الوحدة الخامسة : التنظيم والإتزان

الفصل الدراسي الثاني

اسم الطالب : .....

معلمة المادة : هبة سوداح

الدرس الأول : الجهاز العصبي : التركيب والوظيفة وبعض مشكلاته

- يعمل التنظيم الهرموني والتنظيم العصبي معا في جسم الإنسان للتنسيق بين أجهزته المختلفة، والمحافظة على اتزان بيئته الداخلية.

- للجهاز العصبي دور رئيس في تنظيم أجهزة الجسم المختلفة، وأداء العمليات الحيوية الضرورية.

- الاجزاء الرئيسية للجهاز العصبي :

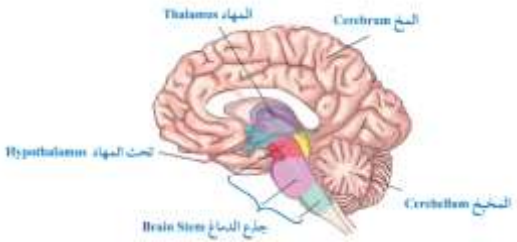
تركيب الجهاز العصبي ووظائف مكوناته

أولاً : الجهاز العصبي المركزي

استقبال الإشارات الكهروكيميائية (سيالات عصبية) من المستقبلات الحسية وتفسيرها ثم إرسال سيالات عصبية إلى عضو الاستجابة.

أ - الدماغ : هو المركز الرئيس للتحكم في الجهاز العصبي المركزي عن طريق تحليل كم كبير من المعلومات التي تصله باستمرار واصدار الأوامر والتعليمات لاجزاء الجسم كاملة

تركيب الدماغ



يتكون الدماغ من :

1 - المخ : أكبر جزء في الدماغ ومسؤول عن الوظائف العليا مثل :
(التفكير / الإدراك / التعلم / الذاكرة) ومسؤول عن الحركات الإرادية ويحتوي على طبقتين :
- خارجية (قشرة مخية) تحتوي على تلافيف وانثناءات لزيادة مساحة السطح ليحوي كمية أكبر من الخلايا العصبية دون زيادة حجم المخ وبالتالي زيادة كفاءة وظائف المخ .
- داخلية (المادة البيضاء)

2 - المخيخ : ثاني أكبر جزء في الدماغ ويقع أسفل المخ ويسيطر على وضعية الجسم والاتزان الحركي وينسق الأوامر الحركية الصادرة من القشرة المخية لتكون حركة العضلات متناسقة ومتوازنة

3 - المهاد : يستقبل رسائل من المستقبلات الحسية المختلفة وينقلها إلى المنطقة المناسبة لها في المخ

4 - تحت المهاد : يحتوي مراكز تنظيم عمليات (الجوع / العطش / التعب / الغضب / درجة الحرارة) ويساعد على عمل الجهاز العصبي والغدد الصم

5 - جذع الدماغ : يربط بين الدماغ والحبل الشوكي ويتحكم في وظائف مثل
(تنظيم ضغط الدم / معدل ضربات القلب / التنفس / البلع)
ويحافظ على نشاط هذه العمليات الحيوية حتى في حالة اللاوعي والنوم

ب - الحبل الشوكي : هو حلقة الوصل بين الدماغ واجزاء الجسم الأخرى ويصدر عنه 31 زوج من الاعصاب الشوكية والتي تربط الدماغ باجزاء الجسم ويعالج الحبل الشوكي بعض أنواع الإشارات الكهروكيميائية التي تصله ويصدر الأوامر المتعلقة بها مباشرة دون الرجوع إلى الدماغ مثل (رد الفعل المنعكس)

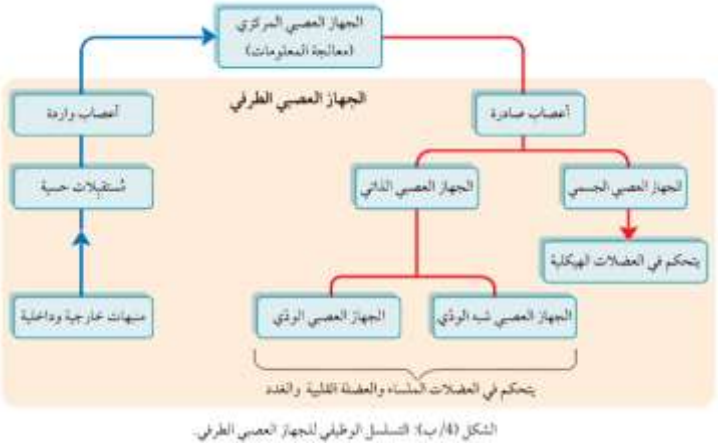
ثانياً : الجهاز العصبي الطرفي

- ينقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي عن طريق اعصاب صادرة (حركية)
وينقل المعلومات إلى الجهاز المركزي عن طريق اعصاب واردة (حسية) من مستقبلات حسية عن طريق منبهات خارجية وداخلية .
- يعمل على تنظيم الحركة والبيئة الداخلية للجسم
- يتكون من اجزاء الجهاز العصبي جميعها عدا الدماغ والحبل الشوكي ويحتوي على اعصاب دماغية واعصاب شوكية .
ملاحظة : تمر الأعصاب الدماغية بالجمجمة عن طريق فتحات محددة، ويُحفز معظمها منطقتي الرأس والرقبة، في حين تحفز الأعصاب الشوكية بقية مناطق الجسم ويعد كلاهما من مكونات الجهاز العصبي الطرفي.

