KINGDOM OF BAHRAIN

Ministry of Education

مَمْلَكَةُ البَحْرَيْن

وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيم

حيا 211/ حيا 215

الأحياء 2

للمرحلة الثانوية

2030 البحرين BAHRAIN

حيا 211/ حيا 215

قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين اعتماد هذا الكتاب لتدريس الأحياء 2 بمدارسها الثانوية

إدارة سياسات وتطوير المناهج

الأحيـــاء2

للمرحلة الثانوية

الطبعة الثالثة

1444هـ - 2022م

منهاجي

متعة التعليم الهادف

العبيكان Obeikan

Mc Graw Hill Education

المراجعة والتطوير لهذه الطبعة

فريق متخصّص من وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين

www.obeikaneducation.com

www.macmillanmh.com

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٩م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

English Edition Copyright © 2009 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

حضرة صاحب الجلالة الملك حمد بن عيسى آل خليفة

ملك مملكة البحرين المعظم

المقدمة

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحيمِ

يأتي اهتمام مملكة البحرين بتطوير مناهج التعليم وتحديثها في إطار الخطة العامة للمملكة وسعيها إلى مواكبة التطورات العالمية على مختلف الأصعدة.

ويأتي كتاب الأحياء 2 للمرحلة الثانوية في إطار مشروع تطوير مناهج الرياضيات والعلوم، الذي يهدف إلى إحداث تطور نوعي في تعليم وتعلم هاتين المادتين، يكون للطالب الدور الرئيس والمحوري في عمليتي التعليم والتعلم.

وقد جاء هذا الكتاب في خمسة فصول شملت معظم أجهزة وأعضاء جسم الإنسان: الجلد والجهازين الهيكلي والعضلي، والجهاز العصبي، وأجهزة الدوران والتنفس والإخراج، وجهازي الهضم والغدد الصماء، وجهاز المناعة.

وقد جاء عرض محتوى الكتاب بأسلوب مشوق، وتنظيم تربوي فاعل، يعكس توجهات المنهج وفلسفته. وقد كتب بأسلوب يساعد الطالب على تنمية مهارات التحليل والتفسير والاستنتاج والتعبير، وذلك من خلال اهتمامه بالجانب التجريبي. كذلك اشتمل المحتوى على أنشطة متنوعة المستوى، تتسم بإمكانية تنفيذ الطلبة لها، وتراعي في الوقت نفسه مبدأ الفروق الفردية بينهم، بالإضافة إلى صور وأشكال ورسوم توضيحية معبّرة تعكس طبيعة المحتوى، مع حرص الكتاب على مبدأ التقويم التكويني في فصوله ودروسه المختلفة. كما أكدت فلسفة الكتاب أهمية اكتساب الطالب المنهجية العلمية في التفكير والعمل، وتزويده بمهارات عقلية وعملية ضرورية، منها التجارب الاستهلالية والتجارب العملية الأخرى، والإثراء العلمي، ومختبر الأحياء، بالإضافة إلى حرصها على ربط المعرفة مع حياة الطالب، إلى جانب التكامل مع المواد الأخرى مثل الرياضيات واللغة، والتقنية والمجتمع.

والله نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وازدهاره.

قائمة المحتويات

دليل الطالب

القراءة طلباً للمعلومات 7

الفصل 1

الجلد والجهازان الهيكلي والعضلي..... 10

1-1: الجلد 12

1-2: الجهاز الهيكلي 18

1-3: الجهاز العضلي 25

إثراء علمي: تنمية العظام في المختبر 30

مختبر الأحياء 31

دليل مراجعة الفصل 32

مراجعة الفصل 33

الفصل 2

الجهاز العصبي 38

2-1: تركيب الجهاز العصبي 40

2-2: تنظيم الجهاز العصبي 46

2-3: الحواس 52

إثراء علمي: أطراف اصطناعية يتحكم بها الدماغ 56

مختبر الأحياء 57

دليل مراجعة الفصل 58

مراجعة الفصل 59

الفصل 3

أجهزة الدوران والتنفس والإخراج..... 64

3-1: جهاز الدوران 66

3-2: الجهاز التنفسي 75

3-3: الجهاز الإخراجي 80

إثراء علمي: الزئبق والبيئة 85

مختبر الأحياء 86

دليل مراجعة الفصل 87

مراجعة الفصل 88

الفصل 4

الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصماء 94

4-1: الجهاز الهضمي 96

4-2: جهاز الغدد الصماء 102

إثراء علمي: الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي علم الأمراض الجنائي 110

مختبر الأحياء 111

دليل مراجعة الفصل 112

مراجعة الفصل 113

الفصل 5

جهاز المناعة..... 118

5-1: جهاز المناعة 120

5-2: الأمراض غير المعدية 129

إثراء علمي: التلقيح ضد الجدري 133

مختبر الاحياء 134

دليل مراجعة الفصل 135

مراجعة الفصل 136

مرجعيات الطالب

الهياكل العظمية 142

التغذية 143

المصطلحات 148

القراءة طلبًا للمعلومات

هذا الكتاب كتابٌ علميٌ يصف معظم أجهزة جسم الإنسان، وعمليات حيوية، وتطبيقات تقنية، لذا فأنت تقرؤه طلبًا للعلم وللمعلومات.
وفيما يلي بعض الأفكار، والإرشادات التي تساعدك على قراءته:

قبل أن تقرأ

اقرأ كلًّا من الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة قبل أو في أثناء قراءة الفصل، فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل الفكرة العامة تقدم صورة شمولية عنه، ولكل موضوع من موضوعات الفصل الفكرة الرئيسة تدعم فكرته العامة.

طرائق أخرى للمراجعة

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرَّف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظلّلة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

عندما تقرأ

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

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى بحياتك.

1–1

تساؤلات جوهرية

- ما أنواع الأنسجة الأربعة الموجودة في الجلد؟
- ما وظائف الجلد؟
- كيف تصف مكونات طبقتي الجلد؟
- ما أهم الأضرار التي تصيب الجلد؟

مراجعة المفردات

الجلد، عضو متعدد الطبقات يغطي أجسام معظم المخلوقات الحية.

المفردات الجديدة

البشرة
الكيراتين
الميلانين
الأدمة
بصيلة الشعرة
الغدد الدهنية

الجلد The Skin

الفكرة الرئيسة الجلد عضو متعدد الطبقات، يغطي الجسم ويحميه.

الربط مع الحياة يوجد عند أطراف أصابع القدم واليد انثناءات منحنية تكوّن البصمات. وقد استعملت لأول مرة في الكشف عن الجرائم عام 1860م من قبل الطبيب الاسكتلندي هنري فولدز. ولا يُعدّ الجلد غطاءً بسيطًا يحفظ الجسم فحسب، بل هو عضو معقد وضروري لبقاء الإنسان على قيد الحياة. وبصمات الإنسان صفة فريدة تميزه من الآخرين.

تركيب الجلد The Structure of Skin

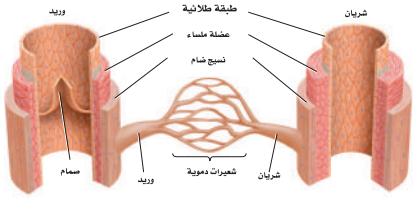
الجلد عضو خلقه الله تعالى لكي يغطي الجسم ويحميه. ويتكون من أربعة أنواع من الأنسجة، هي: النسيج الطلائي، والنسيج الضام، والنسيج العضلي، والنسيج العصبي. يغطي النسيج الطلائي سطح الجسم، ويوفر النسيج الضامُّ الدعم والحماية له. أمّا النسيج العضلي فيساعد الجسم على الحركه. في حين يشكل النسيج العصبي شبكة التواصل فيه.

البشرة The epidermis **الشكل 1–1** يوضح طبقات الجلد الرئيسة كما تشاهدها بالمجهر. الطبقة الخارجية هي **البشرة** epidermis. وتتكون من خلايا طلائية يتراوح سمكها بين 10 و 30 خلية، أو ما يساوي سمك هذه الورقة. وتحتوي الطبقة الخارجية من خلايا البشرة على **الكيراتين** keratin وهو بروتين غير منفذ للماء، يحمي الخلايا والأنسجة التي تحته.

الشكل 1–1 الجلد عضو؛ لأنه يتكون من أنواع مختلفة من الأنسجة المتصلة بعضها ببعض، التي تقوم بوظائف محددة.

لخص ما أنواع الأنسجة التي يتكون منها الجلد؟

ماذا قرأت؟ أسئلة تقوّم مدى فهمك لما درسته.



الشكل 3–3 يدور الدم في الجسم داخل الأوعية الدموية.

كوّن فرضية كيف يتم تنظيم درجة حرارة الجسم بوساطة قطر الأوعية الدموية؟

الشعيرات الدموية Capillaries تشبه تفرعات الشرايين في جسم الإنسان تفرعات أغصان الشجرة؛ إذ يصبح قطرها أصغر كلما امتدت بعيدًا عن الفرع الرئيس. وتُسمى هذه التفرعات الصغيرة **الشعيرات الدموية** capillaries. ويتم عبر هذه الشعيرات الدموية الدقيقة تبادل المواد والتخلص من الفضلات الخلوية. ويتكون جدار الشعيرات الدموية من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية، كما في **الشكل 3–3**. تسمح الشعيرات بتبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم بسهولة بواسطة عملية الانتشار البسيط. وهذه الشعيرات صغيرة جدًّا، حيث تسمح فقط بمرور خلية دم منفردة خلالها. ويتغير قطر الأوعية الدموية حسب حاجة الجسم. فمثلاً، عندما تؤدي تمارين رياضية يزداد تدفق الدم إلى العضلات مما يسبب تمدد واتساع الشرايين؛ لكي تزود الخلايا بكميات أكبر من الأكسجين، وتتخلص من الفضلات الزائدة.

الأوردة Veins بعد أن يمر الدم في الشعيرات الدموية يتنقل إلى أوعية دموية أكبر، تُعرف **بالأوردة** veins؛ وهي أوعية دموية تحمل الدم وتعيده إلى القلب. كما أن طبقة الخلايا العضلية الوسطى فيها أقل سمكًا منها في الشرايين. وينخفض ضغط الدم عندما يمر داخل الشعيرات الدموية متجهًا إلى الأوردة. ففي الوقت الذي يتدفق فيه الدم إلى الأوردة تقل فاعلية قوة دفع القلب للدم. فكيف يستمر الدم في الدوران إذًا؟ توجد 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، لتمنع الدم من الرجوع في الاتجاه المعاكس لجريانه **الشكل 3–3**؛ . وأخيرًا، فإن الحركات التنفسية تشكل ضغطًا على الأوردة في منطقة الصدر لتجبر الدم على العودة إلى القلب.

ماذا قرأت؟ صف الاختلاف في تركيب الأوردة والشرايين والشعيرات الدموية.

مهارات قرائية

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

بعد ما قرأت

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

يتضمن كل درس في الفصل أسئلة وخلاصة.

حيث تقدم الخلاصة مراجعة للمفاهيم الرئيسة، بينما تختبر الأسئلة مدى فهمك لما درسته

العامل الريزيسي Rh factor توجد علامة أخرى على سطح خلايا الدم الحمراء تُسمى العامل الريزيسي Rh. وينقسم الدم البشري إلى Rh موجب، وRh سالب. يسبب العامل الريزيسي مضاعفات إذا نُقل دم من شخص موجب العامل الريزيسي Rh^+ إلى شخص سالب العامل الريزيسي Rh^-، إذ ينتج عن ذلك تكتل خلايا الدم الحمراء؛ لأن دم الشخص Rh^- يحمل أجسامًا مضادة ضد خلايا دم الشخص Rh^+.

ويمكن أن يسبب عامل Rh مضاعفات وتعقيدات في أثناء فترة الحمل. فإذا اختلط دم الجنين الموجب Rh^+ بدم الأم Rh^- يصبح لدى الأم أجسام مضادة لعامل Rh. تتمكن هذه الأجسام المضادة من عبور المشيمة في حالة حمل آخر وتحطم خلايا الدم الحمراء إذا كان الجنين موجب العامل الريزيسي. وتُعطى الأم Rh^- بعد الولادة مواد تمنع إنتاج أجسام مضادة لعامل Rh في الدم لتفادي مثل هذه المشاكل.

اختلالات جهاز الدوران Circulatory System Disorder

هناك الكثير من الاختلالات التي تصيب الأوعية الدموية التي تربط القلب والدماغ، إذ ينخفض تدفق الدم الغني بالأكسجين والغذاء في الشرايين عند وجود ترسبات دهنية أو خثرة دم. ويسمي الأطباء حالة انسداد الشرايين **تصلب الشرايين** atherosclerosis. ومن مؤشرات انسداد الشرايين ارتفاع ضغط الدم ومستوى الكوليسترول في الجسم. فعندما ينخفض تدفق الدم أو يُسد 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 عبر الشريان التاجي، فينتج عنه ضرر يصيب عضلة القلب، وقد يؤدي إلى الموت إذا لم تتم معالجته. وتحدث السكتات أيضًا عندما تتكون الخثرات في الأوعية الدموية التي تزود الدماغ بالأكسجين، مما يؤدي إلى تفجر الأوعية الدموية وحدوث نزيف داخلي، **الشكل 9–3**. ويمكن أن تموت أجزاء من الدماغ إذا لم يصل الأكسجين إلى خلايا الدماغ.

منطقة السكتة الدماغية

■ **الشكل 9–3** سكتة (جلطة) دماغية مصاحبة لتفجر أوعية دموية في الدماغ، كما هو مبين باللون الأحمر.

المفردات

أصل الكلمة

تصلب الشرايين Atherosclerosis جاءت من الكلمة اليونانية Sclerosis وتعني التصلب.

التقويم 1–3

الخلاصة

- ينقل الدم المواد المهمة خلال الجسم.
- يتكون الجزء العلوي من القلب من أذينين، والجزء السفلي من بطينين.
- يضخ القلب الدم غير المحمل بالأكسجين إلى الرئتين، كما يضخ الدم المحمّل بالأكسجين إلى سائر الجسم.
- يتكون الدم من البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.
- يصنف الدم إلى أربع فصائل هي: A، B، AB، O.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **وضح** الوظائف الرئيسة للجهاز الدوري.
2. **صمم مخططًا** لمسار الدم في الجسم والقلب.
3. **قارن** بين تركيب الشرايين والأوردة.
4. **احسب** متوسط عدد خلايا الدم الحمراء لكل 100 خلية دم بيضاء في جسم الإنسان.
5. **لخص** وظائف مكوّنات الدم الأربعة.

التفكير الناقد

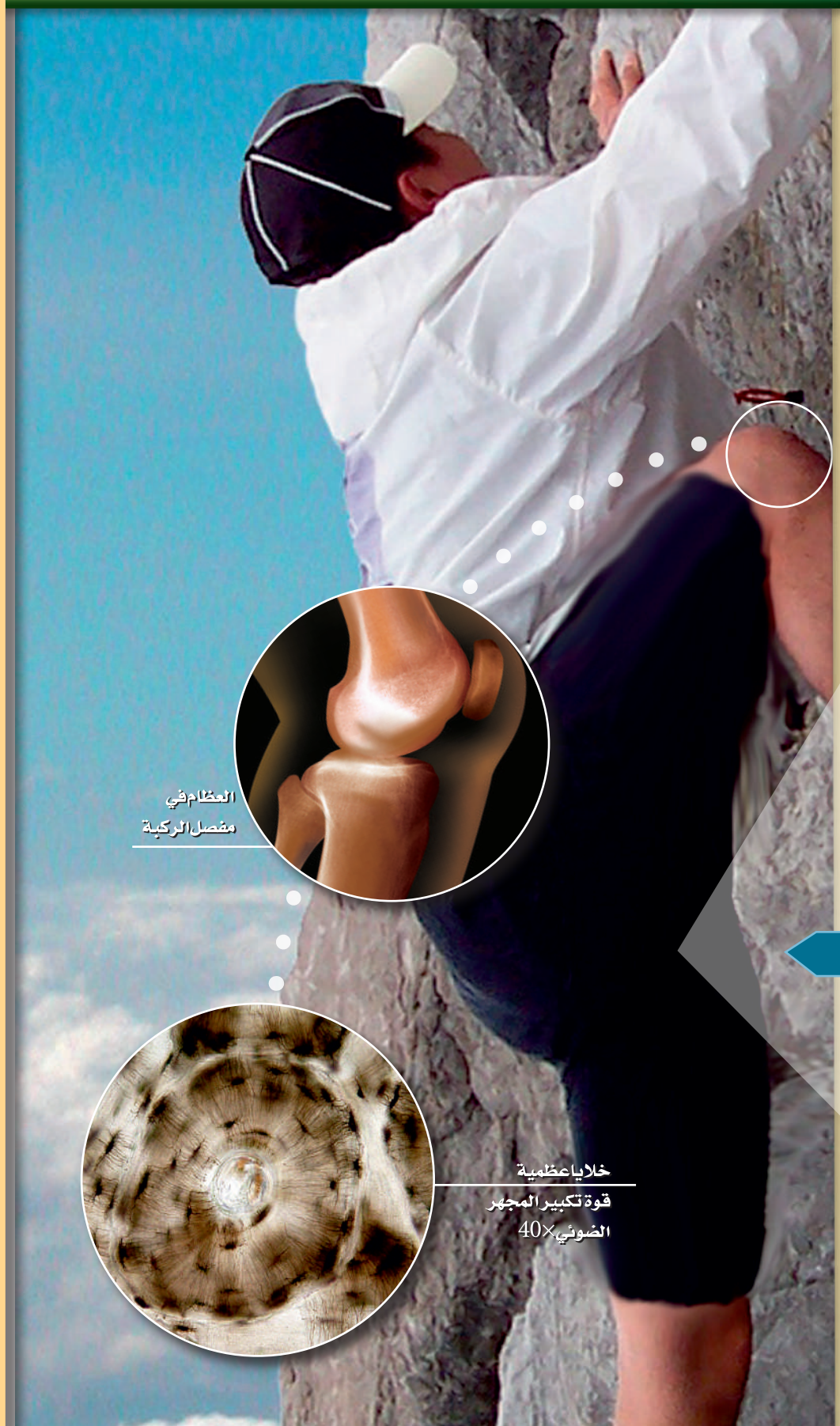
6. **السبب والنتيجة** ماذا يحدث إذا استقبل منظم النبض إشارات خاطئة من الدماغ ؟
7. **كوّن فرضية** لماذا تعد التمارين الرياضية طريقة للحفاظ على قلب صحي سليم؟
8. **الرياضيات في علم الأحياء** عُدّ المرات التي ينبض فيها قلبك خلال 15 ثانية. ما سرعة نبضات قلبك في الدقيقة؟

طرائق أخرى للمراجعة

- حدّد **الفكرة العامة**.
- اربط **الفكرة الرئيسة** بـ **الفكرة العامة**.
- استخدم كلماتك الخاصة لتوضيح ما قرأت.
- وظّف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها للبحث عن مزيد من المعلومات حول الموضوع.

الفصل 1

الجلد والجهازان الهيكلي والعضلي
Integumentary, Skeletal, and Muscular Systems



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

1-1 الجلد

الفكرة الرئيسة الجلد عضو متعدد الطبقات يغطي الجسم ويحميه.

1-2 الجهاز الهيكلي

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

1-3 الجهاز العضلي

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

حقائق في علم الأحياء

- يمكن أن تصل مساحة جلد الإنسان البالغ إلى $18,580\ cm^2$، ويزن $3.5\ kg$ تقريبًا.
- يوجد في جسم الإنسان البالغ 206 عظمة.
- تعمل العضلات نتيجة انقباضها، وانبساطها.

تجربة استهلالية

كيف يشبه جناحُ الدجاجة ذراعَ الإنسان؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة 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 لتحدد كيف يتحرك، وأين توجد المفاصل.
4. ضع الكيس على سطح مستوٍ، واضغط برفق على الجناح؛ لتحدد أين توجد العظام والعضلات.
5. بناءً على مشاهداتك، ارسم الجناح كما تتخيله إذا أُزيل الجلد عنه، وأظهر العظام والعضلات.

التحليل

1. **اكتب** أسماء الأجزاء على رسمك؛ لتبين الأجزاء التي تقابل الجزء العلوي من ذراعك والمرفق والرسغ وراحة اليد.
2. **ميز** كيف تختلف الأجزاء التي تكوّن ذراعك العلوي عنها في جناح الدجاجة؟

حياء عبر المواقع الإلكترو

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع
www.moe.gov.bh

يتوقع بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل أن يكون الطالب قادرًا على:

- استيعاب المفاهيم المتعلقة بالجلد وتتضمن البشرة، والأدمة، والكرياتين، والميلانين، والبصيلات، والغدد الدهنية.
- تعرّف أنواع الأنسجة الأربعة المكونة للجلد، ووظيفة كل منها.
- وصف تركيب طبقات الجلد، وبيان وظيفتها.
- مناقشة الأضرار التي تُصيب الجلد، وأسبابها، وآلية الشفاء منها.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بالجهاز الهيكلي وأنواع العظم والخلايا العظمية، والنخاع العظمي.
- التمييز بين عظام الهيكل المحوري وعظام الهيكل الطرفي.
- وصف تكوين وإعادة بناء العظم، وأنواع الكسور وخطوات التئامها.
- تحديد أنواع المفاصل وخصائص كل منها.
- وصف أهم الأضرار التي تصيب العظام والمفاصل.
- تلخيص الوظائف المختلفة للجهاز الهيكلي.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بالجهاز العضلي وأنواع العضلات وتركيبها وطبيعة عملها.
- وصف أنواع العضلات الثلاثة، وآلية انقباضها وفق نظرية الخيوط المنزلقة.
- مناقشة تركيب وخصائص الألياف العضلية بطيئة الانقباض وسريعة الانقباض.

1-1

تساؤلات جوهرية

- **ما** أنواع الأنسجة الأربعة الموجودة في الجلد؟
- **ما** وظائف الجلد؟
- **كيف** تصف مكونات طبقتي الجلد؟
- **ما** أهم الأضرار التي تصيب الجلد؟

مراجعة المفردات

الجلد: عضو متعدد الطبقات يغطي أجسام معظم المخلوقات الحية.

المفردات الجديدة

البشرة

الكيراتين

الميلانين

الأدمة

بصيلة الشعرة

الغدد الدهنية

الجلد The Skin

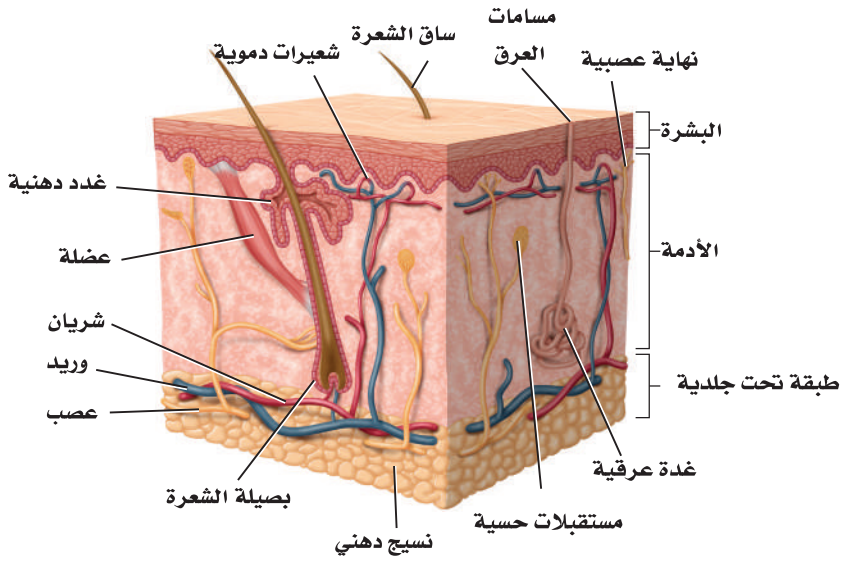
الفكرة الرئيسة **الجلد عضو متعدد الطبقات، يغطي الجسم ويحميه.**

الربط مع الحياة يوجد عند أطراف أصابع القدم واليد انثناءات منحنية تكوّن البصمات. وقد استعملت لأول مرة في الكشف عن الجرائم عام 1860م من قبل الطبيب الاسكتلندي هنري فولدز. ولا يُعدّ الجلد غطاءً بسيطًا يحفظ الجسم فحسب، بل هو عضو معقد وضروري لبقاء الإنسان على قيد الحياة. وبصمات الإنسان صفة فريدة تميزه من الآخرين.

تركيب الجلد The Structure of Skin

الجلد عضو خلقه الله تعالى لكي يغطي الجسم ويحميه. ويتكون من أربعة أنواع من الأنسجة، هي: النسيج الطلائي، والنسيج الضام، والنسيج العضلي، والنسيج العصبي. يغطي النسيج الطلائي سطح الجسم، ويوفر النسيج الضامّ الدعمَ والحماية له. أمّا النسيج العضلي فيساعد الجسم على الحركه. في حين يشكل النسيج العصبي شبكة التواصل فيه.

البشرة The epidermis **الشكل 1-1** يوضح طبقات الجلد الرئيسة كما تشاهدها بالمجهر. الطبقة الخارجية هي **البشرة** epidermis. وتتكون من خلايا طلائية يتراوح سمكها بين 10 و 30 خلية، أو ما يساوي سمك هذه الورقة. وتحتوي الطبقة الخارجية من خلايا البشرة على **الكيراتين** keratin وهو بروتين غير منفذ للماء، يحمي الخلايا والأنسجة التي تحته.



الشكل 1-1 الجلد عضو؛ لأنه يتكون من أنواع مختلفة من الأنسجة المتصلة بعضها ببعض، التي تقوم بوظائف محددة.

لخص ما أنواع الأنسجة التي يتكون منها الجلد؟

تنسلخ الطبقة الخارجية بما تحتويه من خلايا ميتة باستمرار. ويبين **الشكل 2–1** أن بعض الغبار في المنزل هو في الحقيقة خلايا جلد ميتة.

تحوي الطبقة الداخلية للبشرة خلايا تنقسم انقسامًا متساويًا باستمرار؛ لتعوض الخلايا الميتة أو التي يفقدها الجسم. وتوفر بعض الخلايا المكونة للطبقة الداخلية لبشرة الجسم الحماية من أضرار الأشعة فوق البنفسجية بتكوين صبغة **الميلانين** melanin، وهي صبغة تمتص طاقة الضوء، لذا فهي تحمي الخلايا الداخلية من أضرار الأشعة فوق البنفسجية. وتؤثر كمية الميلانين المنتجة في لون جلد الإنسان. وتَنتج سُمرة البشرة عن تكوّن صبغة الميلانين؛ نتيجة تعرض الجسم للأشعة فوق البنفسجية.

الأدمة The dermis تقع تحت البشرة مباشرة، وتشكّل الطبقة الثانية من الجلد، ويتراوح سمكها حسب مكان وجودها في الجسم، وعادة مايزيد سمكها × 40 – 15 من سمك طبقة البشرة. وتتكون من نسيج ضام، وهو نوع من الأنسجة يمنع تمزق الجلد، ويمكّنه من العودة إلى حالته الطبيعية عند شدّه أو الضغط عليه. كما تحوي **الأدمة** dermis تراكيب مختلفة، منها خلايا عصبية، وألياف عضلية، وغدد عرقية، وغدد دهنية، وبُصيلات شعر. ويلي طبقة الأدمة طبقة أخرى تعرف بالطبقة تحت الجلدية مكوّنة من نسيج ضام يخزن الدهن؛ للمحافظة على حرارة الجسم.

الشعر والأظفار Hair and nails الشعر والأظافر أجزاءٌ من الجلد. ويحتوي كل منهما على الكيراتين، وهما ينموان من خلايا طلائية.

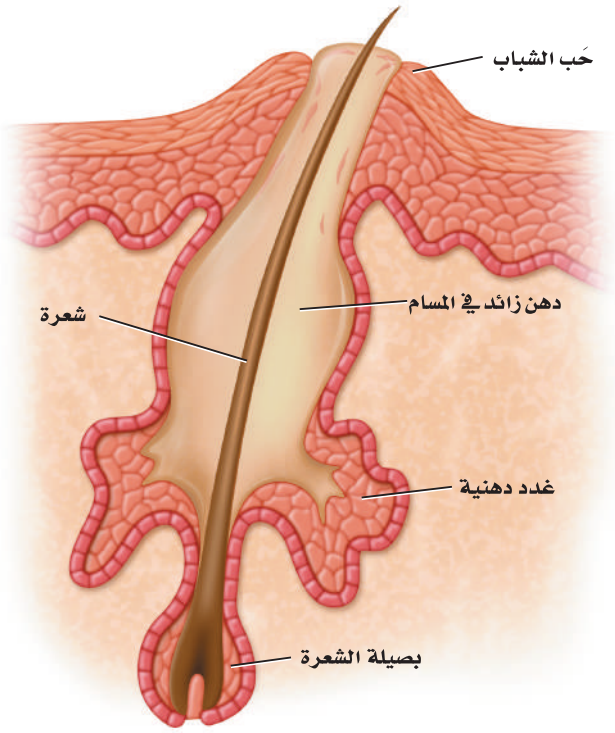
خلايا الشعر تنمو من تجاويف ضيقة في طبقة الأدمة تُسمى **بُصيلات الشعر** hair follicles. وتنقسم الخلايا الموجودة عند قاعدة بُصيلات الشعر، فتدفع الخلايا بعيدًا عن البُصيلة، مسببة نمو الشعر.

أما أظفار أصابع القدمين واليدين فتنمومن خلايا طلائية متخصصة توجد عند قاعدة كل ظفر. وعندما تنقسم خلايا قاعدة الظفر تُدفع الخلايا الميتة القديمة إلى أعلى. وينمو الظفر بمعدل 1.2 mm – 0.5 في اليوم. وربما سمعت باستمرار نمو الأظفار والشعر عدة أيام بعد الموت. وهذه خرافة؛ فالخلايا المحيطة بالأظفار والشعر تجف، مما يسبب انكماشها واندفاعها بعيدًا عن الأظفار والشعر، فيبدوان أطول.

الشكل 2–1 صورة عث الغبار يتغذى على خلايا جلد ميتة وهذه الخلايا مكون رئيس للغبار.

إرشادات للدراسة

جدول كوّن جدولاً من ثلاثة صفوف وثلاثة أعمدة، على أن تشتمل الصفوف على الجلد، العظام، العضلات. وأمّا الأعمدة فتشتمل على المكونات، التركيب، الوظيفة. واجعل الطلبة يعملوا في مجموعات صغيرة لإكمال الجدول في أثناء مراجعة النص.



الشكل 3-1 يمكن أن تتجمع الدهون والأوساخ والبكتيريا في بصيلة الشعر، ثم تنتشر إلى المناطق المحيطة بها، مسببة التهابات موضعية.

وهناك **غدد دهنية** أو زيتية Sebaceous glands على جانبي الشعر كما في **الشكل 3-1**. تقوم هذه الغدد بتليين الجلد والشعر، ويؤدي إفرازها الدهون بكميات كبيرة إلى إغلاق بصيلة الشعر مسببًا ما يُسمى بالرأس الأبيض أو الرأس الأسود أو حَب الشباب، وهو التهاب في الغدد الدهنية.

ماذا قرأت؟ لخص الاختلافات بين تركيب ووظيفة كل من البشرة والأدمة.

وظائف الجلد Functions of the Skin

يقوم الجلد بالعديد من الوظائف المهمة؛ منها تنظيم درجة حرارة الجسم، وإنتاج فيتامين د، وحماية الجسم، والإحساس بما يحيط به.

تنظيم درجة الحرارة Temperature regulation ماذا يحدث لشخص يعمل في يوم صيفي حار؟ يبدأ الإنسان في التعرق لتنظيم درجة حرارة الجسم؛ فعندما يتبخر العرق يمتص حرارة الجسم، فيبرده. وما الذي يحدث للجلد عندما يشعر الإنسان بالبرد؟ تنقبض الخلايا العضلية في الأدمة فتحدث القشعريرة كطريقة لاحتباس الهواء بين الجلد والشعر فيشعر الإنسان بالدفء قليلًا، كماتحافظ الدهون في الطبقة تحت الجلدية على دفء الجسم.

لاحظ القطة الخائفة في **الشكل 4-1**، تبدو هذه القطة أكبر حجمًا ربما لتخيف الأعداء. وتعد هذه طريقة لاحتباس الهواء الذي يعزل الحيوان الثديي ويدفئه. إن زيادة حجم القطة ناتج عن العضلات نفسها التي تسبب انتصاب شعرها.

إنتاج الفيتامين Vitamin Production يستجيب الجلد أيضًا عندما يتعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية لينتج فيتامين د. ويزيد فيتامين د من امتصاص الكالسيوم في الدم، وهو ضروري لتكوين العظام بصورة سليمة. وهنالك العديد من المنتجات الغذائية المدعمة بفيتامين د.

الحماية والإحساس Protection and senses تمنع خلايا الجلد المتراصة دخول المخلوقات الحية الدقيقة والمواد الغريبة الأخرى إلى الجسم، كما تساعد على المحافظة على درجة حرارة الجسم من خلال منع فقدان الماء. وتحمي صبغة الميلانين الجلد من الآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية، كما ينقل الجلد المؤثرات المتعلقة بالتغيرات البيئية، ومنها مسببات الألم والضغط وتغيرات درجة الحرارة إلى الدماغ ليقوم بتفسيرها.

الشكل 4-1 يسبب انقباض العضلات في الجلد انتصاب الشعر في بعض الثدييات، كما يسبب انقباضها القشعريرة في جلد الإنسان.

اربط ما التغيرات البيئية التي تسبب القشعريرة؟

تجربة 1-1

فحص الجلد

كيف يشبه جلدُ الدجاج جلدَ الإنسان؟ لجلد الدجاج خصائص مشابهة لجلد الإنسان. استعن بجناح الدجاجة في التجربة الاستهلالية، لتفحص خصائص الجلد.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. **البس قفازًا**، ثم أخرج **جناح الدجاجة** من **الكيس**، وضعه على **لوح التشريح**.
3. أزل الجلد عن الجناح باستعمال **أدوات التشريح**. واستعمل **المقص** بعناية لعمل فتحة في الجلد غير الملتصق تمامًا بالجناح.
4. اعمل قطعًا طوله 6 cm تقريبًا. لنزع الجلد عن الجناح، واستعمل المقص والمشرط لعمل قطع في الغشاء الشفاف الذي يربط الجلد بالعضلات.
5. حاول نزع الجلد دون إحداث فتحات أخرى. وابحث عن تجمعات دهنية، وأوعية دموية، وألياف عضلية مرتبطة مع الجلد. لاحظ متانة الجلد.
6. تخلص من الجلد والقفاز الذي استعملته حسب تعليمات معلمك، ونظف أدوات التشريح واللوح **بالماءِ الدافئ والصابون**. واحفظ الجناح الذي نُزع عنه الجلد لاستعماله مرة أخرى.

التحليل

1. **التفكير الناقد** يحوي جلد الإنسان بصيلة شعر. ما نوع هذه البصيلات التي يمكن أن تجدها في جلد الدجاج؟
2. **وضح** ما أهمية أن يكون الجلد قويًا ومرنًا؟

تلف الجلد Damage to the Skin

وهب الله تعالى للجلد قدرات مميزة على الشفاء من الأضرار التي تصيبه، ولولا آلية شفاء الجلد هذه لأصبح الجسم معرضًا لغزو الجراثيم من خلال التشققات التي تصيب الجلد.

الجروح والخدوش Cuts and scrapes عندما يتعرض الجلد لخدوش تتضرر طبقة البشرة فقط. وعندها تقوم خلايا البشرة في الانقسام لتعويض الخلايا التي تضررت أو تلفت. فإذا كانت إصابة الجلد عميقة فقد تتضرر الأوعية الدموية ويحدث النزيف، ثم يبدأ الدم بالتجلط، ويكوّن خثرة تغلق الجرح، ثم تنقسم الخلايا التي تحتها ليلتئم الجرح. وتقوم خلايا الدم البيضاء في الوقت نفسه بمهاجمة البكتيريا التي تدخل الجرح، وتقضي عليها.

آثار الشمس والحروق Effects of the sun and burns كلما زاد عمر الإنسان قلت مرونة جلده، وأخذت التجاعيد في الظهور. وقد يساعد التعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية على تسريع هذه العملية، بل قد تؤدي إلى حروق في الجلد.

الربط مع الصحة تُصنّف الحروق الناتجة عن الشمس أو الحرارة أو المواد الكيميائية حسب درجة خطورتها. ويلخص **الجدول** 1-1 أنواع الحروق. وتعد حروق الدرجة الأولى حروقًا بسيطة تصيب خلايا البشرة فقط. كما يعد الحرق الذي يترك ندبة على الجلد حرقًا من الدرجة الثانية؛ إذ يحدث ضررًا في طبقتي البشرة والأدمة وينتج عنه آلام مبرحة. أما حروق الدرجة الثالثة فهي أكثر خطورة؛ إذ تسبب تلفًا للعضلات والأعصاب في طبقتي البشرة والأدمة، كما يفقد الجلد وظيفته. ويتطلب شفاؤه نقل جلد سليم آخر وزراعته مكان المحروق؛ لكي يستعيد الجسم طبقة الجلد التي تحميه.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الوظيفة Function
العمل، الغرض
من وظائف الجلد حماية الجسم.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي العلاج الطبيعي يساعد المعالج الطبيعي الأشخاص المصابين وغير القادرين جسميًّا على تأهيل الجسم واستعادة وظائفه باستعمال التمارين والتدليك.

الجدول 1-1

تصنيف الحروق

درجة الحرق	الضرر	الآثار
درجة أولى	حروق بسيطة تصيب خلايا البشرة فقط.	• احمرار وانتفاخ • ألم متوسط
درجة ثانية	حدوث أضرار في طبقتي البشرة والأدمة.	• بثور أو ندب • ألم مبرح
درجة ثالثة	تلف للعضلات والأعصاب في طبقتي البشرة والأدمة، يفقد الجلد وظيفته.	• فقدان وظيفة الجلد. • يحتاج إلى زراعة جلد آخر. • لا ألم بسبب تلف نهايات الخلايا العصبية.

وقد أشار الله تعالى في كتابه الكريم إلى مثل هذا في حديثه عن عذاب الكفار، فذكر أن جلودهم تتبدل لكي يبقى العذاب مستمرًّا، وذلك في قوله تعالى: ﴿إِنَّ ٱلَّذِينَ كَفَرُواْ بِـَٔايَـٰتِنَا سَوۡفَ نُصۡلِيهِمۡ نَارٗا كُلَّمَا نَضِجَتۡ جُلُودُهُم بَدَّلۡنَٰهُمۡ جُلُودًا غَيۡرَهَا لِيَذُوقُواْ ٱلۡعَذَابَۗ إِنَّ ٱللَّهَ كَانَ عَزِيزًا حَكِيمٗا ٥٦﴾ النساء.

سرطان الجلد Skin cancer إن التعرض للأشعة فوق البنفسجية ـ سواء أكان مصدرها الشمس أم مصادر اصطناعية، ومنها حاضنات إكساب البشرة السُّمرة ـ عامل مؤثر في الإصابة بسرطان الجلد؛ فقد تسبب الأشعة فوق البنفسجية تلف DNA للخلايا الجلدية، ممّا يؤدي إلى نمو هذه الخلايا، وانقسامها على نحوٍ لا يمكن السيطرة عليه، وعندها تحدث الإصابة بسرطان الجلد.

ارجع إلى **الشكل 5–1** لمعرفة بعض العلامات التحذيرية لظهور سرطان الجلد.

الشكل 5–1 علامات تحذيرية لسرطان الجلد تتضمن تغيرات ملحوظة في الثآليل أو الشامة؛ إذ تصبح غير منتظمة الشكل، وتختلف في لونها، ويصبح حجمها أكبر من قطر قلم الرصاص.

التقويم 1–1

الخلاصة

- الجلد عضو رئيس في جسم الإنسان.
- من وظائف الجلد المحافظة على الاتزان الداخلي.
- هناك أربعة أنواع من الأنسجة في الجلد.
- تنمو أظفار أصابع القدمين واليدين والشعر من الخلايا الطلائية.
- تُصنّف الحروق حسب درجة الضرر الذي يصيب أنسجة الجلد.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **ارسم** مخططًا يبيّن طبقات الجلد.
2. **لخص** أنواع الأنسجة في الجلد ووظائفها.
3. **عمّم** طرائق مختلفة يساعد الجلد بها الإنسانَ على البقاء.
4. **رتب** عملية التئام الجلد وشفائه عندما يتعرض لجرح.
5. **قارن** بين آثار درجات الحروق الأولى والثانية والثالثة.

التفكير الناقد

6. **قوّم** سمِّ نوعين من مليِّنات (كريمات) الجلد؛ للمقارنة بين فائدة كل منهما.
7. الرياضيات في علم الأحياء لتحديد المدة الزمنية التي يحمي بها معامل الوقاية من أشعة الشمس (SPF)الجلدَ من الإصابة بحروق الشمس ، تُضرب المدة الزمنية (التي يستطيع الشخص أن يتعرض فيها لأشعة الشمس قبل أن يصاب بحروق) في معامل الحماية وفق تصنيف (SPF). فلو أن شخصًا يصاب عادة بحروق الشمس بعد 10 دقائق من التعرض لأشعتها استعمل مرطبًا للجلد معامل حمايته (SPF) يساوي 15، فكم تدوم مدة الحماية؟

1-2

الجهاز الهيكلي

The Skeletal System

الفكرة الرئيسة **لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسمَ شكلَه، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.**

الربط مع الحياة يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكِّل كلٌّ من الأساس والأعمدة والجسور هيكلاً لأي منزل ـ يعطي الهيكلُ الجسمَ شكله، ويوفر له الدعامة والحماية.

تساؤلات جوهرية

- **كيف** تميز بين عظام الهيكل المحوري وعظام الهيكل الطرفي؟
- **كيف** يقوم الجسم بإعادة بناء العظم؟
- **ما** أنواع المفاصل وما أهم الأضرار التي تصيبها؟
- **ما** وظائف الجهاز الهيكلي؟

مراجعة المفردات

الغضروف: نسيج ضام صلب مرن، يكوِّن هيكل الأجنة، ثم يغطي فيما بعد أطراف العظام في المفاصل المتحركة.

المفردات الجديدة

الهيكل المحوري

الهيكل الطرفي

العظم الكثيف

الخلية العظمية

العظم الإسفنجي

نخاع العظم الأحمر

نخاع العظم الأصفر

الخلية العظمية البانية

التعظم

الخلية العظمية الهادمة

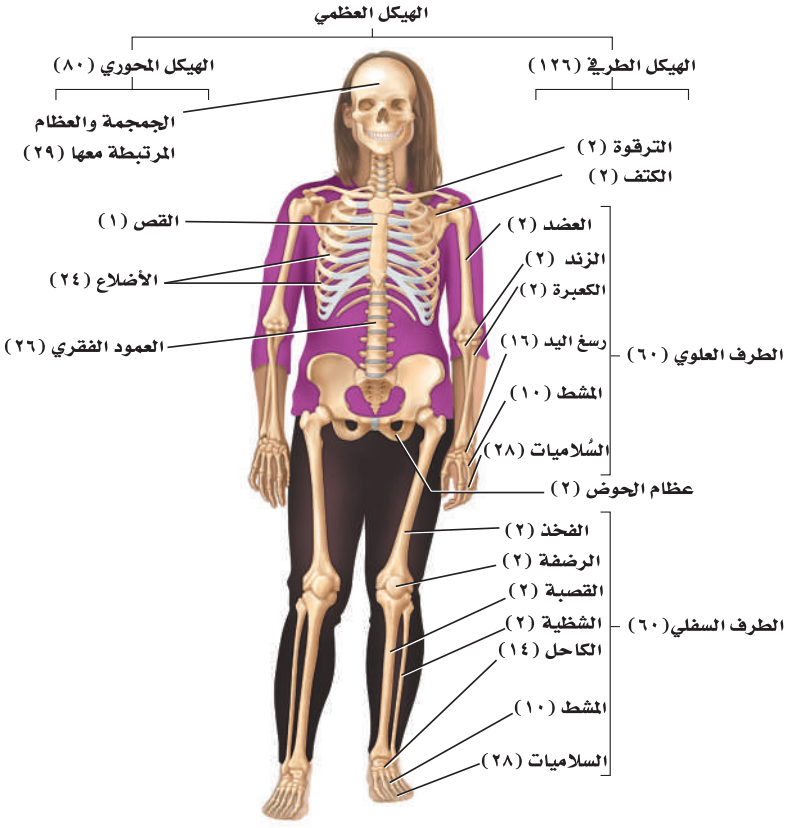
إندورفين

الأربطة

تركيب الجهاز الهيكلي

Structure of the Skeletal System

إن عدد عظام الهيكل العظمي (206) عظمة في الإنسان البالغ كما في **الشكل 6-1**. 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 6-1 يضم الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر وعددها. ولعظام الهيكل الطرفي علاقة بحركة الأطراف.

العظم الكثيف والعظم الإسفنجي Compact and spongy bone يُعد العظم نسيجًا ضامًّا له عدة أشكال وأحجام. وتُصنف العظام إلى طويلة، وقصيرة، ومسطحة، وغير منتظمة. بالرجوع إلى **الشكل 6-1** تلاحظ أن عظام الساق والذراع من العظام الطويلة، وعظام الرسغ من العظام القصيرة. كما أن عظام الجمجمة من النوع المسطّح. أما عظام الوجه والعمود الفقري فهي عظام غير منتظمة. وللعظام كلها التركيب نفسه، بغض النظر عن شكلها.

تتكون الطبقات الخارجية لجميع العظام من **عظم كثيف** Compact bone، وهو عظم مضغوط وقوي، يعطي الجسم القوة والحماية. وتمتد على طول العظام الكثيفة تراكيب أنبوبية الشكل، وهي الوحدات البنائية للعظم، وتحوي بداخلها عدة خلايا عظمية وأعصاب وأوعية دموية، **والخلايا العظمية** osteocytes، خلايا حية نجمية الشكل يتخصص بعضها إلى خلايا نشطة بانية للعظم وأخرى هادمة. وتزود الأوعية الدموية الخلايا العظمية الحية بالأكسجين والغذاء. أما العظم الداخلي فيختلف كثيرًا عن العظم الخارجي، كما في **الشكل 7-1**.

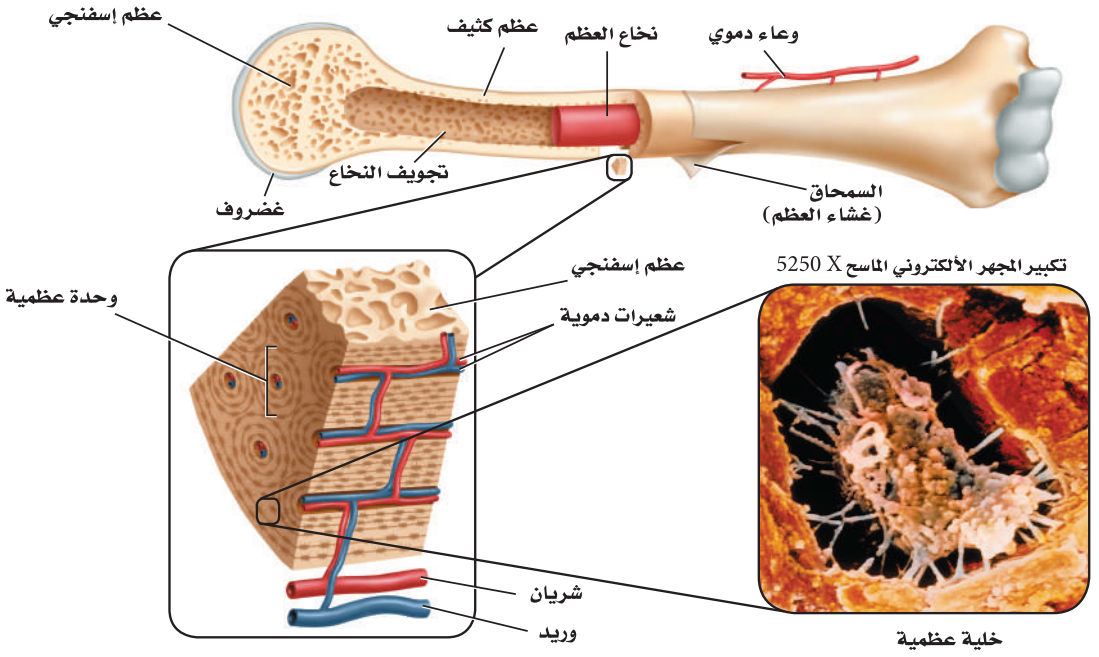
وكما يدل الاسم، فإن **العظم الإسفنجي** spongy bone هو عظم أقل كثافة من النوع الأول، وفيه عدة تجاويف تحوي نخاعًا عظميًّا. ويوجد العظم الإسفنجي وسط العظام القصيرة والمسطّحة، وفي نهاية العظام الطويلة. ويحيط بالعظم الإسفنجي عظم كثيف.

وهنالك نوعان من النخاع العظمي: النوع الأول **النخاع الأحمر** red bone marrow. ويتم فية إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية. ويوجد النخاع الأحمر في عظم العضد، وعظم الفخذ، وعظم القص والأضلاع، وعظام العمود الفقري وعظام الحوض. وتحتوي تجاويف عظام الرضيع على النخاع الأحمر. وتحوي عظام الأطفال نخاعًا أحمر أكثر من البالغين. والنوع الثاني هو **النخاع الأصفر** yellow bone marrow ويتكون من دهون مخزنة، ويوجد في عظام أخرى من الجسم.

ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من الدم، وعند الإصابة بفقر الدم.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

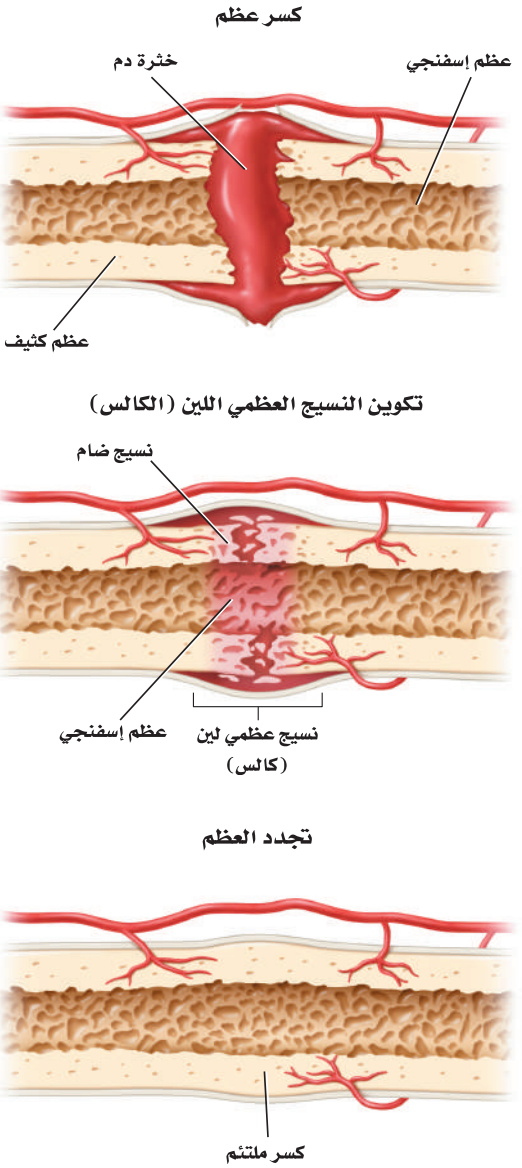
الفنان الطبي يجمع الفنان الطبي بين موهبة الفن والاهتمام بعلم الأحياء؛ لتوضيح خطوات عملية، وبناء نماذج تعليمية.



الشكل 7-1 العظم إما عظم كثيف أو إسفنجي.

صف كيف يختلف العظم الكثيف والعظم الإسفنجي في الموقع والوظيفة؟

الشكل 8-1 يتطلب إعادة بناء العظام خطوات عديدة، حيث تتكون كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسورة، ثم ينمو نسيج ضامّ ليملأ الفراغ بين العظام. وأخيرًا تبدأ الخلايا العظمية البانية بتكوين نسيج عظمي جديد.



تكوين العظم Formation of bone يتكوّن الهيكل العظمي للجنين من الغضاريف. وفي أثناء نمو الجنين تنمو خلايا في الغضاريف لتكوّن العظام وتبنيها تُسمى **الخلايا العظمية البانية** osteoblasts. كما تُسمى عملية تكوين العظام **بالتعظم** ossification. ويتكون الجهاز الهيكلي في الإنسان البالغ من العظام إلا مقدمة الأنف، وصيوان الأذن، والأقراص بين الفقرات، وما يحيط بالمفاصل المتحركة. كما أن الخلايا العظمية البانية osteoblasts 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، وتعرف **الخلية العظمية الهادمة** osteoclast بأنها الخلية العظمية التي تحطم 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 العظام حيث تصبح العظام ضعيفة سهلة الكسر.

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

أنواع الكسور والتئامها Types of fractures and their healing

تُعَد الكسور من الإصابات الشائعة التي تصيب عظم الإنسان. ويعد الكسر بسيطًا إذا لم يبرز العظم خارج جلد الإنسان. أمّا في الكسر المركب فتبرز العظام خارج الجلد. وفي حالة الكسر الناتج عن ضغط ما تتكوّن تشققات في العظم. تبدأ عملية تجدد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى **الشكل 8-1** الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور.

1. **إنتاج الإندورفين** Endorphins production عند حدوث إصابةٍ بكسر يُنتج الدماغ بسرعة **إندورفينات** endorphins وهي مواد كيميائية تُسمى أحيانًا مسكّنات الألم الطبيعية في الجسم، تنتقل إلى مكان الإصابة سريعًا لتخفيف الألم. حيث يلتهب مكان الإصابة وينتفخ، ويستمر الانتفاخ مدة أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة، وتتكون خثرة دموية بين طرفي الكسر خلال 8 ساعات من حدوث الإصابة.

2. **تكوين الكالس اللين** Soft callus formation يبدأ تشكل كتلة من نسيج يُسمى الكالس اللين soft calus أو الغضروف في مكان الكسر. ولأن هذا النسيج ضعيف يجب تثبيت العظام المكسورة في مكانها الصحيح.

تجربة استهلالية

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

3. **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 أحيانًا الجبيرة أو صفائح أو براغٍ لضمان بقاء العظم المكسور في مكانه الصحيح إلى أن يتكوّن النسيج الجديد. أما الإصبع المكسور فغالبًا ما يثبت مع الإصبع المجاور له؛ لضمان عدم حركته.

العوامل المؤثرة في التئام الكسور Factors affacting fracture healing تحتاج العظام إلى أوقات مختلفة لكي تتجدد وتلتئم. ويعتمد هذا الأمر على عمر الإنسان، ومكان الكسر، ودرجة خطورته. كما يبطئ نقصُ الكالسيوم الناتج عن سوء التغذية تجدّدَ العظام في جسم المصاب. وتشفى عظام الأطفال أسرع من عظام البالغين. فمثلاً، ربما تلتئم العظام المكسورة لدى الطفل وتشفى خلال 4 – 6 أسابيع في حين يحتاج التئامها إلى 4 – 6 أشهر عند الإنسان البالغ.

المفاصل Joints

توجد المفاصل في مكان التقاء عظمين أو أكثر. ويمكن تصنيف المفاصل حسب نوع الحركة التي يسمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبين **الجدول 2–1** خمسة أنواع من المفاصل: الكروية (الحقية)، والمدارية، والرزية، والمنزلقة، والدرزية. ادرس **الجدول 2–1** لتحدد 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 بعضها ببعض؛ إذ يحدث هذا الالتحام بعد ثلاثة أشهر من الولادة.

وترتبط عظام المفصل بعضها مع بعض **بأربطة** ligaments ، وهي حزم من أشرطة صلبة من نسيج ضام قوي يربط بين عظم وآخر.

ماذا قرأت؟ راجع أنواع المفاصل، وكيف صُنّفت؟

التهاب العظام Osteoarthritis إن نهاية العظام في المفاصل المتحركة ـ ومنها الركبة ـ مغطاة بالغضروف، وهو يعمل عمل وسادة تسمح بحركة المفصل بسهولة. والتهاب العظام حالة مؤلمة تصيب المفاصل، وينتج عن تآكل الغضاريف. هذه الحالة معروفة عند الإنسان؛ إذ تصيب عادةً الركب، والورك، والرقبة، والظهر. وتزداد إمكانية الإصابة بهذا المرض مع تقدم العمر. كما يصبح الشاب مُعرضًا للإصابة مستقبلاً بالتهاب العظام إذا أصيب بضرر ما في المفصل في مرحلة البلوغ.

الشكل 9-1 يسبب روماتزم المفاصل فقدان المفصل لقوته ووظيفته، ويصاحبه ألم شديد.

قارن كيف يختلف التهاب المفاصل الروماتزمي عن التهاب العظام الشائع؟

التهاب المفاصل الروماتزمي Rheumatoid arthritis شكل آخر من الالتهاب، يصيب المفاصل. ولا ينتج هذا الالتهاب عن تآكل الغضاريف أو تمزق في المفاصل من كثرة استعمالها، وإنما ينتج عن المناعة الذاتية، حيث تلتهب المفاصل وتفقد قوتها ووظيفتها وتسبب آلامًا شديدة، وتبدو الأصابع مشوهة، كما في **الشكل 9-1**.

الالتهاب الكيسي Bursitis هناك كيس مليء بسائل في مفاصل الكتف والركبة. تؤدي هذه الأكياس إلى تقليل الاحتكاك، وتعمل عمل الوسادة بين العظم والأوتار. والالتهاب الذي يصيب هذه الأكياس يقلل حركة المفصل مسببًا ألمًا وانتفاخًا. وربما سمعت عن التهاب "مرفق لاعبو التنس" الذي ينتج عن التهاب هذه الأكياس. ويشمل العلاج إراحة المفصل.

التواء المفصل Sprains يسبب التواء المفصل ضررًا أو تلفًا للأربطة التي تربط عظمتي المفصل معًا. ويحدث هذا الأمر عندما تلتوي المفاصل أو تُمدّ بشدة، مما يؤدي إلى انتفاخ في المفصل يصاحبه ألم شديد.

الجدول 2-1 **بعض المفاصل في الجهاز الهيكلي**

اسم المفصل	الكروي (الحقي)	المداري	الرزي	المنزلق	الدرزي (عديم الحركة)
مثال					
الوصف	في المفصل الكروي (الحقي)، يقابل عظمٌ ذو سطح يشبه الكرة تجويفَ عظم آخر. يسمح هذا المفصل بمجال واسع من الحركة في جميع الاتجاهات، كما في الورك، والأكتاف	مفصل حركته الأساسية هي الدوران حول محور واحد، كما هو الحال في المرفق عند التقاء عظما الكعبرة والزند. يسمح هذا النوع من المفاصل بالتواء الذراع.	في هذا المفصل،يطابق السطح المحدب لعظم ما السطحَ المقعر لعظم آخر، كما هو الحال في المرفق والركبة. يسمح هذا المفصل بالحركة في مستوى واحد فقط -مد وبسط إلى الأمام وإلى الخلف.	تكون الحركة محدودة في المفصل المنزلق بشكل تنزلق سطوح المفصل بعضها فوق بعض إلى الأمام وإلى الخلف. كما في مفصل الرسغ والعقب (الكاحل) والفقرات.	الدرزات مفاصل في الجمجمة لا تتحرك مطلقًا. وهناك 22 عظمًا في جمجمة البالغين يرتبط بعضها مع بعض بدرزات ماعدا عظام الفك.

وظائف الجهاز الهيكلي

Functions of the skeletal system

يقوم الجهاز الهيكلي بوظائف أُخرى، بالإضافة إلى دعم الجسم، كما في **الجدول 3-1**؛ إذ تحمي الجمجمة الدماغ، ويحمي العمود الفقري النخاع الشوكي، ويحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى.

فالعظام مخزن لتجميع الأملاح ومنها الكالسيوم والفسفور. فعندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم يطلق العظم الكالسيوم في الدم. وإذا ارتفع مستوى الكالسيوم في الدم فإن النسيج العظمي يخزن ما يزيد منه عن حاجة الجسم، فالعظم يحافظ على الاتزان الداخلي للكالسيوم.

كما تسمح العظام التي تتصل بها العضلات بتدعيم حركة الجسم. فمثلاً، كلما تسحب العضلات عظم الذراع أوالساق فإنها تسبب حركتيهما. كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

تجربة 1-2

فحص ارتباط العظام

كيف ترتبط العظام بالعضلات والعظام الأخرى؟ ترتبط الأوتار العضلات بالعظام. كما تربط الأربطة العظام بعضها ببعض. ستتفحص هذه الأربطة مستخدمًا جناح الدجاجة المنزوع الجلد في **التجربة 1-1**.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. البس **قفازات** (تستعمل مرة واحدة)، **وضع جناح الدجاجة في صينية التشريح**.
3. اختر عضلة واستعمل زوجًا من **مقصات التشريح** لفصل العضلة عن العظم، مع بقاء نهاية الأطراف متماسكة. انظر إلى الأوتار الطويلة البيضاء القوية، التي تربط بين العضلة والعظم.
4. حرك العظام عند المفصل، ولاحظ كيف يتحرك الوتر عندما تسحب العظم.
5. قص جميع العضلات المرتبطة مع العظم بعناية. سوف تجد العظام ما زال بعضها مرتبطًا مع بعض. انظر إلى الرباط الأبيض الذي يبقيها متماسكة بعضها مع بعض، ثم افحص نهايات كل عظم.
6. ارسم مخططًا لجناح الدجاجة دون العضلات، مبينًا كيف ترتبط العظام بعضها مع بعض، ثم قارن هذا الرسم بما فعلته في التجربة الاستهلالية.

التحليل

1. **قارن** كيف يختلف رسم الجناح الذي أعددته في التجربة الاستهلالية عنها 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؟

الجدول 3-1	وظائف الجهاز الهيكلي
الوظيفة	الوصف
الدعم	• يدعم كل من الساقين والحوض والعمود الفقري الجسم. • تدعم عظام الفك الأسنان. • تدعم جميع العظام العضلات أثناء الحركة.
الحماية	• تحمي الجمجمة الدماغ. • يحمي العمود الفقري النخاع الشوكي. • يحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى.
تكوين خلايا الدم	• يتم تكوين كل من خلايا الدم الحمراء، والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر.
التخزين	• تخزن العظام الكالسيوم والفسفور الزائدين عن الجسم.

التقويم 2-1

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 الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اعمل قائمة** بوظائف الهيكل المحوري والهيكل الطرفي وصفهما.
2. **قارن** بين وظيفة النخاع الأحمر والنخاع الأصفر.
3. **قارن** بين آلية التئام كسر في العظم ونمو العظم الأصلي.
4. **اعمل** مخططًا تصنيفيًّا يجمع العظام المبينة في **الشكل 6-1**.

التفكير الناقد

5. **توقع** النتيجة إذا لم تعمل كل من الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة جيدًا لدى جنين في مرحلة النمو أو البلوغ.
6. **ميّز** بين العظم الكثيف والعظم الإسفنجي، من حيث المظهر والموقع والوظيفة.

1-3

تساؤلات جوهرية

- **ما** أنواع العضلات الثلاثة؟
- **كيف** تفسر ما يحدث في أثناء انقباض العضلة على مستوى الخلية والمستوى الجزيئي؟
- **كيف** تميز بين الألياف العضلية بطيئة الانقباض وسريعة الانقباض؟

مراجعة المفردات

التفاعل اللاهوائي: تفاعل كيميائي لا يحتاج إلى الأكسجين لحدوثه.

المفردات الجديدة

العضلة الملساء

العضلة اللاإرادية

العضلة القلبية

العضلة الهيكلية

العضلات الإرادية

الوتر

الليف العضلي

الميوسين

الأكتين

القطعة العضلية

الميوجلوبين

الجهاز العضلي
The Muscular System

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

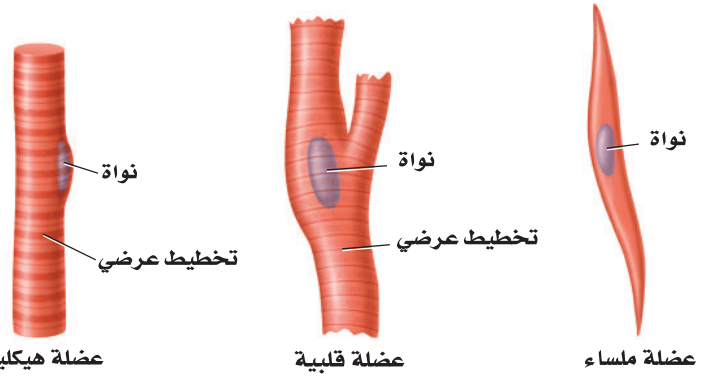
الربط مع الحياة ساهم ليوناردو دافنشي بتقديم كمية كبيرة من المعرفة للمجتمع العلمي. فقد درس جسم الإنسان عن طريق فحص الجثث. وقد حاول دافنشي وضع أسلاك مكان العضلات؛ لكي يتعلم كيف تنقبض العضلات لتسحب العظم، وتحدث الحركة.

أنواع العضلات Types of Muscle

تتكون العضلة من مجموعة ألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض. وعندما استعملت كلمة عضلة لأول مرة ظن الناس أنها تعني العضلات الهيكلية. تفحص **الشكل 10-1** تشاهد ثلاثة أنواع من العضلات، هي العضلات الملساء، والقلبية، والهيكلية. وتُصنف العضلات بناءً على تركيبها ووظيفتها.

العضلات الملساء Smooth muscle تبطن **العضلات الملساء** smooth muscle الكثير من الأعضاء الداخلية، ومنها المعدة والأمعاء، والمثانة، والرحم. وهي **عضلات لا إرادية** involuntary muscle؛ لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها. فيتحرك الطعام مثلًا في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة. وتبدو العضلات الملساء عند فحصها بالمجهر غير مخططة وليست 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 فاتحًا أو داكنًا، وبداخلها العديد من النوى. وعادة ما تكون كل خلية منها وحيدة النواة وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية.



الشكل 10-1 عند التكبير يمكن مشاهدة الاختلاف في شكل العضلات ومظهرها. فالعضلات الملساء لها شكل مغزلي، بينما العضلات القلبية والعضلات الهيكلية تظهر مخططة.

فسر بالإضافة إلى مظهر العضلات ما الأسس الأخرى المستعملة في تصنيفها؟

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

ينقبض Contract

الاستعمال العلمي يشد أو يقصر. تنقبض العضلات وتسبب الحركة.

الاستعمال الشائع

انقبض الرجل على نفسه أيْ ضاق بالحياة، فمال إلى الانزواء والانعزال.

العضلات الهيكلية Skeletal muscle معظم عضلات الجسم هيكلية وتتكون العضلات الهيكلية skeletal muscle من مجموعة من الخلايا العضلية "الألياف العضلية" وكل ليف عضلي عبارة عن خلية طويلة أسطوانية الشكل تنتج عن اندماج عدة خلايا عضلية في المرحلة الجنينية، وتحتوي على عدد كبير من الأنوية الطرفية.

ترتبط العضلات الهيكلية مع العظام بواسطة الأوتار لتسبب الحركة عندما تنقبض أو تنبسط، ولذا فهي تسمى العضلات الإرادية voluntary muscle؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام. وترتبط الأوتار tendons –وهي حزمة من نسيج ضام صلب– بين العضلات والعظام، كما تظهر العضلات الهيكلية مخططة عند مشاهدتها بالمجهر.

انقباض العضلات الهيكلية

Skeletal Muscle Contraction

تترتب معظم العضلات الهيكلية في شكل زوجي متضاد، أي تكون إحدى العضلات معاكسة للأخرى. لاحظ **الشكل 11–1** الذي يوضح العضلات التي تستعملها عندما ترفع ساعدك أو تخفضه.

تتكون الليفة العضلية من وحدات صغيرة تسمى الليفات العضلية myofibrils، وهي تحتوي بدورها على خيوط بروتينية سميكة تسمى الميوسين myosin. وأخرى رفيعة تسمى الأكتين actin وتتألف وحدات البناء في الليف العضلي من القطعة العضلية A sarcomere وهي وحدة الوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة، كما في **الشكل 12–1**. ويظهر التخطيط في العضلات بسبب القطع العضلية التي تمتد من خط Z وتنتهي بخط Z آخر. ويبدأ خط Z في المكان الذي ترتبط معه خيوط الأكتين الرفيعة داخل الليف 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 المنزلقة Sliding filament theory يوضح **الشكل 12–1** نظرية الخيوط المنزلقة. وتنص هذه النظرية على أنه عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة تنزلق خيوط الأكتين بعضها في اتجاه بعض، مسبّبةً انقباض العضلة. لاحظ أن خيوط الميوسين ثابتة لا تتحرك. وتتدخل عدة عضلات هيكلية أحيانًا لإنجاز حركة يسيرة، كما في حركة قلب صفحة هذا الكتاب.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الليف العضلي والليف العضلي.

عندما تنقبض العضلة ذات الرأسين يرتفع الساعد إلى أعلى.

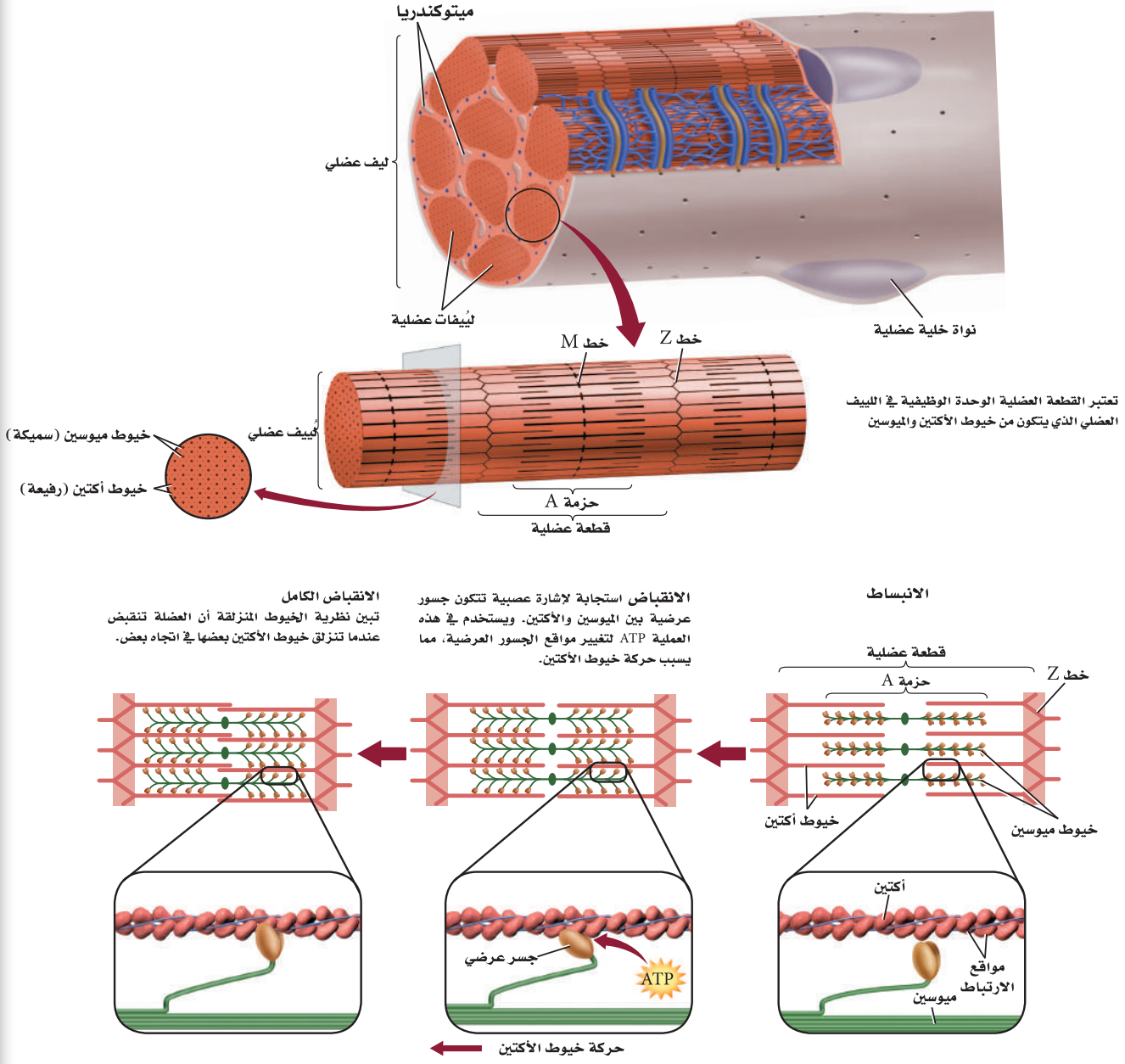
عندما تنقبض العضلة ذات الثلاثة رؤوس يتحرك الساعد إلى أسفل.

الشكل 11–1 تترتب العضلات في شكل زوجي متضاد.

تصور انقباض العضلات

Visualizing Muscle Contraction

الشكل 12–1 يتكون الليف العضلي من ليفات عضلية. أما اللُّييف العضلي فيتكون من خيوط الأكتين والميوسين.



الشكل 13-1 الوصول إلى نهاية السباق يشكل لحظة من بذل طاقة قصوى. **فسر كيف تستعيد الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) وضعها الطبيعي بعد تمرين رياضي مجهد؟**

الربط مع الكيمياء عندما يصل السيال العصبي إلى العضلة يتحرر الكالسيوم إلى الليف العضلي، فيسبب ارتباط الأكتين والميوسين معًا. وتُسحب خيوط الأكتين بعدها نحو مركز القطعة العضلية، لذا يحدث الانقباض. وتحتاج هذه العملية إلى جزئيات ATP التي تنتجها الميتوكوندريا. وعند انبساط العضلة تنزلق الخيوط مرة أخرى لتعود إلى وضعها الطبيعي.

الطاقة لانقباض العضلات Energy for muscle contraction تقوم جميع العضلات بعمليات الأيض هوائيًا ولا هوائيًا. وعندما يتوافر الأكسجين يحدث التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا العضلية.

تطلق عملية التنفس الخلوي ATP بوصفه مصدرًا للطاقة. فبعد إجراء تمرين رياضي مجهد، ربما لا تتمكن العضلات من الحصول على الأكسجين الكافي لاستمرار التنفس الخلوي، مما يقلل كمية ATP الناتجة؛ فعضلات الرياضيين تحتاج إلى التنفس اللاهوائي باستمرار عملية تخمر حمض اللاكتيك للحصول على مزيدًا من الطاقة، **الشكل 13-1**.

ويزداد تركيز حمض اللاكتيك في العضلات في أثناء التمارين الرياضية، مما يسبب الإعياء العضلي، 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.

عندما يموت الحيوان يصبح في حالة تيبس، وهي حالة انقباض عضلي طويل الأمد. ونحتاج إلى ATP لضخ الكالسيوم بعيدًا عن الليف العضلي لكي تنبسط العضلة. ولأن الحيوان الميت في هذه الحالة لا يستطيع إنتاج ATP يبقى الكالسيوم داخل الليف العضلي، وتستمر العضلات في حالة انقباض. وتبدأ الأنسجة في التحلل بعد 24 ساعة من الوفاة.

مختبر تحليل البيانات 1-1

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

كيف ترتبط نسبة الألياف البطيئة الانقباض مع عمل العضلة؟ يمكن تحديد نسبة الألياف العضلية البطيئة الانقباض إلى السريعة الانقباض بأخذ قطعة صغيرة من العضلة وصبغها بصبغة ATPase، فتصبغ الألياف العضلية السريعة الانقباض ذات المحتوى العالي من ATP باللون البني الداكن.

المشاهدات والبيانات

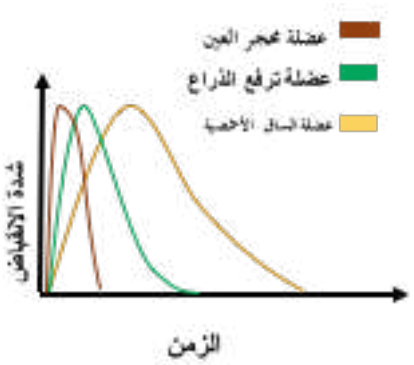
العضلة	الفعل	نسبة الألياف البطيئة الإنقباض
الأخمصية (الرجل)	ترفع القدم	87
ذات الرأسين الفخذية (الرجل)	تنقبض (تثني) الساق	67
المثلثة (الكتف)	ترفع الذراع	52
القصية الترقوية الصدغية (الرقبة)	تحرك الرأس	35
عضلة محجر العين (الوجه)	تغلق الجفن	15

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Lamb, D.R. 1984. physiology of Exercise . New York: Macmillan Co.

التفكير الناقد

1. **افترض** حلّل بيانات الجدول، وضع فرضية تفسر لماذا تحتوي عضلة ساق الرجل الأخمصية على ألياف بطيئة الانقباض أكثر من عضلة محجر العين.
2. **صنّف** العضلات، معطيًا أمثلة على عضلات سريعة الانقباض.

الألياف العضلية بطيئة الانقباض Slow-twitch muscles تتميز الألياف العضلية بطيئة الانقباض بوجود عددًا كبيرًا من الميتوكوندريا، وتحتوي على نسبة عالية من **الميوجلوبين** myoglobin وهو جزيء تنفسي يخزن الأكسجين ويجعل لون العضلة داكنًا. وتنتج الطاقة في هذا النوع من الألياف بسرعة أقل من الألياف سريعة الانقباض، لكن لها القدرة على التحمل، ولذا فهي تناسب مسابقات الجري لمسافات بعيدة والسباحة، ويعمل التدريب على زيادة حجمها بنسبة قليلة.



■ **الشكل14– 1** عضلة الساق الأخمصية بطيئة الانقباض بينما عضلة العين سريعة الانقباض

الألياف العضلية سريعة الانقباض Fast -twitch muscles تتميز بوجود عدد أقل من الميتوكوندريا مقارنة بالألياف بطيئة الانقباض، وتحتوي على نسبة أقل من الميوجلوبين مما يجعل لون العضلة فاتحا، وتوفر هذه الألياف قوة كبيرة للحركة القصيرة السريعة ولكنها تصل إلى حالة الإعياء بسهولة، ولذا فهي تناسب مسابقات الجري لمسافات قصيرة، ويعمل التدريب على زيادة قدرتها على حمل الأثقال. وتحوي غالبية العضلات الهيكلية خليطا من العضلات ذات الانقباض السريع والبطيء، وتحدد نسبة هذا الخليط وراثيا. وعندما تكون نسبة الألياف بطيئة الانقباض إلى الألياف سريعة الانقباض مرتفعة جدًا، يكون الشخص عدَّاءً محتملًا في سباق الضاحية. أما رافعوا الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف سريعة الانقباض. وعادة ما تكون عضلات غالبية الناس بين هاتين الحالتين **الشكل14– 1**.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الألياف العضلية سريعة الانقباض وبطيئة الانقباض.

التقويم 3–1

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 الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **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؟

التفكير الناقد

4. **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؟
5. **الكتابة في علم الأحياء**

اكتب قصة قصيرة تعبر فيها عن سلسلة الأحداث المرتبطة مع انقباض العضلات الهيكلية، ابدأ قصتك من أيونات الكالسيوم.

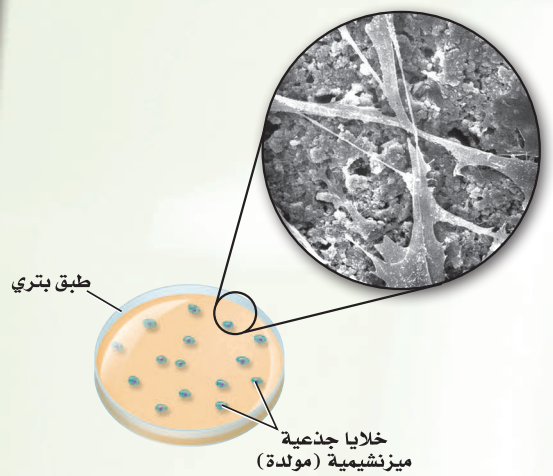
تنمية العظام في المختبر: نموذج أطباق بتري

كيف تتم زراعة الأنسجة في المختبر؟ هندسة الأنسجة هي عملية إعادة بناء جسم الإنسان بدءًا بالمستوى الخلوي. وتساعد هندسة الأنسجة على نمو الغضاريف والأعصاب، والعظام، والأسنان، ونسيج الثدي والشرايين. يستعمل العلماء مواد مصنعة وقوالب قابلة للتحلل حيويًّا لتوفر للخلايا بيئة مشابهة للجسم. وهذه القوالب ـ عادة ـ عديدة التلمر، ولها ثقوب كالإسفنج تتسع للكثير من الخلايا؛ لتلتصق بها وتنمو. كما تسمح المادة العديدة التلمر بانتشار الغذاء من خلالها. وتتحلل هذه المادة فيما بعد، عندما ينمو النسيج بصورة متماسكة، ولا يبقى هناك حاجة إلى هذه القوالب.

ومن المهم تحديد كيف تتواصل الخلايا بعضها مع بعض ومع البيئة من حولها، وكيف تتحرك الخلايا المحيطة بها. وتُنتجُ الخلايا الجذعية الميزنشيمية mesenchymal عظمًا وغضروفًا ووترًا وأسنانًا ودهنًا وجلدًا. وهذه الخلايا مسؤولة عن النسيج الضام في نخاع العظم؛ فعندما تموت الخلايا بصورة طبيعية في الجسم تستقبل الخلايا الجذعية من النسيج الميزنشيمي إشارة لكي تتمايز وتتحول إلى النسيج الذي يحتاج إليه الجسم. كما يعقد الأمل على الله تعالى، ثم على هذه الخلايا لاستعمالها مستقبلاً في نشاطات هندسة الأنسجة لدى العلماء الذين يحاولون الحصول عليها من نخاع العظم.

تطور هندسة الأنسجة على الرغم من أن الجلد كان أول عضو تم تطويره بفعل هندسة الأنسجة، بحيث أصبح متوافرًا للإنسان، إلا أن التطور الكبير حدث في مجال تنمية النسيج العظمي، حيث يتم وضع سبيكة تقليدية ناعمة الملمس من التيتانيوم في الورك والركبة. ويتفاعل الجسم مع هذه الأسطح الملساء ويغطيها بنسيج ليفي يعيق عمل وظائف معينة في الجسم.

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 بوساطة نانومتر مناسب للعظم؛ حيث يساهم هذا الأمر في تطوير الورك الصناعي والركبة والمزرعات الأخرى. وتمنع هذه الأجزاء ذات البروز رفض الجسم لها، وتجعله يعمل بفاعلية. وتساعد عملية زراعة خلايا العظم في طبق بتري الباحثين على استعمال التكنولوجيا الدقيقة (تقنية النانو) في تصميم وزراعة قطع تعمر فترة أطول، وتعمل في الجسم على نحو أفضل.



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

الكتابة في علم الأحياء

ابحث عن مهن في هندسة الأنسجة أو الهندسة الطبية تتعلق بالموضوعات التي نوقشت سابقًا. وصمّم كتيبًا 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، وضمّنه كذلك بعض الصور والرسوم التوضيحية.

مختبر الأحياء

الطب الشرعي: كيف يمكنك التعرف على المخلوق الحي من خلال مجموعة مختلفة من العظام؟

الخلفية النظرية: قام مدرس مادة الأحياء بمدرستك بتزويدك بمجموعة من العظام المختلفة أو صورًا لها لمخلوق ما، المطلوب فحص هذه العظام أو صورها للتعرف على المخلوق الحي التي تعود إليه تلك العظام أو الصور.

سؤال: هل من الممكن لتركيب العظام وشكلها أن تدلك على نوع الحيوان؟

المواد والأدوات

ثلاث عظام غير معروفة أو صور لها

مجموعة من الإرشادات

هياكل عظمية لحيوانات مختلفة أو صورها *

عدسات يدوية

مسطرة مترية

خيط

احتياطات السلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. اجمع المواد التي سوف تستعملها لتفحُّص الهياكل العظمية، وحدد الأنواع التي ستقيسها.
3. احصل على ثلاث عظام داخل كيس بلاستيكي مغلق أو صورًا لها، ومجموعة إرشادات من معلمك، ولا تفتحها.
4. صمِّم جدولاً للبيانات لتسجيل قياساتك.
5. افحص الهياكل أو الصور وقارنها مع بعضها البعض.
6. أجر قياساتك وسجل بياناتك.
7. افتح الإرشادات وتفحّص بياناتك وإجابتك.
8. **نظف الأدوات**، وأعدها إلى مكان تخزينها.

* انظر مرجعيات الطالب صفحة (140) الهياكل العظمية.

حلل واستنتج

1. **حلّل البيانات**. اعتمادًا على ملاحظاتك وقياساتك، حدّد من أي المخلوقات الحية جاءت هذه العظام.
2. **وضح البيانات**. كيف استعملت المعلومات المتعلقة بالشكل والحجم لتساعدك على تحديد الحيوان الذي تعود له هذه العظام.
3. **قوِّم** هل اختلفت استنتاجاتك بعد أن اطلعت على بعض المعلومات؟ وضح الأسباب إذا كانت استنتاجاتك مختلفة.
4. **قارن** ما أوجه الشبه التي لاحظتها بين العظام أو الصور التي فحصتها وعظام الهيكل العظمي للإنسان؟ وما أوجه الاختلافات التي لاحظتها؟
5. **اربط** أي الهياكل العظمية التي تشابه في معظم خصائصها الهيكل العظمي للإنسان؟
6. **سجِّل استنتاجاتك**.

الملصقات وجد علماء الأحافير من خلال دراستهم للعظام أنّ للطيور علاقة تصنيفية بالديناصورات. أوجد نوع الدليل الذي تم اكتشافه، ثم اعمل ملصقاً يبين ما تعلمته.

دليل مراجعة الفصل

المفردات	المفاهيم الرئيسة
1-1 الجلد	
البشرة الكيراتين الميلانين الأدمة بصيلة الشعرة الغدد الدهنية	**الفكرة الرئيسة** **الجلد عضو متعدد الطبقات، يغطي الجسم ويحميه.** • الجلد عضو رئيس في جسم الإنسان. • من وظائف الجلد المحافظة على الاتزان الداخلي. • هناك أربعة أنواع من الأنسجة في الجلد. • تنمو أظفار أصابع القدمين واليدين والشعر من الخلايا الطلائية. • تُصنّف الحروق حسب درجة الضرر الذي يصيب أنسجة الجلد.
1-2 الجهاز الهيكلي	
الهيكل المحوري الهيكل الطرفي العظم الكثيف الخلية العظمية العظم الإسفنجي نخاع العظم الأحمر نخاع العظم الأصفر الخلية العظمية البانية التعظم الخلية العظمية الهادمة إندورفين الأربطة	**الفكرة الرئيسة** **لقد وهب اللَّه تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسمَ شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.** • 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.
1-3 الجهاز العضلي	
العضلة الملساء العضلة اللاإرادية العضلة القلبية العضلة الهيكلية العضلات الإرادية الوتر الليف العضلي الميوسين الأكتين القطعة العضلية الميوجلوبين	**الفكرة الرئيسة** **تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.** • 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.

1–1

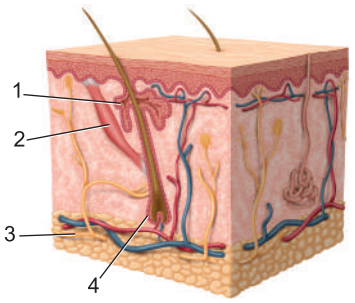
مراجعة المفردات

وضح الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي:

1. البشرة، الأدمة.
2. الميلانين، الكيراتين.
3. الغدد الدهنية، بصيلة الشعرة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما الرقم الدال على النسيج المسؤول عن حدوث القشعريرة؟

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

5. تتكون الرؤوس السوداء أو حَبّ الشباب عندما:

a. تغلق أو تُسدّ بصيلة الشعر.
b. تتجمع الأوساخ في تجاويف البشرة.
c. تنمو بصيلة الشعر إلى الداخل لا إلى الخارج.
d. يُنتجُ فائض من الكيراتين.

6. ينظم الجلد درجة حرارة الجسم بـ:

a. زيادة التعرق.
b. حبس الماء في الجسم.
c. إنتاج فيتامين د.
d. تنظيم محتوى البشرة من الدهون.

7. أيّ ممّا يأتي لا يوجد في الأدمة؟

a. العضلات.
b. الغدد العرقية والدهنية.
c. الخلايا الدهنية.
d. الخلايا العصبية.

أسئلة بنائية

8. **إجابة مفتوحة** ما الآثار التي يتوقع حدوثها لجسم الإنسان لو خلا من طبقة البشرة؟
9. **إجابة مفتوحة** ما الآثار التي يتوقع حدوثها لجسم الإنسان لو خلا من طبقة الأدمة؟
10. **إجابة قصيرة** صف كيف يساهم الجلد في الاتزان الداخلي للجسم.

التفكير الناقد

11. **فسر** لماذا لا تشعر بالألم عندما تقص شعرك؟
12. **قوّم** لماذا لا يشعر الإنسان الذي أصيب بحرق من الدرجة الثالثة بالألم عند موقع الحرق؟

1–2

مراجعة المفردات

وضح الاختلاف بين المصطلحات في كل مجموعة مما يأتي:

13. العظم الإسفنجي، العظم الكثيف.
14. الأوتار، الأربطة.
15. الخلايا العظمية البانية، الخلايا العظمية الهادمة.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل أدناه لتجيب عن السؤال 16

16. أي مما يأتي يتضمن نوع المفاصل في الصورة أعلاه؟

a. الورك.
b. الفقرات.
c. المرفق.
d. الجمجمة.

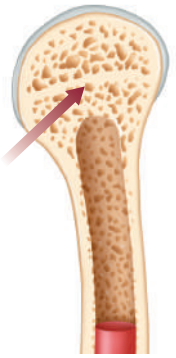
17. أيّ مما يأتي لا يعد وظيفة للعظم؟

a. إنتاج فيتامين د.
b. الدعم الداخلي.
c. حماية الأعضاء الداخلية.

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

a. العظمية البانية.
b. العظمية.
c. العظمية الهادمة.
d. العظمية الإنزيمية.

استعمل الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 19.



19. ما خصائص الجزء المشار إليه بالسهم في الصورة؟

a. لا يحوي خلايا حية.
b. يحوي نخاعًا عظميًّا.
c. يُعد النوع الوحيد من النسيج العظمي في العظام الطويلة.
d. يتكون من أنظمة وحدات العظم المتداخلة.

20. أيّ المصطلحات الآتية غير متطابقة؟

a. الجمجمة – الدرزات.
b. الرسغ – المفصل المداري.
c. الكتف – المفصل الكروي.
d. الركبة – المفصل الرزي.

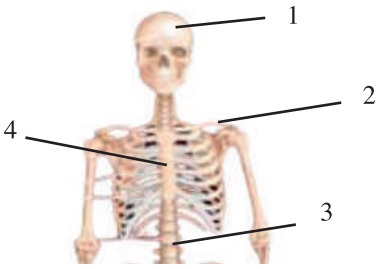
21. أي من الآتي لا يُعَد جزءًا من الهيكل المحوري؟

a. الجمجمة.
b. الأضلاع.
c. عظم الورك.
d. العمود الفقري.

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.moe.gov.bh

1-3

22. أي من الأرقام الآتية يشير إلى تركيب يُعد جزءًا من الهيكل الطرفي؟



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

أسئلة بنائية

23. **إجابة مفتوحة** صف المضاعفات الناتجة لو كان تركيب جميع عظام الإنسان من النوع الإسفنجي، ولا يوجد لديه عظم كثيف.

24. **إجابة مفتوحة** صف المضاعفات الناتجة لو كان تركيب جميع عظام الإنسان عظمًا كثيفاً، ولا يوجد لديه عظم إسفنجي.

25. **إجابة قصيرة** قارن بين وظيفة كلٍّ من الخلية العظمية البانية والخلية العظمية الهادمة.

التفكير الناقد

26. **حلّل** الموقف الآتي: دخل شخص يعاني من كسر في الكاحل إلى غرفة الطوارئ. أي التراكيب يجب فحصها في المريض لتحديد العلاج اللازم؟

27. **كوّن فرضية** ماذا يمكن أن يحدث لعظام امرأة إذا لم تتناول المزيد من الكالسيوم في أثناء فترة الحمل؟

مراجعة المفردات

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

28. أكتين، ميلانين، ميوسين.

29. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

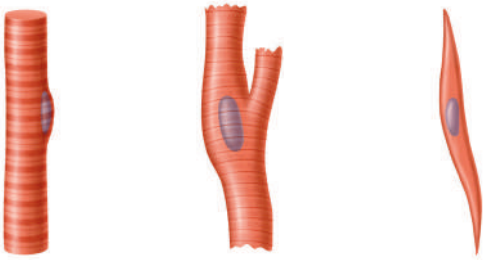
30. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

31. ما الذي يحتاج إلى ATP؟

a. انقباض العضلات.
b. انبساط العضلات.
c. انقباض العضلات وانبساطها.
d. لا انقباض العضلات ولا انبساطها.

استعمل الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 32.



(1) (2) (3)

32. ما العضلات التي تُصنف على أنها عضلات إرادية في الشكل؟

a. 1 .
b. 2 .
c. 3 .
d. (1)، و(2)، و(3) .

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية لمزيد من المعلومات ارجع إلى الموقع: www.moe.gov.bh

أسئلة بنائية

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

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

التفكير الناقد

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

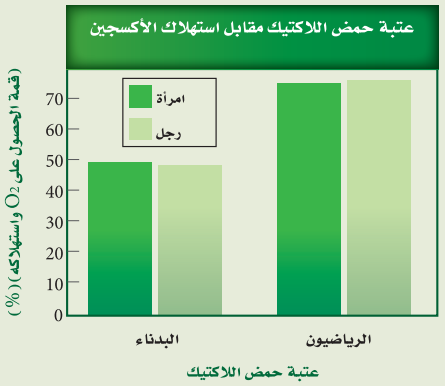
تقويم إضافي

36. الكتابة في علم الأحياء تخيل أنك مراسل لمجلة صحية، واكتب مقالة قصيرة حول حاجة الجهازين العضلي والهيكلي 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 فيها الجسم الحصول على الأكسجين واستهلاكه)– يحرقون دهوناً أكثر. قارن الباحثون عتبة حمض اللاكتيك واستهلاك الأكسجين لدى الأشخاص الذين يعانون من زيادة في الوزن والذين لا يمارسون الرياضة، والرياضيين.

خذت البيانات من: Bircher, S. and Knechtle, B. 2004. Relationship between fat oxidation and lactate threshold in athletes and obese women and men. Journal of Sports Science and Medicine 3:174–181.



37. ما نسبة الحصول على – قمة Vo_2 واستهلاكه– التي حدثت عندها عتبة حمض اللاكتيك في الأشخاص البُدناء؟

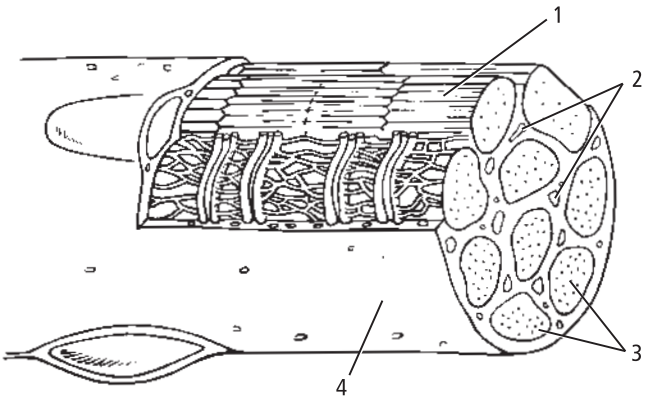
38. كيف يمكن للشخص ذي الوزن الزائد الذي لا يمارس الرياضة أن يزيد من الحصول على قمة Vo_2 واستهلاكه– وعتبة حمض اللاكتيك أيضًا؟

اختبار مقنن

تراكمي

اختيار من متعدد

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 1:

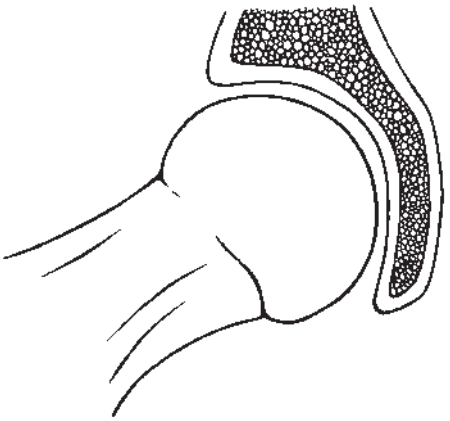


1. ما الجزء العضلي المستعمل في التنفس الخلوي؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

استعمل 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. ما العظم الذي لا ينتمي إلى الهيكل الطرفي؟

a. عظم الساعد **c.** عظم الساق

b. عظم القص **d.** عظم القصبة

5. ما المواد التي ينتجها الدماغ عقب الإصابة بكسر في العظام؟

a. الميلاتونين **c.** الهيموجلوبين

b. الميلانين **d.** الإندورفين

أسئلة الإجابات القصيرة

6. صف كيف يتحول الغضروف في الجنين إلى عظم لاحقًا.

7. صف نوعين من المفاصل.

8. صف آلية رفع القدم عن الأرض.

الفصل 2 الجهاز العصبي Nervous System

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

2-1 تركيب الجهاز العصبي

الفكرة الرئيسة توصّل الخلايا العصبية السيالات العصبية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه والاستجابة له.

2-2 تنظيم الجهاز العصبي

الفكرة الرئيسة الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزأن الرئيسان للجهاز العصبي.

2-3 الحواسّ

الفكرة الرئيسة تمكّن المستقبلات الحسية الجسم من اكتشاف البيئة من حوله.

حقائق في علم الأحياء

- ينتقل السيال العصبي بسرعة تبلغ 402 km /h.
- يوجد أكثر من 100 بليون خلية عصبية في الدماغ فقط .
- تستطيع خلية عصبية واحدة أن ترتبط بـ 1000 خلية عصبية أخرى.
- تحتوي يد الإنسان على أكثر من 2000 نهاية عصبية في السنتمتر المربع الواحد.

تجربة استهلالية

كيف تنتقل المعلومات في الجهاز العصبي؟

يتلقى الجسم للأصوات، والروائح، والمناظر، والمذاقات، والتواصل الجسمي، بصورة مستمرة؛ إذ يحس الجهاز العصبي بهذه المنبهات، ويفسرها، ويستجيب لها، ويتفاعل معها بطرائق تمكن الإنسان من البقاء على قيد الحياة. وسوف تقوم في هذه التجربة بعمل نموذج لعمليات التواصل.

خطوات العمل

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

التحليل

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

يتوقع بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل أن يكون الطالب قادرًا على:

- استيعاب المفاهيم المتعلقة بتركيب الخلية العصبية، ورد الفعل المنعكس، والربط بينها وبين السيال العصبي والنواقل العصبية.
- مناقشة تركيب الخلية العصبية، وأنواعها، ووظائفها وآلية عملها.
- وصف آلية انتقال السيال العصبي على طول الخلية العصبية، وعبر التشابك العصبي.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بتركيب الجهاز العصبي، وربطها بالدور الحيوي لكل منها.
- وصف الأجزاء الرئيسة للجهاز العصبي المركزي والطرفي، ووظائفها وآلية عملها.
- المقارنة بين تركيب ووظيفة كل من الجهاز العصبي الجسمي، والذاتي، وآلية عملهما.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بالحواس الخمس مثل براعم التذوق، وعدسة العين، والكوة البيضية وغيرها.
- تحديد التراكيب الحسية المختلفة ووظيفة كل منها.
- شرح آلية كل عضو حسي في نقل السيال العصبي.
- توضيح العلاقة بين حاستي الشم والتذوق، ودور الأذن الداخلية في توازن الجسم.

تركيب الجهاز العصبي
Structure of the Nervous System

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

الربط مع الحياة لعلك استيقظت يوما لصلاة الفجر، وفي طريقك إلى الوضوء اصطدم 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؟

تساولات جوهرية

- **ما** الأجزاء الرئيسة للخلية العصبية وما وظيفتها؟
- **كيف** تفسر التشابه بين السيال العصبي والإشارة الكهربائية؟
- **ما** آلية انتقال السيال العصبي على طول الخلية العصبية وعبر التشابك العصبي؟

مراجعة المفردات

الانتشار: حركة عشوائية للجسيمات تنتقل خلالها من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا ليصبح التوزيع متساويًا.

