

## تجربة استهلاكية

### كيف تنتقل المعلومات في الجهاز العصبي؟

يتعرض الجسم للأصوات، والروائح، والمناظر، والمذاقات، والتواصل الجسمي باستمرار، ويحس الجهاز العصبي بهذه المنبهات، ويفسرها، ويستجيب لها، ويتفاعل معها بطرائق تمكن الإنسان من البقاء على قيد الحياة. وستقوم في هذه التجربة بعمل نموذج لعمليات التواصل.

### خطوات العمل

1. حدد لكل طالب في المجموعة المكونة من أربعة طلاب واحداً من الأدوار الآتية: المستكشف، الناقل، المفسر، المنفذ.
2. نفذ جلسة عصف ذهني لحالات لمس جسم ساخن، حيث تستقبل الحواس المعلومات، ثم تستجيب لها.
3. اعمل نموذجاً لحالة واحدة، على أن يصف المستكشف ما يحس به للناقل، الذي يمرر المعلومات إلى المفسر، الذي يقرر بدوره استجابة الجسم. ثم يمرر الناقل بعدئذ الاستجابة إلى المنفذ ليقوم بها.
4. كرر الخطوة 3 مع ثلاث حالات أخرى مختلفة.

### التحليل

فسّر ما العوامل التي تجعل الحالات التي قمت بعمل نماذج لها تختلف في سرعة الاستجابة؟

إن الوضع الذي نستشعره وندرك خطورته أو الذي يسبب ألماً ينتج عنه استجابة أسرع للجهاز العصبي

تأثير العقاقير اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على فهم الآثار الإيجابية والسلبية للعقاقير.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1، اطو ورقة أفقياً لتكون ثلاثة أجزاء طولية كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2، افصح الورقة المطوية أفقياً، واطوها من الطرف العلوي بمقدار 5 cm.



الخطوة 3، ارسم خطاً ليكون ثلاثة أعمدة، وعنونها كما في الشكل الآتي:



المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 3-5. في أثناء دراستك لهذا القسم سجل في العمود المناسب ما تتعلمه عن كيفية إحداث العقاقير تغييرات في الجهاز العصبي.

العمود أ: يزيد سرعة تكوين النواقل العصبية (المواد العصبية الناقلة).

العمود ب: يمنع الناقل العصبي من مغادرة التشابك العصبي.

العمود ج: يمنع النشاط الطبيعي لمحاكاة تركيبها مع المواد الكيميائية الأخرى.

## الأهداف

تحدد الأجزاء الرئيسة للخلية العصبية، وتصف وظيفة كل منها.

تفسر كيف يشبه السيل العصبي الإشارة الكهربائية، وكيف ينتقل على طول الخلية العصبية.

## مراجعة المفردات

الانتشار Diffusion: حركة عشوائية للجسيمات تنتقل خلالها من الوسط الأكثر تركيزاً إلى الأقل تركيزاً ليصبح التوزيع متساوياً.

## المفردات الجديدة

الخلية العصبية  
الزوائد الشجرية  
جسم الخلية  
محور الخلية العصبية  
رد الفعل المنعكس  
جهد الفعل  
عتبة التنبيه  
العقدة  
التشابك العصبي  
النواقل العصبية

# تركيب الجهاز العصبي Structure of the Nervous System

**الفكرة الرئيسية** توصل الخلايا العصبية السيات العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.

**الرّبط مع الحياة** لعلك استيقظت يومًا لصلاة الفجر، وفي طريقك إلى الوضوء اصطدمت إصبع قدمك بزاوية السرير، وقد عرفت مباشرة ما حدث. فهل أحسست بالألم خلال ثانية، أم أقل من ذلك؟ كيف وصلت هذه الرسالة إلى دماغك بسرعة كبيرة؟

