



وزارة التربية

12

# الاحياء

الصف الثاني عشر

الجزء الأول



كتاب الطالب

المرحلة الثانوية

الطبعة الثانية



وزارة التربية

# الأحياء

12

الصف الثاني عشر

كتاب الطالب

الجزء الأول

المرحلة الثانوية

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب العلوم

أ. ليلى علي حسين الوهيب (رئيساً)

أ. مصطفى محمد مصطفى علي

أ. تهاني ذعار المطيري

أ. سعاد عبد العزيز الرشود

الطبعة الثانية

1438 - 1437 هـ

2017 - 2016 م

## **فريق عمل دراسة ومواهمة كتب الأحياء للصف الثاني عشر الثانوي**

**أ. ناصر حسن صالح العبيدي**

**أ. عيسى جاسم عيسى الشمالي**  
**أ. أسماء إبراهيم حسن الأنباري**  
**أ. دليل معacam بجاش العجمي**  
**أ. تهاني محمود حاجي حسن**

**دار التَّعْلِيمَ وَالنَّوْعَادُونَ** House of Education ش.م.م. وبيرون إدیوکیشن 2014

© جميع الحقوق محفوظة : لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره أو تخزينه أو تسجيله  
بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

الطبعة الأولى 2014/2015 م

الطبعة الثانية 2016/2017 م



صَاحِبُ السَّمْوَاتِ وَالشَّمَاخِ صَاحِبُ الْأَحْمَانِ الْجَانِبُ الْأَقْرَبُ لِلصَّمَدِ  
أَمِيرُ دُولَةِ الْكُوَيْتِ





سَمْوَاتِ الشَّيْخِ نَاصِرِ الْأَهْمَدِ الْجَبَرِ الصَّابِحِ

وَلِيُّ عَهْدِ دُولَةِ الْكُوَيْتِ



## مقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلوة والسلام على سيد المرسلين، محمد بن عبد الله وصحبه أجمعين.

عندما شرعت وزارة التربية في عملية تطوير المناهج، استندت في ذلك إلى جملة من الأسس والمرتكزات العلمية والفنية والمهنية، حيث راعت متطلبات الدولة وارتباط ذلك بسوق العمل، وحاجات المتعلمين والتطور المعرفي والعلمي، بالإضافة إلى جملة من التحديات التي تمثلت بالتحدي القيمي والاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي وغيرها، وإن كنا ندرك أن هذه الجوانب لها صلة وثيقة بالنظام التعليمي بشكل عام وليس المناهج بشكل خاص.

وما يجب التأكيد عليه، أن المنهج عبارة عن كم الخبرات التربوية والتعليمية التي تُقدم للمتعلم، وهذا يرتبط أيضًا بعمليات التخطيط والتنفيذ، والتي في مجملتها النهائية تأتي لتحقيق الأهداف التربوية، وعليه أصبحت عملية بناء المناهج الدراسية من أهم مكونات النظام التعليمي، لأنها تأتي في جانبين مهمين لقياس كفاءة النظام التعليمي، فهي من جهة تمثل أحد المدخلات الأساسية ومقاييسًا أو معيارًا من معاير كفائه من جهة أخرى، عدا أن المناهج تدخل في عملية إيماء شخصية المتعلم في جميع جوانبها الجسمية والعقلية والوجدانية والروحية والاجتماعية.

من جانب آخر، فنحن في قطاع البحوث التربوية والمناهج، عندما نبدأ في عملية تطوير المناهج الدراسية، ننطلق من كل الأسس والمرتكزات التي سبق ذكرها، بل إننا نراها محفزات واقعية تدفعنا لبذل قصارى جهدنا والمضي قدماً في البحث في المستجدات التربوية سواء في شكل المناهج أم في مضامينها، وهذا ما قام به القطاع خلال السنوات الماضية، حيث البحث عن أفضل ما توصلت إليه عملية صناعة المناهج الدراسية، ومن ثم إعدادها وتأليفها وفق معايير عالمية استعداداً لتطبيقها في البيئة التعليمية.

ولقد كانت مناهج العلوم والرياضيات من أول المناهج التي بدأنا بها عملية التطوير، إيماناً بأهميتها وانطلاقاً من أنها ذات صفة عالمية، مع الأخذ بالحسبان خصوصية المجتمع الكويتي وببيئته المحلية. وعندما أدركنا أنها تتضمن جوانب عملية التعلم ونعني بذلك المعرفة والقيم والمهارات، قمنا بدراستها وجعلها تتوافق مع نظام التعليم في دولة الكويت، مركزين ليس فقط على الكتاب المقرر ولكن شمل ذلك طرائق وأساليب التدريس والبيئة التعليمية ودور المتعلم، مؤكدين على أهمية التكامل بين الجوانب العلمية والتطبيقية حتى تكون ذات طبيعة وظيفية مرتبطة بحياة المتعلم.

وفي ضوء ما سبق من معطيات وغيرها من الجوانب ذات الصفة التعليمية والتربوية تم اختيار سلسلة مناهج العلوم والرياضيات التي أكملناها بشكل ووقت مناسبين، ولنتحقق نقلة نوعية في مناهج تلك المواد، وهذا كله تزامن مع عملية التقويم والقياس للأثر الذي تركته تلك المناهج. ومن ثم عمليات التعديل التي طرأت أثناء وبعد تنفيذها، مع التأكيد على الاستمرار في القياس المستمر والمتابعة الدائمة حتى تكون مناهجنا أكثر تفاعلية.

**د. سعود هلال الحريبي**

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

# المحتويات

## الجزء الأول

---

الوحدة الأولى: أجهزة جسم الإنسان

## الجزء الثاني

---

الوحدة الثانية: الخلية والعمليات الخلوية

# محتويات الجزء الأول

12	الوحدة الأولى: أجهزة جسم الإنسان
13	الفصل الأول: الجهاز العصبي
14	الدرس 1 – 1: الإحساس والضبط
25	الدرس 1 – 2: فسيولوجيا الجهاز العصبي
37	الدرس 1 – 3: أقسام الجهاز العصبي المركزي
44	الدرس 1 – 4: الجهاز العصبي الطرفي
61	الدرس 1 – 5: صحة الجهاز العصبي
58	الفصل الثاني: التنظيم والتكاثر
59	الدرس 2 – 1: التنظيم الهرموني
62	الدرس 2 – 2: جهاز الإنسان الهرموني
75	الدرس 2 – 3: صحة الغدد الصماء
78	الدرس 2 – 4: التكاثر لدى الإنسان
92	الدرس 2 – 5: نمو الإنسان وتطوره
97	الدرس 2 – 6: صحة الجهاز التناسلي

100	<b>الفصل الثالث: جهاز المناعة لدى الإنسان</b>
101	<b>الدرس 3 – 1: الجهاز المناعي</b>
109	<b>الدرس 3 – 2: أنشطة الجهاز المناعي التكيفي (المتخصص)</b>
120	<b>الدرس 3 – 3: صحة الجهاز المناعي</b>
126	<b>مراجعة الوحدة الأولى</b>

### فصول الوحدة

#### الفصل الأول

- \* الجهاز العصبي

#### الفصل الثاني

- \* التنظيم والتکاثر

#### الفصل الثالث

- \* جهاز المناعة لدى الإنسان

### أهداف الوحدة

- \* يصف تركيب الجهاز العصبي ويحدد أقسامه ووظائفه.
- \* يتعرف جهد العمل، أسباب تشكله وكيفية انتقاله على طول الخلية العصبية.
- \* يقارن بين الجهاز العصبي السمباثاوي والجهاز العصبي نظير السمباثاوي.
- \* يتعرف اضطرابات الجهاز العصبي وأسبابها وكيفية العناية به.
- \* يتعرف الجهاز الهرموني والعدد الصماء.
- \* يتعرف بنية الأجهزة التناسلية الذكرية والأنوثية لدى الإنسان والحيوان.
- \* يميّز بين بنية الأمشاج الأنوثية والذكورية ويشرح مراحل تكوّنها.
- \* يحدد مكونات الدم ووظائفها.
- \* يصف الجهازين المناعي واللمفاوي.
- \* يتعرّف فيروس عوز المناعة البشرية (HIV) وتأثيره في الجسم.

### معالم الوحدة

- \* علم الأحياء في حياتنا اليومية
- \* علم الأحياء في المجتمع
- \* اكتشافات حديثة في علم الأحياء



يؤدي كل جهاز في جسم الإنسان وظيفة معينة ويعملون مع الأجهزة الأخرى لتأدية وظيفتها بشكل جيد وللحفاظ على صحة الجسم وسلامته. فلكل جهاز مهامه المحددة مثلًا من اللعب بتشكيل ممتاز تعاون كل أجهزة الجسم كالجهاز العضلي والعظمي والتنفسية والدوري والعصبي وغيرها، مع بعضها البعض لتحقيق هذا الهدف وللحفاظ على اتزان الجسم في خلال اللعب.

### اكتشف بنفسك

اخبر ذاكرتك

المواد والأدوات المطلوبة: ساعة إيقاف.

1. أنظر إلى القائمة أدناه لمدة دقيقة واحدة.

س س ت 734

ل ج ص 9248

ب د ج ك 116

ه ذ 62

2. بعد مرور دقيقة، غطِّ القائمة وحاول أن تكتبها على ورقة منفصلة.

3. قارن القائمة التي كتبتها بالقائمة الأصلية.

هل تذكرتها كاملة؟

يمكنك أن تذكر هذه القائمة من خلال استخدام عدة إشارات تنتقل إلى الدماغ عن طريق جهازك العصبي.

# الفصل الأول

## الجهاز العصبي Nervous System

### دروس الفصل

#### الدرس الأول

- \* الإحساس والضبط

#### الدرس الثاني

- \* فسيولوجيا الجهاز العصبي

#### الدرس الثالث

- \* أقسام الجهاز العصبي المركزي

#### الدرس الرابع

- \* الجهاز العصبي الطرفي

#### الدرس الخامس

- \* صحة الجهاز العصبي

تعرّض رسّام لحادث سير مرّوع ، فقده القدرة على إبصار الألوان ، فلم يعد يميّز الألوان ، وبات يرى التفاح أسود وألوان البرتقالي والموز والعنب رمادية باهتة . ولم يعد يرى في قوس القزح سوى نصف دوائر غير ملوّنة في السماء . كيف استطاع رسّام عاش حياته معتمداً على رؤية الألوان وتشكيلها أن يتعامل مع عالم أسود وأبيض؟

أُصيب الرسّام من جرّاء ارتجاج دماغه بحالة نادرة تُسمى عَمَى الألوان الكلّي ، وذلك نتيجة تلف جزء صغير في الدماغ مسؤول عن تمييز الألوان . بدأ يكيف نفسه تدريجيّاً مع العالم الجديد . ولما زادت حدة إبصاره إلى درجة قراءته اللوحات الإرشادية عن بُعد 4 مبانٍ ، صار يفضل الليل المظلم على النهار ذي الألوان الرمادية المضللة ، ويفضل المأكولات السوداء والبيضاء مثل الزيتون الأسود والأرز الأبيض . ولم يكفّ عن رسم اللوحات الزرقاء ، ولكن اقتصرت لوحته على اللونين الأبيض والأسود ، فازدهر فنّه مرّة ثانية ولكن من دون ألوان .

ندرك ما يحيط بنا من خلال سلسلة مدهشة من الأعضاء الحسّية والأعصاب والخلايا العصبية . ماذا يمكن لعلم الأحياء أن يخبرنا عن حواسنا التي تجعلنا نحسّ بما حولنا؟

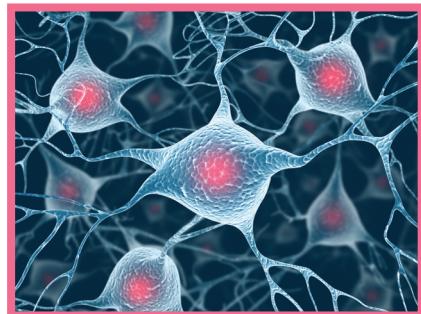


## الإحساس والضبط

### Sensing and Controlling

#### الأهداف العامة

- \* يحدد وظائف الجهاز العصبي .
- \* يقارن بين الأجهزة العصبية للحيوانات المختلفة .
- \* يصف أقسام الجهاز العصبي للإنسان .
- \* يصف تركيب الخلية العصبية وأنواعها ووظائفها .
- \* يتعرّف تركيب كلّ من الليف العصبي والعصب وأنواعهما ووظائفهما .



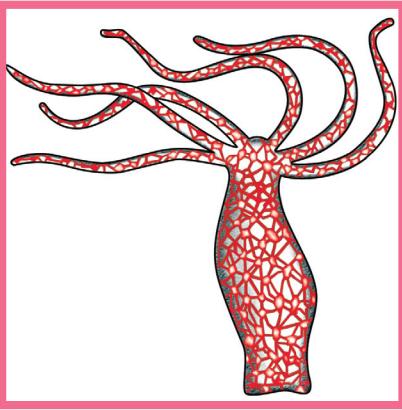
(شكل 1)

تحتاج الحيوانات إلى القدرة على استشعار وإدراك التغييرات التي تطرأ في محيطها ، لكي تضبط استجاباتها وتبقى وبالتالي على قيد الحياة. فهي تملك جهازين لجمع المعلومات ، وللاستجابة بسرعة للمتغيرات ، ولضبط الأجهزة الجسمية ، وللتنسيق في ما بين الأجهزة من أجل حفظ سلامة هذه الكائنات . هذان الجهازان هما الجهاز العصبي والجهاز الهرموني. فالجهاز العصبي يتحكم بوظائف عديدة ، معقدة ومتراقبة حيث ينسق الدماغ مع الأعصاب بين مختلف الوظائف الحركية ، الحسّية ، المعرفية ، واللإرادية . ومع التقدّم في العمر ، تقل كفاءة الخلايا العصبية (شكل 1) من حيث العدد والوظيفة ، ما يؤدي إلى بطء في استجابة الكائن الحي للمؤثرات في محيطه .

#### 1. الإحساس والضبط لدى الحيوانات اللافقارية

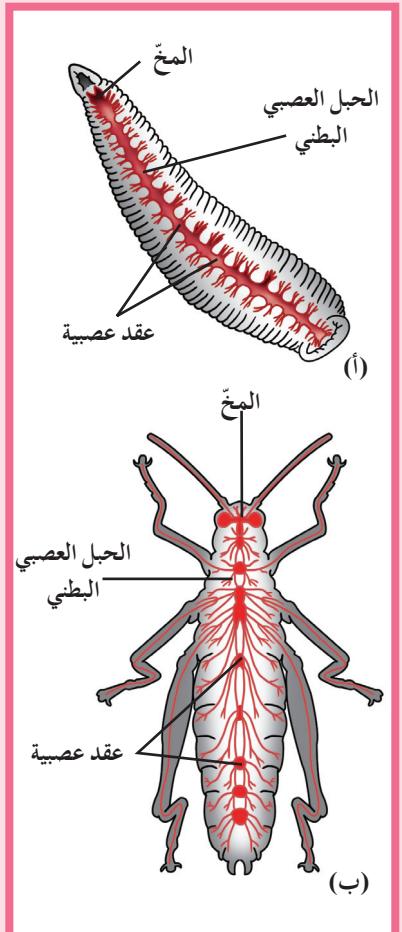
### Sensing and Control in Invertebrate Animals

- يؤدي الجهاز العصبي أربع وظائف تُمكّن الكائن من الاستجابة بسرعة .
- \* تستقبل الحواسّ المعلومات من داخل الجسم وخارجه .
  - \* ينقل المعلومات على طول شبكة من الخلايا العصبية المتخصّصة إلى مناطق معالجة المعلومات ، مثل الدماغ .



شكل (2)

يتكون الجهاز العصبي للهيدرا من شبكة عصبية.  
لماذا يوصى الجهاز العصبي للهيدرا بالبساطة؟



شكل (3)

كيف يتباين الجهاز العصبي لدى العنكبوت (أ) وحشرة الجراد (ب)؟

وتملك أغلىبيات الحيوانات اللافقارية حبلًا عصبيًّا ينقل المعلومات بين شبكة الخلايا العصبية والدماغ.

\* يعالج المعلومات ويحوّلها إلى استجابات ممكنة.

\* يُعيد إرسال المعلومات بواسطة شبكة الخلايا العصبية ، بعد معالجتها ، إلى العضلات والغدد والأجزاء الأخرى من الجسم للقيام بالاستجابة الأنسب.

تملك الحيوانات جميعها باستثناء الأسنجيات خلايا عصبية . ولكن يختلف تركيب الجهاز العصبي من حيوان إلى آخر بحسب نوع الحيوان .

- تملك اللاسعات ، مثل الهيدرا في الشكل (2) ، خلايا عصبية منظمة على شكل شبكة عصبية بسيطة . تحيط هذه الشبكة العصبية جسم الحيوان بمستقبلات حسّية بسيطة ، يمكن للحيوان أن يستخدمها لاستكشاف التغييرات كلّها التي تطرأ حوله بهدف الاستجابة لها . وعلى خلاف معظم الحيوانات ، لا تملك الهيدرا منطقة معالجة مرکزية مثل الدماغ .

- يوضح الشكل (3-أ) أن للديدان الحلقي ، مثل ديدان العلق الطبي ، مخًا يتكون من عقدتين عصبيتين . **والعقدة العصبية Ganglion** عبارة عن تجمّعات من الخلايا العصبية . وهناك عدّة عقد عصبية موزّعة على طول حبل عصبي بطني ينطلق من المخ ويتّسّع على طول الجسم لربط المخ بأجزاء الجسم كلّها .

- يمكنك أن تلاحظ في الشكل (3 - ب) أنّ الحشرات ، من مثل الجراد تمتلك مخًا مكوّنًا من عدّة عقد عصبية مندمجة مع بعضها البعض ، ويربط حبل عصبي بطني المخ بباقي أجزاء الجسم بواسطة تفرّعات العقد العصبية الموزّعة في كافة أنحاء الجسم . كذلك تملك الحشرات عيونًا متقدّرة جدًا وقرون استشعار وأعضاء حسّ أخرى .

## 2. الجهاز العصبي لدى الإنسان

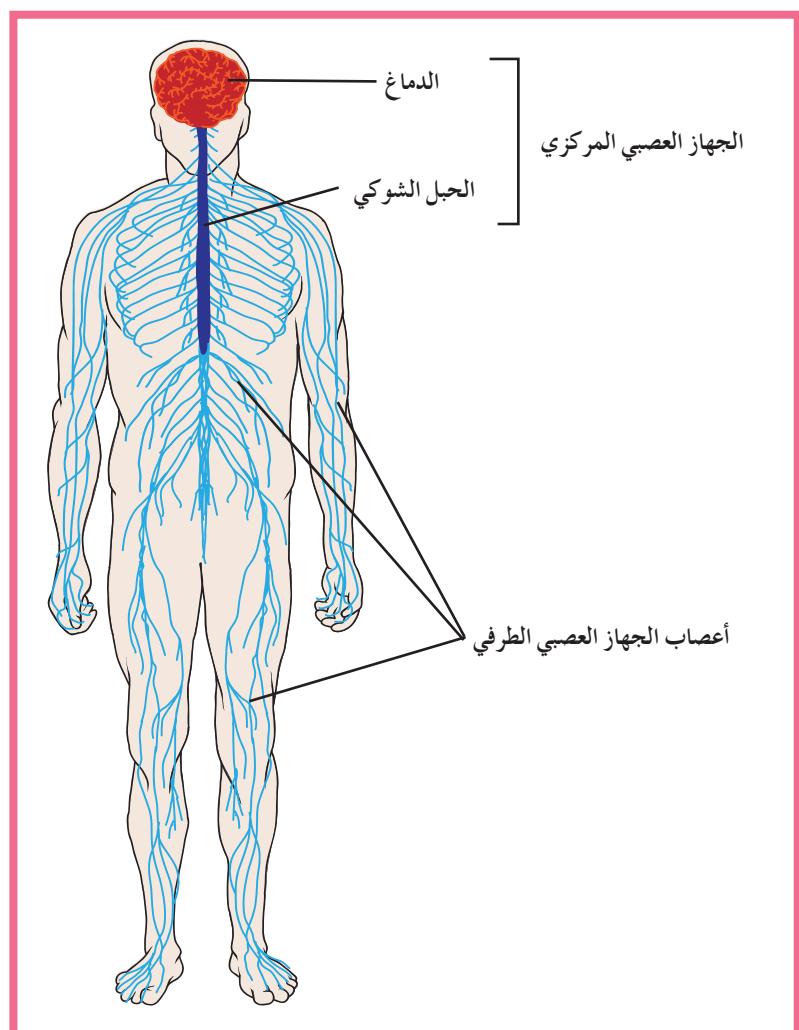
### Human Nervous System

يتكون الجهاز العصبي لدى الإنسان من دماغ كبير معقد التركيب ، وحبل شوكي يصل الدماغ بالأعصاب التي تصل إلى أجزاء الجسم كافة ، ومستقبلات حسّية متخصصة تستقبل المؤثرات الحسّية من البيئة ، وترسل إشارات إلى الدماغ الذي يعالج تلك الإشارات ويعث برسائل عبر الأعصاب لضبط أجزاء الجسم جميعها .

يتكون الجهاز العصبي عند الإنسان من جزئين رئيسيين، هما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي (شكل 4).

يعدّ الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS) مركز التحكم الرئيسي في الجسم، ويتألف من الدماغ والجبل الشوكي. وهو يعالج المعلومات التي يستقبلها ويرسل التعليمات إلى الأجزاء الأخرى من الجسم. أما الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System (PNS) فيتكون من شبكة من الأعصاب التي تمتد في أجزاء الجسم كلّها، وهو يجمع المعلومات من داخل الجسم ومن خارجه ويوصلها إلى الجهاز العصبي المركزي ثم ينقل التعليمات الصادرة من الجهاز العصبي المركزي إلى أجزاء الجسم. يعمل الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي مع بعضهما لتأدية أنشطة الجسم بالكامل وتنسيقها وضبطها.

شكل (4)  
الجهاز العصبي لدى الإنسان



## Nervous System Cells

### 3. خلايا الجهاز العصبي

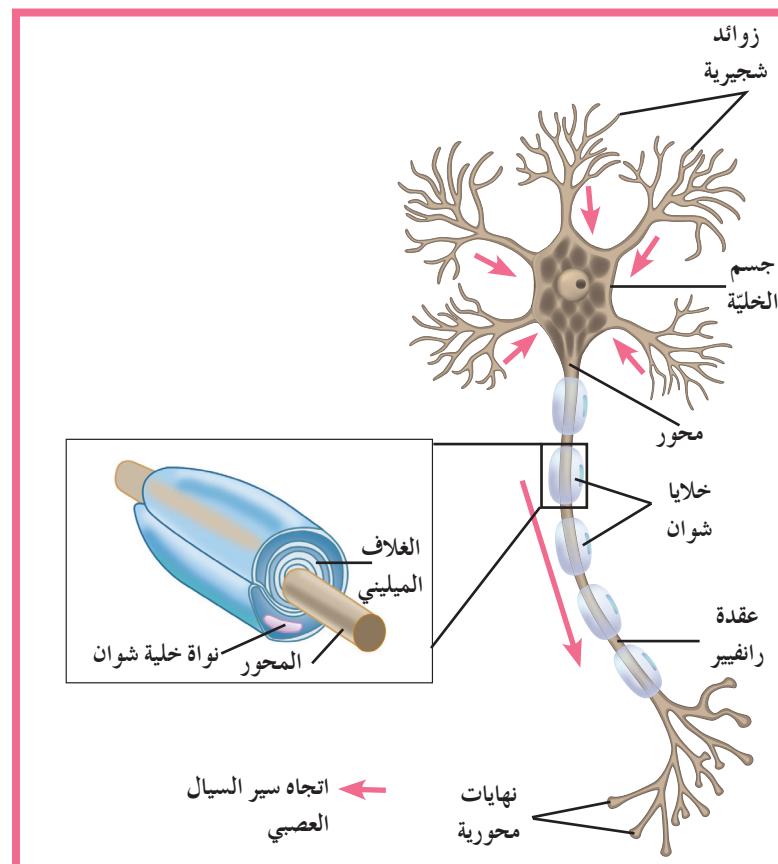
يتكون الجهاز العصبي من نوعين من الخلايا: الخلايا العصبية وخلايا الغراء العصبي.

#### Neurons

#### 1.3 الخلايا العصبية

الخلايا العصبية Neurons هي الوحدات التركيبية والوظيفية للجهاز العصبي التي تنقل السيارات العصبية عبر الجسم (شكل 5).

تختلف الخلايا العصبية من حيث الشكل والحجم إلا أنها تملك سمات مشتركة. يشكل جسم الخلية Cell body القسم الأكبر من الخلية العصبية، إذ يحتوي على نواة كبيرة ومعظم السيتو بلازم. ويتوزع فيه عدد من عضيات الخلية كالميتوكندريا وجهاز جوليжи، بالإضافة إلى حبيبات كبيرة غير منتظمة تسمى جسيمات نيسيل Nissl Bodies، وهذه الجسيمات أجزاء من الشبكة الأندو بلازمية الخشنة والرايوسومات الموجودة عليها، وهي تؤدي دوراً في تصنيع البروتينات.



شكل (5)  
الخلية العصبية

تفرّع من جسم الخلية العصبية امتدادات سيتو بلازمية Cytoplasmic Prolongations هي:

- الزوائد الشجيرية Dendrites وهي امتدادات سيتو بلازمية قصيرة وكثيرة.
- الليف العصبي Nerve Fiber أي المحور Axon وهو امتداد سيتو بلازمي طويل. ولكل جسم خلية محور واحد فحسب تتشعب نهايته إلى مجموعة نهايات تسمى النهايات المحورية Axon Terminals (شكل 5).

تجمع الألياف العصبية في الجهاز العصبي الطرفي مشكلة الأعصاب Nerves (شكل 11) وهي تراكيب تشبه الأحبال، وفي الجهاز العصبي المركزي مشكلة المسارات Tracts (شكل 6). يقتصر دور الزوائد الشجرية على نقل السيالات العصبية من البيئة المحيطة بها إلى جسم الخلية، بينما ينقل المحور السيالات العصبية من جسم الخلية باتجاه النهايات المحورية. أمّا معظم النشاط الأيضي الذي تقوم به الخلية فيحدث في جسم الخلية. قد تحيط بالمحور لمعظم الخلايا العصبية طبقاتٍ عازلةٍ تُعرف بالميلين Myelin تكوّنها خلايا شوان Schwann cells. وتكون هذه الطبقات موجودة على شكل قطع متعاقبة على طول المحور ويفصل بين تلك القطع عقدٌ تعرف بعقد رانفيير يكون فيها غشاء المحور مكشوفاً.

## 2.3 أنواع الخلايا العصبية

تختلف الخلايا العصبية عن بعضها من حيث الشكل والوظيفة.

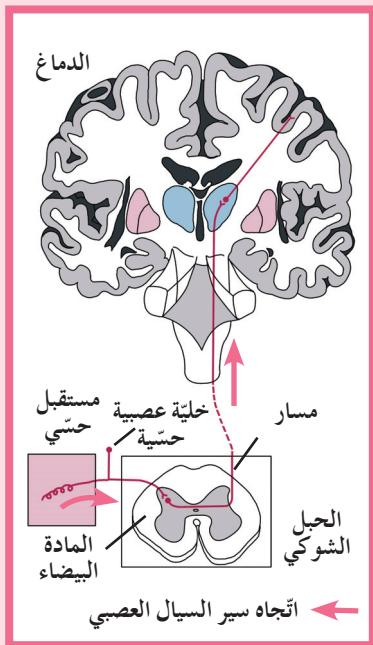
### (أ) تصنیف الخلايا العصبية من حيث الشكل

#### Structural Classification of Neuron

تنقسم الخلايا العصبية، من حيث الشكل، وعدد الاستطالات السيتوبلازمية من جسم الخلية، إلى ثلاثة أنواع:

- \* **خلايا عصبية وحيدة القطب Unipolar Neurons:** تتميز بامتداد استطالة واحدة من جسم الخلية تنقسم إلى فرعين يمتدان بعيداً عنها فتصبح الخلية على شكل حرف "T". ويشكّل أحد هذين الفرعين المحور الطرفي الذي ينقل السيالات العصبية من الزوائد الشجرية إلى جسم الخلية أمّا الفرع الثاني فهو المحور المركزي الذي ينقل السيالات العصبية بعيداً عن جسم الخلية (شكل 7 - أ).

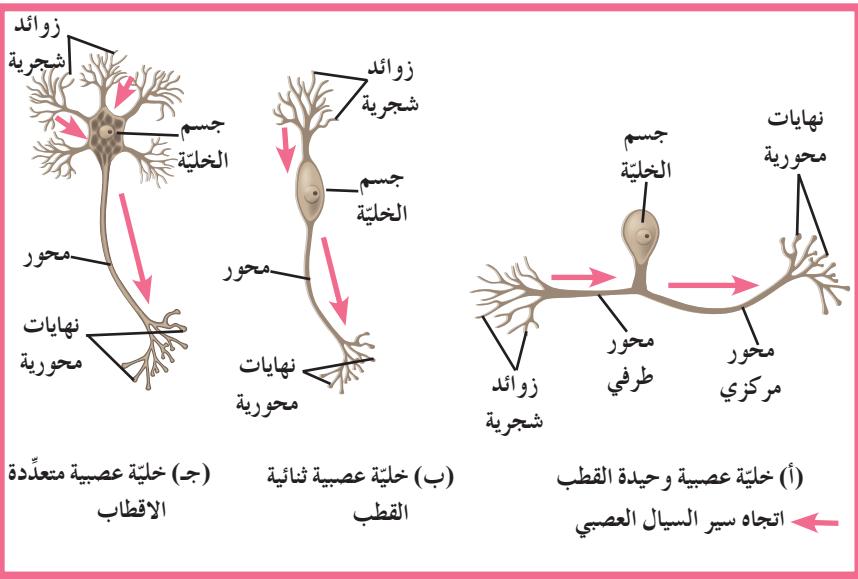
- \* **خلايا عصبية ثنائية القطب Bipolar Neurons:** تتميز بامتداد استطالتين منقطبين متضادين لجسم الخلية تشکل إحداها الزوائد الشجرية وتشکل الأخرى المحور. وتتوارد معظم هذه الخلايا في الأعضاء الحسية كالأنف والعينين. (شكل 7 - ب).



شكل (6)

تشكل مجموعة من الألياف العصبية في الجبل الشوككي (الجهاز العصبي المركزي) المسار الأمامي الجنبي المسؤول عن نقل الإحساسات بالألم والحرارة واللمس الوارد من الأعصاب الحسية الطرفية إلى الدماغ لمعالجتها.

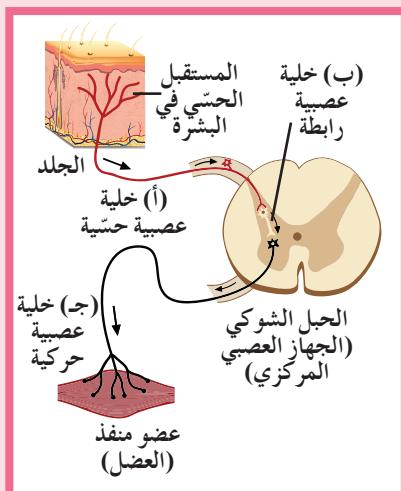
\* خلايا عصبية متعددة الأقطاب Multipolar Neurons: تتميز بامتداد عدد كبير من الاستطالات القصيرة من جسم الخلية والتي تشكل الزوائد الشجيرية، واستطالة طويلة واحدة تشكل المحور (شكل 7 - ج).



شكل (7)

تقسم الخلايا العصبية من حيث الشكل وعدد الاستطالات إلى ثلاثة أنواع:

- (أ) خلية عصبية حسية رابطة
- (ب) خلية عصبية ثنائية القطب
- (ج) خلية عصبية متعددة الأقطاب.



شكل (8)

تقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى:

- (أ) خلية عصبية حسية
- (ب) خلية عصبية رابطة
- (ج) خلية عصبية حركية

## Functional Classification

تقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى ثلاثة أنواع:

\* **الخلايا العصبية الحسية Sensory Neurons:** تنقل السيارات العصبية الحسية

Sensory or Afferent Nerve Impulse من المستقبلات الحسية إلى

الجهاز العصبي المركزي (شكل 8 - أ). المستقبلات الحسية Receptors هي نهايات خلايا عصبية أو خلايا متخصصة تجمع المعلومات من داخل الجسم وخارجه، وتحوّلها إلى سائلة عصبية. تؤدي الخلايا العصبية الوحيدة القطب دور الخلايا العصبية الحسية وكذلك الخلايا العصبية ثنائية القطب في الأعضاء الحسية مثل العينين، الأنف، الأذن واللسان.

\* **الخلايا العصبية الحركية Motor Neurons:** تنقل السيارات العصبية الحركية

Motor or Efferent Nerve Impulse من الجهاز العصبي المركزي إلى

الأعضاء المنفذة (شكل 8 - ج). والأعضاء المنفذة Effectors organs هي الأعضاء، التي تستجيب للسائل العصبي إما بالانقباض إذا كانت عضلات أو بالإفراز إذا كانت غدد. تؤدي معظم الخلايا العصبية المتعددة الأقطاب دور الخلايا العصبية الحركية.

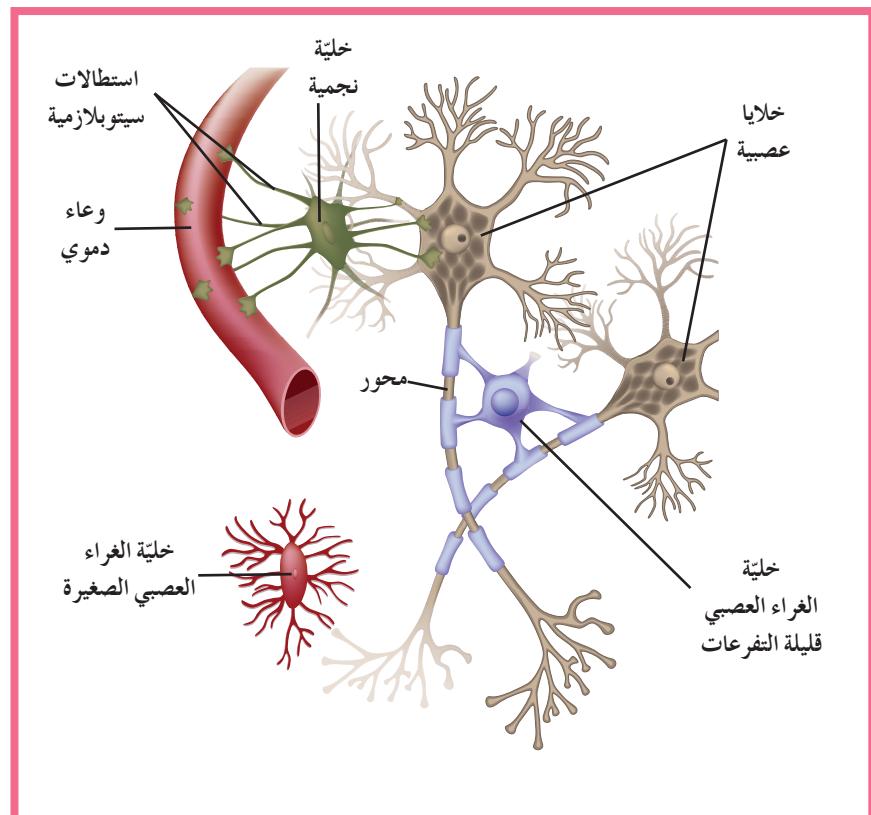
\* **الخلايا العصبية الرابطة أو الموصلة Interneurons:** توجد بين خليتين عصبيتين

وتكون بكامل أجزائها أو بمعظم أجزائها داخل الجهاز العصبي المركزي، حيث تتواجد بين خلية عصبية حسية وأخرى حركية (شكل 8 - ج)، أو بين خلية عصبية رابطة أخرى. وتؤدي بعض الخلايا العصبية متعددة الأقطاب دور الخلايا العصبية الرابطة، وتنسق بين السيارات العصبية الحسية والحركية.

### 3.3 خلايا الغراء العصبي

#### Glial Cells

تمثل خلايا الغراء العصبي حوالي 90% من الخلايا التي تكوّن الجهاز العصبي وهي خلايا تحيط بالخلايا العصبية. تصنف خلايا الغراء العصبي من حيث الحجم الى نوعين هما خلايا الغراء العصبي الكبيرة وخلايا الغراء العصبي الصغيرة (شكل 9 -أ).



شكل (9-أ)  
أنواع خلايا الغراء العصبي

#### (أ) خلايا الغراء العصبي الصغيرة

#### Microglia

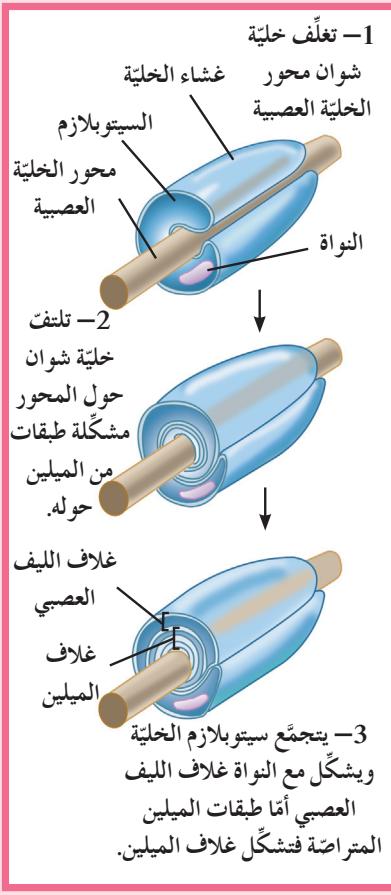
هي خلايا بلعمية موجودة في الجهاز العصبي المركزي تؤدي دوراً مهماً في الاستجابة المناعية حيث تقوم بخلص النسيج العصبي من الكائنات الممرضة والأجسام الغريبة إضافة إلى الخلايا العصبية التالفة والميتة من خلال عملية البلعمة. تُعد هذه الخلايا أصغر خلايا الغراء العصبي حجماً وهي خلايا متخرّكة يمكن أن تتوجه إلى النسيج العصبي المتضرر لخلصه من الخلايا التالفة والمتهاكلة.

#### Macrogria

#### (ب) خلايا الغراء العصبي الكبيرة

وهي تنقسم إلى ثلاثة أنواع:

\* **خلايا الغراء العصبي قليلة التفرعات Oligodendrocytes:** تتوارد هذه الخلايا في الجهاز العصبي المركزي وهي المسؤولة عن تكوين غلاف الميلين حول محاور الخلايا العصبية فيه.



شكل (9-ب)

ما الفرق بين خلايا شوان وخلايا الغراء العصبي  
قليل التفرعات من ناحية تكوين غلاف الميلين؟

\* **الخلايا النجمية Astrocytes:** تتوارد هذه الخلايا في الجهاز العصبي المركزي وتعد من أكثر خلايا الغراء العصبي وفرة. سميت الخلايا النجمية نسبة إلى شكلها الذي يشبه النجمة. وهي تمد الخلايا العصبية بالأكسجين والعناصر الغذائية من الأوعية الدموية المجاورة عبر استطالتها السيتو بلازمية وتساعد على حفظ ثبات الوسط الكيميائي المجاور للخلايا العصبية وقد أثبتت الأبحاث الحديثة أنها قد تؤدي دوراً في نقل إشارات الجهاز العصبي.

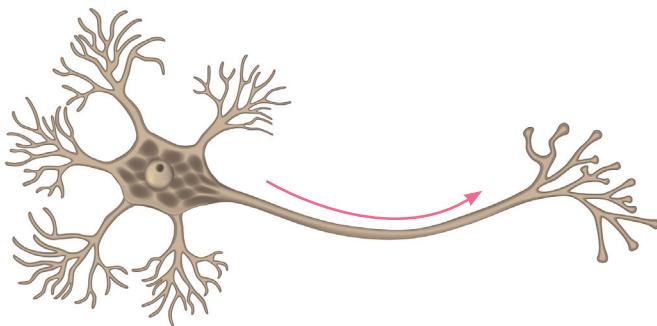
\* **خلايا شوان Schuwann cells:** تتوارد هذه الخلايا في الجهاز العصبي الطرفي وتحتوي أغشيتها على مادة دهنية تعرف بالميلين. تلتف خلايا شوان خلال نموها حول محور الخلية العصبية مشكلة طبقات من الميلين، وهي طبقات عازلة، تُعرف بغلاف الميلين ويتجمع سيتو بلازما الخلية ويشكل مع النواة غلاف الليف العصبي (شكل 9 - ب).

#### 4. الألياف العصبية وبنيتها

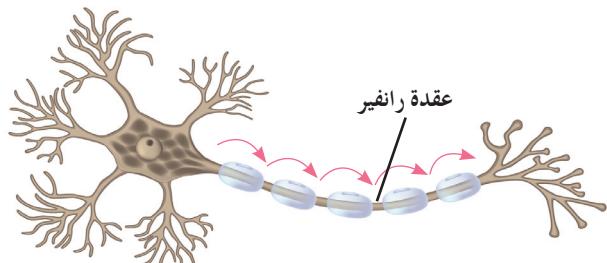
##### Nerve Fibers and Their Structure

**الليف العصبي Nerve fiber** هو الاستطالة الطويلة للخلية العصبية وما يحيط بها من أغلفة. تصنف الألياف العصبية إلى ألياف عصبية عديمة الميلين

، وألياف عصبية ميلينية Unmyelinated Nerve Fibers . لا يحاط النوع الأول ، بطبيعة من الميلين ، ويتوارد في المادة الرمادية (وهي تتكون إضافة إلى الألياف العصبية عديمة الميلين من أجسام الخلية العصبية) وفي الأعصاب الطرفية. أما النوع الثاني فهو استطالات طويلة مفردة محيطة بالميلين ، ولا تتوارد إلا في المادة البيضاء (تتكون من ألياف الخلية العصبية المغلفة بمادة الميلين) وفي الأعصاب الطرفية. إذا قُطع الليف العصبي ، يظل الطرف المركزي منه ، الذي لا يزال مرتبطاً بجسم الخلية العصبية حيث توجد النواة ، قادرًا على التجدد والنمو إذ يمكنه الحصول على احتياجاته كلها من مواد تُصنع في جسم الخلية العصبية. أما الجزء الطرفي فيختلف لأنّه فقد الاتصال بجسم الخلية العصبية. وتحتróż أنواع الألياف العصبية من حيث قطرها ، ووظيفتها (حسية أو حركية) ، وكونها مغلفة بالميلين أم لا . وتحتróż ، كذلك ، سرعة انتقال السيالات العصبية في الألياف عديمة الميلين أم لا . تنتقل السيالات العصبية في الألياف عديمة الميلين أبطأ مما تنتقل في الألياف الميلينية ، لأنّها تنتقل في هذه الأخيرة بالقفز من عقدة رانفيير إلى أخرى ، بينما تنتقل في الألياف عديمة الميلين من النقطة المُنبهة إلى النقطة المجاورة لها (شكل 10).



(أ) انتقال السائل العصبي في ليف عصبي عديم الميلين



(ب) انتقال السائل العصبي في ليف عصبي ميليني

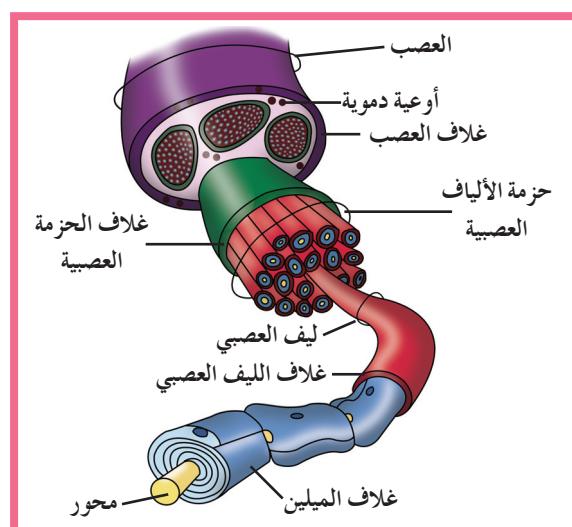
اتجاه سير السائل العصبي ←

شكل (10)  
انتقال السائل العصبي في الخلية العصبية

## 5. الأعصاب وأنواعها

يتكون العصب من حزم ألياف عصبية Nerve Fibers وهو يصل الجهاز العصبي المركزي بمختلف أعضاء الجسم وينقل السيالات العصبية في ما بينها (شكل 11). تتكون كل حزمة من مجموعة من الألياف العصبية. يحيط بالحزم العصبية نسيج ضام تخلله شبكة من الأوعية الشعيرية. يحيط بكل ليف عصبي عديم الميلين أو ميليني غلاف يسمى غلاف الليف العصبي Endoneurium. ويحيط بكل حزمة عصبية غلاف يسمى غلاف الحزمة Epineurium وهو أفال كثافة من غلاف العصب Perineurium الذي يحيط بالعصب.

تختلف الأعصاب بعضها عن بعض من حيث وظيفتها، وأنواع الألياف العصبية الموجودة فيها.



شكل (11)  
تركيب العصب

تنقسم الأعصاب إلى ثلاثة أنواع:

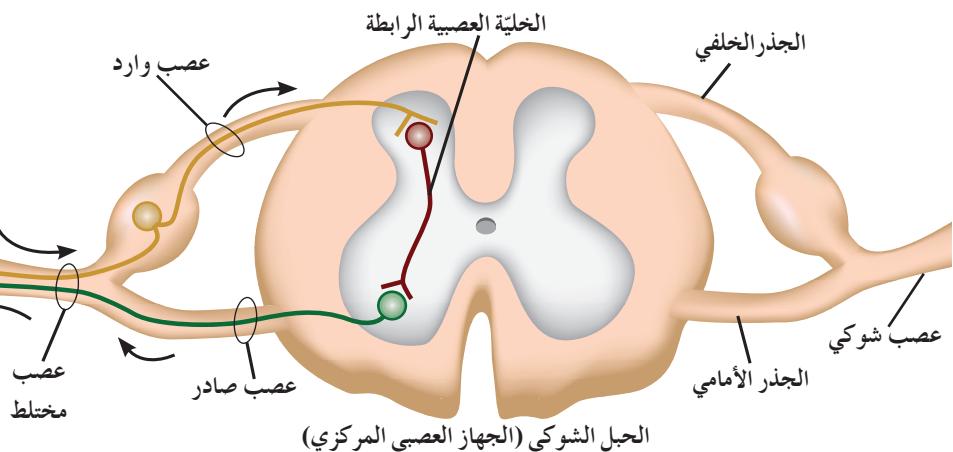
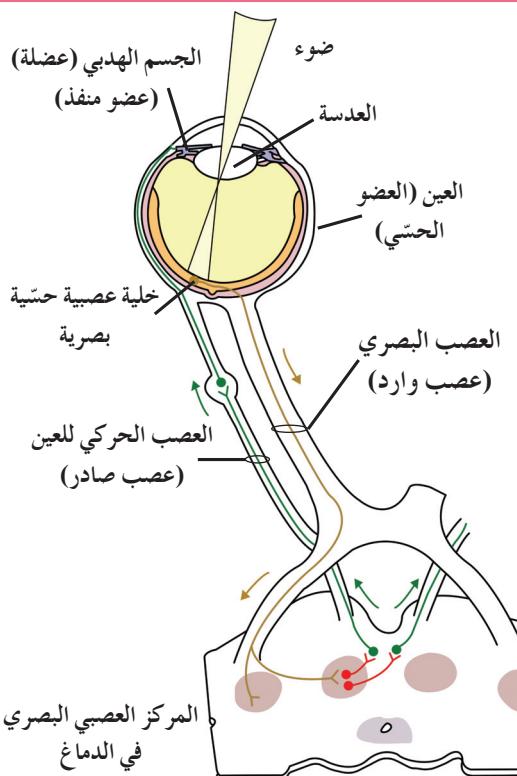
1. **أعصاب واردة (حسّية) Afferent Nerves** تنقل السيالة العصبية الحسّية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية من مثل العصب البصري (شكل 12 - أ) والسمعي والشمسي.

2. **أعصاب صادرة (حركية) Efferent Nerves** تنقل السيالة العصبية الحركية من المراكز العصبية إلى الأعضاء المنفذة من مثل العصب الحركي للعين (شكل 12 - أ) واللسان.

3. **أعصاب مختلطة Mixed Nerves** تتكون من ألياف عصبية واردة (حسّية) وصادرة (حركية) تنقل السيالة بالاتّجاهين من مثل الأعصاب الشوكية (شكل 12 - ب).

(شكل 12 - أ)

ينقل العصب البصري (عصب وارد) السيالات العصبية من مركز الحس «العين» إلى المركز العصبي البصري في الدماغ الذي يرسل بدوره الاستجابة الحركية إلى الجسم الهندي (عضلة العضو المنفذ) خلال العصب الحركي للعين (العصب الصادر).



(شكل 12 - ب)

العصب الشوكي عصب مختلط يتكون من ألياف عصبية واردة وأخرى صادرة.

## فقرة إثرائية

### علم الأحياء في حياتنا اليومية

#### تركيب العصب

يحتوي العصب على ثلاثة أنواع من الألياف العصبية التي تختلف من حيث قطرها وكونها مغلفة بالميالين أم لا، وهي «الألياف أ» و«الألياف ب» و«الألياف ج».

الألياف أ -A: هي ألياف ذات القطر الأكبر ويتراوح بين  $5\mu\text{m}$  و  $20\mu\text{m}$  وهي مغلفة بالميالين وبالتالي ينتقل السائل العصبي من خلالها بسرعة عالية تتراوح ما بين 12 إلى 130 متراً في الثانية. تنقسم هذه الألياف إلى أربع فئات هي الألياف أ - ألفا، أ - بيتا، أ - غاما وأ - دلتا مرتبة بحسب تدرج القطر من الأكبر إلى الأصغر.

الألياف ب - Fibers: هي ألياف يتراوح قطرها ما بين  $2\mu\text{m}$  و  $3\mu\text{m}$  وهي مغلفة بالميالين وينتقل السائل العصبي في خلالها بشكل أبطأ مقارنة بالألياف أ وتصل سرعتها إلى 15 متراً في الثانية.

الألياف ج - C: هي الألياف ذات القطر الأصغر ويتراوح بين  $0.5\mu\text{m}$  و  $1.5\mu\text{m}$  وهي عديمة الميالين وينتقل السائل العصبي في خلالها بشكل أبطأ مقارنة بالألياف أ وب وتتراوح سرعتها بين 0.5 و 2 متراً في الثانية.