المفردات الجديدة

الخلية العصبية

الزوائد الشجيرية

جسم الخلية العصبية

محور الخلية العصبية

رد الفعل المنعكس

جهد الفعل

عتبة التنبيه

العقدة العصبية

التشابك العصبي

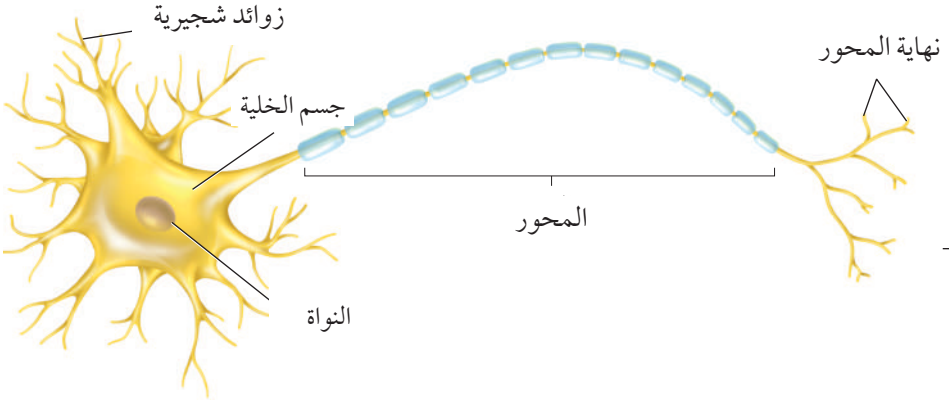
النواقل العصبية

الخلايا العصبية Neurons

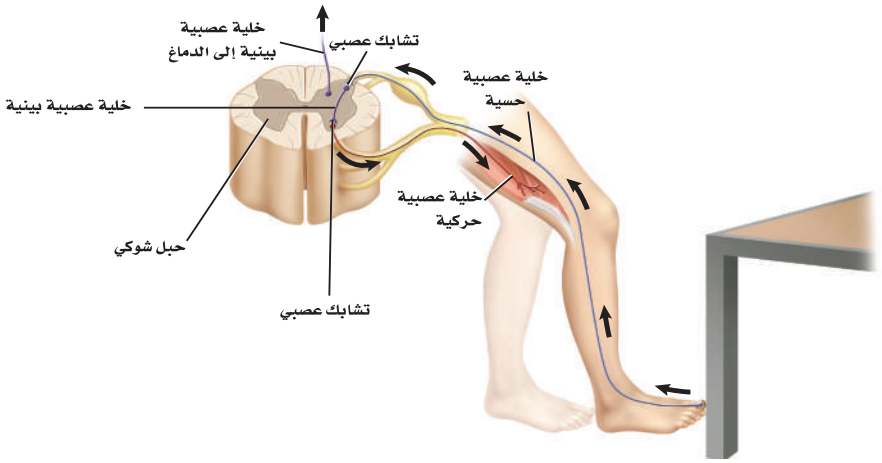
للكهرباء والكيمياء دور في إيصال الرسالة المتعلقة بارتطام إصبع القدم بزاوية السرير إلى الدماغ. و**الخلايا العصبية** Neurons خلايا متخصصة أبدعها الخالق جل وعلا لكي تساعد على جمع المعلومات عن البيئة من حولنا، وتفسيرها، والاستجابة لها. وتكوّن الخلايا العصبية شبكة اتصالات في الجسم، تسمى الجهاز العصبي.

يبين **الشكل 1–2** أن الخلية العصبية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: الزوائد الشجيرية، وجسم الخلية، والمحور. تستقبل **الزوائد الشجيرية** dendrites إشارات تُسمى السيالات من الخلايا العصبية الأخرى. وتحوي الخلية العصبية أكثر من مجموعة من الزوائد الشجيرية، ويحوي **جسم الخلية العصبية** neurons cell body النواة والكثير من العضيات. أما **المحور** axon فينقل السيالات 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 رئيسة للخلية العصبية: الزوائد الشجيرية، وجسم الخلية، والمحور. والخلايا العصبية بالغة التخصص، ومنظمة لتكوّن 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.

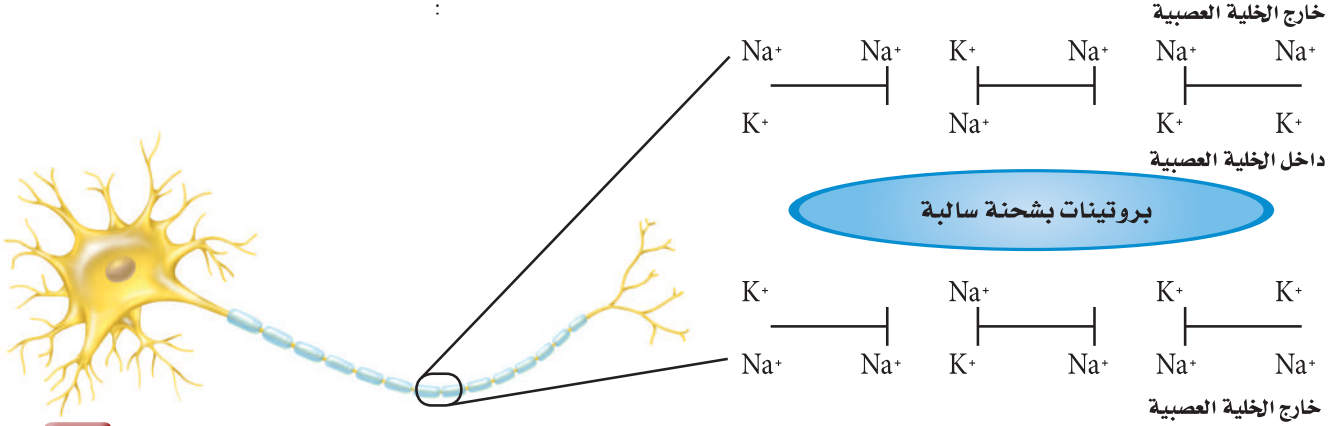
هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية: الخلية العصبية الحسية، والخلية العصبية البينية (الموصلة)، والخلية العصبية الحركية. ترسل الخلايا العصبية الحسية إشارات من المستقبلات الموجودة في الجلد وأعضاء الحس إلى الخلايا العصبية البينية الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي، والخلايا البينية تحمل الإشارات إلى الخلايا الحركية. كما تنقل الخلايا العصبية الحركية الإشارات إلى الغدد والعضلات، بعيدًا عن الدماغ والحبل الشوكي؛ لتتم الاستجابة لها. ارجع إلى **الشكل 2-2** لتتبع مسار السيال العصبي لرد فعل منعكس لا إرادي بسيط. وتكمل هذه السيالات العصبية ما يسمى **رد الفعل المنعكس** reflex arc، وهو مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وأخرى بينية، وثالثة حركية، بالإضافة إلى عضو الاستقبال وأعضاء الاستجابة. لاحظ عدم اشتراك الدماغ في رد الفعل المنعكس هذا. ويعد رد الفعل المنعكس تركيبًا رئيسًا في الجهاز العصبي.

السيال العصبي A Nerve impulse

الربط مع الفيزياء السيال العصبي شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية، وينتج السيال عن مثير كاللمس، أو عن صوت كصوت المؤذن للصلاة يدفعك إلى الوضوء.

خلية عصبية وقت الراحة A neuron at rest يبين **الشكل 3-2** خلية عصبية وقت الراحة – لا توصل السيال العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم (Na^+) خارج الخلية أكثر منها داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسيوم (K^+)؛ حيث توجد أيونات بوتاسيوم داخل الخلية أكثر من خارجها.

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



تنتشر الأيونات عبر الغشاء البلازمي بالانتشار من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا. وتعيق البروتينات في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وتُسمى هذه البروتينات مضخة الصوديوم والبوتاسيوم؛ إذ تنقل أيونات الصوديوم خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم داخلها بوساطة النقل النشط.

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

جهد الفعل Action potential **جهد الفعل** action potential هو اسم آخر للسيال العصبي. إن أقل شدة للمنبه تسبب إنتاج جهد الفعل تسمى **عتبة التنبيه** threshold؛ ولا يُولِّدُ المنبه الأقوى بالضرورة جهد فعل أقوى. ويوصف عمل جهد الفعل بقانون "الكل أو العدم"؛ إذ يعني ذلك أن تكون شدة السيال العصبي قوية لدرجة تكفي لينتقل عبر المحور، أو لا تكون كذلك.

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

المفردات

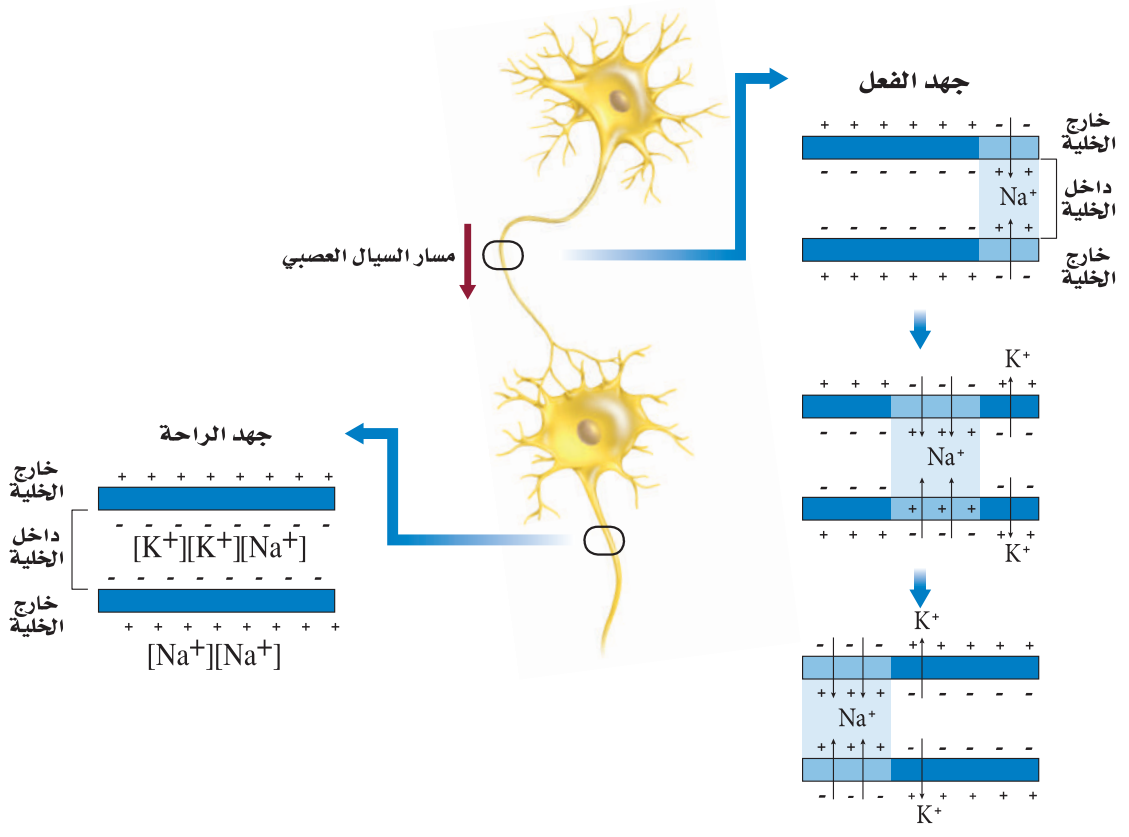
الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع

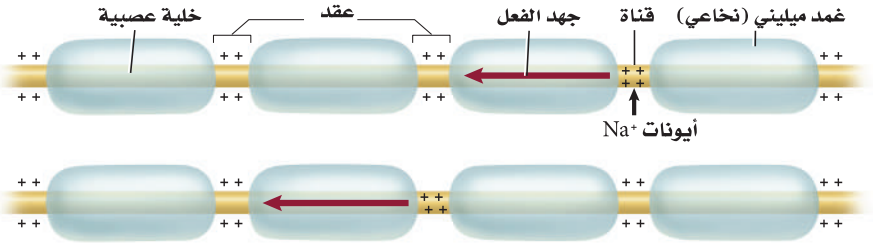
قناة channel

الاستعمال العلمي: ممر تمر من خلاله المعلومات على شكل أيونات وجزيئات.
يمر السيال العصبي عبر الخلية العصبية عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي.

الاستعمال الشائع: الجزء العميق من النهر أو الميناء.
تمر السفن الكبيرة عبر قناة السويس.

■ **الشكل 4-2** تتبع جهد الفعل عندما يمر على طول المحور من اليمين إلى اليسار. لاحظ 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 الغِمد الميليني (النخاعي). وهناك العديد من الاختناقات على طول المحور تنتقل خلالها السيالات العصبية بالانتقال الوثبي تُسمى **العقد العصبية** nerve 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 الأمر لجهد الفعل بالانتقال الوثبي 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 لكي تنقل السيال العصبي المتعلق بالألم الحاد. أما الخلية العصبية غير الميلينية فتنقل السيال العصبي المتعلق بالألم الخفيف النابض. إذ ينتقل جهد الفعل في الخلية العصبية غير الميلينية أبطأ مما هو عليه في الخلية العصبية الميلينية.

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

تجربة استهلالية

مراجعة: في ضوء ما قرأته عن جهد الفعل، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

تجربة 2-1

استقصِ رد الفعل المنعكس لرَمش العين

ما العوامل التي تؤثر في رد الفعل المنعكس لرَمش العين؟ هل ركبت السيارة يومًا، ثم اصطدم شيء بالزجاج أمامك؟ لقد رَمشت عيناك. يحدث رد الفعل المنعكس لرَمش العين عندما تغلق جفون العين ثم تفتح مرة أخرى بسرعة، وهذا الفعل استجابة لا إرادية للمنبهات يفسرها الدماغ على أنها ضارة ومؤذية. وتنتقل السيالات العصبية المتعلقة برد الفعل المنعكس لرَمْش العين مسافات قصيرة تستغرق مللي ثانية، لتسمح برد فعل منعكس سريع لمنع إلحاق ضرر بالعين.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. شَكِّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. الأول يتطوع ويجلس خلف **قطعة قماش** مساحتها $1m^2$، والثاني يراقب استجابات الأول ويسجلها.
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 لرَمْش العين.

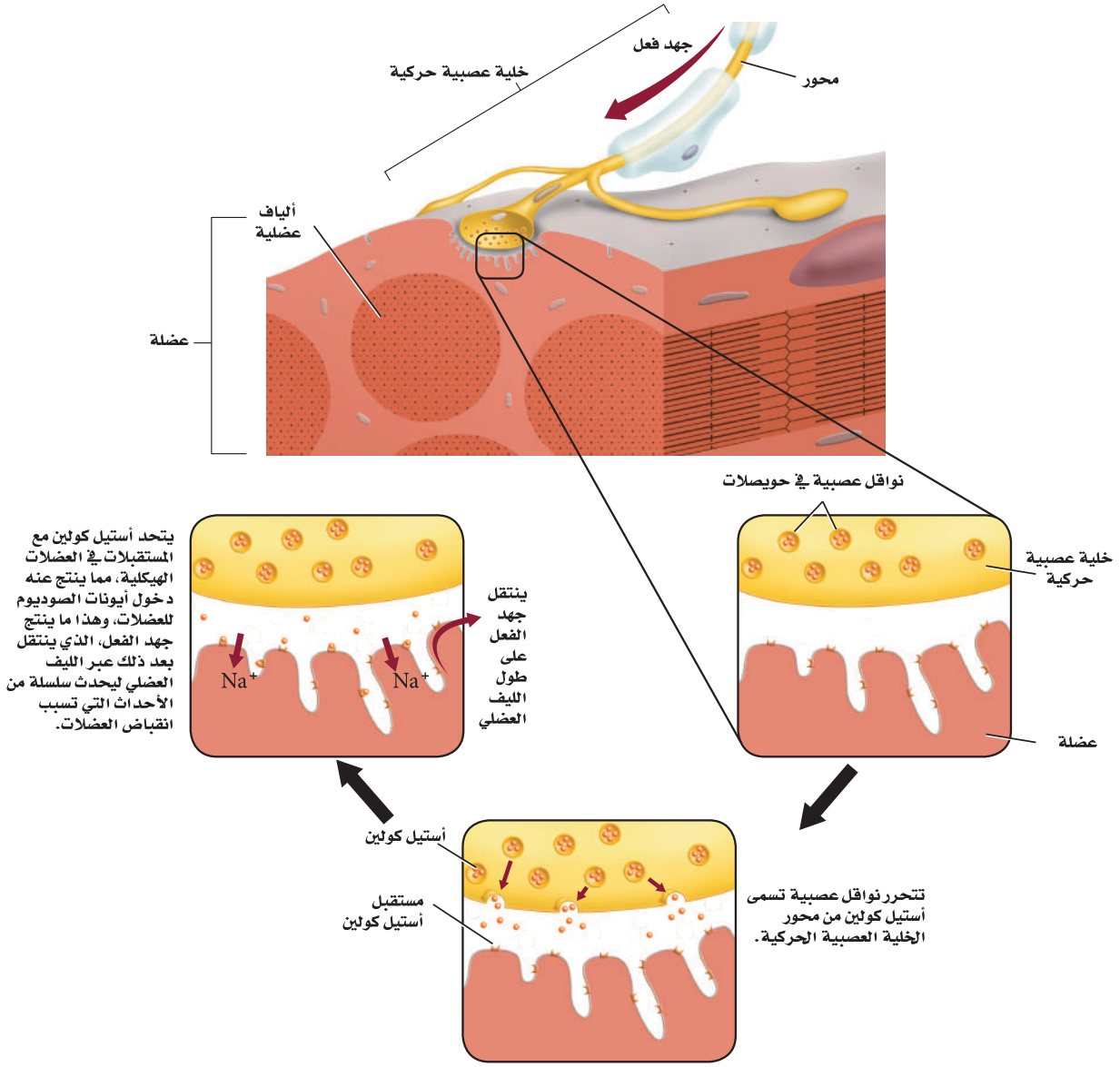
التحليل

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

تصور جهد الفعل

Visualizing action Potential

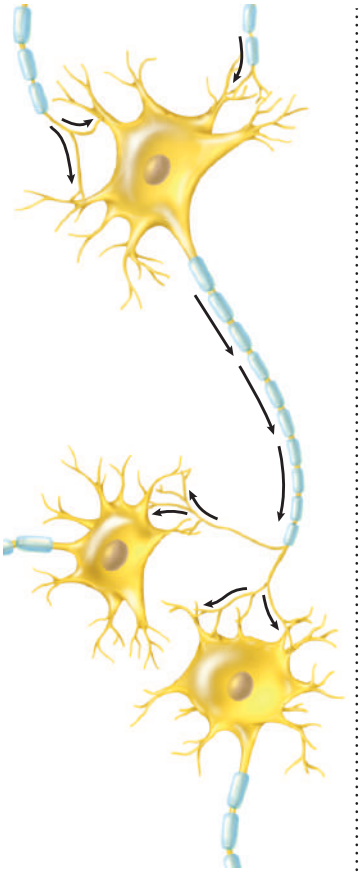
الشكل 6-2 يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفز إشارة من الدماغ تكوين جهد فعل في خلية عصبية حركية، فينتقل جهد الفعل هذا على طول الخلية العصبية الحركية، مما يؤدي إلى تحرير مواد النواقل العصبية لتعطي إشارة للألياف العضلية لتنقبض.



التشابك العصبي The synapse هناك شق صغير بين نهايات محور خلية عصبية وشجيرات خلية عصبية أخرى يسمى **التشابك العصبي** synapse؛ فعندما يصل جهد الفعل إلى نهاية محور الخلية العصبية تندمج أكياس صغيرة تُسمى الحويصلات تحمل نواقل عصبية، وتلتحم مع الغشاء البلازمي، وتتحرر هذه النواقل بعملية تسمى الإخراج الخلوي؛ فعندما تتشابك خلية عصبية حركية مع خلية عضلية ـ كما في **الشكل 6–2** ـ تتحرر النواقل العصبية عبر منطقة التشابك العصبي وتسبب انقباض العضلة.

الربط مع الكيمياء **النواقل العصبية** A neurotransmitters مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي، وترتبط بالمستقبلات الموجودة على الزوائد الشجيرية لخلية عصبية مجاورة. ويؤدي ذلك إلى فتح قنوات في الخلية المجاورة محدثة جهد فعل جديدًا.

هناك أكثر من 25 نوعًا من مواد النواقل العصبية لكل منها وظيفة خاصة، فمنها ما يحفز أعضاء معينة في الجسم للقيام بنشاط معين مثل الجلوتاميك الذي ينشط الذاكرة والتعلم، والأستيل كولين الذي يحفز العضلات الإرادية على التقلص، ومنها ما يمنع تحفيز أعضاء أو خلايا معينة مثل الجليسين الذي يمنع تحفيز الخلايا العصبية. وعندما تتحرر هذه المواد إلى التشابك العصبي لا تبقى هناك طويلاً؛ إذ يعتمد ذلك على نوع المادة العصبية الناقلة؛ فبعضها قد ينتشر سريعًا بعيدًا عن التشابك، أو يحلّلها إنزيم. ومن الجدير بالذكر أن بعض النواقل العصبية المتحللة يُعاد تدويرها وتستعمل ثانية. ويبين **الشكل 7–2** أن خلية عصبية واحدة يمكن أن تتشابك مع خلايا عصبية عديدة أخرى.



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

التقويم 1–2

الخلاصة

- هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية.
- هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية.
- السيال العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل.
- تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وكهرباء لنقل السيال العصبي.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قارن** كيف يشبه الجهاز العصبي الإنترنت من حيث هو شبكة اتصالات؟
2. **استنتج** لماذا تعد الطاقة ضرورية لتعاكس انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء البلازمي للخلية العصبية؟
3. **وضح** إذا كانت الأعصاب الحسية في قدم شخص ما لا تعمل نهائيًّا، فهل يشعر بالألم إذا احترقت قدمه؟

التفكير الناقد

4. الرياضيات في علم الأحياء

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

5. **خطط** تجربة يمكن أن يستعملها مختص في علم الأعصاب ليثبت أن جهد الفعل ينتقل عبر محور ميليني لخلية عصبية أسرع منه عبر محور غير ميليني.

2–2

تساؤلات جوهرية

- **مم** يتكون الجهاز العصبي؟
- **كيف** تصف وظيفة تراكيب وأعضاء الجهاز العصبي؟
- **كيف** تميز بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي؟

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الجهاز العصبي المركزي
الجهاز العصبي الطرفي
المخ
المخيخ
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 الرئيسة **الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزآن الرئيسان للجهاز العصبي.**

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

الجهاز العصبي المركزي

The Central Nervous System

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين هما: **الجهاز العصبي المركزي** (Central Nervous System (CNS ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي، و**الجهاز العصبي الطرفي** Peripheral Nervous System (PNS). ويتكون من الخلايا العصبية الحسية، والخلايا العصبية الحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

يتكون الجهاز العصبي المركزي غالبًا من خلايا عصبية موصلة، وظيفتها تنسيق جميع نشاطات الجسم.

الشكل 8–2

العصف الذهني

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

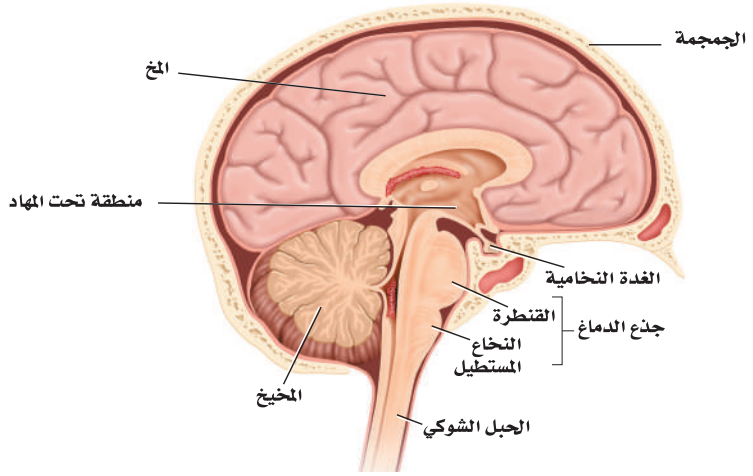
1818م نشرت ماري ولستون كرافت كتاب فرانكنشتين عندما بدأ العلماء اكتشاف الارتباط بين الكهرباء والجهاز العصبي.

300 سنة قبل الميلاد. معرفة أول تشريح للإنسان.

1850 | 1800 | 750 B.C.

1848 م اخترق قضيب من الحديد مقدمة رأس (جبهة) عامل سكة حديد، فتغيرت شخصيته من هادئ ونشيط إلى عدواني ومضطرب.

2000 قبل الميلاد استخدم الجراحون القدماء أدوات برونزية لفتح ثقوب في الجمجمة.

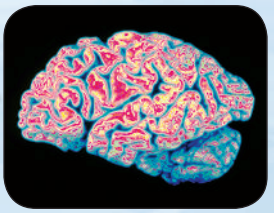


■ **الشكل 9-2** الأجزاء الرئيسة في الدماغ هي المخ، والمخيخ، وجذع الدماغ.

ويوصل الجهاز العصبي المركزي الرسائل، ويعالج المعلومات، ثم يحلّل 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 بطريقتين على الأقل. 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 لاحقًا.

الدماغ The brain يوجد في الدماغ أكثر من 100 بليون خلية عصبية. ولأن الدماغ يحافظ على الاتزان الداخلي ويؤدي دورًا في جميع نشاطات الجسم، لذا يطلق عليه أحيانًا المركز المسيطر على جسم الإنسان. ارجع إلى **الشكل 8-2** لمعرفة الأحداث المهمة التي أدت إلى فهم وظائف الدماغ.

يُعد **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 معًا بحزمة من الأعصاب، **لاحظ الشكل 9-2.**



1900

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

1901م تم تشخيص أوغستي د، البالغ من العمر 51 عامًا بوصفه أول حالة عُرفت بمرض الزهيمر (الخرف).

1950

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

2000

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

1981م تم استعمال الفلوكسيتين بوصفه أول علاج لمرض الاكتئاب.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

فني تخطيط الدماغ EEG يُشغِّل فنيو تخطيط الدماغ آلات تخطيط الدماغ التي تسجل نشاطات الدماغ (الموجات الدماغية) في المستشفيات.

والمخ مسؤول عن عمليات التفكير، والتعلم، والكلام، واللغة، وحركات الجسم الإرادية، والذاكرة، والإدراك الحسي. وتحدث معظم عمليات التفكير المتقدمة قريبًا من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانثناءات المخية على سطح المخ ـ كما في **الشكل** 9-2 ـ من مساحة سطح الدماغ لتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيدًا.

يقع **المخيخ** cerebellum خلف أسفل الدماغ، وهو يسيطر على اتزان الجسم، ويحافظ على وضعه وتنسيق حركاته، كما ينظم المخيخ المهارات الحركية البسيطة، ومنها النقر على لوحة مفاتيح الحاسوب، أو ركوب الدراجة.

ويربط جذع الدماغ brain stem الدماغَ بالحبل الشوكي. ويتكون من منطقتين، 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. تعمل **القنطرة** pons على توصيل الإشارات بين المخ والمخيخ، وتسيطر على معدل عملية التنفس.

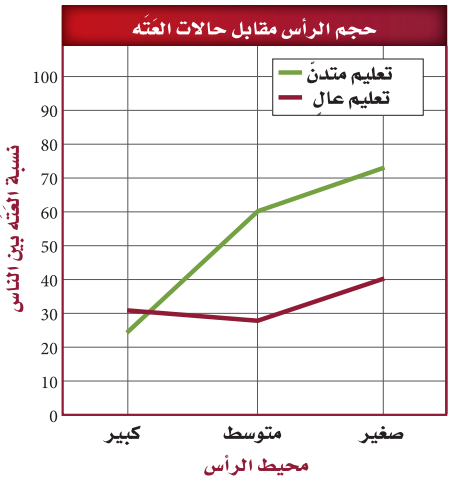
ماذا قرأت؟ **وضح** وظيفة الجهاز العصبي المركزي.

مختبر تحليل البيانات 1-2

بناءً على بيانات حقيقية

تفسير البيانات

هل هنالك ارتباط بين حجم الرأس والمستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العَتَه؟ في دراسة استغرقت 10 سنوات، تم متابعة 294 حالة لإمرأة سنويًّا من حيث الفقدان المزمن للوظائف العقلية أو العَتَه. سجلت بيانات عن كل منها، تتعلق بمحيط الرأس، وحجم الدماغ، ومستوى التعليم الذي وصلت إليه.



البيانات والملاحظات

يبين المنحنى النتائج الكلية لهذه الدراسة.

التفكير الناقد

1. **حلّل** ما العلاقة بين خطر الإصابة بالعته وحجم الدماغ والمستوى التعليمي؟
2. **فسر** كيف يمكن شرح الفرق بين المستوى التعليمي وخطر ظهور أعراض العته؟
3. **استنتج** لماذا اختار الباحثون هذه المجموعة لدراستها؟

أخذت البيانات في هذا المختبر من: Mortimer, James, A.etal. 2003. Head circumference, education and risk of dementia: Finding From the nun study. Journal of Clinical Experimental Neuropstichology 25: 671 – 679

هل أحسست يومًا بالتقيؤ عندما ضغط الطبيب بأداته على لسانك لفحص الحلق؟ توجد الخلايا العصبية الموصلة التي تُعد مركزًا لاإراديًا لعمليات البلع والتقيؤ والسعال والعطس في النخاع المستطيل.

تقع منطقة **تحت المهاد** hypothalamus بين جذع الدماغ والمخ. وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي، وتنظم أيضًا 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 جزء في 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.

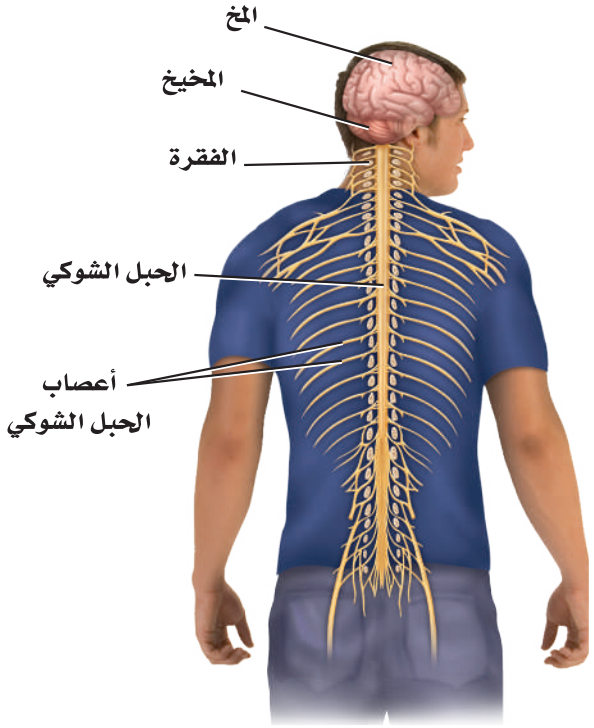
الجهاز العصبي الطرفي

Peripheral Nervous System

عندما تسمع كلمة عصب ربما تفكر مبدئيًّا في الخلية العصبية. إلا أن العصب حزمة من المحاور العصبية. وهناك العديد من الأعصاب التي تحوي خلايا عصبية حسية وحركية.

يتكون الجهاز العصبي الطرفي من 12 زوجًا من الأعصاب الدماغية تمتد من الدماغ وإليه، وكذلك 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية وفروعها تخرج من الحبل الشوكي. تنتقل المعلومات العصبية من الدماغ وإليه بوساطة الخلايا العصبية الحسية والحركية. حيث تشبه الأعصاب الشارع ذا الاتجاهين. **الشكل 10-2**

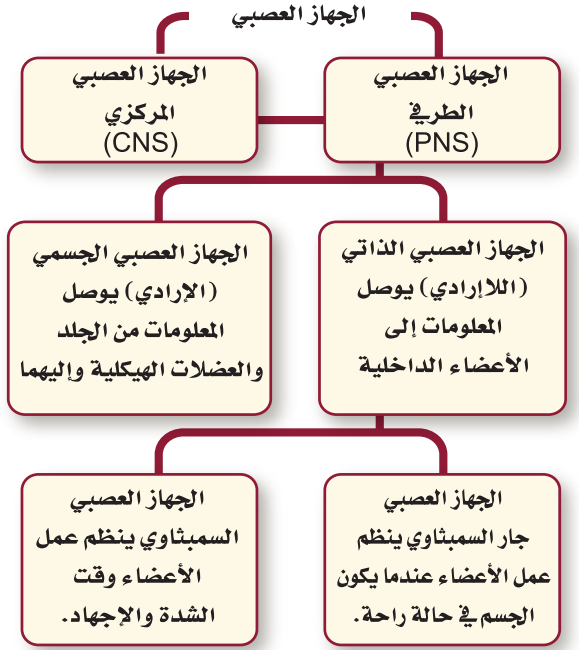
ارجع إلى **الشكل 11-2**، وأنت تقرأ عن الجهاز العصبي الطرفي. يحوي هذا الجهاز جميع الخلايا العصبية التي لا تعد جزءًا من الجهاز العصبي المركزي، ومنها الخلايا العصبية الحسية والحركية. ويمكن تصنيف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي الطرفي أيضًا على أنها جزء من الجهاز العصبي الجسمي، أو جزء من الجهاز العصبي الذاتي.



الشكل 10-2 يمتد من الحبل الشوكي 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية.

ميز كيف ترتبط الخلية العصبية بالعصب؟

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



الجهاز العصبي الجسمي The somatic nervous system توصل الأعصاب في **الجهاز العصبي الجسمي** the somatic nervous system 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 ليس كل استجابات الجهاز العصبي المركزي إرادية؛ فبعض الاستجابات تكون نتيجة لرد الفعل المنعكس، الذي تكون استجابته سريعة لأي تغير في البيئة المحيطة. لا تتطلب ردود الفعل المنعكسة فكرًا واعيًا، وهي لا إرادية. وتذهب إشارات معظم ردود الفعل المنعكس إلى الحبل الشوكي فقط، لا إلى الدماغ.

الجهاز العصبي الذاتي The autonomic nervous system هل تذكر آخر مرة رأيت فيها حلمًا مفزعًا؟ ربما استيقظت وقتها وأدركت أن قلبك يخفق. هذا النوع من الاستجابة ناتج عن عمل الجهاز العصبي الذاتي. يحمل **الجهاز العصبي الذاتي** the autonomic nervous system السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى القلب والأعضاء الداخلية الأخرى. ويستجيب الجسم لا إراديًا، وليس تحت سيطرة الوعي. ويُعد دور الجهاز العصبي الذاتي مهمًا في حالتين مختلفتين. فعندما تمر بك ليلة عصيبة، أو تكون في وضع مخيف يستجيب الجسم بما يُسمّى استجابة الكر أو الفر. وعندما تهدأ يستريح الجسم، ويبدأ بعملية الهضم.

الجدول 1-2 **تأثيرات الجهاز العصبي الذاتي**

التركيب	المنبه السمبثاوي	المنبه جار السمبثاوي
القزحية	اتساع حدقة العين	ضيق حدقة العين
الغدد اللعابية	يقل إفراز اللعاب	يزداد إفراز اللعاب
مخاط الأنف	يقل إفراز المخاط	يزداد إفراز المخاط
القلب	يزداد معدل نبض القلب	يقل معدل نبض القلب
شعيبات الرئة	توسع الشعيبات الهوائية	ضيق الشعيبات الهوائية
المعدة	يقل افراز العصارة المعدية	تفرز العصارة المعدية
الأمعاء الدقيقة	يقل انقباض العضلات	يزداد الهضم
الأمعاء الغليظة	يقل انقباض العضلات	تزداد الانقباضات والحركة

الربط مع الصحة يتكـون الجهـاز العصبـي الذاتي مـن جزأين يعمـلان معًا، هما: **الجهـاز العصبـي السـمبثاوي** sympathetic nervous system الـذي يعمـل في حالات الطـوارئ والإجهاد، وعندئذ تزداد سـرعة التنفـس والقلب، و**الجهاز العصبي جار السـمبثاوي** parasympathetic nervous system الذي يعمل عندما يكون الجسـم في حالة الراحـة؛ إذ يعادل أو يخفض من أثر الجهاز العصبي السـمبثاوي، ويعيد الجسـم إلى حالة الاسـترخاء بعد المرور بالضغط النفسي والجسدي (الإجهاد).

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

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

التقويم 2-2

الخلاصة

- يتكـون الجهـاز العصبـي مـن جزأين رئيسـين، همـا: الجهاز العصبـي المركـزي، والجهـاز العصبي الطرفي.
- يتكـون الجهـاز العصبـي المركـزي من الدمـاغ، والحبل الشوكي.
- يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسـمي، والجهاز العصبي الذاتي.
- الجهـاز العصبـي السـمبثاوي والجهـــاز العصبـــي جار السـمبثاوي فرعان مـن الجهاز العصبي الذاتي.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **قـارن** بيـن تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي، وفسر العلاقات بينهما.
2. **حـدد** أوجـــه الشـبـــه وأوجه الاختلاف بين الجهاز العصبي الجسـمي والجهـــاز العصبي الذاتي.
3. **فسّـر** أي أجـــزاء الجهـــاز العصبـي ذو علاقـة باسـتجابة الكر أو الفـر؟ ولماذا تعد هذه الاستجابة مهمة؟

التفكير الناقد

4. **كوّن فرضية** مـا نوع الفحوص التي يجريهـا الباحـث للتأكـد مـن عمل أجزاء الدماغ المختلفة؟
5. **صمّـم تجربـة** تُظهـر فيهـا بالأدلـة عمل الجهازين العصبي السمبثاوي وجار السمبثاوي في قزحية العين.
6. **الكتابة في علم الأحياء**

اكتـب قصة قصيـرة تصف فيهـا وضعًا للقلـب يعمـل فيـه الجهـازان العصبي السـمبثاوي وجـار السـمبثاوي معًـا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

2–3

تساؤلات جوهرية

- **ما** التراكيب الحسية المختلفة في الجسم ووظيفة كل منها؟
- **كيف** يتمكن كل عضو حسي من نقل السيال العصبي؟
- **كيف** تساعد الحواس على اكتشاف البيئة واتزان الجسم؟

مراجعة المفردات

المنبّه: أي شيء في البيئة الداخلية أو الخارجية يسبب استجابة العضو.

المفردات الجديدة

براعم التذوق

عدسة العين

الشبكية

العصبي

المخاريط

الكوة البيضية

القوقعة

القنوات الهلالية

الحواس The Senses

الفكرة الرئيسة **تمكّن المستقبلات الحسية الجسم من اكتشاف البيئة من حوله.**

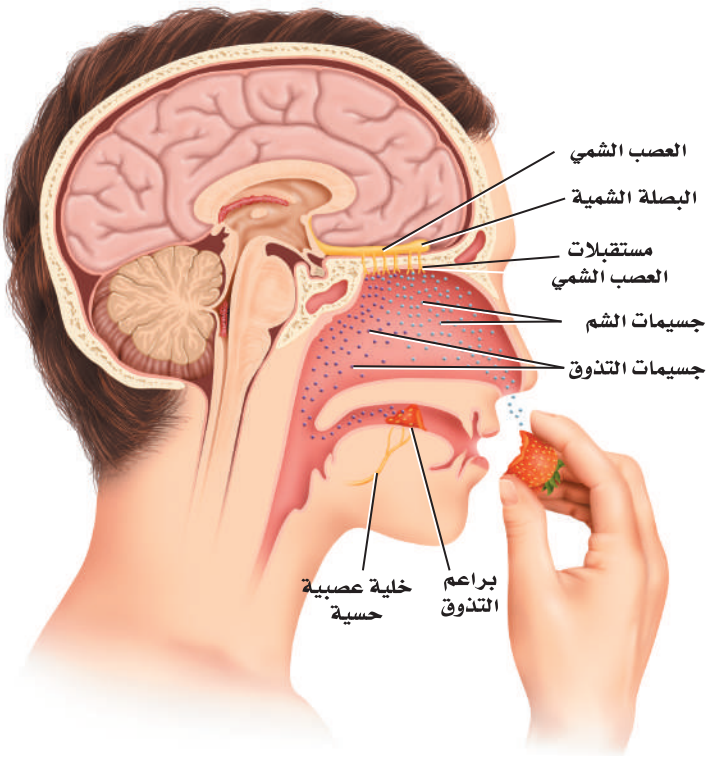
الربط مع الحياة من يستطيع مقاومة رائحة بسكويت الشوكولاتة الطازج؟ عندما تفوح الرائحة من المطبخ فأنت ـ في الواقع ـ تستجيب للمواد الكيميائية المنتشرة في الهواء. والحواس تدفعك إلى إدراك التغيرات البيئية من حولك؛ فأنت تفسر البيئة من حولك كل ثانية، كما أنك تستجيب للمنبه البيئي قبل أن تولد.

التذوق والشم Taste and Smell

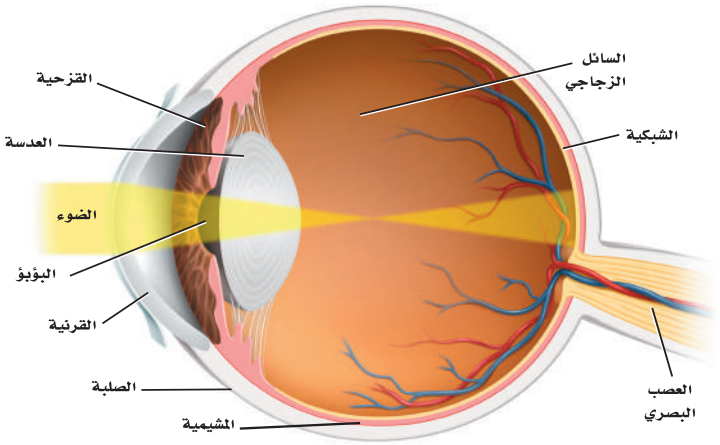
هناك خلايا عصبية متخصصة في الجسم ـ تُسمى المستقبلات الحسية ـ تمكّنك من التذوق والشم والسمع والرؤية واللمس، وتعرُّف الحركة ودرجة الحرارة.

تُثار حاستا التذوق والشم بمواد كيميائية، وغالبًا ما تعملان معًا. وتوجد مستقبلات متخصصة في سقف التجويف الأنفي لكي تستجيب للمواد الكيميائية في الهواء، وترسل المعلومات إلى البصلة الشمية في الدماغ. أما **براعم التذوق** taste buds فهي مناطق لمستقبلات كيميائية متخصصة في اللسان لتميز المجموعات المختلفة من المواد الكيميائية في الطعام مثل الطعم الحلو، المر، المالح، الحامض. وتُرسل هذه المعلومات إلى جزء آخر من الدماغ.

ويبين **الشكل 12–2** المستقبلات المتعلقة بالذوق والشم. تعمل الإشارات المنبعثة من هذه المستقبلات معًا لإحداث استجابة مشتركة في الدماغ. حاول أن تأكل وأنت ممسك بأنفك، ستجد أنك تفقد الكثير من مذاق الطعام.



الشكل 12–2 مستقبلات حاستي التذوق والشم تعمل معًا وتُثار بطرائق متشابهة. وغالبًا ما يُشم الطعام كما يُتذوق.



■ **الشكل 13–2** ينتقل الضوء عبر القرنية والبؤبؤ إلى العدسة التي تُجمّع الصورة على الشبكية. وترسل العصبي والمخاريط في الشبكية المعلومات إلى الدماغ عن طريق العصب البصري.

البصر Sight

تقع العين في مقدمة الرأس ويصل قطرها إلى 2.5 cm تقريبًا في محجر العين حيث يبرز عظم الجمجمة لحمايتها، تتحرك داخله بصورة حرة بواسطة عضلات طولية وأخرى عرضية، وتشتمل العين على ثلاث طبقات أساسية هي: الصلبة، والمشيمية، والشبكية. يبين **الشكل 13–2** مسار الضوء عبر العين. إذ يدخل الضوء أولاً إلى العين من خلال طبقة من الخلايا الشفافة القوية تُسمى القرنية cornea التي تساعد على تجميع الضوء نحو فتحة تُسمى حدقة العين (البؤبؤ). ويتحكم في حجم فتحة البؤبؤ عضلات القزحية iris، أو الجزء الملون من العين. وتوجد **عدسة العين** eye lens خلف القزحية، إذ تقلب الصورة وتجمعها على الشبكية. ثم تنتقل الصورة خلال السائل الزجاجي عديم اللون الذي يشبه الجيلاتين، ويقع بين العدسة والشبكية. وتحوي **الشبكية** retina خلايا مُستقبِلة كثيرة تُسمى **العصي** rods و**المخاريط** cones. وخلايا العصي حساسة للضوء وتتأثر بأقل مستوى إضاءة (الضوء الخافت). كما تعمل المخاريط في الضوء الشديد وتزود الدماغ بمعلومات عن اللون. في حين ترسل المستقبلات جهود الفعل (سيالات عصبية) إلى الدماغ بواسطة الخلايا العصبية في العصب البصري، فيفسر الدماغ بعد ذلك مجموعةً من الإشارات المختلفة التي أرسلتها الشبكية، مكوِّنةً صورة مرئية معتدلة.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

أطباء العيون طبيب العيون متخصص في تركيب العين ووظيفتها وأمراضها.

المفردات

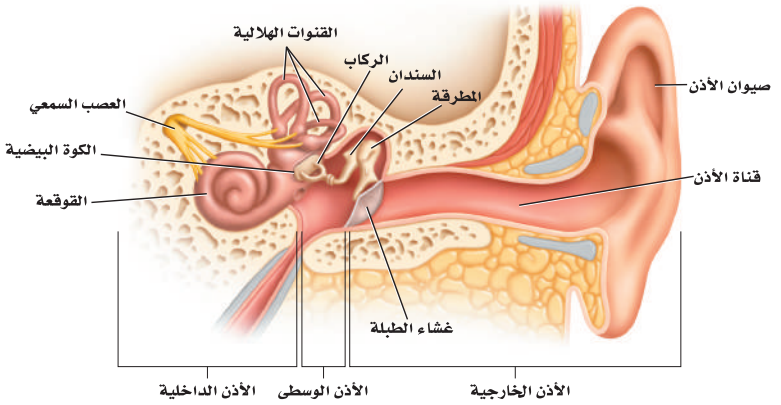
مفردات أكاديمية

فسر Interpret
أن توضح معنى أو حدثًا ما. تساعد حواسُّنا على تفسير بيئتنا.

السمع والتوازن Hearing and Balance

السمع والمحافظة على توازن الجسم وظيفتا الأذن الرئيستان. وتستطيع الأذن أن تميز صفات الصوت الصادر، فهذا صوت ناعم كالهمس، وهذا صاخب كاحتفال رياضي؛ حيث توجد مستقبلات متخصصة في الأذن تميز الأصوات العالية والمنخفضة. وهناك قنوات في الأذن الداخلية مسؤولة عن الشعور بالتوازن.

السمع Hearing تسبب المنبهات التي تسمى الموجات الصوتية تذبذب الجزيئات في الهواء. ويوضح **الشكل 14–2** مسار الموجات الصوتية عندما تنتقل في الأذن.



■ **الشكل 14–2** تسبب الموجات الصوتية اهتزاز طبلة الأذن، لتنتقل منها إلى عظيمات الأذن الوسطى وإلى القوقعة، وتُولّد الخلايا الشعرية في القوقعة سيالات عصبية ترسل إلى الدماغ عبر العصب السمعي.

الربط مع الفيزياء يعمل صيوان الأذن على تجميع الموجات الصوتية لتمر عبر القناة السمعية، وتسبب تذبذب الغشاء الموجود في نهاية قناة الأذن، الذي يُسمى طبلة الأذن. وتنتقل هذه التذبذبات عبر العظيمات الثلاثة في الأذن الوسطى، وهي: المطرقة والسندان والركاب. وعندما تهتز العظيمات تتحرك إلى الأمام وإلى الخلف **كُوةٌ بيضية** oval window وهي غشاء يفصل بين الأذن الوسطى والأذن الداخلية. ويوجد في الأذن الداخلية تركيب يسمى **القوقعة** cochlea مملوء بسائل، ومبطن بخلايا شعرية صغيرة. وتسبب ذبذبات الصوت حركة السائل داخل القوقعة كموجات تمر بالخلايا الشعرية، التي تستجيب لها بتوليد سيالات عصبية في العصب السمعي، ونقلها إلى الدماغ.

ماذا قرأت؟ لخص كيف يميز كل عضو حسّ التغيرات في البيئة؟

التوازن Balance تحوي الأذن الداخلية أعضاء لتوازن الجسم، ومنها ثلاث قنوات هلالية. ترسل **القنوات الهلالية** semicircular canals المعلومات عن وضع الجسم ـ إلى الدماغ. وتوجد هذه القنوات الثلاث متعامدة بعضها على بعض. وهذه القنوات مملوءة بسائل، ومبطنة بخلايا شعرية. وعندما يتغير وضع الرأس يتحرك السائل في القنوات، مما يسبب انحناء الخلايا الشعرية، التي ترسل بدورها سيالاً عصبيًّا إلى الدماغ. وبهذا يصبح الدماغ قادرًا على تحديد وضع الجسم، هل هو في حركة أم لا.

