

## • تركيب الخلية العصبية

• تتركب الخلية العصبية من ثلاثة أجزاء رئيسة هي: جسم الخلية وتوجد فيها نواة الخلية العصبية وجميع العضيات ،

الزوائد الشجيرية وهي امتدادات خلوية مغطاة بأغشية تمتد من جسم الخلية في اتجاهات مختلفة

### ما وظيفة الزوائد الشجيرية؟

المحور وهو عادة امتداد خلوي طويل مغلف بغشاء ، وينقل السيالات بعيدا عن جسم الخلية على شكل سيالات كهربائية تسمى جهد الفعل. ينتهي طرف المحور بتفرعات تسمى

النهايات العصبية، وقد تتواصل هذه النهايات مع خلية عصبية أخرى أو مع خلايا مستجيبة كالخلية العضلية أو الخلية الغدية.

خروج

## أنواع الخلايا العصبية

حركية

تنقل السيال العصبي من  
الجهاز العصبي المركزي  
إلى عضو الاستجابة

بينية

تصل بين خلية عصبية  
حسية و أخرى حركية

حسية

تنقل السيال  
العصبي من أعضاء  
الحس إلى الجهاز  
العصبي المركزي



تتبع مسار السيال العصبي لانعكاس لا إرادي بسيط. يكمل السيال العصبي ما يسمى بالقوس الانعكاسي.

**والقوس الانعكاسي** هو مسار عصبي يتكوّن من خلية عصبية حسية وأخرى بينية وثالثة حركية. يُعدّ القوس الانعكاسي تركيبًا أساسيًا في الجهاز العصبي.

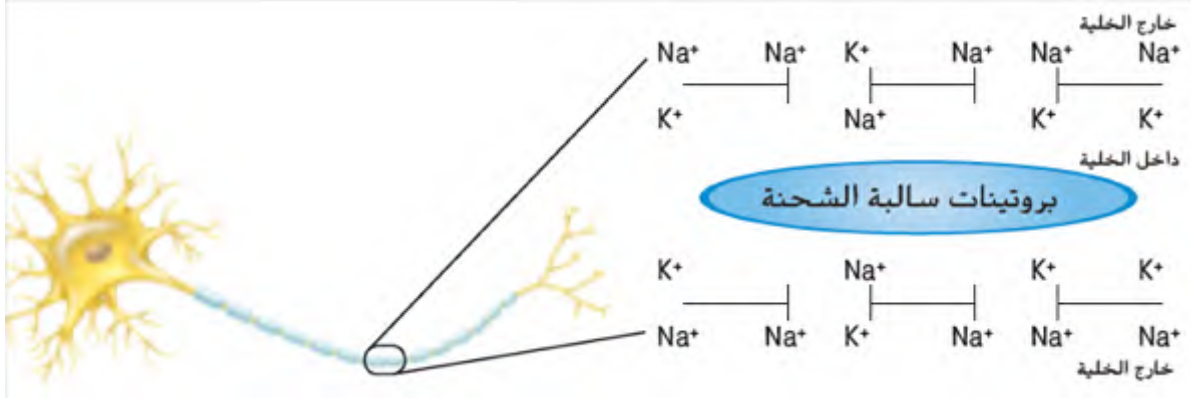
# السيال العصبي

يختلف داخل المحور عن خارجه في الشحنة و هذا ما يسمى **جهد الغشاء** ينتج هذا الإختلاف بسبب انتقال الايونات (**Na+** و **K+**) عبر الغشاء الخلوي.

## ”جهد الراحة“

تكون الخلية العصبية في حالة راحة عندما لا تستقبل ولا ترسل سيالات .

وفي هذه الحالة يكون تركيز البروتينات سالبة الشحنة وأيونات **K+** موجبة الشحنة داخل الخلية أعلى مما يكون خارجها . ويكون تركيز أيونات **Na+** خارج الخلية أعلى منه في داخلها



خروج

تذكر أن الأيونات تنتشر عبر الغشاء البلازمي من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا. تعيق البروتينات الموجودة في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وتسمى هذه البروتينات **مضخة الصوديوم و البوتاسيوم**

إذ تنقل بشكل نشط أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم إلى داخلها. فمقابل كل أيونين من البوتاسيوم يُضخَّان إلى داخل الخلية العصبية، تُضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارجها.

ويؤدي ذلك إلى عدم التوازن في توزيع أيونات البوتاسيوم الموجبة، فينجم عنه شحنة موجبة خارج الخلية العصبية وشحنة سالبة للسيتوبلازم داخل الخلية العصبية.

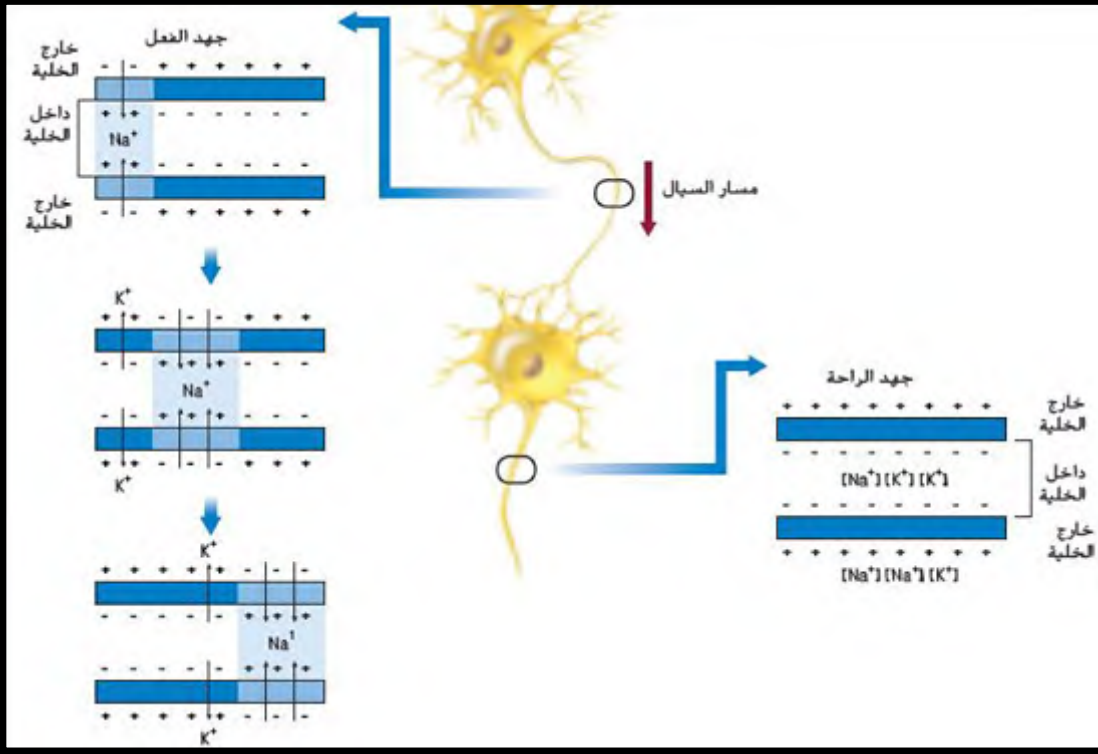
## جهد الفعل

إن جهد الفعل هو اسم آخر للسيال العصبي.

وتسمى أدنى قيمة لشدة المؤثر التي تتسبب في حدوث جهد الفعل عتبة التنبيه.  
غير أن المؤثر الأقوى لا يُؤد بالضرورة جهد فعل أقوى.

ويوصف عمل جهد الفعل بقانون (الكل أو العدم)

إذ يعني ذلك أن يكون السيال العصبي قوياً بما يكفي كي ينتقل عبر الخلية العصبية أو لا يكون قوياً بدرجة كافية.

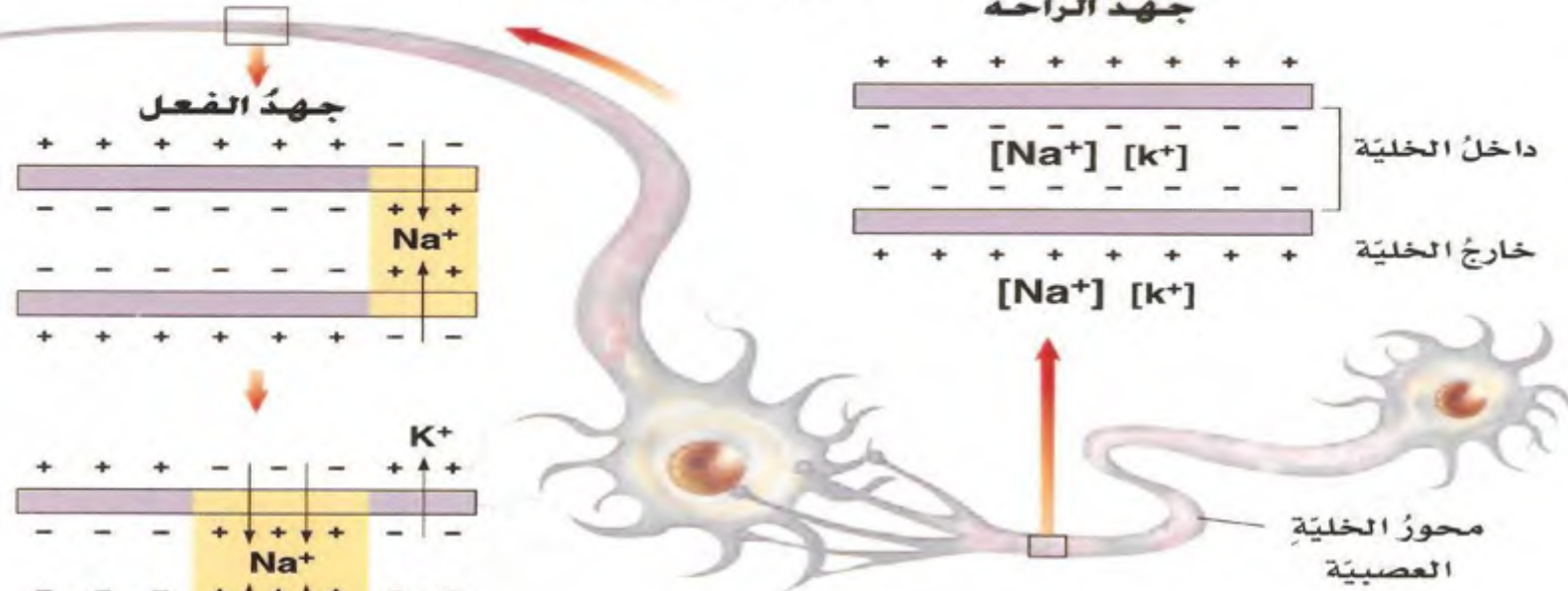


عند ما يصل المؤثر إلى عتبة التنبيه تفتح القنوات في الغشاء البلازمي ومن ثم تدخل أيونات الصوديوم سريعاً إلى الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاساً مؤقتاً للشحنات الكهربائية،

ويصبح داخل الخلية مشحوناً بشحنة موجبة، مما يتيح فتح قنوات أخرى. إضافة إلى ذلك، تنتقل أيونات البوتاسيوم إلى خارج الخلية عبر هذه القنوات، فتصبح ذات شحنة كهربائية موجبة.