## مراجعة الدرس 1-1

1. أذكر وظائف الجهاز العصبي الأربع.
2. قارن بين الجهازين العصبيين للإنسان والهيدرا.
3. كيف يختلف الجهاز العصبي لدى الإنسان عن الجهاز العصبي لدى الجراد؟
4. ما أوجه الاختلاف بين الجهازين العصبيين المركزي والطيفي؟
5. (أ) قارن بين الخلايا العصبية الحسية والحركية والرابطة من حيث التركيب والوظيفة.  
(ب) قارن بين الليف العصبي والعصب من حيث التركيب والوظيفة.
6. توقع: تعرض أحد الأشخاص لحادث سير. وعندما خضع لتشخيص سريري تبيّن أنه يشعر بألم عند الضغط على أسفل قدمه بدبوس لكنه غير قادر على تحريكها. توقع أيّ من أعصاب القدم قد تعرض للتلف.
7. سؤال للتفكير الناقد: لماذا تختلف معظم خلايا الغراء العصبي في الجهاز العصبي المركزي عن معظم خلايا الغراء العصبي في الجهاز العصبي الطيفي؟
8. أضف إلى معلوماتك: كيف تستفيد الحيوانات من مثل قناديل البحر من إحاطة جسمها بالكامل بمستقبلات حسّية؟

### الأهداف العامة

- \* يُتَعَرَّفُ جهـد الـراحة وأسبـابـه.
- \* يُتَعَرَّفُ جهـد العمل وأسبـابـه.
- \* يـشـرـحـ كـيـفـيـةـ اـنـتـقـالـ السـيـالـاتـ الـعـصـبـيـةـ عـلـىـ طـولـ الـلـيفـ الـعـصـبـيـ.
- \* يـتـعـرـفـ أـنـوـاعـ الـمـنـبـهـاتـ وـالـأـعـضـاءـ الـحـسـيـةـ الـمـتـخـصـصـةـ لـكـلـ مـنـهـاـ.
- \* يـشـرـحـ اـنـتـقـالـ الرـسـائـلـ الـعـصـبـيـةـ عـبـرـ الـمـشـبـكـ الـكـيـمـيـائـيـ.



(شكل 13)  
الوخز الإبرـيـ

كيف يـعـمـلـ الـوـخـزـ إـلـيـرىـ؟

أجـرـىـ الـعـلـمـاءـ بـحـوثـاـ لـمـعـرـفـةـ كـيـفـيـةـ عـمـلـ الـوـخـزـ إـلـيـرىـ.ـ وـاسـتـنـتـجـواـ أـنـ  
الـإـبـرـ الـتـيـ يـتـمـ إـدـخـالـهـ دـاخـلـ الـجـلـدـ فـيـ نـقـاطـ مـعـيـنـةـ كـمـاـ هـوـ مـوـضـحـ فـيـ  
الـشـكـلـ (13)،ـ قـدـ تـحـفـزـ الـأـعـصـابـ الـتـيـ تـرـسـلـ رـسـائـلـ إـلـىـ الـدـمـاغـ لـيـطـلـقـ  
الـأـنـدـورـفـينـاتـ Endorphinsـ.ـ تـقـلـلـ الـأـنـدـورـفـينـاتـ مـنـ الشـعـورـ بـالـأـلـمـ،ـ  
وـتـعـمـلـ عـلـىـ مـسـتـقـبـلـاتـ مـتـخـصـصـةـ فـيـ خـلـاـيـاـ الـدـمـاغـ الـعـصـبـيـةـ لـتـعـطـيـ  
إـحـسـاسـاـ بـالـتـحـسـنـ.ـ وـيـشـارـ إـلـىـ أـنـ بـحـوثـهـمـ لـاـ تـزالـ مـسـتـمـرـةـ فـيـ هـذـاـ  
الـمـجـالـ.

## ١. الظواهر الكهربائية على غشاء خلية حية

### The Electrical Phenomena Across the Cell Membrane of Living Cells

#### Resting Potential

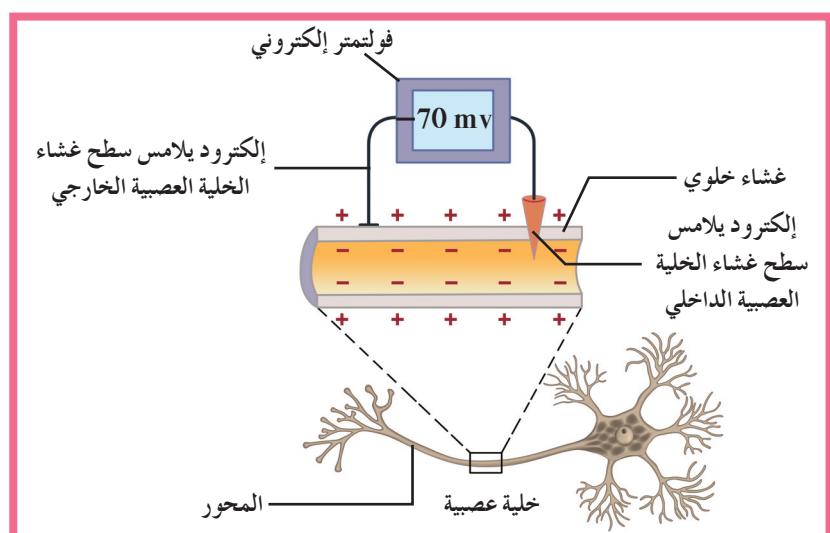
#### جهد الراحة

يوجد تيار كهربائي يتجه من ناحية سطح غشاء الخلية الخارجي باتجاه سطح غشاء الخلية الداخلي ، وهذا يعني أن سطح غشاء الخلية الخارجي يحمل شحنات موجبة أما سطح غشاء الخلية الداخلي فيحمل شحنات سالبة (شكل 14). هذا الفرق في الجهد الكهربائي على جنبي غشاء الخلية يُسمى فرق الكمون الكهربائي Electric Potential Difference أو ما يعرف بالجهد الكهربائي عبر غشاء الخلية.

على غرار الخلايا كلها ، لغشاء الخلية العصبية في حالة الراحة جهد كهربائي (فرق كمون كهربائي) يُعرف باسم جهد الراحة Resting Potential وهو يساوي  $-70 \text{ mv}$  (شكل 14) نتيجة اختلاف في تركيزات الأيونات على جنبي غشاء الخلية.

(شكل 14)

يشير الفولتمتر الإلكتروني إلى وجود فرق جهد لغشاء الخلية العصبية يعرف بجهد الراحة ويساوي  $-70 \text{ mv}$  ، وذلك بسبب اختلاف الشحنات بين السطح الداخلي لغشاء الخلية (وهو سالب) والسطح الخارجي لغشاء الخلية (وهو موجب).



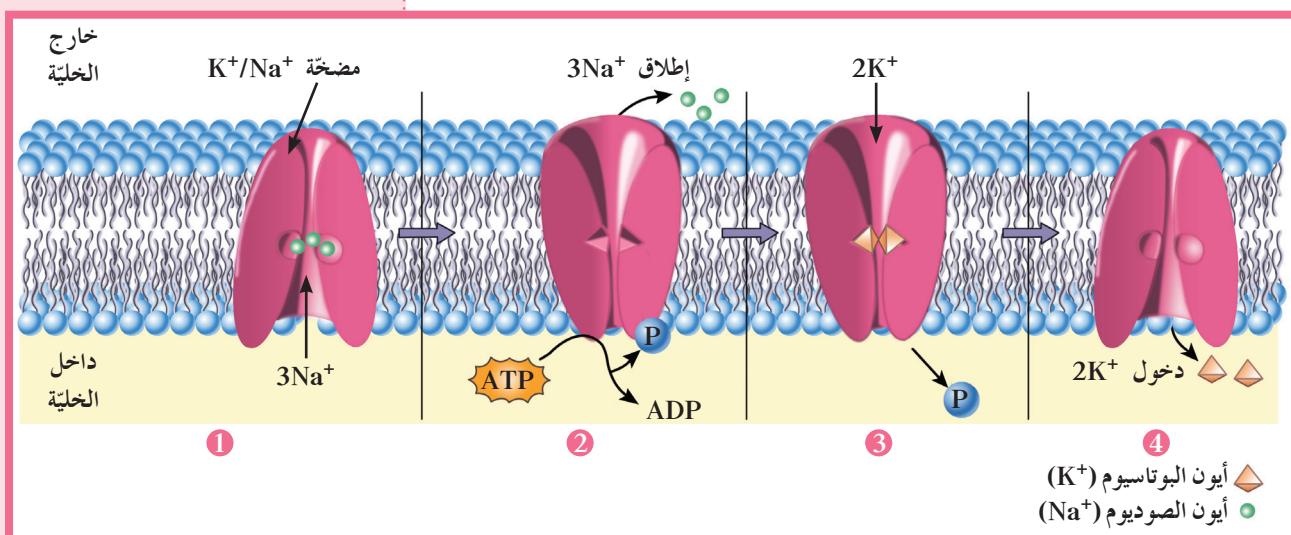
#### Causes of Resting Potential ٢.١

تعدد أسباب وجود جهد الراحة لغشاء خلية ما ، ومنها تركيب غشاء الخلية ومكوناته ، والاختلاف في كثافة الأيونات على جنبي غشاء الخلية (ناحية داخل الخلية ، وناحية خارجها) ، وحركة هذه الأيونات داخل الخلية وخارجها بطريقة مُنتظمة غير عشوائية . أمّا الأسباب المؤدية إلى استمرارّية هذا الجهد لغشاء الخلايا الحية فهي :

- \* الفروقات في تركيز الأيونات على جنبي الغشاء واختلاف نفاذية الغشاء Selective Membrane Permeability لليونات المختلفة .
- يحتوي غشاء الخلية على قنوات لنقل الأيونات Ion Channels من وإلى البيئتين الخارجية أي الوسط المحيط بالخلية الحية Extracellular والداخلية للخلية .

ومن تلك القنوات قنوات خاصة بأيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  وأخرى خاصة بأيونات البوتاسيوم  $\text{K}^+$ . وتتوارد القنوات الخاصة بأيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  بعد أقل من القنوات الخاصة بأيونات البوتاسيوم  $\text{K}^+$ . تبقى بعض هذه القنوات مفتوحة دائمةً، وهي تسمح بنقل أيونات  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  خلال غشاء الخلية بحسب منحدر تركيزها حيث إن تركيز  $\text{Na}^+$  أعلى في البيئة الخارجية للخلية مقارنة بالبيئة الداخلية للخلية على عكس تركيز  $\text{K}^+$ . نتيجة لذلك، يزيد انتشار أيونات البوتاسيوم  $\text{K}^+$  خارج الخلية بينما يقل انتشار أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  داخلها. يؤدي هذا الاختلاف في نفاذية الغشاء لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم إلى جعل الغشاء الخارجي موجب الشحنات على عكس الغشاء الداخلي سالب الشحنات، وهذا الفرق في الشحنات على جنبي الغشاء يُعرف باستقطاب الغشاء . Polarized Membrane

\* وجود مضخة الصوديوم–البوتاسيوم Sodium–Potassium Pump في غشاء الخلية وهي مضخة تقوم بنقل نشط Active Transport لثلاثة أيونات صوديوم  $3\text{Na}^+$  من داخل الخلية إلى البيئة الخارجية مقابل نقل أيوني بوتاسيوم  $2\text{K}^+$  من البيئة الخارجية للخلية إلى داخل الخلية. يستلزم هذا النقل النشط استهلاك طاقة (ATP). في كل دورة، ترتبط المضخة بثلاثة أيونات صوديوم في الجهة الداخلية للخلية وتطلب عملية نقل هذه الأيونات عكس منحدر تركيزها استهلاك الطاقة فتحلل جزيئات ATP إلى  $\text{Pi} + \text{ADP}$  مطلقة الطاقة اللازمة. ثم يرتبط الفوسفات ( $\text{Pi}$ ) بالمضخة ما يؤدي إلى تغيير في شكلها فيسبّب إطلاق أيونات الصوديوم إلى البيئة الخارجية للخلية. ثم يرتبط أيوني بوتاسيوم من البيئة الخارجية للخلية بالمضخة فيتحرّر الفوسفور المرتبط بها ما يؤدي إلى إعادة تغيير شكلها مسبّباً إطلاق أيونات البوتاسيوم داخل الخلية (شكل 15).



شكل (15)  
انتقال أيونات البوتاسيوم والصوديوم خلال المضخة في غشاء الخلية.

تشكّل هذه الخطوات دورة تقوم في خلالها المضخة بضخ ثلاثة أيونات  $\text{Na}^+$  خارج الخلية مقابل ضخ أيوني  $\text{K}^+$  إلى داخل الخلية. وبالتالي تجمّع الأيونات الموجبة بشكل أكبر على سطح غشاء الخلية الخارجي ، ما يساعد في استقطاب غشاء الخلية.

## Action Potential

### 3.1 جهد العمل

ينقل جهازك العصبي آلاف الإشارات خلال جسمك في كل لحظة على شكل سيالات عصبية . والسيال العصبي Nerve Impulse عبارة عن موجة من التغيير الكيميائي والكهربائي تنتقل على طول غشاء الخلية العصبية .

عند استشارة ليف الخلية العصبية بمُؤثر فعال ، يستجيب الليف بظاهره كهربائية تُسمى جهد العمل Action Potential ، وهو انعكاس الشحنة الكهربائية عبر غشاء الخلية ومن ثم استعادة غشاء الخلية لوضعه السابق أي حالة جهد الراحة .

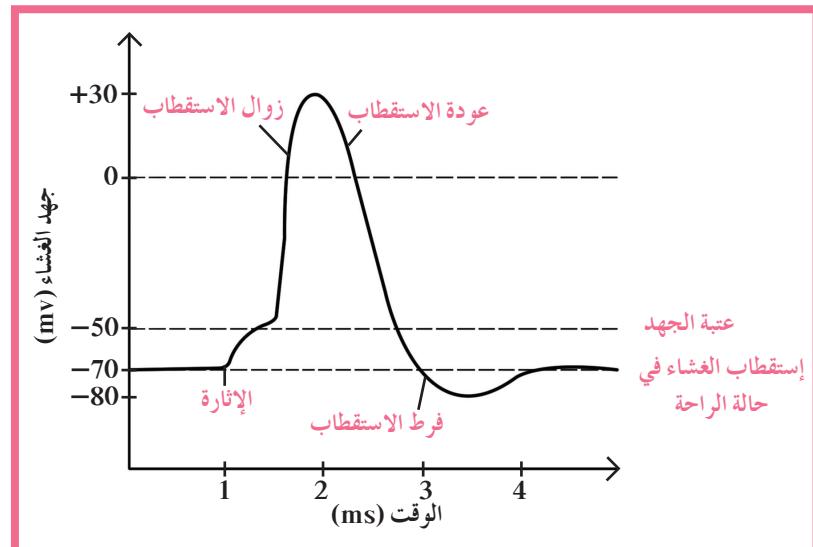
يمرّ غشاء الخلية في أثناء جهد العمل بمراحل مختلفة في فترة من الزمن تتراوح ما بين 1 ms و 2 ms (شكل 16). وهذه المراحل هي :

\* مرحلة زوال الاستقطاب Depolarization وهو انتقال جهد غشاء الخلية من  $-70\text{mV}$  إلى  $+30\text{mV}$ . يحدث ذلك نتيجة فتح قنوات الصوديوم ودخول أيونات الصوديوم من البيئة الخارجية للخلية إلى داخل الليف العصبي .

\* مرحلة عودة الاستقطاب Repolarization وهو انتقال جهد غشاء الخلية من  $+30\text{mV}$  إلى  $-70\text{mV}$ . يحدث ذلك نتيجة فتح قنوات البوتاسيوم وخروج أيونات البوتاسيوم من داخل الليف العصبي إلى البيئة الخارجية .

\* مرحلة فرط الاستقطاب Hyperpolarization وهو انتقال جهد غشاء الخلية من  $-70\text{mV}$  إلى  $-80\text{mV}$ . يحدث ذلك نتيجة تأخّر اغلاق قنوات  $\text{K}^+$  البوتاسيوم .

\* مرحلة العودة إلى تثبيت حالة الاستقطاب في مرحلة الراحة حيث تقوم مضخات الصوديوم - البوتاسيوم النشطة بإرجاع تراكيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم إلى نسبتها الأصلية في خلال مرحلة الراحة . في خلال مرحلة زوال الاستقطاب، ينتقل جهد الغشاء من  $-70\text{mV}$  إلى  $-50\text{mV}$  - أي عتبة الجهد Threshold Potential وهو الحد الأدنى من إزالة استقطاب جهد الغشاء لتوليد جهد العمل. إنّ أيّ استشارة لا توصل غشاء الخلية إلى عتبة الجهد لا تولد جهد عمل .



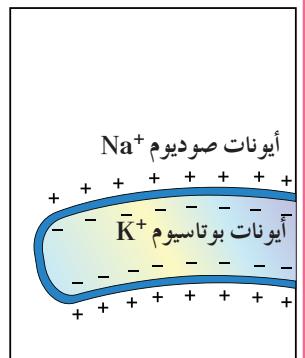
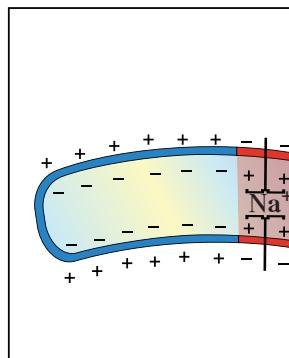
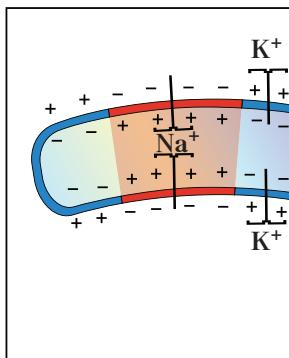
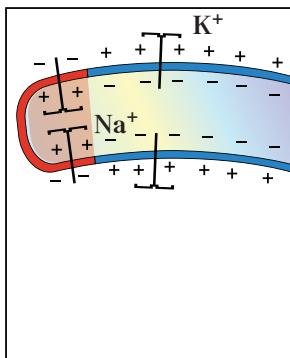
(شكل 16)

جهد العمل

حين تسبب الإثارة إزالة استقطاب غشاء الخلية وصولاً إلى عتبة الجهد يولد جهد العمل.

عند استimulation العصب الوركي مثلاً بسلسلة من الصدمات الكهربائية المتزايدة في شدتها والمتساوية من حيث زمن تأثيرها ، نلاحظ أن التنشيط غير الفعال Ineffective Stimulation غير قادر على توليد جهد عمل ، فيقال عندئذ إن شدة التنشيط غير كافية أي تحت عتبة التنشيط أو تحت عتبوية Subthreshold Intensity . بزيادة الشدة تدريجياً ، نصل إلى شدة تكفي لتوليد جهد عمل ، وتُدعى هذه الشدة عتبة التنشيط أو الشدة العتبوية Threshold Intensity ، وأي شدة أعلى من عتبة التنشيط تكون قادرة على توليد جهد عمل ، تُسمى التنشيط الفعال Effective Stimulation .

بوصول غشاء الخلية المستثار إلى نقطة عتبة الجهد  $-50\text{mV}$  ، يولد ما يسمى بموجة زوال الاستقطاب Wave of depolarization وهي موجة تنتقل على طول الليف العصبي على شكل شحنات سالبة مؤدية إلى تشكيل السيال العصبي وانتقاله إلى نهاية المحاور العصبية (شكل 17).



4. انعكاس الشحنة الكهربائية على جانبي الغشاء في المنطقة الثانية يسبب بداية انعكاس الشحنة الكهربائية في المنطقة الثالثة، وذلك كلما انتقل السائل العصبي على طول الخلية العصبية باتجاه واحد بعيداً عن جسم الخلية العصبية نحو النهايات المحورية.

3. بعد دخول أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  إلى المنطقة الأولى ورثاء الاستقطاب، تتساب أيونات البوتاسيوم  $\text{K}^+$  إلى خارج الخلية، فستعيد المنطقة الأولى جهد الراحة الخاص بها. يسبب انعكاس الشحنة الكهربائية على جانبي الغشاء بفتح قنوات في المنطقة التالية لغشاء الخلية العصبية، وهي المنطقة المجاورة لمنطقة الاستشارات، وليس في المنطقة التي كانت مستشاراً سابقاً، لأنَّ هذه القطة تكون، في هذه اللحظة، في حالة من الاستقطاب المفرط.

2. منطقة من الخلية العصبية في حالة جهد الراحة. عند الاستشارات أو التنبيه، تفتح قنوات في الغشاء الواقع في المنطقة الأولى أي منطقة الاستشارات، وتتساب أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  إلى داخل الخلية.

(شكل 17)

يتم انتقال السائل العصبي من خلال تحرك الأيونات عبر غشاء الخلية العصبية.

## 2. استجابة الجهاز العصبي للمنبهات المختلفة

### The Response of the Nervous System to Different Stimuli

المنبه Stimulus هو تبدل في الوسط الخارجي أو الوسط الداخلي بسرعة تكفي لاستشارات المستقبلات الحسية والخلايا العصبية وبالتالي توليد استجابة ملائمة له.

تنتشر المستقبلات الحسية في كافة أنحاء الجسم، حيث إنَّ بعضها يستقبل منبهات خارجية، وبعضها الآخر يستقبل منبهات داخلية. يتصل

ليف عصبي بكلٍّ من هذه المستقبلات الحسية التي تنقل السائلات العصبية عبر الألياف العصبية المحيطة باتجاه الجهاز العصبي المركزي.

تستخدم الحيوانات هذه المستقبلات للحصول على معلومات عن بيئتها، ويكون كلَّ مستقبل خاصاً بنوع من التنبيه. مثلاً، تقوم مستقبلات الضوء في شبكيَّة العين باستقبال الموجات الضوئية فحسب، بينما تقوم مستقبلات الحرارة باستقبال الطاقة الحرارية، أمَّا مستقبلات الضغط فتقوم باستقبال الضغط.

## 1.2 أنواع المنبهات وخصائصها

### Types of Stimuli and Their Characteristics

تكثر أنواع المنبهات:

1. المنبهات الكيميائية من مثل المواد الكيميائية كالأيونات والجزيئات الكيميائية الخاصة بمستقبلات الشم Olfactory Receptors والجزيئات الكيميائية الخاصة بمستقبلات التذوق Gustatory Receptors.
2. المنبهات الميكانيكية مثل التغيير في الضغط، أو وضعية الجسم، التي تتحسسها المستقبلات الميكانيكية Mechanoreceptors، ومستقبلات الألم، بالإضافة إلى مستقبلات اللمس والسمع والتوازن.
3. الإشعاعات كالأشعة تحت الحمراء، أو إشعاعات الضوء المرئي، أو المجالات المغناطيسية. تتحسس مستقبلات الضوء Photoreceptors، من مثل أشعة الضوء المرئي.
4. المنبهات الحرارية كالحرارة المرتفعة أو البرودة التي تتحسسها المستقبلات الحرارية Thermoreceptors ومستقبلات الألم.

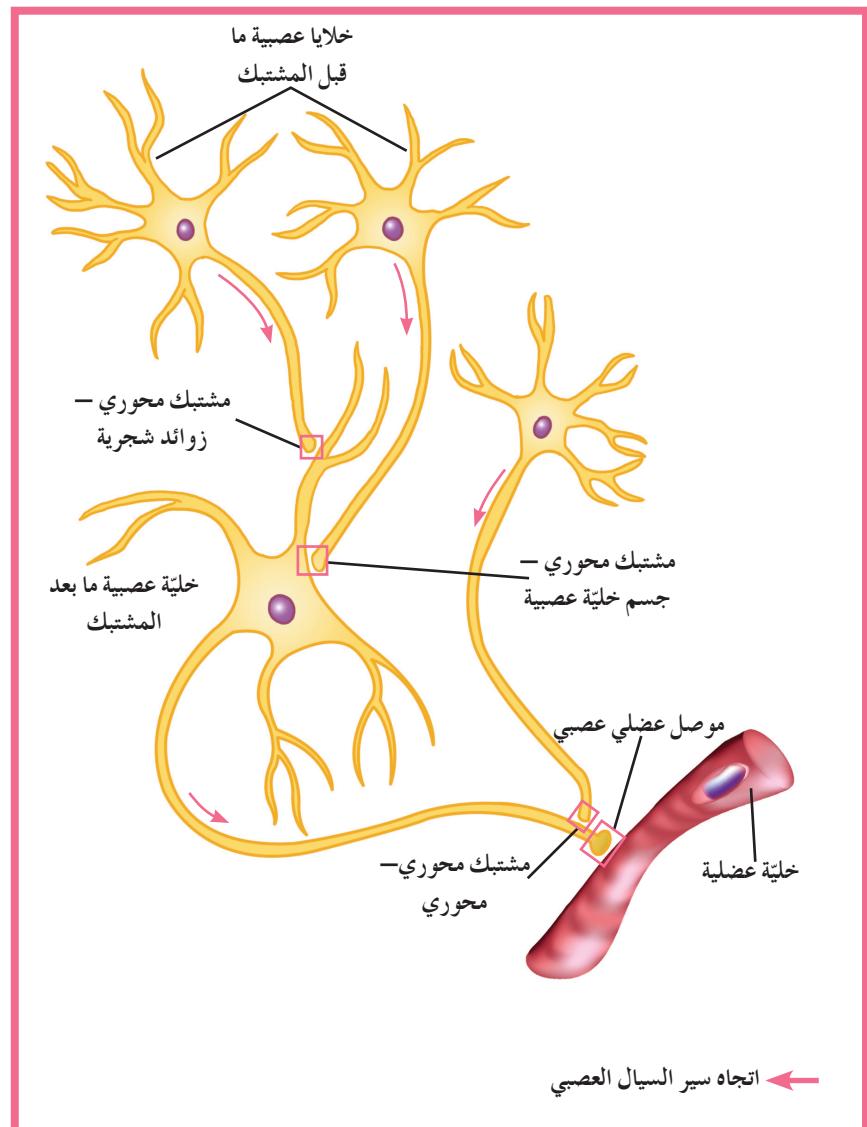
### Synapses

### 3. المشتبكات العصبية

لا تلامس معظم الخلايا العصبية بعضها بعضاً ولا تلامس الأعضاء المنفذة بل تفصل بينها مشتبكات عصبية. المشتبكات العصبية Synapses هي أماكن اتصال بين خليةتين عصبيتين أو بين خلية عصبية وخلية غير عصبية (خلية عضلية أو غدية). وهي تسمح بنقل السائل العصبي (الرسائل العصبية) من خلية عصبية إلى الخلية المجاورة (شكل 18).

المشتبكات العصبية نوعان، المشتبكات الكيميائية Chemical Synapses التي تنقل السائل العصبي خلالها على شكل مواد كيميائية (شكل 19) لا على شكل تيار كهربائي كما في المشتبكات الكهربائية Electrical Synapses. توجد معظم المشتبكات الكيميائية بين النهايات المحورية للخلية العصبية والزوائد الشجيرية للخلية التالية Axodendritic Synapse كما يمكن أن تتوارد بين النهايات المحورية وجسم خلية Axosomatic Synapse أو محور خلية عصبية أخرى Axoaxonic Synapse. ويُعرف المشتبك الموجود بين خلية عصبية وخلية عضلية بالموصل العضلي العصبي Neuromuscular Junction (شكل 18).

تنقل الرسائل العصبية باتجاه واحد، عبر المشتبك الكيميائيّ ، من تفرعات المحور العصبي لخلايا عصبية ما قبل المشتبك . Postsynaptic Cell باتجاه خلية ما بعد المشتبك Presynaptic Neurons

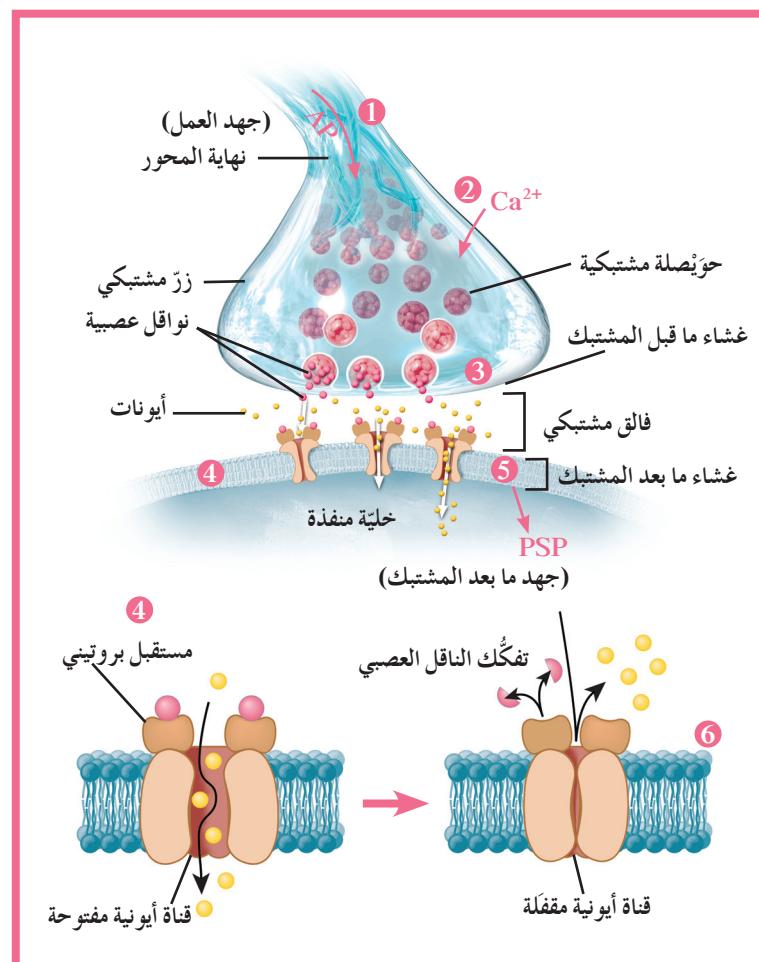


شكل (18)  
موقع المشتيكات العصبية واتجاه انتقال الرسائل العصبية بين الخلايا.

### 1.3 انتقال الرسائل العصبية عبر المشتبات الكيميائية

### Propagation of Nerve Messages Through Chemical Synapses

تظهر الدراسات المجهرية الإلكترونية للمشتبك الكيميائي انتفاخات في نهايات تفرعات المحور العصبي تُسمى الأزرار. تحوي الأزرار حويصلات دقيقة وغزيرة جداً تدعى حويصلات مشتبكية Synaptic Vesicles ، تحوي بدورها مواد كيميائية تُسمى نوافل عصبية Neurotransmitters مسؤولة عن نقل الرسائل العصبية عبر المشتبات الكيميائية .



شكل (19)  
مراحل انتقال الرسائل العصبية (السائل العصبي) عبر المشتبك الكيميائي

يبيّن الشكل (19) كيفية انتقال الرسائل العصبية عبر المشتبك الكيميائي بعد حدوث تنبية للخلية العصبية ما قبل التشابك وذلك في الخطوات التالية :

1. عند وصول السائل العصبي (جهد العمل AP) إلى نهاية المحاور العصبية (شكل 19-1) ، يحدث عند منطقة التفرعات زوال استقطاب الغشاء ما قبل المشتبكي في منطقة الأزرار .

2. ينتج منه فتح قنوات الكالسيوم ودخول أيونات الكالسيوم من الخارج إلى داخل الأزرار المشتبكة (شكل 19-2).

3. يحفز هذا الدخول التحام الحوئيصلات المشتبكة بالغشاء ما قبل المشتبك. ثم بفعل نوع من الأنزيمات ، تفتح الحوئيصلات المشتبكة إلى الخارج لتطلاق النواقل العصبية باتجاه الشق المشتبكي إلى الخارج بطريقة الإفراز الخلوي (شكل 19-3).

4. يوجد لكل ناقل عصبي مستقبل نوعي خاص به على الغشاء ما بعد المشتبك Specific Postsynaptic Membrane Receptor ، يتلتصق به لمدة قصيرة (شكل 19-4).

5. يؤدي هذا الالتصاق إلى فتح القناة الأيونية ما يسمح بظهور الجهد ما بعد المشتبك (PSP) Postsynaptic Potential (شكل 19-5). وهكذا تكون الرسالة العصبية قد نُقلت إلى الخلية ما بعد المشتبك.

6. تنغلق القنوات الأيونية بعد أن يفتت إنزيم خاص النواقل العصبية الموجودة على المستقبلات البروتينية (شكل 19-6) أو بعد عودتها إلى داخل الأزرار ما قبل المشتبك.

تنتوّع النواقل العصبية ، وتختلف مستقبلاتها النوعية. إلا أن كلاً منها يرتبط بقنوات أيونية محددة لنقل أيونات معينة إلى داخل الخلية ما بعد المشتبك .

في حالة المشتبك المنشئ Excitatory Synapse ، عندما يرتبط ناقل عصبي كالأسيتيل كولين Acetylcholine ، مثلاً، بمستقبله الغشائي ، تفتح قناة أيونية مرتبطة بهذا المستقبل لتدخل عبرها أيونات من الصوديوم  $Na^+$  إلى الخلية ما بعد المشتبك ، مؤدية إلى تبدل كهربائي فيها ، أي إلى زوال الاستقطاب. هذا ما يسمى الجهد المنشئ ما بعد المشتبك

Excitatory Postsynaptic Potential (EPSP) . وإذا وصل زوال الاستقطاب إلى عتبة الجهد أي 50 mv ، ولد جهد عمل ينتقل على طول الخلية ما بعد المشتبك. ثم يقوم الأنزيم كولين إستيريز Choline Esterase بتفكيك الأسيتيل كولين المرتبط بالمستقبل وبذلك يوقف مفعوله. أما في حالة المشتبك المثبط Inhibitory Synapse ، فعندما يرتبط ناقل

عصبي مثل جابا GABA ، بمستقبله الغشائي تفتح قناة أيونية بهذا المستقبل لتدخل عبرها أيونات الكلورايد  $Cl^-$  إلى الخلية ما بعد المشتبك ، مؤدية إلى تبدل كهربائي يظهر بفرط استقطاب يُسمى الجهد المثبط ما بعد المشتبك . Inhibitory Postsynaptic Potential (IPSP)

يستحيل في هذه الحالة تولّد جهد العمل ، وانتقاله على طول الخلية ما بعد المشتبك كما في حالة المشتبك المنشئ .

## فقرة إثرائية

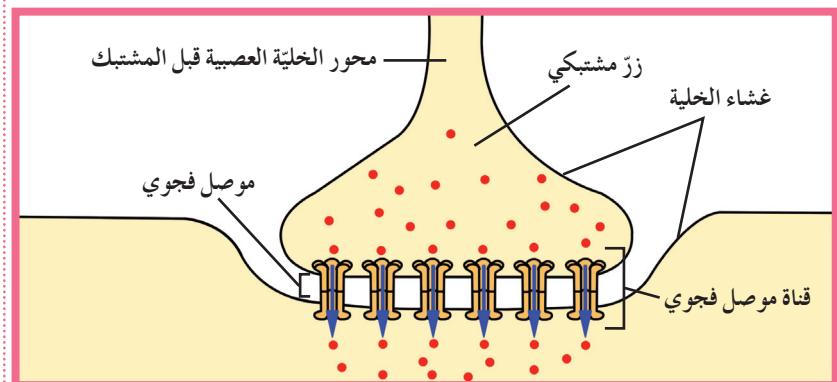
### علم الأحياء في حياتنا اليومية

#### المشتبك الكهربائي

يعتبر المشتبك الكهربائي رابط توصيل بين الخلايا العصبية المجاورة، وهو يتكون من فجوة ضيقة بين خلتين عصبيتين: خلية عصبية ما قبل المشتبك وخلية عصبية ما بعد المشتبك تدعى موصل فجوي Gap Junction. في هذا الموصل الفجوي، تقترب الخلايا العصبية بعضها من بعض بمسافة أقل بكثير من المسافة الفاصلة في المشتبك الكيميائي. يحتوي كل موصل فجوي على عدة قنوات تسمى قنوات موصل فجوي Gap Junction Channels معًا مسامًا Pore يصل سيتوبلاسم الخلايا المجاورة بعضها بعض (شكل 20).

عند توليد جهد عمل في خلية عصبية، تنتقل الأيونات من هذه الخلية إلى الخلية المجاورة عبر الفتحات العريضة للقنوات بسرعة، حاملة معها شحنة موجبة تؤدي إلى زوال الاستقطاب في الخلية ما بعد المشتبك. وهكذا ينتقل السائل العصبي من خلية عصبية إلى الخلية التالية.

مقارنة مع المشتبك الكيميائي، يعتبر المشتبك الكهربائي أسرع. وتتوارد المشتبكات الكهربائية في معظم أقسام الجهاز العصبي المركزي وبين خلايا المسار العصبي الذي يتطلب أسرع قدر من التجاوب مثل الدفاع الانعكاسي. مثلاً، الاستجابة للخطر عند الحبار تتطلب إفراز كمية كبيرة من الخبر بسرعة كبيرة للتخفيف عن أعدائه. وهناك ميزة خاصة في هذا المشتبك وهي أنه يسمح للسائل العصبي بالانتقال في الاتجاهين في معظم الأوقات.



(شكل 20)  
المشتبك الكهربائي

## مراجعة الدرس 1-2

1. ما الذي يميّز الخلية العصبية عن الخلية الجلدية؟
2. ما هو جهد الراحة؟ وما هي أسبابه؟
3. ما هو جهد العمل؟ وما الذي يسببه؟
4. كيف يحدث السيال العصبي؟
5. أذكر الخطوات الضرورية لانتقال الرسالة العصبية عبر المشتبك.
6. التفكير الناقد: عندما يمسك شخص ما قطعة ثلج بيده يشعر حالاً بالبرودة، وبعد فترة، يبدأ بالشعور بالألم. كيف تفسّر هذه الإحساسات؟
7. أضف إلى معلوماتك: يؤدّي إطلاق الأسيتيل كولين في المشتبك الكيميائي بين محور خلية عصبية وعضلة القلب إلى تباطؤ دقات القلب ، بينما يؤدّي إطلاق الأسيتيل كولين في المشتبك الكيميائي بين محور خلية عصبية والعضلة الهيكلية إلى انقباض هذه العضلة .  
قارن بين وظيفة كلّ من المشتبكين ، واستدلّ على العنصر الذي يحدّد وظيفة المشتبك الكيميائي (إذا كان منبّهاً أو مثبّطاً) .

### الأهداف العامة

- \* يصف أقسام الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والجبل الشوكي) ووظائفها.
- \* يتعرف أقسام السحايا ووظائفها.
- \* يتعرف دور الدماغ في الحسّ الشعوري والإدراك والحركة الإرادية.
- \* يتعرف أجزاء الدماغ المسؤولة عن الإحساس بالانفعالات وعن الذاكرة والكلام.



(شكل 21)

قد يساعدك تناول الطعام قبل إجراء الاختبار مباشرة في الحصول على نتيجة أفضل إذاكتشف الأطباء أنّ أداء الطّلاب الذين تناولوا الطعام حديثاً، أفضل في اختبارات التعلم اللغوي والذاكرة. ويعتقد العلماء أنّ الزيادة المؤقتة للسكر في الدم بعد تناول الطعام تساعد الدماغ على العمل بصورة أفضل وأسرع قليلاً (شكل 21).

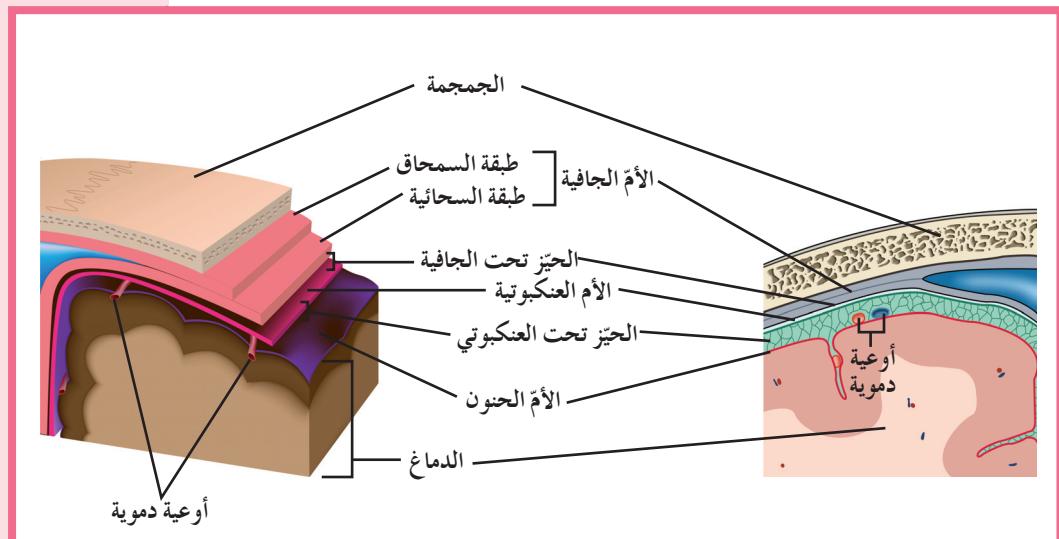
### 1. الجهاز العصبي المركزي The Central Nervous System

كما درست سابقاً يتكون الجهاز العصبي لدى الإنسان من جهاز عصبي مركزي وجهاز عصبي طرفي . يتتألف الجهاز العصبي المركزي من الدماغ Brain والجبل الشوكي Spinal Cord ولكلّ منهما وظائفه المختلفة. وكلاهما محميان بعظام ، إذ تحمي عظام الجمجمة Skull الدماغ ، ويحمي العمود الفقري Vertebral Column الجبل الشوكي . كما تحيط بكلّ من الدماغ والجبل الشوكي السحايا Meninges .

## 1.1 تركيب السحايا

### The Meninges Structure

السحايا Meninges هي ثلاثة أغشية تحيط بالجهاز العصبي المركزي (الدماغ والجبل الشوكي) ، وهي بحسب ترتيبها من الخارج إلى الداخل: **الأم الجافية** ، **الأم العنكبوتية** والأم **الحنون** (شكل 22).



(شكل 22)  
الأغشية السحائية التي تحيط بالدماغ

- 1. الأم الجافية Dura mater:** غشاء خارجي متين مكون من نسيج ضام كثيف غير منتظم يتولى حماية الجهاز العصبي المركزي . يتكون من طبقتين ملتحمتين بعضهما البعض . الطبقة الأولى هي الطبقة الخارجية (العلوية) المسماة الطبقة السمحاقية Periosteal Layer تبطّن سطح الجمجمة الداخلي والفقرات ، والطبقة الثانية المسماة الطبقة السحائية تغلف الدماغ والنخاع الشوكي Meningeal Layer .
- 2. الأم العنكبوتية Arachnoid:** غشاء رقيق ورخو كالإسفنج يتكون من ألياف الكولاجين وبعض من الألياف المرنة الأخرى موجود بين الأم الجافية والأم الحنون ، يفصله عن الأولى الحيز تحت الجافية Subdural Space ، وعن الثانية الحيز تحت العنكبوتية Subarachnoid Space . يحتوي الحيز تحت العنكبوتية على سائل شفاف يُسمى السائل الدماغي الشوكي Cerebrospinal Fluid . وهو سائل يغمر الدماغ والجبل الشوكي ويحميهما إذ يمتص الصدمات ما يقلل من تأثيراتها عليهما . ويزود الخلايا العصبية بالمعذيات مثل الجلوكوز والأكسجين وغيرها من الدم ، كما يحمي الدماغ من ضغط القوى الميكانيكية المطبقة على الجمجمة .
- 3. الأم الحنون Pia mater:** غشاء ليفي رفيع ولكنه قوي ، يضم شبكة من الشعيرات الدموية التي تلتتصق بالدماغ وتتبع انحائهه ويعُد بذلك غشاء مغذيًا للمراكم العصبية .

## فقرة اثرائية

### علم الاحياء في حياتنا اليومية

#### الاكبر ليس الاذكي

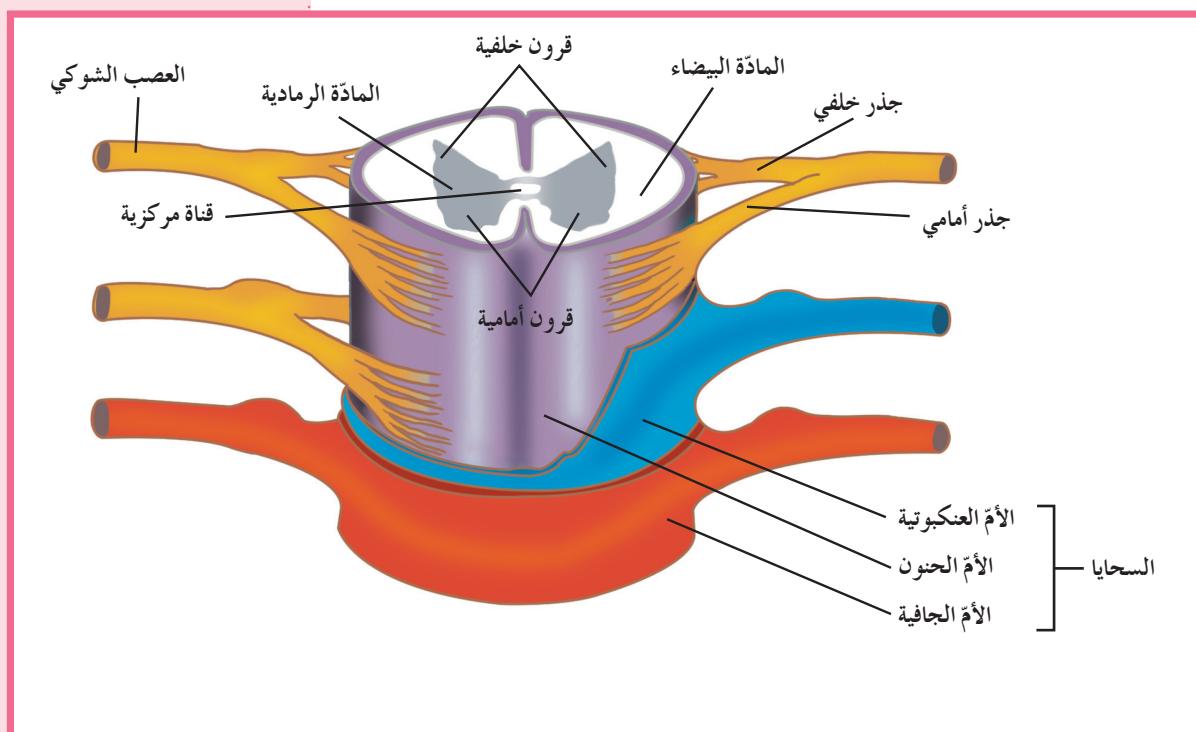
قد يزن دماغ الشخص البالغ من العمر 20 عاماً حوالي 1400 g، وقد يقل وزنه ما بين 115 g و 120 g في الشيخوخة. مع ذلك فإن قدرته على التفكير لا تضعف، أو قد تضعف بصورة طفيفة للغاية، باستثناء الحالات المرضية.

## Spinal Cord

### 2.1 الحبل الشوكي

الحبل الشوكي Spinal Cord عضو أنبوبى الشكل موجود داخل العمود الفقري الذي يحميه، ومغلف بالسحايا. يتكون الحبل الشوكي من خلايا عصبية وخلايا الغراء العصبي وأوعية دموية. يوضح الشكل (23) مقطعاً عرضياً لجزء من الحبل الشوكي ، تظهر فيه منطقتان واضحتان هما منطقة محيطية بيضاء اللون تُسمى المادة البيضاء White Matter ، يخترقها شق خلفي عميق وسيق وشق أمامي أكثر اتساعاً وأقل عمقاً ، ومنطقة داخلية رمادية اللون وُتُسمى المادة الرمادية Gray Matter وتتميز بشكلها إذ أنه عبارة عن أربعة قرون مجتمعة تنقسم إلى قرنين خلفيين Dorsal Horns وقرنين أماميين Ventral Horns . تتوسط المادة الرمادية قناة مرکزية Central Canal يمر خلالها السائل الدماغي الشوكي .

تحتوي المادة البيضاء على زوائد شجرية (استطلالات سيبو بلازمية) ومحاور الخلايا العصبية مغلف بغلاف ميليني ، ما يجعلها تبدو بيضاء اللون. أما المادة الرمادية فتحتوي على أجسام خلايا عصبية ، خلايا الغراء العصبي زوائد شجرية، ومحاور غير مغلفة بغلاف ميليني ، لذا تبدو رمادية اللون .



شكل (23)  
تركيب النخاع الشوكي

ينقل الحبل الشوكي السيالات العصبية من الدماغ وإليه . فهي تنتقل من المستقبلات الحسّية عن طريق الخلايا العصبية الحسّية إلى الحبل الشوكي ، ثم تنتقل عن طريق الحبل الشوكي إلى الدماغ . يرسل الدماغ من بعدها سيالات عصبية إلى الحبل الشوكي ، في الأسفل ، ثم إلى الأعصاب الحركية في الجهاز العصبي الطرفي . وتشمل وظائف الحبل الشوكي أيضاً الأفعال الانعكاسية الشوكية مثل القوس الانعكاسي الذي ستتعرّفه في الدرس التالي .

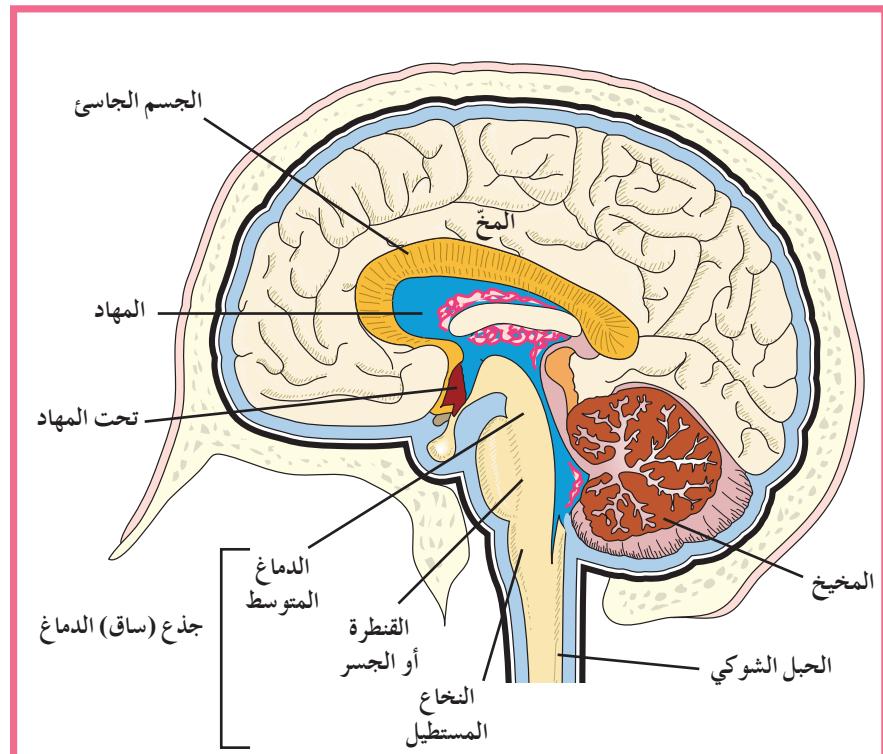
### 3.1 الدماغ

#### The Brain

يُعَدّ الدماغ البشري عضواً معقداً التركيب، يحتوي على حوالي 100 مليار خلية عصبية و 900 مليار خلية غراء عصبي (خلية دبقية). وزن الدماغ المتوسط الحجم حوالي 1400 g. يتكون الدماغ من ثلاث تركيبات هي جذع أو ساق الدماغ، المخ والمخيخ (شكل 24 - أ).

