تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر العام اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/10

* للحصول على جميع أوراق الصف العاشر العام في مادة علوم ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/10science

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر العام في مادة علوم الخاصة بـ الفصل الثالث اضغط هنا

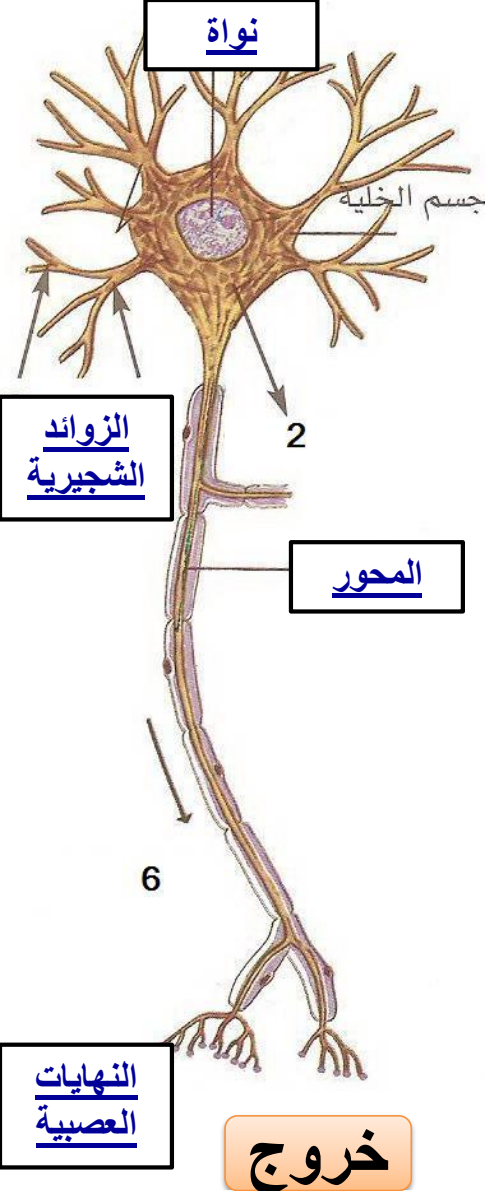
https://almanahj.com/ae/10science3

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف العاشر العام اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade10

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot




خروج

## • 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.

مناهج البحث
إنسخ رابط القناه في
تليغرام
t.me/MB6MB

## أنواع الخلايا العصبية

**حسية**

**تنقل السيال العصبي من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي**

**بينية**

**تصل بين خلية عصبية حسية و أخرى حركية**

**حركية**

**تنقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى عضو الاستجابة**

خروج

تتبع مسار السيال العصبي لانعكاس لا رإادي بسيط. يكمّل 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

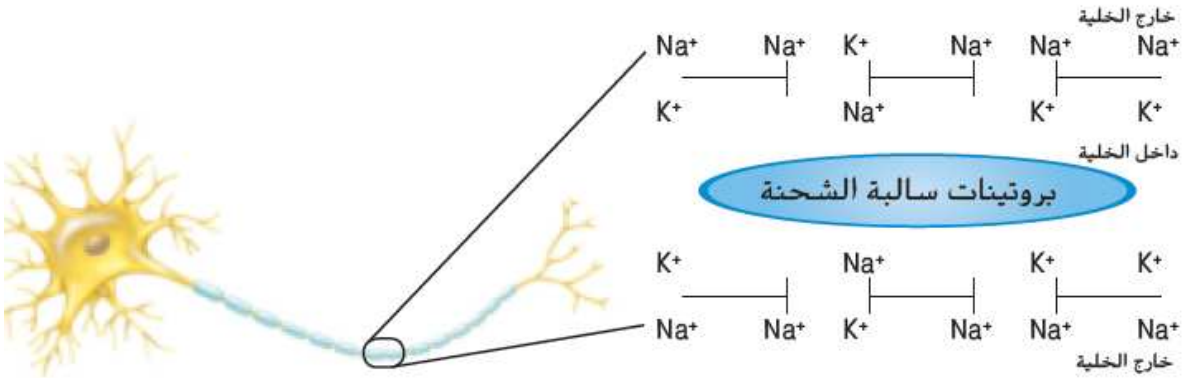
يختلف داخل المحور عن خارجه في الشحنة و هذا ما يسمى جهد الغشاء

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

**تذكّر أنّ 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 الحلية وأيونات البوتاسيوم إلى داخلها.**
**فمقابل كل أيونين من البوتاسيوم يُضخان 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

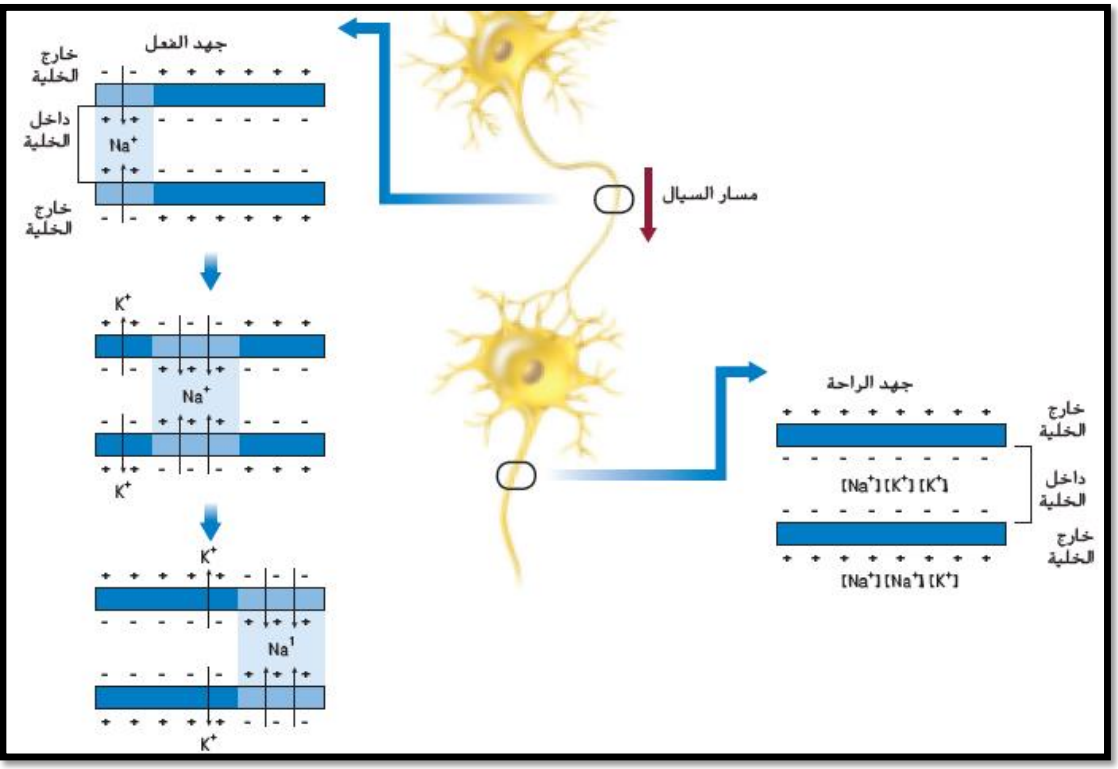
إن جهد الفعل هو اسم آخر للسيال العصبي.

وتسمى أدنى قيمة لشدّة المؤثّر التي تتسبب في حدوث جهد الفعل عتبة التنبيه.

غير أنّ المؤثر الأقوى لا يُولّد بالضرورة جهد فعل أقوى.

ويوصف عمل جهد الفعل بقانون (الكل أو العدم)

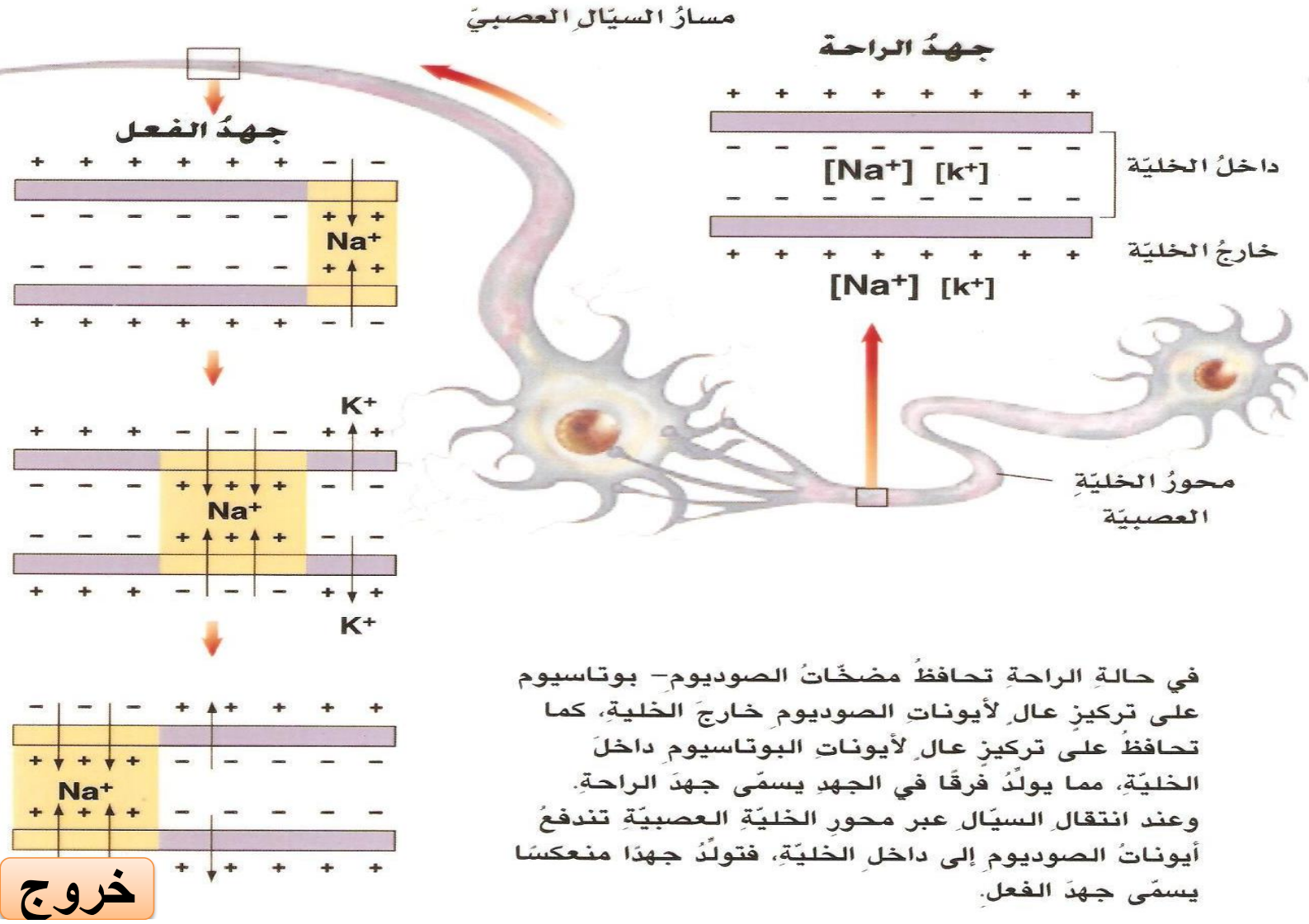
إذ يعني ذلك أن يكون السيال العصبي قويًا بما يكفي كي ينتقل عبر الخلية العصبية أو لا يكون قويًا بدرجة كافية.