يتكون الجهاز العصبي الطرفي من مكونين وظيفيين وتشريحيين هما :

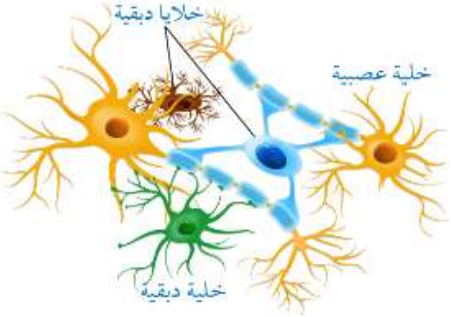
أ - جهاز عصبي جسمي :
1 - تنظيم انشطة الجسم الإرادية عن طريق ضبط العضلات الهيكلية
2 - ارتباطه بحركات اعضاء الجسم اللاإرادية مثل : (رد الفعل المنعكس)

ب - جهاز عصبي ذاتي :
تنظيم وظائف الجسم اللاإرادية عن طريق التحكم في العضلات الملساء والقلبية اللاإرادية والغدد
ويتكون من جهازين هما : جهاز عصبي شبه ودي ، جهاز عصبي ودي

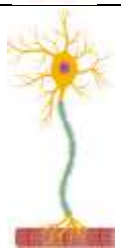
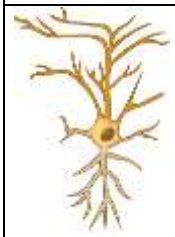


الشكل (4/ب): التسلسل الوظيفي للجهاز العصبي الطرفي.

أعصاب الجهاز العصبي الطرفي



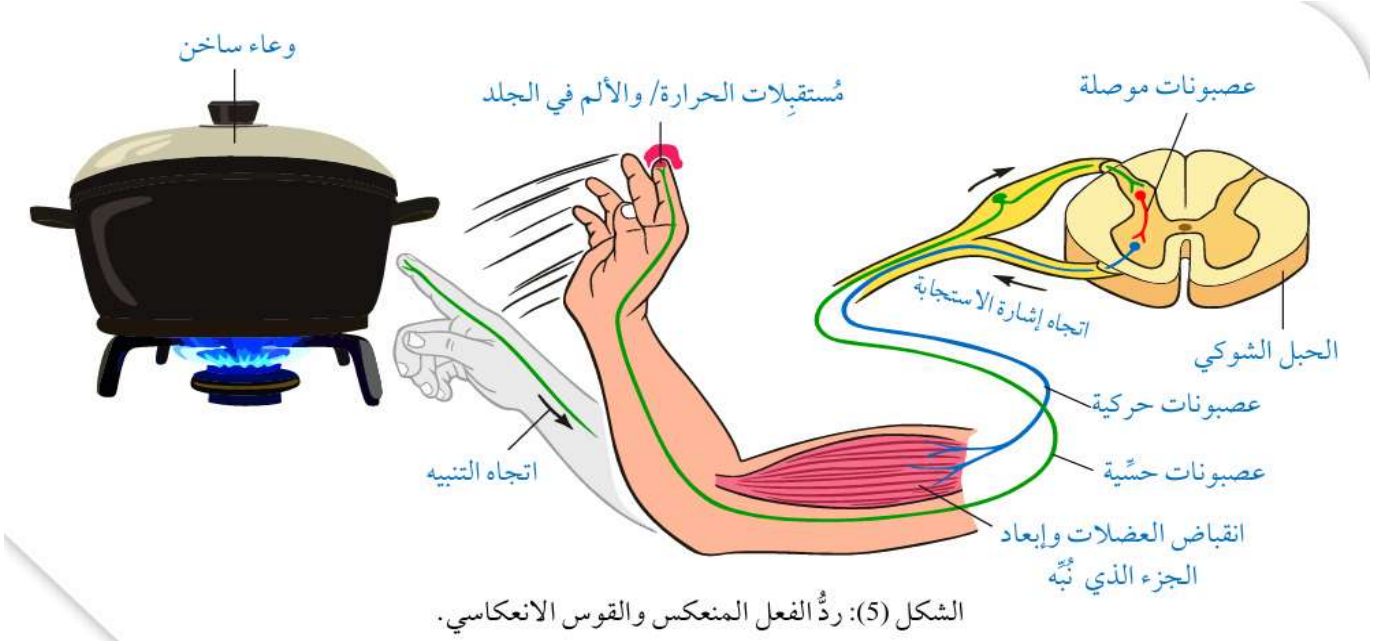
- يحتوي الجهاز العصبي المركزي على مليارات **الخلايا العصبية (العصبونات)** وخلايا أخرى **داعمة (الخلايا الدبقية)** .
- الخلايا العصبية أكبر حجماً من الخلايا الدبقية .

تصنيف العصبونات حسب وظيفتها		
النوع	الوصف	الشكل
العصبونات الحسية	تنقل اشارات حسية (جهد الفعل) من المستقبلات الحسية الى الجهاز العصبي المركزي	
العصبونات الحركية	تنقل اشارات حركية (جهد الفعل) من الجهاز العصبي المركزي الى العضلات او الغدد	
العصبونات الموصلة	توجد داخل الجهاز العصبي المركزي وتعمل كحلقة وصل بين العصبونات الحسية والعصبونات الحركية	

- **رد الفعل المنعكس :** حركات اعضاء الجسم **اللاإرادية** التي ينظمها الجهاز العصبي الجسمي .
- رد الفعل المنعكس **لا يحتاج امر من الدماغ** رغم ان الاحساس بالحرارة مثلاً يصل الى الدماغ لكن رد الفعل يكون سريعاً قبل ان يدرك الدماغ هذه الرسالة التي وصلته .
- **القوس الانعكاسي :** المسار الذي تسلكه الاشارة العصبية في رد الفعل المنعكس .
- **الحبل الشوكي** هو المسؤول عن اعطاء اوامر رد الفعل المنعكس .