## الخلايا العصبية Neurons

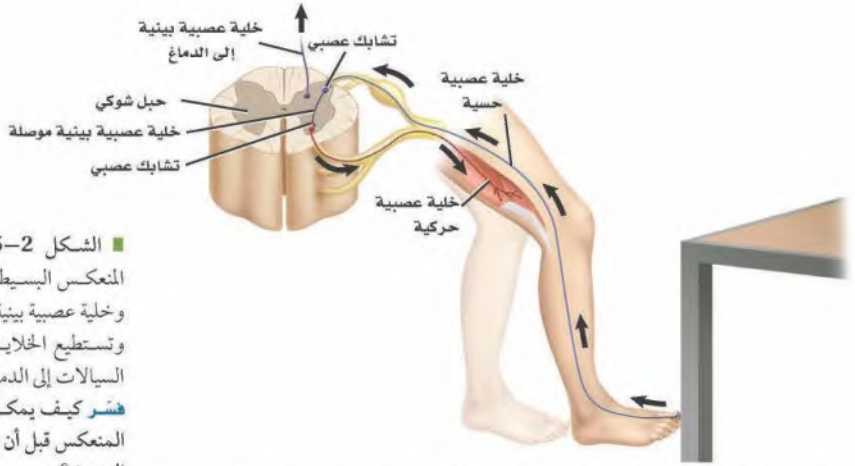
للكهرباء والكيمياء دور في إيصال الرسالة المتعلقة بارتطام إصبع القدم بالسرير إلى الدماغ. **والخلايا العصبية neurons** خلايا متخصصة أبدعها الخالق جل وعلا لكي تساعد على جمع المعلومات عن البيئة من حولنا، وتفسيرها، والاستجابة لها. وتكوّن الخلايا العصبية شبكة اتصالات في الجسم، تسمى الجهاز العصبي. وسوف تتعلم المزيد عن كيفية عمل شبكة الاتصالات هذه كهربائيًا وكيميائيًا لاحقًا في هذا الفصل.

يبين الشكل 5-1 أن الخلية العصبية تتكوّن من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: **الزوائد الشجرية dendrites**، **وجسم الخلية cell body**، و**المحور axon**. وتستقبل الزوائد الشجرية إشارات تُسمى السيات من الخلايا العصبية. وتحوي الخلية العصبية أكثر من مجموعة من الزوائد الشجرية، ويحوي جسم الخلية العصبية النواة والكثير من العضيات. أما المحور فينقل السيات العصبية من جسم الخلية إلى خلايا عصبية أخرى وإلى العضلات والغدد.

✓ **ماذا قرأت؟** اربط بين الشجيرات العصبية والمحاور وأجسام الخلايا العصبية.

تتكوّن الخلايا العصبية من الزوائد الشجرية والمحور الأسطواني، وأجسام الخلايا؛ فستقبل الزوائد الشجرية السيات العصبية من الخلايا العصبية الأخرى وتنقلها إلى جسم الخلية؛ بينما يجمل المحور الأسطواني السيات العصبية من جسم الخلية إلى جسم خلية عصبية أخرى

■ الشكل 5-1 هناك ثلاثة للخلية العصبية، هي: الزوائد وجسم الخلية، والمحور. والمنظمة وبالغة التخصص وتكملة.



■ الشكل 2-5 يتضمن رد الفعل المنعكس البسيط خلية عصبية حسية، و خلية عصبية بيتية، و خلية عصبية حركية. وتستطيع الخلايا العصبية البيتية نقل السيالات إلى الدماغ. **فسر** كيف يمكن أن يكتمل رد الفعل المنعكس قبل أن يتمكن الدماغ من تفسير الحدث؟