## انتقال السيال العصبي :

### مسار السيال العصبي



في حالة الراحة تحافظ مضخات الصوديوم- بوتاسيوم على تركيز عالٍ لأيونات الصوديوم خارج الخلية، كما تحافظ على تركيز عالٍ لأيونات البوتاسيوم داخل الخلية، مما يولد فرقاً في الجهد يسمى جهد الراحة. وعند انتقال السيال عبر محور الخلية العصبية تندفع أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية، فتولد جهداً منعكساً يسمى جهد الفعل.

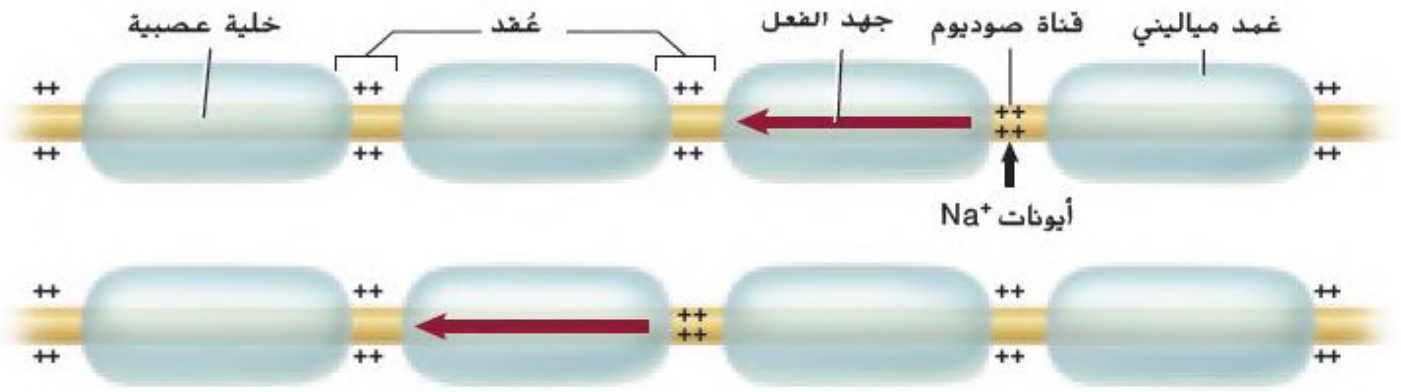
خروج

يغطي الغلاف المايليني محاور بعض الخلايا العصبية.

## ما أهمية الغلاف المايليني؟

- يعزل هذا الغلاف المحور.
- يزيد من سرعة انتقال السيال العصبي.
- يتقطع الغلاف المايليني على طول المحور عند نقاط عدة تسمى العقد.

لا تستطيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغمد المايليني لكن يمكنها أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقد. ويسمح هذا الأمر لجهد الفعل بالانتقال الوثيبي من عقدة إلى أخرى ، مما يساعد في زيادة سرعة نقل السيال العصبي على طول المحور.

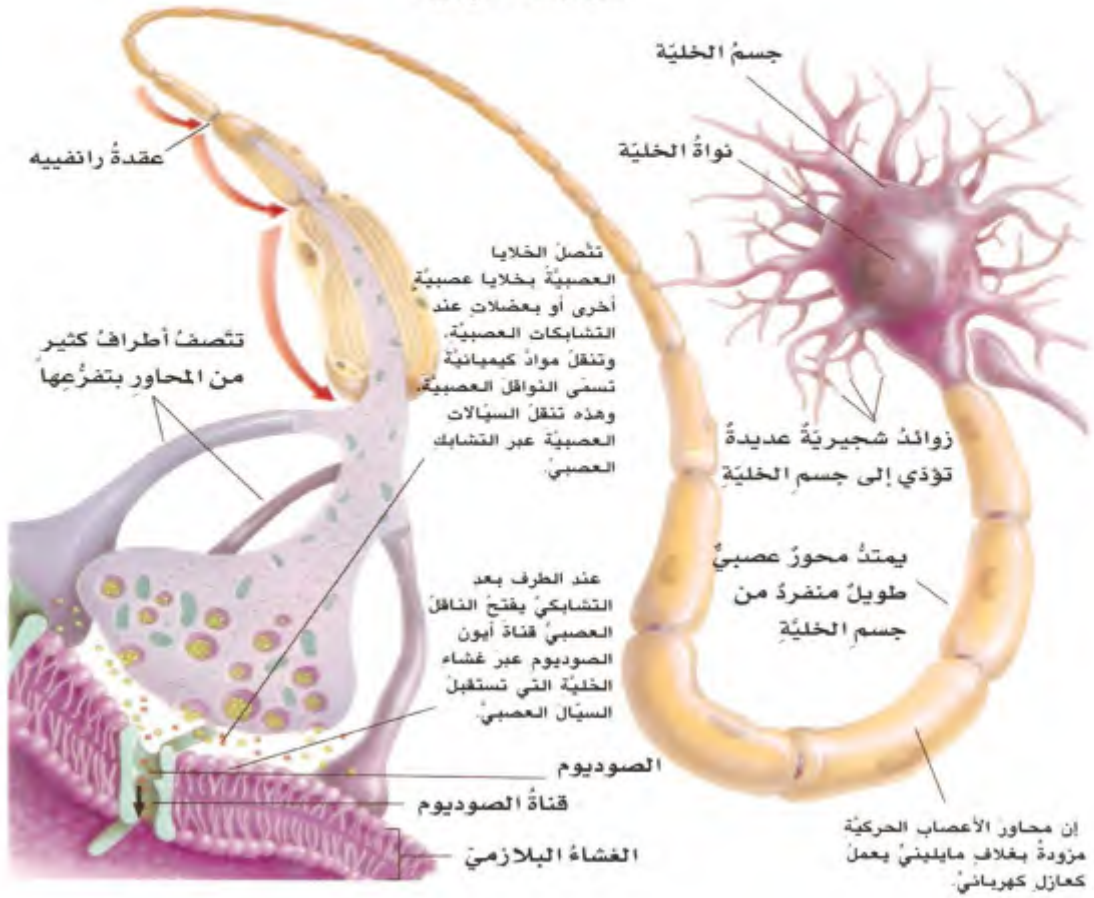


خروج

## تركيب الخلية العصبية

الأعصاب مكونة من خلايا تسمى خلايا عصبية. فالخلية العصبية الحركية، على مثال هذه الخلية، متخصصة في نقل السيالات بسرعة إلى الخلايا العضلية.

ينتقل السيال العصبي على طول الخلية العصبية عن طريق فتح القنوات الأيونية بصورة متتابعة عند عقد رانفقيه.

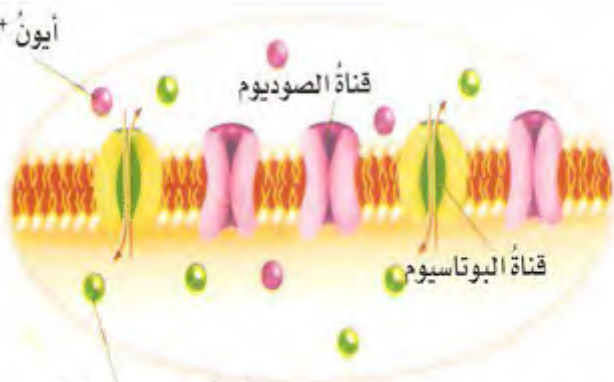


## قارن بين الخلايا العصبية المائلة و غير المائلة

| الخلايا العصبية غير المائلة | الخلايا العصبية المائلة | وجه المقارنة                 |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|
|                             |                         | وجود الغلاف المائل           |
|                             |                         | سرعة السيال العصبي           |
|                             |                         | طريقة نقل السيال             |
|                             |                         | نوع السيال العصبي الذي ينقله |

لخص الخصائص الكهربائية و الكيميائية التي يتميز بها جهد الراحة.

أيون  $Na^+$



أيون البوتاسيوم,  $k^+$

محور



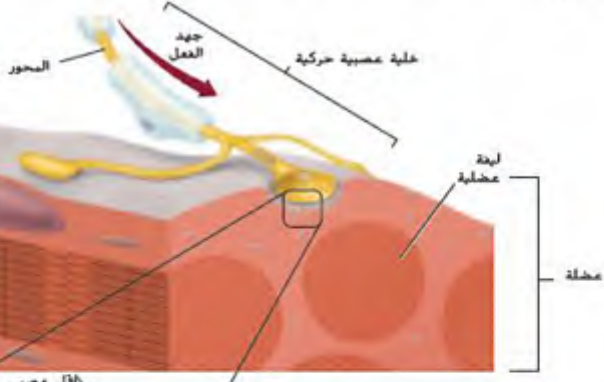
1 في حالة جهد الراحة تكون قنوات الصوديوم مغلقة، بينما تنفتح بعض قنوات البوتاسيوم.

2 خلال جهد الفعل، تُفتح قنوات الصوديوم  $Na^+$ ، فتنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل محور الخلية العصبية.

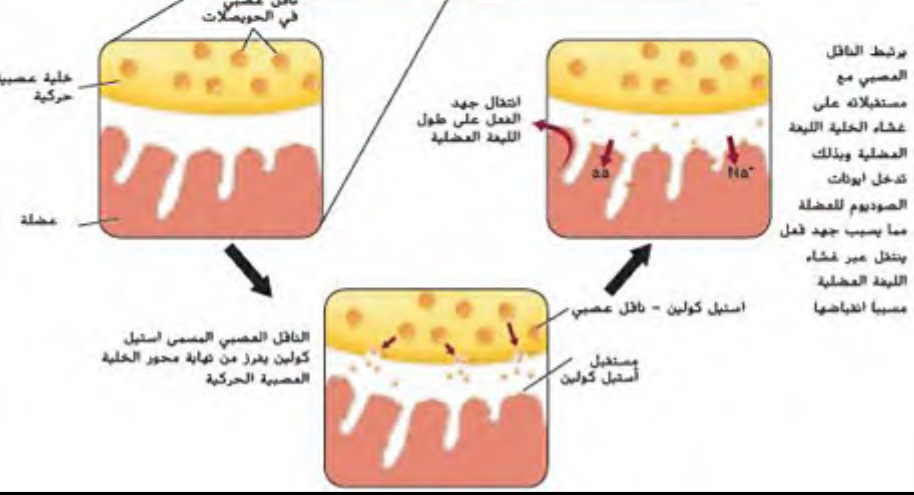
خروج

# التشابك العصبي

يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفز إشارة من الدماغ تكوّن جهد فعل في خلية عصبية حركية. فينتقل جهد الفعل الناتج على طول الخلية العصبية الحركية. مما يؤدي إلى تحرير ناقل عصبي يمطي إشارة للألياف العضلية لتنقبض.



