كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : اساسيات الفزيولوجيا حيوانية

المحاضرة : السابعة/نظري/د.مرسال

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

فيزيولوجيا الخلية العصبية-١

- مقرر أساسيات فيزيولوجيا حيوانية
- المحاضرة الثامنة
- د. مرسال الشعار

فيزيولوجيا الخلية العصبية

- يتكون الجهاز العصبي من خلايا تمايزت لتنظيم حياة الفرد وعلاقته مع الوسط المحيط. ونطلق على وحدته البنيوية والوظيفية اسم العصبون (الخلية العصبية).
- ويطلق على مجموع الخلايا العصبية بالجهاز العصبي وهو يقسم بدوره إلى جهاز عصبي مركزي و جهاز عصبي محيطي.

- تخصصت بعض الخلايا العصبية لاستقبال المعلومات من الوسط المحيط وتدعى بالعصبونات الحسية
- وبعضها ينظم عمل الجمل الفاعلة وتدعى بالعصبونات المحركة
- وبعضها يعمل على ربط المراكز العصبية ببعضها وتدعى بالعصبونات البينية.
- تعمل العصبونات على اختلاف أنواعها بنقل المعلومات على شكل طاقة كهروكيميائية تدعى السيالات العصبية.

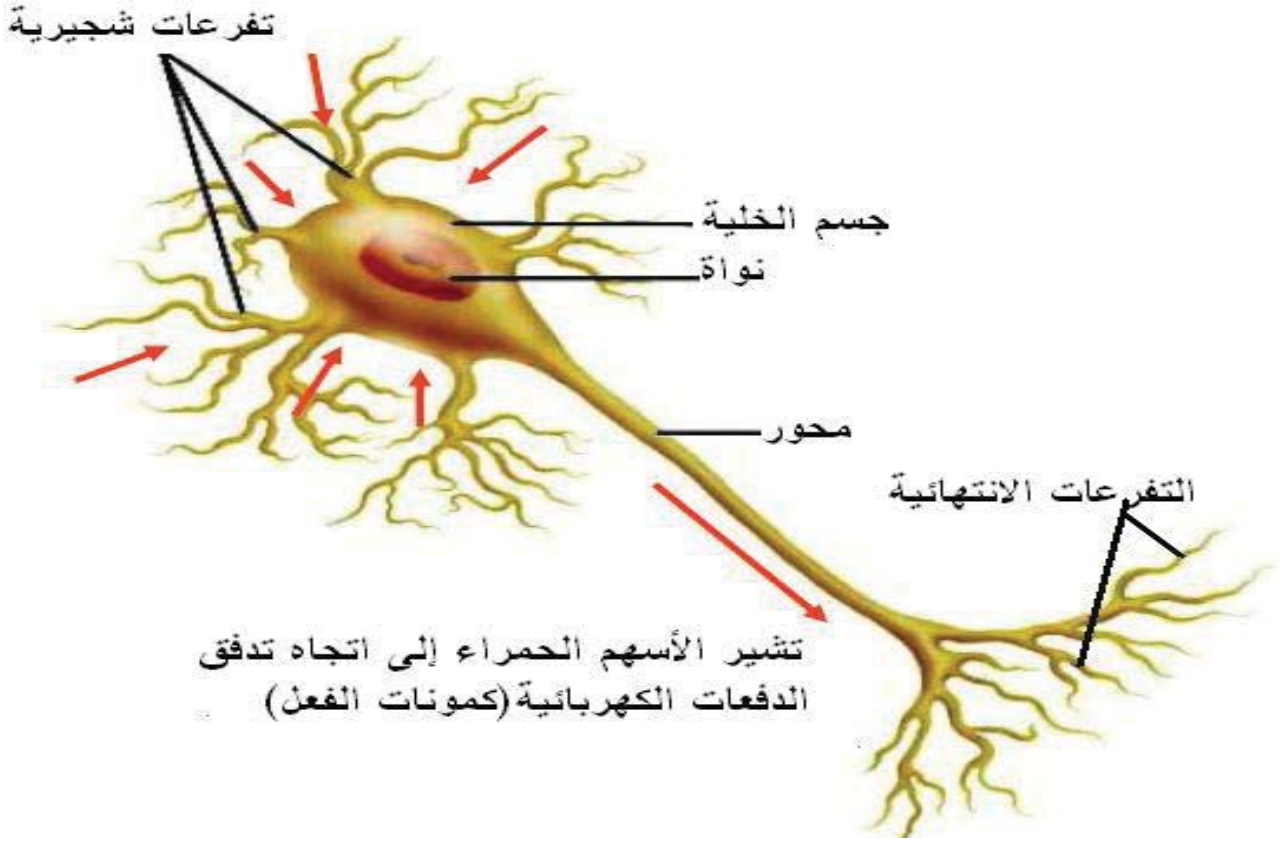
الشكل العام للخلايا العصبية وأنماطها

- تتألف الخلية العصبية من جسم الخلية يصدر عنه امتدادات بروتوبلازمية تربطها مع العصبونات الأخرى ، قد تكون هذه الامتدادات عديمة التفرع وتدعى بالمحوار أو شديدة التفرع وتدعى بالتغصنات.

يمكن تميز عدة أنماط للعصبونات حسب تفرعاتها:

- **عصبونات أحادية القطب:** تحتوي استطالة واحدة هي المحاور، تكثر عند اللافقاريات، منها عصبونات T في العقد العصبية.