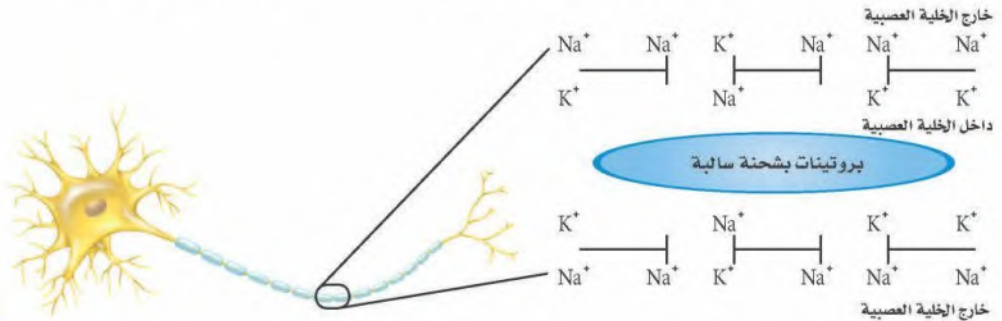
يصل السيل العصبي إلى الحبل العصبي، الذي يرسل بدوره سيالاً عصبياً للخلايا العصبية الحركية لتحدث الاستجابة

هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية: الخلية العصبية البيتية (الموصلة)، والخلية العصبية الحركية. ترسل الخلية البيتية إشارات من المستقبلات الموجودة في الجلد وأعضاء الجسم إلى الشوكي. وترسل الخلية العصبية الحسية إشارة إلى الشوكي الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي. كما تنقل الخلايا البيتية إشارات بين الخلايا العصبية الحركية، ثم إلى الغدد والعضلات، بعيداً عن الشوكي؛ لتتم الاستجابة لها. ارجع إلى الشكل 2-5 لتتبع مسار السيل العصبي لرد فعل منعكس لا إرادي بسيط. وتكمل هذه السيالات العصبية ما يسمى **رد الفعل المنعكس** reflex arc؛ وهو مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وأخرى بيتية، وثالثة حركية. لاحظ عدم اشتراك الدماغ في رد الفعل المنعكس هذا. ويعد رد الفعل المنعكس توكيلاً رئيساً في الجهاز العصبي.

## السيال العصبي Nerve impulse

■ الشكل 3-5 توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ووجود جزيئات بروتين سالبة الشحنة في السيتوبلازم - يبقى داخل الخلية مشحوناً بشحنة سالبة أكثر من خارجها عندما تكون الخلية في وقت الراحة.

الربط الفيزياء السيل العصبي شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية. وينتج السيل عن مثير كاللمس، أو عن صوت كصوت المؤذن للصلاة. **خلية عصبية وقت الراحة Neuron at rest** يبين الشكل 3-5 خلية عصبية وقت الراحة - لا توصل السيل العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم ( $Na^+$ )





خارج الخلية أكثر مما في داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسيوم ( $K^+$ ) حيث توجد أيونات بوتاسيوم داخل الخلية أكثر مما في خارجها.

وتعتبر الأيونات غير الغشاء البلازمي من الوسط الأكثر تركيزاً إلى الوسط الأقل تركيزاً، وتغرق البروتينات في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وتسمى هذه البروتينات مضخة الصوديوم والبوتاسيوم إذ تنقل أيونات الصوديوم خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم داخلها بالنقل النشط.

ويقال كل أيون من البوتاسيوم يُمكن أن يدخل الخلية العصبية فيخ ثلاثه أيونات صوديوم إلى خارجها، مما يؤدي إلى عدم التوازن في توزيع أيونات البوتاسيوم الموجبة فينشط عند شعنة موجبة خارج الخلية العصبية، وشحنة سالبة للبيوتياز داخل الخلية العصبية.

**جهد الفعل Action potential** جهد الفعل اسم آخر للتيار العصبي، وتسمى أقل شدة للجهد لتسبب إقناع جهد الفعل عتبة العتبة threshold، ولا يؤكّد الجهد الأقوى بالضرورة جهد فعل أقوى، ويوصف بعمل "جهد الفعل بقانون" الكل أو العدم" ويعني ذلك أن يكون التيار العصبي قوياً لدرجة تكفي لينشط عبر البوصلة أو لا يكون كذلك.