آلية حدوث رد الفعل المنعكس (القوس الانعكاسي) :

1 - عند لمس سطحا ساخنًا باليد فإن إشارات كهروكيميائية تتولد في المستقبلات الحسية مثل مستقبلات الحرارة والالم الموجودة في الجلد ثم تنتقل عن طريق **العصبونات الحسية** إلى الجهاز العصبي المركزي.
2 - تستقبل **العصبونات الموصلة** في الحبل الشوكي هذه الإشارات وتحللها.
3 - تنقل **العصبونات الحركية** إشارات الاستجابة إلى الجزء المستجيب (عضو الاستجابة) وهو في هذه الحالة عضلات اليد، فتنقبض العضلات لإبعاد اليد عن مصدر الحرارة.



الشكل (5): ردُّ الفعل المنعكس والقوس الانعكاسي.

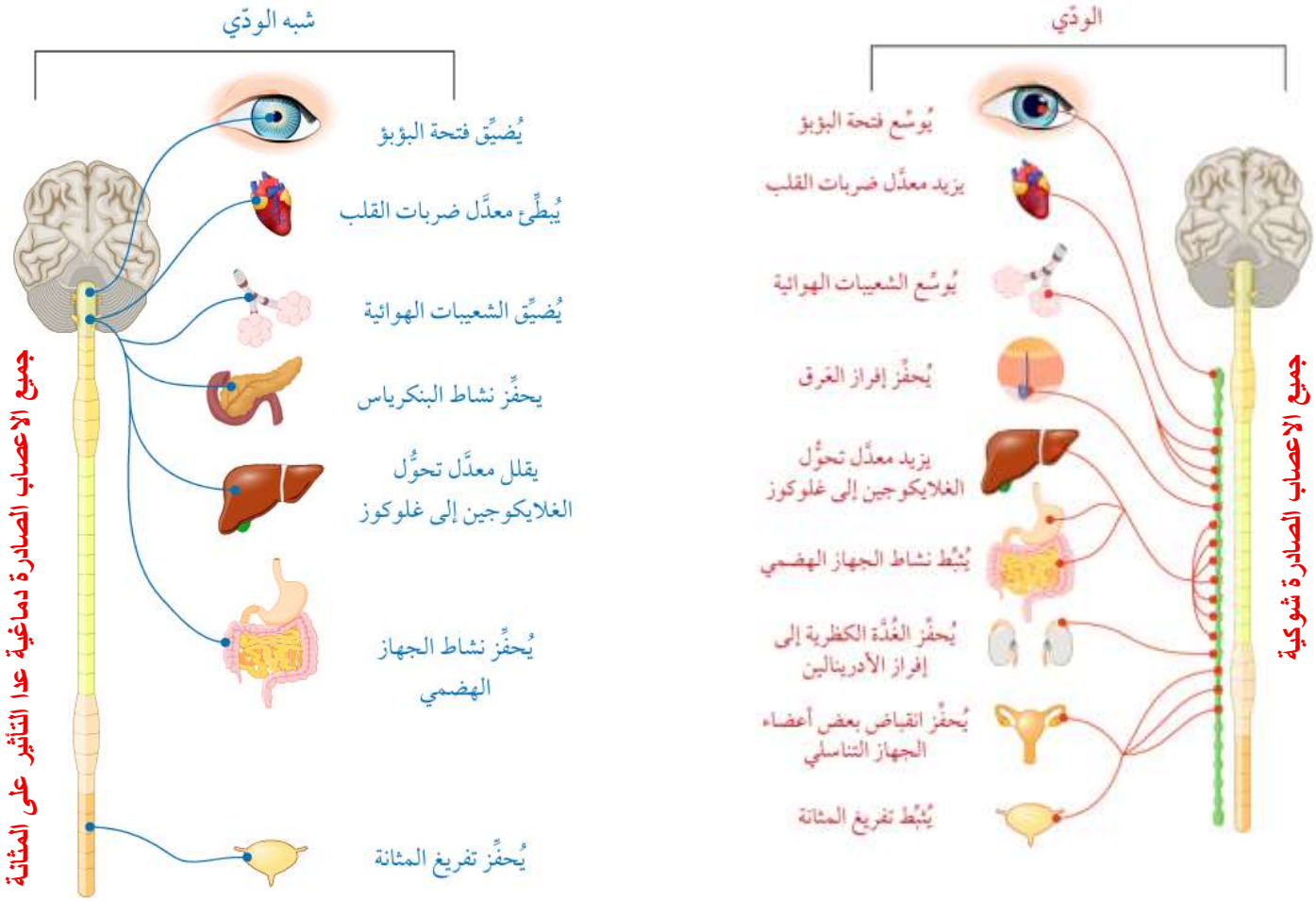
الجهاز العصبي الذاتي

(ينظم العديد من وظائف الجسم اللاإرادية ويتكون من جهازين يعملان معاً ولهما تأثيرات متعاكسة على بعض اعضاء الجسم)

الجهاز العصبي الودي
إعداد الجسم للانفعالات والحالات الطارئة
(استجابة الكر والفر)
وتثبيط عمل الأعضاء التي لا تخدم هذه الاستجابة

الجهاز العصبي شبه الودي
تعمل في حالات الجسم الطبيعية
ويساعد على عودة الجسم الى وضعه الطبيعي
(استجابة الراحة والهضم)

تأثير الجهاز العصبي الودي والجهاز العصبي شبه الودي في بعض اعضاء الجسم



تركيب العصبونات :