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

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

## انتقال السيال العصبي :




في حالةِ الراحةِ تحافظُ مضخّاتُ الصوديوم- بوتاسيوم على تركيزٍ عالٍ لأيوناتِ الصوديومِ خارجَ الخليةِ، كما تحافظُ على تركيزٍ عالٍ لأيوناتِ البوتاسيومِ داخلَ الخليّةِ، مما يولّدُ فرقًا في الجهدِ يسمّى جهدَ الراحةِ.
وعند انتقالِ السيّالِ عبر محورِ الخليّةِ العصبيّةِ تندفعُ أيوناتُ الصوديومِ إلى داخلِ الخليّةِ، فتولّدُ جهدًا منعكسًا يسمّى جهدَ الفعلِ.

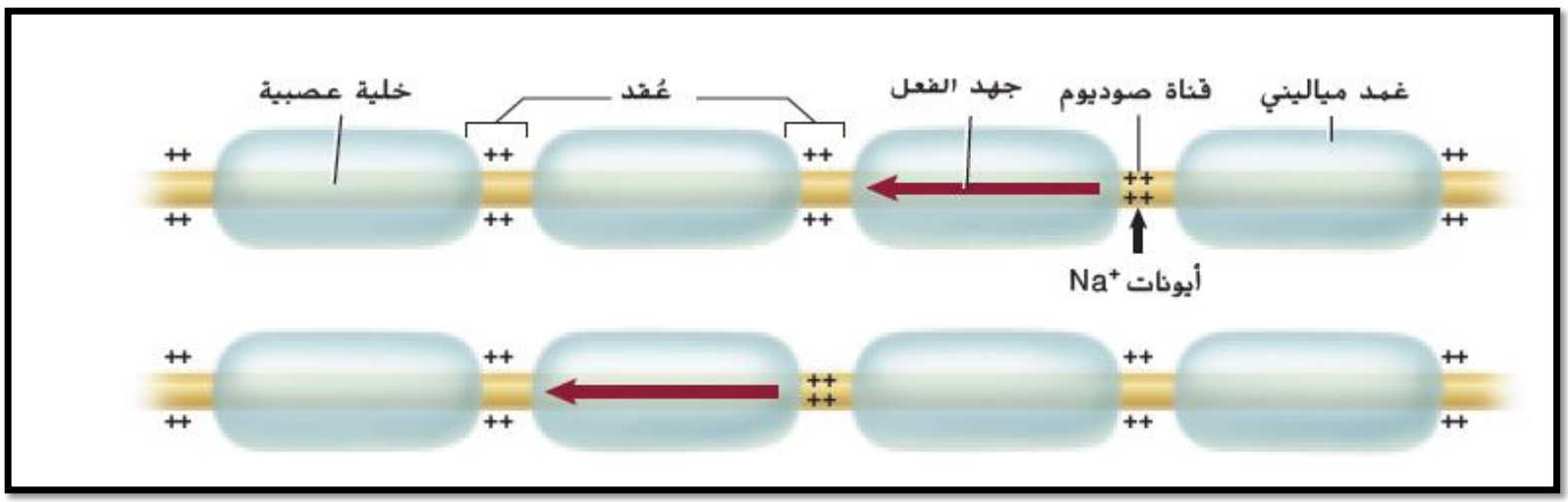
يغطي الغلاف المايليني محاور بعض الخلايا العصبية.

## 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.

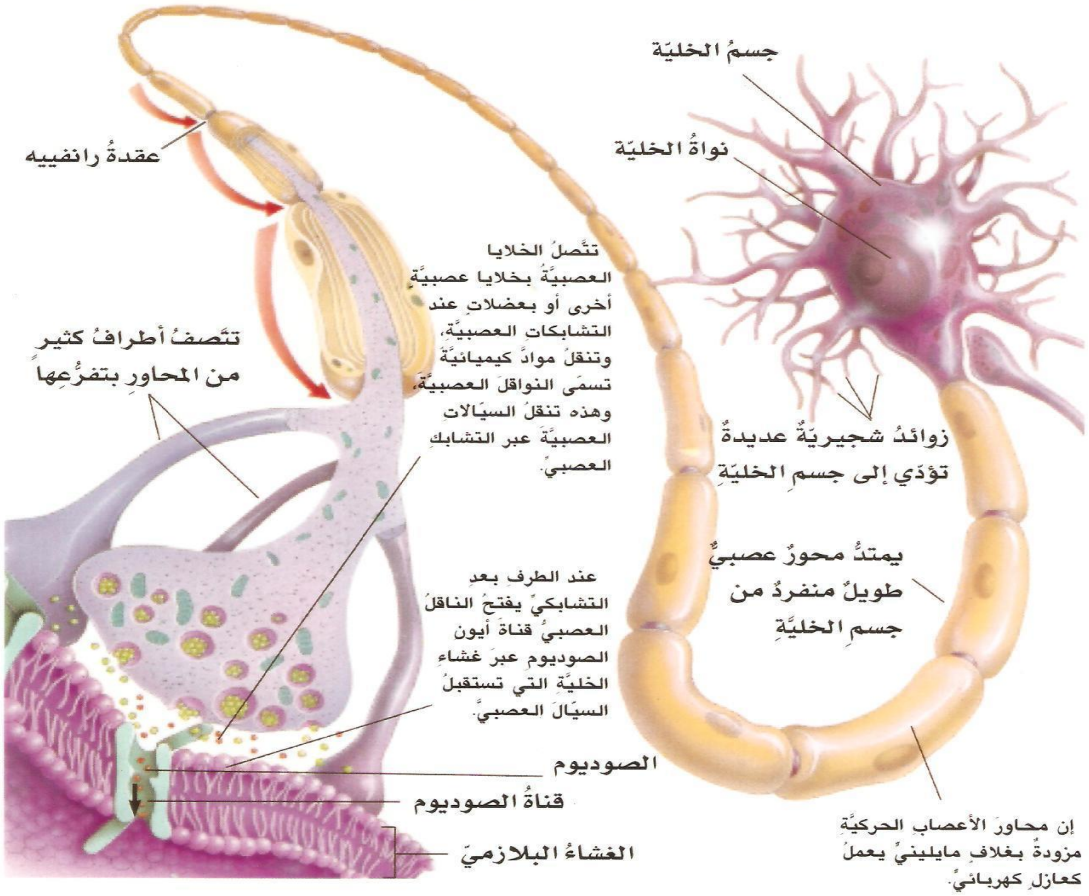
لا تستطيع آيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغمد المايليني لكن يمكنها أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقد. ويسمح هذا الأمر لجهد الفعل بالانتقال الوثبي من عقدة إلى أخرى ، مما يساعد في زيادة سرعة نقل السيال العصبي على طول المحور.




خروج

# تركيبُ الخليّةِ العصبيّة

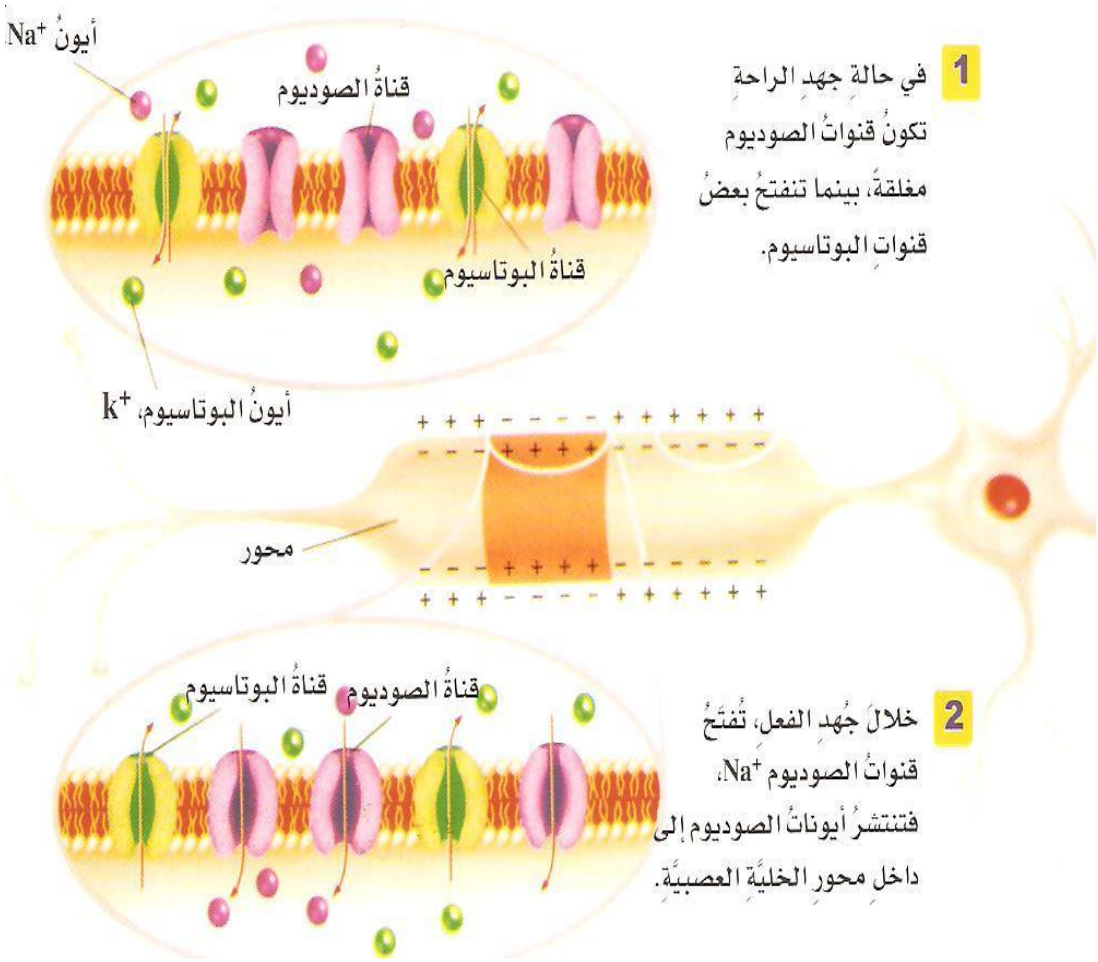
الأعصابُ مكوّنةٌ من خلايا تسمّى خلايا عصبيةً. فالخليّةُ العصبيّةُ الحركيّةُ، على مثالِ هذه الخليّةِ، متخصّصةٌ في نقلِ السيالاتِ بسرعةٍ إلى الخلايا العضليّةِ.