تجربة 2-2

استقصِ التكيف للظلام

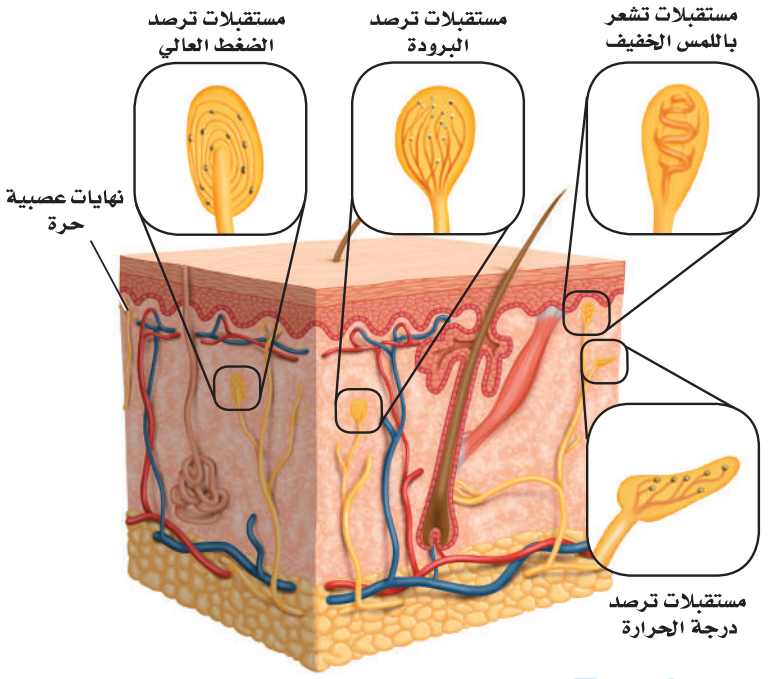
ما سرعة تكيف المستقبلات الضوئية في الشبكية مع الإضاءة الخافتة؟ تحوي الشبكية نوعين من خلايا الاستقبال الضوئية. وتتكيف المخاريط للرؤية في الإضاءة الساطعة، وتساعد على تمييز الألوان، كما تتكيف العصي للرؤية في الضوء الخافت، وتساعد على معرفة الشكل والحركة. ويجمع الدماغ السيالات العصبية التي تصله من هذه الخلايا ويفسرها. ولذا يسهل عليك رؤية الأشياء في الظروف الضوئية المختلفة.

خطوات العمل

1. اعمل مع زميلك، واستعن **بساعة توقيت** في تحديد الزمن الذي تستغرقه في تصنيف 30 غطاء زجاجة بلاستيكية في مجموعات حسب ألوانها.
2. سجّل المدة الزمنية، وعدد الأغطية في كل مجموعة، ونسبة الدقة في العمل.
3. توقع التغيرات في البيانات إذا أعيدت التجربة في مكان يكون الضوء فيه خافتًا.
4. اخلط الأغطية في مجموعة واحدة، أخفت الضوء، وأعد الخطوة 1 مباشرة.
5. أعد الضوء إلى وضعه الطبيعي، ودوّن البيانات.
6. ناقش النتائج مع أفراد مجموعتك، والتغيرات التي تتوقعها إذا أعيدت التجربة بعد خمس دقائق في ضوء خافت.
7. انتظر خمس دقائق، وكرر الخطوة 1، ثم أعد الضوء إلى وضعه الطبيعي، ودوّن البيانات.

التحليل

1. **حلّل** ارسم منحنى بيانيًّا للمدة الزمنية المستغرقة، ونسبة الدقة في كل محاولة. وكيف تقارن بين هذه المتغيرات في المحاولات المختلفة؟
2. **التفكير الناقد** بناءً على البيانات، قارن بين رد الفعل المنعكس لرَمْش العين (**تجربة 1-2**) وعمل العين في حالة تكيفها مع الضوء الخافت.



■ **الشكل 15–2** يوجد الكثير من المستقبلات في الجلد. يستطيع الشخص معرفة هل الجسم ساخن أم بارد؟ وهل هو خشن أم ناعم؟

اللمس Touch

هناك العديد من المستقبلات الحسية التي تستجيب لدرجة الحرارة والضغط والألم في طبقة الأدمة من الجلد. ويوضح **الشكل 15–2** أنواع المستقبلات المختلفة؛ فبعضها يستجيب للمس الخفيف، وبعضها الآخر يستجيب للضغط الشديد. ولا يتساوى توزيع المستقبلات في مناطق الجسم كلها؛ حيث تحوي أطراف الأصابع الكثير من المستقبلات التي تشعر باللمس الخفيف. كما يحوي باطن القدم الكثير من المستقبلات التي تستجيب للضغط الشديد. ومستقبلات الألم بسيطة جدًّا، وتتكون من نهايات عصبية حرة توجد في جميع أنسجة الجسم ما عدا الدماغ. ويستقبل الدماغ باستمرار إشارات من هذه المستقبلات؛ لكي يستجيب بصورة مناسبة.

التقويم 3–2

الخلاصة

- تعمل حاستا التذوق والشم معًا.
- تحوي العين نوعين من المستقبلات.
- وظيفة الأذن السمع والمحافظة على توازن الجسم.
- للجلد مستقبلات حسية كثيرة.
- بعض المستقبلات الحسية معقدة أكثر من غيرها.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **اعمل مخططًا** لمسار موجة صوتية، بدءًا بالقناة السمعية وحتى تكون سيالاً عصبيًّا.
2. **توقع** ما يحدث إذا حصل تلف في القرنية.
3. **حلّل** أهمية نوع المستقبلات الموجودة في الأصابع.
4. **فسر** لماذا يصعب التذوق عندما تكون مصابًا بالبرد والزكام وتكون ممرات الأنف مسدودة؟

التفكير الناقد

5. **صمّم** تجربة لفحص فكرة أن هناك مناطق معينة في اللسان للتذوق.
6. **كوّن فرضية** لا يزال الشخص الذي فقد البصر يشعر بأنه مبصر أحيانًا، ومن كان يسمع ذات مرة يشعر بأنه يسمع أصواتًا. لماذا تحدث هذه الظاهرة؟

مستجدات في علم الأحياء

أطراف اصطناعية يتحكم فيها الدماغ: لم يعد الأمر خيالاً علميًّا.

لعقود 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؛ لأنها ليست منظمة من الدماغ. والأبحاث العلمية الحالية توشك أن تغير كل ذلك.

ما الجراحة التعويضية التي يتحكم فيها الدماغ؟ هندسة الأنسجة هي عملية إعادة بناء جسم الإنسان، حيث تمكّن العلماء حاليًّا 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 القردة، حيث تم وصل هذه الأذرع بالدماغ باستعمال الزرعات.

كيف تعمل الزرعات؟ تكون الزرعات على شكل مئات الأقطاب الرقيقة بسمك الشعرة. وتوضع هذه الأقطاب في القشرة الحركية لدماغ القرد على أن تغرس 3mm تحت عظم الجمجمة لكي تلتقط الإشارات العصبية في الدماغ، فتنقل الزرعات الإشارات إلى الحاسوب. وتترجم هذه الإشارات بطرائق رياضية إلى تعليمات للذراع، فتتمكن الذراع خلال 30 جزءًا من ألف من الثانية من التقاط الطعام وإحضاره إلى فم القرد. والذراع مزودة بمحركات عديدة، وتتحرك في اتجاهات ثلاثة كذراع الإنسان، فتستجيب الذراع، وتحضر الطعام إلى القرد عندما يفكر فيه.

ويستعمل المريض خلال هذه التجارب ذراعه مستعينًا بعصا تحكم، إلى أن يعتاد العمل مع هذه الذراع. وبعد أن اعتاد على ذلك باستعمال عصا التحكم قام العلماء بإزالتها، ومنعوا استعمالها. وقد دهشوا عندما وجدوا أن الذراع

الاصطناعية أصبحت تتحرك استجابة لأفكار المريض.

يرغب العلماء في تطوير التقنية، بحيث يصبح الجهاز لاسلكيًّا تمامًا. وهناك مصدر قلق للعلماء؛ حيث لا تخدم هذه الأقطاب أكثر من ستة أشهر، كما أنه يحدث 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 استعمال هذه الأدوات مع الإنسان في السنوات القليلة القادمة، ويأملون أن يساعد هذا التواصل بين الدماغ والحاسوب المشلولين على استعادة بعض الحركة، أو القدرة على التواصل مع الآخرين. كما تستطيع زرعات الدماغ السيطرة على الروبوتات الصغيرة لأداء المهام اليومية، دون استعمال اليد. وربما تكون هذه الروبوتات مفيدة للأشخاص الأصحاء؛ حيث يمكن استعمال هذه الأدوات 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، وبعض مزاياه.

مختبر الأحياء

كيف يمكن تطوير المسارات العصبية لكي تصبح أكثر فاعلية؟

الخلفية النظرية: تخيل أنك تشق طريقًا ضيقًا داخل منطقة مليئة بالأشجار، ومع مرور الزمن يصبح الطريق أكثر وضوحًا، وأسهل اختراقًا. وبشكل مشابه، تتطور المسارات العصبية في الدماغ عندما تتعلم شيئا جديدًا. وكلما مارست ما تعلمته تقوى 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. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. اعمل مع أحد زملائك في مجموعتك لكتابة قائمة مكونة من 20 كلمة 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، ومن ثم قسمة عدد الأشخاص الذين تذكروا الكلمة على العدد الكلي للأشخاص، ثم اضربها في مائة.
5. ارسم رسمًا بيانيًّا لنسب تذكُّر كل كلمة، ولاحظ الأنماط في البيانات.
6. احسب متوسط نسبة تذكر الكلمات، وذلك بجمع نسبة تذكر كل كلمة مقسومًا على 20 ومضروبًا في مائة.
7. قم بعصف ذهني لزيادة معدل نسبة تذكر الكلمات. اختر تقنية واحدة، وتوقع كيف تؤثر في معدل نسبة استرجاع المعلومات وتذكرها. ثم صمم تجربة لاختبار توقعك.
8. عندما يوافق معلمك على الخطة نفذها على الأشخاص أنفسهم مستعملًا قائمة تتكون من (20) كلمة أخرى تصف طبيعة أجسام محددة.
9. أعد الخطوات من 6 – 4 لتقوّم التغيرات في متوسط استرجاع الكلمات.

حلل واستنتج

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

طبق مهارتك

صمم تجربة لتحدد ما إذا كان وضع استراتيجية محددة للتعلم تتساوى في فاعليتها مع اختبار موضوعات مختلفة.

المفردات		المفاهيم الرئيسة
2-1 تركيب الجهاز العصبي		
الخلية العصبية	جهد الفعل	**الفكرة الرئيسة** **توصل الخلايا العصبية الإشارات الكهربائية التي تمكّن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه والاستجابة له.** • هناك ثلاثة أجزاء رئيسة للخلية العصبية. • هناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية. • السيال العصبي شحنة كهربائية تُسمى جهد الفعل. • تستخدم الخلايا العصبية مواد كيميائية وكهرباء لنقل السيال العصبي.
الزوائد الشجيرية	عتبة التنبيه	
جسم الخلية العصبية	العقدة العصبية	
محور الخلية العصبية	التشابك العصبي	
رد الفعل المنعكس	النواقل العصبية	
2-2 تنظيم الجهاز العصبي		
الجهاز العصبي المركزي	الجهاز العصبي الجسمي	**الفكرة الرئيسة** **الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي هما الجزأن الرئيسان للجهاز العصبي.** • يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، 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.
الجهاز العصبي الطرفي	الجهاز العصبي الذاتي	
المخ	الجهاز العصبي السمبثاوي	
المخيخ	الجهاز العصبي جار السمبثاوي	
النخاع المستطيل		
القنطرة		
تحت المهاد		
2-3 الحواس		
براعم التذوق	المخاريط	**الفكرة الرئيسة** **تمكّن المستقبلات الحسية الجسم من اكتشاف البيئة من حوله.** • تعمل حاستا التذوق والشم معًا. • تحوي العين نوعين من المستقبلات. • وظيفة الأذن السمع والمحافظة على توازن الجسم. • للجلد مستقبلات حسية كثيرة. • بعض المستقبلات الحسية معقدة أكثر من غيرها.
عدسة العين	الكوة البيضية	
الشبكية	القوقعة	
العصي	القنوات الهلالية	

الفصل 2 مراجعة

2–1

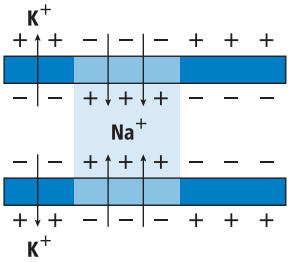
مراجعة المفردات

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

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

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما الذي يبينه الرسم أعلاه؟
   a. تدخل أيونات البوتاسيوم الخلية العصبية.
   b. تخرج بروتينات سالبة الشحنة من الخلية العصبية.
   c. تدخل أيونات الصوديوم الخلية العصبية.
   d. تحلّل الغشاء الميليني، والسماح 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. **إجابة قصيرة** كوِّن فرضية لماذا يحتاج السيال العصبي عندما ينتقل عبر محور غير ميليني إلى طاقة أكبر مما إذا كان عبر محور ميليني؟
7. **إجابة قصيرة** فسر التناظر الآتي: تشبه الخلية العصبية طريقًا باتجاه واحد، في حين يشبه العصب طريقًا باتجاهين.

التفكير الناقد

8. **استدل** ينتقل جهد الفعل في معظم الحيوانات في اتجاه واحد فقط عبر الخلية العصبية. استنتج ماذا يحدث إذا انتقلت السيالات العصبية في الإنسان في اتجاهين في خلية عصبية واحدة.

2–2

مراجعة المفردات

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

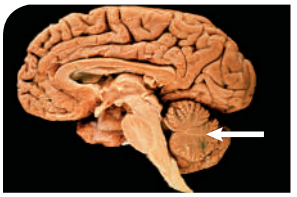
9. الجهاز العصبي الجسمي – الجهاز العصبي جار السمبثاوي – الجهاز العصبي السمبثاوي.
10. المخ – القنطرة – النخاع المستطيل.
11. الجهاز العصبي الذاتي – الجهاز العصبي الجسمي – الجهاز العصبي المركزي.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

12. مـا الذي يُعد مـن خصائص الجهاز العصبي السـمبثاوي التابع للجهاز العصبي الذاتي؟

a. يحفز الهضم.
b. يوسع القصبات.
c. يبطئ نبض القلب.
d. يحول الجلوكوز إلى جلايكوجين.

استعمل الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 13.



13. إذا حـدث ضـرر للجزء المشـار إليـه في الصـورة نتيجة حادث ما، فما أثر ذلك في الشخص؟

a. فقدان الذاكرة كليًّا أو جزئيًّا.
b. تغير في درجة حرارة الجسم.
c. عدم المحافظة على توازن الجسم.
d. تسارع في التنفس.

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

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

أسئلة بنائية

15. إجابة مفتوحة افترض أنك عضو في فريق مناظرة علمية في المدرسـة، وعليـك أن تدعم المقولـة الآتية: للجهاز العصبـي الذاتـي دور أكبر من الجهاز العصبي الجسـمي في اتزان الجسم الداخلي. ادعم رأيك بالأدلة.

التفكير الناقد

16. انقد ربما سـمعت الجملة الآتية "يسـتخدم الإنسان 10٪ فقـط من دماغـه". اسـتعمل الإنترنـت أو أي مصدر آخر لتجمع بيانات تدعم هذه الفكرة، أو تدحضها.

17. حلّل حجم مخ الإنسان أكبر كثيرًا من حجم مخ الحيوانات الأخرى. ما فائدة ذلك للإنسان؟

2–3

مراجعة المفردات

ميز بين المصطلحات في كل مجموعة من الآتي:

18. العصي – المخاريط

19. القوقعة – القنوات الهلالية

20. الشبكية – براعم التذوق

تثبيت المفاهيم الرئيسة

21. إذا حـدث انقطاع للتيار الكهربائي في أثناء مشـاهدة فيلم تعليمـي في مسـرح المدرسـة ولم يكن هنـاك إلا أضواء الطـوارئ (المخـرج) الخافتة، فما الخليـة الموجودة في الشبكية، المعنية برؤية الممر الذي يؤدي إلى الخارج؟

a. العصي.
b. المخاريط.
c. للعصي والمخاريط الأهمية نفسها.
d. لاشيء مما ذكر.

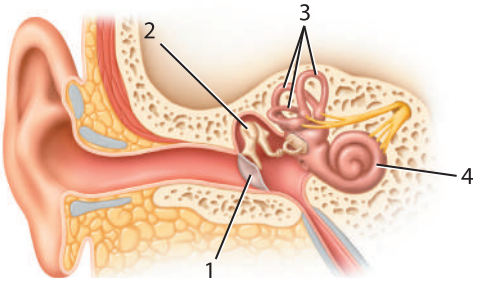
22. ما الذي يمثـل الترتيب الصحيح عندمـا تنتقل الموجات الصوتية في الأذن؟

a. القوقعة، السندان، الركاب، طبلة الأذن.
b. طبلة الأذن، عظيمات الأذن الوسـطى، القوقعة ، الخلايا الشعرية.
c. القناة السـمعية، طبلة الأذن ، الخلايا الشـعرية ، القوقعة.
d. الخلايـا الشـعرية ، القنـاة السـمعية ، القوقعـة ، المطرقة.

23. ما الحاسة التي لها نهاية عصبية حرة؟

a. التذوق.
b. السمع.
c. اللمس.
d. البصر.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 24.



24. إذا ركبت بعض الألعاب المسلية في المتنزهات ثم توقفت فإنك تشعر بدوار. ما التركيب في الصورة أعلاه المرتبط مع شعور الدوار؟

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

أسئلة بنائية

25. مفتوح النهاية: نادرًا ما تجد شخصًا لا يشعر بالألم. هل يُعد هذا أمرًا مرغوبًا فيه، أم لا؟ فسر إجابتك.

التفكير الناقد

26. فسّر يوجد في الجسم كله مستقبلات للضوء واللمس. بناءً على ما تعرفه عن الجهاز العصبي، لماذا لا تكون دائمًا واعيًا لبعض الأشياء، ومنها ارتداء الملابس أو ساعة اليد؟

27. صنّف رتب الحواس الخمس تنازليًّا حسب أهميتها. دافع عن رأيك في هذا الأمر أمام زملائك إذا تطلب الأمر.

تقويم إضافي

28. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة عن شخص يسمع صوتًا عاليًا فيخاف. مضمنًا قصتك الأحداث التي يمكن أن تحدث في كل جزء من اجزاء الجهاز العصبي في هذه التجربة.

أسئلة المستندات

أخذت البيانات من

Blinkov, S.M. and Glezer, I.I.1968. The human brain in figures and tables: a quantitative handbook. New York, Plenum Press.

Nieuwhehuys R.Ten Donkelaar, H.J, and Nicholson, C. 1998. The central nervous system of vertebrates. Vol.3. Berlin Springer.

Berta, A., et al. 1999. Manine mammals evolutionary biology. San Diego: Academic Press.

معدل كتلة الدماغ (g)

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

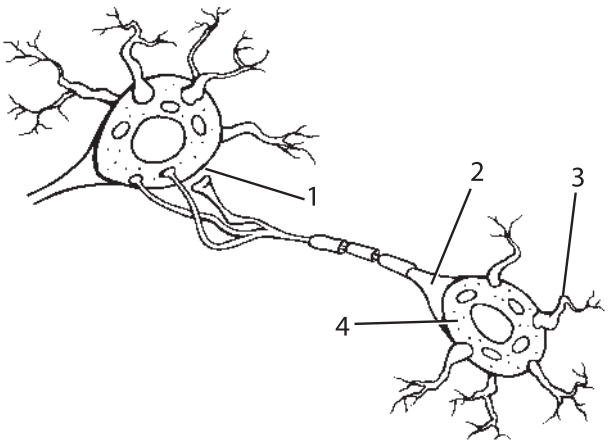
29. هل تظهر علاقة بين حجم الجسم وكتلة الدماغ؟

30. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث التكيف) التي تؤدي دورًا في إجابتك عن السؤال 29.

اختبار مقنن
تراكمي

اختيار من متعدد

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 1 و 2.



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

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

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

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

3. ما الهدف من وجود الخلايا الطلائية في الجلد؟

a. تغطي سطح الجسم وتحمي الأنسجة.

b. تحرك المفاصل والعظام.

c. تزوّد الجسم بهيكل دعامي.

4. أي مما يلي لا يُعد من العوامل المؤثرة في التئام الكسور؟

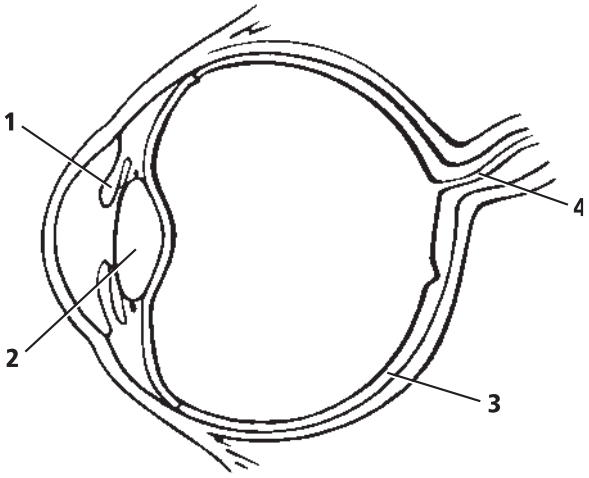
a. عمر المصاب.

b. جنس المصاب.

c. مكان الكسر.

d. نسبة الكالسيوم في الجسم.

استعمل الرسم الآتي للإجابة عن السؤالين 5 و6.



5. أي أجزاء العين يتكون من عضلات تستجيب للمنبه؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

6. إذا لم يستطع شخص رؤية جميع الألوان، فأي أجزاء العين قد لحق به الضرر؟

a. 1 **c.** 3

b. 2 **d.** 4

7. أي من العضلات الآتية يتميز بسرعة الانقباض

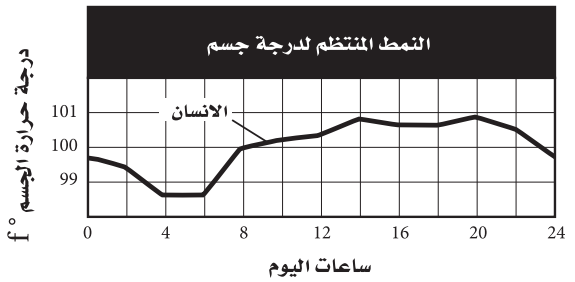
a. العضلات التي ترفع القدم.

b. العضلات التي ترفع الذراع.

c. العضلات المحركة للعين.

d. العضلات التي ترفع الرقبة.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 8.



8. يبين المنحنى نمط التغير اليومي في درجة حرارة جسم الإنسان. متى تبدو درجة حرارة الجسم أقل؟

a. بعد الأكل.
c. قبل الفجر.
b. عند الظهيرة.
d. عند الفجر.

أسئلة الإجابات المفتوحة

9. كيف تربط عمل ألياف الأكتين والميوسين بانقباض العضلات؟

سؤال مقالي

تجرى كل عام أكثر من 450,000 جراحة علاج مفاصل وتغييرها؛ إذ تخفف هذه العمليات الجراحية من الألم، وتزيد من حركة المفاصل؛ حيث يتم في هذه العمليات إزالة الترسبات أو خلايا العظم الزائدة حول المفصل وتنظيفها، مما يعيد إلى المفصل وظيفته. كما تتضمن هذه العمليات تغيير المفاصل، واستبدال مفصل اصطناعي بدلاً من المفصل الطبيعي المتآكل. ويصنع المفصل الاصطناعي من البولي إثيلين أو السيراميك أو المعدن، ويؤدي بعد ذلك وظيفته كما يؤديها المفصل الطبيعي. وعادة ما تجري عمليات استبدال مفاصل الركبة، والحوض والكتف.

استنادًا إلى المعلومات في الفقرة السابقة، أجب عن السؤال الآتي بشكل مقالي.

10. يستبدل الأطباء مفصل الركبة أو الحوض للمرضى البالغين الذين هم عادة أقل حركة. وهذا ما ينصح به الأطباء، وليس لمن هم أصغر سنًّا. فسر ذلك.

الفصل 3

أجهزة الدوران والتنفس والإخراج
Circulatory, Respiratory and Excretory Systems

أوعية دموية في العضلات
التكبير غير معروف

خلايا دم حمراء
في وعاء دموي
صورة بالمجهر الالكتروني الماسح تكبير X 2500

هيموجلوبين في خلية دم حمراء

الفكرة العامة تحافظ هذه الأجهزة معًا على الاتزان الداخلي للجسم بإيصال مواد مهمة إلى الخلايا وتخلصها من الفضلات.

3 – 1 جهاز الدوران

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

3 – 2 الجهاز التنفسي

الفكرة الرئيسة وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين هواء الغلاف الجوي الداخل للرئتين والدم، وبين الدم وخلايا الجسم.

3 – 3 الجهاز الإخراجي

الفكرة الرئيسة تحافظ الكليتان على الاتزان الداخلي للجسم بالتخلص من الفضلات والماء الزائد، والحفاظ 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 أن تغطي مساحة سطح الأكياس الهوائية التي تحيط بها شعيرات دموية دقيقة في الرئة مساحة ملعب تنس.

تجربة استهلالية

ما التغيرات التي تحدث في الجسم عند أداء تمرين رياضي؟

تـزود أجهـزة الجسـم ـ ومنها جهـازا التنفـس والدوران معًا ـ بما يحتاج إليه الجسـم عنـد أداء التمرين الرياضي، وتحافـظ على اتزانـه الداخلي. فمثلاً، تـدور خلايا الدم الحمراء في الجسـم لتزوده بالأكسـجين الذي تسـتعمله فـي إنتـاج الطاقـة الضروريـة لأداء التمريـن. وفـي هذه التجربـة، ستسـتقصي كيـف ترتبـط اسـتجابات أجهـزة الجسم للتمرين بعضها مع بعض.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. قـم بتمريـن إيقاعي منتظـم، كالركض أو المشـي في مكان ما مدة دقيقتين، ولاحظ كيف يستجيب الجسم في أثناء أداء التمرين.
3. أعدَّ قائمة باستجابات أجهزة الجسم التي حددتها في أثناء أداء التمرين.

التحليل

1. **اعمل** لوحة تبين فيها كيف ترتبط اسـتجابات الجسم هذه بعضها مع بعض.
2. **حلّل** كيف تسـاعد إحدى استجابات الجسم المدونة في القائمة على تنظيم بيئته الداخلية.

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع
www.moe.gov.bh

يتوقع بعد الانتهاء من دراسـة هذا الفصل أن يكون الطالب قادرًا على:

- اسـتيعاب المفاهيـم المرتبطـة بجهـاز الدوران، والأوعية الدموية ومكونات وفصائل الدم.
- مناقشة تركيب جهاز الدوران ووظائفه الأساسية.
- تعـرّف خصائص أنـواع الأوعية الدمويـة الثلاثة ووظائف كل منها.
- وصـف مسـارات تدفق الدم في الـدورة الدموية الكبرى والصغرى، وكيفية عمل القلب بانتظام.
- المقارنـة بيـن مكونـات الـدم الرئيسـة، والدور الحيوي لكل منها.
- شـرح الأسـاس الكيميائي لفصائل الدم الأربع، وللعامل الريزيسي.
- اسـتيعاب المفاهيـم المتعلقة بمكونـات الجهاز التنفسي وعملية التنفس الخلوي، وآلية التنفس.
- وصف عمليات التنفس الداخلي والخارجي والخلوي.
- تحديد أجزاء الجهاز التنفسي ووظائفها.
- توضيح مسار الهواء في الجهاز التنفسي، والتغيرات التي تحدث في الجسم خلال عملية التنفس.
- وصـف آلية التنفس والأمراض الشـائعة للجهاز التنفسي.
- توضيـح المفاهيـم المرتبطة بالكُليـة، وتركيبها، والوحدة الكُلوية، والمواد الاخراجية.
- مناقشـة تركيـب ووظيفـة الكُليـة، وآليـة عملهـا للتخلص من الفضلات.
- التمييز بين عمليتي الترشـيح وإعادة الامتصاص في الكُلية.
- توضيح الاضطرابات الشائعة للجهاز الإخراجي، والطرق المتبعة لعلاج الفشل الكُلوي.

3–1

تساؤلات جوهرية

- **ما** الوظائف الأساسية لجهاز الدوران؟
- **كيف** تميز بين أنواع الأوعية الدموية الثلاثة؟
- **كيف** يتدفق الدم من القلب إلى الجسم؟
- **كيف** يعمل القلب بانتظام طول الوقت؟
- **ما** مكوّنات الدم الرئيسة وما أهميتها الحيوية؟
- **ما** الأساس الكيميائي لفصائل الدم؟

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

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

جهاز الدوران Circulatory System

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

الربط مع الحياة تنقل الحافلات الناس من مكان عملهم وإليه بسرعة. ويشبه ذلك تدفق الدم في الجسم ليزود الخلايا بالمواد الغذائية، ويخلصها من الفضلات. وعند انسداد الطريق أو مجرى الدم تتباطأ الوظائف الطبيعية في الجسم أو تتوقف.

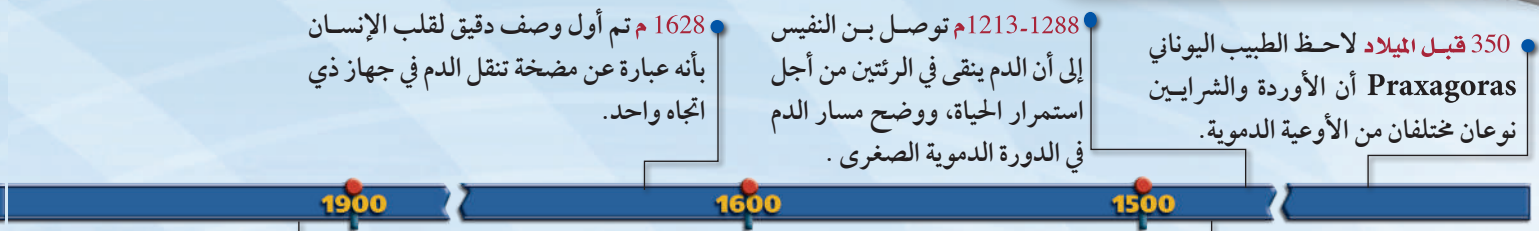
وظائف جهاز الدوران
Functions of the Circulatory System

يجب أن تحصل الخلايا على الأكسجين والغذاء وتتخلص من الفضلات. ويتم هذا التبادل عن طريق جهاز الدوران ـ جهاز النقل في الجسم ـ الذي يتكون من الدم، والقلب، والأوعية الدموية والجهاز الليمفي. ويحمل الدم المواد المهمة ومنها الأكسجين والغذاء إلى جميع أجزاء الجسم. ويضخ القلب الدم خلال شبكة ضخمة من الأوعية الدموية. ويعد الجهاز الليمفي جزءًا من جهازي الدوران والمناعة. . وهذه الأجهزة كلها تعمل للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

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 قبل الميلاد لاحظ الطبيب اليوناني Praxagoras أن الأوردة والشرايين نوعان مختلفان من الأوعية الدموية.

1213-1288م توصل بن النفيس إلى أن الدم ينقى في الرئتين من أجل استمرار الحياة، ووضح مسار الدم في الدورة الدموية الصغرى .

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

1452–1519 م أجرى ليوناردو دافنشي بحثًا مستفيضًا على جثث البشر، ويقال إنه شرّح نحو 30 جثة في حياته.

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

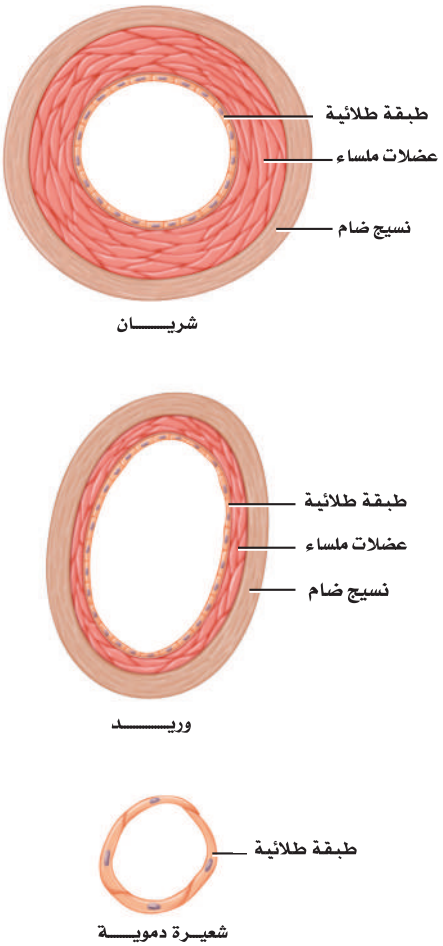
كما يحمل الدم مواد ينتجها جهاز المناعة في الجسم لتهاجم مسببات المرض. ويحتوي الدم على أجزاء خلايا وبروتينات تخثر الدم. ويوزع جهاز الدوران الحرارة على أجزاء الجسم كافة لمساعدته على تنظيم درجة حرارته.

الأوعية الدموية Blood Vessels

يمتلك الجسم شبكة من القنوات – أو الأوعية الدموية ـ يدور فيها الدم لكي يستمر في التدفق من القلب وإليه. وكان أول من اكتشف حقيقة وجود نوعين من الأوعية الدموية الطبيب اليوناني براكساجوراس Praxagoras، كما في **الشكل 1-3**. وأما أنواع الأوعية الدموية الثلاثة الرئيسة فهي الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية، كما في **الشكل 2-3**.

الشرايين Arteries يُنقل الدم بعيدًا عن القلب في أوعية دموية كبيرة تُسمى **الشرايين** arteries. وهي أوعية دموية ذات جدران سميكة ومرنة ومتينة، لتتحمل ضغط الدم المرتفع.

ويتكون جدار الشرايين من ثلاث طبقات، كما في **الشكل 2-3**، هي: الطبقة الخارجية المكونة من النسيج الضام المرن، والطبقة الوسطى المكونة من عضلات ملساء، وطبقة داخلية من الخلايا الطلائية. تكون طبقة العضلات الوسطى للشريان أسمك من الطبقة الوسطى في الأوردة؛ لكي تتحمل الضغط العالي للدم 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 بوساطتها جدران الشعيرات الدموية؟

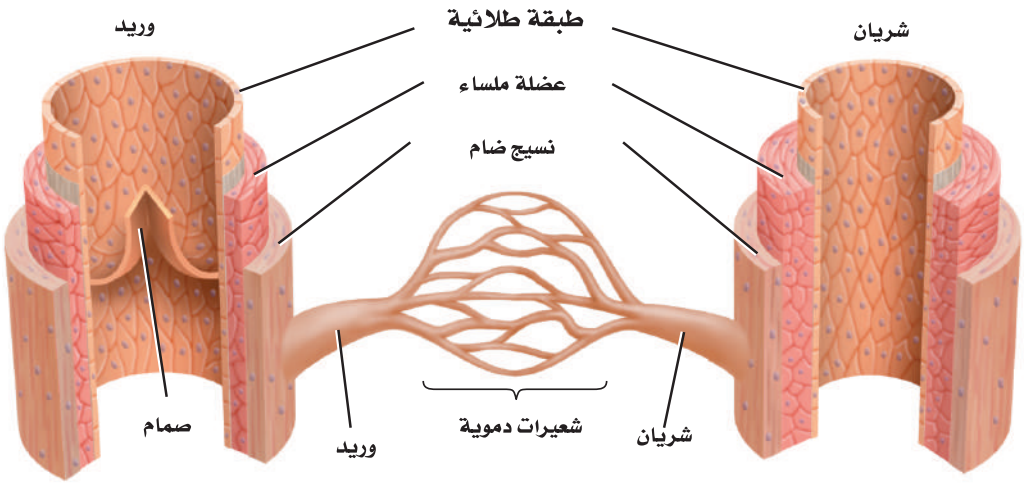
1982م تم زراعة أول قلب اصطناعي على يد الجراح William DeVries

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

2000 | 1965 | 1930

1967-1969 م أجرى الجراحون أول عملية زرع قلب. ويُبقي القلبُ الاصطناعي المزروع المريضَ على قيد الحياة إلى أن يُزرع له قلب آخر من أحد المتبرعين.

1940-1941 م أسس الدكتور Charles R. Drew أول بنك دم لعمليات نقل الدم.

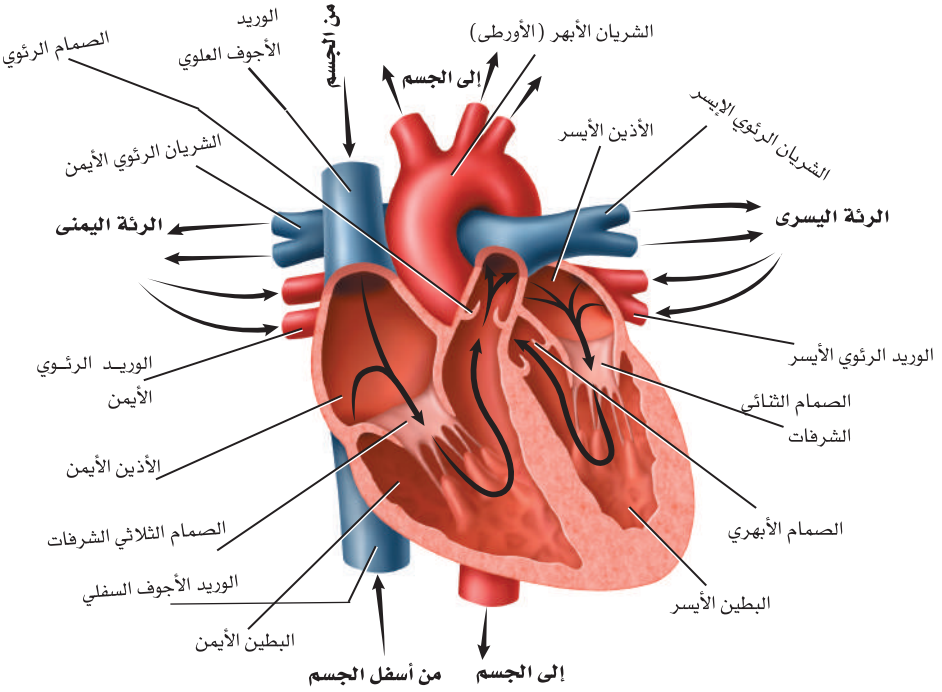


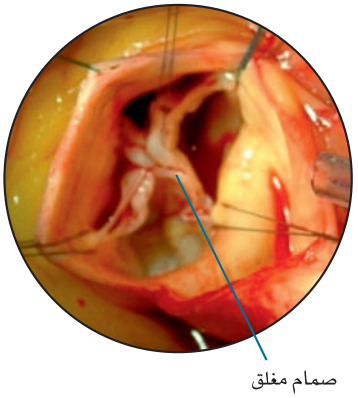
■ **الشكل 3-3** يدور الدم في الجسم داخل الأوعية الدموية.
كوّن فرضية كيف يتم تنظيم درجة حرارة الجسم بوساطة قطر الأوعية الدموية؟

الشعيرات الدموية Capillaries تشبه تفرعات الشرايين في جسم الإنسان تفرعات أغصان الشجرة؛ إذ يصبح قطرها أصغر كلما امتدت بعيدًا عن الفرع الرئيس. وتُسمى هذه التفرعات الصغيرة **الشعيرات الدموية** capillaries. ويتم عبر هذه الشعيرات الدموية الدقيقة تبادل المواد والتخلص من الفضلات الخلوية. ويتكون جدار الشعيرات الدموية من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية، كما في **الشكل 3-3**. تسمح الشعيرات بتبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم بسهولة بواسطة عملية الانتشار البسيط. وهذه الشعيرات صغيرة جدًّا، حيث تسمح فقط بمرور خلية دم منفردة خلالها. ويتغير قطر الأوعية الدموية حسب حاجة الجسم. فمثلاً، عندما تؤدي تمارين رياضية يزداد تدفق الدم إلى العضلات مما يسبب تمدد واتساع الشرايين؛ 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، تُعرف **بالأوردة** veins؛ وهي أوعية دموية تحمل الدم وتعيده إلى القلب. كما أن طبقة الخلايا العضلية الوسطى فيها أقل سمكًا منها في الشرايين. وينخفض ضغط الدم عندما يمر داخل الشعيرات الدموية متجهًا إلى الأوردة. ففي الوقت الذي يتدفق فيه الدم إلى الأوردة تقل فاعلية قوة دفع القلب للدم. فكيف يستمر الدم في الدوران إذًا؟ توجد 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، لتمنع الدم من الرجوع في الاتجاه المعاكس لجريانه **الشكل 3-3**؛ . وأخيرًا، فإن الحركات التنفسية تشكّل ضغطًا على الأوردة في منطقة الصدر لتجبر الدم على العودة إلى القلب.

ماذا قرأت؟ صف الاختلاف في تركيب الأوردة والشرايين والشعيرات الدموية.





القلب The Heart

القلب heart عضو عضلي أجوف بحجم قبضة اليد، يوجد في منتصف الصدر تقريبًا. يؤدي وظيفتي ضخ الدم في الوقت نفسه، فيضخ الدم المؤكسج إلى كافة أنحاء الجسم، ويضخ الدم غير المؤكسج إلى الرئتين.

تركيب القلب Structure of the heart تذكر من الفصل الأول أن القلب يتكون من عضلات قلبية. ويستطيع القلب توصيل السيال الكهربائي اللازم لانقباض هذه العضلات. ويقسم القلب إلى أربعة أجزاء تُسمى الحجرات، فهناك حجرتان تشكّلان الجزء العلوي من القلب، هما الأذينان الأيمن والأيسر اللذان يستقبلان الدم العائد إلى القلب، وتحتهما البطينان الأيمن والأيسر اللذان يضخان الدم بعيدًا عن القلب. كما يفصل الجانب الأيمن من القلب عن الجانب الأيسر جدار عضلي قوي. والجدار العضلي بين الأذينين أقل سمكًا منه بين البطينين. ويعود ذلك إلى صغر حجم العمل الذي يؤديانه بالمقارنة بعمل البطينين. لاحظ الصمامات في **الشكل 4 – 3** التي تفصل الأذينين عن البطينين، وتحافظ على جريان الدم في اتجاه واحد. كما توجد صمامات أيضًا بين كل بطين والأوعية الدموية الكبيرة التي تنقل الدم بعيدًا عن القلب، ومنها الصمام الأبهري (الأورطى) كما في **الشكل 4 – 3**.

■ **الشكل 4–3** يمين: تشير الأسهم إلى مسار الدم في أثناء دورانه في القلب.
■ يسار: الصمام الأبهري في وضع مغلق.
اعمل مخططًا تتبع فيه مسار الدم في القلب.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

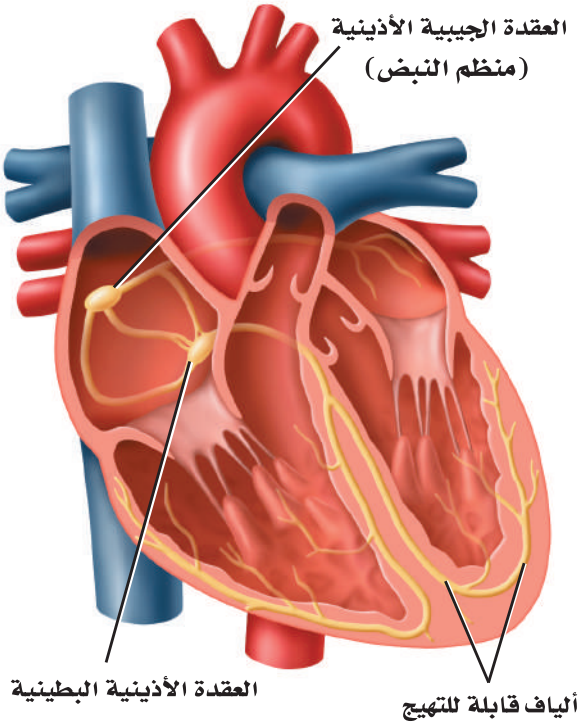
اختصاصي وظائف التمارين الرياضية يُطلق على العلماء الذين يدرسون أثر التمارين الرياضية في الجسم اختصاصيو وظائف التمارين الرياضية؛ فهم يطورون برامج للتمارين، ويجرون الفحوص الطبية بوصفها اختبارات الجهد. وتتضمن وظيفتهم مراقبة نشاط القلب ومستويات ضغط الدم.

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

يعمل القلب بانتظام؛ حيث ترسل مجموعة من الخلايا تقع عند الأذين الأيمن وتسمى **منظم النبض** pacemaker أو العقدة الجيبية الأذينية (SA)، إشارات تجبر عضلات القلب على الانقباض. وتستقبل العقدة الجيبية الأذينية منبهًا داخليًّا يتعلق بحاجة الجسم إلى الأكسجين، فتستجيب له بضبط سرعة القلب. وتسبب هذه الإشارة الصادرة عن العقدة الجيبية الأذينية انقباض الأذينين، ثم تنتقل هذه الإشارة بعد ذلك إلى العقدة الأذينية البطينية، **الشكل 5-3**، لتنتقل عبر الألياف مسببة انقباض البطينين. ويشكل هذا الانقباض ـ الذي ينقسم إلى مرحلتين ـ 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، ناتجان 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. ويلي ذلك انبساط القلب الذي يخفض ضغط الدم إلى أدنى درجة. ومعدل قراءة ضغط الدم المثالي عند الإنسان البالغ السليم من 120 (الضغط الانقباضي) / 80 (الضغط الانبساطي).



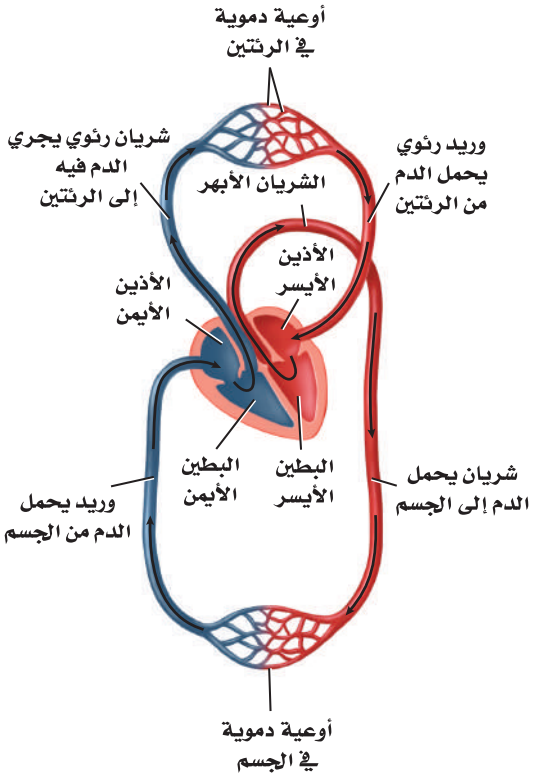
الشكل 5-3 تحفز العقدة الجيبية الأذينية انقباض القلب، الذي يمتد عبر الأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية. وتنقل العقدة الأذينية البطينية الإشارة عبر الألياف القابلة للتهيج التي تنبه كلًّا من البطينين للانقباض.

تدفق الدم في الجسم Blood Flow in the body إذا تتبعت حركة الدم في **الشكل 6-3** تلاحظ أنه يتدفق في حلقتين أو دورتين. الأولى هي انتقاله من القلب إلى الرئتين، ثم عودته إلى القلب، والثانية 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 جميع أنحاء الجسم.

الدورة الدموية الصغرى pulmonary circulation **(الدورة الرئوية)** عندما يتدفق الدم العائد من الجسم إلى الأذين الأيمن يكون تركيز الأكسجين فيه منخفضًا، ولكنه محمَّل بثاني أكسيد الكربون. ويكون لون الدم في هذه الحالة أحمر داكنًا. يتدفق الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن. ويضخ بعدها خلال الشريان الرئوي إلى الرئتين، **الشكل 6 -3**. يتدفق الدم نتيجة لذلك عبر الشعيرات الدموية القريبة من الهواء الداخل إلى الرئتين، حيث يكون تركيز الأكسجين فيه أكثر منه 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 الرئتين. وينتقل الدم الذي أصبح لونه أحمر فاتحًا إلى الأذين الأيسر للقلب.

الدورة الدموية الكبرى great circulation **(الدورة الجهازية)** ينتقل الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر. ويضخ البطين الأيسر الدم إلى الشريان الأكبر في الجسم، وهو الشريان الأبهر، فيندفع الدم في النهاية إلى الشعيرات الدموية التي تتفرع في جميع أنحاء الجسم، والتي تتصل مباشرة بخلايا الجسم.

ينطلق 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 الوريدان الأجوفان **الشكل 6- 3**.



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

تجربة 3-1

استقصِ ضغط الدم

كيف يتغير ضغط الدم استجابة لنشاط الجسم؟ يتغير ضغط الدم من يوم لآخر أو من ساعة لأخرى. كما يتأثر بالعوامل الفيزيائية والنفسية والسلوكية والوراثية.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. راقب كيف يقيس المدرب أو المشرف ضغط الدم بجهاز **قياس ضغط الدم**، وتدرب على ذلك لتقيس ضغط دم زميلك. واستعن **بلوحة ضغط الدم** على تفسير قراءتك.
3. توقع كيف يؤثر التمرين في ضغط الدم الانقباضي والانبساطي؟
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.

حلّل

1. **حدد** الثوابت، والمتغيرات المستقلة والتابعة، والضابط في التجربة.
2. **ناقش** هل كانت توقعاتك صحيحة؟ فسر إجابتك.

مكوّنات الدم Blood Components

الـدم نسـيج ضام سـائل يتكون مـن البلازمـا، وخلايا الـدم الحمـراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية. ويُعد الدم سـائل الحيـاة ؛ فهو ضروري لنقل الكثير من المواد المهمة إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم كافة.

البلازما Plasma البلازما plasma (سائل الدم) سائل أصفر شفاف يشكل أكثر من 50% من الدم. كما يشكّل الماء 90% من مكوّنات البلازما. أما الـ 10% الباقية منهـا فمواد ذائبة. وتنقل البلازما ما يتحلل من الطعام الذي تم هضمه كالجلوكوز والدهـون، والفيتامينات، والأملاح، والهرمونات التي تعطي إشـارة لبدء أنشـطة الجسـم، ومنها امتصاص الخلايا للجلوكـوز. كما تنقل البلازما كذلك الفضلات من الخلايا إلى خارج الجسم.

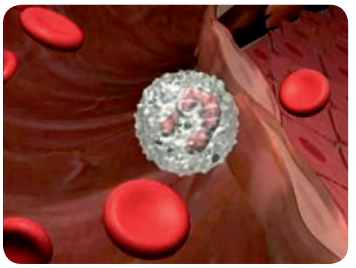
هناك ثلاث مجموعات من بروتينات البلازما التي تكسـبها اللون الأصفر. تساعد إحداهـا علـى تنظيم كمية المـاء في الدم، وتسـاعد الثانية التي تنتجهـا خلايا الدم البيضاء على مقاومة الأمراض. أما المجموعة الثالثة فتكوِّن خثرات الدم.