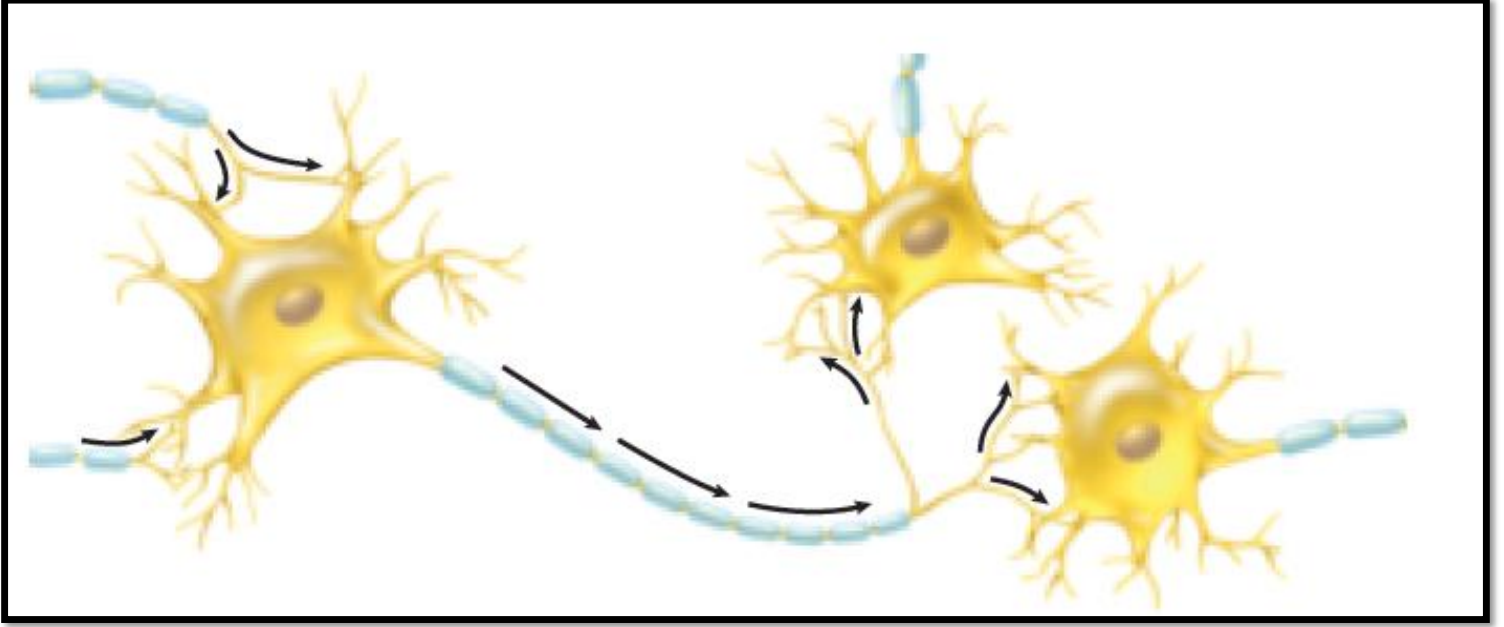
تتواصل الخلايا العصبية مع خلايا عصبية أخرى ، أو مع خلايا أخرى عند فواصل خاصة تسمى **التشابك العصبي**. لا تلامس الخلايا العصبية بعضها بعضا ، ولا تلامس خلايا أخرى . بل توجد مسافة صغيرة فاصلة بين نهاية المحور وبين الخلية المستقبلية .



خروج

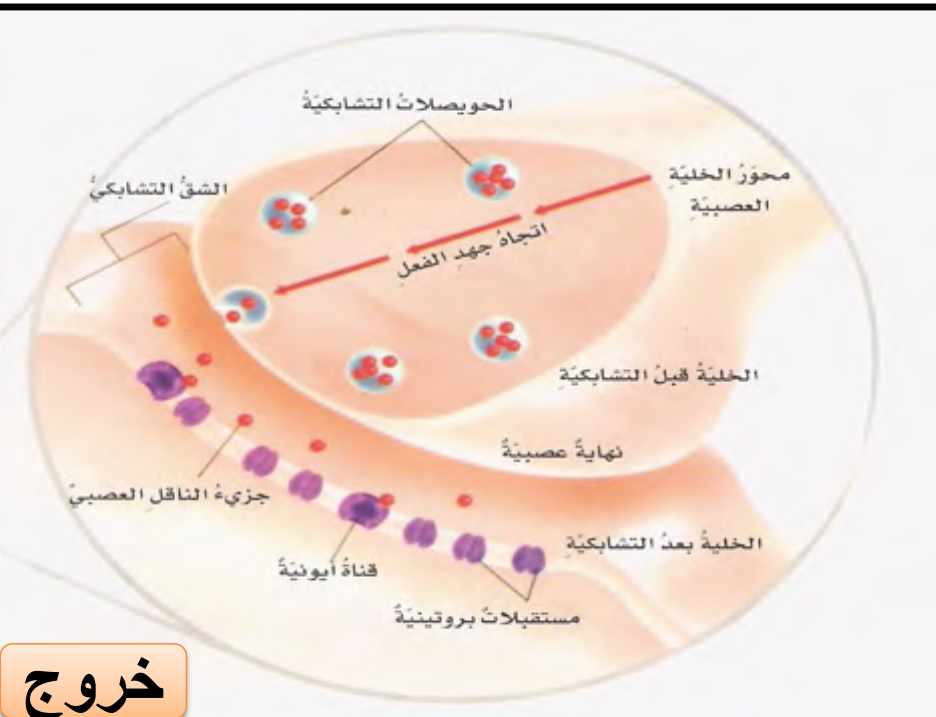
إن النشاط الكهربائي في الخلية العصبية ، يتسبب في تحرير مواد كيميائية تسمى **النواقل العصبية**، داخل الشق التشابكي العصبي .

وتسبب هذه النواقل العصبية حدوث نشاط كهربائي عند الخلية العصبية التالية الناقل العصبي هو مادة كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي وترتبط بالمستقبلات الموجودة على الزوائد الشجرية للخلية العصبية المجاورة. ويؤدي ذلك إلى فتح القنوات الموجودة في الخلية المجاورة مسببة جهد فعل جديدًا. يوجد أكثر من ٢٥ نوعًا من النواقل العصبية. عندما يتحرر أحد النواقل العصبية في تشابك عصبي، لا يبقى هناك طويلًا، فقد ينتشر سريعًا بعيدًا عن التشابك العصبي أو يحلّله أحد الإنزيمات وفقًا لنوع الناقل العصبي. ويُعاد امتصاص بعض النواقل العصبية وتُستخدم ثانية.



# انتقال السيال العصبي عند التشابك العصبي

- عند النهايات العصبية توجد **حويصلات تخزن نواقل عصبية**.
- عندما يصل جهد الفعل إلى النهايات العصبية لمحور خلية قبل تشابكية ، تلتحم الحويصلات بالغشاء قبل التشابكي ،
- تنفجر الحويصلات محررة النواقل العصبية عبر الشق التشابكي،
- ترتبط النواقل العصبية بمستقبلات بروتينية عند الغشاء بعد التشابكي.



- يؤدي الارتباط بين الناقل العصبي وجزئيات المستقبلات إلى تغير في نفاذية الغشاء بعد التشابكي من خلال التأثير في القنوات الأيونية .
- يكون فتح قنوات أيونات الصوديوم في الغشاء بعد التشابكي السبب في جعلها موجبا إثر دخول أيونات الصوديوم.
- يولد ذلك جهدا بعد تشابكي.
- النواقل في الشق التشابكي لا تبقى إلى ما لا نهاية . فمعظمها يزال من الشق التشابكي بعد فترة وجيزة من تحريرها .
- فالعديد من الخلايا التشابكية تمتص النواقل العصبية وتستخدمها من جديد .

خروج

## فهم الأفكار الأساسية

1. **مفهوم أساسي** قارن الشبه بين الجهاز العصبي والإنترنت من حيث إنه شبكة اتصالات.
2. استدلّ لماذا تُمدّ الطاقة ضرورية لعكس انتشار أيونات الصوديوم (Na<sup>+</sup>) والبوتاسيوم (K<sup>+</sup>) عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية.
3. توقّع إذا كانت الأعصاب الحسية في قدم شخص ما لا تعمل، فهل سيُشعر بالألم إذا تعرضت قدمه لحروق شديدة؟

## التفكير الناقد

4. خطّط تجربة يمكن أن يستخدمها مختص في علم الأعصاب ليثبت أن جهد الفعل ينتقل عبر محور مايليني إلى خلية عصبية أسرع من انتقاله عبر محور غير مايليني.

## الرياضيات في علم الأحياء

5. يمتد العصب الوركي من أسفل الحبل الشوكي إلى القدم. إذا كان طول هذا العصب عند شخص ما 0.914 m، وسرعة جهد الفعل 107 m/s، فما الهدّة الزمنية التي يستغرقها السبال العصبي لينتقل على طول هذا العصب كاملاً؟

## القسم 1 التقويم

1. يُعدّ كل من الإنترنت والجهاز العصبي شبكتين وأسعتين تُستخدمان لإرسال المعلومات واستقبالها. فالإنترنت يستخدم أجهزة الكمبيوتر وخطوط البيانات للتواصل. أما الجهاز العصبي، فيستخدم الخلايا العصبية والناقلات العصبية للتواصل.
2. تتحرّك الأيونات تلقائيًا من الوسط الأعلى تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا، بينما يحدث العكس عبر غشاء خلية الجهاز العصبي. لكن إخبار الأيونات على التركّز في جانب واحد من الغشاء يستهلك طاقة.
3. لا، إذا لم تُرسل الخلايا العصبية الحسية السائلات العصبية إلى الدماغ. فلن يشعر الشخص بألم التعرّض لحروق.
4. اقبل كل التصميمات التجريبية المعقولة، ينبغي أن تُظهر إجابات الطلاب استيعابهم لكيفية إجراء التجارب ثم يُظهروا بصورة فعلية كيفية اختبار الأعصاب.
5.  $0.914 \text{ m} \div 107 \text{ m/s} = 0.0085 \text{ s}$



## الجهاز العصبي

### الجهاز العصبي الطرفي

### الجهاز العصبي المركزي

#### الحبل الشوكي

#### المخ

#### الدماغ البيني

#### جذع الدماغ

#### المخيخ

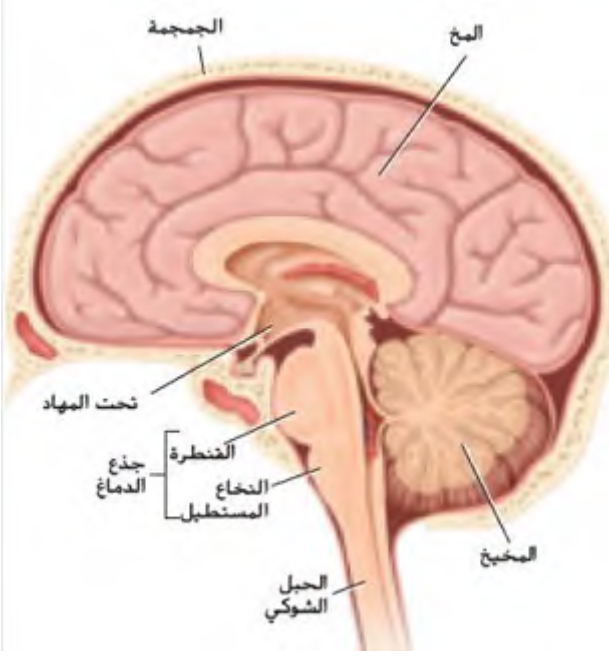
#### الدماغ

خلايا عصبية  
حركية

خلايا عصبية  
حسية

خروج

## وظيفة الجهاز العصبي المركزي



تتمثل وظيفة الجهاز العصبي المركزي في تنسيق كل أنشطة الجسم، فهو ينقل الرسائل ويعالج المعلومات ويحلل الاستجابات. عندما ترسل الخلايا العصبية الحسية معلومات عن البيئة المحيطة إلى الحبل الشوكي، يمكن أن تستجيب الخلايا العصبية البينية عبر القوس الانعكاسي أو يمكنها أن تنقل المعلومات إلى الدماغ. ترسل بعض الخلايا العصبية البينية في الدماغ رسائل عن طريق الحبل الشوكي إلى الخلايا العصبية الحركية، فيستجيب لها الجسم. كذلك، **تستطيع خلايا عصبية أخرى في الدماغ تخزين المعلومات.**

خروج

أكبر أجزاء الدماغ طبقتة الخارجية كثيرة التلافيف ويتكون من نصفي الكرة المخية الذي يربط بينهما **حزمة من الأعصاب** من محاور الخلايا العصبية يُعتبر المخ مسؤولاً عن عمليات التفكير المرتبطة بالتعلم و الذاكرة واللغة والنطق والحركات الإرادية للجسم والإدراك الحسي، و تحدث معظم عمليات التفكير العليا بالقرب من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانتشاءات المخية عند سطح المخ.