- **عصبونات ثنائية القطب:** تحتوي امتدادين هما: المحوار والتغصنات، منها عصبونات الجملة الحسية في الفقاريات.
- **عصبونات متعددة الأقطاب:** تتميز بتعدد الامتدادات إحداها المحوار والباقي تغصنات، منها الخلايا الهرمية في قشرة المخ وخلايا بوركينج في قشرة المخيخ والعصبونات المحركة للعضلات.

خلية عصبية متعددة الأقطاب



بنية الخلية العصبية

- **١ ـ جسم الخلية:** يتألف من سيتوبلاسما تحيط بنواة ضخمة كروية تحوي بداخلها نوية أو نويتين: وعضيات خاصة بها كجسيمات نيسل وليفات عصبية وأنيبيبات عصبية ، إضافة إلى العضيات السيتوبلاسمية الأخرى.
- يحاط الجسم بغشاء خلوي مكون من طبقتين عائمتين تحجزان بينهما طبقة نيرة مزدوجة. يرصع السطح الخارجي للغشاء بطبقة بروتينات وبروتينات سكرية تشكل مناطق استقبال نوعية تتأثر بمركبات نوعية خلطية أوعصبية.

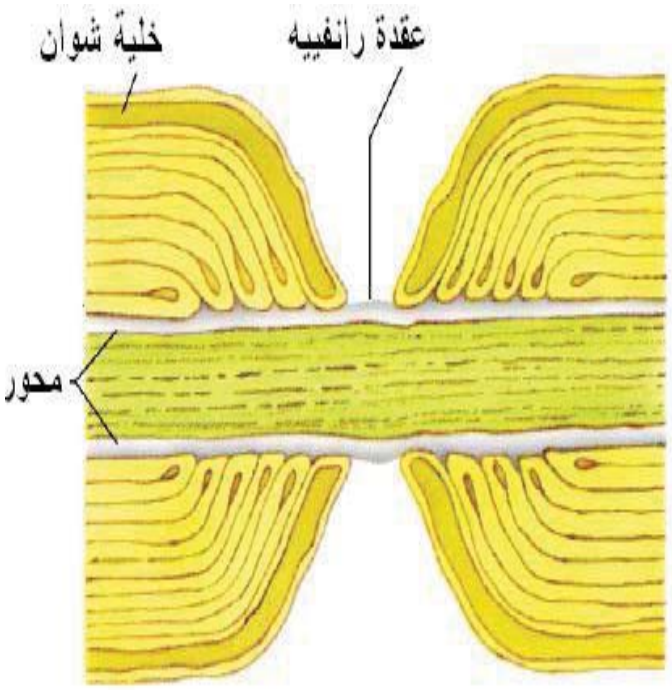
- ٢ ـ التغصنات: امتدادات بروتوبلاسمية تصدر عن جسم الخلية، تتصف بتشعبها وتناقص قطرها كلما ابتعدت عن جسم الخلية.
- ٣ ـ المحور: استطالة بروتوبلازمية ثابتة القطر، تنشأ في منطقة المخروط المحوري في الخلية، وينتهي المحور بتفرعات انتهائية عصبية تؤمن اتصال العصبون مع خلايا أخرى.
- تحتوي سيتوبلاسما المحور على جميع العضيات ماعدا جسيمات نيسل وجهاز غولجي،
- كما تتميز **مناطق التفرعات الانتهائية للمحور وتفرعاته الجانبية بغناها بحويصلات مشبكية مليئة بناقل عصبي .**

