- شكل العصبون عند الولادة ليس نهائياً
- تأذي شديد للعصبونات عند نقص الأكسجة بالنسيج العصبي
- استهلاك العصبون للغلوكوز فقط
- قابلية الألياف العصبية المحيطية للتجدد خلافاً للألياف بالجملة العصبية المركزية.
- إصابة جسم العصبون← تموت الخلية العصبية المتأذية

**خلايا الدبق العصبي Neuroglia**

لها دور هام ب:

- العزل الكهربائي.
- المساهمة في تشكيل الهيكل الاستنادي للخلايا العصبية.
- التغذية الكافية للعصبونات.
- ترميم العصبونات عند الإصابة.
- بلعمة الخلايا الآخذة بالانحلال.



https://manara.edu.sy/

**تصنيف خلايا الدبق العصبي:**

1. خلايا البطانة العصبية ependymal cells

تبطن البطينيات (التجاويف) في الدماغ وفي القناة المركزية للحبل الشوكي

2. الخلايا الدبقية الصغيرة Microglia

بلعمة المواد الغريبة وتحليل المواد المسببة لتنكس النسيج العصبي

تزيل المستقلبات السامة داخل الدماغ وتفرز العوامل المضادة للالتهابات.

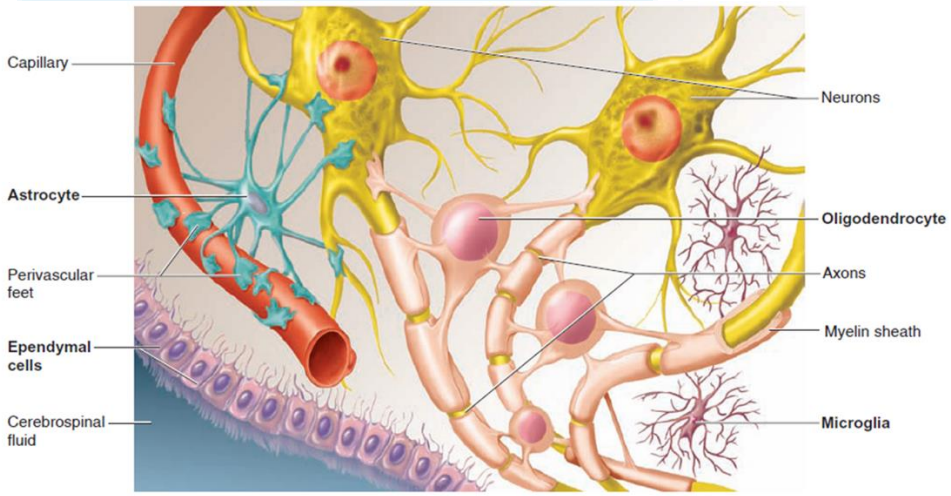
3. الخلايا النجمية: Astrocytes

تنظيم البيئة الخارجية للخلايا العصبية في الجهاز العصبي

تكوين الحاجز الدموي الدماغي.

4. الخلايا قليلة التغصنات Oligodendrocytes

تشكل غمد النخاعين حول المحاور العصبية في الجهاز العصبي المركزي



**البناء الوظيفي للجملة العصبية المركزية:**

القسم الحسي للجهاز العصبي:

مستقبلات منتشرة في الجسم أو مجتمعة في أعضاء استقبال خاصة تتلقى المعلومات لتولد ارتكاس فوري

القسم الحركي:

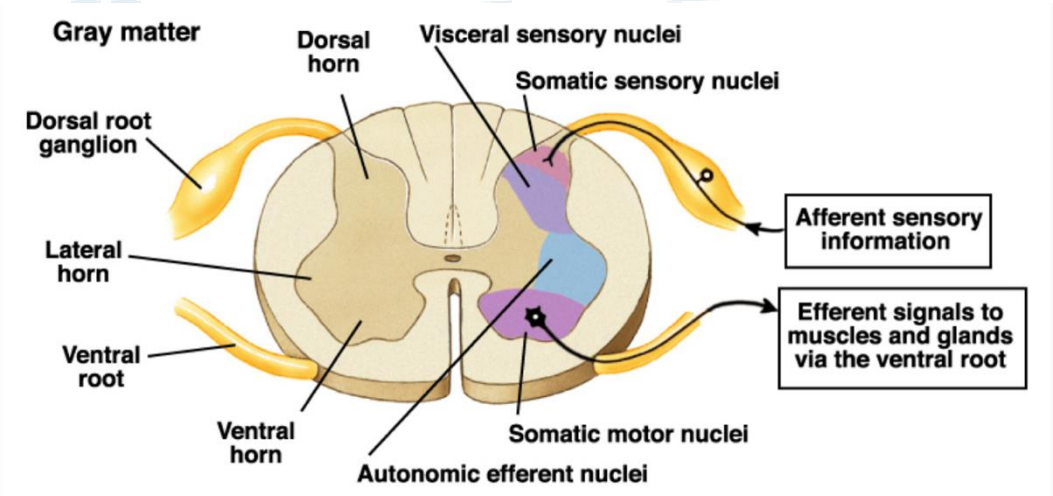
- يعمل على إحداث التقلص في العضلات الهيكلية
- أو تقلص في العضلات الملس للأعضاء الداخلية (الجهاز العصبي الذاتي)
- أو إفراز الغدد الصم (الجهاز العصبي الذاتي)