**لاحظ أن قشرة المخ كثيرة التلافيف ما أهمية ذلك؟**

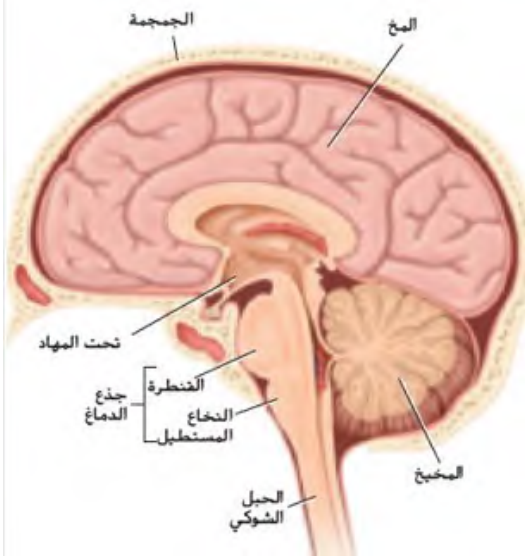
خروج

(أ) منظرٌ علويٌّ للدماغ



(ب) منظرٌ جانبيٌّ للدماغ (نصف الكرة الأيمن)





يقع في أسفل المخ من الجهة الخلفية

### وظائفه:

- يتحكم بآتزان الجسم و يحافظ على وضعه وتنسيق حركته.
- مسؤول عن سلاسة حركة العضلات الهيكلية واتساقها
- وينظّم المهارات الحركية مثل العزف على البيانو أو ركوب الدراجة.

### جذع الدماغ

يتكون من

**القنطرة** توفر التواصل بين المخ و المخيخ وتساعد في السيطرة على سرعة التنفس.  
**النخاع المستطيل** يعمل كمركز تحكم في نبض القلب و سرعة التنفس و ضغط الدم.  
 يحتوي على الخلايا العصبية البينية المسؤولة عن ردود الأفعال المنعكسة للبلع والتقيؤ والسعال والعطس



هو الجزء الواقع بين المخ و جذع الدماغ يحتوي على مراكز موصلة للسيالات القادمة من الدماغ و السيالات التي تغادره.

ويشتمل على :

**المهاد و تحت المهاد** ما وظيفة كل منهما؟

**المهاد** يوجه معظم السيالات العصبية الحسية إلى القشرة المخية.

**تحت المهاد**

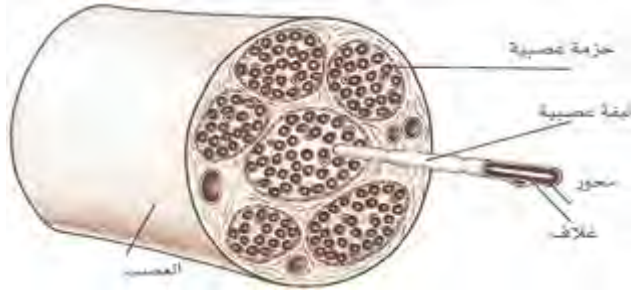
- تقع بين جذع الدماغ والمخ، وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي.
- تنظّم درجة حرارة الجسم والعطش والشهية والتوازن المائي في الجسم.
- مسؤولة جزئياً عن تنظيم ضغط الدم والنوم والعنف والخوف والسلوك الجنسي.

**الحبل الشوكي**

يمتد سفلياً عبر التجويف الفقاري بدءاً من النخاع المستطيل ناقلاً السيالات العصبية ذهاباً و إياباً.

خروج

## العصب



**العصب:** هو مجموعة من الحزم العصبية المحاطة بغلاف سميك .  
**الحزمة العصبية:** هي مجموعة من الألياف العصبية  
**الليفة العصبية:** هي محور الخلية وما يحيط بها من أغلفة

## الجهاز العصبي الطرفي



**يتكون من**  
١٢٠ زوج من الأعصاب الدماغية.  
٣١٠ زوج من الأعصاب الشوكية.

خروج

## الجهاز العصبي الطرفي

يتكون من

١٢٠ زوج من الأعصاب الدماغية.  
٣١٠ زوج من الأعصاب الشوكية.



يوجد في الحبل الشوكي خلايا عصبية بينية توصل السياتلات بين خلايا و أخرى.

خروج

# الجهاز العصبي الطرفي

مسؤول عن  
الحركات الإرادية

مسؤول عن  
الحركات اللا إرادية

ذاتي

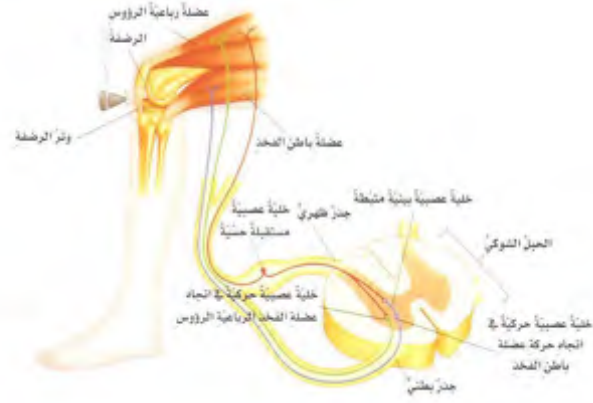
جسمي

البارا سمبثاوي

السمبثاوي

يتحكم بصورة إرادية في العضلات الهيكلية.  
يساعد في الحفاظ على الإتزان الداخلي.  
له دور في الأفعال المنعكسة

| التركيب               | التنبيه السمبثاوي             | التنبيه الباراسمبثاوي               |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| الفرجية (عضلة بالعين) | اتساع الحدقة/البؤبؤ           | ضيق الحدقة/البؤبؤ                   |
| الغدد اللعابية        | انخفاض إفراز اللعاب           | زيادة إفراز اللعاب                  |
| مخاط الدم والأنف      | انخفاض إفراز المخاط           | زيادة إفراز المخاط                  |
| القلب                 | زيادة سرعة ضربات القلب وشدتها | انخفاض سرعة ضربات القلب وشدتها      |
| الرئة                 | ارتخاء عضلات القصبة الهوائية  | انقباض عضلات القصبة الهوائية        |
| المعدة                | انخفاض الانقباضات العضلية     | إفراز العصارة المعدية وزيادة الحركة |
| الأمعاء الدقيقة       | انخفاض الانقباضات العضلية     | زيادة الهضم                         |
| الأمعاء الغليظة       | انخفاض الانقباضات العضلية     | زيادة الإفرازات والحركة             |



خروج

## فهم الأفكار الأساسية

1. **سؤال** قارن بين تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي وشرح العلاقة بينهما.
2. **قَوِّم** أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسدي والجهاز العصبي الذاتي.
3. اشرح أي جزء في الجهاز العصبي مسؤول عن استجابة الكر أو الفر؟ وما سبب أهمية هذه الاستجابة؟

### التفكير الناقد

4. ضَعُفُ فرضية اذكر أنواع الاختبارات التي قد يجربها الباحث للتأكد من عمل أجزاء الدماغ المختلفة.
  5. صمِّم تجربة توضح فيها تأثيرات الجهازين العصبيين السيمثاوي والباراسيمثاوي على قزحية العين.
- المكتبة هي** **سلم الأحياء**
6. اكتب قصة قصيرة نصف فيها وضعا للقلب يعمل فيه الجهازان السيمثاوي والباراسيمثاوي مغا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

