

تم تحميل وعرض المادة من

# منهجي

mnhaji.com



موقع منهجي منصة تعليمية توفر كل ما يحتاجه المعلم  
والطالب من حلول الكتب الدراسية وشرح للدروس  
بأسلوب مبسط لكافة المراحل التعليمية وتوزيع  
المناهج وتحاضير وملخصات ونماذج اختبارات وأوراق  
عمل جاهزة للطباعة والتحميل بشكل مجاني

حمل تطبيق منهجي ليصلك كل جديد



قررت وزارة التعليم تدریس  
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

# الأحياء 2-2

السنة الثانية  
التعليم الثانوي - نظام المسارات



قام بالتأليف والمراجعة  
فريق من المتخصصين

يُوزع مجاناً للإتباع

طبعة 1446 - 2024

## ح) وزارة التعليم ، ١٤٤٥ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر  
وزارة التعليم

الأحياء ٢-٢ التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الثانية . /  
وزارة التعليم. - ط ٢٠٢٤ . - الرياض ، ١٤٤٥ هـ  
١٧٦ ص ؛ ٢٧, ٥ x ٢١ سم

رقم الإيداع: ١٤٤٥/٢٤٢٦٣

ردمك: ٠٠ - ٦٨٠ - ٥١١ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

[www.moe.gov.sa](http://www.moe.gov.sa)

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



[ien.edu.sa](http://ien.edu.sa)

أعضاء المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم؛  
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



[fb.ien.edu.sa](https://fb.ien.edu.sa)



## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد، يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية (2030) وهو "إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على الممارسات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية".

ويأتي كتاب أحياء 2 لنظام المسارات في التعليم الثانوي داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية (2030) نحو الاستثمار في التعليم عبر "ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة" بحيث يكون الطالب هو محور العملية التعليمية التعليمية.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوّق وبطريقة تشجّع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يمارسه العلماء وبما يعزز أيضًا مبدأ رؤية (2030) "نتعلم لنعمل"، من خلال إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجه والمفتوح.

يبدأ كل فصل من فصول الكتاب بالفكرة العامة التي تقدم صورة شاملة لمحتواه. ثم ينفذ الطالب "التجربة الاستهلاكية" التي تساعد على تكوين نظرة شاملة عن محتوى الفصل. وتمثّل التجربة الاستهلاكية أحد أشكال الاستقصاء (المبني)، كما تتيح في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء (الموجه) من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمّن النشاطات التمهيديّة للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي يتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية التي يمكن تنفيذها في أثناء دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الأحياء الذي يرد في نهاية كل فصل ويتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته.

تقسم فصول الكتاب إلى أقسام، يتضمن كلُّ منها في بدايته ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة مرتبطة مع الفكرة العامة للفصل. كما يتضمن القسم أدوات أخرى تساعد على تعزيز فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وأسئلة تعمّق معرفة الطالب بمحتوى المقرر واستيعاب المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة فيه. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. ويتضمّن الكتاب مجموعة من الشروح والتفسيرات، تقع في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالربط بمحاور رؤية (2030) وأهدافها الاستراتيجية، وبالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، وبعضها إرشادات للتعامل مع المطوية التي يعدّها الطالب في بداية كل فصل.

وقد وظّفت أدوات التقييم الواقعي في التقييم بمراحله وأعراضه المختلفة: القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي) والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلاكية بوصفها تقويمًا قبليًا تشخيصيًا لسبر واستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤالٌ تحت عنوان "ماذا قرأت؟"، وتجد تقويمًا خاصًا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمّن أفكار المحتوى وأسئلةً تساعد على تلمّس جوانب التعلّم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمّنًا تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالمفاهيم الرئيسة التي وردت في كل قسم. يلي ذلك تقويم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقويم تعلم الطالب في مجالات عدة، هي: مراجعة المفاهيم، وتثبيت المفاهيم الرئيسة، والأسئلة البنائية، والتفكير الناقد، ومهارات الكتابة في علم الأحياء، وأسئلة المستندات المتعلقة بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية، بالإضافة إلى فقرات خاصة بالمراجعة التراكمية. كما يتضمّن الكتاب في نهاية كل فصل اختبارًا مقننًا يتضمّن أسئلة وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم في الموضوعات التي سبقت دراستها.

ونسأله سبحانه أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.



# قائمة المحتويات

## الفصل 3

60	أجهزة الدوران والتنفس والإخراج .....
61	تجربة استهلاكية .....
62	3-1 جهاز الدوران .....
67	تجربة 1 - 3 .....
72	3-2 الجهاز التنفسي .....
74	تجربة 2 - 3 .....
77	3-3 الجهاز الإخراجي .....
79	مختبر تحليل البيانات 1 - 3 .....
83	إثراء علمي: الزيتق والبيئة .....
84	مختبر الأحياء .....
85	دليل مراجعة الفصل .....
86	تقويم الفصل .....

## الفصل 4

92	جهاز الهضم والغدد الصم .....
93	تجربة استهلاكية .....
94	4-1 الجهاز الهضمي .....
98	تجربة 1 - 4 .....
101	4-2 التغذية .....
107	مختبر تحليل البيانات 1 - 4 .....
108	4-3 جهاز الغدد الصم .....
113	تجربة 2 - 4 .....
	إثراء علمي: الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي
117	الطب الشرعي .....
118	مختبر الأحياء .....
119	دليل مراجعة الفصل .....
120	تقويم الفصل .....

## دليل الطالب

7 كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟ .....

## الفصل 1

10	الجهازان الهيكلي والعضلي .....
11	تجربة استهلاكية .....
12	1-1 الجهاز الهيكلي .....
16	تجربة 1-1 .....
19	1-2 الجهاز العضلي .....
24	مختبر تحليل البيانات 1 - 1 .....
26	إثراء علمي: تنمية العظام في المختبر .....
27	مختبر الأحياء .....
28	دليل مراجعة الفصل .....
29	تقويم الفصل .....

## الفصل 2

34	الجهاز العصبي .....
35	تجربة استهلاكية .....
36	2-1 تركيب الجهاز العصبي .....
39	تجربة 1 - 2 .....
42	2-2 تنظيم الجهاز العصبي .....
44	مختبر تحليل البيانات 1 - 2 .....
48	2-3 تأثير العقاقير .....
51	مختبر تحليل البيانات 2 - 2 .....
53	إثراء علمي: أطراف اصطناعية يتحكم فيها الدماغ .....
54	مختبر الأحياء .....
55	دليل مراجعة الفصل .....
56	تقويم الفصل .....

## الفصل 5

128	التكاثر والنمو في الإنسان .....
129	تجربة استهلاكية .....
130	5-1 جهاز التكاثر في الإنسان .....
133	تجربة 1 - 5 .....
136	5-2 مراحل نمو الجنين قبل الولادة .....
142	تجربة 2 - 5 .....
144	إثراء علمي: هرمون النمو .....
145	مختبر الأحياء .....
146	دليل مراجعة الفصل .....
147	تقويم الفصل .....

## الفصل 6

152	جهاز المناعة .....
153	تجربة استهلاكية .....
154	6-1 جهاز المناعة .....
160	مختبر تحليل البيانات 6-1 .....
163	إثراء علمي: التلقيح ضد الجدري .....
164	مختبر الأحياء .....
165	دليل مراجعة الفصل .....
166	تقويم الفصل .....

## مرجعيات الطالب

170	الهياكل العظمية .....
171	المصطلحات .....



## كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

هذا الكتاب ليس كتاباً خيالياً، بل كتاباً علمياً يصف مخلوقات حية، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية. لذا فأنت تقرأه طلباً للعلم. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته.

## قبل أن تقرأ

اقرأ كلاً من **الفكرة العامة** و **الفكرة الرئيسية** قبل قراءة الفصل؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل **الفكرة العامة** تقدم صورة شاملة عنه، ولكل قسم من أقسام الفصل **الفكرة الرئيسية** تدعم فكرته العامة.

## لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة المظللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططاً للفصل باستخدام العناوين الرئيسية والعناوين الفرعية.

## 1

### الفصل

#### الجهاز الهيكلي والعضلي

#### Skeletal and Muscular Systems



**الفكرة العامة** تعمل هذه الأجهزة معاً للمحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عن طريق توفير الحماية والدعم وحرية حركة الجسم.

**1-1 الجهاز الهيكلي**  
**الفكرة الرئيسية** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

**1-2 الجهاز العضلي**  
**الفكرة الرئيسية** تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

**حقائق في علم الأحياء**

- يوجد في جسم الإنسان البالغ 206 عظام.
- تعمل العضلات نتيجة انقباضها.

**الخلايا عظمية**  
موجّه تصوير المجهز المركب  
40x

**الخلايا عضلية**  
موجّه تصوير المجهز المركب  
40x



# كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

## عندما تقرأ

في كل جزء من الفصل ستجد أساليب لتعميق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، واختبار مدى استيعابك لها.

الربط مع واقع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

## 1-1

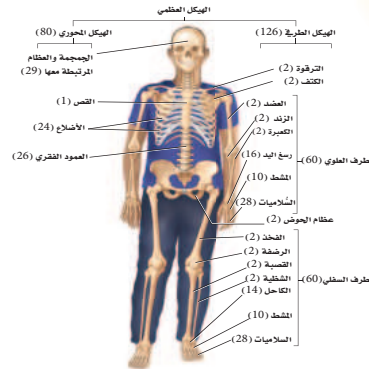
### الجهاز الهيكلي The Skeletal System



**الاهداف**  
 • تمييز عظام الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.  
 • وصف كيف يتكون عظم جديد.  
 • التعرف وظائف الجهاز الهيكلي.

#### Structure of the Skeletal System

إن عدد عظام الهيكل العظمي في الإنسان البالغ - كما في الشكل 1-1 - 206 عظام. يتكون الهيكل العظمي عند الإنسان من جزأين رئيسين، هما: الهيكل المحوري، والهيكل الطرفي. ويتكون **الهيكل المحوري** من axial skeleton من العمود الفقري، والأضلاع، والقص. ويتكون **الهيكل الطرفي** من appendicular skeleton عظام كل من الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.



**مراجعة المفردات**  
 الغضروف cartilage: نسيج رابط صلب مرن، يتكون هيكل الأضلاع، ثم يغطي فيما بعد مسطح العظام التي يتحرك بعضها على بعضها في المفصل.

**المفردات الجديدة**  
 الهيكل المحوري  
 الهيكل الطرفي  
 العظم الكتيب  
 الخلية العظمية  
 العظم الإنساني  
 نخاع العظم الأحمر  
 نخاع العظم الأصفر  
 الخلية العظمية البانية  
 تكوين العظم (التعظم)  
 الخلية العظمية الغدامة  
 الأربطة

الشكل 1-1 يقسم الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر، ولعظام الهيكل الطرفي علاقة بحركة الأطراف.

12

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درست.

## مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما **(الفكرة) العامة**؟ وما **(الفكرة) الرئيسية**؟
- فكر في المخلوقات الحية والمواقع والمواقف التي مررت بها، هل بينها وبين دراستك لمادة الأحياء علاقة؟
- اربط معلومات مادة الأحياء التي درستها مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع نتائج من خلال توظيف المعلومات التي تمتلكها.
- غير توقعاتك حينما تقرأ معلومات جديدة.

والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الحوض. وتتكون تجاويف عظام الخنث من النخاع الأحمر. وتحتوي عظام الأطفال نخاعاً أحمر أكثر من البالغين. أما النخاع الأصفر فيوجد في عظام أخرى في الجسم (إذ يتكون من دهون مخزنة فقط). ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من الدم، وعند الإصابة بفقر الدم.

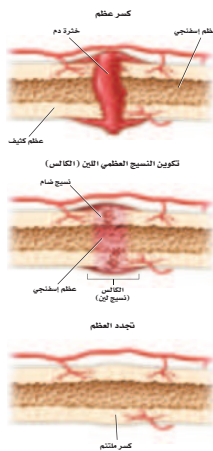
**تكوين العظم Formation of bone** يتكون الهيكل العظمي للجنين من الغضاريف. وفي أثناء نمو الجنين تنمو خلايا في الغضاريف لتكوّن العظام تُسمى **الخلايا العظمية البانية** osteoblasts. كما تُسمى عملية تكوّن العظام ossification بالتعظم. ويتكون الجهاز الهيكلي في الإنسان البالغ من العظام ما عدا مقدمة الأنف، وعضلات الأقدام بين الفقرات، وما يحيط بالمفاصل المتحركة. وتعدّ الخلايا العظمية البانية مسؤولة عن نمو العظام وتجديدها.

**إعادة بناء العظم Remodeling of bone** يُعاد بناء العظم وتكسيكه بانتظام. ويضمن ذلك إحلل خلايا جديدة مكان الخلايا الهرمة ويستمر هذا صدى الحياة. وهي عملية في غاية الأهمية لنمو الأضلاع؛ إذ تُعظم **الخلية العظمية البانية** osteoclast (الخلايا العظمية الهرمة) والناتفة لِحبل عملها نسيج عظمي جديد. ويحتاج نمو العظام إلى عوامل عديدة، منها التغذية، والتدارين الجيدة. فمثلاً يعاني الشخص الذي يتقصر الكالسيوم من هشاشة العظم، وفي هذه الحالة تصعب العظام هشّة ضعيفة سهلة الكسر.

ساده قرأتاً قارن بين دور كلٍّ من الخلية العظمية البانية، والخلية العظمية الهادمة.

**التئام العظم Repair of bone** الكسور من الإصابات الشائعة التي تصيب عظم الإنسان. وبعد الكسر بسيطاً إذا لم يُترزّز العظم خارج جلد الإنسان. أما في الكسر المركب فيترزّز العظام خارج الجلد. وفي حالة الكسر الناتج عن ضغط تتكوّن تشققات في العظم. تبدأ عملية تجدد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى الشكل 3-1 الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور.

**التعسر Fracture** عند حدوث إصابة يُنجم الدماغ بسرعة أندورفينات (endorphins)، وهي مواد كيميائية تُسمى أحياناً مسكنات الألم الطبيعية في الجسم، تؤدي إلى تخفيف الألم. وتقلل هذه المواد إلى مكان الإصابة بسرعة لتخفيف الألم، حيث يلتصق مكان الإصابة ويتئخم، ويستمر الانفتاح أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة.



الشكل 3-1 يشرح إعادة بناء العظام. خطوات عديدة، حيث تتكوّن كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسورة، ثم يتم نسيج هذه كتلة لربط الأجزاء من العظام. وأخيراً تبدأ الخلايا العظمية البانية في تكوين نسيج عظمي جديد.

14

# كيف تستفيد من كتاب الأحياء؟

## بعد ما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة؛ لتقويم مدى فهمك لما درسته.

**هشاشة العظام Osteoporosis** تعد هشاشة العظام من الأمراض واسعة الانتشار في المنطقة العربية، هشاشة العظام داء الماسية، ترقق العظام، وهن العظام كل هذه التسميات لمرض واحد. وهي حالة ضعف أو نقص في كثافة العظام والتي تؤدي إلى هشاشتها وسهولة كسرها وتحوي العظام على معادن مثل الكالسيوم والفسفور والتي تساعد على بقاء العظام كثيفة وقوية. وغالباً لا توجد علامات لهشاشة العظام وقد تظهر بعض العلامات بعد تعرض الشخص لكسر في عظمه، والعظام الأكثر عرضة للكسر في المرضى المسنين هي عظام الورك والخصف والساعد والعمود الفقري. لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة [www.moh.gov.sa](http://www.moh.gov.sa)

**التواء المفصل Sprains** يسبب التواء المفصل ضرراً أو تلفاً للأربطة التي تربط المفاصل معاً. ويحدث هذا الأمر عندما تلوي المفاصل بشدة أو تُمدد، مما يؤدي إلى التفتاح في المفصل يصاحبه ألم.

### التقويم 1-1

التفكير الناقد	فهم الأفكار الرئيسية	الخلاصة
5. توقع إذا لم تعمل كل من الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة جيداً لدى جنين في مرحلة النمو أو لدى الإنسان البالغ، فما نتيجة ذلك؟	1. اعمل قائمة بوظائف الهيكل المحوري والهيكل الطرفي وصفهما. 2. قارن بين مكونات النخاع الأحمر ومكونات النخاع الأصفر.	• يتكون الهيكل العظمي للإنسان من جزأين. • تتكون معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة. • تتجدد العظام باستمرار. • تعمل العظام بالتناسق مع المفاصل. • للهيكل العظمي وظائف كثيرة مهمة.
6. ميز بين العظم الكثيف والعظم الإسفنجي، من حيث الشكل والموقع والوظيفة.	3. قارن بين آلية التئام كسر في العظم ونمو العظم الأصلي. 4. اعمل مخططاً تصنيفياً يجمع العظام السنية في الشكل 1-1.	

18

يتضمن كل قسم في الفصل أسئلة وخلاصة؛ حيث تقدم الخلاصة مراجعة المفاهيم الرئيسية، في حين تختبر الأسئلة فهمك لما درسته.

ستجد في نهاية كل فصل دليلاً للمراجعة متضمناً المفردات والمفاهيم الرئيسية. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استيعابك.

## طرائق أخرى للمراجعة

- حدّد الفكرة العامة.
- اربط الفكرة الرئيسية بالفكرة العامة.
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها في البحث عن المزيد من المعلومات حول الموضوع.

## 1 دليل مراجعة الفصل

**المطلوبات** ميز. استخدم ما تعلمته لتمييز بين أنواع المفاصل الثلاث. فم تختلف هذه المفاصل بعضها عن بعض؟ وفيم تشابه؟ ولماذا؟

المفردات	المفاهيم الرئيسية
1-1 الجهاز الهيكلي الهيكل المحوري الهيكل الطرفي العظم الكثيف الخلية العظمية العظم الإسفنجي نخاع العظم الأحمر نخاع العظم الأصفر الخلية العظمية البانية تكوين العظم (التعظم) الخلية العظمية اقامة الأربطة	<b>المفردات</b> <b>المفاهيم الرئيسية</b> • <b>الهيكل العظمي</b> لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يكسب الجسم شكله ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ. • يتكون الهيكل العظمي للإنسان من جزأين. • تتكون معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة. • تتجدد العظام باستمرار. • تعمل العظام بالتناسق مع المفاصل. • للهيكل العظمي وظائف كثيرة مهمة.
1-2 الجهاز العضلي العضلة المساء العضلة اللاإرادية العضلة القلبية العضلة الهيكلية العضلات الإرادية الوتر الليف العضلي الموسين الأكتين الظلمة العضلية	<b>المفردات</b> <b>المفاهيم الرئيسية</b> • تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة. • هناك ثلاثة أنواع من العضلات. • تنظم العضلات الهيكلية في أزواج متضادة، بحيث تعمل عضلة عكس الأخرى. • تطن العضلات المساء العديد من الأعضاء الداخلية. • توجد العضلات القلبية في القلب فقط. • تقوم جميع العضلات بعملية الأيض الهوائية واللاهوائية.

28

# الجهازان الهيكلي والعضلي

## Skeletal and Muscular Systems

# 1

# الفصل

**الفكرة العامة** تعمل هذه الأجهزة معاً للمحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عن طريق توفير الحماية والدعامة وحرية حركة الجسم.

### 1-1 الجهاز الهيكلي

**الفكرة الرئيسية** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

### 1-2 الجهاز العضلي

**الفكرة الرئيسية** تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

### حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان البالغ 206 عظام.
- تعمل العضلات نتيجة انقباضها.

العظام في مفصل الركبة

خلايا عظمية

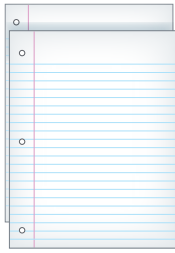
قوة تكبير المجهر المركب  
40×

## نشاطات تمهيدية

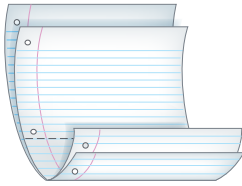
أنواع العضلات اعمل المطوية الآتية  
لتساعدك على فهم العضلات المكونة  
من عدة أنواع.

### المطويات منظومات الأفكار

الخطوة 1: ضع ورقين إحداهما فوق الأخرى، على أن  
يكون بينهما مسافة 1.5 cm، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأطراف، لتصبح جميع الألسنة متباعدة  
بمقدار 1.5 cm، ولتكوين أربعة جداول متساوية  
الحجم، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معاً بالدبابيس، وكتب  
على كل لسان عنواناً كما في الشكل الآتي:

المساء
القلبية
الهيكليّة
أنواع العضلات

المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 1-2،  
وسجل وأنتِ تقرّأِ الدرس ما تعلمته حول أنواع العضلات  
في الجسم، وفسر كيف تعمل معاً للقيام بوظائفها؟

## تجربة استهلاكية

### كيف يشبه جناح الدجاجة ذراع الإنسان؟

للدجاجة تراكيب تشبه بعض تراكيب جسم الإنسان.  
وستفحص فيما يأتي جناح دجاجة، وتستكشف ما فيه.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. احصل على جناح دجاجة نظيف ومحفوظ في كيس  
بلاستيكي قابل للغلق، ولاحظ الجلد الذي يغطي هذا  
الجناح.

3. حرك الجناح داخل الكيس لتحديد كيف يتحرك، وأين  
توجد المفاصل.

4. ضع الكيس على سطح مستوٍ، واضغط برفق على  
الجناح؛ لتحديد أين توجد العظام والعضلات.

5. بناءً على مشاهداتك، ارسم الجناح كما تتخيله إذا أزيل  
الجلد عنه، وأظهر العظام والعضلات.

### التحليل

1. اكتب أسماء الأجزاء على رسمك؛ لتبين الأجزاء التي  
تقابل الجزء العلوي من ذراعك والمرفق والرسغ وراحة  
اليدين.

2. ميز كيف تختلف الأجزاء التي تكوّن ذراعك العلوي  
عما في جناح الدجاجة؟



## الجهاز الهيكلي The Skeletal System

### الأهداف

- تمييز بين عظام الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.
- تصف كيف يتكون عظم جديد.
- تلخص وظائف الجهاز الهيكلي.

### مراجعة المفردات

**الغضروف cartilage:** نسيج رابط صلب مرن، يكوّن هيكل الأجنّة، ثم يغطي فيها بعد سطح العظام التي يتحرك بعضها عكس بعض في المفصل.

### المفردات الجديدة

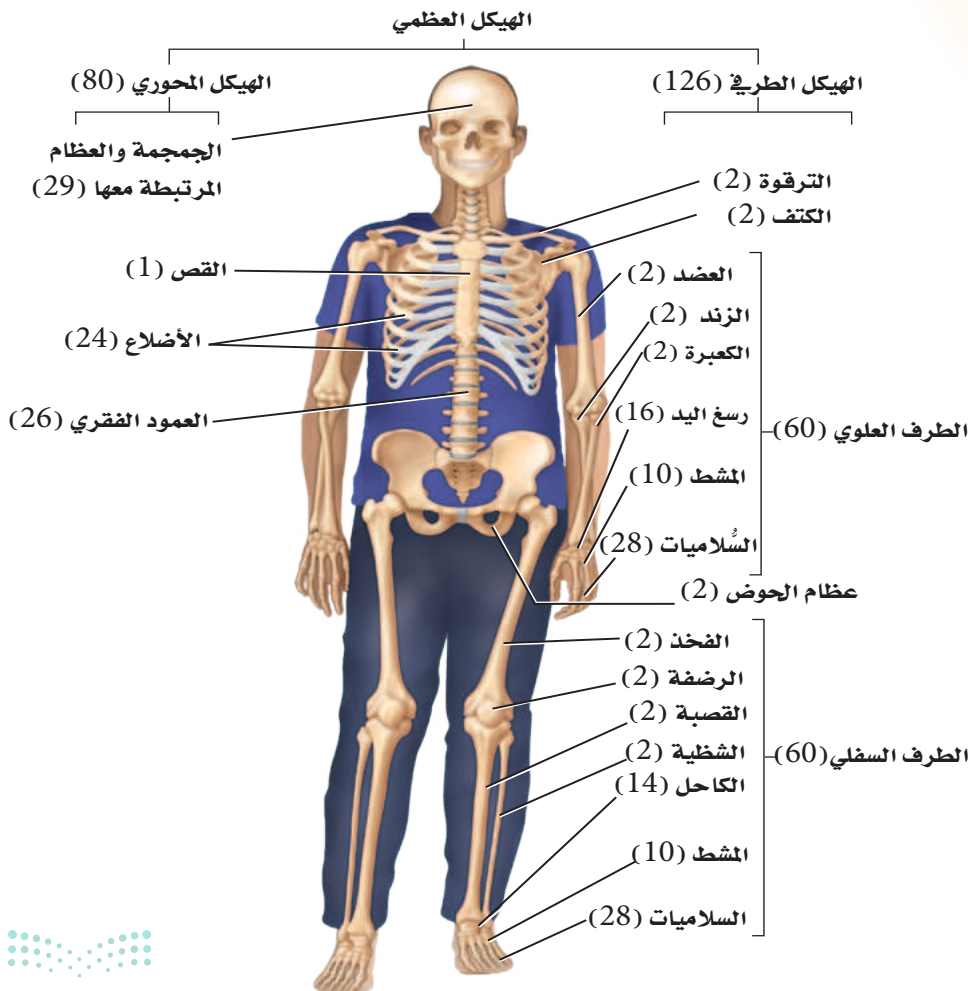
- الهيكل المحوري
- الهيكل الطرفي
- العظم الكثيف
- الخلية العظمية
- العظم الإسفنجي
- نخاع العظم الأحمر
- نخاع العظم الأصفر
- الخلية العظمية البانية
- تكوين العظم (التعظم)
- الخلية العظمية الهادمة
- الأربطة

**الفكرة الرئيسية** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ. **الربط مع الحياة** يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكّل كل من الأساس والأعمدة والجسور هيكلاً لأي منزل - يعطي الهيكل الجسم شكله، ويوفر له الدعامة والحماية.

### تركيب الجهاز الهيكلي

### Structure of the Skeletal System

إن عدد عظام الهيكل العظمي في الإنسان البالغ - كما في الشكل 1-1 - 206 عظام. يتكون الهيكل العظمي عند الإنسان من جزأين رئيسين، هما: الهيكل المحوري، والهيكل الطرفي. ويتكون **الهيكل المحوري** axial skeleton من الجمجمة، والعمود الفقري، والأضلاع، والقص. ويتكون **الهيكل الطرفي** appendicular skeleton من عظام كل من الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.



■ الشكل 1-1 يضم الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر. ولعظام الهيكل الطرفي علاقة بحركة الأطراف.

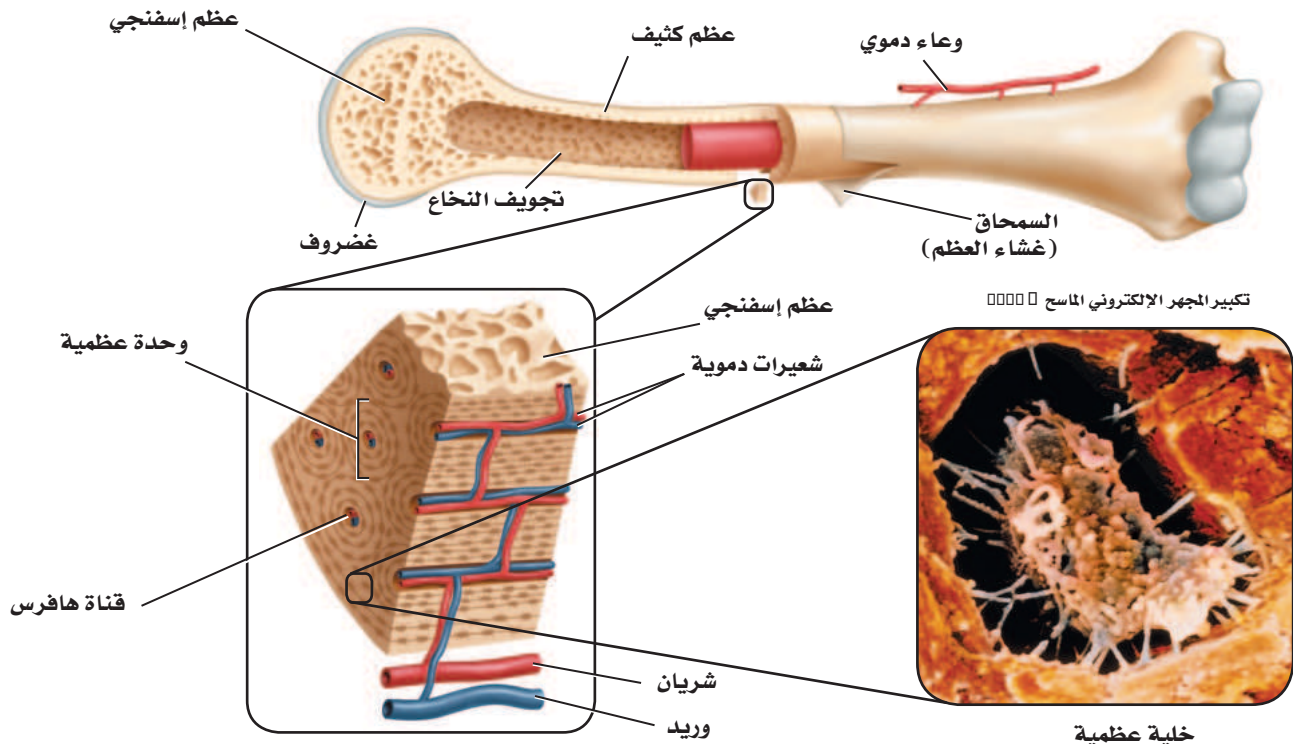
**العظم الكثيف والعظم الإسفنجي Compact and spongy bone** يُعدّ العظم نسيجًا ضامًا له عدة أشكال وأحجام. وتُصنف العظام إلى: طويلة، وقصيرة، ومسطحة، وغير منتظمة. ارجع إلى الشكل 1-1 تلاحظ أن عظام الساق والذراع من العظام الطويلة، وعظام الرسغ من العظام القصيرة. كما أن عظام الجمجمة من النوع المسطح. أما عظام الوجه والعمود الفقري فهي عظام غير منتظمة. وللعظام كلها التركيب نفسه، بغض النظر عن شكلها.

وتتكون الطبقات الخارجية لجميع العظام من **عظم كثيف** compact bone، وهو عظم مضغوط وقوي، يعطي الجسم القوة والحماية. وتمتد على طول العظام الكثيفة تراكيب انبوية الشكل تسمى قناة هافرس وتحيط بها صفائح عظمية تنتظم بينها **خلايا عظمية** تتصل بالأعصاب والأوعية الدموية. ليشكل هذا التركيب نظام هافرس. وتزوّد الأوعية الدموية الخلايا العظمية الحية osteocytes بالأكسجين والغذاء. أما العظم الداخلي فيختلف كثيرًا عن العظم الخارجي، كما في الشكل 1-2.

وكما يدل الاسم، فإن **العظم الإسفنجي** spongy bone أقل كثافة من النوع الأول، وفيه عدة تجاويف تحوي نخاعًا عظميًا. ويوجد العظم الإسفنجي وسط العظام القصيرة والمسطحة، وفي نهاية العظام الطويلة. ويحيط بالعظم الإسفنجي عظم كثيف لا يوجد فيه أنظمة هافرس.

وهناك نوعان من النخاع العظمي: **النخاع الأحمر** red bone marrow والنخاع الأصفر yellow bone marrow. ويتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر. ويوجد النخاع الأحمر في عظام: العضد،

■ الشكل 1-2 العظم إما كثيف وإما إسفنجي.  
صف كيف يختلف العظم الكثيف عن العظم الإسفنجي في الموقع والوظيفة؟



والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الحوض. وتتكون تجاويف عظام الجنين من النخاع الأحمر. وتحتوي عظام الأطفال نخاعاً أحمر أكثر من البالغين. أما النخاع الأصفر فيوجد في عظام أخرى في الجسم؛ إذ يتكون من دهون مخزنة فقط. ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من الدم، وعند الإصابة بفقر الدم.

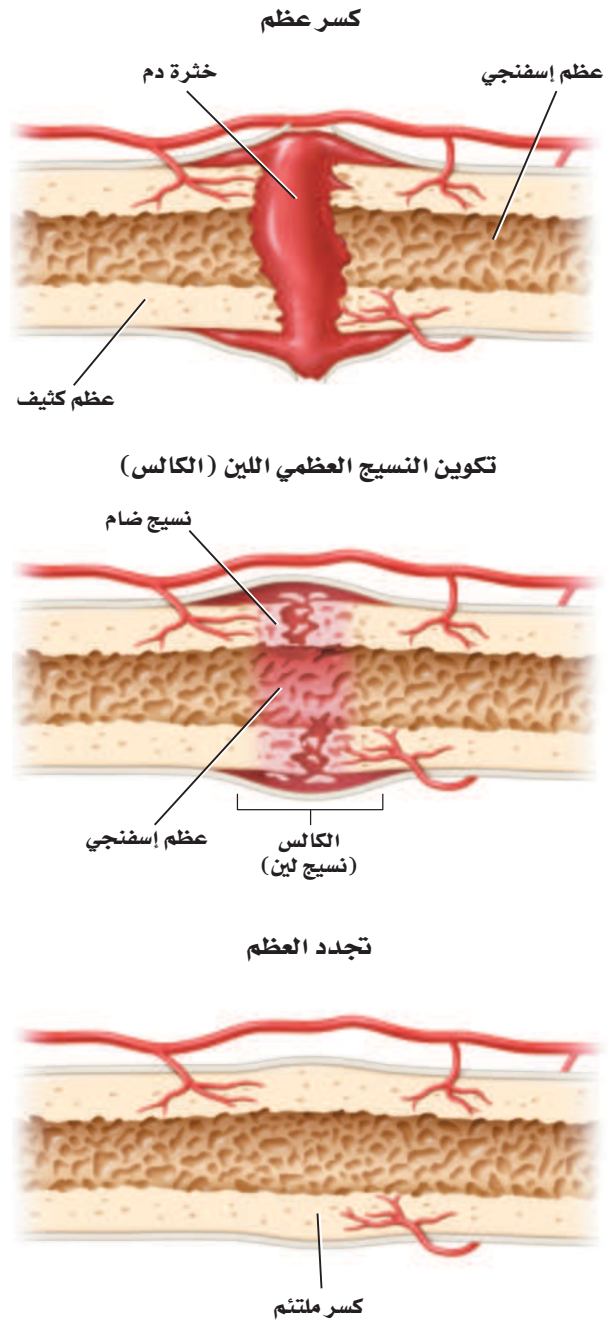
**تكوين العظم Formation of bone** يتكوّن الهيكل العظمي للجنين من الغضاريف. وفي أثناء نمو الجنين تنمو خلايا في الغضاريف لتكوّن العظام تُسمى **الخلايا العظمية البانية osteoblasts**. كما تُسمى عملية **تكوين العظام ossification** بالتعظم. ويتكوّن الجهاز الهيكلي في الإنسان البالغ من العظام ما عدا مقدمة الأنف، وصيوان الأذن، والأقراص بين الفقرات، وما يحيط بالمفاصل المتحركة. وتعدّ الخلايا العظمية البانية مسؤولة عن نمو العظام وتجديدها.

**إعادة بناء العظم Remodeling of bone** يُعاد بناء العظم وتشكيله بانتظام. ويتضمن ذلك إحلال خلايا جديدة مكان الخلايا الهرمة. ويستمر هذا مدى الحياة. وهي عملية في غاية الأهمية لنمو الأفراد؛ إذ تُحطّم **الخلية العظمية الهادمة osteoclast** الخلايا العظمية الهرمة والتالفة ليحل محلها نسيج عظمي جديد. ويحتاج نمو العظام إلى عوامل عديدة، منها التغذية، والتمارين الجسدية. فمثلاً، يعاني الشخص الذي ينقصه الكالسيوم من هشاشة العظم، وفي هذه الحالة تصبح العظام هشة ضعيفة سهلة الكسر.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين دور كلٍّ من الخلية العظمية البانية، والخلية العظمية الهادمة.

**الالتئام العظم Repair of bone** الكسور من الإصابات الشائعة التي تصيب عظم الإنسان. ويعدّ الكسر بسيطاً إذا لم يبرز العظم خارج جلد الإنسان. أمّا في الكسر المركب فتبرز العظام خارج الجلد. وفي حالة الكسر الناتج عن ضغط تتكوّن تشققات في العظم. تبدأ عملية تجديد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى الشكل 3-1 الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور.

**الكسر Fracture** عند حدوث إصابة يُنتج الدماغ بسرعة أندورفينات (endorphins)، وهي مواد كيميائية تُسمى أحياناً مسكّنات الألم الطبيعية في الجسم، تؤدي إلى تخفيف الألم. وتنتقل هذه المواد إلى مكان الإصابة سريعاً لتخفيف الألم، حيث يلتهب مكان الإصابة ويتنفخ، ويستمر الانتفاخ أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة.



■ الشكل 3-1 يتطلب إعادة بناء العظام خطوات عديدة، حيث تتكون كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسورة، ثم ينمو نسيج ضام ليملأ الفراغ بين العظام. وأخيراً تبدأ الخلايا العظمية البانية في تكوين نسيج عظمي جديد.

تتكون خثرة - خلال 8 ساعات من حدوث الإصابة - بين طرفي الكسر، ويبدأ تكوّن عظم جديد. كما تبدأ كتلة من نسيج لين يُسمى الكالس callus أو الغضروف تتشكّل في مكان الكسر. ولأن هذا النسيج ضعيف يجب تثبيت العظام المكسورة في مكانها الصحيح.

**تكوين الكالس (النسيج العظمي) Callus Formation** تبدأ خلايا العظم البانية تكوين كالس العظم بعد ثلاثة أسابيع من حدوث الكسر. وهو عظم إسفنجي يحيط بمكان الكسر. وتتخلص خلايا العظم الهادمة من العظم الإسفنجي، ليحل محله العظم الكثيف الذي تكوّنه خلايا العظم البانية. وتستخدم أحياناً الجبيرة أو صفائح أو براغ لضمان بقاء العظم المكسور في مكانه الصحيح إلى أن يتكوّن النسيج الجديد. أما الإصبع المكسورة فغالباً ما تثبت مع الإصبع المجاورة لها؛ لضمان عدم حركتها.

**بناء العظم Remodeling** تحتاج العظام إلى أوقات مختلفة لكي تتجدد وتلتئم. ويعتمد هذا الأمر على عمر الإنسان، ومكان الكسر، ودرجة خطورته. كما يبطئ نقص الكالسيوم الناتج عن سوء التغذية تجدد العظام في جسم المصاب. وتشفى عظام الأطفال أسرع من عظام البالغين. فمثلاً، ربما تلتئم العظام المكسورة لدى الطفل وتشفى خلال 6-4 أسابيع، في حين يحتاج التئامها إلى 6 أشهر عند الإنسان البالغ.

### تجربة استكشاف

مراجعة: بناءً على ما قرأت عن العظام، كيف تجيب عن أسئلة التحليل؟

## المفاصل Joints

توجد المفاصل في مكان التقاء عظمين أو أكثر. ويمكن تصنيف المفاصل بحسب نوع الحركة التي يسمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبين الجدول 1-1 خمسة أنواع من المفاصل: الكروية (الحقيقية)، والمدارية، والرزية، والمنزلقة، والدرزية. ادرس هذا الجدول لتحديد أنواع الحركة التي تسمح بها أنواع المفاصل المختلفة، والعظام المسؤولة عن ذلك.

لاحظ أنه ليست جميع المفاصل متحركة، فالمفاصل في الجمجمة ثابتة. وفي مرحلة الولادة لا تكون جميع عظام الجمجمة ملتحمة ببعضها بعض؛ إذ يحدث هذا الالتحام بعد ثلاثة أشهر من الولادة. وحركة المفاصل المنزلقة محدودة، كما هو الحال في راحة اليد. أما المفاصل الرزية الموجودة في المرفق، والمدارية الموجودة أسفل الذراع فتتمتع بحركة أمامية وخلفية معاً، مع إمكانية الالتواء. وأما المفاصل الكروية (الحقيقية) الموجودة في الأكتاف والأرداف فتتصف بأن لها مدى واسعاً من الحركة.

وترتبط عظام المفصل معاً **بأربطة ligaments**؛ وهي أشرطة صلبة من نسيج ضام يربط بين عظم وآخر. وسوف تتعلم أكثر عن الأربطة والأوتار التي تربط العظام بالعضلات في الدرس الثاني.

ماذا قرأت؟ راجع أنواع المفاصل، وكيف صنّفت؟



بعض المفاصل في الجهاز الهيكلي				الجدول 1-1	
الدرزي (القديم الحركة)	المنزلق	الرزي	المداري (المحوري)	الكروي (الحقي)	اسم المفصل
					مثال
الدرزات مفاصل في الجسم لا تتحرك مطلقاً. وهناك 22 عظمًا في جمجمة الرأس يرتبط بعضها مع بعض بدرزات ما عدا عظام الفك.	تكون الحركة محدودة في المفصل المنزلق بشكل تنزلق فيه سطوح المفصل بعضها فوق بعض إلى الأمام وإلى الخلف. ويحدث ذلك في مفصل الرسغ والعقب (الكاحل) والفقرات.	في هذا المفصل، يطابق السطح المحدب لأحد العظام السطح المقعر لعظم آخر، كما هو الحال في المرفق والركبة. وتسمح للمفاصل بالحركة في مستوى واحد فقط (مدّ ويسط إلى الأمام وإلى الخلف) كما يحدث في مقبض الباب تمامًا.	حركته الأساسية هي الدوران حول محور واحد، كما هو الحال في المفصل أسفل الذراع حيث يلتقي عظم الكعبرة والزند. ويسمح هذا النوع من المفاصل بالتواء الذراع.	في المفصل الكروي (الحقي)، يقابل عظم ذو سطح يشبه الكرة تجويّف عظم آخر؛ ليسمح له بمجال واسع من الحركة في جميع الاتجاهات. وتوجد هذه المفاصل في السورك، والكتفين، وتسمح للشخص بأرجحة (مدّ، بسط، تقريب، دوران) السورك والذراع والساق.	الوصف

## تجربة 1-1

### فحص ارتباط العظام

6. ارسم مخططاً لجناح الدجاجة من دون العضلات، مبيّنًا كيف ترتبط العضلات بالعظام. كما تربط الأربطة العظام بعضها ببعض. ستفحص هذه الأربطة مستخدمًا جناح الدجاجة المنزوع الجلد.

#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. البس قفازات، ووضّع جناح الدجاجة فوق لوح التشريح.
3. اختر عضلة واستعمل زوجًا من مقصات التشريح لفصل العضلة عن العظم برفق، مع بقاء نهاية الأطراف متماسكة. انظر إلى الأوتار الطويلة البيضاء القوية، التي تربط بين العضلة والعظم.
4. حرّك العظام عند المفصل، ولاحظ كيف يتحرك الوتر عندما تسحب العظم.
5. قصّ جميع العضلات المرتبطة مع العظم بعناية. انظر إلى الرباط الأبيض الذي يُبقي العظام متماسكة معًا، ثم افحص نهايات كل عظم.

#### التحليل

1. قارن كيف يختلف رسم الجناح الذي أعدته في التجربة الاستهلاكية عنه في هذه التجربة؟
2. لاحظ واستنتج هل لاحظت كيف ترتبط العضلة مع أحد أطراف العظم؟ وكيف يمتد الرباط على طول العظم ليرتبط مع طرف العضلة على العظم المجاور؟ وضح أهمية ذلك في المفصل. ربما يساعدك الرسم والتخطيط على الإجابة عن هذا السؤال.
3. التفكير الناقد ما لون نهايات العظام في المفصل المتحرك؟ وما المادة التي يتكون منها هذا اللون؟

## وظائف الجهاز الهيكلي

### Functions of the Skeletal System

يقوم الجهاز الهيكلي بوظائف أخرى، بالإضافة إلى دعم الجسم، كما في الجدول 1-2؛ إذ تحمي الجمجمة الدماغ، ويحمي العمود الفقري النخاع الشوكي، ويحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى. كما تحمي طبقات العظام الخارجية النخاع العظمي الموجود داخل العظام، حيث يقوم النخاع الأحمر بتكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء. وتؤدي الصفائح الدموية دوراً مهماً في تخثر الدم. وتتكوّن خلايا الدم الحمراء بمعدل أكثر من مليوني خلية في الثانية الواحدة. ويكون النخاع العظمي عادة من النوع الأحمر، حتى يبلغ الإنسان السابعة من العمر، ثم يحل نسيج دهني محل جزء من النخاع، مما يكسب النخاع لوناً أصفر، ولهذا يُسمى النخاع الأصفر. وتُعد هذه الدهون مصدراً مهماً للطاقة. وتشكّل العظام مخزناً لتجميع الأملاح - ومنها الكالسيوم والفوسفور - وتخزينها. فعندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم يطلق العظم الكالسيوم في الدم. وإذا ارتفع مستوى الكالسيوم في الدم يخزن النسيج العظمي ما يزيد منه على حاجة الجسم، وبهذا يحافظ العظم على الاتزان الداخلي للكالسيوم. كما تسمح العظام - التي تتصل بها العضلات - بحركة الجسم. فمثلاً، عندما تسحب العضلات عظم الذراع أو الساق تسبب حركتهما، كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

الوظيفة	وظائف الجهاز الهيكلي
الدعم	<ul style="list-style-type: none"> <li>يدعم كل من الساقين والحوض والعمود الفقري الجسم.</li> <li>تدعم عظام الفك الأسنان.</li> <li>تدعم جميع العظام العضلات.</li> </ul>
الحماية	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحمي الجمجمة الدماغ.</li> <li>يحمي العمود الفقري النخاع الشوكي.</li> <li>يحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى.</li> </ul>
تكوين خلايا الدم	<ul style="list-style-type: none"> <li>يتم تكوين كل من خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر.</li> </ul>
التخزين	<ul style="list-style-type: none"> <li>يخزن الكالسيوم والفوسفور.</li> </ul>
الحركة	<ul style="list-style-type: none"> <li>تشدّ العضلات عظام الذراع والساق.</li> <li>يساعد الحجاب الحاجز الإنسان على الحركات التنفسية.</li> </ul>



■ الشكل 1-4 يسبب روماتزم المفاصل فقدان المفصل لقوته ووظيفته، ويصاحبه ألم شديد.

قارن كيف يختلف التهاب المفاصل الروماتزمي عن التهاب العظام الشائع؟

## Skeletal System Diseases

### أمراض الجهاز الهيكلي

**التهاب العظام Osteoarthritis** إن نهاية العظام في المفاصل المتحركة - ومنها الركبة - مغطاة بال غضروف، الذي يعمل عمل وسادة تسمح بحركة المفصل بسهولة. والتهاب العظام حالة مؤلمة تصيب المفاصل، وينتج عنها تآكل الغضاريف. وهذه الحالة معروفة عند الإنسان؛ إذ تصيب عادةً الركبة، والورك، والرقبة، والظهر. وتزداد إمكانية الإصابة بهذا المرض مع تقدم العمر. كما يصبح الشباب مُعرضاً للإصابة مستقبلاً بالتهاب العظام إذا أصيب بضرر ما في المفصل في مرحلة البلوغ.

**التهاب المفاصل الروماتزمي Rheumatoid** شكل آخر من الالتهاب، يصيب المفاصل. ولا ينتج هذا الالتهاب عن تآكل الغضاريف أو كثرة استخدامها. بل تلتهم المفاصل وتفقد قوتها ووظيفتها وتسبب آلاماً كثيرة، فتبدو الأصابع مشوهة، كما في الشكل 1-4.

**الالتهاب الكيسي Bursitis** هناك كيس مليء بسائل في مفاصل الكتف والركبة. وتؤدي هذه الأكياس إلى تقليل الاحتكاك، وتعمل عمل الوسادة بين العظم والأوتار. والالتهاب الذي يصيب هذه الأكياس يقلل حركة المفصل مسبباً ألماً وانتفاخاً. وربما سمعت عن التهاب "مرفق لاعبي التنس" الذي ينتج عن التهاب هذه الأكياس. ويشمل العلاج إراحة المفصل.

**هشاشة العظام Osteoporosis** تعد هشاشة العظام من الأمراض واسعة الانتشار في المنطقة العربية، هشاشة العظام داء الماسية، ترقق العظام، وهن العظام كل هذه المسميات لمرض واحد. وهي حالة ضعف أو نقص في كثافة العظام والتي تؤدي إلى هشاشتها وسهولة كسرها وتحتوي العظام على معادن مثل الكالسيوم والفسفور والتي تساعد على بقاء العظام كثيفة وقوية. وغالباً لا توجد علامات لهشاشة العظام وقد تظهر بعض العلامات بعد تعرض الشخص لكسر في عظمه، والعظام الأكثر عرضة للكسر في المرضى المصابين هي عظام الورك والفتخ والساعد والعمود الفقري. لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة [www.moh.gov.sa](http://www.moh.gov.sa)

**التواء المفصل Sprains** يسبب التواء المفصل ضرراً أو تلفاً للأربطة التي تربط المفاصل معاً. ويحدث هذا الأمر عندما تلتوي المفاصل بشدة أو تُمدّ، مما يؤدي إلى انتفاخ في المفصل يصاحبه ألم.

## التقويم 1-1

### الخلاصة

- يتكوّن الهيكل العظمي للإنسان من جزأين.
- تتكوّن معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة.
- تتجدّد العظام باستمرار.
- تعمل العظام بالتناسق مع العضلات.
- للهيكل العظمي وظائف كثيرة مهمة.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** اعمل قائمة بوظائف الهيكل المحوري والهيكل الطرفي وصفهما.
2. **قارن** بين مكونات النخاع الأحمر ومكونات النخاع الأصفر.
3. **قارن** بين آلية التئام كسر في العظم ونمو العظم الأصلي.
4. **اعمل مخططاً** تصنيفياً يجمع العظام المبيّنة في الشكل 1-1.

### التفكير الناقد

5. **توقع** إذا لم تعمل كل من الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة جيداً لدى جنين في مرحلة النمو أو لدى الإنسان البالغ، فما نتيجة ذلك؟
6. **ميّز** بين العظم الكثيف والعظم الإسفنجي، من حيث الشكل والموقع والوظيفة.





## الأهداف

- تصف أنواع العضلات الثلاثة.
- تفسر ما يحدث في أثناء انقباض العضلة على مستوى الخلية والمستوى الجزيئي.
- تميز بين الألياف العضلية البطيئة الانقباض والسريعة الانقباض.

## مراجعة المفردات

اللاهوائي Anaerobic: تفاعلات كيميائية لا تحتاج إلى الأكسجين لحدوثها.

## المفردات الجديدة

- العضلة الملساء
- العضلة اللاإرادية
- العضلة القلبية
- العضلة الهيكلية
- العضلات الإرادية
- الوتر
- الليف العضلي
- الميوسين
- الأكتين
- القطعة العضلية

## المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

## The Muscular System الجهاز العضلي

**الفكرة الرئيسية** تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

**الربط مع الحياة** ساهم ليوناردو دافنشي بتقديم كم هائل من المعرفة للمجتمع العلمي؛ فقد درس جسم الإنسان من خلال فحص الجثث. وحاول دافنشي وضع أسلاك مكان العضلات؛ لكي يتعلم كيف تنقبض العضلات لتسحب العظم، وتسبب الحركة.

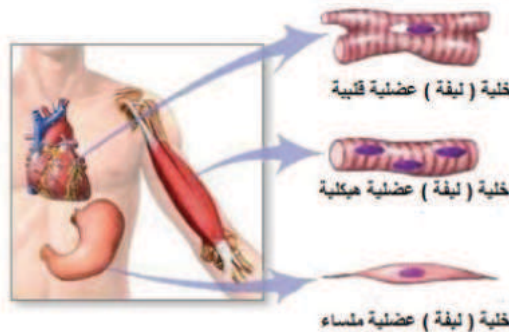
### Types of Muscles

### أنواع العضلات

تتكون العضلة من مجموعة ألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض. وعندما استخدمت كلمة عضلة لأول مرة ظن الناس أنها تعني العضلات الهيكلية. تفحص الشكل 1-5، تشاهد ثلاثة أنواع من العضلات، هي: الملساء، والقلبية، والهيكلية. وتُصنف العضلات بناءً على تركيبها ووظيفتها.

**العضلات الملساء Smooth muscle** تبطن **العضلات الملساء** smooth muscle الكثير من الأعضاء الداخلية، ومنها: القناة الهضمية، والأوعية الدموية والمثانة البولية، والرحم. وهي **عضلات لاإرادية** involuntary muscle؛ لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها. فيتحرك الطعام مثلاً في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة. وتبدو العضلات الملساء عند فحصها بالمجهر غير مخططة ولا مرتبة في حزم، ولكل خلية نواة واحدة.

**العضلات القلبية Cardiac muscle** توجد هذه العضلات اللاإرادية في القلب فقط. ولذا تُسمى **العضلات القلبية** cardiac muscle. وتترتب الخلايا العضلية القلبية على هيئة شبكة تسمح للعضلات بالانقباض بفاعلية وانتظام، مما يعطي القلب قوة. والعضلات القلبية مخططة، ومكونة من حزمة من الخلايا التي يظهر لونها فاتحاً أو داكناً، وبداخلها العديد من النوى. وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة، وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية.



■ الشكل 1-5 باستخدام التكبير للعضلات يمكن مشاهدة الاختلاف في شكل الخلايا العضلية ومظهرها. فالخلايا العضلات الملساء لها شكل مغزلي، والخلايا العضلية القلبية تبدو مخططة، كما أن الخلايا العضلية الهيكلية أيضاً مخططة.

فسّر بالإضافة إلى مظهر العضلات، ما الأسس الأخرى المستعملة في تصنيفها؟

**العضلات الهيكلية Skeletal muscles** معظم عضلات الجسم هيكلية. وترتبط **العضلات الهيكلية skeletal muscle** مع العظام عن طريق الأوتار لتسبب الحركة عندما تنقبض أو تنبسط مثل عضلات الذراع والقدم والوجه واللسان والجفون. وهي **عضلات إرادية voluntary muscle**؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام. وترتبط **الأوتار tendons** - المكونة نسيج ضام ليفي - بين العضلات والعظام. كما تظهر العضلات الهيكلية مخططة عند مشاهدتها بالمجهر.

### انقباض العضلة الهيكلية

## Skeletal Muscle Contraction

تترتب معظم العضلات الهيكلية في شكل زوجي متضاد؛ أي تكون إحدى العضلات معاكسة للأخرى. انظر الشكل 1-6 الذي يوضح العضلات التي تستخدمها عندما ترفع ساعدك أو تخفضه. وتتكون الليفة العضلية من وحدات صغيرة تُسمى **اللييفات العضلية myofibrils**، وتحتوي بدورها على **الميوسين myosin** و**الأكتين actin**، وهما وحدات صغيرة من الخيوط البروتينية. وتتألف وحدات البناء في اللييف العضلي من **قطعة عضلية sarcomere**، وهي وحدة الوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة، كما في الشكل 1-7. ويظهر التخطيط في العضلات بسبب القطع العضلية التي تمتد من خط Z وتنتهي بخط Z آخر. ويبدأ خط Z من المكان الذي ترتبط فيه خيوط الأكتين الرفيعة داخل اللييف العضلي. كما ينتج عن تداخل ألياف الأكتين والميوسين حزمة (شريط) داكنة اللون تسمى الحزمة A. أما خط M فيتكون من ألياف الميوسين فقط. إن ترتيب مكونات القطعة العضلية بهذا الشكل يجعل العضلة تنقبض، ثم تنبسط.

### نظرية الخيوط المنزقة Sliding filament theory

يوضح الشكل 1-7 نظرية الخيوط المنزقة. وتنص هذه النظرية على أنه عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة تنزلق خيوط الأكتين بعضها في اتجاه بعض، مسببة انقباض العضلة. لاحظ أن خيوط الميوسين ثابتة لا تتحرك. وتدخل عدة عضلات هيكلية أحياناً لإنجاز حركة يسيرة، كما في حركة قلب صفحة هذا الكتاب.



### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع.

ينقبض Contract

الاستعمال العلمي؛ يشد أو يقصر.

تنقبض العضلات وتسبب الحركة.

الاستعمال الشائع انقبض الرجل

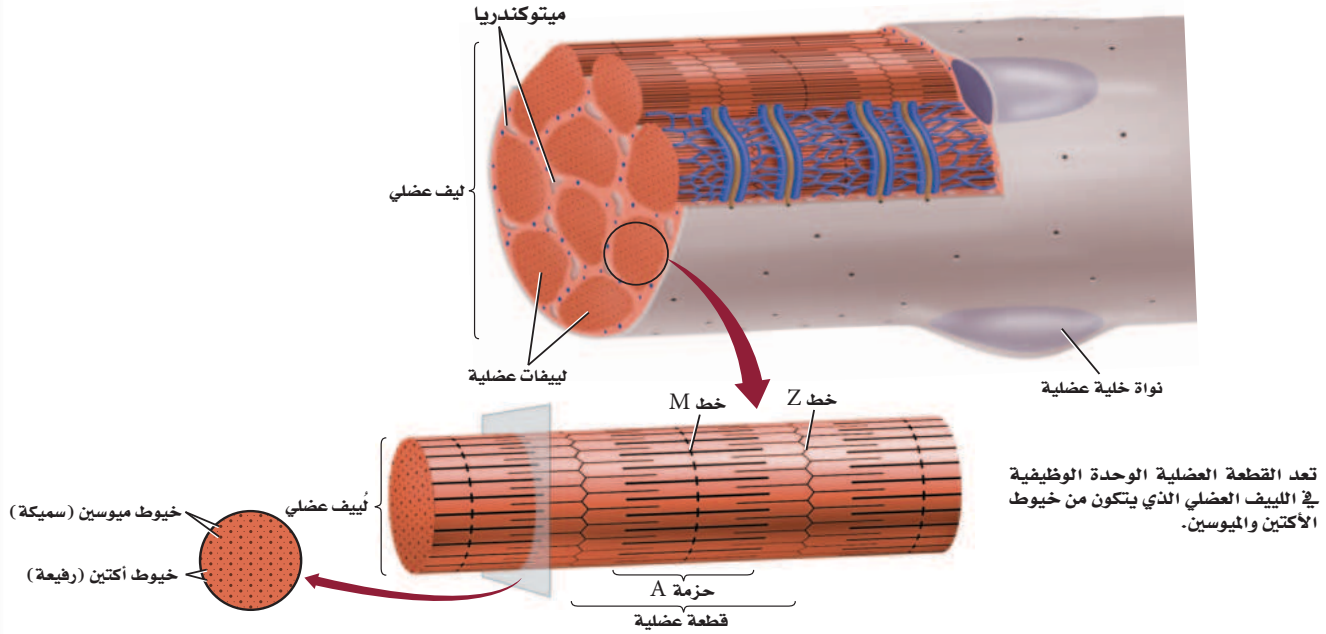
على نفسه؛ أي ضاق بالحياة، فمال إلى

الانزواء والعزلة.

# Muscle Contraction

# انقباض العضلة

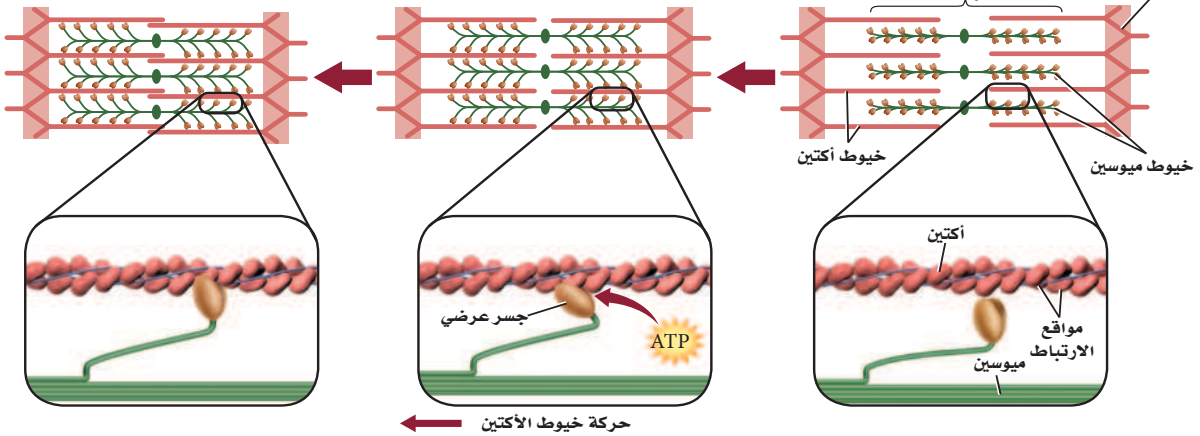
الشكل 7-1 يتكون الليف العضلي من ليفيات عضلية. أما اللِّيفُ العضلي فيتكون من خيوط الأكتين والميوسين.



**الانقباض الكامل**  
تبين نظرية الخيوط المنزلقة أن العضلة تنقبض عندما تنزلق خيوط الأكتين بعضها في اتجاه بعض.

**الانقباض:** استجابة لإشارة عصبية تتكون جسور عرضية بين الميوسين والأكتين. ويستخدم في هذه العملية ATP لتغيير مواقع الجسور العرضية، مما يسبب حركة خيوط الأكتين.

**الانبساط**



**الربط الكيمياء** عندما يصل السيال العصبي إلى العضلة تتحرر أيونات الكالسيوم إلى اللييف العضلي، فيسبب ارتباط الأكتين والميوسين معاً. وتُسحب خيوط الأكتين بعدها نحو مركز القطعة العضلية، لذا يحدث الانقباض. وتحتاج هذه العملية إلى الطاقة (ATP) التي تنتجها الميتوكوندريا. وعند انبساط العضلة تنزلق الخيوط مرة أخرى لتعود إلى وضعها الطبيعي.

**الطاقة لانقباض العضلات Energy for muscles contraction** تقوم الخلايا العضلية جميعها بعمليات الأيض هوائياً ولاهوائياً. وعندما يتوافر الأكسجين يحدث التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا العضلية، وتطلق هذه العملية ATP بوصفه مصدرًا للطاقة.

بعد إجراء تمرين رياضي مجهود، ربما لا تتمكن العضلات من الحصول على الأكسجين الكافي لاستمرار التنفس الخلوي، مما يقلل كمية ATP الموجودة؛ فعضلات الرياضيين - في الشكل 8-1 - تعتمد على التنفس اللاهوائي لاستمرار عملية تخمر حمض اللاكتيك للحصول على الطاقة. ويزداد تركيز حمض اللاكتيك في العضلات في أثناء التمارين الرياضية، مما يسبب الإعياء، وينتقل الفائض منه إلى الدم، الأمر الذي يحفز التنفس السريع. وبعد أخذ قسط من الراحة يعاد تخزين كمية كافية من الأكسجين، ويتحلل حمض اللاكتيك في الجسم.

لعلك شاهدت حيواناً ميتاً على جانب الطريق! عندما يموت الحيوان يصبح في حالة تيبس، وهي حالة انقباض عضلي طويل الأمد. ويحتاج الجسم إلى ATP لضخ الكالسيوم بعيداً عن اللييف العضلي لكي تنبسط العضلة. ولأن الحيوان الميت في هذه الحالة لا يستطيع إنتاج ATP فإن الكالسيوم يبقى داخل اللييف العضلي، وتستمر العضلات في حالة انقباض. وعندما تبدأ الأنسجة في التحلل بعد 24 ساعة من الوفاة، لا تستطيع العضلات البقاء منقبضة.



■ الشكل 8-1 الوصول إلى نهاية السباق يشكل لحظة من بذل طاقة قصوى. فسر كيف تستعيد الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) وضعها الطبيعي بعد تمرين رياضي مجهود؟

## إرشادات الدراسة

**صمم انفوجرافيك** توعوي لبعض المكملات الغذائية الصناعية لدى الرياضيين موضعاً أضرارها.



ما مدى تحملك؟

تحريه علمية

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

■ الشكل 1-9 لتسابق الدراجات الهوائية في سباق المسافات الطويلة نسبة عالية من الألياف العضلية البطيئة الانقباض. أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف العضلية السريعة الانقباض.

لا تنمو أجسام بعض الناس مثل أجسام أبطال كمال الأجسام مهما بذلوا من محاولات في بناء العضلات. كذلك قد يكون أحد العدائين هو الأسرع في السباقات القصيرة، ولكنه يصل إلى الإعياء سريعاً في سباق المسافات الطويلة. فما سبب هذا الاختلاف؟ يرجع السبب في الحالتين إلى الألياف العضلية البطيئة الانقباض ونسبتها إلى الألياف العضلية السريعة الانقباض؛ حيث يوجد كلا النوعين من الألياف في كل إنسان.

**العضلات البطيئة الانقباض Slow-twitch muscles** تختلف العضلات في سرعة انقباضها، حيث تنقبض العضلات البطيئة الانقباض بسرعة أقل من العضلات السريعة الانقباض. ولليف العضلي البطيء الانقباض قدرة تحمل أكثر من الليف العضلي السريع الانقباض. ويحوي جسم متسابق الدراجات الهوائية - في الشكل 1-9 - أليافاً عديدة بطيئة الانقباض. كما تعمل هذه الأنواع من الألياف العضلية جيداً في سباق المسافات الطويلة أو السباحة؛ لأنها تقاوم الإعياء أكثر من ألياف العضلات السريعة الانقباض. ويتوافر الكثير من الميتوكوندريا في الليف العضلي البطيء الانقباض للقيام بعملية التنفس الخلوي. كما تحوي هذه الألياف الميوجلوبين؛ وهو جزيء التنفس الذي يخزن الأكسجين، ويعدّ مستودعاً له، كما يجعل الميوجلوبين لون العضلة داكناً. وتزيد التمارين عدد الميتوكوندريا في الألياف، لكن الزيادة الكلية في حجم العضلة تكون قليلة نسبياً.

**العضلات السريعة الانقباض Fast-twitch muscles** تصل العضلات السريعة الانقباض إلى حالة الإعياء بسهولة، لكنها توفر قوة كبيرة للحركة القصيرة السريعة. وقد تكيفت العضلات السريعة الانقباض لإنتاج القوة. وتعمل هذه العضلات جيداً في أثناء التمارين الرياضية التي تتطلب دفقة صغيرة سريعة من الطاقة، ومنها عدو المسافات القصيرة، أو رفع الأثقال، كما في الشكل 1-9.





ويكون لون هذه العضلات فاتحاً؛ لأنها تحتوي القليل من الميوجلوبين. وتعتمد على التنفس اللاهوائي لقلّة عدد الميتوكوندريا الموجودة فيها، مما يسبب تراكم حمض اللاكتيك الذي يسبب إعياء العضلة. وتؤدي التمارين الرياضية إلى زيادة عدد اللييفات العضلية، مما يجعل قطر العضلة الكلي أكبر.

وتحتوي غالبية العضلات الهيكلية خليطاً من العضلات ذات الانقباض السريع والبطيء. وتحدد نسبة هذا الخليط وراثياً. وعندما تكون نسبة الألياف البطيئة إلى الألياف السريعة الانقباض مرتفعة جداً يكون الشخص عداءً جيداً في السباقات الطويلة (سباق الضاحية). أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف السريعة الانقباض. وعادة ما تكون عضلات غالبية الناس بين هاتين الحالتين.