# قارن بين الخلايا العصبي المايلينية و غير المايلينية

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

لخص الخصائص الكهربائية و الكيميائية التي يتميز بها جهد الراحة.




1 في حالةِ جهدِ الراحةِ تكونُ قنواتُ الصوديوم مغلقةً، بينما تنفتحُ بعضُ قنواتِ البوتاسيوم.



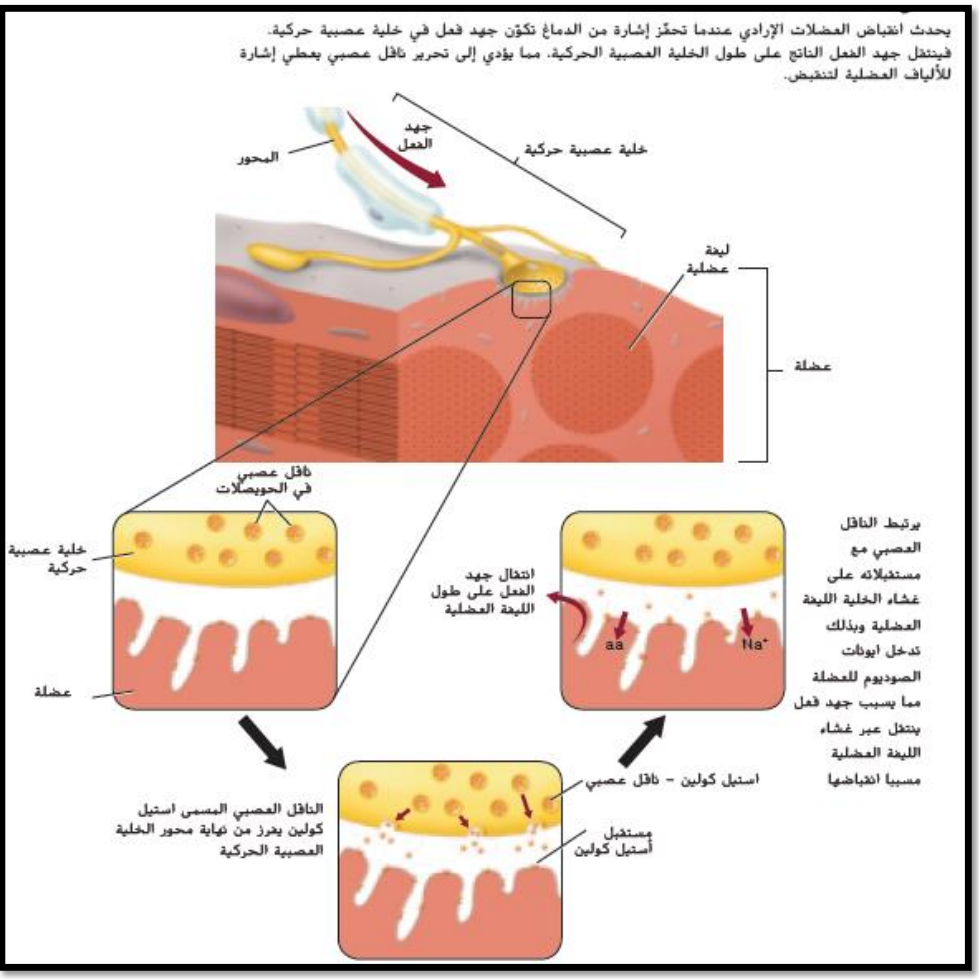

2 خلالَ جُهدِ الفعلِ، تُفتَحُ قنواتُ الصوديوم $Na^+$، فتنتشرُ أيوناتُ الصوديوم إلى داخلِ محورِ الخليَّةِ العصبيَّةِ.

خروج

# التشابك العصبي

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 المستقبلة .



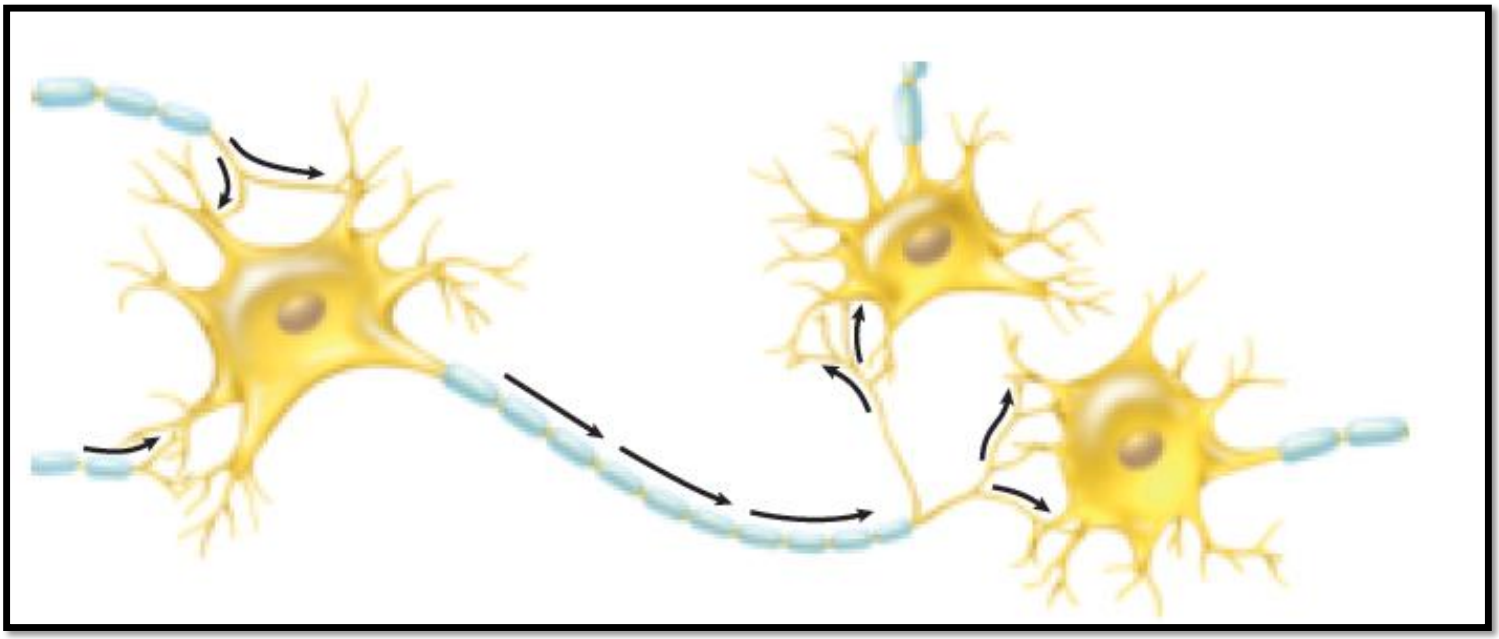

خروج

**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**

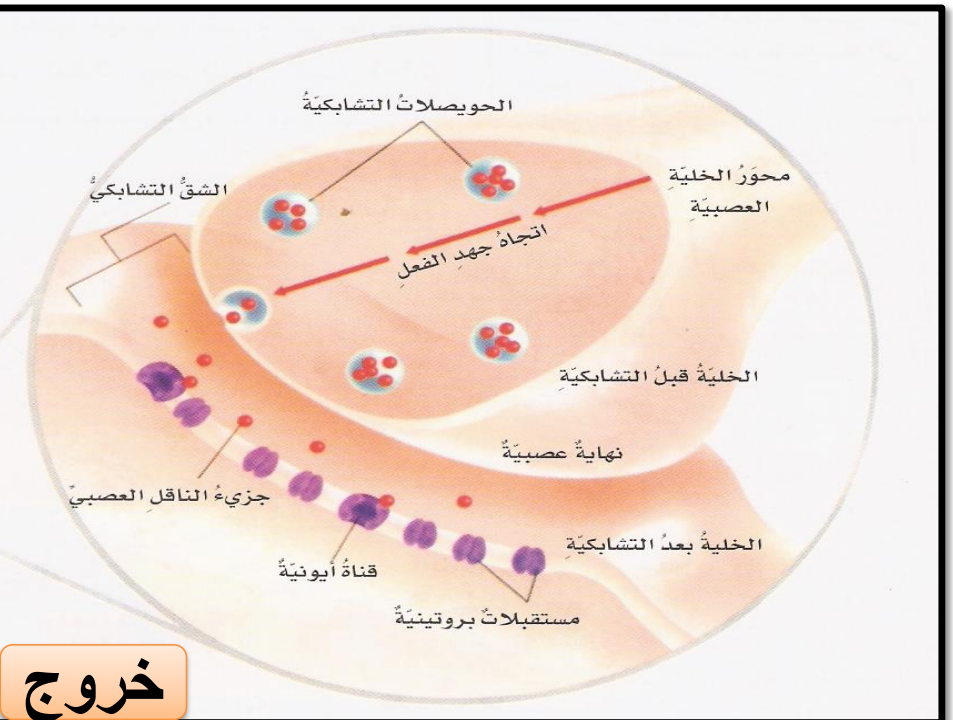
**الناقل العصبي هو مادة كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي وترتبط بالمستقبلات الموجودة على الزوائد الشجرية للخلية العصبية المجاورة. ويؤدي ذلك إلى فتح القنوات الموجودة في الخلية المجاورة مسببة جهد فعل جديدًا.**

**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 وجزيئات 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 جعل داخلها 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. **قارن** الشبه بين الجهاز العصبي والإنترنت من حيث إنه شبكة اتصالات.
2. **استدلّ** لماذا تُعد الطاقة ضرورية لعكس انتشار أيونات الصوديوم ($Na^+$) والبوتاسيوم ($K^+$) عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية.
3. **توقّع** إذا كانت الأعصاب الحسية في قدم شخص ما لا تعمل. فهل سيشعر بالألم إذا تعرضت قدمه لحروق شديدة؟

### التفكير الناقد

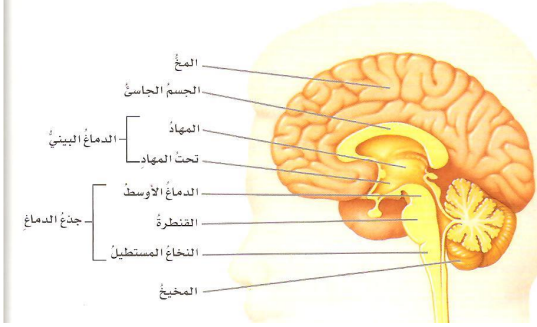
4. **خطّط تجربة** يمكن أن يستخدمها مختص في علم الأعصاب ليثبت أن جهد الفعل ينتقل عبر محور مايليني إلى خلية عصبية أسرع من انتقاله عبر محور غير مايليني.