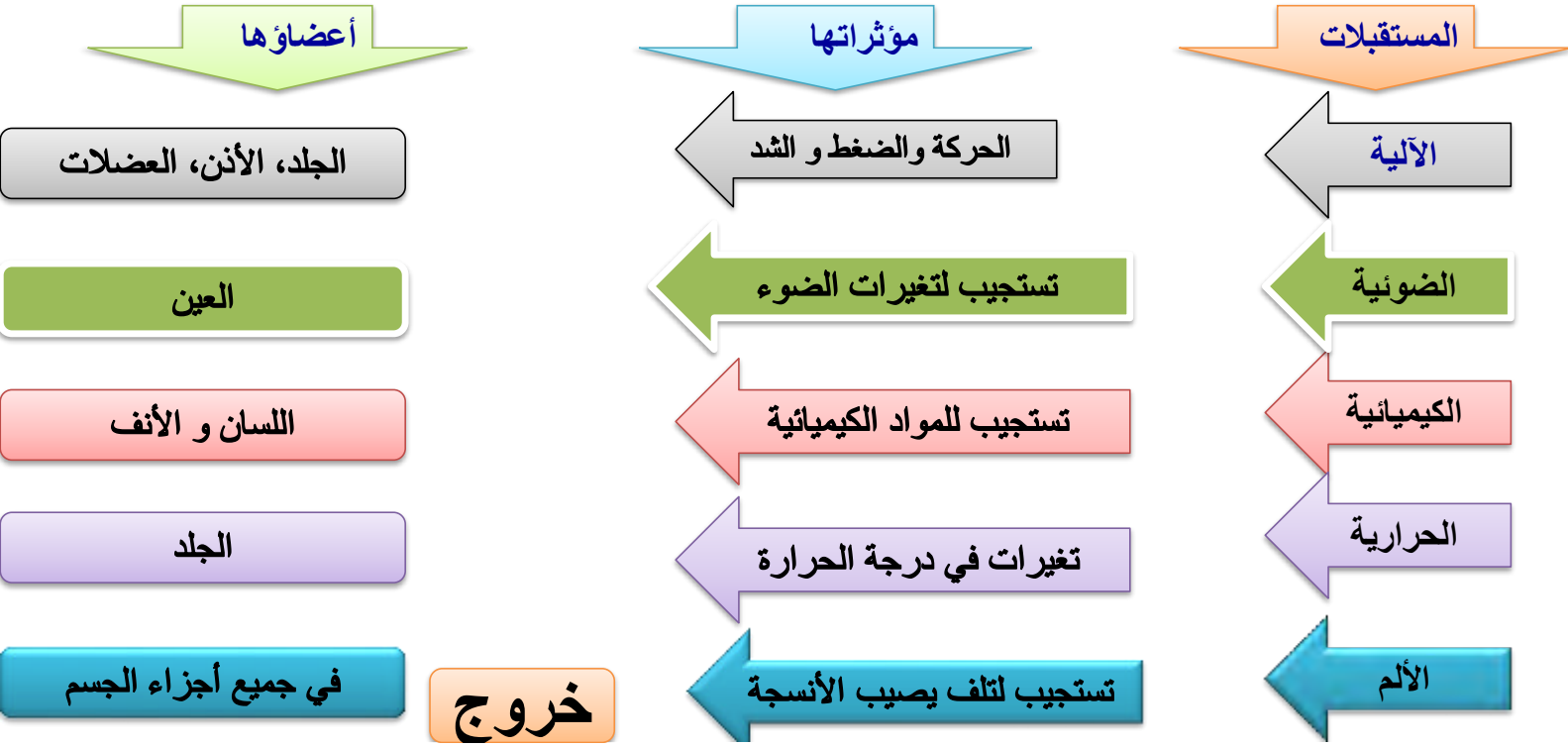
## القسم 2 التقويم

1. يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي، ويحتوي الدماغ على 100 مليار خلية عصبية متصلة ببعضها، أما الحبل الشوكي فهو عصب من الأعصاب يمتد من الدماغ إلى أسفل الظهر. أما الجهاز العصبي الطرفي، فيتكون من حزم من الخلايا العصبية تتفرع إلى كل أجزاء الجسم لإرسال المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي واستقبالها منه.
  2. إن كلا الجهازين جزء من الجهاز العصبي الطرفي. فالجهاز العصبي الجسدي يوصل المعلومات الحسية إلى الدماغ وينقل التعليلات من
- الدماغ إلى العضلات الهيكلية. أما الجهاز العصبي الذاتي، فيحمل السوائل العصبية من الدماغ إلى الغدد والأعضاء الداخلية.
3. الجهاز العصبي الذاتي. وتعتبر هذه الاستجابة مهمة لأنها تساعد في الاستجابة للخطر.
  4. الإجابة النموذجية: افحص السخبخ بواسطة ميزان الاختبار.
  5. ستتنوع الإجابات. لكن ينبغي أن توضح أن استجابة الجهاز الباراسيمثاوي تكون أكثر فاعلية عندما يكون الجسم في وضع الراحة.
  6. اقبل كل القصص التي تُظهر معرفة دقيقة لدى الطلاب.

# أعضاء الحس.

يميز الإنسان بين المؤثرات المختلفة و يفهمها بواسطة أعضاء الحس.

مستقبل الحس هو خلية عصبية تتعرف المؤثرات.



# التذوق والشم

## أولاً:- التذوق.

يتعرف الإنسان مذاقات وروائح مختلفة عن طريق **مستقبلات كيميائية** متخصصة تتجمع المستقبلات الكيميائية للتذوق في **براعم التذوق**، تكون معظم براعم التذوق قائمة على اللسان بين نتوءات تسمى **الحلمات**. ومنها ما يوجد أيضا في البلعوم وعند سقف الفم .

تدخل المواد الكيميائية الموجودة في الطعام إلى برعم التذوق من خلال فتحة صغيرة ، فترتبط بالمستقبلات وتنبه الخلايا العصبية التي تبطن سطوح براعم التذوق .

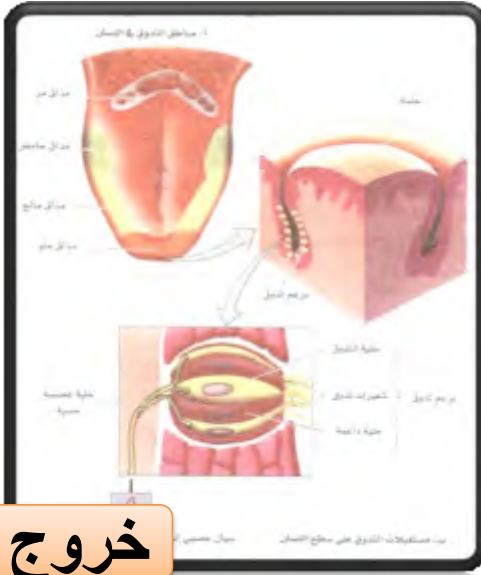
تتجه السيلالات العصبية للتذوق الى جذع الدماغ الذي يوصلها الى المهاد ، وأخيرا الى منطقة لتذوق في قشرة المخ حيث يتم تفسيرها

## ثانياً:- الشم.

تتعرف مستقبلات في سقف التجاويف الأنفية المواد الكيميائية التي في الهواء . **مستقبلات الشم** توجد في الغشاء الطلائي المخاطي الذي يغلف تجاويف الأنف .

ارتباط جزيئات الرائحة بجزيئات مستقبله خاصة موجودة في مستقبلات الشم تنبه هذه المستقبلات فتنقل السيلالات العصبية الى البصيلة الشمية ،

ثم تنتقل إلى **منطقة الشم** في قشرة المخ حيث يتم تعرف الرائحة .



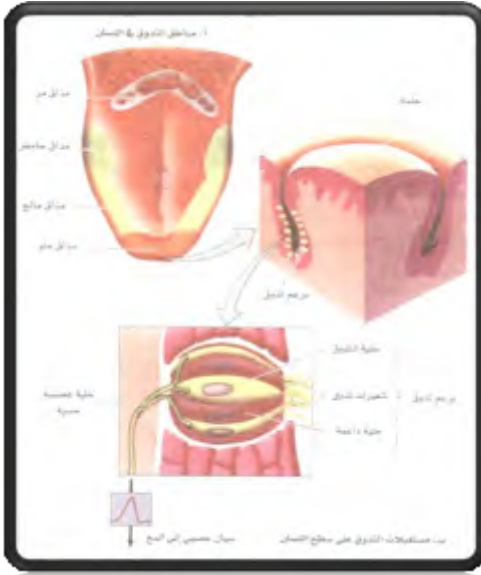
خروج



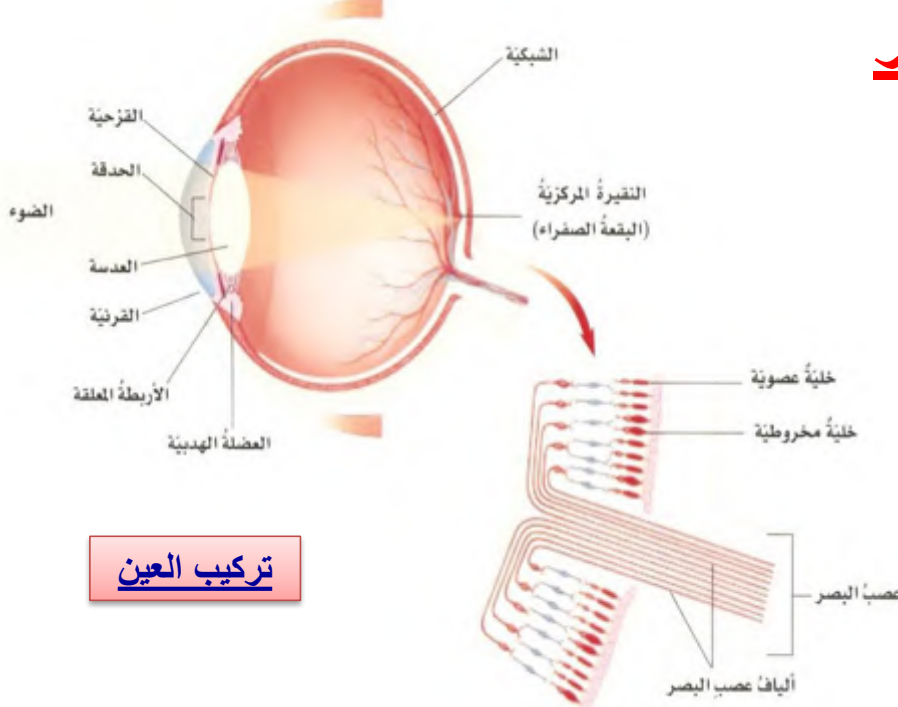
تستجيب حاستا التذوق والشم لمنبهات في صورة مواد كيميائية وتعملان معاً في الغالب، إذ تستجيب المستقبلات المتخصصة الموجودة في أعلى الأنف للمواد الكيميائية المنتشرة في الهواء وترسل المعلومات إلى البصيلة الشمية في الدماغ.

إن **براعم التذوق** هي مستقبلات متخصصة للمواد الكيميائية موجودة على اللسان تلتقط المذاقات الحلوة والحامضة والمالحة والمرّة. تكتشف هذه المستقبلات التركيبات المختلفة للمواد الكيميائية التي يحتوي عليها الطعام وترسل هذه المعلومات إلى جزء آخر من الدماغ.

وتتشارك الإشارات المرسلة مستقبلات التذوق و الشم في تكوين تأثير موحد في الدماغ. فإذا حاولت أن تأكل بينما تسد أنفك، فستجد أن الطعام يفقد الكثير من نكهته



# الإبصار



## تركيب العين

عضو الإبصار هو العين.

مسار الضوء في العين:

١. يمر الضوء أولاً عبر القرنية،

٢. ثم الجلدقة، صف كل منهما.

٣- ثم يمر الضوء في العدسة .

٤- ثم يسقط الضوء على الشبكية.

ويوجد ضمن الشبكية خلايا النبابيت وخلايا المخاريط ، وهي مستقبلات ضوئية تترجم المؤثرات الضوئية إلى سيالات يمكن أن يفسرها الدماغ . خلايا النبابيت تتأثر بالضوء الخافت . أما الخلايا المخروطية في الشبكية فتتأثر بالضوء الساطع وترسل معلومات عن الألوان إلى الدماغ. ترسل هذه المستقبلات جهد الفعل إلى الدماغ عبر الخلايا العصبية الموجودة في العصب البصري. ثم يفسر الدماغ مجموعة الإشارات الخاصة التي استقبلها من الشبكية ويكون الصورة المرئية.

ما الذي تتوقع حدوثه عند وجود خلل أو غياب لأحد أنواع الخلايا المخروطية؟

يؤدي إلى عمى الألوان، وهو مرض لا يمكن صاحبه من تمييز ألوان محددة .