## مختبر تحليل البيانات 1-1

### بناءً على بيانات حقيقية

### تفسير البيانات

### البيانات والملاحظات

نسبة الألياف البطيئة لانقباض	الوظيفة	العضلة
87	ترفع القدم	الأخصية (الرجل)
67	تنثني الساق	ذات الرأسين الفخذية (الرجل)
52	ترفع الذراع	المثلثة (الكتف)
35	تحرك الرأس	القصية الترقوية الصدغية (الرقبة)
15	تغلق الجفن	عضلة محجر العين (الوجه)

كيف ترتبط نسبة الألياف البطيئة الانقباض إلى السرعة الانقباض بأخذ قطعة صغيرة من العضلة وصبغها بصبغة تسمى صبغة إنزيم بناء الطاقة (ATPase)، فتصبغ الألياف العضلية السريعة الانقباض ذات المحتوى العالي من ATP باللون البني الداكن.

### التفكير الناقد

1. افترض حلل بيانات الجدول، وضع فرضية تفسر لماذا تحتوي عضلة ساق الرجل الأخصية على ألياف بطيئة الانقباض أكثر من عضلة محجر العين.
2. صنف العضلات، معطياً أمثلة على عضلات سريعة الانقباض.

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Lamb, D.R. 1984. physiology of Exercise . New York: Macmillan Co.



# التقويم 1-2

## الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من العضلات.
- تنتظم العضلات الهيكلية في أزواج متضادة، بحيث تعمل عضلة عكس الأخرى.
- تبطن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.
- توجد العضلات القلبية في القلب فقط.
- تقوم جميع العضلات بعمليات الأيض الهوائية واللاهوائية.

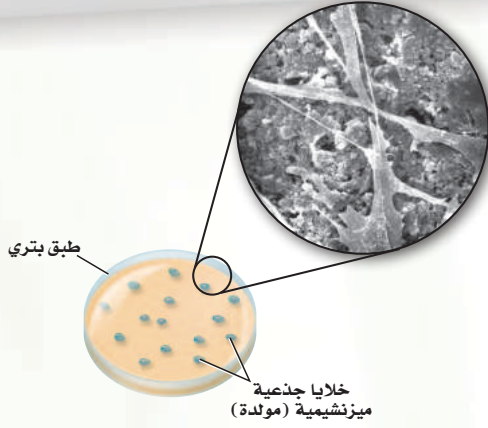
## فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** صمّم لوحة تتضمن قائمة بأوجه الشبه والاختلاف بين أنواع العضلات الثلاثة.
2. حدّد أنواع كل من العضلات الإرادية واللاإرادية.
3. فسّر لماذا يحدث التنفس الهوائي قبل تخمر حمض اللاكتيك في معظم العضلات؟
4. قارن بين دور الميتوكوندريا في الليف العضلي السريع الانقباض والليف العضلي البطيء الانقباض.

## التفكير الناقد

5. استنتج نسبة اللحم الداكن (العضلات) إلى اللحم الأبيض في الديك الرومي البري تكون أعلى مقارنة بالديك الرومي الذي يُربى في المزارع. لماذا يساعد ذلك على طيران الديك الرومي البري مسافات أطول من الديك الرومي الداجن؟
6. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تعبر فيها عن سلسلة الأحداث المرتبطة مع انقباض العضلات الهيكلية. ابدأ قصتك من أيونات الكالسيوم.

### تنمية العظام في المختبر: نموذج أطباق بتري



بعد ثمانية أسابيع أنتجت الخلايا الجذعية طبقة سميكة من خلايا العظم.

ولأن للعظم وللأنسجة الأخرى نتوءات يبلغ قطرها 100 nm فإن علماء الهندسة الطبية يحاولون قياس خلايا العظم التي ترتبط أفضل ما يمكن مع المعدن الذي له سطح بارز بمقياس نانوميتر مناسب للعظم؛ حيث يساهم هذا الأمر في تطوير الورك الصناعي والركبة والزرعات الأخرى. وتمنع هذه الأجزاء ذات البروز رفض الجسم لها، وتجعله يعمل بفاعلية. وتساعد عملية زراعة خلايا العظم في طبق بتري الباحثين على استخدام التكنولوجيا الدقيقة (تقنية النانو) في تصميم وزراعة قطع تعمر فترة أطول، وتعمل في الجسم على نحو أفضل.

#### الكتابة في علم الأحياء

ابحث عن مهن في هندسة الأنسجة أو الهندسة الطبية تتعلق بالموضوعات التي نوقشت سابقاً. وصمّم كتيباً لتثقيف أفراد المجتمع حول هذه المهن والتخصصات، على أن يتضمن أحدث ما توصل إليه العلم من إنجازات في هذا المجال، وطريقة البحث العلمي والخلفية العلمية الضرورية، وضمّن ذلك بعض الصور والرسوم التوضيحية.

#### كيف تتم زراعة الأنسجة في المختبر؟

هندسة الأنسجة هي عملية إعادة تنمية بعض أنسجة جسم الإنسان بدءاً بالمستوى الخلوي. وتساعد هندسة الأنسجة على نمو الغضاريف والأعصاب، والعظام، والأسنان، ونسيج الثدي والشرايين. ويستخدم العلماء مواد مصنعة ودعامات لتوفر للخلايا بيئة مشابهة للجسم. وهذه الدعامات - عادة - عديدة التبلر، ولها ثقبوب كالإسفنج تتسع للكثير من الخلايا؛ لتلتصق بها وتنمو. كما تسمح المادة العديدة التبلر بانتشار الغذاء من خلالها. وتحلل هذه المادة فيما بعد، عندما ينمو النسيج بصورة متماسكة، ولا يبقى هناك حاجة إلى هذه الدعامات. ومن المهم تحديد كيف تتواصل الخلايا بعضها مع بعض ومع البيئة من حولها، وكيف تتحرك الخلايا المحيطة بها. وتنتج الخلايا الجذعية الميزنشيمية (mesenchymal) عظماً وغضروفاً ووتراً وأسناً ودهناً وجلداً. وتعدّ هذه الخلايا مسؤولة عن النسيج الضام في نخاع العظم؛ فعندما تموت الخلايا بصورة طبيعية في الجسم تستقبل الخلايا الجذعية من النسيج الميزنشيمي إشارة لكي تتمايز وتحول إلى النسيج الذي يحتاج إليه الجسم. ويرجو العلماء أن يتمكنوا من استعمال هذه الخلايا في نشاطات هندسة الأنسجة؛ للحصول عليها من نخاع العظم.

#### تطور هندسة الأنسجة على الرغم من أن الجلد كان

أول عضو تم تنميته بفعل هندسة الأنسجة، بحيث أصبح متوافراً للإنسان، إلا أن التطور الكبير حدث في مجال تنمية النسيج العظمي؛ إذ يتم وضع سبيكة تقليدية ناعمة الملمس من التيتانيوم في الورك والركبة. ويتفاعل الجسم مع هذه السطوح الملساء ويغطيها بنسيج ليفي يعيق عمل هذه السبائك داخل الجسم.

# مختبر الأحياء

كيف يمكنك تعرّف المخلوق الحي من خلال مجموعة مختلفة من العظام؟



**الخلفية النظرية:** لكل مخلوق حي فقاري هيكل عظمي يتميز بخصائص محددة، منها طول العظام وشكلها، وتستخدم هذه الخصائص في تحديد هوية العديد من المخلوقات الحية، ومثال ذلك الديناصورات. سيزودك معلمك بمجموعة من العظام المختلفة لمخلوق ما أو صور لها، والمطلوب فحصها لتعرف المخلوق الحي الذي تعود إليه هذه العظام.

**سؤال:** هل من الممكن أن يدلّك تركيب العظام وشكلها على نوع الحيوان؟

## المواد والأدوات

- ثلاثة عظام غير معروفة أو صور لها.
- مجموعة إرشادات.
- هياكل عظمية لحيوانات مختلفة أو صورها\*.
- عدسة يدوية.
- مسطرة متريّة.
- خيط.

## احتياطات السلامة

### خطوات العمل

7. افتح الإرشادات، وتفحص بياناتك وإجابتك.
8. نظّف الأدوات، وأعدّها إلى مكان تخزينها.

### حلل ثم استنتج

1. حلّل البيانات اعتماداً على ملاحظتك وقياساتك، حدّد المخلوقات الحية التي جاءت منها هذه العظام.
2. وضّح البيانات كيف استعملت المعلومات المتعلقة بالشكل والحجم لتساعدك على تحديد الحيوان الذي تعود إليه هذه العظام؟
3. قوّم هل اختلفت استنتاجاتك بعد أن اطلعت على بعض المعلومات؟ وضّح الأسباب إذا كانت استنتاجاتك مختلفة.
4. قارن ما أوجه الشبه والاختلاف التي لاحظتها بين العظام أو الصور التي فحصتها وعظام الهيكل العظمي للإنسان؟
5. اربط أي الهياكل العظمية تُشابه في معظم خصائصها الهيكل العظمي للإنسان؟
6. سجّل استنتاجاتك.

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اجمع المواد التي ستستعملها لتفحص الهياكل العظمية، وحدد الأنواع التي ستقيسها.
3. احصل على ثلاث عظام داخل كيس بلاستيكي مغلق أو صور لها، ومجموعة إرشادات من معلمك، ولا تفتحها إلا إذا طُلب إليك ذلك.

4. صمّم جدولاً للبيانات لتسجيل قياساتك.
  5. افحص العظام، وقارنها بالهياكل أو الصور، وقارن بعضها ببعض.
  6. أجرّ قياساتك، وسجّل بياناتك.
- \* انظر مرجعيات الطالب صفحة (170) الهياكل العظمية.

**الملصقات** وجد علماء الأحافير من خلال دراستهم للعظام أنّ لديهم القدرة على تحديد نوع المخلوق الحي وعمره باستعمال هيكله العظمي. ابحث في خصائص الهياكل العظمية، ثم اعمل ملصقاً يبين ما تعلمته.

# دليل مراجعة الفصل

# 1

# العضلات

**المطويات** ميز. استخدم ما تعلمته لتمييز بين أنواع العضلات الثلاث. فيم تختلف هذه العضلات بعضها عن بعض؟ وفيم تتشابه؟ ولماذا؟

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• يتكوّن الهيكل العظمي للإنسان من جزأين.</li><li>• تتكوّن معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة.</li><li>• تتجدّد العظام باستمرار.</li><li>• تعمل العظام بالتناسق مع العضلات.</li><li>• للهيكل العظمي وظائف كثيرة مهمة.</li></ul>	<p><b>1-1 الجهاز الهيكلي</b></p> <p>الهيكل المحوري الهيكل الطرفي العظم الكثيف الخلية العظمية العظم الإسفنجي نخاع العظم الأحمر نخاع العظم الأصفر الخلية العظمية البانية تكوين العظم (التعظم) الخلية العظمية الهادمة الأربطة</p>
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• هناك ثلاثة أنواع من العضلات.</li><li>• تنتظم العضلات الهيكلية في أزواج متضادة، بحيث تعمل عضلة عكس الأخرى.</li><li>• تبطن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.</li><li>• توجد العضلات القلبية في القلب فقط.</li><li>• تقوم جميع العضلات بعمليات الأيض الهوائية واللاهوائية.</li></ul>	<p><b>1-2 الجهاز العضلي</b></p> <p>العضلة الملساء العضلة اللاإرادية العضلة القلبية العضلة الهيكلية العضلات الإرادية الوتر الليف العضلي الميوسين الأكتين القطعة العضلية</p>



استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 6.



6. ما خصائص الجزء المشار إليه بالسهم في الصورة؟

- لا يحوي خلايا حية.
  - يحتوي نخاعاً عظميةً.
  - يُعد النوع الوحيد من النسيج العظمي في العظام الطويلة.
  - يتكون من أنظمة وحدات العظم المتداخلة.
7. أيّ المصطلحات الآتية غير متطابقة؟

- الجمجمة - الدرزات.
- الرسغ - المفصل المداري.
- الكتف - المفصل الكروي.
- الركبة - المفصل الرزي.

8. ماذا تُسمى الخلايا التي تتخلص من الأنسجة العظمية الهرمة؟

- العظمية البانية.
- العظمية.
- العظمية الهادمة.
- العظمية الإنزيمية المحللة.

9. أيّ مما يأتي لا يُعد جزءاً من الهيكل المحوري؟

- الجمجمة.
- الأضلاع.
- عظم الورك.
- العمود الفقري.

1-1

### مراجعة المفردات

وضّح الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي:

- العظم الإسفنجي، العظم الكثيف.
- الأوتار، الأربطة.
- الخلايا العظمية البانية، الخلايا العظمية الهادمة.

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

استخدم الشكل أدناه لتجيب عن السؤال 4.



4. أيّ مما يأتي يتضمن نوع المفاصل في الصورة أعلاه؟

- الورك.
- الفقرات.
- المرفق.
- الجمجمة.

5. أيّ مما يأتي لا يعد وظيفة للعظم؟

- إنتاج فيتامين د.
- الدعم الداخلي.
- حماية الأعضاء الداخلية.
- تخزين الكالسيوم.

## 1-2

## مراجعة المفردات

اختر المصطلح الذي لا ينتمي إلى كل مجموعة من الآتي، وفسر ذلك:

16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

17. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

19. ما الذي يحتاج إلى ATP؟

a. انقباض العضلات.

b. انبساط العضلات.

c. انقباض العضلات وانبساطها.

d. لا انقباض العضلات ولا انبساطها.

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 20.



(C)

(B)

(A)

20. أي الأشكال تصنف على أنها خلية عضلية إرادية؟

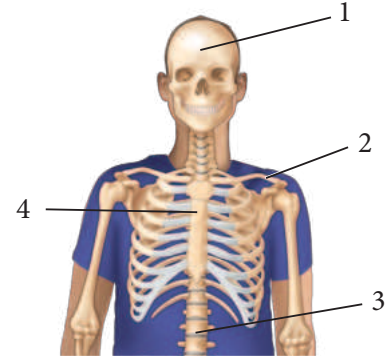
B . b

A . a

C, B, A . d

C . c

10. أي مما يأتي يعد جزءاً من الهيكل الطرفي؟



2 . b

1 . a

4 . d

3 . c

## أسئلة بنائية

11. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة إذا كانت

جميع عظام الإنسان من النوع الإسفنجي، ولا يوجد لديه عظام كثيفة.

12. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة لو كانت

جميع عظام الإنسان عظاماً كثيفة ولا يوجد فيه عظام إسفنجية.

13. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كل من الخلية العظمية

البنية والخلية العظمية الهادمة؟

## التفكير الناقد

14. حلل الموقف الآتي: دخل شخص يعاني من كسر

في الكاحل إلى غرفة الطوارئ. أي التراكيب يجب فحصها في كاحل المريض لتحديد العلاج اللازم؟

15. كوّن فرضية. ماذا يمكن أن يحدث لعظام امرأة إذا لم

تتناول المزيد من الكالسيوم في أثناء فترة الحمل؟



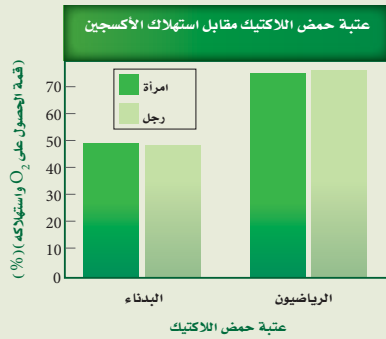
## تقويم إضافي

26. **الكتابة في علم الأحياء** تخيل أنك مراسل لمجلة صحية، اكتب مقالة قصيرة حول حاجة الجهازين العضلي والهيكلية إلى الكالسيوم.

## أسئلة المستندات

يحرق الرياضيون الدهون بأقصى سرعة عندما يمارسون الرياضة ليصلوا إلى عتبة حمض اللاكتيك (أي الدرجة التي يبدأ عندها تجمع حمض اللاكتيك في العضلات). بالإضافة إلى ذلك فإن الرياضيين الذي يستهلكون كميات كبيرة من الأكسجين في أثناء التمارين المكثفة - قمة  $VO_2$  (وهي الدرجة الأعلى التي يستطيع عندها الجسم الحصول على الأكسجين واستهلاكه) - يحرقون دهوناً أكثر. قارن الباحثون عتبة حمض اللاكتيك باستهلاك الأكسجين ( $VO_2$ ) - لدى الأشخاص الذين يعانون من زيادة في الوزن والذين لا يمارسون الرياضة، والرياضيين.

استعمل الرسم البياني للإجابة عن الأسئلة الآتية:



27. ما نسبة الحصول على قمة  $VO_2$  واستهلاكه التي حدثت عندها عتبة حمض اللاكتيك في الأشخاص البدناء؟

28. كيف يمكن لشخص بدين لا يمارس الرياضة أن يزيد من الحصول على قمة  $VO_2$  واستهلاكه وعتبة حمض اللاكتيك أيضًا؟

21. من خصائص الألياف العضلية السريعة الانقباض أنها:

- تحوي ميوجلوبين أكثر من الألياف البطيئة الانقباض.
- مقاومة للإعياء.
- تحوي ميتوكوندريا أقل من الألياف البطيئة الانقباض.
- تحتاج إلى كميات كبيرة من الأكسجين لتقوم بوظيفتها.

## أسئلة بنائية

22. إجابة قصيرة. قارن بين تركيب كل من العضلات الهيكلية والملساء والقلبية.

23. إجابة قصيرة. فسّر بناءً على تركيب الألياف العضلية، لماذا تستطيع العضلات الانقباض، لكنها لا تستطيع زيادة طولها؟

## التفكير الناقد

24. توقع. ما المضاعفات المحتملة إذا كان للعضلات الملساء والقلبية تركيب العضلات الهيكلية؟

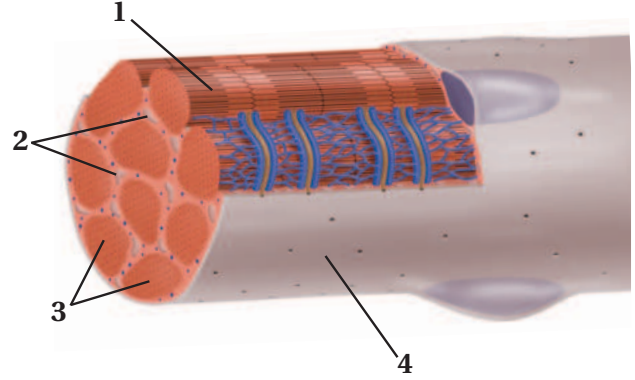
25. استنتج. ما أهمية ألا تحوي العضلة أليافاً سريعة الانقباض أو بطيئة الانقباض فقط؟



# اختبار مقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

1. استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 1.



1. ما الجزء العضلي المستخدم في التنفس الخلوي؟

- 1 .a  
2 .b  
3 .c  
4 .d

2. استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 2.



2. أين يوجد هذا النوع من المفصل في جسم الإنسان؟

- a . المرفق والركبة.  
b . أصابع اليدين والقدمين.  
c . الأكتاف والأرداف.  
d . الرسغ والكاحل.

3. ما نوع العظام التي تُصنّف على أنها عظام غير منتظمة؟

- a . الساق.  
b . الجمجمة.  
c . الفقرات.  
d . الرسغ.

4. ماذا يحدث للعضلات الهيكلية عندما تتحرك ألياف الأكتين في اتجاه منتصف القطعة العضلية؟

- a . تنقبض.  
b . تنمو.  
c . تنبسط.  
d . تتمدد.

5. استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 5.

نوع العضلات	الوظيفة
العضلات الهيكلية	ترتبط بالعظم وتُشد عندما تنقبض لتسبب الحركة.
العضلات الملساء	تُحيط بالأعضاء الداخلية الفارغة كالمعدة والأمعاء والمثانة والرحم.
عضلات مخططة، لا إرادية	

5. العضلات التي لم توصف في الجدول السابق توجد في:

- a . القلب.  
b . الكلى.  
c . بطانة الأوعية الدموية.  
d . بطانة الأوعية اللمفية.

6. أين تُخزن الدهون في العظام؟

- a . العظم المتراص.  
b . الخلايا العظمية.  
c . النخاع الأحمر.  
d . النخاع الأصفر.



# اختبار مقنن

## سؤال مقالي

تُجرى كل عام أكثر من 50,000 جراحة لعلاج المفاصل أو تغييرها، ويتم في هذه العمليات إزالة الترسبات أو خلايا العظم الزائدة حول المفصل وتنظيفه، مما يعيد إلى المفصل وظيفته. كما تتضمن هذه العمليات تغيير المفاصل، حيث يستعاض عن المفصل الطبيعي المتآكل بمفصل اصطناعي يؤدي بعد ذلك وظيفته الطبيعية. وتجرى عمليات استبدال المفاصل للركبة، والحوض والكتف. استناداً إلى الفقرة السابقة، أجب عن السؤال الآتي في صورة مقالة.

12. يستبدل الأطباء مفصل الركبة أو الحوض للمرضى الكبار السن الذين هم عادة أقل حركة من الأصغر سناً، وهذا ما ينصح به الأطباء. فسّر ذلك.

## أسئلة الإجابات القصيرة

7. صف كيف يتحول الغضروف في الجنين إلى عظم لاحقاً.
8. صف نوعين من المفاصل.
9. صف كيف تتم حركة العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة في الذراع؟
10. فسّر لماذا تكون العضلات دائماً على شكل أزواج متضادة؟

## أسئلة الإجابات المفتوحة

11. كيف تربط عمل ألياف الأكتين والميوسين بانقباض العضلات؟

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	
الدرس / الفصل	1-1	1-2	1-2	1-2	1-1	1-1	1-1	1-2	1-2	1-1	1-1	1-2
السؤال	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

**الفكرة العامة** الجهاز العصبي ضروري لاتصال الخلايا والأنسجة والأعضاء بعضها ببعض.

### 1-2 تركيب الجهاز العصبي

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

### 2-2 تنظيم الجهاز العصبي

**الفكرة الرئيسية** الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.

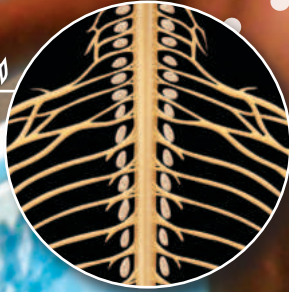
### 3-2 تأثير العقاقير

**الفكرة الرئيسية** تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.

### حقائق في علم الأحياء

- يستطيع السيات العصبي الانتقال بسرعة قد تصل إلى 402 km/h.
- يوجد أكثر من 100 بليون خلية عصبية في الدماغ فقط .
- تستطيع خلية عصبية واحدة أن ترتبط بـ 1000 خلية عصبية أخرى.

التحميل التشريحي والأعصاب



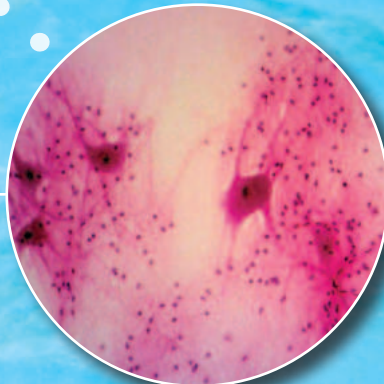
الأعصاب المارة بالمارة بالفقرات

صورة بالمجهر المركب  
تكبير 3x



خلايا عصبية

صورة بالمجهر المركب  
تكبير 40x

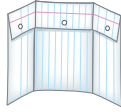


## نشاطات تمهيدية

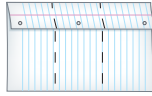
تأثير العقاقير اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على فهم الآثار الإيجابية والسلبية للعقاقير.

### المطويات منظمات الأفكار

**الخطوة 1:** اطو ورقة أفقيًا لتكوّن ثلاثة أجزاء طولية كما في الشكل الآتي:



**الخطوة 2:** افتح الورقة المطوية أفقيًا، واطوها من الطرف العلوي بمقدار 5 cm.



**الخطوة 3:** ارسم خطًا ليكوّن ثلاثة أعمدة، وعلونها كما في الشكل الآتي:

أ	ب	ج
يزيد	يمنع	يمنع

**المطويات** استخدم هذه المطوية في القسم 2-3 في

أثناء دراستك لهذا القسم سجل في العمود المناسب ما تتعلمه عن كيفية إحداث العقاقير تغييرات في الجهاز العصبي.

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

العمود ب: يمنع الناقل العصبي من مغادرة التشابك العصبي.

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

## تجربة استهلاكية

### كيف تنتقل المعلومات في الجهاز العصبي؟

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

### خطوات العمل

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

### التحليل

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



# 2-1

## الأهداف

تحديد الأجزاء الرئيسية للخلية العصبية،  
وتصف وظيفة كل منها.

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

## مراجعة المفردات

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

## المفردات الجديدة

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

## تركيب الجهاز العصبي Structure of the Nervous System

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

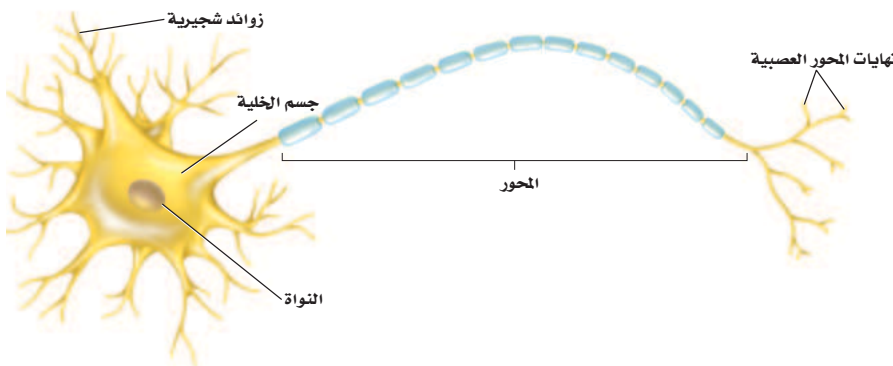
**الربط مع الحياة** لعلك استيقظت يوماً لصلاة الفجر، وفي طريقك إلى الوضوء  
اصطدمت إصبع قدمك بزاوية السرير، وقد عرفت مباشرة ما حدث. فهل أحسست  
بالألم خلال ثانية، أم أقل من ذلك؟ كيف وصلت هذه الرسالة إلى دماغك بسرعة  
كبيرة؟

## الخلايا العصبية Neurons

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

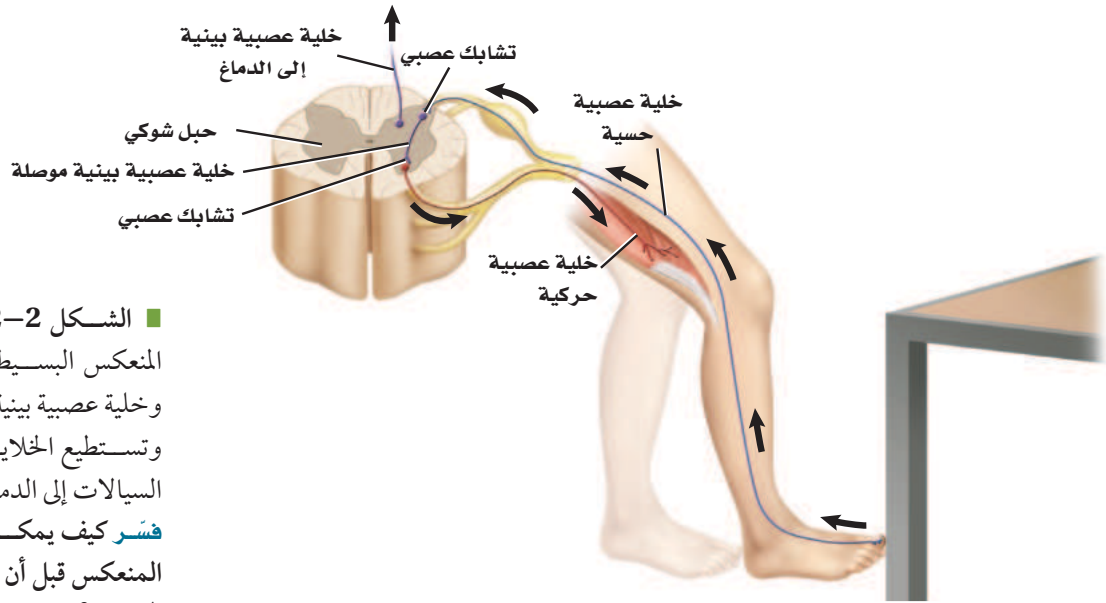
يبين الشكل 1-2 أن الخلية العصبية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية، هي: **الزوائد**  
**الشجرية** dendrites، و**جسم الخلية** cell body، و**المحور** axon. وتستقبل  
الزوائد الشجرية إشارات تُسمى السائلات من الخلايا العصبية. وتحوي الخلية  
العصبية أكثر من مجموعة من الزوائد الشجرية، ويحوي جسم الخلية العصبية  
النواة والكثير من العضيات. أما المحور فينقل السائلات العصبية من جسم الخلية  
إلى خلايا عصبية أخرى وإلى العضلات والغدد.

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



■ الشكل 1-2 هناك ثلاثة أجزاء رئيسية  
للخلية العصبية، هي: الزوائد الشجرية،  
وجسم الخلية، والمحور. والخلايا العصبية  
منظمة وبالغة التخصص وتكوّن شبكات  
معقدة.





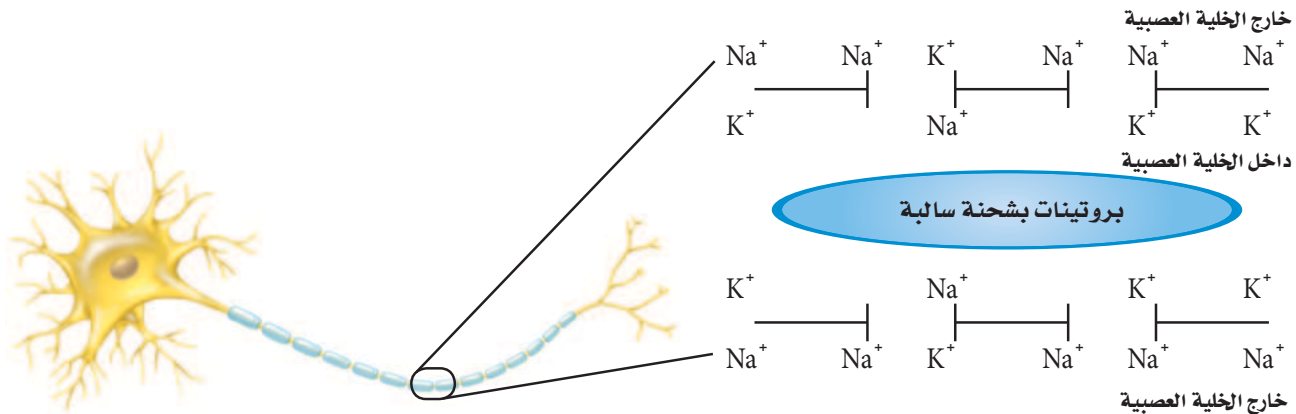
■ الشكل 2-2 يتضمن رد الفعل المنعكس البسيط خلية عصبية حسية، وخلية عصبية بينية، وخلية عصبية حركية. وتستطيع الخلايا العصبية البينية نقل السيالات إلى الدماغ. **فسر** كيف يمكن أن يكتمل رد الفعل المنعكس قبل أن يتمكن الدماغ من تفسير الحدث؟

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

## السيال العصبي Nerve impulse

■ الشكل 2-3 توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ووجود جزيئات بروتين سالبة الشحنة في السيتوبلازم - يبقى داخل الخلية مشحوناً بشحنة سالبة أكثر من خارجها عندما تكون الخلية في وقت الراحة.

**الربط الفيزياء** السيل العصبي شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية. ويتج السيل عن مثير كاللمس، أو عن صوت كصوت المؤذن للصلاة. **خلية عصبية وقت الراحة Neuron at rest** يبين الشكل 2-3 خلية عصبية وقت الراحة - لا توصل السيل العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم ( $Na^+$ )



## قناة Channel

الاستعمال العلمي: ممر تمر من خلاله المعلومات على شكل أيونات وجزيئات. يمر السيل العصبي عبر الخلية العصبية عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي. الاستعمال الشائع: الجزء العميق من النهر أو الميناء.

تمر السفن الكبيرة عبر قناة السويس.

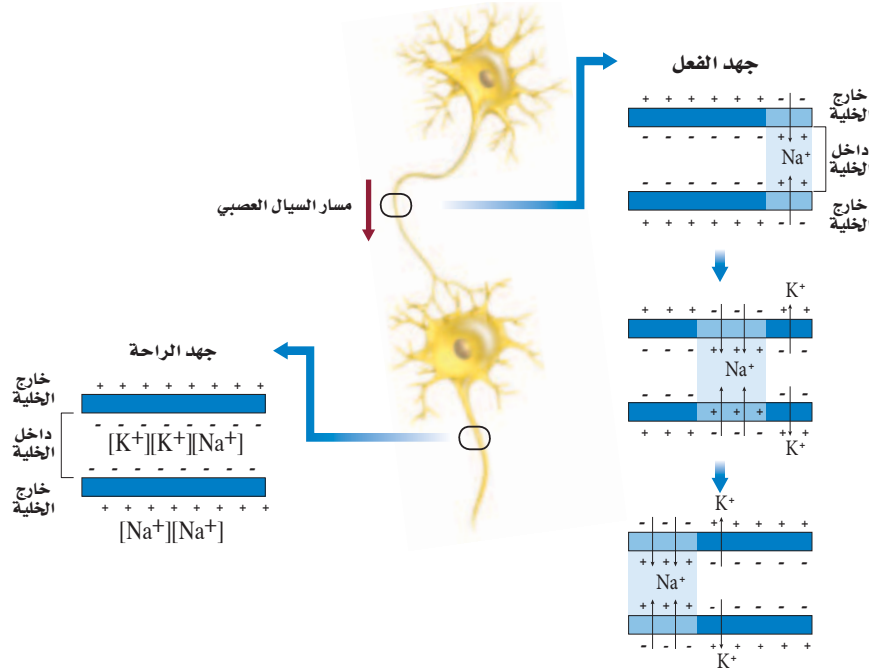
خارج الخلية أكثر مما في داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسيوم ( $K^+$ )؛ حيث توجد أيونات بوتاسيوم داخل الخلية أكثر مما في خارجها.

وتنتشر الأيونات عبر الغشاء البلازمي من الوسط الأكثر تركيزاً إلى الوسط الأقل تركيزاً. وتعوق البروتينات في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وتسمى هذه البروتينات مضخة الصوديوم والبوتاسيوم؛ إذ تنقل أيونات الصوديوم خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم داخلها بالنقل النشط.

ويقابل كل أيونين من البوتاسيوم يُضخَّان إلى داخل الخلية العصبية ضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارجها، مما يؤدي إلى عدم التوازن في توزيع أيونات البوتاسيوم الموجبة، فينتج عنه شحنة موجبة خارج الخلية العصبية، وشحنة سالبة للسيتوبلازم داخل الخلية العصبية.

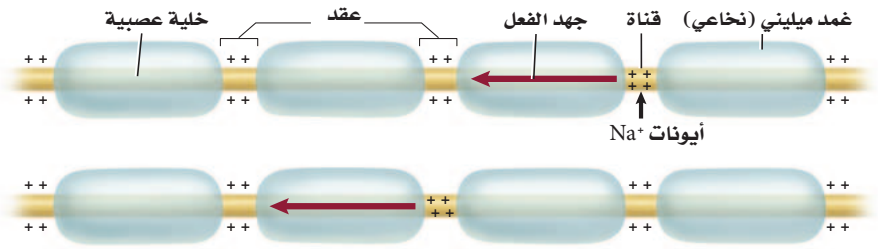
**جهد الفعل Action potential** جهد الفعل اسم آخر للسيل العصبي. وتسمى أقل شدة للمنبه تُسبب إنتاج جهد الفعل **عتبة التنبيه** threshold. ولا يُؤلَّد المنبه الأقوى بالضرورة جهد فعل أقوى. ويوصف عمل جهد الفعل بقانون "الكل أو العدم"؛ ويعني ذلك أن يكون السيل العصبي قوياً لدرجة تكفي ليتنقل عبر المحور، أو لا يكون كذلك.

وعندما يصل المنبه إلى عتبة التنبيه تفتح قنوات في الغشاء البلازمي، فتدخل أيونات الصوديوم سريعاً داخل الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاساً مؤقتاً للشحنات الكهربائية. ويصبح داخل الخلية مشحوناً بشحنة موجبة، مما يسمح بفتح قنوات أخرى لتنتقل أيونات البوتاسيوم عبر هذه القنوات، فيصبح خارج الخلية ذا شحنة كهربائية سالبة. ويبيّن الشكل 4-2 أن هذا التغير في الشحنات ينتقل على شكل موجات على طول محور الخلية العصبية.



■ الشكل 4-2 تتبع جهد الفعل عندما يمر على طول المحور من اليمين إلى اليسار. ولاحظ ما يحدث لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم، وكيف يغير هذا الشحنات الكهربائية داخل الخلية العصبية وخارجها.

■ الشكل 5-2 سيال عصبي ينتقل من عقدة إلى أخرى عبر المحور المغلف بغمد الميلين.  
فسر ماذا يحدث عند العقدة عندما ينتقل سيال عصبي عبر محور ميليني؟



**سرعة جهد الفعل Speed of an action potential** تختلف سرعة جهد الفعل؛ فالعديد من محاور الخلايا العصبية مغلّفة بمواد دهنية تُسمى الميلين myelin، وهي تشكل طبقة عازلة حول المحور تُسمى الغمد الميليني (النخاعي). وهناك العديد من الاختناقات على طول المحور تُسمى **العقد nodes**. وكما في الشكل 5-2، لا تستطيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغمد الميليني، ولكنها تستطيع أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقد، ويسمح هذا لجهد الفعل بالانتقال الوثي من عقدة إلى أخرى، مما يساعد على زيادة سرعة نقل السيال العصبي على طول المحور. ويحوي جسم الإنسان خلايا عصبية ميلينية وأخرى غير ميلينية. فالخلايا العصبية الميلينية خلقها الله تعالى لتقلل السيال العصبي المتعلق بالألم بالحاد. أما الخلية العصبية غير الميلينية فتقلل السيال العصبي المتعلق بالألم الخفيف النابض. إذ ينتقل جهد الفعل في الخلية العصبية غير الميلينية أبداً مما هو عليه في الخلية العصبية الميلينية. تُرى، أي نوع من الخلايا العصبية كان له دور في نقل الإشارة العصبية عندما ارتطم إصبع قدمك بحافة السرير؟

✓ **ماذا قرأت؟** وضح العلاقة بين عتبة التنبيه وجهد الفعل.



ما مدى سرعة استجابتك؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

### تجربة استكشاف

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

## تجربة 1-2

### استقص رد الفعل المنعكس لرْمش العين

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

#### التحليل

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

ما العوامل التي تؤثر في رد الفعل المنعكس لرْمش العين؟ هل ركبت السيارة يوماً، ثم اصطدم شيء بالزجاج أمامك؟ لقد رُمشت عينك. يحدث رد الفعل المنعكس لرْمش العين عندما تغلق جفون العين ثم تفتح مرة أخرى بسرعة، وهذا الفعل استجابة لإرادية للمنبهات يفسرها الدماغ على أنها ضارة ومؤذية. وتنتقل السيالات العصبية المتعلقة برد الفعل المنعكس لرْمش العين مسافات قصيرة تستغرق ملي ثانية، لتسمح برد فعل منعكس سريع لمنع إلحاق ضرر بالعين.

#### خطوات العمل

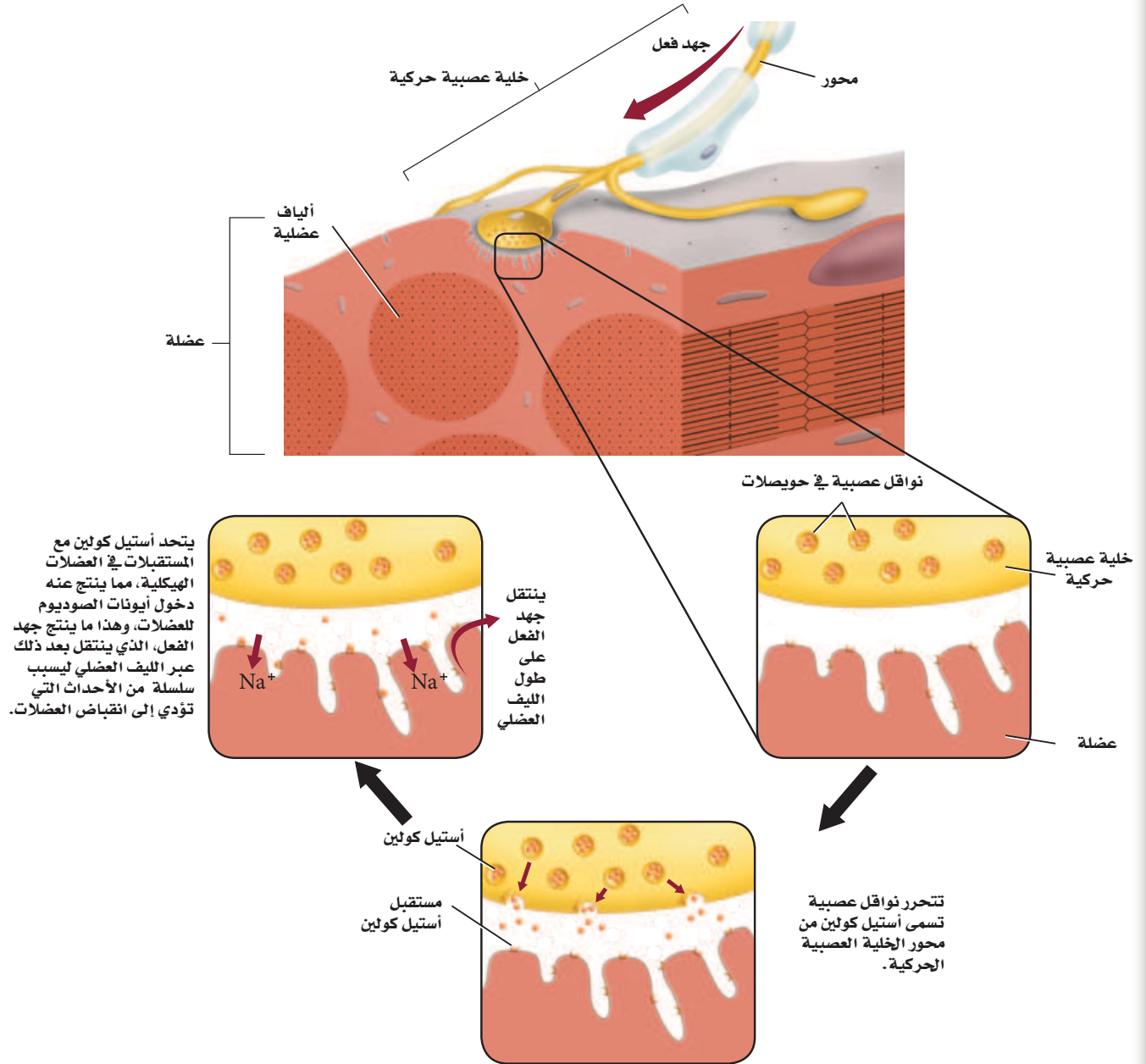
1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. شكّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. الأول يتطوع ويجلس خلف حاجز من قطعة الأكريليك مساحتها 1m<sup>2</sup>، والثاني يراقب استجابات الأول ويسجلها.

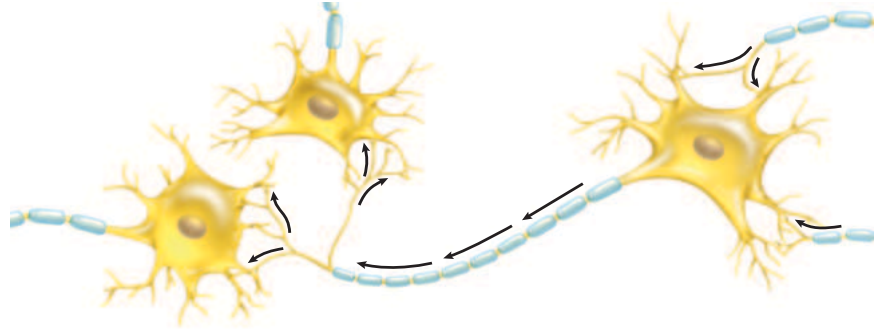


# Action Potential

## جهد الفعل

الشكل 6-2 يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفز إشارة من الدماغ تكوين جهد فعل في خلية عصبية حركية، فينتقل جهد الفعل هذا على طول الخلية العصبية الحركية، مما يؤدي إلى تحرير مواد النواقل العصبية لتعطي إشارة للألياف العضلية لتتقبض.





■ الشكل 7-2 يمكن أن تقوم خلية عصبية واحدة بعدة تشابكات مع خلايا عصبية أخرى.

**التشابك العصبي The Synapse** يوجد فراغ صغير بين محور خلية عصبية وشجيرات خلية عصبية أخرى يسمى **التشابك العصبي synapse**، وعندما يصل جهد الفعل إلى نهاية محور الخلية العصبية تلتحم أكياس صغيرة تُسمى الحويصلات وتحمل نواقل عصبية مع الغشاء البلازمي، وتتحرك هذه النواقل بعملية تسمى الإخراج الخلوي. وعندما تتشابك خلية عصبية حركية مع خلية عضلية - كما في الشكل 6-2 - تتحرر النواقل العصبية عبر منطقة التشابك العصبي وتسبب انقباض العضلة.

**الربط مع الكيمياء** **النواقل العصبية neurotransmitters** مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي، وترتبط بالمستقبلات الموجودة على الزوائد الشجرية لخلية عصبية مجاورة. ويؤدي ذلك إلى فتح قنوات في الخلية المجاورة مسببة جهد فعل جديداً. وهناك أكثر من 25 نوعاً من مواد النواقل العصبية. وعندما تتحرر هذه المواد إلى التشابك العصبي لا تبقى هناك طويلاً؛ إذ يعتمد ذلك على نوع المادة العصبية الناقلة؛ فبعضها قد ينتشر سريعاً بعيداً عن التشابك، أو يحللها إنزيم. ومن الجدير بالذكر أن بعض النواقل العصبية المتحللة يُعاد تدويرها وتستخدم ثانية. وبين الشكل 7-2 أن خلية عصبية واحدة يمكن أن تتشابك مع خلايا عصبية عديدة أخرى.

## التقويم 1-2

### الخلاصة

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

### فهم الأفكار الرئيسية

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

### التفكير الناقد

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



## 2-2

### الأهداف

- تبتكر مخططاً يوضح الأقسام الرئيسة للجهاز العصبي.
- تقارن بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.

### مراجعة المفردات

الإحساس Sensory: نقل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية.

### المفردات الجديدة

- الجهاز العصبي المركزي
- الجهاز العصبي الطرفي
- المخ
- المخيخ
- جذع الدماغ
- النخاع المستطيل
- القنطرة
- تحت المهاد
- الجهاز العصبي الجسمي
- الجهاز العصبي الذاتي
- الجهاز العصبي السمبثاوي
- الجهاز العصبي جار السمبثاوي

## تنظيم الجهاز العصبي

### Organization of Nervous System

**الفكرة الرئيسية** الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.

**الربط مع الحياة** افترض أنك تؤدي اختباراً، وعندما حاولت الإجابة عن السؤال الأول كنت غير متأكد من كيفية الإجابة عنه، ولكن عندما ركزت وتخلت صفحة الكتاب عادت إليك ذاكرتك، وأجبت عنه. ترى، كيف يحدث ذلك؟

### الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين هما:

**الجهاز العصبي المركزي** (Central Nervous System (CNS)، **والجهاز العصبي الطرفي** (Peripheral Nervous System (PNS). ويتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي. أما الجهاز العصبي الطرفي فيتكون من الخلايا العصبية الحسية، والخلايا العصبية الحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

ويتكون الجهاز العصبي المركزي غالباً من خلايا عصبية موصلة، وظيفتها تنسيق جميع نشاطات الجسم. ويوصل الجهاز العصبي المركزي الرسائل، ويعالج المعلومات، ثم يحلل الاستجابات. فعندما تحمل الخلايا العصبية الحسية المعلومات المتعلقة بالبيئة إلى الحبل الشوكي يمكن أن تستجيب الخلايا العصبية البينية (الموصلة) عن طريق رد الفعل المنعكس، أو توصل المعلومات إلى الدماغ، حيث يتم معالجتها.

### الشكل 2-8 عصف ذهني

درس العلماء الدماغ لآلاف السنين، واستقصوا طرائق لمعالجة الأمراض العصبية.

1681م استخدم الطبيب الإنجليزي توماس ويليس مصطلح علم الأعصاب لأول مرة في وصف تشريح الأعصاب.

300 ق.م معرفة أول تشريح للإنسان.

1850

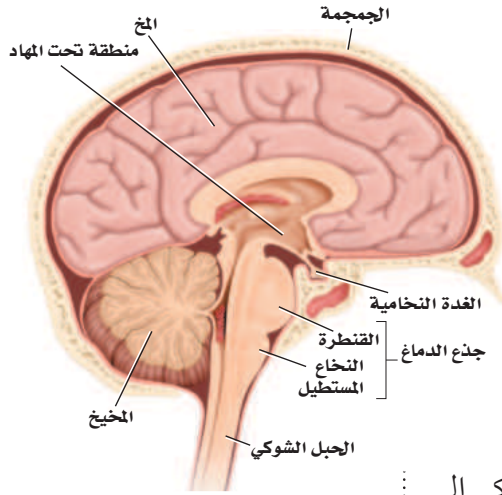
1800

750 B.C.

1848م اخترق سيخ من الحديد، مقدمة رأس عامل سكة حديد، فتغيرت شخصيته من هادئ ونشيط إلى عدواني ومضطرب.

2000 ق.م استخدم الجراحون القدماء أدوات برونزية لفتح ثقب في الجمجمة.



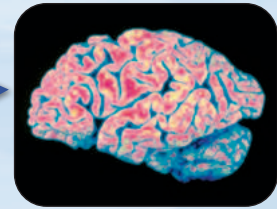


وبعض الخلايا العصبية في الدماغ ترسل رسائل عن طريق الحبل الشوكي إلى الخلايا العصبية الحركية، فيستجيب لها الجسم بصورة ملائمة. كما تستطيع خلايا عصبية أخرى في الدماغ تخزين المعلومات لتستدعيها لاحقاً.

### ■ الشكل 9-2

يمين: صورة دماغ إنسان تبين مقاطع واضحة محددة.  
يسار: الأجزاء الرئيسية في الدماغ هي المخ، والمخيخ، وجذع الدماغ.

**الدماغ The brain** يوجد في الدماغ أكثر من 100 بليون خلية عصبية. ولأن الدماغ يحافظ على الاتزان الداخلي ويؤدي دوراً في جميع نشاطات الجسم، لذا يطلق عليه أحياناً المركز المسيطر على جسم الإنسان. تفحص الشكل 8-2 لمعرفة الأحداث المهمة التي أدت إلى فهم وظائف الدماغ. ويُعد **المخ cerebrum** أكبر جزء في الدماغ ويُقسم إلى جزأين، يُسمّى كل منهما نصف كرة المخ. ولا يعمل نصفا كرة المخ منفصلين أحدهما عن الآخر، بل يرتبطان معاً بحزمة من الأعصاب. والمخ مسؤول عن عمليات التفكير، والتعلم، والكلام، واللغة، وحركات الجسم الإرادية، والذاكرة، والإدراك الحسي. وتحدث معظم عمليات التفكير المعقدة قريباً من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانشعاقات المخية على سطح المخ - كما في الشكل 9-2 - من مساحة سطح الدماغ لتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيداً.



1981م تم استعمال الفلوكسيتين بوصفه أول علاج لمرض الاكتئاب.

1901م تم تشخيص أول حالة عُرفت بمرض الزهايمر (الخرف) لرجل يدعى أوغستي يبلغ من العمر 51 عاماً.

2000

1950

1900

2005م استطاع الباحثون الحصول على خلايا دماغ فعالة من زراعة خلايا جذعية لدماغ في الفئران.

1963م تم وصف نظرية جهد الفعل التي تفسر العمليات الكيميائية في إرسال الرسائل في الجسم لأول مرة.

1885م أصبحت استجابة رد الفعل المنعكس للركبة أحد العناصر الرئيسية في الفحص العصبي، بعد أن وجد أن مرضى الزهري يفقدون هذه الاستجابة.

### فني تخطيط الدماغ EEG

يُشغل فنيو تخطيط الدماغ آلات تخطيط الدماغ التي تسجل نشاطات الدماغ (الموجات الدماغية).  
وتقدم المستشفيات وبعض الجامعات والمعاهد التدريب لمن يرغب منهم في العمل في المستشفيات والعيادات.

يقع **المخيخ** cerebellum في الجهة الخلفية أسفل المخ، ويسيطر على اتزان الجسم، ويحافظ على وضعه وتنسيق حركاته. كما ينظم المخيخ المهارات الحركية البسيطة التلقائية، ومنها النقر على لوحة مفاتيح الحاسوب، أو ركوب الدراجة.

أما **جذع الدماغ** brain stem فيربط الدماغ بالحبل الشوكي. ويتكون من جزأين، هما: النخاع المستطيل، والقنطرة. ويوصل **النخاع المستطيل** medulla oblongata الإشارات بين الدماغ والحبل الشوكي، كما يساعد على تنظيم سرعة التنفس، وسرعة ضربات القلب أو ضغط الدم. وتوصل **القنطرة** pons الإشارات بين المخ والمخيخ، وتسيطر على معدل التنفس. هل أحسست يوماً بالتقيؤ عندما ضغط الطبيب بأداته على لسانك لفحص الحلق؟ إن الخلايا العصبية الموصلة التي تُعد مركزاً لرد الفعل المنعكس للبلع والتقيؤ والسعال والعطس توجد في النخاع المستطيل.

✓ **ماذا قرأت؟** صف الجهاز العصبي المركزي.

تقع منطقة **تحت المهاد** hypothalamus بين جذع الدماغ والمخ. وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي، وتنظم أيضاً درجة حرارة الجسم، والعطش، والشهية للطعام، والتوازن المائي، والنوم، والخوف، والسلوك الجنسي. وهي بحجم ظفر الإصبع، وتؤدي وظائف أكثر من أي تركيب آخر بحجمها في الدماغ.

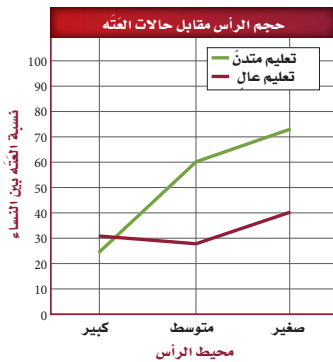
**الحبل الشوكي Spinal cord** الحبل الشوكي عمود عصبي يمتد من الدماغ إلى أسفل الظهر، وتحميه الفقرات. وتمتد أعصاب الحبل الشوكي من الحبل الشوكي إلى أجزاء في الجسم، فتربطها بالجهاز العصبي المركزي. وتعالج ردود الفعل المنعكسة في الحبل الشوكي.

## مختبر تحليل البيانات 2-1

### بناءً على بيانات حقيقية

### تفسير البيانات

هل هناك ارتباط بين حجم الرأس والمستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض **العتة**؟ في دراسة استغرقت 10 سنوات، تم متابعة حالة 294 امرأة سنوياً - من ذوات التعليم المتوسط ولم يسبق لهن الإنجاب - من حيث فقدان المزمّن للوظائف العقلية أو العتة. وسجلت بيانات عن كل منها، تتعلق بمحيط الرأس، وحجم الدماغ، ومستوى التعليم الذي وصلت إليه.



### البيانات والملاحظات

يبين المنحنى في الشكل المجاور النتائج الكلية لهذه الدراسة.

### التفكير الناقد

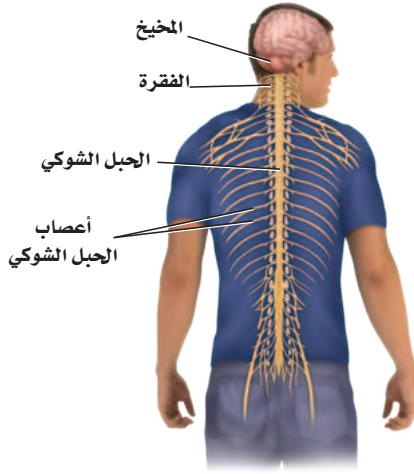
1. حلل ما العلاقة بين خطر الإصابة بالعتة وحجم الدماغ والمستوى التعليمي؟
2. فسركيف يمكن شرح الفرق بين المستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العتة؟
3. استنتج لماذا اختار الباحثون هذه المجموعة لدراستها؟

Mortimer, James, A., et al. 2003. Head circumference, education and risk of dementia: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 25: 671 – 679

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

## الجهاز العصبي الطرفي

### Peripheral Nervous System



■ الشكل 10-2 يمتد من الحبل الشوكي 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية. **مميز** ما العلاقة بين الخلية العصبية والعصب؟

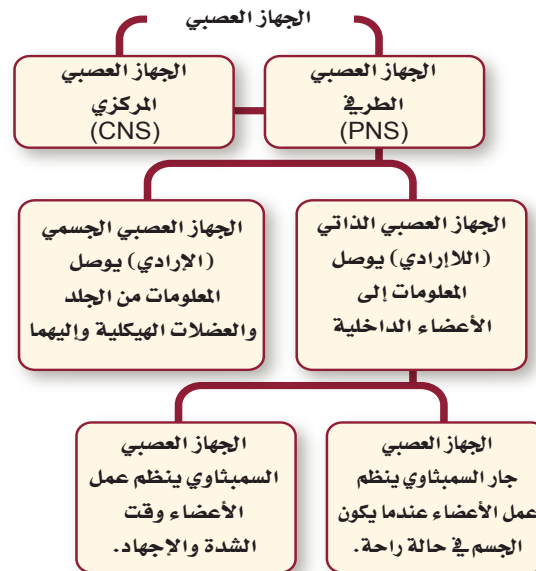
عندما تسمع كلمة عصب ربما تفكر مبدئياً في الخلية العصبية. إلا أن العصب - في الحقيقة - حزمة من المحاور العصبية. وهناك العديد من الأعصاب التي تحوي خلايا عصبية حسية وحركية. فهناك مثلاً 12 زوجاً من الأعصاب الدماغية تمتد من الدماغ وإليه، وكذلك 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية وفروعها، تخرج من الحبل الشوكي، كما في الشكل 10-2. وتنتقل المعلومات العصبية من الدماغ وإليه عن طريق الخلايا العصبية الحسية والحركية، حيث تشبه الأعصاب الشارح ذا الاتجاهين.

انظر الشكل 11-2، وأنت تقرأ عن الجهاز العصبي الطرفي. يحوي هذا الجهاز جميع الخلايا العصبية التي لا تعد جزءاً من الجهاز العصبي المركزي، ومنها الخلايا العصبية الحسية والحركية. ويمكن تصنيف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي الطرفي أيضاً على أنها جزء من الجهاز العصبي الجسمي، أو جزء من الجهاز العصبي الذاتي.

**الجهاز العصبي الجسمي Somatic Nervous System** توصل الأعصاب في **الجهاز العصبي الجسمي** المعلومات من المستقبلات الحسية الخارجية إلى الجهاز العصبي المركزي. كما توصل الأعصاب الحركية المعلومات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الهيكلية. وهذه العملية إرادية، ولكن ليست كل استجابات الجهاز العصبي المركزي إرادية؛ فبعض الاستجابات تحدث نتيجة رد الفعل المنعكس، الذي تكون استجابته سريعة لأي تغير في البيئة المحيطة.

ولا تتطلب ردود الفعل المنعكسة فكراً واعياً، وهي لإرادية. وتذهب إشارات معظم ردود الفعل المنعكس إلى الحبل الشوكي فقط، لا إلى الدماغ. تذكّر مثال اصطدام إصبع قدمك. عد إلى الشكل 2-2، ولاحظ رد الفعل المنعكس الموضح على أنه جزء من الجهاز العصبي الجسمي.

■ الشكل 11-2 يعمل كل جزء من الجهاز العصبي على تنظيم الجسم، والتواصل مع الأجزاء الأخرى.



**الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System** هل تذكر آخر مرة رأيت فيها حلمًا مفرعًا؟ ربما استيقظت وقتها وأدركت أن قلبك يخفق. هذا النوع من الاستجابة ناتج عن عمل الجهاز العصبي الذاتي.

يحمل **الجهاز العصبي الذاتي** autonomic nervous system السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى القلب والأعضاء الداخلية الأخرى. ويستجيب الجسم لإرادياً، وليس تحت سيطرة الوعي. ويُعد دور الجهاز العصبي الذاتي مهمًا في حالتين مختلفتين. فعندما تمر بك أحلام مزعجة، أو تكون في وضع مخيف، يستجيب الجسم بما يُسمى استجابة المواجهة أو الهروب، وعندما تهدأ يستريح الجسم، ويقوم بعملية الهضم.

**الربط** **الصحة** يتكون الجهاز العصبي الذاتي من جزأين يعملان معًا، هما: **الجهاز العصبي السمبثاوي** sympathetic nervous system الذي يعمل في حالات الطوارئ والإجهاد، وعندئذ تزداد سرعة التنفس والقلب.

**ماذا قرأت؟** قارن بين الاستجابات اللاإرادية والاستجابات الإرادية.

الجهاز العصبي الذاتي		الجدول 1-2
المنبه جار السمبثاوي	المنبه السمبثاوي	التركيب
تضييق القزحية	تتسع القزحية	القزحية (عضلة العين)
يزداد إفراز اللعاب	يقل إفراز اللعاب	الغدد اللعابية
يزداد إفراز المخاط	ينخفض إفراز المخاط	مخاط الفم والأنف
يقل معدل نبض القلب	يزداد معدل نبض القلب	القلب
تنقبض عضلات القصبية	تنبسط عضلات القصبية	الرئة
يزيد انقباض العضلات، ويزيد إفراز العصارة الهضمية	يقل انقباض العضلات، ويقل إفراز العصارة الهضمية	المعدة
يزيد انقباض العضلات، ويزيد إفراز العصارة الهضمية	يقل انقباض العضلات، ويقل إفراز العصارة الهضمية	الأمعاء الدقيقة
يزيد انقباض العضلات	يقل انقباض العضلات	الأمعاء الغليظة



أما الجزء الثاني وهو **الجهاز العصبي جار السمبثاوي** parasympathetic nervous system فيعمل عندما يكون الجسم في حالة الراحة؛ إذ يعادل أو يخفض من أثر الجهاز العصبي السمبثاوي، ويعيد الجسم إلى حالة الاسترخاء بعد المرور بالضغط النفسي والجسدي والإجهاد.

ويبين الجدول 1-2 مقارنة بين الجهازين، ويوصل هذان الجهازان السيالات العصبية إلى الأعضاء نفسها، ولكن تعتمد الاستجابة الكلية على شدة الإشارات المتضادة.

## التقويم 2-2

### الخلاصة

- يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسيين، هما: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي.
- يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ، والحبل الشوكي.
- يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي، والجهاز العصبي الذاتي.
- الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جار السمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** قارن بين تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي، وفسّر العلاقات بينهما.
2. حدّد أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
3. فسّر أي أجزاء الجهاز العصبي ذو علاقة باستجابة المواجهة أو الهروب؟ ولماذا تعد هذه الاستجابة مهمة؟

### التفكير الناقد

4. كَوّن فرضية ما نوع الفحوص التي يجريها الباحث للتأكد من عمل أجزاء الدماغ المختلفة؟
5. صمّم تجربة تُظهر فيها بالأدلة عمل الجهازين العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي في قزحية العين.
6. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تصف فيها وضعاً للقلب يعمل فيه الجهازان العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.





# 2-3

## الأهداف

- تحدد أربع طرائق تؤثر بها العقاقير في الجهاز العصبي.
- تصف طرائق مختلفة تُلحق بها العقاقير ضررًا بالجسم وتسبب الموت للإنسان.
- تفسر كيف يصبح الإنسان مدمنًا على العقاقير.

## مراجعة المفردات

عتبة التنبيه Threshold: أقل شدة يحتاج إليها المنبه ليولد جهد الفعل.

## المفردات الجديدة

- العقاقير
- الدوبامين
- المنبهات
- المسكنات
- التحمل
- الإدمان

## تأثير العقاقير Effects of Drugs

**الفكرة الرئيسية** تغيير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.

**الربط مع الحياة** ما العقاقير؟ بعض العقاقير تساعد على الشفاء من الأمراض، وبعضها الآخر يحافظ على الصحة؛ فعندما تصاب بألم في الرأس قد تتناول عقاقيرًا مثل الأسبرين. وهناك من يسيء استخدام العقاقير عندما يتخذها وسيلة للهروب مؤقتًا من المشكلات الحياتية. ما الطرائق التي تؤدي إلى التمتع بصحة أفضل وتخفف الإجهاد، ولا تتطلب استخدام العقاقير؟

### How Drugs Work?

### كيف تعمل العقاقير؟

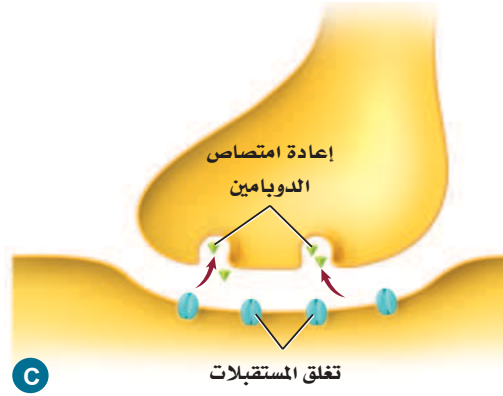
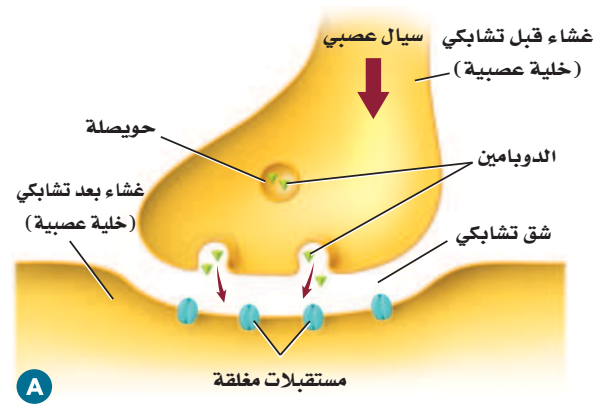
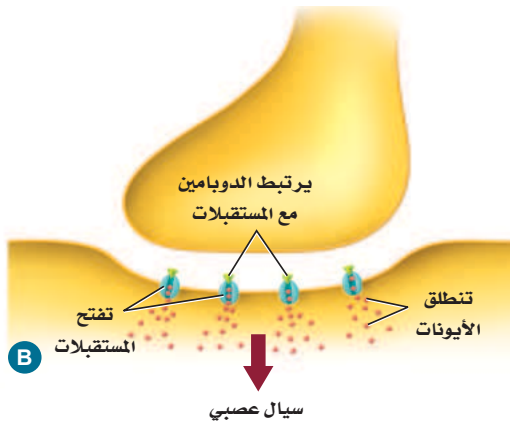
**العقاقير** Drugs مواد طبيعية أو مصنعة تغير وظيفة الجسم. وهناك عدة أنواع من العقاقير مبينة في الجدول 2-2. توصف المضادات الحيوية بأنها عقاقير لمعالجة عدوى البكتيريا. ويتوافر على رفوف الصيدليات الكثير من العقاقير المسكنة للألم. كما أن هناك الكثير من المواد التي لا يظن الناس أنها عقاقير، ومنها الكافيين والنيكوتين. وهناك العديد من العقاقير المحرمة شرعًا وقانونًا - ومنها الكحول وغيره من المسكرات والمخدرات مثل الهيروين والكوكايين - التي تؤثر في الجهاز العصبي بطرائق عدة، منها:

- تسبب زيادة إفراز النواقل العصبية إلى منطقة التشابك العصبي.
- تعمل على تثبيط المستقبلات على الزوائد الشجرية، فتمنع النواقل العصبية من الارتباط بها.
- تمنع النواقل العصبية من مغادرة منطقة التشابك العصبي.
- قد تتشابه العقاقير والنواقل العصبية في الشكل، فتحل العقاقير محل النواقل العصبية.