معاملة المعلومات :Processing of Information

معاملة المعلومات الواردة بطريقة تسمح بحدوث استجابة حركية مناسبة.

**النخاع الشوكي Spinal Cord**

- يتكون من قطع افتراضية يتصل بكل جانب منها شفع من الجذور العصبية (ظهري وبطني).
- ينقل الجذر الظهري النبضات العصبية الواردة من المستقبلات المحيطية الى النخاع الشوكي.
- ينقل الجذر البطني الدفعات العصبية من المركز باتجاه المحيط




المقطع العرضي للنخاع الشوكي يبدي المادة السنجابية بشكل هلالين ملتصقين (تتألف من أجسام خلايا عصبية)، ومادة بيضاء محيطية التوضع تتكون من حزم الألياف العصبية الحسية الصاعدة والحركية النازلة.



https://manara.edu.sy/

يملأ النفق الفقري وينتهي عند اتصال الفقرة القطنية الأولى مع الثانية، يتصل مع 31 زوج عصبي شوكي، الجذر الخلفي لهذه الأعصاب حسي، والأمامي محرك.

تتجلى وظيفة النخاع الشوكي بكونه طريق للسيالات العصبية الحسية والحركية الواردة إلى والصادرة عن الدماغ.

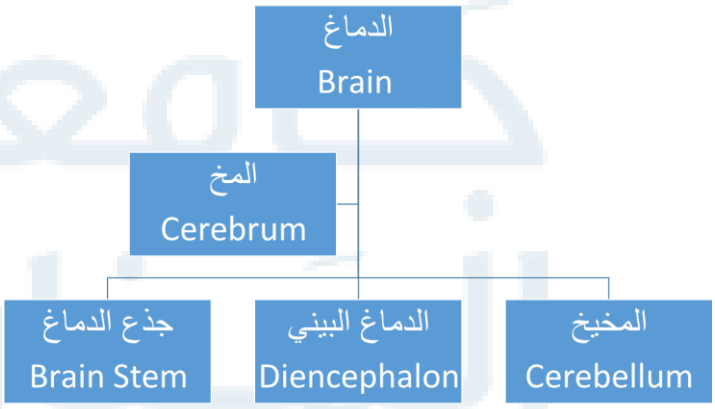
المسارات الصاعدة Ascending tracts: وتحمل معلومات حسية من الأعضاء الحسية حتى الحبل الشوكي إلى الدماغ.

المسارات النازلة Descending tracts: وهي السبل الحركية وتنقسم إلى مجموعتين:

الهرمية pyramidal tracts وهي المسالك القشرية النخاعية

والأنظمة خارج هرمية extrapyramidal system وهي المسالك الشبكية النخاعية.

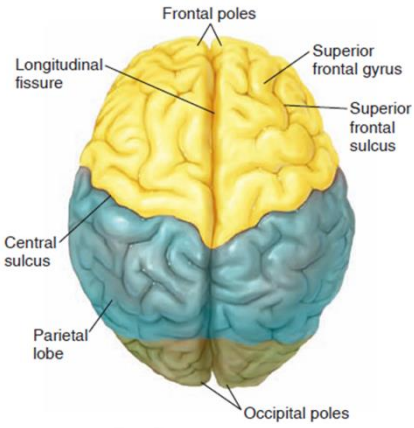
- يقوم النخاع الشوكي بالوظيفتين التاليتين:
- نقل الدفعات العصبية الحسية الواردة نحوه من مستقبلات الجسم الى الدماغ، ونقل الدفعات العصبية المحركة من مراكز الدماغ العليا نحو العصبونات المحركة المعصبة للأعضاء المنفذة.
- مركز انعكاسي لمنعكسات بعضها يعتبر أساسياً لحركات الجسم وأوضاعه المختلفة (كمنعكس الشد العضلي).