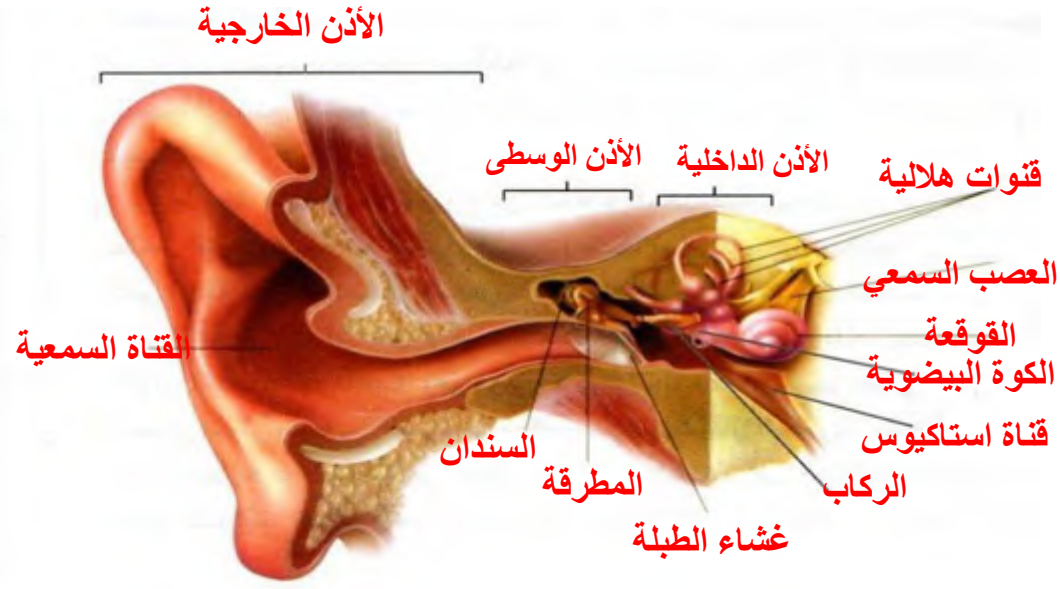
## خروج

# السمع والتوازن

- تعرف الصوت.
- الحفاظ على التوازن.

## وظائف الأذن

## تركيب الأذن:



خروج

## آلية السمع:

## الجواب:

يوجه صيوان الأذن الاهتزازات الصوتية

القناة السمعية

يهتز غشاء الطبلة



تتحرك خلفها عظيمات الأذن الوسطى

ينقل الركاب الاهتزاز إلى الكوة البيضية

اهتزاز السائل في القوقعة



يتحرك الغشاء السفلي للقناة الوسطى

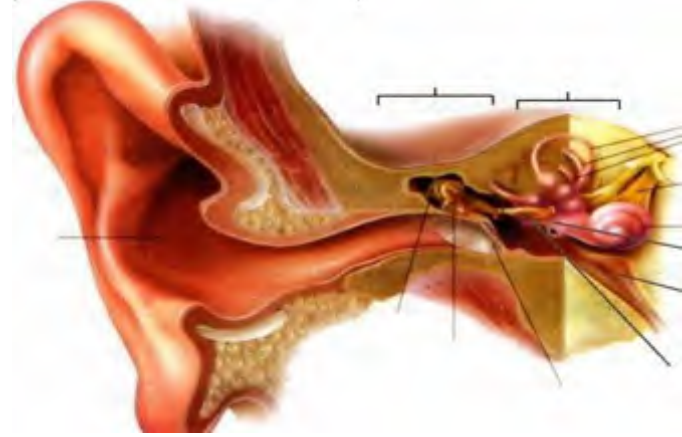
تلامس الخلايا الشعرية الغشاء العلوي فيحدث لها انحناء

تسبب جهد فعل فيها (سيال عصبي)



العصب السمعي

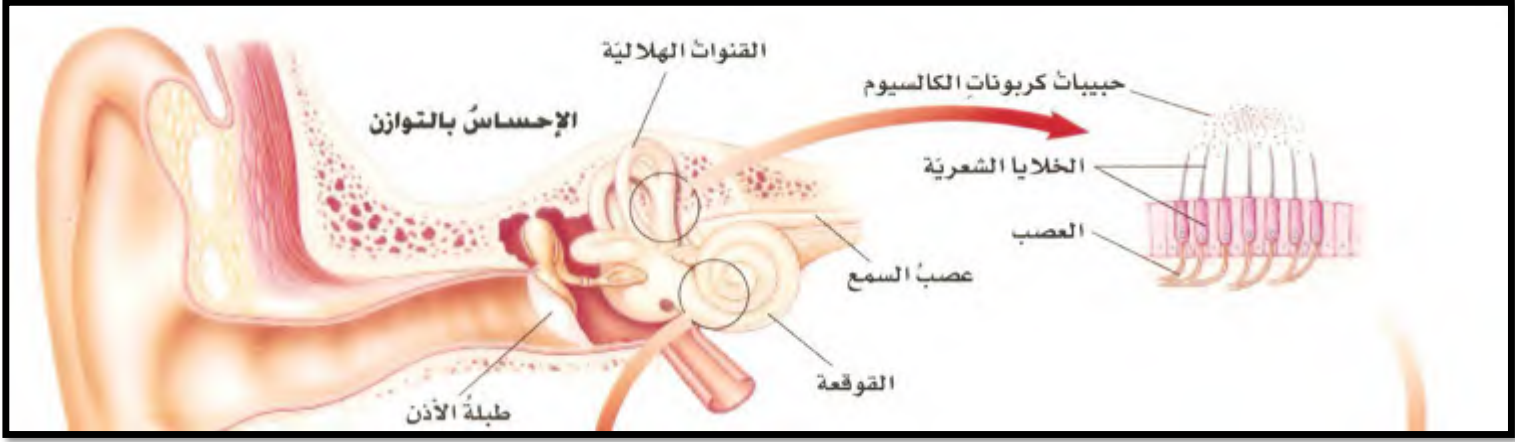
مركز السمع في الدماغ



ما أهمية قناة استاكيوس؟

خروج

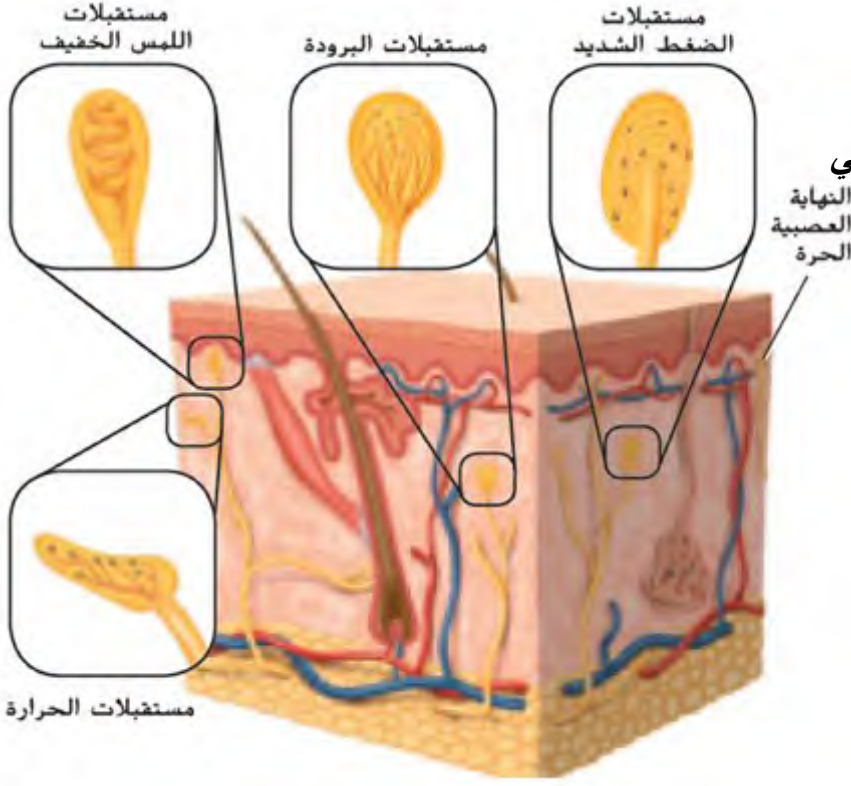
# آلية الحفاظ على التوازن



- تحوي الأذن الداخلية أيضاً أعضاءً مسؤولة عن الاتزان، بما في ذلك ثلاث قنوات نصف هلالية. **تنقل القنوات نصف الهلالية** معلومات عن وضع الجسم واتزانه إلى الدماغ.
- تشكّل كل قناة من القنوات الثلاث زاوية قائمة مع القناة الأخرى، وهي مليئة بالسائل ومبطنة بالخلايا الشعرية.
- فعندما يتغير موقع الرأس يتحرك السائل الموجود داخل القنوات نصف الهلالية، ويؤدي ذلك إلى ثني الخلايا الشعرية التي ترسل بدورها سيالات عصبية إلى الدماغ.
- حينئذٍ، يستطيع الدماغ أن يحدد وضعك وما إذا كان جسمك ثابتاً أو متحركاً.

خروج

# حاسة اللمس



يوجد العديد من المستقبلات الحسية التي تستجيب للحرارة والضغط والألم في طبقتي البشرة والأدمة في الجلد.

لا تتوزع المستقبلات توزيعًا منتظمًا في كل أجزاء الجسم تحتوي أطراف الأصابع على الكثير من مستقبلات التي تحس باللمس الخفيف، يحتوي باطن القدم على الكثير من المستقبلات التي تستجيب للضغط الشديد. أما مستقبلات الألم، فبسيطة التركيب إذ تتكون من الأطراف الحرة الموجودة في نهايات الأعصاب. وتتواجد في كل أنسجة الجسم ما عدا الدماغ. الدماغ يستقبل باستمرار إشارات من هذه المستقبلات ويستجيب لكل منها بالصورة المناسبة.

## القسم 3 التقويم

### ملخص القسم

- تعمل حاستا الشم والتذوق معًا.
- تحوي العين نوعين مختلفين من المستقبلات.
- الأذن مسؤولة عن السمع والاتزان.
- ينطوي الجلد على كثير من المستقبلات الحسية.

### فهم الأفكار الأساسية

1. **النقطة الأساسية** ارسم مسار موجة صوتية بدءًا من مرورها بالغشاء السمعية وصولًا إلى تسببها بإرسال سيال عصبي من الأذن.
  2. توقّع ما سينتج عن تلف القرنية.
  3. حلّل أهمية نوع المستقبلات الموجودة في الأصابع.
  4. اشرح السبب في صعوبة التذوق عند الإصابة بالزكام وانسداد الأنف.
- ### التفكير الناقد
5. أنشئ تجربة لاختبار فكرة أن بعض مناطق اللسان مختصة بالمذاقات.
  6. ضع فرضية تفسر سبب قدرة بعض المصابين بفقدان البصر على الشعور بالضوء في بعض الأحيان، وقدرة الأشخاص الذين كانت لديهم القدرة على السمع من قبل على الشعور بالصوت في بعض الأحيان. لم قد تحدث مثل هذه الظواهر؟

## القسم 3 التقويم

لتحديد نكهة معينة.

5. اقبل كل التجارب المعقولة. التجربة النموذجية. أحضر مواد غذائية لها مذاقات مختلفة. وباستخدام عود تنظيف الأذن. ضع كل مذاق من المذاقات على كل منطقة من مناطق اللسان. ثم سجّل المذاقات التي يمكن أن تتذوقها كل منطقة.
6. الإجابة المحتملة: يحدث إدراك المناظر والأصوات في الدماغ والأشخاص المصابون بفقدان هاشين الحاستين الذين يرون صورًا أو يسمعون أصواتًا من حين إلى آخر. فهم يختبرون ظاهرة حيث يولّد الدماغ أصواتًا أو صورًا بدون منبهات خارجية.