### بعض العقاقير المعروفة

### الجدول 2-2

التبغ	عقاقير دون وصفة طبية	أدوية بوصفة طبية	الكافيين
			
السجائر والسيجار والرجيلة.	الأسبرين، أدوية الرشح والبرد.	المضادات الحيوية، مسكنات الألم.	القهوة، الشاي، الصودا، الشوكولاتة.



■ الشكل 12-2 ينتقل الدوبامين المتحرر في الشق التشابكي ليُتحد مع مستقبلات على غشاء خلية عصبية أخرى، ويحدث هذا في منطقة التشابك العصبي.

#### مهن مرتبطة مع علم الأحياء

الصيدلي pharmacist

الشخص المتخصص في علم الأدوية. ودوره يتمثل في صرف الأدوية المكتوبة في الوصفات الطبية من الأطباء المتخصصين مع مراجعة الطرق الصحيحة للاستخدام وتبيين الآثار الجانبية للعقاقير. يتأكد الصيدلي من الاستعمال الآمن والفعال للأدوية.

#### المُفردات

##### أصل الكلمة

دوبامين Dopamine

دوبا **dopa** - تدل على نوع من الأحماض الأمينية.

أمين **amine** - مشتق من الأمونيا.

العديد من العقاقير المؤثرة في الجهاز العصبي تؤثر في مستوى ناقل عصبي يُسمى الدوبامين. **الدوبامين** dopamine من النواقل العصبية في الدماغ التي لها علاقة بتنظيم حركة الجسم ووظائف أخرى. وللدوبامين دور فعال في شعور الإنسان بالسعادة والراحة. وعادة ما يتم التخلص من الدوبامين في الشق التشابكي عندما يتم إعادة امتصاصه من الخلية التي أفرزته، كما هو مبين في الشكل 12-2.

#### أنواع العقاقير المتداولة التي يُساء استعمالها

### Classes of Commonly Abused Drugs

لا يشمل سوء استعمال العقاقير بالضرورة استعمال العقاقير المرخصة. ويمكن لأي استخدام للعقاقير لأسباب غير طبية، سواء أكان ذلك بقصد أو بغير قصد أن يعد إساءة استعمال لها. والعقاقير هي المواد الطبيعية أو المصنعة التي تغير من وظائف الجسم، ومنها:

**المنبهات Stimulants** العقاقير التي تزيد اليقظة والنشاط الجسمي تُسمى **منبهات Stimulants**. ويبين الجدول 2-2 بعضها.

**النيكوتين Nicotine** يزيد النيكوتين الموجود في السيجار والرجيلة والسجائر عند تدخينها من كمية الدوبامين التي تطلق إلى التشابك العصبي. وتؤدي مادة النيكوتين إلى تضيق الأوعية الدموية، ورفع ضغط الدم، مما يجعل عمل القلب أكثر صعوبة. ويسبب تدخين السجائر نحو 90% من حالات الإصابة بسرطان الرئة.

**الربط الصحة** ضمن جهود وزارة الصحة في المملكة العربية السعودية في تقديم الخدمات العلاجية المختلفة، توفر الوزارة عيادات توعوية وعلاجية لمكافحة التدخين مجانية، لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة [www.moh.gov.sa](http://www.moh.gov.sa) الموقع الإلكتروني للحجز بالعيادات التوعوية والعلاجية لمكافحة التدخين [www.tcpmoh.gov.sa](http://www.tcpmoh.gov.sa)

## إرشادات للدراسة

**لوحة** اعمل لوحة مكونة من ثلاثة أعمدة، عنوانها تأثير العقاقير. وقبل أن تقرأ هذا الدرس راجع العناوين والمصطلحات والأشكال بالخط الغامق، وحدد ما تعرفه عن العقاقير في العمود الأول، وأدرج في العمود الثاني ما تود معرفته. واكتب في العمود الثالث ما تعلمته من هذا الدرس.

(جدول التعلم KWL)

**الكافيين Caffeine** يُعد الكافيين من أكثر المنبهات التي يُساء استخدامها غالبًا. وهو متوافر في القهوة والشاي، وبعض المشروبات الأخرى ومنها مشروبات الطاقة، وحتى في بعض الأطعمة، ومنها الشوكولاتة، انظر الشكل 13-2. يعمل الكافيين من خلال الارتباط بمستقبلات الأدينوسين adenosine الموجودة على الخلايا العصبية في الدماغ. حيث يبطئ الأدينوسين النشاط العصبي ويسبب النعاس. ولكن عندما يرتبط الكافيين مع هذه المستقبلات يحدث عكس ذلك؛ فيجعل مستخدمها مستيقظًا. كما يرفع الكافيين مستوى الإبينفرين (الأدرينالين) في الجسم بصورة مؤقتة، فيكسبه زخمًا من الطاقة، سرعان ما يتلاشى.

**الربط الصحة** أن الإكثار من تناول مشروبات الطاقة عن الحد المسموح به، يزيد من نسبة الكافيين في الجسم، مما يؤدي إلى الوفاة المباشرة؛ نتيجة عدم تحمل الجسم لكميات الطاقة الكبيرة الناتجة عن ارتفاع الأدرينالين في الجسم. لذا فانه ضمن برنامج تحقيق التوازن المالي تم إقرار تطبيق ضريبة السلع الانتقائية وهي ضريبة محددة للسلع المتعلقة بالمنتجات الضارة مثل التبغ ومشتقاته والمشروبات الغازية ومشروبات الطاقة.

**المسكنات (المتبطات) Depressants** العقاقير التي تقلل من نشاط الجهاز العصبي المركزي هي **المُسكّنات** depressants. وتستطيع هذه المسكنات تخفيض ضغط الدم، وتقليل التنفس، وإبطاء نبض القلب، كما تزيد القلق مؤقتًا، لكنها تسبب الشعور بالنعاس بصورة واضحة.

**الكحول Alcohol** الكحول من المسكنات، وتؤثر في الجهاز العصبي المركزي وهي من العقاقير الأكثر استخدامًا في العالم. ويؤثر الكحول في أربع مواد عصبية ناقلة مختلفة مما يسبب شعور الإنسان بالخمول وعدم التركيز عند تناولها. ويعوق استخدام الكحول قدرة الإنسان على التحكم، والتنسيق والاهتمام بالوقت لفترات قصيرة. كما أن استخدام الكحول لفترة طويلة يسبب نقصان كتلة الدماغ، وتلف الكبد والمعدة، وقرحة الأمعاء وضغط الدم العالي. ويعدّ استهلاك الكحول في أثناء فترة الحمل المسبب الأول لمتلازمة الكحول لدى الجنين، بحيث يلحق ضررًا بدماغه وجهازه العصبي. وقد أمرنا الله عز وجل باجتنابها، قائلاً: ﴿يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِنَّمَا الْخَمْرُ وَالْمَيْسِرُ وَالْأَنْصَابُ وَالْأَزْلَامُ رِجْسٌ مِّنْ عَمَلِ الشَّيْطَانِ فَاجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ﴿٩١﴾ المائدة.

■ الشكل 13-2 هناك الكثير من العقاقير المنبهة المعروفة، ومنها: القهوة، والشاي، والكاكاو، والشوكولاتة.



**المُستنشقات Inhalants** أبخرة مواد كيميائية لها تأثير في الجهاز العصبي. وربما يتعرض لها البعض من دون قصد؛ نتيجة التهوية السيئة. وتعمل المستنشقات بوصفها مثبطات للجهاز العصبي المركزي. وربما تُنتج أثرًا قصير الأمد من التسمم والغثيان والتقيؤ، وتؤدي أحيانًا إلى الموت. وينتج عن التعرض للمستنشقات مدة طويلة فقدان الذاكرة والسمع، ومشكلات في الرؤية، وتلف في الجهاز العصبي الطرفي والدماغ.

## Tolerance and Addiction

## التحمّل والإدمان

يحدث **التحمّل tolerance** عندما يحتاج الشخص إلى المزيد من العقاقير لكي يحصل على الأثر نفسه، مما يضطره إلى زيادة الجرعة؛ لأن الجسم أصبح أقل استجابة للعقار. ويمكن أن يؤدي تحمّل العقاقير إلى الإدمان.

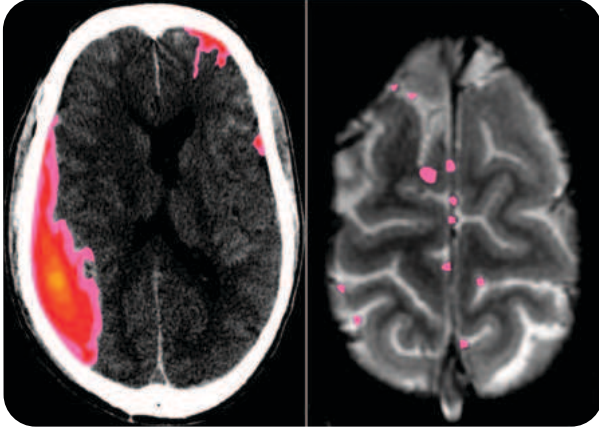
**الإدمان Addiction** الاعتماد النفسي والفيولوجي على العقار هو الإدمان. وتفترض الأبحاث الراهنة وجود علاقة للناقل العصبي الدوبامين مع معظم حالات **الإدمان addiction** الفسيولوجية. تذكّر أن الدوبامين يزول من منطقة التشابك العصبي عن طريق إعادة امتصاصه من الخلية العصبية التي تفرزه.

## مختبر تحليل البيانات 2-2

### بناءً على بيانات حقيقية

### تفسير البيانات

### البيانات والملاحظات



هل يمكن مشاهدة آثار التعرض للكحول؟ أعطيت نتائج دراسات طبية لمجموعتين من الطلاب (15 - 16 سنة). تتضمن النتائج التي أعطيت للمجموعة الأولى أشخاصًا مدمنين على شرب الكحول، أما النتائج التي أعطيت للمجموعة الثانية فكانت لأشخاص لا يتناولون الكحول أبدًا. وتبين الصورة النتائج المثالية لكل مجموعة. ويشير اللون الأحمر والوردي في الصورة إلى مقدار نشاط الدماغ المرتبط مع أداء مهام الذاكرة.

### التفكير الناقد

1. صف الاختلاف بين نشاط الدماغ عند من يشرب الكحول، ومن لا يشربه.

2. حلل معتمدًا على هذه النتائج، ما العواقب التي تنتج عن شرب الكحول مستقبلاً؟

Brown, S.A., et al. 2000. Neurocognitive functioning of adolescent: effect of protracted alcohol use. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24: 164-171.

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

وتمنع بعض العقاقير إعادة الامتصاص، مما ينتج عنه زيادة الدوبامين في الدماغ. ويحصل المدمن على الارتياح عند زيادة مستوى الدوبامين. ونتيجة لذلك يتناول كمية أكبر من العقاقير. وعندما يحاول التوقف عن تناول العقاقير ينخفض مستوى الدوبامين في الدماغ، مما يجعل الكف عن تناول العقار أمرًا صعبًا.

ويمكن أن يكون الإدمان نفسيًا أيضًا. فالشخص الذي يعتمد نفسيًا على عقار -كالماريجوانا مثلًا- الذي يعدّ نوعًا من أنواع المخدرات - تكون لديه رغبة قوية في استخدام العقار لأسباب انفعالية عاطفية. ويؤثر هذا الاعتماد الفسيولوجي والنفسي في الصحة الجسدية والعاطفية للشخص. ولهذا الاعتماد تأثير قوي، مما يجعل التوقف عن الإدمان أمرًا صعبًا.

**العلاج Treatment** يعاني الأشخاص الذين يعتمدون فسيولوجيًا ونفسيًا على العقاقير أعراضًا صعبة عند منع العقار عنهم. ومن الصعب أن يقرر المدمن ترك الإدمان وحده؛ فربما ينجح في ترك الإدمان فترة قصيرة، لكنه لا يلبث أن يعود إليه مجددًا. ويصبح أمر الإشراف الطبي ضروريًا عندما يقرر المدمنون فسيولوجيًا ونفسيًا التوقف عن تعاطي العقاقير.

إن أفضل طريقة لتفادي الإدمان هو عدم استخدام العقاقير حتى تحت الضغط. لذا شجع من يتعاطى العقاقير على البحث عن علاج للكف عن تناولها. ويدرب الأطباء والممرضون والمستشارون والاختصاصيون الاجتماعيون على إرشاد الناس إلى المصادر التي يحتاجون إليها؛ لكي يحصلوا على المساعدة اللازمة. انظر الشكل 14-2.



■ الشكل 14-2 الاستشارة ضرورية دائمًا للتخلص من الإدمان.



■ وطن يحمي أبنائه

## التقويم 2-3

### الخلاصة

- تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة.
- بعض المواد المتداولة - ومنها الكافيين والكحول - تعدّ عقاقير.
- يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين.
- يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة.
- يمكن أن يصبح الشخص مدمنًا نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.

### فهم الأفكار الرئيسية

### التفكير الناقد

1. **الفكرة الرئيسية** صف أربع طرائق تؤثر فيها العقاقير في الجهاز العصبي.
2. **قارن** بين آثار كل من **المُسْتَشَقَات**، والكافيين، والنيكوتين.
3. **فسّر** لماذا لا يتعارض أضرار المنبهات والمسكنات؟
4. **قوّم** لماذا يكون تحصيل الطلاب الذين يستخدمون المنشطات متدينًا جدًا؟
5. **خطّط** ضع خطة علاج تساعد الأفراد على التغلب على الإدمان باستخدام معرفتك بالنواقل العصبية.
6. **صمّم** تجربة ربما سمعت كيف يتأثر الناس بالعقاقير بطرائق مختلفة ودرجات مختلفة. صمّم تجربة تحدد فيها معدل وصول العقاقير إلى أنسجة الجسم المختلفة.

### أطراف اصطناعية يتحكم فيها الدماغ



وقد دهشوا عندما وجدوا أن الذراع الاصطناعية أصبحت تتحرك استجابة لأفكار المريض. ويرغب العلماء في تطوير التقنية، بحيث يصبح الجهاز لاسلكيًا تمامًا. وهناك مصدر قلق للعلماء؛ حيث لا تخدم هذه الأقطاب أكثر من ستة أشهر، كما يحدث نتيجة استخدامها تداخل في نقل الرسائل؛ بسبب نمو النسيج.

**كيف يمكن أن تساعد هذه الأداة المسيطر عليها من الدماغ في خدمة المجتمع؟** يخطط العلماء لبدء

البحث في استخدام هذه الأدوات مع الإنسان في السنوات القليلة القادمة، ويأملون أن يؤدي هذا التواصل بين الدماغ والحاسوب إلى مساعدة المشلولين على استعادة بعض الحركة، أو القدرة على التواصل مع الآخرين. كما تستطيع زرعات الدماغ السيطرة على الروبوتات الصغيرة لأداء المهام اليومية من دون استعمال اليد. وربما تكون هذه الروبوتات مفيدة للأشخاص الأصحاء؛ حيث يمكن استعمالها لأداء مهام معينة في البيئات الخطرة، ومنها مناطق الحروب مثلاً.

#### الكتابة في علم الأحياء

مقالة صحفية حاول إيجاد نموذج لأداة شبيهة لما وصف في هذه المقالة. استعن بالمواد التي يزودك بها المعلم أو من منزلك، واكتب 200 كلمة تصف اختراعك، وكيف يعمل، معدداً بعض مزاياه.

خلال عقود خلت، كان المصدر الوحيد لمن يفقد ذراعه أو ساقه نتيجة حادث أو مرض هو تركيب طرف اصطناعي بديل. وقد ساعدت هذه الأطراف الناس على استعادة بعض وظائف الذراع أو الساق الحقيقية. إلا أن فاعليتها كانت محدودة؛ لأن الدماغ لا يسيطر عليها. والأبحاث العلمية الحالية توشك أن تغير كل ذلك.

#### ما الجراحة التعويضية التي يتحكم فيها الدماغ؟

تمكّن العلماء حالياً من تطوير ذراع اصطناعية (روبوت) يمكن السيطرة عليها بالتفكير، ولها أكتاف ومرفق متحرك. وتأخذ اليد شكل القابض، وهو تركيب يعمل كاليد الحقيقية. وقد جربت هذه اليد في البداية على القرود، حيث تم وصل هذه الأذرع بالدماغ باستخدام الزرعات.

#### كيف تعمل الزرعات؟

تكون الزرعات على شكل مئات الأقطاب الرقيقة بسمك الشعرة. وتوضع هذه الأقطاب في القشرة الحركية لدماغ القرود على أن تغرس 3 mm تحت عظم الجمجمة لكي تلتقط الإشارات العصبية في الدماغ، فتنتقل الإشارات إلى الحاسوب. وتترجم هذه الإشارات بطرائق رياضية إلى تعليمات للذراع، فتمتكن الذراع خلال 30 جزءاً من ألف من الثانية من التقاط الطعام وإحضاره إلى فم القرود. والذراع مزودة بمحركات عديدة، وتتحرك في اتجاهات ثلاثة كذراع الإنسان، فتستجيب الذراع، وتحضر الطعام إلى القرود عندما يفكر فيه. ويستخدم المريض خلال هذه التجارب ذراعه مستعيناً بعضاً بتحكم، إلى أن يعتاد العمل مع هذه الذراع. وبعد أن يعتاد على ذلك باستعمال عصا التحكم يقوم العلماء بإزالتها، ويمنعون استعمالها.

# مختبر الأحياء

## كيف يمكن تطوير المسارات العصبية لتصبح أكثر فاعلية؟

7. قم بعصف ذهني لزيادة معدل نسبة تذكر الكلمات. اختر تقنية واحدة، وتوقع كيف تؤثر في معدل نسبة استرجاع المعلومات وتذكرها. ثم صمّم تجربة لاختبار توقعك.
8. عندما يوافق معلمك على الخطة نفذها على الأشخاص أنفسهم مستعملاً قائمة تتكون من (20) كلمة أخرى تصف طبيعة أجسام محددة.
9. أعد الخطوات 6-4 لتقوم التغييرات في متوسط استرجاع الكلمات.



### حلل ثم استنتج

1. حدّد الأنماط في نسبة تذكر البيانات بعد قراءة القائمة أول مرة، وأي الكلمات تم تذكرها أكثر؟
2. فسّر النتائج. صفّ التقنية التي استعملتها لزيادة معدل نسبة التذكر، وقارن بين معدل نسبة التذكر قبل استعمال التقنية وبعده.
3. حلّل هل تقوّي التقنية التي استعملتها الدائرة العصبية المسؤولة عن تذكر قائمة الكلمات كما توقعت؟ وضح ذلك.
4. تحليل الخطأ حدّد عوامل أخرى غير التي استعملت في التقنية قد تؤثر في معدل نسبة التذكر.

### طبق مهارتك

صمم تجربة لتحديد ما إذا كان وضع استراتيجيات محددة للتعليم يتساوى في فاعليته مع اختبار موضوعات مختلفة.

**الخلفية النظرية:** تخيل أنك تشقّ طريقاً ضيقاً داخل منطقة مليئة بالأشجار، ومع مرور الزمن يصبح الطريق أكثر وضوحاً، وأسهل اختراقاً. وبشكل مشابه، تتطور المسارات العصبية في الدماغ عندما تتعلم شيئاً جديداً. وكلما مارست ما تعلمته قويت الروابط بين الخلايا العصبية، مما يؤدي إلى مرور السيالات العصبية بصورة أسهل، وأكثر فاعلية في الدائرة.

**سؤال:** ما أثر استراتيجيات التعلم في كفاءة الدائرة العصبية؟

### المواد والأدوات

- ورق رسم بياني
- قلم
- ورق
- آلة حاسبة

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل مع أحد زملائك في مجموعتك لكتابة قائمة مكونة من 20 كلمة أساسية تصف فيها أشياء طبيعية محددة.
3. اقرأ محتوى القائمة أمام ثلاثة أعضاء من مجموعتك (عينة اختبار)، وبسرعة ودون مناقشة اطلب إليهم كتابة الكلمات كما يتذكرونها.
4. احسب وسجّل نسبة تذكر كل طالب لكل كلمة من الكلمات، وذلك بقسمة عدد الطلاب الذين تذكروا الكلمة على العدد الكلي للطلاب، ثم اضربها في مائة.
5. ارسم رسماً بيانياً لنسب تذكر كل كلمة، ولاحظ الأنماط في البيانات.
6. احسب متوسط نسبة تذكر الكلمات، وذلك بجمع نسبة تذكر كل كلمة مقسوماً على 20 ومضروباً في مئة.

**المطويات** نشاط إذا أردت تطوير دواء جديد، فكيف يؤثر دواؤك في الجهاز العصبي؟ وكيف تقرر الآثار الجانبية لهذا الدواء؟

المفردات	المفاهيم الرئيسية												
<p><b>2-1 تركيب الجهاز العصبي</b></p> <table border="0"> <tr> <td>الخلية العصبية</td> <td>جهد الفعل</td> </tr> <tr> <td>الزوائد الشجرية</td> <td>عتبة التنبيه</td> </tr> <tr> <td>جسم الخلية</td> <td>العقدة</td> </tr> <tr> <td>محور الخلية العصبية</td> <td>التشابك العصبي</td> </tr> <tr> <td>رد الفعل المنعكس</td> <td>النواقل العصبية</td> </tr> </table>	الخلية العصبية	جهد الفعل	الزوائد الشجرية	عتبة التنبيه	جسم الخلية	العقدة	محور الخلية العصبية	التشابك العصبي	رد الفعل المنعكس	النواقل العصبية	<p><b>الفكرة الرئيسية</b> توصل الخلايا العصبية السوائل العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية.</li> <li>• هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية.</li> <li>• السائل العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل.</li> <li>• تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وشحنات كهربائية لنقل السائل العصبي.</li> </ul>		
الخلية العصبية	جهد الفعل												
الزوائد الشجرية	عتبة التنبيه												
جسم الخلية	العقدة												
محور الخلية العصبية	التشابك العصبي												
رد الفعل المنعكس	النواقل العصبية												
<p><b>2-2 تنظيم الجهاز العصبي</b></p> <table border="0"> <tr> <td>الجهاز العصبي المركزي</td> <td>القنطرة</td> </tr> <tr> <td>الجهاز العصبي الطرفي</td> <td>تحت المهاد</td> </tr> <tr> <td>المخ</td> <td>الجهاز العصبي الجسمي</td> </tr> <tr> <td>المخيخ</td> <td>الجهاز العصبي الذاتي</td> </tr> <tr> <td>جذع الدماغ</td> <td>الجهاز العصبي السمبثاوي</td> </tr> <tr> <td>النخاع المستطيل</td> <td>الجهاز العصبي جار السمبثاوي</td> </tr> </table>	الجهاز العصبي المركزي	القنطرة	الجهاز العصبي الطرفي	تحت المهاد	المخ	الجهاز العصبي الجسمي	المخيخ	الجهاز العصبي الذاتي	جذع الدماغ	الجهاز العصبي السمبثاوي	النخاع المستطيل	الجهاز العصبي جار السمبثاوي	<p><b>الفكرة الرئيسية</b> الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزءان الرئيسان للجهاز العصبي.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، هما: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي.</li> <li>• يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي.</li> <li>• يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي، والجهاز العصبي الذاتي.</li> <li>• الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جار السمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.</li> </ul>
الجهاز العصبي المركزي	القنطرة												
الجهاز العصبي الطرفي	تحت المهاد												
المخ	الجهاز العصبي الجسمي												
المخيخ	الجهاز العصبي الذاتي												
جذع الدماغ	الجهاز العصبي السمبثاوي												
النخاع المستطيل	الجهاز العصبي جار السمبثاوي												
<p><b>2-3 تأثير العقاقير</b></p> <table border="0"> <tr> <td>العقاقير</td> <td>المسكّن</td> </tr> <tr> <td>الدوبامين</td> <td>التحمل</td> </tr> <tr> <td>المنبهات</td> <td>الإدمان</td> </tr> </table>	العقاقير	المسكّن	الدوبامين	التحمل	المنبهات	الإدمان	<p><b>الفكرة الرئيسية</b> تغير بعض العقاقير وظيفة الجهاز العصبي.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرائق مختلفة.</li> <li>• بعض المواد المتداولة - ومنها الكافيين والكحول - تعدّ عقاقير.</li> <li>• يزيد تناول الكثير من عقاقير الإدمان مستوى الدوبامين.</li> <li>• يؤدي تعاطي العقاقير إلى عواقب سلبية كبيرة.</li> <li>• يمكن أن يصبح الشخص مدمناً نتيجة الاعتماد الفسيولوجي أو النفسي على العقاقير.</li> </ul>						
العقاقير	المسكّن												
الدوبامين	التحمل												
المنبهات	الإدمان												



## 2-1

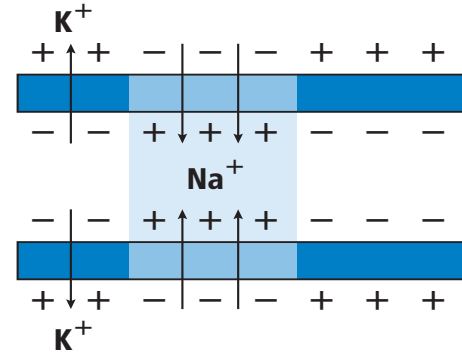
## مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مما يأتي المصطلح الذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

1. المحور - الزوائد الشجرية - رد الفعل المنعكس.
2. جسم الخلية - التشابك - النواقل العصبية.
3. الميلين - العقدة - عتبة التنبيه.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

استخدم المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما الذي يبينه المخطط أعلاه؟

- a. تدخل أيونات البوتاسيوم الخلية العصبية.
- b. تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية.
- c. تدخل أيونات الصوديوم الخلية العصبية.
- d. تحلل الغشاء الميليني، وتسمح بعبور الأيونات عبر الغشاء البلازمي بحرية.

5. ما المسار الصحيح للسيال العصبي في حالة رد الفعل المنعكس؟

- a. خلية عصبية حركية ← خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حسية.
- b. خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية.
- c. خلية عصبية حركية ← خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بينية.
- d. خلية عصبية حسية ← خلية عصبية بينية ← خلية عصبية حركية.

## أسئلة بنائية

6. كَوّن فرضية. لماذا يحتاج السيال العصبي عندما ينتقل عبر محور غير ميليني إلى طاقة أكبر مما إذا كان عبر محور ميليني؟
7. إجابة قصيرة. فسّر التناظر الآتي: تشبه الخلية العصبية طريقاً في اتجاه واحد، في حين يشبه العصب طريقاً في اتجاهين.

## التفكير الناقد

8. استنتج. ينتقل جهد الفعل في معظم المخلوقات في اتجاه واحد فقط عبر الخلية العصبية. استنتج ماذا يحدث إذا انتقلت السوائل العصبية في الإنسان في اتجاهين في خلية عصبية واحدة؟



14. ما الجهاز العصبي الذي تسيطر عليه منطقة تحت المهاد في الدماغ؟

- a. الإرادي.  
b. الحسي.  
c. الطرفي.  
d. الذاتي.

#### أسئلة بنائية

15. نهاية مفتوحة. افترض أنك عضو في فريق مناظرة علمية في المدرسة، وعليك أن تدعم المقولة الآتية: للجهاز العصبي الذاتي دور أكبر من الجهاز العصبي الجسمي في اتزان الجسم الداخلي. ادعم رأيك بالأدلة.

#### التفكير الناقد

16. انقد. ربما سمعت الجملة الآتية "يستخدم الإنسان 10 % فقط من دماغه". استخدم الإنترنت أو أي مصدر آخر لتجمع بيانات تدعم هذه الفكرة، أو تدحضها.

17. حلل. حجم مخ الإنسان أكبر كثيرًا من حجم مخ المخلوقات الأخرى. ما فائدة ذلك للإنسان؟

### 2-3

#### مراجعة المفردات

فسّر الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي، ثم بين كيف ترتبط معًا.

18. المنبهات - المسكنات.

19. التحمل - الإدمان.

20. الدوبامين - العقار.

### 2-2

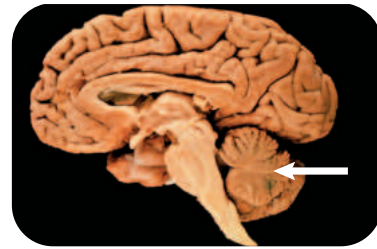
#### مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مما يأتي المصطلح الذي لا ينتمي إليها، ووضح ذلك:

9. الجهاز العصبي الجسمي - الجهاز العصبي جار السمبثاوي - الجهاز العصبي السمبثاوي.
10. المخ - القنطرة - النخاع المستطيل.
11. الجهاز العصبي الذاتي - الجهاز العصبي الجسمي - الجهاز العصبي المركزي.

#### تثبيت المفاهيم الرئيسة

12. ما الذي يُعد من خصائص الجهاز العصبي السمبثاوي؟
- a. يحفز الهضم.  
b. يوسع القصبات.  
c. يبطن نبض القلب.  
d. يحوّل الجلوكوز إلى جلايكوجين.
- استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 13.



13. إذا حدث ضرر للجزء المشار إليه في الصورة نتيجة حادث ما، فما أثر ذلك في الشخص؟
- a. فقدان الذاكرة كلياً أو جزئياً.  
b. تغيير في درجة حرارة الجسم.  
c. عدم المحافظة على توازن الجسم.  
d. تسارع في التنفس.

## تقويم إضافي

26. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة عن شخص يسمع صوتًا عاليًا فيخاف. مضمناً قصتك الأحداث التي يمكن أن تحدث في كل جزء من أجزاء الجهاز العصبي في هذه التجربة.

## أسئلة المستندات

استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 27 و28.

معدل وزن الدماغ (g)			
النوع	الوزن (g)	النوع	الوزن (g)
الحيات	6930	الكلب	72
الفيل	6000	القطعة	30
البقرة	425 – 458	السلحفاة	0.3 – 0.7
الإنسان البالغ	1300 – 1400	الفأر	2

27. هل تظهر علاقة بين حجم الجسم ووزن الدماغ؟

28. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث التكيف) التي تؤدي دوراً في إجابتك عن السؤال 27.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

21. ما الذي يقلل نشاط الدماغ؟

- a. النيكوتين.
- b. الكوكائين.
- c. الأدرينالين.
- d. الكحول.

استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 22.



22. إذا كان هناك شخص يعاني من الاكتئاب، فما العلاج الذي ينصح به لمعالجة الخلية العصبية قبل التشابكية؟

- a. علاج يزيد من سرعة الدوبامين.
- b. علاج يزيد إنتاج الدوبامين.
- c. علاج يقلل من مستقبلات الدوبامين.
- d. علاج يخفض من امتصاص الدوبامين.

## أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ماذا يعني إدمان الشخص على العقاقير؟

24. نهاية مفتوحة. ناقش ما ينتج عن حدوث خلل ما للجين المسؤول عن إنتاج الدوبامين.

## التفكير الناقد

25. دافع. كوّن استنتاجاً حول الجملة الآتية:

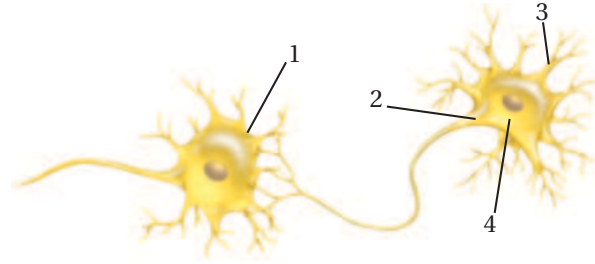
يعدّ إدمان شخص ما على العقاقير أصعب من التوقف عن تعاطيها. ودافع عن موقفك.



# اختبار مقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



1. أي أجزاء الرسم أعلاه يتوقع وجود مادة الميلين فيه؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

2. في أي أجزاء المخطط السابق تتوقع أن توجد النواقل العصبية عندما يصل جهد الفعل نهاية الخلية العصبية؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

3. ما نتيجة تنبيه الجهاز جار السمبثاوي؟

- a. نقص معدل نبض القلب.  
b. نقص إنتاج المخاط.  
c. يقل نشاط الهضم.  
d. اتساع البؤبؤ.

4. أي العمليات الآتية تحدث أولاً في الخلية العصبية عندما تصل شدة المؤثر لعتبة التنبيه؟

- a. تفتح قنوات البوتاسيوم في غشاء الخلية.  
b. تُفرز النواقل العصبية إلى التشابك العصبي.  
c. تنتقل أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية.  
d. تصبح الخلية مشحونة بشحنة سالبة.

## أسئلة الإجابات القصيرة

5. افترض أن الشخص الذي اعتاد شرب فنجان قهوة واحد لكي يبقى مستيقظاً في الليل رأى أنه يحتاج إلى اثنين، ما اسم هذه الظاهرة؟ وما سببها؟

6. تزيد بعض العقاقير من مستوى الدوبامين في منطقة التشابك العصبي. اذكر أحد هذه العقاقير، واربط زيادة مستوى الدوبامين بمؤثرات أخرى تنتج عند استعمال الدواء.

7. اعمل جدولاً لتنظيم معلومات تتعلق بالجهاز العصبي الذاتي والجهاز العصبي الجسمي. واكتب قائمة بأنواع الاستجابات والأجهزة التي تتأثر بذلك، مع ذكر أمثلة عليها.

8. هناك مرض نادر اسمه التصلب الجانبي الضموري (ALS) يسبب فقدان الخلية العصبية الحركية الموجودة في الجسم لمادة الميلين. ما الأعراض الأولية التي قد تبدو على الشخص الذي يعاني هذا المرض؟

## سؤال مقالي

يتكون الجهاز العصبي في الإنسان من تركيب معقد من الاستجابات والنشاطات الإرادية واللاإرادية. وقد وجدت هذه الأنواع المختلفة من الاستجابات في الإنسان لمساعدته على البقاء.

استخدم المعلومات في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال الآتي:

9. بناءً على ما تعرفه عن الاستجابات العصبية المختلفة، اكتب مقالة منظمة جيداً، تفسر فيها كيف تكون أنواع الاستجابات اللاإرادية في الإنسان مفيدة لبقائه حياً.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
الدرس / الفصل	2-3	2-1	2-2	2-3	2-3	2-1	2-2	2-1
السؤال	9	8	7	6	5	4	3	2

# أجهزة الدوران والتنفس والإخراج

## Circulatory, Respiratory, and Excretory Systems

# 3

# العلم

**الفكرة العامة** تحافظ هذه الأجهزة معًا على الاتزان الداخلي للجسم بإيصال مواد مهمة إلى الخلايا في أثناء تخلصها من الفضلات.

### 1-3 جهاز الدوران

**الفكرة الرئيسية** ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة، منها الأكسجين، وتخليصها من الفضلات، ومنها ثاني أكسيد الكربون.

### 2-3 الجهاز التنفسي

**الفكرة الرئيسية** وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.

### 3-3 الجهاز الإخراجي

**الفكرة الرئيسية** تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.

### حقائق في علم الأحياء

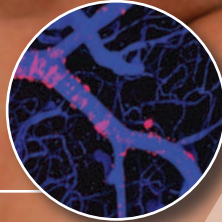
- النسيج الوحيد في جسم الإنسان الذي لا يحوي أوعية دموية هو قرنية العين.
- تتكون الرئة من 2414 km من الممرات الهوائية، وأكثر من 300 مليون حويصلة هوائية.
- يمكن لمساحة سطوح الأكياس الهوائية التي تحيط بها الأوعية الدموية في الرئة أن تغطي مساحة ملعب تنس.



هيموجلوبين في خلية دم حمراء



خلايا دم حمراء في وعاء دموي  
صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح تكبير  $\times 2500$



أوعية دموية في العضلات  
التكبير غير معروف

## نشاطات تمهيدية

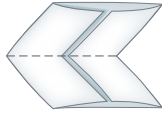
فصائل الدم ABO اعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تحديد فصائل الدم الأربعة A, B, AB, O.

### المطويات منظمات الأفكار

**الخطوة 1:** اثن ورقة من دفتر الملاحظات طولياً إلى ثلاثة أجزاء كما في الشكل الآتي:



**الخطوة 2:** اثن الورقة بعد ذلك نصفين، ثم حدد خط الشئ كما في الشكل الآتي:



**الخطوة 3:** افتح الورقة، ثم قص عند خط الشئ كما في الشكل الآتي:



**الخطوة 4:** أعط أسماء لكل من المربعات، كما في الشكل الآتي:



**المطويات** استخدم هذه المطوية في القسم 1-3، ودون ما تعلمته عن فصائل الدم الأربعة A, B, AB, O خلال دراستك للفصل.

## تجربة استهلاكية

ما التغييرات التي تحدث في الجسم عند أداء تمرين رياضي؟

يتم تزويد أجهزة الجسم - ومنها جهازا التنفس والدوران - بما يحتاج إليه الجسم عند أداء التمرين الرياضي، وتحافظ على اتزانها الداخلي. فمثلاً، تدور خلايا الدم الحمراء في الجسم لتزوده بالأكسجين الذي يُستخدم في إنتاج الطاقة الضرورية لأداء التمرين. وفي هذه التجربة، تستقصي كيف ترتبط استجابات أجهزة الجسم للتمرين بعضها مع بعض.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قم بتمرين إيقاعي منتظم، كالركض أو المشي في مكان ما مدة دقيقتين، ولاحظ كيف يستجيب الجسم في أثناء أداء التمرين.
3. أعد قائمة باستجابات أجهزة الجسم التي حددتها في أثناء أداء التمرين.

### التحليل

1. اعمل لوحة تبين فيها كيف ترتبط هذه الاستجابات بعضها مع بعض.
2. حلل كيف تساعد إحدى استجابات الجسم المدونة في القائمة على تنظيم بيئته الداخلية؟



# 3-1

## الأهداف

- تحديد الوظائف الأساسية لجهاز الدوران.
- تعمل مخططاً لتدفق الدم في القلب والجسم.
- تقارن بين مكونات الدم الرئيسية.

## مراجعة المفردات

**انقباض العضلة Muscle contraction:** يقصر طول الخلايا العضلية أو الألياف استجابة للمنبه.

## المفردات الجديدة

الشريان	الشعيرة الدموية
الوريد	الصمام
القلب	منظم النبض
البلازما (سائل الدم)	خلية الدم الحمراء
الصفائح الدموية	خلية الدم البيضاء
تصلب الشرايين	

## الشكل 3-1

### من الجثث إلى القلب الاصطناعي

تمت دراسة جهاز الدوران في الإنسان منذ آلاف السنين، وقد أدى ذلك إلى تقدم هائل في مجال التقنيات الطبية.

**350 ق.م.** لاحظ الطبيب اليوناني بروكساجوراس أن الأوردة والشرايين نوعان مختلفان من الأوعية الدموية.

**1628م** تم أول وصف دقيق لقلب الإنسان بأنه عبارة عن مضخة تنقل الدم في جهاز ذي اتجاه واحد.

**1903م** أجري أول تخطيط قلب سجل فيه النشاط الكهربائي للقلب (النبضات).



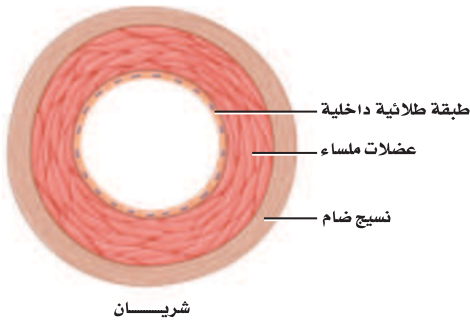
**1519-1452م** أجرى ليوناردو دافنشي بحثاً مستفيضاً على جثث البشر، ويقال إنه شرح نحو 30 جثة في حياته.



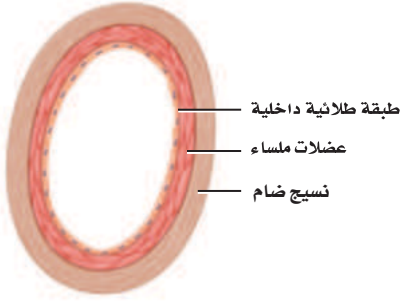
في عام **1242م** نشر ابن النفيس كتاباً تضمن العديد من الاكتشافات التشريحية، وأهمها نظريته حول الدورة الدموية الصغرى وحول الشريان التاجي.



## الأوعية الدموية Blood Vessels



شريان



وريد



شعيرة دموية

تفصل المسارات في الطرق السريعة حركة المركبات بعضها عن بعض. كما تتوافر على الطرق السريعة جسور توصل المركبات من الطريق السريع وإليه. كذلك يملك الجسم شبكة من القنوات أو الأوعية الدموية يدور فيها الدم؛ لكي يستمر في التدفق من القلب وإليه. وكان أول من اكتشف وجود نوعين من الأوعية الدموية الطبيب اليوناني Praxagoras، الشكل 1-3. أما أنواع الأوعية الدموية الثلاثة الرئيسة فهي الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية، المبينة في الشكل 2-3.

**الشرايين Arteries** يُنقل الدم بعيداً عن القلب في أوعية دموية كبيرة تُسمى **الشرايين arteries**. وهذه الأوعية الدموية ذات الجدران السمكية مرنة ومتينة. وهي قادرة على تحمّل الضغط العالي الناتج عن الدم الذي يضخه القلب.

ويتكون جدار الشريان من ثلاث طبقات، كما في الشكل 2-3، هي: الطبقة الخارجية المكونة من النسيج الضام، والطبقة الوسطى المكونة من عضلات ملساء، وطبقة داخلية من الخلايا الطلائية. ويكون سُمك طبقة العضلات الملساء أكبر من الطبقات الأخرى في الأوعية الدموية الأخرى؛ لكي تتحمّل ضغط الدم العالي الذي يُضخ من القلب إلى الشرايين.

■ الشكل 2-3 الأوعية الدموية الثلاثة في الجسم هي: الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية. **توقع** ما العملية التي تعتقد أن المواد تعبر عن طريقها جدران الشعيرات الدموية؟

2004م بين البحث إمكانية توليد خلايا عضلية جديدة من خلايا جذعية قلبية. ويتيح هذا المجال احتمال اكتشاف طرائق علاج جديدة للمرضى الذين يعانون هبوطاً في القلب.

1982م تم زراعة أول قلب اصطناعي على يد الجراح ويليام دي فريز



2000

1965

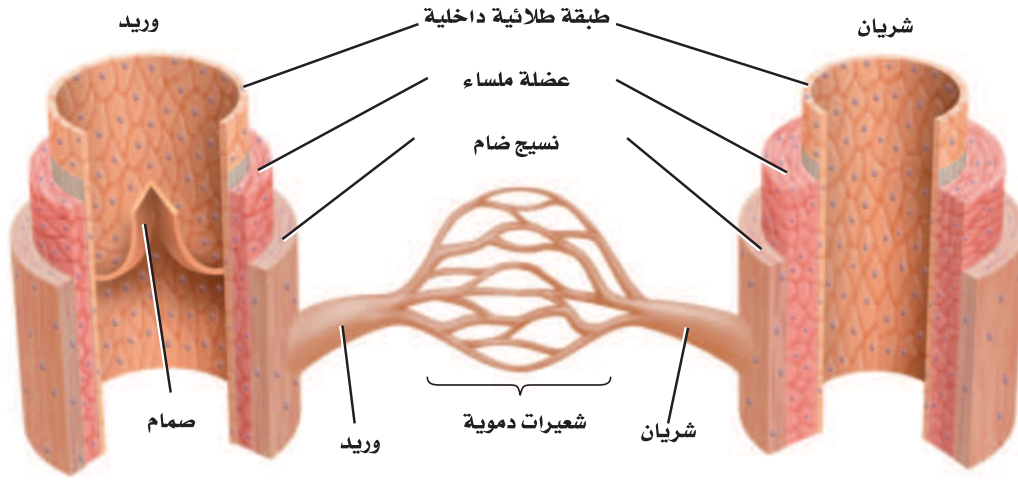
1930

1967-1969م أجرى الجراحون أول عملية زرع قلب. وقد يُبقي القلب الاصطناعي المزروع المريض على قيد الحياة إلى أن يُزرع له قلب آخر من أحد المتبرعين.

1940-1941م أسس الدكتور تشارلز درو أول بنك دم لعمليات نقل الدم.





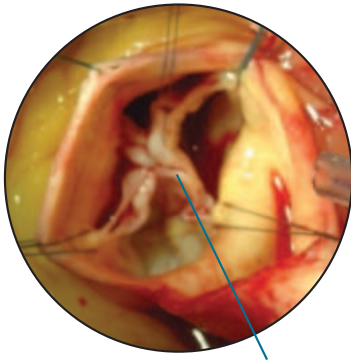


**الشعيرات الدموية Capillaries** تفرعات الشرايين في جسم الإنسان تشبه تفرعات أغصان الشجرة؛ إذ يصبح قُطرها أصغر كلما امتدت بعيداً عن الفرع الرئيس. وتُسمى هذه التفرعات الصغيرة **الشعيرات الدموية** capillaries. ويتم عبر هذه الشعيرات الدموية الدقيقة تبادل المواد والتخلص من الفضلات. ويتكون جدار الشعيرات الدموية من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية، كما في الشكل 2-3، لتسمح الشعيرات بتبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم بسهولة من خلال عملية الانتشار البسيط. وهذه الشعيرات صغيرة جداً، حيث تسمح فقط بمرور خلية دم منفردة خلالها. ويتغير قطر الأوعية الدموية بحسب حاجة الجسم. فمثلاً، عندما تؤدي تمارين رياضية تنشيط عضلات الأوعية فتتمدد أو تتوسع، مما يزيد من تدفق الدم إلى العضلات؛ لكي تزود الخلايا بكميات أكبر من الأكسجين، وتتخلص من الفضلات الزائدة.

**الأوردة Veins** بعد أن يمر الدم في الشعيرات الدموية ينتقل إلى أوعية دموية أكبر، وهي **الأوردة** veins؛ حيث تحمل هذه الأوردة الدم الذي يكون تركيز الأكسجين فيه منخفضاً (الدم غير المؤكسج) لتعيده إلى القلب، كما تنقل الدم المؤكسج - في حالة واحدة فقط - من الرئتين إلى القلب. وتكون طبقة العضلات الملساء للوريد أقل سمكاً منها في الشريان. وينخفض ضغط الدم عندما يندفع داخل الشعيرات الدموية متجهاً إلى الأوردة. ففي الوقت الذي يندفع فيه الدم إلى الأوردة تقل فاعلية قوة دفع القلب للدم. فكيف يستمر الدم في الدوران؟ يوجد الكثير من الأوردة قريبة من العضلات الهيكلية التي تساعد الدم على الدوران في حال انقباضها. وتحتوي الأوردة الكبيرة في الجسم على ثنيات من نسيج تُسمى **الصمام** valve، كما في الشكل 3-3؛ لتمنع الدم من الرجوع في الاتجاه المعاكس لجريانه. وأخيراً، فإن الحركات التنفسية تشكل ضغطاً على الأوردة في منطقة الصدر لتجبر الدم على العودة إلى القلب.

✓ **ماذا قرأت؟** صف الاختلاف بين تركيب الأوردة، والشرايين والشعيرات الدموية.

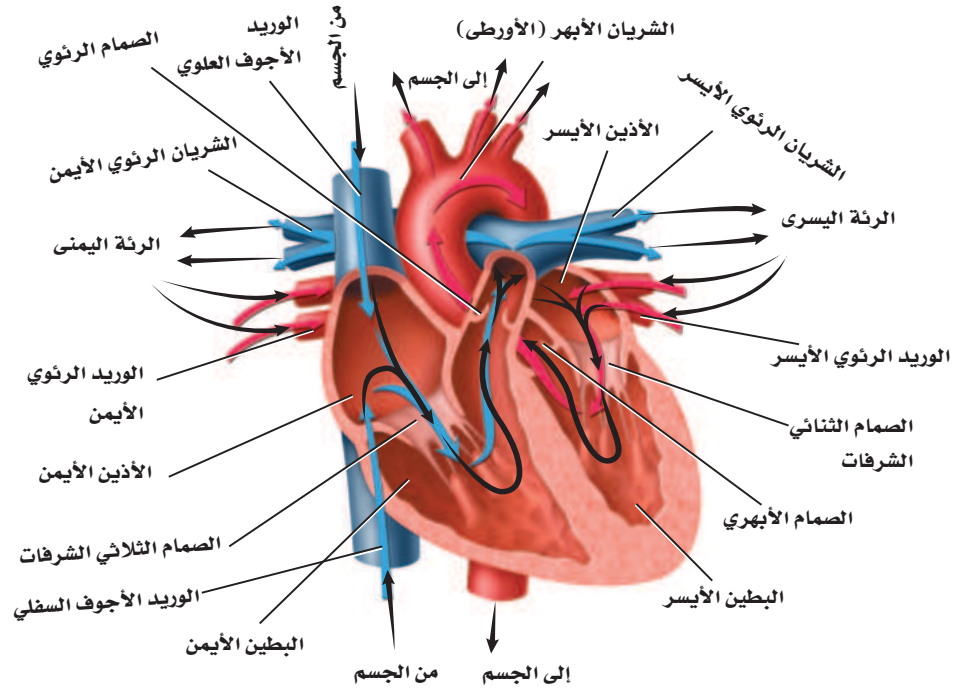
■ الشكل 3-3 يدور الدم في الجسم داخل الأوعية الدموية. **كُون فرضية** كيف يتم تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق قطر الأوعية الدموية؟



صمام مغلق

الصمام الأبهرى - في وضع مغلق

■ الشكل 3-4 تشير الأسهم إلى مسار الدم في أثناء دورانه في القلب. **اعمل مخططاً** تتبع فيه مسار الدم في القلب.



## القلب Heart

القلب عضو عضلي بحجم قبضة اليد، يوجد في منتصف الصدر. يؤدي القلب وظيفتي ضخ في الوقت نفسه، فيضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم، ويضخ الدم غير المؤكسج إلى الرئتين. وقد ينبض قلب الإنسان أكثر من بليون مرة خلال فترة حياته.

**تركيب القلب Structure of the heart** تذكر من الفصل الأول أن القلب heart يتكون من عضلات قلبية. ويستطيع القلب توصيل السائل الكهربائي اللازم لانقباض هذه العضلات. ويقسم القلب إلى أربعة أجزاء تُسمى الحجرات، الشكل 3-4؛ منها حجرتان تشكّلان الجزء العلوي من القلب، هما الأذنين الأيمن والأيسر اللذان يستقبلان الدم العائد إلى القلب، وتحتهما حجرتا الجزء السفلي وهما البطينان الأيمن والأيسر اللذان يضخان الدم بعيداً عن القلب. كما يفصل الجانب الأيمن من القلب عن الجانب الأيسر جدار عضلي قوي. والجدار العضلي بين الأذنين أقل سمكاً منه بين البطينين. ويعود ذلك إلى صغر حجم العمل الذي يؤديه الأذنين بالمقارنة بعمل البطينين.

لاحظ الصمامات في الشكل 3-4 التي تفصل الأذنين عن البطينين، وتحافظ على جريان الدم في اتجاه واحد. كما توجد صمامات أيضاً بين كل بطين والأوعية الدموية الكبيرة التي تنقل الدم بعيداً عن القلب، ومنها الصمام الأبهرى المبين في الشكل 3-4، وهو مغلق.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي وظائف التمارين

الرياضية

Exercise physiologist: يُطلق

على العلماء الذين يدرسون أثر

التمارين الرياضية في الجسم

اختصاصي وظائف التمارين

الرياضية؛ فهم يطورون برامج

للتمارين، ويُجرون الفحوص

الطبية بوصفها اختبارات الجهد.

وتتضمن وظيفتهم مراقبة نشاط

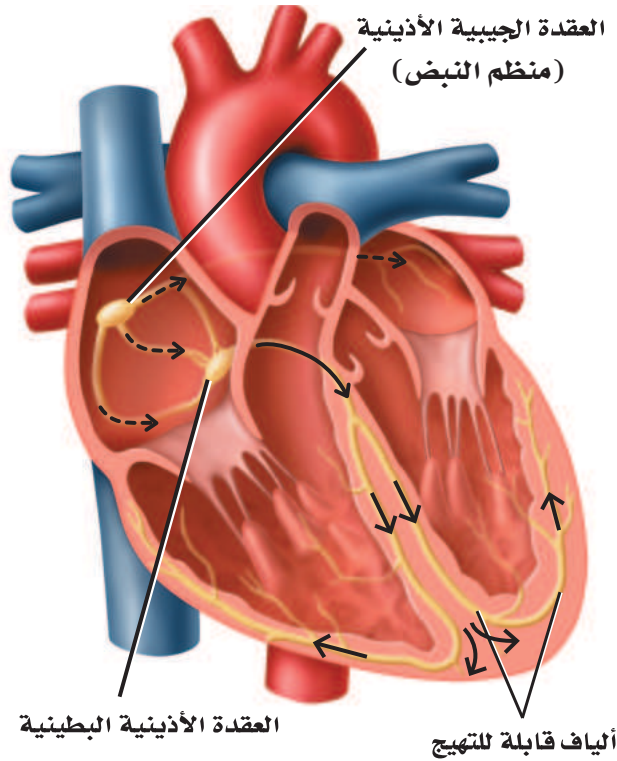
القلب ومستويات ضغط الدم.

**كيف ينبض القلب؟ How the heart beats?** ينقسم عمل القلب إلى مرحلتين. ففي المرحلة الأولى يمتلئ الأذنان بالدم، وينقبضان بعد ذلك ليمتلئ البطينان بالدم. أما في المرحلة الثانية فينقبض البطينان، ويُضخ الدم خارج القلب إلى الرئتين، وإلى سائر الجسم.

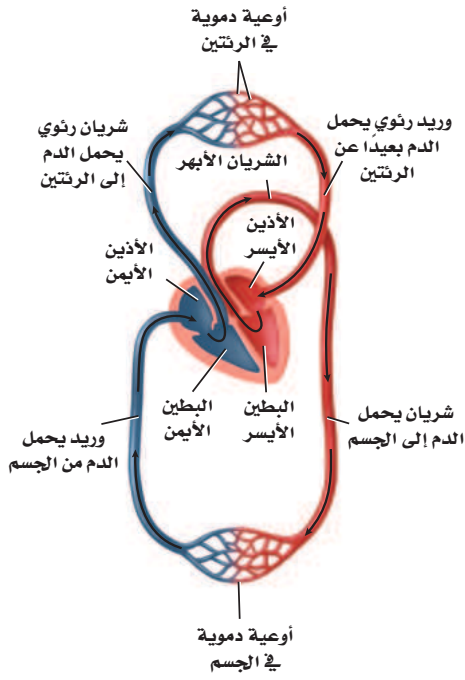
ويعمل القلب بانتظام؛ حيث تقوم مجموعة من الخلايا - تقع عند الأذنين الأيمن وتسمى **منظم النبض** pacemaker أو العقدة الجيبية الأذينية (SA) - بإرسال إشارات تجبر عضلات القلب على الانقباض. وتستقبل العقدة الجيبية الأذينية منبهًا داخليًا يتعلق بحاجة الجسم إلى الأكسجين، فتستجيب له بضبط سرعة القلب. وتسبب هذه الإشارة الصادرة عن العقدة الجيبية الأذينية انقباض الأذنين، ثم تنتقل هذه الإشارة بعد ذلك إلى منطقة أخرى من القلب تُسمى العقدة الأذينية البطينية، المبينة في الشكل 5-3، كما تنتقل عبر الألياف مسببة انقباض البطينين. وهذا الانقباض - الذي ينقسم إلى مرحلتين - يشكل نبضة القلب الكاملة.

**النبض Pulse** ينبض القلب 70 مرة تقريبًا في الدقيقة. فإذا لمست رسغك من الداخل عند أسفل الإبهام فسوف تشعر بهذا النبض في شريان يدك يرتفع أو ينخفض. وهذا النبض تبادل بين انقباض جدار الشريان وانبساطه، ويتجان عن انقباض البطين الأيسر. إن عدد المرات التي ينبض فيها الشريان يساوي عدد المرات التي ينبض فيها القلب.

**ضغط الدم Blood Pressure** هو قياس لضغط الدم الواقع على جدران الأوعية الدموية، حيث تزود قراءة ضغط الدم الإنسان بمعلومات عن حالة الشرايين. ويسبب انقباض القلب ارتفاع ضغط الدم إلى أعلى درجة. ويولي ذلك انبساط القلب الذي يخفض ضغط الدم إلى أدنى درجة. ومعدل قراءة ضغط الدم الطبيعي عند الإنسان البالغ السليم أقل من 120 (الضغط الانقباضي)، و80 (الضغط الانبساطي).



■ الشكل 5-3 تحفز العقدة الجيبية الأذينية انقباض القلب، الذي يمتد عبر الأذنين إلى العقدة الأذينية البطينية. وتنقل العقدة الأذينية البطينية الإشارة عبر الألياف القابلة للتهيج التي تنبه كلاً من البطينين.



■ الشكل 6-3 يتدفق الدم في الجسم من خلال حلقتين أو دورتين.

**تدفق الدم في الجسم Blood flow in the body** إذا تتبعنا حركة الدم في الشكل 6-3 تلاحظ أنه يتدفق في حلقتين أو دورتين. أولهما انتقاله من القلب إلى الرئتين، ثم عودته إلى القلب. وثانيهما أنه يضخ بعد ذلك في دورة ثانية تبدأ من القلب عبر الجسم ليعود بعدها إلى القلب، حيث يضخ الجانب الأيمن من القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، ويضخ الجانب الأيسر من القلب الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.

**إلى الرئتين والعودة منهما To Lungs and back** عندما يتدفق الدم العائد من الجسم إلى الأذنين الأيمن يكون تركيز الأكسجين فيه منخفضاً، ولكنه محمّل بثاني أكسيد الكربون. ويكون لون الدم في هذه الحالة أحمر داكناً. ويتدفق الدم من الأذنين الأيمن إلى البطين الأيمن، ويضخ بعدها خلال الشريان الرئوي إلى الرئتين، كما في الشكل 6-3. ونتيجة لذلك يتدفق الدم عبر الشعيرات الدموية القريبة الملاصقة للهواء الداخل إلى الرئتين، حيث يكون تركيز الأكسجين فيه أكثر مما هو في دم الشعيرات الدموية، فينتقل الأكسجين بالانتشار البسيط من الرئتين إلى الدم، وفي الوقت نفسه ينتشر غاز ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس، من الدم إلى فراغات الهواء في الرئتين. ويتنقل الدم الذي أصبح لونه أحمر فاتحاً من الأذنين الأيسر للقلب إلى البطين الأيسر ليُضخ إلى جميع أجزاء الجسم.

**إلى الجسم ثم إلى القلب ثانية To the body and back** تبدأ الدورة الدموية الثانية من الأذنين الأيسر المملوء بالدم المؤكسج القادم من الرئتين، كما هو مبين في الشكل 6-3، ثم ينتقل الدم من الأذنين الأيسر إلى البطين الأيسر. يضخ البطين الأيسر الدم إلى الشريان الأكبر في الجسم، وهو الشريان الأبهري (الأورطي)، فيندفع الدم في النهاية إلى الشعيرات الدموية التي تتفرع في أنحاء الجسم كافة.

## تجربة 1-3

### استقص ضغط الدم

4. قس ضغط الدم وقت الاستراحة لأحد أفراد مجموعتك.
5. اطلب إلى الشخص الذي قيس ضغطه أداء تمرين رياضي منتظم مدة دقيقة واحدة.
6. قس ضغط دمه مرة أخرى، وقارن ذلك بقراءة ضغطه وقت الاستراحة.

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. راقب كيف يقيس المدرب أو المشرف ضغط الدم بجهاز قياس ضغط الدم، وتدرّب على ذلك لتقيس ضغط دم زميلك. واستعن بلوحة ضغط الدم على تفسير قراءتك.
3. توقع كيف يؤثر التمرين في ضغط الدم الانقباضي والانقباضي؟

### التحليل

1. حدّد الثوابت، والمتغيرات المستقلة والتابعة، والضابط في التجربة.
2. استنتج هل كانت توقعاتك صحيحة؟ فسّر إجابتك.

ومن الجدير بالذكر أن الشعيرات الدموية تتصل مباشرة بخلايا الجسم. وينطلق الأكسجين من الدم إلى خلايا الجسم عن طريق الانتشار البسيط. وكذلك ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم بالطريقة نفسها. ويعود الدم غير المؤكسج إلى الأذين الأيمن عبر الأوردة.

## مكونات الدم Blood Components

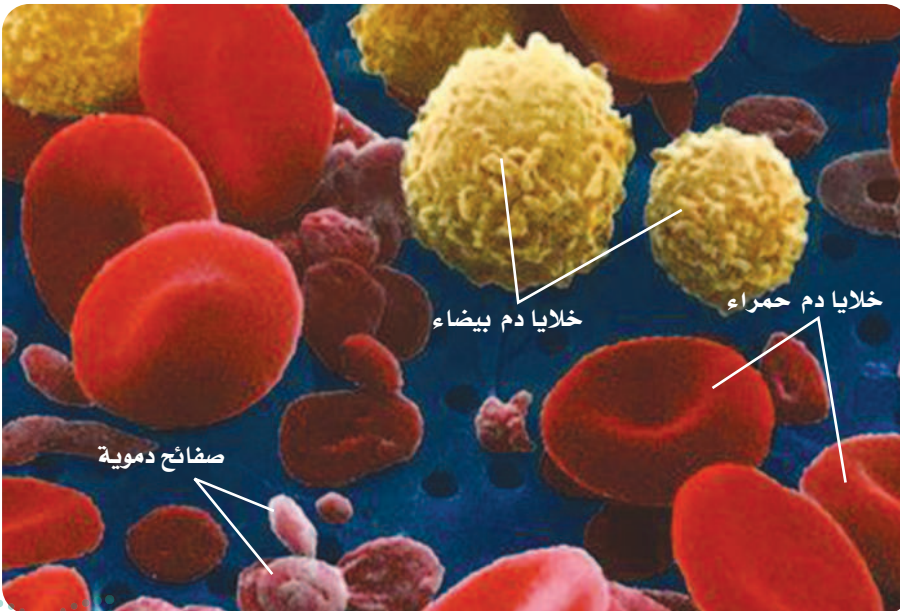
الدم سائل الحياة؛ لأنه لا غنى عنه في نقل المواد المهمة إلى أنحاء الجسم كافة، كما أنه يحتوي على خلايا حية. ويتكون الدم من سائل يُسمى البلازما، وخلايا دم حمراء، وخلايا دم بيضاء، وقطع من الخلايا تُسمى الصفائح الدموية.

**البلازما Plasma** سائل أصفر في الدم. وتشكّل **البلازما** plasma أكثر من 50 % من الدم. ويشكّل الماء 90 % من مكوناتها، أما الـ 10 % الباقية منها فمواد ذائبة. وتنقل البلازما ما يتحلل من الغذاء الذي تم هضمه، ومنه الجلوكوز والأحماض الأمينية بالإضافة إلى نقل الفيتامينات والأملاح والهرمونات التي تعطي إشارة لبدء أنشطة الجسم، ومنها امتصاص الخلايا للجلوكوز. كما تنقل البلازما الفضلات من الخلايا إلى خارج الجسم.

وهناك ثلاث مجموعات من بروتينات البلازما التي تُكسبها اللون الأصفر. تساعد إحداها على تنظيم كمية الماء في الدم، وتساعد الثانية التي تنتجها خلايا الدم البيضاء على مقاومة الأمراض، أما المجموعة الثالثة فتكوّن خثرات الدم.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح وظيفة البلازما.

**خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells** تحمل **خلايا الدم الحمراء** الأكسجين إلى خلايا الجسم. وتشبه خلايا الدم الحمراء قرصًا مقعر الوجهين. كما في الشكل 3-7. تذكر أن خلايا الدم الحمراء تتكون في نخاع العظم الأحمر (الجزء المركزي في العظام الكبيرة). ولا يوجد نوى في خلايا الدم الحمراء، وهي تعيش 120 يومًا فقط.



■ الشكل 3-7 يتكون الدم من سائل البلازما، وخلايا الدم الحمراء (قرص مقعر الوجهين)، وخلايا الدم البيضاء (خلايا ذات أشكال غير منتظمة)، والصفائح الدموية (قطع مسطحة).  
**استنتج** ماذا يحدث إذا كان هناك خلايا دم بيضاء أكثر من المعدل الطبيعي؟

## إرشادات الدراسة

**منظم الأفكار** اعمل خريطة للكلمات تحوي كلمة (دم) داخل دائرة كبيرة في المنتصف. وَّصِّعْ كلاً من الكلمات الآتية: (مكوناته، فضائل الدم، دورة دموية، القلب) في دوائر صغيرة حول الدائرة الكبيرة. ثم ابحث عن معلومات درستها في هذا الفصل، وأضفها في المكان المناسب في الدوائر الصغيرة المحيطة بالدائرة الكبيرة.

تتكون خلايا الدم الحمراء عادة من بروتينات تحتوي على الحديد، وتُسمى الهيموجلوبين، الذي يتحد كيميائياً بجزئيات الأكسجين، ثم يحملها إلى خلايا الجسم. ويحمل الهيموجلوبين أيضاً جزءاً من ثاني أكسيد الكربون، وتحمل البلازما معظمه.