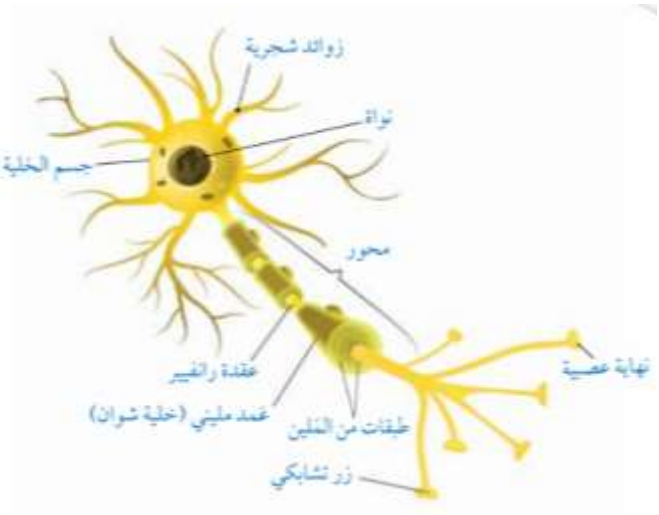
يُعد العصبون (الخلية العصبية) الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي ويتكون من أربعة أجزاء رئيسة، هي :

1 - جسم الخلية : يحتوي هذا الجزء على النواة والعضيات.

2 - الزوائد الشجرية : امتدادات من جسم الخلية العصبية تمثل نقاط اتصال بالخلايا الأخرى، وتحمل السيالات العصبية في اتجاه جسم الخلية.

3 - المحور : امتداد آخر للسيتوبلازم من جسم الخلية ويحمل السيالات العصبية بعيدا عن جسم الخلية ويتفرع في نهايته ، وتنتهي معظم تفرعاته بمنطقة التشابك العصبي.

4 - النهايات العصبية : نقاط اتصال بين عصبون وآخر، أو بين عصبون وخلية عضلية أو غدة ، ويوجد في كل نهاية عصبية زر تشابكي يحوي نواقل عصبية .



- انواع الخلايا العصبية (العصبونات) من حيث وجود الغمد المليني :

أ - خلايا عصبية ملينية : يحاط محور العصبون فيها بغمد مليني والذي يتكون من طبقات عدة من اغشية بلازمية لخلية شوان وهي نوع من الخلايا الدبقية التي توجد بشكل رئيس في الجهاز العصبي الطرفي ويوجد فجوات بين خلايا شوان المتجاورة تسمى عقد رانفيير.

ب - خلايا عصبية غير ملينية : يكون محور العصبون فيها غير محاط بغمد مليني .

الربط بعلم الأنسجة

العصب هو مجموعة من المحاور العصبية المحاطة بنسيج ضامّ تربط الجهاز العصبي المركزي بأعضاء الجسم المختلفة، وتمثل الجهاز العصبي الطرفي، وتنقل المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي ومنه.

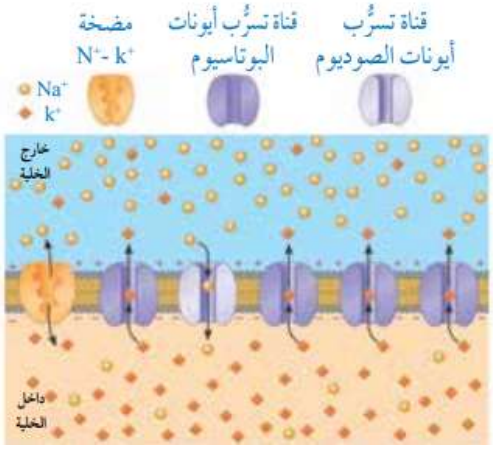
تكوّن السيال العصبي وانتقاله :

يمتاز الغشاء البلازمي للخلايا العصبية، شأنه في ذلك شأن معظم الخلايا، بوجود شحنة كهربائية نتيجة وجود اختلاف في توزيع الأيونات على جانبي الغشاء؛ فيكون داخل الخلية مشحونا بشحنة سالبة مقارنة بخارجها، ويُولد اختلاف الشحنة الكهربائية على جانبي الغشاء ما يسمى فرق الجهد.

- جهد الفعل : هي اشارات كهروكيميائية (سيالات عصبية) ينقلها الجهاز العصبي وتحديداً الخلايا العصبية.

- جهد الراحة (مرحلة الراحة) : هو مقدار فرق الجهد بين داخل الخلية العصبية وخارجها في كثير من العصبونات قبل تعرضها لمنبه مناسب وتبلغ قيمته -70 mV

ملاحظة : يتشابه جهد الفعل مع الدارة الكهربائية بأن كلاهما يحدث بسبب حركة شحنات كهربائية.



- حالة الخلية العصبية قبل وصول منبه :

تسعى ايونات الصوديوم Na^+ وايونات البوتاسيوم K^+ للوصول الى حالة الاتزان في التركيز فتنتقل من مكان وجودها بتركيز عالي إلى مكان وجودها بتركيز أقل مستخدمة قنوات التسرب الخاصة بكل منها .

- تنتقل ايونات الصوديوم من الخارج (التركيز العالي) الى الداخل (التركيز الاقل) وتنتقل ايونات البوتاسيوم من الداخل (التركيز العالي) الى الخارج (التركيز الاقل) عبر قنوات التسرب.

- أسباب تكون جهد الراحة (أسباب تجعل الداخل سالب مقارنة بالخارج الموجب) :

تسهم ايونات الصوديوم والبوتاسيوم في تولد جهد الراحة كما يلي :

1 - وجود مضخة ايونات صوديوم بوتاسيوم في غشاء العصبون والتي تضخ $3Na^+$ نحو الخارج مقابل $2K^+$ نحو الداخل مسبباً توزيع غير متساوي لهذه الايونات داخل وخارج الخلية .

2 - الغشاء البلازمي للعصبون يحوي عدد قنوات تسرب ايونات البوتاسيوم اكبر من عدد قنوات تسرب ايونات الصوديوم وهذا يؤدي الى خروج ايونات البوتاسيوم بكمية اكبر واسرع من دخول ايونات الصوديوم.