**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 المدة الزمنية التي يستغرقها السيال العصبي لينتقل على طول هذا العصب كاملًا؟

## القسم 1 التقويم

1. يُعدّ كل من الإنترنت والجهاز العصبي شبكتين واسعتين 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 إجبار الأيونات على التركّز في جانب واحد من الغشاء يستهلك طاقة.
3. لا. إذا لم ترسل الخلايا العصبية الحسية السيالات 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. $0.914\ m \div 107\ m/s = 0.0085\ s$

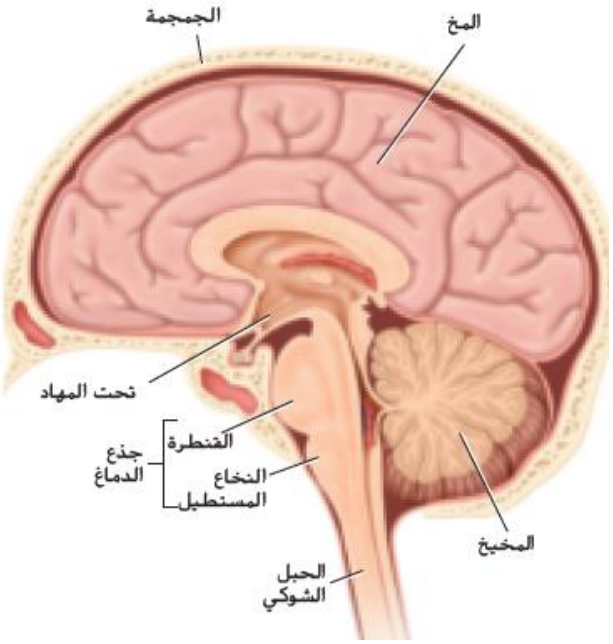



# الجهاز العصبي

- الجهاز العصبي الطرفي
  - خلايا عصبية حسية
  - خلايا عصبية حركية
- الجهاز العصبي المركزي
  - الحبل الشوكي
  - الدماغ
    - المخ
    - الدماغ البيني
    - جذع الدماغ
    - المخيخ

خروج

# وظيفة الجهاز العصبي المركزي

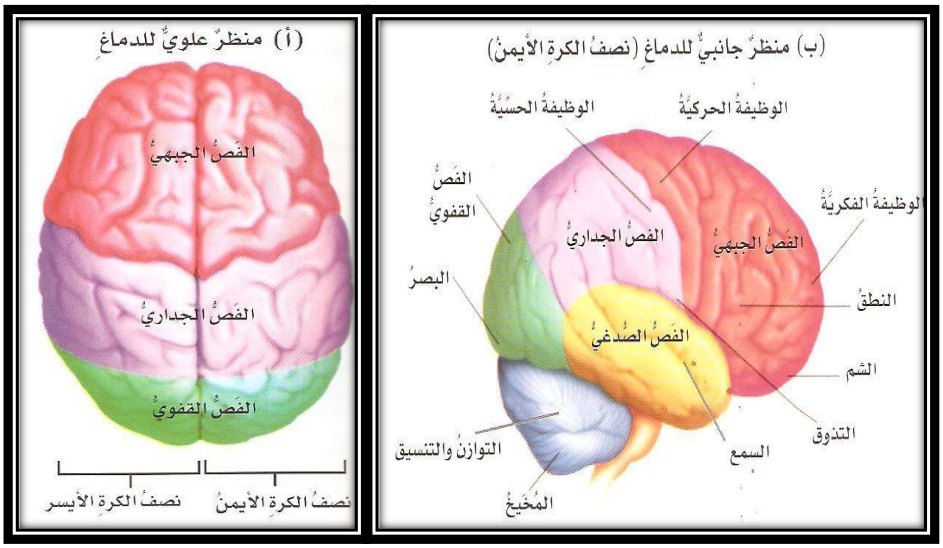



تتمثل وظيفة الجهاز العصبي المركزي في تنسيق كل أنشطة الجسم، فهو ينقل الرسائل ويعالج المعلومات ويحلّل الاستجابات. عندما ترسل الخلايا العصبية الحسية معلومات عن البيئة المحيطة إلى الحبل الشوكي، يمكن أن تستجيب الخلايا العصبية البينية عبر القوس الانعكاسي أو يمكنها أن تنقل المعلومات إلى الدماغ.
ترسل بعض الخلايا 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

## أولاً:- المخ

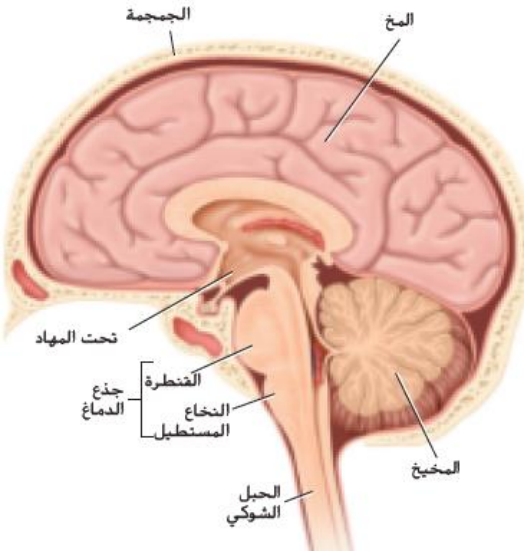
أكبر أجزاء الدماغ طبقته الخارجية كثيرة التلافيف ويتكون من نصفي الكرة المخية الذي يربط بينهما حزمة من الأعصاب من محاور الخلايا العصبية يُعتبر المخ مسؤولاً عن عمليات التفكير المرتبطة بالتعلم و الذاكرة واللغة والنطق والحركات الإرادية للجسم والإدراك الحسي، و تحدث معظم عمليات التفكير العليا بالقرب من سطح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




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

خروج

## المخيخ




**يقع في أسفل المخ من الجهة الخلفية**

**وظيفته:**

- يتحكم باتزان 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**

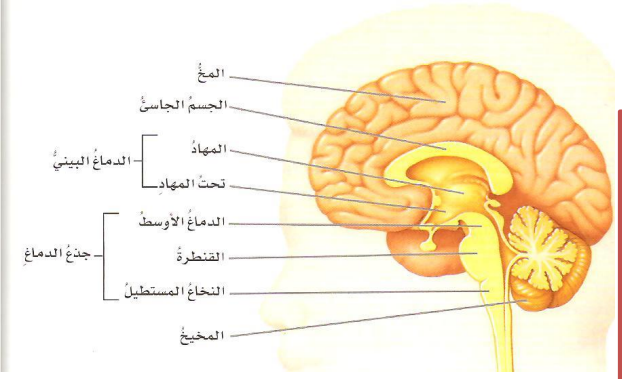
**القنطرة** توفر التواصل بين المخ و المخيخ وتساعد في السيطرة على سرعة التنفس.

**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

خروج

# الدماغ البيني




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**

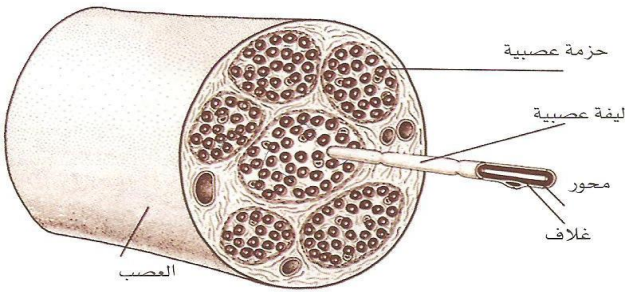
- تقع بين جذع الدماغ والمخ، وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي.
- تنظّم درجة حرارة الجسم والعطش والشهية والتوازن المائي في الجسم.
- مسؤولة جزئيًا عن تنظيم ضغط الدم والنوم والعنف والخوف والسلوك الجنسي.

## الحبل الشوكي

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

خروج

# العصب

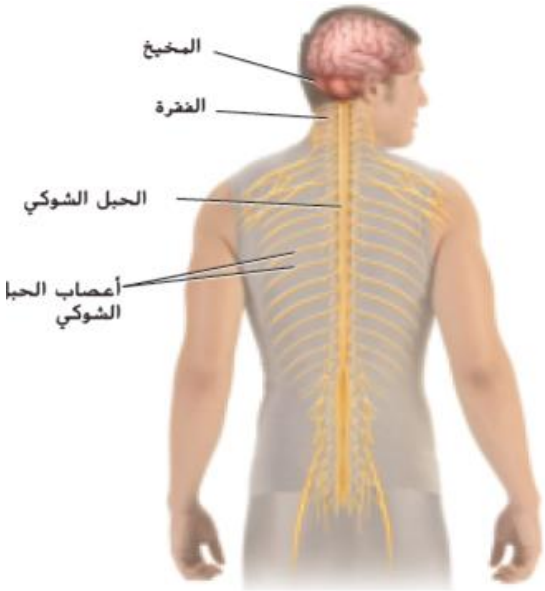



**العصب :** هو مجموعة من الحزم العصبية المحاطة بغلاف سميك .

**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.

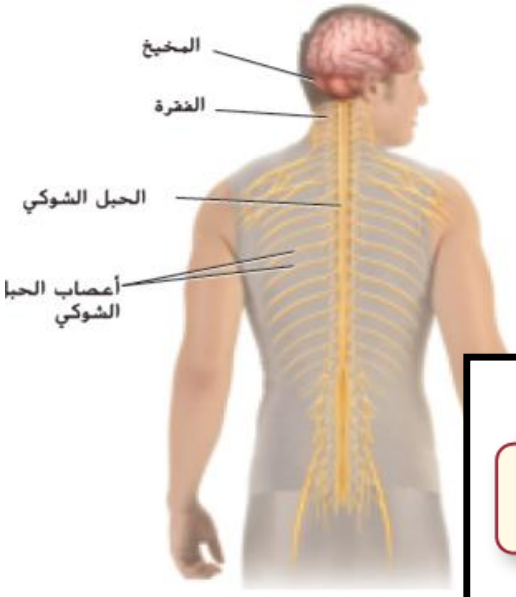
٣١٠ زوج من الأعصاب الشوكية.