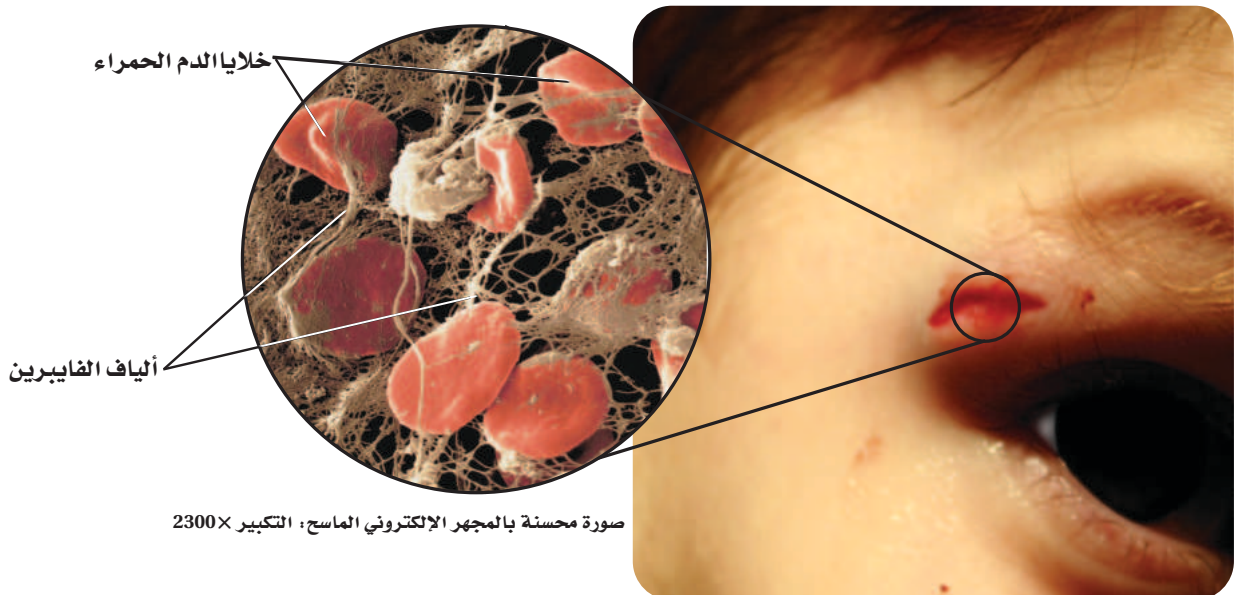
**الصفائح الدموية Platelets** لعلك جُرحت يوماً، فلاحظت أن الدم النازف من مكان الجرح يقل تدريجياً، حتى يتوقف خلال فترة قصيرة، فتتكون بعد ذلك خثرة الدم التي تشكّل القشرة. و**الصفائح الدموية** platelets أجزاء من خلايا تؤدي دوراً مهماً في تكوين خثرة الدم.

فعندما يتضرر وعاء دموي أو يقطع تتجمع الصفائح الدموية، وتلتصق معاً في مكان الجرح. وتطلق هذه الصفائح مواد كيميائية لتنتج بروتيناً يُسمى فايبرين؛ أو عامل التخثر، فينسج الفايبرين شبكة من الألياف عبر الجرح لحجز الصفائح الدموية وخلايا الدم الحمراء، كما في الشكل 8-3. وتتكون الخثرة كلما تجمعت صفائح دموية وخلايا دم حمراء أكثر في مكان الإصابة.

**خلايا الدم البيضاء White Blood Cells** خلايا الدم البيضاء هي التي تقاوم الأمراض. وتتكون **خلايا الدم البيضاء** white blood cells في نخاع العظام، مثل خلايا الدم الحمراء. وتميز بعض خلايا الدم البيضاء المخلوقات الدقيقة التي تسبب أمراضاً - ومنها البكتيريا - لتحذر الجسم من هذا الغزو. وتنتج خلايا الدم البيضاء الأخرى مواد كيميائية لمقاومة الأجسام الغازية؛ إذ تحيط خلايا الدم البيضاء بالأجسام الغريبة وتقتلها.

تختلف خلايا الدم البيضاء عن الحمراء في أكثر من وجه؛ حيث ينتقل الكثير من خلايا الدم البيضاء من نخاع العظم إلى مواقع أخرى في الجسم لكي تنضج. وعدد خلايا الدم البيضاء أقل جداً من عدد خلايا الدم الحمراء؛ حيث توجد خلية دم بيضاء واحدة مقابل 500 إلى 1000 خلية دم حمراء. وتحوي خلايا الدم البيضاء نواة. وتعيش معظم خلايا الدم البيضاء شهوراً أو سنوات.

■ الشكل 8-3 تتكون الخثرة نتيجة احتجاز خيوط الفايبرين خلايا الدم والصفائح الدموية.



## فصائل الدم Blood Types

كيف تعرف فصيلة دمك؟ هناك جزيئات محددة تُسمى مولدات الضد (الأنتيجين) على الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء يتم تحديد فصيلة الدم بناءً عليها.

**فصائل الدم ABO** هناك أربعة أنواع من فصائل الدم هي: O و AB و B و A. فإذا كانت فصيلة دمك A فإن خلايا الدم الحمراء تحوي علامة أو مولد الضد A. وإذا كانت فصيلة دمك B فإن خلايا الدم الحمراء تحوي على علامة أو مولد الضد B. أما عندما تكون فصيلة دمك AB فإنها تحتوي على خلايا دم حمراء لها علامات أو مولد ضد A و B. ولا تحوي فصيلة دم O على علامات أو مولد ضد.


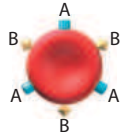
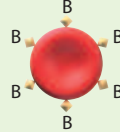
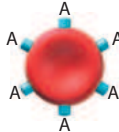
**أهمية فصائل الدم** إذا احتجت يوماً إلى نقل دم فلا ينقل إليك إلا نوع محدد من الدم، كما في الجدول 1-3. ويعود ذلك إلى احتواء بلازما الدم على بروتينات تُسمى الأجسام المضادة. وهذه الأجسام المضادة تميز خلايا الدم الحمراء التي تحمل علامات غريبة، فيؤدي ذلك إلى تكتل هذه الخلايا معاً. فإذا كانت فصيلة دمك B مثلاً فإن دمك يحوي أجساماً مضادة تجعل خلايا الدم التي تحمل مولد ضد A تتجمع وترسب. فإذا نُقل إليك دم A فإن البروتينات المتجمعة تجعل خلايا فصيلة دم A تتكتل معاً. ويشكّل تكتل خلايا الدم هذا خطراً على الإنسان؛ لأنه قد يسد مجرى الدم.

**العامل الريزيسي Rh** توجد علامة أخرى على سطح خلايا الدم الحمراء وتُسمى العامل الريزيسي Rh. وينقسم الدم البشري إلى Rh موجب، و Rh سالب. ويسبب العامل الريزيسي مضاعفات إذا نُقل دم من شخص موجب العامل الريزيسي  $Rh^+$  - يحمل علامة أو مولد الضد- إلى شخص سالب العامل الريزيسي  $Rh^-$  لا يحمل مولد الضد- إذ ينتج عن ذلك تكتل خلايا الدم الحمراء؛ لأن دم الشخص  $Rh^-$  يكون أجساماً مضادة ضد خلايا الشخص  $Rh^+$ .

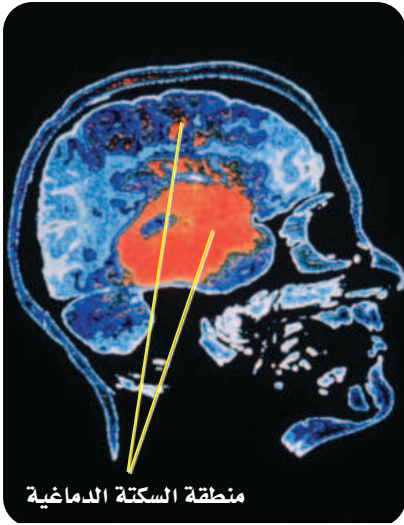
ويمكن أن يسبب عامل Rh مضاعفات وتعقيدات في أثناء فترة الحمل. فإذا اختلط دم الجنين  $Rh^+$  بدم الأم  $Rh^-$  يصبح لدى الأم أجسام مضادة لعامل  $Rh^+$ .

### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

فصائل الدم				الجدول 1-3
O	AB	B	A	فصيلة الدم
لا يوجد مولد الضد. الأجسام المضادة: المضادة لـ A و B	مولد الضد AB الأجسام المضادة: لا يوجد	مولد الضد B الأجسام المضادة: المضادة لـ A	مولد الضد A الأجسام المضادة: المضادة لـ B	مولد الضد الأجسام المضادة
				مثال
O أو A, B, AB	AB	AB أو B	AB أو A	يعطي الدم:
O	O أو AB, B, A	O أو B	O أو A	يستقبل الدم من:





■ الشكل 9-3 سكتة (جلطة) دماغية مصاحبة لانفجار الأوعية الدموية في الدماغ، كما هو مبين باللون الأحمر.

وتتمكن هذه الأجسام المضادة من عبور المشيمة في حالة حمل آخر وتحلل خلايا الدم الحمراء إذا كان الجنين موجب العامل الريزيسي. ويتم إعطاء الأم Rh<sup>-</sup> مواد تمنع إنتاج أجسام مضادة لعامل Rh<sup>+</sup> في الدم لتفادي مثل هذه المشكلات.

**الربط** الصحة التبرع بالدم هو إجراء طبي تطوعي يتم بنقل الدم أو أحد مركباته من شخص سليم معافى إلى شخص مريض يحتاج للدم. وهذا الإجراء يحتاج إليه الملايين من الناس كل عام؛ فيستخدم أثناء الجراحة أو الحوادث أو بعض الأمراض التي تتطلب نقل بعض مكونات الدم، لقول الله تعالى في إحياء النفس ﴿وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا﴾ المائدة: 32 لمزيد من المعلومات أرجع إلى موقع البوابة الإلكترونية لوزارة الصحة [www.moh.gov.sa](http://www.moh.gov.sa)

## Circulatory System Disorders

## اختلالات جهاز الدوران

هناك الكثير من الاختلالات التي تصيب كلاً من الأوعية الدموية والقلب والدماغ، وترتبط مع الجهاز الدوري. إذ ينخفض تدفق الدم الغني بالأكسجين والغذاء في الشرايين عند وجود ترسبات دهنية أو خثرة دم. ويسمى الأطباء حالة انسداد الشرايين **تصلب الشرايين** atherosclerosis. ومن مؤشرات انسداد الشرايين ارتفاع ضغط الدم ومستوى الكولسترول في الجسم. فعندما ينخفض تدفق الدم أو يُسدَّ مجراه يضخ القلب الدم بصعوبة، وقد تنفجر الأوعية الدموية.

ويؤدي تصلب الشرايين إلى سكتات قلبية أو جلطات. ويحدث هذا عندما لا يصل الدم إلى عضلة القلب، فينتج عنه ضرر يصيب عضلة القلب، وقد يؤدي إلى الموت إذا لم تتم معالجته. وتحدث السكتات الدماغية عندما تتكون الخثرات في الأوعية الدموية التي تزود الدماغ بالأكسجين، مما يؤدي إلى انفجار الأوعية الدموية وحدوث نزيف داخلي، كما في الشكل 9-3. ويمكن أن تموت أجزاء من الدماغ إذا لم يصل الأكسجين إلى خلايا الدماغ.

## التقويم 1-3

### الخلاصة

- تنقل الأوعية الدموية المواد المهمة خلال الجسم.
- يتكون الجزء العلوي من القلب من أذنين، والجزء السفلي من بطينين.
- يضخ القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، كما يضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.
- يتكون الدم من البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.
- يصنّف الدم إلى أربع فصائل هي: O و AB و B و A.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** وضح الوظائف الرئيسية لجهاز الدوران.
2. اعمل مخططاً لمسار الدم في الجسم والقلب.
3. قارن بين تركيب الشرايين والأوردة.
4. احسب معدل عدد خلايا الدم الحمراء لكل 100 خلية دم بيضاء في جسم الإنسان.
5. لخص وظائف مكونات الدم الأربعة.

### التفكير الناقد

6. اسبب ونتيجة ماذا يحدث إذا استقبل منظم النبض إشارات خاطئة من الدماغ؟
7. كون فرضية لماذا تعدّ التمارين الرياضية طريقة للحفاظ على قلب صحي سليم؟
8. **الرياضيات في علم الأحياء** عدّ المرات التي ينبض فيها قلبك خلال 15 ثانية. ما سرعة نبضات قلبك في الدقيقة؟





## 3-2

### الأهداف

- تمييز بين التنفس الداخلي والخارجي.
- توضيح مسار الهواء في الجهاز التنفسي.
- تحدد التغيرات التي تحدث في الجسم خلال عملية التنفس.

### مراجعة المفردات

ATP: جزيء حيوي يزود خلايا الجسم بالطاقة الكيميائية.

### المفردات الجديدة

- الحركات التنفسية
- التنفس الخارجي
- التنفس الداخلي
- القصبه الهوائية
- القصبيات الهوائية
- الرئة
- الحويصلات الهوائية

## الجهاز التنفسي Respiratory System

**الفكرة الرئيسية** وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.

**الربط مع الحياة** تفصل مرشحات الهواء الغبار والمواد الأخرى عن الهواء قبل دخوله محرك السيارة. ويمنع هذا الأمر حدوث مشكلات في المحرك، كما يساعد على التأكد من تدفق الهواء الجيد. ويعمل جهاز التنفس بطريقة مشابهة للتأكد من دخول الهواء النظيف إلى الرئتين.

### أهمية التنفس The Importance of Respiration

تحتاج خلايا الجسم إلى الأكسجين، حيث تستخدم الخلايا الأكسجين والجلوكوز لنتج جزيئات ATP الغنية بالطاقة، التي يحتاج إليها الجسم للقيام بعمليات الأيض (عملياته الحيوية). وتسمى هذه العملية التنفس الخلوي، وهي تطلق طاقة وثنائي أكسيد الكربون وماء.

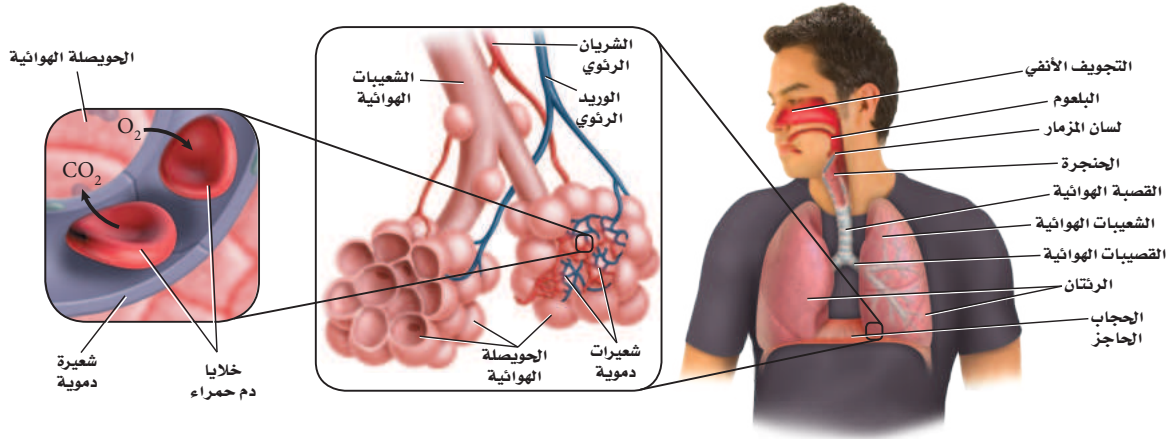
### Breathing and Respiration

### الحركات التنفسية والتنفس

إن وظيفة جهاز التنفس هي استمرار التنفس الخلوي، بتزويد خلايا الجسم بالأكسجين، وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون والفضلات. ويقوم جهاز التنفس بعملياتين، هما **الحركات التنفسية Breathing**، والتنفس Respiration. ففي العملية الأولى يجب أن يدخل الهواء الجسم عن طريق عمليتي الشهيق والزفير، وهما حركتا الهواء الأليتان من الرئتين وإليهما. ويوضح الشكل 10-3 هواء الزفير الخارج من الرئتين. أما في العملية الثانية فيتم تبادل الغازات في الجسم. ففي عملية **التنفس الخارجي external respiration** يتم تبادل الغازات بين هواء الغلاف الجوي والدم في الرئتين. أما في عملية **التنفس الداخلي internal respiration** فيتم تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم.



■ الشكل 10-3 يمكن رؤية هواء الزفير في ليلة باردة.  
استنتج فيم يختلف هواء الشهيق عن هواء الزفير؟

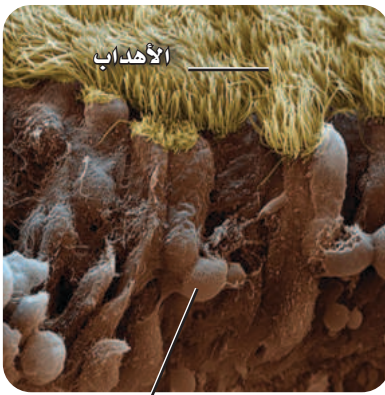


## مسار الهواء The Path of Air

الشكل 11-3 يصل الهواء إلى الرئتين، حيث يتم تبادل الغازات عبر جدار الشعيرات الدموية. **اعمل** مخططاً لتتبع مسار الأكسجين من الغلاف الجوي إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين.

يتكون الجهاز التنفسي من: الأنف، والبلعوم، ولسان المزمار والحنجرة، والقصبة الهوائية، والرئتين، والقصيبات الهوائية، والشعبات الهوائية، والحويصلات الهوائية، والحجاب الحاجز. ويتنقل الهواء من خارج الجسم (البيئة المحيطة) إلى الرئتين، ثم إلى الحويصلات، كما في الشكل 11-3، حيث يدخل من الفم أو الأنف، فتصفى الشعيرات التي في الأنف - الشكل 12-3 - الهواء من الغبار والمواد الكبيرة الحجم. في حين تبطن الأهداب التي تشبه الشعر الممرات الهوائية في الأنف والأنابيب التنفسية كافة، فتلتقط المواد العالقة في الهواء، وتوجهها في اتجاه الحلق؛ حتى لا تدخل إلى الرئتين. كما تدفع الأغشية المخاطية الموجودة تحت الأهداب في الممرات الهوائية الهواء وترطبه، بعد أن تخلصه من المواد العالقة فيه. ويمر الهواء المرشح عبر الجزء العلوي للحلق الذي يسمى البلعوم. ويمنع لسان المزمار - وهو قطعة نسيج تغطي فتحة الحنجرة - جزيئات الطعام من دخول مجرى التنفس، لكنه يسمح للهواء فقط بالمرور من الحنجرة إلى أنبوب طويل في الصدر يُسمى **القصبة الهوائية trachea**. وتتفرع القصبة الهوائية إلى أنبوبين كبيرين يُسمى الواحد منهما **القصبة الهوائية bronchus**، وهي تؤدي إلى **الرئتين lungs**. والرئتان أكبر عضو في الجهاز التنفسي، حيث يتم فيهما تبادل الغازات. وتتفرع كل قصبة هوائية إلى أنابيب أصغر تُسمى الشعبات الهوائية bronchioles. وتستمر هذه الشعبات في التفرع إلى حجرات هوائية أصغر تنتهي بأكياس هوائية تُسمى **الحويصلات الهوائية alveoli**. ويتكون جدار الحويصلات من طبقة واحدة رقيقة من الخلايا، محاطة بشعيرات دموية رقيقة.

2000x

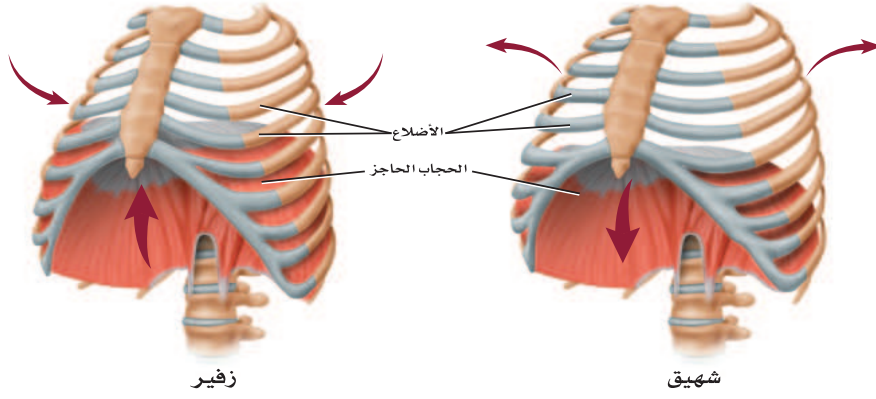


أغشية مخاطية

الشكل 12-3 الأهداب الشبيهة بالشعر تبطن الغشاء المخاطي لتجويف الأنف.

**تبادل الغازات في الرئتين Gas exchange in the lung** يصل الهواء إلى كل حويصلة؛ إذ ينتشر الأكسجين عبر جدران رطبة رقيقة إلى الشعيرات الدموية، ثم إلى خلايا الدم الحمراء، كما في الشكل 11-3. ويتنقل الأكسجين بعد ذلك إلى خلايا أنسجة الجسم في أثناء عملية التنفس الداخلي. كما ينتقل ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس نحو الحويصلات؛ أي من الدم إلى جدران الشعيرات الدموية، ثم ينتشر إلى الحويصلات لكي يعود إلى الجو خلال التنفس الخارجي.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا يكون تبادل الغازات فعالاً في الحويصلات؟



■ الشكل 13-3 تنقبض عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز، ثم تنبسط في أثناء عملية التنفس. **حلل** ما دور ضغط الهواء في عملية التنفس؟

## الحركات التنفسية Breathing

يتحكم الدماغ في معدل التنفس عندما يستجيب إلى منبه داخلي يشير إلى كمية الأكسجين التي يحتاج إليها الجسم. فعندما يرتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم تزداد سرعة التنفس؛ بسبب حاجة الخلايا إلى الأكسجين.

الشهيق هو عملية إدخال الهواء إلى الرئتين. وكما في الشكل 13-3، تنقبض عضلة الحجاب الحاجز في أثناء عملية الشهيق، مما يؤدي إلى اتساع تجويف الصدر، فيسمح للهواء بالدخول إلى الرئتين. أما في عملية الزفير فتنبسط عضلة الحجاب الحاجز، ويعود إلى وضعه الطبيعي، مما يقلل من حجم تجويف الصدر؛ بسبب ارتفاع الحجاب الحاجز إلى أعلى، فيندفع الهواء اندفاعاً طبيعياً بسبب الضغط العالي في الرئتين. تتبع الشكل 14-3؛ لتتعلم كيف يعمل جهازا الدوران والتنفس معاً لتزويد الجسم بالأكسجين الذي يحتاج إليه، وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون.



ما كمية الهواء التي تستوعبها رئتاك؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

تجربة علمية

### تجربة استطلاعية

**مراجعة:** بناءً على ما قرأته حول التنفس، كيف يُمكنك الآن الإجابة عن أسئلة التحليل؟

## تجربة 2-3

### تعرف السبب والنتيجة

- هل تؤثر التمارين الرياضية في عمليات الأيض؟ عمليات الأيض هي جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الجسم. وفي هذه التجربة، سنكتشف كيف يؤثر التمرين الرياضي في جهازا الدوران والتنفس. استنتج كيف يؤثر هذا في عمليات الأيض في الجسم؟

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. سجّل عدد نبضات القلب وعدد مرات الشهيق في الدقيقة لعشرة من زملائك.
3. دع الطلاب أنفسهم يمشوا مدة خمس دقائق في المكان نفسه. وفي نهاية الوقت سجّل عدد نبضات القلب في الدقيقة، وعدد مرات التنفس في الدقيقة لكل طالب.
4. بعد حصول الطلاب على استراحة مدة خمس دقائق، اطلب إليهم المشي السريع في المكان نفسه مدة خمس دقائق، ثم

### التحليل

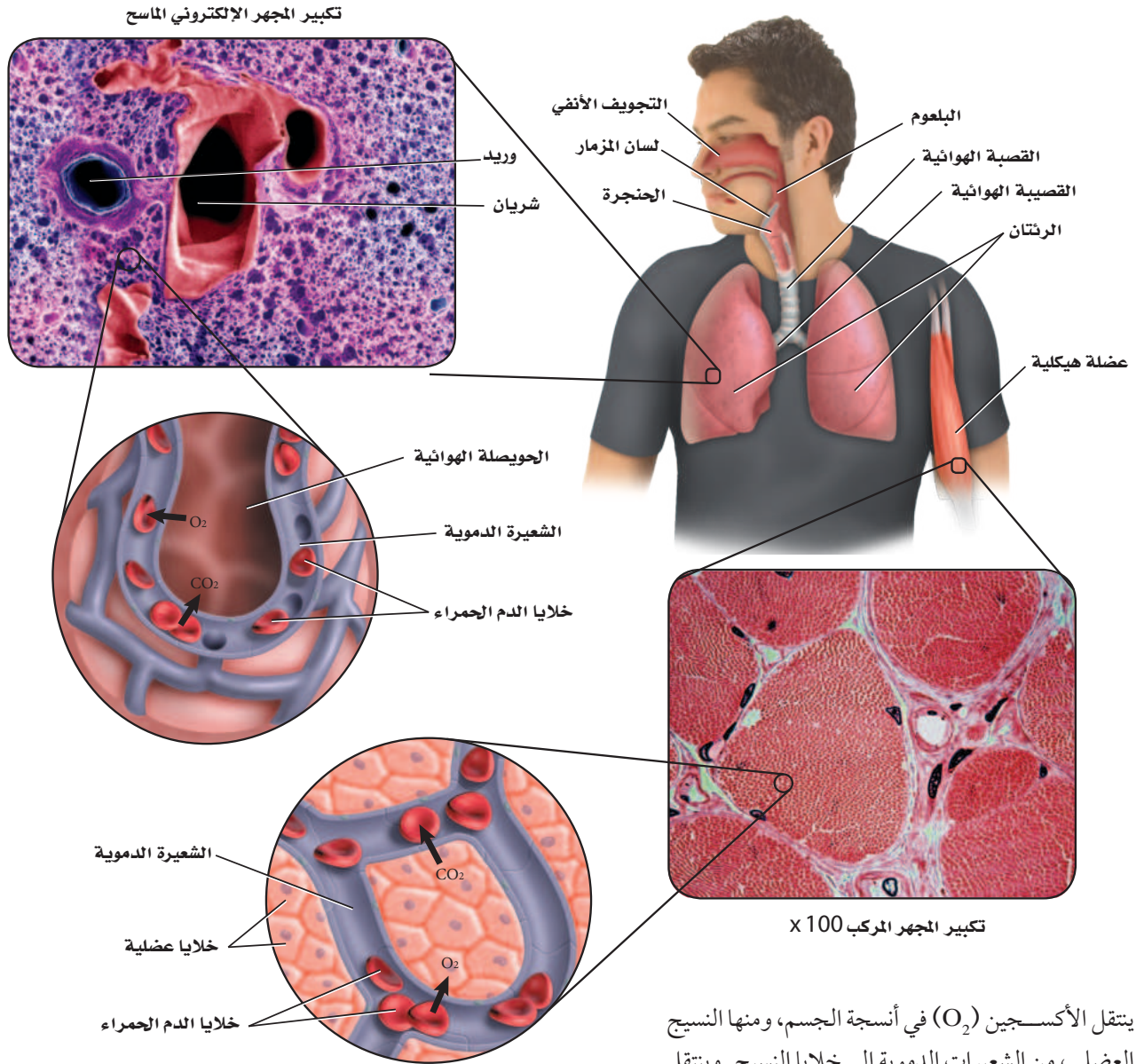
1. فسّر ما العلاقة بين المتغيرين التابعين للتمرين؛ أي معدل ضربات القلب وعدد مرات التنفس؟
2. استنتج هل يؤثر التمرين في عمليات الأيض؟ ولماذا؟
3. كون فرضية لماذا يختلف عدد نبضات القلب ومرات التنفس في الدقيقة لكل طالب عن غيره، على الرغم من أنهما يمارسان التمارين الرياضية نفسها، ويمشيان فترة ممتثلة؟

# Gas Exchange

## تبادل الغازات

ينتقل الأكسجين المستنشَق إلى الشعيرات الدموية في الرئتين، ثم إلى خلايا الجسم. ويخرج غاز  $CO_2$  من الشعيرات الدموية خارج الرئتين عن طريق عملية الزفير.

■ الشكل 14-3 يتم تبادل الغازات في الرئتين، وفي خلايا أنسجة الجسم.



ينتقل الأكسجين ( $O_2$ ) في أنسجة الجسم، ومنها النسيج العضلي، من الشعيرات الدموية إلى خلايا النسيج. وينتقل ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) الناتج عن عملية التنفس الخلوي من الخلايا إلى الشعيرات الدموية، ثم إلى الرئتين.

## إرشادات الدراسة

**اكتب** قائمة بالأضرار الناتجة عن استخدام السجائر الإلكترونية على الجهاز التنفسي؟

### مهن مرتبطة مع علم الأحياء

#### اختصاصي العلاج التنفسي Respiratory Therapy

يقوم الاختصاصي بدور كبير في فحص وتقييم الرئة ووظائفها، والمحافظة على جهاز تنفسي سليم بضمن سلامة أجزائه، والمحافظة على نسبة الأكسجين في الدم، والعناية بالدورة الدموية الرئوية. كما يكون له دور كبير في إعادة تأهيل المرضى المصابين بأمراض مزمنة أو حادة في الجهاز التنفسي.

## Respiratory Disorders

## أمراض الجهاز التنفسي

تسبب بعض الأمراض تهيج الجهاز التنفسي والتهابه وإصابته بالعدوى، كما في الجدول 2-3، مما يؤدي إلى تلف الأنسجة، فتتخفف فاعلية القصيبات والحوصلات الهوائية. وعندما تلتف هذه الأنسجة يصبح التنفس صعباً. كما يسبب التدخين أيضاً تهيجاً مزمناً في الأنسجة التنفسية، ويمنع عمليات الأيض في الخلايا. وأخيراً، يسبب التعرض لمواد في الهواء - ومنها حبوب اللقاح - مشكلات تنفسية ناتجة عن تفاعلات الحساسية لبعض الناس.

الجدول 2-3	أمراض الجهاز التنفسي الشائعة
المرض	الوصف
الربو	تهيج الممرات الهوائية، مما يؤدي إلى انقباض القصيبات الهوائية وتضييقها.
التهاب القصبات	تُصاب الممرات الهوائية التنفسية بالعدوى، فينتج عن ذلك السعال والمخاط.
انتفاخ الرئة	تتحطم الحوصلات الهوائية، فتقل مساحة السطح اللازم لتبادل الغازات مع شعيرات الدم حول الحوصلات.
التهاب الرئة	إصابة الرئتين بالعدوى، مما يسبب تجمع المواد المخاطية في الحوصلات الهوائية.
السل الرئوي	تصيب بكتيريا معينة الرئتين، فتقل مرونة الشعيرات الدموية المحيطة بالحوصلات، مما يؤثر في فاعلية تبادل الغازات بين الهواء والدم.
سرطان الرئة	نمو في أنسجة الرئة بصورة غير منضبطة، يؤدي إلى سعال مستمر، وضيق التنفس، والتهاب القصبات والرئة، وقد يؤدي إلى الموت.

## التقويم 2-3

### الخلاصة

- الحوصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهاز التنفس والدوران.
  - تبدأ ممرات الهواء من الفم أو الأنف، وتنتهي عند الحوصلات الهوائية داخل الرئتين.
  - الشهيق والزفير عمليتان تؤديان إلى إدخال الهواء وإخراجه.
  - يعمل جهاز التنفس والدوران معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.
  - قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث التنفس.
- فهم الأفكار الرئيسية**
1. **الفكرة الرئيسية** حدد الوظيفة الرئيسية للجهاز التنفسي.
  2. **ميز** بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي.
  3. **تتبع** مسار الهواء ابتداءً من الأنف، حتى وصوله إلى الدم.
  4. **صف** آلية حدوث الشهيق والزفير.
  5. **استنتج** كيف يعوض الجهاز التنفسي أي خلل يصيب جهاز الدوران؟
  6. **صف** ثلاثة أمراض تصيب الجهاز التنفسي.

### التفكير الناقد

7. **كوّن** فرضية حول فائدة تسخين الهواء وترطبيه قبل أن يصل إلى الحوصلات.

### 8. الرياضيات في علم الأحياء

مساحة سطح الحوصلات الكلية في الرئتين حوالي  $70 \text{ m}^2$ . فإذا كانت الرئة الواحدة تحتوي 300 مليون حويصلة هوائية تقريباً فما مساحة سطح الحويصلة الهوائية الواحدة بوحدة  $\text{cm}^2$ ؟



# 3-3

## الأهداف

- تلخص وظيفة الكلية في الجسم.
- تتبع خطوات تكوين البول والتخلص منه.
- تميز بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية.

## مراجعة المفردات

- الرقم الهيدروجيني pH: مقياس درجة حموضة أو قاعدية أي محلول.

## المفردات الجديدة

- الكلية
- اليوريا (البولينا)

## الجهاز الإخراجي Excretory System

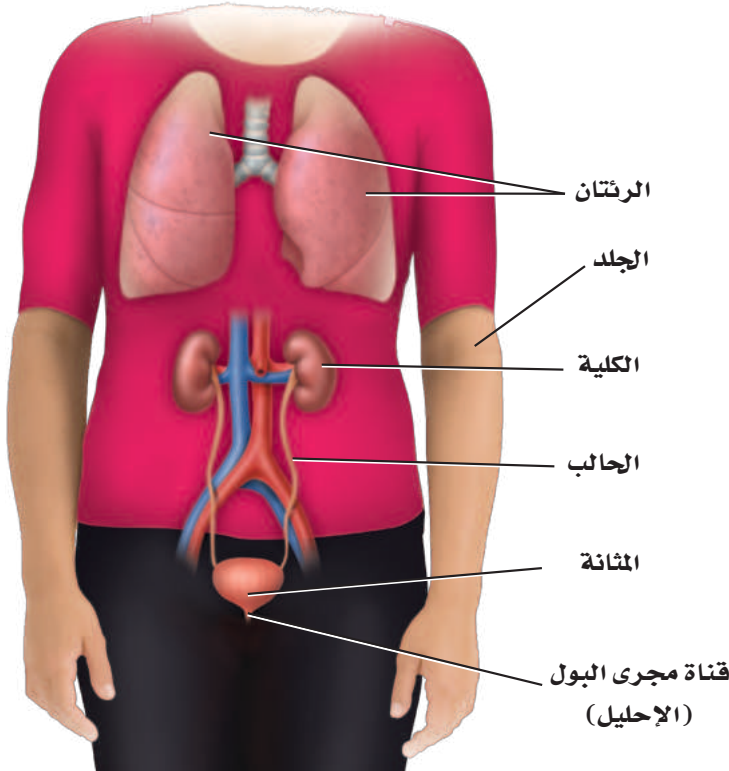
**الفكرة الرئيسية** تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.

**الربط مع الحياة** افترض أنك نظفت غرفة نومك. فبدأت بنقل جميع الأشياء الصغيرة إلى الممرات، ثم أعدت الأشياء التي تريد الاحتفاظ بها إلى الغرفة، وتركت سائر الأشياء في الممرات؛ لتتخلص منها فيما بعد. إن ما قمت به مشابه تمامًا لما تقوم به الكلية من ترشيح المواد في الدم.

## أجزاء الجهاز الإخراجي Parts of the Excretory System

يُجمَعُ الجسم الفضلات - ومنها السموم وثنائي أكسيد الكربون - الناتجة عن عمليات الأيض، ويقوم جهاز الإخراج بتخليصه منها. بالإضافة إلى ذلك، فهو ينظم كمية السوائل والأملاح في الجسم، ويحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم. وتساعد جميع هذه الوظائف على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

يتكون الجهاز الإخراجي من الرئتين، والجلد والكليتين، الشكل 15-3، فتُخرج الرئتان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، كما يُخرج الجلد الأملاح والماء مع العرق. ومع ذلك تظل الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.



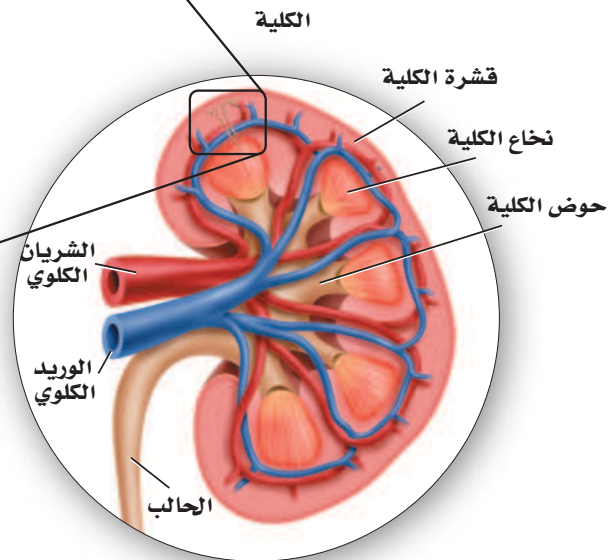
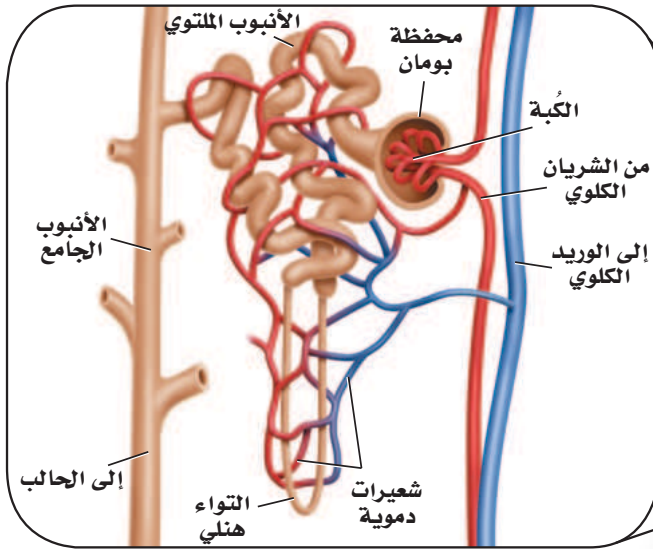
- الشكل 15-3 تتضمن أعضاء الإخراج الرئتين والجلد والكليتين.

## الكليتان The Kidneys

**الكليّة** kidney - كما في الشكل 16 - 3 - تشبه حبة الفاصولياء في شكلها، وتقوم بترشيح الفضلات والماء والأملاح من الدم. وتنقسم الكليّة إلى منطقتين مختلفتين: طبقة خارجية تعرف بالقشرة، وأخرى داخلية تعرف بالنخاع. وتحتوي كلتا الطبقتين أنابيب مجهرية وأوعية دموية. وهناك منطقة وسط الكليّة تُسمى حوض الكليّة، حيث توجد أجهزة الترشيح (تقع بين طبقتي القشرة والنخاع)، وتصبّ الأنابيب الجامعة للبول في حوض الكليّة. انظر الشكل 16 - 3، وأنت تقرأ ما يتعلق بوظيفة الكليتين.

**الترشيح في الوحدة الكلوية Nephron filtration** تحتوي كل كلية على حوالي مليون وحدة ترشيح، تُسمى وحدات كلوية (نفرونات). ينقل الشريان الكلوي الغذاء والفضلات إلى الكليّة، ثم يتفرع إلى أوعية دموية أصغر فأصغر، إلى أن يصل إلى شبكة من الشعيرات الدموية الصغيرة في الكبة في محفظة بومان. ويكون جدار هذه الشعيرات رقيقاً جداً، والدم تحت تأثير ضغط كبير. ونتيجة لذلك يندفع الماء والمواد الذائبة فيه - ومنها الفضلات النيتروجينية التي تسمى **يوريا (بولينا) urea** خلال جدار الشعيرات الدموية إلى محفظة بومان. وتبقى الجسيمات الأكبر حجماً - ومنها البروتينات وخلايا الدم الحمراء - في الدم.

الوحدة الكلوية (النفرون)



■ الشكل 16 - 3 الوحدات الكلوية هي الوحدات الوظيفية في الكليّة. تتبع لخص مسار البول حتى إخرجه من الجسم.



**إعادة الامتصاص وتكوين البول Reabsorption and urine formation** يندفع السائل الراشح الذي تجتمع في محفظة بومان من خلال الأنابيب الكلوية المكونة من أنابيب ملتوية إلى التواء هنلي، ثم إلى الأنبوب الجامع، المبين في الشكل 16-3، فيعاد امتصاص الكثير من الماء المفقود والمواد المفيدة - ومنها الجلوكوز والأملاح المعدنية - إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب الكلوية. وتسمى هذه العملية إعادة الامتصاص. وتتم السوائل الزائدة والسموم من الشعيرات الدموية إلى الأنبوب الجامع، وهذه المواد والفضلات تسمى البول، الذي يخرج من الكلية عبر قناة الحالب، كما في الشكل 16-3، ويخزن بعد ذلك في المثانة، ليخرج بعد ذلك من الجسم عبر قناة مجرى البول.

وتُرشح كل كلية نحو 180 L من الدم يوميًا عند الشخص البالغ، لكنها تنتج 1.5 L فقط من البول. وتحتاج عملية الترشيح وإعادة الامتصاص من الدم إلى قدر كبير من الطاقة؛ فعلى الرغم من أن الكليتين تشكّان 1% من وزن الجسم، إلا أنهما تستخدمان 20% - 25% من الأكسجين الذي يحصل عليه الجسم لسد احتياجاتها من الطاقة.

**الربط الكيمياء** تساعد الكلية على الحفاظ على الرقم الهيدروجيني في الدم، وتنظيمه عن طريق حفظ توازن الحمض والقاعدة. تذكر أن انخفاض درجة الحموضة ينتج عن زيادة أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ). وعندما تنخفض درجة الحموضة في الجسم ترفع الكلية مقدار درجة الحموضة في الجسم عن طريق إفراز أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) والأمونيا في الأنابيب الكلوية. وتستطيع الكلية خفض مستوى درجة الحموضة عن طريق إعادة امتصاص المحاليل المنظمة، ومنها البيكربونات وأيونات الصوديوم  $Na^+$ . ولأن العمليات الحيوية تتطلب أن يكون الرقم الهيدروجيني بين 6.5 إلى 7.5 فإن الكلية تحافظ على الاتزان الداخلي عن طريق المحافظة على الرقم الهيدروجيني عند هذا المستوى.

## مختبر تحليل البيانات 3-1

### بناءً على بيانات حقيقية

### تفسير البيانات

### البيانات والملاحظات

يبين الجدول الآتي البيانات التي جمعت في الطقس العادي الطبيعي، والطقس الحار، وعند القيام بتمرين رياضي مجهود:

المعدل اليومي لفقدان الماء في الإنسان (mL)			
المصدر	درجة الحرارة العادية	درجة الحرارة العالية	تمرين مجهود
الكليتان	1500	1400	750
الجلد	450	1800	5000
المرقتان	450	350	650

كيف تؤثر الظروف القاسية في معدل فقدان الجسم اليومي للماء؟ يحصل الجسم على الماء عن طريق امتصاصه من خلال القناة الهضمية. ويفقد الجسم الماء بالدرجة الأولى عن طريق إفراز البول والعرق، وبخار الماء من الرئتين.

### التفكير الناقد

- حدد ما المصدر الرئيس لفقدان الماء في الطقس العادي الطبيعي؟
- كوّن فرضية لماذا يتم فقدان الماء عن طريق العرق أكثر من البول عند بذل جهد كبير في أثناء تأدية التمارين الرياضية؟
- احسب ما نسبة فقدان الماء في الحالات الثلاث؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Beers, M.2003. The Merck Manual of Medical Information, Second Edition West Point, PA: Merck and Co.Inc



## أمراض الكلية Kidney Disorders

أحيانًا لا تقدر الكلية على القيام بوظائفها، أو يصيبها فشل بسبب الأمراض والاختلال في وظائفها. وعندما تضعف وظيفة الكلية لا يستطيع الجسم التخلص من الفضلات، فيحدث خلل في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

**التهاب الكلية Infections** من مظاهر التهاب الكلى الحمى والقشعريرة وآلام أسفل الظهر أو منتصفه. وتبدأ إصابة الكلية عادة بإصابة المثانة بالتهابات، ثم تنتقل هذه الالتهابات إلى الكلية. كما يسبب انسداد الكلية إصابتها بالتهابات. وإذا لم تعالج الإصابة تحدث ندوب في الكلية، وربما تعطل وظيفتها. وتتم معالجة الالتهابات الناتجة عن العدوى بالبكتيريا باستعمال المضادات الحيوية الفعالة.

**التهاب الوحدة الكلوية Nephritis** من مشكلات الكلى التهاب الوحدات الكلوية، وغالبًا ما يحدث نتيجة التهاب وانتفاخ مؤلم في أحد الكبيبات، كما في الجدول 3-3. ويحدث هذا الأمر لعدة أسباب، منها استقرار مواد كبيرة الحجم تنساب مع الدم في الكبة. ومن أعراض هذه الحالة وجود الدم والبروتين في البول، وانتفاخ أنسجة الجسم. فإذا لم يتحسن الوضع احتاج المريض إلى نوع معين من الغذاء أو الحماية، وبعض العقاقير لمعالجة الإصابة.

**حصى الكلى Kidney stones** تُعد حصى الكلى أحد اضطرابات الكلى، كما في الجدول 3-3، والشكل 17-3. وحصى الكلية مادة بلورية صلبة، ومنها مركبات الكالسيوم التي تتكون في الكلية. وتستطيع هذه الحصى الصغيرة أن تخرج من الجسم مع البول إلا أن ذلك مؤلم جدًا. ويمكن تحطيم الحصى الكبيرة بالموجات فوق الصوتية لتمر بعدها إلى خارج الجسم، كما تحتاج بعض الحالات أحيانًا إلى الجراحة لإزالتها.

وتُحدث بعض الأمراض التي يعاني منها الجسم ضررًا للكلى. فالسكري وضغط الدم العالي من أهم أسباب الفشل الكلوي وانخفاض مستوى أداء الكليتين. كما يسبب الاستعمال الخاطئ لبعض العقاقير أضرارًا بالغة للكليتين.



■ الشكل 17-3 تتكون حصى الكلية عندما تصبغ المعادن - ومنها الكالسيوم - كتلاً صلبة.

### المفردات

#### مفردات أكاديمية

**Inhibit**: يقيّد أو يمنع عمل أو وظيفة ما.  
تركيز البروتين في الدم يثبط العضو عن إنتاج كمية أكبر من البروتين نفسه.

الوصف	الجدول 3-3	أمراض الجهاز الإخراجي الشائعة
اضطرابات الإخراج		
التهاب الوحدة الكلوية		يؤدي التهاب الكبيبات إلى التهاب الكلية كلها، لذا تفشل في أداء وظيفتها إذا لم تعالج.
حصى الكلى		تمرّ الترسبات الصلبة التي تتكون في الكلية عن طريق البول إلى خارج الجسم، أما الحصى الكبيرة في الكلى فتسد مجرى البول أو تهيج القناة البولية، مما يسبب العدوى.
انسداد القناة البولية		تسبب التشوهات الخلقية عند الولادة انسداد مجرى البول. وإذا لم يتم معالجة هذه الحالة يحدث ضرر دائم في الكلى.
مرض الكلى العديد التكيس		هذه حالة وراثية تتميز بنمو أكياس كثيرة مليئة بالسائل في الكلى. ويقلل هذا الاعتلال من وظيفة الكلية، وربما يقود إلى الفشل الكلوي.
سرطان الكلية		نمو غير منضبط، يبدأ بالخلايا المبطنّة للأنايب داخل الكلية، ويتج عنه خروج الدم إلى البول، ووجود كتل في الكلى، أو ربما تتأثر أعضاء أخرى في الجسم نتيجة انتشار السرطان السريع، مما قد يؤدي إلى الموت.

## معالجة الكلية Kidney Treatments

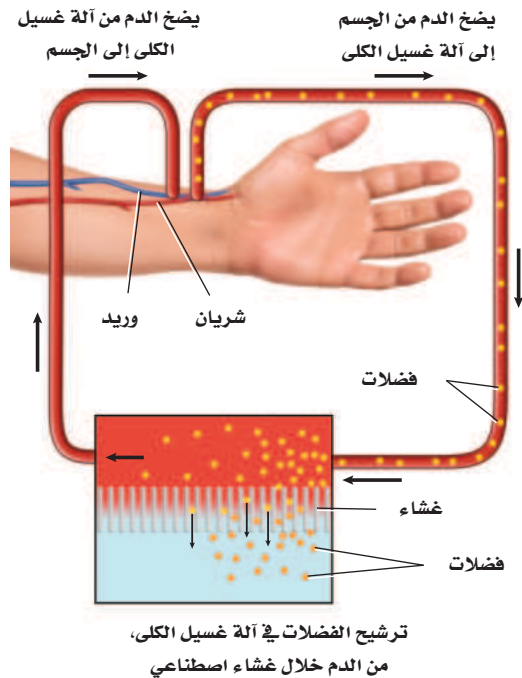
قد تفقد الكلية نسبة كبيرة من وظيفتها قبل أن يصبح الفشل الكلوي ظاهرًا. وإذا لم تعالج الكلية فإن تراكم الفضلات في الجسم يؤدي إلى التشنجات وفقدان الوعي أو الموت. وهناك طريقتان لعلاج الفشل الكلوي التام، وانخفاض مستوى أداء الكلية.

**غسيل الكلى Dialysis** غسيل الكلية طريقة يتم فيها ترشيح الفضلات والسموم من دم المريض عن طريق كلية آلية اصطناعية. وهناك نوعان مختلفان من غسيل الكلى، أحدهما موضح في الشكل 18-3، حيث يمر الدم مؤقتًا عبر آلة ترشيح خارج الجسم لتخليصه من الفضلات. وتحتاج هذه العملية من 3 إلى 4 ساعات، على أن تتكرر ثلاث مرات أسبوعيًا. أما النوع الثاني فيكون داخل الجسم، حيث يعمل الغشاء الداخلي المبطن للبطن (الغشاء الصفاقي) عمل كلية صناعية، فيملاً تجويف البطن بسائل خاص من خلال أنبوب صغير ملتصق بالبطن، ثم يصرف السائل المحتوي على الفضلات من دم المريض. ويجب إجراء هذه العملية يوميًا مدة 30 - 40 دقيقة.

**زرع الكلية Kidney Transplant** زرع الكلية عملية جراحية يتم فيها نقل كلية سليمة من شخص إلى جسم المريض. وقد أثبتت زراعة الكلية نجاحات متزايدة في الأعوام الأخيرة. وعلى الرغم من ذلك فهناك نقص كبير في أعداد المتبرعين بالكلية. إذ يتجاوز عدد المرضى على قائمة الانتظار لزرع الكلية عدد الكلية المتوفرة للزراعة كثيرًا.

ومن المضاعفات الرئيسة للزراعة رفض الجسم المتوقع للعضو. وتتم معالجة رفض الجسم للكلية المزروعة عن طريق العقاقير - ومنها الستيرويدات والسايكولوجوسبورين - التي يتناولها المريض؛ لكيلا يرفض جسمه الكلية المزروعة. ويحتاج الكثير ممن تزرع لهم الكلية إلى علاج ارتفاع ضغط الدم ومنع حدوث العدوى.

■ الشكل 18-3 يستخدم جهاز غسيل الكلى لترشيح الفضلات والمواد السامة من دم المريض.



**الربط مع رؤية 2030** الصحة

صدرت فتوى هيئة كبار العلماء من رئاسة إدارات البحوث العلمية والإفتاء والدعوة والإرشاد في عام 1402هـ بجواز تبرع الإنسان الحي بنقل عضو منه أو جزء من عضو إلى مسلم مضطر إلى ذلك؛ وذلك للحفاظ على حياته، قال الله تعالى: **... وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا... ﴿٣٣﴾** المائدة. وقال رسول الله ﷺ: **«تَرَى الْمُؤْمِنِينَ فِي تَرَاحُمِهِمْ وَتَوَادُّهِمْ وَتَعَاطِفِهِمْ كَمَثَلِ الْجَسَدِ إِذَا اشْتَكَى مِنْهُ عُضْوٌ تَدَاعَى لَهُ سَائِرُ جَسَدِهِ بِالسَّهْرِ وَالْحَمَى»**. متفق عليه. ولقد أنشأت وزارة الصحة عام 1404هـ المركز الوطني للكلية، الذي تغير اسمه في عام 1413هـ إلى المركز السعودي لزراعة الأعضاء؛ لتتوسع بذلك نشاطاته في مختلف مجالات زراعة الأعضاء.



لمزيد من المعلومات أرجع إلى الموقع الإلكتروني للمركز السعودي لزراعة الأعضاء



## التقويم 3-3

### الخلاصة

- الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.
- الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلية.
- يعاد امتصاص الماء والمواد المهمة إلى الدم بعد الترشيح.
- تنتج الكلية فضلات تسمى البول.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** فسّر كيف تساعد الكلية على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم؟
2. عرف الوحدة الكلوية والبولينا.
3. ارسم مخططاً يبين التخلص من الفضلات، ابتداءً من محفظة بومان حتى قناة مجرى البول.
4. قارن بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الوحدة الكلوية.
5. حدّد ثلاثة أنواع من اعتلالات الكلية.

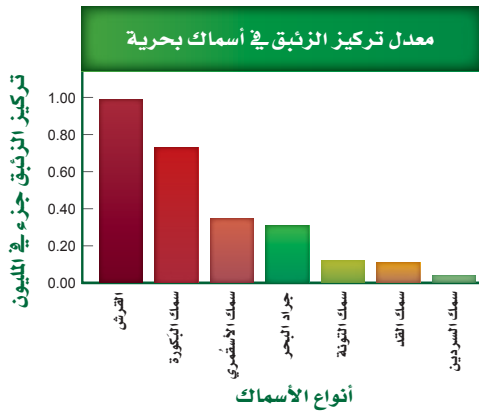
### التفكير الناقد

6. كوّن فرضية لماذا يسبب الفشل الكلوي الموت؟
7. **الكتابة في علم الأحياء** ابحث عن أثر تناول نظام غذائي غني بالبروتين في الجهاز الإخراجي. لخص نتائج بحثك لأفراد المجتمع المحلي.
8. **الرياضيات في علم الأحياء** احسب معدل كمية البول التي ينتجها الجسم في الأسبوع.

# إثراء علمي

## علم الأحياء والمجتمع

**الزئبق وتأثيره** يعدّ السمك والمحار غذاءً مهمًا وطعامًا صحيًا؛ لأنه يحتوي على بروتينات صحية ومواد غذائية أخرى. ولكن السمك والمحار يحتويان على الزئبق، كما في الجدول الآتي. لماذا تعتقد أن سمك القرش يحتوي على أعلى تركيز للزئبق؟



وعلى الرغم من أن السمك يزود الجسم بالبروتين الجيد والفيتامينات والمعادن، فقد أوصت إدارة الغذاء والدواء بأنه يجب أن يكون تركيز ميثيل الزئبق في المأكولات البحرية في أثناء فترة الحمل والرضاعة أقل من المعدل. ويجب ألا تتناول الحامل الأنواع التي تحتوي على مستوى عالٍ من ميثيل الزئبق أكثر من مرتين في الأسبوع. وتستطيع النساء تناول 340 g من الروبيان أو سمك التونا المعلب، أو السلمون أسبوعيًا. ويحتوي سمك البكورة زئبقًا أكثر من التونا الخفيفة المعلبة، لذا يجب ألا تأكل النساء أكثر من 170 g أسبوعيًا منه. ويجب أن يتبع ذلك مع الصغار، فيأكلوا كميات أقل من السمك.

### الكتابة في علم الأحياء

**خدمة المجتمع** ابحث مع طلاب الصف عن برامج محلية للتخلص من المواد الخطرة، ومنها مقياس الحرارة والبطاريات. وتعاون معهم في عمل كتيب عن هذه البرامج.

## الزئبق والبيئة

في عام 1950م أُصيب الكثير من المقيمين في المنطقة المحيطة بخليج ميرانا في جنوب غرب اليابان بمرضٍ يسبب تلفًا في الدماغ، وتشوهات في الولادة، وقد يؤدي إلى الموت أحيانًا. وقد وجد العلماء أن سبب ذلك هو إلقاء المصانع للزئبق في ماء الخليج. وقد مرض الكثير ممن أكلوا السمك الملوث بالزئبق.

**مصادر الزئبق** الزئبق معدن سائل عند درجة حرارة الغرفة. ويكوّن الزئبق مركبات شديدة السمية للإنسان، ويعد جزءًا من البيئة منذ مدة طويلة. وتطلق البراكين وتجوية الصخور عادة الزئبق في البيئة، حيث يستخدم في الكثير من عمليات التصنيع.

ويتسرب الزئبق إلى التربة وشبكة أنابيب الماء عن طريق إلقاء المواد والأشياء التي تحتوي عليه في مكابّ النفايات وحرقتها، ومنها الفحم الصناعي والنفايات الصناعية. وينطلق الزئبق في الهواء، حيث ينفث المصنع المدار بطاقة الفحم أكثر من 50,000 kg زئبق في الهواء كل عام، إذا استعمل فحمًا يحتوي على الزئبق.

**الزئبق في السلسلة الغذائية** تُعد السلسلة الغذائية المصدر الرئيس لتعرض الإنسان للزئبق، الذي يتسرب إليها عندما تغسل الأمطار الهواء الملوث بالزئبق، وعندما تختلط التربة وفتات الصخور بالمياه السطحية، فالبكتيريا الموجودة في الماء تحوّل الزئبق إلى مركب عضوي يسمى ميثيل الزئبق، ينتقل إلى الجسم ويصل الأنسجة والأعضاء بسهولة، وعندما يصل إلى الكلى يصعب التخلص منه. ونتيجة لذلك يتراكم ميثيل الزئبق في أنسجة السمك والحيوانات البحرية الأخرى. ويصبح هذا التراكم أكبر في المخلوقات التي تعيش مدة أطول، أو التي توجد في قمة السلسلة الغذائية.

# مختبر الأحياء

## إنترنت: عمل اختيارات صحية إيجابية



### حلل ثم استنتج

1. صف الجمهور المستهدف؟ وكيف تم تطوير المعلومات المتضمنة لتناسب هؤلاء الحضور؟
2. لخص النقاط المهمة في عرضك.
3. وضح كيف تؤثر الخيارات الصحية السليمة التي وصفتها في أجهزة جسمك؟
4. قوم هل تعتقد أن عرضك سيؤثر في خيارات زملائك الصحية؟ وضح إجابتك.
5. انقد العرض كيف يمكن أن تزيد من فاعلية عرضك؟

### مشاركة المجتمع

أبدع اختر واحداً أو أكثر من أنماط السلوك الصحية السليمة في عرضك، وصمم دراسة مسحية لجمع معلومات عن الخيارات التي يقوم بها زملائك والمتعلقة بأنماط السلوك الصحية السليمة.

**الخلفية النظرية:** تؤثر كل من الوراثة وأنماط الحياة في الصحة عمومًا. ويتضمن الحصول على الصحة السليمة القيام باختيارات صحيحة تتعلق بالتمارين والتغذية والأدوية وإدارة الضغوط والتدخين. ولأن أجهزة جسم الإنسان تؤدي وظائفها معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم، فإن أي تغيير في أحد الأجهزة سيؤثر في الصحة عمومًا. في هذا المختبر سوف تصمم عرضًا تركز فيه على أثر الاختيارات الصحية في وظائف أجهزة الجسم.

**سؤال:** كيف يؤثر اختيارك لأنماط الحياة الصحية في وظيفة كل من جهاز الدوران والجهاز التنفسي وأجهزة الإخراج في الجسم؟

### المواد والأدوات

اختر المواد والأدوات المناسبة لتصميم العرض الذي تختاره من مكتبة المدرسة أو الصف.

### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. طور خطوطاً عريضة للمعلومات التي ترغب تضمينها في عرضك، ومنها تأثير طريقة بعض الخيارات الصحية في أجهزة التنفس والدوران والإخراج.
3. استعمل مصادر وبيانات كنت قد جمعتها في هذا المختبر لتحديد أثر خيارتك الصحية في جسمك.
4. اختر وسائط العرض المتعددة التي تشمل الفيديو والملصقات والكتيبات... إلخ.
5. شارك زملاءك في عرضك؛ حتى يتمكن الآخرون من الاستفادة مما تعلموه.
6. استعمل معلومات التقويم التي زودك بها معلمك لتقويم أثر العرض.

**المطويات** استخلص النتائج. حدد فصيلة الدم التي تتّصف بأنها مستقبل عام. فسّر إجابتك.

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة منها الأوكسجين، وتخليصها من الفضلات ومنها ثاني أكسيد الكربون.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تنقل الأوعية الدموية المواد المهمة خلال الجسم.</li> <li>• يتكون الجزء العلوي من القلب من أذنين، والجزء السفلي من بطنين.</li> <li>• يضخ القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، كما يضخ الدم المؤكسج إلى سائر الجسم.</li> <li>• يتكون الدم من: البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.</li> <li>• يُصنّف الدم إلى أربع فصائل هي: O و AB و B و A.</li> </ul>	<p><b>3-1 جهاز الدوران</b></p> <p>الشريان الشعيرة الدموية الوريد الصمام القلب منظم النبض البلازما (سائل الدم) خلية الدم الحمراء الصفائح الدموية خلية الدم البيضاء تصلب الشرايين</p>
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> وظيفة جهاز التنفس تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الهواء الجوي الداخل للرئتين والدم من ناحية، وبين الدم وخلايا الجسم من ناحية أخرى.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• الحويصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهازي التنفس والدوران.</li> <li>• تبدأ ممرات الهواء من الفم أو الأنف وتنتهي عند الحويصلات الهوائية داخل الرئتين.</li> <li>• الشهيق والزفير عمليتان تؤديان إلى إدخال الهواء وإخراجه.</li> <li>• يعمل جهازا التنفس والدوران معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.</li> <li>• قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث عملية التنفس.</li> </ul>	<p><b>3-2 الجهاز التنفسي</b></p> <p>الحركات التنفسية التنفس الخارجي التنفس الداخلي القنطرة الهوائية القصبية الهوائية الرئة الحويصلات الهوائية</p>
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> تحافظ الكلى على الاتزان الداخلي عندما تخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد، وتحافظ على الرقم الهيدروجيني للدم.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم.</li> <li>• الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلى.</li> <li>• يُعاد امتصاص الماء والمواد المهمة إلى الدم بعد الترشيح.</li> <li>• تنتج الكلى فضلات تسمى البول.</li> </ul>	<p><b>3-3 الجهاز الإخراجي</b></p> <p>الكلى اليوريا (البولينا)</p>

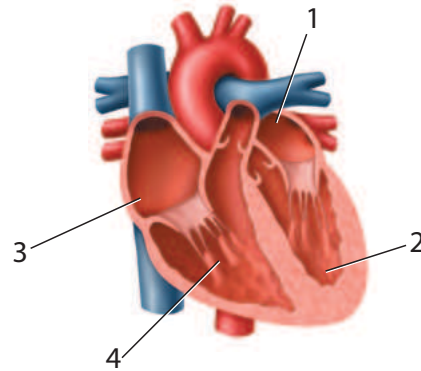
### 3-1

#### مراجعة المفردات

- اربط بين كل تعريف من الآتي والمصطلح الملائم الموجود في صفحة دليل مراجعة الفصل:
1. الوعاء الدموي الذي يحمل الدم المؤكسج بعيداً عن القلب.
  2. يتعلق بوقف نزف الوعاء الدموي.
  3. يحفز القلب على الانقباض.

#### تثبيت المفاهيم الرئيسية

4. من أين يخرج الدم بعد أن يغادر القلب؟
  - a. الأبهـر (الأورطي).
  - b. الشعيرات الدموية.
  - c. الرئتين.
  - d. الوريد الرئوي.



- استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5، 6.
5. ما الرقم الذي يمثل البطين الأيمن؟
    - a. 1
    - b. 2
    - c. 3
    - d. 4
  6. أي أجزاء القلب يدخل إليه الدم المؤكسج؟
    - a. 1
    - b. 2
    - c. 3
    - d. 4

7. إذا أصيب شخص فصيلة دمه A في أثناء حادث سير، فتطلب الأمر نقل دم إليه، فما نوع فصيلة الدم التي يمكن أن تنقل إليه؟
  - a. فصيلة A فقط.
  - b. فصيلة A أو O.
  - c. فصيلة AB فقط.
  - d. فصيلة O فقط.

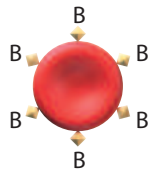
8. أين توجد الصمامات التي تعمل في اتجاه واحد في جهاز الدوران؟

- a. الشرايين.
  - b. الشعيرات الدموية.
  - c. الأوردة.
  - d. خلايا الدم البيضاء.
9. إذا قُطع وعاء دموي صغير في يدك فما الذي يؤدي دور المدافع النشط ضد المرض الذي قد يحدث؟

- a. البلازما.
- b. الصفائح الدموية.
- c. خلايا الدم الحمراء.
- d. خلايا الدم البيضاء.

#### أسئلة بنائية

10. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كل من الأذين والبطين.
11. استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 11.



11. إجابة قصيرة. ما نوع الدم الذي يمكن أن ينقل إلى شخص يحمل فصيلة الدم المبيّنة في المخطط أعلاه؟ فسر إجابتك.



18. ما الجزء الذي يتحرك إلى أسفل عندما تنقبض العضلات؟  
 a. القصبة الهوائية. b. الحجاب الحاجز.  
 c. البلعوم. d. الأضلاع.
19. ما العملية التي تتم داخل خلايا الأنسجة في الساقين؟  
 a. الترشيح. b. التنفس الخارجي.  
 c. الحركات التنفسية. d. التنفس الداخلي.
20. ما العملية التي تؤدي إلى رفع الحجاب الحاجز إلى أعلى؟  
 a. التنفس الخلوي. b. الزفير.  
 c. الشهيق. d. التنفس الداخلي.
21. ما الغاز الذي تحتاج إليه جميع الخلايا؟  
 a. الكبريت. b. الهيدروجين.  
 c. ثاني أكسيد الكربون. d. الأوكسجين.

## التفكير الناقد

12. كَوْنُ فرضية تتعلق بفوائد احتواء القلب على مضختين بدلاً من واحدة داخل العضو نفسه.
13. استنتج. ما فصيلة الدم (AB وB وA وO) الأكثر أهمية في الحالات الطبية الطارئة؟ لماذا؟

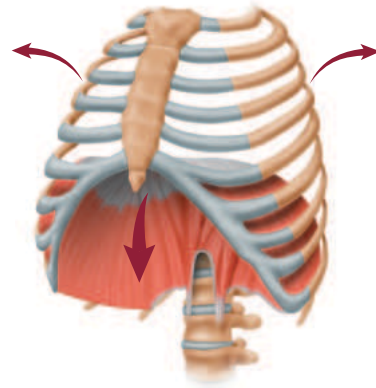
## 3-2

## مراجعة المفردات

- استخدم المفردات من دليل مراجعة الفصل لتجيب عن الأسئلة الآتية:
14. أي تركيب يحدث فيه التنفس الخارجي؟
15. ما المصطلح الذي يعبر عن تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم؟
16. أي أجزاء الممرات الهوائية يتفرع من القصبة الهوائية؟

## تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 17 و 18.



17. ما العملية المبيّنة في الشكل أعلاه؟  
 a. الشهيق. b. الزفير.  
 c. التنفس الخلوي. d. الترشيح.



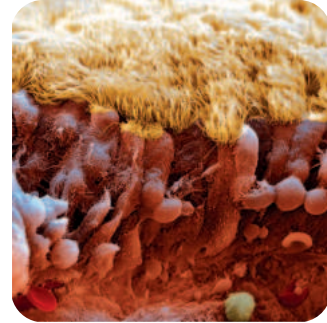
22. ما عدد مرات التنفس تقريباً التي يقوم بها الشخص في اليوم الواحد إذا تنفس 12 مرة في الدقيقة؟

- a. 1000  
b. 10,000  
c. 17,000  
d. 1,000,000

### أسئلة بنائية

23. إجابة قصيرة. ميّز بين الربو والتهاب القصبات وانتفاخ الرئة.