وعندما يصل الجهد إلى عتبة العتبة تنفتح قنوات في الغشاء البلازمي، فتدخل أيونات الصوديوم سريعاً داخل الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاساً مؤقتاً للشحنات الكهربائية، ويصبح داخل الخلية مشحوناً بشحنة موجبة، مما يسبب بفتح القنوات أخرى لتدخل أيونات البوتاسيوم عبر هذه القنوات، فيصبح خارج الخلية ذا شحنة كهربائية سالبة. وبين الشكل 4-5 أن هذا التغير في الشحنات يتقل على شكل موجات على طول محور محور الخلية العصبية.

المظهرات

الاستعمال الطبي مقابل

الاستعمال الطبي

قناة Channel

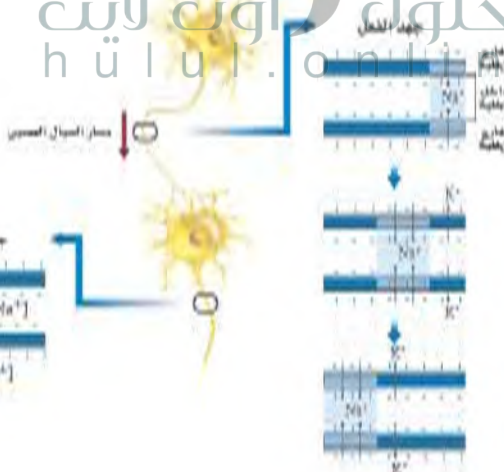
الاستعمال الطبي، يسمي تدفق من الجزيئات المتحركة على شكل أيونات وجزيئات.

يتم السيل العصبي عبر الخلية العصبية عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي.

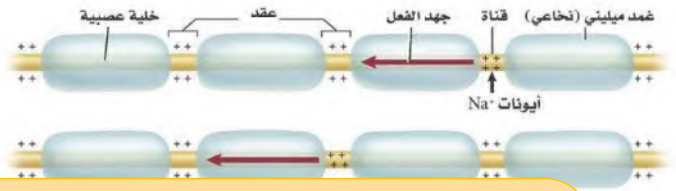
الاستعمال الطبي، الجزء العميق من النهر أو القناة.

تتم السيل الكبيرة عبر قناة السويس، ....

الحلول  
hulul.online



الشكل 4-5: تغير جهد الفعل عندما يمر على طول المحور من البدن إلى اليسار. ولا يجب أن يحدث لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم تركيزاً يغير هذا الشحنات الكهربائية داخل الخلية العصبية وخارجها.



الشكل 5-5 سيال عصبى ينتقل عقدة إلى أخرى عبر المحور الميليني.  
فسر ماذا يحدث عند العقدة عندما ينتقل سيال عصبي عبر ميليني؟

لا تستطيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغلاف الميليني؛ ولكن تستطيع أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقدة، وهذا ما يسمح لجهد الفعل بأن يقفز من عقدة إلى أخرى، مما يزيد من سرعة السيل عندما ينتقل على امتداد الخلية العصبية الحركية

سرعة ج  
فالعديد م  
وهي تشك  
العديد من  
لا تستطيع  
تستطيع أن

### تجربة استقصائية

مراجعة: بناءً على ما قرأته عن السيل العصبي، وفي ضوء ما قرأته عن جهد الفعل، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

بالانتقال الوتبي من عقدة إلى أخرى، مما يساعد على زيادة سرعة نقل السيل العصبي على طول المحور. ويحوي جسم الإنسان خلايا عصبية ميلينية وأخرى غير ميلينية. فالخلايا العصبية الميلينية خلقها الله تعالى لتقلل السيل العصبي المتعلق بالألم الحاد. أما الخلية العصبية غير الميلينية فتقلل السيل العصبي المتعلق بالألم الخفيف النابض. إذ ينتقل جهد الفعل في الخلية العصبية غير الميلينية أبطأ مما هو عليه في الخلية العصبية الميلينية. ثرى، أي نوع من الخلايا العصبية كان له دور في نقل الإشارة العصبية عندما ارتطم إصبع قدمك بحافة السرير؟  
✓ ماذا قرأت؟ وضع العلاقة بين عتبة التنبيه وجهد الفعل.