ملاحظة : يوصف غشاء العصبون في حالة الراحة بانه مستقطب ويعرف مقدار هذا الاستقطاب بجهد الراحة

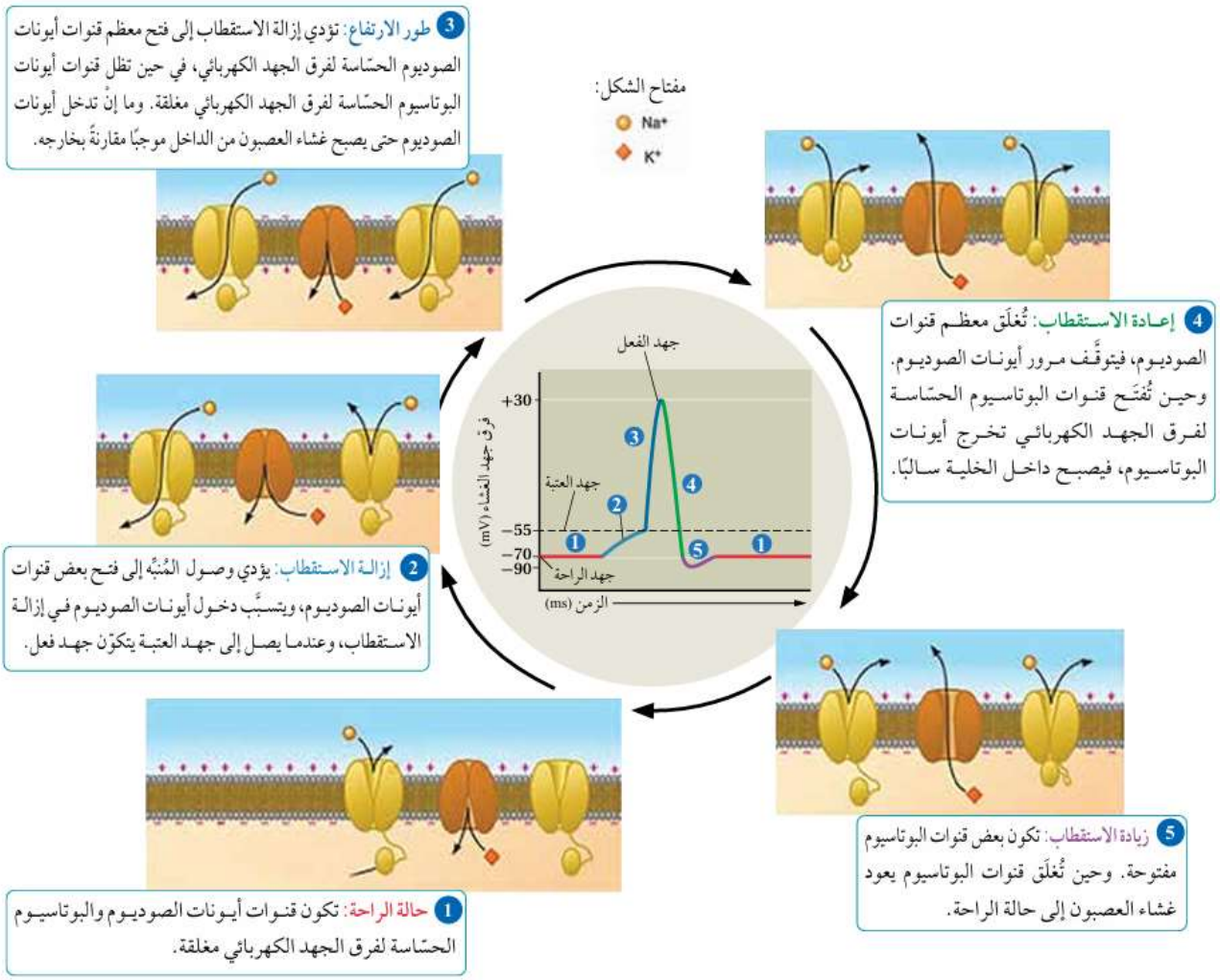
- آلية تكون جهد الفعل (السيال العصبي) :

1 - يظل العصبون في حالة راحة حتى يُحفّز بمنبه مناسب يصله عن طريق خلية عصبية أخرى، أو أحد المستقبلات الحسية؛ ما يُسبب زيادة في نفاذية الغشاء البلازمي لبعض أنواع الأيونات الموجبة، مثل الصوديوم. يؤدي دخول أيونات موجبة عبر قنوات التسرب إلى تغير فرق جهد الغشاء حتى يصل إلى قيمة تسمى جهد العتبة الذي يبلغ في كثير من العصبونات mV -55 .

2 - وعند الوصول الى جهد العتبة تفتح قنوات أيونات الصوديوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي فتندفع أيونات الصوديوم إلى داخل العصبون بكميات كبيرة؛ ما يؤدي إلى إزالة الاستقطاب واستمرار اندفاعها يؤدي إلى الوصول إلى فرق جهد mV +30 تقريبا (طور الارتفاع) فتغلق هذه القنوات .

3 - بعد أن تغلق قنوات أيونات الصوديوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي تفتح قنوات أيونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي فتتدفق ايونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون؛ ما يؤدي إلى إعادة الاستقطاب فيصبح الداخل سالب مقارنة بالخارج وتبقى هذه القنوات مفتوحة، فيستمر تدفق أيونات البوتاسيوم إلى الخارج حتى تصل إلى فرق جهد mV -90 وهو ما يعرف بزيادة الاستقطاب

4 - تسهم كل من قنوات التسرب ومضخة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في إعادة تكوين جهد الراحة.