1. ينبغي أن تتضمن رسومات الطالب كل التركيبات الواردة في الشكل 14 (باستثناء القنوات نصف الهلالية) بالترتيب من خارج الأذن إلى داخلها مع وصف وظيفة كل تركيب.
2. الإجابة النموذجية: قد يكون الضوء مشوّشًا أثناء دخوله إلى العين. مما يتسبب بتشوّش الصورة التي تشكلت في الدماغ.
3. إن تنوع المستقبلات أمر مهم لأن الأصابع تتعرض للعديد من أنواع المنبهات.
4. تنتج حاسة التذوق عن المستقبلات الموجودة في الغم وتجويف الأنف. وإذا شد تجويف الأنف. قلن يحصل الدماغ على كل المعلومات اللازمة.

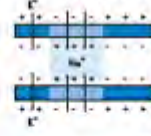
مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مصطلحات، أداة، المصطلح الخاطئ، وشرح سبب ذلك.

1. المحور، الزوائد الشجرية، القوس الانعكاسي
2. جسم الخلية، الشواهد العصبي، النقل العصبي
3. السائل، الخدعة عتبة التنبيه

فهم الأفكار الأساسية

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما الذي يمتد الرسم لعلامة؟

- A. تدخل أيونات البوتاسيوم  $K^+$  الخلية العصبية
- B. تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية
- C. تدخل أيونات الصوديوم  $Na^+$  إلى الخلية العصبية
- D. تتحلل الغشاء المايليني، ما يسمح بعبور الأيونات من خلال الغشاء البلازمي بحرية.

5. ما السائل المصمغ الذي يمر فيه السائل العصبي في القوس الانعكاسي؟

- A. خلية عصبية حركية - خلية عصبية بينية - خلية عصبية حسية
- B. خلية عصبية بينية - خلية عصبية حركية - خلية عصبية حسية
- C. خلية عصبية حركية - خلية عصبية حسية - خلية عصبية بينية
- D. خلية عصبية حسية - خلية عصبية بينية - خلية عصبية حركية

الإجابة الهيئية

6. **الموضوع المعرفي المختار:** صوح فرضية لنسب استيلاوتك السائل العصبي ملاحظة أكثر عند انتقاله على محور غير مائلين مقارنة بانتقاله على المحور المائلين.
7. **الموضوع المعرفي المختار:** اشرح انشعاب التالي، تثنى الخلية العصبية طريقة ذا اتجاه واحد، بينما يلمسه العصب بطريقة ذا اتجاهين.

القسم 1

مراجعة المفردات

1. القوس الانعكاسي، لأنه ليس جزءاً من الخلية العصبية
2. جسم الخلية، لأنه ليس جزءاً من الخدوة الموجودة بين الخلايا العصبية
3. عتبة التنبيه، لأنها ليست جزءاً من الخلية العصبية المايلينية

فهم الأفكار الأساسية

- C. 4
- D. 5

الإجابة الهيئية

6. لا يمكن للأيونات العبور من خلال الغشاء إلا عند المشد، بمزول المايلين باقي الغشاء لذلك لا تحتاج الخلية إلى استخدام الطاقة لتنظيم تدفق الأيون.
7. تستجيب الخلية العصبية للإشارات من خلال محورها وترسلها عبر الزوائد الشجرية لا يتحرك التدفق إلا في اتجاه واحد. إن الفسب خزيمة من الخلايا العصبية، تنجده بعض الخلايا العصبية الموجودة في العصب في اتجاه معين بينما تنجده الخلايا الأخرى في الاتجاه العكس.

فُحْر بشكل ناقص

8. الإجابة المحتملة، إن جهد الفعل لا يمكنه التدفق في اتجاهين متعاكسين في الوقت نفسه، لو كان الأمر عكس ذلك، كانت الخلية العصبية لتتطلب العمود من الجوارب والزوائد الشجرية لتصبح يتدفق جهد الفعل في الاتجاهين هذا.

التفكير الناقد

8. استدلّ بخلع جهد الفعل في معظم الحيوانات في اتجاه واحد فقط عبر الخلية العصبية استدلّ على ما يمكن أن يحدث لو كان باستخدام السائل العصبي لدى البشر أن يتدفق في اتجاهين في خلية عصبية واحدة.

القسم 2

مراجعة المفردات

- اختر من كل مجموعة مصطلحات، أداة، المصطلح الخاطئ، وشرح سبب ذلك.
9. الجهاز العصبي، الجهاز اللماسي، الجهاز الحسي، الجهاز الحركي، الجهاز المركزي
10. السج، الخنطرة، الدماغ المستطيل
11. الجهاز العصبي الذاتي، الجهاز العصبي الحسي، الجهاز العصبي المركزي

فهم الأفكار الأساسية

12. ما الذي يهد من خصائص الخرج السمائي من الجهاز العصبي الذاتي؟
  - A. يمتد العصب
  - B. يتوجع الشعب البولية
  - C. يتكون سرعة ضربات القلب
  - D. يتحول الجلوكوز إلى جلايكوجين
- استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 13.



13. إذا تصور الجزء الذي يشار إليه السهم دائرة لصدمة، فما أثر ذلك في الشخص على الأرجح؟
  - A. فقدان الذاكرة الكلي أو العزلي
  - B. تغير في درجة حرارة الجسم
  - C. صعوبة في الحفاظ على التوازن
  - D. سرعة التنفس
14. ما الجهاز العصبي الذي يتحكم عليه منطقة تحت السحايا؟
  - A. الإرادي
  - B. الطرقي
  - C. الحسي
  - D. الذاتي

القسم 2

مراجعة المفردات

9. الجهاز العصبي الحسي، لأنه ليس جزءاً من الجهاز العصبي الذاتي
10. السج، لأنه ليس جزءاً من جناح الدماغ
11. الجهاز العصبي المركزي، لأنه ليس جزءاً من الجهاز العصبي الطرقي

فهم الأفكار الأساسية

- B. 12
- C. 13
- D. 14

15. الإجابة المحتملة، ينظم الجهاز العصبي الذاتي العديد من الوظائف اللاإرادية الضرورية لضمان الاتزان الداخلي. على سبيل المثال، ينظم الجهاز العصبي الذاتي التنفس حتى أثناء نومك. وينظم أيضاً نبضات القلب وعملية الهضم.

### فكّر بشكل ناقد

16. ينبغي أن يفهم الطلاب أننا نستخدم كامل دماغنا.  
17. قدره أكثر على التعلم ومعالجة اللغة وتكوين الكلام وحفظ الذكريات.

### القسم 3

#### مراجعة المفردات

18. تستشعر الخلايا العصبية الضوء الخافت. توفر الخلايا المخروطية معلومات عن اللون.  
19. إن الخوذة وعاء مليء بالسائل في الأذن. عندما تسبب الموجات الصوتية في اهتزاز الخوذة، تعمل الخلايا الشعرية داخل الخوذة على استثارة الخلايا العصبية كي ترسل المعلومات المتعلقة بالصوت إلى الدماغ. والذنوات شبه الدائرية هي أيضاً أعضاء مليئة بالسائل. لكنها تساعد على الحفاظ على الاتزان.  
20. تستشعر الشبكية طاقة الضوء. تحسن براعم التذوق بالمواد الكيميائية وترسل المعلومات المتعلقة بالتذوق إلى الدماغ.

#### فهم الأفكار الأساسية

- A. 21  
B. 22  
C. 23  
A. 24

#### الإجابة المبنية

25. غير مرغوب في ذلك، لأن الألم ينبه الجسم إلى وجود خطر. إذا لم يستطع الشخص الشعور بالألم، فمن الممكن أن يصاب بجروح خطيرة.

### فكّر بشكل ناقد

26. لأن الجسم يعتاد على مستويات ثابتة من الضغط الخفيف.  
27. ضغط الدم المرتفع.

#### الإجابة المبنية

15. افترض أنك مشارك في مناظرة مدرسية. وعليك أن تدعم العبارة التالية، يشارك الجهاز العصبي الذاتي في تنظيم عملية الاتزان الداخلي أكثر من الجهاز العصبي الجسدي. ادمع رأيك بالأدلة.

#### التكبير الناقد

16. لقد ربما سمعت العبارة التالية "يستخدم الإنسان عشرة بالمئة فقط من دماغه". استخدم الإنترنت وغيره من المصادر لجمع أدلة تهم هذه العبارة أو تدعمها.  
17. حثّل إن حجم مخ الإنسان كبير بالنسبة إلى جسمه. مقارنة بالحيوان، ما فائدة ذلك للإنسان؟

### القسم 3

#### مراجعة المفردات

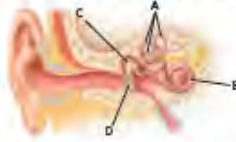
- ميز بين المصطلحات في كل مجموعة من المجموعات التالية.  
18. التاميت. المخاريط.  
19. الخوذة. الذنوات نصف الهلالية.  
20. الشبكية. براعم التذوق.

#### فهم الأفكار الأساسية

21. إذا انقطعت الكهرباء في إحدى دور السينما ولم تُضأ سونى بضعة مصابيح طوارئ وكانت إضاءتها خافتة، فما نوع الخلايا الأهم في الشبكية التي تساعدك على رؤية طريق الخروج؟  
A. التاميت.  
B. المخاريط.  
C. التاميت والمخاريط لهما القدرة نفسه من الأهمية.  
22. ما الترتيب الصحيح لمرور الموجات الصوتية في الأذن خلال عملية إرسال سعال عكسي؟  
A. الخوذة ثم السندان ثم الركاب ثم طبلة الأذن.  
B. طبلة الأذن ثم عظام الأذن الوسطى ثم الخوذة ثم الخلايا الشعرية.  
C. الفتاة السمعية ثم طبلة الأذن ثم الخلايا الشعرية ثم الخوذة.  
D. الخلايا الشعرية ثم الفتاة السمعية ثم الخوذة ثم المطرقة.

23. ما الحاسة التي ترتبط بها النهايات العصبية الحرة؟  
A. السمع.  
B. السمع.  
C. اللمس.  
D. الإبصار.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 24.



24. نصب بعض ألعاب مدينة الملاهي الشخص بالدوار بعد أن تتوقف اللعبة. ما التركيب المسؤول عن الألب من الشخص بالدوار في الرسم؟  
A. A.  
B. B.  
C. C.  
D. D.

#### الإجابة المبنية

25. نهاية مفتوحة لند حالة نادرة لا يستطيع فيها الشخص الشعور بالألم. هل هذه الحالة مرغوبة أو غير مرغوبة؟ اشرح إيجابتك.

#### التكبير الناقد

26. اشرح لديك مستشعرات للشم الخفيف في كل أنحاء جسمك. في ضوء ما تعلمه عن الجهاز العصبي، لماذا لا تشته دوماً إلى الأشياء التي تلامس جسمك مثل الملابس وساعة اليد؟

27. رتبّ الحواس من أ إلى 5 من حيث الأهمية (أبسط تكون الحاسة رقم 1 هي الأهم). استعد لمناقشة هذا التمسالة مع الطلاب الآخرين.

## التتويج الختامي

28. عندما تصاب الألياف العصبية والأغصدة الميالينية أو تتلف، تتشوه الخلايا العصبية أو تتوقف. وينتج عن ذلك مجموعة متنوعة من الأعراض تتراوح بين الشعور بالوخز والتنميل في الأطراف والشلل أو فقدان الرؤية.

29. ستتنوع النصوص. لكن ينبغي أن تورد استجابات الجهاز العصبي الذاتي والاستجابات السيمبثاوية للخطر وكذلك الاستجابات الباراسيمبثاوية التي تعيد الجسم إلى التوازن.