الحد الأدنى من الطاقة الذي يتطلبه بدء جهد الفعل هو عتبة التنبيه، فعندما تصل شدة المنبه إلى عتبة التنبيه يبدأ جهد الفعل

### استقصاء رد الفعل المنعكس لرمش العين

- يقف الشخص الثالث على بعد 1m من حاجز، ويقذف كرة التنس بلطف لترطم بالحاجز.
- كرر الخطوة 3، وسجل استجابة الشخص بعد كل محاولة.
- قم بعصف ذهني للمتغيرات التي تؤثر في استجابة الشخص. وتوقع تأثير كل رد فعل منعكس لرمش العين.

#### التحليل

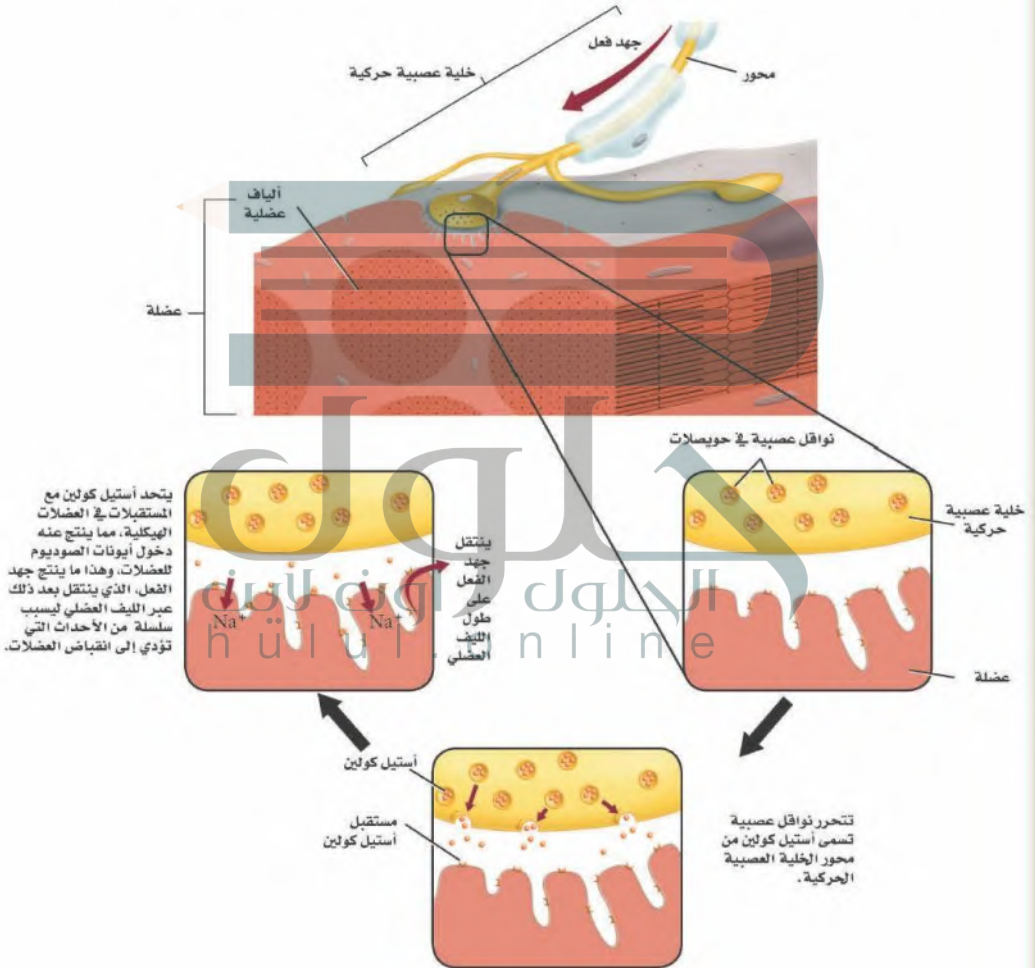
فسر البيانات هل أدرك الطالب الأول (المتطوع) المنبهات في كل محاولة بالطريقة نفسها؟ فسّر إجابتك.