خروج

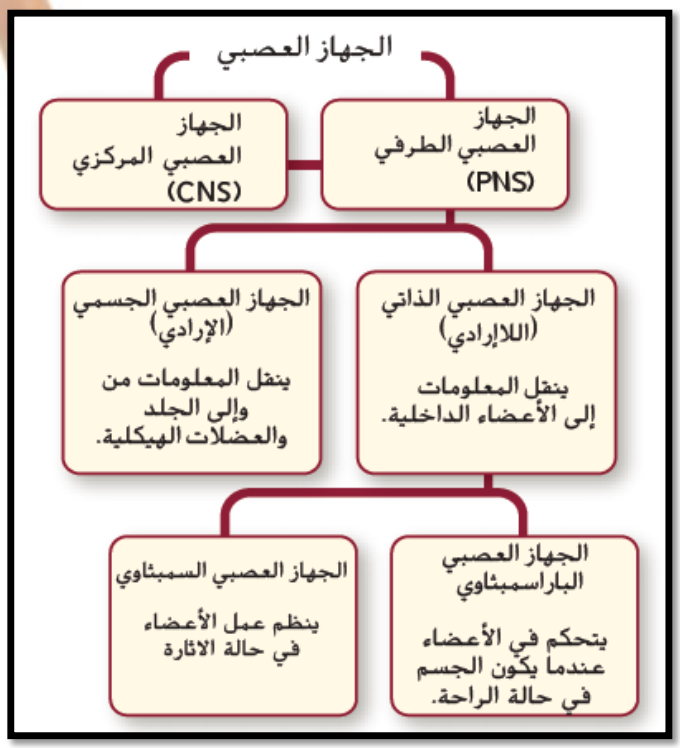
# الجهاز العصبي الطرفي

## يتكون من

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




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




خروج

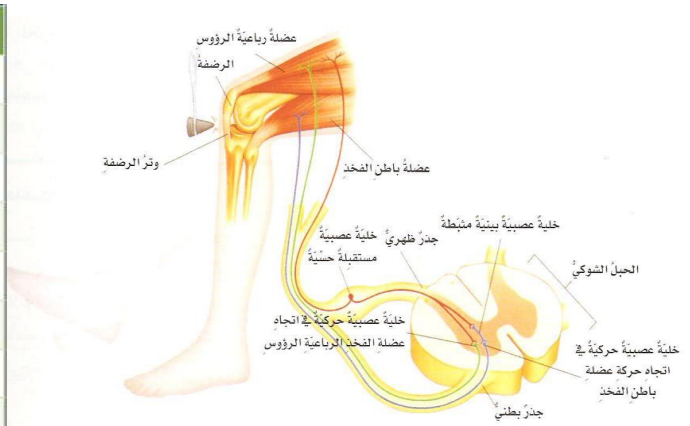
# الجهاز العصبي الطرفي

مسؤول عن الحركات **الإرادية**

مسؤول عن الحركات **اللا إرادية**

## جسمي

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




## ذاتي

### السمبثاوي

### البارا سمبثاوي

| التركيب | التنبيه السمبثاوي | التنبيه الباراسمبثاوي |
|---|---|---|
| القزحية (عضلة بالعين) | اتساع الحدقة/البؤبؤ | ضيق الحدقة/البؤبؤ |
| الغدد اللعابية | انخفاض إفراز اللعاب | زيادة إفراز اللعاب |
| مخاط الفم 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. **قارن** بين تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي واشرح العلاقة بينهما.
2. **قوّم** أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
3. **اشرح** أي جزء في الجهاز العصبي مسؤول عن استجابة الكر أو الفر؟ وما سبب أهمية هذه الاستجابة؟

### التفكير الناقد

4. **ضَع فرضية** اذكر أنواع الاختبارات التي قد يجريها الباحث للتأكد من عمل أجزاء الدماغ المختلفة.
5. **صمّم تجربة** توضح فيها تأثيرات الجهازين العصبين السمبثاوي والباراسمبثاوي على قزحية العين.

**الكتابة في علم الأحياء**

6. اكتب قصة قصيرة تصف فيها وضعًا للقلب يعمل فيه الجهازان السمبثاوي والباراسمبثاوي معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

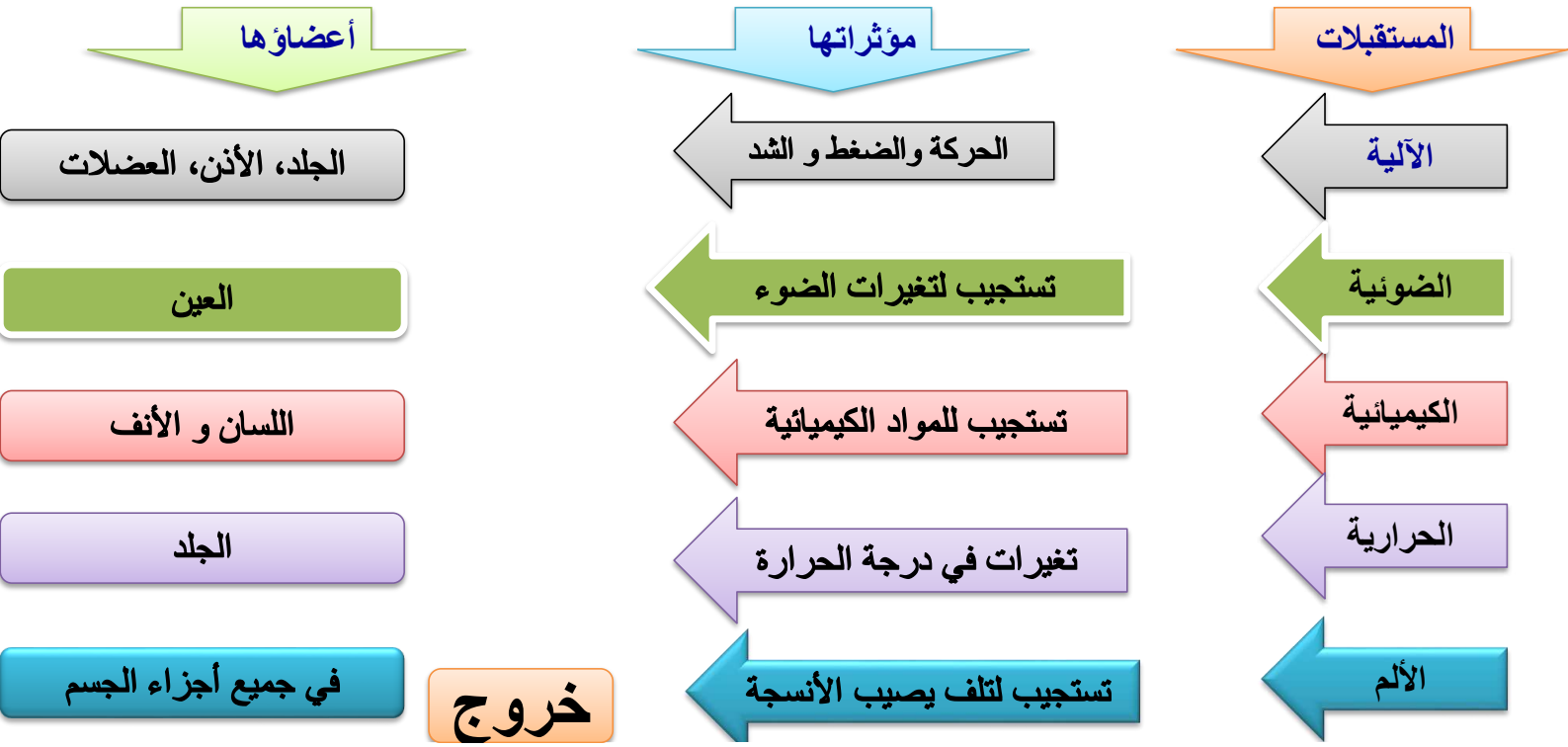
## القسم 2 التقويم

1. يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي. ويحتوي الدماغ على 100 مليار خلية عصبية متصلة ببعضها. أما الحبل الشوكي فهو عمود 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 الجسمي يوصل المعلومات الحسية إلى الدماغ وينقل التعليمات من الدماغ إلى العضلات الهيكلية. أما الجهاز العصبي الذاتي. فيحمل السيالات العصبية من الدماغ إلى الغدد والأعضاء الداخلية.
3. الجهاز العصبي الذاتي. وتُعتبر هذه الاستجابة مهمة لأنها تساعد في الاستجابة للخطر.
4. الإجابة النموذجية: افحص المخبخ بواسطة ميزان الاختبار.
5. ستتنوع الإجابات. لكن ينبغي أن توضّح أن استجابة الجهاز الباراسمبثاوي تكون أكثر فاعلية عندما يكون الجسم في وضع الراحة.
6. اقبل كل القصص التي تُظهر معرفة دقيقة لدى الطلاب.

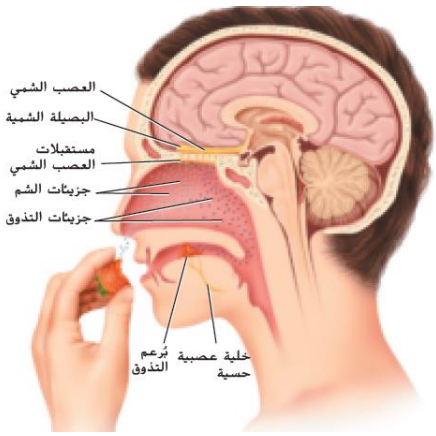
# أعضاء الحس.

يميز الإنسان بين المؤثرات المختلفة و يفهمها بواسطة أعضاء الحس.

مستقبل الحس هو خلية عصبية تتعرف المؤثرات.