استعمل الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 24.



24. إجابة قصيرة. صف وظيفة التركيب الموجود في الصورة أعلاه، وبيّن أين يوجد ذلك التركيب؟

### التفكير الناقد

25. كوّن فرضية حول فائدة التنفس العميق خلال التمرين الرياضي مقارنة بشخص آخر يقوم بالتمرين نفسه، إلا أنه يتنفس بمعدل طبيعي.

### 3-3

### مراجعة المفردات

راجع المصطلحات الموجودة في دليل مراجعة الفصل، واستعن بها في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

26. أين توجد الوحدات الكلوية (النفرونات)؟

27. ما الفضلات الموجودة في البول؟

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

28. يوجد التواء هنلي في:

- a. الأنابيب الكلوية. b. الكبة.  
c. محفظة بومان. d. مجرى البول.

29. أي وظائف الكلية الآتية تحفظ الماء في الجسم؟

- a. الامتصاص. b. الترشيح.  
c. إعادة الامتصاص. d. التهوية.

30. ما العملية التي تعيد السكر إلى الدم؟

- a. الإخراج. b. الترشيح.  
c. إعادة الامتصاص. d. الزفير.



استعمل البيانات في الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة -33  
31.

### أسئلة بنائية

34. إجابة قصيرة. كم لترًا من الدم ينساب عبر الكلى في الساعة؟
35. إجابة قصيرة. فسّر الاختلاف بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية.
36. نهاية مفتوحة. استنتج لماذا تحتاج الكلى إلى الطاقة كثيرًا لأداء عملها؟

إعادة امتصاص بعض المواد في الكلى			
المواد الكيميائية	الكمية الراشحة عن طريق الكلية (g / يوم)	الكمية التي أخرجت عن طريق الكلية / يوم	نسبة المادة الكيميائية الراشحة التي أعيد امتصاصها / يوم
الجلوكوز	180	0	100
اليوريا	46.8	23.4	50
البروتين	1.8	1.8	0

31. بناءً على الكميات الواردة في الجدول أعلاه، ما كمية اليوريا التي تم امتصاصها عن طريق الكلية؟

- a. 0.50 g / دقيقة.  
b. 23.4 g / يوم.  
c. 46.8 g / يوم.  
d. 50 g / يوم.

32. اعتمادًا على الجدول أعلاه، ما الذي يحدث للجلوكوز في الكلية؟

- a. يعاد امتصاصه إلى الدم.  
b. يرشح من الدم بشكل دائم.  
c. يعالج في الكلية مثل الكرياتينين.  
d. يعالج في الكلية مثل اليوريا.

33. فسّر لماذا لا يتم التخلص من البروتين في الوحدة الكلوية؟

- a. الأنبوب الجامع صغير جدًا.  
b. ترشيح البروتين غير ممكن.  
c. البروتينات لا تدخل الوحدة الكلوية أبدًا.  
d. يعاد امتصاص البروتينات عن طريق الوحدة الكلوية.

### التفكير الناقد

37. مهن مرتبطة مع علم الأحياء. اكتب قائمة بأسئلة تتعلق بمشكلات المسالك البولية أو المحافظة على الجهاز التناسلي الذكري سليمًا، ثم اطرحها على طبيب مختص.

## تقويم إضافي

38. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب مقالة تبين فيها كيف يشبه الجهاز الدوري نظام الطريق السريع في مدينتك أو قريرتك.

## أسئلة المستندات

تعرض البيانات الآتية مقارنة بين حالة خمسة أشخاص تمت مراقبة أجهزة الدوران لديهم (وهم متشابهون في الوزن، والعمر، والجنس)، علمًا بأن جميع بيانات الشخص A في الحدود الطبيعية، أما بيانات الأشخاص الأربعة الآخرين فليست كذلك.

الشخص	محتوى الهيموجلوبين في الدم (Hb/100ml)	محتوى الأكسجين في الدم في الشرايين (ml O <sub>2</sub> /100ml من الدم)	محتوى الأكسجين في الدم في الأوردة (ml O <sub>2</sub> /100ml من الدم)
A	15	19	15
B	15	15	12
C	8	9.5	6.5
D	16	20	13
E	15	19	18

استخدم الجدول السابق في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

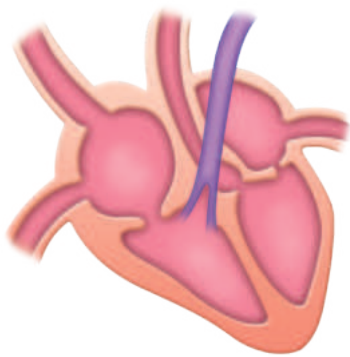
39. مَنْ منهم يعاني نقص الحديد في غذائه؟ فسّر إجابتك.
40. مَنْ منهم يعيش في المرتفعات، حيث يكون أكسجين الجو قليلاً؟ فسّر إجابتك.
41. مَنْ منهم ربما يكون قد تسمم بأول أكسيد الكربون الذي يمنع خلايا الأنسجة من استعمال الأكسجين؟ فسّر إجابتك.



# اختبار مقنن

## أسئلة الإجابات المفتوحة

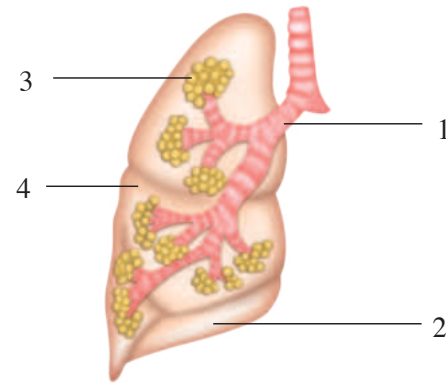
استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. بيّن التوضيح أعلاه قلبًا مكونًا من أربع حجرات. اكتب موضعًا دور هذا القلب في دوران الدم المحمّل بالأكسجين في الجسم.

## أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل هذا الشكل للإجابة عن السؤالين 1، 2.



1. أي أجزاء الجهاز التنفسي يحتوي على أهداب لترشيح الدقائق الموجودة في الهواء؟

- 1 .a  
2 .b  
3 .c  
4 .d

2. أي المواقع يحدث فيها تبادل الغازات؟

- 1 .a  
2 .b  
3 .c  
4 .d

## أسئلة الإجابات القصيرة

3. فسّر كيف ترشح الوحدة الكلوية الدم؟

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2
الدرس / الفصل	3-1	3-3	3-2	3-2
السؤال	4	3	2	1

# جهاز الهضم والغدد الصمّ

## Digestive and Endocrine Systems

# 4

# الغذاء

**الفكرة العامة** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة لتزويد الجسم بالمواد المغذية والطاقة. أما الهرمونات فتتنظم وظائف الجسم.

### 1 - 4 الجهاز الهضمي

**الفكرة الرئيسية** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

### 2 - 4 التغذية

**الفكرة الرئيسية** بعض المواد المغذية ضرورية جدًا ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.

### 3 - 4 جهاز الغدد الصمّ

**الفكرة الرئيسية** تنظّم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

### حقائق في علم الأحياء

- تتجدد بطانة معدة الإنسان كل بضعة أيام.
- يفرز الإنسان نحو لتر من اللعاب كل يوم.
- يبلغ طول الأمعاء الدقيقة 6 m تقريباً، في حين يبلغ طول الأمعاء الغليظة نحو 1.5 m.

المعدة وجزء من الأمعاء الدقيقة

مقطع عرضي في غشاء الأمعاء الدقيقة

(5 ×)

الخمالات داخل الأمعاء الدقيقة

(50 ×)

## نشاطات تمهيدية

نظام التغذية الراجعة السلبية  
اعمل المطوية الآتية لتساعدك على  
تسجيل ما تعلمته حول الدور الذي  
تؤديه الهرمونات الأربعة في نظام  
التغذية الراجعة السلبية.

### المطويات

#### منظمات الأفكار

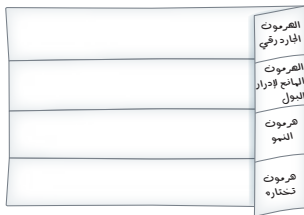
الخطوة 1: اثن ورقة بعرض 5 cm عرضياً كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثن الورقة نفسها طولياً إلى أربعة أجزاء  
متساوية لعمل لوحة من أربعة أسطر أفقية، كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 3: ارسم خطوطاً على طول الانثناءات كما في  
الشكل الآتي:



الخطوة 4: عنون الأعمدة على النحو الآتي:  
الهرمون الجاردرقي، الهرمون المانع لإدرار البول،  
هرمون النمو، ثم اختر هرموناً آخر لتضيفه إلى المخطط.

**المطويات** استعمال هذه المطوية في القسم 3 - 4.  
وسجّل وأنت تقرأ هذا القسم ما تعلمته حول أهمية نظام  
التغذية الراجعة لإنتاج الهرمونات التي وضعتها في مخططك.

## تجربة استهلاكية

### كيف يساعد إنزيم الببسين في عملية الهضم؟

تحتوي عصارات الهضم الحمضية في المعدة على إنزيم  
الببسين. وسوف تستقصي في هذه التجربة دور الببسين في  
عملية الهضم.

#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.  
2. حضّر ثلاثة أنابيب اختبار، وعتّن كلاً منها على النحو الآتي:  
A: 15 mL ماء.

B: 10 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك.  
C: 5 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك،  
5 mL محلول الببسين أو مشروبات غازية.

3. قطع بياض بيضة مسلوقة جيداً بالسكين قطعاً صغيرة  
بحجم حبة البازلاء.

4. أضف كميات متساوية من قطع بياض البيضة إلى كل  
أنبوب. توقع مقدار الهضم النسبي في كل أنبوب اختبار.

5. ضع أنابيب الاختبار في حاضنة درجة حرارتها  $37^{\circ}\text{C}$   
طوال الليل، وسجّل ملاحظتك في اليوم التالي.

#### التحليل

قوم. رتب أنابيب الاختبار اعتماداً على كمية الهضم التي  
حدثت. بناءً على نتائجك صف دور كل من الببسين والرقم  
الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.



## الجهاز الهضمي

### The Digestive System

**الفكرة الرئيسية** يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

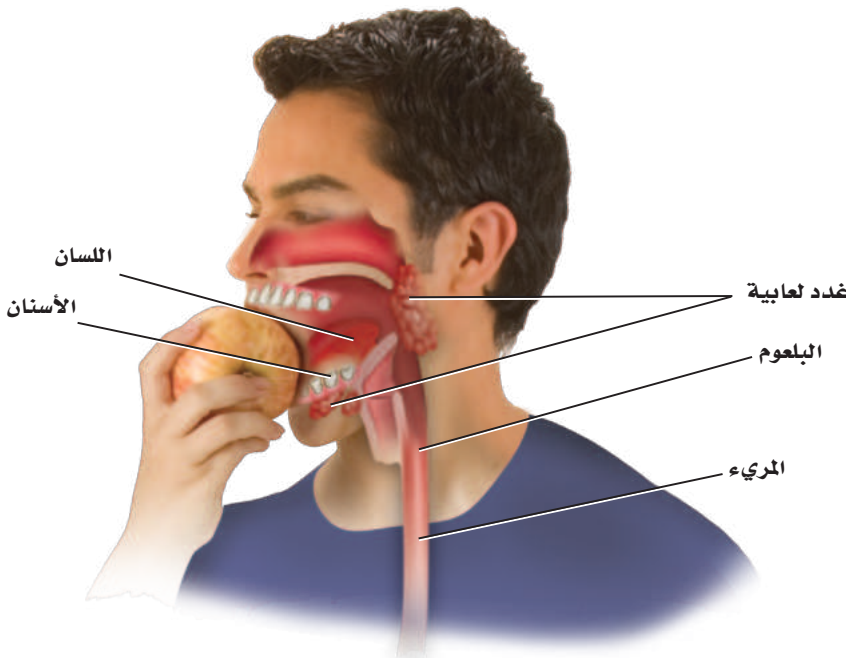
**الربط مع الحياة** في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريباً من الغذاء عبر جهازه الهضمي. وينتقل هذا الغذاء مسافة 3 m تقريباً في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

#### وظائف الجهاز الهضمي

#### Functions of the Digestive System

للجهاز الهضمي في الإنسان ثلاث وظائف رئيسة؛ حيث يقوم جهازه الهضمي بتقطيع الطعام وطحنه إلى قطع صغيرة ويحلله إلى مواد مغذية يسهل امتصاصها، ثم يتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. انظر إلى الشكلين 1 - 4 و 2 - 4 في أثناء دراستك تركيب الجهاز الهضمي ووظيفته.

**الفم Mouth** عندما تتناول وجبة غذائية تمضغ كل لقمة تتناولها. لماذا تحتاج إلى مضغ كل لقمة؟ يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، ويتضمن **الهضم الميكانيكي** mechanical digestion مضغ الطعام وتقطيعه قطعاً صغيرة. كما يشمل الهضم الميكانيكي عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرك الطعام.



# 4-1

#### الأهداف

- تَلخّص الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
- تحدّد تركيب أجزاء الجهاز الهضمي ووظائفها.
- تصف عملية الهضم الكيميائي.

#### مراجعة المفردات

المادة المغذية Nutrient؛ مكوّن حيوي في الطعام ضروري لتزويد الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموّه وأداء وظائفه.

#### المفردات الجديدة

- الهضم الميكانيكي
- إنزيم الأميليز
- الهضم الكيميائي
- المرئ
- الحركة الدودية
- البسين
- الأمعاء الدقيقة
- الكبد
- الخمالات المعوية
- الأمعاء الغليظة

■ الشكل 1 - 4 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، حيث ترطب إفرازات الغدد اللعابية الطعام، ثم تبدأ عملية الهضم الكيميائي، فينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المرئ.



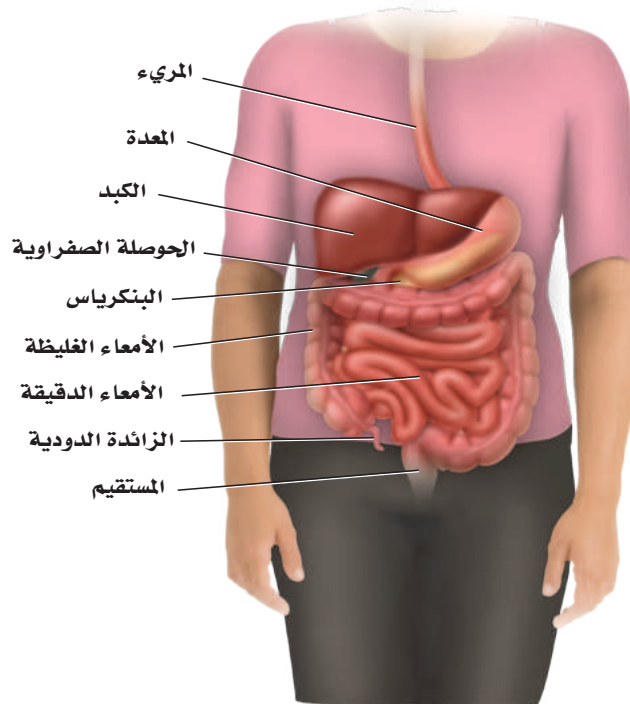
وبمجرد مضغ قطعة من الطعام وتقطيعها قطعاً صغيرة يبدأ عمل إنزيم الهضم في اللعاب بتحليل الكربوهيدرات وجزيئات النشا المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة يسهل على الخلايا امتصاصها؛ وذلك بفعل إنزيم **الأميليز** amylase الموجود في اللعاب، وعندها تبدأ عملية **الهضم الكيميائي** chemical digestion الذي هو نتيجة نشاط الإنزيمات في تحليل جزيئات الغذاء الكبيرة إلى جزيئات صغيرة لتسهيل عملية الامتصاص في الخلايا.

**المريء Esophagus** يتم دفع الطعام - بفعل حركة اللسان - إلى الجزء العلوي من **المريء** esophagus، وهو أنبوب عضلي يربط البلعوم بالمعدة، الشكل 2-4. تنقبض العضلات الملساء المبطنة لجدار المريء بتتابع لتدفع الطعام عبر الجهاز الهضمي من خلال عملية تسمى **الحركة الدودية** peristalsis تستمر على طول القناة الهضمية. ويستمر الطعام في الاندفاع نحو المعدة، حتى لو وقف الإنسان رأساً على عقب.

عندما يبتلع الإنسان الطعام يعمل لسان المزمار - وهو صفيحة غضروفية صغيرة - على تغطية القصبة الهوائية. فإذا لم يتم إغلاق القصبة فقد يدخل الطعام إليها، مما يسبب الغصة للإنسان. ويستجيب الجسم لهذا الفعل ببدء السعال بوصفه رد فعل منعكس، في محاولة لدفع الطعام خارج القصبة، ومنعه من دخول الرئتين.

**المعدة Stomach** عندما يغادر الطعام المريء ينتقل إلى المعدة، التي يوجد في أعلاها عضلة عاصرة تسمى العضلة العاصرة الفؤادية يمر عبرها الطعام. تتكون جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من العضلات الملساء تدخل في عملية الهضم الميكانيكي.

■ الشكل 2-4 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة، ويبلغ طوله 25 cm تقريباً.  
صف. لماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي؟





ف عندما تنقبض العضلات يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلاً كثيفاً يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس Chyme يتحرك ببطء خارج المعدة عبر عضلة عاصرة في الجزء السفلي من المعدة تسمى العضلة العاصرة البوابية إلى الأمعاء الدقيقة.



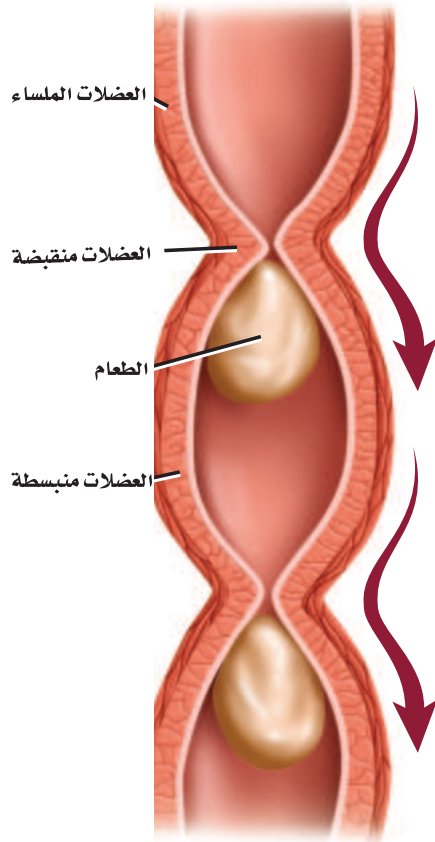
تجربة علمية

كيف تهضم البروتين؟

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الاثرانية

**الربط الكيمياء** يستعمل الرقم الهيدروجيني pH لقياس درجة حموضة المحاليل. ويمتاز الوسط الداخلي للمعدة بأنه شديد الحموضة؛ وذلك لأن الغدد المعدية التي تفرز محلولاً حمضياً يقلل الرقم الهيدروجيني في المعدة، لتصل درجة الحموضة إلى 2، وهي تعادل حموضة عصير الليمون. فإذا سمحت العضلة العاصرة الفؤادية في الجزء العلوي من المعدة بأي تسرب فسيعود بعض هذا الحمض إلى المريء مسبباً ما يُعرف بالحموضة. الوسط الحمضي للمعدة ضروري لعمل إنزيم **الببسين** pepsin، وهو الإنزيم الذي يدخل في عملية هضم البروتينات، كما تفرز الخلايا المبطنّة للمعدة المخاط لمنع الضرر الذي قد يسببه الببسين والوسط الحمضي. وعلى الرغم من أن معظم عملية امتصاص المواد المغذية تحدث في الأمعاء الدقيقة إلا أن بعض المواد - ومنها مادة الأسبرين والكحول المحرم - يتم امتصاصها بوساطة الخلايا المبطنّة للمعدة. وتبلغ سعة المعدة الفارغة 50 mL، وعندما تكون ممتلئة فقد تتمدد لتسع 2-4 L.

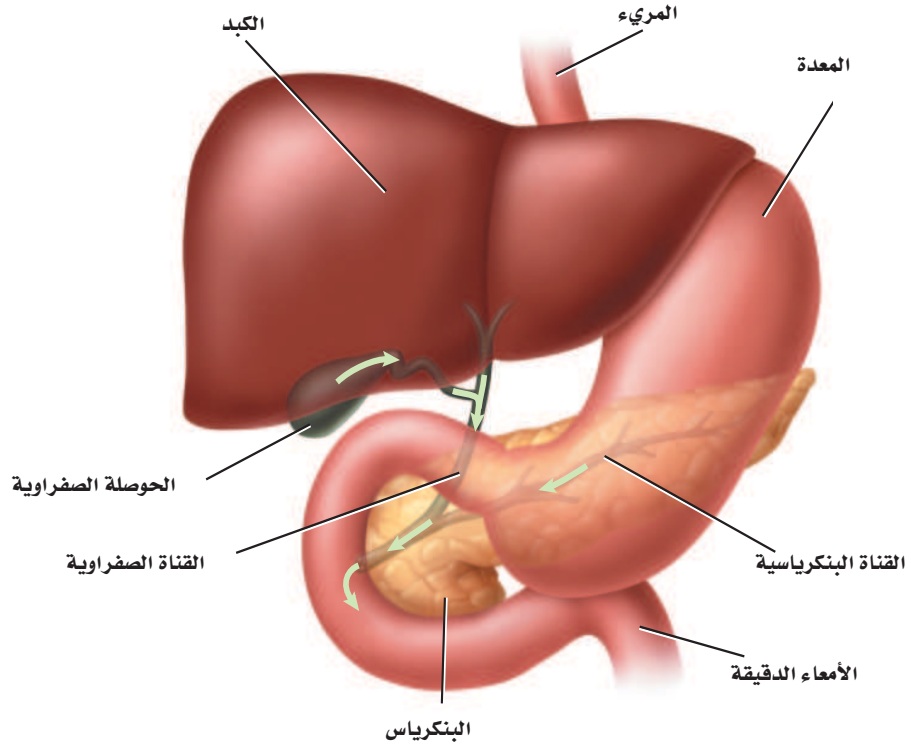
**ماذا قرأت؟** قارن بين عملية الهضم في الفم والمعدة.



■ الشكل 3-4 تنقبض العضلات الملساء في جدران القناة الهضمية بألية الحركة الدودية.



■ الشكل 4-4 يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على نشاط كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية. ناقش. أهمية هذه الأعضاء في عملية الهضم الكيميائي.



### إرشادات الدراسة

**التسلسل والترتيب** استعمل ملاحظاتك، وتعاون مع زميلك على مراجعة تسلسل الأعضاء في الجهاز الهضمي، ثم تدرب على إعادة تسلسلها دون الاعتماد على هذه الملاحظات. وتبادل طرح الأسئلة مع زميلك لزيادة فهم ما تعلمته.

**الأمعاء الدقيقة Small Intestine** يبلغ طول **الأمعاء الدقيقة** small intestine حوالي 6 m، وهي أطول جزء في القناة الهضمية، وتسمى الأمعاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm، مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملساء المبطنة لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية بوساطة الحركة الدودية، الموضحة بالشكل 3-4.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمي، هي البنكرياس والكبد والحوصلة الصفراوية، الشكل 4-4. يؤدي البنكرياس وظيفتين، هما إفراز إنزيمات لهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وإنتاج الهرمونات التي سيتم مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل. كما يفرز البنكرياس سائلاً قلويًا (قاعدياً) لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة ليصل إلى أكثر من 7، مما يوفر وسطاً مناسباً لعمل الإنزيمات المعوية.

يعد **الكبد liver** من أكبر الأعضاء الداخلية في الجسم، ويعمل على إنتاج المادة الصفراء التي تساعد على تحليل الدهون. يتم إنتاج حوالي لتر من هذه المادة يوميًا، ويخزن الزائد منها في الحوصلة الصفراوية (المرارة) إلى أن تحتاج إليها الأمعاء الدقيقة. ويبين الشكل 4-5 حصى الحوصلة الصفراوية (المرارة)، وهي بلورات من الكوليسترول يمكن أن تتكون داخلها.

### حصى الحوصلة الصفراوية (المرارة)



■ الشكل 4-5 تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الحوصلة الصفراوية.

## تجربة 4-1

### استقص هضم الدهون

- كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلول البنكرياس في عملية الهضم؟ الشحوم أو الدهون مواد لا تذوب في الماء، لذلك يقوم الجسم بإنتاج المادة الصفراء، وهي مادة كيميائية تعمل على تحليل الدهون وتساعد على خلط جزيئاتها بالمحلول المائي في الأمعاء الدقيقة. وسوف نتحقق في هذه التجربة من هضم الدهون.
5. حضر الأنابيب على النحو الآتي، ثم أحكم إغلاقها بسدادة:  
6. أنبوب الاختبار A: 5 mL من الماء المقطر، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء.  
7. أنبوب الاختبار B: 5 mL من محلول البنكرياس، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء.  
8. أنبوب الاختبار C: 5 mL من محلول البنكرياس.  
9. حرك الأنابيب جيداً لخلط المحتويات، وضعها بهدوء داخل الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.  
10. تخلص من محتويات أنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

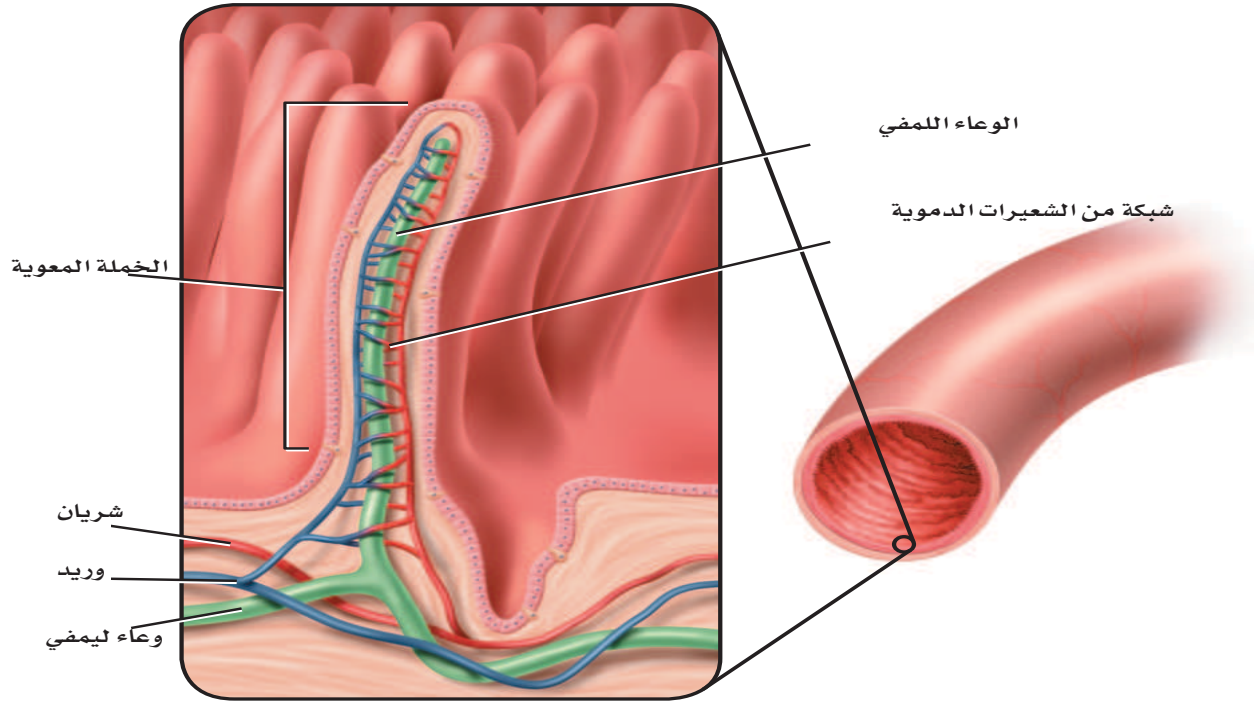
### التحليل

1. حلل. إلام يشير تغير اللون في أنبوب الاختبار؟ ما سبب ذلك؟  
2. استخلص النتائج. بناءً على نتائجك، صف دور المادة الصفراء ومحلول البنكرياس في عملية الهضم.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.  
2. ادرس خطوات العمل، واعمل مخططاً للبيانات.  
3. عنون ثلاثة أنابيب اختبار (A, B, C)، ثم أضف 5 mL زيت نباتي، و8-10 قطرات من محلول الفينول فتالين إلى الأنابيب الثلاثة، وحرك جيداً. وإذا لم يتغير اللون إلى الوردي فأضف محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH قطرة قطرة حتى تحصل على محلول وردي اللون.  
4. أضف 125 mL من الماء إلى كأس سعة 250 mL، وسخنه لتصل درجة حرارته  $40^{\circ}\text{C}$ .





■ الشكل 6-4 الخملات بروزات تشبه الأصابع في بطانة الأمعاء الدقيقة. تنتشر المواد المغذية إلى الشعيرات الدموية الموجودة داخل هذه الخملات لتصل إلى خلايا الجسم بواسطة الدم.

بعد إتمام عملية الهضم الكيميائي يتم امتصاص معظم المواد المغذية من الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم عبر بروزات إصبعية الشكل تُسمى **الخملات المعوية villi**، الشكل 6-4، حيث تعمل هذه الخملات على زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة، لتصبح بمساحة ملعب تنس تقريباً. كما تساعد الأوعية الليمفية الموجودة في الخملات على امتصاص الدهون المهضومة، والفيتامينات الدهنية الذائبة، لنقلها إلى الأوعية الدموية (الأوردة)، وبالتالي توزيعها إلى جميع أجزاء الجسم عبر القلب. ارجع إلى الشكلين 1-4 و 2-4 لتتابع حركة الطعام المهضوم عبر الجهاز الهضمي؛ إذ بمجرد انتهاء عملية الهضم يتجه الطعام المتبقي - الذي يُسمى الكيموس (وهو كتلة شبه سائلة من الغذاء المهضوم جزئياً) - إلى الأمعاء الغليظة. ويتكون الكيموس من الطعام الذي لم يتم هضمه والطعام الذي لم يُمتص من الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة.

**الأمعاء الغليظة Large Intestine** يصل طول **الأمعاء الغليظة** large intestine إلى 1.5 m، وهي آخر جزء من القناة الهضمية، وتشمل القولون والمستقيم والزائدة الدودية. ويمكن إزالة الزائدة الدودية جراحياً إذا تعرضت للالتهاب أو التضخم. ويُعد وجود بعض أنواع البكتيريا أمراً طبيعياً داخل القولون؛ فهي تنتج فيتامين (K)، وبعض فيتامينات (B) اللازمة للجسم.

يمتص القولون الماء من ما تبقى من الكيموس، فيصبح صلب القوام، ويسمى البراز. وتستمر الحركة الدودية في دفع البراز نحو المستقيم، فتسبب تمدد جدرانه، مما يكوّن رد فعل يؤدي إلى ارتخاء العضلة العاصرة في نهاية المستقيم؛ للتخلص من البراز عبر فتحة الشرج.

انظر الجدول 1-4 لمراجعة الوظيفة الرئيسة لكل عضو من أعضاء الجهاز الهضمي، والمدة الزمنية التي يبقى فيها الطعام داخل كل عضو حتى يُهضم.

الوقت اللازم للهضم		الجدول 1-4
المدة الزمنية للطعام داخل عضو الهضم	الوظيفة الرئيسة	عضو الهضم
5-30 ثانية	الهضم الميكانيكي والكيميائي	الفم
10 ثوانٍ	النقل (الابتلاع)	المريء
2-24 ساعة	الهضم الميكانيكي والكيميائي	المعدة
3-4 ساعات	الهضم الميكانيكي والكيميائي وامتصاص المواد المغذية	الأمعاء الدقيقة
18 ساعة - 48 ساعة	امتصاص الماء	الأمعاء الغليظة

## التقويم 1-4

### الخلاصة

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
- الهضم نوعان: ميكانيكي وكيميائي.
- يتم امتصاص معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.
- تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.
- يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة (القولون).

### فهم الأفكار الرئيسة

- الفكرة الرئيسة** صف العملية التي تحلل الطعام لتسهيل امتصاص المواد المغذية في الجسم.
- حلل** الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، ووضح أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
- تخص** الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
- حلل** ما النتيجة المتوقعة إذا وجدت طبقة ملساء مبطنه للأمعاء الدقيقة بدلاً من الخملات؟

### التفكير الناقد

- صمم** تجربة لجمع بيانات حول أثر الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم أنواع الطعام المختلفة.
- الرياضيات في علم الأحياء** تتسع علبة لنحو 354 mL من السائل. قارن هذه الكمية بسعة المعدة الفارغة، ثم أوجد النسبة.
- فسر** يختلف الرقم الهيدروجيني (pH) في أجزاء الجهاز الهضمي. أعط أمثلة على ذلك، ووضح أهمية هذه الاختلافات.





# 4-2

## الأهداف

## التغذية Nutrition

**الفكرة الرئيسية** بعض المواد المغذية ضرورية جداً ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية. **الربط مع الحياة** في معظم الأوقات يكون لك حرية اختيار الطعام الذي تريد تناوله. وقد يترتب على هذا الاختيار عواقب غير محمودة؛ فالطعام الذي تتناوله يدل على صحتك الآن وفي المستقبل.

### السعرات الحرارية Calories

**التغذية nutrition** عملية يأخذ بها الشخص الغذاء ويستعمله. فالغذاء يزودنا بالوحدات البنائية الأساسية والطاقة للحفاظ على كتلة الجسم. ويجب أن تكون كمية الطاقة التي يحصل عليها الإنسان مساوية لكمية الطاقة التي يستهلكها يومياً. وتستعمل وحدة قياس خاصة تُسمى **السعر الحراري** calorie لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، ويُعرف السعر الحراري بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1mL من الماء درجة سيليزية واحدة (IC).

ويقاس محتوى الطاقة بحرق الغذاء، وتحويل الطاقة المخترنة فيه إلى حرارة. وليس لجميع الأطعمة المحتوى نفسه من الطاقة، كما أن الكتل المتساوية لأنواع مختلفة من الغذاء لا تتساوى في عدد السعرات الحرارية. فعلى سبيل المثال، يحوي 1g من الكربوهيدرات أو البروتينات 4 سعرات حرارية، في حين يحوي 1g من الدهون 9 سعرات حرارية. ولهذا يُعدّ اختيار الغذاء بحكمة أمراً مهماً. وهو ما يؤخذ بعين الاعتبار لتقليل الوزن؛ حيث يجب أن يستهلك الجسم سعرات حرارية (بحرق الغذاء داخله) أعلى من تلك التي يتناولها الشخص من وجباته الغذائية، والعكس صحيح لمن يريد زيادة الوزن والاعتدال في أمر الغذاء هو التوجه الرباني الذي أشارت إليه الآية الكريمة ﴿يَبْنَیْ ءَادَمَ حُدُوّاً زَیْنَتَکُمْ عِنْدَکُمْ مَسْجِدٍ وَکَلُوْا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِیْنَ﴾ (٣١) الأعراف. ويقارن الجدول 4-2 بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

• تربط مستوى النشاط بكمية السعرات الحرارية اللازمة للحفاظ على وزن جسم مثالي.

• تصف نواتج هضم البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون في القناة الهضمية.

• توضح دور الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

• تطبق المعلومات في نموذج الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الأغذية على أنها أدوات تساعد على ترسيخ عادات غذائية صحية.

### مراجعة المفردات

الحمض الأميني Amino acid: وحدة البناء الأساسية في البروتينات.

### المفردات الجديدة

التغذية  
السعر الحراري (كالوري)  
الفيتامين  
الأملاح المعدنية

النشاطات والسعرات الحرارية المستهلكة			الجدول 4-2
السعرات المستهلكة في الساعة	النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة	النشاط
564	تسلق الجبال مع حقيبة على الظهر	600	كرة اليد
300	السباحة (400m)	564	كرة السلة
740 - 920	المرولة (الركض ببطء)	240 - 410	ركوب الدراجة
540	كرة القدم	700	التزلج على الجليد



■ الشكل 4-7 يحتاج الجسم إلى الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات كل يوم. **حلل.** أي المواد الموجودة في الصورة من الكربوهيدرات المعقدة التركيب؟

## الكربوهيدرات Carbohydrates

الشوفان والقمح والمعكرونة والبطاطس والأرز كلها أمثلة على مواد غذائية تحتوي نسبة كبيرة من الكربوهيدرات. والكربوهيدرات إما أن تكون بسيطة كالسكريات الأحادية، ومنها: الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز، أو ثنائية، ومنها: السكروز واللاكتوز والمالتوز، وتوجد في الفاكهة والمشروبات الغازية والحلويات. والسكريات الثنائية مركبات تتكون من جزئين من السكريات الأحادية أحدهما جلوكوز. أما الكربوهيدرات المعقدة فهي جزيئات كبيرة، ومنها النشا الذي يتكون من سلاسل طويلة من السكريات. وتحتوي أنواع الغذاء المبينة في الشكل 4-7، وكذلك بعض الخضراوات على كميات كبيرة من النشا. وتحلل الكربوهيدرات المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة في الفم والأمعاء الدقيقة، لكي يسهل امتصاصها بوساطة الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة، ونقلها عبر الشعيرات الدموية إلى الجسم؛ لتزويد خلاياه بالطاقة. يُخزّن الجلوكوز الزائد عن حاجة الجسم في الكبد والعضلات على شكل مادة كربوهيدراتية معقدة تسمى الجلايكوجين. وأما السيليلوز - يسمى أحياناً الألياف الغذائية - فهو شكل آخر من الكربوهيدرات المعقدة، ويوجد في الأطعمة النباتية. وعلى الرغم من عدم قدرة الإنسان على هضم الألياف إلا أنها ضرورية لمساعدته على استمرار حركة الطعام داخل القناة الهضمية، كما تساعد على التخلص من الفضلات. ويعد خبز القمح (الخبز الأسمر) والنخالة والفاصولياء من المصادر الغنية بالألياف.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين الكربوهيدرات البسيطة التركيب والمعقدة التركيب؟

## الدهون Fats

تعد كميات الدهون المناسبة جزءاً ضرورياً من النظام الغذائي الصحي، وأكبر مصدر للطاقة في الجسم، كما تُعد من الوحدات البنائية فيه. توفر الدهون الحماية للأعضاء الداخلية في الجسم، وتساعد على ثبات الاتزان الداخلي، من خلال تزويده بالطاقة وتخزين بعض الفيتامينات ونقلها. ومع ذلك ليست جميع الدهون مفيدة.

### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

يستهلك Consume

الاستعمال العلمي: لتأكل أو لتشرب.

نستهلك السرعات الحرارية عندما

نأكل الطعام.

الاستعمال الشائع: استنفذ.

استنفذ الطفل طاقته في اللعب. ....





■ الشكل 8-4 تحتوي الفاكهة والخضراوات غير المصنّعة على كميات قليلة من الدسم، والطريقة التي يتم بها طهي الأطعمة القليلة الدسم يمكن أن تزيد من محتوى الدسم فيها. ومن ذلك قلي البطاطس بدهون مشبعة.

**الربط الصحة** تُصنّف الدهون تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى دهون مشبعة، ودهون غير مشبعة. وتعد اللحوم والأجبان وغيرها من منتجات الألبان من المصادر الغنية بالدهون المشبعة.

ويؤدي النظام الغذائي الغني بالدهون المشبعة إلى ارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم. والذي قد يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، وحدوث الأمراض القلبية. في حين تعد النباتات مصدرًا رئيسًا للدهون غير المشبعة التي لا ترتبط مع أمراض القلب. ومع ذلك فإن زيادة استهلاك أي نوع من أنواع الدهون يؤدي إلى زيادة الوزن.

وعموماً فإن الدهون المشبعة صلبة، أما الدهون غير المشبعة فسائلة في درجة حرارة الغرفة. فالسمن النباتي (المارجرين) مثلاً في الشكل 8-4 تحوي دهوناً مشبعة أقل من تلك الموجودة في الزبد. وتُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة، فينتج عنها حموض دهنية وجليسرول. ويتم امتصاص الأحماض الدهنية بوساطة الخملات المعوية التي تنقلها عبر الدم إلى جميع خلايا الجسم.

## البروتينات Proteins

تُعدّ البروتينات المكوّنات البنائية الأساسية في جميع الخلايا. والأحماض الأمينية هي وحدات بناء هذه البروتينات. وتُعدّ الإنزيمات ومعظم الهرمونات والنواقل العصبية والمستقبلات الغشائية من البروتينات المهمة في الجسم.

تتحلل البروتينات في الغذاء في أثناء عملية الهضم في المعدة والأمعاء الدقيقة إلى وحداتها البنائية، وهي الأحماض الأمينية التي يتم امتصاصها إلى مجرى الدم، وتُحمل إلى خلايا الجسم المختلفة التي تعمل بدورها من خلال عملية بناء البروتين على تجميع الأحماض الأمينية إلى بروتينات جديدة ضرورية لتراكيب الجسم ووظائفه.

يحتاج جسم الإنسان إلى 20 حمضاً أمينياً مختلفاً لبناء البروتينات، ويستطيع الجسم بناء 12 حمضاً أمينياً فقط من 20 حمضاً أمينياً ضرورياً للوظائف الخلوية المختلفة. أما الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية المتبقية فيجب أن تكون ضمن نظام الإنسان الغذائي، حيث تعتبر المنتجات الحيوانية - ومنها اللحوم والأسماك والدواجن والبيض ومنتجات الألبان - من المصادر الغنية بهذه الأحماض.

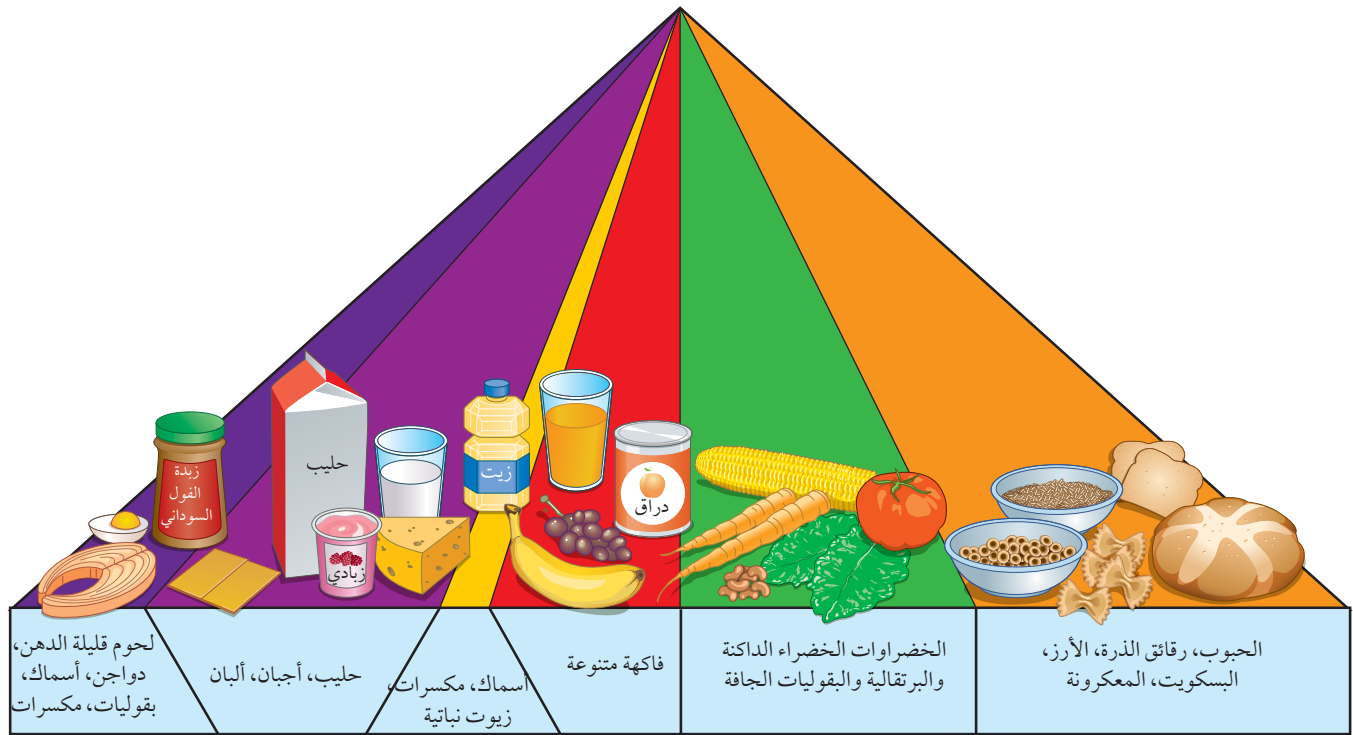
كما تحتوي الخضراوات والفاكهة والحبوب على الأحماض الأمينية، إلا أنه لا يوجد نبات واحد يحتوي على هذه الأحماض الأمينية الثمانية. ومع ذلك فإن الجمع بين البقوليات والأرز يزود الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية، الشكل 9 - 4.

■ الشكل 9-4 تزود البقوليات والأرز معاً الجسم بجميع الأحماض الأمينية الأساسية.

**وضع.** أهمية تناول الأطعمة الغنية بالأحماض الأمينية الضرورية.







### الهرم الغذائي Food Pyramid

استبدل الهرم الغذائي القديم الذي كان يُعدّ رمزًا للتغذية الجيدة منذ عام 1992م بهرم غذائي جديد أطلق عليه اسم "الهرم الغذائي الشخصي" ويوضح الشكل 4-10 الهرم الغذائي الجديد.

لاحظ أن الأجزاء الملونة بالبرتقالي والأخضر أكبر من الأجزاء الملونة بالبنفسجي والأصفر. ويهدف هذا الهرم إلى بيان أن الإنسان يحتاج إلى المواد الغذائية من الحبوب والخضراوات أكثر مما يحتاج إليه من اللحوم والدهون (الزيوت).

### الفيتامينات والأملاح المعدنية Vitamins and Minerals

يحتاج الجسم إلى الفيتامينات والأملاح المعدنية، بالإضافة إلى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ليعمل بصورة صحيحة. **الفيتامينات** vitamins مركبات عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات قليلة لإتمام نشاطاته الحيوية (الأيضية). ويساعد العديد من الفيتامينات الإنزيمات على أداء عملها، فبعض الفيتامينات تُصنع في الجسم، حيث يُصنع فيتامين D في الخلايا الموجودة في الجلد، وتنتج البكتيريا التي تعيش في الأمعاء الغليظة بعضًا من فيتامين B وفيتامين K. ولا يستطيع الجسم إنتاج كميات كافية من معظم الفيتامينات، ولكن قد يزودنا النظام الغذائي المتوازن بالفيتامينات التي نحتاج إليها. وبعض الفيتامينات التي تذوب في الدهون ومنها فيتامين A وD وK يمكن أن تُخزن بكميات صغيرة في الكبد والأنسجة الدهنية في الجسم، وبعضها الآخر يذوب في الماء، ومنها فيتامينات B، C، ولا يمكن تخزينه في الجسم، فيزودنا الغذاء بكميات مناسبة من هذه الفيتامينات، إذا اشتمل عليها النظام الغذائي بصورة منتظمة.

■ الشكل 4-10 مخطط "الهرم الغذائي الشخصي" الجديد تساعدك على اختيار طعامك وتناول الكمية التي تناسبك.

مهنة مرتبطة مع علم الأحياء

#### اختصاصي التغذية

**Registered Dietician** يوجّه اختصاصي التغذية المؤهل الناس إلى الأمور الصحية المتنوعة، بمساعدتهم على اتخاذ قرارات صحية تتعلق بنظامهم الغذائي.

**الأملاح المعدنية** minerals مركبات غير عضوية يستعملها الجسم بوصفها مواد بنائية، وترتبط بوظائف الجسم الأيضية.

فعلى سبيل المثال يحتاج الجسم إلى معدن الحديد لبناء الهيموجلوبين. لقد تعلمت سابقاً أن الأوكسجين يرتبط مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، ليصل إلى خلايا الجسم بوساطة الدورة الدموية. والكالسيوم ملح معدني آخر، ومكوّن مهم للعظام، ويرتبط بوظائف العضلات والأعصاب. تعتبر الفيتامينات والأملاح المعدنية من المكونات المهمة في النظام الغذائي الصحي. وبيّن الجدول 3-4 بعض الفيتامينات والأملاح المعدنية المهمة وفائدتها، وبعض المصادر الغذائية التي تزودنا بهذه المواد الضرورية. وعلى الرغم من توافر الفيتامينات في الصيدليات إلا أن تناول كمية أكبر من الكمية المسموح بها قد يشكّل خطراً على الجسم. لذا يجب استشارة الطبيب في ذلك.

## Nutrition Labels

## ملصقات مكونات الغذاء

توضع ملصقات مكونات الغذاء على عبوات الأغذية التجارية، كما في الشكل 11-4، وتعتمد هذه الملصقات على نظام غذائي يحتوي على 2000 سعر حراري، وهو ما يحتاجه الفرد البالغ تقريباً في اليوم الواحد. وتفيد هذه الملصقات في مراقبة كمية الدهون والصدوديوم المستهلكة، وهما مادتان غذائيتان يجب تناولهما باعتدال. ويجب أن تحتوي الملصقات على المعلومات الآتية:

- اسم المنتج الغذائي.
- الوزن الصافي أو الحجم.
- اسم المصنّع والموزّع، وعنوان كلٍّ منهما.
- المكوّنات.
- المحتوى الغذائي.

تكتار الليمون بنكهة الكيوي ٢٠٠ عصار مبستر ومعبأ في ظروف معقمة.	
<b>معلومات غذائية</b>	
مقدار الحصة: ١ كوب (١٠٠ مل) عدد الحصص بالعبوة: ٢,٣ تقريباً	
المحتويات بكل حصة	
السعرات ٤٥	
% النسبة من المطلوب يومياً*	
الدهون الكلية صفر جم	صفر %
صدوديوم ١٠ ملجم	٠,٥ %
بوتاسيوم	٠,٦ %
الكربوهيدرات الكلية ١٢ جم	٤ %
سكريات ١٢ جم	
* النسبة المئوية للقيم اليومية مبنية على وجبة تحتوي على ٢٠٠٠ سعرة حرارية. مصدر غير مهم للسعرات من الدهون، الدهون المشبعة، الكوليسترول، الألياف الغذائية، البروتين، الفيتامين، أ، الفيتامين ج، الكالسيوم والحديد.	

■ الشكل 11-4 لاحظ عدد الحصص الغذائية الموجودة على عبوات الأغذية. تعتمد قيمة النسبة اليومية على حصة الفرد، لا على العبوة كاملة.

الوظائف الرئيسية لبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية				الجدول 3-4
الدور الرئيسي في الجسم	الأملاح المعدنية	المصادر المحتملة	الدور الرئيسي في الجسم	الفيتامين
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تقوية الأسنان والعظام</li> <li>• نقل المعلومات العصبية</li> <li>• انقباض العضلات.</li> </ul>	Ca		<ul style="list-style-type: none"> <li>• الرؤية.</li> <li>• صحة الجلد والعظام.</li> </ul>	A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تقوية الأسنان والعظام.</li> </ul>	P		<ul style="list-style-type: none"> <li>• صحة العظام والأسنان.</li> </ul>	D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بناء البروتينات.</li> </ul>	Mg		<ul style="list-style-type: none"> <li>• تقوية الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء.</li> </ul>	E
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بناء الهيموجلوبين.</li> </ul>	Fe		<ul style="list-style-type: none"> <li>• أيض الطاقة.</li> </ul>	الريبوفلافين B <sub>2</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بناء الهيموجلوبين.</li> </ul>	Cu		<ul style="list-style-type: none"> <li>• تكوين خلايا الدم الحمراء.</li> <li>• تكوين DNA و RNA.</li> </ul>	حمض الفوليك
<ul style="list-style-type: none"> <li>• التئام الجروح.</li> </ul>	Zn		<ul style="list-style-type: none"> <li>• أيض الكربوهيدرات.</li> </ul>	الثيامين
<ul style="list-style-type: none"> <li>• اتزان الماء.</li> </ul>	Cl		<ul style="list-style-type: none"> <li>• أيض الطاقة.</li> </ul>	النياسين B <sub>3</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بناء الهرمون الدرقي (الثيروكسين).</li> </ul>	I		<ul style="list-style-type: none"> <li>• أيض الأحماض الأمينية.</li> </ul>	البيريدوكسين B <sub>6</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نقل المعلومات العصبية.</li> <li>• اتزان الرقم الهيدروجيني (pH).</li> </ul>	Na		<ul style="list-style-type: none"> <li>• تكوين خلايا الدم الحمراء.</li> </ul>	B <sub>12</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نقل المعلومات العصبية</li> <li>• انقباض العضلات.</li> </ul>	K		<ul style="list-style-type: none"> <li>• تكوين ألياف الكولاجين.</li> </ul>	C

## مختبر تحليل البيانات 4-1

### بناءً على بيانات حقيقية

### مقارنة البيانات

الكتلة الفعلية (g)	الكتلة على المصق (g)	حصة الشخص الواحد من الغذاء
54.2	39	رقائق الذرة، رقائق نخالة القمح مع الزبيب (علبة واحدة)
39.6	23	رقائق الذرة، حبوب محمصة مع مكملات غذائية (علبة واحدة)
67	57	بسكويت، شوكولاتة (كرتونة واحدة)
44.8	35	فطيرة التفاح (عبوة واحدة/ حصة)
116.5	100	دونات (4 حبات/ حصة)

ما مدى صحة ملصقات الأغذية؟ في دراسة تمت في مركز أبحاث متخصص بغذاء الإنسان قام العلماء بقياس كتلة 99 منتجاً غذائياً معبأً كحصى لشخص واحد.

### البيانات والملاحظات

يقارن الجدول بين كتل المواد المسجلة على ملصق 5 عبوات غذائية والكتلة الفعلية للمنتج الغذائي.

### التفكير الناقد

1. احسب الفرق في النسبة بين الكتلة المسجلة على الملصق والكتلة الفعلية للبسكويت.
2. قارن بين النسبة المئوية للكتلتين في الجدول.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Conway, J.M., D. G. Rhodes, and W.V. Rumlper. 2004. Commercial portion – controlled foods in research studies: how accurate are label weights? Journal of the American Dietetic Association. 104: 1420 – 1424.

## التقويم 4-2

### الخلاصة

- يُقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسعرات الحرارية.
- الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسية من الغذاء.
- الكربوهيدرات مصدر رئيس للطاقة في الجسم.
- الدهون والبروتينات وحدات بنائية للجسم، وتزوده بالطاقة.
- الفيتامينات والأملاح المعدنية ضرورية لمساعدة الجسم على أداء وظائفه الأيضية بصورة صحيحة.
- مخطط الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الغذاء من الأدوات التي ترسخ عادات الأكل الصحية.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية **فسر**. لماذا يعد حساب السعرات الحرارية - التي تدخل الجسم بتناول الوجبات الغذائية، والسعرات الحرارية التي يحرقها الجسم - مهمًا للحفاظ على وظائف الجسم؟
2. صف كيف تتغير الكربوهيدرات والبروتينات في أثناء عملية الهضم؟
3. انصح. ما المواد الغذائية التي يجب على النباتيين إضافتها إلى نظامهم الغذائي؟
4. وضح. دور كل من الفيتامينات والأملاح المعدنية في الحفاظ على اتزان الجسم.

### التفكير الناقد

5. تحّص. ما عدد السعرات الحرارية التي تستهلكها في اليوم الواحد؟ سجل جميع أنواع الطعام الذي تأكله أو تشربه في اليوم الواحد. وافعل الشيء نفسه للمجموع الكلي للدهون المشبعة وغير المشبعة، إذا أمكن ذلك.
6. الكتابة في علم الأحياء. اكتب مقالة قصيرة تصف فيها ما نحتاج إليه من أجل نظام غذائي متوازن.



# 4-3

## الأهداف

- تعرف وظائف الغدد التي تكوّن جهاز الغدد الصم وتصنفها.
- توضح دور جهاز الغدد الصم في الحفاظ على اتزان الجسم الداخلي.
- تصف آلية التغذية الراجعة التي تنظم مستوى الهرمون في الجسم.

## مراجعة المفردات

الاتزان الداخلي Homeostasis، تنظيم الظروف البيئية الداخلية للمخلوق الحي لاستمرار حياته.

## المفردات الجديدة

- الغدد الصم
- الهرمون
- الغدة النخامية
- الثيوركسين
- الكالسيونين
- الهرمون الجاردرقي (باراثايرويد)
- الأنسولين
- الجلوكاجون
- الألدوستيرون
- الكورتيزول
- الهرمون المانع لإدرار البول

## جهاز الغدد الصم

## The Endocrine System

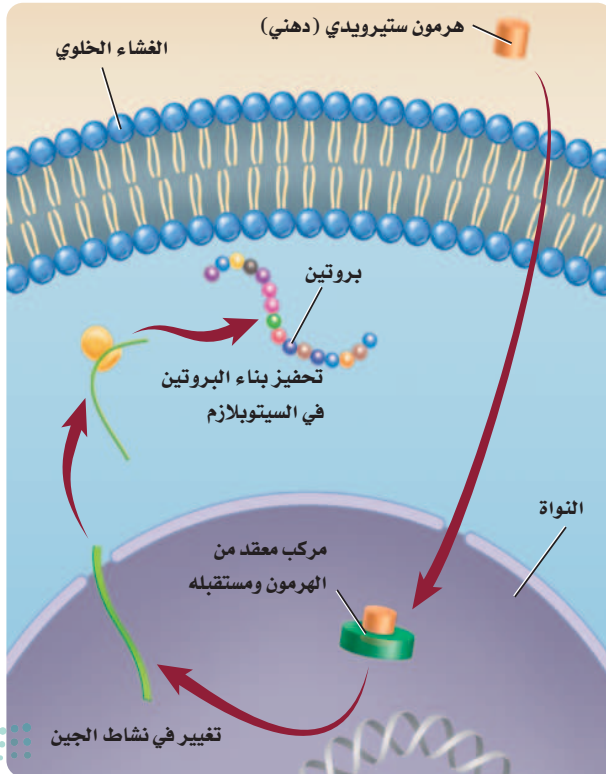
**الفكرة الرئيسية** تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

**الربط مع الحياة** يضغط الشخص على زر إرسال ليرسل رسالة إلكترونية، فتُنقل الرسالة إلكترونياً من الحاسوب عبر نظام حاسوبي مركزي لتصل إلى الحاسوب الآخر خلال ثوان. وهذا يشبه آلية عمل جهاز الغدد الصم في الجسم.

## آلية عمل الهرمونات Action of Hormones

يتكون جهاز الغدد الصم من غدد تعمل عمل نظام اتصال. ويُنتج جهاز **الغدد الصم** endocrine glands الهرمونات التي تُطلق إلى مجرى الدم، ويتم توزيعها إلى خلايا الجسم. **الهرمون** hormone مادة كيميائية تؤثر في خلايا وأنسجة مستهدفة معينة؛ لتعطي استجابة محددة. وتُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية (دهنية)، وهرمونات غير ستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية، بناءً على تركيبها وآلية عملها.

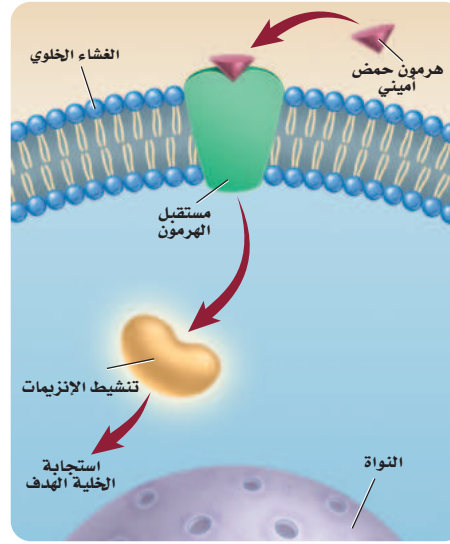
**الهرمونات الستيرويدية Steroid Hormones** هرمونات الإستروجين والبروجستيرون والتستوستيرون من الهرمونات الستيرويدية. ويؤثر كل منهما في أجهزة التكاثر في الإنسان. وجميع الهرمونات الستيرويدية تؤثر في الخلايا المستهدفة لبدء عملية بناء البروتين، كما في الشكل 4-12.



■ الشكل 4-12 يتنقل الهرمون الستيرويدي عبر الغشاء الخلوي، ويرتبط مع مستقبل داخل الخلية، فيحفز عملية بناء البروتين.

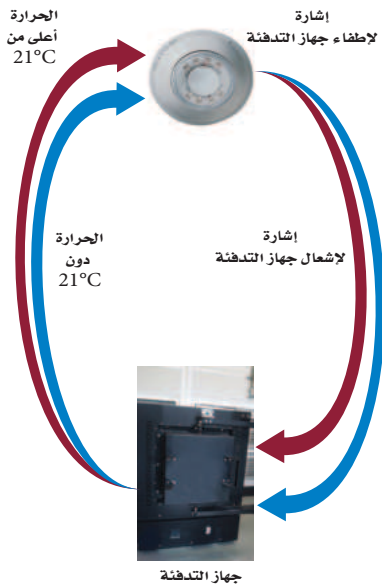
■ الشكل 13 - 4 يرتبط الهرمون غير الستيرويدي (هرمون الحمض الأميني) مع مستقبل على الغشاء البلازمي قبل دخوله الخلية.

وضع. الفرق بين هرمونات الأحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.



تذوب الهرمونات الستيرويدية في الدهون. ولهذا تستطيع الانتشار عبر الغشاء البلازمي للخلية الهدف. وبمجرد دخولها الخلية الهدف ترتبط مع المستقبل في الخلية، ثم يعمل الهرمون والمستقبل المتحدان معاً على الارتباط مع المادة الوراثية DNA في النواة، مما يحفز جينات محددة لبناء بروتينات معينة.

**هرمونات الأحماض الأمينية Amino Acid Hormones** هرمون الأنسولين وهرمونات النمو من الهرمونات غير الستيرويدية أو هرمونات الأحماض الأمينية. وتتكون هذه الهرمونات من أحماض أمينية. لذا يتعين على هرمونات الأحماض الأمينية أن ترتبط مع مستقبلات موجودة على سطح الغشاء البلازمي للخلية الهدف؛ بسبب عدم قدرتها على الانتشار من خلاله. وبمجرد ارتباط الهرمون مع المستقبل يعمل المستقبل على تنشيط إنزيم موجود داخل الغشاء، مما يؤدي إلى بدء مسار كيميائي حيوي يؤدي في النهاية إلى الاستجابة المرغوبة للخلية، الشكل 13-4.

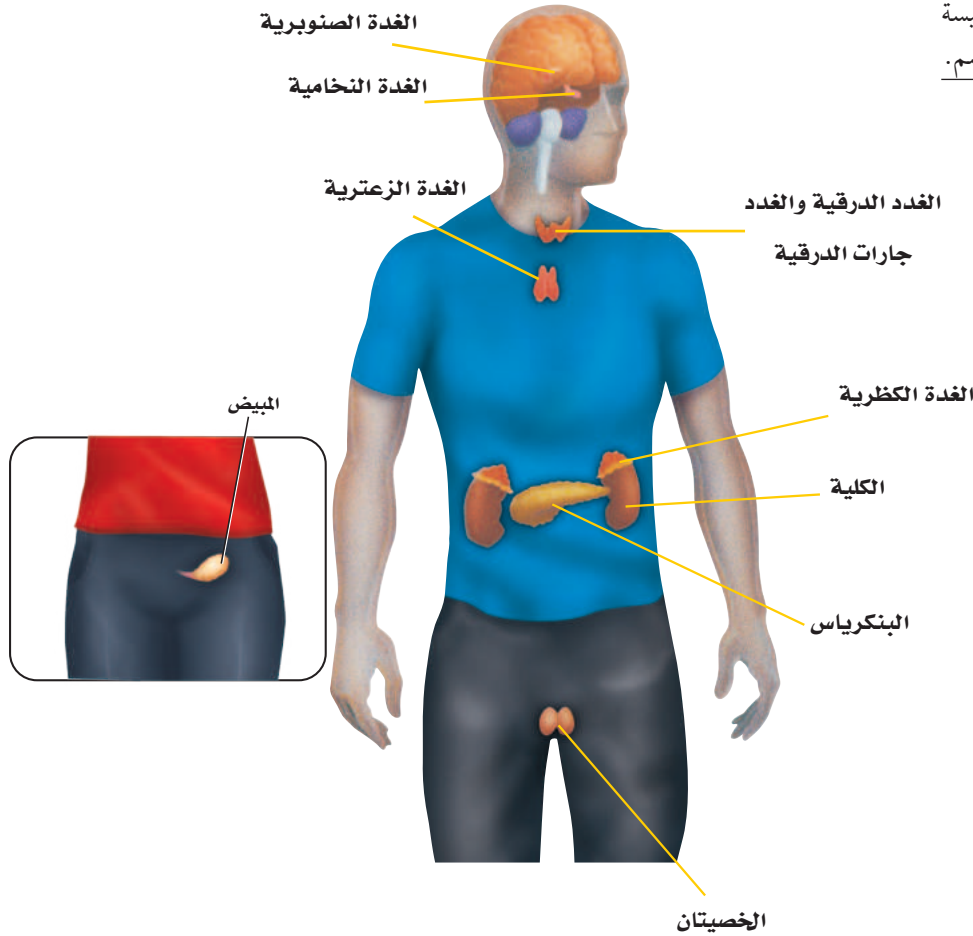


■ الشكل 14-4 ينظم نظام التدفئة المركزية أو يشتعل بناءً على العلاقة بين درجة الحرارة التي يتم رصدها ودرجة الحرارة المرجعية (التي تم ضبطها).

### التغذية الراجعة السلبية Negative Feedback

يتم الحفاظ على اتزان الجسم بواسطة آلية تغذية راجعة تسمى التغذية الراجعة السلبية؛ حيث تعيد التغذية الراجعة النظام إلى نقطة البداية (النقطة المرجعية set point) بمجرد انحرافه عن هذه النقطة، لذلك يتغير النظام ضمن مدى معين. وقد تكون على دراية بالتغذية الراجعة السلبية من خلال ما تشاهده في بعض الأجهزة الكهربائية في البيت، كما في الشكل 14-4. فعلى سبيل المثال، يمكن الحفاظ على درجة حرارة نظام التدفئة المركزية عند درجة 21 °C مثلاً؛ إذ يستشعر منظم الحرارة في هذا النظام الحرارة. فعندما تنخفض دون 21 °C يرسل المنظم إشارة إلى مصدر الحرارة لبدأ الاشتعال وإنتاج حرارة أكثر. وعندما ترتفع الحرارة أعلى من 21 °C يرسل منظم الحرارة إشارة إلى مصدر الحرارة ليتوقف عن العمل، ولن يعمل مصدر الحرارة مرة أخرى إلا عند انخفاض درجة الحرارة دون 21 °C، عندما يتم استشعارها بواسطة منظم الحرارة. وتُشبه هذه العملية التغذية الراجعة السلبية.

■ الشكل 15-4 تقع الغدة الرئيسية لجهاز الغدد الصم في جميع أنحاء الجسم.