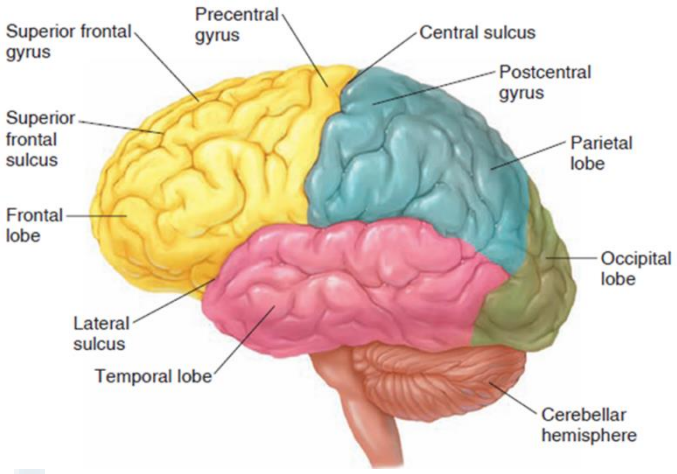



**المخ:**

- يتكون من نصفي كرتين مخيتين يربط بينهما جسر يدعى الجسم الثفني Corpus Callosum
- تتكون الطبقة السطحية من مادة سنجابية تدعى القشرة المخية، وتحت القشرة المخية تتواجد المادة البيضاء، وتحتوي على مجموعة من النوى تسمى النوى القاعدية.

- يحتوي القشر المخي على تلافيف تعمل على زيادة مساحته بمقدار كبير جداً.
- يقسم نصف الكرة المخية بواسطة ثلاثة شقوق الى أربعة فصوص هي:
- الفص الجبهي Frontal Lobe
- الفص الصدغي Temporal Lobe
- الفص الجداري Parietal Lobe
- الفص القفوي (القذالي) Occipital Lobe



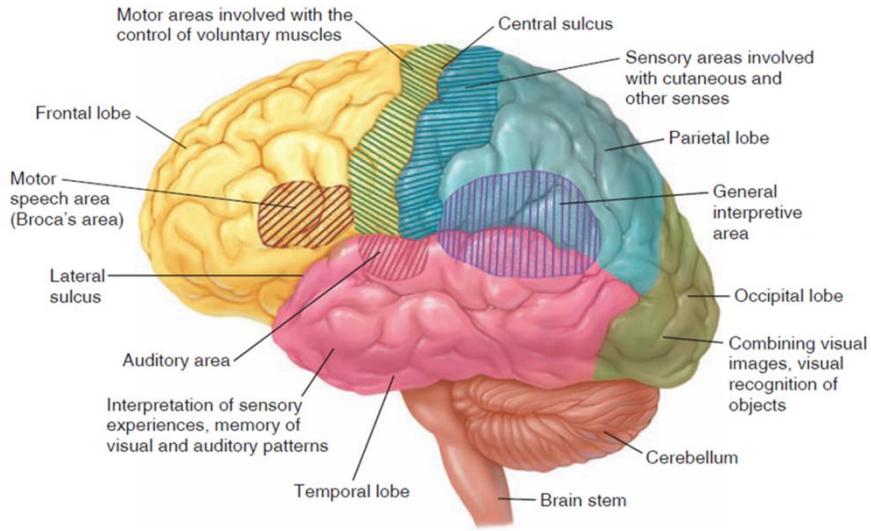

الباحة الحركية الأولية: في الفص الجبهي أمام الشق المركزي مباشرة، مسؤولة عن ضبط الحركات الهيكيلية الارادية.

الباحة الحسية الأولية: في الفص الجداري خلف الشق المركزي مباشرة، مسؤول عن تفسير المعلومات القادمة من المستقبلات الحسية المختلفة.

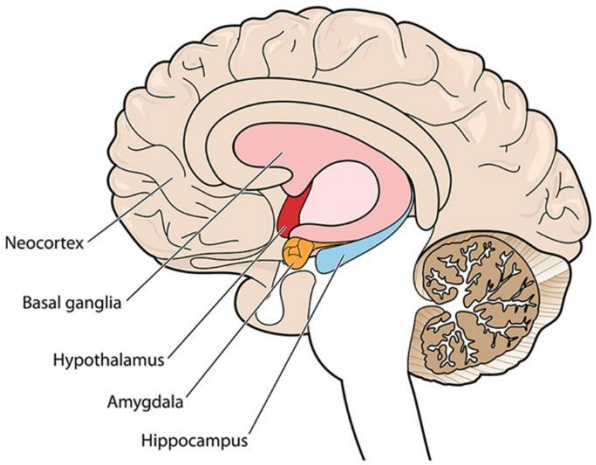
ساحة فيرنيكه: عند التقاء الفصوص الصدغي والجداري والقفوي، شديدة الأهمية لها دور في الوظائف الدماغية الراقية كالتفكير والكلام واللغة.