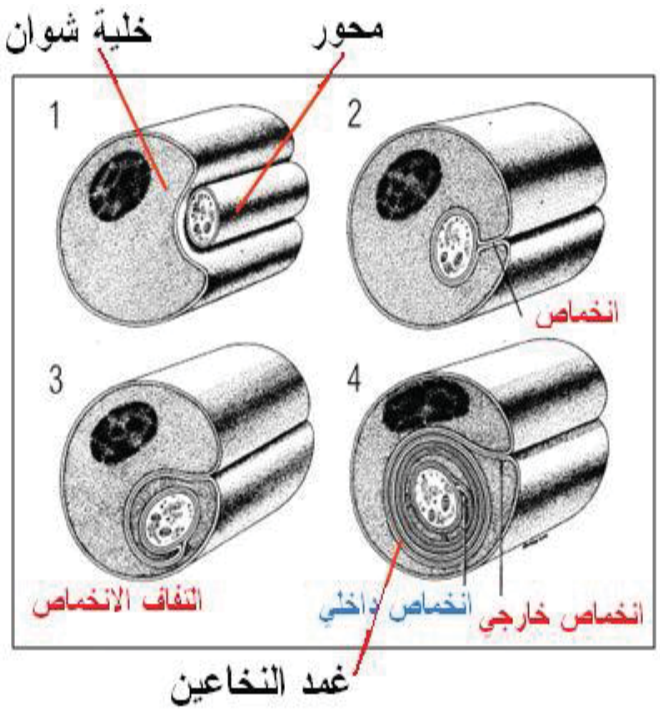
- يغلف الغشاء البلاسمي للمحور بغمد خاص يشتق من خلايا الدبق العصبي هي **خلايا شوان**، يعمل هذا الغمد (غمد شوان) على عزل محاور العصبونات عن بعضها مما يؤمن ناقلية أفضل للسيالات العصبية ، كما يساهم في تغذية المحور.
- **يطلق على المحور والغمد المحيط به اسم الليف العصبي.**
- **يمكن تصنيف الألياف العصبية حسب صفات الغمد إلى ألياف نخاعية وأخرى عديمة النخاعين.**
- تعمل كل خلية من خلايا شوان على ضم عدة محاور في الألياف عديمة النخاعين. حيث تدخل الألياف عديمة النخاعين في تركيب معظم الأعصاب الإعاشية والجسمية المتصلة بالغدد والعضلات.

- أما الألياف النخاعية فيحاط كل محور بخلية شوان واحدة.
- **يتشكل غمد النخاعين نتيجة الالتفاف الحلزوني لخلية شوان حول المحور.**

- **يتقطع غمد النخاعين على طول الليف باختناقات نخاعية تدعى عقد رانفيه، تسمح لمحور العصبون بالاتصال المباشر مع السائل النسيجي المحيط بالمحور، كما تلعب دورا كبيرا في نقل السيالات العصبية على شكل قفزات.**