# التذوق والشم

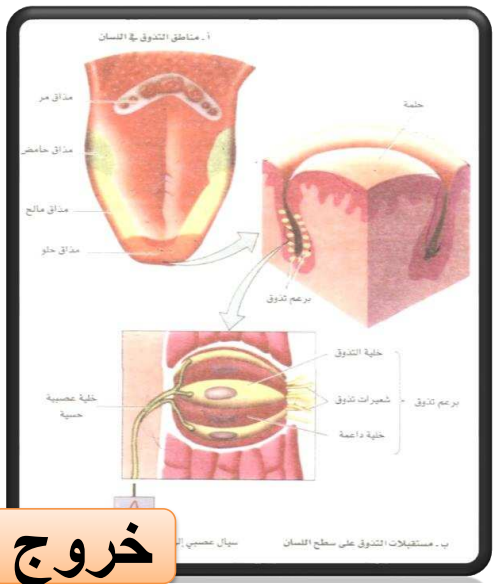



## أولاً:- التذوق.

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

## ثانياً:- الشم.

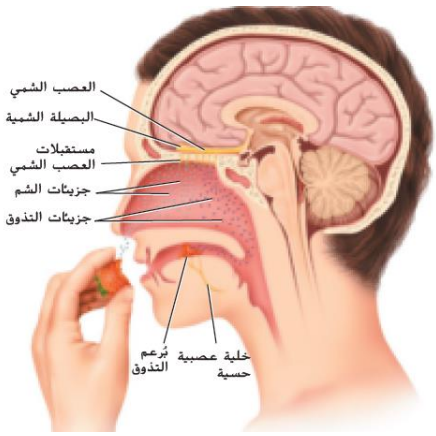
تتعرف مستقبلات في سقوف التجاويف الأنفية المواد الكيميائية التي في الهواء .

مستقبلات الشم توجد في الغشاء الطلائي المخاطي الذي يغلف تجاويف الأنف .

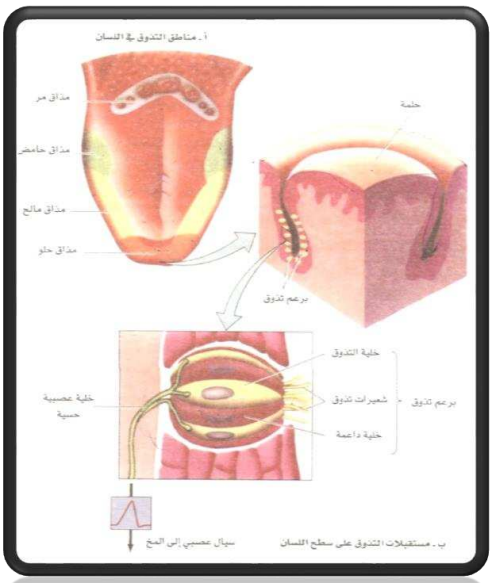
ارتباط جزيئات الرائحة بجزيئات مستقبله خاصة موجودة في مستقبلات الشم تنبه هذه المستقبلات فتنتقل السيالات العصبية الى البصيلة الشمية ،

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

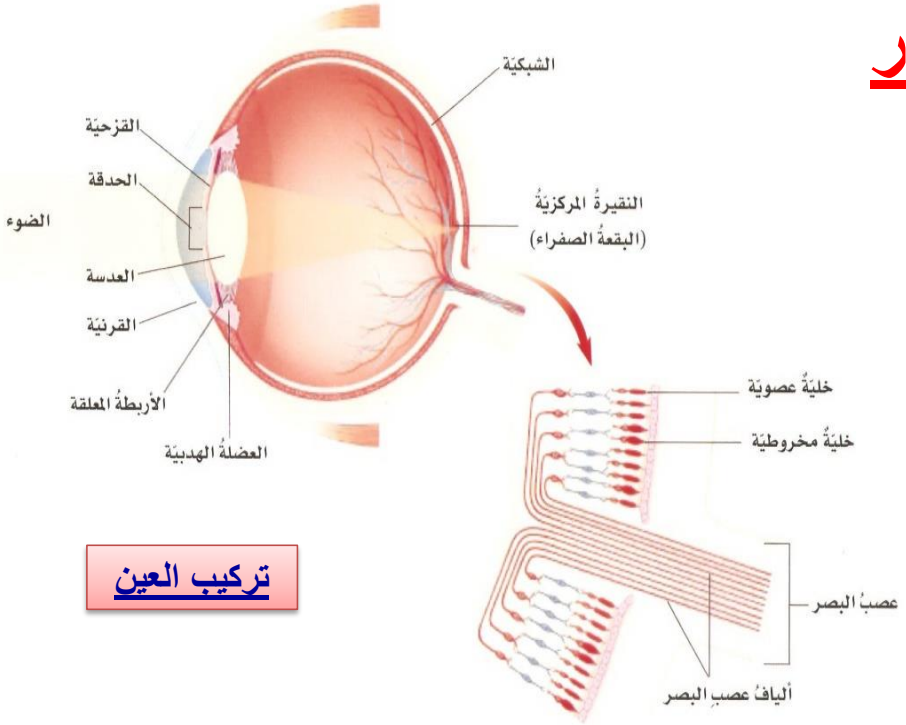
خروج




- تستجيب حاستا التذوق والشم لمنبهات في صورة مواد كيميائية وتعملان معًا في الغالب، إذ تستجيب المستقبلات المتخصصة الموجودة في أعلى الأنف للمواد الكيميائية المنتشرة في الهواء وترسل المعلومات إلى البصيلة الشمّية في الدماغ.
- إن براعم التذوق هي مستقبلات متخصصة للمواد الكيميائية موجودة على اللسان تلتقط المذاقات الحلوة والحامضة والمالحة والمرة. تكتشف هذه المستقبلات التركيبات المختلفة للمواد الكيميائية التي يحتوي عليها الطعام وترسل هذه المعلومات إلى جزء آخر من الدماغ.
- وتشترك الإشارات المرسلة مستقبلات التذوق و الشم في تكوين تأثير موحّد 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 أولا عبر القرنية،

٢. ثم الحدقة، 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 الى 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 ويكوّن 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 .

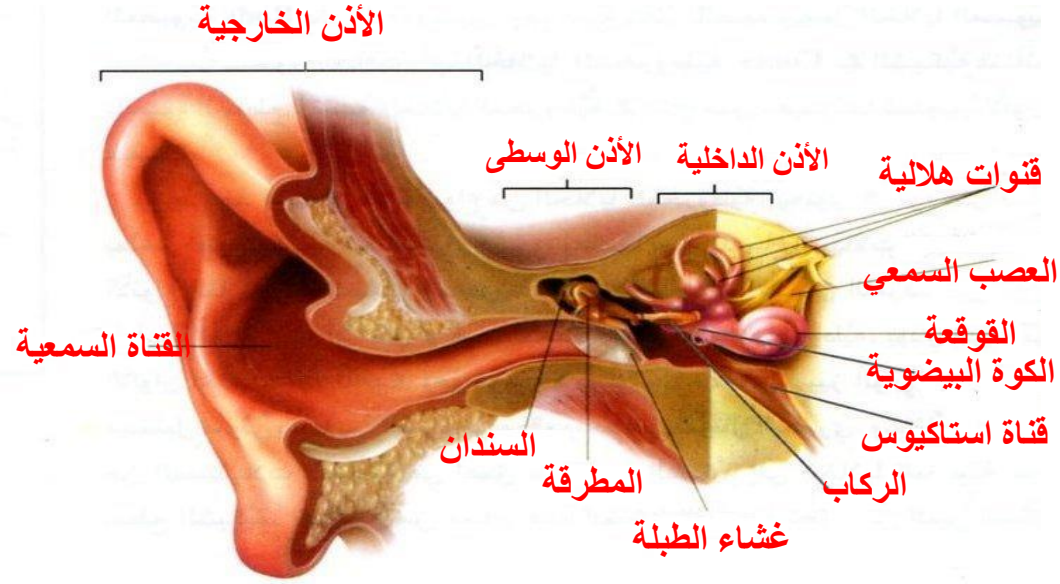
خروج

# السمع والتوازن

## وظائف الأذن

- تعرف الصوت.
- الحفاظ على التوازن.

## تركيب الأذن:




خروج

## آلية السمع:

سؤال: صف كيف تستقبل الأذن الصوت، وكيف ترسل السيالات إلى الدماغ؟

**الجواب:**

يوجه صيوان الأذن الاهتزازات الصوتية ← القناة السمعية ← يهتز غشاء الطبلة

↓

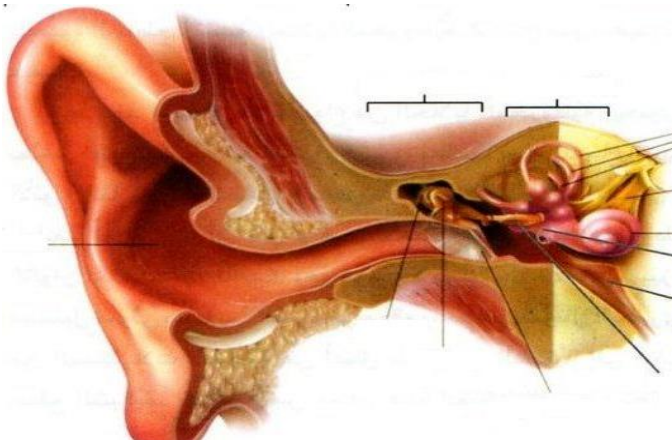
اهتزاز السائل في القوقعة ← ينقل الركاب الاهتزاز إلى الكوة البيضية ← تتحرك خلفها عظيمات الأذن الوسطى

↓

يتحرك الغشاء السفلي للقناة الوسطى ← تلامس الخلايا الشعرية الغشاء العلوي فيحدث لها انحناء ← تسبب جهد فعل فيها (سيال عصبي)