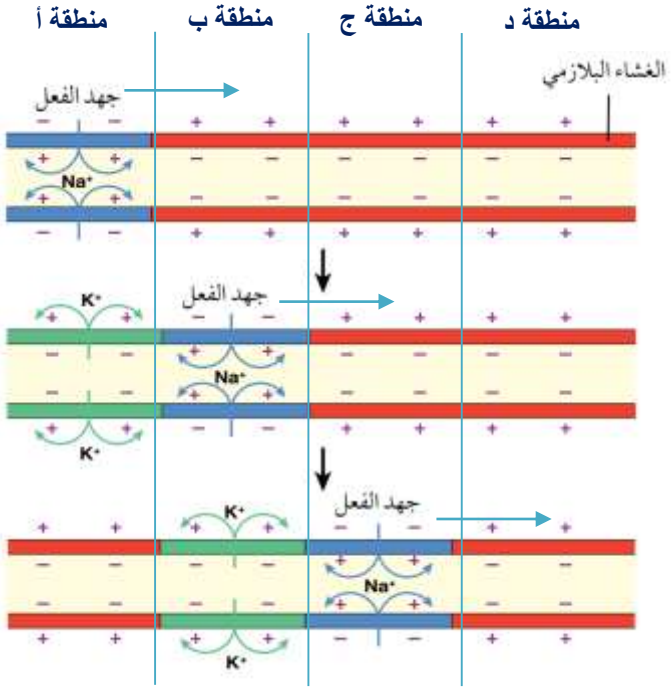
وجه المقارنة	جهد الراحة	إزالة الاستقطاب وطور الارتفاع		إعادة الاستقطاب	زيادة الاستقطاب
مقدار فرق الجهد	-70 mV	(-70 - -55) mV إزالة الاستقطاب تحت العتبة	(-55 - +30) mV إزالة الاستقطاب فوق العتبة (طور الارتفاع)	(+30 - -70) mV	(-70 - -90) mV
سبب الحدوث	1 – مضخة ايونات صوديوم بوتاسيوم تضخ 3Na+ للخارج مقابل 2k+ للداخل 2 – عدد قنوات تسرب +k نحو الخارج اكبر من عدد قنوات تسرب +Na نحو الداخل	وصول منبه مناسب ما يسبب زيادة نفاذية غشاء العصبون +Na ودخولها عبر قنوات التسرب حتى يصل فرق الجهد الى -55 mV (جهد العتبة) وعندها تفتح قنوات +Na الحساسة لفرق الجهد	اندفاع +Na الى داخل العصبون نتيجة فتح معظم قنوات +Na الحساسة لفرق الجهد حتى يصل فرق الجهد الى +30 mV وعندها تغلق قنوات +Na الحساسة لفرق الجهد	تغلق معظم قنوات +Na وعندها تفتح قنوات +k الحساسة لفرق الجهد وتتدفق +k الى خارج العصبون فيعود داخل العصبون سالب مقارنة بخارجه	تبقى بعض قنوات +k الحساسة لفرق الجهد مفتوحة فيستمر تدفق +k نحو الخارج حتى يصل فرق الجهد الى -90 mV وعندها تغلق هذه القنوات ليعود الغشاء الى حالة الراحة بحيث تكون قنوات +Na وقنوات +k الحساسة لفرق الجهد مغلقة

ملاحظة : يتكون جهد الفعل عندما يصل الغشاء الى جهد العتبة (-55mV) ويشمل المراحل :
1- ازالة الاستقطاب فوق جهد العتبة وطور الارتفاع 2 - اعادة الاستقطاب وزيادة الاستقطاب

ملاحظة : استمرار ازالة الاستقطاب يؤدي الى الوصول لطور الارتفاع وحدوث اعادة الاستقطاب يحدث بعدها الوصول لزيادة الاستقطاب بسبب بقاء بعض قنوات +k الحساسة لفرق الجهد مفتوحة وعند ذلك تغلق قنوات +k الحساسة لفرق الجهد وتصبح هي وقنوات +Na الحساسة لفرق الجهد مغلقة فيعود الغشاء الى حالة الراحة

ملاحظة : عند تغير فرق الجهد بعد وصول منبه مناسب تزداد نفاذية الغشاء لايونات الصوديوم عبر قنوات التسرب وثم عبر القنوات الحساسة لفرق الجهد فتحدث حالة ازالة الاستقطاب مروراً بجهد العتبة ومع استمرار تدفق ايونات الصوديوم الى داخل العصبون عبر القنوات الحساسة لفرق الجهد فيحدث طور الارتفاع الذي يصل الى +30 mV بسبب فتح معظم قنوات +Na الحساسة لفرق الجهد

انتقال السيال العصبي على طول المحور :