خلايـا الـدم الحمـراء Red Blood Cells تحمـل خلايـا الـدم الحمراء red blood cells الأكسجين إلى خلايا الجسم. وتشبه خلايا الدم الحمراء قرصًا مقعر الوجهين. **الشكل 7–3**. تذكّر أن خلايا الدم الحمراء تتكون في نخاع العظم الأحمر. ولا يوجد نوى في خلايا الدم الحمراء، وهي تعيش 120 يومًا فقط.

تتكـون خلايـا الـدم الحمـراء عـادة مـن بروتينـات تحتـوي الحديـد، وتُسـمى الهيموجلوبيـن، الـذي يتحد كيميائيًّا بجزيئات الأكسـجين، ثم يحملها إلى خلايا الجسـم. ويحمـل الهيموجلوبيـن أيضًا جزءًا من ثاني أكسـيد الكربـون، وتحمل البلازما معظمه.

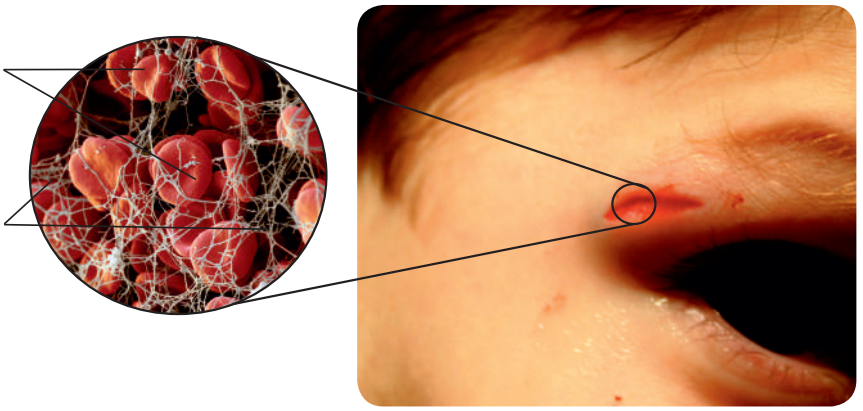
الصـفائح الدمويـة Platelets لعلـك جُرحت يومًا، فلاحظـت أن الدم النازف من مـكان الجـرح يقل تدريجيًّا، حتـى يتوقف خلال فتـرة قصيرة، فتتكـون بعد ذلك خثرة الدم التي تشـكّل القشرة. الصفائح الدموية platelets أجزاء من خلايا تؤدي دورًا مهمًّا في تكوين خثرة الدم.

فعنـد حـدوث جرح تتجمـع الصفائـح الدموية، وتلتصـق معًا في مـكان الجرح. وتطلـق هـذه الصفائح مواد كيميائية لتنتج بروتينًا يُسـمى فيبرين، أو عامل التخثر، فينسـج الفيبرين شـبكة من الألياف عبر الجرح لحجز الصفائح الدموية والخلايا الحمراء، **الشـكل 8–3**. وتتكون الخثرة (الجلطة) كلمـا تم تجميع صفائح دموية وخلايا دم حمراء أكثر في مكان الإصابة.



الشـكل 7–3 يتكـون الـدم مـن سـائل البلازمـا، وخلايا الدم الحمراء (قرص مقعر الوجهـين)، وخلايـا الـدم البيضـاء (خلايا ذات أشـكال غـير منتظمـة)، والصفائـح الدموية (أجزاء مسطحة).

استنتج علام يدل وجـود الكثير مـن خلايا الدم البيضاء؟



الشـكل 8– 3 تتكون الخثـرة نتيجة احتجاز خيوط الفيبرين خلايا الدم والصفائح الدموية.

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells خلايا الدم البيضاء white blood cells هي خلايا الدم التي تقاوم الأمراض. وتتكون في نخاع العظام أيضاً. تميز بعض خلايا الدم البيضاء المخلوقات التي تسبب أمراضًا ومنها البكتيريا ، وتُنتج خلايا الدم البيضاء الأخرى مواد كيميائية لمقاومة الأجسام الغازيَة؛ إذ تحيط 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 بكثير 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 شهورًا أو سنوات.

فصائل الدم Blood Types

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

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

أهمية فصائل الدم إذا احتجت يومًا 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 معًا. فإذا كانت فصيلة دمك B مثلًا فإن دمك يحوي أجسامًا مضادة تجعل خلايا الدم التي تحمل مولد ضد A تتجمع وتترسب. فإذا نُقل إليك دم A فإن البروتينات المتجمعة تجعل خلايا فصيلة دم A تتكتل معًا. ويشكّل تكتل خلايا الدم هذا خطرًا على الإنسان؛ لأنه قد يسد مجرى الدم.

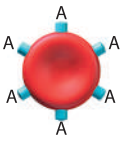
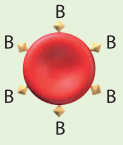
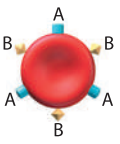
إرشادات للدراسة

منظم الأفكار قم بعمل خريطة للكلمات تحوي كلمة (دم) داخل دائرة كبيرة في المنتصف. وضع كلًّا من الكلمات الآتية: (مكونات، فصائل 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.

التعلّم الذاتي

لتتعلم المزيد عن فصائل الدم.
ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.moe.gov.bh

الجدول 1-3 فصائل الدم

فصيلة الدم	A	B	AB	O
مولد الضد	مولد الضد A	مولد الضد B	مولد A و B	لا يوجد.
الأجسام المضادة	المضادة لـ B	المضادة لـ A	لا يوجد	المضادة لِ A و B
مثال				
يعطي الدم إلى:	A أو AB	B أو AB	AB	O أو AB، B، A
يستقبل الدم من:	A أو O	B أو O	O أو AB،B،A	O

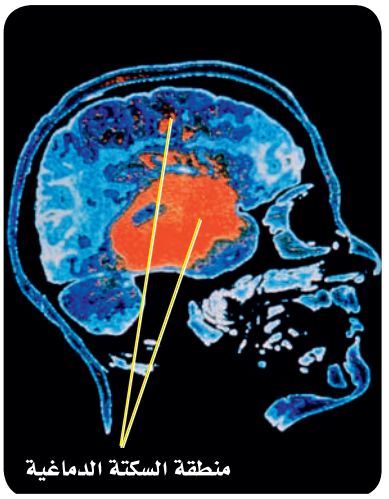
العامل الريزيسي Rh factor توجد علامة أخرى على سطح خلايا الدم الحمراء تُسمى العامل الريزيسي Rh. وينقسم الدم البشري إلى Rh موجب، وRh سالب. يسبب العامل الريزيسي مضاعفات إذا نُقل دم من شخص موجب العامل الريزيسي Rh^+ إلى شخص سالب العامل الريزيسي Rh^-، إذ ينتج عن ذلك تكتل خلايا الدم الحمراء؛ لأن دم الشخص Rh^- يحمل أجسامًا مضادة ضد خلايا دم الشخص Rh^+.

ويمكن أن يسبب عامل Rh مضاعفات وتعقيدات في أثناء فترة الحمل. فإذا اختلط دم الجنين الموجب Rh^+ بدم الأم Rh^- يصبح لدى الأم أجسام مضادة لعامل Rh. تتمكن هذه الأجسام المضادة من عبور المشيمة في حالة حمل آخر وتحطم خلايا الدم الحمراء إذا كان الجنين موجب العامل الريزيسي. وتُعطى الأم Rh^- بعد الولادة مواد تمنع إنتاج أجسام مضادة لعامل Rh في الدم لتفادي مثل هذه المشاكل.

اختلالات جهاز الدوران Circulatory System Disorder

هناك الكثير من الاختلالات التي تصيب الأوعية الدموية التي تربط القلب والدماغ، إذ ينخفض تدفق الدم الغني بالأكسجين والغذاء في الشرايين عند وجود ترسبات دهنية أو خثرة دم. ويسمي الأطباء حالة انسداد الشرايين **تصلب الشرايين** atherosclerosis. ومن مؤشرات انسداد الشرايين ارتفاع ضغط الدم ومستوى الكوليسترول في الجسم. فعندما ينخفض تدفق الدم أو يُسد 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 عبر الشريان التاجي، فينتج عنه ضرر يصيب عضلة القلب، وقد يؤدي إلى الموت إذا لم تتم معالجته. وتحدث السكتات أيضًا عندما تتكون الخثرات في الأوعية الدموية التي تزود الدماغ بالأكسجين، مما يؤدي إلى تفجر الأوعية الدموية وحدوث نزيف داخلي، **الشكل 9-3**. ويمكن أن تموت أجزاء من الدماغ إذا لم يصل الأكسجين إلى خلايا الدماغ.



الشكل 9-3 سكتة (جلطة) دماغية مصاحبة لتفجر أوعية دموية في الدماغ، كما هو مبين باللون الأحمر.

المفردات

أصل الكلمة

تصلب الشرايين Atherosclerosis جاءت من الكلمة اليونانية Schlerosis، وتعني التصلب.

التقويم 1-3

الخلاصة

- ينقل الدم المواد المهمة خلال الجسم.
- يتكون الجزء العلوي من القلب من أذينين، والجزء السفلي من بطينين.
- يضخ القلب الدم غير المحمل بالأكسجين إلى الرئتين، كما يضخ الدم المحمَّل بالأكسجين إلى سائر الجسم.
- يتكون الدم من البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.
- يصنف الدم إلى أربع فصائل هي: A، B، AB، O.

فهم الأفكار الرئيسة

١. الفكرة الرئيسة **وضح** الوظائف الرئيسة للجهاز الدوري.

2. **صمم مخططًا** لمسار الدم في الجسم والقلب.

3. **قارن** بين تركيب الشرايين والأوردة.

4. **احسب** متوسط عدد خلايا الدم الحمراء لكل 100 خلية دم بيضاء في جسم الإنسان.

5. **لخص** وظائف مكوّنات الدم الأربعة.

التفكير الناقد

6. **السبب والنتيجة** ماذا يحدث إذا استقبل منظم النبض إشارات خاطئة من الدماغ ؟

7. **كوّن فرضية** لماذا تعد التمارين الرياضية طريقة للحفاظ على قلب صحي سليم؟

8. الرياضيات في علم الأحياء

عُدّ المرات التي ينبض فيها قلبك خلال 15 ثانية. ما سرعة نبضات قلبك في الدقيقة؟

3–2

تساؤلات جوهرية

- **كيف** تميز بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي، والتنفس الخلوي؟
- **ما** مسار الهواء في الجهاز التنفسي؟
- **ما** التغيرات التي تحدث في الجسم خلال عملية التنفس؟

مراجعة المفردات

ATP: جزيء حيوي يزود خلايا الجسم بالطاقة الكيميائية.

المفردات الجديدة

التنفس الخلوي

القصبة الهوائية

القصيبات الهوائية

الرئة

الحويصلات الهوائية

التنفس الخارجي

التنفس الداخلي

آلية التنفس

الجهاز التنفسي Respiratory System

الفكرة الرئيسة **وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين هواء الغلاف الجوي الداخل للرئتين والدم، وبين وخلايا الجسم.**

الربط مع الحياة تفصل مرشحات الهواء الغبار والمواد الأخرى عن الهواء قبل دخوله محرك السيارة. ويمنع هذا الأمر حدوث مشاكل في المحرك . ويعمل جهاز التنفس بطريقة مشابهة للتأكد من دخول الهواء النظيف إلى الرئتين.

أهمية التنفس The Importance of Respiration

يتكون الجهاز التنفسي من الأنف، والبلعوم، والحنجرة، ولسان المزمار، والقصبة الهوائية، والرئتين، والقصيبات، والشعيبات الهوائية، والحويصلات الهوائية، والحجاب الحاجز.

تحتاج خلايا الجسم إلى الأكسجين والجلوكوز لإنتاج جزيئات ATP اللازمة للقيام بالوظائف الحيوية، فيما يعرف بعملية **التنفس الخلوي** cellular respiration وهو سلسلة من التفاعلات الحيوية التي تتم في الخلايا الحية لتحرير الطاقة نتيجة أكسدة الغذاء وتنتج جزيئات ATP الغنية بالطاقة حسب المعادلة التالية:

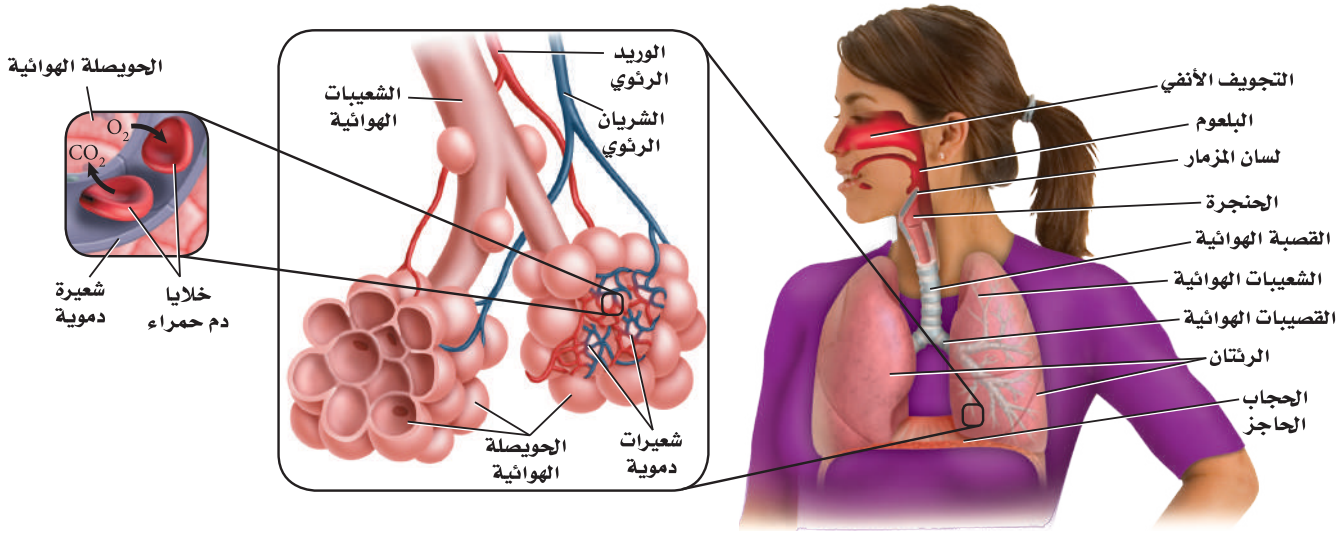
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$$

إن وظيفة جهاز التنفس هي استمرار التنفس الخلوي، بتزويد خلايا الجسم بالأكسجين، وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون، وهذا يتطلب أولًا استمرار عمليتي الشهيق والزفير

مسار الهواء The Path of Air

- ينتقل الهواء من خارج الجسم (البيئة المحيطة) إلى الرئتين ثم إلى الحويصلات الهوائية، حيث يدخل الهواء من الفم أو الأنف، فيصفي الشعر الموجود بالأنف الهواء من الغبار والمواد كبيرة الحجم في حين تعمل الأهداب التي تبطن الممرات الهوائية في الأنف والأنابيب التنفسية كافة، على التقاط المواد العالقة في الهواء، وتحيلها في اتجاه الحلق؛ حتى لا تدخل إلى الرئتين، **الشكل 10- 3** كما تعمل الشعيرات الدموية الموجودة بالأنف على تدفئة الهواء، وتعمل الأغشية المخاطية الموجودة تحت الأهداب في الممرات الهوائية على ترطيبه، بعد أن تخلصه من المواد العالقة فيه.

الشكل 10–3 تبطن الأهداب الشبيهة بالشعر الغشاء المخاطي لتجويف الأنف.



■ **الشكل 11–3** يصل الهواء إلى الرئتين، حيث يتم تبادل الغازات عبر جدار الشعيرات الدموية.

اعمل مخططًا تتبع مسار الأكسجين من الغلاف الجوي إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين.

يمر الهواء المرشح عبر الجزء العلوي للحلق الذي يسمى البلعوم. ولمنع جزيئات الطعام من دخول مجرى التنفس في أثناء البلع؛ تُغلق فتحة الحنجرة بواسطة لسان المزمار، وهو قطعة من نسيج ضام غضروفي مرن مُغطّى بغشاء مخاطي. كما يسمح لسان المزمار للهواء بالمرور من الحنجرة إلى أنبوب طويل في الصدر يسمى **القصبة الهوائية** trachea وهي الأنبوب الذي يحمل الهواء من الحنجرة إلى **القصيبات الهوائية** bronchi وهي الممر التنفسي الذي يحمل الهواء إلى **الرئتين** lungs، والرئة هي أكبر عضو في الجهاز التنفسي، يتم فيها تبادل الغازات، وتتفرع كل قصيبة هوائية إلى أنابيب أصغر هي الشعيبات الهوائية bronchioles وتستمر هذه الشعيبات في التفرع إلى أنابيب أصغر تنتهي **بالحويصلات الهوائية** alveolus وهي أكياس هوائية يتكون جدارها من طبقة واحدة رقيقة من الخلايا محاطة بشعيرات دموية دقيقة، **الشكل 11–3.**

المفردات

أصل الكلمة

الحويصلة الهوائية Alveolus
جاءت من الكلمة اللاتينية alveus وتعني المكان الأجوف.

تبادل الغازات Gas exchange

يصل الهواء الجوي إلى كل حويصلة هوائية في أثناء عملية الشهيق، ويبدأ تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم في الرئتين فيما يعرف **بالتنفس الخارجي** external respiration وهو عملية يتم فيها انتشار الأكسجين عبر جدران الحويصلات الهوائية الرقيقة الرطبة إلى الشعيرات الدموية المحيطة بها، ثم إلى خلايا الدم الحمراء. وينتقل الأكسجين بعد ذلك إلى الخلايا في أثناء **التنفس الداخلي** internal respiration وهو عملية يتم فيها انتقال الأكسجين من الدم إلى خلايا أنسجة الجسم، كما ينتقل ثاني أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس من خلايا الجسم إلى الشعيرات الدموية المحيطة بها. ثم ينتشر ثاني أكسيد الكربون إلى الحويصلات أثناء التنفس الخارجي لكي يعود إلى الجو خلال عملية الزفير **الشكل** 12 – 3. ولتتعلم كيف يعمل جهازا الدوران والتنفس معًا لتزويد الجسم بالأكسجين، وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون، تتبع **الشكل 13–3.**

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

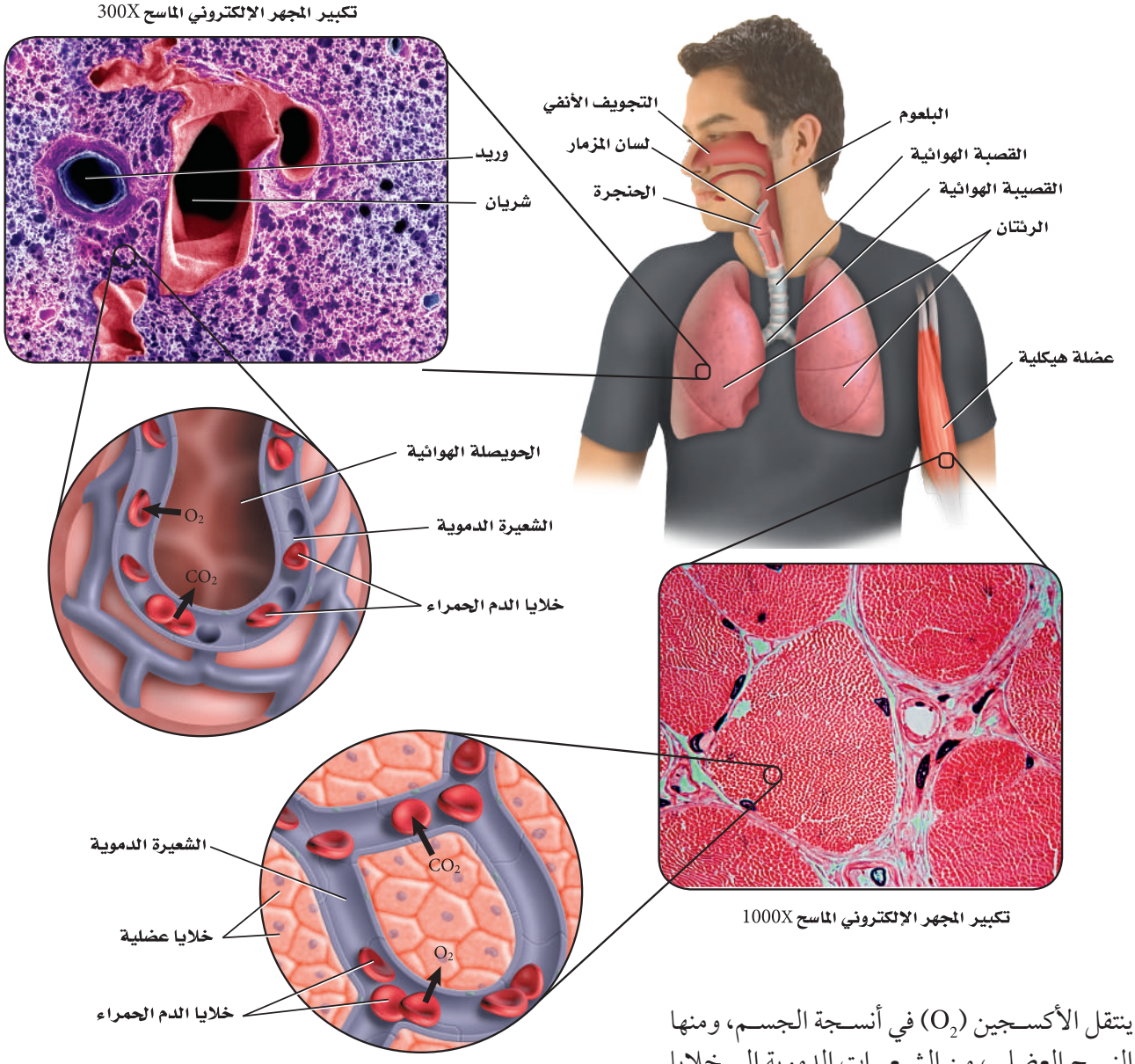
■ **الشكل 12–3** يمكن رؤية هواء الزفير في ليلة باردة.

استنتج فيم يختلف هواء الشهيق عن هواء الزفير؟

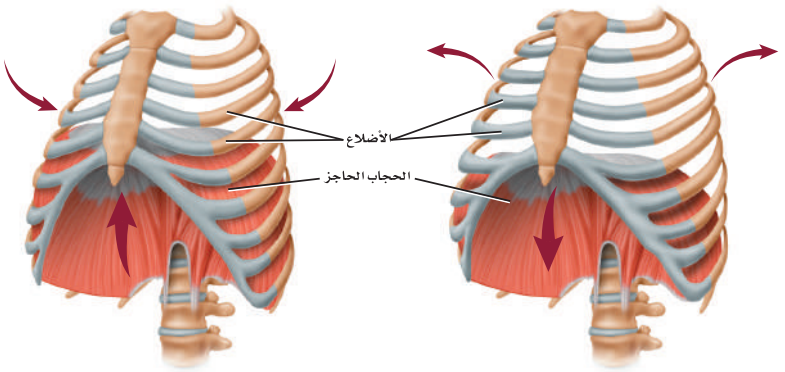
تصور تبادل الغازات

الشكل 13 – 3 يتم تبادل الغازات في الرئتين، وفي خلايا أنسجة الجسم.

ينتقل الأكسجين المستنشق إلى الشعيرات الدموية في الرئتين،ثم إلى القلب ثم إلى خلايا الجسم. ويخرج غاز CO_2 من الشعيرات الدموية خارج الرئتين بوساطة عملية الزفير.



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.



■ **الشكل 14-3** تنقبض عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز، ثم تنبسط في أثناء عملية التنفس.

حلّل كيف يؤثر الضغط الجوي في عملية التنفس؟

آلية التنفس Breathing

تعرف حركة الهواء الميكانيكية إلى داخل الرئتين وإلى خارجهما، خلال عمليتي الشهيق والزفير **بآلية التنفس** breathing ويتحكم 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 عملية التنفس؛ بسبب حاجة الخلايا إلى الأكسجين.

الشهيق هو عملية إدخال الهواء إلى الرئتين. وكما في **الشكل 14-3**، تنقبض عضلة الحجاب الحاجز في أثناء عملية الشهيق، مما يؤدي إلى اتساع تجويف الصدر، فيسمح للهواء بالدخول إلى الرئتين. أما في عملية الزفير فينبسط الحجاب الحاجز، ويعود إلى وضعه الطبيعي، مما يقلل من حجم تجويف الصدر؛ بسبب ارتفاع الحجاب الحاجز إلى الأعلى، فيندفع الهواء اندفاعًا طبيعيًا بسبب الضغط العالي في الرئتين.

تجربة 3-2

تعرّف السبب والنتيجة

هل تؤثر التمارين الرياضية في عمليات الأيض؟ عمليات الأيض هي جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الجسم.

وفي هذه التجربة، ستكتشف كيف يؤثر التمرين الرياضي في جهازي الدوران والتنفس. استنتج كيف يؤثر هذا في عمليات الأيض في الجسم؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. سجل 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 سجل 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 سجل عدد ضربات القلب، وعدد مرات التنفس في الدقيقة.
5. مثّل النتائج **بيانيًّا** على أن يمثل الإحداثي الأفقي عدد مرات التنفس / الدقيقة، والإحداثي العمودي عدد ضربات القلب / الدقيقة.

التحليل

1. **فسر** ما العلاقة بين المتغيرين التابعين للتمرين، أيْ 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، رغم أنهما يمارسان التمارين الرياضية نفسها، ويمشيان فترة مماثلة؟

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

أمراض الجهاز التنفسي Respiratory Disorders

تسبب بعض الأمراض تهيج الجهاز التنفسي والتهابه وإصابته بالعدوى، كما في **الجدول 2-3**، مما يؤدي إلى تلف الأنسجة، فتنخفض فاعلية القصيبات والحويصلات الهوائية. وعندما تتلف هذه الأنسجة يصبح التنفس صعبًا. كما يسبب التدخين أيضًا تهيجًا مزمنًا في الأنسجة التنفسية، ويمنع عمليات الأيض في الخلايا. وأخيرًا، يسبب التعرض لمواد في الهواء ـ ومنها حبوب اللقاح ـ مشاكل تنفسية ناتجة عن تفاعلات الحساسية لبعض البشر.

التقويم 2-3

الخلاصة

- الحويصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهازي التنفس والدوران.
- تبدأ ممرات الهواء من الفم أو الأنف، وتنتهي عند الحويصلات الهوائية داخل الرئتين.
- الشهيق والزفير عمليتان تؤديان إلى إدخال الهواء وإخراجه.
- يعمل جهازا التنفس والدوران معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.
- قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث التنفس.

فهم الأفكار الرئيسة

١. الفكرة الرئيسة **حدد** الوظيفة الرئيسة للجهاز التنفسي.

2. **ميز** بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي.

3. **تتبع** مسار الهواء ابتداءً من الأنف، وحتى 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 وترطيبه قبل أن يصل إلى الحويصلات.

8. الرياضيات في علم الأحياء

مساحة سطح الحويصلات الكلية في الرئتين نحو $70\ m^2$ تقريبًا. وهذا أكثر 40 مرة من مساحة سطح الجلد. فما مساحة سطح الجلد في الجسم؟

3–3

تساؤلات جوهرية

- **ما** الكلية وما وظيفتها في الجسم؟
- **كيف** يتم إخراج الفضلات من الدم إلى المجرى البولي؟
- **كيف** تميز بين عمليتي الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية؟
- **ما** أهم الاضطرابات التي تُصيب الكلية؟

مراجعة المفردات

الرقم الهيدروجيني pH: قيمة عددية لقياس درجة حموضة أو قاعدية أي محلول.

المفردات الجديدة

الكلية

الوحدة الكلوية

اليوريا (البولينا)

الجهاز الإخراجي Excretory System

الفكرة الرئيسة **تحافظ الكليتان على الاتزان الداخلي للجسم بالتخلص من الفضلات والماء الزائد، والحفاظ على الرقم الهيدروجيني للدم.**

الربط مع الحياة افترض أنك نظفت غرفة نومك. فبدأت أولاً بنقل جميع الأشياء إلا الكبيرة منها 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.

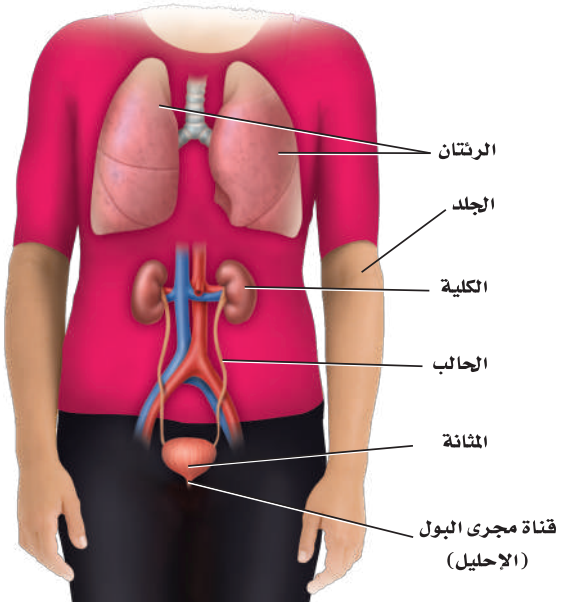
أجزاء الجهاز الإخراجي Parts of the Excretory System

يُجمِّعُ الجسم الفضلات ـ ومنها السموم وثاني أكسيد الكربون ـ 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 في الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

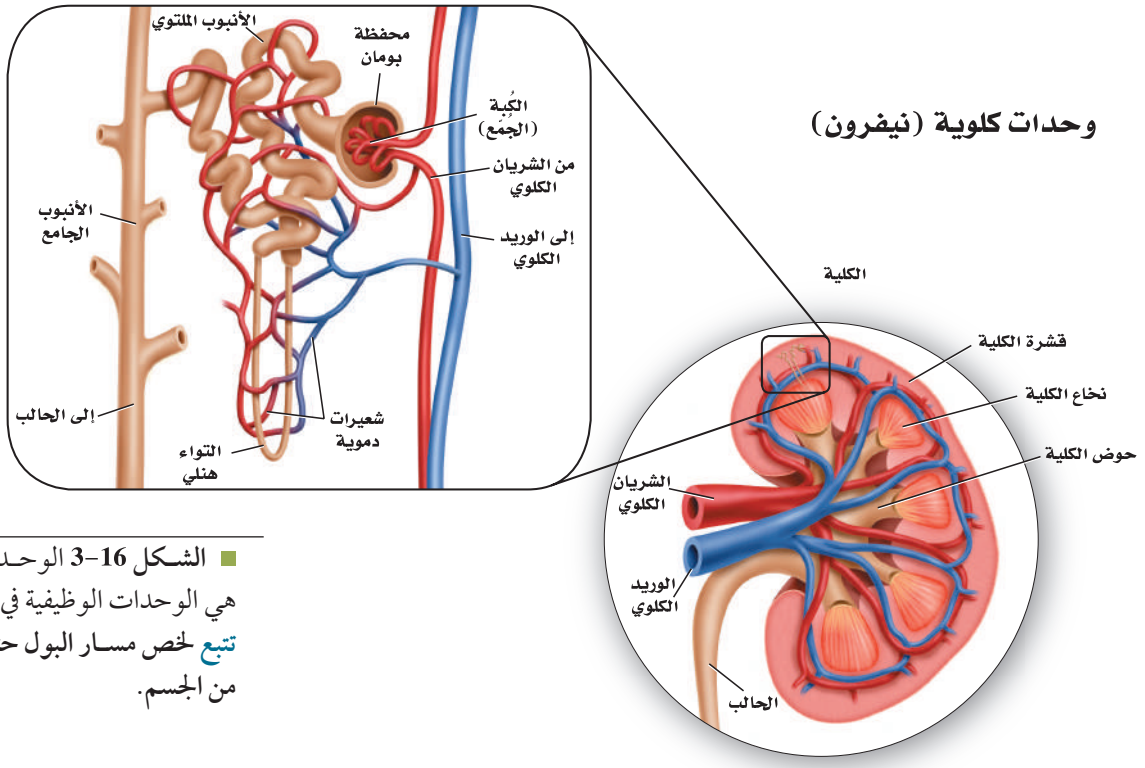
تتضمن أعضاء الإخراج كل من الرئتين، والجلد، والكُلى **الشكل 15–3**، فتخرج الرئتان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، كما يُخرج الجلد الأملاح والماء مع العرق. ومع ذلك، تظل الكلى عضو الإخراج الرئيس في الجسم.

الكُليتان The Kidneys

الكُلية kidney هي أهم أعضاء الإخراج في الجسم، وتقوم بترشيح الفضلات النيتروجينية والماء والأملاح من الدم، كما تحافظ على درجة حموضة الدم.



■ الشكل 15–3 تتضمن أعضاء الإخراج الرئتين والجلد والكلى.



■ **الشكل 16–3** الوحدات الكلوية هي الوحدات الوظيفية في الكلية.
تتبع لخص مسار البول حتى إخراجه من الجسم.

وتشبه الكُلية حبة الفاصولياء في شكلها، وتقسم إلى منطقتين مختلفتين، منطقة خارجية تعرف بالقشرة وأخرى داخلية تعرف بالنخاع، وتحوي كلتا المنطقتين أنابيب مجهرية وأوعية دموية، وهناك منطقة وسط الكُلية تسمى حوض الكُلية **الشكل 16–3**.

الوحدة الكلوية Nephron تحتوي كل كُلية على حوالي مليون وحدة ترشيح، يسمى كل منها **الوحدة الكُلوية** (النيفرون) nephron، وكل نيفرون يتكون من أنبوب كلوي محاط بالشعيرات الدموية، وله طرف يشبه الفنجان يسمي محفظة بومان يحيط بشبكة من الشعيرات الدموية الدقيقة تسمى الكُبة أو الجمّع. ويُعد النيفرون أصغر وحدة وظيفية في الكلية، حيث يتم فيه استخلاص البول من الدم على مرحلتين هما الترشيح وإعادة الامتصاص. لاحظ **الشكل 16–3** .

عملية الترشيح Filtration ينقل الشريان الكُلوي الدم محملًا بالغذاء والفضلات إلى الكلية، ويتفرع فيها إلى أوعية دموية أصغر فأصغر، ليكوِّن شبكة من الشعيرات الدموية الدقيقة في الكُبة. ونظراً لأن جدر هذه الشعيرات الدموية رقيقًا جدًّا، والدم تحت تأثير ضغط كبير، فيرشح الماء والمواد الذائبة فيه ومنها الفضلات النيتروجينية خلال جدران الشعيرات الدموية إلى محفظة بومان، وتبقى الجسيمات الأكبر حجماً ومنها البروتينات وخلايا الدم الحمراء في الدم، وتسمى الفضلات النيتروجينية **باليوريا (البولينا)** urea وهي الناتج النهائي لعمليات التمثيل الغذائي للبروتينات في الثدييات، تتكون في الكبد وتنتقل إلى الدم لتخرج مع البول.

إعادة الامتصاص وتكوين البول Reabsorption and the formation of urine يندفع السائل الراشح من محفظة بومان خلال الأنابيب الكلوية المكونة من أنابيب ملتوية إلى التواء هنلي، فيعاد امتصاص الكثير من الماء والمواد المفيدة مثل الجلكوز والأملاح المعدنية إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب الكلوية، وتسمى هذه العملية إعادة الامتصاص.

تمر السوائل الزائدة والسموم إلى الأنبوب الجامع وتسمى هذه المواد والفضلات بالبول، حيث يخرج من الكلية عبر قناة الحالب، **الشكل 16-3**، ويخزن البول في المثانة ويخرج بعد ذلك من الجسم عبر قناة مجرى البول.

تُرشح الكلية نحو 180 L من الدم يوميًّا عند الشخص البالغ، لكنها تنتج 1.5L - 1٪ فقط من البول. وتحتاج عمليتي الترشيح وإعادة الامتصاص إلى قدر كبير من الطاقة؛ فرغم أن الكليتين تشكلان 1٪ من وزن الجسم، إلا أنها تستعملان 20-25٪ من الأكسجين الذي يحصل عليه الجسم لسد احتياجاتها من الطاقة.

الربط مع الكيمياء تساعد الكُلية في الحفاظ على الرقم الهيدروجيني في الدم، وتنظيمه عن طريق حفظ توازن الحمض والقاعدة. تذكّر أن انخفاض درجة الحموضة ينتج عن زيادة تركيز أيونات الهيدروجين (H^+). عندما ترتفع حموضة الدم (زيادة تركيز H^+) تعمل الكُلية على التخلص من أيونات الهيدروجين الزائدة بطرحها في الأنابيب الكلوية، حيث ترتبط H^+ مع NH_3 داخل خلايا الأنابيب الكُلوية فيتكون أيون NH_4^+ الذي ينتقل إلى خلايا القناة الجامعة، ويتحلل هناك مرة أخرى إلى NH_3، و H^+ ومن ثم يتم التخلص من أيونات الهيدروجين الزائدة في الدم. أما في حالة انخفاض حموضة الدم (تركيز ضعيف من H^+) فيتم إعادة امتصاص المحاليل المنظمة ومنها أيونات البيكربونات (HCO_3^-) وأيونات الصوديوم Na^+، وتتوقف عملية طرح أيونات الهيدروجين من الخلايا إلى تجويف الأنابيب الكلوية. ولأن العمليات الحيوية تتطلب أن تكون درجة الحموضة بين 6.5 إلى 7.5 فإن الكُلية تحافظ على الاتزان الداخلي عن طريق المحافظة على درجة الحموضة عند هذا المستوى.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصي المسالك البولية

اختصاصي المسالك البولية طبيب يلم بمشاكل الجهاز البولي عند الذكر والأنثى. ومن مسؤولياته فحص المرضى، وإجراء فحوص معملية، وتفسير نتائجها، ومعالجة الحوادث والأمراض أو الاختلالات.

مختبر تحليل البيانات 1-3

بناءً على بيانات حقيقية

فسر البيانات

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 إخراج البول والعرق، وبخار الماء من الرئتين.

التفكير الناقد

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

المشاهدات والبيانات

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

معدل فقدان الماء في الإنسان (mL)

المصدر	درجة الحرارة العادية	درجة الحرارة العالية	تمرين مجهد
الكليتان	1500	1400	750
الجلد	450	1800	5000
الرئتان	450	350	650

أخذت البيانات في هذا المختبر من:

Beers, M.2003. The Merck Manual of Medical information, Second Edition West Point,: Merectd and co.Inc

اضطرابات الكلية Kidney Disorders

لا تقدر الكلية أحيانًا على القيام بوظائفها، أو يصيبها فشل بسبب الأمراض والاختلال في وظائفها. فعندما 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. تبدأ إصابة الكلية عادة بإصابة المثانة بالالتهابات، ثم تنتقل هذه الالتهابات إلى الكلية. وتتم معالجة الالتهابات الناتجة عن العدوى بالبكتيريا، باستعمال المضادات الحيوية الفعالة.

التهاب الوحدة الكلوية Nephritis من مشاكل الكلى التهاب الوحدات الكلوية (النيفرون)، وغالبًا ما يحدث نتيجة التهاب وانتفاخ مؤلم في أحد الكُبيبات، 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. وتستخدم بعض العقاقير لمعالجة الإصابة.

حصى الكلى Kidney stones حصى الكلية مادة بلورية صلبة، ومنها مركبات الكالسيوم التي تتكون في الكلية **الجدول 3-3**، و**الشكل 17-3**. وتستطيع هذه الحصى الصغيرة أن تخرج من الجسم مع البول إلا أن ذلك مؤلم جدًّا. ويمكن تحطيم الحصى الكبيرة بالموجات فوق الصوتية لتمر بعدها إلى خارج الجسم، كما تحتاج بعض الحالات أحيانًا إلى الجراحة لإزالتها.
تُحدِث 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 تصبح المعادن ـ ومنها الكالسيوم ـ كتلاً صلبة.

المفردات

مفردات أكاديمية

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

الجدول 3-3 **إضطرابات الجهاز الاخراجي الشائعة**

اضطرابات الإخراج	الوصف
التهاب الوحدة الكلوية	يؤدي التهاب الكبيبات إلى التهاب الكلية كلها، لذا تفشل في أداء وظيفتها إذا لم تعالج.
حصى الكلى	تمر الترسبات الصلبة التي تتكون في الكلية عن طريق البول إلى خارج الجسم. أما الحصى الكبيرة في الكلى فتسد مجرى البول أو تهيج القناة البولية.
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. يقلل هذا الاعتلال من وظيفة الكلية، وربما يقود إلى الفشل الكلوي.
سرطان الكلية	نمو غير منضبط، يبدأ بالخلايا المبطنة للأنابيب داخل الكلية. ينتج عن ذلك خروج الدم إلى البول، ووجود كتل في الكلى، أو ربما تتأثر أعضاء أخرى في الجسم نتيجة انتشار السرطان السريع، مما قد يؤدي إلى الموت.

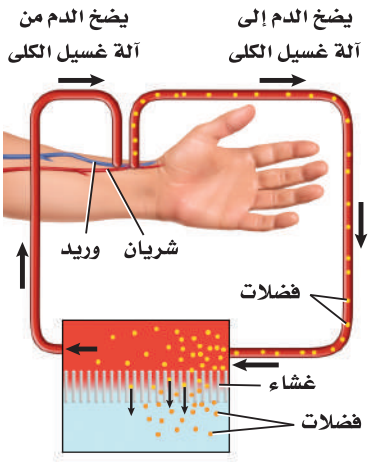
معالجات الكلى Kidney Treatments

يمكن أن تفقد الكلى نسبة كبيرة من وظيفتها قبل أن يصبح الفشل الكلوي ظاهرًا. وإذا لم تعالج مشاكل الكلى فإن تراكم الفضلات في الجسم يؤدي إلى التشنجات وفقدان الوعي أو الموت. وقد تمكّن الطب الحديث من تقديم طريقتين لعلاج الفشل الكلوي التام، وانخفاض مستوى أداء الكلى.

غسيل الكلى Dialysis غسيل الكلى 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 لتخليصه من الفضلات. وتحتاج هذه العملية من 3 إلى 4 ساعات، على أن تتكرر ثلاث مرات أسبوعيًّا. أما النوع الثاني فيعمل الغشاء الداخلي المبطِّن للبطن (الغشاء البريتوني) عمل كلية صناعية، فيملأ تجويف البطن بسائل خاص من خلال أنبوب صغير ملتصق بالبطن، ثم يصرف السائل المحتوي على الفضلات من دم المريض. ويجب إجراء هذه العملية 40min – 30 يوميًا.

زرع الكلية Kidney transplant زرع الكلية عملية جراحية يتم فيها نقل كلية سليمة من شخص آخر إلى جسم المريض. وقد أثبتت زراعة الكلى نجاحات متزايدة في الأعوام الأخيرة.

ومن المضاعفات الرئيسة للزراعة رفض الجسم المتوقع للعضو. وتتم معالجة رفض الجسم للكلية المزروعة بالعقاقير ـ ومنها السيترويدات والسايكلوسبورين ـ التي يتناولها المريض؛ لكيلا يرفض جسمه الكلية المزروعة. ويحتاج الكثير ممن تزرع لهم الكلى إلى علاج ارتفاع ضغط الدم ومنع حدوث العدوى.



ترشيح الفضلات في آلة غسيل الكلى، من الدم خلال غشاء اصطناعي

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

التقويم 3-3

الخلاصة

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

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **فسر** كيف تساعد الكلى على الحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.
2. **عرّف** الوحدة الكلوية (النيفرون) والبولينا.
3. **ارسم مخططًا** يبين التخلص من الفضلات، ابتداءً من محفظة بومان إلى قناة مجرى البول.
4. **قارن** بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الوحدة الكلوية.
5. **حدد** ثلاثة أنواع من اعتلالات الكلية.

التفكير الناقد

6. **كوّن فرضية** لماذا يسبب الفشل الكلوي الموت.
7. الكتابة في علم الأحياء

ابحث عن أثر تناول المواد الغنية بالبروتين في الجهاز الإخراجي. لخص نتائج بحثك وقدمها لزملائك أو معلمك.

8. الرياضيات في علم الأحياء

احسب معدل كمية البول التي ينتجها الجسم في الأسبوع.

الزئبق والبيئة

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

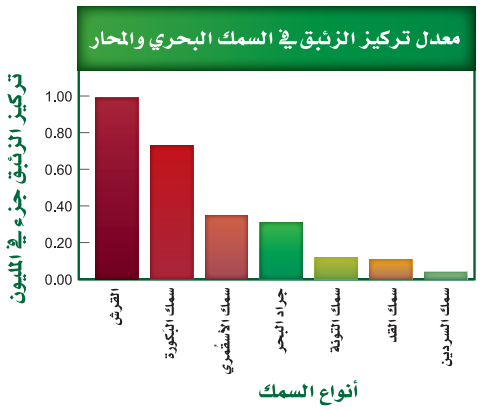
مصادر الزئبق الزئبق معدن سائل عند درجة حرارة الغرفة. ويكوِّن الزئبق مركبات شديدة السمية للإنسان، ويعد جزءًا من البيئة منذ مدة طويلة. وتطلق البراكين وتجوية الصخور عادة الزئبق في البيئة، حيث يستعمل في الكثير من عمليات التصنيع.

ويتسرب الزئبق إلى التربة وشبكة أنابيب الماء عن طريق إلقاء المواد والأشياء التي تحتوي عليه في مكابّ النفايات وحرقها، 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، فتحول البكتيريا الموجودة في الماء الزئبق إلى مركب عضوي يسمى ميثيل الزئبق الذي 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.

الزئبق وتأثيره يعد السمك والمحار غذاءً مهمًّا وطعامًا صحيًّا؛ لأنه يحتوي على بروتينات صحية ومواد غذائية أخرى. ولكن السمك والمحار يحتويان على الزئبق، كما في الجدول الآتي.

لماذا تعتقد أن سمك القرش يحتوي أعلى تركيز للزئبق؟



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

الكتابة في علم الأحياء

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

مختبر الأحياء

إنترنت: عمل اختيارات صحية إيجابية

الخلفية النظرية: تؤثر كل من الوراثة وأنماط الحياة على الصحة عمومًا. ويتضمن الحصول على الصحة السليمة القيام باختيارات صحيحة تتعلق بالتمارين والتغذية والحبوب والاجهاد والتدخين. ولأن أجهزة جسم الإنسان تؤدي وظائفها معًا لتحافظ على الاتزان الداخلي للجسم، فإن أي تغيّر في أحد الأجهزة سوف يؤثر 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 كراسة التجارب العملية.
2. طوّر خطوطًا 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 الإفادة مما تعلموه.
6. استعمل معلومات التقويم التي زودك بها معلمك لتقويم أثر العرض.

حلل واستنتج

1. **صُفّ** من هم المعنيون بعرضك؟ وكيف طوّرت المعلومات المتضمنة لتناسب هؤلاء الحضور؟
2. **لخّص** النقاط المهمة في عرضك.
3. **وضّح** كيف تؤثر الخيارات الصحية السليمة التي وصفتها في أجهزة جسمك؟
4. **قوّم**: هل تعتقد أن عرضك سوف يؤثر في خيارات زملائك الصحية؟ وضّح إجابتك.
5. **قوّم عرضك**: كيف يمكن أن تزيد من فاعلية عرضك؟

مشاركة المجتمع

أبدع اختر واحدًا أو أكثر من السلوكات الصحية السليمة في عرضك، وصمّم دراسة مسحية لجمع معلومات عن الخيارات التي يقوم بها زملائك والمتعلقة بالسلوكيات الصحية السليمة.

دليل مراجعة الفصل

المفردات	المفاهيم الرئيسة
3-1 جهاز الدوران	
الشريان الشعيرة الدموية الوريد الصمام القلب منظم النبض البلازما خلية الدم الحمراء الصفائح الدموية خلية الدم البيضاء تصلب الشرايين	**الفكرة الرئيسة** **ينقل جهاز الدوران الدم لتزويد الخلايا بمواد مهمة، منها الأكسجين، وتخليصها من فضلات، منها ثاني أكسيد الكربون.** • تنقل الأوعية الدموية المواد المهمة خلال الجسم. • يتكون الجزء العلوي من القلب من أذينين. أما الجزء السفلي فيتكون من بطينين. • يضخ القلب الدم غير المحمل بالأكسجين إلى الرئتين، كما يضخ الدم المحمَّل بالأكسجين إلى سائر الجسم. • يتكون الدم من البلازما، وخلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية. • يُصنّف الدم إلى أربع فصائل هي: O ، AB ، B ، A.
3-2 الجهاز التنفسي	
التنفس الخلوي القصبة الهوائية القصيبات الهوائية الرئة الحويصلات الهوائية التنفس الخارجي التنفس الداخلي آلية التنفس	**الفكرة الرئيسة** **وظيفة جهاز التنفس تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين هواء الغلاف الجوي الداخل للرئتين والدم، وبين الدم وخلايا الجسم.** • الحويصلات الهوائية يحدث فيها تبادل الغازات بين جهازي التنفس والدوران. • تبدأ ممرات الهواء من الفم أو الأنف وتنتهي عند الحويصلات الهوائية داخل الرئتين. • الشهيق والزفير عمليتان تؤديان إلى إدخال الهواء وإخراجه. • يعمل جهازا التنفس والدوران معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي. • قد تمنع الأمراض التنفسية حدوث عملية التنفس.
3-3 الجهاز الإخراجي	
الكلية الوحدة الكلوية اليوريا (البولينا)	**الفكرة الرئيسة** **تحافظ الكليتان على الاتزان الداخلي للجسم بالتخلص من الفضلات والماء الزائد، والحفاظ على الرقم الهيدروجيني للدم.** • الكليتان عضو الإخراج الرئيس في الجسم. • الوحدات الكلوية وحدات ترشيح مستقلة في الكلى. • يُعاد امتصاص الماء والمواد المهمة إلى الدم بعد الترشيح. • تنتج الكلى فضلات تسمى البول.