آلية تشكل الألياف النخاعية وعقد رانفيه



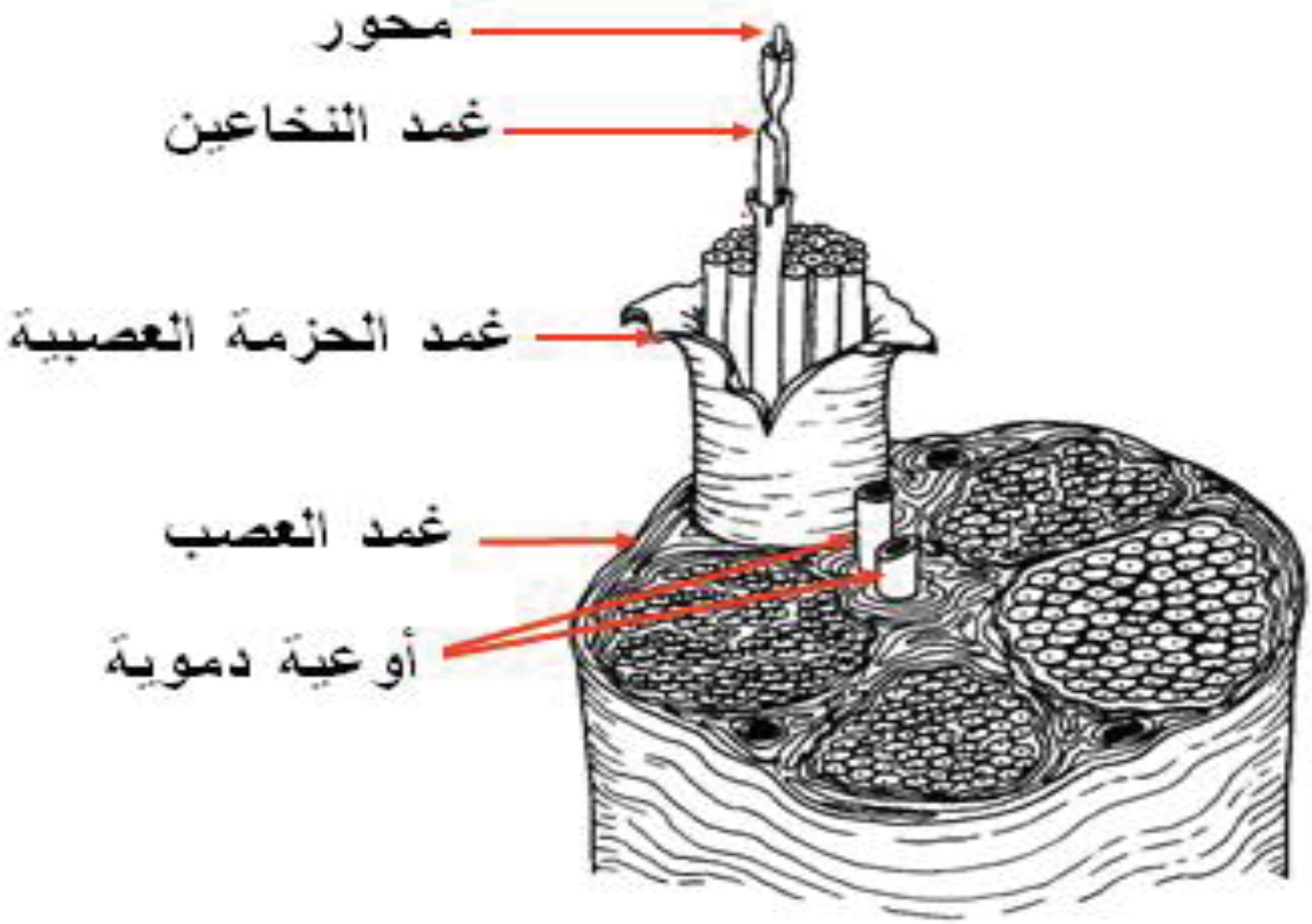


- تشبه الألياف النخاعية للمادة البيضاء في الجملة العصبية المركزية الألياف النخاعية للمادة البيضاء في الجملة العصبية المحيطية ماعدا نوعية الغمد حيث يتكون الغمد في الألياف المركزية من التفاف حلزوني لجزء من خلية دبقية قليلة الاستطالات.