الساحة السمعية الأولية في الفص الصدغي.

القشرة الابصارية في الفص القفوي.



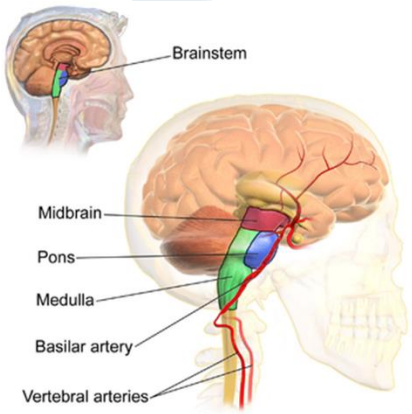

- النوى القاعدية لها دور في التخطيط للحركة وضبطها
- تشكل كتلة مهمة من المادة الرمادية وأهم مكوناتها الجسم المخطط والمادة السوداء وهي مسؤولة عن مراقبة وتنسيق الحركات.
- يحدث مرض باركنسون أو الرعاش الأساسي بسبب تخرب الخلايا المنتجة للدوبامين في منطقة المادة السوداء.
- الحصين :Hippocampus يشكل جزءاً من الجهاز اللمبي، له دور في الذاكرة والذاكرة المكانية والتوجه.
- يرتبط به حدوث الأمراض المتعلقة بالعمر كالخرف والزهايمر بالاضافة لبعض أنواع القلق.
- الجهاز اللمبي جزء من القشرة المخية واللوزة والحصين والوطاء والمهاد. مسؤول عن المشاعر والعواطف مثل الخوف والدفاع عن الذات والاحساس بالجوع والشبع.



**الدماغ البيني:**

- يتكون من المهاد Thalamus والوطاء Hypotalamus.
- النوى المهادية: نوى تنقل الأحاسيس الى القشرة المخية الحسية، نوى تنقل الإشارات من نوى المخيخ والنوى القاعدية الى القشرة المخية الحركية، والنوى التي تسهم في ضبط فعالية القشرة المخية وتحديد مستوى الوعي.
- نوى الوطاء تسهم في تنظيم ضغط الدم وسرعة القلب وحرارة الجسم، مع وجود مراكز لضبط الشهية ويقوم بافراز هرمونات تضبط تحرير هرمونات الغدة النخامية.

**جذع الدماغ:**




- الدماغ المتوسط Midbrain

يلعب دوراً في المنعكسات السمعية والبصرية

- الجسر : pons يلعب دوراً في تنظيم الحركات الهيكلية
- البصلة : Medulla oblongata تحتوي مركز التنفس والمركز المحرك الوعائي.

**المخيخ:**

- ضبط سرعة الحركة ومداها واتجاهها
- ضبط المقوية العضلية
- ضبط توازن الجسم

**تقنيات التصوير الدماغي:**

- التصوير المقطعي computed tomography (CT)
- الرنين المغناطيسي الوظيفي Functional magnetic resonance imaging MRI

يعتمد على قياس درجة استهلاك الأوكسجين والتدفق الدموي إلى الدماغ.

- تخطيط الدماغ EEG Electroencephalogram

يعتمد على قياس الفعالية العصبية للعصبونات الدماغية باستخدام أقطاب كهربائية.

**المستويات الوظيفية الثلاث للجهاز العصبي المركزي:**

1. مستوى النخاع الشوكي:

النخاع الشوكي ليس فقط طريقاً لنقل الإشارات بين المحيط والمركز، لكنه يقوم بوظائف عديدة، المراكز العليا لا ترسل دفعاتها إلى المحيط مباشرة وإنما إلى مراكز التحكم في النخاع الشوكي.

2. المستوى السفلي للدماغ:

البصلة والجسر، الدماغ المتوسط، الوطاء والمهاد، والنوى القاعدية، هذا المستوى مسؤول عن مختلف نشاطات الجسم دون الوعي: تنظيم الضغط الشرياني والتنفس والتوازن والمنعكسات.

3. المستوى العلوي للدماغ:

يعطي وظائف المستوى السفلي معناها، ويحول الوظائف اللاشعورية إلى أفعال محددة، وهو يعمل بشكل متكامل مع المراكز السفلى.



https://manara.edu.sy/