3–1

مراجعة المفردات

اربط بين كل تعريف من الآتي والمصطلح الملائم الموجود في صفحة دليل مراجعة الفصل:

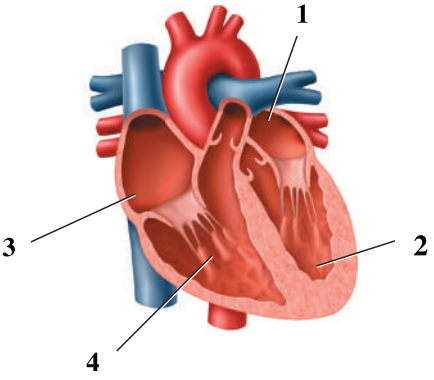
1. الوعاء الدموي الذي يحمل الدم المؤكسج.
2. يتعلق بوقف نزف الوعاء الدموي.
3. يحفز القلب على الانقباض.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. من أين يخرج الدم عندما يغادر القلب؟

a. الأبهر (الأورطى).
b. الشعيرات الدموية.
c. الرئتين.
d. الوريد الرئوي.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 5، 6.



5. ما الرقم الذي يمثّل البطين الأيمن؟

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

6. أيّ أجزاء القلب يدخل إليه الدم المحمَّل بالأكسجين؟

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

7. إذا أُصيب شخص فصيلة دمه A في أثناء حادث سير، فتطلّب الأمر نقل دم إليه، فما 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.

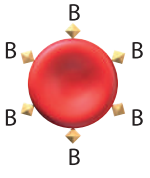
9. إذا قُطع وعاء دموي صغير في يدك فما الذي يؤدي دور المدافع النشط ضد المرض الذي قد يحدث؟

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.

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤال 11.



11. **إجابة قصيرة** ما فصيلة الدم التي يمكن أن ينقل إلى شخص يحمل فصيلة الدم المبينة في المخطط أعلاه؟ فسر إجابتك؟

التفكير الناقد

12. **كوِّن فرضية** تتعلق بفوائد احتواء القلب على جهازي ضخ بدلاً من واحد داخل العضو نفسه.

13. **استنتج** ما فصيلة الدم(A، B، AB أو O) الأكثر أهمية في الحالات الطبية الطارئة؟ لماذا؟

3–2

مراجعة المفردات

استخدم المفردات من دليل مراجعة الفصل لتجيب عن الأسئلة الآتية:

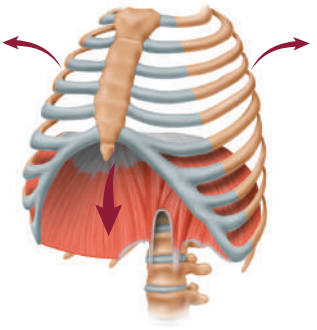
14. أي تركيب يحدث فيه التنفس الخارجي؟

15. ما المصطلح الذي يعبر عن تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم؟

16. أيّ أجزاء الممرات الهوائية يتفرع من القصبة الهوائية؟

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل المخطط الآتي للإجابة عن السؤالين 17 و 18.



17. ما العملية المبينة في الشكل أعلاه؟

a. الشهيق. **c.** التنفس الخلوي.
b. الزفير. **d.** الترشيح.

18. ما الجزء الذي يتحرك إلى الأسفل عندما تنقبض عضلات القفص الصدري؟

a. القصبة الهوائية. **c.** البلعوم.
b. الحجاب الحاجز. **d.** الأضلاع.

19. ما العملية التي تتم داخل خلايا الأنسجة في الساقين؟

a. الترشيح. **c.** التنفس الداخلي.
b. التنفس الخارجي. **d.** التنفس الخلوي.

20. ما العملية التي تؤدي إلى رفع الحجاب الحاجز إلى أعلى؟

a. التنفس الخلوي. **c.** الشهيق.
b. الزفير. **d.** التنفس الداخلي.

21. ما الغاز الذي تحتاج إليه جميع الخلايا؟

a. الكبريت. **c.** ثاني أكسيد الكربون.
b. الهيدروجين. **d.** الأكسجين.

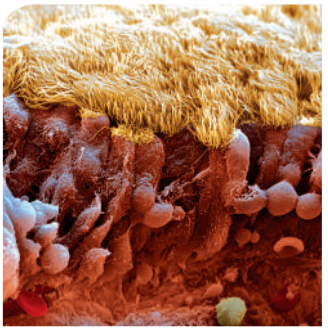
22. ما عدد مرات التنفس تقريبًا التي يقوم بها الشخص في اليوم الواحد إذا تنفس 12x/ min؟

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

أسئلة بنائية

23. **إجابة قصيرة** ميز 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. **كوِّن 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 (النيفرون)؟

27. ما الفضلات الموجودة في البول؟

تثبيت المفاهيم الرئيسة

28. يوجد التواء هنلي في:

a. الأنابيب الكلوية. c. محفظة بومان.
b. الكبة (الجمع). d. مجرى البول.

29. أي وظائف الكلية الآتية تحفظ الماء في الجسم؟

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

30. ما العملية التي تعيد السكر إلى الدم؟

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

استعمل البيانات في الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة 31 و32.

إعادة امتصاص بعض المواد في الكلى

المواد الكيميائية	الكمية الراشحة بوساطة الكلية (g / day)	الكمية التي أخرجت بوساطة الكلية (g / day)	نسبة المادة الكيميائية الراشحة التي أعيد امتصاصها (% /day)
الجلوكوز	180	0	100
اليوريا	46.8	23.4	50

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

a. 0.50 g /min.
b. 23.4 g /day.
c. 46.8 g /day.
d. 50 g /day.

32. اعتمادًا على الجدول في الصفحة السابقة، 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 جدًّا.
b. حجم البروتين كبير.
c. البروتينات لا تدخل الوحدة الكلوية أبدًا.
d. امتصاص البروتينات يعاد عن طريق الوحدة الكلوية.

أسئلة بنائية

34. **إجابة قصيرة**: كم لترًا من الدم ينساب عبر الكلى في الساعة؟

35. **إجابة قصيرة**: فسر الاختلاف بين الترشيح وإعادة الامتصاص في الكلية.

36. **نهاية مفتوحة**: استنتج لماذا تحتاج الكلى إلى الطاقة كثيرًا لأداء عملها.

التفكير الناقد

37. **مهن مرتبطة مع علم الأحياء.** اكتب قائمة من الأسئلة تتعلق بمشاكل المسالك البولية أو بقاء 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 قريتك؟

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.

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

الشخص	محتوى الهيموجلوبين في الدم (Hb/100 mL)	محتوى الأكسجين في الدم في الشرايين (mL O_2/100 mL)	محتوى الأكسجين في الدم في الأوردة (mL O_2/100 mL)
A	15	19	15
B	15	15	12
C	8	9.5	6.5
D	16	20	13
E	15	19	18

39. من منهم يعاني نقصَ الحديد في غذائه؟ فسر إجابتك.

40. من منهم يعيش في المرتفعات، حيث يكون أكسجين الجو قليلًا؟ فسر إجابتك.

41. من منهم ربما يكون قد تسمم بأول أكسيد الكربون الذي يمنع خلايا الأنسجة من استعمال الأكسجين؟ فسر إجابتك.

اختبار مقنن

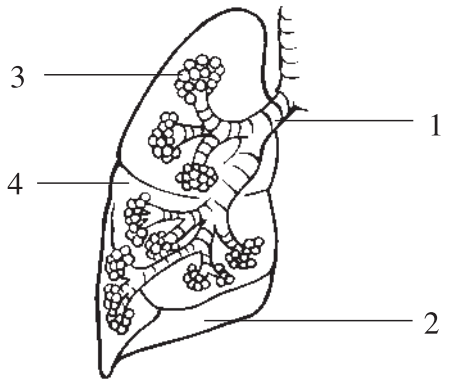
تراكمي

اختيار من متعدد

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

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

استعمل هذا المخطط للإجابة عن السؤالين 3 ، 2.



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

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

3. أي المواقع يحدث فيها تبادل الغازات؟

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

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 4.

نوع العضلات	الوظيفة
العضلات الهيكلية	ترتبط بالعظم وتُشَد عُندما تنقبض لتسبب الحركة.
العضلات الملساء	تحيط بالأعضاء الداخلية الفارغة كالمعدة، والأمعاء، والمثانة والرحم.
العضلات القلبية	

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

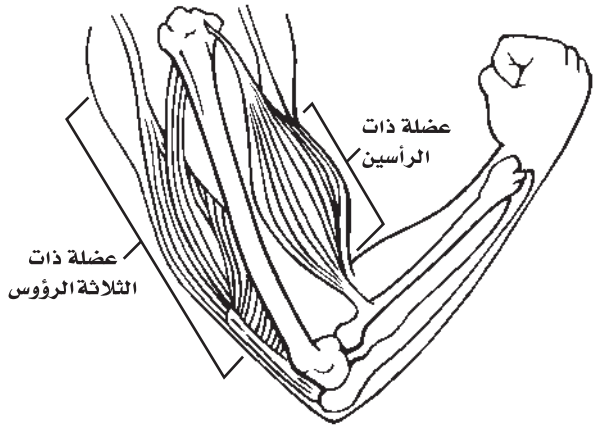
a. القلب. **c.** بطانة الأوعية الدموية.
b. الكلى. **d.** بطانة الأوعية اللمفية.

5. ما نتيجة تنبيه الجهاز جار السمبثاوي؟

a. نقص معدل نبض القلب.
b. نقص إنتاج المخاط.
c. انخفاض النشاط الهضمي.
d. اتساع البؤبؤ.

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 7 ، 6.



6. صف كيف تتم حركة العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الثلاثة الرؤوس في الذراع.

7. فسر لماذا تكون معظم العضلات على شكل أزواج متضادة.

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

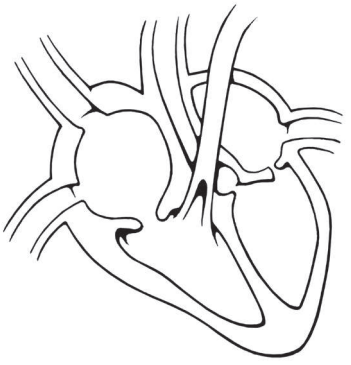
9. اعمـل جدولاً لتنظم معلومـات تتعلق بالجهاز العصبي الذاتـي والجهاز العصبي الجسـمي. اعمل قائمة بأنواع الاسـتجابات والأجهزة التي تتأثـر بذلك، مع ذكر أمثلة عليها.

10. يسـبب مرض نادر اسـمه التصلب الجانبـي الضموري فقـدان الخليـة العصبية الحركية الموجودة في الجسـم لمـادة الميلين. ما الأعراض الأوليـة التي قد تبدو على الشخص الذي يعاني هذا المرض؟

11. فسر كيف ترشح الوحدة الكلوية الدم؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 12.



12. يبين الرسـم أعلاه قلب مكون من أربع حجرات. اكتب موضحًـا دور القلـب ذي الحجرات الأربـع في دوران الدم المحمَّل بالأكسجين في الجسم.

13. فسـر لمـاذا يرفض جسـم المريـض أحياناً الكليـة التي زرعت له؟اقترح وسائل العلاج.

سؤال مقالي

يتكـون الجهـاز العصبـي في الإنسـان من تركيـب معقد من الاستجابات والنشـاطات الإرادية واللاإرادية. وقد وجدت هذه الأنواع المختلفة من الاستجابات في الإنسان لمساعدته على البقاء.

اسـتعمل المعلومات في الفقرة السـابقة للإجابة عن السؤال الآتي.

14. بناءً على ما تعرفه عن الاسـتجابات العصبية المختلفة، اكتـب مقالة منظمة جيدًا، تفسـر فيهـا كيف تكون أنواع الاستجابات اللاإرادية في الإنسان مفيدة لبقائه.

الفصل 4

الجهاز الهضمي وجهاز الغدد الصمّاء
Digestive and Endocrine System

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

4-1 الجهاز الهضمي

الفكرة الرئيسة يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

4-2 جهاز الغدد الصمّاء

الفكرة الرئيسة تنظِّم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.

حقائق في علم الأحياء

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

تجربة استهلالية

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 كراسة التجارب العملية.
2. حضّر **ثلاثة أنابيب اختبار**، وعنّون كلًّا 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**.
3. قطّع **بياض بيضة مسلوقة** جيدًا **بالسكين** قطعًا 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 °C طوال الليل، وسجّل ملاحظاتك في اليوم التالي.

التحليل

قوّم رتّب أنابيب الاختبار اعتمادًا على كمية الهضم التي حدثت. بناءً على نتائجك صف دور كل من الببسين والرقم الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع
www.moe.gov.bh

يتوقع بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل أن يكون الطالب قادرًا على:

- استيعاب المفاهيم المرتبطة بتركيب الجهاز الهضمي وعمليات الهضم الميكانيكي والكيميائي.
- تلخيص الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
- المقارنة بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي.
- مناقشة مكونات الجهاز الهضمي ووظائفها.
- وصف عملية الهضم في كل من الفم والمعدة والأمعاء الدقيقة.
- توضيح الدور الحيوي للأمعاء الغليظة.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بجهاز الغدد الصماء، والهرمونات، وربط وظائفها بالاتزان الداخلي في الجسم.
- تصنيف الهرمونات بحسب تركيبها وآلية عملها.
- وصف تركيب ووظيفة الغدد التي تكوّن جهاز الغدد الصماء.
- وصف آلية التغذية الراجعة التي تنظم مستوى الهرمون في الجسم.
- توضيح دور الغدد الصماء وتحت المهاد في الحفاظ على اتزان الجسم.

4–1

تساؤلات جوهرية

- **ما** الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي؟
- **ما** مكونات الجهاز الهضمي ووظائفها؟
- **كيف** تصف عملية الهضم الكيميائي في كل من الفم، والمعدة والأمعاء الدقيقة؟

مراجعة المفردات

المادة المغذية مكوّن حيوي في الغذاء ضروري لتزويد الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموّه وأداء وظائفه.

المفردات الجديدة

الهضم الميكانيكي
الهضم الكيميائي
الأميليز
المريء
الحركة الدودية
الببسين
الأمعاء الدقيقة
الكبد
الخملات المعوية
الأمعاء الغليظة

الجهاز الهضمي The Digestive System

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

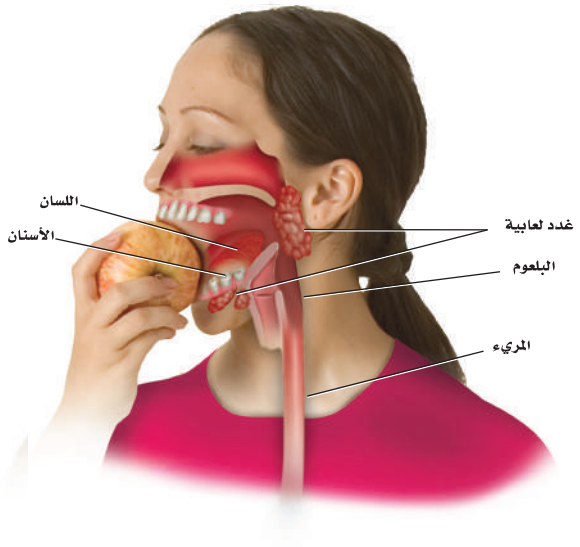
الربط مع الحياة في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريبًا من الغذاء عبر جهازه الهضمي. وينتقل هذا الغذاء مسافة 7-8 m تقريبًا لدى الشخص البالغ في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

وظائف الجهاز الهضمي
Functions of the Digestive System

للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة؛ فبعد أن يدخل الطعام إليه يحلله ويعمل على تقطيعه وطحنه إلى قطع صغيرة ثم إلى مواد مغذية يَسهُل امتصاصها، ثم يتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. ارجع إلى **الشكلين 1–4** و **2–4** في أثناء دراستك لتتعلم تركيب الجهاز الهضمي ووظيفته.

الهضم Digestion عندما تتناول وجبة غذائية يجب أن تمضغ كل لقمة تتناولها جيدًا. لماذا تحتاج إلى مضغ كل لقمة؟

تشمل عملية الهضم كل من الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، **الهضم الميكانيكي** mechanical digestion يتضمن مضغ الطعام وتقطيعه قطعًا صغيرة في الفم، كما يشمل عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرك الطعام. بينما **الهضم الكيميائي** chemical digestion يتضمن تحليل جزيئات الطعام الكبيرة بفعل الإنزيمات إلى جزيئات صغيرة يسهل امتصاصها في خلايا الجسم بعد ذلك والإنزيمات بروتينات تُسرِّع من التفاعلات الحيوية في الجسم.



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

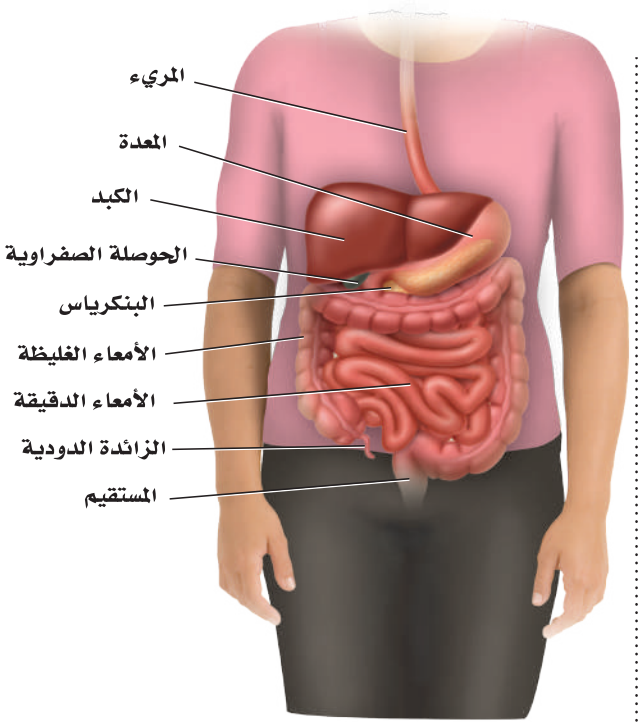
الهضم في الفم Digestion in the mouth يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، ويتضمن مضغ وتقطيع الطعام قطعًا صغيرة. ثم يبدأ الهضم الكيميائي الذي هو نتيجة نشاط الإنزيمات، حيث يعمل إنزيم **الأميليز** amylase الموجود في اللعاب على تحليل الكربوهيدرات وجزيئات النشا المعقدة إلى سكريات بسيطة يسهل على الخلايا امتصاصها.

المريء Esophagus يتم دفع الطعام بعد مضغه بفعل حركة اللسان إلى الجزء الخلفي من الفم ليمر من خلال البلعوم إلى **المريء** esophagus وهو أنبوب عضلي يربط البلعوم بالمعدة، **الشكل 2-4**، وتنقبض العضلات الملساء المبطنة لجدار المريء بالتتابع لتدفع الطعام عبر الجهاز الهضمي من خلال **الحركة الدودية** peristalsis وهي انقباضات عضلية متموجة ومنتظمة تحرك الطعام على طول القناة الهضمية. ويستمر الطعام في الاندفاع نحو المعدة حتى لو وقف الإنسان رأسًا على عقب.

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

الهضم في المعدة Digestion in the stomach عندما يغادر الطعام المريء؛ يمر عبر عضلة دائرية عاصرة، ثم ينتقل إلى المعدة. وتسمى العضلة العاصرة الموجودة بين المريء والمعدة العضلة العاصرة الفؤادية.

تتكون جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من العضلات الملساء تدخل في عملية الهضم الميكانيكي. فعندما تنقبض تلك العضلات، يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلًا كثيفًا يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس، ويتحرك ببطء ويخرج من المعدة عبر العضلة العاصرة البوابية إلى الأمعاء الدقيقة.



الشكل 2-4 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة، ويبلغ طوله 25 cm تقريبًا.

صف **لماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي؟**

إرشادات للدراسة

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.

الربط مع الكيمياء يستعمل الرقم الهيدروجيني pH لقياس درجة حموضة المحاليل. ويمتاز الوسط الداخلي للمعدة بأنه شديد الحموضة؛ وذلك لأن الغدد المعدية تفرز محلولاً حمضيًا يقلل الرقم الهيدروجيني في المعدة، لتصل درجة الحموضة (pH) إلى2، وهي تعادل حموضة عصير الليمون فإذا سمحت العضلة العاصرة الفؤادية بأي تسرب فسيعود بعض هذا الحمض إلى المريء مسببًا ما يعرف بالحموضة.

إن الوسط الحمضي للمعدة ضروري لتحويل مولد إنزيم الببسين (الببسينوجين غير النشط) الذي تفرزه خلايا جدار المعدة إلى إنزيم **الببسين** pepsin وهو الإنزيم الذي يعمل على الهضم الكيميائي للبروتينات في المعدة إلى عديدات الببتيد. كما تفرز الخلايا المبطنة للمعدة مادة مخاطية كطبقة واقية لزجة لمنع الضرر الذي قد يسببه إنزيم الببسين والوسط الحمضي لجدار المعدة.

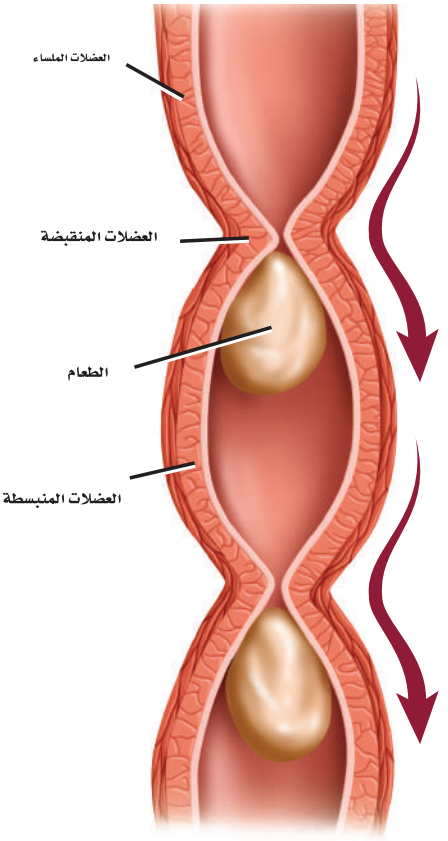
وعلى الرغم من أن معظم عملية امتصاص المواد المغذية تحدث في الأمعاء الدقيقة، إلا أن بعض المواد ومنها الكحول ومادة الأسبرين يتم امتصاصها عن طريق الخلايا المبطنة للمعدة.

ماذا قرأت؟ قارن بين عمليتي الهضم في الفم و الهضم في المعدة؟

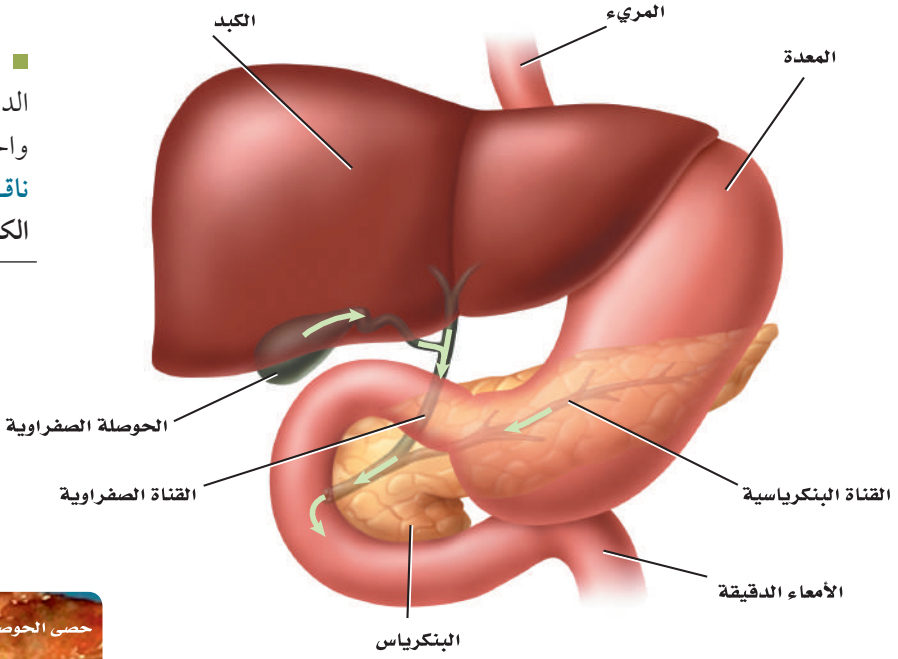
الهضم في الأمعاء الدقيقة Small Intestine Digestion in

يغادر الطعام المعدة إلى **الأمعاء الدقيقة** small intestine وهي أطول جزء في القناة الهضمية إذ يبلغ طولها 7 m تقريبًا، تبدأ بالاثنا عشر ثم اللفائفي. وتسمى بالأمعاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة. وتقوم الأمعاء الدقيقة بوظيفتين هما الهضم وامتصاص الغذاء المهضوم.

أولًا الهضم Digestion: تكمل العضلات الملساء المبطنة لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية عن طريق الحركة الدودية، الموضحةبالشكل **3-4**. ويعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمي، هي البنكرياس والكبد والحوصلة الصفراوية.



■ الشكل 3-4 تنقبض العضلات الملساء في جدران القناة الهضمية بآلية 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؟

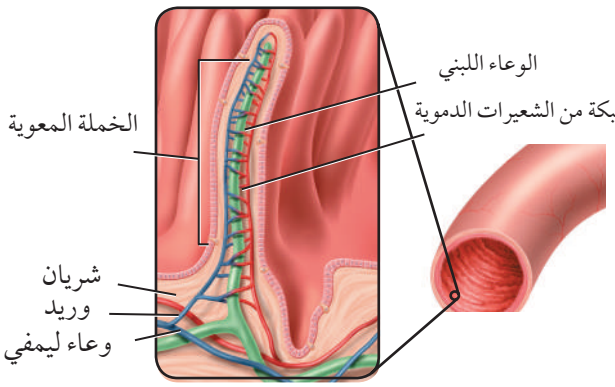
1. البنكرياس Pancreas: يقع البنكرياس خلف المعدة، ويتصل بالاثنا عشر عن طريق القناة البنكرياسية التي تتحد مع القناة الصفراوية في نهايتها، لاحظ **الشكل 4–4**. ويعمل البنكرياس على إفراز إنزيمات تعمل على هضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، كما يفرز سائلًا قلويًا (قاعديًا) لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة إلى أكثر من 7 مما يوفر وسطًا مناسبًا لعمل الإنزيمات المعوية. بالإضافة لإنتاج الهرمونات التي سندرسها لاحقًا.

2. الكبد Liver: يُعد من أكبر الأعضاء الداخلية في الجسم، وله العديد من الوظائف منها إنتاج المادة الصفراء التي تساعد على تحليل الدهون، وينتج الكبد حوالي لتر من هذه المادة يوميًّا، كما يعمل على إزالة السموم الناتجة من عمليات الأيض المختلفة.

3. الحوصلة الصفراوية Gallbladder: كيس صغير يُخزَّن فيه الزائد من العصارة الصفراوية التي يُنتجها الكبد إلى أن تحتاج إليها الأمعاء الدقيقة، حيث تتدفق إلى الاثنا عشر عند مرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة. ويبين **الشكل 5–4** حصى الحوصلة الصفراوية (المرارة)، وهو بلورات من الكوليسترول يمكن أن تتكون داخلها وتعيق تدفق المادة الصفراء.

■ **الشكل 5–4** تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الرنين المغناطيسي للحوصلة الصفراوية.

ثانيًا الامتصاص Absorption: يتم امتصاص معظم المواد المغذية المهضومة من الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم عبر الشعيرات الدموية الدقيقة الموجودة في **الخملات المعوية** villi وهي بروزات إصبعية الشكل تعمل على زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة. **الشكل 6–4**.



■ **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 عن طريق الدم.

تنتقل تلك المواد المغذية بعد ذلك إلى خلايا الجسم، وتدفع الحركة الدودية للأمعاء بقايا الطعام والمواد غير الممتصة ببطء إلى الأمعاء الغليظة.

الأمعاء الغليظة Large Intestine يصل طول **الأمعاء الغليظة** large intestine الى 1.5 m وقطرها 6.5 cm. وهي الجزء الأخير من الجهاز الهضمي وتشمل القولون والمستقيم والزائدة الدودية. وتقع الزائدة الدودية في بداية الأمعاء الغليظة، ولها وظيفة مناعية حيث أن بها نسيجًا ليمفاويًا يعمل على تصفية البكتيريا وتكوين مناعة ضدها، ويمكن إزالتها جراحيًا عندما تتعرض للالتهاب والتضخم.

ويُعد وجود بعض أنواع البكتيريا أمرًا طبيعيًا داخل القولون؛ فهي تنتج فيتامين(k) وبعض فيتامينات (B) اللازمة للجسم. وتتمثل الوظيفة الأساسية للقولون في امتصاص الماء من المواد غير المهضومة، وتصبح الفضلات صلبة القوام وتسمى البراز، وتستمر الحركة الدودية في دفع البراز نحو المستقيم، فتسبب تمدد جدرانه، مما يكوِّن رد فعل يؤدي إلى ارتخاء العضلة العاصرة في نهاية المستقيم؛ للتخلص من البراز عبر فتحة الشرج. ادرس **الجدول 1-4** لمراجعة مراحل الهضم الكيميائي.

تجربة 1-4

استقصاء 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 إلى مستحلب تساعد على خلط جزيئاتها بالمحلول المائي في الأمعاء الدقيقة. وسوف تتحقق في هذه التجربة من هضم الدهون.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. ادرس خطوات العمل، واعمل مخططًا للبيانات.
3. عنون **ثلاثة أنابيب اختبار**، ثم أضف 5 mL **زيت نباتي**، و8–10 قطرات من محلول **الفينولفثالين** إلى الأنابيب الثلاثة، وحرك جيدًا. وإذا لم يتغير اللون إلى الوردي فأضف **محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH** قطرة قطرة حتى تحصل على محلول وردي اللون.
4. أَضف 125 mL من **الماء** إلى **كأس سعة** 250 mL، وسخنه لتصل درجة حرارته 40 °C.
5. حضر الأنابيب على النحو الآتي، ثم أحكم إغلاقها **بسدادة**:

   أنبوب الاختبار A: 5 mL من **الماء المقطر**، ومقدار ضئيل من **أملاح الصفراء**.

   أنبوب الاختبار B: 5 mL من **محلول البنكرياس**، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء.

   أنبوب الاختبار C: 5 mL من محلول البنكرياس.
6. حرك الأنابيب جيدًا لخلط المحتويات، وضعها بهدوء داخل الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
7. تخلّص من محتويات أنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

التحليل

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

الجدول 1-4 **ملخص مراحل الهضم الكيميائي**

مكان الهضم	عضو الإفراز	الإنزيم	المادة الغذائية المتأثرة	نواتج الهضم
الفم	الغدد اللعابية	الأميليز	الكربوهيدرات (النشويات)	سكريات ثنائية (مالتوز)
المعدة	الخلايا الغدية بجدار المعدة	الببسين	البروتينات	عديدات الببتيد
الأمعاء الدقيقة	الكبد (الحوصلة الصفراء)	أملاح الصفراء	الدهون	مستحلب دهني (دهون مجزأة)
	البنكرياس	الأميليز	الكربوهيدرات (النشويات)	سكر ثنائي (مالتوز)
		التربسين + كيموتربسين	البروتينات	عديدات الببتيد
		الليبيز	دهون مجزأة	أحماض دهنية + جليسرول
	الخلايا الغدية بجدار الأمعاء	مالتيز + سكريز + لاكتيز	سكريات ثنائية	سكريات أحادية جلوكوز - فركتوز - جلاكتوز
		الببتيديز	عديدات الببتيد	أحماض أمينية

لمزيد من التعرف على أنوع المواد الغذائية وأهمية الفيتامينات ارجع إلى الكتاب ص143-147.

التقويم 1-4

الخلاصة

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

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صف** العملية التي **تحلل** الطعام لتسهيل امتصاص المواد المغذية في الجسم.
2. **حلّل** الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، ووضح أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
3. **لخّص** الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
4. **حلّل** ما النتيجة المتوقعة إذا وجدت طبقة ملساء مبطنة للأمعاء الدقيقة بدلًا من الخملات؟

التفكير الناقد

5. **صمّم** تجربة لجمع بيانات حول أثر الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم أنواع الطعام المختلفة.
6. **فسر** يختلف الرقم الهيدروجيني (pH) في أجزاء الجهاز الهضمي. أعطِ أمثلة على ذلك، ووضح أهمية هذه الاختلافات.

4–2

جهاز الغدد الصماء
The Endocrine System

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

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

تساؤلات جوهرية

- **ما** الهرمونات وما آلية عملها؟
- **ما** وظائف الغدد التي تكوّن جهاز الغدد الصماء؟
- **كيف** تصف دور جهاز الغدد الصماء في الحفاظ على اتزان الجسم؟
- **كيف** تعمل آلية التغذية الراجعة على تنظيم مستوى الهرمون في الجسم؟

مراجعة المفردات

الاتزان الداخلي: تنظيم الظروف البيئية الداخلية للمخلوق الحي لاستمرار حياته.

المفردات الجديدة

الغدد الصمّاء

الهرمون

الغدة النخامية

الثيروكسين

الكالسيتونين

الهرمون الجاردرقي

الإنسولين

الجلوكاجون

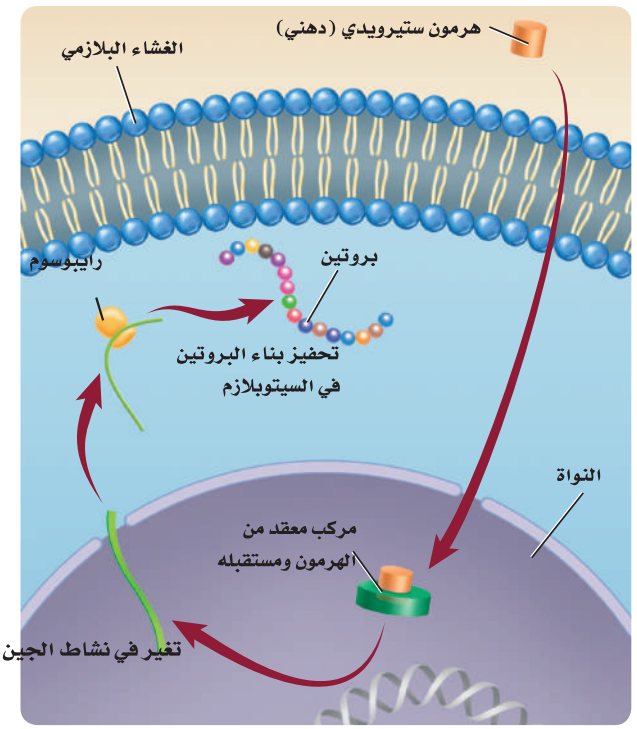
الألدوستيرون

الكورتيزول

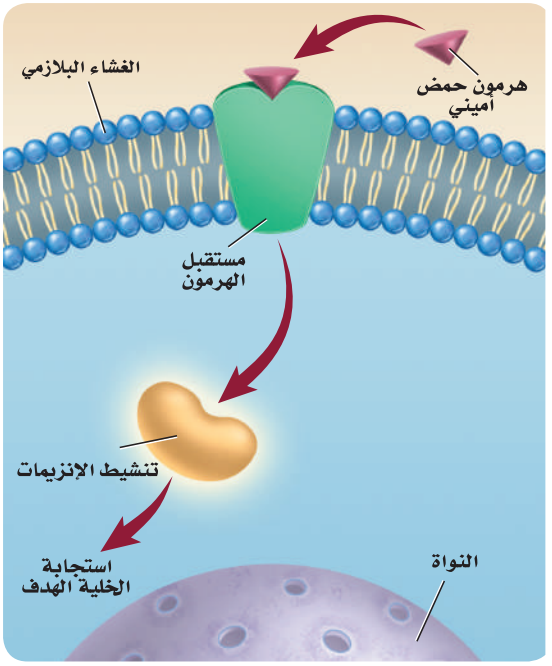
آلية عمل الهرمونات Action of Hormones

يتكون جهاز الغدد الصماء من غدد تعمل عمل نظام اتصال. و**الغدد الصماء** endocrine glands هي مجموعة من الغدد تفرز الهرمونات التي تُطلق إلى مجرى الدم مباشرة، ويتم توزيعها إلى خلايا الجسم. **الهرمون** hormone مادة كيميائية تفرزها الغدد الصماء وتنتقل عن طريق الدم مباشرة إلى 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 هرمونَا الإستروجين 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 7–4** مما يحفز جينات محددة لإنتاج البروتين المطلوب.



الشكل 7–4 ينتقل الهرمون الستيرويدي عبر الغشاء الخلوي، ويرتبط مع مستقبل داخل الخلية، فيحفز عملية بناء البروتين.



■ **الشكل 4-8** يرتبط الهرمون غير الستيرويدي (هرمون الحمض الأميني) مع مستقبل على الغشاء البلازمي قبل دخوله الخلية.

وضح الفرق بين هرمونات الاحماض الأمينية والهرمونات الستيرويدية.

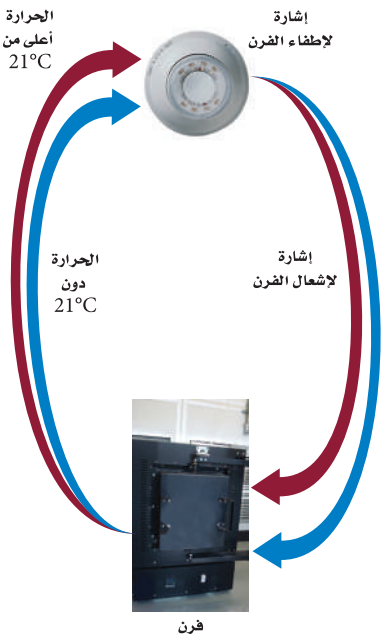
تذوب الهرمونات الستيرويدية في الدهون. ولهذا تستطيع الانتشار عبر الغشاء البلازمي للخلية الهدف. وبمجرد دخولها الخلية الهدف ترتبط مع المستقبل في الخلية، ثم يعمل الهرمون والمستقبل المتحدان معًا على الارتباط مع المادة الوراثية DNA في النواة، مما يحفز جينات محددة.

هرمونات الأحماض الأمينية Amino acid hormones هرمون الإنسولين 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 8-4**.

التغذية الراجعة السلبية Negative Feedback

يتم الحفاظ على اتزان الجسم عن طريق آلية تغذية راجعة تُسمى التغذية الراجعة السلبية؛ حيث تعيد التغذية الراجعة النظام إلى نقطة البداية بمجرد انحرافه عن النقطة المرجعية set point، ولذلك يتغير النظام ضمن مدى معين. فعلى سبيل المثال، يمكن الحفاظ على درجة حرارة الفرن عند 21°C مثلًا؛ إذ يستشعر منظم الحرارة في الفرن الحرارة. فعندما تنخفض دون 21°C يرسل المنظم إشارة إلى مصدر الحرارة ليبدأ الاشتعال وإنتاج حرارة أكثر. وعندما ترتفع الحرارة أعلى من 21°C يرسل منظم الحرارة إشارة إلى مصدر الحرارة ليتوقف عن العمل، حتى يستشعر انخفاض درجة الحرارة دون 21°C، تُشبِه هذه العمليةُ التغذيةَ الراجعة السلبية **الشكل 9-4**.

■ **الشكل 9-4** ينطفئ الفرن أو يشتعل بناءً على العلاقة بين درجة الحرارة التي يتم رصدها ودرجة الحرارة المرجعية (التي تم ضبطها).



الغدد الصمّاء وهرموناتها
Endocrine Glands and Their Hormones

يضم جهاز الغدد الصماء جميع الغدد التي تفرز الهرمونات، ومنها الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والكظرية، والصنوبرية، والغدد الزعترية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان، **الشكل 10-4**.

الغدة النخامية Pituitary gland تقع **الغدة النخامية** في قاعدة الدماغ، كما في **الشكل 11-4**. وتُسمى سيدة الغدد الصماء؛ لأنها تنظم العديد من وظائف الجسم. وبغض النظر عن حجمها فهي أهم الغدد الصماء. إذ تفرز هذه الغدة هرمونات تنظم العديد من وظائف الجسم كما تنظم عمل الغدد الصماء الأخرى، ومنها الغدة الدرقية والغدة الكظرية والخصيتان والمبيضان.

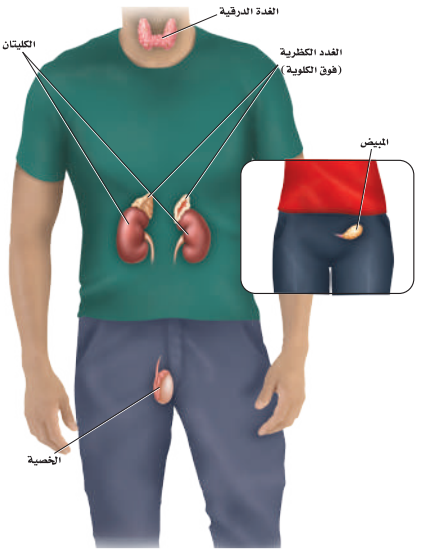
وتعمل بعض هرمونات الغدة النخامية على الأنسجة بدلاً من العمل على أعضاء محددة. فهرمون النمو (hGH) الذي تفرزه يساعد على تنظيم نمو كتلة الجسم، عن طريق تحفيز انقسام الخلايا في العضلات والنسيج العظمي. ويَنشط هذا الهرمون خصوصًا في أثناء الطفولة ومرحلة البلوغ، والإفراز المفرط من هذا الهرمون يسبب العملقة،ويسبب تضخم الأطراف عن البالغين بينما يؤدي نقص إفرازة في مرحلة الطفولة إلى القزامة.

ماذا قرأت؟ هل هناك علاقة بين هرمون النمو وتأخير الشيخوخة؟

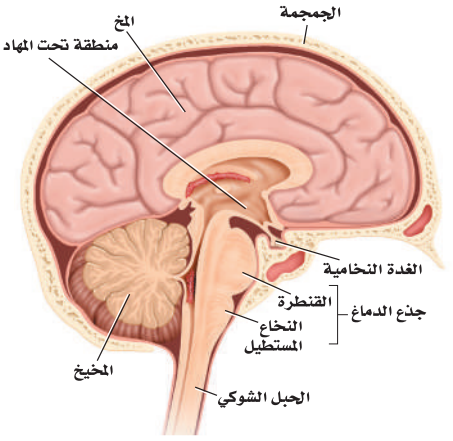
الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية Thyroid and parathyroid glands حدد موقع الغدة الدرقية وجارات الدرقية في **الشكل 12-4**. تفرز الغدة الدرقية هرمونًا يُسمى الثيروكسين، و**الثيروكسين** thyroxine هرمون لايقتصر عملة على أعضاء محددة، بل يؤدي إلى زيادة معدل الأيض في خلايا الجسم. كما تفرز الغدة الدرقية هرمون **الكالسيتونين** calcitonin وهو مسؤول جزئيًّا عن تنظيم الكالسيوم في الجسم، وهو ملح معدني مهم جدًّا في تكوين العظام وتجلط الدم، وفي قيام الخلية العصبية بوظائفها، وانقباض العضلات. ويؤدي الكالسيتونين إلى خفض مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق إرسال إشارات إلى العظام لتزيد من امتصاص الكالسيوم، وإشارة إلى الكليتين لطرح المزيد منه مع البول.

عندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم تعمل الغدد جارات الدرقية على زيادة إنتاج **الهرمون الجاردرقي** Parathyroid hormone هو الهرمون الذي يزيد من مستوى الكالسيوم في الدم، عن طريق تحفيز العظام على إطلاقه. كما يحفز الكليتين على إعادة امتصاص كميات أكبر من الكالسيوم، وكذلك يزيد من امتصاص الأمعاء للكالسيوم من الغذاء. وللغدد الدرقية وجارات الدرقية تأثيرات متضادة في مستوى الكالسيوم في الدم، وبعملهما معًا يحافظان على اتزان الجسم الداخلي.

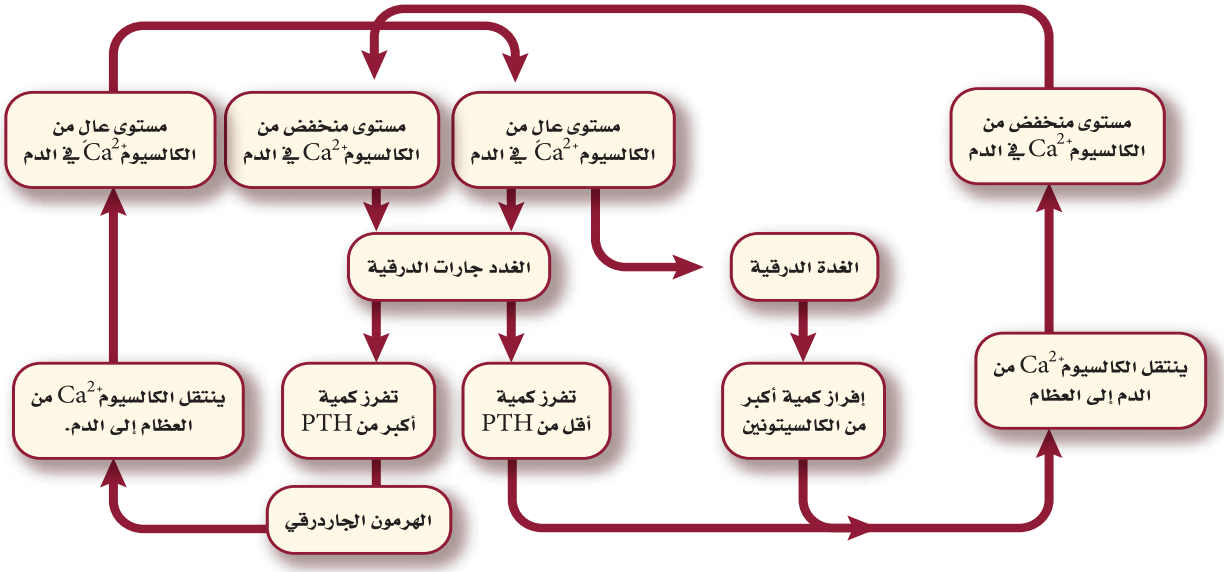
ماذا قرأت؟ وضح أهمية التغذية الراجعة السلبية في المحافظة على اتزان الجسم.



الشكل 10-4 تقع الغدد الرئيسة لجهاز الغدد الصماء في جميع أنحاء الجسم.



الشكل 11-4 تقع الغدة النخامية في أسفل قاعدة الدماغ، ويبلغ قطرها نحو 1cm، وتزن ما بين 1g - 0.5.

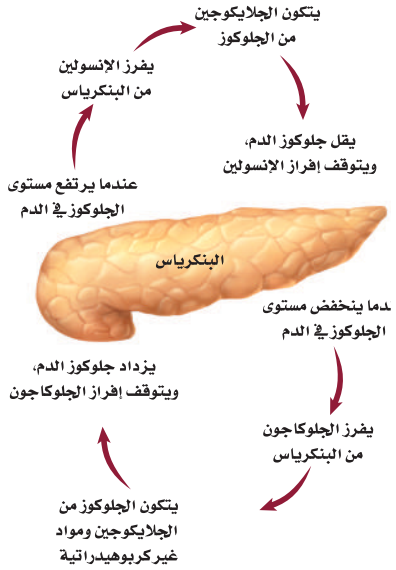


■ **الشكل 12–4** الهرمون الجاردرقي (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) ينظمان مستوى الكالسيوم في الدم.
وضح كيف يمثل عمل كل من الهرمون الجاردرقي (PTH) وهرمون الكالسيتونين (CT) آلية التغذية الراجعة؟

البنكرياس Pancreas يُعد البنكرياس غدة مشتركة(قنوية ولاقنوية)،إذ أن له دور مهم في إنتاج الإنزيمات التي تهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. كما يفرز هرموني الإنسولين والجلوكاجون اللذين يعملان معًا للحفاظ على اتزان الجسم، كما في **الشكل 13–4**. فعندما يرتفع مستوى السكر في الدم يفرز البنكرياس هرمون **الإنسولين** 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.

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

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



■ **الشكل 13–4** الجلوكاجون والإنسولين يعملان معًا للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

الغدد الكظرية (فوق الكلوية) Adrenal glands تقع الغدد الكظرية في أعلى الكليتين **الشكل** 14-4. ويسمى الجزء الخارجي من الغدد الكظرية القشرة، وهي التي تقوم ببناء هرمون الألدوستيرون، ومجموعة أخرى من الهرمونات تُسمى هرمونات الجلوكوز القشرية الدهنية. و**الألدوستيرون** aldosterone هرمون ستيرويدي تنتجة قشرة الغدة الكظرية ويؤثر في الكليتين، هو ضروري جدًّا لإعادة امتصاص أيونات الصوديوم. أما **الكورتيزول** cortisol وهو نوع آخر من هرمونات الجلوكوز القشرية الدهنية فيساعد على زيادة مستوى الجلوكوز في الدم، ويقلّل من الالتهابات.

ويفرز الجزء الداخلي من الغدد الكظرية إبينفرين (أدرينالين)، ونورإبينفرين، ويعمل هذان الهرمونان معًا 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 العصيبة.

وللجسم آليات مختلفة في الاستجابة للضغوطات النفسية، مثل "استجابة الكر والفر" في الجهاز العصبي. ويرتبط جهاز الغدد الصماء أيضًا بهذه الأنواع من الاستجابات (ردود الفعل)، "فإفراز الأدرينالين" يحدث عندما تنطلق كمية من الطاقة في موقف يدعو إلى التوتر.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي الغدد الصماء

يدرس اختصاصي الغدد الصماء الغددَ التي تفرز الهرمونات، والأمراض المرتبطة معها.