(شكل 24 - أ)

مقطع طولي جانبى يبين تركيب الدماغ ما وظائف الأجزاء التركيبية الثلاثة التي تكوّن جذع الدماغ؟

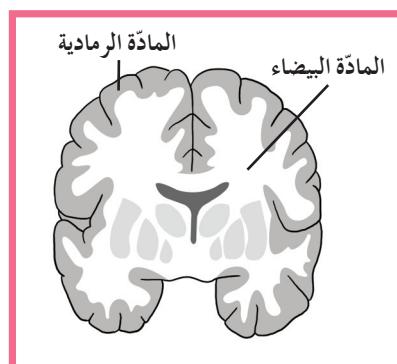


يوضح الشكل (24 - ب) مقطعاً طولياً من الدماغ يُظهر تكوّنه من منطقتين واضحتين، إحداهما بيضاء والأخرى رمادية، على غرار الحبل الشوكي. غير أنّ المنطقة المحاطة في الدماغ رمادية اللون والمنطقة الداخلية بيضاء اللون على عكس النخاع الشوكي.

\* **جذع الدماغ (ساق الدماغ) Brain Stem:** يوصل جذع الدماغ الحبل الشوكي بباقي الدماغ، وينسق العديد من الوظائف الحيوية من مثل ضغط الدم، التنفس، ومعدل ضربات القلب. يتكون جذع الدماغ من ثلاثة أجزاء هي الدماغ المتوسط ،  
الجسر أو القنطرة Pons والنخاع المستطيل Midbrain . Oblongata

(شكل 24 - ب)

مقطع طولي أمامي يوضح منطقتي المادة البيضاء في الوسط والمادة الرمادية المحاطة بالدماغ.



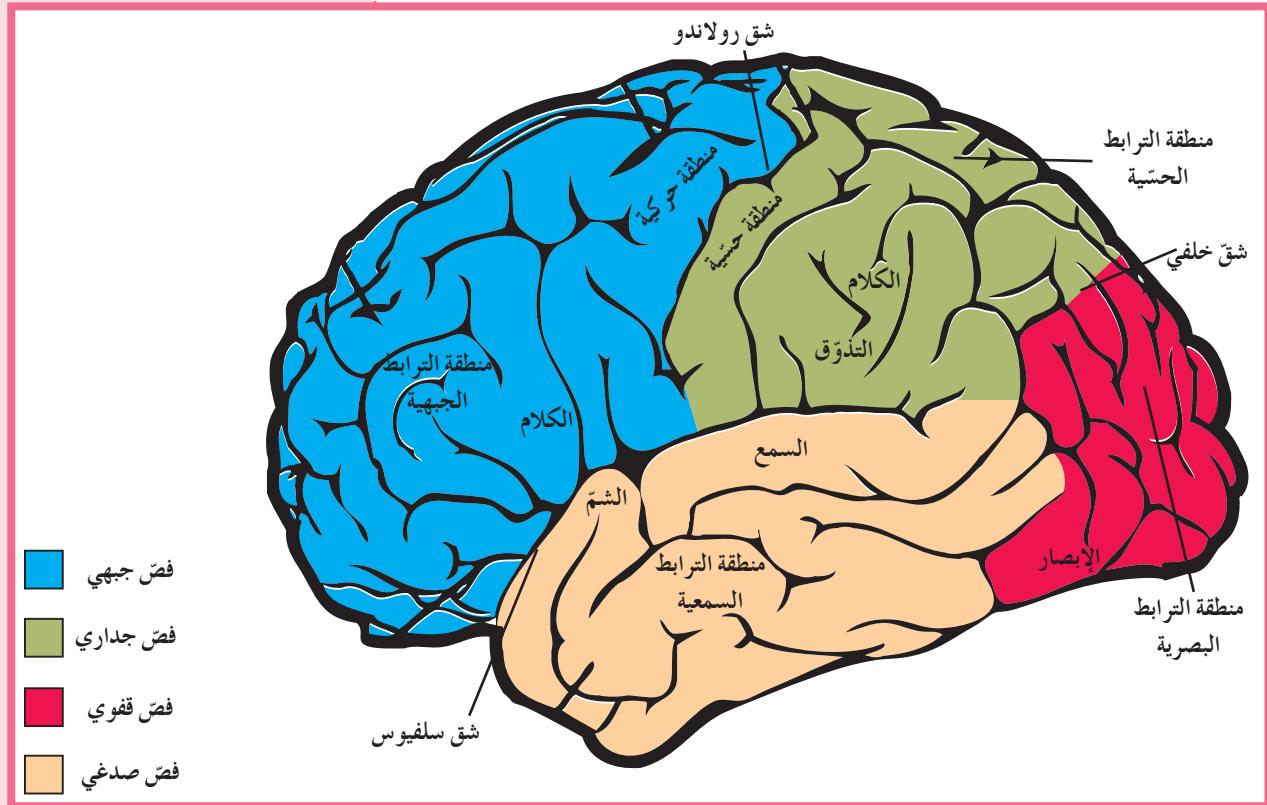
يوجد أعلى جذع الدماغ مباشرةً تركيبيان مهمان هما المهداد Thalamus، وتحت المهداد Hypothalamus. يعمل المهداد كمركز توزيع، فهو يوجه الرسائل القادمة من الحبل الشوكي إلى الأجزاء المناسبة في المخ. يهتم تحت المهداد بالمحافظة على اتزان الجسم الداخلي مثل المحتوى المائي، ودرجة حرارة الجسم ويعدّ مركز التحكم بإدراك الجوع، العطش، والعاطفة بالإضافة إلى كونه، حلقة الوصل بين جهاز الغدد الصماء والجهاز العصبي.

\* **المخيخ Cerebellum:** يقع في أسفل الدماغ، خلف النخاع المستطيل. ويحتوي على المراكز العصبية التي تضبط تناسق حركات العضلات وتوازن الجسم خلال الحركة، الجلوس، والوقوف. تتلقى المراكز العصبية في المخيخ الرسائل العصبية من جميع المراكز الموجودة في المخ والنخاع المستطيل والحبل الشوكي، وتعالجها من أجل تنظيم دقة الحركة على المستويين الزماني والمكاني، لتنسيق حركة العضلات الإرادية واللإرادية لتبقى الجسم في حالة من التوازن.

\* **المخ Cerebrum:** يشكل المخ نحو 85% من الدماغ البشري، وهو مسؤول عن الأنشطة الإرادية جميعها وعن التعلم، التخيّل، التفكير والتذكر. يقسم شق عميق طولي المخ إلى نصفي كرة مخية Cerebral Hemisphere وترتبط بينهما حزمة من الألياف العصبية تسمى الجسم الجاسي Corpus Callosum. يقوم كل نصف منها بضبط الأنشطة الخاصة بالجانب المقابل له من الجسم والتحكم بها. يتألف المخ من طبقة داخلية من المادة البيضاء، وطبقة خارجية من المادة الرمادية تسمى القشرة المخية Cerebral Cortex. تظهر على سطح هذه القشرة شقوق عميقة تعرف بالثلث Sulci، من أشهرها شق رولاندو وشق سلفيوس والشق الخلفي. تقسم هذه الشقوق المخ إلى أربعة فصوص هي الجبهي Frontal Lobe، الصدغي Temporal Lobe، الجداري Parietal Lobe والقطوي Occipital Lobe. يوجد بين الشقوق وضمن الفصوص طيات بارزة تدعى التلافييف Gyri، تساهم في زيادة مساحات المراكز العصبية في المخ (شكل 25).

تؤدي المناطق المختلفة من القشرة المخية وظائف مختلفة:

1. المناطق الحسّية تؤدي دوراً في الحسّ الشعوري والإدراك.
2. المناطق الحركية تؤدي دوراً في ضبط الحركة الإرادية.
3. الذاكرة والانفعال والكلام.



(شكل 25)

يُقسّم كل نصف كمة مخية إلى أربعة فصوص، وهي مسؤولة عن ضبط وظائف الجسم المختلفة بواسطة مناطق ترابط مختلفة الوظائف.

## فقرة اثرائية

### الأشفافات الحديثة في علم الأحياء

#### تصوير نشاط المخ

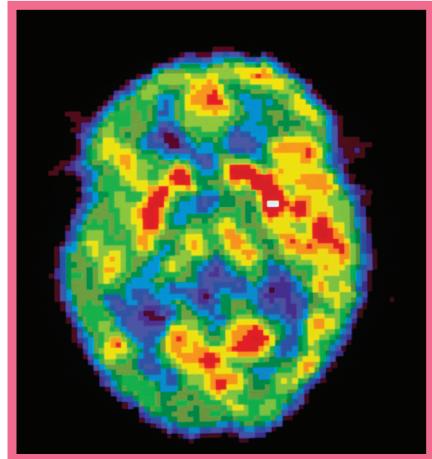
تمكّن العلماء من ملاحظة العمليات التي يقوم بها المخ. باستخدام تقنية خاصة تُسمى التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترونات (PET Scan)، تمكّنوا من تحديد أي أجزاء في المخ تؤدي وظائفه المختلفة. تعتمد هذه التقنية على تشيع أحد مكوّنات الدم من مثل السكر أو الأكسجين بعنصر نشط إشعاعياً، تبعت منه جسيمات دقيقة تُسمى البوزيترونات. عندما تصطدم بوزيترونات مكوّن الدم المشع بالإلكترونات في جزيئات الجسم، تنطلق أشعة جاما التي يمكن كشف وجودها بواسطة مجس. ثم تتم تغذية جهاز كمبيوتر بالمعلومات التي جمعها المجس كي تحوّل إلى صورة على الشاشة.

يرداد معدل انسياب الدم إلى منطقة معينة في المخ بدرجة كبيرة عندما تعمل هذه المنطقة. وبالتالي، تطلق المنطقة العاملة، أثناء التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترونات، كمية وافرة من أشعة جاما. في إطار الدراسة، يعطي الباحثون التعليمات للمريض كي يؤدي أنشطة مثل التحدث، أو القراءة أو إمعان التفكير، ثم يلاحظون المناطق النشطة في المخ التي تضيء على شاشة الكمبيوتر. يمكنك في الشكل (26)، أن ترى نتائج التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترونات المستخدمة لإعداد خريطة لمناطق الدماغ النشطة في أثناء النوم.

منذ إدخال تقنية التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترونات عام 1988، تعمّقت المعلومات حول وظائف الدماغ الطبيعية. ويمكن استخدام هذه التقنية لتشخيص اختلالات وظائف الدماغ مثل مرض ألزهايمر، السكتة الدماغية ومرض السرطان ولمعالجتها. أضف إلى ذلك، إمكانية استخدامها لمراقبة أجزاء أخرى من الجسم وتشخيصها، بما فيها القلب.

(شكل 26)

توضح أشعة التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترونات لمع شخص نائم في المناطق الناشطة حتى أثناء النوم. المناطق ساطعة الألوان هي الأكثر نشاطاً.

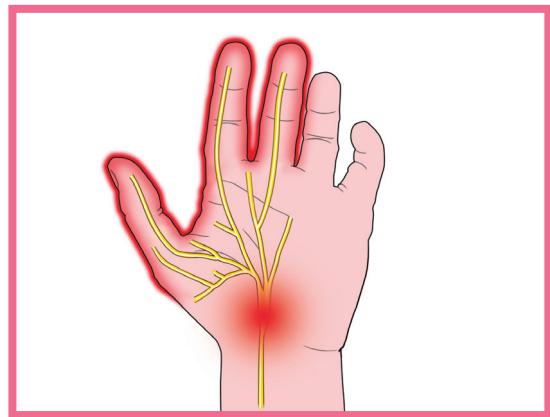


### مراجعة الدرس 3-1

1. صف السحايا من حيث التركيب ووظيفة السائل النخاعي الدماغي الشوكي.
2. أي جزء أو أجزاء من الدماغ تنسيق بين التنفس وضربات القلب؟ وأيّ منهما ينسّق بين الكلام والعواطف؟
3. قارن بين الحبل الشوكي والدماغ بالنسبة إلى المنطقة المحيطية والمنطقة الداخلية لكلّ منهما. ممّ تتكون كلّ منطقة؟
4. سؤال للتفكير الناقد: صف الملاحظات السريرية التي تبدو على المريض في كلّ من الحالتين التاليتين:  
(أ) تلف ساق الدماغ  
(ب) تلف المخيخ

## الأهداف العامة

- \* يحدد أقسام الجهاز العصبي الطرفي .
- \* يحدد دور الجهاز العصبي الطرفي .
- \* يقارن بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي .
- \* يفسر كيف يقوم القوس الانعكاسي بأداء وظيفته .



(شكل 27)

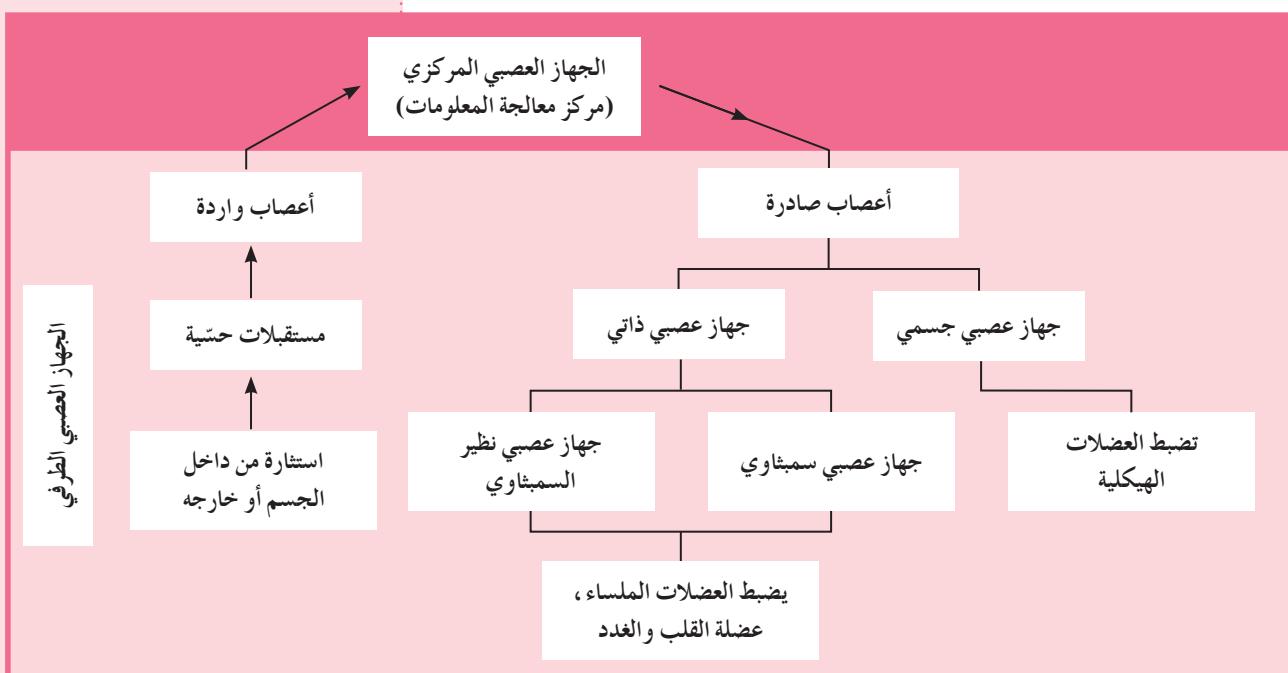
يضبط الجهاز العصبي الطرفي الأفعال الإرادية كالكتابة ، والأفعال اللاإرادية كسحب اليد عند تعرضها لمنبه مؤلم (شكل 27) ، والتتوتر المتمثل بخفقان القلب السريع . ولكن هل هناك نوع واحد من الجهاز العصبي الطرفي يتحكم بهذه الأفعال الإرادية واللاإرادية كلّها؟

## ١. الجهاز العصبي الطرفي

### Peripheral Nervous System (PNS)

يقوم الجهاز العصبي الطرفي بربط الجهاز العصبي المركزي (CNS) بأعضاء الجسم كلّها ، ويُقسّم من حيث الشكل والوظيفة إلى جهاز عصبي جسمى وجهاز عصبي ذاتي . يتكون هذا الجهاز من شبكة من الأعصاب الطرفية تربط كلاً من الدماغ والجبل الشوكي بباقي أعضاء الجسم ، وهي عبارة عن 31 زوجاً من أعصاب الجبل الشوكي Spinal Nerves ، و 12 زوجاً من أعصاب الدماغ Cranial Nerves . وتنقسم الأعصاب الطرفية إلى أعصاب حسّية وأعصاب حركية .

تخيل أنك تحاول أن تبتعد عن حذائك. ستمكنك الأعصاب الحسية من رؤية الحذاء وتحسسه ، ومن الشعور بالضغط على أصابع قدميك . فيما تتمكنك الأعصاب الحركية من الإمساك بالحذاء وانتفاله . الأعصاب الحسية والحركية هي جزء من الجهاز العصبي الطرفي (PNS) ولكنّ وظيفتها مختلفة ، إذ تنقل الأعصاب الحسية السيالات العصبية من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي (CNS) ، في حين توصل الأعصاب الحركية السيالات من الجهاز العصبي المركزي إلى باقي أجزاء الجسم ، لإحداث استجابة للسيالات التي قد تكون إرادية أو لا إرادية . على وجه العموم ، تنقل الأعصاب الحركية في المناطق المختلفة من الجهاز العصبي الطرفي السيالات العصبية الخاصة بالاستجابات الإرادية واللا إرادية . يوضح الشكل (28) مسارات السيالات العصبية الحسية والحركية داخل مكونات الجهاز العصبي الطرفي ضمن الجهاز العصبي في الإنسان .



(شكل 28)

خرائط الجهاز العصبي  
يعكون الجهاز العصبي الطرفي من شبكة من  
الأعصاب الطرفية الصادرة (أعصاب حركية)  
والأعصاب الواردة (أعصاب حسية).

## 2. الجهاز العصبي الجسمي

### Somatic Nervous System

عندما تقوم بأفعال إرادية مثل الرد على الهاتف بعد سماع رنة الهاتف أو عندما تقوم بأفعال لا إرادية مثل ثني ذراعك بعد غرز شوكة حادة في إصبعك كإستجابة للهروب من هذا التنبيه الحسي المزعج تكون قد حولت التنبيه الحسي إلى تفاعل حركي . كيف تحول هذا التنبيه إلى رد فعل حركي ؟ كيف انتقلت الرسالة العصبية من الخلايا الحسية إلى عضلات الذراع لتأمرها بالانقباض ؟ أثارت هذه الأسئلة اهتمام علماء التشريح منذ القدم ، إذ يُعتبر علم التشريح أحد أقدم العلوم التي أسهمت في تعرّف تركيب الجهاز العصبي ، لكنّ تعرّف وظائفه لم يبدأ سوى في بداية القرن التاسع عشر .

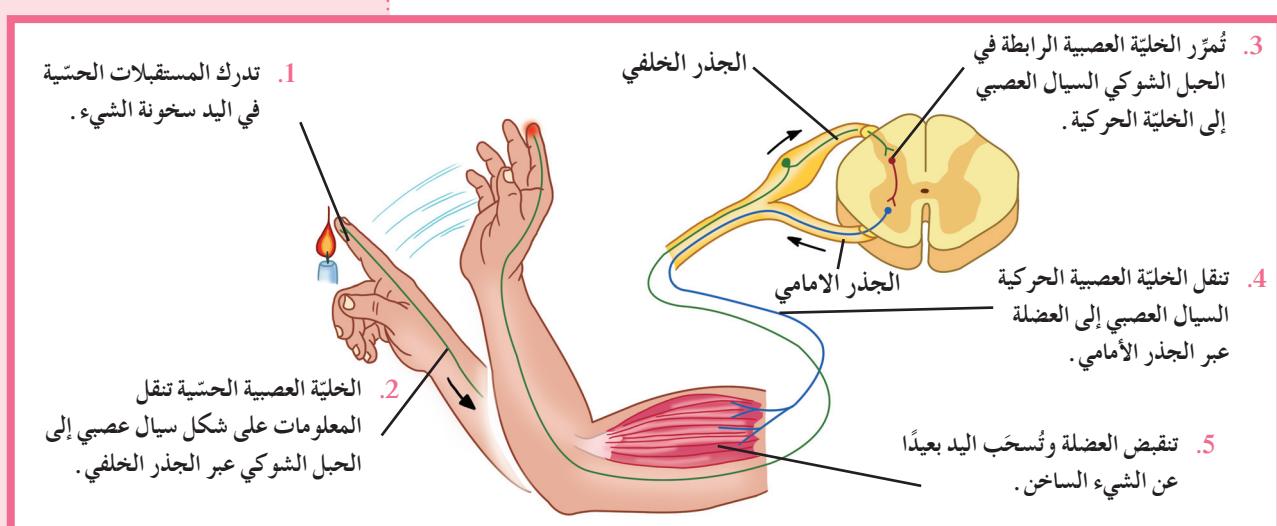
يضبط الجهاز العصبي الجسمي Somatic Nervous System الأفعال الإرادية والأفعال الانعكاسية اللاإرادية ويشتمل على الأعصاب الحركية التي تضبط الاستجابات الإرادية أو تحكم بها ، وعلى الأعصاب الحركية التي تحكم بالأفعال Involuntary Reflex Actions .

## Reflex Arcs

### \* الأقواس الانعكاسية

ال فعل الانعكاسي Reflex Action هو استجابة لا إرادية لمنبه ما . هل يمكنك التفكير في أفعال إنعكاسية قمت بها؟ القوس الانعكاسي Reflex Arc هو مسار الخلايا العصبية التي تقل السيالات العصبية منذ بداية التعرض لمنبه ما حتى حدوث استجابة آلية لا إرادية أو فعل إنعكاسي . يوضح الشكل (29) كيف تتعاون أنواع الخلايا العصبية المختلفة في القوس الانعكاسي لتنفيذ استجابة ما مثل سحب اليد عند لمس شيء ساخن . لاحظ كيف أن الرسائل العصبية الحسية تدخل التخاع الشوكي عبر الجذر الخلفي ، بينما تخرج الرسائل العصبية الحركية عبر الجذر الأمامي .

لاحظ أن الخلية العصبية الرابطة في الحبل الشوكي تمرر السيال العصبي من الخلية العصبية الحسية مباشرة إلى الخلية العصبية الحركية التي تصل إلى عضلات الذراع من دون مرور هذا السيال في الدماغ ، لذلك يسمى الفعل المنعكس ، الذي لا يشتراك فيه الدماغ ، الفعل المنعكس الشوكي Spinal Reflex Arc ، علمًا أن الدماغ يستقبل المعلومات التي يتم تفسيرها كالشعور بالألم .



(شكل 29)  
القوس الانعكاسي

تقوم الأعصاب الطرفية الدماغية والشوكلية في الجهاز العصبي الجسمي بنقل الرسائل العصبية في أثناء الأفعال الانعكاسية اللاإرادية . كما أنها تنقل الرسائل العصبية إلى الأعضاء المنفذة خلال الأفعال الإرادية . تنتقل الرسائل العصبية الحركية (السيال العصبي) عبر خلايا عصبية حركية تكون أجسامها

في الجبل الشوكي أو الدماغ، وتتجه محاورها مباشرة نحو الأعضاء المنفذة، لتشكل تشابكات عصبية معها تتولى ضبط استجابتها. وتعمل الأعضاء المنفذة التي يسيطر عليها الجهاز العصبي الجسمي بشكل إرادي ولا إرادي.

### 3. الجهاز العصبي الذاتي

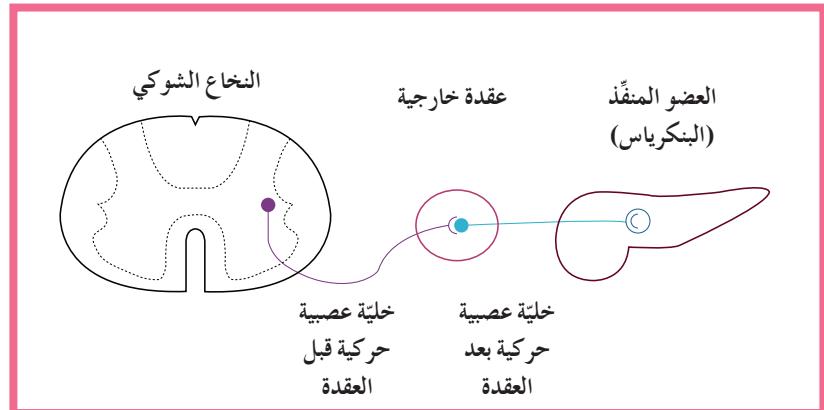
#### Autonomic Nervous System

يضبط الجهاز العصبي الذاتي **عدة استجابات لا إرادية في الجسم**. فمثلاً عندما تتعرض لموقف مفزع، يزداد خفقان قلبك، ويتعرق باطن يديك، ويصفر وجهك، ويجف حلقك، هذا إلى جانب استجابات لا إرادية أخرى. تقوم الخلايا العصبية الحركية في جهازك العصبي الطرفي الذاتي بتشكيل تشابكات عصبية مع الأعضاء التي تستجيب بطريقة لا إرادية، كعضلة القلب والغدد الإفرازية والعضلات الملساء بهدف ضبط استجاباتها. وبالتالي، يقوم دور الجهاز العصبي الذاتي على المحافظة على اتزان الجسم الداخلي، ويعمل تلقائياً، من دون أي تفكير أو طلب إرادي. تتوزع مستقبلات هذا الجهاز داخل الجسم، حيث تتوارد السيارات العصبية الحسية التي تنتقل عبر الخلايا العصبية الحسية الموجودة في الأعصاب الشوكية والدماغية إلى النخاع الشوكي والدماغ، حيث يمكن أن تتشابك مع خلايا عصبية رابطة. تنقل هذه الخلايا العصبية الحسية معلومات عن ضغط الدم ووضع التنفس وخفقان القلب وحركة الجهاز الهضمي وغيرها من الأنشطة داخل الجسم.

يستخدم الجهاز العصبي الذاتي خلتين عصبيتين حركيتين بدلاً من خلية عصبية حركية واحدة، ليربط الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء الطرفية المنفذة. تُسمى الأولى خلية عصبية قبل العقدة Preganglionic Neuron و يوجد جسمها والزوائد الشجوية داخل الجهاز العصبي المركزي.

يشكل محور هذه الخلية العصبية جزءاً من العصب الطرفي، وينتهي طرفها بالعقدة Ganglion الخارجية حيث يتشارك مع الخلية العصبية الثانية.

تُسمى هذه الأخيرة الخلية العصبية بعد العقدة Postganglionic Neuron، و يوجد جسم الخلية والزوائد الشجوية في العقدة الخارجية خارج الجهاز العصبي المركزي، وينتهي محورها بتشابكات عصبية مع العضو المنفذ في الجسم (شكل 30).



(شكل 30)

الخلية العصبية الحركية قبل العقدة والخلية العصبية الحركية بعد العقدة في الجهاز العصبي الذاتي

يُقسَمُ الجهاز العصبي الذاتي إلى الجهاز السمبثاوي Sympathetic Nervous System، والجهاز نظير السمبثاوي Parasympathetic Nervous System (شكل 31)، اللذين يختلفان من حيث طريقة انتشار العقد الخارجية ومن حيث الوظيفة.

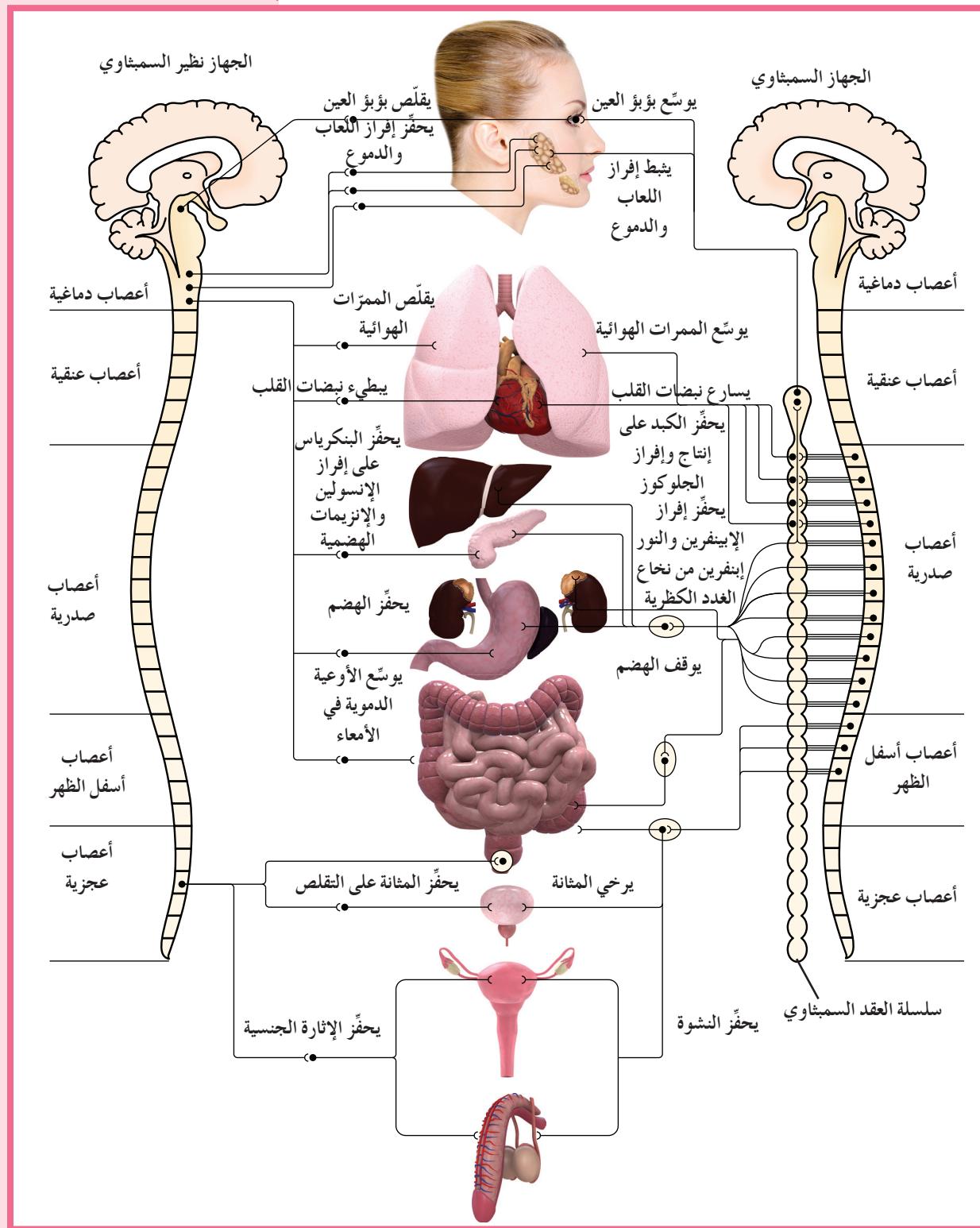
يتحكّمُ الجهاز السمبثاوي بأعضاء الجسم في حالات الطوارئ ولمواجهة الأخطار لتحضير الجسم لتنفيذ أي نشاط يتطلّب طاقة كبيرة وإجهاداً مضاعفاً كالملاكمه، والهروب وإلقاء خطاب ما. فعند الهروب وممارسة رياضة الملاكمه، على سبيل المثال، يقوم الجهاز العصبي السمبثاوي بخفض نشاط القناة الهضمية، إذ يحول جزءاً من التدفق الدموي الموجه إليها نحو عضلات الذراعين والرجلين. في هذه الحالة، تتسرّع نبضات القلب ويتسع بؤبؤا العينين، مما يتيح دخول كمية أكبر من النور إليهما، كما تتمدد الممرّات الهوائية في الرئتين ليتسعاً لهواء أكثر.

يضبط الجهاز نظير السمبثاوي بالمقابل الأنشطة الروتينية التي يقوم بها الجسم في أوقات الراحة. في هذه الحالة، تنشط القناة الهضمية وتتباطأ نبضات القلب، وتضيق الممرّات الهوائية في الرئتين.

تنظم عقد الجهاز السمبثاوي كسلسلتين متوازيتين على جانبي العمود الفقري من الأعلى إلى الأسفل، وتسمى سلسلة العقد السمبثاوية المجاورة للحبل الشوكي Paravertebral Sympathetic Ganglia Chain. ولكن بعض العقد الخارجية للجهاز السمبثاوي لا تتوارد في هذه السلسلة بل تكون أقرب من الأعضاء المنفذة. بينما تتوارد العقد الخارجية في الجهاز نظير السمبثاوي في عقد طرفية Terminal Ganglia بمحاذاة الأعضاء المنفذة.

(شكل 31)

يتكون الجهاز العصبي الذاتي من مجموعتين من الأعصاب الحركية – السمبثاوي ونظير السمبثاوي – تعملان بتوازن لضبط وظائف أعضاء الجسم وغدده. من أين تنشأ كل من أعصاب الجهازين العصبيين السمبثاوي ونظير السمبثاوي؟



يبين الشكل (33) تأثير الجهاز السمبثاوي والجهاز نظير السمبثاوي بشكل متعاكس في مختلف أعضاء الجسم.

## مراجعة الدرس ٤-١

١. مم يتكون الجهاز العصبي الطرفي؟ وما هي أقسامه؟
٢. ما هو دور كل من الأعصاب الحسية والأعصاب الحركية؟
٣. يضبط الجهاز العصبي الجسمي الأفعال الإرادية والأفعال اللاإرادية الانعكاسية. علل.
٤. قارن بين دور كل من الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
٥. أذكر عناصر القوس الانعكاسي.
٦. سؤال للتفكير الناقد: انطلاقاً من المعلومات المتوفرة في الشكل (31)، برأيك، أي جهاز من الجهازين السمبثاوي ونظير السمبثاوي مختص بضبط الجسم في أثناء الإجهاد وفي أثناء الاسترخاء؟ ببرر إجابتك.
٧. أضف إلى معلوماتك: قارن بين الطائق التي يحافظ فيها الجهاز العصبي الطرفي وجهاز الغدد الصماء على اتزان الجسم الداخلي.

## الأهداف العامة

- \* يُحدّد أسباب اضطرابات الجهاز العصبي المختلفة.
- \* يشرح تأثيرات العاقير المختلفة في الجهاز العصبي وبالتالي تأثيراتها في سلامة الإنسان.



(شكل 32)

للكافيين في المشروبات الغازية، القهوة (شكل 32)، الشاي، والشوكولاتة تأثيرات في الجهاز العصبي، أكثرها وضوحاً هو الشعور باليقطة. ومن العجيب أنَّ تناول كمية صغيرة للغاية من الكافيين بانتظام قد يؤدّي إلى الإدمان، إذ إنَّ الأشخاص الذين لا يشربون سوى فنجانين من القهوة أو ثلاثة أكواب من المشروبات الغازية في اليوم الواحد قد يصابون بالصداع إذا توقيفوا فجأة عن ممارسة هذه العادة.

## 1. اضطرابات الجهاز العصبي

### Nervous System Disorders

جهازك العصبي مُعرض للاضطرابات والأمراض، على الرغم من أنه محمي بشكل جيد. وتعد الاضطرابات خطيرة للغاية، لأنَّ أجزاء الجهاز العصبي المصابة لا يمكن أن تُشفى مثلما تُشفى أجزاء الجسم الأخرى.

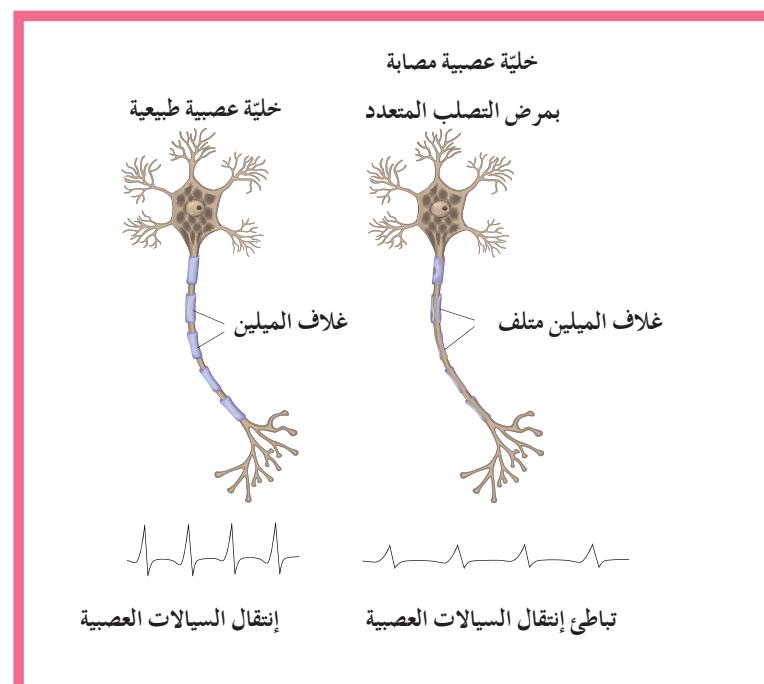
وبما أنّ معظم الخلايا العصبية لا تنقسم ميتوزياً، فهي تعجز عن التجدد إذا أصابها التلف. وإن أصاب جسمها ضرر أو تلف فستموت حتماً، في حين يمكن أن تظل حية إذا أصاب الضرر أو التلف محورها. وفي طروف مناسبة، يمكن أن تتجدد المحاور المتضررة التي تكون الأعصاب الطرفية فإذا لم تكن نهاياتها بعيدة جداً، وإذا لم يتم إعاقة مسارها بأنسجة أخرى، بإمكان تلك الخلايا العصبية إقامة روابط مشتبكة جديدة مع خلايا عصبية أخرى. ولكن يستحيل تجدد المحاور التي تكون المسارات في الجهاز العصبي المركزي في ظروف عادية.

قد تتلف الخلايا والأنسجة العصبية نتيجة تعرضها للإصابات أو الأمراض. فالضررية التي تصيب الرأس، عند السقوط على الأرض، على سبيل المثال، يمكن أن تسبب ضرراً يُعرف بالارتجاج Concussion. تؤدي هذه الضربة إلى اصطدام الدماغ بعظام الجمجمة من الداخل مسبباً إصابته برضة، ينبع عنها شعور الشخص بدوخة أو تشوش الرؤية أو فقدانه الوعي. لا ينجم عن الارتجاج البسيط عادةً ضرر دائم للدماغ، ولكن الإصابات الأكثر خطورة قد تسبب شللاً دائماً Paralysis أو غيبوبة مستمرة Coma، وقد تترتب عن الأضرار التي تصيب مراكز الحس البصرية والسمعية نتائج دائمة أيضاً مثل العمى والصمم.

قد يؤدي الضرر الذي يلحق الأوعية الدموية في الدماغ إلى موت الخلايا العصبية أيضاً. وقد يؤدي الانسداد في أحد الأوعية الدموية في الدماغ إلى سكتة دماغية، وهذا الانسداد قد تسببه جلطة دموية أو ضيق الوعاء الدموي نتيجة تصلب الشرايين. وانقطاع سريان الدم، يؤدي بدوره إلى موت النسيج العصبي، نتيجة نقص تزويده بالأكسجين. تشمل أعراض السكتة الدماغية الشلل، عدم وضوح الكلام، التنميل، وغشاوة الرؤية. من المشاكل الأخرى المتعلقة بدوران الدم الصدمة Shock التي تؤدي إلى نقص فجائي في كمية الدم التي تصل إلى الأعضاء الحيوية في الجسم بما فيها الدماغ. تتضمن أعراض الصدمة الضعف، الدوخة، الإغماء أو فقدان الوعي، وقد يصبح جلد الشخص المصاب بالصدمة شاحباً رطباً، وتنفسه سريع وغير عميق، ونبضه ضعيفاً وسريعاً.

ثمة أمراض أخرى تؤثر في الدماغ من مثل مرض الزهايم Alzheimer Disease، وهو مرض يفسد فيه نسيج الدماغ، حيث تراكم فيه ترببات بروتينية غير طبيعية، وتتلف بعض أجزاء الدماغ. وبالتالي يفقد المصابون به الذاكرة، ويصبحون في حالة توهان، وتغيير شخصيتهم.

ومن بين الأمراض التي تصيب الأعصاب والجبل الشوكي مرض التصلب المتعدد Multiple Sclerosis الذي يؤثر في الأغلفة الميلينية التي تحمي الخلايا العصبية وتساعد في نقل السيالات العصبية. يسبب هذا المرض تلف غلاف الميلين (شكل 33)، ما قد يطئ انتقال السيالات العصبية أو يوقفها. وبالتالي قد يعاني الشخص المصاب بمرض التصلب المتعدد ضعف البصر أو فقدانه، ضعف القدرة على الكلام، ضعف العضلات، الرجفان، الارتعاش والشلل. ولا يوجد سبيل للوقاية من هذا المرض، على عكس شلل الأطفال Polio الذي يمكن الوقاية منه بالتلقيح. يسبب فيروس يصيب المادة الرمادية للجبل الشوكي شلل الأطفال، حيث يدمر الخلايا العصبية الحركية مسبباً الشلل في نهاية الأمر.



**شكل (33)**  
يوضح هذا الشكل الفرق بين الخلايا العصبية الطبيعية والخلايا العصبية في حال الإصابة بمرض التصلب المتعدد. ما أوجه الاختلاف التي تراها بين هاتين الخلتين العصبية؟

## فقرة إثرائية

### علم الأحياء في المجتمع

#### لمحة عن العقاقير

العقاقير Drugs هي مواد كيميائية غير غذائية تؤثر في وظائف الجسم. ثمة عقاقير طبية تُستخدم لمعالجة الأمراض. وثمة عقاقير ليست لها أي استخدامات طبية. يُعد استخدام بعضها غير شرعي واستخدام بعضها الآخر مباحاً. فالكافيين على سبيل المثال عقار موجود في القهوة والشاي والمشروبات الغازية وحتى الشوكولاتة. والكحول عقار تحويه البيرة، والخمر والمشروبات الروحية. والنيكوتين عقار قوي موجود في السجائر. لإساءة استعمال العقاقير عدّة أشكال منها الإفراط في تعاطي العقاقير المباحة، كالإفراط في تناول الكافيين، في استخدام العقاقير الطبية لغرض مختلف عن الغرض المقصود، وبكمية مختلفة عن تلك التي يُنصح بتناولها، أو تعاطيها من دون وصفة طبية أو لغرض غير طبّي، الأمر الذي يُعتبر غير قانوني.

تسبّب عدّة عقاقير قانونية وغير قانونية التبعية Dependence أو الإدمان Addiction المتمثلة بالتوق إلى تناولها إلى حدّ تعريض النفس والأخرين لخطر الحصول على المزيد منها. قد تكون التبعية للعقار نفسية Psychic Dependence أو بدنية Physical Dependence أو الاثنين معًا.

تُباع عدّة عقاقير في الصيدليات من دون وصفة طبية، وهي آمنة وفعالة عند استخدامها تبعًا للتوجيهات. إلا أنّ بعضها تأثيرات جانبية خطيرة كالسبب عدم انتظام ضربات القلب.

العقاقير الموصوفة هي تلك التي لا يمكن شراؤها إلا بوصفة طبية. يجب عدم تناول أيّ عقار موصوف لشخص آخر، لأنّ ذلك قد يؤدي إلى تدهور الحالة الصحية. كما أنّ إساءة استعمال العقاقير الموصوفة قد تكون خطيرة جداً، إذ يؤكّد الأطباء على أنها تؤدي بعد عدّة سنوات إلى الوفاة في الكثير من الحالات.

## 2. الأدوية والعقاقير



شكل (34)  
يُستخرج مخدر الكوكايين من نبات الكوكا.



شكل (35)  
تُشتق المادة المهدّئة الميسكالين من أحد أنواع نبات الصبار.



شكل (36)  
يُستخرج الأفيون من العصارة التي تسيل من زهرة الخشخاش الآسيوي.

### Drugs

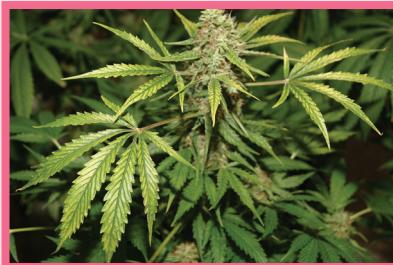
تُصنَّف العقاقير بحسب تأثيرها في الجسم. تصف الفقرات التالية بعضًا من أكثر العقاقير التي يُسَاء استعمالها كالنيكوتين والكحول.

تُعرف العقاقير التي تريد من نشاط الجهاز العصبي المركزي بالمنبهات (أو بالمنبهات) Stimulants، وهذه العقاقير تزيد معدل ضربات القلب، وتسرّع انتقال السيلات العصبية، وترفع ضغط الدم أيضًا. نذكر منها الكافيين Caffeine وهو منبه معتدل التأثير، والكوكايين Cocaine وهي مادة منشطة مشتقة من أوراق نبات الكوكا (شكل 34) تُعتبر عقارًا يسبب الإدمان بصورة كبيرة. يُستخدم الكوكايين بصورة قانونية كمسكّن في خلال الجراحات الأنفية، ويباع بصورة غير شرعية كمسحوق أبيض يُستنشق، أو كقطع بيضاء اللون تُدخن. تُسبب أشكال الكوكايين المختلفة في إجهاد الجهاز العصبي والدوري إلى درجة أنها تعرّض حتى الشاب المعافى إلى نوبة قلبية أو سكتة دماغية. نذكر أيضًا الأمفيتامين Amphetamine وهو منشط قوي آخر يدمر الجسم بطريقة مماثلة للكوكايين.

تُسمى العقاقير التي تبطئ نشاط الجهاز العصبي المركزي المهّبات Depressants، ومنها الباربيتورات Barbiturate والمسكّنات ويصفها الأطباء لتخفيض القلق أو الأرق. إلا أنّ الجرعة المفرطة منها قد تُسبّب في الدخول في غيبوبة أو الموت.

أما العقاقير التي تؤثّر في الإدراك الحسي للجهاز العصبي المركزي فتُسمى المواد المهدّئة Hallucinogens. نذكر من بين الأمثلة المعروفة PCP، LSD، والميسيكالين (شكل 35). قد يتخيّل من يتعاطى موادًّا مهدّئة مناظر وأصواتًا، ويفاعل بصورة غير متوقّعة مع الأشياء في البيئة المحيطة. غالباً ما ينفّذ الأشخاص متعاطو مادة PCP، على سبيل المثال، أعمال عنف. أمّا مشتقات الأفيون Opium كالهيروين Heroin، فتُستخلص من ثمرة الخشخاش الآسيوي Asian Poppy (شكل 36)، ويحقنه متعاطوه عادةً في مجرى الدم، وقد يستعملون إبرة واحدة ضمن مجموعة أشخاص، ما يسهل انتقال الأمراض مثل الإيدز أو الالتهاب الكبدي B. وتشمل العقاقير التي تسكّن أو تخفّف الألم أو تسبّب النعاس بالمخدرات Narcotics، وهي تشمل مهّبات عديدة، مشتقات الأفيون، الكوكايين وغيرها في حال تعاطيها باستمرار ولفتره طويلة من الزمن، وتسبّب الإدمان الشديد. ينتج من ذلك ارتكاب مدمني المخدرات الجرائم بسبب الحاجة إلى المال لشراء المخدرات، متاجهelin إدراكيهم للصواب والخطأ.

الماريوجوانا Marijuana هي أكثر مادة يُسَاء استخدامها بصورة غير قانونية. وهي عبارة عن أوراق نبات القنب وأزهاره المجففة (شكل 37). تشمل تأثيرات تدخينها تبديل إحساس الفرد بالواقع، وارتباكه عقلياً، وقدانه للذاكرة لأمد قصير. أمّا على المدى الطويل فتشمل مخاطره، على سبيل المثال، تدمير الرئتين، وانخفاض عدد الحيوانات المنوية عند الرجال، وانخفاض مستوى الهرمونات الجنسية عند الرجال والنساء. غالباً ما يعاني مدخنو الماريوجوانا بانتظام دافعية منخفضة فيقل اهتمامهم بالهوايات أو التقدّم والنجاح في الحياة.



شكل (37)  
الأوراق الجافة لنباتات الماريوجوانا يتم تدخينها في الغليون والسبحائر.

الستيرويدات Steroids هي هرمونات ليبية تُستخدم لتحفيز نمو العضلات ولزيادة قوتها وأدائها، وُتُستخدم أيضاً طبياً لتخفييف آلام مرضى التهاب المفاصل. غالباً ما يؤدّي سوء استخدام الرياضيين لهذا الهرمون لفترة طويلة، او إفراطهم في استخدامه إلى أضرار في القلب والكبد والجهاز الهرموني.

### 3. العناية بجهازك العصبي

#### Caring for Your Nervous System



شكل (38)  
اعتمار الخوذة أثناء القيام بالأنشطة الرياضية يساعد على حماية الجهاز العصبي (الدماغ) في حال تعرض لحادث الوقوع مثلاً.

يساعد جهازك العصبي على تنفيذ الأنشطة كلّها، لذا فالعناية به تُعدّ استশماراً جيداً. ثمة إرشادات يمكنك اتباعها منها اعتمار خوذة عندما تركب الدراجة الهوائية (شكل 38) أو الدراجة النارية أو عندما تزلج أو تتدحرج، إحكام إغلاق حزام الأمان عندما تركب سيارة، عدم الاندفاع للغطس في الماء إذا كنت تجهل عمق الماء، فالأفضل أن تتعلم الغطس بأمان، تعلم كيف تسقط بأمان إذا شاركت في الألعاب الرياضية التي يُحتمل فيها السقوط أرضاً.

يحتاج جهازك العصبي مثل أجهزة الجسم الأخرى إلى الأغذية المناسبة، والراحة والتدريبات الرياضية. تجنب استخدام العقاقير من مثل الكحول أو النيكوتين واتبع تعليمات طبيبك في حال تناولك لعقارات طبي. تأكّد من أخذ قسط وافر من النوم حتى يتمكّن دماغك من تقديم أفضل مستوى أداء. إذ أنّ الحرمان من النوم يؤثّر في الذاكرة، ويعطي سرعة الاستجابة، الأمر الذي قد يؤدّي إلى أنواع عديدة من الحوادث.

يجب أيضاً حماية أعضائك الحسّية، كحماية أذنيك بارتداء سدادات الأذن في مناطق الضجيج، وحماية عينيك بارتداء النظارات الشمسية والنظارات الواقية في الورش والمعامل، وحماية أنفك بوضع الكمامات.

## مراجعة الدرس ١-٥

### فقرة اثرائية

#### علم الأحياء في المجتمع

منع سوء استخدام الدواء حاول أن تكتشف إذا ما كانت المحافظة أو المدينة أو المنطقة التي تسكنها تضم منظمة أو هيئة، أو تطبق برامج تهدف إلى منع سوء استخدام العقاقير. اكتشف المادة أو المواد التي ترکز عليها كل منظمة والأشخاص الذين تستهدفهم. هل تطبق البرامج من خلال الشرطة أو هيئات قانونية أخرى؟ هل البرامج مرتبطة بهيئات المجتمع؟ هل يعلن عن البرامج؟ تعلم كيف تعامل المجموعات في مجتمعك، وحدد الطرق التي تتبعها كي تغيّر السلوك.