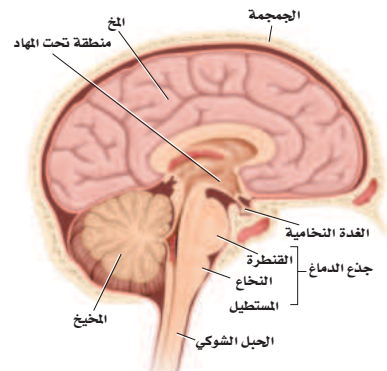
### الغدد الصم وهرمونها

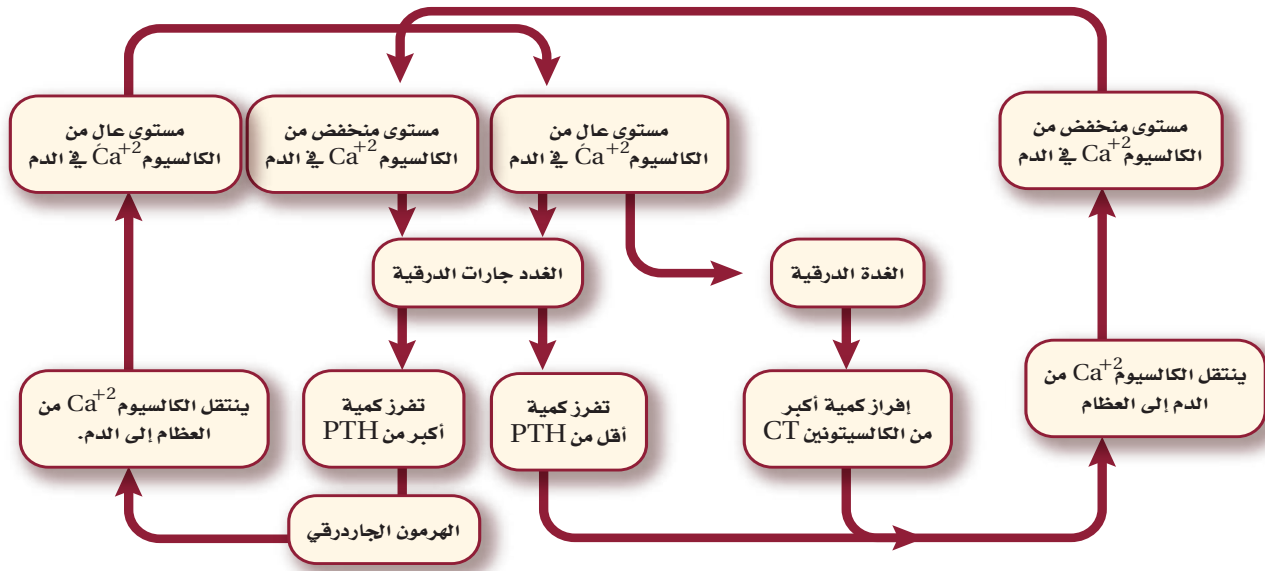
## Endocrine Glands and Their Hormones

يضم جهاز الغدد الصم جميع الغدد التي تفرز الهرمونات، ومنها الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والكظرية، والصنوبرية، والغدة الزعترية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان، الشكل 15-4.

**الغدة النخامية Pituitary Gland** تقع **الغدة النخامية** pituitary gland في قاعدة الدماغ، كما في الشكل 16-4. وتسمى سيدة الغدد الصم؛ لأنها تنظم هذه الغدة هرمونات تنظم العديد من وظائف الجسم، وبغض النظر عن حجمها فهي أهم الغدد الصم. وتفرز هذه الغدة هرمونات تنظم العديد من وظائف الجسم، وكذلك تنظم عمل الغدد الصم الأخرى، ومنها الغدة الدرقية والغدة الكظرية والخصيتان والمبيضان. وتعمل بعض هرمونات الغدة النخامية على الأنسجة بدلاً من العمل على أعضاء محددة. فهرمون النمو (HG) الذي تفرزه الغدة النخامية يساعد على تنظيم نمو كتلة الجسم، عن طريق تحفيز انقسام الخلايا في العضلات والنسيج العظمي. وينشط هذا الهرمون خصوصاً في أثناء الطفولة ومرحلة البلوغ.

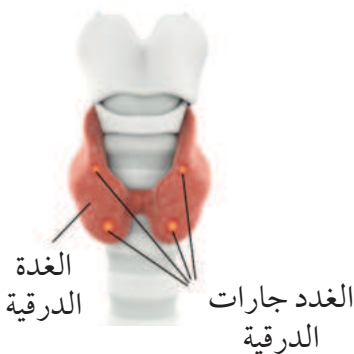
■ الشكل 16-4 تقع الغدة النخامية في قاعدة الدماغ، ويبلغ قطرها نحو 1 cm، وتزن ما بين 0.5-1g.





■ الشكل 17-4 الهرمون الجاردرقي (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) ينظمان مستوى الكالسيوم في الدم.

■ **وضح.** كيف يمثل عمل كل من الهرمون الجاردرقي PTH وهرمون الكالسيتونين CT آلية التغذية الراجعة السلبية؟



■ الشكل 18-4 الغدة الدرقية وجارات الدرقية.

### الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية Thyroid and Parathyroid Glands

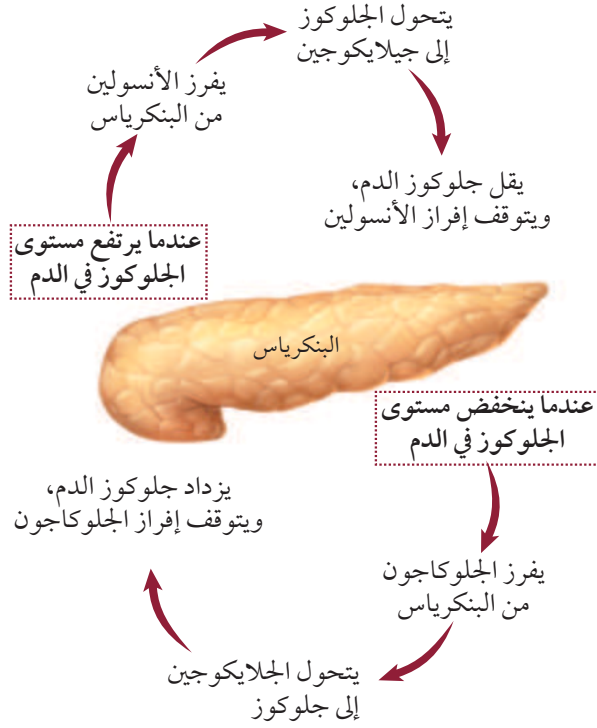
تعرف على آلية عمل الغدة الدرقية وجارات الدرقية في الشكل 17-4. تفرز الغدة الدرقية هرموناً يُسمى الثيروكسين، وكما في هرمون النمو، لا يقتصر عمل **الثيروكسين** thyroxine على أعضاء محددة، بل يؤدي إلى زيادة معدل الأيض في خلايا الجسم. كما تفرز الغدة الدرقية هرمون **الكالسيتونين** calcitonin (CT) وهو مسؤول جزئياً عن تنظيم أيونات الكالسيوم في الجسم، وهو معدن مهم جداً في تكوين العظام وتجلط الدم، وفي القيام بوظائف الخلايا العصبية، وانقباض العضلات. ويؤدي الكالسيتونين إلى خفض مستوى الكالسيوم في الدم من خلال إرسال إشارات إلى العظام لتزيد من امتصاص الكالسيوم، وإشارة إلى الكليتين لإفراز المزيد منه مع البول.

عندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم تعمل الغدد جارات الدرقية على زيادة إنتاج **الهرمون الجاردرقي** (PTH) parathyroid hormone الذي يزيد من مستوى الكالسيوم، عن طريق تحفيز العظام على إطلاقه. كما يحفز الكليتين على إعادة امتصاص كميات أكبر من الكالسيوم، وكذلك يزيد من امتصاص الأمعاء للكالسيوم من الغذاء.

وللغدة الدرقية وجارات الدرقية تأثيرات متضادة في مستوى الكالسيوم في الدم، وبعملهما معاً يحافظان على اتزان الجسم الداخلي، انظر الشكل 18-4.

■ **ماذا قرأت؟** **وضح** أهمية التغذية الراجعة السلبية في المحافظة على اتزان الجسم.





■ الشكل 19-4 الجلوكاجون والأنسولين يعملان معًا للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

**البنكرياس Pancreas** للبنكرياس دور مهم في إنتاج الإنزيمات التي تهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. كما يفرز البنكرياس هرموني الأنسولين والجلوكاجون اللذين يعملان معًا للحفاظ على اتزان الجسم، كما في الشكل 19-4. فعندما يرتفع مستوى الجلوكوز في الدم يفرز البنكرياس هرمون **الأنسولين insulin** الذي يرسل إشارة إلى خلايا الجسم، وخصوصًا في الكبد والعضلات لتسريع عملية تحويل الجلوكوز إلى جلايكوجين الذي يخزن في الكبد. وعندما ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم يُفرز هرمون الجلوكاجون من البنكرياس. يرتبط **الجلوكاجون glucagon** بخلايا الكبد، فيرسل إليها إشارة ببدء تحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم.

يُنتج مرض السكري عن عدم إنتاج الجسم لكميات كافية من الأنسولين، أو لعدم استعمال الأنسولين على نحو صحيح. وينتج النوع الأول من السكري - الذي يظهر عادة عند الأشخاص في سن العشرين - عن عدم إفراز الجسم للأنسولين. أما النوع الثاني من السكري فيصيب نحو 80-70% من الناس، وعادة ما يحدث بعد سن 40، وينتج عن عدم حساسية خلايا الجسم للأنسولين.

تشمل المضاعفات الناتجة عن مرض السكري أمراض القلب التاجية، وتلف شبكية العين والخلايا العصبية والحموضة أو انخفاض درجة حموضة الدم. وفي نوعي السكري يجب مراقبة مستوى الجلوكوز في الدم، والحفاظ عليه لمنع حدوث المضاعفات الناتجة عن هذا المرض.

#### مهن مرتبطة مع علم الأحياء

##### اختصاصي الغدد الصم

Endocrinologist يدرس

اختصاصي الغدد الصم الغدد

التي تفرز الهرمونات، والأمراض

المرتبطة معها.



**الغدد الكظرية (فوق الكلوية) Adrenal Glands** تقع الغدد الكظرية في أعلى الكليتين - ارجع إلى الشكل 15-4. ويسمى الجزء الخارجي من الغدد الكظرية القشرة، وهي التي تقوم ببناء الهرمون الستيرويدي ألدوستيرون، ومجموعة أخرى من الهرمونات تُسمى الهرمونات القشرية السكرية، ومنها: الكورتيزول. ويؤثر هرمون **ألدوستيرون** aldosterone في الكليتين، وهو ضروري جداً لإعادة امتصاص أيونات الصوديوم. أما **الكورتيزول** cortisol فيساعد على زيادة مستوى الجلوكوز في الدم، ويقلل من الالتهابات. وللجسم آليات مختلفة في الاستجابة للضغوطات النفسية، مثل "استجابة المواجهة أو الهروب" في الجهاز العصبي. ويرتبط جهاز الغدد الصم أيضاً بهذه الأنواع من الاستجابات (ردود الفعل)، "إفراز الأدرينالين" يحدث عندما تنطلق كمية من الطاقة في موقف يدعو إلى التوتر. ويفرز الجزء الداخلي من الغدد الكظرية إبينفرين (أدرينالين)، ونورإبينفرين (نور أدرينالين)، ويعمل هذان الهرمونان معاً على زيادة معدل نبض القلب، وضغط الدم ومعدل التنفس ومستوى السكر في الدم. وجميع هذه العوامل مهمة في زيادة نشاط خلايا الجسم في أثناء المواقف العصبية.

#### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

## تجربة 4-2

### عمل نموذج لجهاز الغدد الصم

4. راجع برنامجك. أدخل الخطوات، حيث يبدأ جهاز الغدد الصم لديك إفراز الهرمونات للحفاظ على اتزان جسمك الداخلي. استعمل معرفتك والمصادر المتوافرة لتحديد الهرمونات التي ارتبطت مع ذلك. وضمّن ردود فعل الجسم لهذه الهرمونات في خطوة منفصلة.

5. قارن برنامجك بالبرامج الأخرى التي صممها زملاؤك.

#### التحليل

1. **التفكير الناقد.** هل تكرر ظهور الهرمونات نفسها في معظم البرامج التي درستها في الخطوة 5؟ ولماذا؟
2. **استخلص النتائج.** اعمل قائمة بأجهزة الجسم الرئيسة التي مثلتها في برنامجك. علام يدل هذا بالنسبة لعدد وظائف الجسم التي يتحكم فيها جهاز الغدد الصم؟

كيف تساعد الهرمونات في الحفاظ على اتزان الجسم الداخلي؟ إن الأنشطة المتنوعة - ومنها الخضوع لاختبار أو المشاركة في سباق ما - تتطلب من الجسم ردود فعل خاصة. واستجابة الجسم لهذه الحاجات يسبب حدوث تغيرات فيه. ويعمل جهاز الغدد الصم والجهاز العصبي معاً لضمان استقرار البيئة الداخلية في الجسم.

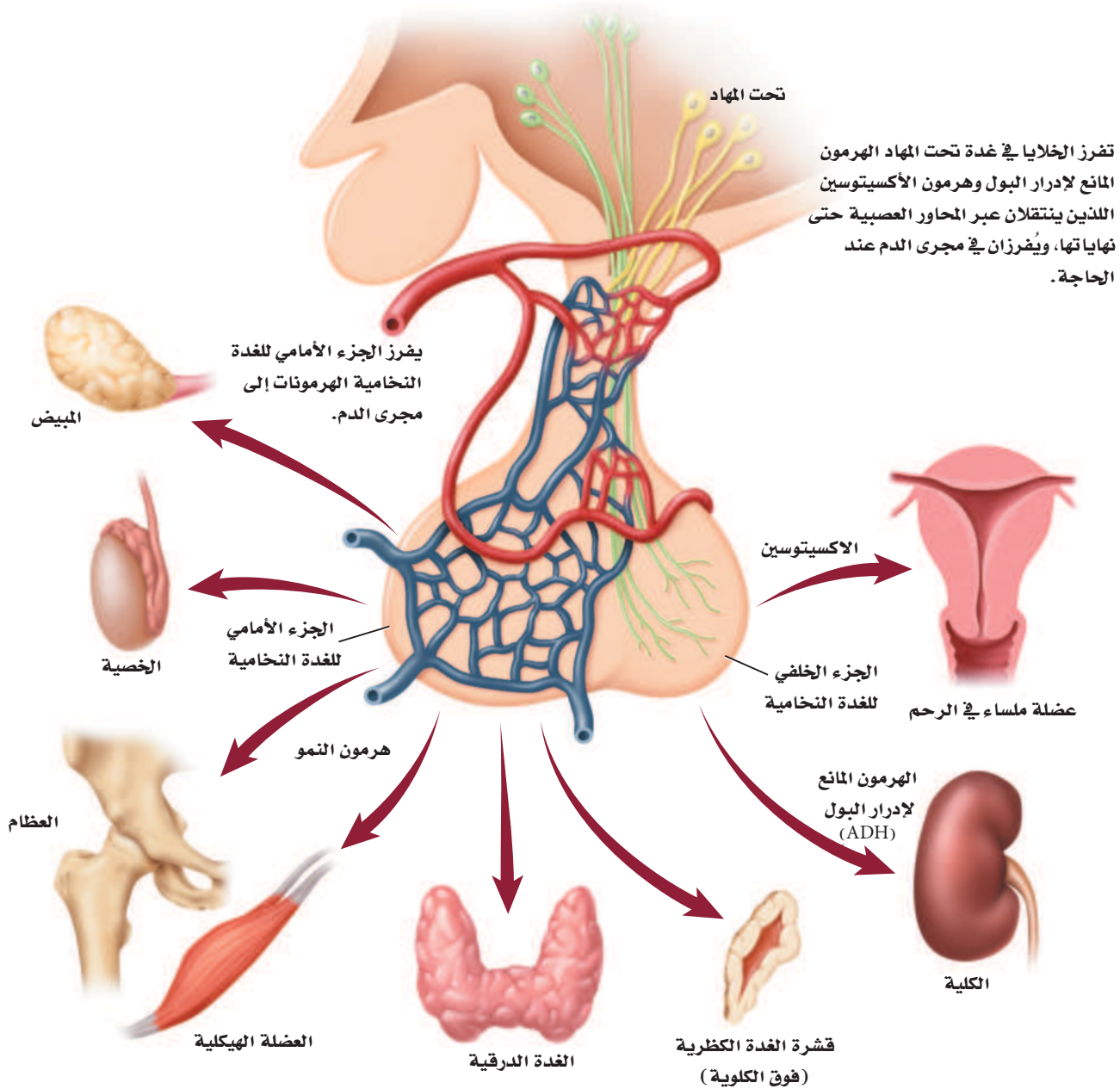
#### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حدد نشاطاً معيناً. ماذا يحدث للجسم في أثناء التحضير للنشاط، ثم عند القيام به، وبعد الانتهاء منه.
3. تخيل أنك تكتب برنامجاً حاسوبياً، وأن جسمك سيتابع النشاط إلى حين انتهائه. تتبع الخطوات التي تحدث كما في الخطوة 2.

# The Endocrine System

## جهاز الغدد الصم

■ الشكل 20 - 4 يحافظ تحت المهاد Hypothalamus على الإتزان الداخلي للجسم؛ بوصفه حلقة وصل بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم. تتصل منطقة تحت المهاد من خلال تركيب خاص بالغدة النخامية التي تتكون من جزأين (أمامي وخلفي) يتصلان معاً بواسطة جزء وسطي). ويخزن الجزء الخلفي من الغدة النخامية هرمونين هما: المانع لإدرار البول، والأكستوسين اللذان تفرزهما منطقة تحت المهاد حين الحاجة إليها وتعمل الغدة النخامية أيضاً على إنتاج وإفراز الهرمونات التي تنظم عمل الخصيتين والمبيضين والغدة الدرقية والغدة الكظرية.



## الربط مع الجهاز العصبي

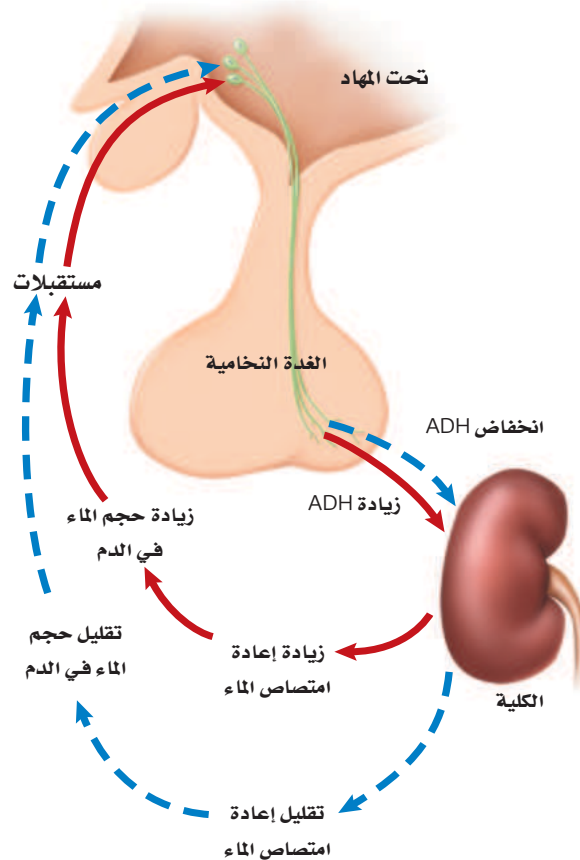
### Link to the Nervous System

ينظم كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم نشاطات الجسم، ويحافظان على اتزانه. ارجع إلى الشكل 20-4 لدراسة دور تحت المهاد في اتزان الجسم. تُنتج تحت المهاد هرمونين، هما هرمون الأوكسيتوسين، والهرمون المانع لإدرار البول. وينتقل هذان الهرمونان عبر المحاور العصبية، ويتم تخزينهما في نهايات المحاور التي تقع في الغدة النخامية.

تتمثل وظيفة **الهرمون المانع لإدرار البول antidiuretic hormone ADH** في الحفاظ على اتزان الجسم عن طريق تنظيم اتزان الماء.

ويؤثر هرمون ADH جزئياً في الأنابيب الجامعة في الكليتين. فعندما تعمل خارج المنزل في أيام الصيف الحارقة، وينتج جسمك كميات كبيرة من العرق قد يجعلك عرضة للإصابة بالجفاف، فعندها تستشعر الخلايا الموجودة تحت المهاد تعرضك للجفاف وانخفاض مستوى الماء في الدم، فتستجيب الخلايا بإفراز الهرمون المانع لإدرار البول من المحاور العصبية في الغدة النخامية التي اختزن هذا الهرمون. ويبين الشكل 21-4 انتقال الهرمون المانع لإدرار البول مع الدم ليصل إلى الكلية.

■ الشكل 21-4 يتحكم الهرمون المانع لإدرار البول ADH في تركيز الماء في الدم.



حيث يتحد الهرمون المانع لإدرار البول مع مستقبلات خاصة توجد في خلايا الكلية، فيساعد على إعادة امتصاص الماء في الكلية، وتقليل كمية الماء في البول، وزيادة مستوى الماء في الدم. أما في حالة وجود كمية كبيرة من الماء في دم الشخص فتعمل غدة تحت المهاد على منع إفراز الهرمون المانع لإدرار البول، فيجعله أقل تركيزًا. ويحفز أيضًا الغثيان والقيء إنتاج الهرمون المانع لإدرار البول، فكلاهما يسبب الجفاف، كما أن فقدان ما نسبته 15-20% من الدم في أثناء النزف يؤدي إلى إفراز الهرمون المانع لإدرار البول.

تنتج الخلايا في منطقة تحت المهاد هرمون الأوكسيتوسين الذي ينتقل ليُخزن في الجزء الخلفي من الغدة النخامية، وتفرزه عند الحاجة، وهو يؤثر في العضلات الملساء للرحم، مما يساعد على زيادة تقلصاتها وحدوث الطلق الذي يؤدي إلى سرعة عملية الولادة.

## التقويم 3-4

### الخلاصة

- تفرز الغدة الصم مواد تُسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.
- تُصنّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية وهرمونات الأحماض الأمينية.
- يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.
- يساعد جهاز الغدد الصم في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عبر إرسال الإشارات بواسطة آلية تُسمى التغذية الراجعة السلبية.

### فهم الأفكار الرئيسية

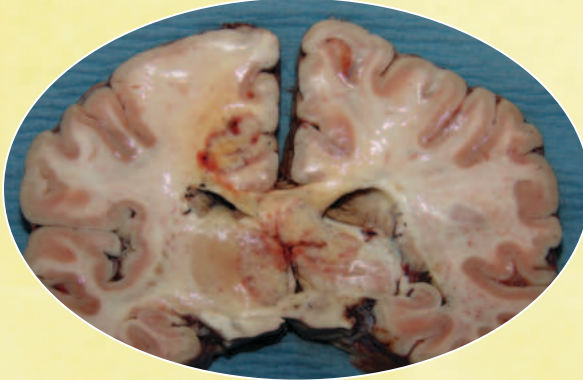
1. **الفكرة الرئيسية** قوّم. الأسباب التي أدت إلى تسمية نظام التغذية الراجعة للهرمونات بالتغذية الراجعة السلبية.
2. **توقع.** متى تتوافر مستويات عالية من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. **وضح.** آلية عمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
4. **حدد.** صف وظيفة كل من: الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والبنكرياس، والغدد الكظرية.

### التفكير الناقد

5. **ابحث.** اليود عنصر مهم جدًا لوظيفة الغدة الدرقية. ويُعدّ نقص اليود عند الأجنة وفي مرحلة الطفولة سببًا رئيسًا في حدوث الإعاقات العقلية التي يسهل الوقاية منها. توقع كيف يؤدي نقص اليود إلى الإعاقة العقلية أو أية مشاكل صحية أخرى. استخدم مكتبة مدرستك أو الشبكة الإلكترونية للبحث عن طرائق للتخفيف من هذه الآثار. واذكر بعض المصادر الغنية بعنصر اليود.
6. **حلّل.** كيف يؤدي الخلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة المخلوق الحي؟



## مهنة في علم الأحياء : الاختصاصي في الطب الشرعي، والاختصاصي في علم السموم



قطاع عرضي في الدماغ يمكن أن يستعمل لبيان أسباب الوفاة.

في بعض الحالات، نعم. يُستخدم المجهر الإلكتروني الماسح لتحديد جزيئات الطعام. كما يمكن أن يساعد أخذ عينة من المعدة تتطابق مع الوجبة الأخيرة، المحققين على تحديد وقت الوفاة.

**محتويات المعدة تكشف عن حدوث التسمم** قد ترتبط المواد السامة - ومنها بعض المنتجات المنزلية والسموم والعقاقير - بالوفاة. واختصاصي الطب الشرعي متخصص في تعرف وتحديد المواد الكيميائية الغريبة التي قد تؤدي إلى الوفاة.

يتم تدريب اختصاصي الطب الشرعي على ملاحظة التفاصيل الدقيقة التي قد تضيف أحياناً معلومات جديدة تساعد على رواية قصة الساعات الأخيرة من حياة الشخص.

**الكتابة في علم الأحياء** هناك وظيفة لاختصاصي علم الأمراض في مدينتك. اكتب إعلاناً عن هذه الوظيفة، وتأكد من اشتغال الإعلان على التقنيات والإجراءات التي يجب أن يُلمَّ بها المتقدمون لهذه الوظيفة، بالإضافة إلى المهارات العامة والخصائص التي يجب أن يمتلكوها.

### الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي الطب الشرعي

هل يمكن للشخص المتوفى أن يتكلم؟ بطريقة ما، نعم؛ إذ يمكن لجسم الميت توضيح الظروف المحيطة بالوفاة؛ حيث يجمع اختصاصي الطب الشرعي البيانات من الجسم ويحللها؛ لتحديد كيف مات الشخص؟ وتساعد الأدوات والتقنيات والطرائق العلمية التي يستعملها اختصاصي الطب الشرعي المحققين على تتبع ما حدث خلال الساعات الأخيرة من حياة الشخص، وكذلك الأسباب التي أدت إلى وفاته.

**الأدلة من التشريح** إن الهدف من التشريح هو عمل تسجيل قانوني ودائم لخصائص الجسم. خلال عملية التشريح يفحص الاختصاصي ويزن كلاً من الرئتين والدماغ والقلب والكبد والمعدة، ويستعمل المشروط لأخذ مقاطع رقيقة جداً من هذه الأعضاء، مثل صورة شريحة الدماغ في الشكل العلوي، ثم تحفظ هذه الشرائح كيميائياً لمنعها من التعفن.

**الهضم ووقت الوفاة** ما أهمية فحص اختصاصي الطب الشرعي محتويات معدة الضحية؟ يتوقف الهضم لحظة الوفاة، ويمكن للاختصاصي أن يفحص المعدة لتقدير الوقت؛ فإذا كانت المعدة فارغة تماماً يكون احتمال موت الضحية بعد ثلاث ساعات على الأقل من تناوله الطعام، وإذا كانت الأمعاء الدقيقة فارغة، فيحتمل حدوث الوفاة بعد 10 ساعات على الأقل بعد الوجبة الأخيرة. هل يمكن تحديد نوع الطعام في المعدة؟

# مختبر الأحياء

## كيف تُقارن بين معدل هضم النشا في أنواع مختلفة من البسكويت؟

- خطتك كلما كان ذلك ضرورياً.
  - أي العوامل ستبقى ثابتة؟
  - هل وضعت عينة للمقارنة؟
  - كيف تعرف أن هضم النشا اكتمل في كل عينة؟
  - كيف تحافظ على ثبات الكمية التي سيتم اختبارها لكل نوع من أنواع البسكويت؟
  - هل سيلائم المخطط بياناتك؟
5. تأكد من موافقة معلمك على خطتك قبل البدء في العمل.
6. قُم بإجراء التجربة.

7. التنظيف والتخلص من الفضلات تخلص من محتوي أنابيب الاختبار حسب الإجراءات المتبعة. ونظف الأواني الزجاجية والمعدات، وأعدّها إلى مكانها، ثم اغسل يديك جيداً بعد التعامل مع المواد الكيميائية والأواني الزجاجية.

### حلل ثم استنتج

1. حلل. ما تأثير إنزيم الأميليز في النشا الموجود في قطع البسكويت؟
2. لاحظ واستنتج. أي أنواع البسكويت كان فيه هضم النشا أسرع؟ وإلام يشير هذا بشأن كمية النشا الموجودة في قطعة معينة مقارنة بالأنواع الأخرى؟
3. التفكير الناقد. ما الاختلافات بين مكونات أفواه الناس التي قد تؤثر في هضم الأميليز للنشا؟ فسر ذلك.
4. تحليل الخطأ. هل أظهرت أي خطوة من خطوات التجربة أي متغيرات لم تُضبط؟ فسر كيف يمكن إعادة تصحيح خطوات العمل للتحكم في هذه العوامل أو المتغيرات.

### طبّق مهارتك

أعد تصميم تجربتك لتحديد تأثير الظروف المتغيرة ومنها درجة الحرارة أو الرقم الهيدروجيني pH في عملية هضم النشا بوساطة إنزيم الأميليز في واحدة من قطع البسكويت.

**الخلفية النظرية:** يبدأ هضم النشا في الفم، حيث يحطم إنزيم الأميليز الموجود في اللعاب النشا إلى جزيئات سكر أصغر الجلوكوز الذي يعد مصدراً مهماً للطاقة. وتختلف الأطعمة ومنها - البسكويت فيها تحويه من النشا. تقارن في هذا المختبر بين سرعة هضم النشا في أنواع عدة من البسكويت؛ لتحديد الكمية النسبية في كل نوع.

**سؤال:** كيف تُقارن بين الأوقات اللازمة لهضم النشا بوساطة إنزيم الأميليز في الأنواع المختلفة من البسكويت؟

### المواد والأدوات

- أنواع مختلفة من البسكويت
- مصدر حراري، لهب بنزن
- هاون (مدق)
- أنابيب اختبار
- حامل أنابيب اختبار
- ورق ترشيح
- قمع
- مقياس حرارة
- كأس زجاجية
- مصدر حراري، لهب بنزن
- مخبر مدرج
- محلول اليود
- قطارات
- زجاجة ساعة (جفنة شفافة)
- محلول الأميليز
- أقلام تخطيط على الزجاج
- أو أقلام شمعية

### احتياطات السلامة



تحذير: اليود مادة مهيجة وتصبغ الجلد

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص ثلاثة أنواع من قطع البسكويت المختلفة، وصمّم تجربة للمقارنة بين الأوقات التي يتطلبها هضم النشا في كل نوع منها. واستعمل إنزيم الأميليز لتحفيز عملية هضم النشا. ويُعدّ اليود مادة كيميائية تستعمل للكشف عن وجود النشا في الطعام. إذ يتحول إلى اللون الأزرق أو الأسود عند وجود النشا، ويستخدم في الدلالة على انتهاء عملية هضمه.
3. اعمل مخطط بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. خذ بعين الاعتبار الآتي مع أفراد مجموعتك وعدل

# دليل مراجعة الفصل

# 4

# الغذاء

**المطويات** توقع. ماذا يحدث إذا لم يُنتج عضو ما في جهاز الغدد الصم هرموناً معيناً، وتوقف نظام التغذية الراجعة عن العمل؟

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>4-1 الجهاز الهضمي</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يُحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة؛ ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسية.</li> <li>• الهضم نوعان: ميكانيكي، وكيميائي.</li> <li>• يتم امتصاص معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.</li> <li>• تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.</li> <li>• يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة ( القولون).</li> </ul>	<p>البسبين</p> <p>الأمعاء الدقيقة</p> <p>الكبد</p> <p>الخمالات المعوية</p> <p>الأمعاء الغليظة</p> <p>الهضم الميكانيكي</p> <p>أنزيم الأميليز</p> <p>الهضم الكيميائي</p> <p>المريء</p> <p>الحركة الدودية</p>
<p><b>4-2 التغذية</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> بعض المواد المغذية ضرورية جداً ليؤدي الجسم وظائفه بصورة طبيعية.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يقاس محتوى الغذاء من الطاقة بالسرعات الحرارية.</li> <li>• الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ثلاث مجموعات رئيسية من الغذاء.</li> <li>• الكربوهيدرات مصدر رئيس للطاقة في الجسم.</li> <li>• الدهون والبروتينات وحدات بنائية للجسم، وتزوده بالطاقة.</li> <li>• الفيتامينات والأملاح المعدنية ضرورية لمساعدة الجسم على أداء وظائفه الأيضية بصورة صحيحة.</li> <li>• مخطط الهرم الغذائي الشخصي وملصقات الغذاء من الأدوات التي ترسخ عادات الأكل الصحية.</li> </ul>	<p>التغذية</p> <p>السعر الحراري</p> <p>الفيتامين</p> <p>الأملاح المعدنية</p>
<p><b>4-3 جهاز الغدد الصم</b></p> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تفرز الغدد الصم مواد تسمى الهرمونات.</li> <li>• تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.</li> <li>• تُصنف الهرمونات إلى: هرمونات ستيرويدية، وهرمونات الأحماض الأمينية.</li> <li>• يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.</li> <li>• يساعد جهاز الغدد الصم في المحافظة على الاتزان الداخلي للجسم عبر إرسال الإشارات بواسطة آلية تسمى التغذية الراجعة السلبية.</li> </ul>	<p>الأنسولين</p> <p>الجلوكاجون</p> <p>ألدوستيرون</p> <p>الكورتيزول</p> <p>الهرمون المانع لإدرار البول</p> <p>الغدد الصم</p> <p>الهرمون</p> <p>الغدة النخامية</p> <p>الثيوركسين</p> <p>الكالسيتونين</p> <p>الهرمون الجاردرقي (باراثايرويد)</p>



## 4-1

## مراجعة المفردات

حدد المصطلح الذي لا ينتمي إلى كل مجموعة من المفردات الآتية، مبيِّناً السبب:

1. المريء - البنكرياس - الأمعاء الغليظة.
2. الببسين - الجلايكوجين - الجلوكوز.
3. المادة الصفراء - الأميليز - الحركة الدودية.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

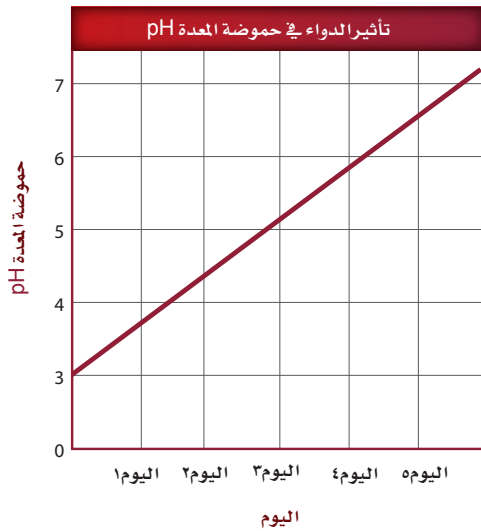
4. ماذا يحدث في المعدة؟
  - a. هضم جزيئات الدهون الكبيرة وتحويلها إلى جزيئات صغيرة.
  - b. تحليل البروتينات.
  - c. يُحلل الأميليز النشا إلى جزيئات سكر صغيرة.
  - d. يُفرز الأنسولين ليستعمل في الأمعاء الدقيقة.
5. أيُّ صفٍّ من الجدول الآتي يحوي الكلمة المناسبة لإكمال العبارة؟ الرقم (1) يُنتج الرقم (2) الذي يُفرز إلى الرقم (3).

العمود	1	2	3
A	الكبد	المادة الصفراء	الأمعاء الدقيقة
B	الحوصلة الصفراوية	الببسين	المعدة
C	البنكرياس	الحمض	الأمعاء الغليظة
D	الخلايا المعوية	الأميليز	الفم

- a. الصف A.
- b. الصف B.
- c. الصف C.
- d. الصف D.

6. يشكو شخص من مشاكل في هضم الدهون جيداً. ما الذي يُفسّر هذه الحالة؟

- a. لا تسمح العضلة العاصرة في نهاية المعدة بمرور المادة الصفراء إلى الأمعاء الدقيقة.
  - b. انسداد القناة التي تربط بين الكبد والحوصلة الصفراوية.
  - c. الشخص يفرز مادة صفراء أكثر.
  - d. حموضة المعدة ليست كافية لهضم الدهون.
- استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 7.



7. تناول شخص ما دواءً مدة خمسة أيام. أي من الآتي قد يحدث نتيجة تناول هذا الدواء؟

- a. لن يتمكن الببسين من تحليل البروتينات.
- b. لن يتمكن الأميليز من تحليل النشا.
- c. لن يتم إفراز المادة الصفراء.
- d. لن تؤدي الإنزيمات التي تُفرز من البنكرياس عملها بصورة جيدة.



17. أي الكربوهيدرات الآتية لا تُهضم في الجسم، وتزود النظام الغذائي بالألياف؟
- a. السكروز.      b. النشا.  
c. الجللايكوجين.      d. السيليلوز.
18. أي مما يأتي يؤدي إلى تحليل الأطعمة الغنية بالبروتين في المعدة؟
- a. الرقم الهيدروجيني المنخفض والبسبين.  
b. الرقم الهيدروجيني المرتفع والمادة الصفراء.  
c. الرقم الهيدروجيني المرتفع والبسبين.  
d. الرقم الهيدروجيني المنخفض والمادة الصفراء.
- استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 19.

معلومات غذائية	
مقدار الحصة: ١ كوب (١٠٠ مل)	
عدد الحصص بالعبوة: ٣,٣ تقريباً	
المحتويات بكل حصة	
السعرات ٤٥	
* النسبة من المطلوب يومياً	
الدهون الكلية	صفر جم صفر %
صوديوم	١٠ ملجم ٠,٥ %
بوتاسيوم	٠,٦ %
الكربوهيدرات الكلية	١٢ جم ٤ %
سكريات	١٢ جم
* النسبة المتوية للقيم اليومية مبنية على وجبة تحتوي على ٢٠٠٠ سعرة حرارية. مصدر غير مهم للسعرات من الدهون، الدهون المشبعة، الكوليسترول، الألياف الغذائية، البروتين، الفيتامين، الفيتامين ج، الكالسيوم والحديد.	

19. إذا شربت كوب واحد (100 mL) من العصير، فما نسبة ما استهلكته من القيمة المسموح بها يومياً من الكربوهيدرات؟
- a. 0.5 %      b. 28 %  
c. 4 %      d. 35 %

## أسئلة بنائية

8. إجابة قصيرة. فسّر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة المعدة وصفاً غير صحيح.
9. إجابة قصيرة. ارجع إلى الجدول 1-4 لتلخص عمليات الهضم التي تحدث في التراكيب الآتية: الفم، المريء، المعدة، الأمعاء الدقيقة، الأمعاء الغليظة.
10. نهاية مفتوحة. لماذا يستطيع الإنسان العيش دون حوصلة صفراوية؟ وضح التأثيرات التي تحدث عند هضم الشخص للطعام.

## التفكير الناقد

11. فسّر. لماذا يضيف مصنّعو الأدوية فيتامين (K) لبعض أقراص المضادات الحيوية؟
12. كَوّن فرضية. لماذا يملك الإنسان الزائدة الدودية إذا لم يكن لها وظيفة مفيدة في الجسم؟

## 4-2

## مراجعة المفردات

ميز بين المفردات الآتية:

13. دهون مشبعة - دهون غير مشبعة.  
14. جزيئات مواد مغذية صغيرة - جزيئات مواد مغذية كبيرة.  
15. فيتامينات - أملاح معدنية.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

16. أي مما يأتي يعتبر من خصائص الدهون المشبعة؟
- a. سائلة في درجة حرارة الغرفة، وتوجد في الزيوت النباتية.  
b. يتم امتصاص معظمها في الأمعاء الغليظة.  
c. مشتقة من مصادر حيوانية وصلبة في درجة حرارة الغرفة.  
d. تميل إلى خفض كوليسترول الدم.

## أسئلة بنائية

20. مهن مرتبطة مع علم الأحياء بناءً على رأي مختص في علم الأغذية فإن الأنظمة الغذائية المنخفضة الكربوهيدرات تكون عالية المحتوى من الدهون والبروتينات. قوّم المخاطر الصحية التي قد ترتبط مع استهلاك الأطعمة الغنية بالدهون والبروتينات على المدى الطويل.

21. إجابة مفتوحة. أشر إلى عوامل أخرى - غير قلة الطعام الذي قد يتناوله الشخص - تسبب سوء التغذية.

## التفكير الناقد

22. فسّر. لماذا يقلل النظام الغذائي الغني بالألياف من احتمالية الإصابة بسرطان القولون؟

23. استنتج. أسباب استمرار ارتفاع معدلات السمنة بين الأشخاص في الثلاثين سنة الماضية على الأقل.

## 4-3

## مراجعة المفردات

وضّح الفرق بين كل مصطلح من المصطلحات الآتية، ثم فسّر الارتباط بينها:

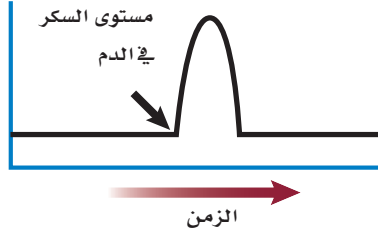
24. الأنسولين - الجلوكاجون.

25. الإستروجين - هرمون النمو.

26. الكورتيزول - الإبينفرين.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 27.



27. يوضح الرسم البياني مستوى السكر في الدم لفترة من الزمن. أي الهرمونات الآتية قد يسبب الارتفاع المفاجئ المشار إليه بالسهم؟

a. الهرمون المانع لإدرار البول. b. هرمون النمو.  
c. الجلوكاجون. d. الأنسولين.

28. أي الهرمونات الآتية تُفرزه الخلايا العصبية بدلاً من جهاز الغدد الصم؟

a. الهرمون المانع لإدرار البول والأكسيتوسين.  
b. هرمون النمو والثيروكسين.  
c. الأنسولين والجلوكاجون.  
d. النورإبينفرين والإبينفرين.

29. أي أزواج الهرمونات الآتية لها تأثير متضاد في عملها:

a. الكالسيتونين والهرمون الجاردرقي.  
b. الإبينفرين والنورإبينفرين.  
c. هرمون النمو والثيروكسين.  
d. ألدوستيرون والكورتيزول.



## تقويم إضافي

35. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة تصف فيها العمليات التي تحدث أثناء انتقال الطعام عبر قنواتك الهضمية.

ملاحظة: تأكد من تضمين إجابتك جميع مجموعات الغذاء الرئيسية.

## أسئلة المستندات

السرعات الحرارية المقدرة والمطلوبة حسب الجنس والعمر			
الجنس	العمر	نشاط معتدل	نشاط زائد
الإناث	9-13	1600-2000	1800-2200
	14-18	2000	2400
	19-30	2000-2200	2400
	31-50	2000	2200
	51+	1800	2000-2200
الذكور	9-13	1800-2200	2000-2600
	14-18	2400-2800	2800-3200
	19-30	2600-2800	3000
	31-50	2400-2600	2800-3000
	51+	2400	2400-2800

36. بناءً على الجدول السابق، أي الجنسين يحتاج إلى سرعات حرارية أكثر؟

37. صف الاستنتاج العام لهذه البيانات بغض النظر عن عدد السرعات المطلوبة للحفاظ على توازن الطاقة المرتبطة مع العمر.

38. لماذا يحتاج الأفراد في الفئة العمرية بين 19-30 عامًا إلى عدد أكبر من السرعات الحرارية؟

استعمل الصورتين الآتيتين للإجابة عن السؤال 30.



A



B

30. أي الأشخاص في الصورتين أعلاه يُحتمل وجود مستوى عالٍ من الإبينفرين في جسمه؟

- الشخص في الصورة (A).
- الشخص في الصورة (B).
- كلا الشخصين.
- لا أحد منهما.

## أسئلة بنائية

31. إجابة مفتوحة. ما التأثير المباشر لزيادة إفراز الكالسيونين؟ حلّل أثر ذلك في اتزان الأنظمة الأخرى في الجسم عدا جهاز الغدد الصم.

32. إجابة قصيرة. قوّم أثر استخدام الكورتيزول على المدى الطويل في مقدرة الشخص على محاربة الالتهابات.

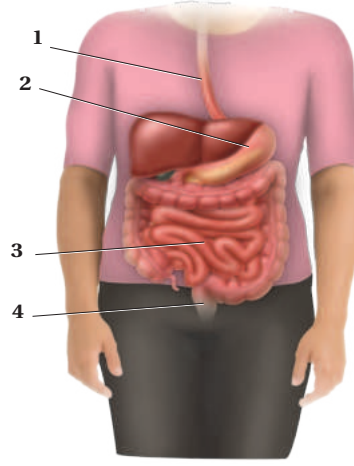
## التفكير الناقد

33. صف العلاقة بين الكالسيونين والهرمون الجاردرفي وبين الميزان ذي الكفتين.

34. كوّن فرضية. لماذا يُعطى الأنسولين عن طريق الحقن بدلاً من الفم؟

## أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.



1. أي أجزاء الجهاز الهضمي يحدث فيه عمليتا الهضم الكيميائي والميكانيكي أولاً؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

2. جميع العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالهرمونات الستيرويدية ما عدا:

- a. تنتشر خلال الغشاء البلازمي للخلية الهدف.  
b. تدخل إلى النواة.  
c. تحفز جينات في المادة الوراثية لبناء بروتينات محددة.  
d. تنشيط إنزيمات موجودة داخل الغشاء البلازمي.

3. أي أنواع المواد المغذية الآتية يبدأ هضمها في المعدة؟

- a. الأرز.  
b. شريحة من اللحم.  
c. قطعة من الحلوى.  
d. المعكرونة.

4. أي الغدد الآتية تفرز الهرمون الرئيس المسؤول عن عمليات الأيض في جسم الإنسان؟

- a. الغدة النخامية.  
b. الغدة الزعترية.  
c. الغدة الدرقية.  
d. الغدة الكظرية.

5. ما الدور الذي تؤديه الهرمونات في الجسم؟

- a. تعمل كمحفز حيوي للتفاعل.  
b. تبادل الغازات في الرئتين.  
c. هضم البروتينات في المعدة.  
d. تنظم العديد من وظائف الجسم.

6. عند ارتفاع مستوى السكر في الدم فإن البنكرياس يفرز:

- a. الجلوكاجون.  
b. الأنسولين.  
c. الأنسولين والجلوكاجون.  
d. لا الأنسولين ولا الجلوكاجون.

7. أي الهرمونات التالية مسؤول عن استجابة المواجهة أو الهروب؟

- a. الكالسيستونين.  
b. الجلوكاجون.  
c. الإبينفرين.  
d. الثيروكسين.

8. تتحلل الكربوهيدرات المعقدة في الجهاز الهضمي إلى:

- a. حموض أمينية.  
b. حموض دهنية.  
c. سكريات بسيطة.  
d. نشا.

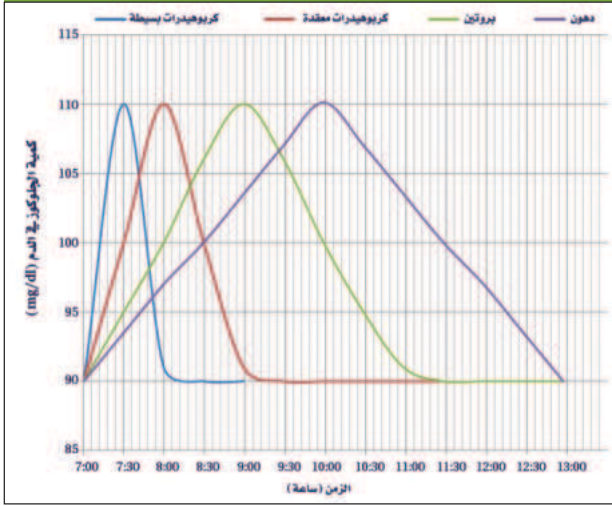


# اختبار مقنن

## أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الرسم البياني الآتي في الإجابة عن السؤالين 11 و12.

أثر المواد المغذية (وجبة الإفطار) في نسبة السكر (الجلوكوز) في الدم عند الإنسان



11. استنتج أي المواد المغذية أعلاه ترفع من نسبة الجلوكوز في الدم بعد ساعة و45 دقيقة من تناول وجبة الإفطار.

12. فسّر سبب الاختلاف في نسبة جلوكوز الدم بالنسبة للزمن بين المواد المغذية في الرسم السابق.

13. لماذا يكون النظام الغذائي الذي لا يحتوي على البروتين غير صحي؟

14. توقع كيف سيكون وزن شخص عدد الخملات المعوية في أمعائه قليلاً نتيجة إستئصال جزء من امعائه بسبب إصابته بمرض سرطان الأمعاء؟ وضح إجابتك.

9. أي الجمل الآتية صحيحة فيما يتعلق بالزائدة الدودية؟

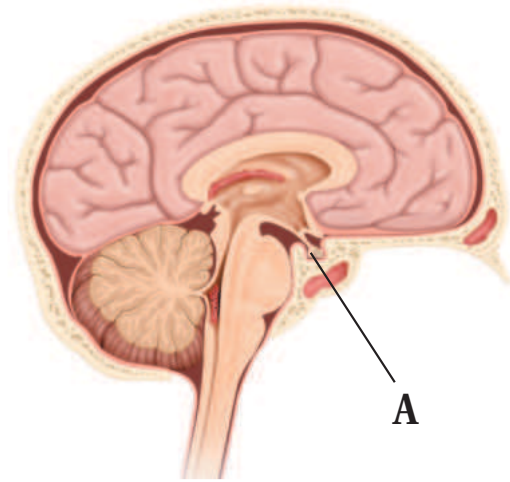
a. تمتص كربونات الصوديوم الهيدروجينية لمعادلة الحموضة.

b. ليس لها وظيفة معروفة في الجهاز الهضمي.

c. تساعد على تحليل الدهون.

d. تفرز الأحماض لتساعد على تحليل الغذاء.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 10.



10. أي من التراكيب الآتية تمثل الرمز A في الرسم أعلاه؟

a. الغدة النخامية.

b. الغدد فوق الكظرية.

c. الغدة الدرقية.

d. الغدد جارات الدرقية.

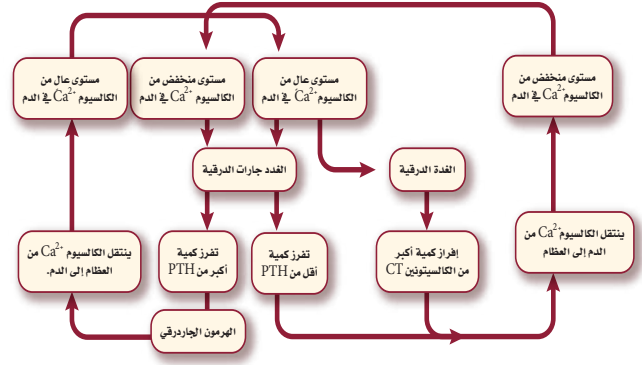
## أسئلة الإجابات المفتوحة

21. ماذا تتوقع أن يحدث إذا اختلت وظيفة غدة في جسمك فأفرزت كمية كبيرة من الهرمون الذي ينشط إفراز هرمونات الغدة الدرقية؟ وماذا يحدث إذا قل إفراز الهرمونات المحفزة للغدة الدرقية؟

22. وجبتان غذائيتان مكونتان من الكمية نفسها من اللحم، تناول شخص عدة لقيمات من الوجبة الأولى، بينما تناول شخص آخر الوجبة الثانية كاملة. على فرض أن الظروف معيارية وثابتة في كلا الحالتين. هل سيهضم الشخصان اللحم بنفس المعدل؟ فسّر إجابتك.

15. يعتقد صديقك بأن الوجبات الغذائية النباتية تقلل من امتصاص الدهون المشبعة والكوليسترول. هل تؤيده أم تعارضه؟ ولماذا؟

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 16 ، 17 :



16. قوّم كيف يؤثر الهرمون الجار الدريقي في النسيج العظمي؟

17. قوّم كيف تتأثر مستويات الكالسيوم في الدم عندما يتوقف عمل الغدة الدرقية في شخص ما؟

18. كيف يؤثر عدم حدوث الهضم الميكانيكي في الجسم؟

19. وضح كيف تؤدي الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة دورها المهم في امتصاص المواد المغذية.

20. وضح وظيفة الأمعاء الغليظة.



## سؤال مقالي

يحتاج الإنسان إلى فيتامين (C) في نظامه الغذائي؛ لأنه يقوي وظائف الجهاز المناعي، ويمنع الإصابة بمرض الأسقربوط. إذ يذوب فيتامين (C) في الماء، ولذا لا يتم تخزينه في الجسم. وعادة ما يُنصح به للشخص المريض أو من يوشك أن يمرض. وبعض الأشخاص يُنصحون بتناول جرعات أكبر آلاف المرات من الحجم المسموح به من فيتامين (C).

ويختلف الباحثون حول فاعلية تناول جرعات كبيرة من فيتامين (C)، فبعض الباحثين يعتقدون عدم فاعليتها، وبعضهم الآخر يعتقد أنها مفيدة. ويتفق معظم الباحثين على أن تناول جرعات عالية من فيتامين (C) لفترة زمنية قصيرة لا تُحدث ضرراً.

مستعيناً بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة اكتب مقالة تجيب فيها عن السؤال الآتي:

**23.** صغ فرضية تتعلق بمدى استفادة الشخص من تناول أو عدم تناول جرعات كبيرة من فيتامين (C) لمعالجة الرشح أو أعراض البرد. ووضح طريقة واحدة لاختبار هذه الفرضية.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	
الدرس / الفصل	4-3	4-2	4-3	4-1	4-2	4-3	4-3	4-3	4-3	4-2	4-3	4-1
السؤال	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
الدرس / الفصل	4-2	4-1	4-3	4-1	4-2	4-1	4-2	4-2	4-1	4-1	4-3
السؤال	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13



# التكاثر والنمو في الإنسان

## Human Reproduction and Growth

5

العلم

**الفكرة العامة** يتضمن تكاثر الإنسان اندماج الحيوان المنوي والبويضة معًا.

### 1 - 5 جهازا التكاثر في الإنسان

**الفكرة الرئيسية** تنظم الهرمونات جهازي التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.

### 2 - 5 مراحل نمو الجنين قبل الولادة

**الفكرة الرئيسية** من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الانسان ينمو من خلية مخصبة تتحول إلى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.

### حقائق في علم الأحياء

- يزداد حجم جنين الإنسان 10,000 مرة خلال أول ثلاثين يومًا من حياته.
- بلغ وزن أكبر طفل مولود (10.8) kg.

يد جنين عمره 20 أسبوعًا.

جنين عمره 6 أسابيع.

يد جنين عمره 5 أسابيع.



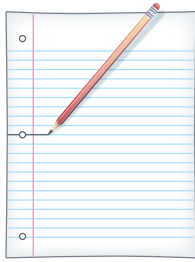
## نشاطات تمهيدية

جهاز التكاثر اعمل هذه المطوية لتساعدك على المقارنة بين إنتاج البويضات والحيوانات المنوية.

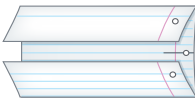
### المطويات

منظمات الأفكار

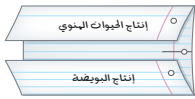
الخطوة 1: ارسم خطأً أفقيًا على طول منتصف ورقة كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثن الورقة من أعلى ومن أسفل ليلتقي طرفاها في المنتصف، كما في الشكل الآتي:



الخطوة 3: اكتب عنوانًا لكل شريط من المطوية كما في الشكل الآتي:



**المطويات** استخدم هذه المطوية في أثناء دراستك جهاز التكاثر في الإنسان في القسم 1-5، وسجل وأنت تقرأ الدرس ما تعلمته عن إنتاج كل من الحيوان المنوي في الخصية، والبويضة في المبيض.

## تجربة استهلاكية

### خصائص الخلية الجنسية

كيف تُنتج الخلايا الجنسية وتتخصص في تكوين اللاقحة؟ يتم التكاثر وفق عمليات تسير في نمط محدد. وإنتاج الخلايا الجنسية خطوة مهمة وحرارة في التكاثر. خلايا الحيوانات المنوية وخلايا البويضات لها خصائص محددة لتدعم أدوارها في التكاثر. وسوف تستقصي في هذه التجربة كيف أن شكل الخلايا الجنسية وتركيبها يدعم عملها.

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. افحص بالمجهر شريحة للبويضة، وحدد خصائصها، وارسمها.
3. افحص بالمجهر شريحة للحيوان المنوي، وحدد خصائصه، وارسمه.

### التحليل

1. قارن بين الحيوان المنوي والبويضة؟
2. حدد التراكيب والخصائص التي تؤثر في دور كل من الحيوان المنوي والبويضة في عملية التكاثر؟



# 5-1

## الأهداف

- تخصص وتناقش تركيب جهاز التناسل الذكري والأنثوي.
- توضح كيف تنظم الهرمونات جهاز التناسل الذكري والأنثوي.
- تناقش مراحل دورة الحيض.

## مراجعة المفردات

منطقة تحت المهاد Hypothalamus، جزء من الدماغ يربط بين الغدد الصم والجهاز العصبي، ويسيطر على الغدة النخامية.

## المفردات الجديدة

- الأنابيب المنوية
- البربخ
- الوعاء الناقل (الأسهر)
- الإحليل
- السائل المنوي
- البلوغ
- الخلية البيضية الأولية
- قناة البيض (قناة فالوب)
- دورة الحيض
- الجسم القطبي

## جهاز التكاثر في الإنسان

### Human Reproductive Systems

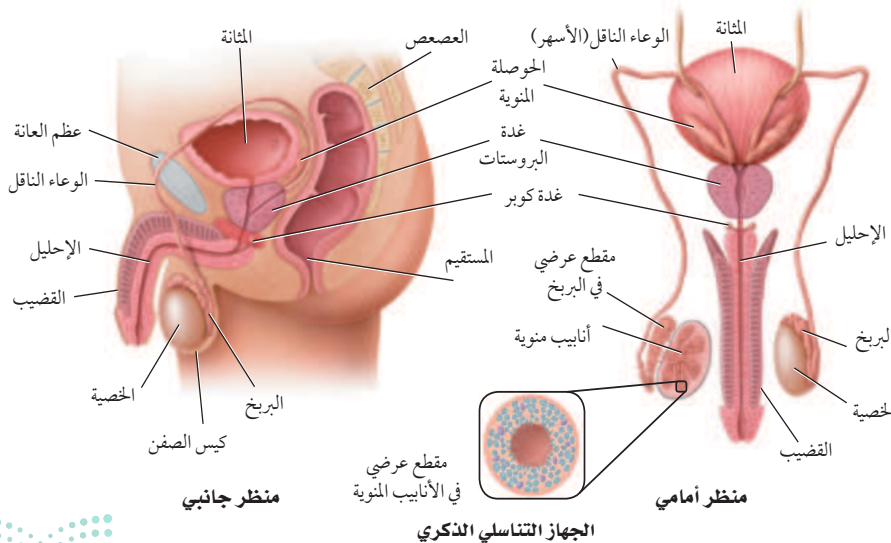
**الفكرة الرئيسية** تنظم الهرمونات جهاز التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج. **الربط مع الحياة** لربما لاحظت كيف تؤثر درجة حرارة الغرفة في التحكم في مقياس منظم درجة الحرارة لجهاز التكيف، فإذا كانت الغرفة باردة فإن مقياس منظم الحرارة لا يعطي إشارة إلى جهاز التكيف ليعمل، وهكذا تقوم الهرمونات الجنسية في جسم الإنسان بالتأثير في تركيبه وتكاثره.

### الجهاز التناسلي الذكري في الإنسان

#### Human Male Reproductive System

التكاثر ضروري لبقاء الأنواع المختلفة من المخلوقات الحية. وتحدث عمليات التكاثر في الإنسان بإخصاب الحيوان المنوي للبيضة، ثم تكوّن الجنين ونموّه، ثم ولادته. أما الأجهزة والأعضاء والغدد والهرمونات للجهاز التناسلي الذكري أو الأنثوي فجميعها لها دور فعال في التكاثر. يوضح الشكل 5-1 تركيب الجهاز التناسلي الذكري، وتسمى الغدة التناسلية الذكرية بالخصية testis، وتوجد خارج الجسم في كيس يُسمى الصفن scrotum. ويحتاج تكوين الحيوانات المنوية إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة الجسم البالغة  $37^{\circ}\text{C}$ . ونظرًا إلى وجود الصفن خارج تجويف الجسم حيث درجة الحرارة أقل من درجة حرارة الجسم، فإن هذا يوفر بيئة مناسبة لتكوين الحيوانات المنوية.

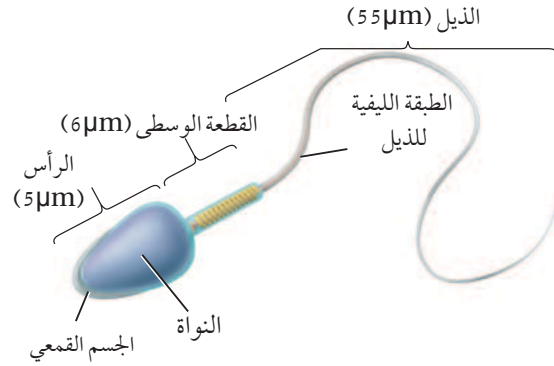
**الخلايا المنوية Sperm Cells** تسمى الخلايا التكاثرية الذكرية عند الإنسان بالخلايا أو الحيوانات المنوية، والتي يتم إنتاجها في الخصية. يتم إنتاج الحيوانات المنوية في **الأنابيب المنوية seminiferous tubules** في الخصية، وتستطيع هذه



■ الشكل 5-1 يُنتج الجهاز التناسلي الذكري في الخصية أمشاج تسمى الحيوانات المنوية.

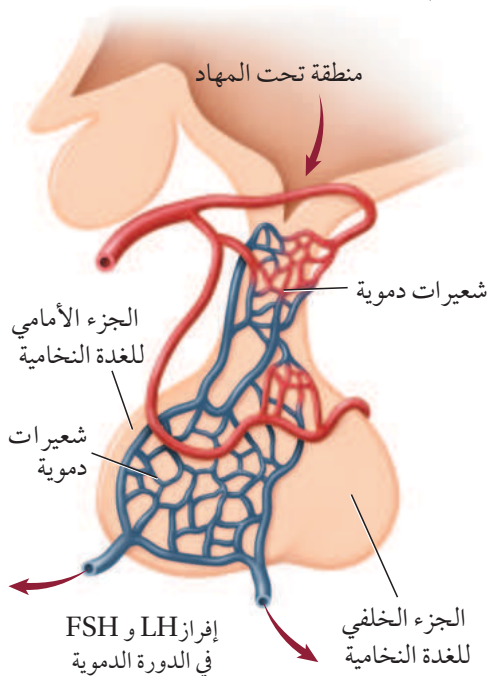
■ الشكل 2-5 الحيوان المنوي خلية سوطية تتكون من رأس، ومنطقة وسطى وذيل .

سلسل. اكتب بالسلسل التراكيب التي ينتقل فيها الحيوان المنوي من داخل الجسم إلى خارجه .

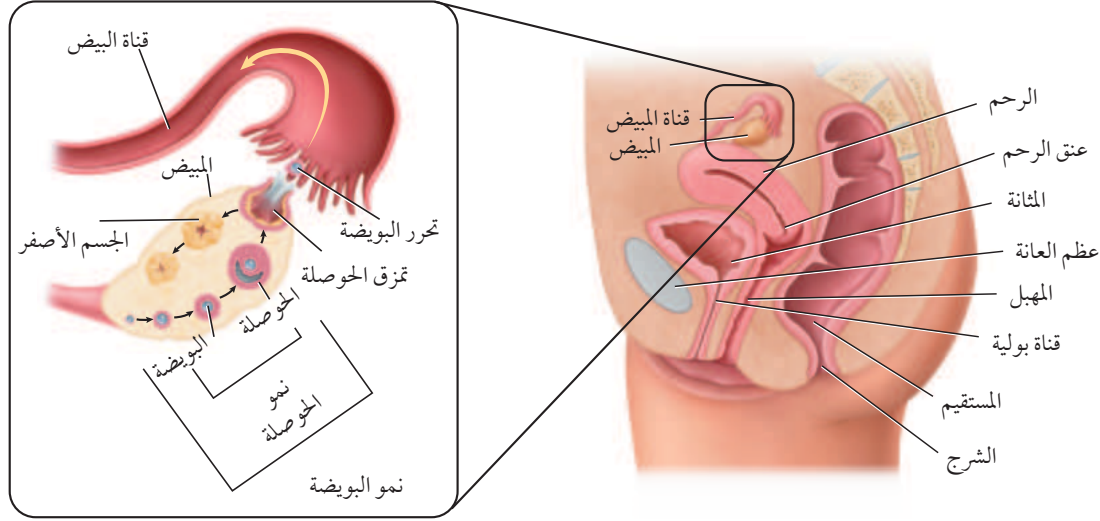


الأنايب أن تنتج ما بين 200 - 100 مليون حيوان منوي كل يوم. انظر الشكل 2-5. وبعد تكوين الحيوانات المنوية تنقل إلى البربخ epididymis الموجود فوق كل خصية، حيث يكتمل نضج الحيوانات المنوية وتخزن فيه. وعندما تنطلق الحيوانات المنوية إلى خارج جسم الإنسان تمر في قناتين تسمى الوعاء الناقل (الأسهر) vas deferens، الذي ينتهي بقناة بولية تناسلية مشتركة تُسمى الإحليل urethra. وتحتاج الحيوانات المنوية إلى سائل تغذية يساعدها على البقاء حية حتى تخصب البويضة. يتكوّن السائل المنوي semen من الحيوانات المنوية، و مواد مغذية، وسوائل تفرزها الغدد الجنسية الذكرية. وتسهم الحوصلة المنوية في إفراز نصف حجم السائل المنوي، بالإضافة إلى إفراز السكر الذي يزود الحيوانات المنوية بالطاقة، وكذلك تزودها بالمواد المغذية والبروتينات والإنزيمات، وتفرز غدة البروستات وغدة كوبر محلولاً قلوباً لمعادلة أي ظروف حمضية قد يواجهها الحيوان المنوي في طريقه لإخصاب البويضة في الجهاز التناسلي الأنثوي.

■ الشكل 3-5 تفرز منطقة تحت المهاد هرموناً ينتقل إلى الغدة النخامية، ويؤثر في معدل إنتاج هرموني FSH و LH، وينظم مستوى هذين الهرمونين في الدم نظام التغذية الراجعة السلبية.