التعلّم الذاتي

لتتعلم المزيد عن التغذية الراجعة للإنسولين.
ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.moe.gov.bh

تجربة 4-2

عمل نموذج لجهاز الغدد الصماء

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

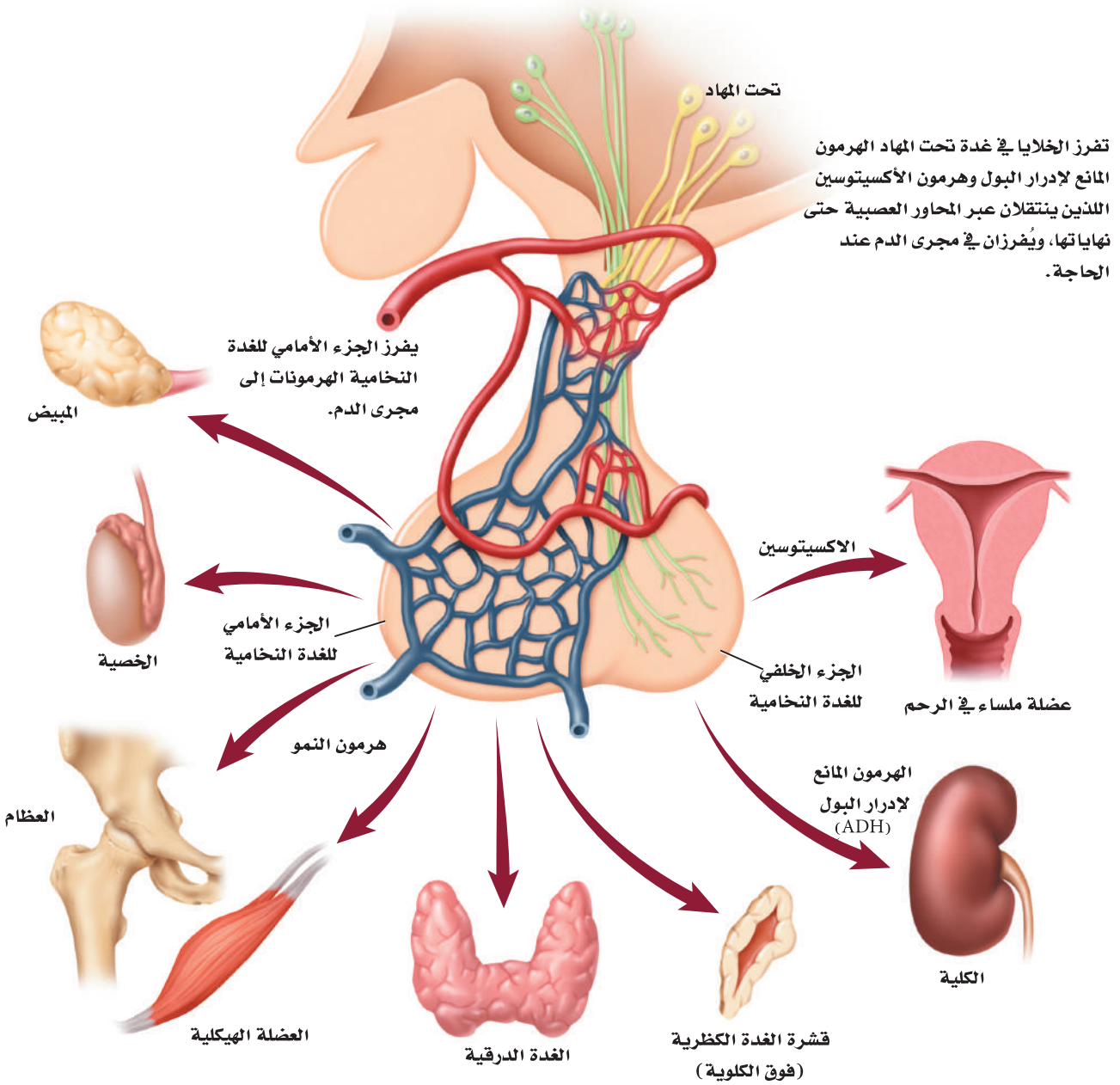
خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. حدد نشاطًا معينًا. ماذا يحدث للجسم في أثناء التحضير للنشاط، ثم عند القيام به، وبعد الانتهاء منه.
3. تخيّل أنك تكتب برنامجًا حاسوبيًّا، وأن جسمك سيتابع النشاط إلى حين انتهائه. تتبع الخطوات التي تحدث كما في الخطوة 2 .
4. راجع برنامجك. أدخل الخطوات، حيث يبدأ جهاز الغدد الصماء لديك إفراز الهرمونات للحفاظ على اتزان جسمك الداخلي. استعمل معرفتك والمصادر المتوافرة لتحديد الهرمونات التي ارتبطت مع ذلك. وضمِّن 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؟ ولماذا لا؟
2. **استخلص النتائج** اعمل قائمة بأجهزة الجسم الرئيسة التي مثلتها في برنامجك. علامَ يدل هذا بالنسبة لعدد وظائف الجسم التي يتحكم فيها جهاز الغدد الصماء؟

الشكل 14-4 يحافظ تحت المهاد Hypothalamus على اتزان الجسم؛ بوصفه حلقة وصل بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. وتفرز الغدة النخامية هرمون النمو والهرمون المانع لإدرار البول وهرمون الأكسيتوسين حسب حاجة الجسم. وتعمل الغدة النخامية أيضًا على إنتاج وإفراز الهرمونات التي تنظم وتحفز عمل الخصيتين والمبيضين والغدة الدرقية والغدة الكظرية (فوق الكلوية).



الجدول 2-4 *	بعض الغدد الصماء وأهم هرموناتها		
الغدة	الهرمون	العضو / النسيج المستهدف	الدور الحيوي
الغدّة النخامية — الفص الأمامي	هرمون النموّ GH	أنسجة الجسم خاصة العظام	تحفيز انقسام الخلايا في العضلات والعظام.
	الهرمون المنشط للغدة الدرقية TSH	الغدة الدرقية	تحفيز الغدة الدرقية على إفراز هرموناتها.
	الهرمون المنشط للحويصلة FSH	الغدد التناسلية	تحفيز إنتاج الحيوانات المنوية داخل الأنابيب المنوية، وتحفيز نضوج الحويصلات داخل المبيض.
	الهرمون المنشط للجسم الأصفر LH	الغدد التناسلية	تحفيز الخصية لإفراز هرمون التستوستيرون، وتحفيز المبيض لإفراز الهرمونات الأنثوية، تحفيز عملية التبويض، وتكوين الجسم الأصفر.
الغدّة النخامية — الفص الخلفي	الأكسيتوسين Oxytocin	عضلات الرحم والغدد الثديية	تحفيز انقباض عضلات الرحم أثناء المخاض، وتحفيز الثديين على إفراز الحليب.
	المانع لإدرار البول ADH	النيفرونات بالكليتين	إعادة امتصاص الماء والصوديوم في الكلية.
الغدة الدرقية	الثيروكسين Thyroxine	جميع الأنسجة	زيادة معدّل عملية الأيض (عمليات الهدم والبناء) وتنظيم نمو ونضج الأعضاء.
	الكالسيتونين Calcitonin	العظام والكليتان	خفض مستوى الكالسيوم في الدم بتحفيز العظام على امتصاص الكالسيوم وتنشيط الكلية لطرح المزيد منه في البول.
الغدد جارات الدرقية	الجار درقي PTH Parathyroid	العظام والكليتان والأمعاء الدقيقة	زيادة مستوى الكالسيوم في الدم بتحفيز العظام على إطلاقه، وتحفيز الكلية والأمعاء على امتصاصه.
الغدة الكظرية (فوق الكلوية) — القشرة	الألدوستيرون Aldosterone	الكليتان	يحفز إعادة امتصاص الصوديوم والماء وإخراج البوتاسيوم.
	الكورتيزول Cortisol	معظم خلايا الجسم	زيادة مستوى الجلكوز بالدم، تكسير البروتينات، مضاد للالتهابات.
الغدة الكظرية (فوق الكلوية) — النخاع	إبينفرين (أدرينالين) Epinephrine ونور إبينفرين Norepinephrine	العضلات القلبية والجهاز الدوري والرئتين والكبد	يفرز كاستجابة لحالات الطوارئ، ويعمل على زيادة معدل نبض القلب، وارتفاع ضغط الدم، ومعدل التنفس وزيادة مستوى السكر في الدم.
البنكرياس — خلايا بيتا	الإنسولين Insulin	الكبد والعضلات والأنسجة الدهنية	يحفز تخزين الجلوكوز في الكبد في صورة جليكوجين عند ارتفاع مستوى السكر في الدم.
البنكرياس — خلايا ألفا	الجلوكاجون Glucagon		يحفز تحويل الجلايكوجين المخزن في الكبد إلى جلوكوز وإطلاقه في الدم عند انخفاض مستوى السكر في الدم.
الغدد التناسلية — الخصية	التستوستيرون Testosterone	الغدد التناسلية ومعظم خلايا الجسم	تحفيز إنتاج الحيوانات المنوية، وإظهار الصفات الجنسية الثانوية عند البلوغ.
الغدد التناسلية — المبيض	الإستروجين Estrogen		تحفيز نمو بطانة الرحم أثناء دورة الحيض، وإظهار الصفات الجنسية الثانوية عند البلوغ.
	البروجسترون Progesterone		تحفيز نمو بطانة الرحم أثناء دورة الحيض.

* للإطلاع فقط

الجدول 3-4 *

بعض اضطرابات جهاز الغدد الصماء

المرض / الاضطراب	السبب	الأعراض
التقزم Dwarfism	نقص إفراز هرمون النمو خلال فترة الطفولة	انحناء وتقوس شديد في الساقين، صعوبة في التنفس، قصر في طول الذراعين والساقين، قد يحدث تأخر في النمو والإدراك العقلي.
العملقة Gigantism	زيادة إنتاج هرمون النمو خلال فترة الطفولة	تكون الأطراف طويلةً جدًا، يصبح الفرد ذو قامة أطول بكثير من الشخص الطبيعي.
ضخامة الأطراف Acromegaly	زيادة إنتاج هرمون النمو بعد فترة البلوغ	ضخامة اليدين والقدمين، زيادة حجم الجمجمة وبروز الفك السفلي والحاجبين، تضخُّم ملامح الوجه، تضخم الأنف وزيادة سمك الشفتين.
متلازمة نقص اليود الخلقي القماءة Cretinism	نقص في إفراز هرمونات الدرقية عند الولادة	نقص النمو الجسدي والعقلي الحاد، قد تتضخم البطن وتبرز إلى الأمام، ويمكن معالجة هذه الحالة عند الاكتشاف المبكر.
الوذمة المخاطية Myxedema	نقص في إفراز هرمونات الدرقية عند البالغين	تناقص وتيرة التنفس، تناقص مستويات الصوديوم في الدم، انخفاض درجة حرارة الجسم، تناقص مستويات الأكسجين في الدم، البطء الذهني، الغيبوبة، الصدمة.
تضخم الغدة الدرقية Exophthalmic goiter	زيادة في إفراز هرمونات الغدة الدرقية	تورم منطقة أسفل الرقبة، شعور بعدم الراحة في الحنجرة، صعوبة في البلع، الشعور بالدوار وخاصة في حال رفع اليدين لأعلى مستوى الرأس.
فرط كالسيوم الدم Hypercalcemia	نقص في إفراز هرمون الكالسيتونين	إجهاد الكلى، اضطراب المعدة والغثيان والقيء والإمساك، هشاشة وآلام العظام وضعف العضلات والخمول والإرهاق.
مرض البول السكري diabetes insipidus	نقص في إفراز هرمون ADH	فقدان الوزن، عدم وضوح الرؤية، الإصابة بالتعب والإرهاق، زيادة الشعور بالجوع، عدم التئام الجروح، العصبية الشديدة والتوتر.

* للإطلاع فقط

التقويم 2-4

الخلاصة

- تفرز الغدد الصماء مواد تُسمى الهرمونات.
- تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.
- تُصنَّف الهرمونات إلى هرمونات ستيرويدية وهرمونات الاحماض الأمينية.
- يتأثر مستوى الهرمونات بنظام التغذية الراجعة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **قوّم** الأسباب التي أدت إلى تسمية نظام التغذية الراجعة للهرمونات بالتغذية الراجعة السلبية.
2. **توقّع** متى تتوافر مستويات عالية من الأنسولين والجلوكاجون في دم الإنسان.
3. **حدد** ثم صف وظيفة كل من: الغدة النخامية، والدرقية، وجارات الدرقية، والبنكرياس، والغدد الكظرية.

التفكير الناقد

4. **ابحث** اليود عنصر مهم جدًّا 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.
5. **حلّل** كيف يؤدي الخلل في آلية التغذية الراجعة السلبية إلى وفاة المخلوق الحي؟

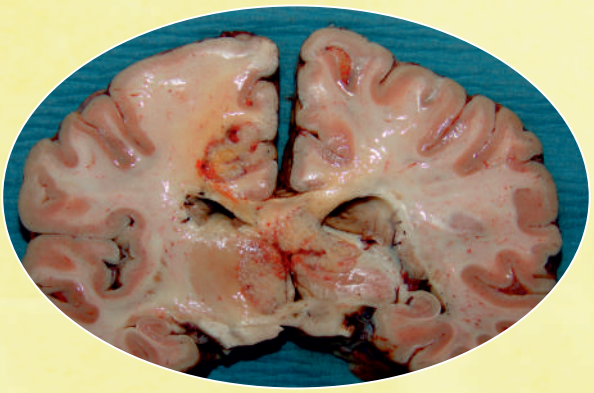
مهن: الاختصاصي في علم الأمراض الجنائية، والاختصاصي في علم السموم.

الأدوات والتقنيات التي يستعملها اختصاصي علم الأمراض الجنائي

هل يمكن للشخص المتوفى أن يتكلم؟ بطريقة ما، نعم؛ إذ يمكن لجسم الميت توضيح الظروف المحيطة بالوفاة؛ حيث يجمع اختصاصي علم الأمراض البيانات من الجسم ويحللها؛ لتحديد كيف مات الشخص؟ وتساعد الأدوات والتقنيات والطرائق العلمية التي يستعملها اختصاصي علم الأمراض 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 كلًّا من الرئتين والدماغ والقلب والكبد والمعدة، ويستعمل المشرط لأخذ مقاطع رقيقة جدًّا من هذه الأعضاء، مثل صورة شريحة الدماغ في الشكل العلوي، ثم تحفظ هذه الشرائح كيميائيًّا لمنعها من التعفن.

الهضم ووقت الوفاة ما أهمية فحص اختصاصي علم الأمراض محتويات معدة الضحية؟ يتوقف الهضم لحظة الوفاة، ويمكن للاختصاصي أن يفحص المعدة لتقدير الوقت؛ فإذا كانت المعدة فارغة تمامًا 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؟ 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.



قطاع عرضي في الدماغ يمكن ان يستعمل لبيان اسباب الموت

محتويات المعدة تكشف عن حدوث التسمم قد ترتبط المواد السامة ـ ومنها بعض المنتجات المنزلية والسموم والعقاقير ـ بالوفاة. واختصاصي علم الأمراض متخصص في تعرّف وتحديد المواد الكيميائية الغريبة التي قد تؤدي إلى الوفاة.

يتم تدريب اختصاصي علم الأمراض على ملاحظة التفاصيل الدقيقة التي قد تضيف أحيانًا معلومات جديدة تساعد على رواية قصة الساعات الأخيرة من حياة الشخص.

الكتابة في علم الأحياء

هناك وظيفة لاختصاصي علم الأمراض في مدينتك. اكتب إعلانا عن هذه الوظيفة، وتأكد من اشتمال الإعلان على التقنيات والإجراءات التي يجب أن يُلمّ بها المتقدمون لهذه الوظيفة، بالإضافة إلى المهارات العامة والخصائص التي يجب أن يمتلكوها بها.

مختبر الأحياء

صمم بنفسك

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

الخلفية النظرية: **يبدأ هضم النشا في الفم، حيث يحطم إنزيم الأميليز الموجود في اللعاب النشا إلى جزيئات سكر أصغرها الجلوكوز الذي يعد مصدرًا مهمًا للطاقة. وتختلف الأطعمة ومنها – البسكويت فيما تحتويه 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 ومِدق	مخبار مدرج
أنابيب اختبار	محلول اليود
حامل هذه الأنابيب	قطارات
ورق ترشيح	زجاجة ساعة (جفنة شفافة)
قمع	محلول الأميليز
مقياس حرارة	أقلام تخطيط على الزجاج أو أقلام شمعية
كأس زجاجية	

احتياطات السلامة

تحذير اليود مادة مُهيّجة وتصبغ الجلد

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة 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 خطتك كلما كان ذلك ضروريًا.
   - 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 محتوى أنابيب الاختبار حسب الإجراءات المتبعة. ونظّف الأواني الزجاجية والمعدات، وأعدها إلى مكانها، ثم اغسل يديك جيدًا بعد التعامل مع المواد الكيميائية والأواني الزجاجية.

حلل واستنتج

1. **حلّل** ما تأثير إنزيم الأميليز في النشا الموجود في قطع البسكويت؟
2. **لاحظ واستنتج** أي أنواع البسكويت كان فيه هضم النشا أسرع؟ وإلامَ 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؟ فسرّ ذلك.
4. **تحليل الخطأ** هل أظهرت أي خطوة من خطوات التجربة أي متغيرات لم تُضبط؟ فسرّ كيف يمكن إعادة تصحيح خطوات العمل للتحكم في هذه العوامل أو المتغيرات.

طبّق مهارتك

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

دليل مراجعة الفصل

المفردات		المفاهيم الرئيسة
4-1 الجهاز الهضمي		
الهضم الميكانيكي	البيبسين	الفكرة الرئيسة **يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.**
الهضم الكيميائي	الأمعاء الدقيقة	• للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
الأميليز	الكبد	• الهضم نوعان: ميكانيكي، وكيميائي.
المريء	الخملات المعوية	• يتم امتصاص معظم المواد المغذية في الأمعاء الدقيقة.
الحركة الدودية	الأمعاء الغليظة	• تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.
		• يتم امتصاص الماء من الكيموس في القولون.
4-2 جهاز الغدد الصماء		
الغدد الصمّاء	الإنسولين	الفكرة الرئيسة **تنظم آليات التغذية الراجعة الهرمونية أجهزة جسم الإنسان.**
الهرمون	الجلوكاجون	• تفرز الغدد الصماء مواد تسمى الهرمونات.
الغدة النخامية	الألدوستيرون	• تنتقل الهرمونات في الجسم عن طريق مجرى الدم.
الثيروكسين	الكورتيزول	• تُصنف الهرمونات إلى: هرمونات ستيرويدية، وهرمونات الاحماض الأمينية.
الكالسيتونين		
الهرمون الجاردرقي		

4–1

مراجعة المفردات

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

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

تثبيت المفاهيم الرئيسة

4. ماذا يحدث في المعدة؟

a. هضم جزئيات الدهون الكبيرة وتحويلها إلى جزيئات صغيرة.
b. تحطيم البروتينات.
c. يحطم الأميليز النشا إلى جزيئات سكر صغيرة.
d. يُفرز الإنسولين ليستعمل في الأمعاء الدقيقة.

5. أي صف من الجدول الآتي يحتوي الكلمة المناسبة لإكمال العبارة؟ "الرقم (1) يُنتج الرقم (2) والذي يُفرز إلى الرقم (3).

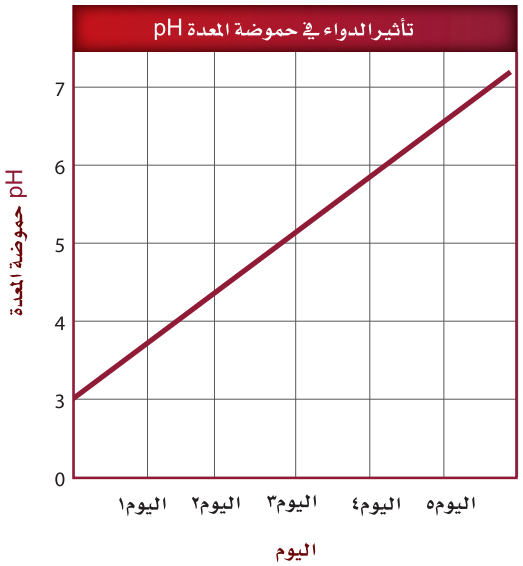
العمود	1	2	3
أ	الكبد	المادة الصفراء	الأمعاء الدقيقة
ب	الحوصلة الصفراوية	ببسين	المعدة
ج	البنكرياس	الحمض	الأمعاء الغليظة
د	الخملات المعوية	الأميليز	الفم

a. الصف أ.
b. الصف ب.
c. الصف ج.
d. الصف د.

6. يشكو شخص من مشاكل في هضم الدهون جيداً. ما الذي يُفسر 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 لمدة خمسة أيام. أي من الآتي قد يحدث نتيجة تناول هذا الدواء؟

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

أسئلة بنائية

8. **إجابة قصيرة** فسّر لماذا يُعتبر مصطلح حرقة القلب وصفًا غير صحيح.

9. **إجابة قصيرة** ارجع إلى **الجدول 1-4** ص (101) لتُلخص عمليات الهضم التي تحدث في التراكيب الآتية: الفم، المعدة، الأمعاء الدقيقة.

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. **كوِّن فرضية** لماذا يملك الإنسان الزائدة الدودية؟

4-2

مراجعة المفردات

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

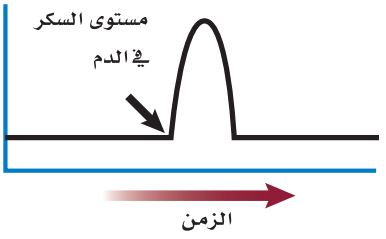
13. الأنسولين – الجلوكاجون

14. الإستروجين – هرمون النمو

15. الكورتيزول – الإبينفرين

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 16.



16. يظهر 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. الإنسولين.

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

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

استعمل الصور الآتية للإجابة عن السؤال 18.

B

A

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

a. الشخص في الصورة (A).
b. الشخص في الصورة (B).
c. كلا الشخصين.
d. لا أحد منهما.

أسئلة بنائية

19. إجابة مفتوحة ما التأثير المباشر لزيادة إفراز الكالسيتونين؟ حلّل أثر ذلك في اتزان الأنظمة الأخرى في الجسم عدا جهاز الغدد الصماء.

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

التفكير الناقد

21. اعمل نموذجًا مشابهًا للميزان ذي الكفتين لوصف العلاقة بين الكالسيتونين والهرمون الجاردرقي.

22. كوِّن فرضية لماذا يُعطى الإنسولين عن طريق الحقن بدلاً من الفم؟

تقويم إضافي

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

ملاحظة تأكد من تضمين إجابتك جميع مجموعات الغذاء الرئيسة.

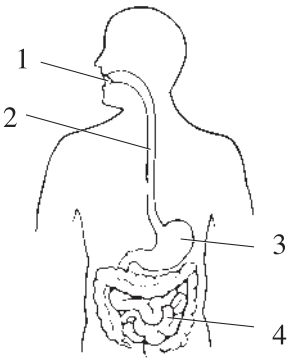
اختبار مقنن
تراكمي

اختيار من متعدد

1. وظيفة صبغة الميلانين في طبقة البشرة:

a. حماية الأنسجة من الأشعة فوق البنفسجية.
b. توفير الدعم للأوعية الدموية.
c. تحفيز نمو الشعر في الحويصلات.
d. حماية سطح الجلد وجعله مضادًّا للماء.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 2



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

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

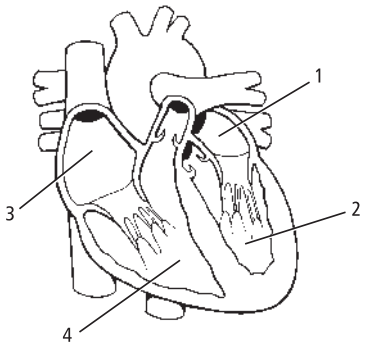
3. أي العمليات الآتية تحدث أولاً في الخلية العصبية عندما تصل شدة المؤثر لعتبة التنبيه؟

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.

4. أين تُخزن الدهون في العظام؟

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

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 5.



5. ما المسار الذي يسلكه الدم في القلب بعد عودته من الرأس والجسم؟

a. 1 ← 2 **b.** 2 ← 1
c. 3 ← 4 **d.** 4 ← 3

6. أي من الآتي يصف آلية حدوث الترشيح في الجهاز الإخراجي؟

a. يدخل الدم إلى الوحدات الكلوية في الكلية، ويتم ترشيح الماء الزائد والفضلات من الدم.
b. يغادر البول الكليتين عبر الحالبين.
c. يتم إعادة امتصاص الماء والمواد المغذية إلى الدم.
d. يتم إضافة الماء إلى الفضلات النيتروجينية الزائدة من الجهاز الهضمي لتكوين البول.

7. عندما تعمل المعدة بشكل طبيعي وتفرز العصارة المعدية فأي مما يلي صحيح:

a. المنبه السمبثاوي يزيد انقباض العضلات.
b. المنبه جار السمبثاوي يزيد انقباض العضلات.
c. المنبه السمبثاوي يزيد معدل عملية الهضم.
d. المنبه جار السمبثاوي يمنع عملية الهضم.

8. عندما تكون الخلية العصبية في وقت الراحة فإن السيتوبلازم داخل الخلية يكون:

a. مشحون بشحنة موجبة أكثر من خارجها.
b. غير مشحون بأي شحنة (متعادلًا).
c. مشحون بشحنة سالبة متساوية مع خارجها.
d. مشحون بشحنة سالبة أكثر من خارجها.

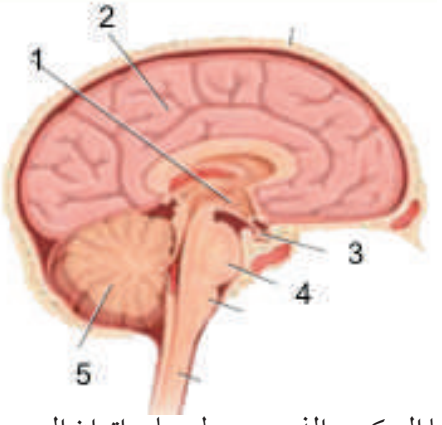
9. عندما يظهر تضخم لليدين والقدمين، وزيادة حجم الجمجمة وبروز الفك السفلي والحاجبين لشخص ما، فأي مما يلي يكون السبب في تلك الأعراض:

a. زيادة إنتاج هرمون النمو خلال فترة الطفولة.
b. زيادة إنتاج هرمون النمو بعد البلوغ.
c. نقص إنتاج هرمون النمو خلال فترة الطفولة.
d. نقص إنتاج هرمون النمو بعد البلوغ

10. معظم عملية امتصاص المواد المغذية تحدث في الأمعاء الدقيقة إلا أن بعض المواد تمتص عن طريق الخلايا المبطنة للمعدة ومنها:

a. البروتين. **c.** الأسبرين.
b. الببسين. **d.** الهيموجلوبين.

استعمل الشكل الآتي للإجابة على السؤالين 11و 12 و13.



11. ما التركيب الذي يسيطر على اتزان الجسم ويحافظ على وضعه وتنسيق حركاته؟

a. 1. **c.** 3.
b. 4. **d.** 5.

12. ما التركيب الذي يعمل على توصيل الإشارات بين المخ والمخيخ، ويسيطر على معدل عملية التنفس؟

a. 1. **c.** 3.
b. 4. **d.** 5.

13. ما اسم الغدة التي توجد في قاعدة الدماغ وتسمي سيدة الغدد الصماء؟

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

14. ما الهرمون المسؤول عن زيادة معدّل عملية الأيض وتنظيم نمو ونضج الأعضاء؟؟

a. الكالسيتونين. **c.** الثيروكسين.
b. الإنسولين. **d.** الأدرينالين

أسئلة الإجابات القصيرة

15. يمكن للشخص الذي يمارس التمارين الرياضية في الحر الشديد أن يفقد أملاحًا، منها البوتاسيوم والصوديوم، عن طريق العرق. ماذا تستنتج حول تأثير الإفراز الزائد في الجهاز العصبي؟

16. ميز بين أنواع الأوعية الدموية الرئيسة الثلاثة التي يتدفق الدم عبرها عند خروجه من القلب إلى بقية أجزاء الجسم وعودته إلى القلب مرة أخرى.

أسئلة الإجابات المفتوحة

17. فسّر ارتباط ضغط الدم العالي بفشل عمل الكليتين.

18. اذكر ثلاثة مكوّنات لتنبيه الجهاز العصبي السمبثاوي، وقوّم أهميتها لبقاء الإنسان.

الفصل 5 جهاز المناعة Immune System

الفكرة العامة يعمل جهاز المناعة على حماية الجسم من الإصابة بمسببات الأمراض.

1 – 5 جهاز المناعة

الفكرة الرئيسة لجهاز المناعة مكونان رئيسان هما، المناعة غير المتخصصة (العامة)، والمناعة المتخصصة (النوعية).

2 – 5 الأمراض غير المعدية

الفكرة الرئيسة تضم الأمراض غير المعدية الأمراض الوراثية، والأمراض الانحلالية، والأمراض الأيضية، والسرطان، والأمراض الالتهابية.

حقائق في علم الأحياء

- في جسم الإنسان أكثر من 600 عقدة لمفية مثل اللوزتين.
- للخلايا الأكولة الكبيرة سيتوبلازم يتحرك باستمرار، وقد يحتوي السيتوبلازم على تموجات أو أقدام كاذبة.
- قد يساوي حجم عدة ملايين من الفيروسات حجم رأس دبوس.

تجربة استهلالية

كيف يمكنك تتبّع 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. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. حضّر مجموعة من الأسئلة لطرحها على زملائك حول آخر مرّة أصيبوا فيها بالزكام، مثل: الأعراض التي عانوا منها هم وأفراد أسرهم وأصدقاؤهم، والتدابير الوقائية التي اتبعوها لتجنب المرض.
3. استعن بالأسئلة التي أعددتها لإجراء مقابلة مع زملائك.
4. صمّم خريطة مفاهيمية لتنظيم البيانات التي جمعتها لتحديد طريقة انتقال المرض من شخص إلى آخر.

التحليل

1. صِفْ كيف تميز خريطتك المفاهيمية بين أعراض الزكام المختلفة الذي أصاب زملاءك.
2. استنتج الطرائق التي ينتقل بها مسبب مرض الزكام في أثناء انتقاله بين زملائك وأصدقائهم وأسرهم.

الأحياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع
www.moe.gov.bh

يتوقع بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل أن يكون الطالب قادرًا على:

- استيعاب المفاهيم المرتبطة بجهاز المناعة وتتضمن البروتين المتمم، والإنترفيرون، وأنواع الخلايا الليمفية وغيرها.
- وصف آليات المناعة المتخصصة وغير المتخصصة والدور الحيوي لكل منها.
- توضيح دور الحواجز والدفاع الخلوي في منع أو إبطاء تقدم مسببات المرض.
- وصف تركيب الجهاز الليمفي ووظيفته.
- توضيح آلية استجابة كل من الخلايا البائية والخلايا التائية.
- مناقشة خصائص المناعة السلبية والإيجابية.
- تحليل نتائج فشل جهاز المناعة.
- استيعاب المفاهيم المرتبطة بالأمراض غير المعدية وفئاتها الخَمس.
- وصف خصائص خمس فئات من الأمراض غير المعدية.
- التمييز بين أمراض الحساسية والصدمة التحسسية.
- بيان دور مثيرات الحساسية في إحداث الحساسية.
- وصف المناعة الذاتية، وأهم الأمراض الناتجة عنها، وأعراض الإصابة بها.

5–1

تساؤلات جوهرية

- **كيف** تميز بين المناعة غير المتخصصة والمناعة المتخصصة؟
- **ما** تركيب الجهاز الليمفي وما وظيفته؟
- **كيف** تختلف استجابة الخلايا البائية عن استجابة الخلايا التائية؟
- **ما** الفرق بين المناعة السلبية والمناعة الإيجابية؟
- **ماذا** يمكن أن يحدث عند فشل جهاز المناعة؟

مراجعة المفردات

خلايا الدم البيضاء: خلايا كبيرة تحتوي على نواة، وتؤدي دورًا كبيرًا في حماية الجسم من المواد الغريبة، والمخلوقات الدقيقة.

المفردات الجديدة

البروتين المتمم
الإنترفيرون
الخلايا الليمفية
الجسم المضاد
مولد الضد
الخلايا البائية
الخلايا التائية المساعدة
الخلايا التائية القاتلة
الخلية الذاكرة
التطعيم

جهاز المناعة The Immune System

الفكرة الرئيسة **لجهاز المناعة مكونان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة)، والمناعة المتخصصة (النوعية).**

الربط مع الحياة إننا نعيش مع عدد كبير من مسببات الأمراض الكامنة، ومنها البكتيريا والفيروسات التي قد تسبب المرض، فيقوم جهاز المناعة بحماية الجسم من مسببات الأمراض هذه وغيرها من المخلوقات التي تسبب المرض، وكأنه الحصن الذي يحمي المدينة من هجوم الأعداء. وللاطلاع على الأبحاث في مجال جهاز المناعة أنظر **الشكل 1–5**.

المناعة غير المتخصصة Nonspecific Immunity

وهب الخالق البارئ الجسم عند الولادة عددًا من الدفاعات في جهاز المناعة لمحاربة مسببات الأمراض. وتُسمى هذه الدفاعات المناعةَ غير المتخصصة؛ لأنها لا تستهدف نوعا 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. وتتضمن المناعة غير المتخصصة كل من الحواجز، والدفاع الخلوي.

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.

الشكل 1–5 المناعة عبر الزمن
لقرون مضت، عانى العلماء كثيرًا في تعرّف جهاز المناعة للإنسان. واليوم يعمل العلماء على إيقاف فيروس الإيدز HIV الذي هاجم جهاز المناعة لدى أكثر من 40 مليون شخص حول العالم.

1796م اكتشف إدوارد جنر أن تطعيم المريض بفيروس جدري البقر يصبح لديه مناعة ضد مرض الجدري.

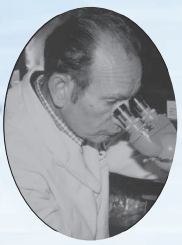
1800

1900

1908م لاحظ إيلي ميتشنيكوف عملية البلعمة. ووصف بول إيرليك الأجسام المضادة، فتشاركا في جائزة نوبل لاكتشافاتهما.

1970

1975م قام سيزار ميلستين وزملاؤه بتطوير آلية لاستنساخ أجسام مضادة محددة.

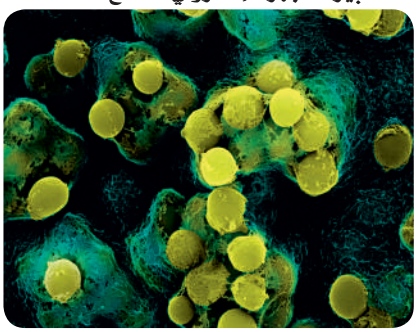


1981م وصفت الحالة السريرية الأولى لأعراض مرض نقص المناعة المكتسبة (AIDS).

حاجز الجلد Skin barrier من الطرائق اليسيرة التي يقي بها الجسمَ نفسه من الأمراض المعدية 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 العديدُ من البكتيريا تكافليًّا على سطح الجلد، فتهضم الزيوت الجلدية لتنتج الأحماض التي تثبط العديد من مُسببات الأمراض **الشكل 2-5.**

الحواجز الكيميائية Chemical barriers يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلّل يحطم جدار الخلية البكتيرية، فيسبب موت المخلوقات المسببة للمرض. ويعد المخاط شكلًا آخر من أشكال الدفاع الكيميائي، ويُفرَز بوساطة العديد من السطوح الداخلية في الجسم ويعمل بوصفه حاجز حماية يمنع البكتيريا من الالتصاق بالخلايا الطلائية الداخلية. كما تغطي الأهداب سطوح ممرات التنفس الهوائية. وتؤدي حركتها إلى دفع المخاط والبكتيريا الملتصقة به بعيدًا 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 الثالث في حمض الهيدروكلوريك الذي يفرز في المعدة. فبالإضافة إلى دوره في عملية الهضم، يعمل على قتل العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض وتوجد في الطعام الذي نتناوله.

تكبير المجهر الإلكتروني الماسح 1400X



■ **الشكل 2 – 5** توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.

1985م تمكّنت فلوسي ونغ ستال وفريقها من العلماءَ من عمل فحص لتحديد ما إذا كان الشخص مصابًا بفيروس الإيدز أم لا.

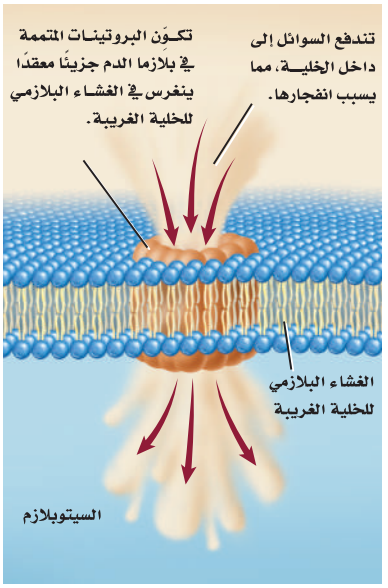
2004م اعتبرت الإصابة بمرض الإيدز وباءً عامًّا في إفريقيا، حيث تمثل الإصابة بفيروس HIV في سكان إفريقيا (الذين يشكلون 10% من سكان العالم) نسبة بعدوى 60% من الإصابات في العالم.

2000 | 1990 | 1980

1999م افترضت د.بياترس هان احتمال تعرض الإنسان لفيروس HIV من أحد أنواع الشمبانزي الذي يعيش في المناطق الاستوائية الإفريقية الغربية.

1984م أعلن كلٌّ من لوك مونتاغنير وروبرت جالو اكتشافهما للفيروس المسبب لمرض الإيدز.

الدفاع الخلوي Cellular Defense إذا دخلت المخلوقات الدقيقة الغريبة إلى الجسم فإن خلايا جهاز المناعة المبينة في **الجدول 1-5** تدافع عنه. ومن طرائق الدفاع الخلوي **البلعمة** Phagocytosis وهي عملية تحيط فيها الخلايا الأكولة والمتعادلة بالمخلوقات الحية الدقيقة الغريبة، ثم تفرز إنزيمات هاضمة ومواد كيميائية من الأجسام المحللة (الليسوسومات) فيها تقضي على المخلوق الدقيق. ويساهم نحو 20 نوعًا من البروتينات الموجودة في بلازما الدم في عملية البلعمة، وتُسمى **البروتينات المتممة** Complement proteins وهي البروتينات التي تعزز عملية البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكولة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض فتنشّط الخلايا الأكولة وتعزز عملية تحطيم غشاء الخلية المسببة للمرض، **الشكل 3-5**. ويتم تنشيط هذه الخلايا بوساطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.

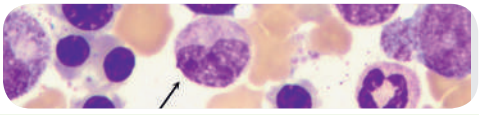
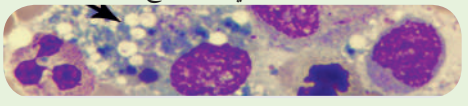
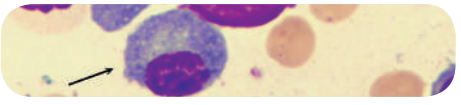


الشكل 3 - 5 تكوّن البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.

الإنترفيرون Interferon عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد خط دفاع خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتينًا 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 عمومًا. فعندما يدمر مسبب المرض نسيجًا معينًا تُفرز مواد كيميائية من مسبب المرض وخلايا الجسم معًا، فتجذب هذه المواد الخلايا الأكولة 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.

الجدول 1-5* **خلايا جهاز المناعة**

نوع الخلية	مثال	الوظيفة
الخلايا المتعادلة	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 2150X 	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.
الخلايا الأكولة الكبيرة	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 380X 	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.
الخلايا الليمفية	تكبير المجهر الضوئي بعد الصبغ 1800X 	المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.

*للإطلاع فقط.

المناعة المتخصصة (النوعية)

Specific Immunity

تتمكن مسببات المرض أحيانًا من تخطي آليات الدفاع غير المتخصصة، إلا أن الله سبحانه وتعالى خلق للجسم خط دفاع ثانٍ يعمل على مهاجمة هذه المسببات. وتمتاز المناعة المتخصصة بفاعليتها ولكنها تأخذ وقتًا لتتكون وتتطور. وتشمل الاستجابة المتخصصة كلًّا من الأنسجة والأعضاء الموجودة في الجهاز الليمفي.

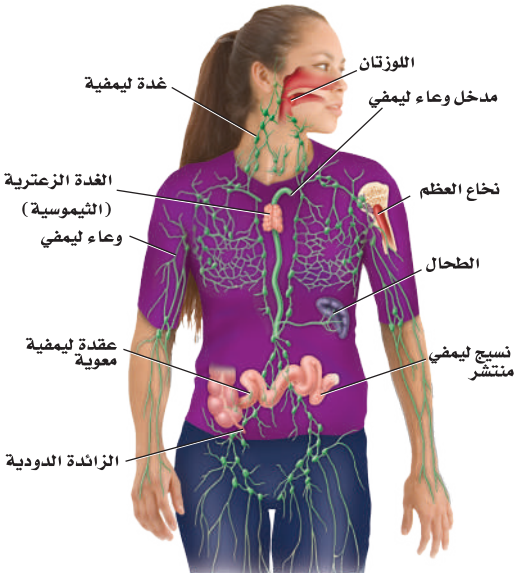
الجهاز الليمفي Lymphatic system يضم الجهاز الليمفي في **الشكل 4 – 5** أعضاء وخلايا تعمل على ترشيح السائل الليمفي والدم، وتدمير المخلوقات الدقيقة الغريبة. كما يمتص الجهاز الليمفي الدهون. والليمف سائل يرشح من الشعيرات الدموية لغمر خلايا الجسم. يدور هذا السائل عبر خلايا النسيج ويُجمع بوساطة الأوعية الليمفية ويعود مرة أخرى إلى الأوردة بالقرب من القلب.

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 النخاع الأحمر للعظم. وتضم الأعضاء الليمفية العقد الليمفية واللوزتين والطحال والغدة الزعترية (الثيموسية) ونسيجًا ليمفيًّا 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 والهرمة، كما يحتوي على نسيج ليمفي يستجيب لوجود المواد الغريبة في الدم. وتقع الغدة الزعترية فوق القلب، وتؤدي دورًا مهمًّا في تنشيط نوع خاص من الخلايا الليمفية، تسمى الخلايا التائية. وهي تنتج في نخاع العظم، وتنضج وتتمايز في الغدة الزعترية.

استجابة الخلايا البائية B Cell Response

الأجسام المضادة antibodies بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. **ومولد الضد** antigen مادة غريبة عن الجسم تسبب استجابة مناعية، ويمكنه الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية. توجد **الخلايا البائية** B cells في جميع الأنسجة الليمفية. ويمكن أن توصف بأنها مصانع الأجسام المضادة؛ فعند وجود أي جزء من مسبب المرض تبدأ الخلايا البائية في إنتاج الأجسام المضادة. تتبّع **الشكل 5 – 5** لتتعرف كيف تنشط الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة.



■ **الشكل 4 – 5** يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط مع استجابة المناعة النوعية.

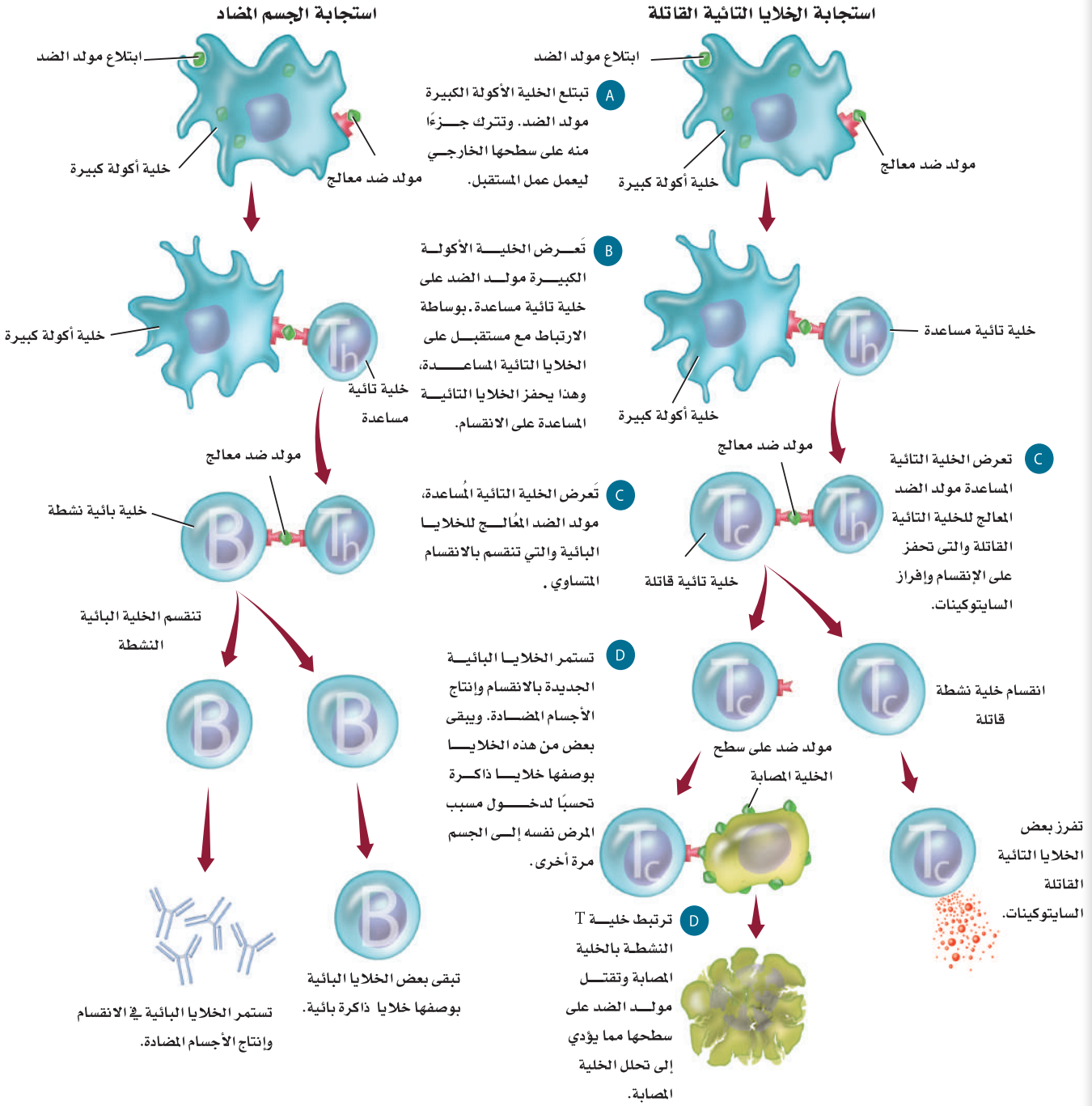
حَدّد موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية، وموقع تمايزها.

المفردات

أصل الكلمة

الغدة الزعترية (الثيموسية) Thymus مشتقة من الكلمة **اليونانية** thymos، وتعني الثؤلول النامي.

الشكل 5- 5 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 الذاكرة. وتنتج استجابة الخلايا التائية القاتلة عن تحفيز هذه الخلايا.



عندما تحيط الخلية البلعمية الكبيرة بمسبب المرض وتهضمه تظهر قطعة من مسبب المرض ـ تُسمى مولد الضد المُعالَج ـ على غشائها. أما في النسيج الليمفي ـ مثل العقد الليمفية ـ فترتبط الخلية الأكولة الكبيرة ومولد الضد على سطحها مع نوع من الخلايا الليمفية يُسمى **الخلية التائية المُساعدة** helper T cells، مما يؤدي إلى تنشيطها. ويُسمى هذا النوع من الخلايا "المساعدة"؛ لأنها تنشّط الخلايا البائية (B) على إفراز الجسم المضاد، كما تنشط الخلية التائية القاتلة على تدمير مسبب المرض وإطلاق السايتوكينات.

- تتكاثر الخلية التائية المُساعدة النشطة وترتبط مع مولد الضد المُعالج والخلية البائية. تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.
- 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 عن طريق تحفيز الاستجابة الالتهابية **الشكل 5-5**.

وتصنّع 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 6 – 5**. 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 16,000×1200، أو 19,200000 نوع مختلف من الأجسام المضادة.

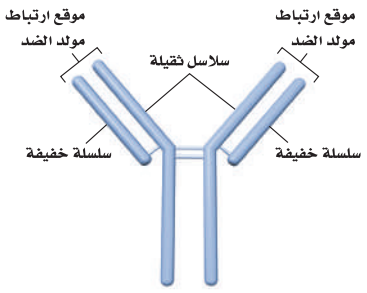
ماذا قرأت؟ **لخّص** الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها – نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية الأكولة الكبيرة– أن ترتبط مع مجموعة من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلايا التائية القاتلة** cytotoxic T cells وتنشيطها وهي خلايا ليمفاوية تدمر 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. ويُلخص **الشكل 5– 5** آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

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



الشكل 6-5 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية، هما: السلاسل الثقيلة، والسلاسل الخفيفة. **لخّص أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.**

المناعة غير المتخصصة والمتخصصة، وتتمكن في النهاية من قتل الفيروس الغريب، وتخليص الجسم من مسبب المرض. ومن نتائج الاستجابة المناعية المتخصصة إنتاج خلايا الذاكرة التائية والبائية. وتعيش **الخلايا الذاكرة** memory cells فترات طويلة بعد تعرضها لمولد الضد في أثناء الاستجابة الأولية للمناعة. وتستجيب هذه الخلايا بسرعة إذا تعرض الجسم لغزو مسبب المرض نفسه مرَّة أخرى. وبذلك تحمي الخلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرَّة أخرى.

المناعة السلبية Passive immunity يحتاج الجسم أحيانًا 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. فمثلًا تحدث المناعة السلبية بين الأم وطفلها، فالأجسام المضادة المتكونة في الأم تنتقل من 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. وتُستعمل 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 لالتهاب الكبد الوبائي A, B والتيفوئيد والكَلَب (السُّعَار). وتتوافر أيضًا أجسام مضادة لإبطال مفعول سُم الأفعى أو العقرب.

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 أيضًا. ويقصد به حقن الجسم عن قصد بمولد ضد غير فعال بهدف تطوير استجابة أولية وخلايا ذاكرة مناعية. ويوضح **الجدول 2- 5** بعض التطعيمات الشائعة. وتحتوي التطعيمات على مسببات مرض ميتة أو ضعيفة غير قادرة على التسبب بالمرض. وتحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفِّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). بحيث تزيد من الاستجابة المناعية؛ إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات المسببة للمرض.

المفردات

مفردات أكاديمية

سلبي Passive

خامل/ حدق القرد الخامل غير مبالٍ بزوار حديقة الحيوان.