١. اذكر أسماء ثلاثة اضطرابات تصيب الجهاز العصبي .

٢. سؤال للتفكير الناقد: المورفين عقار لا يصرف إلا بوصفة طبية وُيستخرج من الأفيون. إلى أي نوع من العقاقير ينتمي المورفين؟ وما تأثيراته؟

٣. أضف إلى معلوماتك: ما وظائف الجسم التي قد تتأثر بتلف الكبد بالتشمّع أو التلّيف؟

# التنظيم والتكاثر Control and Reproduction

### دروس الفصل

#### الدرس الأول

\* التنظيم الهرموني

#### الدرس الثاني

\* جهاز الإنسان الهرموني

#### الدرس الثالث

\* صحة الغدد الصماء

#### الدرس الرابع

\* التكاثر لدى الإنسان

#### الدرس الخامس

\* نمو الإنسان وتطوره

#### الدرس السادس

\* صحة الجهاز التناسلي

عندما تخرج أسرة في نزهة قصيرة وبصحبتها خمسة توائم ، فلا شك في أنّهم سيلفتون أنظار جميع من يراهم . لقد تزايدت ظاهرة تعدد المواليد وانتشرت بشكل ملحوظ في خلال العشرين سنة الأخيرة .

وعلى الرغم من معاناة هذه الأسرة وتعابها كي تلبّي حاجاتها ومطالبها المتزايدة ، فإنّ نظرة واحدة من هؤلاء الملائكة تكفي لإزالة كلّ هذا التعب والإرهاق وترى الأهل يشكرون الله ويحمدونه على هذه النعمة التي أعطاهم إياها .

التكاثر ، عموماً ، سواء نتج منه مولود واحد أو أكثر ، عملية معقدة تعتمد على الهرمونات . كيف تدخل الهرمونات في هذه العملية؟ كيف يتم تخصيب البيض ، وكيف ينمو هذا البيض المخصب ليصبح جنيناً؟ ما أجهزة الجسم التي تتأثر بالهرمونات؟



### الأهداف العامة

- \* يشرح وظائف الجهاز الهرموني (جهاز الغدد الصماء).
- \* يصف وظيفة الجهاز الهرموني في الحيوانات المختلفة.



(شكل 39)

تعتبر بعض المواد الكيميائية بمثابة رسائل كيميائية كالبرولاكتين الذي يحفز إنتاج الحليب لدى إناث الثدييات، فيما يحث الطيور، حتى غير الأبوين، على رعاية البيض وتأمين الغذاء لصغار الطيور (شكل 39).

### 1. وظائف الجهاز الهرموني (جهاز الغدد الصماء)

#### Functions of Endocrine System

تحتاج الخلايا والأنسجة والأعضاء إلى أجهزة تنظيم لتنسيق أنشطتها الكثيرة وضبطها، لذا لدى أغلب الحيوانات جهازان للتنظيم والضبط هما الجهاز العصبي والجهاز الهرموني أو جهاز الغدد الصماء. يضبط هذان الجهازان أجهزة الجسم جميعها من أجل الاستجابة للتغيرات وحفظ التوازن الحيوي، إلا أنهما يقومان بذلك بطرق مختلفة.

يضبط الجهاز العصبي الجسم عن طريق إرسال رسائل عصبية عالية السرعة، ويستجيب بسرعة للتغيرات الآنية في داخل الجسم وخارجه وتكون مدة تأثيره قصيرة الأمد. أما الجهاز الهرموني (جهاز الغدد الصماء) فيضبط الجسم عن طريق إرسال رسائل كيميائية وهو يستجيب ببطء للتغيرات الآنية أو المزمنة ويكون تأثيره طويل الأمد أي قد يستغرق ساعات أو سنوات.

فعلى سبيل المثال، ينظم الجهاز الهرموني التغييرات الطويلة الأمد التي تحدث للحيوان في مرحلة البلوغ، والتغييرات القصيرة الأمد التي تحدث للحيوان في حالة الهلع والهروب.

تُسمى الرسائل الكيميائية التي تنتجهما الغدد الصماء في الجهاز الهرموني الهرمونات Hormones. تفرز خلايا الإفراز الداخلي المتخصصة الهرمونات في الفقاريات ومنها الإنسان. وهذه الخلايا موجودة في أعضاء تُسمى الغدد الصماء (غدد الإفراز الداخلي). تُنتج الهرمونات في أحد أجزاء الجسم، ولكنها تؤثر عادة في جزء آخر من الجسم وتنظم مجموعة واسعة من الأنشطة التي تشمل النمو والتطور والأيض والسلوك والتكاثر.

## 2. الأجهزة الهرمونية في الحيوانات

### Endocrine Systems in Animals

يُعد التنظيم الهرموني للتکاثر أوضح مثال على دور الأجهزة الهرمونية في اللاذقاريات. يستخدم الحيوان اللاسع كالهيدرا، على سبيل المثال، هرموناً واحداً لتحفيز النمو والتکاثر الالاجنسي عن طريق التبرعم (شكل 40). وهذا الهرمون يثبط التکاثر الجنسي. تفرز الرخويات كأرنب البحر (شكل 41) هرموناً يحث على وضع البيض ويثبط السلوكيات مثل التغذية والحركة التي تؤثر سلباً في وضع الحيوان للبيض.



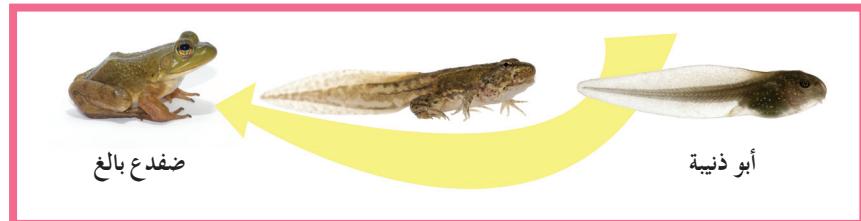
(شكل 41)  
أرنب البحر



(شكل 42)  
تفاعل ثلاثة هرمونات مع بعضها في الجهاز الهرموني ويضبط كل منها عملية الانسلاخ في المفصليات. لماذا ينسلخ الحيوان المفصلي؟

يتَّوَعَّجُ الجهاز الهرموني ويتعَقَّدُ في المفصليات ومنها القشريات مثل السلطعون (سرطان البحر)، والكركند (جراد البحر)، حيث يتَّبع هرمونات متنوّعة تنظم عمليات النمو والتکاثر والتوازن الداخلي والأيض والتلّون بلون البيئة للتمويه. مثال واضح على ذلك، نموّ جسم الحشرة وانسلاخها Molting أي طرحها هيكلها القديم وإفرازها هيكلًا آخر جديداً (شكل 42) تنظممه ثلاثة هرمونات.

يفرز الجهاز الهرموني في الفقاريات مثل البرمائيات، الزواحف، الطيور والثدييات أكثر من 20 هرموناً مختلفاً ينظم عدداً كبيراً من الأنشطة التي تحدث في أثناء النمو والتطور والتكاثر. مثال على ذلك، تحفز الهرمونات مراحل التحول من أبو ذئبية إلى ضفدع بالغ (شكل 43).



(شكل 43)

مراحل التحول من أبو ذئبية إلى ضفدع بالغ. ما التغيرات التركيبية التي تلاحظها؟

أضف أن هرمونات متخصصة لدى الثدييات، تثبت الحمل وتحدد موعد ولادة الصغار وتحفز الغدد الثدية على إفراز الحليب (شكل 44). ولا يقتصر وجود الهرمونات على المملكة الحيوانية إذ ثمة أيضاً هرمونات نباتية تحفز النمو والتكاثر كنمو الساق وتكون الأزهار والثمار.



(شكل 44)

تنظم الهرمونات العديدة من الأنشطة لدى الثدييات بما فيها التكاثر والولادة وإفراز الحليب.

## مراجعة الدرس 2-1

- 1.** ما وظائف الجهاز الهرموني؟
- 2.** أذكر أمثلة على تأثيرات الهرمونات في ثلاثة مجموعات من الحيوانات.
- 3.** سؤال التفكير الناقد: فيم يفيد الحيوان امتلاكه جهازاً عصبياً وجهازاً هرمونياً؟
- 4.** أضف إلى معلوماتك: كيف ينقل الجهاز الدوري الهرمونات إلى أجزاء الجسم؟

## جهاز الإنسان الهرموني Human Endocrine System

### الأهداف العامة

- \* يحدد الغدد الصماء في الإنسان ويصفها.
- \* يعرف الهرمون واصفاً طريقة إنتاجه وانتقاله وعمله.
- \* يشرح وظائف الغدد الصماء المختلفة في الجسم.



(شكل 45)

لماذا تصدر الرجال الصوتية لدى الإناث أصواتاً أكثر حدةً من الأصوات التي تصدرها الرجال الصوتية لدى الذكور (شكل 45)? يعود ذلك إلى أنَّ تدفق الهرمونات في جسم الذكر البالغ يزيد سماكة حباله الصوتية (زوج من العضلات داخل الحنجرة). والرجال الصوتية الرفيعة تهتز بسرعة أكبر من تلك الأكثر سماكة.

### The Endocrine Glands

### 1. الغدد الصماء

الجهاز الهرموني (جهاز الغدد الصماء) لدى الإنسان يتكون من الغدد الصماء أو غدد الإفراز الداخلي Endocrine Glands وهي غدد لا قوية موزعة في الجسم وتفرز الهرمونات مباشرة في مجرى الدم، أي أنها داخلية الإفراز. ما أنماط الأنشطة التي تنظمها الهرمونات؟

ينتج الإنسان أكثر من 20 هرموناً مختلفاً ينقلها الدم إلى كافة أنحاء الجسم ولكل منها وظيفة محددة . تبلغ الهرمونات أعضاء كثيرة في الجسم ، تؤثر فيها كلّها أو في بعضها ، وأحياناً في عضو واحد لا أكثر . وتسمى خلايا الأعضاء التي تتأثر بالهرمونات الخلايا المستهدفة Target Cells . تشکل بعض الغدد الصماء جزءاً من أجهزة أخرى في الجسم . فعلى سبيل المثال ، يُعد البنكرياس جزءاً من الجهاز الهرموني والجهاز الهضمي . تسمى الخلايا الصماء في البنكرياس جزر لانجرهانس Islets of Langerhans وهي جزء غدة لاقنوية . يفرز البنكرياس أيضاً بيكربونات الصوديوم وإنزيمات هاضمة في قنوات تصب مباشرة في مجاري الهضم (الأمعاء) ، وبذلك يعمل البنكرياس كغدة خارجية الإفراز في الجهاز الهضمي .

الجهازان الهرموني والعصبي مرتبطان وظيفياً وتركيبياً فهما ينظمان أنشطة الجسم ، ويربطهما جزء من الجهاز العصبي يسمى تحت المهاد . تحت المهاد Hypothalamus منطقة من الدماغ تضبط ضغط الدم ودرجة حرارة الجسم والعواطف ، وهي أيضاً غدة صماء تنتج هرمونات وتفرزها ، وترتبط بالغدة النخامية ، وتضبط إفرازها للهرمونات .

ثمة نوعان من الغدد في جسم الإنسان هما غدد الإفراز الداخلي (الغدد الصماء) ، وغدد الإفراز الخارجي . غدد الإفراز الخارجي Exocrine Glands هي غدد قنوية Duct Glands تنقل عصاراتها أو إفرازاتها ، عبر تراكيب تشبه الأنابيب تسمى القنوات ، مباشرة إلى موقع محدد ، إما إلى خارج الجسم ، من مثل الغدد العرقية المفرزة للعرق ، أو تنقلها إلى أعضاء داخلية مثل الغدد التي تفرز العصارات الهضمية كالغدد اللعابية Salivary Glands المفرزة لللعاب (عصارة هضمية) في الفم .

## 2. آلية عمل الهرمون

### The Mechanism of Hormone Action

عندما يصل الهرمون إلى العضو المستهدف ، يرتبط بجزئيات محددة على الخلايا المستهدفة ، كما يرتبط المفتاح بالقفل المخصص له . يقتصر تأثير الهرمونات في خلية ما على نوع الهرمون . وهذه الهرمونات مصنّفة إلى الهرمونات المحبة للماء Hydrophilic Hormones مثل هرمون النمو Growth Hormone والهرمونات المحبة للدهون Lipophilic Hormones التي لا تنحل في الماء مثل الثيروكسين  $T_4$  .

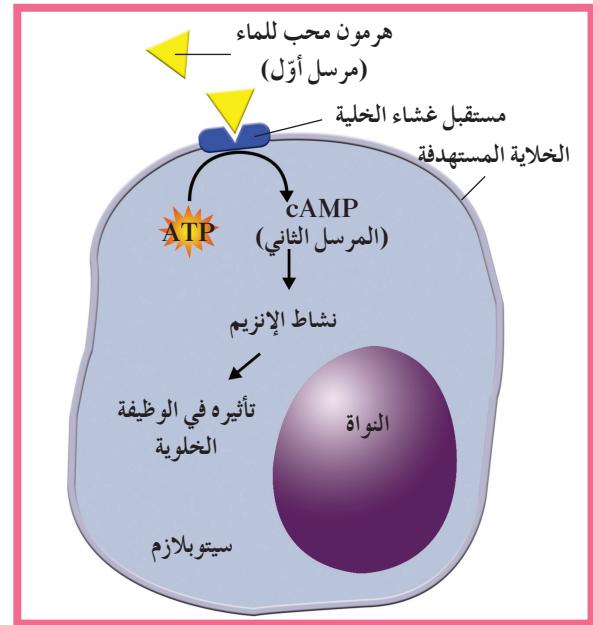
## فقرة اثرائية

### علم الأحياء في حياتنا اليومية

#### النوم

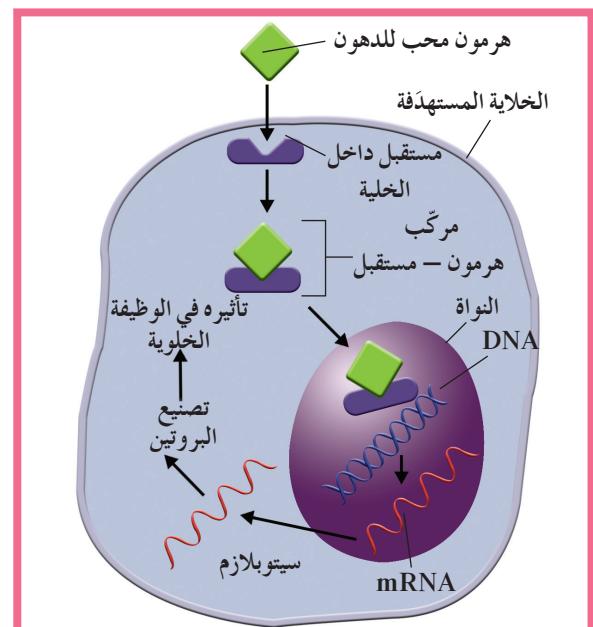
مع تقدمنا في العمر ، يقلّ تدريجياً إفراز الغدة الصنوبيرية لهرمون الميلاتونين ، وهو الهرمون الذي يساعد في تنظيم دورة النوم في أجسامنا . يواصل العلماء البحث لمعرفة ما إذا كان تناول أقراص الميلاتونين طريقة آمنة للخلود إلى النوم .

عموماً، يمكن اعتبار أنّ لعمل الهرمونات آلتين مختلفتين. الآلية الأولى تستعملها الهرمونات المحبّة للماء حيث ينتقل الهرمون ذاتياً في بلازما الدم، وحين يصل إلى الخلايا المستهدفة يرتبط بمستقبل موجود على غشاء الخلية (شكل 46) يحفّز هذا الارتباط إنزيم الأدينيل سيكليز Adenyl Cyclase الذي يحول الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP إلى أدينوزين أحادي الفوسفات الحلقي Cyclic AMP يُعتبر هذا الأخير المرسل الثاني Second Messenger وهو يغيّر عمل الخلية أو ينظمها.



(شكل 46)  
آلية عمل الهرمونات المحبّة للماء

أما الآلية الثانية، فستستعملها الهرمونات المحبّة للدهون حيث ترتبط الهرمونات بمستقبلات داخل الخلية ويدخل هذا المركب (الهرمون والمستقبل) إلى نواة الخلية ليحدث تغييراً في التعبير الجيني لجينات معينة داخلها ويبدأ إنتاج بروتينات جديدة في الخلية (شكل 47).



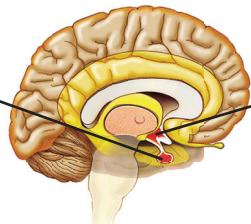
(شكل 47)  
آلية عمل الهرمونات المحبّة للدهون

### 3. الغدد الصماء عند الإنسان

#### Endocrine Glands in Humans

تنتج الغدد الصماء الهرمونات وتطرحها في مجرى الدم . يوضح الشكل (48) توزّع هذه الغدد في جسم الإنسان .

**Pituitary Gland**  
الغدة النخامية  
تنظم الغدة النخامية عمليات الجسم المختلفة من مثل النمو ، والتوازن المائي . تساعد هرمونات الغدة النخامية أيضاً على ضبط أنشطة الغدد الصماء الأخرى .



**Hypothalamus**  
تحت المهاد  
يربط تحت المهاد الجهاز العصبي بجهاز الغدد الصماء ويضبط عمل الغدة النخامية التي بدورها تُنظم عمل الغدد الصماء الأخرى .

**Thyroid Gland**  
الغدة الدرقية  
تضبط هرمونات الغدة الدرقية انطلاق الطاقة من مركبات الطعام أثناء التنفس الخلوي وتضبط كمية الكالسيوم في الدم .



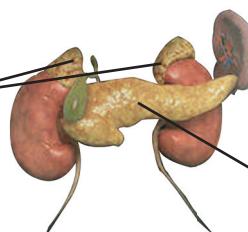
**Parathyroid Gland**  
الغدد جارات الدرقية  
تضبط كمية الكالسيوم في الدم .



**Thymus Gland**  
الغدة الشيموسية (الصترية)  
تفرز هرمون الثيموسين الذي يحفز نمو العلايا المناعية .



**Adrenal Glands**  
العَدَنَاتُ الْكَظْرِيَّاتُ  
تفرز هرمونات الإبينفرين والدورابينفرين لمساعدة الجسم على التكيف مع الإجهاد ، وهرمونات أخرى لتنظيم التوازن الأسموزي .

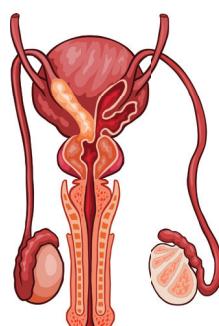


**Pancreas**  
البنكرياس  
يفرز هرموني الأنسولين والجلوكاجون ليضبط كمية الجلوكوز في الدم .



#### المبيضان

يفرز المبيضان الهرمونين الجنسين الأنثرين هما الإستروجين والبروجستيرون . يضبط هرمون الإستروجين الغيرات في جسم الفتاة المراهقة وظهور الخصائص الأنوثية الثانوية ، وينظم نمو البيض . أما هرمون البروجستيرون فيجهز الرحم لتأققي البويضة المخصبة .



**Testes**  
الخصيتان  
تفرز الخصيتان هرمون التيستوستيرون الذي يحافظ على جهاز الذكر التكاثري ويضبط ظهور الصفات الجنسية الذكرية الثانوية .

(48) شكل

تتوزّع الغدد الصماء في مناطق مختلفة من جسم الإنسان .

## 1.3 تحت المهد

### Hypothalamus

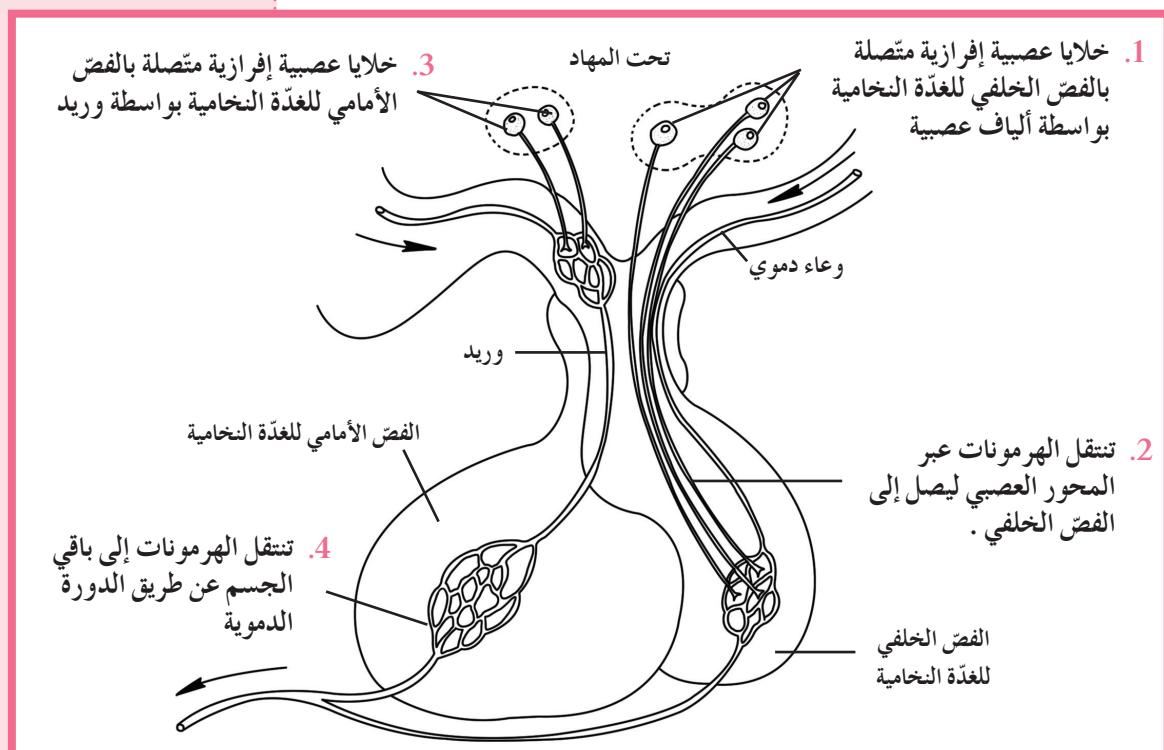
تحت المهد جزء من المخ يعلو الفص الخلفي للغدة النخامية ، ويتصل بها ، ويضبط إفرازاتها . يتأثر نشاط تحت المهد بمستويات الهرمونات في الدم وبالمعلومات الحسية التي تجتمع في أجزاء أخرى من الجهاز العصبي المركزي . كما تحدث عنده التفاعلات بين الجهاز العصبي والجهاز الهرموني .

الفص الخلفي للغدة النخامية عبارة عن محاور تمتد من خلايا تسمى الخلايا العصبية الإفرازية Neurosecretory Cells ، تكون أجسامها موجودة في منطقة تحت المهد . عندما تُستثارة أجسام هذه الخلايا ، تفرز محاورها في الفص الخلفي للغدة النخامية الهرمونات في مجرى الدم (شكل 49 – المرحلتان 1 و 2) . وبالتالي ، فإن تحت المهد (شكل 49) ممتد إلى منطقة الفص الخلفي للغدة النخامية .

أضف إلى ذلك أن منطقة تحت المهد تنظم بطريقة غير مباشرة إفراز هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية . فهي تفرز كميات قليلة من مواد كيميائية تسمى مطلقة الهرمونات الإفرازية Releasing Hormone ، مباشرة في الدم ، وتحملها الجهاز الدوري إلى الفص الأمامي للغدة النخامية لتنظيم إنتاجها وإفرازها للهرمونات . شكل (55 – المرحلتان 3 و 4) . يعني الارتباط الوثيق بين تحت المهد والغدة النخامية أن الجهازين العصبي والهرموني يعملان معًا لتنسيق أنشطة الجسم والتحكم بإفراز هرمونات الغدة النخامية .

(شكل 49)

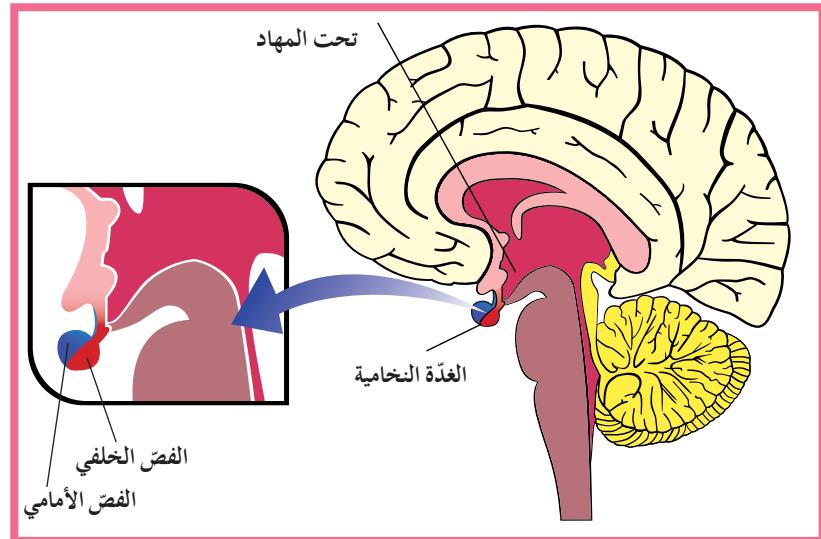
العلاقة بين منطقة تحت المهد والغدة النخامية . تتصل منطقة تحت المهد بالفص الأمامي للغدة النخامية بإرسالها هرمونات الإفرازية عبر الجهاز الدوري . وتتصل بالفص الخلفي بواسطة محاور الخلايا العصبية الإفرازية الموجودة في منطقة تحت المهد .



## 2.3 الغدة النخامية

### Pituitary Gland

تقع الغدة النخامية في أسفل قاعدة الدماغ وهي متصلة بمنطقة تحت المهاد بواسطة سويقية رفيعة Pituitary stalk . وينطلق على الغدة النخامية اسم الغدة القائد Master Gland لتحكمها بعمل عدد كبير من الغدد الصماء في الجسم . وهذه الغدة صغيرة ، بحجم حبة الحمص ، ويبلغ قطرها سنتيمتراً واحداً ووزنها نصف غرام (شكل 50).



(شكل 50)

الغدة النخامية التي تنظم عمل الغدد الصماء الأخرى تقع أسفل تحت المهاد في المخ . وتتكون من فصين هما الفص الأمامي والفص الخلفي .

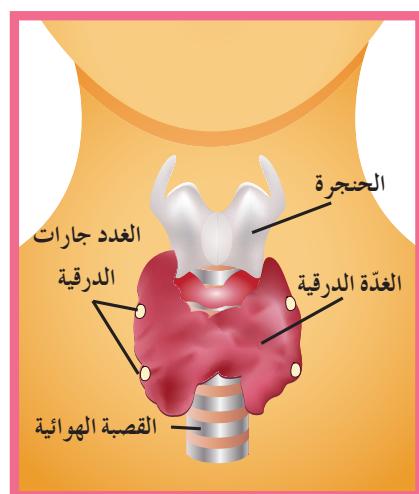
تألف هذه الغدة من الفص الأمامي Anterior Lobe والفص الخلفي Posterior Lobe . يفصل بينهما الفص المتوسط Intermediate Lobe . يختلف الفصان الأمامي والخلفي عن بعضهما بعضاً من حيث الترسيب ، والوظيفة .

\* الفص الأمامي أكبر من الفص الخلفي ومكون من خلايا غددية صماء Endocrine Cells تتنظم عملها منطقة تحت المهاد بطريقة غير مباشرة وذلك بإنتاج عدد من الهرمونات الافرازية التي يحملها الجهاز الدوري إليها . يفرز هذا الفص عدة هرمونات مثل هرمون النمو GH الذي ينظم معدل النمو في العظام ، العضلات والغضاريف ، وهرمون الحليب Prolactin ، والهرمون المنبه للحوصلة FSH ، والهرمون المنبه للدرقية TSH ، والهرمون اللوتيني LH ، والهرمون الموجّه لإفراز الميلانين Melanocyte Stimulating Hormone (MSH) (يُنتج الفص المتوسط هذا الهرمون لدى بعض الحيوانات) ، والهرمون الموجّه لقشرة الكظر ACTH .

\* أمّا الفصّ الخلفي فهو موقع تخزين هرمونين ينتجهما تحت المهد في الخلايا العصبية الافرازية التي تتصل بالفصّ الخلفي بواسطة ألياف عصبية. لذلك، سُمِّي بالهرمونين العصبيين Neurohormones يفرزهما الفصّ الخلفي في مجرى الدم. يُسمى الهرمون الأوّل الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) Antidiuretic Hormone (ADH)، ويُطلق عليه أيضًا اسم الفازوبريسين Vasopressin، ويسُمّي الثاني هرمون الأوكسيتوسين Oxytocin. يزيد هرمون الفازوبريسين من نفاذية الأنابيب الكلوية للماء، فيرشح من داخل الأنابيب إلى السائل بين الخلوى. يؤدّي ذلك إلى ارتفاع تركيز البول داخل الأنابيب، وانخفاض كميته فيقلّ وبالتالي إدرار البول. أمّا هرمون الأوكسيتوسين فيؤثّر في تنبية عضلات الرحم الملساء، ويسبّب تقلصها عند الولادة، كما يؤثّر في إنتاج هرمون البرولاكتين الذي ينظم إفراز الثدي للحليب.

### Thyroid Gland

إذا نظرت إلى الشكل (51) فسترى أنّ الغدة الدرقية تقع عند قاعدة العنق وتلتقي حول الجزء العلوي من القصبة الهوائية. وهي تؤدي دوراً رئيسياً في تنظيم عملية الاستقلاب الخلوي (الأيض) في الجسم، حيث تفرز خلاياها هرمون الشيروكسين المكون من الحمض الأميني تيروسين وأملاح اليود. وهو يؤثّر في خلايا الجسم كلّها عن طريق تنظيم معدلات الاستقلاب الخلوي (الأيض). وبالتالي، فإنّ المستويات الزائدة من الشيروكسين تزيد معدلات الاستقلاب الخلوي، أي أنّ الخلايا تطلق مزيداً من الطاقة، والعكس صحيح. تفرز خلايا أخرى في الغدة الدرقية هرمون كالسيتونين الذي يخفض مستوى الكالسيوم في الدم.



(شكل 51)

تحافظ الهرمونات التي تفرزها الغدة الدرقية، المختلفة حول القصبة الهوائية، والغدد جارات الدرقية على مستوى الكالسيوم في الدم .

إذا حدث خلل في عمل الغدة الدرقية ، قد تنتج الغدة كمية زائدة من الشيروكسين ، فتظهر حالة الفرط الدرقي Hyperthyroidism التي تؤثر في الحالة العصبية ، وترفع درجة حرارة الجسم ، وتزيد معدلات نبضات القلب والاستقلاب الخلوي (الأيض) ، وترفع ضغط الدم ، وتسبب نقصاً في الوزن . ولكن إذا أدى الخلل إلى نقص في كمية الشيروكسين تظهر حالة القصور الدرقي Hypothyroidism ومن أعراضها انخفاض معدلات الاستقلاب الخلوي (الأيض) ودرجة حرارة الجسم ، وزيادة الوزن . وفي بعض الحالات ، يترافق القصور الدرقي مع التورم الدرقي Goiter وهو تضخم الغدة الدرقية .

ينتشر خلل النشاط الدرقي في أنحاء العالم حيث يفتقر الغذاء إلى كميات كافية من اليود الذي تستعمله الغدة لإنتاج الشيروكسين .

بسبب عدم القدرة على إنتاج الشيروكسين اللازم للنمو الطبيعي ، يعاني الأطفال المصابون بنقص اليود من حالة تسمى القماءة Cretinism تحول دون نمو الجهازين العصبي والهيكلـي كما يجب ، ما يسبب التقزم والتخلـف العقلي . إلا أن القماءة يمكن ألا تحدث إذا أضيفت كميات صغيرة من اليود إلى ملح المائدة أو إلى أي مكونات أخرى في الوجبات الغذائية .

### Parathyroid Glands

### 4.3 الغدد جارات الدرقية

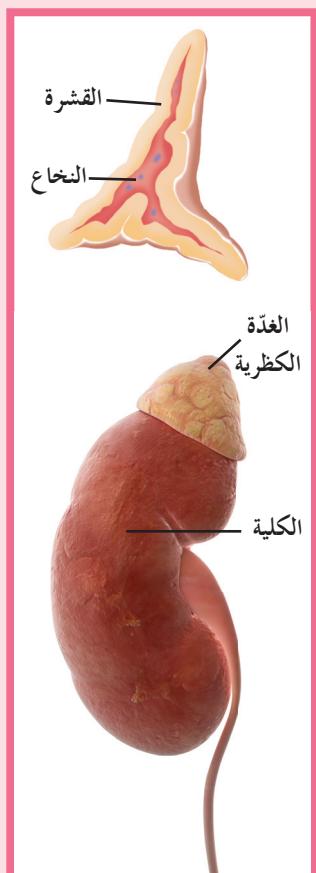
توجد أربع غدد جارات درقية على السطح الخلفي للغدة الدرقية . تحافظ هرمونات الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية على التوازن الحيوي لمستويات الكالسيوم في الدم . تفرز الغدد جارات الدرقية هرمون الباراثيرويد (PTH) وهو:

1. يزيد مستويات الكالسيوم في الدم ، بتنشيط كل من:
  - إعادة امتصاص الكالسيوم من الرشيق في الوحدة الكلوية .
  - امتصاص الكالسيوم من الجهاز الهضمي .
  - إطلاق مخزون الكالسيوم في العظم ، إضافة أيونات الكالسيوم والفوسفات إلى الدم .
2. يعزّز الوظيفة العصبية والعضلية .

### 5.3 الغدّتان الكظرية

الغدّتان الكظرية هرمونياً الشكل، ويقع كلّ منها فوق كلّ كلية كما يبدو في الشكل (52). تساعد هاتان الغدّتان في تكييف الجسم مع الإجهاد Stress، ويتألّف كلّ منها من جزء خارجي يُسمى القشرة Cortex ومن جزء داخلي يُسمى النخاع Medulla وهو مكونان من أنسجة مختلفة. تشتمل القشرة الكظرية Adrenal cortex على 80% من الغدة الكظرية، وتنتج أكثر من أربعة وعشرين هرموناً تُسمى كورتيكosteroids. من هذه الهرمونات هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذي ينظم إعادة امتصاص أيونات الصوديوم، ويتوالى طرد أيونات البوتاسيوم من الكلية، وهرمون آخر يُسمى الكورتيزول Cortisol يساعد في تنظيم معدلات أيض الكربوهيدرات، الدهون، والبروتينات وينشط الجسم في حالات الإجهاد المزمن على وجه الخصوص. أمّا النخاع الكظري Adrenal Medulla فهو جزء مهمٌ في الجهاز العصبي السمباشي. ويفرز هرمونين هما الإبينفرين Epinephrine (الأدرينالين) والنورإبينفرين Norepinephrine (النورأدرينالين). هرمون الإبينفرين أقوى من هرمون النورإبينفرين وهو يمثل 80% من الإفراز الكلّي للنخاع.

يضبط النخاع في الغدة الكظرية استجابات الدفاع أو الهروب Fight and Flight وهي الشعور الذي تدركه عندما تُستثار أو تخاف. تُشير السيالات العصبية في الجهاز العصبي السمباشي خلايا النخاع، مسيبة إفراز خلايا كميات كبيرة من هرمونات إبينفرين ونورإبينفرين. تسرّع هذه الهرمونات معدل نبضات القلب وترفع ضغط الدم وانسيابه إلى العضلات. كما تسبّب اتساع ممّارات الهواء، ما يسمح بسحب كمية أكبر من الأكسجين، وتحفز انتشار الجلوكوز من الكبد إلى الدم لتساعد في الاندفاع الفجائي للطاقة. تسبّب هذه التفاعلات زيادة في نشاط الجسم تمهدًا للقيام بأنشطة جسدية. إذا تسارعت نبضات قلبك وبدأت يداك تفرزان العرق عند إجراء اختبار، فأنت تشعر بتأثيرات المواد التي يفرزها نخاع الغدة الكظرية.



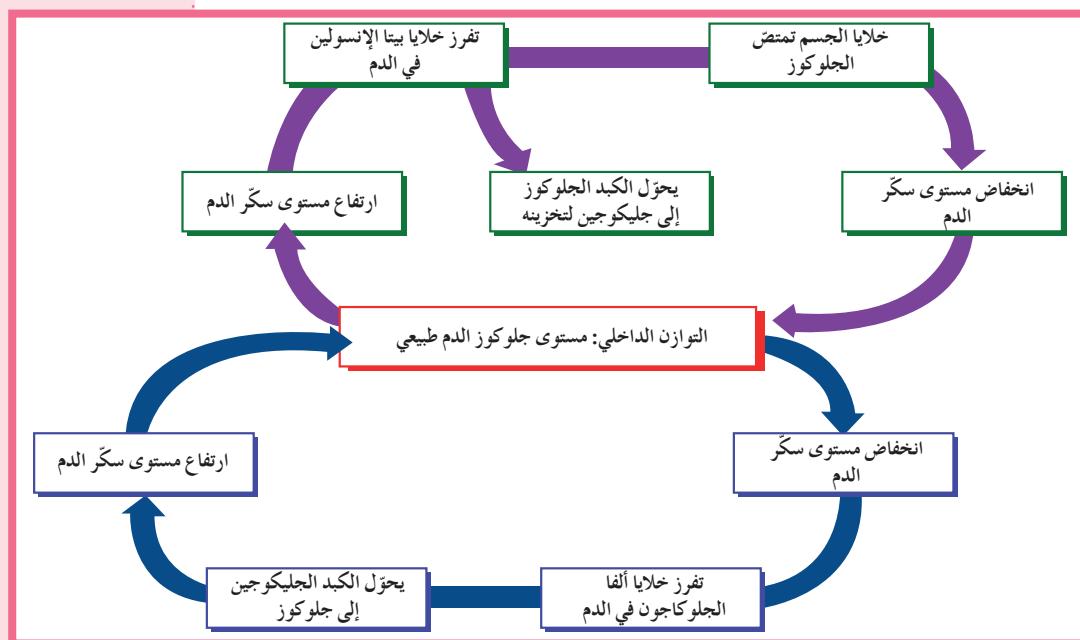
(شكل 52)

تكون الغدة الكظرية من جزئين هما القشرة والنخاع، يفرز كلّ منها هرمونات معينة تضبط أنشطة مختلفة في الجسم.

### 6.3 البنكرياس

يقع البنكرياس في الجزء العلوي من التجويف البطني خلف المعدة، ويبدو وكأنّه غدّة مفردة، ولكنّه ليس كذلك. فهو من ناحية غدّة هضمية يساعد إفرازها الإنزيمي في هضم الطعام، ما يجعله غدّة خارجية الإفراز. ومن ناحية أخرى، يحوي خلايا مختلفة تفرز الهرمونات في الدم، ما يجعله غدّة صماء. ولهذا السبب، يُسمى البنكرياس غدّة مختلطة Mixed Gland.

وهذه الهرمونات تنتجه من خلايا تشبه الجزر وتُسمى جزر لانجرهانس نسبة إلى مكتشفها عالم التشريح الألماني بول لانجرهانس . تشتمل كل جزيرة على خلايا بيتا Beta Cells تفرز هرمون الإنسولين وخلايا ألفا Alpha Cells التي تفرز هرموناً آخر هو الجلوكاجون . وهما يساعدان في الحفاظ على ثبات مستوى الجلوكوز في الدم . فالإنسولين Insulin يحفز خلايا في الكبد والعضلات لسحب السكر من الدم وتخزينه في صورة جليكوجين ، كما يحفز أنسجة الجسم على امتصاص السكر واستخدامه ، ويزيد امتصاص الخلايا الشحمية للسكر . والخلايا الشحمية Adipose Cells هي خلايا تخزن الدهون من النشويات (السكر) الزائدة في الجسم والتي تستعمل لإنتاج الطاقة . في حين يحفز الجلوكاجون Glucagon الكبد على تكسير الجليكوجين وطرح الجلوكوز في الدم . يلخص الشكل (53) أداء الإنسولين والجلوكاجون .



(شكل 53)

يفرز البنكرياس الإنسولين والجلوكاجون اللذين يحافظان على ثبات مستوى الجلوكوز في الدم .

### Reproductive Glands

### 7.3 الغدد التناسلية

الغدد التناسلية هي غدد التكاثر في الجسم ، وتؤدي وظيفتين مهمتين هما التحكم في إنتاج الأمشاج ، وإفراز الهرمونات الجنسية . تُسمى هذه الغدد المبيضتين لدى الإناث ، وتنتج البويلصات وتحمي الخصيتيين لدى الذكور ، وتنتج الحيوانات المنوية . وتفرز أيضاً الهرمونات الجنسية التي ستعمل في دراستها في الدروس القادمة .

**يلخّص الجدول (1) عمل الغدد الصماء التي سبق ذكرها ووظيفتها**

الوظيفة	مكان التأثير	مكان الإفراز	الهرمون المفرز	اسم الغدة
تنظيم إنتاج وإفرازها الهرمونات	الفص الأمامي للغدة النخامية	جري الدم	مطلقة الهرمونات الإفرازية RH	تحت المهاد
يزيد امتصاص الماء	الكلوي	الفص الخلفي للغدة النخامية	هرمون المضاد لإدرار البول ADH	
إفراز الحليب، تنبيه عضلات الرحم الملمساء للانقباض	الثدي والرحم	الفص الخلفي للغدة النخامية	هرمون الأوكسيتوسين	
الغدة النخامية				
يزيد من امتصاص الماء	الكلوي	جري الدم	هرمون مضاد لإفراز البول ADH (تم تصنيع الهرمون في تحت المهاد وتخزينه في الفص الخلفي)	الفص الخلفي
إفراز الحليب، تنبيه عضلات الرحم الملمساء للانقباض	الثدي والرحم	جري الدم	الأوكسيتوسين (تم تصنيع الهرمون في تحت المهاد وتخزينه في الفص الخلفي)	
نمو الهيكل العظمي والغضاريف	العظام، العضلات الغضاريف	جري الدم	هرمون النمو GH	
يحفز إفراز الحليب	الثدي	جري الدم	هرمون الحليب Prolactin	
يحفز نمو الخلايا الجنسية وتطورها	الغدد التناسلية عند الإناث، خلايا سرتولي عند الذكور	جري الدم	هرمون المنبه للحوبيصلة FSH	
يطلق الإباضة يحفز إنتاج التستوستيرون	الغدد التناسلية عند الإناث، خلايا ليديج في الخصية	جري الدم	هرمون لوتنين LH	الفص الأمامي
يعزز إنتاج هرمون الغدة الدرقية	الغدة الدرقية	جري الدم	هرمون منبه للغدة الدرقية TSH	
يعزّز إنتاج هرمون الكورتيزول يشجّع نمو خلايا القشرة الكظرية	القشرة الكظرية	جري الدم	هرمون موجه لقشرة الكظرية ACTH	

ينظم عملية الاستقلاب الخلوي	عدة أنواع من الخلايا	جري الدم	الثيروكسين	
تنظيم الكالسيوم والفوسفات في البلازمما (تحفيض مستوى الكالسيوم)	العظام والكلية	جري الدم	كالسيتونين	الغدة الدرقية
تنظيم الكالسيوم والفوسفات في البلازمما (يزيد مستوى الكالسيوم)	العظام والكلية	جري الدم	الباراثريود PTH	الغدد جارات الدرقية
الغدة الكظرية				
تنظيم إعادة امتصاص الصوديوم وطرد أيونات البوتاسيوم من الكلية	الكلية	جري الدم	الألدوكورتيرون	القشرة الكظرية
تنظيم عملية الأيض وتنشيط الجسم	الكبد، العضل، خلايا شحمية	جري الدم	الكورتيزول	
يضبط استجابات الدفاع أو الهروب	عدة أنواع من الخلايا	جري الدم	الإينفرين والنوراينفرين	النخاع الكظري
البنكرياس				
ينظم الأيض والسكر في الدم (سحب السكر من الدم)	الكبد، العضل، الخلايا الشحمية	جري الدم	الأنسولين	خلايا بيتا في جزر لانجرهانس
ينظم الأيض والسكر في الدم (طرح السكر في الدم)	الكبد	جري الدم	الجلوكاجون	خلايا ألفا في جزر لانجرهانس
الغدد التناسلية				
يحفز نمو الجهاز التناسلي الأنثوي وتطوره ظهور الخصائص الجنسية الأولية والثانوية	الجهاز التناسلي والثدي	جري الدم	الأستروجين	المبيضان والمشيمة
يشجع النمو والحمل المنتظم	الرحم والثدي	جري الدم	البروجستيرون	
يحفز نمو الجهاز التناسلي الذكري وتطوره	الجهاز التناسلي	جري الدم	تستوستيرون	الخصيتان

(جدول 1)  
الغدد الصماء ووظيفتها

## مراجعة الدرس 2-2

1. اذكر أربعاً من الغدد الصماء الرئيسية، واتكتب قائمة بوظائفها.
2. ما الإنسولين والجلوكاجون؟ وما العلاقة بين وظائفيهما؟
3. التفكير الناقد: تعرض شخص ما لإصابة في الفص الخلفي للغدة النخامية وقد أثر ذلك على جهازه الإخراجي وتمثل بإدرار بولٍ كثير. فسر ما سبب ذلك علمًا بأن تحت المهاد ما زال سليماً.
4. أضف إلى معلوماتك: قارن بين وظائف هرمونات الإنسان ووظائف هرمونات النبات.

## الأهداف العامة

- \* يميّز بين اضطرابات الجهاز الهرموني .
- \* يوضح خطورة استخدام стиروидات (الهرمونات) .
- \* يشرح أسباب بعض الاضطرابات الهرمونية ونتائجها مقتراحًا طرفة لتفادي حدوثها .



(شكل 54)

يحمي حليب الأم طفلها من المرض بنقله العوامل المناعية المتكوّنة في جسمها إليه مع كل قطرة حليب . إلى جانب محتويات حليب الأم، تساعد لمستها لطفلها في الحفاظ على صحته (شكل 54) . تحدث الحرارة النظمية للطفل سلسلة من الرسائل الهرمونية التي تساعد على امتصاص الغذاء .

## 1. اضطرابات الجهاز الهرموني

### Endocrine System Disorders

عندما لا يتم استلام الرسائل التي يحملها الجهاز الهرموني أو إرسالها ، يعجز الجسم عن أداء وظائفه كما يجب . ومن أخطر اضطرابات الهرمونية مرض البول السكري ، القمامـة والإجـهـاد .

## 1.1 مرض البول السكري

مرض البول السكري Diabetes Mellitus هو خلل يعجز بسيبه الجسم عن ضبط مستويات السكر في الدم ، ما قد يعرض الإنسان لمخاطر ارتفاع مستوى السكر في الدم الذي يمكن أن يؤدي بدوره إلى الغيبوبة أو الموت في حال عدم معالجته . تفرز كلية الشخص الذي يعاني مرض البول السكري كميات كبيرة من الجلوكوز في البول . ويعتبر السكر في البول أحد الأعراض الرئيسية لمرض البول السكري .



(شكل 55)

يُصنَّع هرمون الإنسولين البشري من البكتيريا بالهندسة الوراثية . لم يُعتَدُ استخدام الإنسولين البشري في علاج مرض البول السكري أفضل من استخدام الإنسولين الحيواني ؟

## Diabetes Mellitus

ثمة نمطان من مرض البول السكري . تعود الإصابة بالنمط الأول Diabetes Mellitus Type 1 إلى عدم إفراز خلايا بيتا في جزر لانجرهانس هرمون الإنسولين . ويمكن معالجة هذا النمط بضبط النظام الغذائي والحقن المنتظم بالإنسولين . وفي الماضي كان الإنسولين من مصادر حيوانية ، واليوم يُصنَّع الإنسولين البشري من البكتيريا بالهندسة الوراثية (شكل 55) . أمّا الإصابة بالنمط الثاني Diabetes Mellitus Type 2 فتعود إلى عدم استجابة الجسم كما ينبغي لهرمون الإنسولين الذي تفرزه خلايا بيتا ، والتّيّنة هي زيادة مستوى سكر الدم . يُعالج هذا النمط بالتمارين الرياضية ، وضبط النظام الغذائي .

## Cretinism

### 2.1 القماءة

من اضطرابات الجهاز الهرموني حالة تسمى القماءة . يعانيها الأطفال الذين يعانون حالة نقص في اليود في غذائهم ما يسبّب العجز عن إنتاج الشيروكسين الضروري للنمو الطبيعي . تحول القماءة دون نموّ الجهاز العصبي والجهاز الهيكلي بشكل طبيعي ومن أعراضها التقدّم والتخلف العقلي (الشكل 56) . تُعالَج القماءة بتناول جرعات يومية محددة بدقة من الشيروكسين . ويوصى بمراقبة مستوياته كلّ أسبوعين أو ثلاثة لضمان ثباتها .

## Stress

### 3.1 الإجهاد

إذا استمرّ التوتّر والإجهاد لمدة طويلة ، قد يضرّان بجسمك بسبب تأثيرهما في الجهاز الهرموني . فاستمرارهما لمدة قصيرة قد يتسبّب في إفراز الغديتين الكظرتين هرموني إبينفرين ونورإبينفرين اللذين يساعدان الجسم في حالة الطوارئ ، بزيادة اليقظة وإمداده بدفعة من الطاقة ، عن طريق رفع ضغط الدم ومستوى الجلوكوز فيه . ولكن إذا استمرّ التوتّر والإجهاد لمدة طويلة ، تفرز الغديتان الكظريتان الستيرويدات بدلاً من هرموني إبينفرين ونورإبينفرين . ويسبّب التعرّض الطويل للستيرويدات ارتفاع ضغط الدم وإضعاف جهاز المناعة .



(شكل 56)  
القماءة

## 2. الأعراض الجانبية لاستخدام الستيرويدات (المنشطات)

### Side Effects of Steroids

يعتمد النمو ونضج الجسم على الجهاز الهرموني . إذ إن هرمون النمو يزيد طول قامتك حتى سن تقارب العشرين . في حين تحافظ الهرمونات الجنسية على الخصائص الجنسية الثانوية لدى الذكور والإإناث .

يحاول الصغار أحياناً تنشيط نموهم بإساعة استخدام الجرعات الدوائية التي تؤثر في الجهاز الهرموني ، من مثل الستيرويدات التي يستخدمها الرياضيون أحياناً ، ولاعبو كمال الأجسام بصورة غير قانونية . والتي تحفز نمو العضلات وتزيد القوة وتحسن الأداء .

إلا أن هذه الستيرويدات يمكن أن تعطل أجهزة كثيرة في الجسم وتسبب أمراض الكبد والقلب . كما قد تسبب لدى الذكور ضمور الخصيتين ومشاكل صحية خطيرة قد تؤدي إلى الموت المبكر . كما تسبب لدى الإناث ، توقف الدورة الشهرية ونمو خصائص ذكرية ثانوية لديهم مثل زيادة شعر الجسم وغلظة الصوت .