بنية العصب

- يضم العصب مجموعة من الحزم العصبية ويحيط بكل حزمة نسيج ضام يدعى غمد الحزمة.
- تضم كل حزمة عددا من الألياف العصبية
- **يتألف كل ليف عصبي من محور اسطواني محاط بغمدي شوان والنخاعين.**
- كما تحاط الحزم بنسيج ضام ليفي يدعى غمد العصب، ويوجد في النسيج الضام للعصب خلايا شحمية وأوعية دموية.

بنية العصب



خلايا الدبق العصبي

- توجد في الجهاز العصبي إلى جانب الخلايا العصبية.
- **ولها عدة أنواع: الخلايا النجمية والخلايا قليلة التغصنات والخلايا الدبقية الصغيرة. ويضاف لها خلايا شوان التي تحيط بالألياف العصبية.**
- **لها عدة وظائف هامة منها:**
- تقوم بلصق الخلايا العصبية وربطها ببعضها
- يدخل بعض أنماطها في بناء غمد النخاعين وغمد شوان
- يساهم بعضها في تخليص الجملة العصبية من الفضلات الناتجة عن موت العصبونات.
- تملأ الفراغات النسيجية الناتجة عن موت العصبونات، أي تساهم في إصلاح التلف في الجملة العصبية.

- تساهم بعض أنواعها في تنظيم هجرة الخلايا العصبية ونمو المحاور والاستطالات أثناء تطور الجنين.
- تساهم في تغذية الخلايا العصبية وفي التفاعلات الدفاعية في الدماغ.
- تساعد الخلايا النجمية الدبقية في الحفاظ على بيئة الشوارد المحيطة بالعصبونات وخاصة البوتاسيوم.

فيزيولوجيا العصبون والدفقة العصبية

- **تتميز الخلايا القابلة للتنبيه باستجابتها السريعة للمؤثرات الخارجية فالخلايا العصبية تستجيب للمنبه بتشكيل السيالات العصبية.**
- تعود هذه الاستجابات للخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للأغشية الخلوية من حيث استقطاب الغشاء واختلاف نفاذيته للشوارد.
- تعد المنبهات الكهربائية أفضل أنواع المنبهات لاختبار قابلية التنبيه لسهولة التحكم في شدة التيار المنبه وزمن تأثير الصدمات.

كمون الغشاء الخلوي أثناء الراحة

- **بعتبر الغشاء البلازمي في الخلايا الحيوانية مستقطب لأنه يفصل بين وسطين مختلفين بالإشارة الكهربائية**
- يولد هذا الاستقطاب فرقا في الكمون الكهربائي بين الحيزين الداخلي والخارجي للخلايا يقدر بـ٦٠-٨٠ ميلي فولت في الخلايا القابلة للتنبيه و١٠-٣٠ ميلي فولت في الخلايا غير القابلة للتنبيه.
- يعرف هذا الفرق في الكمون بكمون الراحة.
- يقاس كمون الراحة في الخلايا العصبية بوساطة مسرى دقيق متصل بجهاز لقياس الفولتية.

طبيعة كمون الراحة

- **يعود كمون الراحة إلى اختلاف توزع وتركيز بعض الشوارد ذات الأهمية الفيزيولوجية على جانبي الغشاء**، خاصة شوارد البوتاسيوم والصوديوم والكلور.
- الغشاء الخلوي نفوذ لتلك الشوارد بينما لايسمح للشوارد العضوية السالبة بالنفوذ فتبقى داخل الخلية.
- كل شاردة من الشوارد القابلة للنفوذ عبر الغشاء تخضع لقوتين فيزيائيتين هما: **ظاهرة الانتشار وظاهرة القوى الكهربائية الساكنة**

- **ظاهرة الانتشار** التي تسعى إلى نقل الشاردة حسب تدرج التركيز (من المرتفع إلى المنخفض).
- **وظاهرة القوى الكهربائية الساكنة** التي تنقل الشاردة حسب التدرج الكهربائي (كلما زاد فرق مجموع الشوارد السالبة والموجبة على جانبي الغشاء، ازدادت قوى الانجذاب بين الشوارد متعاكسة الشحنة وقوى التنافر بين الشوارد متماثلة الشحنة)، وهذا يفسر الاحتفاظ بالبوتاسيوم بتركيز أعلى داخل الخلية، وشوارد الكلور خارجها.