**الهرمونات الذكرية Male Hormones** يُنتج هرمون التستوستيرون testosterone في الخصية، وهو هرمون ستيرويدي (دهني) مهم في إنتاج الحيوانات المنوية وإظهار الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ puberty، مثل نمو الشعر على الوجه والصدر، وزيادة حجم العضلات، وخشونة الصوت. والبلوغ مرحلة نمو يصل فيها الإنسان إلى النضج الجنسي، ويتحكم في إنتاج التستوسترون منطقة تحت المهاد في الدماغ والتي تفرز هرموناً يؤثر في الجزء الأمامي للغدة النخامية، فتفرز هرمونين ينتقلان بوساطة الدم إلى الخصية فيحفزانها على إنتاج الحيوانات المنوية، الشكل 3-5. وهذان الهرمونان هما: الهرمون المنشط للحوصلة (FSH) Follicle Stimulating Hormone الذي ينظم إنتاج الحيوانات المنوية، والهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH) Luteinizing Hormone الذي ينشط إفراز هرمون التستوسترون، وتوجد آلية لتنظيم مستوى إفراز الهرمونات الجنسية في الدم تُسمى نظام التغذية الراجعة السلبية، والتي تبدأ بالتنسيق مع تحت المهاد، حيث تقوم خلايا متخصصة في تحت المهاد والغدة النخامية بتحديد المستويات العالية من هرمون التستوستيرون في الدم، وكذلك إنتاج هرموني LH و FSH. وعندما ينخفض مستوى التستوستيرون في الدم فإن الجسم يستجيب لذلك بإفراز كميات زائدة من هرموني LH و FSH. لكي يكون هناك ثبات لتركيز الهرمونات.



## الجهاز التناسلي الأنثوي في الإنسان

### Human Female Reproductive System

يتخصص الجهاز التناسلي الأنثوي في إنتاج البويضات، كما يوفر بيئة مناسبة لإخصاب البويضة ونمو الجنين. ارجع إلى الشكل 4-5 وأنت تقرأ تركيب هذا الجهاز.

**خلايا البويضة Egg Cells** تسمى الخلايا التناسلية الأنثوية غير المكتملة النمو **بالخلايا الببضية الأولية oocytes**، وتنتج في المبيضين - الشكل 4-5- ويبلغ حجم المبيض حجم بذرة اللوز. ويوجد داخل كل مبيض خلايا بيضية غير ناضجة، وعادة ما تنمو خلية بيضية واحدة كل 28 يوماً، وتنمو لتكوّن بويضة ناضجة ovum، وتُحاط البويضة الناضجة بحوصلة توفر لها الحماية والغذاء، وبعد تكونها في المبيض، تنتقل إلى **قناة البيض** (قناة فالوب) oviduct وهي أنبوب يتصل بالرحم. وحجم الرحم يماثل حجم قبضة اليد، وفيه ينمو الجنين حتى تتم ولادته. والجزء السفلي من الرحم يسمى عنق الرحم، ويتصل بالمهبل من خلال فتحة ضيقة، ويؤدي المهبل إلى خارج جسم الأنثى.

**الهرمونات الأنثوية Female Hormones** البروجستيرون والإستروجين هرمونان سترويدان يفرزان من خلايا المبيض. ويفرز الجزء الأمامي للغدة النخامية هرمونين، هما: الهرمون المنشط للحوصلة FSH، والهرمون المنشط للجسم الأصفر LH، اللذان يؤثران في مستويات كل من هرموني الإستروجين والبروجستيرون بوساطة التغذية الراجعة السلبية. الهرمون المنشط للحوصلة، والهرمون المنشط للجسم الأصفر لهما تأثير مختلف عند كل من الذكر والأنثى. فمثلاً خلال مرحلة البلوغ تسبب زيادة تركيز الإستروجين نمو الثدي عند الأنثى، واتساع عظام الحوض، وزيادة تركيز الأنسجة الدهنية. وخلال مرحلة البلوغ تمر الأنثى **بدورة الحيض menstrual cycle** الأولى لها، وهي مجموعة من العمليات التي تحدث كل شهر تقريباً، وتساعد في تهيئة جسم الأنثى للحمل.

### ■ الشكل 4-5

اليمين: المهبل، والرحم والمبيض هي التراكيب الرئيسة للجهاز التناسلي الأنثوي.

اليسار: تنضج خلال كل دورة حيض حوصلة واحدة ينتج عنها بويضة ناضجة، ويشكّل ما تبقى من الحوصلة الجسم الأصفر.

**توقع.** ماذا يحدث إذا نضجت أكثر من حوصلة خلال دورة الحيض؟

### المطويات

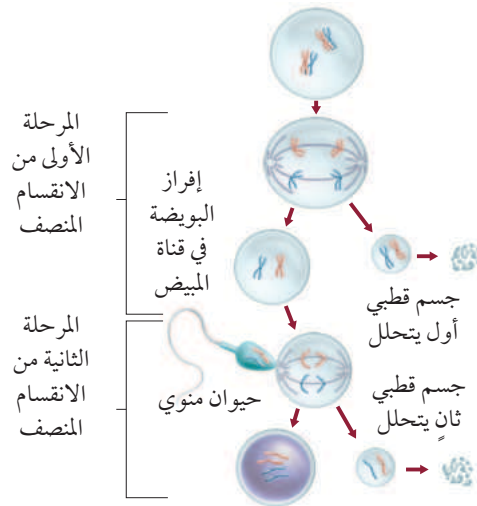
ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.



## إنتاج الخلايا الجنسية Sex Cell Production

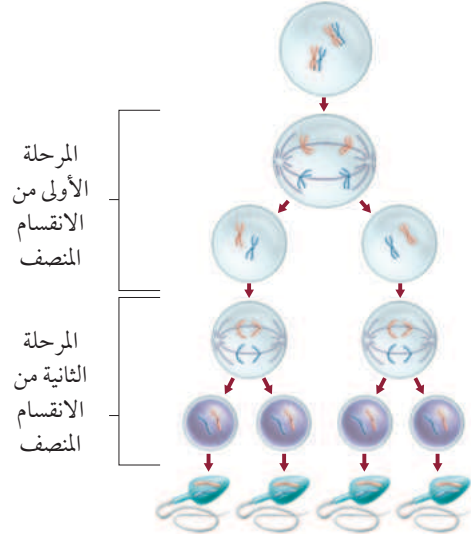
يتم إنتاج الخلايا الجنسية لدى الإنسان في كل من الخصية والمبيض، حيث يتم إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكر من خلايا منوية أولية. ويبدأ في مرحلة البلوغ، ويستمر إنتاجها طوال حياة الذكر تقريباً. ويختلف إنتاج البويضات عند الأنثى - كما يوضح الشكل 5-5 - حيث تولد الأنثى ولديها جميع البويضات التي ستنتجها، ويتم تضاعف المادة الوراثية في الخلية البيضية الأولية قبل الولادة. وتبقى الخلايا البيضية الأولية في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف (الاختزالي) طوال فترة الطفولة وحتى سن البلوغ، ثم يُستكمل نمو خلية بيضية واحدة فقط عند بداية كل دورة حيض لتنتج خليتين: إحداهما كبيرة تُسمى البويضة (خلية بيضية ثانوية ناضجة)، والأخرى صغيرة تُسمى **الجسم القطبي** polar body. تنفصل الكروموسومات ويحدث انقسام غير متساوٍ للسيتوبلازم، حيث ينتقل معظم السيتوبلازم في الخلية الأم إلى الخلية الكبيرة التي ستصبح فيما بعد البويضة. أما الجسم القطبي فيتحلل، ويحدث الانقسام المنصف الثاني (المرحلة الثانية) عند إخصاب البويضة حيث تنتج اللاقحة، والجسم القطبي الثاني الذي يتحلل، وبالتالي ينتج عن مرحلتي الانقسام المنصف بويضة واحدة بدلاً من أربعة.

### تكوين البويضات



(اللاقحة (الزيجوت)

### تكوين الحيوانات المنوية



خلايا منوية ناضجة

### الشكل 5-5

اليمين: يتبع إنتاج الحيوانات المنوية نمط الانقسام المنصف، ويؤدي إلى تكوين العديد من الحيوانات المنوية. اليسار: يؤدي الانقسام المنصف في الأنثى إلى تكوين بويضة واحدة، ولا يتم الانقسام المنصف الثاني إلا بعد إخصاب البويضة.

## تجربة 1-5

### إنتاج الخلايا الجنسية

- حيوان، وترك كمية بسيطة لتمثل الذيل.
- مثل مرحلة الانقسام المنصف الأولى في الإناث.
- استخدم حيواناً منوياً، وأصقه بجانب خلية كبيرة، لتمثل المرحلة الثانية من الانقسام المنصف.

#### التحليل

- استخدم النماذج. ارسم كل مرحلة، واكتب أسماء الأجزاء التالية، وأصقها في مواقعها: الخلية المنوية الأولية، الخلية البيضية الأولية، البويضة، الحيوان المنوي، الجسم القطبي الأول، الجسم القطبي الثاني، البويضة المخصبة، اللاقحة (الزيجوت).
- وضح ما فائدة تركيز الانقسام المنصف على سيتوبلازم البويضة الواحدة؟

لماذا يُنتج الانقسام المنصف أربعة حيوانات منوية وبويضة واحدة فقط؟ إن الاختلاف في انقسام السيتوبلازم هو السبب الرئيس لاختلاف الانقسام المنصف عند كل من الذكر والأنثى في الإنسان. استخدم الصلصال لتوضيح إنتاج الخلايا الجنسية خلال الانقسام المنصف.

#### خطوات العمل

- أملأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
- اختر قطعتي صلصال مختلفتي اللون، الأولى: تمثل الخلية المنوية الأولية، والثانية تمثل الخلية البيضية الأولية.
- استخدم قطعة الصلصال الأولى لتمثل الانقسام المنصف الذي يحدث في الخلية المنوية الأولية في الذكر.
- مثل عملية النضج من خلال إزالة نصف كمية الصلصال من كل

## دورة الحيض The Menstrual Cycle

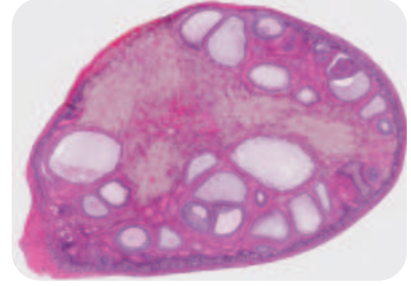
تتراوح مدة دورة الحيض ما بين 23-35 يوماً، وفي الغالب مدتها 28 يوماً. وتتم في ثلاثة أطوار، هي:

**طور تدفق الطمث Flow Phase** يبدأ تدفق الطمث في اليوم الأول من دورة الحيض. وتدفق الطمث هو تدفق الدم والمخاط وسوائل الأنسجة وخلايا طلائية من بطانة الرحم. وبطانة الرحم هي النسيج الذي يبطن الرحم وتنغرس فيه البويضة المخصبة. ولأن الجنين يحتاج إلى المواد الغذائية والأكسجين فإن بطانة الرحم تزوده بالدم بشكل مناسب جداً. وخلال تدفق الطمث يحدث تدفق الدم بسبب انفصال الطبقة الخارجية من بطانة الرحم، وتمزق الأوعية الدموية التي تغذي هذه الطبقة. ويستمر تدفق الطمث ما بين 3-5 أيام، ويبدأ بعدها الرحم في تكوين بطانة جديدة سميكة لتستمر الدورة.

**طور الحوصلة Follicular Phase** تحدث خلال دورة الطمث تغيرات في المبيض؛ نتيجة تغيرات في مستويات الهرمونات-الجدول 1-5. يكون مستوى هرمون الإستروجين في بداية دورة الحيض منخفضاً، فيبدأ الجزء الأمامي للغدة النخامية في زيادة إفراز هرموني LH و FSH لإنضاج القليل من الحوصلات في المبيض، ثم تبدأ خلايا في الحوصلة (داخلها خلية بيضية غير ناضجة) بإفراز هرمون الإستروجين وكميات قليلة من البروجستيرون، وبعد أسبوع تنضج حوصلة واحدة في المبيض. هذه الحوصلة تستمر في النمو وإفراز هرمون الإستروجين الذي يحافظ على تركيز FSH و LH منخفضاً، وهذا مثال على التغذية الراجعة السلبية.

وفي اليوم 12 من الدورة تقريباً يحفز التركيز المرتفع من الإستروجين الجزء الأمامي من الغدة النخامية على إفراز كمية كبيرة من LH، وتسبب هذه الزيادة في الإفرازات تمزق الحوصلة، وتحدث عملية الإباضة.

**طور الجسم الأصفر Luteal Phase** بعد عملية الإباضة تتغير خلايا الحوصلة وتتحول إلى تركيب يسمى الجسم الأصفر، الشكل 6-5. يبدأ الجسم الأصفر بالتحلل، ويفرز كميات كبيرة من هرمون البروجستيرون وكمية قليلة من هرمون الإستروجين، وبذلك يحافظ على تركيز منخفض من FSH و LH. والتركيز المنخفض لهما يمنع نضج حوصلات جديدة. وفي نهاية دورة الطمث يتحلل الجسم الأصفر، ولا يقدر على إنتاج هرموني البروجستيرون والإستروجين، ويؤدي انخفاض تركيزهما الحاد إلى انسلاخ بطانة الرحم، ويبدأ طور تدفق الطمث من دورة حيض جديدة.



■ الشكل 6-5 يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجستيرون وقليلًا من هرمون الإستروجين.

### المفردات

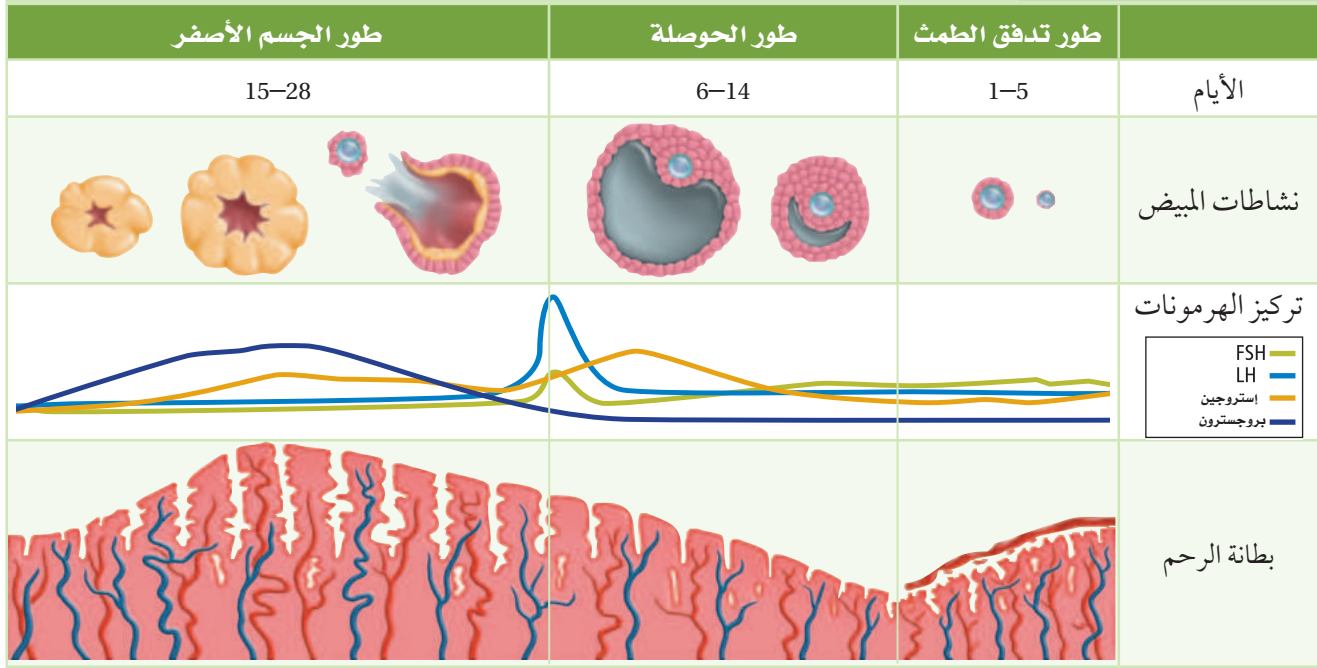
#### أصل الكلمة

الجسم الأصفر Corpus Luteum

Corpus معناها باللاتيني جسم

Luteum وتعني أصفر.





وعند إخصاب البويضة تحدث مجموعة من التغيرات المختلفة، وتحول دون أن تبدأ دورة حيض جديدة، ويبقى تركيز البروجسترون مرتفعاً، ويزداد تدفق الدم إلى بطانة الرحم. ولا يضمحل الجسم الأصفر، ولا تنخفض مستويات تركيز الهرمون، وتتراكم الدهون في بطانة الرحم، وتبدأ في إفراز سوائل غنية بالمواد المغذية للجنين.

## التقويم 5-1

### الخلاصة

- يتم تنظيم مستويات الهرمونات بفعال نظام التغذية الراجعة السلبية.
- يستطيع ذكر الإنسان البالغ أن ينتج ملايين الحيوانات المنوية كل يوم.
- يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة بواسطة الانقسام المنصف في كل من الذكر والأنثى.
- لأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض.
- دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** صف. كيف تساعد الهرمونات على تنظيم إنتاج الحيوانات المنوية والبويضة.
2. **لخص.** تركيب كل من جهازي التكاثر الأنثوي والذكوري ووظائفهما.
3. **صف** أصل المواد التي توجد في السائل المنوي وأهميتها.
4. **وضح** ماذا يحدث لبطانة الرحم والمبيض في أثناء دورة الحيض.

### التفكير الناقد

5. **استنتج.** في اليوم الثاني عشر يسبب تركيز الإستروجين زيادة حادة في إفراز LH، ماذا تتوقع أن يحدث حسب نموذج التغذية الراجعة السلبية؟
6. **الرياضيات في علم الأحياء** إذا بدأت دورة الحيض عند فتاة في عمر 12 سنة، وتوقفت عند عمر 55 سنة، فما عدد البويضات التي تفرزها إذا لم تحمل هذه الفتاة إطلاقاً خلال هذه الفترة، علماً بأن مدة دورة الحيض 28 يوماً؟





# 5-2

## الأهداف

- تناقش التغيرات التي تحدث في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
- تصف التغيرات الرئيسية التي تحدث في المراحل الثلاث لتكوين الجنين.
- توضح تغير مستويات الهرمونات خلال الحمل.

## مراجعة المفردات

الليوسوم **Lysosome**: عضوية تحوي إنزيمات هاضمة.

## المفردات الجديدة

التوتة (الموريولا)

الكبسولة البلاستولية

السائل الرهلي (الأمينيوني)

## مراحل نمو الجنين قبل الولادة Human Development Before Birth

**الفكرة الرئيسية** من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مخصّبة، تتحول الى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.

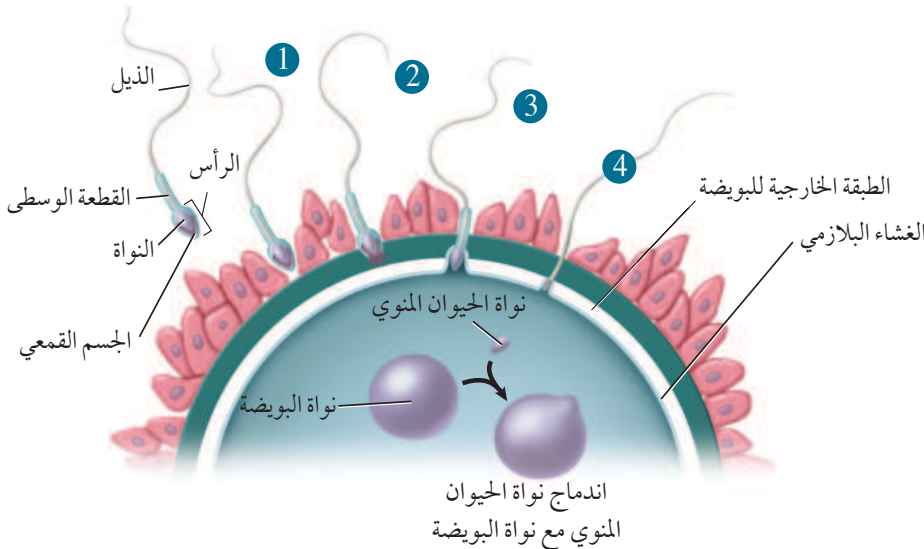
**الربط مع الحياة** يبدأ تكون جسم الإنسان ونموه - بقدرته الله سبحانه وتعالى - بإخصاب حيوان منوي لبويضة.

### الإخصاب Fertilization

تحدث عملية الإخصاب في أعلى قناة البيض، وذلك بالتقاء الحيوان المنوي بالبويضة. لاحظ الشكل 5-7، يكون كل من الحيوان المنوي والبويضة في الإنسان أحاديّ المجموعة الكروموسومية، ويحتوي كل منهما على 23 كروموسوم في الوضع الطبيعي. وعند الإخصاب تتجمع الكروموسومات لتصبح اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية، ويصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسومًا.

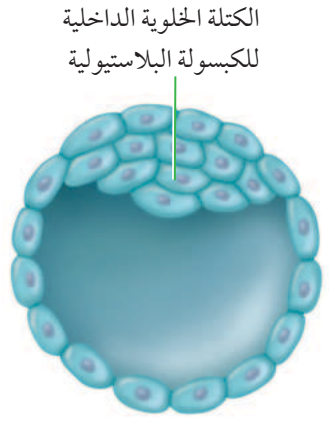
تدخل الحيوانات المنوية إلى المهبل عند قذفها بواسطة قضيب الذكر في أثناء الاتصال الجنسي.

يستطيع الحيوان المنوي البقاء في الجهاز التناسلي الأنثوي لمدة 48 ساعة، ولكن البويضة غير المخصّبة لا تستطيع البقاء أكثر من 24 ساعة. لذا يمكن حدوث الإخصاب في الفترة الممتدة من قبل الإباضة بأيام قليلة إلى ما بعدها بيوم واحد فقط، وبشكل عام، توجد فترة قصيرة جدًا لحدوث الإخصاب، ولكن من المهم معرفة أن مدة دورة الحيض تختلف، وأن إفراز البويضة " الإباضة " يحدث في أي وقت.

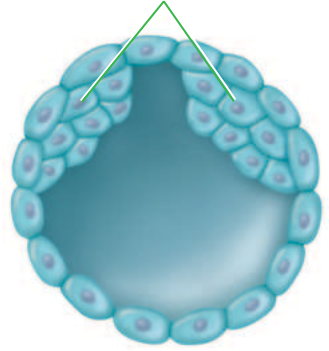


■ الشكل 5-7 يتم إضعاف الطبقة المحيطة بالبويضة بواسطة العديد من الحيوانات المنوية، بينما ينجح حيوان منوي واحد في اختراقها ثم إخصابها كما في المراحل (1-4)، يتم الإخصاب عندما تندمج نواة الحيوان المنوي مع نواة البويضة.





الكتلة الخلوية الداخلية  
للكبسولة البلاستيولية



انقسام الكتلة الخلوية الداخلية  
للكبسولة البلاستيولية لتكوين التوأمن

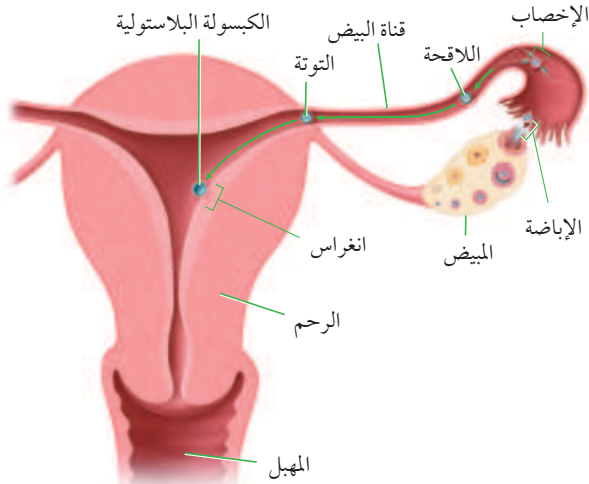
■ الشكل 8-5  
اليمين: خلال الأسبوع الأول يحدث العديد من تغيرات النمو في أثناء حركة اللاقحة في قناة البيض.  
اليسار: التغيرات في الكتلة الخلوية الداخلية للكبسولة البلاستيولية، ففي الأعلى يتكون جنين، أما في الأسفل وإذا انقسمت الكتلة الخلوية الداخلية فإنه ينتج منها التوأم.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

أختصاصيو التكاثر والغدد الصم

Reproductive Endocrinologist

أطباء حاصلون على درجة عالية من التدريب الخاص بالتعامل مع حالات العقم واضطرابات الهرمونات الجنسية. وقد يقوم هذا الاختصاصي بإجراء البحوث، أو تدريب طلاب يدرسون الطب.



من بين 300 مليون حيوان منوي يتم قذفها في المهبل، تنجح عدة مئات منها فقط في الوصول إلى البويضة، والعديد منها لا يكمل رحلته في المهبل، وبعضها تهاجمه كريات الدم البيضاء، وبعضها الآخر يموت في طريقه، وهناك حيوان منوي واحد يخصب البويضة من ضمن مئات من الحيوانات المنوية تحاول أن تقوم بعملية الإخصاب.

الربط الكيمياء لا يستطيع حيوان منوي أن يخترق الغشاء البلازمي للبويضة وحده. إلا أن الله خلق في الحيوان المنوي جسمًا قمعيًا داخله عضيات الليسوسوم التي تحوي إنزيمات هاضمة، لاحظ الشكل 7-5. يفرز الجسم القمعي في رأس الحيوان المنوي إنزيمات هاضمة تقوم بإضعاف الغشاء البلازمي للبويضة، لدرجة أنها تسمح لحيوان منوي واحد باختراقها، وفي حال اختراقه تكوّن البويضة حاجزًا منيعًا يمنع الحيوانات المنوية الأخرى من اختراقها.

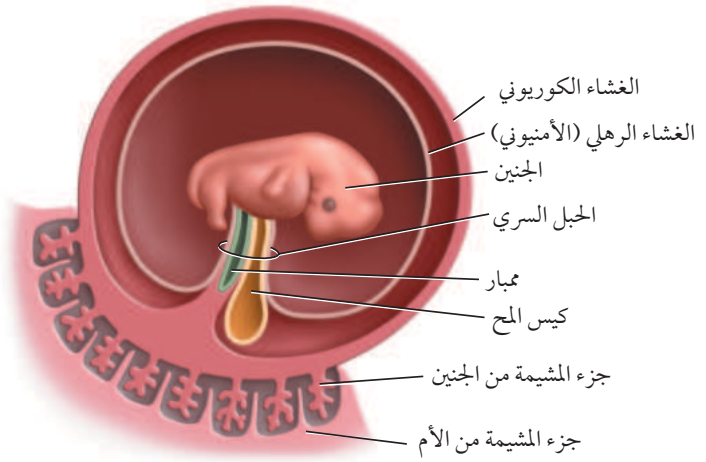
✓ ماذا قرأت وضع لماذا يحتاج الإخصاب إلى مئات الحيوانات المنوية؟

## المراحل الأولى لنمو الجنين Early Development

يوضح الشكل 8-5 التغيرات التي تحدث للبويضة المخضبة (اللاقحة) في الأسبوع الأول. فبقدرته الله وحكمته، تتحرك البويضة المخضبة في قناة البيض بفعل انقباضات العضلات الملساء لهذه القناة، وبفعل الأهداب التي تبطنها. وبعد 30 ساعة من الإخصاب تدخل البويضة المخضبة في سلسلة من الانقسامات المتساوية، وفي اليوم الثالث تغادر البويضة المخضبة قناة البيض، وتدخل الرحم وعندها تُسمى التوتة (الموريولا) morula (وهي كرة مصممة من الخلايا)، وتنمو في اليوم الخامس لتصبح كرة مجوفة تسمى الكبسولة البلاستيولية blastocyst التي تنغرس في بطانة الرحم في اليوم السادس، ويكتمل انغراسها في اليوم العاشر. وداخل هذه الكبسولة تتجمع الخلايا في أحد قطبيها لتكوّن كتلة خلوية داخلية تُكوّن فيما بعد الجنين، وأحيانًا تنقسم الكتلة الخلوية الداخلية إلى جزأين لتكوّن توأمًا.

ويصف الخالق سبحانه وتعالى الرحلة الجنينية التي يمر بها خلق الانسان، وفي إيجاز بليغ فيقول:

﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النَّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْإِظْمَارَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾ ثُمَّ إِنَّكُمْ بَعْدَ ذَلِكَ لَمَيِّتُونَ ﴿١٥﴾ ثُمَّ إِنَّكُمْ يَوْمَ الْقِيَامَةِ تُبْعَثُونَ ﴿١٦﴾﴾ المؤمنون.



**الأغشية الجنينية Extraembryonic Membranes** ينمو جنين الإنسان داخل رحم الأم، محاطًا بمجموعة من الأغشية لها وظائف مختلفة، لاحظ الشكل 9-5. وخلال مراحل النمو الأولى تتكون أربعة أغشية تحيط بالجنين، وهي: الغشاء الكوريوني **chorion**، الغشاء الرهلي (الأمنيوني) **amniotic**، وكيس المح **yolk sac**، والممبار **allantois**. والغشاء الرهلي طبقة رقيقة تشكّل كيسًا يحيط بالجنين، ويوجد داخل هذا الكيس سائل يُسمى **السائل الرهلي amniotic fluid**، الذي يحمي الجنين من الصدمات ويعزله عن باقي أجزاء جسم الام. ويوجد الغشاء الكوريوني خارج الغشاء الرهلي، ويسهم كل من الغشاء الكوريوني والممبار في تكوين المشيمة. أما كيس المح فإنه لا يحتوي على مح (صفار)، ولكنه أول موقع يعمل لتكوين خلايا الدم الحمراء للجنين.

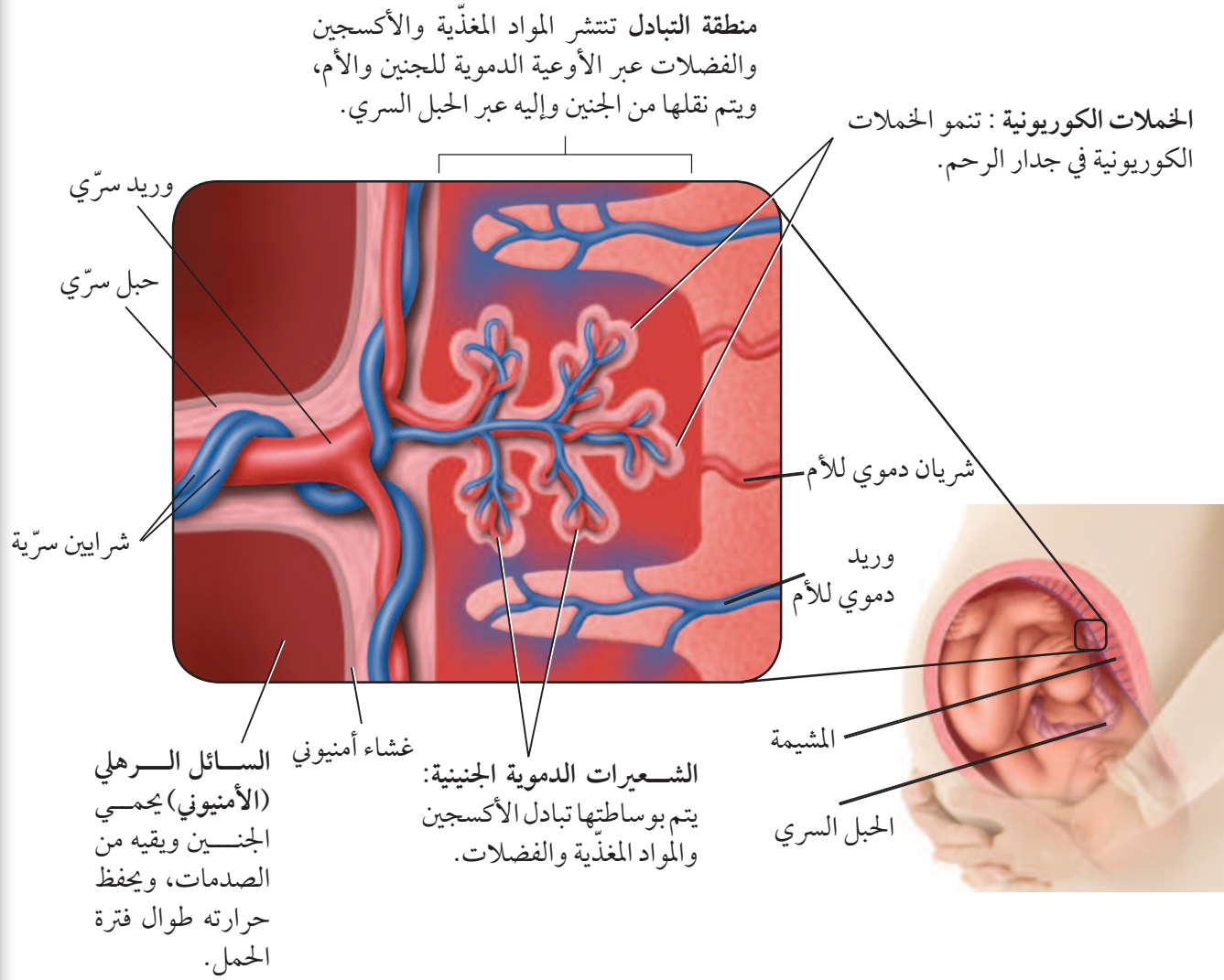
**المشيمة The Placenta** بعد أسبوعين من الإخصاب تتكون امتدادات صغيرة من الغشاء الكوريوني تُسمى الخملات الكوريونية، وتبدأ بالنمو في جدار الرحم، وتبدأ المشيمة بالتكوّن حتى تُوفّر الغذاء والأكسجين للجنين، وتتخلص من الفضلات، ويكتمل نموها في الأسبوع العاشر. وللمشيمة سطحان: سطح من الجنين، والآخر من الأم. وعندما يكتمل نموها يصبح قطرها **15-20 cm**، وسمكها **2.5 cm**، وكتلتها **0.45 kg** تقريبًا. يربط الحبل السري - وهو أنبوب يحتوي على الكثير من الأوعية الدموية - بين الجنين والأم ويوضح الشكل 10-5 الارتباط بين الأم والجنين. وتنظم المشيمة انتقال المواد من الجنين إلى الأم ومن الأم إلى الجنين، فالأكسجين والمواد المغذية تنتقل من الأم إلى الجنين، وهناك مواد أخرى تنتقل إلى الجنين، مثل: الأدوية والعقاقير وبعض الفيروسات، ومنها فيروس نقص المناعة المكتسبة (HIV). وتنتقل فضلات عمليات الأيض وثاني أكسيد الكربون من الجنين إلى الأم. ونظرًا إلى عدم وجود اتصال بين جهازي الدوران في الأم والجنين فإن خلايا الدم لا تنتقل بينهما، ولكن المضادات الحيوية تستطيع أن تنتقل إلى الجنين وتحميه إلى أن يتكوّن لديه جهاز المناعة الخاص به.

■ الشكل 9-5 هناك أربعة أغشية إضافية تحيط بالجنين هي: غشاء الكوريون، والغشاء الرهلي، وكيس المح، والممبار وهي أغشية مهمة لنمو الجنين. **حدد.** ما أهمية كيس المح في الإنسان؟

### إرشادات الدراسة

**خط الزمن** ارسم خط زمن يوضح نمو الإنسان من لحظة الإخصاب إلى مرحلة البلوغ، مستخدمًا أعمارًا تقريبية لكل مرحلة، ووضح خصائصها الرئيسية.

■ الشكل 10-5 يتبادل الجنين المواد المغذية والأكسجين والفضلات مع أمه من خلال المشيمة. وتحتوي المشيمة على أنسجة من الأم ومن الجنين معاً.



## التنظيم الهرموني خلال الحمل Hormonal regulation during pregnancy

يفرز الجنين خلال الأسبوع الأول من نموه هرموناً يسمى الهرمون الكوريوني الموجه للغدد التناسلية (hCG) يحافظ على الجسم الأصفر ويمنع تحلله، ويبقى تركيز هذا الهرمون عالياً، وبالتالي يحافظ على تركيز البروجستيرون عالياً وكذلك الإستروجين ولكن بدرجة أقل، مما يمنع حدوث دورة حيض جديدة. وبعد شهرين إلى ثلاثة من الحمل تفرز المشيمة كميات كافية من هرموني البروجستيرون والإستروجين لتوفير ظروف ملائمة طيلة مدة الحمل.

✓ ماذا قرأت قارن بين وظيفتي المشيمة.

## المراحل الثلاث لتكوّن الجنين

### Three Trimesters of Development

تستغرق مدة الحمل عند الإنسان 266 يوماً تقريباً منذ لحظة الإخصاب وحتى لحظة الولادة، أو 280 يوماً من آخر دورة حيض، قال تعالى: ﴿وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ إِحْسَانًا مَحَلَّتْهُمُ أُمَّهُمُ كُرْهًا وَوَضَعْتَهُ كُرْهًا وَحَمَلُهُ وَفِصَالُهُ ثَلَاثُونَ شَهْرًا ۗ﴾ الأحقاف.

ويمكن تقسيم هذه المدة إلى ثلاث مراحل، كل منها ثلاثة أشهر تقريباً. وخلال مدة الحمل تنمو اللاقحة المكوّنة من خلية واحدة، ليصبح طفلاً يتكوّن جسمه من مليارات الخلايا. وتتنظم هذه الخلايا في أنسجة وأعضاء لها وظائف متخصصة، انظر الشكل 11-5، الذي يوضح مراحل مختلفة لنمو الجنين خلال الأشهر الثلاثة الأولى.

**مرحلة الشهور الثلاثة الأولى The first trimester** يبدأ في هذه المرحلة تكون الأنسجة والأعضاء والأجهزة جميعها. وخلال هذه الفترة يكون الجنين عرضة للتأثر بمواد مثل العقاقير والمكونات الضارة للدخان والسجائر، والمخدرات، ومظاهر التلوث البيئي الأخرى، كما أن نقص بعض المواد الغذائية في الأسبوع الأول والثاني من الحمل قد يؤدي إلى تشوهات دائمة للجنين. ويمثل الجدول 2-5 بعض تشوهات الولادة التي يمكن تجنب حدوثها.



كيف ينمو جسم الإنسان؟

تجربة علمية

ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

■ الشكل 11-5 تنمو البويضة المخصبة، فتصبح جنيناً. ومع نهاية مرحلة الأشهر الثلاثة الأولى يستطيع الجنين أن يتحرك قليلاً.



7-8 أسابيع



5-6 أسابيع



4 أسابيع

الجدول 2-5	مسببات تشوهات الولادة
السبب	التشوه
تدخين السجائر	نقص وزن المولود، وعدم اكتمال نموه
نقص حمض الفوليك	عدم اكتمال نمو الدماغ والرأس. العصب المفلوج (تكتشف بعض الخلايا العصبية للحبل الشوكي، مما قد يسبب الإصابة بالشلل)
الكوكايين	نقص وزن المولود، الولادة المبكرة، ضرر بالدماغ واضطرابات سلوكية.

وفي نهاية الأسبوع الثامن يبدأ تشكّل الأجهزة جميعها، ويسمى هذا الطور بالجنين، وفي نهاية هذه المرحلة يستطيع الجنين أن يحرك ذراعه وأصابع يديه وأصابع قدميه، ويمكن مشاهدة بعض التعبيرات على الوجه، وظهور بصمات الأصابع.

**مرحلة الشهور الثلاثة الثانية The second trimester** تُسمى هذه المرحلة مرحلة النمو. حيث يمكن سماع نبض القلب في الأسبوع العشرين تقريباً باستخدام السماعطة الطبية، ويصبح الجنين قادراً على مصّ أصبعه، ويبدأ شعره بالتكوّن، وتشعر الأم في هذه المرحلة بحركة تشبه الركل، وخلال هذه المرحلة تفتح عين الجنين، وفي نهاية المرحلة يتمكن الجنين من العيش خارج الرحم بالتدخل الطبي. وقد تكون فرصة بقاءه حياً قليلة، حيث لا يستطيع الحفاظ على درجة حرارة جسمه ثابتة، كما أن نمو الرئتين لم يكتمل، وفرص تعرضه للإصابة بالأمراض عالية بسبب عدم اكتمال عمل جهازه المناعي.

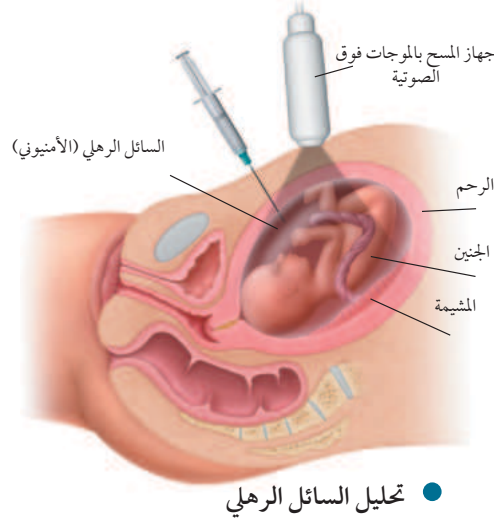
**مرحلة الشهور الثلاثة الأخيرة The third trimester** ينمو الجنين خلال هذه المرحلة بشكل سريع، وتتراكم الدهون تحت جلده حيث توفر له العزل للحفاظ على درجة حرارة جسمه ثابتة عند ولادته. ولذا، فعلى الأم تناول كميات كافية من البروتينات خلال هذه الفترة، التي يتسارع فيها نمو الجنين؛ فالبروتينات ضرورية لنمو الدماغ السريع، حيث يتكون خلايا عصبية جديدة بمعدل 250,000 خلية في الدقيقة، وقد يبدي الجنين في هذه الفترة بعض الاستجابة للأصوات، مثل صوت الأم.



12 أسبوعاً



9-10 أسابيع



■ الشكل 12-5 تؤخذ الخلايا التي يفقدها الجنين وتعزل من السائل الرهلي ويتم تحليلها بعملية تحليل السائل الرهلي.

## تشخيص الاختلالات عند الجنين

### Diagnosis in the Fetus

يمكن تشخيص العديد من الظروف التي تحيط بالجنين قبل ولادته، وكلما كان التشخيص مبكراً كانت فرصة توفير الرعاية والمعالجة الطبية أكثر ملاءمة وفاعلية، وذلك لتوفير نوعية حياة جيدة للمولود. ومن الطرائق المستخدمة في التشخيص:

**الموجات فوق الصوتية Ultrasound** تستخدم الموجات فوق الصوتية التي تنعكس عن الجنين، لاحظ الشكل 12-5. وتتحول إلى صور ضوئية يمكن رؤيتها على شاشة مراقبة، وتحديد ما إذا كان الجنين ينمو بصورة طبيعية، كما يمكننا تعيين وضعيته داخل الرحم هل هي بشكل مناسب أم لا، ويمكن أيضاً معرفة جنس الجنين.

## تجربة 2 - 5

### ترتيب المراحل الأولى من نمو الانسان

العوامل حجم الأجنة، تمايز الخلايا، التغيرات التركيبية العامة، الأعضاء المتخصصة وتكوّنها، وغيرها.

3. مثل بيانياً نمو العامل الذي اخترته مع الزمن خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب.

#### التحليل

1. حلل الرسم البياني الذي رسمته، وحدد التغيرات في النمو المرتبطة بالعامل الذي اخترته خلال فترة الأسابيع العشرة الأولى من عمر الجنين.

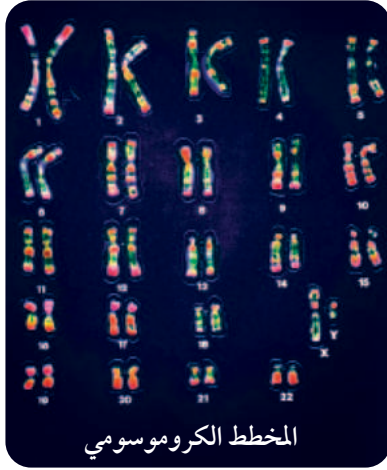
2. لخص مستوى النمو للعامل الذي فحصته في نهاية الأسبوع العاشر من نمو الجنين.

ما التغيرات التي تحدث في الأسابيع العشرة الأولى من حياة جنين الإنسان؟ يبدأ الإخصاب عندما يخترق حيوان منوي البويضة وتندمج نواته بنواتها، فتتكون اللاقحة التي تدخل في سلسلة من التغيرات. حيث يبدأ الانقسام الخلوي لزيادة عدد الخلايا. ثم تتحرك الخلايا وتترتب لتكون أعضاء خاصة مما يجعلها تقوم بوظائفها الخاصة على أكمل وجه.

#### خطوات العمل

1. استخدم مجموعة من المجالات أو مصادر الإنترنت لمشاهدة صور تكوّن الأجنة ونموها.  
2. ادرس الصور وتعليقاتها للأسابيع العشرة الأولى بعد الإخصاب. اختر عاملاً واحداً لتابعته خلال فترة النمو هذه. يجب أن تتضمن

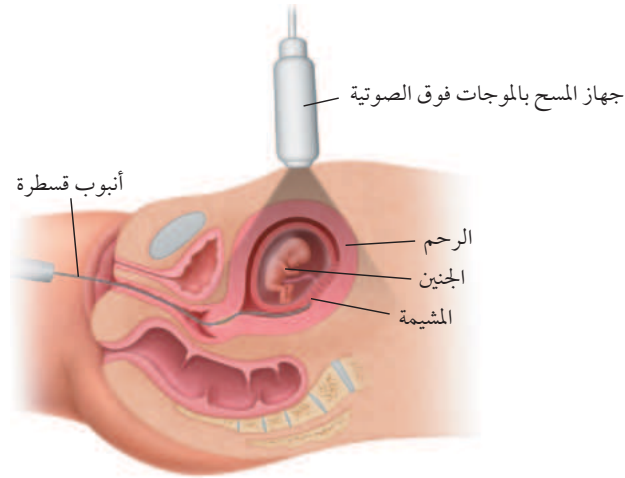




المخطط الكروموسومي

### ■ الشكل 13-5

اليمين: تشمل عملية أخذ عينات من الخملات الكروموسومية بإزالة خلايا من الغشاء الكوريني وتحليلها. اليسار: يساعد المخطط الكروموسومي على تشخيص حالة الجنين.



● تحليل عينة الخملات الكورينية

### تحليل السائل الرهلي والخملات الكورينية

#### Amniocentesis and chorionic villus sampling

يتم إجراء تحليل عينات من السائل الرهلي والخملات الكورينية في مرحلة الأشهر الثلاثة الثانية، وتتم عادة بغرس إبرة في بطن الأم الحامل، كما هو موضح في الشكل 12-5، ويسحب بوساطتها جزء بسيط من السائل الرهلي لفحصه، وتشمل الفحوصات قياس مستويات الإنزيمات، وفحص الخلايا لتحديد المخطط الكروموسومي للجنين، ومعرفة الكروموسومات غير الطبيعية، وتحديد جنس الجنين. ويتم فحص الخملات الكورينية في الأشهر الثلاثة الأولى، بإدخال أنبوب قسطرة في المهبل، الشكل 13-5، وأخذ عينات من الخملات الكورينية لتحليلها، وتحديد المخطط الكروموسومي للجنين الشكل 13-5. حيث إن كروموسومات الخملات تشابه تمامًا كروموسومات الجنين.

## التقويم 2-5

### الخلاصة

- الإخصاب هو اتحاد حيوان منوي ببويضة.
- هناك أربعة أغشية جنينية مرتبطة بجنين الإنسان.
- تنظم المشيمة تبادل المواد بين كل من الأم والجنين.
- يختلف تنظيم الهرمونات خلال الحمل عنه خلال دورة الحيض.
- يمكن تشخيص بعض الحالات المرضية للجنين قبل ولادته.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. الفكرة الرئيسية: صف التغيرات التي تحدث للاقحة في الأسبوع الأول بعد الإخصاب.
2. صف. ماذا يحدث لعملية الإخصاب إذا توقف عمل الجسم القمعي في الحيوان المنوي.
3. لخص التغيرات التي تحدث في المراحل الثلاث للحمل.
4. قارن بين تنظيم الهرمونات خلال الحمل ودورة الحيض.

### التفكير الناقد

5. الكتابة في علم الأحياء: اكتب فقرة توضح فيها وظيفة الأغشية الجنينية عند الإنسان، وقارنها بمثيلاتها عند بعض الحيوانات.
6. الرياضيات في علم الأحياء: حدد اليوم المتوقع لولادة طفل إذا علمت أن البويضة التي تكوّن منها أخصبت في اليوم الأول من كانون الثاني (يناير).



### المعالجة بهرمون النمو

خلال فترة المراهقة، وعند ظهور علامات القزمة يمكن إعطاء حقن من هرمون النمو المحض اصطناعياً. وقد يؤدي هذا إلى زيادة الطول بمقدار 10-12 cm خلال السنة الأولى من المعالجة، لكن النمو في الطول يقل في السنين التالية. وقد أقرت هيئات الدواء والأغذية في دول عديدة المعالجة بهرمون النمو للأطفال الذكور الذين يتوقع أن يقل طولهم عن 150 cm. ويمكن أن تسهم هذه المعالجة في زيادة طول كل منهم بمقدار 4-7 cm سنوياً حتى بداية مرحلة الشباب. ويمكن استخدام الأشعة السينية (أشعة X) لتحديد حجم فرصة كل منهم في الزيادة في الطول.

### المعالجة مقابل التنشيط

يستخدم الأطباء في بعض الأحيان المعالجة بهرمون النمو للأطفال القصار والذين يرغبون في زيادة أطوالهم، أو ليصبحوا رياضيين أقوياء. لكن هذه المعالجة قليلة الاستخدام، وهناك حالات يتم فيها بيع هذا الهرمون بطريقة غير قانونية للرياضيين لتحسين أدائهم وتنشيطه، فإذا أثبتت الفحوصات استخدام أحد اللاعبين له فإنه يعاقب بالمنع من المشاركة في دورات الألعاب. ويباع بديل هرمون النمو في محلات الأغذية الصحية بتركيز يصل إلى أقل من 1%. وأكدت معظم الأبحاث الطبية أنه لا أثر له في تحسين أداء الإنسان، ولكنها تزيد من عمليات الأيض لديه.

### مناظرة في علم الأحياء

**حوار هل يُسمح بتعاطي هرمون النمو إذا لم يقتنع الشخص بطول قامته لأسباب تتعلق بممارسة الألعاب الرياضية؟ فكر في حالة الطالب يوسف، واكتب بحثاً حول هرمون النمو عند الإنسان، واستخدامه في المعالجة.**

### هرمون النمو: القصر والطول

يوسف طالب في الصف الثاني الثانوي، توقف طوله منذ سنتين عند 157.5 cm، أما والده فيبلغ طوله 190.5 cm، واخوته الثلاثة أطوالهم لا تقل عن 177.8 cm. تشعر أمه بالقلق من أجله؛ لأنها تعتقد أن طوله لا يتيح له المشاركة في الألعاب الرياضية التي تحتاج إلى طول فارغ، وتترح عليه أن يستخدم هرمون النمو لزيادة طوله. وقد فكرت في أن هذا قد يساعده على ممارسة الألعاب الرياضية، ويحسن من حياته، ما القرار الذي يفترض أن يتخذه؟



العظام البيضوية في الشكل هي صفات النمو وعندها تنمو العظام، وإذا لم تلاحظ هذه الصفات فلا يحدث نمو.

### هرمون النمو عند الإنسان

هرمون النمو عند الإنسان (HGH) بروتين تنتجه الغدة النخامية التي توجد في الدماغ، وترتفع كميته خلال فترة النمو عند الشباب، أما الأطفال الذين لديهم نقص في إفرازه فيصابون بالقزمة، ويقل طولهم عن 135 cm.

# مختبر الأحياء

الإنترنت: كيف تستخدم الموجات فوق الصوتية في تتبع مراحل نمو الجنين؟

**الخلفية النظرية:** الموجات فوق الصوتية تقنية طبية تستخدم الترددات العالية وأصداءها لتكوين صور لبعض الأشياء داخل الجسم. بينما تُعدّ الصور الثنائية الأبعاد هي المعيار الأفضل حالياً. التقنية قادرة الآن على إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للجنين، كما أنّ الصور الرباعية الأبعاد أو الصور المتحركة متوافرة حالياً.

**سؤال:** كيف تستخدم صور الموجات فوق الصوتية في تحديد خصائص الجنين ومراحل نموه؟

## المواد والأدوات

- حاسوب متصل بالإنترنت.
- صور موجات فوق صوتية معنونة تعرض أجنة في مراحل النمو المختلفة.
- صور موجات فوق صوتية تعرض أجنة خلال مراحل نمو غير معروفة (مجهولة).

## خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
  2. ارجع إلى مواقع الكترونية تعرض صور أجنة في مراحلها المختلفة لفحص الجنين في مرحلة الأشهر الثانية خلال الأسبوع 40 من نمو الجنين. استخدم هذه المعلومات لإكمال خط التتبع الزمني للجنين في التجربة 2-5.
1. فسّر البيانات. في أي فترة زمنية يتغير نمو الجنين كلياً؟ برر إجابتك.
  2. حلّل. ما الخصائص الجسمية التي تستخدم غالباً في تحديد مستوى نمو الجنين؟ وضح ذلك.
  3. قارن بين صور الموجات فوق الصوتية ثنائية وثلاثية الأبعاد. أيهما أسهل تفسيراً؟
  4. التفكير الناقد. ما المميزات التي توفرها الصور الرباعية الأبعاد؟
  5. تحليل الخطأ. ما مدى دقة تحديدك لمرحلة نمو الجنين؟ اشرح كيف يمكنك تحسين تقديراتك؟

## الكتابة في علم الأحياء

ملصق اعمل مخططاً يوضح عملية التكاثر في الإنسان، ابدأ بتكوين الخلايا الجنسية منتهيًا بالمرحلة الأخيرة من نمو الجنين.



**المطويات** ابحث وقوم: ما الأثر التنظيمي والتحفيزي للهرمونات في كل من: التكاثر، وعمليات الأيض في الإنسان؟

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> تنظم الهرمونات جهازي التكاثر في الإنسان بما في ذلك إنتاج الأمشاج.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يتم تنظيم مستويات الهرمونات بفعل نظام التغذية الراجعة السلبية.</li> <li>• يستطيع ذكر الإنسان البالغ أن ينتج ملايين الحيوانات المنوية كل يوم.</li> <li>• يختلف عدد الخلايا الجنسية الناتجة بوساطة الانقسام المنصف في كل من الذكر والأنثى.</li> <li>• للأنثى دورة تكاثر تُسمى دورة الحيض.</li> <li>• دورة الحيض لها ثلاثة أطوار هي: تدفق الطمث، وطور الحوصلة، وطور الجسم الأصفر.</li> </ul>	<p><b>1-5</b> جهازا التكاثر في الإنسان</p> <p>الأنابيب المنوية البربخ الوعاء الناقل (الأسهر) الإحليل السائل المنوي البلوغ الخلية البيضية الأولية قناة البيض (قناة فالوب) دورة الحيض الجسم القطبي</p>
<p><b>الفكرة الرئيسية</b> من آيات الله سبحانه وتعالى في خلقه أن جعل الإنسان ينمو من خلية مخصبة، تتحول إلى مليارات من الخلايا المتخصصة في وظائفها.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• الإخصاب هو اتحاد حيوان منوي ببويضة.</li> <li>• هناك أربعة أغشية جنينية مرتبطة بجنين الإنسان.</li> <li>• تنظم المشيمة تبادل المواد بين كل من الأم والجنين.</li> <li>• يختلف تنظيم الهرمونات خلال الحمل عنه خلال دورة الحيض.</li> <li>• يمكن تشخيص بعض الحالات المرضية للجنين قبل ولادته.</li> </ul>	<p><b>2-5</b> مراحل نمو الجنين قبل الولادة</p> <p>التوتة (الموريولا) الكبسولة البلاستولية السائل الرهلي (الأمنيوني)</p>



## 5-1

## مراجعة المفردات

ما العلاقة بين المفردات الآتية:

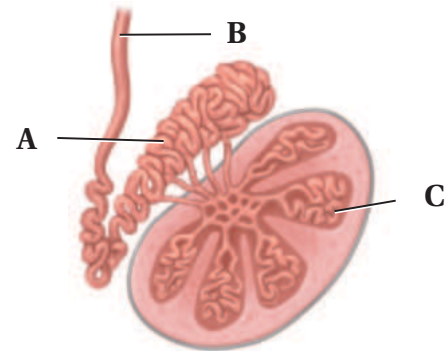
1. الإحليل - السائل المنوي.
2. الخلية البيضية الأولية - قناة البيض.
3. دورة الحيض - الجسم القطني.

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

4. ماذا تتوقع أن يحدث لو حُلق الرجل وخصيته داخل جسمه؟

- a. لا تنتج الحيوانات المنوية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
- b. يرتفع تركيز التستوستيرون بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
- c. لا حاجة إلى وجود الحوصلة المنوية.
- d. يصعب وصول الهرمونات من الخصية إلى الدم.

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 5، 6:



5. ماذا يحدث داخل التركيب C؟

- a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.
- b. إنتاج الخلايا المنوية.
- c. إفراز السكر.
- d. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة.

6. ما وظيفة الجزء A؟

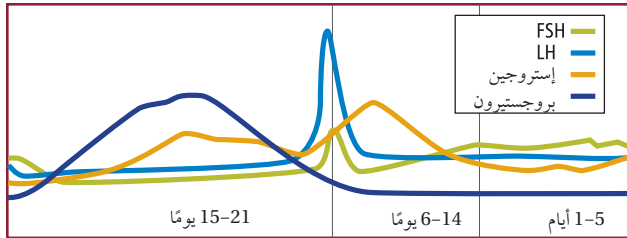
- a. تخزين الحيوانات المنوية ونضجها.
- b. إنتاج الخلايا الحيوانية.
- c. إفراز السكر.
- d. إنتاج الهرمون المنشط للحوصلة.

## أسئلة بنائية

7. إجابة مفتوحة. ما أهمية إفراز الغدد التناسلية الذكرية للحيوانات المنوية؟
8. إجابة قصيرة. قارن بين أثر كل من LH و FSH في المبيض والخصية.
9. إجابة قصيرة. ما مزايا إنتاج بويضة واحدة وأجسام قطبية بدلاً من إنتاج البويضات فقط؟

## التفكير الناقد

اقرأ الرسم البياني الآتي، وأجب عن السؤال 10:



10. السبب والنتيجة. وضح، اعتماداً على التنظيم الهرموني، لماذا لا تحمل المرأة مرة أخرى وهي حامل؟
11. كَوْنُ فرضية. توجد الهرمونات الجنسية جميعها لدى الذكر منذ ولادته، كَوْنُ فرضية توضح فيها لماذا يكون للهرمونات أثر كبير عند البلوغ.

### 5-2

#### مراجعة المفردات

وضح المقصود بالمفردات الآتية:  
12. التوتة.

13. الكبسولة البلاستولية.

14. السائل الرهلي (الأمينيوني).

#### تثبيت المفاهيم الرئيسية

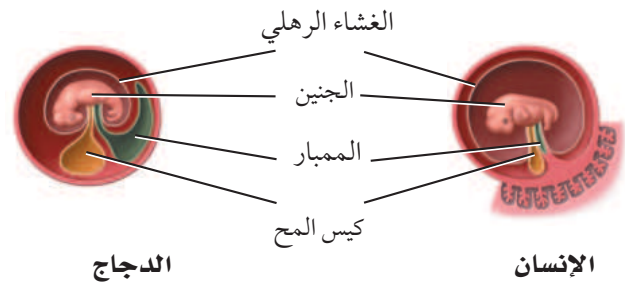
15. يحدث الإخصاب في الجهاز التناسلي الأنثوي في:

- a. الرحم.  
b. المهبل.  
c. الجسم الأصفر.  
d. قناة البيض.

16. ما التسلسل الصحيح لنمو الجنين؟

- a. اللاقحة، الكبسولة البلاستولية، التوتة.  
b. التوتة، اللاقحة، الكبسولة البلاستولية.  
c. اللاقحة، التوتة، الكبسولة البلاستولية.  
d. التوتة، الكبسولة البلاستولية، اللاقحة.

استخدم الرسم الآتي للإجابة عن السؤال 17:



17. لماذا يكون كيس المح عند الإنسان أصغر منه عند الدجاج؟

- a. لأن كيس المح عند الإنسان يتحول إلى عضلات.  
b. لأن كيس المح عند الدجاج يحافظ على حرارة الجنين.  
c. لأن جنين الإنسان يحصل على غذائه من المشيمة.  
d. لأن كيس المح في الإنسان لا وظيفة له.

18. متى تشعر الأم الحامل بحركة الجنين؟

- a. في الأشهر الثلاثة الأولى.  
b. في الأشهر الثلاثة الثانية.  
c. في الأشهر الثلاثة الأخيرة.  
d. في الشهر الأخير فقط.

#### أسئلة بنائية

19. إجابة قصيرة. لماذا يتم تجديد بطانة الرحم في كل دورة حيض؟

20. مهن مرتبطة مع علم الأحياء يراجع بعض الأزواج أطباء مختصين في الغدد الصم الجنسية لوجود صعوبات في الحمل. ترى، ما أسباب تلك الصعوبات؟

21. نهاية مفتوحة. لماذا يكون الجنين أكثر عرضة للخطر إذا تعاطت الأم العقاقير خلال الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل؟



## تقويم إضافي

25. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب نشرة لإمرأة حامل توضح فيها نظام التغذية ونمط الحياة الواجب عليها اتباعه، ضمّن النشرة جدولاً يوضح أهم التغيرات في نمو الجنين.

## أسئلة المستندات

أوصت دائرة الصحة بإضافة حمض الفوليك لجميع منتجات رقائق الحبوب لتقليل تشوهات الولادة وتشوهات الحبل الشوكي أصدرت إحدى الدول توصيات للأمهات الحوامل بضرورة زيادة حمض الفوليك في غذائهن، وإضافته إلى منتجات رقائق الحبوب.

ويمثل الجدول التالي إحصائية معدل التشوهات في الرأس والدماغ للأعوام من 1991 إلى 2002، ولكل 100,000 ولادة.

السنة	المعدل	السنة	المعدل
1991	18.38	1997	12.51
1992	12.79	1998	9.92
1993	13.50	1999	10.81
1994	10.97	2000	10.33
1995	11.71	2001	9.42
1996	11.96	2002	9.55

استخدم الجدول السابق للإجابة عن السؤالين 26 و27

26. ارسم رسماً بيانياً يوضح الجدول أعلاه، وصف العلاقات بين المتغيرات التي لاحظتها.

27. ما الاتجاه العام لأعداد حالات الإصابة الموضحة في الجدول خلال هذه الفترة؟

## التفكير الناقد

22. قارن بين انقسام الكتلة الخلوية الداخلية خلال النمو العادي وتكوين التوائم.

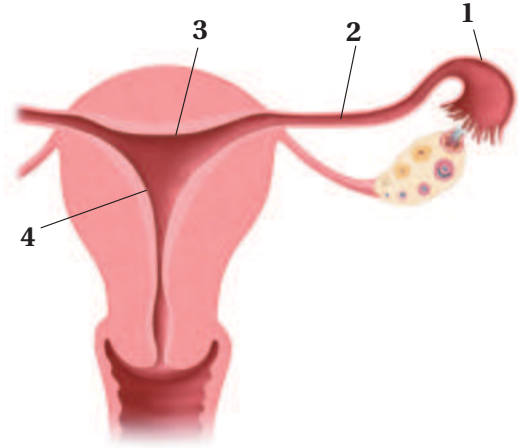
23. اقترح نموذجاً. تحمل امرأة جنيناً ولكن لا يوجد إفراز كافٍ لهرمون hCG في جسمها. اقترح علاجاً محتملاً يساعد في حماية الجنين وثباته.

## أسئلة بنائية

24. نهاية مفتوحة. ما الأسباب الحيوية (البيولوجية) التي ينتج عنها انقطاع الطمث عند الأنثى وتوقفها عن إنتاج البويضات، بينما يستمر الذكر في إنتاج الحيوانات المنوية طوال حياته تقريباً؟

## أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما التسلسل الصحيح لنمو جنين الإنسان خلال الأسبوع الأول من الحمل؟
- a. البويضة ← التوتة ← الكبسولة البلاستولية ← اللاقحة.
- b. البويضة ← اللاقحة ← التوتة ← الكبسولة البلاستولية.
- c. التوتة ← الكبسولة البلاستولية ← البويضة ← اللاقحة.
- d. التوتة ← البويضة ← اللاقحة ← الكبسولة البلاستولية.
- استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2، 3:



2. أين يحدث الإخصاب؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

3. أين ينمو الجنين حتى ولادته؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

4. أيّ الأجزاء الآتية تسهم في إفراز نصف حجم السائل المنوي في الذكر؟
- a. البربخ.
- b. الحوصلة المنوية.
- c. غدة البروستات.
- d. الوعاء الناقل (الأسهر).
5. متى تبدأ خلية البويضة في أنثى الإنسان بالانقسام المنصف؟
- a. قبل ولادتها.
- b. بداية سن البلوغ.
- c. خلال عملية الإباضة.
- d. خلال دورة الحيض.
6. يؤدي هرمون الإستروجين في أثناء بلوغ الإناث إلى:
- a. تغيرات في جسم الأنثى.
- b. نضج البويضات في المبيضين.
- c. الانقسام المنصف لإنتاج البويضة.
- d. إطلاق البويضات الناضجة.
7. أيّ التحولات الآتية من مراحل الحياة التي يحدث فيها البلوغ؟
- a. من المراهقة إلى البلوغ.
- b. من الطفولة إلى المراهقة.
- c. من الجنين إلى الرضيع.
- d. من البويضة المخصبة إلى الجنين.



# اختبار مقنن

## سؤال مقالي

مع الوقت تطورت آليات فحص الحمل، لتصبح أكثر سرعة وتعطي نتائج دقيقة في زمن أقل. فيستخدم جهاز فحص الحمل المنزلي في الكشف عن الحمل بدلاً من التحليل الروتيني للدم أو البول للكشف عن الحمل. ويحتوي جهاز فحص الحمل المنزلي (شريط اختبار الحمل) على مواد تكشف عن وجود الهرمون الكوريوني الموجه للغدد التناسلية (hCG) في البول أو الدم، والذي يفرزه الجنين خلال الأسبوع الأول من الحمل.

استخدم المعلومات الواردة في النص أعلاه للإجابة عن السؤال الآتي:

14. لماذا يعد اختبار الحمل المنزلي باستخدام أجهزة الفحص المنزلية فاعلاً في بداية الحمل، لا في المراحل اللاحقة منه؟ وما أهميته بالنسبة للحمل؟

## أسئلة الإجابات القصيرة

8. كيف يتم فحص الجنين داخل الرحم؟
9. ما دور كيس المح في جنين الإنسان؟
10. كيف يتم زيادة طول الإنسان؟ وما الفترة المناسبة لذلك؟

## أسئلة الإجابات المفتوحة

11. أثناء دورة الحيض في أنثى الإنسان تزداد سماكة بطانة الرحم، ثم تنسلخ، كيف تسيطر الهرمونات على هذه العملية؟
12. تعد عملية المحافظة على الاتزان الداخلي في جسم الإنسان من المميزات التي وهبها الله تعالى له، بالاعتماد على ما درسته حول الجهاز التناسلي الأنثوي وضح بالأمثلة هذه العملية.
13. قارن بين إنتاج الخلايا المنوية والبويضات في الانسان أثناء الانقسام المنصف.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

الصف	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2
الدرس / الفصل	5-2	5-1	5-1	5-1	5-2	5-2	5-2	5-1	5-1	5-1	5-1	5-2	5-2
السؤال	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2



**الفكرة العامة** خلق الله سبحانه وتعالى جهاز المناعة ليحمي الجسم من الإصابة بمسببات الأمراض.

### 1 - 6 جهاز المناعة

**الفكرة الرئيسية** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما، المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

### حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان أكثر من 600 عقدة ليمفية مثل اللوزتين.
- للخلايا الأكلة الكبيرة سيتوبلازم يتحرك باستمرار.
- قد يساوي حجم عدة ملايين من الفيروسات حجم رأس دبوس.