## 3. العناية بالجهاز الهرموني

### Caring for Endocrine System

للمحافظة على صحة الجهاز الهرموني ، يحتاج جسمك إلى نظام غذائي مناسب وتمارين رياضية وراحة . يجب أن يحتوي نظامك الغذائي على بروتينات وليبيادات ملائمة ليصنع الهرمونات البروتينية والستيرويدية جماعها . تساعدك التمارين الرياضية والراحة على التعامل مع التوتر ، وتمكن الإنتاج الزائد لهرمونات الغدة الكظرية .

### مراجعة الدرس 2-3

1. اذكر اثنين من اضطرابات الجهاز الهرموني .
2. كيف تؤثر الستيرويدات في صحة الإنسان؟
3. التفكير الناقد: يفگر صديقك في استخدام الستيرويدات لزيادة الحجم العضلي لديه . ماذا ستقول له لإقناعه بالعدول عن ذلك؟
4. أضف إلى معلوماتك: كيف استخدمت الهندسة الوراثية في إنتاج الإنسولين؟

# التكاثر لدى الإنسان

## Human Reproduction

### الأهداف العامة

- \* يميّز بين الجهاز التناسلي الذكري والأثني لدّي الإنسان.
- \* يصف تركيب الجهاز التناسلي الذكري والأثني لدّي الإنسان.
- \* يميّز بين تركيب الحيوان المنوي والبويضة وتشكلهما.
- \* يشرح مراحل تكون الأمشاج.
- \* يشرح ويصف أطوار الدورة الشهرية الأربع لدّي أنثى الإنسان.



(شكل 57)

التكاثر هو عملية بيولوجية أساسية لدّي الكائنات الحية كلّها، ويكمّن دوره الأساسي في ضمان استمرارية النوع. هناك طريقتان للتكاثر لدّي الكائنات الحية هما التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي.

أما البلوغ هو فترة النمو والنشج الجنسي التي يصبح في خلالها الجهاز التناسلي مكتمل الوظيفة، أي أنّ نمو الأعضاء التناسلية لدّي الذكور وإناث يكتمل في هذه الفترة. تختلف بدايتها بحسب الجنس، وتتمتدّ بين سن التسعة سنوات والخمسة عشرة سنة (شكل 57)، وتبدأ عموماً لدّي الإناث قبل الذكور.

تبدأ مرحلة البلوغ عندما يرسل تحت المهداد إلى الغدة النخامية مادة تحفز إنتاج معدلات مرتفعة من هرمونين يؤثّران في الغدد التناسلية هما الهرمون المنبه للحويصلة Follicle-Stimulating Hormone FSH، وهرمون منبه الجسم الأصفر أو الهرمون اللوتيني Luteinizing Hormone LH.

### 1. الجهاز التناسلي الذكري

#### The Male Reproductive System

ينبئ إفراز الهرمونين FSH وLH خلايا ليدج في الخصية لإنتاج التستوستيرون Testosterone، ويعتبر الهرمون الجنسي الذكري الرئيسي. تتوارد

الخلايا التي يستهدفها التستوستيرون في جميع أنحاء الجسم، ويسبب هذا الهرمون ظهور عدد من الخصائص الجنسية الثانوية التي تظهر لدى الذكور في فترة البلوغ. تشمل هذه الخصائص نموّ شعر الوجه والجسم، وزيادة حجم الجسم، وغلظة الصوت. ينبع هرموني FSH والتستوستيرون نموّ الحيوانات المنوية، وتكمّل مرحلة التحضير للبلوغ، عندما يُتَّسِّع عدد كبير من الحيوانات المنوية في الخصيتين. حينها يتمكّن الجهاز التناسلي من تأدية وظيفته، أي أنّ الذكر يستطيع أن يتّسّع حيوانات منوية نشطة ويفرزها.

## 1.1 التراكيب الأساسية للجهاز التناسلي الذكري

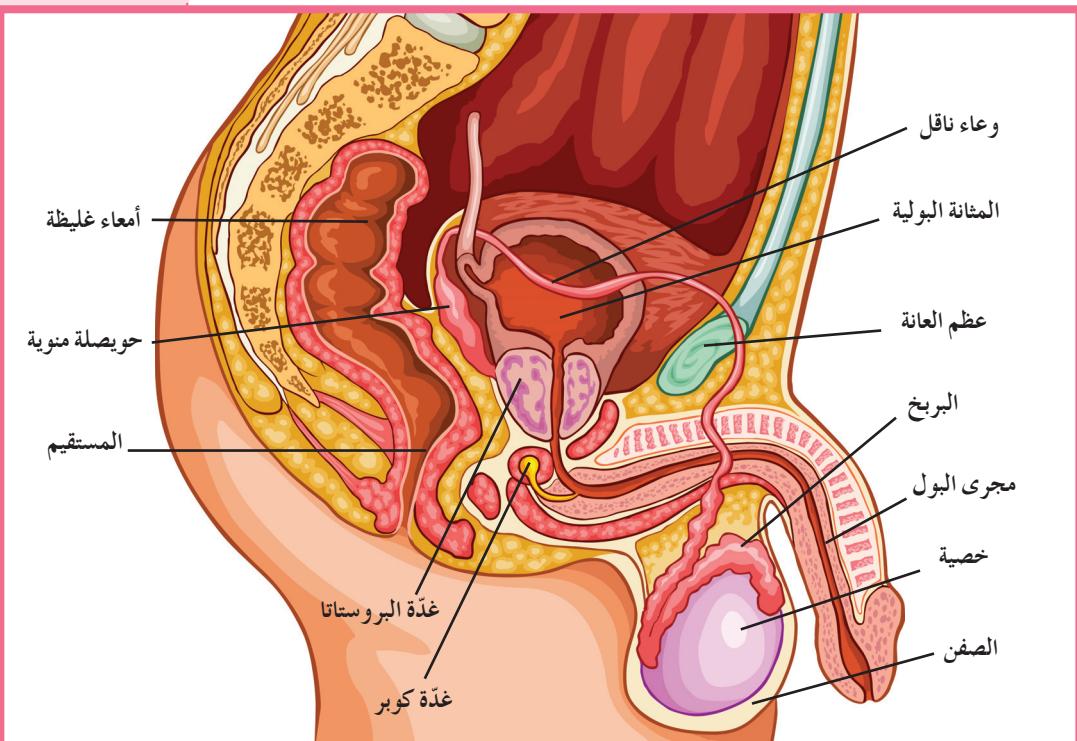
### Basic Structures of Male Reproductive System

تَتَضَّمَّنُ في الشَّكْلِ (58) تَرَاكِيبَ الْجَهَازِ التَّنَاسِلِيِّ لِدَىِ الْذَّكَرِ .  
تَعَاَوَنُ هَذِهِ التَّرَاكِيبُ لِإِنْتَاجِ الْحَيَوانَاتِ الْمَنْوِيَّةِ وَنَقْلِهَا .

قَبْلِ الولادة، تَهَبِطُ كُلُّ خَصِيَّةٍ Testicle من تجويف البطن إلى كيس خارجي يُسمّى الصفن Scrotum . تَظَلُّ الْخَصِيَّتَانُ فِي الصَّفَنِ خَارِجًا تجويف الجسم، حيث تقلّ درجة الحرارة بدرجتين أو ثلات درجات عن درجة حرارة الجسم الداخلية (37°C) . وَتَؤَدِّي درجة الحرارة المنخفضة هذه دورًا مهِمًا في إتمام نموّ الحيوانات المنوية .

(شكل 58)

الترَاكِيبُ الرَّئِيْسِيَّةُ لِلْجَهَازِ التَّنَاسِلِيِّ الْذَّكَرِيِّ هِيَ الْخَصِيَّتَانُ، الْبَرِّيَّخُ، الْوَعَاءُ النَّاقِلُ، مَجْرِيُ الْبُولِ وَالْقَضِيبُ .



تُنْتَجُ الْحَيَوانَاتُ الْمَنْوِيَّةُ فِي نُبَيَّبَاتِ الْمَنِيِّ، وَتَتَحرَّكُ إِلَى دَاخِلِ الْبَرِّيَّخ Epididymis ، حِيثُ تُخْتَرَنُ وَيُكَتَّمُ نَضْجَهَا . تَتَحرَّكُ بَعْضُ الْحَيَوانَاتُ الْمَنْوِيَّةُ مِنَ الْبَرِّيَّخِ عَبْرِ أَنْبُوبٍ يُسَمَّى الْوَعَاءَ النَّاقِلَ Vas Deferens . يَمْتَدُ النَّاقِلُ فَوْقَ الْبَرِّيَّخِ إِلَى التَّجَوِيفِ الْبَطَنِيِّ، ثُمَّ يَنْدَمِجُ فِي النَّهَايَةِ مَعَ قَنَةِ مَجْرِيِ الْبُولِ Urethra وَهُوَ الْأَنْبُوبُ الَّذِي يَصِلُ إِلَى خَارِجِ الْجَسَمِ عَبْرِ الْقَضِيبِ Penis وَهُوَ الْعَضُوُ الْذَّكَرِيُّ الَّذِي يَنْقُلُ الْحَيَوانَاتَ الْمَنْوِيَّةَ خَلَالِ عَمَلِيَّةِ الْقَذْفِ .

تشمل الغدد في بطانة الجهاز التناسلي الحويصلة المنوية Seminal Vesicle ، وغدة البروستاتا Prostate ، وغدة كوبر Cowper's Gland ، التي تفرز سائلاً غنياً بالمغذيات يُسمى السائل المنوي Seminal Fluid .

يكون اختلاط الحيوانات المنوية والسائل المنوي ما يعرف بالمني Semen .

## Sperm Release

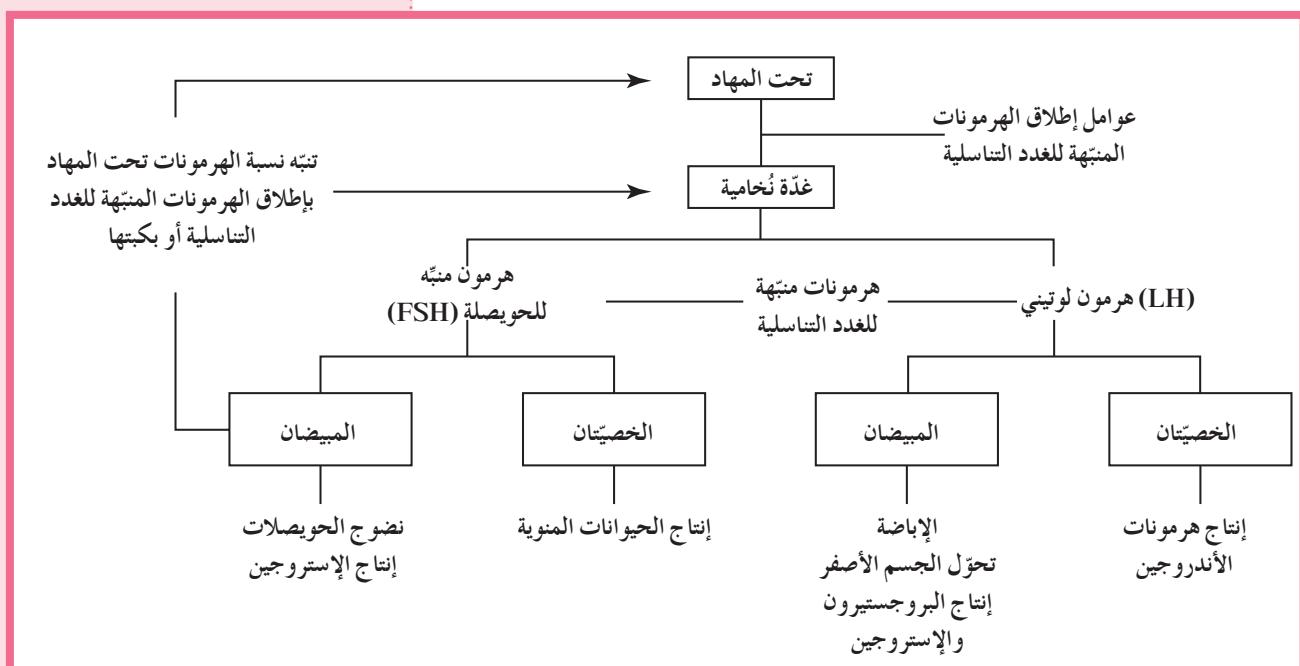
**إفراز الحيوانات المنوية**

تُقذف الحيوانات المنوية من القصيب بانقباض العضلات الملساء المبطنة للغدد في جهاز التناسلي وتُسمى هذه العملية القذف Ejaculation ، وينظمها الجهاز العصبي الذاتي ، لذلك إن القذف ليس إرادياً تماماً . تحتوي القذفة الواحدة من المنى على 300 إلى 800 مليون حيوان منوي (حسب السائل المنوي المقذوف) . لذا تعتبر فرص إخصاب حيوان منوي واحد للبويضة كبيرة ، إذا قذفت هذه المئات من ملايين الحيوانات المنوية في جهاز الأنثى التناسلي .

## Gametogenesis

## 2. مراحل تكون الأمشاج

يؤدي اتحاد الحيوانات المنوية والبويضات ، إلى تكاثر الإنسان ومعظم الحيوانات . والحيوانات المنوية Spermatozoa هي خلايا تناسلية ذكرية تعرف بالأمشاج تتكون في الخصيتين . أما البويضات Ova فهي خلايا تناسلية أنثوية تعرف أيضاً بالأمشاج تتكون في المبيضين . تتكون الأمشاج بالطريقة نفسها لدى الجنسين ، على الرغم من أنها تُنتج خلايا مختلفة ، لكل منها وظيفة خاصة . يوضح الشكل (59) تأثير الهرمونات على الخصيتين والمبيضين الذي يؤثر في عملية تكوين الأمشاج .



(شكل 59)  
يوضح المخطط العلاقة بين الغدة النخامية ، الخصية والمبيض

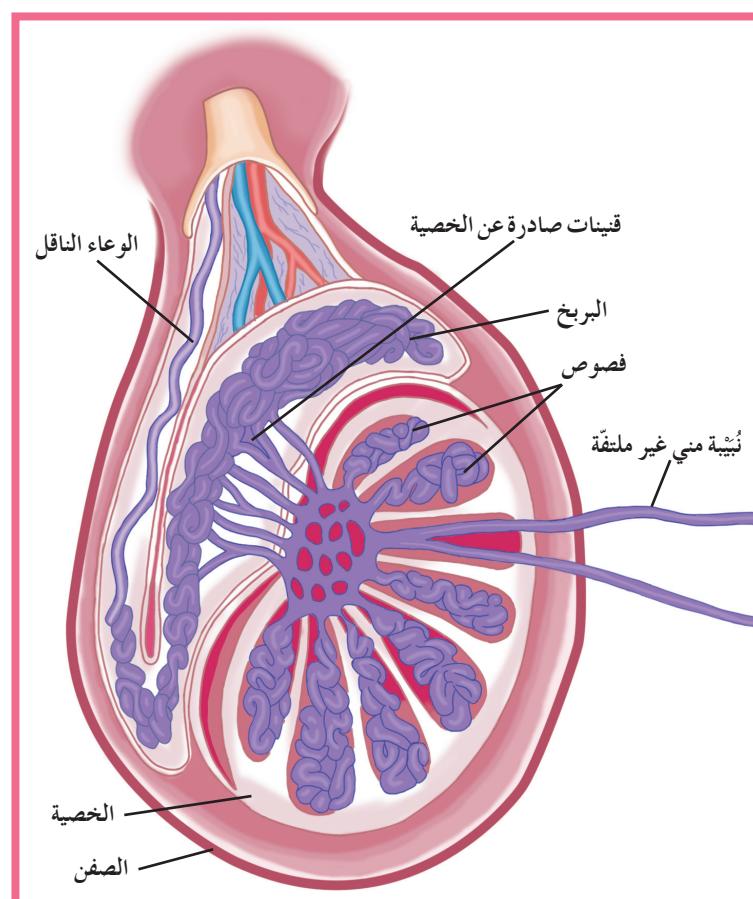
## 1.2 الخصيتان ومراحل تكوّن الحيوانات المنوية

### Testicles and Spermatogenesis

الخصيتان Testicles هما الغدد التناسلية لدى الرجل، وتملكان تقريباً الحجم نفسه. يبلغ طولهما نحو 5 cm، وعرضهما 3.5 cm، وسماكتهما 2.5 cm.

يتتألف كل خصية من بربخ، وشبكة فنوات صغيرة تُسمى نُبَيَّبات المني، وخلايا خلالية Interstitial Cells تُسمى خلايا ليديج Leydig Cells. تُنقسم الخصية إلى أكثر من 200 فص يحوي كل منها ما بين 400 و600 نُبَيَّبة مني Seminiferous Tubules، وهي مجموعات من مئات النُبَيَّبات الدقيقة والمشدودة والمتلتفة داخل كل خصية، حيث تبدأ عملية تكوّن الحيوانات المنوية. وتفرز الخلايا الخلالية بين النُبَيَّبات هرمونات الأندروجين، وأبرزها التستوستيرون.

ثم تلتقي هذه النُبَيَّبات فيما بينها (شبكة الخصية) لتشكل الأوعية الناقلة وتعبر بالقنيات الصادرة عن الخصية، ومن ثم البربخ الذي يتتألف من أوعية دقيقة ذات التفافات متعددة تصل الأوعية الناقلة بنُبَيَّبات المني الشكل (60).



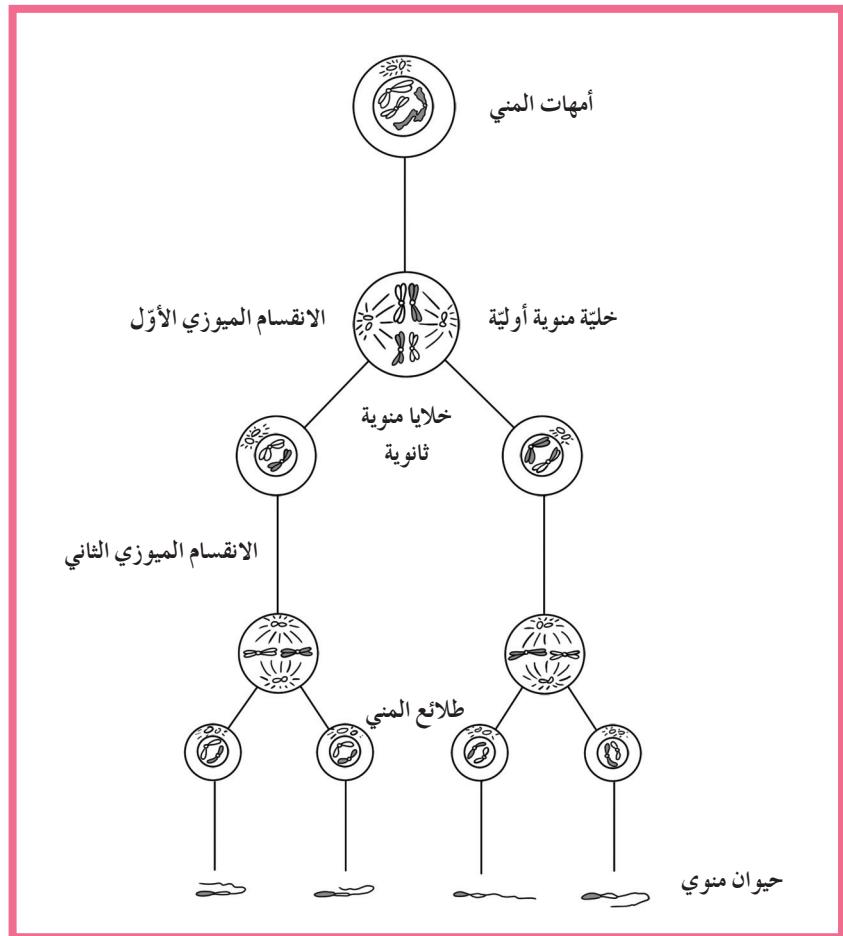
(شكل 60)  
الخصية وتركيبها

ت تكون الحيوانات المنوية في الخصيتين داخل ثبيات المني التي تُعطّي جدرها خلايا تسمى أمهات المني **Spermatogonia**. تنقسم أمهات المني ميتوزيًا للتضاعف ولتكوين الحيوانات المنوية بشكل متواصل (شكل 61).



(شكل 61)  
مقطع عرضي لبعض ثبيات المني

تملك هذه الخلايا تركيباً كروموسومياً يتألف من 46 كروموسوماً، أي 44 كروموسوماً جسماً وクロموسومين جنسين X وY. وينمو بعضها داخل القنوات، وتسمى **الخلايا النطفية (المنوية) الأولية** (46 كروموسوماً) Primary Spermatocytes، وتشهد اقساماً ميوزيًّا لتعطي **خلية منوية ثانوية** (23 كروموسوماً) Secondary Spermatocytes، تملك إداهما 22 كروموسوماً جسماً وクロموسوماً جنسياً X، والأخرى 22 كروموسوماً جسماً وクロموسوماً جنسياً Y. تنقسم هاتان الخليةان مجددًا اقساماً ميوزيًّا ثانياً لتشكل الواحدة منها خلية من طلائع المني. ويُخضع كلّ منها إلى سلسلة تحولات معقدة لتُصبح **حيواناً منوياً** Spermatozoon (شكل 62).



(شكل 62)

عملية تكوين الحيوانات المنوية

الحيوان المنوي هو المشيخ الذكري أو الخلية الجنسية

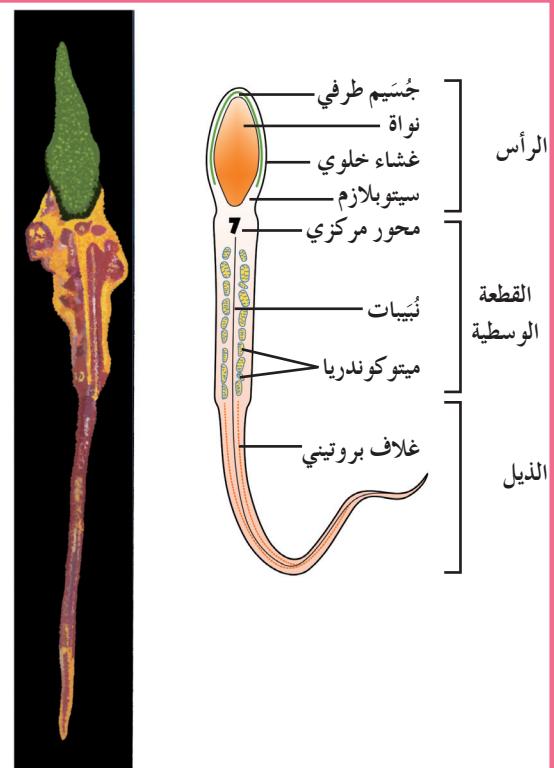
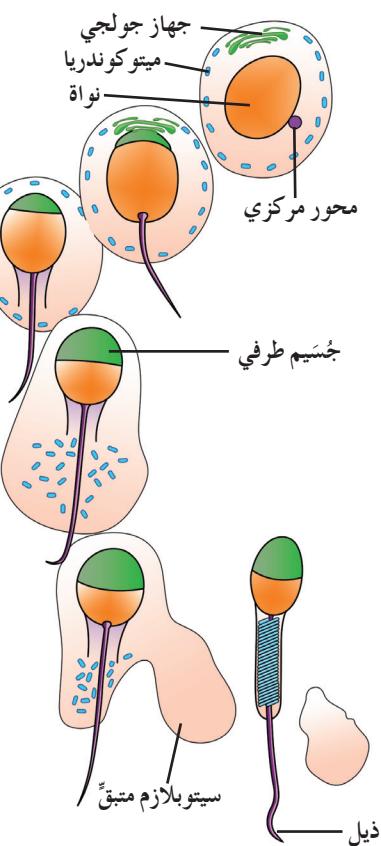
في خلال عملية تكون الحيوانات المنوية ، تؤدي خلايا متخصصة من مثل خلايا سرتولي **Sertoli Cells** وظائف مهمة ، كالحماية والتغذية ونقل الرسائل الكيميائية أي الهرمونات . تتطلب العملية الكاملة التي تحول أمهات المنوي إلى حيوان منوي نحو 72 يوماً ، ويحدث هذا التحول لدى الرجل ابتداءً من مرحلة المراهقة ، وحتى سن متقدمة من دون توقف . ولكن قد يطغى هذه العملية الإجهاد وبعض الأمراض والشيخوخة .

## 2.2 تركيب الحيوان المنوي

الحيوان المنوي هو خلية سوطية مؤلفة من ثلاثة أجزاء هي الرأس ، القطعة الوسطية ، والذيل (شكل 63) . يتكون الرأس من النواة التي تحتوي على المادة الكروموسومية ، ومن جسيم طرفي (أو غطاء صغير) **Acrosome** ، يتقدم الرأس ويمتلي بمادة سائلة تحتوي بعض الإنزيمات التي تساعده في عملية اختراق جدار البويضة . أما القطعة الوسطية ، فتحتوي على كمية قليلة من السيتو بلازم غير كافية لضمان استمرارية حياة مستقلة للحيوان المنوي ، ما يجبره على التغذّي مباشرةً من عناصر السائل المنوي الغذائي .

ينشأ الذيل ، من محور الرأس المركزي عند العنق ثم يعبر القطعة الوسطية ، وهو مسؤول عن حركة الحيوان المنوي المستقلة إذ أنه يتنقل بفضل حركات الدفع التي يقوم بها الذيل. تتجه الحيوانات المنوية ، فور تكونها ، من نُبَيَّبات المني نحو البربخ حيث تُخْرَجَن حتى تنضج . وإن لم تُقْدِفْ في خلال فترة تتراوح بين 30 و 60 يوماً ، تتحلل لإعادة تصنيعها . تُعَد عملية تكون الحيوانات المنوية ثابتة ، وتنتج في الحالات الطبيعية ما بين 300 إلى 800 مليون خلية في كل قذفة (بحسب حجم السائل المنوي المقدوف) . وقد ينخفض عددها في حال حدوث قذف متعدد في وقت قصير (بعض ساعات) . قد تستمر عملية تكوين الحيوانات المنوية حتى سن متقدمة لدى الرجال (أحياناً حتى سن 70 أو 80) ، ولكن بكثيات أقل .

- ي تكون **الجسيم الطرفي** من جهاز جوليжи وهو **جسيم** يحتوي على إنزيمات ويعطى **النواة** .
- ي تكون **محور المركزي** الذيل .
- تجتمع **الميتوكوندريا** بشكل حلزوني حول الذيل مكونة **القطعة الوسطية** .
- يجري التخلص من معظم **السيتوبلازم المتبقى** .

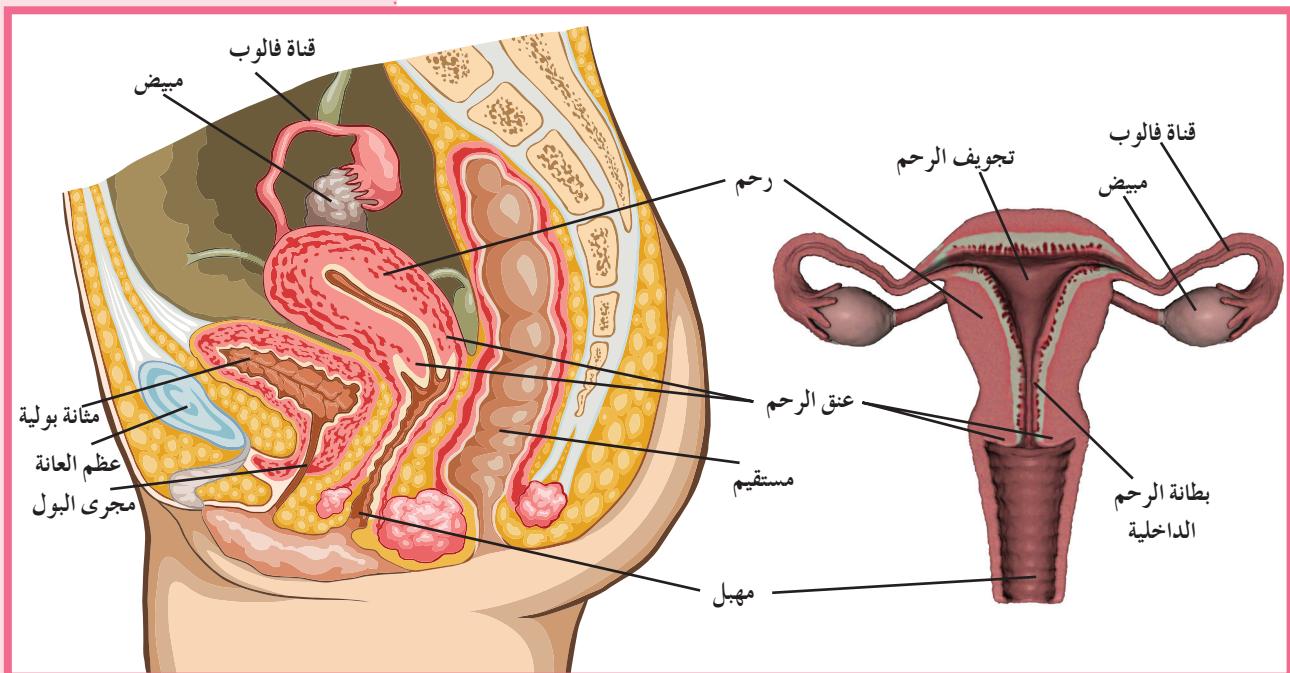


(شكل 63) مراحل تكون الحيوان المنوي انطلاقاً من طلائع المني . ما الأقسام الثلاثة لخلية الحيوان المنوي؟

### 3. الجهاز التناسلي الأنثوي

#### The Female Reproductive System

يوضح الشكل (64) التراكيب الرئيسية للجهاز التناسلي الأنثوي . يبدأ البلوغ لدى الإناث عندما يرسل تحت المهداد إشارات إلى الغدة النخامية لتفرز هرمون FSH و LH . يحث هرمون FSH الخلايا في المبيض على إفراز الإستروجين Estrogen ، وهو الهرمون الأنثوي الجنسي الذي يؤثر في الخلايا المستهدفة ليسبب ظهور الخصائص الجنسية الثانوية لدى الأنثى ، مثل نمو الجهاز التناسلي ، واتساع الأرداف ، ونمو الثديين . كما يهيئ جسم الأنثى لتغذية الجنين النامي وإنتاج البويلات . وعلى عكس الجهاز التناسلي الذكري الذي ينتج ملايين الحيوانات المنوية يومياً ، يتناوب المبيضان على إنتاج بويبة واحدة ناضجة كل شهر .



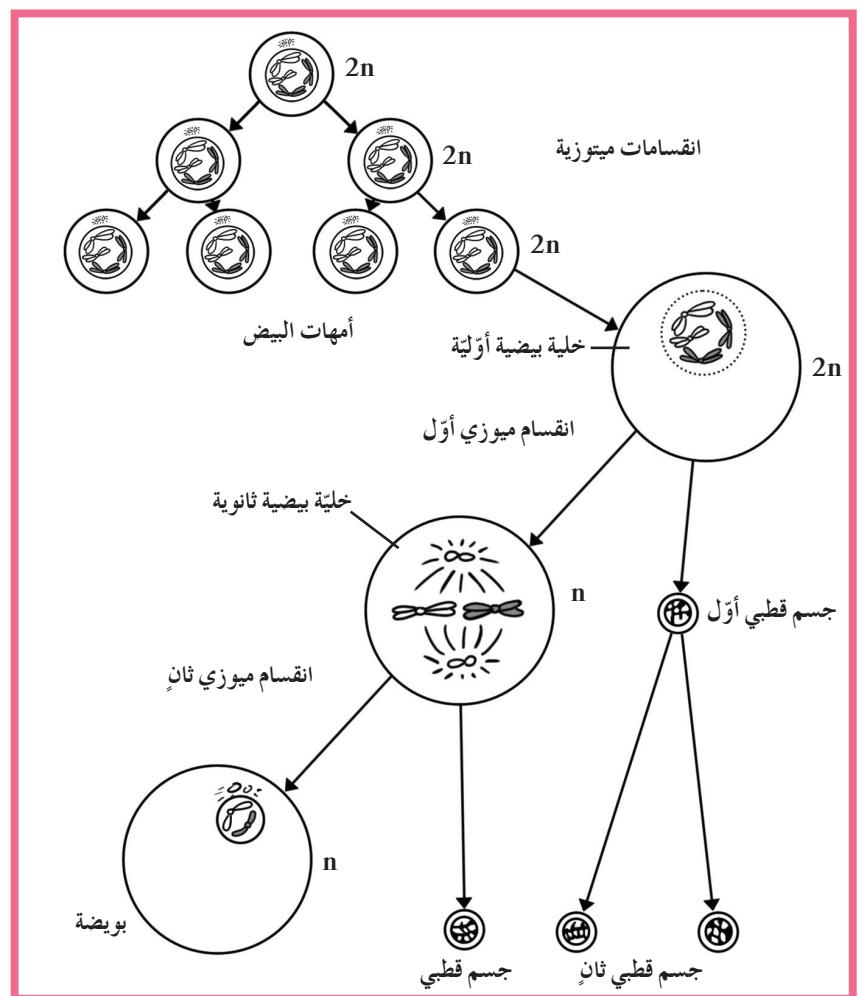
(شكل 64) التراكيب الأساسية للجهاز التناسلي الأنثوي هي المبيضان ، قناتا فالوب ، الرحم والمهبل .

#### 1.3 المبيضان وعملية تكوين البويلات

#### Ovaries and Oogenesis

المبيضان موجودان على طرف قناتي فالوب وليسوا متعلّقين بهما . هما بيضويان الشكل ومفلطحان بعض الشيء ، طولهما 3cm ، وعرضهما 2cm ، وتتراوح سماكتهما بين 1cm و 1.5cm و يظلان ثابتين في مكانهما بفضل طيات عديدة من الروابط . المبيضان Ovaries هما العضوين الأنثويين ولهمما وظيفتين هما إنضاج البويلات ، وإفراز هرمونين جنسين أنثويين هما الإستروجين (وبخاصة الإستراديلول الذي يُعد أحد نماذج هرمون الإستروجين النشط بيولوجيًّا ) ، والبروجستيرون . هذان الهرمونان مسؤولان عن التكاثر وظهور الخصائص الجنسية الأولى والثانوية .

تُسمى الخلايا الأم في عملية تكوين البوopiesات أمهات البيض، Oogonia وتحتوي على 44 كروموسوماً جسماً وクロموسومين جنسين XX. في خلال طور نمو الجنين، تنمو بضعة آلاف أمهات البيض لتصبح خلايا بيضية أولية في كل منها Primary Oocytes، يحمي كل منها جسم كروي الشكل يُسمى حويصلة أولية Primary Follicle. يموت عدد كبير من هذه الخلايا البيضية عند تكونها، ويُحْمَد الباقى في الطور التمهيدى الأول، الذى يستمر حتى سن المراهقة، و تستكمل فيه الخلايا تحولها الواحدة تلو الأخرى. قبل الإباضة، تنقسم الخلية البيضية الأولى انقساماً ميوزياً فتشكل خلية بيضية ثانوية (23 كروموسوماً Secondary Oocytes) وجسمًا قطبياً أولًا First Polar Body صغيراً. تحتوى كل خلية على 22 كروموسوماً جسماً وクロموسوم جنسى X وتُحَمَّد من جديد في الطور الاستوائي الثاني. تنقسم هذه الخلايا مرة جديدة في إحدى قناتي فالوب بعد الإباضة في حال الإخصاب. يتبع الجسمقطبي جسمين قطبيين آخرين، أما الخلية البيضية الثانية فتنتج جسمًا قطبياً وخلية أخرى أكبر حجماً تُسمى البويبة Ovum (شكل 65).

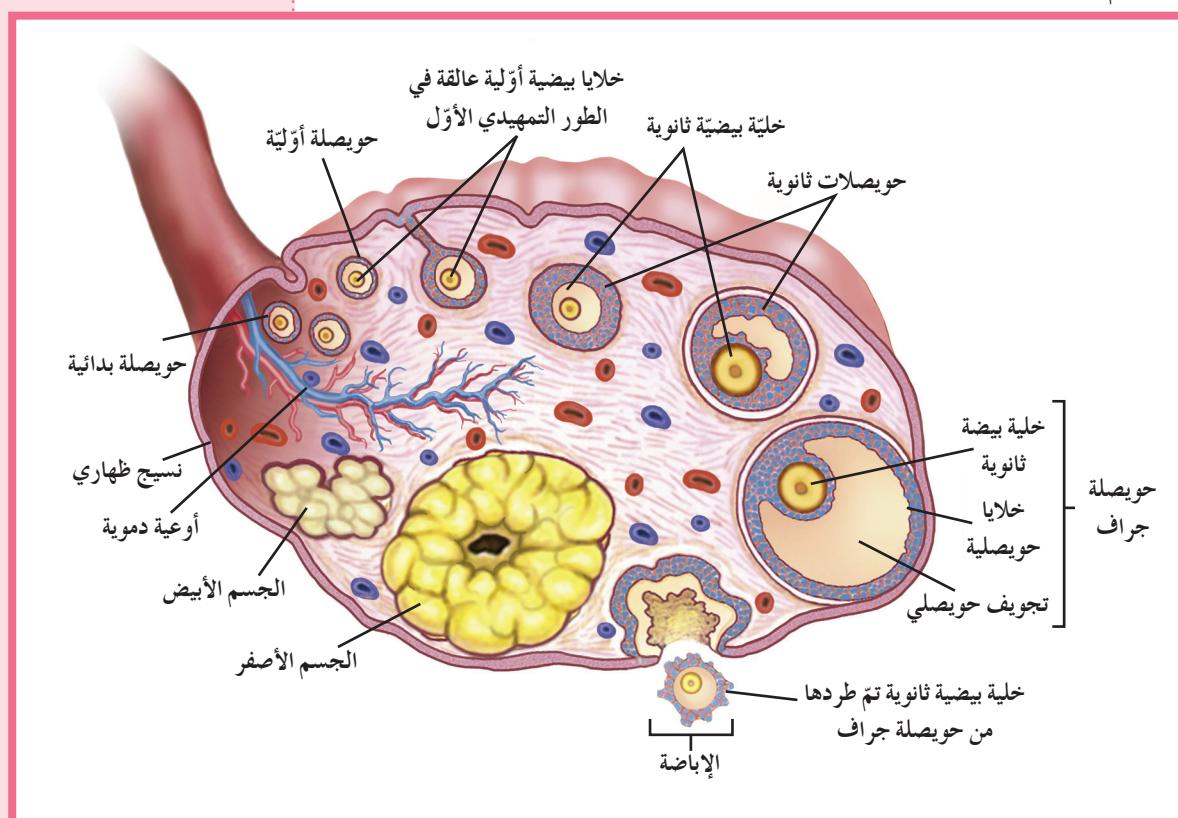


(شكل 65)  
تكوين البويبة من أمهات البيض.

عند المراهقة، تنضج حويصلة أولية وتحرر البويضة بالإباضة الشكل (66). البويضة خلية أكبر من الحيوان المنوي أو خلايا الجسم الأخرى. يحوي المبيضان، عند الولادة، ما بين 400 000 و500 000 حويصلة أولية، يحتوي كل منها على خلية بيضية واحدة أو بوبيضة غير ناضجة. يموت عدد كبير منها ويبقى ما بين 20 000 و30 000 عند سن البلوغ، ثم تتناقص إلى أن تختفي جميعها عندما تصبح المرأة في الخمسينيات من عمرها تقريباً.

يُطلق المبيضان خلال فترات الإخصاب لدى المرأة، ما بين 375 و450 بوبيضة.

تحتاج الحويصلة الأولية إلى فترة تتراوح بين 10 و14 يوماً كي تنضج وتُسمى حويصلة جراف Graafian Follicle. في الحالات الطبيعية، تنشق الحويصلة، وتخرج البوبيضة محاطة بخلايا حويصلية، ثم تنتقل بفعل حركة الأهداب الموجودة على طرف قناة فالوب الواسعة. تتم الإباضة قبل 14 يوماً من الحيض التالي، وتظل البوبيضة حية ما بين 12 و24 ساعة وأحياناً لمدة 48 ساعة، وإن لم تُنفَخ تموت وتخرج من الجسم وحويصلة جراف تتحول إلى الجسم الأصفر ومن ثم تصبح الجسم الأبيض.



(شكل 66)  
عملية تكوين البيضان

يلخص الجدولان (2) و (3) الفرق بين البويضة والحيوان المنوي وعملية تكوينهما.

عملية تكوين البوياضات	عملية تكوين الحيوانات المنوية
فور تكون الجنين	سن البلوغ
إنتاج دوري للأمشاج	إنتاج متواصل للأمشاج
توقف سريع لأداء الأعضاء التناسلية عند بلوغ مرحلة انقطاع الحِيَض	تراجع أداء الأعضاء التناسلية تدريجياً مع التقدّم في السن
إنتاج عدد محدود من البوياضات	إنتاج عديد كبير من الحيوانات المنوية

(جدول 2)

مقارنة بين عملية تكوين الحيوانات المنوية وعملية تكوين البوياضات.

الحيوان المنوي	البوياضة	الحجم
صغير	كبيرة	الحجم
طولي	دائيرية	الشكل
متحرك	ثابتة	الحركة

(جدول 3)

مقارنة بين الحيوان المنوي والبوياضة.

#### 4. دورة الحِيَض (الدورة الشهرية)

##### The Menstrual Cycle

بعد البلوغ، يسبب تفاعل الجهاز التناسلي والجهاز الهرموني لدى الإناث سلسلة معقدة من الأحداث المترابطة تُسمى دورة الحِيَض Menstrual Cycle ، وتستغرق الدورة نحو 28 يوماً، وتنظمها الهرمونات التي تضبط بالتجذية الراجعة، (أي أنّ نقص إفراز أيّ مادة أو زيادته يتربّب عليه تفعيل آلية تعمل على زيادة إفراز مادة أخرى أو كبحه). أثناء دورة الحِيَض، تنمو البوياضة وتنفذ من المبيض، ويُجهَّز الرحم لاستقبال البوياضة المخصبة. إذا خُصِّبَت البوياضة بعد الإباضة، تنغرس في بطانة الرحم وينبدأ النمو الجنيني. أمّا إذا لم تُخْصَب فتُطرَد إلى خارج الجسم مع بطانة الرحم.

تُقسَّم دورة الحِيَض إلى أربعة أطوار هي الطور الحويصلي، طور الإباضة، طور الجسم الأصفر والحيض.

## 1.4 الطور الحويصلي

مع إنتهاء دورة الحَيْض، ينخفض مستوى الإستروجين والبروجستيرون في الدم، لتبُداً دورَة حَيْض جديدة تدوم حوالي 28 يوماً. تبدأ الدورة بالطمث (يعتبر أول يوم من الطمث أول يوم من دورة الحَيْض، ويتزامن مع بدء الطور الحويصلي). يستجيب تحت المهداد لانخفاض نسبة هرمون الإستروجين في الدم بإنتاج هرمون محرّر GnRH، يحثّ الفصّ الأمامي للغدة النخامية على إفراز هرمون FSH، وهرمون LH بنسبة أقل. ينتقل هذان الهرمونان عبر الجهاز الدوري إلى المبيضين، حيث يحفزان نموّ الحويصلة ونضجها.

في أغلب الأحيان، لا تنموا حويصلة واحدة فحسب في خلال الدورة نفسها، إنّما تنموا حوالي 10 حويصلات. ولكن لا تنضج إلّا حويصلة واحدة منها لتُصبح حويصلة جراف، فيما تتحلل الحويصلات الأخرى. بنموّ الحويصلة، تتضخم الخلايا حول البويضة، وتبدأ بإنتاج الإستروجين بكثرة زائدة، فتصبح بطانة الرحم أكثر سماكة استعداداً لاستقبال بويضة مخصبة. يستغرق نموّ البويضة في هذه المرحلة من الدورة نحو 10 أيام.

وتجدر الإشارة إلى حدوث تغييرات دورية أخرى في المهبل، وعنق الرحم، وقناة فالوب من أجل تسهيل مرور الحيوانات المنوية والإخصاب، وتتغير درجة حرارة جسم الأنثى.

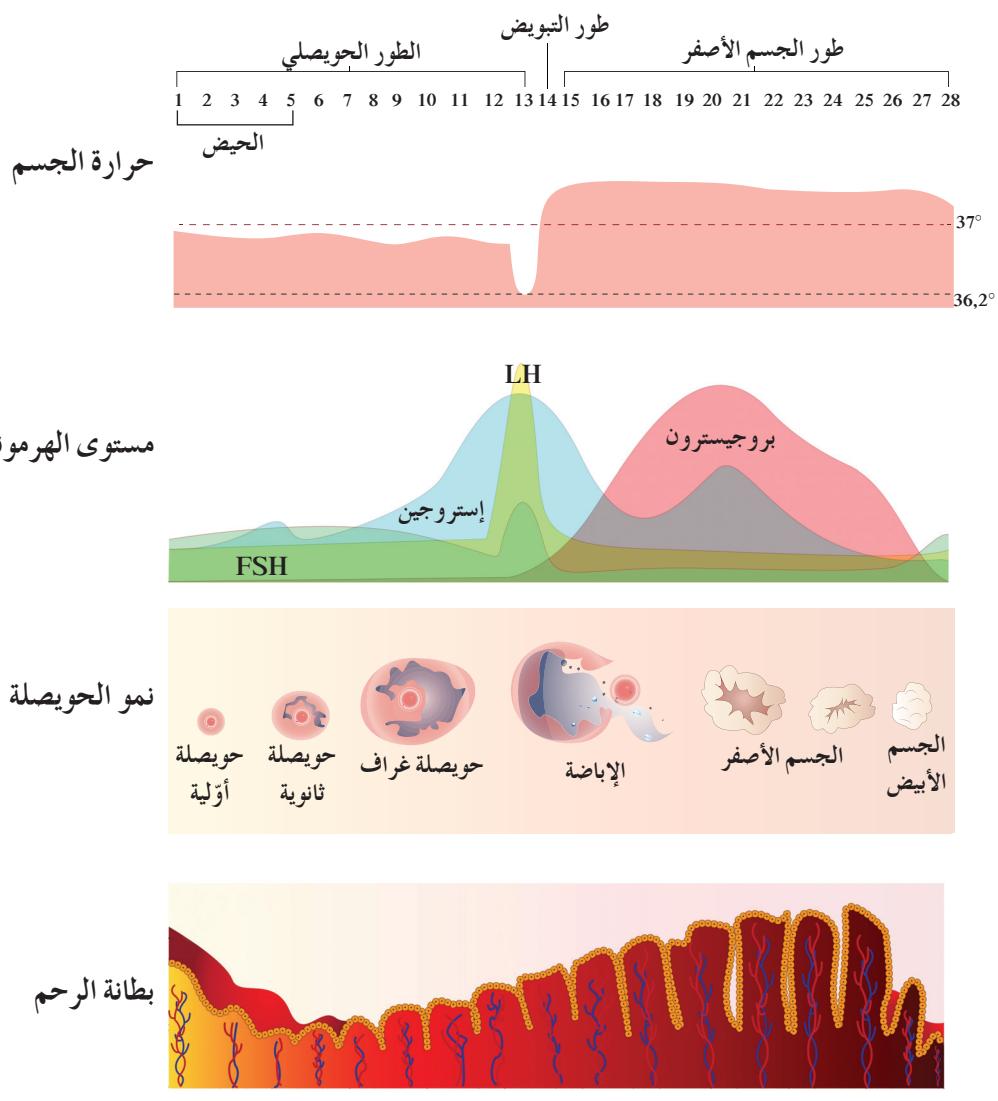
## Ovulation

## 2.4 طور الإباضة

يُعَدّ هذا الطور أقصر أطوار الدورة، وهو يحدث في منتصف الدورة ويستمرّ ثلاثة أو أربعة أيام. في نهاية الطور الحويصلي، يزداد إنتاج الإستروجين بشكل كبير، ما يسبّب وصول تغذية راجعة إيجابية إلى محور تحت المهداد – الغدة النخامية – فيزيد تحت المهداد إفرازه GnRH. يحفّز GnRH الغدة النخامية على إفراز كمية كبيرة من هرمون LH بشكل فجائي، ولوقت وجيزة، فضلاً عن ارتفاع كمية هرمون FSH، ولكن بنسبة أقل. لإفراز هرمون LH تأثير قوي في الحويصلة، إذ تتمزّق وتُقذف البويضة الناضجة إلى إحدى قناتي فالوب.

قبل الإباضة تنخفض درجة حرارة الجسم إلى حوالي  $36.2^{\circ}\text{C}$ ، وترتفع بعدها بدرجة ملحوظة لتصل إلى حوالي  $37.2^{\circ}\text{C}$  وتبقي مرتفعة إلى أن تبدأ الدورة الثانية (شكل 67).

## مخطط الدورة الشهرية (دورة الحِيْض)



(شكل 67)

لاحظ تغير حرارة الجسم ومستوى الهرمونات في الدم، ونمط الحويصلة، وتغير سماكة بطانة الرحم في خلال دورة الحِيْض .

### Luteal Phase

### 3.4 طور الجسم الأصفر

بعد الإباضة تتحوّل الحويصلة إلى جسم أصفر وتستمر في إفراز هرمون الإستروجين وتبدأ بإفراز هرمون البروجيسترول لتحضير الرحم للحمل. في خلال اليومين الأوّلين من طور الجسم الأصفر، بعد الإباضة مباشرةً، تصبح فرص إخصاب البويضة أكبر، وغالباً ما يحدث الإخصاب عند الإباضة بعد 10 إلى 14 يوماً من استكمال دورة الحِيْض السابقة .

تبدأ البوياضة بالإنقسام إذا أخصبها حيوان منوي . وبعد عدّة انقسامات ، تتكون كرّة من الخلايا تغرس نفسها في بطانة الرحم . وبعد أيام قليلة من الانغرس ، تفرز المشيمة هرمونات تحافظ على استمرار أداء الجسم الأصفر وظائفه لعدّة أسابيع . يسمح ذلك لبطانة الرحم بحماية الجنين النامي وبغذيته . وفي حال لم يتم الإخصاب يتحلل الجسم الأصفر تدريجيًّا في الأيام المقبلة .

## Menstruation

### 4.4 الحَيْضُ (الطمث)

ماذا يحدث إذا لم تُخَصِّب البوياضة؟

بعد يومين أو ثلاثة من طور الإباضة ، تمرّ البوياضة عبر الرحم من دون أن تنغرس ، ويبدأ الجسم الأصفر بالتفتّت . ويضعف تدريجيًّا إفراز الحويصلة التي تمزّقت للإستروجين والبروجستيرون . ونتيجة لذلك ، ينخفض مستوى هذين الهرمونين في الدم .

عندما ينخفض مستوى الإستروجين عن مستوى معين ، تبدأ بطانة الرحم بالانفصال عن جدار الرحم ، ويُطرد معها الدم والبوياضة غير المخصبة من خلال المهبل . يُسمى هذا الطور من الدورة الحَيْض أو الطمث Menstruation ويستمر ما بين ثلاثة وسبعة أيام . يُعتبر أول يوم من الحَيْض بداية دورة جديدة . يعود التزيف المرافق للحَيْض إلى انسلاخ الطبقة السطحية من بطانة الرحم ، ما يمزق الأوعية الدموية تحتها ويسبّب التزيف .