#### خطوات العمل

- املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
- شكّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. الأول يتطوع ويجلس خلف حاجز من قطعة الأكرليك مساحتها  $1m^2$ ، والثاني يراقب استجابات الأول ويسجلها.

يترك للطلاب

■ الشكل 5-6 يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفز إشارة من الدماغ تكوين جهد فعل في خلية عصبية حركية، فينتقل جهد الفعل هذا على طول الخلية العصبية الحركية، مما يؤدي إلى تحرير مواد النواقل العصبية لتعطي إشارة للألياف العضلية لتتقبض.





ج ١: يُعد كل من الإنترنت والجهاز العصبي شبكة ضخمة تستعمل المعلومات واستقائها ويستعمل الإنترنت الحاسوب وخطوط البيانات للتواصل. أما الجهاز العصبي فيستعمل الخلايا العصبية والنواقل العصبية للتواصل

ج ٢: تنتقل الأيونات بشكل طبيعي من المناطق الأكثر تركيزاً إلى المناطق الأقل تركيزاً، وما يحدث عبر غشاء الخلية العصبية هو عكس ذلك، إذ تحتاج الأيونات إلى العلاقة حتى تتجمع في جانب واحد من الغشاء الخلوي

ج ٣: لا، إذا لم ترسل الخلية العصبية الحسية السعال العصبي إلى الدماغ فلن

يشعر الشخص بالألم أو الحرق

$$\text{ج ٤: } 0,914 \text{ متر} \div 107 \text{ متر} = 0,0085 \text{ ثا}$$

العصبي لا تبقى هناك طويلاً؛ إذ يعتمد ذلك على نوع المادة العصبية النافذة؛ فبعضها قد ينتشر سريعاً بعيداً عن التشابك، أو يحلّ محلّها إنزيم. ومن الجدير بالذكر أن بعض النواقل العصبية المتحللة يُعاد تدويرها وتستخدم ثانية. وبين الشكل 7-5 أن خلية عصبية واحدة يمكن أن تشابك مع خلايا عصبية عديدة أخرى.

## التقويم 1-5

### الخلاصة

- هناك ثلاثة أجزاء رئيسية للخلية العصبية.
- هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية.
- السعال العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل.
- تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وشحنات كهربائية لنقل السعال العصبي.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسة: قارن كيف يشبه الجهاز العصبي الإنترنت من حيث كونه شبكة اتصالات؟
2. استنتج لماذا تعدّ الطاقة ضرورية لعكس اتجاه انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية؟
3. وضع إذا كانت الأعصاب الحسية في القدم اليمنى لشخص لا تعمل قط، فهل يشعر بالألم إذا تعرضت قدمه لحروق شديدة؟

### التفكير الناقد

4. الرياضيات في علم الأحياء: يمتد العصب الوركي من أسفل الجبل الشوكي إلى القدم. إذا كان طول هذا العصب عند شخص 0.914 m، وسرعة جهد الفعل 107 m/s، فما المدة الزمنية التي يستغرقها السعال العصبي لينتقل على طول هذا العصب كاملاً؟
5. خطط لتجربة يمكن أن يجربها مختص في علم الأعصاب لثبث أن جهد الفعل ينتقل عبر محور ميليني لخلية عصبية أسرع منه ع

يترك للطالب