## أسئلة حول مستند

Blinkov, S.M. and Glazer, I.I. 1968. *The human brain in figures and tables: a quantitative handbook*. New York: Plenum Press.  
Nieuwenhuys, R., Ten Donkelaar, H.J., and Nicholson, C. 1978. *The central nervous system of vertebrates*, Vol. 3. Berlin: Springer.  
Berta, A., et al. 1979. *Marine mammals: evolutionary biology*. San Diego: Academic Press.

30. الإجابة نعم، مع وجود بعض الاستثناءات. إذ كلما زاد وزن الجسم زاد حجم الدماغ.

31. تحتاج الحيوانات الكبيرة إلى أنفذة أكثر لحاجتها إلى التحكم بعمليات أكثر وأجيرة أكثر.

## التتويج الختامي

28. **النتيجة:** يعد الجهاز العصبي أساسًا للتواصل بين الخلايا والأنسجة والأعضاء. توقع النتائج في حال انقطاع المسار العصبي نتيجة لإصابة أو تلف بعض الألياف العصبية والغمد المياليني.

29. **النتيجة:** من الصعب أن يكتب قصة قصيرة عن شخص سمع شجرة تنفخ بالخوف. الخوف عرض على أن تحدث في قصتك كل ما قد يحدث في كل جزء من الجهاز العصبي خلال ذلك الموقف.

## أسئلة حول مستند

Blinkov, S.M. and Glazer, I.I. 1968. *The human brain in figures and tables: a quantitative handbook*. New York: Plenum Press.  
Nieuwenhuys, R., Ten Donkelaar, H.J., and Nicholson, C. 1978. *The central nervous system of vertebrates*, Vol. 2. Berlin: Springer.  
Berta, A., et al. 1979. *Marine mammals: evolutionary biology*. San Diego: Academic Press.

## متوسطة كتلة الدماغ (بالجرام)

| الوزن   | الكتلة (g) | النوع          |
|---------|------------|----------------|
| 72      | 6930       | البوم المزعزاع |
| 30      | 6000       | الفيل          |
| 0.3-0.7 | 425-458    | البرد          |
| 2       | 1300-1600  | الإنسان البالغ |

30. هل يبدو أن ثمة ارتباطًا بين حجم الجسم وكتلة الدماغ؟

31. تأمل التصورات المختلفة أعين حيث استراتيجيات التكيف التي قد تؤدي إجابتك عن السؤال 30.

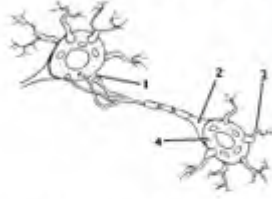
## تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

### الاختبار من متعدد

1. ما الخصائص المشتركة للثدييات؟  
 A. الشعر  
 B. ثبات الحرارة  
 C. القلب مكون من أربع حجرات  
 D. التفصيص الداخلي

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 2 و 3



2. في أي جزء من الرسم أملاح تلوغ وجود الباليون؟  
 1. A  
 2. B  
 3. C  
 4. D

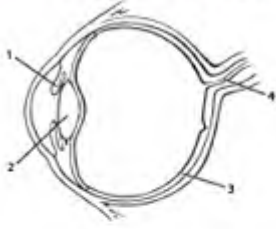
3. في أي جزء من الرسم أملاح تلوغ وجود النواقل العصبية عندما يصل حديد الفعل إلى نهاية الخلية العصبية؟

1. A  
 2. B  
 3. C  
 4. D

4. ما الهدف من وجود التسنج الطلافي في الجهاز الهضمي؟  
 A. يغطي سطح الجسم ويحمي أسنخته  
 B. يحرك العناصر والعظام  
 C. يوفر إبطاً هيكلية للجسم  
 D. ينقل الإشارات العصبية

5. ما الحيوان الذي ينتمي إلى الثدييات ذوات المشيمة؟  
 A. طائر الطنان  
 B. الكائنارو  
 C. غدة الماء  
 D. الحوت

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.



6. ما الجزء من العين الذي يحوي عضلات تشجيع للثدييات؟

1. A  
 2. B  
 3. C  
 4. D

7. إذا لم يستطيع أحد الأشخاص رؤية لون معين، فما الجزء المتضرر من عينه؟

1. A  
 2. B  
 3. C  
 4. D

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال رقم 8



8. يوضح الرسم البياني أملاء النقط اليومي لدرجة حرارة الجسم لدى الإنسان. متى تكون درجة حرارة الجسم لدى الإنسان في أدنى قيمة لها؟

- A. بعد الأكل  
 B. عند التطهيرة  
 C. قبل الفجر مباشرة  
 D. آخر الليل

## إجابة قصيرة

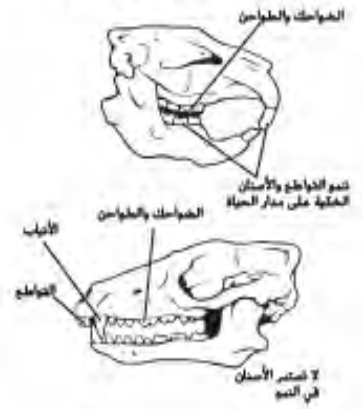
9. مستحفظ الإجابات كتبها ليد توضح معلومات شائعة لما يلي، ربما ينضم على الحيوان الذي لديه فوطيح وأسنان مسننة النمو الحيوان 'A' مصنع / قرص الخضروات باستمرار، وقد يكون من القوارض حيث تنفذ الأشياء التي يعضونها تحت أسنانه.  
 أما الحيوان 'B' فله أسنان أكثر حدة في مقدمة فمه لكنها لا تسنن في النمو. لذلك، فإنه على الأرجح يحتاج إلى أسنان حادة لأكل اللحوم. لكنه ليس بحاجة إلى قرص الغذاء مثل الحيوان 'A'.  
 وبالتالي، فهو على الأرجح من آكلات اللحوم.
10. مستحفظ الإجابات، ويقل منها ما يشير بدقة إلى بعض أوجه التشابه بين أسنان الإنسان وأسنان الحيوانات في الشكل. وقد يشير الطلاب إلى أن الحيوان 'A' له أسنان مماثلة للإنسان حيث ينخر الإنسان أيضًا إلى وجوه أسنان حادة كثيرة في مقدمة فمه. يمكنك تزيين اللحوم بها أو قد يشير الطلاب إلى أن الحيوان 'B' مشابه للإنسان. لأن أسنان الإنسان لا تنخر إلى أجل غير مسمى. كما أن الأنياب والأضراس لدى الإنسان متاسة تمامًا لمضغ اللحوم.
11. مستحفظ الإجابات يقرأ للكائن الحي المختار عقد المغاربة. تحبس العنكبوت فريستها في شبكتها أو بابه وسيلة أخرى وتغلف فريستها في خيوط تشبه الحرير ثم تفرز إنزيمات هضمية على الفريسة.

## الاختبار من متعدد

1. A 5. D  
 2. B 6. A  
 3. A 7. C  
 4. A 8. C

## إجابة قصيرة

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 9 و 10.



9. يظهر في الشكل أعلاه أسنان نوعين مختلفين من الثدييات. كيف يمكنك أن تستدل من هذه الأسنان على أنواع الطعام التي يعيش عليها نوعا الثدييات هذان؟
10. ما الحيوان الذي له الأسنان الأكثر شيوعًا بأسنان الإنسان؟ اشرح إجابتك.
11. اشرح عملية الهضم المسبق لدى العنكبوت وقارون بين هذه العملية وعملية الهضم لدى حيوان آخر ثالثه.
12. ما دور تكوين النبات المشيجي في البذريات؟

## إجابة موسّعة

13. وجد أحد العلماء فرخين من أفرخ طائر الكركي الأمريكي بعد عدة أيام من خروجها من البيض الفاقس وأراد أن يقوم برعايتهما. فاستخدم دمية على شكل طائر الكركي كي يجعل الفرخين يشعرون بالراحة. ثم قدم لهما يرفات الخنافس لينغذوا عليها. لكنهما لم يذلاها منه. هج فرضية تغطي تفسيرًا محتملًا لتصرفات الفرخين.
14. ما الرابط بين حركة ألياف الميوسين والأكتين وانقباض العضلات؟
15. ما الاختلاف الرئيس بين الديدان المعقّلة وغيرها من الديدان؟ ما أهمية هذا الاختلاف؟

## سؤال مقالي

- في كل عام يجري الجراحون أكثر من 450,000 عملية إصلاح واستبدال مفاصل. تخفّف هذه الجراحات من الألم وتزيد من حركة المفاصل. وتتضمن جراحات إصلاح المفاصل إزالة أي بقايا عظمية أو عظام زائدة من حول المفصل بما يؤدي إلى استعادة عمله. أما جراحات استبدال المفاصل فتتضمن استبدال المفصل الطبيعي بمفصل صناعي مصنوع من البولي إيثيلين أو السيراميك أو أحد المعادن الأخرى. حيث يساعد استبدال المفصل في تكوين المفصل من العمل بالصورة ذاتها التي يعمل بها المفصل الطبيعي. في العادة تُجرى عمليات استبدال المفاصل في الركبة والورك والكنت.
- استعن بالمعلومات الواردة في الفترة السابقة للإجابة عن السؤال التالي في صورة مقال.
16. في العادة، يجري الأطباء عمليات استبدال مفصلي الركبة والورك لدى المرضى كبار السن فقط. لأنهم أقل نشاطًا وحركة من المرضى صغار السن. افترض سينًا يجعل الأطباء يوصون بذلك.

12. إن جيل الطيور المشيجي هو الخلايا الجنسية الذرية في حيون اللقاح والخلايا الجنسية الأنثوية، في بويضه النبات أو البيض التي تتحد أثناء عملية الإخصاب لتكوين البذور.

## إجابة موسّعة

13. ستختلف الإجابات من الفرضيات المحتملة أن الأفرخ لا تحل في حياتها خاصة التأثر بالدمى أو أن الديدان ليست طعامًا قد أكلوه من قبل أو أن الدمية ليست واقعية بما فيه الكفاية للأفرخ.
14. ترتبط خيوط الميوسين بخيوط الأكتين. وتُشجَب خيوط الأكتين باتجاه الصيحات العضلية فتتقبض العضلة.
15. تتمتع الديدان المعقّلة بجويف جسي حقيقي، وهو تجويف جسي مبطن بالكامل بخلايا الأديم المتوسط (الميزوديرم). وتوجد أنواع أخرى من الديدان التي ليس لديها تجويف جسي أو لديها تجويف كاذب. تكسب أهمية هذا الاختلاف في أن القناة العضوية والأعضاء الداخلية الأخرى تتطور داخل التجويف الجسي.

## سؤال مقالي

16. يحدث الكثير من الضغط والإجهاد على مفصلي الركبة والورك في الأنشطة اليومية لدى شخص نشط. ومع مرور الوقت، قد تتآكل المفاصل وتحتاج إلى استبدالها عن طريق عملية جراحية. إن المرضى الأكبر سنًا استخدموا مفاصلهم لمدة أطول من المرضى الأصغر سنًا لذلك فإن احتمال أن تكون المفاصل قد تضررت بالفعل أكبر لديهم من المرضى الأصغر سنًا.