بعد انتهاء الحَيْض بأيام قليلة ، ينخفض معدل الإستروجين في الدم ، مرّة أخرى ، بدرجة كافية لحتّ تحت المهد على إنتاج وإفراز هرمون مُحرّر GnRH مجددًا فتبدأ الغدة النخامية بإفراز هرموني FSH و LH (تغذية راجعة سالبة) ، لإكمال دورة الحَيْض الجديدة .

## مراجعة الدرس 4-2

1. أذكر وظائف الجهازين التناسليين الذكري والأثني لدى الإنسان .
2. ماذا يحدث في خلال كلّ من أطوار دورة الحَيْض الأربع؟
3. ما الهرمون الذي يُفرز بأعلى معدل في خلال طور الإباضة؟
4. التفكير الناقد: حدد وظيفة التستوستيرون والبروجستيرون .
5. ما المقصود بالبلوغ؟ وما الذي يحفّزه؟
6. لماذا تحتوي الحيوانات المنوية على عدّة ميتوكوندريا؟

**الأهداف العامة**

- \* يصف عملية الإخصاب والانغراس الجنيني .
- \* يصف خطوات نمو جنين الإنسان .
- \* يشرح عملية الولادة .
- \* يصف مراحل نمو جنين الإنسان .



(شكل 68)

**فقرة اثرائية****علم الأحياء في حياتنا اليومية**

أمر غريب ، أنتما لا تبدوان توأميين . ثمة نوعان من التوائم البشرية هما التوائم المتماثلة التي تنشأ من بويضة واحدة مخصبة وتحمل جينات وراثية متماثلة ، والتوائم المتاحية التي تنشأ من بويضتين مختلفتين مخصوصتين في الوقت نفسه بحيوانين متويين ، لكلٍّ منها خصائص وراثية معينة .

قد تحتوي قطرة من السائل المنوي لدى الإنسان على ملايين من الحيوانات المنوية يموت أغلبها في السباق باتجاه البويضة . تعيش عدة حيوانات منوية لتشتت على سطح البويضة ، كما يبيّن الشكل (68) . بمجرد أن يخترق حيوان منوي واحد غطاء البويضة ، تقوم هذه الأخيرة بإفراز مادة تمنع الحيوانات المنوية الأخرى من الدخول إليها .

**Fertilization****1. الإخصاب**

عندما تتوارد الحيوانات المنوية في جهاز الأنثى ، وتحديداً في قناة فالوب تُخسب البويضة الناضجة . لذلك ، تنطلق أثناء عملية القذف مئات الملايين من الحيوانات المنوية بنشاط عبر الرحم إلى داخل قناة فالوب إلا أن 8% منها فقط يصل إلى أعلى منطقة في قناة فالوب . عندئذٍ إذا وُجدت بويضة في إحدى قناتي فالوب ، تكون فرصة إخصابها بحيوان منوي كبيرة . تُحاط البويضة بطبقة سميكه واقية تحتوي على موقع ارتباط يمكن أن تتشبّت بها الحيوانات المنوية .

وعندما يرتبط أحدها بالبويضة كما في الشكل (69)، يتمزق الكيس الموجود في رأس الحيوان المنوي، وتفرز إنزيمات قوية تحطم الطبقة الواقية للبويضة. ما إن يدخل الحيوان المنوي البويضة، تتمزق الأغشية المحيطة بنواتي الحيوان المنوي والبويضة، وتتحدث النواتان مع بعضهما أي تندمج نواة الحيوان المنوي بنواة البويضة، وتُعرَف هذه العملية بالإخصاب . Fertilization



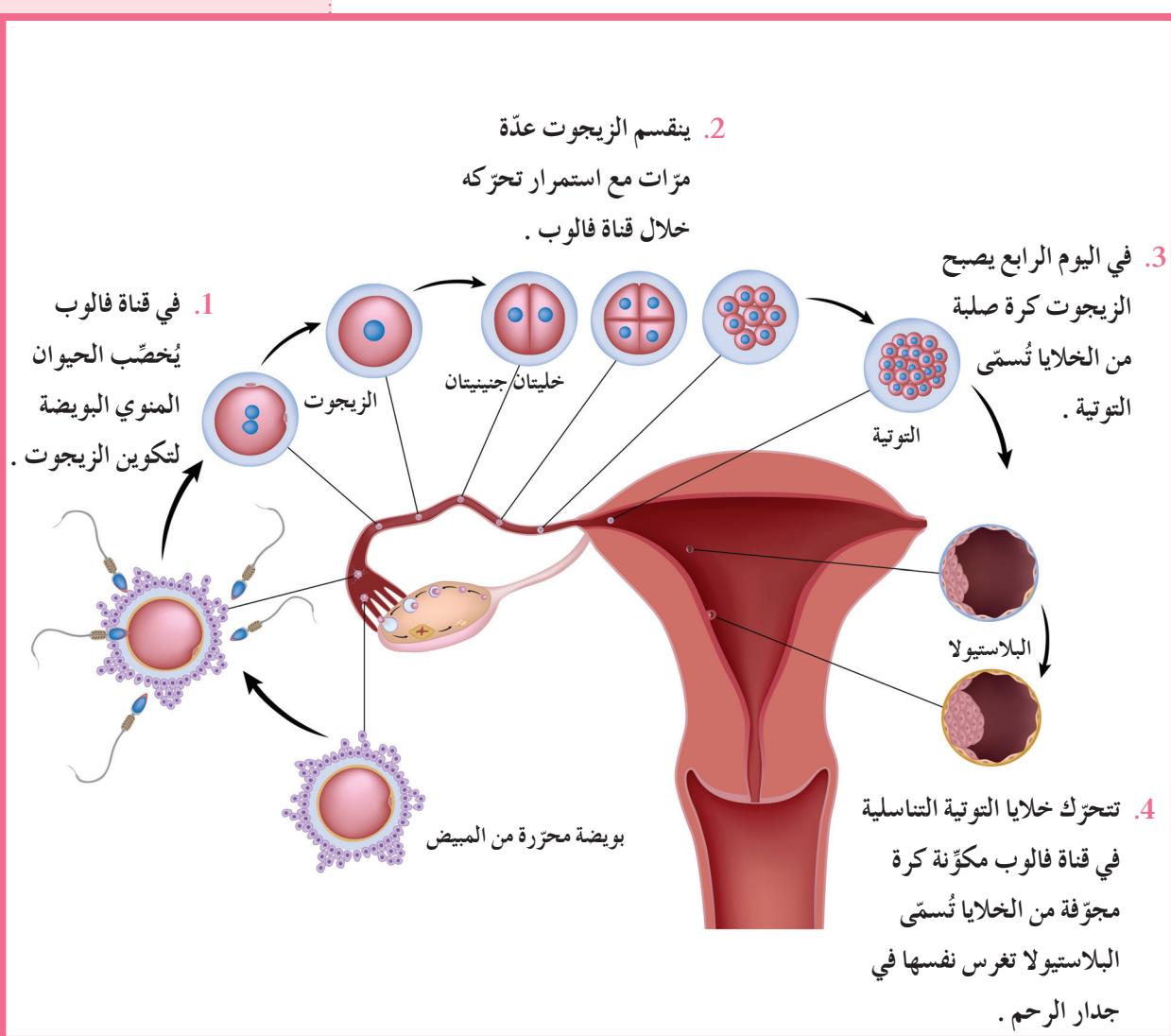
(شكل 70)

إذا دخلت نواة الحيوان المنوي البويضة، يتغير غشاء البويضة، ليمنع أي حيوان مني آخر من الدخول.

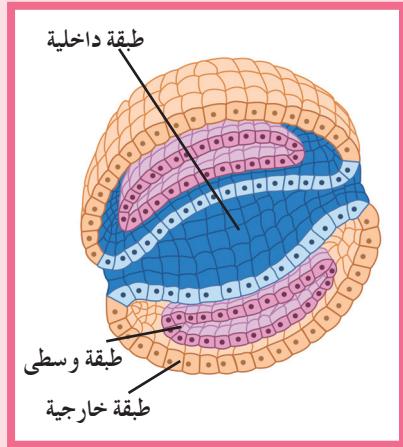
## Embryonic Implantation

## الانغراس الجنيني

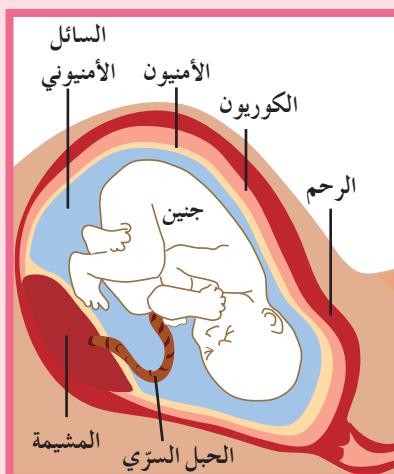
تنقسم البويضة المخصبة التي تُسمى الزيجوت Zygote لتنتج خلتين جنينيتين. تنقسم هاتان الخليتان عدّة مرات لتكونين كرة من الخلايا تُسمى التوتية Morula التي تنمو لنصبح كرة مجوفة من الخلايا تُعرف بالblastocyst التي تلتزم بجدار الرحم في عملية تُسمى الانغراس Implantation (شكل 70). إذا لم تنجح عملية الانغراس، تتحطم البلاستيولا، في خلال دورة الحيض التالية، ولا يحدث حمل.



(شكل 70)  
المراحل من الإخصاب إلى الانغراس



(شكل 71)  
مقطع عرضي للجاسترولا تتكون من ثلاث طبقات من الخلايا .



(شكل 72)  
نماء الجنين داخل الرحم

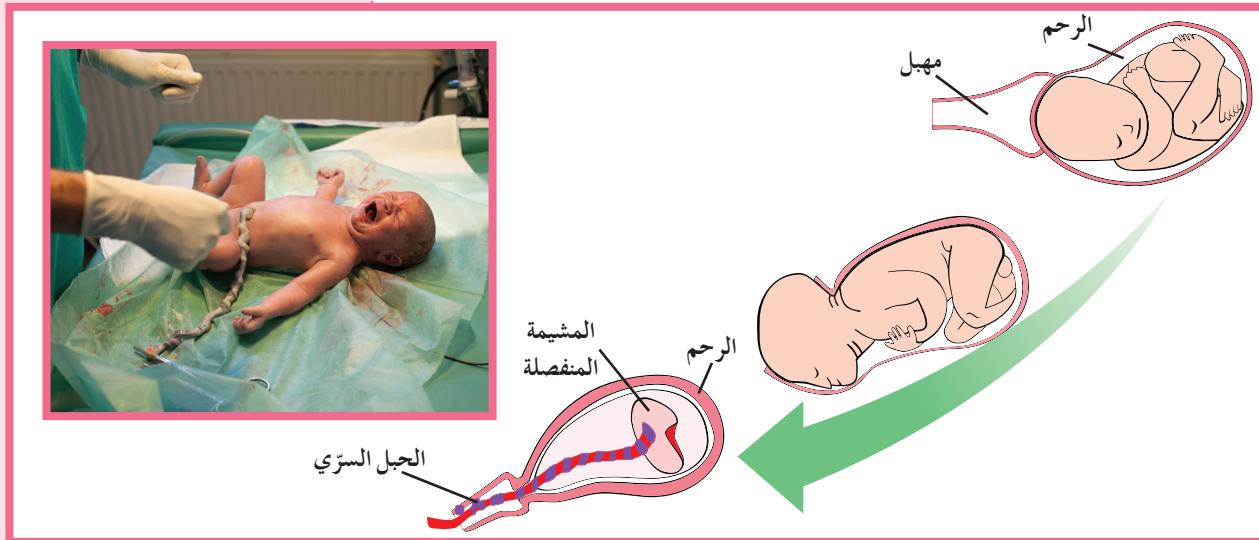
إذا نجحت عملية الانغراس ، تنمو البلاستيولا لتصبح تركيباً يُسمى **الجاسترولا Gastrula** ، وهي تتكون من ثلاث طبقات من الخلايا وهي طبقة خارجية ، وسطى وداخلية (شكل 71) .

تُسمى هذه الطبقات **طبقات جرثومية Germinal Layers** لأنّها تنمو وتتطور في ما بعد إلى أنسجة الجسم وأعضائه كافة . تنمو الطبقة الجرثومية الخارجية لتصبح لاحقاً الجهاز العصبي والجلد والعظام تكوّن الطبقة الوسطى الجهاز التناسلي والكليتين والعضلات والعظام والقلب والدم والأوعية الدموية . أمّا الطبقة الداخلية فتكوّن الرئتين والكبد وبطانة أعضاء الجهاز الهضمي وبعض الغدد الصماء . بعد تطور الطبقات الجرثومية ، يتكون الجنين ، ويكون محاطاً بغشاءين خارجيين مدعّمين هما **الأمبيون Amnion** والكوريون Chorion . يكوّن الكوريون مع بعض خلايا بطانة رحم الأم المشيمة Placenta ، وهي عضو يتم من خلاله تبادل المغذيات والأكسجين والفضلات بين الأم والجنين النامي . يربط الجنين بالأم بواسطة الحبل السري Umbilical Cord ، وهو أنبوبة تحتوي أوعية دموية من الجنين . ينمو الأمبيون إلى كيس أمنيوبي يحتوي على سائل أمنيوبي Amniotic Fluid يؤدي دور وسادة واقية حول الجنين النامي (شكل 72) .

### Fetal Development

### 3. نماء الجنين

تبدأ معظم ملامح الإنسان بالظهور لدى الجنين ، بعد مرور ثلاثة أشهر تقريباً على نموه . ويستمر نموه السريع من الشهر الرابع حتى الولادة . بعد تسعه أشهر من النمو ، تفرز الغدة التخامية لدى الأم كمية من هرمون الأوكسيتوسين تحفز بدء عملية الولادة أو المخاض Labor . ينقبض الرحم ، في خلال المخاض بقوّة وبإيقاع ، فينشق الكيس الأمنيوبي ويخرج ما فيه من سائل ، ثم يتّسّع عنق الرحم ليسمح للجنين بالمرور خلاله . تصبح الانقباضات أقوى وأكثر توافراً إلى حين ولادة الطفل . بعد الولادة ، يبدأ الطفل بالتنفس بنفسه ، ويقطع الحبل السري (شكل 73) ، ويستمر انقباض الرحم نحو 15 دقيقة لطرد المشيمة ، وتُسمى هذه المرحلة مرحلة ما بعد الولادة .



(شكل 73)

#### ولادة الإنسان

في خلال الولادة الطبيعية، يخرج رأس الطفل أولاً خلال المهبل بفعل انقباض عضلات الرحم التي تدفعه إلى الخارج.

## 4. الإجهاض

يُعرف الإجهاض بأنه إيقاف عملية تكون الجنين قبل أوانها. قد يكون الإجهاض تلقائياً (الإجهاض العفوبي)، أو متعمداً إذا نزع الجنين عمداً من الرحم بسبب مشكلة صحية (الإجهاض العلاجي).

## فقرة إثرائية

### العلم والمجتمع والتكنولوجيا

#### صحة الجنين

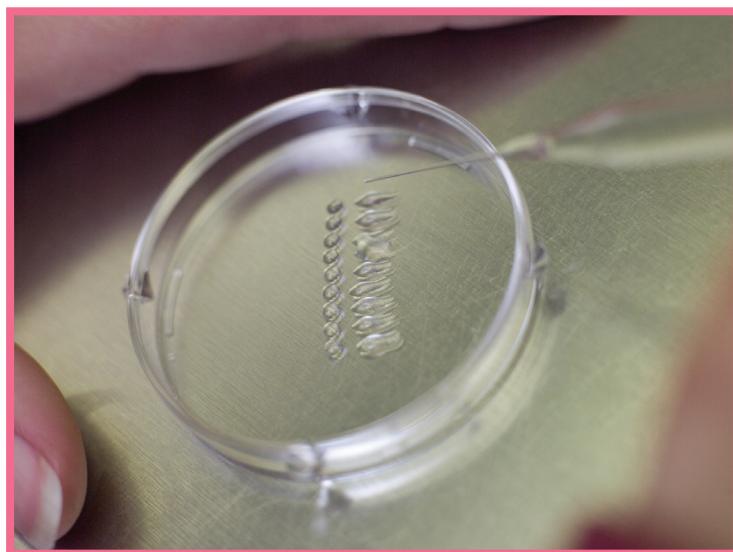
تمكّن الأطباء، بفضل التقدّم العلمي والتكنولوجي، من استخدام أدوات تشخيص مختلفة لمتابعة نموّ الأجنة . تُوجّه ، على سبيل المثال ، الموجات فوق الصوتية إلى رحم امرأة حامل لتكوين صورة للجنين . وتسمح هذه التقنية للأطباء بمراقبة نموّ الجنين وتطوره . كما يمكن تحرّي إصابة الجنين بأمراض وراثية خطيرة بإجراء بزل للسائل الأمنيوني ، Amniocentesis ، وهو عبارة عن سحب عيّنة من السائل الأمنيوني وذلك من خلال إدخال حقنة طويلة حتى الأمنيون لسحب هذه العيّنة . ثُمّ تتمّ تنمية الخلايا الجنينية الموجودة في السائل في المختبر لما بين أسبوعين وأربعة أسابيع . ثُلّ حلّ هذه الخلايا لتحديد ما إذا كان لدى الجنين أنماط كروموسومية غير طبيعية أو اضطرابات وراثية . غالباً ما يُجري هذا الاختبار في الأسبوع السادس عشر من الحمل . ثمة تقنية متقدّرة أخرى تُستخدم للهدف نفسه ، وهي اختبار عيّنات الحمل المشيمي Chorionic Villus Sampling . تقتضي هذه التقنية سحب عيّنة صغيرة من النسيج الكوريوبي من المشيمة وتحليله للبحث عن التشوهات الكروموسومية . ويمكن استعمالها في وقت مبكر من الحمل مقارنة مع عملية بزل السائل الأمنيوسي ، كما يمكن الحصول على النتائج في خلال ساعات قليلة . قد تعرّض هاتان التقنيّتان الجنين لبعض المخاطر . ولكنهما، بمساعدة مستشار علم الوراثة وموافقة الأهل ، ثُعتبران فرصته لاكتشاف أي خلل وراثي ومعالجته في وقت مبكر .

## مراجعة الدرس 2-5

1. صِف ما يحدث أثناء الانغراس الجنيني .
2. ما هو الهرمون الذي تفرزه الغدّة النخامية أثناء الولادة؟ وما هو دوره؟
3. التفكير الناقد: لا يتحرّك أحياناً الزيجوت نحو الرحم ، ويظلّ ملتصقاً بجدار قناة فالوب . لماذا يُعتبر ذلك الوضع خطراً على الأم؟

**الأهداف العامة**

- \* يصف اضطرابات الجهاز التناسلي .
- \* يميز بين الالتهابات المنقوله جنسياً .



(شكل 74)

في تقنية الإخصاب خارج الجسم، يتم نقل بويضات وحيوانات منوية سليمة من زوجين يعانيان العقم، ويتحدد الحيوان المنوي مع البو胥ة في المختبر (شكل 74). ثم يُعرَس الجنين المؤلّف من ثمانية خلايا ناتجة من الإخصاب المخبري (المعملي)، في رحم المرأة. وتنجح هذه العملية بنسبة 20%.

**1. اضطرابات الجهاز التناسلي****Reproductive System Disorders**

يجب أن يكون جهاز الإنسان التناسلي سليماً، حتى يؤدي عمله بصورة صحيحة. ولكنه، لسوء الحظ، معرض لأضطرابات مختلفة. ينجم عن بعض منها العقم أو عدم القدرة على الإنجاب، وقد تسبب في حدوث مشاكل الحمل، أو المرض أو حتى الموت.

## Male Sterility

### (أ) العقم عند الرجال



(شكل 75)

ما الفرق الذي يمكن أن تلاحظه بين خلية منوية سليمة (أ) وخلية منوية فيها عيوب (ب)؟

- \* إنتاج عدد قليل من الحيوانات المنوية.
- \* إنتاج حيوانات منوية ناقصة النمو أو تشوبها عيوب وتعجز عن الحركة داخل قناة فالوب (شكل 75).

\* تصخّم غدة البروستاتا الموجودة بالقرب من قاعدة القضيب مع تقدّم السن، ما قد يسبّب إغلاق مجرى البول فيتعدّر خروجه.

\* قد تصاب غدة البروستاتا أيضاً بمرض سرطان البروستاتا الذي يعد مشكلة خطيرة قد تسبّب الموت إذا لم تشخّص و تعالج فوراً. يمكن تفادي ذلك بفحص البروستاتا بانتظام.

## Female Sterility

### (ب) العقم عند الإناث

من أسباب العقم عند الإناث:

\* اختلال التوازن الهرموني الذي قد يعيق الإباضة.

\* ظهور ندبات في قناتي فالوب قد تعيق دخول البوياضة إلى الرحم. وقد تظهر هذه الندبات نتيجة التهابات الحوض أو نتيجة مرض يسمى داء البطانة الرحمية Endometriosis، وهو حالة مرضية غير سرطانية تتميّز

بوجود أجزاء من البطانة الرحمية خارج الرحم مثل قنات فالوب، المبيض، المثانة أو الحوض حيث تنتفع هذه الأنسجة أثناء الدورة الشهرية مسببة أوجاعاً في البطن.

\* الحمل خارج الرحم Ectopic Pregnancy وهو انغراس بوياضة مخصبة في قنات فالوب بدلاً من الرحم. تمرّ المرأة في هذه الحالة بالتغييرات المصاحبة عادة للحمل الطبيعي، ولكنها تعاني آلاماً في البطن. عندما تنموا البوياضة، تتمزّق قنات فالوب مسببة نزيفاً داخلياً حاداً. يُعتبر الحمل خارج الرحم طارئاً طبياً يتطلّب جراحة فورية.

\* سرطان الأعضاء التناسلية ومنها سرطان عنق الرحم، المبيض والثدي. لذلك، يجب أن تجري المرأة اختباراً سنويّاً للكشف عن عنق الرحم، كما يجب إجراء فحص ذاتي للثدي مرّة كلّ شهر لاكتشاف أيّ نتوءات أو كتل قد تكون أوراماً سرطانية. إلى ذلك، من الضروري الخضوع لفحص طبيب متخصص في حال ملاحظة أيّ نزيف بين فترتي دورة الحيض أو أيّ آلام بطنية غير طبيعية أو كتل في البطن للكشف عن سرطان المبيض خصوصاً إذا كان مرضًا وراثياً.

## ٢. الالتهابات المنقوله جنسياً

### Sexually Transmitted Infections

الالتهابات المنقوله جنسياً هي التهابات تنتقل في خلال العلاقات الجنسية المختلفة، وتنتقل أيضاً بالدم.

تُستخدم عبارة «الالتهابات المنقوله جنسياً» بدلاً من «الأمراض المنقوله

جنسياً). نظراً إلى أنَّ كلمة «التهاب» أنسِب لأنَّ بعض الالتهابات لا عوارض لها، ما يزيد فرص انتقالها من شخص إلى آخر من دون إدراك وجودها. أمَّا الأمراض، فجميعها تظهر عوارض.

معظم هذه الالتهابات سهلة المعالجة، ولكنَّ إهمالها قد يؤدِّي إلى مضاعفات خطيرة، كمشاكل القلب، التهاب السحايا، التهاب الكبد، الشلل، العقم وحتى الأمراض العقلية. يوضح الجدول (4) بعضَ من هذه الالتهابات المنقوله جنسياً.

تُعتبر التوعية الجنسية أفضل وسيلة لحماية الإنسان من مختلف الالتهابات المنقوله جنسياً. أضف إليها الاعتناء بالنظافة الشخصية أي غسل الأعضاء التناسلية، بعد العلاقة الجنسية والتبول، للتخلص من مختلف الجراثيم والفيروسات والأوليات.

نوع الالتهاب	الاسم	العارض	طرق انتقال العدوى	كيفية التشخيص
الالتهابات الفيروسية	فيروس (الإيدز) العوز المناعي البشري المكتسب الإنفلونزا	لا عوارض له في معظم الأحيان، وأحياناً له عوارض تشبه عوارض الإنفلونزا	في خلال اللقاء الجنسي ، وعبر الدم، ومن الألم إلى الجنين (فترة الحمل)، وعبر استعمال الإبر بعد شخص مصاب	أخذ عينة من الدم
الالتهابات البكتيرية (الجرثومية)	السيلان	سيلان القيح من القصيب ، شعور بحرقة عند التبول ، إفرازات مهبليّة غير طبيعية	في خلال اللقاء الجنسي	مسحة للعضو التناسلي المصاب بالالتهاب أو المهبلي
الزهري		جرح أو قرح صغير على الأعضاء التناسلية، والشرج ، والفم والجلد	تلامس الأغشية المخاطية في خلال اللقاء الجنسي أو لمس الجرح مباشرةً	أخذ عينة من الدم

(جدول 4)

يطرح الجدول طرق انتقال الالتهابات المنقوله جنسياً وعوارضها وكيفية تشخيصها.

## مراجعة الدرس 6-2

- .1. صف ثلاثة اضطرابات تؤثُّر في جهاز الإنسان التناسلي .
- .2. ما الالتهابات المنقوله جنسياً التي تسبّبها البكتيريا؟ وما هي تلك التي تسبّبها الفيروسات؟
- .3. التفكير الناقد: لماذا تُعتبر المحافظة على صحة جهازك التناسلي مهمّة؟

## جهاز المناعة لدى الإنسان Human Immune System

### دروس الفصل

#### الدرس الأول

\* الجهاز المناعي

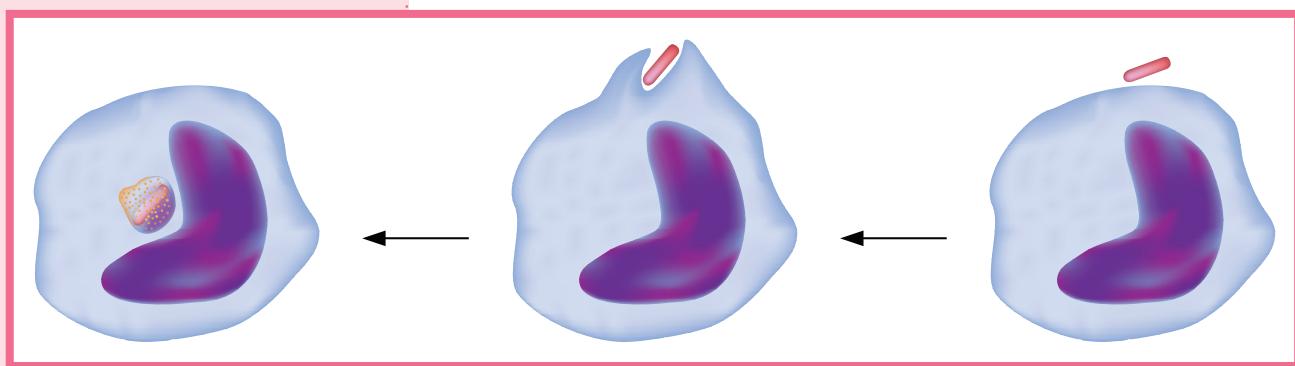
#### الدرس الثاني

\* أنشطة الجهاز المناعي التكيفي  
(المتخصص)

#### الدرس الثالث

\* صحة الجهاز المناعي

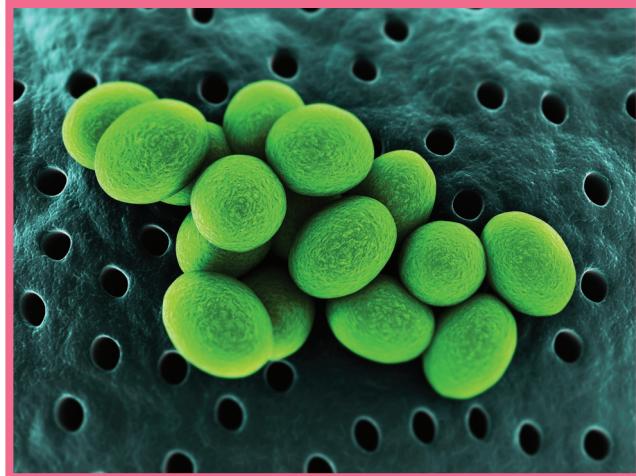
قد لا تدرِّي ولا تشعر بأنَّ جسمك مسرح لمعارك لا تنتهي ، تجعله حصناً منيعاً ضدَّ الكائنات الدقيقة التي تحاول غزوه ، والتَّي قد تنجح في تخطي خطوطه المناعية المتنوّعة . فالبَيْئة التي تعيش فيها تزخر بكميات هائلة من الجراثيم والفيروسات والفطريات والسموم بالإضافة إلى موادٍ أخرى ، يسبِّب بعضها أمراضاً قد تودي بحياة الإنسان وغيره من الكائنات . يتولّى إدارة تلك المعارك الهدافَة إلى الدفاع عن سلامة الجسم وصحته جهاز متَّكِّمٌ خاصٌ يُعرَف بالجهاز المناعي . يقاوم هذا الجهاز المناعي الأمراض بواسطة خلايا متخصصة ، وموادٍ بروتينية مضادةٍ تقضي على الكثير من الجراثيم والمواد الغريبة التي تنجح في غزو الجسم . فجسمك يحرّك جيشاً من الخلايا تبحث عن الكائنات الممرضة التي دخلت إليه ، وتعرّفها ، وتقاتلها وتذكّرها في حال صادفتها مَرَّة ثانية .



توضِّح الصورة أعلاه أحد مكونات الجهاز المناعي ، وهو نوع من الخلايا الدموية البيضاء تُعرف بالخلايا الملتهمة أو البلعمية الكبيرة التي تلتّهم أحد الكائنات الطفيليَّة .

## الأهداف العامة

- \* يشرح الخصائص المميزة للكائن الممرض.
- \* يصف مكونات الجهاز المناعي.
- \* يشرح الجهاز المناعي الفطري (غير المتخصص)



(شكل 76)

هناك نوع من أنواع البكتيريا (شكل 76) له دور مهم في المناعة الطبيعية، بحيث يعمل على هضم الإفرازات الدهنية المتكونة على سطح الجلد إلى أحماض تبطئ العديد من مسببات الأمراض.

### 1. الكائنات الممرضة والمرض Pathogens and Disease

المرض المعدى Infectious Disease هو أي مرض أو خلل ، ينتقل من شخص إلى آخر ، وتسبّبه بعض الكائنات الحية أو الفيروسات التي تدخل جسم الإنسان العائلي وتتكاثر في داخله ، مثل نزلات البرد (الزكام) ، والالتهاب الرئوي ، والإنسفلونزا ، والتي يكون الجهاز المناعي مسؤولاً عن مقاومتها . ولا تُعدّ الأمراض أو الاختلالات كلّها أمراضاً معدية فالمرض الذي تسبّبه لدغة أحد الثعابين ، على سبيل المثال ، ليس مرضًا معدياً .

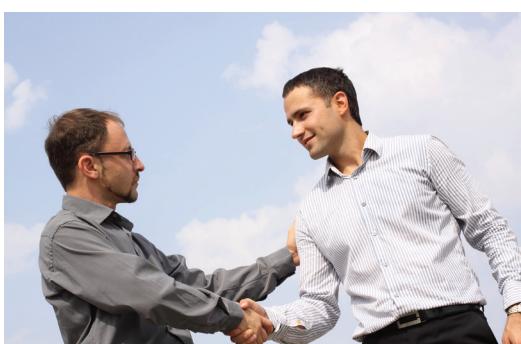
الكائن الذي يسبب الإصابة بمرضٍ معديٍ يُسمى كائناً ممضاً Pathogen مثل الفيروسات والبكتيريا وغيرها.

تختلف طريقة عمل كل كائن ممراض في الإصابة بالمرض. مثلاً، تسبب إحدى البكتيريا مرض الكزار Tetanus من خلال إفرازها مادة سامة. أمّا الفيروسات فستستخدم خلايا الجسم السليمة لتكاثر فيها ثم تحطّمها مسببة بذلك مرض معديٍ.

في العام 1876، استخدم العالم روبرت كوخ Robert Koch أربع خطوات تجريبية ليُبين أنّ الجمرة الخبيثة، وهي مرض مميت يصيب الماشية، تسبّبها جرثومة معينة. أطلق على تلك الخطوات الأربع اسم فرضيات كوخ Koch's Postulates، وما زالت تُستخدم لدراسة أسباب الإصابة بالأمراض المعدية وتحديدّها.

## 2. انتقال المرض The Transmission of Disease

تختلف الكائنات الممراضة المسببة للأمراض المعدية، ولكن تجمعها طريقة انتقال العدوى. ثمة طرق تنتقل فيها معظم الأمراض المعدية وهي الاتصال المباشر أو غير المباشر بالشخص المريض، تناول طعام أو ماء ملوث، وعضة أو لسعة حيوانات أو حشرات مصابة (شكل 77).



(شكل 77)  
يمكن أن تنتقل الأمراض المعدية بطريق متعددة.  
ما الطرق الثلاث لانتقال المرض الموصوف في  
الصور التالية؟

الاتصال المباشر: غالباً ما تنتشر الأمراض المعدية عن طريق اللمس أو الاحتكاك المباشر، فالشخص السليم قد يُصاب مثلاً بنزلات البرد عن طريق مصافحة المريض أو عن طريق الاتصال الجنسي بشخص مصاب بمرض، مثل الزهري والسيلان والإيدز وهي لذلك تُسمى الالتهابات المنقوله جنسياً.

الاتصال غير المباشر: تنتشر معظم الأمراض المعدية عن طريق الاتصال غير المباشر بشخص مريض، وهو يتطلّب وجود حامل أو ناقل للકائن الممراض. ذكر من بين الناقلات الهواء، فعندما تعطس، على سبيل المثال، يطلق جهازك التنفسّي الرذاذ الذي يحتوي على الكائن الممراض في الهواء.

تناول الماء أو الطعام الملوث: تنتشر بعض الأمراض المعدية عن طريق الماء أو الطعام الملوث. ويعود انتشار الأمراض عن طريق الماء مشكلة خطيرة في مناطق العالم التي تفتقر إلى أجهزة (أو أنظمة) تطبيق القوانين الصحية، ولا تتم فيها معالجة الصرف الصحي. ومن الأمراض الشائعة التي تنتشر عن طريق الماء الملوث مرض الزحار (الدوستاريا الأمبية). وانتشار الكائنات الممرضة في الطعام يسبب التسمم الغذائي. فبكتيريا السلمونيلا مثلاً تنمو وتتكاثر في عدة مواد غذائية مثل البيض والدجاج. ومن شأن تناول الطعام النيء أو غير المطهور جيداً، والمحتوى على السلمونيلا أن يسبب الإصابة بالتسمم الغذائي الذي من أعراضه القيء وتقلصات المعدة والحمى.

عُضَّات أو لسعات الحيوانات أو الحشرات: تُعدُّ الحيوانات ، والحشرات على وجه الخصوص ، ناقلات لكثير من الأمراض المعدية . فالبراغيث تنقل الكائن الممرض المسبب للطاعون الدملي الذي قضى على ٤٠٪ من المواطنين الأوروبيين في العصور الوسطى . في حين ينقل البعوض الكائن الممرض الذي يسبب الإصابة بمرض الملاريا . ومن الأمراض التي تنقلها الحيوانات ذكر داء الكلب أو السعار الذي يسببه فيروس موجود في لعاب الحيوانات الثديية المصابة مثل الكلاب أو السنابج . ينتقل هذا الفيروس عندما يعض أحد الحيوانات المصابة إنساناً .

### 3. عوامل المرض Agents of Disease

يُعدُّ جسم الإنسان مرتعًا خصباً لنمو عدّة كائنات دقيقة إذ إنّه يوفر الظروف الملائمة لذلك من مثل درجة الحرارة المناسبة ، البيئة الرطبة والمواد الغذائية الوفيرة . فأمعاء الإنسان الغليظة ، على سبيل المثال ، تأوي مستعمرات كثيفة من البكتيريا وكذلك الفم والحلق والأنسجة الرخوة المحيطة بمقلة العين . لكن لحسن الحظ ، معظم هذه الكائنات غير ضار ، والكثير منها مفید في الحقيقة .

### 4. مقاومة الأمراض المعدية Fighting Infectious Diseases

في حال الإصابة بمرض معد ، يمكن الاستعانة بأدوية صُنعت للقضاء على أغلب أنواع الكائنات الممرضة . قد تكون المضادات الحيوية **Antibiotics** أكثر الأدوية نفعاً في مقاومة انتشار الأمراض المعدية . وهي مركبات تقتل البكتيريا من دون أن تصرّ خلايا أجسام البشر أو الحيوانات ، وذلك بإيقاف العمليات الخلوية في البكتيريا . تنقسم هذه المضادات إلى نوعين هما المضادات الصناعية والمضادات الحيوية الطبيعية التي تتوجهها الكائنات الحية ، من مثل البنسلين ، وهو أكثر المضادات الحيوية شهرة حتى الآن . لا تملك المضادات الحيوية الطبيعية أي تأثير في الفيروسات ، فلها أدوية

مضادّة خاصّة بها تثبّط مقدرة الفيروسات على غزو الخلايا والتضاعف داخلها.

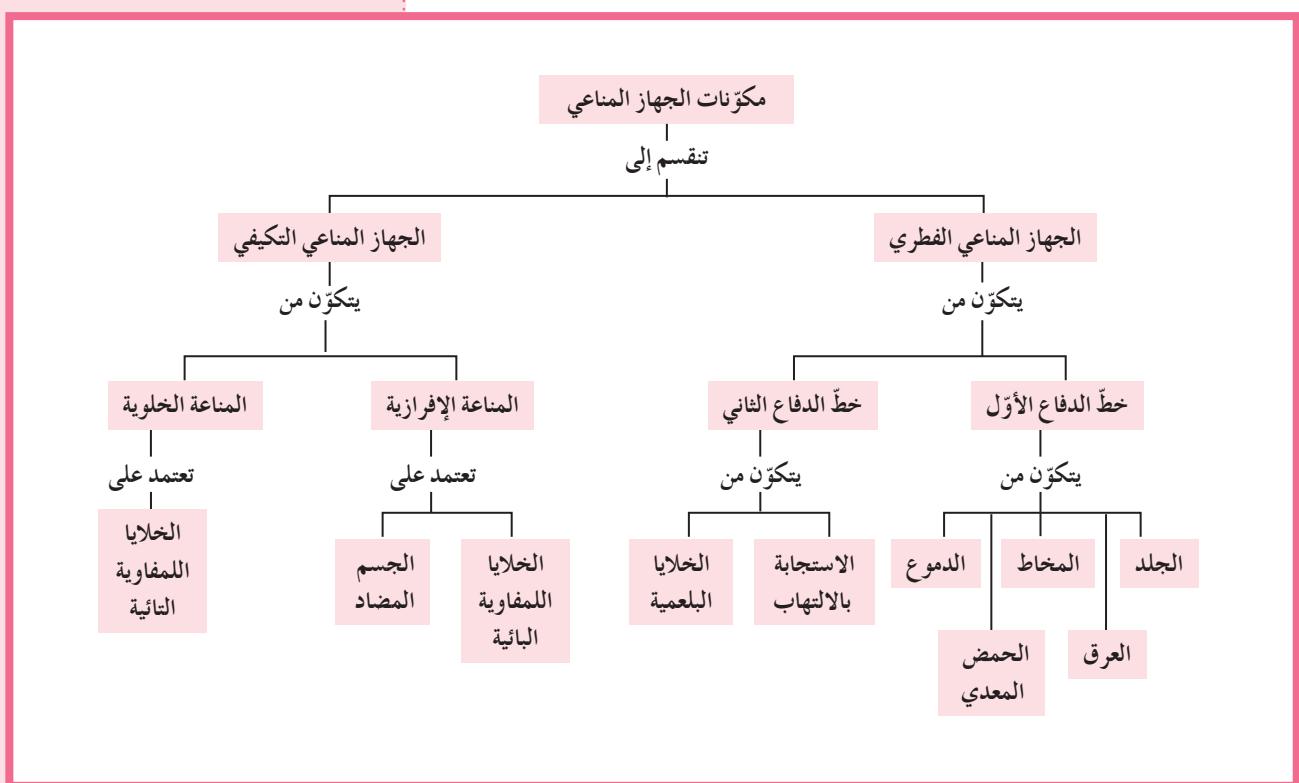
## 5. عمل الجهاز المناعي

### Function of the Immune System

نحن دائمًا ككائنات حية نتعرّض إلى الإصابة بمبادرات الأمراض، ولدينا القدرة للمقاومة ضد هذه العدوى بفضل جهازنا المناعي، الجهاز المناعي يتكون من قسمين كبيرين رئيسيين:

1. الجهاز المناعي الفطري (غير المتخصص)
2. الجهاز المناعي التكيفي (المتخصص)

يوضح الشكل (78) مخطط مختصر عن مكونات الجهاز المناعي.



(شكل 78)  
مكونات الجهاز المناعي

## ١.٥ المُجَاهِزُ الْمَنَاعِيُّ الْفَطَرِيُّ (غَيْرُ الْمُتَخَصِّص)

## The Innate Immune System (Non Specific Defenses)

يتمثل في العوامل الكيميائية والعوامل الميكانيكية.

## First Line of Defense

(أ) خط الدفاع الأول

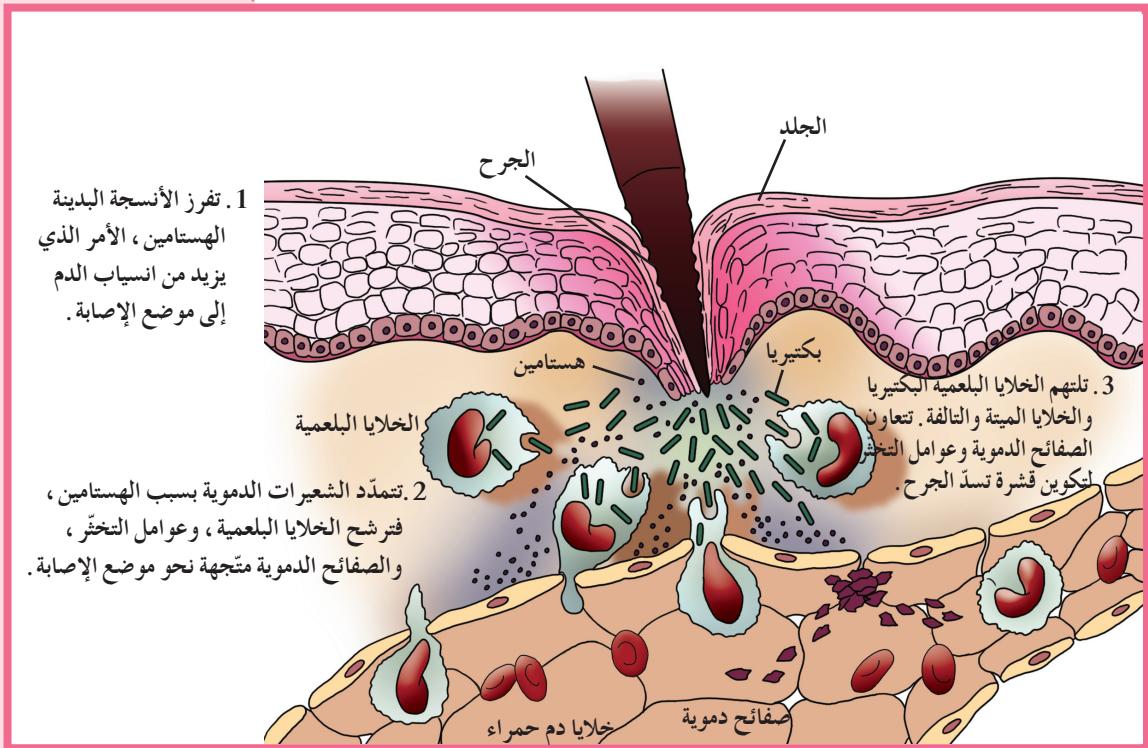
كي يصاب العائل بمرض ، لا بد للكائنات الممرضة من دخول الجسم ، متخطية بذلك خط دفاعه الأول . تقوم وظيفة هذا الخط الأساسية على منع تلك الكائنات الممرضة من دخول الجسم ، ويؤديها بواسطة الجلد ، المخاط ، الدموع والعرق . يغطي الجلد إن كان سليماً (أي غير مجرور) أجزاء جسمك الخارجية كلها ويحجز معظم الكائنات الممرضة خارج الجسم (بالإضافة إلى ذلك ، تمنع عدة أنواع من البكتيريا غير الضارة ، التي تعيش بصورة طبيعية على سطح الجلد ، تكاثر الكائنات الممرضة) . أمّا الغدد العرقية فتفرز العرق الذي تساعد ملوحته وحموضته في منع تكاثر الجراثيم الضارة ، ويحتوي على إنزيمات تقتل بعضًا منها . يمكن أن تتسلل الكائنات الممرضة من مداخل الجسم ، مثل فمك وأنفك . يُعطى هذه المداخل أو الفتحات بخلايا تفرز مادة لزجة تُسمى المخاط ، تعلق بها الكائنات الممرضة ليتم التخلص منها . فعلى سبيل المثال ، تعلق الجراثيم التي قد تدخل أنفك بالمخاط الذي يُفرزه غشاء الأنف المخاطي ، ثم تعمل حركة الأهداب التي تبطّن الممرّات الأنفية على تحريرك ذلك المخاط وما فيه من جراثيم باتجاه الحلق ، ليتم ابتلاعه وإيصاله إلى المعدة حيث يقضي الحمض على الجراثيم .

## Second Line of Defense

(ب) خط الدفاع الثاني

يمكن أن تنجح الكائنات الممرضة، في بعض الأحيان، في تخطي وسائل دفاع الخط الأول، وتغزو أنسجة الجسم، عندئذ يستجيب الدفاع الثاني بالالتهاب. الاستجابة بالالتهاب **Inflammatory Response** هي تفاعل داعي غير تخصصي (غير نوبي) يأتي ردًا على تلف الأنسجة الناتج من التقاط عدوى. فعندما تجرح إصبعك، مثلاً، تتمزق بعض الخلايا مشكلة فتحة تدخل منها الكائنات الممرضة جسمك، فتفرز الخلايا البدنية مادة كيميائية تسمى الهستامين **Histamine**، تعطي الإشارة ببدء الاستجابة بالالتهاب (شكل 79). تتمدد الشعيرات الدموية الموجودة في المنطقة المتضررة أو المصابة بالعدوى، الأمر الذي يزيد انسياب الدم إلى هذا الموضع، ويزيد كذلك كمية البلازم التي تنفذ أو ترشح من الشعيرات الدموية إلى السائل بين الخلايا. نتيجة لتدفق هذين، السائلين تحرر المنطقة المصابة وتنورّم.

تحتوي البلازما التي نفذت إلى النسيج المتضرر على صفائح دموية، وهي تفرز عوامل التخثر في الدم التي تساعد على سدّ الجرح. وتحتوي، أيضاً، على الخلايا البلعمية، وهي خلايا الدم البيضاء التي تلتهم الكائنات الممرضة مثل البكتيريا والمواد الأخرى غير المرغوب فيها.



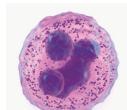
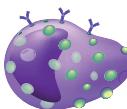
(شكل 79)

الاستجابة بالإلتهاب هي خط دفاع الجسم الثاني ضد الكائنات الممرضة. ما أهمية وصول عوامل التخثر من الجهاز الدوري إلى المنطقة المصابة؟

في بعض الأحيان، تظهر على الشخص المصاب بعديّ أعراض الحمى، وذلك نتيجة قيام الخلايا البلعمية الكبيرة بإطلاق مواد كيميائية تُسمى البيروجينات Pyrogens التي تحدث الدماغ على رفع درجة حرارة الجسم. ومن شأن ارتفاع الحرارة تنشيط الخلايا البلعمية، وجعل عملية نمو الكائنات الممرضة وتكاثرها أكثر صعوبة.

ثمة مكوّن آخر يعمل في إطار خط الدفاع الثاني هو الإنترفيرونات Interferons وهي عبارة عن بروتينات تفرزها الخلايا المصابة تعمل على وقاية الخلايا السليمة المجاورة.

يوضح الشكل (80) أنواع خلايا الدم البيضاء المختلفة ووظائفها.

نوع الخلية	المظهر	الوظيفة
خلية متعادلة Neutrophil		قتل الجراثيم عن طريق البلعمة
خلية حمضية Eosinophil		قتل الديدان الطفيلية وتعزز تفاعلات الحساسية تلتهم الخلايا غير المرغوب فيها عن طريق البلعمة
خلية قاعدية Basophil		تفرز الهستامينات التي تسبب الالتهاب والحساسية
خلية لمفاوية Lymphocyte		تنتج أجساماً مضادة تحارب المرض وتدمّر خلايا الجسم المصاب بالسرطان وتلك المصابة بالفيروسات
خلية وحيدة النواة Monocyte		تدمر الجراثيم والخلايا المصابة بالعدوى وخلايا الدم الحمراء التي وصل أمد حياتها إلى نهايته عن طريق البلعمة
خلية بدینة Mast Cell		تحتوي على سيلوبلازم غني بحبيلات مماثلة بالهستامين تلعب دوراً في الاستجابة المناعية وفي تفاعلات حساسية

(شكل 80)

أنواع خلايا الدم البيضاء. قارن مظاهر خلايا الدم البيضاء ووظيفتها.

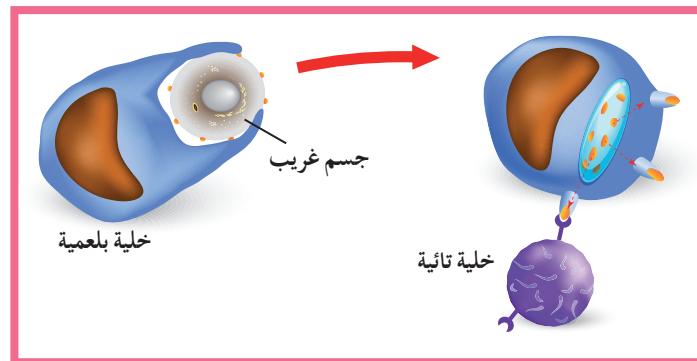
## ( مراجعة الدرس 3-1 )

1. عَرِّفِ الكائنات الممرضة؟ اذكر أربعة أمثلة على كائنات ممرضة.
2. ما مكونات الجهاز المناعي؟
3. صِف مسار اللمف عبر الجهاز المفاوي والجهاز الدوري.
4. صمم بطاقة تشرح فيها آلية عمل جهاز المناعة الفطري (الاستجابة غير التخصصية).
5. لا تُصنَّف الأمراض الوراثية كأمراض معدية. لماذا؟
6. أضف إلى معلوماتك: إحدى الخطوات المهمة في تحري سبب انتشار التسمم الغذائي هي تعرّف البكتيريا الموجودة أو تحديدها. كيف يقوم العلماء بذلك؟

## أنشطة الجهاز المناعي التكيفي (المتخصص) Activities of the Adaptive Immune System

### الأهداف العامة

- \* يشرح وظائف الخلايا المناعية (خلايا الدم البيضاء).
- \* يتعرف تركيب الأجسام المضادة.
- \* يقسم الجهاز المناعي التكيفي إلى مناعة خلوية ومناعة افرازية.
- \* يتبع الاستجابة المناعية للجهاز المناعي التكيفي عند دخول انتيجين.
- \* يقارن خصائص الاستجابة المناعية الأولية والثانوية.