↓

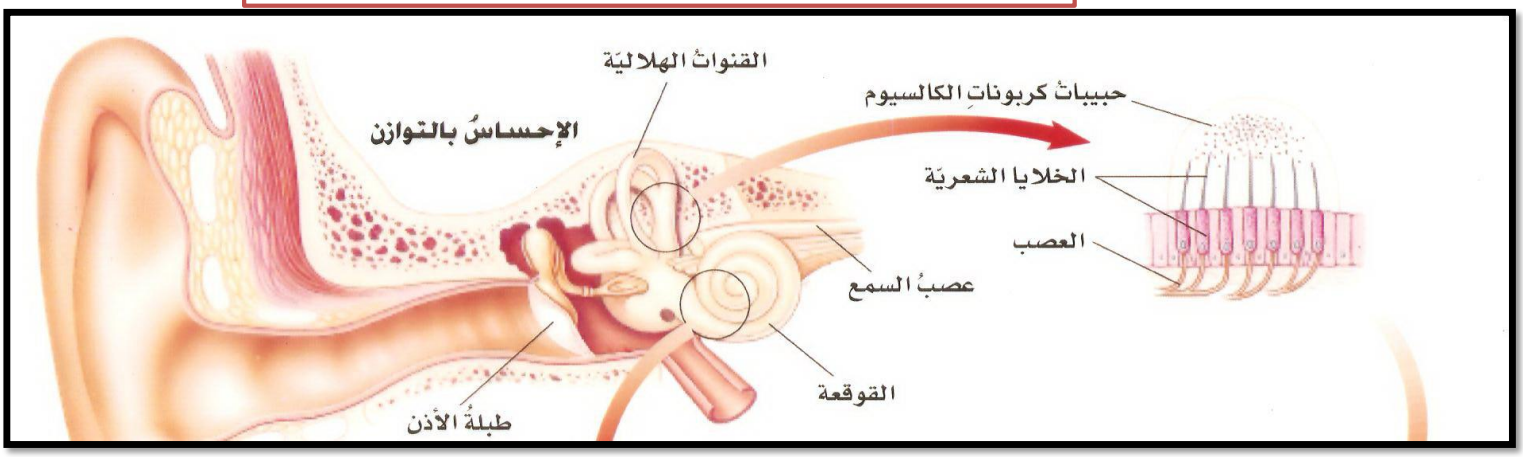
العصب السمعي ← مركز السمع في الدماغ



ما أهمية قناة استاكيوس؟

خروج

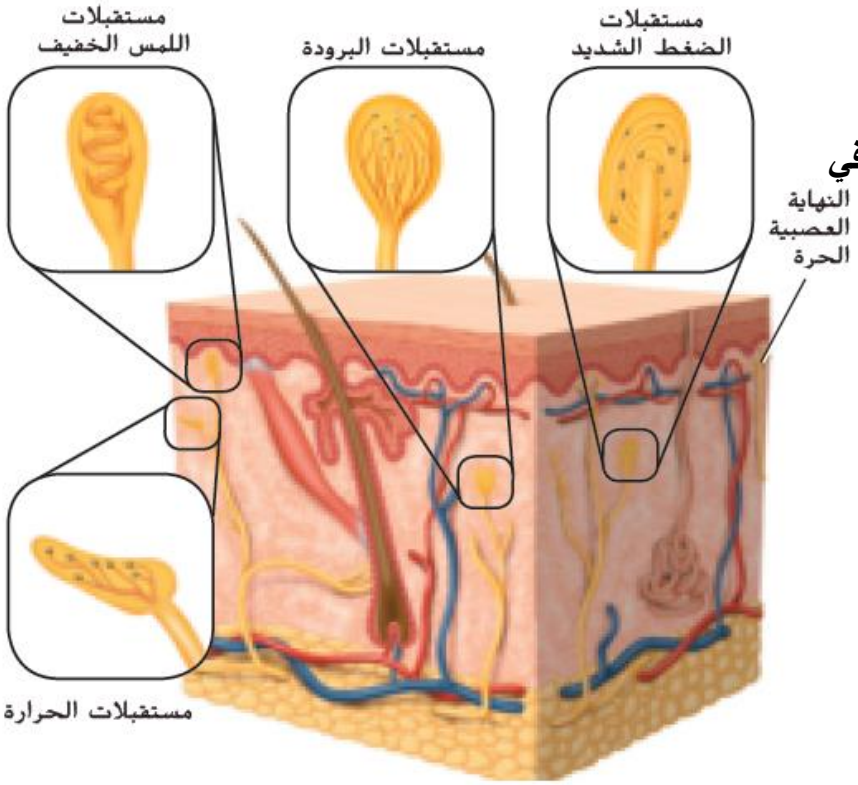
# آلية الحفاظ على التوازن




- تحوي الأذن الداخلية أيضًا أعضاءً مسؤولة عن الاتزان، بما في ذلك ثلاث قنوات نصف هلالية. تنقل القنوات نصف الهلالية معلومات عن وضع الجسم واتزانه إلى الدماغ.
- تشكّل كلّ 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 ثابتًا أو متحركًا.

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 لمستقبلات 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. الفكرة الأساسية **ارسم** مسار موجة صوتية بدءًا من مرورها بالقناة 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. لمَ قد تحدث مثل هذه الظواهر؟

# القسم 3 التقويم

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 الفم وتجويف الأنف. وإذا سُد تجويف الأنف، فلن يحصل الدماغ على كل المعلومات اللازمة 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 هاتين الحاستين الذين يرون صورًا أو يسمعون أصواتًا من حين إلى آخر، فهم يختبرون ظاهرة حيث يولّد الدماغ أصواتًا أو صورًا بدون منبهات خارجية.

## القسم 1

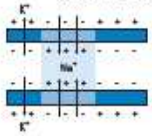
### مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مصطلحات. أداء. المصطلح الدخيل، واشرح سبب ذلك.

1. المحور. الزوائد الشجرية. القوس الانعكاسي
2. جسم الخلية. التشابك العصبي. الخلل العصبي
3. الميالين. المغذ. عتبة التنبيه

### فهم الأفكار الأساسية

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 4.




4. ما الذي يبينه الرسم أعلاه؟
   A. تدخل أيونات البوتاسيوم $K^+$ الخلية العصبية.
   B. تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية.
   C. تدخل أيونات الصوديوم $Na^+$ إلى الخلية العصبية.
   D. تحلّل الغشاء الهايلبني. ما يسمح بعبور الأيونات من خلال الغشاء البلازمي بحرية.

5. ما المسار الصحيح الذي يسر فيه السيال 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 المبنية

6. الموضوع المحوري: الطاقة ضع فرضية لسبب استهلاك السيال العصبي طاقة أكثر عند انتقاله على محور غير مايليني مقارنة بانتقاله على المحور المايليني.

7. الرسم والكتابة اشرح التشبيه التالي: تشبه الخلية العصبية طريقًا ذا اتجاه واحد. بينما يشبه العصب طريقًا ذا اتجاهين.

### التفكير الناقد

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

## القسم 2

### مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مصطلحات. أداء. المصطلح الدخيل، واشرح سبب ذلك.

9. الجهاز الجسمي. الجهاز الباراسيمبثاوي. الجهاز السمبثاوي
10. المخ. الخنطرة. الدماغ المستطيل
11. الجهاز العصبي الذاتي. الجهاز العصبي الجسمي. الجهاز العصبي المركزي

### فهم الأفكار الأساسية

12. ما الذي يُعد من خصائص الفرع السمبثاوي من الجهاز العصبي الذاتي؟
   A. يحفّز الهضم
   B. يوسّع الشعب الهوائية
   C. يبطئ سرعة ضربات القلب
   D. يحوّل الجلوكوز إلى جلايكوجين

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 13.

13. إذا تضرر الجزء الذي يشير إليه السهم نتيجة لصدمة. فما أثر ذلك في الشخص على الأرجح؟
   A. فقدان الذاكرة الكلي أو الجزئي
   B. تغير في درجة حرارة الجسم
   C. صعوبة في الحفاظ على التوازن
   D. سرعة النبض

14. ما الجهاز العصبي الذي تسيطر عليه منطقة تحت المهاد؟
   A. الإرادي
   B. الطرفي
   C. الحسي
   D. الذاتي

# التقويم

## القسم 1

### مراجعة المفردات

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

### فهم الأفكار الأساسية

4. C
5. D

### الإجابة المبنية

6. لا يمكن للأيونات العبور من خلال الغشاء إلا عند العقد. يعزل المايلين باقي الغشاء لذلك لا تحتاج الخلية إلى استخدام الطاقة لتنظيم تدفق الأيون.
7. تستقبل الخلية العصبية الإشارات من خلال محورها وترسلها عبر الزوائد الشجرية. لا يتحرك التدفق إلا في اتجاه واحد. إن العصب حزمة من الخلايا العصبية؛ يتجه بعض الخلايا العصبية الموجودة في العصب في اتجاه معين بينما تتجه الخلايا الأخرى في الاتجاه المعاكس.

### فكّر بشكل ناقد

8. الإجابة المحتملة: إنّ جهد الفعل لا يمكنه التدفق في اتجاهين متعاكسين في الوقت نفسه. لو كان الأمر عكس ذلك، كانت الخلية العصبية لتتطلب العديد من المحاور والزوائد الشجرية لتسمح بتدفق جهد الفعل في الاتجاهين معًا.

## القسم 2

### مراجعة المفردات

9. الجهاز العصبي الجسمي، لأنه ليس جزءًا من الجهاز العصبي الذاتي
10. المخ، لأنه ليس جزءًا من جذع الدماغ
11. الجهاز العصبي المركزي، لأنه ليس جزءًا من الجهاز العصبي الطرفي

### فهم الأفكار الأساسية

12. B
13. C
14. D

McGraw-Hill Education

### الإجابة المبنية

15. **مهم للحياة** افترض أنك مشارك في مناظرة مدرسية. وعليك أن تدعم العبارة التالية: يشارك الجهاز العصبي الذاتي في تنظيم عملية الاتزان الداخلي أكثر من الجهاز العصبي الجسمي. ادعم رأيك بالأدلة.

### التفكير الناقد

16. **انقد** ربما سمعت العبارة التالية "يستخدم الإنسان عشرة بالمئة فقط من دماغه". استخدم الإنترنت وغيره من المصادر لجمع أدلة تؤيد هذه الفكرة أو تدحضها.

17. **حلّل** إن حجم مخ الإنسان كبير بالنسبة إلى جسمه. مقارنةً بالحيوان. ما فائدة ذلك للإنسان؟

## القسم 3

### مراجعة المفردات

ميّز بين المصطلحات في كل مجموعة من المجموعات التالية.

18. القناة. المخاريط

19. القوقعة. القنوات نصف الهلالية

20. الشبكية. براعم التذوق

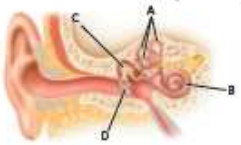
### فهم الأفكار الأساسية

21. إذا انقطعت الكهرباء في إحدى دور السينما ولم تُضأ سوى بضعة مصابيح طوارئ وكانت إضاءتها خافتة. فما نوع الخلايا الأهم في الشبكية التي تساعدك على رؤية طريق الخروج؟
   A. القناة
   B. المخاريط
   C. القناة والمخاريط لها القدر نفسه من الأهمية.

22. ما الترتيب الصحيح لمرور الموجات الصوتية في الأذن خلال عملية إرسال سيال عصبي؟
   A. القوقعة ثم السندان ثم الركاب ثم طبلة الأذن
   B. طبلة الأذن ثم عظام الأذن الوسطى ثم القوقعة ثم الخلايا الشعرية
   C. القناة السمعية ثم طبلة الأذن ثم الخلايا الشعرية ثم القوقعة
   D. الخلايا الشعرية ثم القناة السمعية ثم القوقعة ثم المطرقة

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

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 24.