- أما شوارد الصوديوم فتعمل قوى الانتشار والقوى الكهربائية الساكنة على تحريكها بنفس الاتجاه محاولة إدخال الصوديوم إلى الخلية، لكن قنوات الصوديوم تكون شبه مغلقة في طور الراحة مما يضعف نفوذ الغشاء لها بالإضافة لوجود آلية النقل الفعال (مضخة الصوديوم-بوتاسيوم) التي تسعى لطرد الصوديوم لخارج الخلية باستمرار.

الكمون التوازني

- عند غياب النقل الفعال تخضع كل شاردة قابلة للنفوذ عبر الغشاء لتأثير قوتين فيزيائيتين هما قوة الانتشار والقوى الكهربائية الساكنة.
- وعندما تتساوى القوتان يحصل ما يعرف **بالكمون التوازني** لتلك الشاردة.
- وهو مستوى كمون الغشاء الذي يمنع انتشار شاردة ما بشكل تام في أي اتجاه عبر الغشاء.

الخواص الحيوية للغشاء

- يوجد فرق بين كمون الراحة المقاس تجريبيا والكمون التوازني المحسوب نظريا بالنسبة لكل من شوارد البوتاسيوم والصوديوم بينما لايلاحظ هذا الفرق عند شوارد الكلور.
- هذه الفروق بين كمون الراحة والكمون التوازني تؤكد أهمية وجود آلية فعالة تضمن الحفاظ على هذه الفروق.
- تؤمن هذه الآلية بوساطة النقل الفعال، حيث تنتقل الشوارد والجزيئات بعكس تدرج التركيز بفعل أنزيمات نوعية من طبيعة بروتينية يطلق عليها **مضخات صودية بوتاسية** تعمل على نقل شوارد البوتاسيوم من الحيز الخارجي للخلية إلى داخلها، وشوارد الصوديوم من الحيز الداخلي للخلية إلى خارجها.

- **يحتاج النقل الفعال إلى طاقة تأتيه من إماهة المركبات الغنية بالطاقة كمركب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) بوساطة إنزيمات نوعية.**
- إن إزالة شوارد البوتاسيوم من الوسط المحيط بالمحور يسبب هبوط النقل الفعال لشوارد الصوديوم، مما يثبت الارتباط الدقيق بين النقل الفعال للصوديوم والبوتاسيوم، حيث تعمل المضختان بشكل مترافق متعاكس.

- **إن قيمة كمون الغشاء أثناء الراحة ترتبط بالتوزع والتركيز الشاردي غير المتساوى على جانبى الغشاء، وبتفاوت نفاذية الغشاء للشوارد وبوجود المضخات الشاردية.**

- ويعد البوتاسيوم صاحب الدور الأكبر في استقطاب الغشاء لأن نفاذية الغشاء له أكبر من نفاذيته للصوديوم بمئة مرة.

الكمونات الموضعية

- تتصف بمايلي: هي كمونات غير منتشرة حيث تتناقص سعتها بالتدريج كلما ابتعدت عن مستوى التنبيه.
- تتناسب سعتها طردا مع شدة التيار المستخدم طالما قوته تحت الشدة الحدية.
- يتناسب زمن تأثيرها مع زمن تأثير الصدمة الكهربائية المستخدمة.
- أهميتها: **تعتبرأصل كمونات الفعل التي تتشكل في مستوى المستقبلات الحسية وفي المشابك العصبية في الحالة الطبيعية.**
- **بفضل العمل التجميعي لهذه الكمونات في الزمان والمكان تتحول لكمونات فعل.**