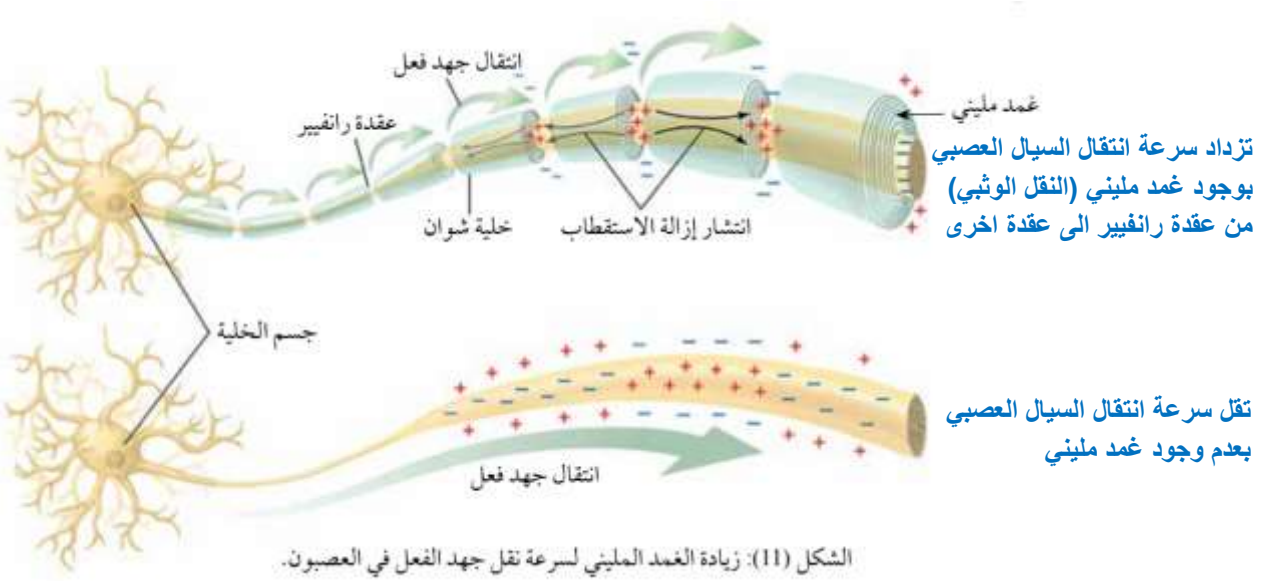


1 - يتكون جهد فعل في منطقة ما (منطقة أ) نتيجة وصول منبه مناسب .
2 - يؤدي ذلك الى حدوث ازالة استقطاب في المنطقة المجاورة من الغشاء (منطقة ب) ليصل الى جهد العتبة وتعود (المنطقة أ) الى اعادة استقطاب.
3 - حدوث جهد فعل جديد (ازالة استقطاب) في المنطقة ج كما حدث في المنطقة ب وعودة المنطقة ب الى اعادة الاستقطاب.
4 - تعود المنطقة أ الى حالة الراحة بعد فترة الجموح ويتكرر ما سبق على طول محور العصبون حتى نهايته.

فترة الجموح المطلق : الفترة الزمنية التي تلي مراحل جهد الفعل وتكون فيها قنوات أيونات الصوديوم الحساسة الفرق الجهد الكهربائي غير فاعلة، وخلالها يتعذر البدء بجهد فعل آخر جديد وتكمن اهميتها بانتقال جهد الفعل (السيال العصبي) على طول محور العصبون باتجاه واحد فقط .

العوامل المؤثرة في سرعة انتقال السيال العصبي على طول محور العصبون :

1 - **قطر محور العصبون :** كلما زاد قطر المحور زادت سرعة انتقال السيال العصبي (جهد الفعل).
2 - **وجود الغمد المليني :** تزداد سرعة انتقال السيال العصبي بوجود الغمد المليني اكثر من عدم وجوده وذلك لان انتقاله بوجود الغمد المليني يكون من عقدة رانفيير الى عقدة اخرى مجاورة بعملية تسمى النقل الوثبي.
3 - **سمك الغمد المليني :** تزداد سرعة انتقال السيال العصبي (جهد الفعل) كلما زاد سمك الغمد المليني.



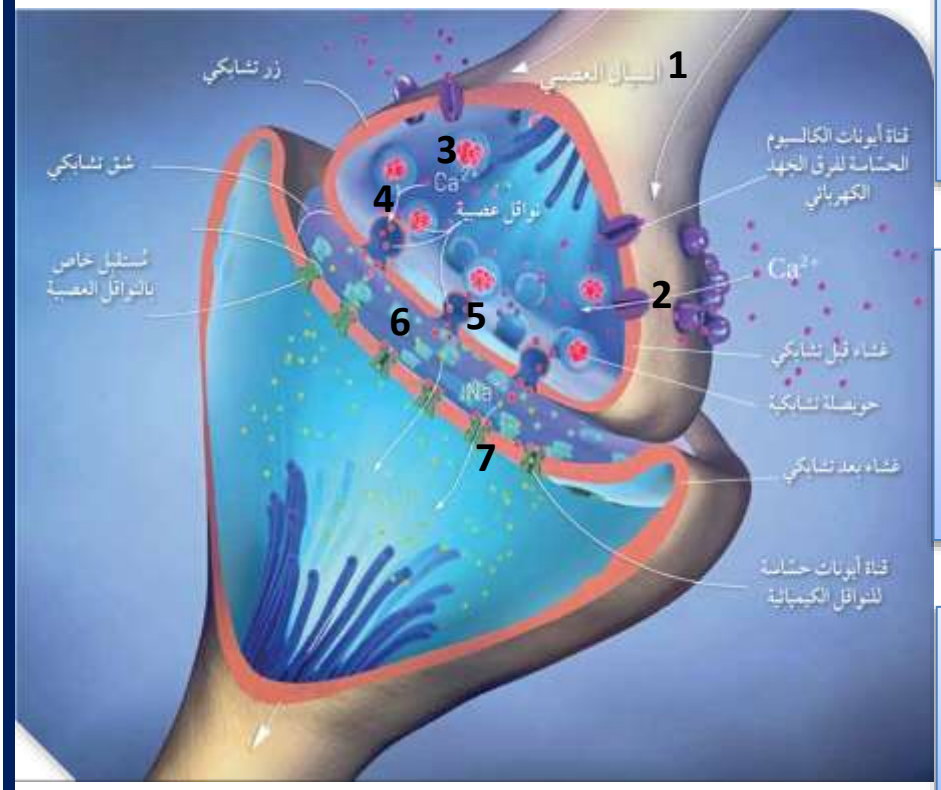
الشكل (11): زيادة الغمد المليني لسرعة نقل جهد الفعل في العصبون.

انتقال السيال العصبي عبر التشابك العصبي :

- **التشابك العصبي :** هي منطقة **التقاء** عصبون باخر
(نهايات عصبية لعصبون قبل تشابكي مع زوائد شجرية لعصبون بعد تشابكي).
تبدأ الخلية العصبية بالتفرع عند الطرف النهائي للمحور، مكونة نهايات المحور وحين يلتقي عصبون بآخر ينشأ في مكان التقاء الخليتين ما يعرف بالتشابك العصبي .