(شكل 81)

الخلايا البلعمية (الملتئمة) هي نوع من خلايا الدم البيضاء (وحيدة النواة) تحيط بال أجسام الغريبة غير المرغوب فيها من أجل ابتلاعها وهضمها (شكل 81). تخرج هذه الخلايا من ثقوب جدار الشعيرات الدموية، وتحرك تجاه الكائن الغريب (فتنمو ويصبح اسمها البلاعم الكبيرة)، ثم تحيطه بإفرازاتها. ترتبط الخلية التائية بشكل متخصص بالخلية البلعمية. يحفر هذا الارتباط على اطلاق انشطة الجهاز المناعي التكيفي أي الاستجابة المناعية التخصصية.

### 1. خلايا الدم البيضاء التخصصية Specialist White Blood Cells

خلايا الدم البيضاء التخصصية هي خلايا تنموا وتتطور من الخلايا الجذعية اللمفافية Lymphoid Cells وهي تهاجم أجساماً غريبة معينة فقط (شكل 82) ومنها نوعان:

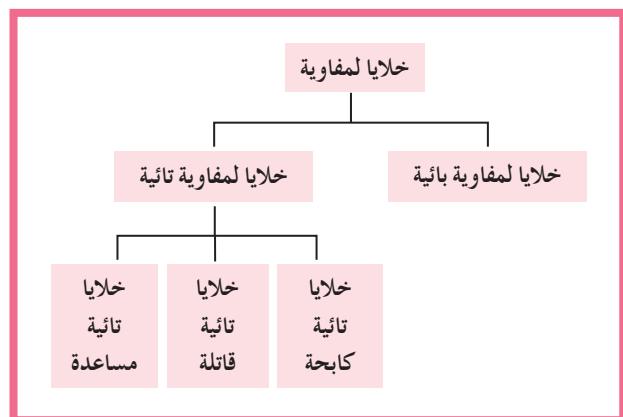
**1. الخلايا اللمفافية البائية B-Lymphocytes:** تتميز بوجود مستقبلات على سطح الخلية تسمى أجسام مضادة Antibodies. خلال الاستجابة المناعية Immune Response، تنشط هذه الخلايا وتحوّل إلى خلايا بلازمية Plasma Cells تفرز أجساماً مضادة.

**2. الخلايا المعاوية التائية T-Lymphocytes:** تتميز بوجود مستقبلات Antigen Receptor تسمى مستقبلات الخلايا التائية T-Cell Receptor (TCR).

\* **الخلايا التائية القاتلة Killer T-Lymphocytes (Tc):** تُسمى هذه الخلايا أيضًا Cytotoxic T-Lymphocytes بسبب وجود بروتينات متخصصة على سطحها تسمى CD<sub>8</sub>. تقوم هذه الخلايا بمهاجمة الخلايا الضارة في الجسم عن طريق إنتاج بروتين يمزق غشاءها الخلوي. تهاجم كل خلية تائية قاتلة نوعاً خاصاً واحداً من الأجسام الغريبة.

\* **الخلايا التائية المساعدة Helper T-Lymphocytes (Th):** تُسمى هذه الخلايا أيضاً T<sub>4</sub> بسبب وجود بروتينات متخصصة على سطحها تسمى CD<sub>4</sub>. وقد لاقت حديثاً اهتماماً بالغاً بسبب الدور الذي تؤديه لدى المصابين بمرض الأيدز. تساعد هذه الخلايا أنواعاً أخرى من الخلايا المعاوية في الدفاع، فهي تسيطر على نشاط الخلايا التائية القاتلة بحيث تحفّرها كي تنقسم مكونة جيشاً كبيراً من الخلايا التائية القاتلة النشطة والخلايا الذاكرة التائية. كما تحفّر الخلايا التائية المساعدة الخلايا البائية على إنتاج الأجسام المضادة وذلك خلال المناعة الإفرازية. تفرز هذه الخلايا نوعاً من السيتوكينات Cytokines ويسمي إنترلوكين Interleukines والذي تؤدي دوراً محورياً في عملية الاستجابة المناعية من خلال نقل الإشارات والتواصل ما بين الخلايا المناعية.

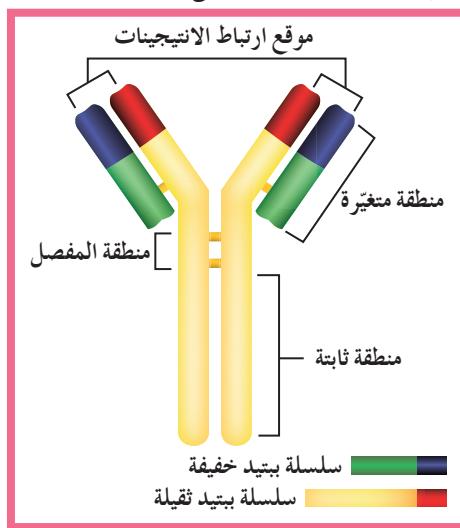
\* **الخلايا التائية الكابحة أو المثبطة Suppressor T-Cells:** تبطئ هذه الخلايا نشاط الخلايا التائية الأخرى Regulatory T-Cells عندما لا تكون الحاجة إليها ملحة في الجسم.



(شكل 82)  
خلايا الدم البيضاء

## 1.1 الأجسام المضادة

الأجسام المضادة تسمى أيضاً الجلوبولين المناعي (Ig) وهي مستقبلات غشائية تظهر على سطح الخلايا المفاوية البائية كما يمكن أن تكون حزرة. هذه الأجسام، سواء كانت مرتبطة بالغشاء أو منتشرة في الدم، لها التركيب نفسه، فهو جزيء بروتيني يشبه شكل حرف Y في اللغة الإنكليزية. يتكون هذا الجزيء من أربع سلاسل من عديد الببتيد Polypeptide Chains بحيث تكون سلسلتان منها ثقيلتين وسلسلتان أخريان خفيفتين. تتصل سلسلة ببتيد خفيفة بأخرى ثقيلة بمفصل مرن يتضمن منطقة ثابتة وأخرى متغيرة (شكل 83).



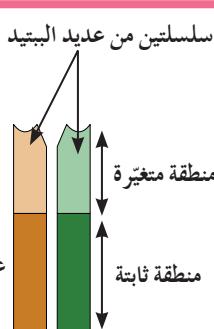
(شكل 83)  
تركيب الجسم المضاد

تحتختلف المنطقة المتغيرة من جسم مضاد معين إلى جسم آخر، وتسمح للجسم المضاد بأن يتعرف على أنتجين محدد ويرتبط به. يستطيع الجسم المضاد أن يتعرف على أنتجين سائل أو خلوي. يرتبط الجسم المضاد بالأنتجين بموقع يُعرف بالحاتمة Epitope وهي الجزء السطحي للأنتجين الذي يتم التعرّف عليه من قبل الجسم المضاد ليرتبط به. ويكون لموقع ارتباط الأنتجين على الجسم المضاد والحاتمة شكلان متكملان مثل القفل والمفتاح. قد يكون للأنتجين عدة أنواع من حاتماته وبذلك يستطيع أن يرتبط بعدة أنواع من الأجسام المضادة.

## 2.1 مستقبلات الخلايا التائية

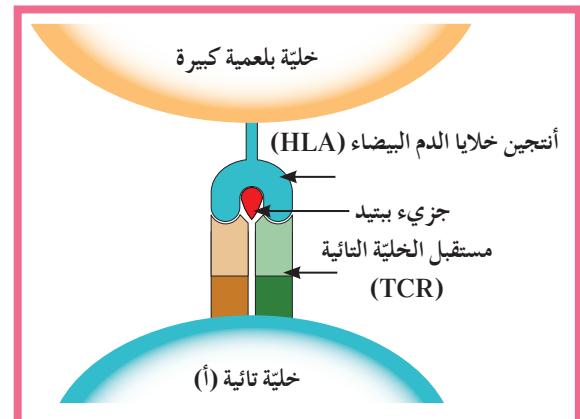
### T-Cell Receptors (TCR)

مستقبلات الخلايا التائية T-Cell Receptors (TCR) هي مستقبلات غشائية موجودة على سطح الخلايا المفاوية. إن ترکیب مستقبل الخلية التائية (TCR) مشابه لترکیب الجسم المضاد. يتكون من منطقة ثابتة هي نفسها عند جميع الخلايا التائية في الجسم، ومنطقة متغيرة تختلف من خلية تائية إلى أخرى. لكن المستقبل التائي له سلسلتان فقط من عديد الببتيد تشکلان معًا موقع ارتباط واحد للأنتجين (شكل 84).



(شكل 84)  
تركيب مستقبل الخلية التائية (TCR)

لا يستطيع المستقبل الثاني التعرّف على أنتجين قابل للذوبان أو أنتجين موجود على سطح خلية غريبة. لذلك تقوم الخلايا المستضيفة مثل الخلايا البلعمية على هضم الأنتيجينات إلى ببتيدات. ثم يرتبط كل ببتيد بجزيء «العرض» وهو أنتجين خلايا الدم البيضاء البشرية HLA. إذاً، يرتبط المستقبل الثاني HLA والببتيد «غير الذاتي» المتصل به. وهذا ما يُسمى التعرّف المزدوج للمستقبل الثاني (شكل 85).



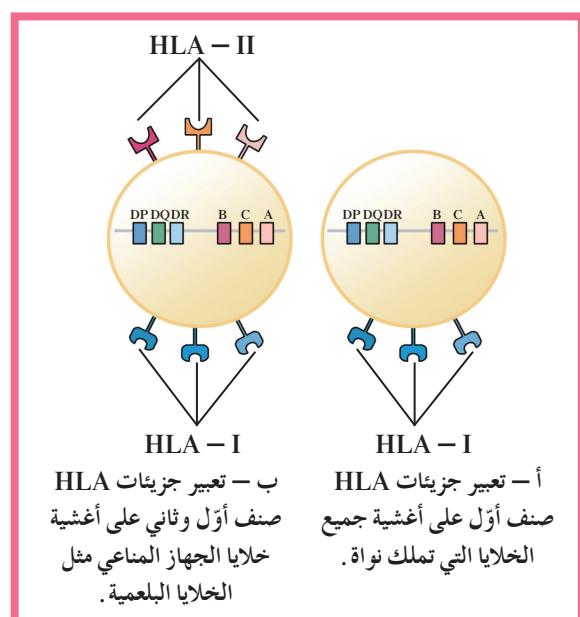
(شكل 85)

التعرّف المزدوج لمستقبل الخلايا الثانية

ما هي أنواع أنتيجين خلايا الدم البيضاء البشرية  
?(HLA) Human Leukocyte Antigens

\* **الصنف الأول Class I** ، ويظهر على جميع خلايا الجسم التي لديها نواة.

\* **الصنف الثاني Class II** ، ويظهر على بعض خلايا الجهاز المناعي وبخاصة الخلايا البلعمية (شكل 86).



(شكل 86)

تعبر جزيئات HLA على أغشية الخلايا .

ب - تعبر جزيئات HLA صنف أول وثاني على أغشية خلايا الجهاز المناعي مثل الخلايا البلعمية.

أ - تعبر جزيئات HLA صنف أول على أغشية جميع الخلايا التي تملك نواة.

## 2. الجهاز المناعي التكيفي (المتخصص) Adaptive Immune System (Specific Defenses)

ويتمثل في المناعة الخلوية والخلطية.  
إذا استطاع أحد الكائنات الممرضة تخطي الوسائل الدفاعية غير التخصّصية للجسم، يستجيب الجهاز المناعي لذلك بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصّصية النوعية. تُسمّى هذه الوسائل الدفاعية الاستجابة المناعية Immune Response. تُعتبر هذه الاستجابة خط الدفاع الثالث وتحدث أولاً في الأعضاء اللمفاوية الثانوية ولها ثلاث خصائص مميزة:  
**الخاصية الأولى:** الاستجابة المناعية نوعية أو تخصّصية، فكل دفاع للجهاز المناعي يستهدف كائناً ممّرضًا خاصاً.  
**الخاصية الثانية:** الاستجابة المناعية تصبح أكثر فعالية ضدّ الكائن الممرض في حال التعرّض له للمرة الثانية.

**الخاصية الثالثة:** الاستجابة المناعية تعمل من خلال جسم الكائن بأكمله. اكتشف العلماء أنّ الخلايا اللمفاوية (شكل 82) هي الركائز الأساسية للاستجابة المناعية. فهي تستجيب للأنتител Antigens وهي المادة التي تُظهر الاستجابة المناعية أو تنشطها، ومعظمها مركبات موجودة على سطوح الكائنات الممرضة، وبعضها مواد سامة معينة.

تؤدي الخلايا البلعمية الكبيرة دوراً مهماً في الاستجابة المناعية، إذ تُعرف الخلايا اللمفاوية على الأنتителينات كمكونات غريبة عن الجسم. فعندما تلتهم الخلية البلعمية الكبيرة خلية ما (كائن ممّرض) أو بروتين تهضميه ثم ترتبط الببتيدات الناتجة بجزئيات HLA-II وتهاجر إلى سطح الخلية البلعمية الكبيرة. تُسمّى هذه الخلية الآن خلية عارضة للأنتيلين Antigen Presenting Cell (APC). تهاجر خلايا APC إلى أقرب عقدة لمفاوية حيث ترصدتها خلايا لمفاوية تائية معاونة ( $T_H$ ) التي بدورها تتنقل بصورة متواصلة بين العقد اللمفاوية. عندئذٍ ترتبط خلايا  $T_H$  الخاصة بالببتيد المحمول بواسطة HLA-II والظاهر على الخلية البلعمية الكبيرة. بعد ذلك، تنشط خلايا  $T_H$  وتتكاثر حيث إنّ بعضها يُصبح خلايا ذاكرة وتعيش لسنين طويلة، فيما يتميّز بعضها الآخر ليُصبح خلايا تفرز مادة الأنترلوكين وتعيش لبضعة أيام.

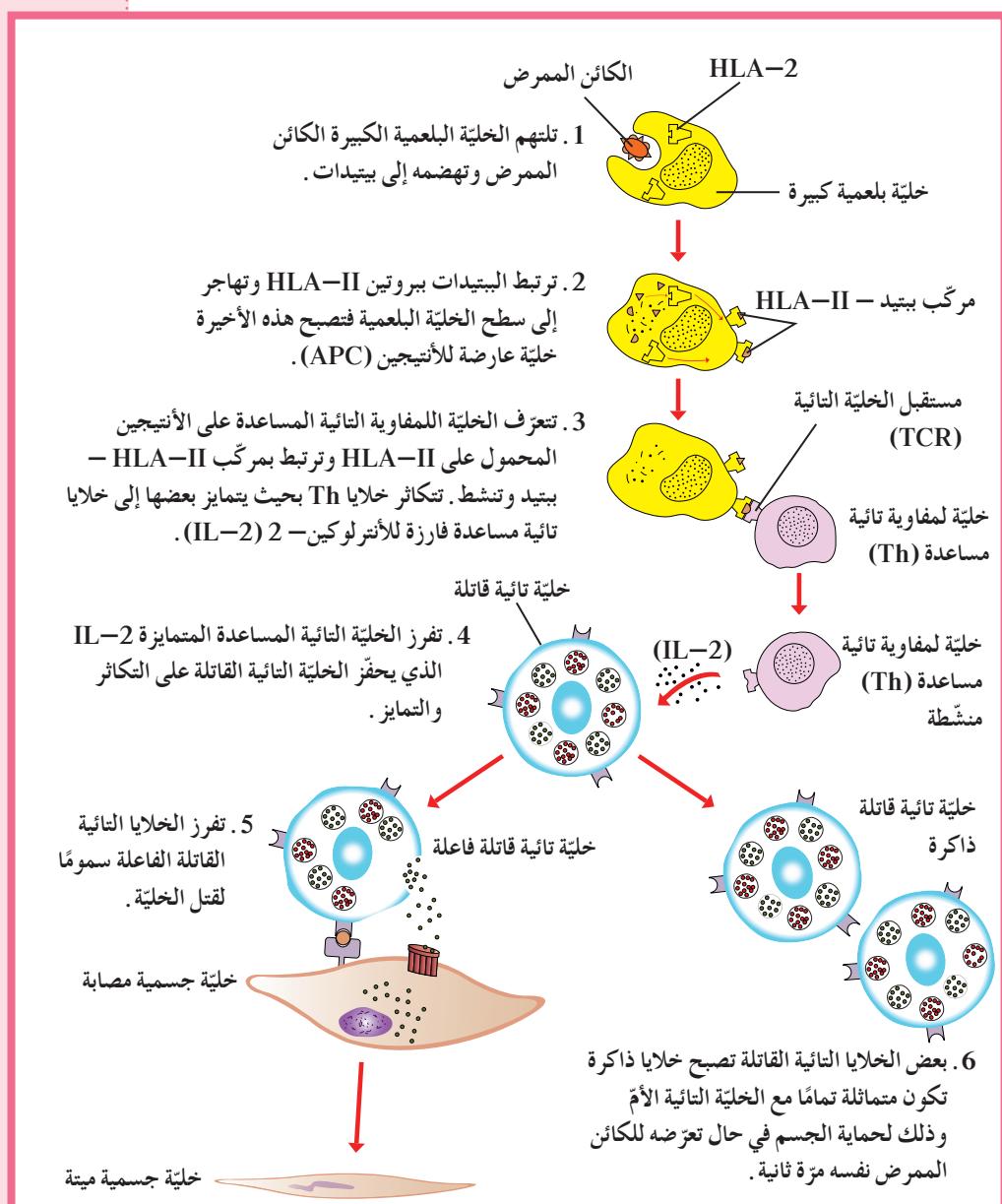
تفرز خلايا  $T_H$  نوعين من الأنترلوكينين:  
\* **أنترلوكين-2 (IL-2)** التي تؤدي دوراً في المناعة الخلوية.  
\* **أنترلوكين-4 (IL-4)** وتأدي دوراً في المناعة الإفرازية.

## Cell Mediated Immunity

## 1.2 المناعة الخلوية

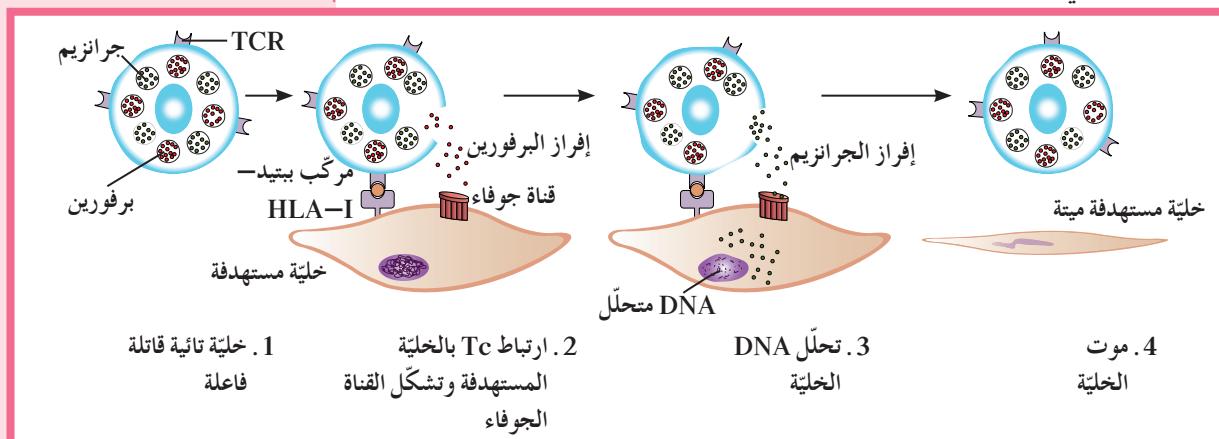
تعتمد المناعة الخلوية على الخلايا المفاوية التائية ذاتها بحيث تهاجم الخلايا التائية القاتلة (Tc) مباشرةً الخلايا الضارة للجسم، مثل الخلايا السرطانية أو خلايا الجسم المصابة، لتنميرها.

بعد أن تنشّط الخلايا التائية المساعدة وتمايز تفرز مادة الأنترولوكين-2 (IL-2) لتنشّط الخلايا التائية القاتلة وتجعلها تتكاثر. عندما تتکاثر الخلايا التائية القاتلة ذات مستقبل TCR، تعرّف على البروتينات المحمولة على HLA-II للخلايا العارضة للأنتجين APC. بعض الخلايا الناتجة عن هذا التكاثر تصبح خلايا ذاكرة والبعض الآخر يتمايز ليصبح خلايا تائية قاتلة فاعلة والتي تعيش لوقت قصير وتكون قادرة على قتل الخلية المستهدفة بواسطة سمية تفرزها تسمى قاتل الخلية Cytotoxin (شكل 87).



(شكل 87)  
آلية عمل المناعة الخلوية

هناك نوعان من قاتل الخلايا: البرفورين Perforin والجرانزيم Granzymes . عندما تعرّف خلية Tc على خلية مصابة ترتبط بمركب بيتيد - HLA-I بواسطة مستقبل TCR الخاص بها ، ثم تفرز البرفورين الذي يشكّل قناة جوفاء على سطح الخلية المستهدفة. ثم تفرز Tc الجرانزيم خلال هذه القناة إلى داخل الخلية فيحدث تفاعل إنزيمي يؤدي إلى تحلل DNA الخلية وبالتالي موتها (شكل 88).



(شكل 88)

تعترف الخلية التائية القاتلة على أنتيجينات على سطح خلية مصابة ثم تفرز سموم "قاتل الخلية" لتدمير الخلية المصابة.

## 2.2 المناعة الإفرازية (الخلاطية)

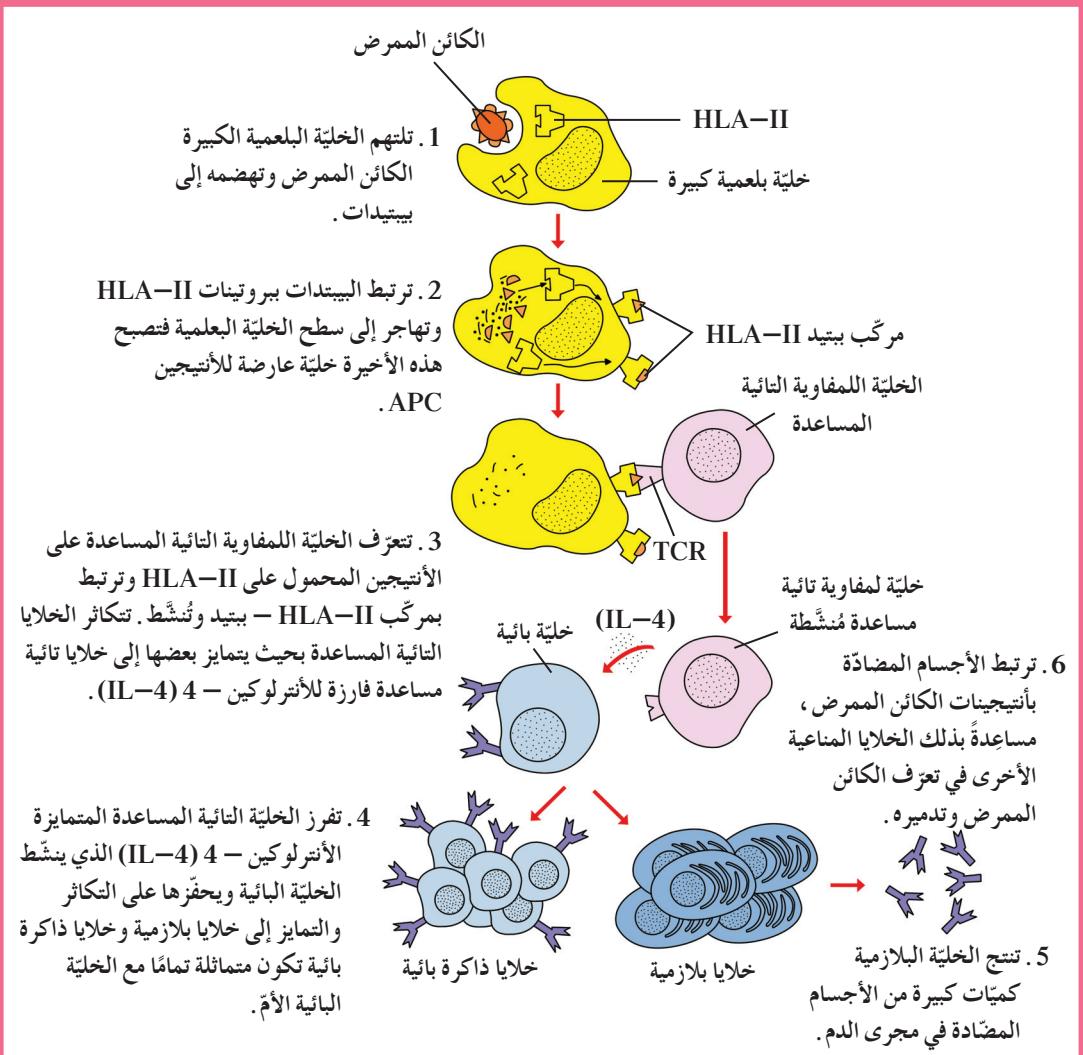
المناعة الإفرازية Humoral Immunity هي المناعة ضد الكائنات الممرضة مثل سم الثعبان ، الفطر السام ، وسموم البكتيريا والفيروسات الموجودة في سوائل الجسم والدم واللمف. تعتمد هذه المناعة على الأجسام المضادة التي تنتجها الخلايا اللمفاوية البائية. والجسم المضاد هو البروتين الذي يساعد في تدمير الكائنات الممرضة.

من بين بلايين الخلايا البائية الحاملة لعدة أنواع من الأجسام المضادة، تُنشَّط فقط تلك ذات الأجسام المضادة التي تعرّف على أنتيجينات الكائن الممرض الذي دخل الجسم. تُنشَّط هذه الخلايا وتتكاثر إستجابة لمادة الأنترولوكين-4 (IL-4) الذي أفرزته الخلايا التائية المساعدة المنشطة. يصبح بعض هذه الخلايا المتكاثرة خلايا بائية ذاكرة. وبعضها الآخر يتمايز ليصبح خلايا بلازمية Plasma cells التي تعيش لوقت قصير وتفرز أجساماً مضادة (شكل 89).

### فقرة اثرائية

#### علم الأحياء في حياتنا اليومية

**الإصابة بنزلات البرد**  
من السهل أن تصاب بنزلة برد أكثر من مرة في كلّ فصل من فصول السنة، إذ تكثر فيروسات نزلات البرد التي تتغيّر أنتيجاناته بسرعة كبيرة. لذلك، لا تنجح الوسائل الدافعية التخصّصية كثيراً في منع الإصابة بنزلات البرد نظراً إلى أنّ على الجهاز المناعي التعرّف عليه كلّ مرّة.



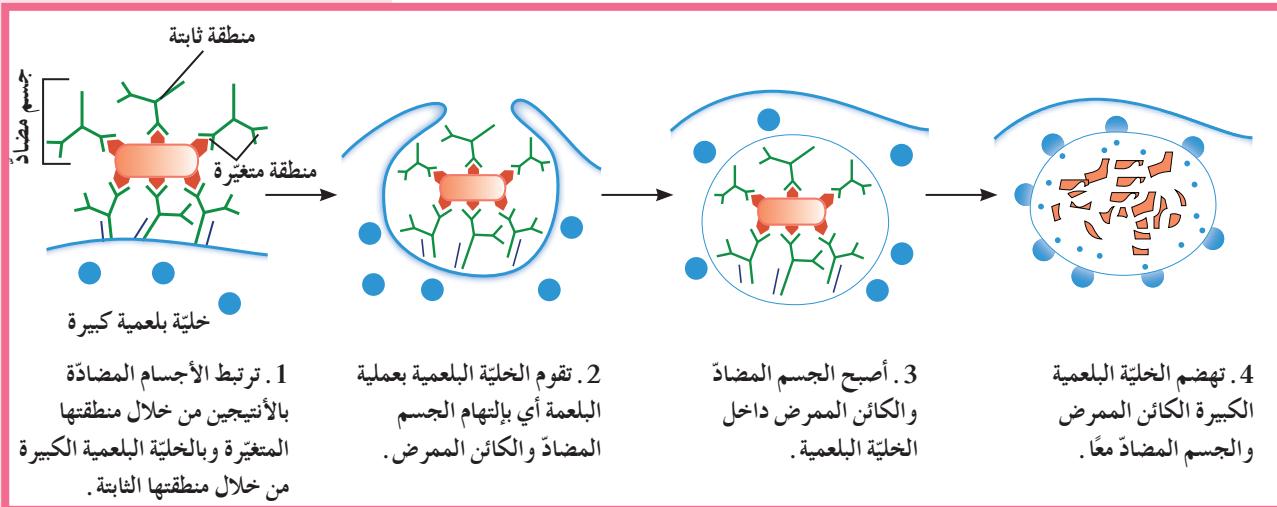
(شكل 89)

#### الاستجابة المناعية الإفرازية

ينتج الجهاز المناعي الأجسام المضادة المتخصصة التي ترتبط بالأنتيجينات على سطح الكائنات الممرضة. ما دور الخلايا التائية المساعدة في الاستجابة المناعية الإفرازية؟

لا تستطيع الأجسام المضادة التخلص من الأنтиجينات بنفسها. فلكل تخلص من الكائن الممرض يجب أن تتعاون مع خلايا أخرى من خلايا الجهاز المناعي. عندما يدخل كائن ممرض، مثل السموم، بمستقبلات غشائية موجودة على سطح الخلايا الجسمية المستهدفة ويدلل في وظيفتها. يتعرف جسم مضاد معين على الأنтиجين (السموم والمركبات على سطوح الكائنات الممرضة) ويرتبط به مانعاً بذلك إرتباطه بالخلية المستهدفة. وهكذا يكون الجسم المضاد قد قام بتحديد الكائن الممرض وأبطل عمله.

يوجد لدى الخلايا البلعمية الكبيرة مستقبل غشائي للمنطقة الثابتة من الجسم المضاد. فعندما يرتبط الجسم المضاد بواسطه منطقةه المتغيرة بالأنتيجين، يرتبط بال الخلية البلعمية الكبيرة بواسطه منطقةه الثابتة. عند ذلك تقوم الخلية البلعمية الكبيرة بالتهم و هضم الجسم المضاد والكائن الممرض معًا (شكل 90).



(شكل 90)

التخلص من الكائنات الممرضة

يلخص الجدول (5) دور خطوط الدفاع في جسمك.

الخصائص المميزة	الخط الدفاعي	نوع الوسيلة الدفاعية
حواجز أساسية مثل الجلد	الأول	غير تخصصية
الاستجابة بالالتهاب	الثاني	
الاستجابة المناعية الخلطية – الإفرازية والاستجابة بالمناعة الخلوية	الثالث	تخصصية

(جدول 5)

تضمن وسائل الجهاز المناعي الدفاعي لدى الإنسان وسائل غير تخصصية وأخرى تخصصية. ما أوجه الاختلاف بين النوعين؟

### Acquired Immunity

### 3.2 المناعة المكتسبة

من المحتمل أنك تعرف أن الإصابة بمرض معين من مثل جدري الماء أو التكاف تكسبك مناعة ضدّهما. المناعة المكتسبة هي مقاومة الجسم للكائنات الممرضة التي سبق له الإصابة بها.

تبأ عملية اكتساب هذا النوع من المناعة بالاستجابة المناعية الأولية Primary Immune Response الاستجابة ما بين خمسة وعشرة أيام حتى تتكاثر الخلايا المدافعة وتبلغ أعداد الخلايا البائية والتائية المتخصصة في الاستجابة لأنججينات الكائن الممرض أقصى حدّ.

يمكن، في هذه الأثناء، أن تصبح العدوى واسعة الانتشار وتسبّب مرضًا خطيرًا.

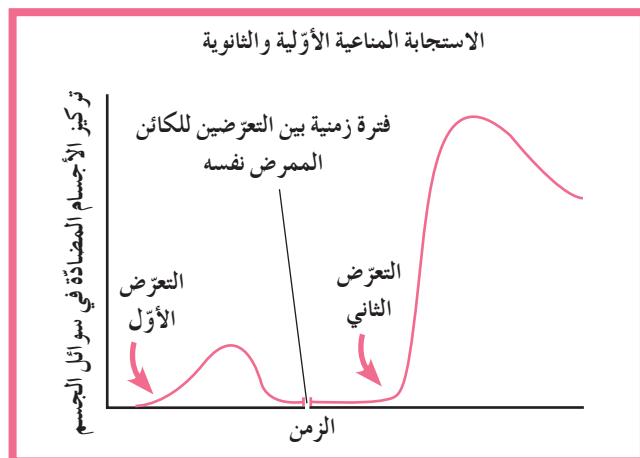
في المرة الثانية التي يصاب فيها الجسم بالكائن الممرض نفسه، تكون الاستجابة المناعية أسرع، وتُعرَف بالاستجابة المناعية الثانوية Secondary Immune Response. تتميز هذه الاستجابة بسرعةها، فهي سريعة جداً إلى حدّ تمكّنها، في أغلب الأحيان، من تدمير الكائن

المرض قبل ظهور عوارض المرض. وهذا هو المبدأ الذي يرتكز إليه اللقاح. واللّقاح Vaccine هو مركب يحتوي على كائنات ممرضة ميتة أو تم إضعافها، يستخدم لزيادة مناعة الجسم، بحيث يتعرف الجسم الكائن الممرض بحالة أضعف من أن يسبب المرض ولكن يكفي وجوده لتحفيز الجهاز المناعي على الاستجابة المناعية فيتمكن في المرة القادمة التي يتعرّض إليها الجسم للકائن الممرض من أن يهاجمه بطريقة أسرع وأقوى و حتّى قبل ظهور المرض في بعض الأحيان.

**تعرف الخلايا المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية بخلايا الذاكرة**

Memory Cells ، فهي تختزن معلومات عن الأنتي جينات التي حاربها الجهاز المناعي. تنقسم في جسمك إلى خلايا الذاكرة البائية و خلايا الذاكرة الثانية ، ويتكوّن كلا النوعين من هذه الخلايا في أثناء الاستجابة المناعية الأولى.

في حين لا تعيش الخلايا البائية والخلايا الثانية إلا أيامًا معدودة ، تعيش خلايا الذاكرة عشرات السنوات وقد ترافقك طوال حياتك. عند مواجهة الكائن الممرض نفسه مرة ثانية ، تستجيب خلايا الذاكرة فوراً ، وتبدأ بالانقسام سريعاً ، عندئذ تكرر الأجسام المضادة والخلايا الثانية النشطة في خلال يوم أو اثنين على الأكثر (شكل 91).



(شكل 91)

لاحظ سرعة ومدى قوّة ردّة فعل الجهاز المناعي الثانيي تجاه العدوى بالكائن الممرض نفسه. يكتسب الجسم مناعة ضدّ الكائنات الممرضة التي يتعرّض لها.

## فقرة اثرانية

### علم الأحياء في حياتنا اليومية

يعود عنيفاً ليصيبنا لا يترك الفيروس الذي يسبب الإصابة بمرض جدري الماء الجسم بعد أن تزول علامات جدري الماء عن الجسم. ففي حالات نادرة، يتواجد الفيروس في الخلايا العصبية للعائلي، ويمكن أن يحاول الظهور في جسم عائله البالغ كمرض يُسمى الهربس النطافي وهو معروف بالحرام الناري.

## مراجعة الدرس 2-3

1. ما أوجه الاختلاف بين المناعة الإفرازية أو الخلطية والمناعة الخلوية؟
2. صُف وظيفة كلّ من الخلايا المُفاوِية التائية المساعدة والقاتلة في الاستجابة المناعية التخُصُّصية.
3. سؤال التفكير الناقد: صمّم بطاقة تشرح فيها آلية عمل المناعة الخلوية.
4. أضف إلى معلوماتك: لماذا لا يمكن للخلايا التائية القاتلة أن تدمر الفيروس بصورة مباشرة؟
5. كيف تستجيب مكوّنات الجهاز المناعي المختلفة لدخول الكائنات الممرضة الجسم؟

## الأهداف العامة

- \* يحدد أسباب الإصابة بفرط الحساسية.
- \* يشرح تأثير فيروس عوز المناعة البشرية (HIV) في جهاز الإنسان المناعي.
- \* يحلل تأثير الأساليب الحياتية المختلفة في الجهاز المناعي.



(شكل 92)

قد يستحيل أن تطرد هذا الكائن المجهرى من بيتك (شكل 92). إنه عثة الغبار التي تأكل ما يتتساقط من بشرتك وتعيش في الفراش والوسائل والسجاد. يحتوي السرير الواحد، على سبيل المثال ، على مليوني عثة على الأقل ، تنتج كل منها حوالي عشرين كرة براز تتطاير مع أجسام العثة الميتة في الهواء. وتشير المطالعات حساسية العطس المتكرر لدى الكثير من الناس.

## 1. اختلالات الجهاز المناعي

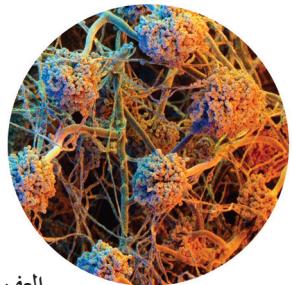
## Immune System Disorders

تكمّن وظيفة الجهاز المناعي في المحافظة على سلامه الجسم من الأمراض ، غير أن نشاط الجهاز المناعي قد يسبب ، في بعض الأحيان ، مشاكل صحّية مزعجة قد تهدّد الحياة . إذ تُعتبر الحمى على سبيل المثال ، إحدى طرق جهازك المناعي لمحاربة المرض ، ولكنها ، إن اشتّدت ، تسبب تلف الدماغ ومشاكل أخرى خطيرة . تترجم المشاكل الصحّية عن اختلال الجهاز المناعي نتيجة فرط في تفاعله أو انعدام هذا التفاعل . وإذا هاجمت الكائنات الممرضة الجهاز المناعي نفسه كما في حالة مرض الإيدز ، يمكن أن تتأثّر وظائفه العاديّة أو تخليّ.

## 1.1 الحساسية



جوب اللقاح



العفن



الغبار

(شكل 93)

تكون هذه الجسيمات الضئيلة عادةً غير ضارة، إلا أنَّ الجزيئات الموجودة على سطحها تُحدث، لدى الشخص المصاب بالحساسية، استجابة مناعية.

### Allergy

يستطيع الجهاز المناعي عادةً أنْ يميّز بين الكائنات الممرضة والمواد الكيميائية والجسيمات غير الضارة في بيئه الجسم الداخلية، ولكن يتفاعل الجسم من حين إلى آخر، مع مواد غير ضارة كما لو كانت أنتيبيوتيناً، فينتج أجساماً مضادةً لها. وهذا النوع من الاستجابة المناعية يُسمى الحساسية Allergy، ونذكر من بين أنواعها حمى القش Hay Fever. تعرّفت، في بداية هذا الفصل، دور الهرستامين في الاستجابة المناعية بالالتهاب. وفي أثناء الإصابة بالحساسية، ترتبط المواد المسببة للحساسية بالأجسام المضادة الموجودة على نوع معين من خلايا الدم البيضاء الذي يحتوي سيتوبلازمها على حبيبات ممتلئة بالهيستامين وُسمى الخلايا البدنية Mast Cell. يحثُّ هذا الارتباط الخلية البدنية على إفراز الهرستامين الذي يسبِّب تمدد واتساع الأوعية الدموية وافراز العينين للدموع والممرات الأنفية للمخاط. تقلُّل العقاقير التي تُسمى العقاقير المضادة للهرستامين من حدة هذه الاستجابات للهرستامين.

من المسببات المعروفة للحساسية جوب اللقاح والغبار وجراثيم الأعفان، وبإمكانك أن ترى هذه الأنواع من الجسيمات في الشكل (93). يمكن أيضاً أن تسبِّب المواد الكيميائية في بعض النباتات، مثل الموز والمنجا، تفاعلات تحسُّسية من مثل احمرار الجلد والحكمة ويمكن للدغة بعض الحيوانات (شكل 94) أن تسبِّب تفاعلات تحسُّسية بسيطة مثل الاحمرار والورم، وفي بعض الحالات قد تسبِّب ردَّة فعل تحسُّسي شديد. عند الإصابة بالحساسية الشديدة، تتمدد الأوعية الدموية بدرجة كبيرة، ما قد يسبِّب هبوطاً حاداً في ضغط الدم وصعوبة في التنفس. تُسمى مثل هذه الإصابة صدمة استهدافية Anaphylactic Shock يمكنها أن تهدد الحياة. تتم معالجتها بمادة الإبينفرين، وهي مادة الجهاز العصبي الذاتي الكيميائية، التي تعكس (أو توقف) أثر الصدمة.

## Autoimmune Diseases

### 1. اختلالات المناعة الذاتية

قد تختلَّ وظيفة الجهاز المناعي، فيبدأ بهاجمة أنسجة الجسم معتقداً بأنَّها من الكائنات الممرضة مسبِّباً بذلك أحد أمراض المناعة الذاتية Autoimmune Diseases. نذكر من بين هذه الأمراض مرض التصلب المتعدد Multiple Sclerosis الناتج من قيام الخلايا التائية بتدمير الغلاف المايليني الذي يحيط بالخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي، ما يتسبِّب باختلال وظائف الخلايا العصبية. يعتقد العلماء أنَّ مرض البول السكري من النمط الأول الذي تشمل عوارضه نقص هرمون الإنسولين في الدم أو انعدامه، ناتج من مهاجمة الجهاز المناعي للخلايا المنتجة للإنسولين في البنكرياس. لا يستطيع العلماء حتى الآن فهم كيف يتحول الجهاز المناعي أحياناً ضدَّ الجسم وسبِّب هذا التحوُّل.

(شكل 94)

تسبب لدغات النحل تفاعلاً تحسُّسياً لدى بعض الأشخاص. ما الذي يحدث في أثناء الإصابة بالحساسية؟



### 3.1 عوز المناعة المكتسبة (الإيدز)

#### AIDS

**فقرة اثرائية**

**العلم والمجتمع والتكنولوجيا**

مكتشفات حديثة في علم الأحياء

إثبات المناعة

يُعدّ الجهاز المناعي أفضل وسيلة دفاعية طبيعية للجسم لمواجهة الأمراض المعدية. إلا أن بعض الإجراءات الطبية قد تكون أكثر نجاحاً، عندما يكون الجهاز المناعي للشخص غير نشيط.

وأفضل الأمثلة على ذلك، نقل الأعضاء أو الأنسجة الحية أو زرعها. بعد الزرع، يتعرّف الجهاز المناعي للشخص المتلقّي للنسيج الجديد على أنه جسم غريب.

عندما، تتكاثر الخلايا التائية القاتلة بسرعة كبيرة وتهاجمه. يمكن للطبيب المعالج أن يمنع رفض جسم المريض للعضو المزروع عن طريق إعطائه العقاقير التي تبطّن نشاط الجهاز المناعي في جسمه.

والعقاقير التي تبطّن الجهاز المناعي تعمل عن طريق إعاقة الانقسام الميتوzioni للخلايا المناعية، مما يحول دون التكاثر كاستجابة لوجود النسيج الغريب.

تعتمد بعض الابحاث الطبية المستخدمة في علاج مرض السرطان على إيقاف الانقسام الميتوzioni أيضاً، لكنّ الهدف في هذه الحالة إعاقة الخلايا السرطانية أو منعها من التكاثر.

ولكن، للأسف، لهذه الوسائل العلاجية تأثير جانبی متمثل بإثبات الجهاز المناعي. نتيجة لذلك، يعاني بعض مرضى السرطان ضعفاً في أجهزتهم المناعية كإحدى مضاعفات العلاج.

مصطلح الإيدز AIDS هو اختصار أربع كلمات إنجلزية هي Acquired Immune Deficiency Syndrome عوز أو نقص المناعة المكتسبة. فالإيدز ليس مرضًا نوعياً وإنما هو الحالة التي يعجز فيها الجهاز المناعي عن حماية الجسم من الكائنات الممرضة، وذلك بسبب فيروس عوز المناعة البشرية Human Immune Deficiency Virus HIV. يهاجم هذا الفيروس جهاز الإنسان المناعي، ويدمّر مقدرة الجسم على مقاومة العدو.

تُعدّ العدو بفيروس الإيدز من أسرع الأمراض الوبائية انتشاراً في العالم، لذلك نشر المعرفة حول كيفية انتقاله أمرًا ضروريًا بهدف تقليل فرص الإصابة به، وتحسين نظرة الناس إلى المصابين. لم يتوصّل العلماء، حتى الآن، إلى علاج شافٍ للعدو بفيروس HIV، ولكن الباحثين في جميع بقاع الأرض ناشطون في مجال البحث عن علاج ولقاح لمنع انتشاره. لذلك تُعتبر الوقاية أفضل طريقة لمنع العدو بفيروس HIV.

وقد ينتقل فيروس HIV من شخص مصاب إلى آخر في بعض الحالات وقد لا ينتقل في حالات أخرى.

#### 1. حالات نقل المرض بصورة مباشرة عن طريق:

\* الاتصال الجنسي

\* الدم

\* من أم حامل إلى الجنين ومن خلال الرضاعة

\* استخدام الحقن نفسها من شخص إلى آخر

#### 2. حالات عدم نقل المرض من خلال:

\* التصافح بالأيدي

\* استخدام الأطباق نفسها

\* لدغة الحشرات

\* ارتداء الثياب نفسها

\* الحيوانات الأليفة

\* استخدام النقل العام نفسه

تتطور العدوى بفيروس عوز المناعة البشرية في سياق متوقع ، فكلّ مرحلة من العدوى تواكبها أعراض معينة ، لكنّ توقيت تلك المراحل يختلف كثيراً باختلاف الأشخاص . ففي المرحلة الأولى من إصابة أحد الأشخاص بفيروس ، تظهر عليه أعراض تشبه أعراض الإنفلونزا ، أو قد لا تظهر عليه أيّ أعراض أبداً . وفي فترة تتراوح ما بين أسبوع قليلة وعده شهر ، تبدأ الأجسام المضادة لهذا الفيروس بالظهور في الدم ، ويُستخدم وجود الأجسام المضادة بالدم في تشخيص الإصابة ولفحص الدم المتبرّع به . يوصف الشخص بأنه حامل للفيروس HIV Seropositive عندما تتوارد الأجسام المضادة للفيروس في جسمه ، فالأعراض الأخرى لعوز المناعة البشرية المكتسبة قد لا تظهر لعدة شهور أو سنوات .

في البداية ، قد يمرّ الشخص الحامل للفيروس بمرحلة من الأعراض الخفيفة (أو غير الحادة) من مثل ارتفاع درجة الحرارة (الحمى) ، وفقدان الوزن ، وتورّم العقد اللمفاوية . وكلما ازداد تركيز فيروس عوز المناعة البشرية في الدم ، انخفض تركيز الخلايا التائية المساعدة T4 في الدم ، وأصبحت الاستجابة المناعية التخossصية أقلّ فعالية في مواجهة الأمراض . عندما يصبح عدد الخلايا التائية المساعدة T4 منخفضاً بصورة كبيرة ، يعجز الجهاز المناعي عن محاربة الكائنات الممرضة . عند بلوغ هذه المرحلة ، تكون العدوى بفيروس عوز المناعة البشرية قد تطورت إلى مرحلة الإيدز . يختلف طول الفترة الزمنية المستغرقة كي تتحول العدوى بفيروس عوز المناعة البشرية إلى الإصابة بالإيدز من شخص إلى آخر ، لكنّها قد تستغرق كمعدل عشر سنوات .

قد يصاب مرضى الإيدز بأمراض متنوعة من بينها نوع نادر من السرطان ، يصيب الأوعية الدموية ، ويُسمى سرطان كابوزيس Kaposi's Sarcoma . وقد أدى انتشار هذا المرض إلى اكتشاف مرض الإيدز في العام 1981 . كما أنّ المصابين بالإيدز عُرضة للإصابة بأمراض أخرى كثيرة ناتجة من كائنات ممرضة لا تسبّب المرض للأشخاص المتمتعين بأجهزة مناعية سليمة في الحالات العادية . يطلق على مجموع هذه الأمراض العدوى الانتهازية Opportunistic Infections لأنّ هذه الكائنات غير ممرضة بالنسبة إلى الأشخاص السليمين ولكنّها تنتهز فرصة ضعف أجهزة الأشخاص المناعية لكي تصيبهم بأمراض . على سبيل المثال ، ثمة نوع من الالتهاب الرئوي يسببه كائن أولٍ يُسمى المتكيّسة الرئوية الجؤجؤية Pneumocystis Carinii تشير إلى الإصابة به بين مرضى الإيدز ، ولكنه نادر لدى الشخص السليم .

## فقرة اثرائية

### علم الأحياء في حياتنا اليومية

الأمل في لكتمة أو اثنين  
التطور الحديث في العلاج الدوائي  
لمرضى الإيدز في استخدام أكثر من  
عقار واحد في الوقت نفسه، لأن  
العقاقير المختلفة تؤثر في فيروس  
عوز المناعة البشرية (HIV) بطريقة  
مختلفة. وقد أثبتت هذا النوع من  
العلاج انخفاضاً كبيراً في عدد  
جسميات فيروس HIV في دم  
المرضى.

تعتبر العدوى بفيروس عوز المناعة البشرية HIV مميتة على وجه العموم، لكن ليس كلّ من يتم تشخيصه على أنه حامل للفيروس يكون قد وصل إلى مرحلة الإيدز . فالأشخاص المصابون بمرض الإيدز يموتون عندما لا تستطيع أجهزتهم المناعية المنهكة محاربة العدوى التي تسبّبها الكائنات الممرضة .

## 2. الاعتناء بجهازك المناعي

### Caring for Your Immune System

تعلّمت خلال دراستك لهذا الفصل كيف يحافظ جهازك المناعي على جسمك سليماً معافى . لكي يعمل جهازك المناعي على أحسن وجه ، من الضروري أن تمارس سلوكيات تحدّ من تعرّضك للكائنات الممرضة ، وتساعد في الحفاظ على صحتك المناعية . وهذه السلوكيات ملخصة في الجدول (6) .

#### كيف تحافظ على سلامة جهازك المناعي؟

تناول غذاء متوازنًا وصحيًا.

احرص على ممارسة التمارين الرياضية وأخذ قسط وافر من الراحة.

نظف أسنانك واستحمّ بانتظام.

حافظ على نظافة بيتك.

تجنّب التدخين ، المخدرات ، والمشروبات الكحولية.

تجنب العلاقات الجنسية المحرّمة.

حصّن نفسك باللقاحات الواقعية من الأمراض .

(جدول 6)

هناك العديد من السلوكيات القادرة على المحافظة على صحة جهازك المناعي .