24. تصيب بعض ألعاب مدينة الملاهي الشخص بالدوار بعد أن تتوقف اللعبة. ما التركيب المسؤول على الأغلب عن الشعور بالدوار. في الرسم؟
   A .A  C .C
   B .B  D .D

### الإجابة المبنية

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

### التفكير الناقد

26. **اشرح** لديك مستقبلات للمس الخفيف في كل أنحاء جسمك. في صوء ما تعرفه عن الجهاز العصبي. لماذا لا تنتبه دومًا إلى الأشياء التي تلامس جسمك مثل الملابس وساعة اليد؟

27. **مهم للحياة** رتّب الحواس من 1 إلى 5 من حيث الأهمية (بحيث تكون الحاسة رقم 1 هي الأهم). استعد لمناقشة هذه المسألة مع الطلاب الآخرين.

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 أيضًا نبضات القلب وعملية الهضم.

### فكّر بشكل ناقد

16. ينبغي أن يفهم الطلاب أننا نستخدم كامل دماغنا.

17. قدرة أكبر على التعلم. ومعالجة اللغة وتكوين الكلام وحفظ الذكريات.

## القسم 3

### مراجعة المفردات

18. تستشعر الخلايا العصوية الضوء الخافت. توفر الخلايا المخروطية معلومات عن اللون.

19. إن القوقعة وعاء مليء بالسائل في الأذن. عندما تتسبب الموجات الصوتية في اهتزاز القوقعة. تعمل الخلايا الشعرية داخل القوقعة على استثارة الخلايا العصبية كي ترسل المعلومات المتعلقة بالصوت إلى الدماغ. والقنوات شبه الدائرية هي أيضًا أعضاء مليئة بالسائل. لكنها تساعد على الحفاظ على الاتزان.

20. تستشعر الشبكية طاقة الضوء. تحس براعم التذوق بالمواد الكيميائية وترسل المعلومات المتعلقة بالتذوق إلى الدماغ.

### فهم الأفكار الأساسية

21. A

22. B

23. C

24. A

### 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. ...تختلف الإجابات. لكن ينبغي أن...

## التقويم الختامي

28. **تفكير إبداعي** تمد الجهاز العصبي أساسًا للتواصل بين الخلايا والأنسجة والأعضاء. توقع النتائج في حال انقطاع السيال العصبي نتيجة لإصابة أو تلف بعض الألياف العصبية والغمد المايليني.

29. **اكتب في** علم الأحياء اكتب قصة قصيرة عن شخص سمع ضجة فشعر بالخوف. احرص على أن تضمن في قصتك كل ما قد يحدث في كل جزء من الجهاز العصبي خلال ذلك الموقف.

### أسئلة حول مستند

أحد البيانات من Blinkov, S.M., and Glezer, 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. 1998. *The central nervous system of vertebrates.* Vol. 3. Berlin: Springer.
Berta, A., et al. 1999. *Marine mammals: evolutionary biology.* San Diego: Academic Press.

**متوسطة كتلة الدماغ (بالجرام)**

| النوع | الكتلة (g) | النوع | كتلة الدماغ (g) |
|---|---|---|---|
| الحوت المزعنف | 6930 | الكلب (البودل) | 72 |
| الفيل | 6000 | القطة | 30 |
| البقرة | 425–458 | السلحفاة | 0.3–0.7 |
| الإنسان البالغ | 1300–1400 | الفأر | 2 |

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

31. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث استراتيجيات التكيف) التي قد تؤيد إجابتك عن السؤال 30.

## التقويم الختامي

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

29. ستتنوع القصص، لكن ينبغي أن تورد استجابات الجهاز العصبي الذاتي والاستجابات السمبثاوية للخطر وكذلك الاستجابات الباراسمبثاوية التي تعيد الجسم إلى التوازن.

### أسئلة حول مستند

Blinkov, S.M. and Glezer, 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.
1998. *The central nervous system of vertebrates.* Vol. 3. Berlin: Springer.
Berta, A., et al. 1999. *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 أدمغة أكبر لحاجتها إلى التحكم بعضلات أكثر وأجهزة أكبر.

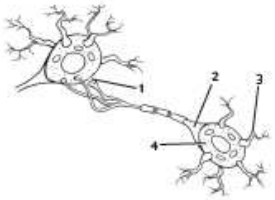
# تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

## الاختيار من متعدد

1. ما الخصائص المميّزة للثدييات؟
   A. الشعر
   B. ثبات الحرارة
   C. الثقب البكون من أربع حجرات
   D. التلقيح الداخلي

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



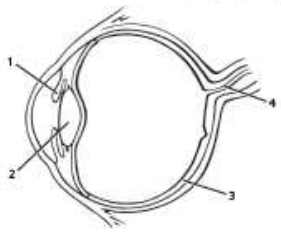

2. في أي جزء من الرسم أعلاه تتوقع وجود المبالين؟
   A. 1
   B. 2
   C. 3
   D. 4

3. في أي جزء من الرسم أعلاه تتوقع وجود النواقل العصبية عندما يصل جهد العمل إلى نهاية الخلية العصبية؟
   A. 1
   B. 2
   C. 3
   D. 4

4. ما الهدف من وجود النسيج الطلائي في الجهاز الهضمي؟
   A. يغطي سطح الجسم ويحمي أنسجته
   B. يحرك التضاعيل والعظام
   C. يوفر إطارًا هيكليًا للجسم
   D. ينقل الإشارات العصبية

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

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 6 و 7.




6. ما الجزء من العين الذي يحوي عضلات تستجيب للمؤثرات؟
   A. 1
   B. 2
   C. 3
   D. 4

7. إذا لم يستطع أحد الأشخاص رؤية لون معين، فما الجزء المتضرر من عينه؟
   A. 1
   B. 2
   C. 3
   D. 4

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال رقم 8.

8. يوضح الرسم البياني أعلاه النمط اليومي لدرجة حرارة الجسم لدى الإنسان. متى تكون درجة حرارة الجسم لدى الإنسان في أدنى قيمة لها؟
   A. بعد الأكل
   B. عند الظهيرة
   C. قبل الفجر مباشرة
   D. آخر الليل

## إجابة قصيرة

9. ستختلف الإجابات لكنها قد تتضمن معلومات مشابهة لما يلي: ربما ينحتم على الحيوان الذي لديه قواطع وأسنان مستمرة النمو (الحيوان "A") مضغ/قرض الخضروات باستمرار. وقد يكون من القوارض حيث تتحت الأشياء التي يخفيها تحت أسنانه.
   أما الحيوان "B"، فلديه أسنان أكثر حدة في مقدمة فمه لكنها لا تستمر في النمو. لذلك، فإنه على الأرجح يحتاج إلى أسنان حادة لأكل اللحوم، لكنه ليس بحاجة إلى قرض الغذاء مثل الحيوان "A". بالتالي، فهو على الأرجح من آكلات اللحوم.

10. ستختلف الإجابات. ويقبل 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 يفتقر الإنسان أيضًا إلى وجود أسنان حادة كثيرة في مقدمة فمه يمكنه تمزيق اللحوم بها. أو قد يشير الطلاب إلى أن الحيوان "B" مشابه للإنسان، لأن أسنان الإنسان لا تنمو إلى أجل غير مسمى. كما أن الأنياب والأضراس لدى الإنسان مناسبة نمامًا لمضغ اللحوم.

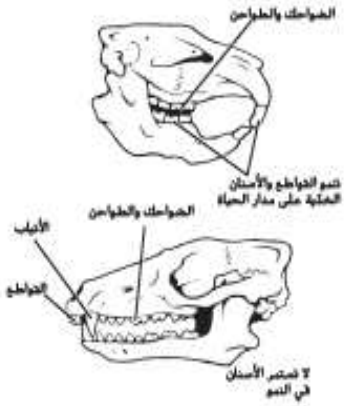
11. ستختلف الإجابات تبعًا للكائن الحي المختار لعقد المقارنة. تحبس العناكب فريستها في شبكتها أو بأية وسيلة أخرى، وتُغلف فريستها في خيوط تشبه الحرير ثم تفرز إنزيمات هضمية على الفريسة.

## الاختيار 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 شبهًا بأسنان الإنسان؟ اشرح إجابتك.

11. اشرح عملية الهضم المسبق لدى العناكب. وقارن بين هذه العملية وعملية الهضم لدى حيوان آخر تألفه.

12. ما دور تكوين النبات المشيجي في البذريات؟

## إجابة موسّعة

13. وجد أحد العلماء فرخين من أفراخ طائر الكركي الأمريكي بعد عدة أيام من خروجهما من البيض الفاقس وأراد أن يقوم برعايتهما. فاستخدم دمية على شكل طائر الكركي كي يجعل الفرخين يشعران بالراحة. ثم قدم لهما برقات الخدافس ليتغذيا عليها. لكنهما لم يقبلاها منه. ضع فرضية تعطي 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. تخفف هذه الجراحات من الألم وتزيد من حركة المفاصل. وتتضمن جراحات إصلاح المفاصل إزالة أي بقايا عظمية أو عظام زائدة من حول المفصل مما 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 تمكين المفصل من العمل بالصورة ذاتها التي يعمل بها المفصل الطبيعي. في العادة تُجرى عمليات استبدال المفاصل في الركبة والورك والكتف.

استعن بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال التالي في صورة مقال.

16. في العادة، يُجري الأطباء عمليات استبدال مفصلي الركبة والورك لدى المرضى كبار السن فقط، لأنهم أقل نشاطًا وحركة من المرضى صغار السن. اقترح سببًا يجعل الأطباء يوصون بذلك.

## إجابة قصيرة

12. إن جيل الطور المشيجي هو الخلايا الجنسية الذكرية، في حبوب اللقاح، والخلايا الجنسية الأنثوية، في بويضة النبات أو المبيض، التي تتحد أثناء عملية الإخصاب لتكوين البذور.

## إجابة موسّعة

13. ستختلف الإجابات. من الفرضيات المحتملة أن الأفراخ لا تحمل في جيناتها خاصية التأثر بالدمى أو أن الديدان ليست طعامًا قد أكلوه من قبل أو أن الدمية ليست واقعية بما فيه الكفاية للأفراخ.

14. ترتبط خيوط الميوسين بخيوط الأكتين. وتُسحب خيوط الأكتين باتجاه القسيمات العضلية، فتنقبض العضلة.

15. تتبع الديدان المعقّلة بتجويف جسمي حقيقي، وهو تجويف جسمي مبطن بالكامل بخلايا الأديم المتوسط (الميزوديرم). وتوجد أنواع أخرى من الديدان التي ليس لديها تجويف جسمي أو لديها تجويف كاذب. تكمن أهمية هذا الاختلاف في أن القناة الهضمية والأعضاء الداخلية الأخرى تتطور داخل التجويف الجسمي.

## 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 احتمالية أن تكون المفاصل قد تمزقت بالفعل أكبر لديهم من المرضى الأصغر سنًا.