- **الشق التشابكي :** **المسافة** (الفراغ) التي تفصل بين الخليتين

- تحتوي نهايات المحور على أزرار تشابكية فيها حويصلات تشابكية تحوي مواد كيميائية تسمى **النواقل العصبية** مثل **الأستيل كولين.**



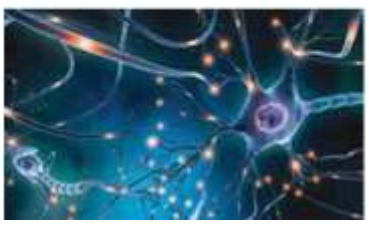
1- وصول السيال العصبي إلى الزر التشابكي يؤدي إلى فتح قنوات أيونات الكالسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
2- فتدخل أيونات الكالسيوم داخل الزر التشابكي

3- ارتباط أيونات الكالسيوم بالحويصلات التشابكية يؤدي إلى
4- اندفاع الحويصلات نحو الغشاء قبل التشابكي
5- فتندمج فيه ويتحرر الناقل العصبي، ليخرج إلى الشق التشابكي

6- ارتباط الناقل العصبي بمستقبلات خاصة في غشاء العصبون بعد التشابكي يؤدي إلى
7- دخول أيونات الصوديوم، ثم انتقال جهد الفعل.

الربط بالصحة

تُسبب المخدرات أضرارًا جسيمة بصحة الجسم، فهي تُؤثّر سلبًا على الجهاز العصبي، وتُسبّب اضطرابات في وظائف الدماغ، مثل الهلوسة واضطرابات التفكير.



الربط بالطب والتكنولوجيا

التخطيط الكهربائي للدماغ Electroencephalogram (EEG)

هو اختبار طبي يُظهر النشاط الكهربائي في الدماغ، ويُستعمَل غالبًا للكشف عن النوبات، أو التشنُّجات، أو غير ذلك من نشاط غير طبيعي للدماغ. يبدأ الاختبار بتوصيل عدد من الأقطاب الكهربائية بفروة الرأس، فتعمل هذه الأقطاب على استشعار ما يصدر عن خلايا الدماغ العصبية من أمواج كهربائية، وتدوينها.

بعض مشكلات الجهاز العصبي :

وجه المقارنة	مرض الزهايمر	الشلل الدماغي
الوصف	اضطراب عصبي يحدث بسبب خلل في وظيفة بعض البروتينات في الدماغ، مما يؤدي إلى تلف الخلايا العصبية وانقطاع الاتصال بينها، ومن ثم موتها تدريجيا	اضطراب عصبي ناتج عن تلف أجزاء معينة من الدماغ أثناء نمو الجنين، وقد يحدث هذا التلف قبل الولادة أو أثناءها أو في مرحلة الطفولة المبكرة.
السبب	التقدم في العمر	عدوى فيروسية أو نقص الأكسجين أثناء الولادة
الاعراض	فقدان الذاكرة والنسيان، وصعوبة في التركيز والتفكير والاستيعاب	عدم التوازن في الأطراف، وصعوبة التحكم في الحركات ومشكلات في النطق
الوقاية والعلاج	اتباع نظام غذائي متوازن وصحي غني بالفواكه والخضروات، وممارسة التمارين الرياضية بانتظام، والإقلاع عن التدخين للمحافظة على صحة الدماغ والجهاز العصبي	يمكن التخفيف من أعراضه وتحسين طبيعة حياة الشخص المصاب باستخدام بعض أنواع الأدوية، والخضوع لجلسات العلاج الطبيعي لتعزيز الحركة والتوازن

ملاحظة : يكشف فحص ادمغة الافراد الذين يتوفون وكانوا مصابين بمرض الزهايمر وجود تشابكات ليفية عصبية في انسجة المخ تحيط بتجمعات صلبة وغير طبيعية من البروتين تتشكل هذه التجمعات في الفراغات بين الخلايا العصبية مما يعيق التواصل بينها ويؤدي الى موتها بمرور الوقت

استنتاج : نجد من خلال دراستنا وجود قنوات ومضخات مختلفة في غشاء العصبون وهي :

1 - قنوات التسرب : مثل قنوات تسرب ايونات الصوديوم وقنوات تسرب ايونات البوتاسيوم والتي تنقل الايونات من الوسط الاعلى تركيز الى الوسط الاقل تركيز والتي تسبب تكون جهد الراحة

2 - قنوات حساسة لفرق الجهد الكهربائي : مثل قنوات ايونات الصوديوم وقنوات ايونات البوتاسيوم والتي تسبب حدوث جهد الفعل وقنوات ايونات الكالسيوم الحساسة لفرق الجهد في غشاء الزر التشابكي (غشاء قبل التشابكي) والتي تسبب بدخول ايونات الكالسيوم الى الزر التشابكي وارتباطها بالحويصلات التشابكية واندفاع الحويصلات نحو الغشاء قبل التشابكي.

3 - قنوات حساسة للنواقل الكيميائية : والموجودة في الغشاء بعد التشابكي والتي تستقبل النواقل الكيميائية التي ترتبط بالمستقبلات على هذه القنوات وتؤدي الى فتح هذه القنوات ودخول ايونات الصوديوم الى العصبون بعد التشابكي وانتقال جهد الفعل من عصبون الى اخر

4 - مضخة ايونات الصوديوم بوتاسيوم : والتي تضخ 3 ايونات صوديوم الى خارج العصبون مقابل ايونيّ بوتاسيوم الى داخل العصبون والتي تسبب تكون جهد الراحة .