## مراجعة الدرس 3-3

### فقرة اثرانية

#### علم الأحياء في المجتمع

##### جرعات لقاح لكل شخص

حاول الإجابة عن الأسئلة الآتية عن طريق استشارة أحد المراكز الصحية في المدينة التي تعيش فيها، أو طبيب الوحدة المدرسية أو الممرضة المسئولة. لماذا يُنصح بأخذ اللقاحات؟ عند أيّ عمر يُؤخذ كلّ نوع من اللقاحات؟ ما اللقاحات التي يفرضها القانون؟ كيف تُنقل اللقاحات وتُوزَّع؟ هل تُعطى في المراكز العامة من مثل المدارس وأماكن العمل؟ أم تُعطى في عيادات الأطباء فحسب؟ هل تشمل برامج اللقاحات الناس عامةً أم أفراداً معينين؟

1. ما المقصود بالحساسية؟ اذكر ثلاثة من مسبباتها الشائعة.

2. فَسَرْ دور الغذاء، وممارسة الرياضة، والاهتمام بالصحة واللقاحات في الحفاظ على سلامة الجهاز المناعي.

3. سؤال التفكير الناقد: يُعتقد أن زرع نخاع العظام إحدى طرق معالجة بعض مرضى الإيدز. كيف يمكن أن تقيدهم هذه الطريقة؟ ما هي بعض التأثيرات الجانبية التي قد تنتجم عنها؟

4. أضف إلى معلوماتك: لقد تعلّمت في هذا الفصل أنّ الجسم المضاد والأنيجين الخاص به متطابقان كطابق القفل وفتحه. أعطِ مثلاً حيوياً آخر، مما تعلّمته ، عن تطابق مماثل.

# مراجعة الوحدة الأولى

## المفاهيم

Inflammatory Response	الاستجابة بالالتهاب	Fertilization	الإخصاب
Implantation	الانغرس	Sexually Transmitted Infection	التهاب منقول جنسياً
Parathyroid Hormone (PTH)	الباراثيرويد	Insulin	إنسولين
Ovum	بويضة	Aids	الإيدز (متلازمة عوز المناعة المكتسبة)
Taste	التذوق	Hypothalamus	تحت المهاد
Brain Stem	جذع الدماغ	Gastrula	جاسترولا
Glucagon	جلوكاجون	Antibody	جسم مضاد
Somatic Nervous System	الجهاز العصبي الجسمي	Sensory System	الجهاز الحسي
Peripheral Nervous System	الجهاز العصبي الطرفي	Autonomic Nervous System	الجهاز العصبي الذاتي
Endocrine	الجهاز الهرموني	Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Action Potential	جهد العمل	Resting Potential	جهد الراحة
Spinal Cord	الحبل الشوكي	Umbilical Cord	الحبل السري
Allergy	حساسية	Pupil	حدقة
Menstruation	الحيض (الطمث)	Ectopic Pregnancy	حمل خارج الرحم
Testicle	خصية	Spermatozoon	حيوان منوي
Vitreous Humour	خلط زجاجي	Memory Cells	خلايا الذاكرة
Glial Cell	خلية الغراء العصبي	Aqueous Humour	خلط مائي

Macrophage	خلية بلعمية كبيرة	Phagocyte	خلية بلعمية
Neuron	خلية عصبية (العصبون)	White Blood Cell	خلية دم بيضاء
Motor Neuron	خلية عصبية حركية	Interneuron	خلية عصبية بينية أو موصلة
Lymphocyte	خلية لمفافية	Sensory Neuron	خلية عصبية حسّية
T-lymphocyte	خلية لمفافية تائية	B-lymphocyte	خلية لمفافية بائية
Endometriosis	داء البطانة الرحمية	Target Cell	خلية مستهدفة
Menstrual Cycle	دورة الحيض (الدورة الشهرية)	Brain	دماغ
Meninges	سحايا	Vision	رؤية
Retina	شبكة	Nerve Impulse	سيال عصبي
Sclera	صلبة	Threshold Potential	عتبة الجهد
Lens	عدسة	Nerve	عصب
Efferent Nerve	عصب صادر (حركي)	Mixed Nerve	عصب مختلط
Afferent Nerve	عصب وارد (حسّي)	Effector Organ	عضو منفذ
Drug	عقار	Ganglion	عقدة عصبية
Endocrine Gland	غدة صماء	Exocrine Gland	غدة إفراز خارجي
Reflex Action	الفعل الانعكاسي	Thyroid Gland	الغدة الدرقية
Ejaculation	القذف	Pituitary Gland	غدة نخامية
Iris	قزحية	Human Immunodeficiency Virus (HIV)	فيروس عوز المناعة البشرية
Reflex Arc	القوس الانعكاسي	Cornea	قرنية
Blastocyst	البلاستيولا	Penis	قضيب
Vaccine	لقاح	Pathogen	كائن ممرض
Nerve Fiber	ليف عصبي	Ovary	المبيض
Cerebrum	مخ	Narcotic	مخدر
		Cerebellum	مخيخ

Diabetes Mellitus	مرض البول السكري	Alzheimer's Disease	مرض الزهايمير
Sensory Receptor	مستقبل حسي	Autoimmune Disease	مرض المناعة الذاتية
Exteroceptor	مستقبل خارجي	Proprioceptor	مستقبل حسي عميق
Synapse	مشبك عصبي	Interoceptor	مستقبل داخلي
Humoral Immunity	مناعة الخلطية أو الإفرازية	Placenta	المشيمة
Stimulus	منبه	Cell-Mediated Immunity	المناعة الخلوية
Hallucinogen	مهدوس	Stimulant	منشط (منبه)
Histamine	هستامين	Hormone	هرمون

## الأفعال الرئيسية للوحدة

### الفصل الأول: الجهاز العصبي

#### (1-1) الإحساس والضبط

- \* الليف العصبي هو الاستطالة الطويلة للخلايا العصبية وما يحيط بها من غلافات ومنها ألياف عصبية ميلينية وألياف عصبية عديمة الميلين.
- \* الأعصاب هي حزم من الألياف العصبية تصل الجهاز العصبي المركزي بمختلف أعضاء الجسم وتنقل السيالات العصبية فيما بينها.
- \* الأعصاب ثلاثة أنواع واردة أو حسّية تنقل السيالات العصبية الحسّية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية وأعصاب صادرة أو حركية تنقل السيالات العصبية الحركية من المراكز العصبية إلى الأعضاء المنفذة. وأعصاب مختلطة تنقل السيالات العصبية في الاتجاهين.
- \* يجمع الجهاز العصبي المعلومات من البيئة الداخلية والخارجية للجسم ويستجيب لها.
- \* يزود الجهاز العصبي الطرفي الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والجبل الشوكي) بالبيانات، ويستجيب الجهاز العصبي المركزي بإعطاء تعليمات للأعضاء المنفذة يرسلها عبر الجهاز العصبي الطرفي.
- \* الخلايا العصبية هي خلايا الجهاز العصبي التي تنقل السيالات العصبية.

- \* تقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى الخلايا العصبية الحسّية، الحركية والرابطة ومن حيث الشكل إلى خلايا عصبية وحيدة القطب، ثنائية القطب ومتميزة الأقطاب.
- \* تحمي خلايا الغراء العصبي الخلايا العصبية وتدعيمها.

#### (1-2) فسيولوجيا الجهاز العصبي

- \* لغشاء الخلية العصبية وفي حالة الراحة جهد راحة يساوي  $mv = 70$  - ويؤدي إزالة استقطاب جهد الغشاء إلى ما فوق عتبة الجهد ( $mv = 50$ ) - إلى توليد جهد العمل وانتقاله على طول الليف العصبي.
- \* يتنتقل السائل العصبي بفضل تحرك أيونات البوتاسيوم والصوديوم عبر القنوات الخاصة بها الموجودة في غشاء الخلية.
- \* تسبب المنبهات استثارة المستقبلات الحسّية والخلايا العصبية ما يؤدي إلى توليد استجابة ملائمة، ومنها المنبهات الكيميائية، الميكانيكية والحرارية.
- \* المشتبكات الكيميائية هي أماكن اتصال بين خلية عصبية وخلية أخرى تسمح بنقل السائل العصبي من خلال إطلاق نواقل عصبية وهي مواد كيميائية ترتبط بالمستقبل النوعي الخاص بها ما يؤدي إلى ظهور الجهد في الخلية التالية ما بعد المشتبك.

#### (1-3) أقسام الجهاز العصبي المركزي

- \* السحايا هي ثلاثة أغشية تحيط بالجهاز العصبي المركزي (الدماغ والجبل الشوكي) وتحمييه وهي الأم الجافية، الأم العنكبوتية والأم الحنون.
- \* تحتوي القشرة المخية على مناطق حسّية مختلفة مسؤولة عن الشعور بالأحساس ومناطق حركية مسؤولة عن إرسال السيالات العصبية الحركية إلى كافة الأعضاء المنفذة ومناطق ترابطية حسّية وأخرى حركية.
- \* ينقل الجبل الشوكي السيالات في ما بين الجهاز العصبي الطرفي والدماغ.
- \* يضبط جذع الدماغ وظائف الحياة في حين ينسق المخيخ أنشطة العضلات، ويضبط المخ الأنشطة الإدراكية. أمّا الجهاز الطرفي فمسؤول عن العواطف والذاكرة والكلام.

#### (1-4) الجهاز العصبي الطرفي

- \* يُقسم الجهاز العصبي الطرفي إلى جهاز عصبي جسمي يضبط الأفعال الإرادية والأفعال الإنعكاسية اللاإرادية والجهاز العصبي الذاتي الذي يضبط الاستجابات اللاإرادية للجسم.
- \* يضبط الجهاز العصبي الذاتي الاستجابات اللاإرادية عبر جهازين متضادين في عملهما - الجهازان العصبيان السمباثاوي ونظير السمباثاوي - يتعاونان في حفظ توازن الجسم الداخلي.

## (5-1) صحة الجهاز العصبي

- \* قد يتلف النسيج العصبي بسبب الأضرار البدنية أو نقص الأكسجين أو الأمراض.
- \* قد تسرع العاقير السيلات العصبية أو تبطئها كما قد تغير الإدراك وتتلف الأعضاء.
- \* يرتبط عدد كبير من المخاطر الصحية بتناول الكحول والتدخين.

## الفصل الثاني: التنظيم والتكاثر

### (1-2) التنظيم الهرموني

- \* السيلات العصبية سريعة المفعول والهرمونات بطيئة المفعول وتحكم كلّ منها بأنشطة جسم الحيوان.
- \* تضبط الهرمونات الأنشطة من مثل الانسلاخ، والتحول ودرّ الحليب.

### (2-2) جهاز الإنسان الهرموني

- \* تفرز الغدد الصماء الهرمونات في مجرى الدم الذي ينقلها إلى الخلايا المستهدفة.
- \* تضبط هرمونات الغدة النخامية إفراز الغدد الصماء الأخرى.
- \* يرتبط عمل الجهاز العصبي والجهاز الهرموني على مستوى تحت المهاد.
- \* تُضبط عمليات إفراز الهرمونات بواسطة التغذية الراجعة فمثلاً يعتمد هرموناً الإنソولين والجلوكاجون على التغذية الراجعة السالبة لضبط مستوى الجلوكوز في الدم.

### (3-2) صحة الغدد الصماء

- \* تؤثّر اضطرابات الغدة الدرقية في معدلات الاستقلاب الخلوي (الأيض) في الجسم.
- \* تنتج الغددتان الكظريتان هرمونين كاستجابة للإجهاد القصير الأمد أو الطويل الأمد.
- \* يحافظ النظام الغذائي الجيد والتمارين الرياضية على صحة الجهاز الهرموني.

### (4-2) التكاثر لدى الإنسان

- \* تُنتج الخصيتان الحيوانات المنوية التي تخزن في البربخ، وتحرر من خلال مجرى البول تحت تأثير هرموني التستوستيرون و FSH.
- \* يفرز المبيضان هرموني الإستروجين والبروجيسترول الذين يساهمان في إنضاج البو胥ة.
- \* في أثناء الدورة الشهرية، تنسج إحدى البوغضات الموجودة في المبيضين وتحرر، ثم تمر في إحدى قناتي فالوب لتنغرس، إن خُصّبت، في بطانة الرحم التي تكون قد نمت استعداداً لاستقبالها. أما في حال عدم التخصيب فيتم التخلص من البو胥ة والأنسجة الرحمية في أثناء دورة الحِيْض.

## (5-2) نمو الإنسان وتطوره

- \* تتكون للبويضة المخصبة المنغرسة في الرحم ثلاث طبقات أريمية تتطور هذه الطبقات لتصبح جنيناً يُحاط بعشائين خارجين هما الأمنيون والكوريون. يمتلك الأمنيون بسائل أمنيوسي ، وتتوالى المشيمة تبادل المواد الغذائية والغازات بين الجنين والأم.
- \* يمكن الاطمئنان على صحة الجنين النامي بواسطة الموجات فوق الصوتية ونزل السائل الأمنيوني .

## (6-2) صحة الجهاز التناسلي

- \* تصيب بعض الاضطرابات جهاز الإنسان التناسلي منها العقم وسرطان البروستات عند الرجل ، والحمل خارج الرحم وسرطان عنق الرحم عند المرأة .
- \* تنتقل الالتهابات في خلال العلاقة الجنسية عبر الدم أو أغشية الأعضاء التناسلية ، وتكون هذه الالتهابات فيروسية أو جرثومية أو طفيلية .

## الفصل الثالث: جهاز المناعة لدى الإنسان

### (1-3) الجهاز المناعي

- \* يقاوم الجهاز المناعي العدوى بالأمراض المعدية .
- \* توفر فرضيات كوخ طريقة لتحديد سبب الإصابة بأحد الأمراض المعدية وتشخيص المرض .
- \* يمكن أن تنتشر الأمراض المعدية بالاتصال المباشر أو غير المباشر ، الطعام أو الماء الملوث وبواسطة الحيوانات ولدغاتها .
- \* الجهاز اللمفاوي عبارة عن شبكة من الأعضاء والأوعية ، وهو مرتبط بالجهاز الدورى ومتناوب معه عبر جمع البلازمـا التي ترشح من مجرى الدم .
- \* تهاجم الخلايا الدموية البيضاء المخزنة في العقد اللمفاوية الكائنات الممرضة في السائل اللمفاوي أما تلك الموجودة في الطحال فتهاجم الكائنات الممرضة الموجودة في مجرى الدم .
- \* يعمل خط الدفاع الأول في الجسم ، أي الجلد ، المخاط ، الدموع والعرق ، ك حاجز في وجه الكائنات الممرضة .
- \* عند الاستجابة بالالتهاب تفرز الخلايا المصابة الهستامين ؛ فيزيد انسياب الدم ويحمل الخلايا البلعمية والصفائح الدموية إلى المنطقة المصابة .
- \* الإنترفيرونـات والخلايا القاتلة الطبيعية هي وسائل دفاعية غير متخصصة ضد الفيروسـات .

### (2-3) أنشطة الجهاز المناعي التكيفي (المتخصص)

- \* تهاجم الخلايا البائية كائنات ممرضة معينة عن طريق إنتاج الأجسام المضادة التي ترتبط بالأنثنيجينات الموجودة على سطحها. أما الخلايا الثانية فيمكنها أن تهاجم مباشرة الخلايا التي تم تعرفها على أنها خطيرة للجسم.
- \* يمكن للجسم أن يكتسب مناعة ضد الكائنات الممرضة.

### (3-3) صحة الجهاز المناعي

- \* يستجيب الجهاز المناعي، أحياناً، للمواد غير الضارة، أو حتى خلايا الجسم الذاتية، على أنها كائنات ممرضة.
- \* يسبب فيروس عوز المناعة البشرية (HIV)، بمحاجمه الخلايا التائية المساعدة (أو خلايا T4)، إعاقة عمل المناعة الإفرازية أو الخلطية والمناعة الخلوية ما يؤدي إلى فقدان المناعة الخلوية كلّياً عند تطور الإصابة لمرحلة الإيدز.
- \* يسهم الغذاء المتوازن، التمارين الرياضية، الراحة، اللقاحات في الحفاظ على الجهاز المناعي سليماً مُعافى. ويسهم الحفاظ على النظافة الشخصية والبيئية، وتجنب تعاطي المخدرات، وتجنب العلاقات الجنسية المحرمة في الحدّ من التعرّض للكائنات الممرضة.

### خرائط مفاهيم الفصل الأول

استخدم المفاهيم الموضحة في الشكل لرسم خريطة تُنظِّم الأفكار الرئيسية التي جاءت في الفصل.



## خريطة مفاهيم الفصل الثاني

استخدم المفاهيم الموضحة في الشكل لرسم خريطة تُنظم الأفكار الرئيسية التي جاءت في الفصل.



## خريطة مفاهيم الفصل الثالث

استخدم المفاهيم الموضحة في الشكل لرسم خريطة تُنظم الأفكار الرئيسية التي جاءت في الفصل.



### تحقق من فهمك

أكمل الجمل التالية بما يناسبها:

1. فقدان الذاكرة هو أحد الأعراض الأساسية لـ .
2. العقاقير التي تُعرف بـ ..... تبطئ سرعة السيالات العصبية، أمّا تلك التي تسرّع السيالات فتُعرف بـ ..
3. يحتوي ..... على المستقبلات الميكانيكية، ويحتوي ..... على المستقبلات الضوئية.
4. يقوم ..... بضبط توازن الجسم، و ..... أماناً ..... فيضبط الكلام.
5. تُضبط الاستجابات اللاإرادية بواسطة ..... هي استجابة متخصصة للحماية ضدّ سموم أو كائنات ممرضة معينة.
6. هي جزيئات تُظهر الاستجابة المناعية أو تُنشّطها.
7. الفيروس الذي يدمر الخلايا التائية المساعدة هو ..
8. هي استجابة الجهاز المناعي لمواد كيميائية عادية غير ضارة مثل بروتينات الغذاء.
9. يخرجن البربخ ..... حتى تُطرد نتيجة الانقباضات العضلية لـ ..
10. يبدأ نموّ الخصائص الجنسية الثانوية عند سنّ ..
11. تحمل قناة فالوب الأمشاح المتحرّرة من ..... والتي تتحرّك إلى ..... من تجويف الحوض إلى الصفن.
12. عند الولادة، تتحرّك ..... لاقنوية تفرز هرمون ..
13. الغدة الدرقية عبارة عن ..... .

اختر العبارة الصحيحة من بين العبارات التي تلي كل سؤال مما يلي وذلك بوضع علامة (✓) أمامها:

1. نوع من خلايا الغراء العصبي المسؤوله عن تكوين الميالين في الجهاز العصبي الطرفي:  
 خلايا شوان.  خلايا النجمية.  
 خلايا الغراء العصبي الصغيرة.  خلايا حركية.
2. الخلايا العصبية المسؤوله عن توصيل السيالات العصبية بين خلتين عصبيتين هي:  
 خلية عصبية حسيّة.  خلية موصلة أو رابطة.  
 خلية عصبية حرّكية.  خلية عصبية ثنائية القطب.
3. طبقة السحايا التي تبطن سطح الججمة والحلب الشوكي هي:  
 الأمّ الحنون.  الأمّ العنکبوتية.  
 السائل الدماغي الشوكي.  الأمّ الجافية.
4. منطقة في الدماغ تؤدي إلى الشعور بالأحساس المختلفة:  
 المنطقة الحسّية.  منطقة فيرنيكا.  
 منطقة بروكا.  المنطقة حرّكية.

- 5.** الطريق الصحيح الذي يسلكه المني هو:
- الخصية ثم الوعاء الناقل وصولاً إلى البربخ.
  - البربخ ثم مجرى البول وصولاً إلى الوعاء الناقل.
  - الخصية ثم البربخ وصولاً إلى الوعاء الناقل.
  - مجرى البول ثم الوعاء الناقل وصولاً إلى الخصية.
- 6.** أي وظيفة من الوظائف أدناه لا يؤديها الجهاز التناسلي لدى الأنثى؟
- إنتاج الأمشاج.
  - تغذية الجنين.
  - إفراز FSH.
  - إنساج البوopies.
- 7.** يتم التخصيب بشكل طبيعي في:
- عنق الرحم.
  - قناة فالوب.
  - البربخ.
  - الوعاء الناقل.
- 8.** يُضيّط نضوج البويبة، بشكل أساسى ، بواسطة هرمون يُفرز من:
- تحت المهاد.
  - قناة فالوب.
  - الحويصلة.
  - الجسم الأصفر.
- 9.** الطور الحويصلي من الدورة الشهرية:
- يحدث عندما تنخفض كمية الماء إلى الصفر.
  - يبدأ عندما يحدث التخصيب.
  - يحدث بسبب انخفاض الإستروجين والبروجستيرون في الدم بشكل كبير.
  - ينتهي عندما يحصل التخصيب.
- 10.** الاستجابة بالالتهاب يحفّزها:
- أنثيجين.
  - جسم مضاد.
  - الهرستامين.
  - البيروجينات.
- 11.** من أمثلة الوسائل الدافعية غير التخصّصية:
- الخلية البلعمية الكبيرة.
  - الجسم المضاد.
  - المناعة المفاوية الثانية.
  - اللقاح.
- 12.** تُعدّ مهاجمة الخلايا السرطانية بواسطة الخلايا المفاوية مثالاً على:
- المناعة الخلوية.
  - الحساسية.
  - الاستجابة بالالتهاب.
  - المناعة الإفرازية.
- 13.** تحفّز اللقاحات إنتاج:
- الأجسام المضادة.
  - الأنتيجينات.
  - الهرستامين.
  - الخلايا المفاوية الثانية.

**14.** يحفّز إنتاج الخلايا البائية والتائية القاتلة بواسطة:

- خلية بلعمية كبيرة.
- خلايا معتدلة.
- خلايا طبيعية قاتلة.
- خلايا تائية مساعدة.

**15.** الخلايا المناعية المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية هي:

- الخلايا التائية المساعدة.
- الخلايا البائية.
- خلايا الذاكرة.
- خلية بلعمية كبيرة.

أجب عن الأسئلة التالية بإيجاز:

- .1. قارن بين وظائف خلايا شوان والخلايا النجمية في جهاز الإنسان العصبي.
- .2. ما الفرق الأساسي بين الوظائف التي يؤديها المخ وجذع الدماغ؟
- .3. كيف تحول التراكيب في الأذن الموجات الصوتية إلى سلالات عصبية؟
- .4. أعطِ مثلاً يوضح كيف يتعاون الجهازان العصبيان الودي ونظير الودي للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
- .5. ما الدور الذي يؤديه كلٌ من القرحية، الشبكية والعصب البصري في الرؤية؟
- .6. كيف يؤثر تدفق أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء الخلوي للخلية العصبية في الجهد الفعال؟
- .7. ما الفرق بين الغدد الداخلية والإفراز وتلك الخارجية الإفراز؟
- .8. ما دور الأمينون والكوريون لدى الجنين الصغير؟
- .9. اشرح كيف تنظم التغذية الراجعة السالبة إنتاج الهرمونات البنكرياسية في جزر لانجرهانز.
- .10. كيف يتلاءم تركيب خلية الحيوان المنوي الناضج مع ما يؤديه من وظيفة؟
- .11. كيف تستجيب الغدة الكظرية بطرق مختلفة لحالات الإجهاد القصيرة الأمد والطويلة الأمد؟
- .12. كيف يحدد الأطباء الأضطرابات الوراثية لدى الجنين؟
- .13. صِف الطريقتين اللتين يمكن أن يكتسب شخص من خلالهما المناعة لمرض معين.
- .14. ما المعلومات التي يحصل عليها الأطباء عن طريق فحص العقد اللمفاوية؟
- .15. كيف يساعد تمدد الأوعية الدموية في شفاء الأنسجة المتضررة؟
- .16. كيف تساعد الخلايا البلعمية الكبيرة الخلايا البائية في محاربة الأجسام الممرضة؟
- .17. قارن بين الخلايا البائية وبين الخلايا التائية القاتلة.
- .18. فَسّر دور كلٍ من الخلايا التائية الثلاث.

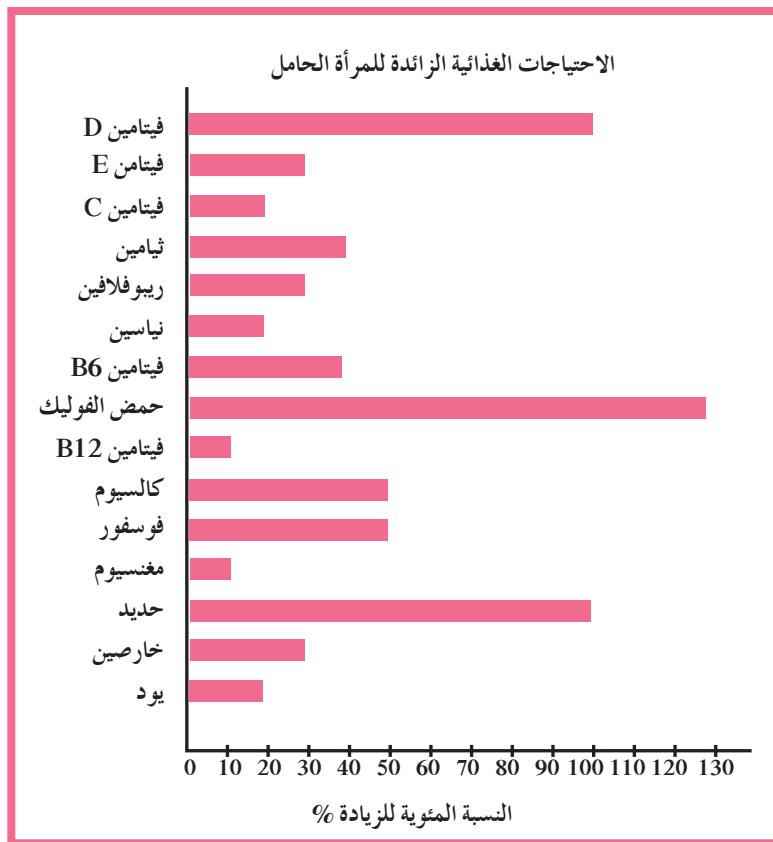
## تحقق من مهاراتك

1. تطبيق المفاهيم: لماذا يُعتبر خليط الباربيتوريات والكحول مرتكباً يهدّد الحياة؟
2. وضع الفرضيات: الأسيتيل كولين ناقل عصبي يوصل الإشارات العصبية بين الخلايا العصبية الحركية والعضلات الهيكلية.
3. تحليل البيانات: يوضح الجدول التالي متوسط النسبة المئوية لتلف الخلايا العصبية، في أجزاء الدماغ المختلفة بفعل التقدّم في العمر. أي منطقة من الدماغ تفقد أكبر نسبة خلايا عصبية؟ وأي منطقة تفقد أقلّ نسبة منها؟ ما الوظائف التي يمكن أن تتأثر بتلف الخلايا العصبية في المخيخ؟

تلف الخلايا العصبية مع التقدّم في العمر	
مناطق الدماغ	نسبة التلف المئوية (%)
المخيخ	25
منطقة الترابط البصري	50
منطقة الترابط السمعي	50 – 30
قرن آمون	30
السرير البصري	صفر

4. تصميم تجربة: ما العوامل التي يمكن أن تؤثّر في قابلية التعلّم؟ هل للإجهاد البدني مثل الجوع أو قلة النوم تأثير في التعلم؟ هل لتشتت الفكر بسبب الضوضاء أو الموسيقى ، على سبيل مثال ، تأثير في القدرة على التعلّم؟ اختر عاملاً واحداً ثم اطرح فرضية ، وصمّم تجربة لختبر صحتها.
5. تطبيق المفاهيم: في أثناء أزمة الربو ، تصبح الممرّات التنفسية أكثر ضيقاً. أيّ قسم من الجهاز العصبي تستهدف أدوية معالجة الربو؟
6. تطبيق المفاهيم: يتجنب مرضى البول السكري تناول الطعام الغني بالسكر. لماذا يجب على مريض النوع الأول من البول السكري الاحتفاظ بالحلوى أو عصير البرتقال بالقرب منه؟

- .7 تفسير شكل بياني: تغيير احتياجات النساء الغذائية في خلال الحمل. يوضح الرسم البياني التالي نسبة زيادة متطلبات النظام الغذائي المسموح به للمرأة الحامل. أي المعادن تزيد الحاجة إليه بصورة كبيرة؟  
ما مقدار نسبة الكالسيوم الإضافية التي تحتاجها المرأة الحامل؟



- .8. تحليل البيانات: يوضح الجدول التالي العوامل التي تنظم عمل بعض الغدد الصماء لدى الإنسان.  
ما الغدد التي تنظم إفرازها عوامل خارجية؟ وتلك التي تنظم إفرازها عوامل داخلية؟ اربط الغدة بالعامل المنظم الملائم.

تنظيم الغدد الصماء	
يُنظم عملها بواسطة	الغدة
دورات الضوء والظلام	الصينبرية
FSH و LH	المبيضين
FSH و LH	الخصيتين
الجلوكوز في الدم	البنكرياس
الكالسيوم في الدم	جار الدرقية
التوازن الأسموزي	الفصّ الخلقي للنخامية (ADH)
الجهاز العصبي	الفصّ الخلقي للنخامية (أو كسيتوسين)

**٩.** وضع الفرضيات: تُعدّ أمراض الجهاز القلبي الوعائي السبب الرئيسي للموت في بلدان كثيرة وتحدّد الأمراض المعدية السبب الرئيسي للموت في بلدان العالم كلّها. قدّم اقتراحك للحدّ من خطر الموت بهذه الأمراض.

**١٠.** تطبيق المفاهيم: إذا أراد الطبيب أن يعرف ما إذا كان المريض مصاباً بعدوى، يسحب عينة دم، ويطلب إجراء اختبار يسمّى حساب عدد خلايا الدم البيضاء. فسّر اختياره لهذا الاختبار بالذات.

**١١.** تصميم التجارب: افترض أنّ أحد الطلاب يحتاج إلى تقديم إثبات على أنه يتمتع بمناعة لأمراض معينة قبل دخول إحدى الكليات، ولكنّه عجز عن إيجاد سجل لقاداته. صمم تجربة تظهر أنواع اللقاحات التي أخذها.

**١٢.** تصميم خرائط المفاهيم: عندما تمرّ قرب مائدة الطعام، تشمّ أصناف الطعام المختلفة، وتقرّر تناول بعض منها. صمم خريطة مفاهيم تصف تفاعلات الأجزاء المختلفة من جهازك العصبي التي تُستخدم في شمّ أصناف الطعام والاستجابة لهذا المؤثر.

**١٣.** تصميم خرائط المفاهيم: صمم خريطة مفاهيم توضّح علاقة الجهاز الهرموني بكلّ من الجهازين التناسليين لدى الذكر والأنثى.

#### المشاريع

**١.** العلاجات البديلة: يبحث عدّة أشخاص عن بدائل من الطب التقليدي، أي ما يعرف بالعلاج البديل، لمقاومة الأمراض أو الاضطرابات. نذكر من هذه البدائل علاجات قديمة مثل الوخز بالإبر الصيني ، الحجامة الرطبة والجافة وغيرها. كيف يحدد الشخص إذا ما كان العلاج البديل آمناً وفعالاً؟ ما الدور الذي يجب أن يؤدّيه الأطباء في تقييم العلاجات البديلة؟

**٢.** علم الأحياء والفن: ارسم شخصين أحدهما مصاب بالقصور الدرقي وآخر مصاب بزيادة إفراز الدرق ، على أن يُظهر الرسم عوارض الاضطراب .

**٣.** علم الأحياء والإسعافات الأولية: اقرأ التعليمات على المنتجات التي يسبب تناولها التسمّم كالمنظفات على سبيل المثال. جهز ملصقاً كي يتعلم زملاؤك من خلاله.

**٤.** علم الأحياء والطب: يتزايد عدد الإصابات بسرطان الجهاز المناعي بسرعة في الأونة الأخيرة. ابحث عن النظريات التي اقترحت تفسيراً لهذه الظاهرة. قيم الدليل على صحة كلّ نظرية منها.

# مصطلحات

**عقدة عصبية Ganglion** هو تجمّع من الخلايا العصبية.

**الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System** يُعدّ مركز التحكّم الرئيسي في الجسم ويتكوّن من الدماغ والجبل الشوكي وهو يعالج المعلومات التي يستقبلها ويرسل التعليمات إلى الأجزاء الأخرى من الجسم.

**الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System (PNS)** يتكون من شبكة من الأعصاب تمتدّ في أجزاء الجسم كلّها وهو يجمع المعلومات من داخل الجسم وخارجه ويوصلها إلى الجهاز العصبي المركزي ثم يعود وينقل التعليمات الصادرة من هذا الأخير إلى أجزاء الجسم.

**خلية عصبية Neuron** هي الوحدات التركيبية والوظيفية للجهاز العصبي تنقل السيالات العصبية عبر الجسم.

**الخلية العصبية حسّية Sensory Neuron** تنقل السيالات العصبية الحسّية من المستقبلات الحسّية إلى الجهاز العصبي المركزي .

**المستقبلات الحسّية Sensory Receptors** هي نهایيات خلايا عصبية أو خلايا متخصّصة تجمع المعلومات من داخل الجسم وخارجه وتحوّلها إلى سيالات عصبية.

**خلية عصبية حرّكية Motor Neuron** تنقل السيالات العصبية الحرّكية من الجهاز العصبي المركزي إلى الأعضاء المنفذة.

**عضو منفذ Effecter Organ** هو العضو ، الذي يستجيب للسيال العصبي إما بالانقباض إذا كان عضلة أو بالإفراز إذا كان غدّة .

**خلية عصبية رابطة أو موصلة Interneuron** توجد بين خلّيّتين عصبيّتين وتكون بكمال أجزائهما أو بمعظم أجزائهما داخل الجهاز العصبي المركزي ، حيث تتواجد بين خلايا عصبية حسّية وأخرى حرّكية أو بين خلايا عصبية رابطة أخرى .

**ليف عصبي Nerve Fiber** هو استطالة طويلة للخلية العصبية وما يحيط بها من أغلفة .

**عصب Nerve** يتكون من حزم ألياف عصبية وهو يصل الجهاز العصبي المركزي بمختلف أعضاء الجسم وينقل السيالات العصبية بينها .

**عصب وارد (حسّي) Afferent Nerve** ينقل السيالات العصبية الحسّية من أعضاء الحسّ إلى المراكز العصبية.

**عصب صادر (حركي) Efferent Nerve** ينقل السيالات العصبية الحركية من المراكز العصبية إلى الأعضاء المنفذة.

**عصب مختلط Mixed Nerve** يتكون من ألياف عصبية واردة (حسّية) وصادرة (حركية) تنقل السيالات العصبية بالاتجاهين بين الأعضاء المنفذة والمراكز العصبية.

**جهد الراحة Resting Potential** جهد كهربائي (فرق كمون كهربائي) لغشاء الخلية عند الراحة.

**السيال العصبي Nerve Impulse** هو موجة من التغيير الكيميائي والكهربائي تنتقل على طول غشاء الخلية العصبية.

**جهد العمل Action Potential** هو تبدل أو انعكاس للشحنات الكهربائية عبر غشاء الخلية العصبية.

**عقبة الجهد Threshold Potential** هو الحد الأدنى من إزالة استقطاب جهد غشاء الخلية لتوليد جهد العمل.

**المتبّه Stimulus** تبدل في الوسط الخارجي أو الوسط الداخلي بسرعة تكفي لاستشارة المستقبلات الحسّية والخلايا العصبية وبالتالي توليد استجابة ملائمة له.

**المشتّبات العصبية Synapse** هي أماكن اتصال بين خلويتين عصبيتين أو بين خلية عصبية وخلية غير عصبية (خلية عضلية أو غدية) وهي تسمح بنقل السيال العصبي من خلية عصبية إلى الخلية المجاورة.

**السحايا Meninges** هي ثلاثة أغشية تحيط بالجهاز العصبي المركزي (الدماغ والنخاع الشوكي) وهي بحسب ترتيبها من الخارج إلى الداخل الأمّ الجافية، الأمّ العنكبوتية والأمّ الحنون.

**الجبل الشوكي Spinal Cord** عضو أنبوبي الشكل موجود داخل العمود الفقري الذي يحميه ومغلف بالسحايا وهو يتكون من خلايا الغراء العصبي وأوعية دموية. وهو ينقل السيالات العصبية في ما بين الجهاز العصبي الطرفي والدماغ.

**الدماغ Brain** هو عضو الجهاز العصبي المركزي وهو معقد التركيب يحتوي على حوالي 100 مليار خلية عصبية و 900 مليار خلية غراء عصبي. يزن الدماغ المتوسط الحجم حوالي g 1400 ويكون من جذع أو ساق الدماغ، المخ والمخيخ.

**جذع الدماغ (ساق الدماغ) Brain Stem** يوصل النخاع الشوكي بباقي الدماغ وينسق العديد من الوظائف الحيوية من مثل ضغط الدم، التنفس ومعدل ضربات القلب وهو يتكون من ثلاثة أجزاء هي الدماغ المتوسط، الجسر أو القنطرة والنخاع المستطيل.

**المخيخ Cerebellum** يقع أسفل الدماغ، خلف النخاع المستطيل ويحتوي على المراكز العصبية التي تضبط تناقض حركات العضلات وتوازن الجسم خلال الحركة، الجلوس، والوقوف.

**المخ Cerebrum** يشكل المخ نحو 85% من الدماغ البشري، وهو مسؤول عن الأنشطة الإرادية جميعها وعن التعلم، التخيّل، التفكير والتذكّر.

**الجهاز العصبي الجسمي Somatic Nervous System** هو جزء من الجهاز العصبي الطرفي يضبط الأفعال الإرادية والأفعال الانعكاسية اللاإرادية ويشتمل على الأعصاب الحركية التي تضبط أو تحكم بالاستجابات الإرادية وعلى الأعصاب التي تحكم بالأفعال اللاإرادية الانعكاسية.

**الفعل الانعكاسي Reflex Action** هو استجابة لا إرادية لمنبه ما.

**القوس الانعكاسي Reflex Arc** هو مسار الخلايا العصبية التي تنقل السيالات العصبية منذ التعرّض لمنبه ما حتّى حدوث استجابة آلية لا إرادية أو فعل انعكاسي.

**الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System** هو جزء من الجهاز العصبي الطرفي يضبط عدّة استجابات لا إرادية في الجسم.

**الجهاز الحسي Sensory System** جزء من الجهاز العصبي يتكون من مستقبلات حسّية وأعضاء حسّية وأعصاب حسّية.

**مستقبل خارجي Exteroceptors** مستقبل حسّي يتأثر بالمؤثّرات الخارجية كالضوء، الصوت، الحرارة، البرودة والضغط ويسّمى عادة عضو الحس كالعين، الأذن، اللسان، الأنف والجلد.

**مستقبل داخلي Interoceptors** مستقبل حسّي موجود داخل الجسم في الأحشاء والأوعية الدموية ويتأثر بمؤشرات داخلية.

**مستقبل حسّي عميق Proprioceptors** مستقبل حسّي داخلي يتأثر بدرجة الشد (المد) من مثل المستقبلات الموجودة في العضلات والأوتار والمفاصل والأربطة.

**التذوق Taste** هو القدرة على الاستجابة لجزئيات وأيونات مذابة في الفم.

**الرؤية Vision** هي القدرة على ملاحظة الأشياء بالنظر إليها وتفسيرها.

**القرنية Cornea** هي غلاف شفاف ذو محيط دائري يغلف مقدمة كرة العين.

**الخلط المائي Aqueous Humour** سائل شفاف يملأ الحجرة خلف القرنية ويغذي العدسة والقرنية.

**القزحية Iris** تتألف من حلقات من العضلات الملساء المتوفرة بنواعين العضلات الدائرية والعضلات الشعاعية وهي تضبط كمية أشعة الضوء التي تدخل العين من خلال الحدقة.

**الحدقة Pupil** فتحة تتوسط القزحية ويدخل خلالها الضوء إلى العين.

**العدسة Lens** جسم محدب الوجهين مرن وشفاف مؤلف من ألياف بروتينية وملحق خلف الحدقة بواسطة الأربطة المعلقة والجسم الهدبي وتعاون مع القرنية في حني الأشعة الضوئية وتركيزها على بعدها البؤري على الشبكية.

**الخلط الزجاجي Vitreous Humour** سائل هلامي شفاف يملأ الحجرة بين العدسة والشبكية وهو يساعد في المحافظة على شكل كرة العين.

**الشبكية Retina** الطبقة الداخلية للعين وهي تتألف من عدة طبقات وهي طبقة من مستقبلات ضوئية، وطبقة من خلايا عصبية معظمها ثنائية القطب، وطبقة من الخلايا العصبية العقدية. توجد الشبكية في القسم الخلفي من كرة العين، حيث تحول الطاقة الضوئية إلى سيارات عصبية تنتقل إلى الدماغ.

**الصلبة Sclera** هو الغشاء الخارجي لكرة العين وهي طبقة متقوسة، ثخينة، قاسية، غير شفافة، ومكونة من النسيج الضام. تحمي هذه الطبقة البنية الداخلية لكرة العين، إذ تحافظ على صلابتها. ترق هذه الطبقة في مقدمة كرة العين، وتصبح شفافة لتشكل القرنية الشفافة.

**مرض ألزهايمر Alzheimer's Disease** هو مرض يفسد فيه نسيج الدماغ حيث تراكم فيه ترسبات بروتينية غير طبيعية وتتلف بعض أجزاء الدماغ. ويفقد المصابون به الذاكرة ويصبحون في حالة توهان وتغيير شخصيتهم.

**العقار Drug** مادة كيميائية غير غذائية تؤثر في وظائف الجسم ومنها عقاقير طبيعية تُستخدم لمعالجة الأمراض وعقاقير ليست لها أي استخدامات طبية بعد استخدام بعضها غير شرعي وبعضها الآخر مباحاً.

**منشط (منبه)** Stimulant هو عقار يزيد نشاط الجهاز العصبي المركزي ويزيد معدل ضربات القلب ، ويسرّع انتقال السيالات العصبية ، ويرفع ضغط الدم أيضًا .

**المهبطات** Depressants هو عقار يبطئ نشاط الجهاز العصبي المركزي كالبارابيتورات والمسكّنات ويصفها الأطباء لتخفيض القلق أو الأرق .

**مهدوس** Hallucinogen هي عقار يؤثّر في الادراك الحسي للجهاز العصبي المركزي .

**المخدّرات** Narcotics هي العقاقير التي تسكّن أو تخفّف الألم أو تسبّب النعاس وهي تشمل مهبطات عديدة، مشتّقات الأفيون والكوكايين وغيرها وهي تسبّب الإدمان الشديد .

**الجهاز الهرموني** Endocrine System يضبط الجسم بواسطة إرسال رسائل كمية و هو يستجيب ببطء للتغيّرات الآنية أو المزمنة ويكون تأثيره لفترة طويلة الأمد أي قد يستغرق ساعات أو سنوات .

**هرمون** Hormones هو رسالة كمية تنتجه الغدد الصماء في الجهاز الهرموني .

**الغدد الصماء (غدد الإفراز الداخلي)** Endocrine Glands هي غدد لا قنوية موزّعة في الجسم وتفرز الهرمونات مباشرة في مجرى الدم أي أنها داخلية الإفراز .

**خلية مستهدفة** Target cell هي خلايا الأعضاء التي تتأثّر بالهرمونات .

**تحت المهاد** Hypothalamus منطقة من الدماغ تضبط ضغط الدم ودرجة حرارة الجسم والعواطف ، وهي أيضًا غدة صماء تصنع هرمونات وتفرزها ، وترتبط بالغدة النخامية ، وتضبط إفرازها .

**غدد الإفراز الخارجي** Exocrine Glands هي غدد قنوية ، وتنقل عصارتها أو إفرازاتها عبر تراكيب تشبه الأنابيب تسمى القنوات مباشرةً إلى موقع محدد .

**الغدة الدرقية** Thyroid Gland هي غدة صماء داخلية الإفراز تضبط عملية التنفس الخلوي (أكسدة المركبات العضوية) .

**الغدة النخامية** Pituitary Gland يطلق عليها اسم الغدة القائد فهي تنظم عمليات الجسم المختلفة من مثل النمو ، ضغط الدم والتوازن المائي كما تساعد هرموناتها على ضبط أنشطة غدد صماء أخرى .

**هرمون الباراثيرويد** Parathyroid Hormone (PTH) تفرزه الغدد جارات الدرقية وهو يزيد مستويات الكالسيوم في الدم .

**إنسولين Insulin** هرمون يحفز خلايا في الكبد والعضلات لسحب السكر من الدم وتخزينه في صورة جليكوجين، كما يحفز أنسجة الجسم على امتصاص السكر واستخدامه، ويزيد امتصاص الخلايا الشحمة للسكر.

**جلوكاجون Glucagon** هرمون يحفز الكبد على تكسير الجليكوجين وطرح الجلوكوز في الدم.

**آلية التغذية الراجعة السالبة Negative Feedback Mechanism** هي آلية تستدعي تشبيط إنتاج أي مادة يفوق تركيزها الحد المطلوب للحفاظ على التوازن الحيوي.

**مرض البول السكري Diabetes Mellitus** هو اضطراب يعجز بسببه الجسم عن ضبط مستويات السكر في الدم، ما قد يعرض الإنسان لمخاطر ارتفاع مستوى السكر في الدم الذي يمكن أن يؤدي بدوره إلى الغيبوبة أو الموت في حال عدم معالجته.

**القضيب Penis** هو العضو الذكري الذي ينقل الحيوانات المنوية خلال عملية القذف.

**القذف Ejaculation** هي العملية التي تُقذف الحيوانات المنوية من القضيب بانقباض العضلات الملساء المبطنة للغدد في جهاز التناسلي وينظمها الجهاز العصبي الذاتي لذلك ليس القذف إرادياً تماماً.

**حيوان منوي Spermatozoon** هو خلية تناسلية ذكرية تُعرف بالمشيغ تتكون في الخصيتين.

**بويضة Ovum** هي خلية تناسلية أنثوية تُعرف بالأمساج تتكون في المبيضين.

**الخصيتان Testicles** هما الغدة التناسلية لدى الرجل، وتملكان تقريباً الحجم نفسه.

**المبيضان Ovaries** هما العضوان الأنثويان ولهمما وظيفتين هما إنضاج البوopies و إفراز هرمونين جنسيين أنثويين هما الإستروجين والبروجستيرون .

**دورة الحيض Menstrual Cycle** هي سلسلة معقدة من الأحداث يسببها تفاعل الجهاز التناسلي والجهاز الهرموني لدى الإناث وتستغرق الدورة نحو 28 يوماً، وتنظمها الهرمونات التي تُضبط بالتغذية الراجعة السالبة.

**الحيض Menstruation** هو الطور الذي يحدث عندما ينخفض مستوى الإستروجين عن مستوى معين، وبدأ بطانة الرحم بالإنفصال عن جدار الرحم ويطرد معها الدم والبويضة غير المخصبة من خلال المهبل ويستمر بين ثلاثة وسبعة أيام.

**الإخصاب Fertilization** هي عملية تحصل عندما يدخل الحيوان المنوي البوسطة فتتمزق الأغشية المحيطة بنواتي الحيوان المنوي والبوسطة ، وتحد النواتان مع بعضهما البعض أي تتصل نواة الحيوان المنوي بنواة البوسطة .

**البلاستيولا Blastocyst** كرّة مجوفة من الخلايا تلتحم بجدار الرحم .

**الانغرس Implantation** هي العملية التي تلتحم فيها البلاستيولا بجدار الرحم .

**المشيمة Placenta** هي عضو يتم من خلاله تبادل المغذيات والأكسجين والفضلات بين الأم والجنين النامي .

**الحبل السري Umbilical cord** هو أنبوبة تحتوي أوعية دموية من الجنين وترتبط الجنين بالأم .

**داء البطانة الرحمية Endometriosis** هو حالة مرضية غير سرطانية تتميز بوجود أجزاء من البطانة الرحمية خارج الرحم مثل قنات فالوب ، المبيض ، المثانة أو الحوض حيث تنتفخ هذه الأنسجة أثناء الدورة الشهرية مسببة أوجاعاً في البطن .

**حمل خارج الرحم Ectopic Pregnancy** عندما تنغرس البوسطة المخصبة في قناة فالوب بدلاً من الرحم .

**الالتهابات المنقلة جنسياً Sexually Transmitted Infections** هي التهابات تنتقل في خلال العلاقات الجنسية المختلفة وتنتقل أيضاً بالدم .

**الجاسترولا Gastrula** هي حويصلة من الخلايا تنمو بتطور البلاستيولا بعد انغراستها في جدار الرحم وهي تتكون من ثلاث طبقات من الخلايا وهي طبقة خارجية ووسطى وداخلية .

**خلايا الدم البيضاء White Blood Cells** تساعد الجسم في مقاومة المرض .

**مرض معدى Infectious Disease** هو أيّ مرض أو خلل ، ينتقل من شخص إلى آخر ، وتسبّبه بعض الكائنات الحية أو الفيروسات التي تدخل جسم الإنسان العاشر وتتكاثر في داخله .

**كائن ممرض Pathogen** هو الكائن الذي يسبب الإصابة بمرضٍ معدٍ.

**خلية بلعمية كبيرة Macrophage** هي خلية تستطيع أن تلتهم مئات الكائنات الممرضة.

**خلية بلعمية Phagocyte** هي خلية تلتهم الخلايا غير المرغوب فيها والكائنات الممرضة وتهضمها.

**الخلية لمفاوية Lymphocyte** هي خلايا دم بيضاء ثُوِّظَت في الجهاز المناعي التخصصي.

**خلية لمفاوية بائية B lymphocyte أو B cells** نوع من خلايا الدم البيضاء تتتج الأجسام المضادة.

**خلية لمفاوية تائية T Lymphocyte** هي نوع من خلايا الدم البيضاء تعرف على الخلايا المصابة في الجسم وتدميرها.

**جسم مضاد Antibody** هو بروتين يساعد في تدمير الكائنات الممرضة.

**الاستجابة بالالتهاب Inflammatory Response** هي تفاعل دفاعي غير تخصصي (غير نوعي) يأتي ردًا على تلف الأنسجة الناتج من التقاط عدوى.

**هستامين Histamine** هو مادة كيميائية تفرزها الخلايا الممزقة وتعطي الإشارة بدء الاستجابة بالالتهاب.

**المناعة الخلوية Cell-Mediated Immunity** هي إحدى الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) وتعتمد على الخلية المفاوية التائية ذاتها.

**مناعة إفرازية أو خلطية Humoral Immunity** هي المناعة ضد الكائنات الممرضة الموجودة في سوائل الجسم، الدم واللمف وهي تعتمد على الأجسام المضادة.

**لقاح Vaccine** هو مركب يحتوي على كائنات ممرضة ميتة أو تم إضعافها، يستخدم لزيادة مناعة الجسم.

**خلية الذاكرة Memory Cell** هي خلية مسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية وتخزن معلومات عن الأنثنيجينات التي حاربها الجهاز المناعي.

# ملاحظات

# ملاحظات

# ملاحظات

# ملاحظات



شركة مطابع الرسالة - الكويت

أودع في مكتبة الوزارة تحت رقم (٢٨٤) بتاريخ ١٠ / ٧ / ٢٠١٥ م