اللوزتان

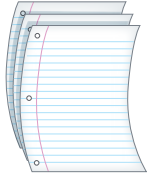
الأوعية الليمفية في اللوزتين

## نشاطات تمهيدية

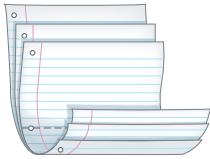
وصف المناعة اعمل المطوية الآتية  
لتساعدك على تنظيم الأفكار المتعلقة  
بالمناعة.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: ضع ثلاث ورقات من دفتر الملاحظات  
بعضها فوق بعض على أن تبعد إحداها عن الأخرى  
بمقدار 2.5 cm كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثن الأوراق من منتصفها لتكوين أسنة  
يبعد بعضها عن بعض المسافات نفسها، كما في الشكل  
الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معًا بالدبابيس على  
طول الطرف، وكتب على كل لسان أحد العناوين  
الآتية: المناعة المكتسبة، المناعة السلبية، المناعة الخلوية،  
مناعة الأجسام المضادة، المناعة الطبيعية، المناعة من  
الأمراض، كما في الشكل أدناه.

○	المناعة المكتسبة
○	المناعة السلبية
○	المناعة الخلوية
○	مناعة الأجسام المضادة
○	المناعة الطبيعية
○	المناعة من الأمراض

**المطويات** استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك لجهاز  
المناعة. صف وأنت تقرأ الدرس كل نوع من أنواع المناعة،  
واستعن بالمطوية لمراجعة ما تعلمته عن المناعة.

## تجربة استهلاكية

كيف يمكنك تتبع الإصابة بالزكام؟

ينتج الزكام وأمراض أخرى عن مسببات الأمراض التي  
يمكن أن تنتقل من شخص إلى آخر. وستحدد في هذه  
التجربة طريقة الإصابة بالزكام.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر مجموعة من الأسئلة ل طرحها على زملائك حول  
آخر مرة أصيبوا فيها بالزكام، مثل: الأعراض التي عانوا  
منها هم وأفراد أسرهم وأصدقاءهم، والتدابير الوقائية  
التي اتبعوها لتجنب المرض.
3. استعن بالأسئلة التي أعدتها لإجراء مقابلة مع زملائك.
4. صمّم خريطة مفاهيمية لتنظيم البيانات التي جمعتها  
لتحديد طريقة انتقال المرض من شخص إلى آخر.

### التحليل

1. صف. كيف تميز خريطة المفاهيمية بين أعراض الزكام  
المختلفة الذي أصاب زملاءك.
2. استنتج الطرائق التي ينتقل بها مسبب مرض الزكام في  
أثناء انتقاله بين زملائك وأصدقائهم وأسرهم.



# 6-1

## الأهداف

- تقارن بين المناعة غير المتخصصة (العامة) والمتخصصة (النوعية).
- تلخص تركيب الجهاز الليمفي ووظيفته.
- تميز بين المناعة السلبية والمناعة الإيجابية.

## مراجعة المفردات

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells : خلايا كبيرة تحتوي على نواة، وتلعب دورًا كبيرًا في حماية الجسم من المواد الغريبة، والمخلوقات الدقيقة.

## المفردات الجديدة

- البروتين المتمم (المُكَمَّل)
- الإنترفيرون
- الخلايا التائية القاتلة
- الخلايا الليمفية
- الخلية الذاكرة
- الجسم المضاد
- التطعيم (التحصين)
- مولد الضد
- الخلايا البلازمية البائية (B)
- الخلايا التائية (المساعدة) (T)

## جهاز المناعة The Immune System

**الفكرة الرئيسية** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

**الرابط بواقع الحياة** إننا نعيش مع عدد كبير من مسببات الأمراض الكامنة، ومنها البكتيريا والفيروسات التي قد تسبب المرض فكما الحصن الذي يحمي المدينة من هجوم الأعداء يقوم جهاز المناعة بحماية الجسم من مسببات الأمراض هذه وغيرها من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض.

## المناعة العامة (غير المتخصصة)

### Nonspecific Immunity

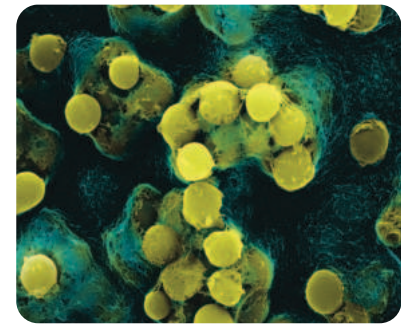
وهب الله عز وجل للجسم القدرة ليكون عند الولادة عددًا من الدفاعات في جهاز المناعة لمحاربة مسببات الأمراض. وتُسمى هذه الدفاعات المناعة غير المتخصصة؛ لأنها لا تستهدف نوعًا محددًا من مسببات الأمراض، فهي تحمي الجسم من مسببات المرض التي يواجهها. وتساعد المناعة غير المتخصصة التي يحتويها الجسم على منع المرض، كما تساعد على إبطاء تقدمه أيضًا، إلى أن تبدأ المناعة المتخصصة عملها. والمناعة المتخصصة من أكثر استجابات المناعة فاعلية، في حين تعد المناعة غير المتخصصة خط الدفاع الأول.

**الحواجز Barriers** تُستعمل الحواجز في الجسم للحماية ضد مسببات المرض، كما هو الحال في جدران الحصن القوية. وتوجد هذه الحواجز في مناطق الجسم التي يمكن أن تدخل من خلالها مسببات الأمراض.

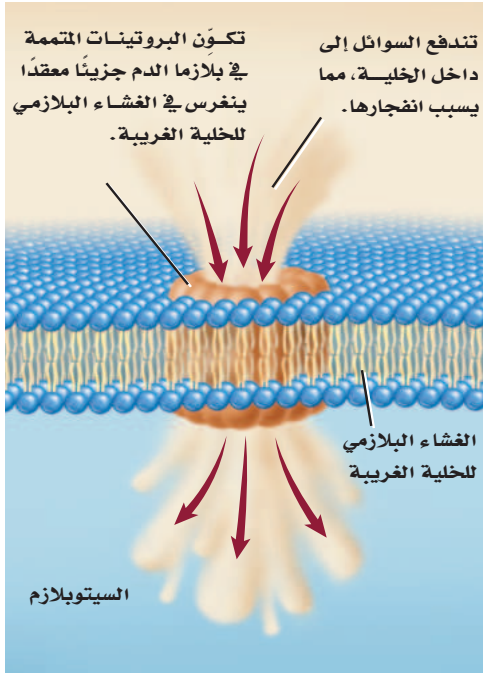
**حاجز الجلد skin barrier** من الطرائق اليسيرة التي يقي بها الجسم نفسه من الأمراض المعدية هي منع المخلوقات الغريبة من دخول الجسم. ويتمثل خط الدفاع الرئيس هذا في الجلد السليم وإفرازاته. تساعد الخلايا الميتة في الجلد على الحماية ضد غزو المخلوقات الحية الدقيقة. ويعيش العديد من البكتيريا تكافليًا على سطح الجلد، فتتغذى من الزيوت الجلدية لتنتج الأحماض التي تثبط العديد من مسببات الأمراض. ويبين الشكل 6-1 بعض البكتيريا الطبيعية التي تعيش على الجلد، وتحميه من الهجوم.

**الحواجز الكيميائية chemical barriers** يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلّل لجدار الخلية البكتيرية، فيسبب موت المخلوقات المسببة للمرض. ويعد المخاط شكلاً آخر من أشكال الدفاع الكيميائي، ويُفرز بواسطة العديد من السطوح الداخلية في الجسم ويعمل بوصفه حاجز حماية يمنع البكتيريا من الالتصاق بالخلايا الطلائية الداخلية، كما تغطي الأهداب سطوح ممرات التنفس الهوائية.

■ الشكل 6-1 توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح 1400 X



الشكل 2-6 تكوّن البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.



من يحتاج إلى قشرة الموز؟

بحرية علمية

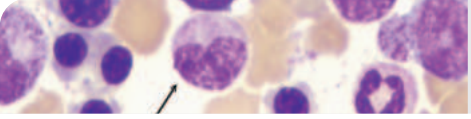
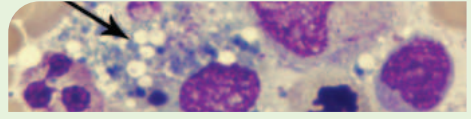
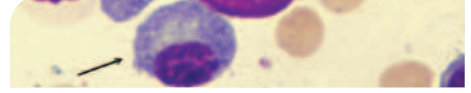
ارجع لدليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

وتؤدي حركتها إلى دفع البكتيريا التي التصقت بالمخاط بعيداً عن الرئتين. فعندما تنتقل العدوى إلى ممرات التنفس يتم إفراز كميات مخاط أكبر، مما يحفز السعال والعطاس اللذين يساعدان على طرد المخاط الحامل للعدوى إلى خارج الجسم. ويتمثل الدفاع الكيميائي الرابع في حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يُفرز في المعدة. فبالإضافة إلى دوره في عملية الهضم، يعمل على قتل العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض وتوجد في الطعام الذي نتناوله.

### استجابة المناعة غير المتخصصة لغزو مسببات المرض

**Nonspecific responses to invasion** لا تتوقف المقاومة حتى لو تمكن أي من الأعداء من اقتحام جدران حصن المدينة. وكذلك الجسم؛ فاستجابات المناعة غير المتخصصة لمسببات المرض تتخطى الحواجز.

**الدفاع الخلوي cellular defense** إذا دخلت المخلوقات الدقيقة الغريبة إلى الجسم فإن خلايا جهاز المناعة المبينة في الجدول 1-6 تدافع عنه. ومن طرائق الدفاع البلعمة، وهي العملية التي تحيط فيها خلايا الدم الأكلة (المتعادلة والكبيرة) بالمخلوقات الحية الدقيقة الغريبة، ثم تفرز إنزيمات هاضمة ومواد كيميائية من الأجسام المحللة (الليسوسومات) فيها تقضي على المخلوق الدقيق. ويساهم نحو 20 نوعاً من البروتينات الموجودة في بلازما الدم في عملية البلعمة، وتسمى هذه البروتينات **البروتينات المتممة complement proteins** التي تعزز عملية البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكلة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض فتتنشط الخلايا الأكلة وتعزز عملية تحليل غشاء الخلية المسببة للمرض، الشكل 2-6. ويتم تنشيط هذه الخلايا بوساطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.

الجدول 1-6	خلايا جهاز المناعة	نوع الخلية
	مثال	الوظيفة
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 2150		البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 380		البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 1800		المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.

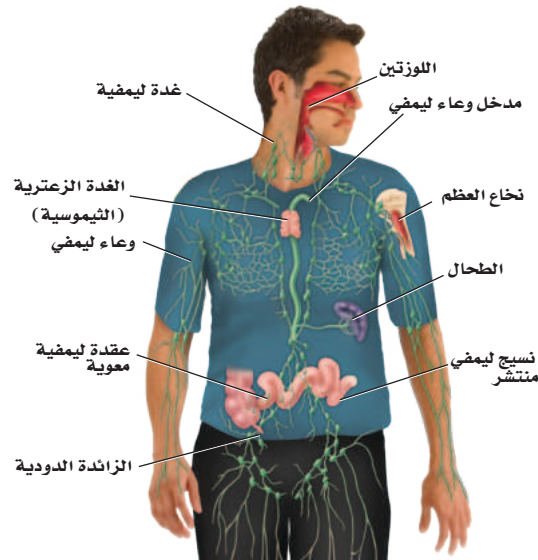
**الإنترفيرون Interferon** عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد خط دفاع خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتيناً يُسمى **إنترفيرون** interferon يرتبط بدوره مع الخلايا المجاورة، ويحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس، فتمنع تضاعف الفيروس في هذه الخلايا.

**الاستجابة الالتهابية Inflammatory response** هناك نوع آخر من الاستجابات غير المتخصصة تُسمى الاستجابة الالتهابية، وهي سلسلة من الخطوات المعقدة التي تشمل العديد من المواد الكيميائية والخلايا المناعية للمساعدة على تعزيز الاستجابة المناعية عموماً. فعندما يدمر مسبب المرض نسيجاً معيناً تُفرز مواد كيميائية من مسبب المرض وخلايا الجسم معاً. فتجذب هذه المواد الخلايا الأكلة إلى المنطقة، وتزيد من تدفق الدم إلى المنطقة المصابة وتزيد من نفاذية الأوعية الدموية للسماح لخلايا الدم البيضاء بالوصول إلى المنطقة المصابة. وهذه الاستجابة تساعد على تراكم خلايا الدم البيضاء في المنطقة المصابة. كما أن بعض الألم والحرارة والاحمرار من الأعراض التي تحدث نتيجة الاستجابة الالتهابية لمرض معدٍ.

### المناعة المتخصصة (النوعية) Specific Immunity

تتمكن مسببات المرض أحياناً من تخطي آليات الدفاع غير المتخصصة، إلا أن الجسم يملك خطاً دفاعياً ثانياً يعمل على مهاجمة هذه المسببات. وتمتاز المناعة المتخصصة بفعاليتها ولكنها تأخذ وقتاً لتتكون وتتمايز. وتشمل الاستجابة المتخصصة كلاً من الأنسجة والأعضاء الموجودة في الجهاز الليمفي.

**الجهاز الليمفي Lymphatic system** يضم الجهاز الليمفي في الشكل 3-6 أعضاء وخلايا تعمل على ترشيح السائل الليمفي والدم، وتدمير المخلوقات الدقيقة الغريبة. كما يمتص الجهاز الليمفي الدهون. والليمف سائل يرشح من الشعيرات الدموية لغمر خلايا الجسم. يدور هذا السائل عبر خلايا النسيج ويُجمع بواسطة الأوعية الليمفية ويعود مرة أخرى إلى الأوردة بالقرب من القلب.



■ الشكل 3-6 يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط باستجابة المناعة النوعية. **حدّد** موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية وتمايزها.

**الأعضاء الليمفية Lymphatic organs** تحتوي الأعضاء في الجهاز الليمفي على أنسجة ليمفية، وخلايا ليمفية، وأنواع أخرى من الخلايا ونسيج ضام. **والخلايا الليمفية lymphocytes** نوع من خلايا الدم البيضاء التي تُنتج في نخاع الأحمر للعظم. وتضم الأعضاء الليمفية: العقد الليمفية واللوزتين والطحال والغدة الزعترية (الثيموسية) ونسيجًا ليمفيًا منتشرًا في الأغشية المخاطية للقنوات الهضمية والتنفسية والبولية والتناسلية. تُرشح العقد الليمفية السائل الليمفي، وتخلصه من المواد الغريبة. وتشكل اللوزتان حلقة حماية خاصة بالنسيج الليمفي بين تجويفي الفم والأنف، وهذا يساعد على الحماية من البكتيريا والمواد الضارة الأخرى في الأنف والفم.

ويُخزن الطحال الدم ويحطم خلايا الدم الحمراء التالفة والهزلة، كما يحتوي على نسيج ليمفي يستجيب لوجود المواد الغريبة في الدم. وتقع الغدة الزعترية فوق القلب، وتلعب دورًا مهمًا في تنشيط نوع خاص من الخلايا الليمفية، تسمى الخلايا التائية، وهي تنتج في نخاع العظم، وتنضج وتتمايز في الغدة الزعترية. كما أن هناك نوع آخر من الخلايا الليمفية تسمى الخلايا البائية، تنتج الأجسام المضادة عند دخول مسببات الأمراض الجسم. ويتم إنتاج هذا النوع من الخلايا في نخاع العظم.

## استجابة الخلايا البائية B - Cell Response

**الأجسام المضادة antibodies** بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. و**مولد الضد antigen** مادة غريبة عن الجسم تؤدي إلى الاستجابة المناعية، ويمكنها الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

توجد **الخلايا البلازمية (البائية) B cells** في جميع الأنسجة الليمفية، ويمكن أن توصف بأنها مصانع الأجسام المضادة؛ فعند وجود أي جزء من مسبب المرض تبدأ الخلايا البائية بإنتاج الأجسام المضادة. تتبع الشكل 4-6 لتتعرف كيفية تنشيط الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة. فعندما تحيط الخلية الأكلة الكبيرة بمسبب المرض وتهضمه تعرض قطعة من مسبب المرض - تُسمى مولد الضد المُعالج - على غشائها، الشكل 4-6.

أما في النسيج الليمفي - مثل العقد الليمفية - فترتبط الخلية الأكلة الكبيرة ومولد الضد على سطحها مع نوع من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلية التائية المساعدة helper T cells** مما يؤدي إلى تنشيطها. ويُسمى هذا النوع من الخلايا "المساعدة"؛ لأنها تنشيط الخلايا البائية (B) على إنتاج الجسم المضاد، وهناك نوع آخر من الخلايا التائية (T) - التي سيتم مناقشتها لاحقًا - والتي تساعد على قتل المخلوقات الحية الدقيقة وفق الآلية الآتية:

- تتكاثر الخلية التائية المساعدة وترتبط بمولد الضد المُعالج والخلية البائية.
- تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.

### المفردات

#### أصل الكلمة

الغدة الزعترية (الثيموس) Thymus:

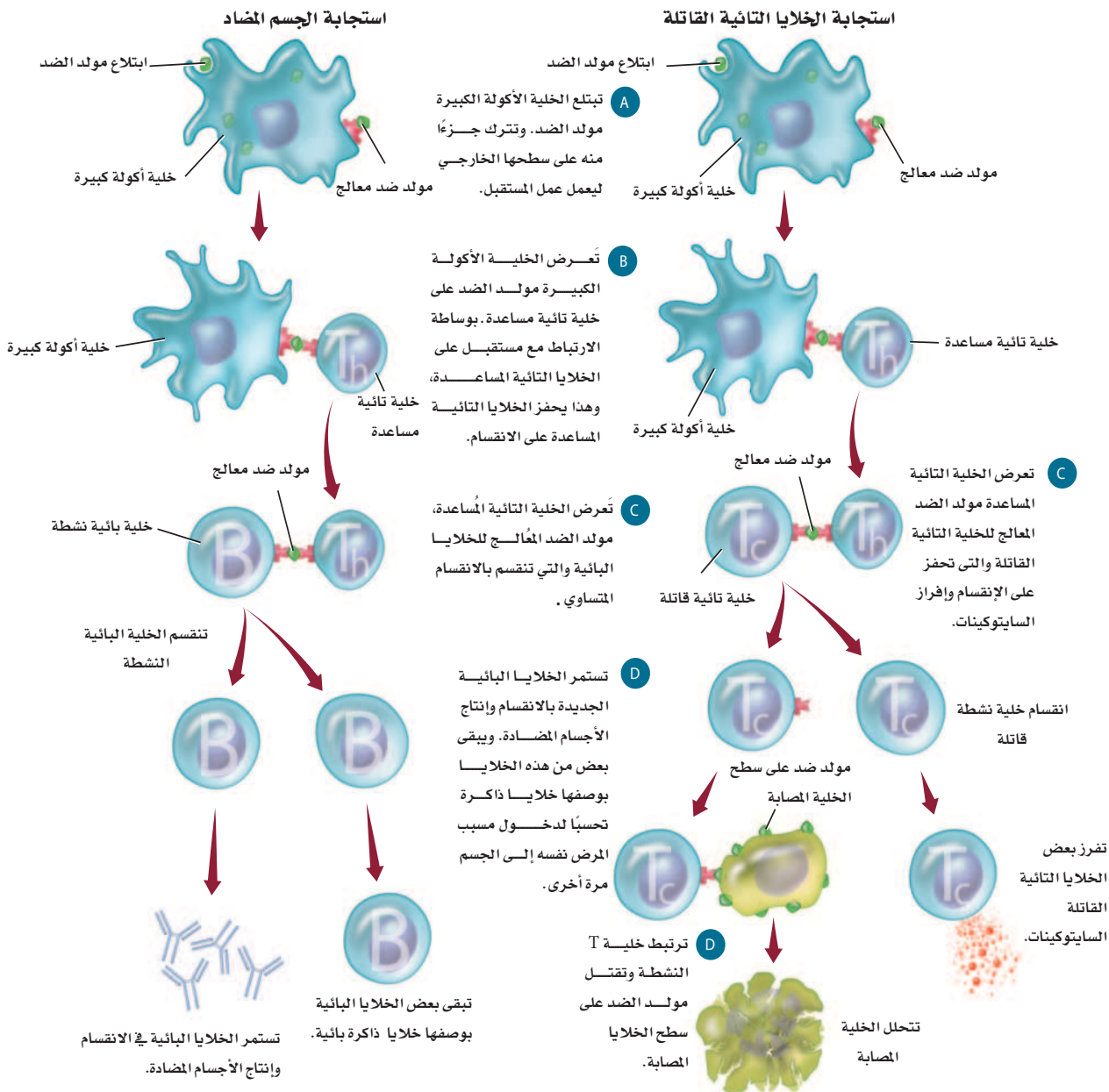
مشتقة من الكلمة اليونانية thymos

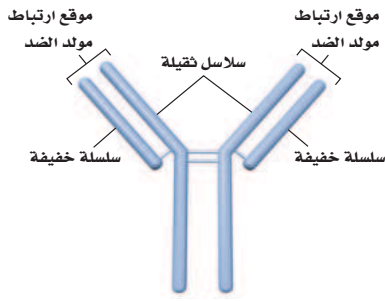
وتعني الثؤلول النامي.

# Specific Immunity Responses

# استجابات المناعة المتخصصة

الشكل 4-6 تشمل استجابات المناعة المتخصصة مولدات الضد والبلعمة والخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة. أما الاستجابة التي تنتج الأجسام المضادة فتشمل الأجسام المضادة التي تنتجها الخلايا البائية والخلايا B الذاكرة. وتنتج استجابة الخلايا التائية القاتلة عن تحفيز هذه الخلايا.





■ الشكل 5-6 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية هما: السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة. **لخص** أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.

• بمجرد اتحاد خلية تائية مُساعدة نشطة مع خلية بائية حاملة لمولد الضد، تبدأ الخلية البائية في تصنيع الأجسام المضادة التي تتحد بشكل خاص مع هذا النوع من مولدات الضد.

• تعزز الأجسام المضادة الاستجابة المناعية بالارتباط مع المخلوقات الحية الدقيقة، معرضة إياها أكثر لعملية البلعمة، كما تساعد على حدوث الاستجابة غير المتخصصة بواسطة تحفيز الاستجابة الالتهابية.

تصنع الخلايا البائية العديد من مجموعات الأجسام المضادة من خلال استعمال المادة الوراثية DNA لإنتاج سلاسل بروتينية ثقيلة (معقدة)، وخفيفة (بسيطة) متنوعة، لتكوّن الأجسام المضادة، كما في الشكل 5-6. وتستطيع أي سلسلة ثقيلة أن تتحد مع أي سلسلة خفيفة. فإذا تمكنت خلية بائية من إنتاج 16,000 نوع مختلف من السلاسل الثقيلة و1200 نوع من السلاسل الخفيفة فستتمكن من إنتاج 19,200,000 أو 1200×16,000 نوع مختلف من الأجسام المضادة.

## استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها - نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية الأكلولة الكبيرة- أن ترتبط مع مجموعة من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلايا التائية القاتلة** cytotoxic T cells وتنشيطها. تدمر الخلايا القاتلة مسببات المرض، وتطلق مواد كيميائية تُسمى المحركات الخلوية (السايتوكينات) cytokines، التي تحفز خلايا الجهاز المناعي على الانقسام، ونقل الخلايا المناعية إلى منطقة العدوى. تتحد الخلايا التائية القاتلة بمسبب المرض، وتطلق المواد الكيميائية وتدمره. ويمكن لخلية تائية قاتلة واحدة أن تدمر خلايا مستهدفة عديدة. ويُخصّص الشكل 4-6 آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

## المناعة السلبية والإيجابية

### Passive and Active Immunity

تُسمى استجابة الجسم الأولى لأي غزو من مسببات الأمراض بالاستجابة الأولية. فعلى سبيل المثال، إذا دخل الفيروس المسبب لجدري الماء إلى الجسم تستجيب المناعة المتخصصة وغير المتخصصة، وتتمكن في النهاية من قتل الفيروس الغريب، وتخليص الجسم من مسبب المرض.

ومن نتائج الاستجابة المناعية المتخصصة إنتاج الخلايا الذاكرة التائية والبائية. **والخلايا الذاكرة** memory cells تعيش فترات طويلة بعد تعرضها لمولد الضد في أثناء الاستجابة الأولية للمناعة. وتستجيب هذه الخلايا بسرعة إذا تعرض الجسم لغزو مسبب المرض نفسه مرّة أخرى. وتحمي خلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرّة أخرى.

### المضردات

#### مضردات أكاديمية

سلبية Passive،

غير فاعل (خامل)

حقد الفرد الحامل غير مبالٍ بزوار

حديقة الحيوان



**المناعة السلبية Passive immunity** يحتاج الجسم أحياناً إلى حماية مؤقتة ضد مرض معدٍ. ويحدث هذا النوع من الحماية المؤقتة عندما تُصنع الأجسام المضادة من أشخاص آخرين أو حيوانات وتُنقل أو تُحقن في جسم الإنسان. فمثلاً تحدث المناعة السلبية بين الأم وطفلها، فالأجسام المضادة المتكونة في جسم الأم تنتقل من خلال المشيمة إلى الجنين، ومن حليب الثدي إلى الطفل الرضيع. ويمكن لهذه الأجسام المضادة أن تحمي الطفل حتى ينمو جهازه المناعي ويكتمل. وتتكون الأجسام المضادة في الإنسان أو الحيوان الذي تكونت لديه مناعة متخصصة ضد أمراض معدية محددة. وتُستخدم هذه الأجسام المضادة في علاج أمراض معدية عند أشخاص آخرين، حيث تحقن هذه الأجسام في الأشخاص الذين تعرضوا لمرض معدٍ معين. كما يتوافر العلاج بالمناعة السلبية للأشخاص الذين تعرضوا للتهاب الكبد الوبائي A وB والتيفوئيد والكَلْب (السُّعَار). كما تتوافر أجسام مضادة لإبطال مفعول سُم الأفعى أو العقرب.

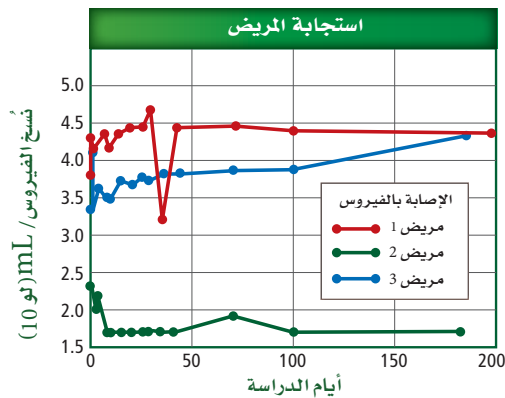
## مختبر تحليل البيانات 6-1

### بناءً على بيانات حقيقية

### استخلص النتائج

### التفكير الناقد

1. قارن. بين استجابات المريض للعلاج بالمناعة السلبية.
2. استخلص النتائج. هل يمكن للباحثين أن يستنتجوا أن العلاج بالمناعة السلبية فعّال؟ فسر إجابتك.



هل تعد المناعة السلبية فعالة في علاج عدوى HIV؟

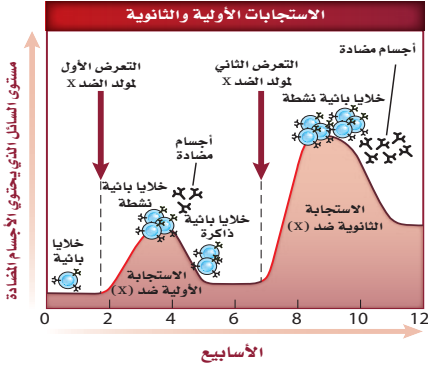
إن العلاج التقليدي لمريض يعاني من الإصابة بفيروس HIV هو بإعطائه دواءً مضاداً للفيروس. ولسوء الحظ فإن الآثار الجانبية وزيادة مقاومة الفيروس للدواء تتطلب إيجاد علاجات إضافية. لذا فقد تمت دراسة العلاج بالمناعة السلبية.

### البيانات والملاحظات

يبين الرسم البياني استجابات مريض HIV للعلاج بالمناعة السلبية. وتقاس كمية الفيروس في دم المريض بعدد نسخ الفيروس لكل mL.

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Stiegler G., et al. 2002. Antiviral activity of the neutralizing antibodies 2FS and 2F12 in asymptomatic HIV-1-infected humans: a phase I evaluation. AIDS 16: 2019-2025.





**المناعة الإيجابية Active immunity** تحدث المناعة الإيجابية بعد تعرض جهاز المناعة لمولدات ضد المرض وإنتاج الخلايا الذاكرة. وتحدث المناعة الإيجابية نتيجة حدوث مرض معدٍ أو نتيجة **التطعيم immunization**، الذي يُسمى التحصين أيضاً. ويقصد به حقن الجسم عن قصد بمولد ضد بهدف تطوير استجابة أولية وخلايا ذاكرة مناعية. ويوضح الجدول 2-6 بعض التطعيمات الشائعة. وتحتوي التطعيمات على مسببات مرض ميتة أو ضعيفة غير قادرة على التسبب بالمرض.

كما تحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفِّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). وهذه الجرعات تزيد من الاستجابة المناعية، إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات الحية الدقيقة المسببة للمرض.

لماذا يُعد التطعيم فعالاً في الوقاية من المرض؟ من خصائص الاستجابة المناعية الثانوية والتي تحدث نتيجة استجابة الجسم لمولد ضد (جسم غريب) مرة أخرى - أنها تزيد من فعالية التطعيم في الوقاية من المرض. لاحظ أن الاستجابة المناعية

الثانوية في الشكل 6-6 لمولد الضد لها العديد من الخصائص المختلفة:

- أولاً: تحدث الاستجابة بشكل أسرع من الاستجابة الأولية، كما يبين الانحراف الحاد للمنحنى ذي اللون الأحمر.
- ثانياً: تكون الاستجابة الكلية لكل من الخلايا التائية والبائية أكبر في أثناء التعرض الثاني لمولد الضد.
- ثالثاً: تستمر الخلايا الذاكرة الكلية في العمل لوقت أطول بعد التعرض الثاني لمسبب المرض.

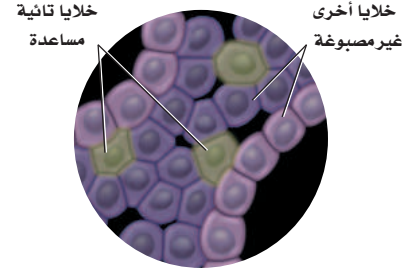
الجدول 2-6	التطعيمات العامة (الشائعة)	المحتويات
التطعيم الثلاثي DPT	دفتيريا "الحناق" (D)، التيتانوس "الكزاز" (T)، السعال الديكي (P)	D: سم غير فعال، T: سم غير فعال، P: بكتيريا غير فعالة
الشلل غير الفعال Polio	شلل الأطفال	فيروس غير فعال
MMR	الحصبة، النكاف، الحصبة الألمانية	جميعها فيروسات غير فعالة
فاريسيلا (الحناق)	جدري الماء	فيروس غير فعال
HIB	الأنفلونزا من نوع b	أجزاء من الجدار الخلوي للبكتيريا
HBV	التهاب الكبد الوبائي من نوع B	أجزاء من الفيروس

## فشل جهاز المناعة Immune System Failure

قد ينتج عن وجود عيوب في جهاز المناعة زيادة احتمال تطور الأمراض المعدية، وكذلك بعض أنواع السرطانات. وتؤثر بعض الأمراض في فعالية جهاز المناعة، ومنها مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS الذي ينتج عن الإصابة بفيروس HIV. ويعد الإيدز من المشاكل الصحية الخطيرة جداً في العالم.

تذكر الدور المهم الذي تؤديه الخلايا التائية المُساعدة في المناعة النوعية؛ حيث يصيب فيروس HIV بشكل رئيس الخلايا

التائية المساعدة والتي تُسمى أيضًا خلايا CD4<sup>+</sup>، بسبب وجود مستقبل لهذه الخلايا على السطح الخارجي لغشائها البلازمي.



الشكل 6-7 للخلايا التائية المساعدة مستقبلات على سطحها تستعمل لتعرفها في المختبر.

ويستخدم مستقبل CD4<sup>+</sup> على يد اختصاصي الطب لتعرف هوية هذه الخلايا، الشكل 6-7. HIV فيروس يحتوي RNA (ارتجاعي) يصيب الخلايا التائية المساعدة، فتصبح الخلية التائية المُساعدة مصنعًا لـ HIV، إذ ينتج فيروسات جديدة تنطلق وتصيب خلايا تائية مُساعدة أخرى. ومع الزمن تقل أعداد الخلايا التائية المساعدة في الشخص المصاب، مما يجعله أقل قدرة على محاربة المرض. ولعدوى HIV عادة مرحلة مُبكرة في الفترة ما بين الأسبوع السادس والأسبوع الثاني عشر؛ حيث يتضاعف فيها الفيروس في الخلايا التائية المساعدة. يعاني المريض بالإيدز من أعراض، منها التعرق الليلي والحمى، ولكنها تقل بعد نحو 8-10 أسابيع. ثم يتعرض المريض لأعراض قليلة لفترة زمنية تصل إلى 10 سنوات، ويكون قادرًا على نقل العدوى عن طريق الاتصال الجنسي، أو نقل الدم إلى شخص آخر. وبدون العلاج بالأدوية المضادة للفيروس قد يموت المريض عادة من عدوى ثانوية بمسبب مرض آخر بعد 10 سنوات تقريبًا من إصابته بـ HIV. ويهدف العلاج بالأدوية المضادة للفيروس حاليًا إلى التحكم بتضاعف HIV في الجسم. والعلاج مكلف جدًّا، ولا زالت نتائجه على المدى الطويل غير معروفة.

## التقويم 1-6

### الخلاصة

- تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة.
- تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة.
- تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض.
- ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض.
- يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسببًا فشل جهاز المناعة.

### فهم الأفكار الرئيسية

- الفكرة الرئيسية** قارن بين استجابات المناعة المتخصصة وغير المتخصصة.
- صِف خطوات تنشيط استجابة الجسم المضاد لمولد ضد ما.
- اعمل شكلاً توضيحياً يمثل المناعة الإيجابية والمناعة السلبية.
- صِف تركيب الجهاز الليمفي ووظائفه.
- استنتج لماذا يعد تدمير الخلايا التائية المساعدة بواسطة عدوى HIV مدمراً للمناعة النوعية؟
- صغ فرضية ماذا يحدث إذا حصلت طفرة في فيروس HIV بحيث تصبح الأدوية التي تقلل تضاعف الفيروس غير فاعلة.
- قوّم. يوجد مرض يُسمى النقص المناعي المركب الحاد. والذي يولد فيه طفل لا يحوي جهازه المناعي الخلايا التائية، قوم أثر هذا المرض.
- الرياضيات في علم الأحياء** تتكون الأجسام المضادة من سلسلتي بروتين خفيفتين، وسلسلتي بروتين ثقيلتين. فإذا كان الوزن الجزيئي للسلسلة الخفيفة 25,000 والوزن الجزيئي للسلسلة الثقيلة هو 50,000، فما الوزن الجزيئي للجسم المضاد؟



### التلقيح ضد الجدري

فمثلاً، يعاني 25% من السكان على الأقل من تثبيط في الجهاز المناعي ناتج عن الأدوية أو المرض. وتلقيحهم لتطعيم الجدري قد ينتج عنه مضاعفات خطيرة بسبب ضعف جهازهم المناعي.

ينتشر فيروس الجدري بسرعة بين الناس ويمكن أن يقتل 30% من الأشخاص المصابين. وبما أنه مرض قاتل، فقد ناقشت الحكومات لسنوات عدة إمكانية إلزام شعوبها بالتطعيم ضده.



يشير مصطلح الجدري إلى البثور التي تظهر على الوجه والجسم نتيجة للعدوى بفيروس الجدري.

### الجدري مرضاً

مرض الجدري لا شفاء منه ويسببه نوع من الفيروسات. وعلى الرغم من ذلك، قام إدوارد جنر في عام 1796 بتطوير تطعيم للجدري، ساعد على إنقاذ حياة العديد من الناس عن طريق الوقاية من المرض.

تدوم المناعة الناتجة عن التطعيم من ثلاث إلى خمس سنوات. ويمنع التطعيم حدوث العدوى أو يقلل من آثارها إذا تم إعطاء التطعيم خلال عدة أيام بعد التعرض للعدوى. وفي حال انتشار فيروس مرض الجدري، فإن مراكز التحكم في المرض والوقاية منه يجب أن تزود الناس الذين قد يتعرضون للفيروس، بالتطعيم خلال ثلاثة أيام للتقليل من آثار المرض أو للوقاية منه. وفي حالة انتشار هذا المرض، فإنه يتوافر تطعيم كافٍ لكل شخص.

إذا كان الجدري قاتلاً لهذه الدرجة، فلماذا لا يتم تطعيم كل شخص بصورة منتظمة؟ إن التطعيم الإلزامي لا يعد خياراً بسبب المعاناة التي سيعانيها العديد من الأشخاص من الآثار الناتجة عن التطعيم.

#### مناظرة في علم الأحياء

هل يجب تطعيم جميع السكان بصورة منتظمة ضد الجدري؟ قم بإجراء بحث إضافي حول الجدري، ثم اعمل في مجموعات مع زملائك لمناقشة هذه القضية.

# مختبر الأحياء

## الطب الشرعي: كيف تجد أول مريض مصاب؟

5. سجل اسم زميلك الذي تبادلت معه السائل في جدولك.
6. حرك الأنبوب بين يديك برفق لخلط السائل، وكرر الخطوة 4 كلما طُلب إلى مجموعتك إجراء التبادل. وتأكد من اختيارك شخصاً آخر كلما حدث التبادل.
7. عند اكتمال التبادل، يؤدي المعلم دور اختصاصي علم الأوبئة ويستخدم الكاشف ليعرف من أُصيب بالمرض.
8. ناقش أنت وزملائك المعلومات مع بقية المجموعات لتتمكن من تحديد هوية أول مريض مصاب.
9. عند انتهاء كل مجموعة من وضع فرضيتها، افحص السائل الأصلي في كل كأس لمعرفة أول إصابة.
10. أعد أنابيب الاختبار، وتخلص من المواد الأخرى المستخدمة بناءً على تعليمات المعلم.

### حلل ثم استنتج

1. حلل. استخدم بياناتك لرسم شكل لأول إصابة محتملة، مستخدماً الأسهم لتوضيح من أصيب مع المريض الأول.
2. قارن. كيف يشبه انتشار "أعراض الهاتف النقال" في هذه المحاكاة، انتشار المرض في الحياة الواقعية؟ وفيه يختلفان؟
3. التفكير الناقد. لم لا ينتقل المرض في التبادلات الأخيرة إذا أُجريت المحاكاة في صف أكبر؟
4. تحليل الخطأ. ما المشكلات التي واجهتها عند تحديد هوية أول مريض مصاب؟

### تواصل

نشرة الأخبار استخدم الصحف ومصادر أخرى لتتعلم المزيد عن وباء ناتج عن مرض حالي. وأعدّ نشرة إخبارية حول آلية بحث اختصاصي علم الأوبئة عن مصدر المرض، ثم اعرضها على زملاء صفك.

**الخلفية النظرية:** تخيل أن مدرستك تعرضت لمرض يعرف "بمتلازمة الهاتف النقال". ومن أعراضه الحاجة الملحة لاستخدام الهاتف النقال في أثناء الدراسة. يسهل انتقال هذا المرض من شخص إلى آخر عن طريق الاتصال المباشر ولا توجد مناعة طبيعية ضد هذا المرض. وأن أحد زملائك في المدرسة مصاب بهذا المرض وهو المريض (Zero)، والمرض ينتشر في صفك ولذلك فأنت في حاجة إلى تتبع المرض قبل أن ينتشر ويتحول إلى وباء شامل.

**سؤال:** هل يمكن تتبع مرض ما وتحديد الإصابة الأولى؟

### المواد والأدوات

- ماصة باستور (1 لكل مجموعة).
- أنابيب اختبار مرقمة فيها ماء، أحدها يحاكي الإصابة بمتلازمة الهاتف الخلوي (1 لكل مجموعة).
- حامل أنابيب اختبار (1 لكل مجموعة).
- كؤوس ورقية صغيرة (1 لكل مجموعة).
- ورق وأقلام رصاص.
- كاشف اليود.

### احتياطات السلامة

تحذير: اليود مادة مهيجة وتصيب الجلد.

### خطوات العمل:

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدولاً لتسجل فيه الاتصالات التي تمت، واختر أنبوب اختبار، وسجل رقمه.
3. استخدم ماصة باستور لنقل كمية قليلة من السائل من أنبوب الاختبار إلى الكأس الورقية.
4. يوزع معلم الصف الطلبة في مجموعات، وعندما يأتي دور مجموعتك وباستخدام الماصة تبادل السائل في أنابيب الاختبار مع زميل آخر في مجموعتك وكأنك تحاكي عملية المشاركة في اللعب أثناء شرب الماء.

**المطلوبات** استنتج. الحالات التي يتم فيها استعمال كل نوع من أنواع المناعة لإعاقة مسببات المرض.

## المفاهيم الرئيسية

## المفردات

### 6-1 جهاز المناعة

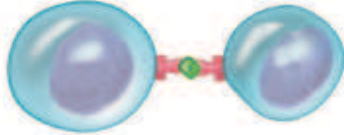
- الفكرة الرئيسية** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).
- تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة.
  - تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة.
  - تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض.
  - ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض.
  - يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسبباً فشل جهاز المناعة.

- البروتين المتمم (المكمل)
- الإنترفيرون
- الخلايا الليمفية
- الجسم المضاد
- الخلايا البلازمية البائية (B)
- الخلايا التائية المساعدة (T)
- الخلايا التائية القاتلة
- الخلية الذاكرة
- التطعيم (التحصين)

## 6-1

## تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 4 و 5.



4. ما نوع الاستجابة المناعية الممثلة في الشكل أعلاه؟

a. جينية.

b. غير متخصصة.

c. متخصصة.

d. هرمونية.

5. تعرّض الخلية التائية المساعدة مولد الضد الخاص بها

لمساعدة:

a. مسبب المرض.

b. النخاع العظمي.

c. الخلية البلازمية (B).

d. الغدة الزعترية.

6. خط الدفاع الأول في الجسم ضد المرض المعدي هو:

a. الخلية التائية المساعدة.

b. الجسم المضاد.

c. الجلد.

d. البلعنة.

## مراجعة المفردات

للإجابة عن الأسئلة من 1-3، استعمل المفردات الواردة في

دليل مراجعة الفصل التي تمثل كل عبارة:

1. مادة كيميائية تنتجها الخلايا البلازمية (B) استجابة

لتأثير مولد الضد.

2. خلية تنشط الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية القاتلة

(T).

3. نوع من خلايا الدم البيضاء ينتج في النخاع العظمي،

ويشمل الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية (T).



## التفكير الناقد

11. **نظم.** سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.
12. **قارن.** بين دور الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة في استجابة المناعة المتخصصة.
13. **نظم.** سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.

7. ما دور البروتين المتمم الموجود في البلازما في

الاستجابة المناعية؟

- a. يُعزز البلعمة.  
b. يُنشِط الخلايا البلعمية.  
c. يُعزز تدمير مسبب المرض.  
d. جميع ما ذكر.

8. تُنتج الخلايا الليمفية في:

- a. نخاع العظم.  
b. الغدة الزعترية.  
c. الطحال.  
d. العقد الليمفية.

## أسئلة بنائية

9. **إجابة قصيرة.** صف كيف ترتبط الغدة الزعترية

(الثيموسية) مع تطوير المناعة؟

10. **نهاية مفتوحة.** قوّم لماذا يحتاج الجسم إلى كلٍّ من

الاستجابة المناعية المتخصصة وغير المتخصصة.



## تقويم إضافي

14. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب حوارًا تقارن فيه بين جهاز المناعة وبين قلعة ما هاجمها الغزاة من منطقة مجاورة.

## أسئلة المستندات

يمثل الجدول الآتي فاعلية استعمال التطعيمات لمنع انتشار المرض. هناك انخفاض كبير في عدد حالات الأمراض بعد استعمال التطعيمات.

المرض	العدد الأقصى للحالات في سنة ما	عدد الحالات في عام 1999	نسبة التغير %
الحصبة	894,134	60	-99.99
النكاف (أبو كعب)	152,209	352	-99.77
شلل الأطفال	21,269	0	-100
الكزاز	1560	33	-97.88
التهاب الكبد B	26,611	6495	-75.59

استخدم الجدول السابق للإجابة عن الأسئلة الآتية

15. أي الأمراض أكثر انتشارًا من حيث نسبة التغير الكبرى؟

16. أظهر مرض الكزاز هبوطًا منذ بدأ التطعيم ضده. فسر عدم القدرة على التخلص من هذا المرض نهائيًا.

17. مثل بيانيًا نسبة التغير في عدد الحالات نتيجة التطعيم لكل مرض من الأمراض.



# اختبار مقنن

## أسئلة الإجابات القصيرة

3. فسر كيف أن تناول المضادات الحيوية التي تخفف الحمى تؤخر شفاؤك من الالتهابات بدلاً من تسريعه.

## سؤال مقالي

كتب العالم مارك لابي Mark Lappe ، عام 1981، في كتاب يسمى "الجراثيم التي ترفض الموت" ما يأتي: "لسوء الحظ، فقد قمنا بحيلة على العالم الطبيعي بسيطرنا على هذه المواد الكيميائية (الطبيعية) وجعلها كاملة بصورة غيرت تكوين الميكروبات في الأقطار النامية. فلدينا الآن مخلوقات متكاثرة لم توجد من قبل في الطبيعة.

ولدينا الآن مخلوقات كانت تسبب عُشراً في المئة من أمراض الإنسان في الماضي، لكنها تسبب الآن 20 أو 30 في المئة من الأمراض التي نراها. لقد غيرنا وجه الأرض بكامله باستعمال هذه المضادات الحيوية". استعن بالمعلومات في الفقرة أعلاه في كتابة مقالة تجيب عن السؤال الآتي:

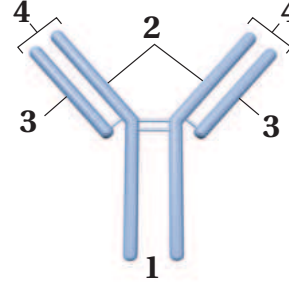
4. كما توقع لابي في عام 1981، أصبح العديد من مسببات الأمراض مقاوم للعلاج بالمضادات الحيوية والأدوية القوية الأخرى. فهل غيّرت المضادات الحيوية الأرض نحو الأفضل أم نحو الأسوأ؟ اكتب مقالة، تناقش فيها مزايا المضادات الحيوية المستخدمة في الوقت الحالي ومساوئها.

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

2-2	2-2	2-2	2-2	الصف
6-1	6-1	6-1	6-1	الدرس / الفصل
4	3	2	1	السؤال

## أسئلة الاختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



1. يمثل الشكل أعلاه التركيب الأساسي للجسم المضاد. فأأي أجزاء هذا الشكل يتوافق مع موقع ارتباط مولد الضد؟

- a. 1  
b. 2  
c. 3  
d. 4

2. يُعد الجزءان 2 و 3 ضروريين لتكوين الأجسام المضادة لأنهما:

- a. يسمحان بتكون عدد هائل من الأجسام المضادة المحتملة.  
b. يتكونان بوساطة الخلايا التائية في الجهاز المناعي.  
c. يساعدان على تقليل عدد الأجسام المضادة المتكونة.  
d. يساعدان على تحفيز الاستجابة الالتهابية.



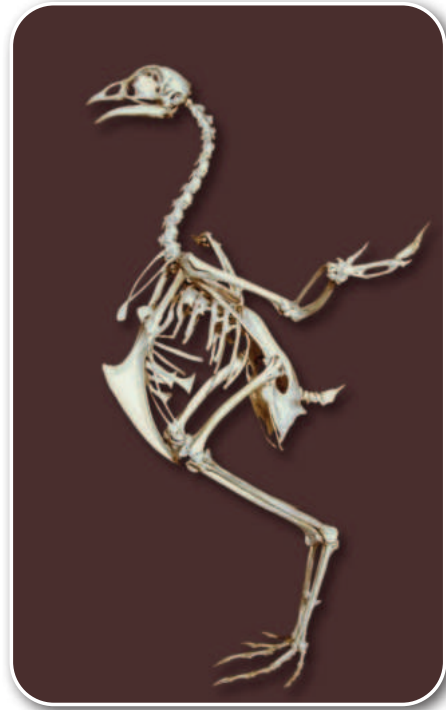
هيكل عظمي لأرنب



هيكل عظمي لإنسان



هيكل عظمي لضفدع



هيكل عظمي لدجاجة



## المصطلحات

## (ب)

**الببسين Pepsin**: إنزيم هاضم مرتبط مع هضم البروتينات كيميائياً في المعدة.

**البروتين protein**: مركب عضوي يتكون من حموض أمينية تتحد معاً برابطة ببتيدية، ويعد إحدى وحدات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.

**البلازما plasma**: السائل الأصفر الشفاف من الدم.

**البولينا (اليوريا) urea**: فضلات نيتروجينية تنتج عن جهاز الإخراج في الجسم.

**البربخ Epididymis**: يوجد فوق كل خصية، تُنقل إليه الحيوانات المنوية ويكتمل فيه نضجها وتخزين فيه.

**البلوغ Puberty**: مرحلة نمو يصل فيها الإنسان إلى النضج الجنسي.

## (ت)

**التشابك العصبي synapse**: مكان بين محور خلية عصبية والزوائد الشجرية لخلية عصبية أخرى.

**تصلب الشرايين atherosclerosis**: أحد اختلالات جهاز الدوران؛ إذ يحدث انسداد في الشرايين، مما يعيق مرور الدم في جسم الإنسان.

**التعظم ossification**: عملية تكوين العظم بوساطة الخلايا العظمية البانية.

**التنفس الخارجي external respiration**: تبادل الغازات بين هواء الغلاف الجوي والدم، ويحدث في الرئتين.

**التنفس الداخلي internal respiration**: العملية التي يتم فيها تبادل الغازات بين خلايا الجسم والدم.

**التطعيم Immunization**: أو التحصين ويقصد به حقن الجسم عن قصد بمولد ضد بهدف تطوير استجابة أولية وخلايا ذاكرة مناعية.

## (أ)

**الأربطة ligament**: حزم من النسيج الضام القوي يربط العظام بعضها مع بعض.

**الأكتين actin**: خيوط بروتينية رفيعة في الخلايا العضلية، تعمل مع خيوط الميوسين على انقباض العضلات وانسائها.

**الألدوستيرون aldosterone**: هرمون ستيرويدي تنتجه قشرة الغدة الكظرية، يعمل في الكليتين، وهو ضروري لإعادة امتصاص الصوديوم.

**الأمعاء الدقيقة small intestine**: الجزء الأطول من القناة الهضمية، وهو مرتبط مع الهضم الميكانيكي والكيميائي للطعام.

**الأمعاء الغليظة large intestine**: الجزء النهائي من القناة الهضمية، وهو مرتبط بشكل أساسي مع امتصاص الماء.

**الأميليز amylase**: إنزيم هاضم في اللعاب، يسمح ببدء عملية الهضم الكيميائي في الفم عن طريق تحليل النشا إلى سكريات.

**الإنترفيرون interferon**: بروتين مضاد للفيروس، يُفرز من الخلايا المصابة بالفيروس.

**الأنسولين insulin**: هرمون ينتجه البنكرياس، ويعمل مع الجلوكاجون للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

**الإدمان Addiction**: الاعتماد النفسي والفسولوجي على العقار.

**الأملاح المعدنية Minerals**: مركبات غير عضوية يستعملها الجسم بوصفها مواد بنائية، وترتبط بوظائف الجسم الأيضية.

**الأنابيب المنوية Seminiferous tubules**: توجد في الخصية وتنتج الحيوانات المنوية.

**الإحليل Urethra**: قناة بولية تناسلية مشتركة.

**الاتزان الداخلي homeostasis**: تنظيم البيئة الداخلية للمخلوق الحي للحفاظ على الظروف اللازمة للحياة.

**التغذية nutrition**: عملية يتناول بها الفرد الغذاء ويستخدمه، وتزوده بالوحدات البنائية للنمو والطاقة للحفاظ على كتلة الجسم.

**التحمل Tolerance**: يحدث التحمل عندما يحتاج الشخص إلى المزيد من العقاقير لكي يحصل على الأثر نفسه.

**التوتة (الموريلا) Morula**: الخلية المخصبة عندما تغادر قناة البيض في اليوم الثالث وتدخل إلي الرحم.

**تحت المهاد hypothalamus**: جزء من الدماغ ينظم درجة حرارة الجسم والعطش والشهية، ويحافظ على توازن الماء في الجسم.

## (ث)

**جهد الفعل Action potential**: اسم آخر للسيال العصبي

**الجسم القطبي Polar body**: خلية صغيرة تنتج عن انقسام الخلية البيضية عند بداية كل دورة حيض.

**جذع الدماغ brain stem**: يربط الدماغ بالحبل الشوكي ويتكوّن من جزأين هما: النخاع المستطيل، والقنطرة.

## (ح)

**الحويصلة الهوائية alveolus**: أكياس هوائية ذات جدر رفيعة جداً، توجد في الرئتين، ومحاطة بشعيرات دموية.

**الحركة الدودية peristalsis**: انقباضات عضلية متموجة ومنتظمة، تحرك الطعام عبر القناة الهضمية.

**الحركات التنفسية Breathing**: إحدى عمليات الجهاز التنفسي، حيث يدخل الهواء الجسم عن طريق عمليتي الشهيق والزفير، وهما حركتا الهواء الأليتان من الرئتين وإليهما.

**التوتة (الموريلا) Morula**: الخلية المخصبة عندما تغادر قناة البيض في اليوم الثالث وتدخل إلي الرحم.

**تحت المهاد hypothalamus**: جزء من الدماغ ينظم درجة حرارة الجسم والعطش والشهية، ويحافظ على توازن الماء في الجسم.

**جهد الفعل Action potential**: اسم آخر للسيال العصبي

**الجسم القطبي Polar body**: خلية صغيرة تنتج عن انقسام الخلية البيضية عند بداية كل دورة حيض.

**جذع الدماغ brain stem**: يربط الدماغ بالحبل الشوكي ويتكوّن من جزأين هما: النخاع المستطيل، والقنطرة.

## (ج)

**جسم الخلية cell body**: جزء رئيس من الخلية العصبية، يحوي نواة الخلية وعضيات عديدة.

**الجهاز العصبي جار السمبثاوي parasympathetic nervous system**: أحد قسمي الجهاز العصبي الذاتي الذي يسيطر على أعضاء الجسم، ويصبح أكثر نشاطاً عندما يكون جسم الإنسان في حالة راحة.

**الجهاز العصبي الجسمي somatic nervous system**: جزء من الجهاز العصبي الطرفي ينقل السيالات العصبية من الجلد والعضلات الهيكلية وإليهما.

**الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system**: أحد أجزاء الجهاز العصبي الطرفي ينقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى الأعضاء الداخلية في الجسم.

**الجهاز العصبي الطرفي peripheral nervous system**: يتكون من الخلايا العصبية الحسية والحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

**الخلايا المعوية Villi**: بروزات إصبعية الشكل تعمل على زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة.

**الخلية البيضية الأولية Oocytes**: الخلية الأنثوية غير المكتملة النمو.

**الخلايا البلازمية البائية B Cell**: توجد في جميع الخلايا الليمفية التي تفرز الأجسام المضادة.

## (د)

**الدوبامين Dopamine**: من النواقل العصبية في الدماغ التي لها علاقة بتنظيم حركة الجسم ووظائف أخرى.

**دورة الحيض Menstrual cycle**: مجموعة من العمليات التي تحدث كل شهر تقريباً للأنثى، وتساعد في تهيئة جسم الأنثى للحمل.

## (ر)

**الرئة lung**: أكبر عضو في الجهاز التنفسي، يتم داخله تبادل الغازات.

**رد الفعل المنعكس reflex**: مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وخلية عصبية بينية، وخلية عصبية حركية.

## (ز)

**الزوائد الشجيرية dendrites**: أجزاء من الخلية العصبية تستقبل السيالات العصبية القادمة من الخلايا العصبية الأخرى، وتنقلها إلى جسم الخلية العصبية.

## (س)

**السعر الحراري calorie**: وحدة تُستخدم لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، وهو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 mL حرارة الماء درجة سيليزية واحدة.

**السائل المنوي Semen**: يتكون من الحيوانات المنوية، و مواد مغذية.

## (خ)

**خلية الدم البيضاء white blood cell**: نوع من خلايا الدم، كبيرة الحجم، تحوي نواة، تنتج في نخاع العظم، وتقاوم الأمراض التي تصيب الجسم.

**خلية الدم الحمراء red blood cell**: خلية الدم التي تحوي الهيموجلوبين، ولا تحوي نواة، تشبه القرص المقعر الوجهين، تعيش فترة قصيرة، وتنقل الأكسجين إلى خلايا الجسم وتخلصه من الفضلات.

**الخلية العصبية neuron**: الخلايا التي تنقل السيالات العصبية في الجسم، وتتكون من جسم الخلية، والمحور والزوائد الشجيرية.

**الخلية العظمية البانية osteoblast**: الخلايا التي تكوّن العظم وتبنيه.

**الخلية العظمية الهادمة osteoclast**: الخلايا التي تحطم خلايا العظم.

**الخلايا الليمفية البائية b-cells**: الخلايا الليمفية التي تفرز الأجسام المضادة.

**الخلية الليمفية lymphocyte**: خلايا الدم البيضاء المسؤولة عن الاستجابة المناعية المتخصصة لدى الإنسان. وهناك نوعان من هذه الخلايا هما: T، B.

**الخلية التائية القاتلة cytotoxic T Cell**: خلية ليمفية تدمر مسببات المرض، وتطلق مواد سامة عند تنشيطها.

**الخلية التائية المساعدة helper T cell**: خلية ليمفية تعمل على تنشيط إفراز الجسم المضاد في الخلايا البائية والخلايا التائية القاتلة.

**الخلية الذاكرة memory cell**: خلية ليمفية تعيش طويلاً، تنتج بسبب التعرض لمولد ضد في أثناء الاستجابة المناعية البدائية، ويمكنها العمل من خلال الاستجابة المناعية في المستقبل ضد مولد الضد نفسه.

**الخلية العظمية Bone cell**: هي مكون من مكونات النسيج العظمي لها امتدادات سيتوبلازمية وتتصل بالخلايا الأخرى والأوعية الدموية القريبة.

**العضلات الهيكلية skeletal muscles** : عضلات مخططة ينتج عنها حركة الجسم عندما تنقبض، وهي مرتبطة مع العظام بالأوتار.

**العظم الإسفنجي spongy bone** : طبقة العظم الداخلية الخفيفة التي تحوي تجاويف مليئة بالنخاع العظمي.

**العظم الكثيف compact bone** : طبقة العظم الخارجية القوية والكثيفة التي تحوي أنظمة هافرس.

**العقدة node** : فجوة في الغشاء الميليني الموجود على طول المحور العصبي، تنتقل السيالات العصبية وثباتاً من عقدة إلى أخرى على طول المحور.

**العقاقير Drugs** : مواد طبيعية أو مصنعة تغير وظيفة الجسم

## (غ)

**الغدة الصماء endocrine gland** : غدة منتجة للهرمون، تطلق ما تنتجه إلى مجرى الدم.

**الغدة النخامية pituitary gland** : غدة صماء تقع عند قاعدة الدماغ، وتسمى سيدة الغدد بسبب تنظيمها للعديد من وظائف الجسم.

## (ف)

**الفيتامين vitamin** : مركب عضوي يذوب في الدهون أو الماء، يحتاج إليه الجسم بكميات صغيرة للقيام بالأنشطة الأيضية.

## (ق)

**القصبية الهوائية trachea** : أنبوب يحمل الهواء من الحنجرة إلى القصبيات الهوائية.

**القطعة العضلية sacromere** : وحدة الوظيفة في العضلات الهيكلية التي تنقبض، وتتكون من ألياف عضلية.

**القلب heart** : عضو عضلي أجوف يضخ الدم المؤكسج إلى الجسم، والدم غير المؤكسج إلى الرئتين.

**السائل الرهلي (الأمنيوني) Amniotic fluid** : سائل يوجد داخل الكيس الرهلي يحمي الجنين من الصدمات ويعزله عن باقي أجزاء جسم الأم.

## (ش)

**الشريان artery** : وعاء دموي مرن، له جدار سميك يحمل الدم بعيداً عن القلب.

**الشعيرات الدموية capillaries** : أوعية دموية صغيرة يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا. ويتم بوساطتها تبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم.

## (ص)

**الصفائح الدموية platelets** : قطع مسطحة من الخلايا تؤدي دوراً مهماً في تخثر الدم.

**الصمام valve** : أحد القطع النسيجية، يكون في صورة ألواح في الأوردة تمنع رجوع الدم.

## (ع)

**عتبة التنبيه threshold** : أقل منبه تحتاج إليه الخلية العصبي لتكوين السيال العصبي.

**العضلات الإرادية voluntary muscles** : العضلات الهيكلية التي يستطيع الجسم التحكم في حركتها.

**العضلات القلبية cardiac muscles** : عضلات لإرادية توجد في القلب فقط.

**العضلات اللاإرادية involuntary muscles** : العضلات التي لا يسيطر الجسم على حركتها.

**العضلات الملساء smooth muscles** : عضلات تبطن معظم الأعضاء الداخلية المجوفة في الجسم، ومنها المعدة والأمعاء والرحم.

**المخ cerebrum**: الجزء الأكبر من الدماغ؛ ويقسم إلى نصفي كرة. ويعد المسؤول عن عمليات التفكير العليا التي تتضمن اللغة والتعلم والذاكرة وحركات الجسم الإرادية.

**الميوسين myosin**: خيوط بروتينية، توجد في الخلايا العضلية، وتعمل مع الأكتين على انقباض العضلات.

**المريء esophagus**: أنبوب عضلي يصل بين البلعوم والمعدة، ويدفع بالطعام إلى المعدة عن طريق الحركة الدودية.

**مولد الضد antigen**: مادة غريبة عن الجسم تسبب استجابة مناعية، ويمكنه الاتحاد مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

**منبهات Stimulants**: العقاقير التي تزيد اليقظة والنشاط الجسمي.

**مسكنات Depressants**: العقاقير التي تقلل من نشاط الجهاز العصبي المركزي.

**منظم النبض Pacemaker**: مجموعة من الخلايا تقع عند الأذنين الأيمن تقوم بإرسال إشارات تجبر عضلات القلب على الانقباض.

**المخيخ cerebellum**: يقع في الجهة الخلفية أسفل الدماغ، ويحافظ على اتزان الجسم، وتنظيم حركاته، وينظم المهارات الحركية التلقائية.

## (ن)

**الناقل العصبي neurotransmitter**: مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي لتتحد بالمستقبلات الموجودة على شجيرات الخلايا العصبية المجاورة، فتفتح قنوات على سطح الخلايا الأخرى، فتكوّن جهد فعل جديدًا.

**نخاع العظم الأحمر red bone marrow**: نوع من النخاع العظمي ينتج خلايا الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية.

**نخاع العظم الأصفر Yellow bone marrow**: تكون من دهون مخزنة فقط.

**النخاع المستطيل Medulla oblongata**: جزء من جذع الدماغ يوصل الإشارات بين الدماغ والحبل الشوكي.

**القنطرة Pons**: جزء من جذع الدماغ توصل الإشارات بين المخ والمخيخ.

**القصيبات الهوائية Bronchus**: تتفرع القصبة الهوائية إلى أنبوبين كبيرين يسمى الواحد منها القصبة الهوائية.

**قناة البيض (قناة فالوب) Oviduct**: أنبوب ينقل البويضة من المبيض إلى الرحم.

## (ك)

**الكالسيبتونين calcitonin**: أحد هرمونات الغدة الدرقية ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

**الكبد liver**: أكبر عضو داخلي في الجسم، يفرز العصارة الصفراء.

**الكربوهيدرات carbohydrate**: مركبات عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين، بنسبة ذرة أكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الكربون.

**الكورتيزول cortisol**: هرمون ستيرويدي قشري يرفع من مستوى الجلوكوز في الدم، تنتجه قشرة الغدة الكظرية ويقلل الالتهاب.

**الكلية Kidney**: تشبه حبة الفاصولياء في شكلها وتقوم بترشيح الفضلات والماء والأملاح من الدم.

**الكبسولة البلاستولية Blastocyst**: تنمو الخلية المخصبة في اليوم الخامس لتصبح كرة مجوفة ثم تنغرس في بطانة الرحم في اليوم السادس.

## (ل)

**اللييف العضلي myofibril**: ألياف عضلية صغيرة جدًا تساعد على انقباض العضلات، تتكون من خيوط بروتين الأكتين والميوسين.

## (م)

**المحور axon**: جزء من الخلية العصبية ينقل السيالات العصبية من جسمها إلى الخلايا العصبية الأخرى أو العضلات.



## (هـ)

**الهضم الكيميائي chemical digestion**: تحلل كيميائي للغذاء بواسطة الإنزيمات الهاضمة - ومنها الأميليز - إلى جزيئات صغيرة تستطيع الخلايا امتصاصها.

**الهضم الميكانيكي mechanical digestion**: تحلل فيزيائي للغذاء يحدث عند مضغ الغذاء وتحويله إلى قطع صغيرة، ثم يطحن بقوة في المعدة والأمعاء الدقيقة.

**الهيكل العظمي المحوري axial skeleton**: أحد قسمي الجهاز الهيكلي في الإنسان، ويشمل عظام العمود الفقري والأضلاع والجمجمة وعظمة القص.

**الهرمون hormone**: مادة مثل الإستروجين، تنتجها غدة صماء، وتعمل على الخلايا الهدف.

**الهرمون الجاردرقي parathyroid hormone**: مادة تنتجها الغدة جارة الدرقية تزيد من مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق التأثير في العظام لإطلاق الكالسيوم.

**الهيكل الطرفي Appendicular skeleton**: يتكون من عظام الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.

**الهرمون المانع لإدرار البول Antidiuretic hormone ADH**: يحافظ على اتزان الجسم عن طريق تنظيم اتزان الماء.

## (و)

**الوتر tendon**: حزمة من نسيج ضام قاسٍ تربط العضلات مع العظام.

**الوريد vein**: وعاء دموي يحمل الدم الراجع إلى القلب.

**الوعاء الناقل (الأسهر) Vas deferens**: قناة تمر فيها الحيوانات المنوية من البربخ إلى الإحليل.