الجدول 2-5* **التطعيمات العامة (الشائعة)**

التطعيم	المرض	المحتويات
DPT التطعيم الثلاثي	دفتيريا "الخناق" (D)، التيتانوس "الكزاز" (T)، السعال الديكي (P)	D: سم غير فعال، T: سم غير فعال P: بكتيريا غير فعالة
الشلل غير الفعال	شلل الأطفال	فيروس غير فعال
MMR	الحصبة، النكاف، الحصبة الألمانية	جميعها فيروسات غير فعالة
فاريسيلا (الحُماق)	جدري الماء	فيروس غير فعال
HIB	الأنفلونزا من نوع b	أجزاء من الجدار الخلوي للبكتيريا
HBV	التهاب الكبد B	أجزاء من الفيروس

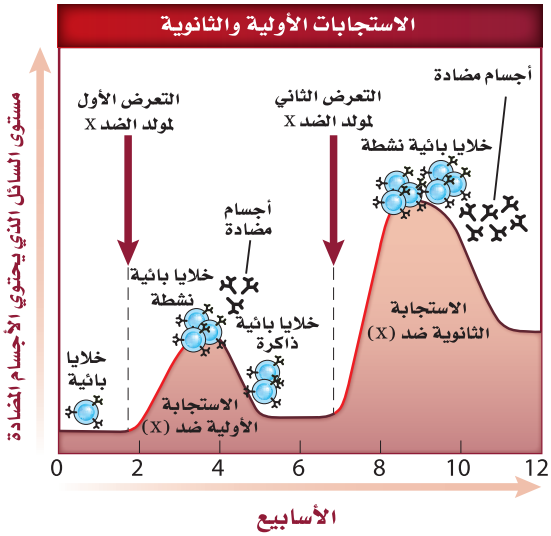
*للإطلاع فقط.

لماذا يُعد التطعيم فعالاً في الوقاية من المرض؟ من خصائص الاستجابة المناعية الثانوية التي تحدث نتيجة استجابة الجسم لمولد الضد (جسم غريب) مرة أخرى ـ أنها تزيد من فاعلية التطعيم في الوقاية من المرض. لاحظ أن الاستجابة المناعية الثانوية في **الشكل 7 – 5** لمولد الضد لها العديد من الخصائص المختلفة.

أولاً: تحدث الاستجابة أسرع من الاستجابة الابتدائية، كما يبين الانحراف الحاد للمنحنى ذي اللون الأحمر.

ثانيًا: تكون الاستجابة الكلية لكل من الخلايا التائية والبائية أكبر في أثناء التعرض الثاني لمولد الضد.

ثالثًا: تستمر الخلايا الذاكرة الكلية في العمل لوقت أطول بعد التعرض الثاني لمسبب المرض.



■ **الشكل 7 – 5** يبين الرسم البياني الفرق بين استجابات المناعة الأولية والثانوية عند التعرض لمولد ضد.

حلّل ما أوجه الاختلاف بين الاستجابة المناعية الأولية والاستجابة المناعية الثانوية؟

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 فاعلية جهاز المناعة، ومنها مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS الذي ينتج عن الإصابة بفيروس HIV. ويعد مرض الإيدز من المشاكل الصحية الخطيرة جدًّا في العالم.

مختبر تحليل البيانات 1–5

بناءً على بيانات حقيقية

استخلص النتائج

هل تعد المناعة السلبية فعالة في علاج عدوى HIV؟

إن العلاج التقليدي لمريض يعاني من الإصابة بفيروس HIV هو إعطاؤه دواءً مضادًّا للفيروس. ولسوء الحظ تتطلب الآثار الجانبية وزيادة مقاومة الفيروس للدواء إيجاد علاجات إضافية. لذا فقد تمت دراسة العلاج بالمناعة السلبية.

البيانات والملاحظات

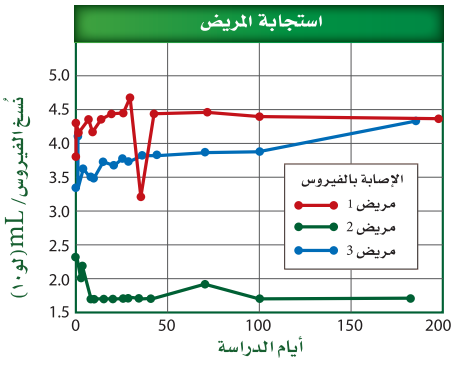
يبين الرسم البياني استجابات مريض HIV للعلاج بالمناعة السلبية. وتقاس كمية الفيروس في دم المريض بعدد نسخ الفيروس لكل ملتر.

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.

التفكير الناقد

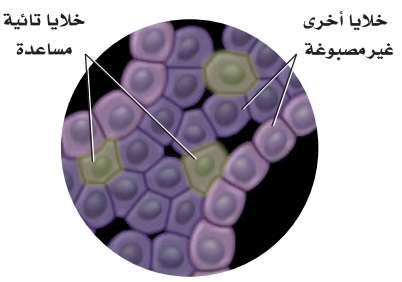
1. **قارن** بين استجابات المريض للعلاج بالمناعة السلبية.
2. **استخلص النتائج** هل يمكن للباحثين أن يستنتجوا أن العلاج بالمناعة السلبية فعّال؟ فسر إجابتك.



تذكّر الدور المهم الذي تؤديه الخلايا التائية المُساعدة في المناعة النوعية؛ حيث يصيب فيروس HIV بشكل رئيس الخلايا التائية المساعدة التي تُدعى أيضًا خلايا $CD4^+$؛ بسبب وجود مستقبل للخلايا التائية T المساعدة على السطح الخارجي لغشائها البلازمي. ويُستعمل مستقبل $CD4^+$ على يد اختصاصي الطب ليتعرف هوية هذه الخلايا، **الشكل 8-5**.

HIV فيروس يحتوي RNA (ارتجاعي) يصيب الخلايا التائية المُساعدة، 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 الى شخص آخر. وبدون العلاج بالأدوية المضادة للفيروس يموت المريض عادة من عدوى ثانوية بمسبب مرض آخر بعد 10 سنوات تقريبًا من إصابته بـHIV. ويهدف العلاج بالأدوية المضادة للفيروس حاليًّا إلى التحكم في تضاعف HIV في الجسم، ولا زالت نتائجه على المدى الطويل غير معروفة.



■ **الشكل 8-5** للخلايا التائية المُساعدة مستقبلات على سطحها تستعمل لتعرفها في المختبر.

التقويم 1-5

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 الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدّد** الخلايا التي ترتبط مع استجابة المناعة المتخصصة وغير المتخصصة.
2. **صف** خطوات تنشيط استجابة الجسم المضاد لمولد ضد ما.
3. **اعمل** شكلًا توضيحيًّا يمثل المناعة الإيجابية والمناعة السلبية.
4. **صف** تركيب الجهاز الليمفي ووظائفه.
5. **استنتج** لماذا يعد تدمير الخلايا التائية المساعدة بوساطة عدوى HIV مدمرًا للمناعة النوعية؟
6. **كوّن فرضية** ماذا يحدث إذا حصلت طفرة في فيروس HIV، بحيث تصبح الأدوية التي تقلل تضاعف الفيروس غير فاعلة.
7. **قوّم** يوجد مرض يُدعى النقص المناعي المركب الحاد. والذي يولد فيه طفل لا يحوي جهازه المناعي على الخلايا التائية، قوّم أثر هذا المرض.
8. 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؟

5–2

تساؤلات جوهرية

- **ما** فئات الأمراض غير المعدية؟
- **كيف** تصنف الأمراض غير المعدية إلى فئات مختلفة على أسس علمية؟
- **ما** دور مثيرات الحساسية في إحداث الحساسية؟
- **كيف** تميّز بين الحساسية والصدمة التحسسية؟

مراجعة المفردات

السرطان: انقسام غير منتظم للخلية، تسببه عوامل بيئية أو تغيرات في إنتاج الإنزيمات في دورة الخلية.

المفردات الجديدة

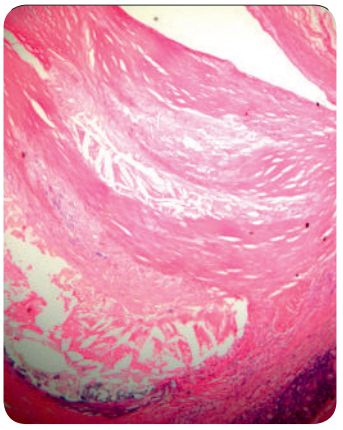
المرض الانحلالي

المرض الأيضي

الحساسية

صدمة فرط الحساسية

■ **الشكل 9–5** عندما لا يستطيع الدم التدفق عبر الشريان التاجي ـ كما في الشكل ـ تكون النتيجة نوبة قلبية أو موتًا مفاجئًا.



الأمراض غير المعدية
Noninfectious Disorders

الفكرة الرئيسة **تضم الأمراض غير المعدية الأمراض الوراثية والأمراض الانحلالية والأمراض الأيضية والسرطان والأمراض الالتهابية.**

الربط مع الحياة لعلك سمعت أحداً يشكو من مرض المفاصل الذي يسبب ألمًا في العظام والمفاصل. وربما شُفي آخر من مرض السرطان أو السكري، وربما يكون لديك صديق يعاني من الحساسية للغبار، أو حبوب اللقاح، أو أية مواد أخرى في البيئة. جميع هذه الأمراض تختلف عن الأمراض المُعدية التي تنتج عن مسببات المرض.

الأمراض الوراثية Genetic Disorders

هي الأمراض التي تنتج عن وراثة الجينات التي لا تعمل بشكل سليم في الجسم، ومنها البهاق والأنيميا المنجلية ومرض هنتنجتون ونزف الدم، هذا بالإضافة إلى الأمراض الكروموسومية الناتجة عن عدد غير طبيعي للكروموسومات في الخلايا، ومنها متلازمة داون. إن العديد من الأمراض معقدة، وتتحكم فيها عوامل بيئية وجينية. ويعد مرض الشريان التاجي مثالاً على التأثير البيئي والجيني معًا، وينتج عنه انسداد في الشرايين، **الشكل 9 – 5**، التي توصل الدم المحمل بالأكسجين إلى عضلة القلب. وهناك عامل جيني يزيد من خطر إصابة الشخص بأمراض القلب الوعائية، بالإضافة إلى العوامل البيئية، ومنها النظام الغذائي الذي يساهم في تطوير مثل هذا المرض المعقد. وتزيد نسبة خطر تعرض أفراد العائلات التي لها تاريخ في الإصابة بهذا المرض مرتين إلى سبع مرات أكثر من أفراد العائلات التي ليس لها تاريخ في هذا المرض. وتجدر الإشارة إلى أن العوامل الجينية الخاصة بهذا لم تعرف إلى الآن.

ماذا قرأت؟ **لخّص** العوامل التي تسبب مرض الشريان التاجي.

الأمراض الانحلالية Degenerative Diseases

يُطلق على بعض الأمراض اسم **الأمراض الانحلالية** degenerative diseases، وهي أمراض تحدث نتيجة تلف أحد أجزاء الجسم وتهتكه. وقد يكون السبب في ذلك عائدًا إلى تقدم العمر. وفي العديد من الحالات يحدث الانحلال أسرع مما هو متوقع من حياة الشخص. فانحلال المفاصل وتصلب الشرايين مثالان على الأمراض الانحلالية. وانحلال المفاصل هو الأكثر شيوعًا بين هذه الأمراض؛ فمعظم الناس يعانون من هذا المرض في سن السبعين. وهو يصيب جميع الحيوانات الفقارية تقريبًا. وقد يؤدي وجود العامل الجيني في العديد من الأمراض الانحلالية إلى زيادة احتمال تعرض بعض الأفراد لهذا المرض أكثر من غيرهم.

الأمراض الأيضية Metabolic Diseases

تنتج **الأمراض الأيضية** metabolic diseases عن خطأ في المسارات الكيميائية الحيوية؛ فبعضها ينشأ عن عدم هضم أحماض أمينية محددة، أو عدم تنظيم عمليات الجسم. وعندما لا يصنع البنكرياس الكمية المناسبة من الإنسولين، ولا يتمكن الجلوكوز من دخول خلايا الجسم بشكل طبيعي، تنتج حالة تُعرف بالسكري من النوع الأول. وهذا يؤدي إلى مستويات عالية من السكر في مجرى الدم، مما يُسبب تلفًا للعديد من الأعضاء، ومنها الكليتان وشبكية العين. وقد تتحكم عوامل جينية في الأمراض الأيضية، كما قد ترتبط معها عوامل بيئية، منها النظام الغذائي.

السرطان Cancer

يحدث السرطان نتيجة لنمو غير طبيعي للخلايا. تعمل بعض الجزيئات المنظمة في الجسم في الوضع الطبيعي على التحكم في بدء دورة الخلية وانتهائها. وإذا فقد الجسم آلية التحكم هذه فإن الخلايا تنمو بشكل غير طبيعي، فينتج أنواع مختلفة من الأورام، كما يوضحها **الشكل 10 – 5**. ويمكن للخلايا غير الطبيعية أن تعيق وظائف الجسم الطبيعية، كما يمكن أن تنتقل إلى جميع أنحاء الجسم. ويمكن للسرطان أن يحدث في أي من أنسجة الجسم وأعضائه، ومنها خلايا الدم. ويُسمى السرطان الذي يصيب خلايا الدم البيضاء لوكيميا الدم Leukemia. وتسبب كل من العوامل الجينية والبيئية حدوث السرطان.

الربط مع التاريخ السرطان مرض يؤثر في حياة الإنسان منذ زمن بعيد. وقد أظهرت المومياء المصرية أدلة على وجود سرطان العظام. ووصف علماء اليونان القدماء أنواعًا مختلفة منه، كما أوردت مخطوطات العصور الوسطى بعض التفاصيل حول السرطان.

الشكل 10-5 يحدث السرطان نتيجة الزيادة غير الطبيعية في انقسام خلايا الجسم، فتنتجُ أورامٌ سرطانية مثل ورم سرطان الجلد الظاهر في الشكل.

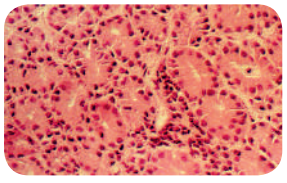
استنتج لماذا يهدد هذا النمو السريع حياة الشخص؟

تجربة 1-5

مقارنة بين الخلية الطبيعية والخلية السرطانية

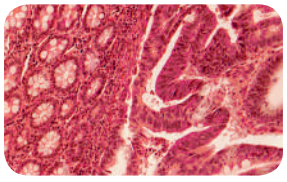
كيف تختلف الخلايا السرطانية عن الخلايا السليمة في الشكل؟ لاحظ خلايا كبد مصابة بمرض غير معدٍ مع خلايا كبد سليمة، وقارن بينهما.

تكبير المجهر الضوئي 50X



خلية سليمة

تكبير المجهر الضوئي 50X



خلية مصابة بالسرطان

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. ضع **شريحة جاهزة لخلايا كبد الإنسان** على منضدة **المجهر** بصورة صحيحة.

تحذير: لا تلمس شرائح المجهر أو أية مواد زجاجية أخرى تعرضت للكسر.

3. لاحظ خلايا الكبد السليمة بقوى تكبير مختلفة.
4. ارسم أشكالاً تخطيطية لعدة خلايا كبد سليمة.
5. أعد إجراء الخطوات من 4-2 مستعملًا شريحة جاهزة لخلايا كبد سرطانية في الإنسان.

التحليل

1. **قارن** بين خلايا الكبد السليمة وخلايا الكبد السرطانية.
2. **استنتج** سبب عدم وجود ضرر من ملامسة المواد التي لامسها مريض يعاني من سرطان الكبد.
3. **صِف** كيف يؤثر السرطان في اتزان الجسم الداخلي.

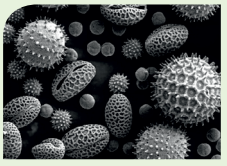
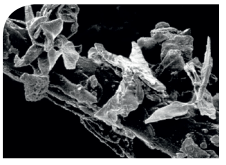
الأمراض الالتهابية Inflammatory Diseases

الأمراض الالتهابية ـ ومنها الحساسية والمناعة الذاتية ـ أمراض يكوّن فيها الجسم استجابة التهابية تجاه مادة شائعة. ينتج عن الأمراض المعدية استجابة التهابية. ومع ذلك فإن الاستجابة الالتهابية الناتجة عن الأمراض المعدية تعزز الاستجابة المناعية. وهذه الاستجابة الالتهابية ناتجة عن تخلص جهاز المناعة في الجسم من البكتيريا، أو أي مخلوقات حية دقيقة أخرى.

أمراض الحساسية Allergies بعض الأفراد لديهم رد فعل غير طبيعي لمولدات الضد البيئية المختلفة. وتدعى الاستجابة لمولدات الضد البيئية **الحساسية** allergy . وتسمى مولدات الضد هذه مثيرات الحساسية، وتشمل مواد، منها حبوب اللقاح والغبار وعث الغبار وأنواع من الأطعمة المبينة في **الجدول 3 – 5**. ويصبح الشخص حساسًا لهذه المواد ويكوِّن استجابة التهابية موضعية يصاحبها انتفاخ العيون، واحتقان الأنف والعطاس وظهور طفح جلدي أحيانًا. وتحدث هذه الأعراض نتيجة لمركب كيميائي يُدعى هيستامين Histamine. وهو يفرز من نوع محدد من خلايا الدم البيضاء. وعادة ما تساعد الأدوية المضادة للهستامين على التخفيف من بعض هذه الأعراض.

ماذا قرأت؟ وضّح كيف ترتبط أمراض الحساسية مع جهاز المناعة.

الجدول 3-5* **مواد شائعة تسبب الحساسية**

المادة المسببة للحساسية	مثال	الوصف
عث الغُبار	تكبير المجهر الالكتروني المسح 170X	يوجد عث الغُبار في المفارش والوسائد والسجاد. ويُعد العث وبرازه من المواد المسببة للحساسية.
حبوب اللقاح	 تكبير المجهر الالكتروني المسح 2300X	للمناطق المختلفة مواسم تلقيح مختلفة. ويمكن للشخص أن يتفاعل مع نوع أو أكثر من حبوب اللقاح. وقد يبدأ موسم الحساسية لشخص ما من حبوب اللقاح منذ بداية الربيع ويستمر إلى آخر فصل الخريف.
قشور الحيوانات	 تكبير المجهر الالكتروني المسح 80X	القشور عبارة عن رقاقات جلدية. والحساسية تجاه القطط والكلاب أكثر الأنواع شيوعًا. وهناك أشخاص لديهم حساسية ضد الحيوانات الأليفة، ومنها الطيور والأرانب.
الفول السوداني		إن رد الفعل التحسسي تجاه الفول السوداني يمكن أن ينتج عنه فرط الحساسية، وحساسية الفول السوداني مسؤولة عن عدد وفيات أكبر من أي نوع آخر من الحساسية.
سائل المطاط الطبيعي		يصنع المطاط الطبيعي من السائل الحليبي لشجرة المطاط التي توجد في إفريقيا وجنوب غرب آسيا. ولا يزال السبب الرئيس لحساسيته غير معروف حتى الآن.

*للإطلاع فقط.

قد ينشأ عن أمراض الحساسية القوية لمادة محددة من المواد حالة تُسمى **صدمة فرط الحساسية** anaphylactic shock والتي تسبب إطلاق كميات كبيرة من الهستامين. وتبدأ العضلات الملساء للشعيبات الهوائية في هذه الحالة في الانقباض، مما يحدّ من تدفق الهواء إلى داخل الرئتين وخارجهما. ومن المواد الشائعة المثيرة للحساسية والتي تسبب ردود فعل تحسسية قوية لسعات النحل، والبنسلين، والفول السوداني، وسائل المطاط الطبيعي الذي يُستعمل في صناعة البالونات والقفازات الجراحية. ويحتاج الأفراد الذين لديهم حساسية مفرطة تجاه هذه المواد إلى علاج طبي عاجل إذا تعرضوا لأي من هذه العوامل، بسبب تهديد ردود الفعل تجاه فرط الحساسية لحياتهم. ويُشار إلى وجود عامل وراثي يتحكم في ردود الفعل التحسسية وفرط الحساسية.

المناعة الذاتية Autoimmunity لا يهاجم جهاز المناعة في أثناء تطوره البروتينات التي ينتجها الجسم. وعلى الرغم من ذلك، يطور بعض الأشخاص مناعة ذاتية (المناعة ضد الذات)، بحيث تكوّن أجسامهم أجسامًا مضادة ضد البروتينات الخاصة بهم، مما يسبب إصابة خلاياهم. ويبين **الشكل 11– 5** يدي شخص مصاب بروماتيزم المفاصل، وهو شكل من أشكال أمراض المفاصل، حيث تهاجم فيه الأجسام المضادة مفاصل الجسم. ولا يُعد التهاب المفاصل الانحلالي الذي قرأت عنه سابقًا – أحد الأمراض الانحلالية – ناتجًا عن المناعة ضد الذات. وتُعد الحمى الروماتزمية (المفصلية) الحادة ومرض الذئبة الحمراء lupus erythematosus أمثلة أخرى على اضطرابات المناعة الذاتية. والحمى الروماتزمية التهاب تهاجم فيه الأجسام المضادة صمامات القلب، مما يؤدي إلى تلف فيها، فيجعلها ترشح، أو يمنعها من الانغلاق جيدًا في أثناء مرور الدم في القلب. أما مرض الذئبة الحمراء فهو اضطراب تتكون فيه أجسام مضادة ضد نوى الخلايا (تسمى أجساماً مضادة للنوى). وفي المحصلة يمكن أن يتعرض العديد من الأعضاء للهجوم من جهاز المناعة التابع للجسم.

الشكل 11 –5 النتوءات الكبيرة على هذه الأصابع تحدث نتيجة لروماتيزم المفاصل، وهو من أمراض المناعة الذاتية.

مهن مرتبطة مع علم الأحياء

اختصاصي الروماتيزم
طبيب متخصص في تشخيص أمراض العضلات والمفاصل وعلاجها.

التقويم 2–5

الخلاصة

- يتحكم في الأمراض غير المعدية عوامل جينية وبيئية.
- الاستجابة الالتهابية للمرض المعدي تعزز الاستجابة المناعية، في حين لا تساعد الاستجابة الالتهابية الجسم في حالة الأمراض الالتهابية.
- تحدث أمراض الحساسية نتيجة للاستجابة المناعية الإيجابية تجاه مواد تثير الحساسية وتوجد في البيئة.
- صدمة فرط الحساسية تحسس زائد لنوع معين من المواد المثيرة للتحسس.
- ينتج عن المناعة ضد الذات مهاجمة خلايا المناعة لخلايا الجسم الأخرى.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **حدّد** نوع المرض غير المعدي المبين في **الشكل 9 – 5**.
2. **وضّح** دور المواد المثيرة للحساسية في أمراض الحساسية.
3. **ارسم** شكلاً يمثّل عملية صدمة فرط الحساسية.
4. **صنف** الأمراض غير المعدية إلى فئاتها المختلفة التي درستها: أنيميا الخلايا المنجلية، السكري، انحلال الفقرات، المناعة ضد الذات، لوكيميا الدم.

التفكير الناقد

5. **كوّن فرضية** اذكر الأسباب التي تؤدي إلى إصابة عمّال مناجم الفحم بالتهاب الشعيبات الهوائية المزمن.
6. **ضع خطة** يتحسس طفل ما من فرو القطط. ضع خطة تحدّ فيها من تعرض الطفل لهذا النوع من المواد المثيرة للتحسس.
7. الكتابة في علم الأحياء

اعمل كتيب تُفسّر فيه أعراض الحساسية، وضمِّنها قائمة بالمواد الشائعة المثيرة للحساسية.

التلقيح ضد الجدري

ينتشر فيروس الجدري بسرعة بين الناس ويمكن أن يقتل 30٪ من الأشخاص المصابين. وبما أنه مرض قاتل، فقد ناقشت الحكومات لسنوات عديدة إمكانية إلزام شعوبها بالتطعيم ضده.

الجدري مرضًا مرض الجدري لا شفاء منه، ويسببه نوع من الفيروسات. ورغم ذلك قام إدوارد جنر في عام 1796م بتطوير طعم للجدري ساعد على إنقاذ حياة العديد من الناس عن طريق الوقاية من المرض. ويُعتقد وجود الفيروس في مختبرات الولايات المتحدة وروسيا فقط. ومع ذلك هناك مخاوف من حصول أشخاص على الفيروس وإطلاقه.

تدوم المناعة الناتجة عن التطعيم من ثلاث إلى خمس سنوات. ويمنع التطعيم حدوث العدوى، أو يقلل من آثارها إذا تم إعطاء الطعم خلال عدة أيام بعد التعرض للعدوى. وفي حال إنتشار فيروس مرض الجدري فإن مراكز التحكم في المرض والوقاية منه لديها خطط لتزويد الناس الذين قد يتعرضون للفيروس بالتطعيمات خلال ثلاثة أيام؛ للتقليل من آثار المرض أو للوقاية منه. ويتوافر طعم كافٍ لكل شخص في حالة انتشار هذا المرض.

يشير مصطلح الجدري إلى البثور التي تظهر على الوجه والجسم نتيجة للعدوى بفيروس الجدري.

الكتابة في علم الأحياء

هل يجب تطعيم جميع السكان بصورة منتظمة ضد الجدري؟ قم بإجراء بحث إضافي حول الجدري، ثم اعمل مع زملائك في مجموعات لمناقشة هذه القضية.

مختبر الأحياء

الطب الجنائي : كيف تجد المريض (Zero)؟

الخلفية النظرية: تخيل إن مدرستك تعرضت لمرض يعرف بمتلازمة الهاتف النقال. ومن أعراضه الحاجة الملحة لاستعمال الهاتف النقال في أثناء الدراسة. يَسهُل 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 مُهيّجة وتصبغ الجلد

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في كراسة التجارب العملية.
2. اعمل جدولاً لتسجل فيه الاتصالات التي تمت، واختر أنبوب اختبار، وسجل رقمه.
3. استعمل ماصة باستور لنقل كمية قليلة من السائل من أنبوب الاختبار إلى الكأس الورقية.
4. يوزع معلم الصف الطلبة في مجموعات، وعندما يأتي دور مجموعتك وباستعمال الماصة تبادل السائل في أنابيب الاختبار مع زميل آخر في مجموعتك وكأنك تحاكي عملية المشاركة في اللعاب في أثناء شرب الماء.
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 الأمراض ويستعمل الكاشف ليعرف من أُصيب بالمرض.
8. ناقش أنت وزملاؤك المعلومات مع بقية المجموعات لتتمكن من تحديد هوية المريض (zero).
9. عند انتهاء كل مجموعة من وضع فرضيتها، افحص السائل الأصلي في كل كأس لمعرفة المريض zero.
10. أعد أنابيب الاختبار، وتخلص من المواد الأخرى المستعملة بناءً على تعليمات المعلم.

حلل واستنتج

1. **حلّل** استعمل بياناتك لرسم شكل لكل مريض (zero) محتمل، مستعملًا الأسهم لتوضيح من يجب أن يكون مصابًا مع كل مريض zero محتمل.
2. **قارن** فيم يشبه انتشار "أعراض الهاتف النقال" في هذه المحاكاة، انتشار المرض في الحياة الواقعية؟ وفيم يختلفان؟
3. **التفكير الناقد** لِمَ لا ينتقل المرض في التبادلات الأخيرة إذا أُجريت المشابهة في صف أكبر؟
4. **تحليل الخطأ** ما المشكلات التي واجهتها عند تحديد هوية المريض zero؟

تواصل

نشرة الأخبار استعمل الصحف ومصادر أخرى لتتعلم المزيد عن وباء ناتج عن مرض حالي. وأعدَّ نشرة إخبارية حول آلية بحث اختصاصي علم الأوبئة عن مصدر المرض، ثم اعرضها على زملاء صفك.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5-1 جهاز المناعة	
البروتين المتمم الإنترفيرون الخلايا الليمفية الجسم المضاد مولد الضد الخلايا البائية الخلايا التائية المساعدة الخلايا التائية القاتلة الخلية الذاكرة التطعيم	**الفكرة الرئيسة** **لجهاز المناعة مكونان رئيسان هما: المناعة الطبيعية غير المتخصصة (العامة)، والمناعة المتخصصة (النوعية).** • تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية مثل 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.
5-2 الأمراض غير المعدية	
المرض الانحلالي المرض الأيضي الحساسية صدمة فرط الحساسية	**الفكرة الرئيسة** **تضم الأمراض غير المعدية الأمراض الوراثية والأمراض الانحلالية والأمراض الأيضية والسرطان والأمراض الالتهابية.** • يتحكم في الأمراض غير المُعدية عوامل جينية وبيئية. • الاستجابة الالتهابية للمرض المعدي تعزز الاستجابة المناعية، في حين لا تساعد الاستجابة الالتهابية الجسم في حالة الأمراض الالتهابية. • تحدث أمراض الحساسية نتيجة للاستجابة المناعية الإيجابية تجاه مواد تثير الحساسية وتوجد في البيئة. • صدمة فرط الحساسية تحسس زائد لنوع معين من المواد المثيرة للتحسس. • ينتج عن المناعة ضد الذات مهاجمة خلايا المناعة لخلايا الجسم الأخرى.

الفصل 5 مراجعة

5–1

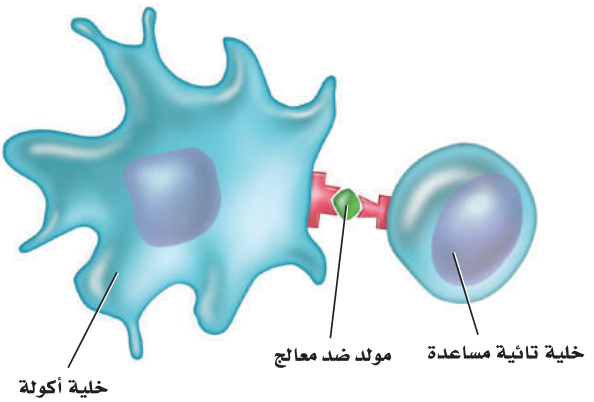
مراجعة المفردات

ما المفردات أو المصطلحات التي تمثل كل عبارة في السؤالين 1 و2 و3 استعن بالمفردات في دليل مراجعة الفصل.

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).

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما نوع الاستجابة المناعية الممثلة في الشكل أعلاه؟

a. جينية. c. متخصصة.
b. غير متخصصة. d. هرمونية.

5. تظهر الخلية التائية المساعدة مولد الضد الخاص بها لمساعدة:

a. مسبب المرض. c. الخلية البلازمية (B).
b. النخاع العظمي. d. الغدة الزعترية.

6. خط الدفاع الأول في الجسم ضد المرض المعدي هو:

a. الخلية التائية المساعدة. c. الجلد.
b. الجسم المضاد. d. البلعمة.

7. ما دور البروتين المتمم الموجود في البلازما في الاستجابة المناعية؟

a. يُعزز البلعمة. c. يُعزز تدمير مسبب المرض.
b. يُنشط الخلايا البلعمية. d. جميع ما ذكر.

8. تُنتَجُ الخلايا الليمفية في:

a. نخاع العظم. c. الطحال.
b. الغدة الزعترية. d. العقد الليمفية.

أسئلة بنائية

9. **إجابة قصيرة** صف كيف ترتبط الغدة الزعترية مع تطور المناعة؟

10. **نهاية مفتوحة** قوّم لماذا يحتاج الجسم إلى كلٍّ من الاستجابة المناعية المتخصصة وغير المتخصصة.

التفكير الناقد

11. **نظّم** سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.

12. **قارن** بين دور الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة في استجابة المناعة النوعية.

5–2

مراجعة المفردات

استعمل المفردات الواردة في دليل مراجعة الفصل للإجابة عن الأسئلة 13 – 15.

13. ما نوع رد الفعل تجاه الحساسية المفرطة لمادة تثير التحسس مثل لسعة النحل؟

14. ما نوع المرض الذي يحدث عندما يستجيب الإنسان بشكل غير طبيعي لمولدات الضد في البيئة؟

15. ما نوع المرض الذي يسبب تهتك أو تلف جزء معين في الجسم؟

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل الصورة الآتية للإجابة عن السؤال 16.

16. ما المرض الذي توضحه الصورة أعلاه؟

a. الكزاز. **c.** روماتيزم المفاصل.
b. الأنيميا المنجلية. **d.** الحساسية.

17. ما المرض غير المُعدي الذي ينتج عن مشكلة المسارات الكيميائية الحيوية في الجسم؟

a. المرض الالتهابي. **c.** المرض الانحلالي.
b. المرض الأيضي. **d.** السرطان.

18. أي المواد الآتية يُفرز في الجسم مسببًا معظم أعراض أمراض الحساسية؟

a. الإنسولين. **c.** الهستامين
b. مثيرات الحساسية. **d.** الأستيل كولين.

19. يمكن للأفراد أن يستجيبوا بشكل خطر لمادة معينة من المواد التي تثير الحساسية، مثل سائل المطاط الطبيعي، مما يؤدي إلى إصابتهم بصدمة فرط الحساسية. فماذا تكون النتيجة؟

a. مشاكل في التنفس. **c.** تصلب الشرايين.
b. نوبات الصرع. **d.** التهاب المفاصل.

20. أي مما يأتي يهاجم بروتينات الجسم في المناعة ضد الذات؟

a. مولدات الضد. **c.** الأجسام المضادة.
b. المواد المثيرة للحساسية. **d.** مضادات الهستامين.

أسئلة بنائية

21. إجابة قصيرة صف كيف تختلف الحساسية عن الزكام العادي، آخذًا بعين الاعتبار تشابه الأعراض.

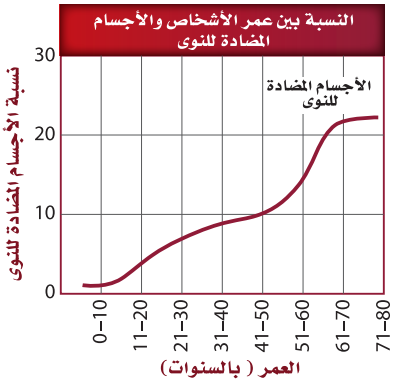
22. إجابة قصيرة ناقش التأثير في أعضاء الجسم عند انقباض العضلات الملساء في الشعيبات الهوائية، مسببة صعوبات في التنفس.

23. إجابة قصيرة قوّم لماذا يُسبب مرض الذئبة الحمراء مشاكل في أجهزة الجسم.

التفكير الناقد

24. اعمل جدولًا تصف فيه كل نوع من أنواع الأمراض غير المعدية، وأعطِ مثالًا على كل نوع.

استعمل الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤال 25.



25. لخّص العلاقة بين الأجسام المضادة للأنوية والعمر.

تقويم إضافي

26. الكتابة في علم الأحياء اكتب حوارًا تقارن فيه بين جهاز المناعة وبين قلعةٍ 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.

أخذت البيانات من: Mondell G.L. et al. 1995. principles and practice of infectious diseases 4th ed Churchill living stone and centers for disease Control and prevention. 2000. Morbidity and Mortality weekly report 48: 1162 – 1192.

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

27. أي الأمراض أكثر انتشارًا من حيث نسبة التغير الكبرى؟

28. أظهر مرض الكزاز هبوطًا منذ بدأ التطعيم ضده. فسر عدم المقدرة على التخلص من هذا المرض نهائيًّا.

29. مثّل بيانيًّا نسبة التغير في عدد الحالات نتيجة التطعيم لكل مرض من الأمراض.

اختبار مقنن

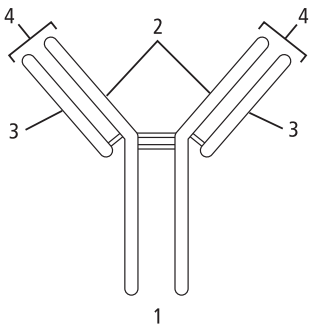
تراكمي

أسئلة الاختيار من متعدد

1. تتحطم الكربوهيدرات المعقدة في الجهاز الهضمي إلى:

a. الأحماض الأمينية.
b. الأحماض الدهنية.
c. سكريات بسيطة.
d. نشا.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. يمثل الشكل أعلاه التركيب الأساسي للجسم المضاد. أي أجزاء هذا الشكل يتوافق مع موقع ارتباط مولد الضد؟

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

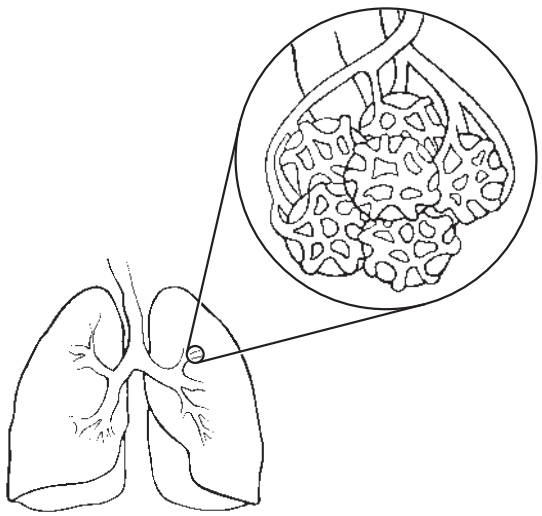
3. الجزآن 2 و 3 ضروريان لتكوين الأجسام المضادة لأنهما:

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 إثارة الاستجابة الالتهابية.

4. أي الجمل الآتية صحيحة فيما يتعلق بالزائدة الدودية؟

a. تمتص كربونات الصوديوم الهيدروجينية لمعادلة الحمض.
b. لها وظيفة مناعية.
c. تساعد على تحليل الدهون.
d. تفرز الأحماض لتساعد على تحليل الغذاء.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 5.



5. ماذا يحدث للدم في هذه التراكيب؟

a. يتم تبادل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين.
b. يبقى الأكسجين وثاني أكسيد الكربون ثابتين.
c. يتم تبادل النيتروجين وثاني أكسيد الكربون.
d. يبقى النيتروجين وثاني أكسيد الكربون ثابتين.

اختبار مقنن

تراكمي

6. عندما يتعرض الإنسان لموقف عصيب (طارئ) يعمل العصب السمبثاوي على:

a. زيادة في افراز اللعاب.
b. زيادة افراز مخاط الأنف.
c. اتساع حدقة العين.
d. زيادة انقباض عضلات الأمعاء.

7. ما دور الهرمونات في الجسم؟

a. تساعد على التفاعلات.
b. تتحكم في عملية التنفس.
c. تساعد على بناء البروتينات.
d. تنظم العديد من وظائف الجسم.

أسئلة الإجابات القصيرة

8. وضح وظيفة الأمعاء الغليظة.

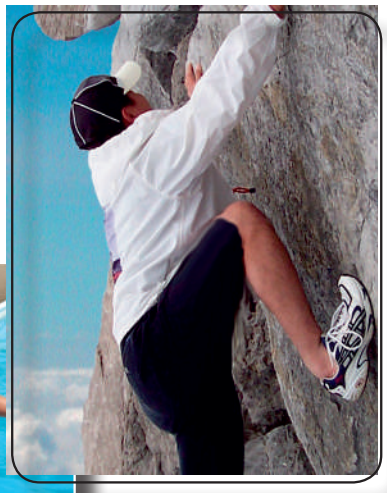
أسئلة مقالية

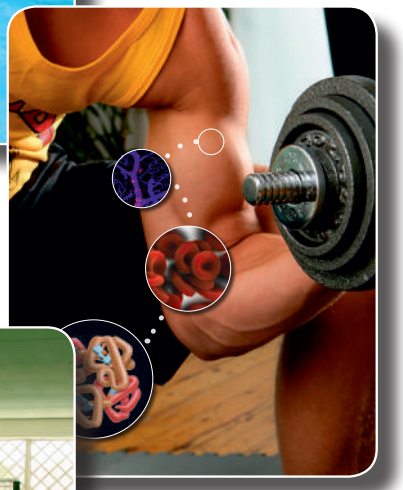
كتب العالم مارك لابي Mark Lappe عام 1981م، في كتاب يسمى "الجراثيم التي ترفض الموت".

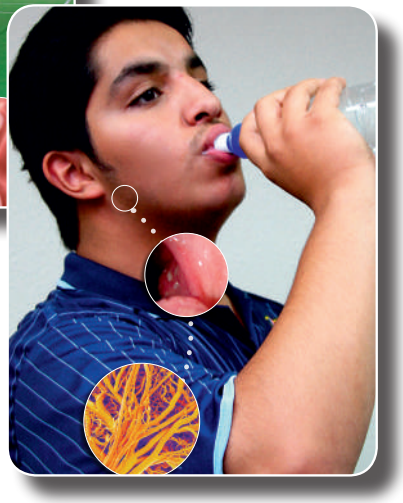
"لسوء الحظ، قد قمنا بحيلة على العالم الطبيعي بسيطرتنا على هذه المواد الكيميائية (الطبيعية) وجعلها كاملة بصورة غيرت تكوين الميكروبات ولدينا الآن مخلوقات كانت تسبب عُشرًا في المئة من أمراض الإنسان في الماضي، لكنها تسبب الآن 20 أو 30 في المئة من الأمراض التي نراها. لقد غيرنا وجه الأرض بكامله باستعمال هذه المضادات الحيوية".

استعن بالمعلومات في الفقرة أعلاه في كتابة مقالة تجيب عن السؤال الآتي:

9. كما توقع لابي في عام 1981م، تحول العديد من الأمراض إلى الشكل المقاوم للعلاج بالمضادات الحيوية والأدوية القوية الأخرى. فهل غيّرنا المضادات الحيوية نحو الأفضل أم نحو الأسوأ؟ ناقش مزايا المضادات الحيوية المستعملة في الوقت الحالي ومساوئها.







- الهياكل العظمية
- التغذية
- المصطلحات

الهياكل العظمية

• هيكل عظمي لإنسان

• هيكل عظمي لأرنب

• هيكل عظمي لدجاجة

• هيكل عظمي لضفدع

التغذية Nutrition

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 يوميًّا. وتستعمل وحدة قياس خاصة تُسمى السعر الحراري Calorie لقياس محتوى الغذاء من الطاقة، ويُعرّف السعر الحراري بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء درجة سيليزية واحدة.

ويقاس محتوى الطاقة بحرق الغذاء، وتحويل الطاقة المختزنة 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 1gm من الكربوهيدرات أو البروتينات 4 سعرات حرارية، في حين يحوي 1gm من الدهون 9 سعرات حرارية.

ولهذا يعد اختيار الغذاء بحكمة أمرًا مهمًّا. وهو ما يُؤخذ بعين الاعتبار لتقليل الوزن؛ حيث يجب استهلاك سعرات حرارية أعلى من تلك التي تتناولها، والعكس صحيح لمن يريد زيادة الوزن. ويقارن الجدول بين السعرات الحرارية المستهلكة في النشاطات المختلفة.

النشاطات والسعرات الحرارية المستهلكة خلال ساعة

النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة	النشاط	السعرات المستهلكة في الساعة
كرة القاعدة (بيسبول)	282	السير مع حقيبة على الظهر	564
كرة السلة	564	الهوكي	546
ركوب الدراجة	240 – 410	الهرولة (الركض ببطء)	740 – 920
التزلج	700	كرة القدم	540

الكربوهيدرات Carbohydrates

يحتاج الجسم إلى الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات كل يوم.

رقائق الذرة والمعكرونة والبطاطس والأرز كلها مواد غذائية تحتوي نسبة كبيرة من الكربوهيدرات. والسكريات ـ ومنها الجلوكوز والفركتوز والسكروز ـ كربوهيدرات بسيطة توجد في الفاكهة والحلويات. أما الكربوهيدرات المعقدة فهي جزيئات كبيرة، ومنها النشا الذي يتكون من سلاسل طويلة من السكريات. وتحتوي أنواع الغذاء المبينة في الصورة، وكذلك بعض الخضراوات على كميات كبيرة من النشا. وتتحلل الكربوهيدرات المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة في القناة الهضمية؛ 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 على شكل جلايكوجين. وأما السليلوز – يسمى أحيانًا 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.

الدهون Fats

تعد كميات الدهون المناسبة جزءًا ضروريًّا 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.

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.

تُصنّف الدهون تبعًا 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. وعمومًا فإن الدهون المشبعة صلبة، أما الدهون غير المشبعة فسائلة في درجة حرارة الغرفة. فالسمن النباتي (المارجرين) تحوي دهونًا مشبعة أقل من تلك الموجودة في الزبد. وتُهضم الدهون في الأمعاء الدقيقة، فينتج عنها أحماض دهنية وجليسرول. ويتم امتصاص الأحماض الدهنية بوساطة الخملات المعوية التي تنقلها عبر الدم إلى جميع خلايا الجسم.

تزود البقوليات والأرز معًا الجسم بجميع الحموض الأمينية الأساسية.

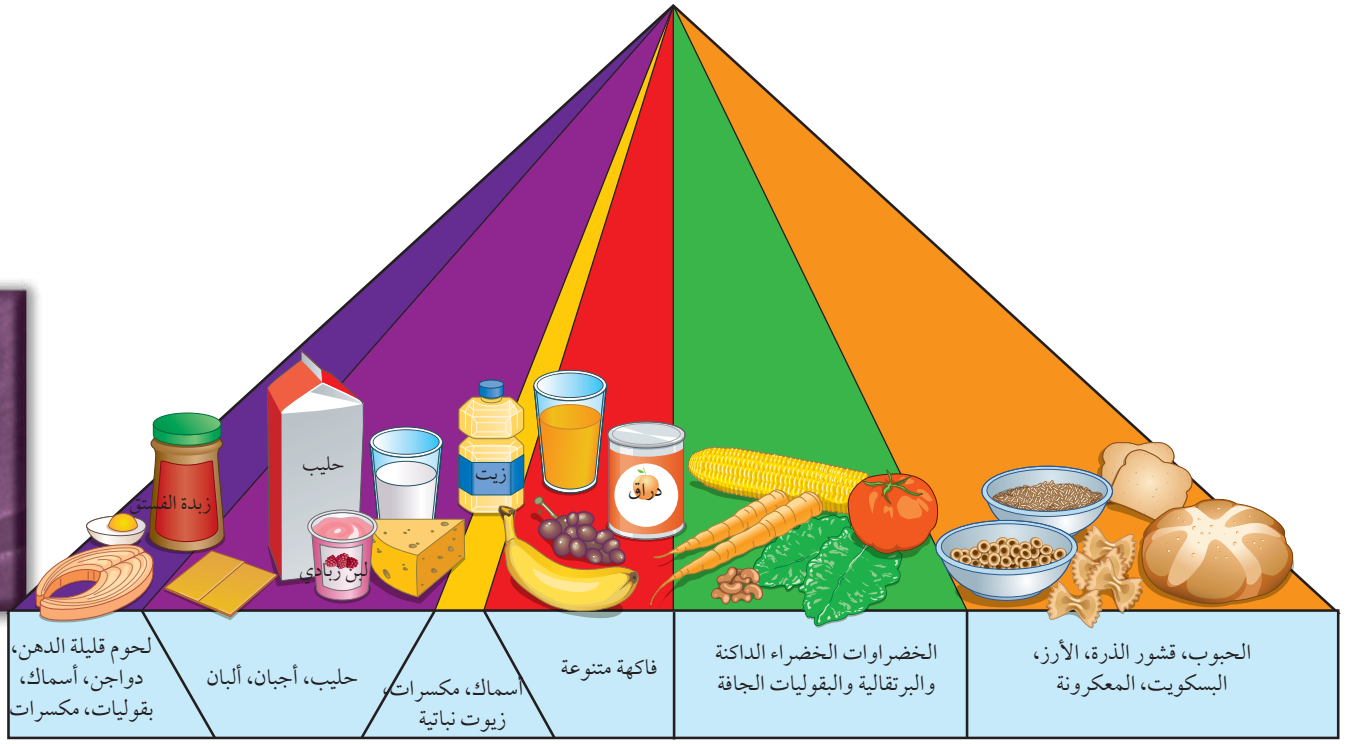
البروتينات Proteins

تعتبر البروتينات المكوِّنات البنائية الأساسية في جميع الخلايا، والأحماض الأمينية هي وحدات بناء هذه البروتينات. وتعتبر الأنزيمات والهرمونات والنواقل العصبية والمستقبلات الغشائية من البروتينات المهمة في الجسم.

تتحلل بروتينات الغذاء في أثناء عملية الهضم 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 حمضًا أمينيًّا مختلفًا لبناء البروتينات، ويستطيع الجسم بناء 12 حمضًا أمينيًّا من 20 حمضًا أمينيًّا ضروريًّا للوظائف الخلوية المختلفة. أما الأحماض الأمينية الأساسية الثمانية المتبقية فيجب أن تكون ضمن نظام الإنسان الغذائي، حيث تعتبر المنتجات الحيوانية ـ ومنها اللحوم والأسماك والدواجن والبيض ومنتجات الألبان ـ 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.



خطة "الهرم الغذائي الشخصي" الجديد تساعدك في اختيار طعامك وتناول الكمية التي تناسبك

الهرم الغذائي Food Pyramid

استبدل الهرم الغذائي القديم الذي كان يعد رمزًا للتغذية الجيدة منذ عام 1992م بهرم غذائي جديد اطلق عليه الهرم الغذائي الشخصي. ويوضح 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. فالفيتامينات vitamins مركبات عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات قليلة لإتمام نشاطاته الحيوية (الأيضية). ويساعد العديدُ من الفيتامينات الإنزيمات على أداء عملها، فيُصنّع 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 يمكن أن تُخزن بكميات صغيرة في الكبد والأنسجة الدهنية في الجسم، وبعضها الآخر يذوب في الماء ولا يمكن تخزينه في الجسم، فيزودنا الغذاء بكميات مناسبة من هذه الفيتامينات، إذا اشتمل عليها النظام الغذائي بصورة دائمة.

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 سابقًا أن الأكسجين يرتبط مع الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء، ليصل إلى خلايا الجسم بوساطة الدورة الدموية. والكالسيوم ملح معدني آخر، ومكوِّن مهم للعظام، ويرتبط بوظائف العضلات والأعصاب.

الوظائف الرئيسة لبعض الفيتامينات والأملاح المعدنية

الفيتامين	الدور الرئيس في الجسم	المصادر المحتملة	الأملاح المعدنية	الدور الرئيس في الجسم
A	• الرؤية • صحة الجلد والعظام		Ca	• تقوية الأسنان والعظام • نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات
D	• صحة العظام والأسنان		p	• تقوية الأسنان والعظام
E	• تقوية الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء		Mg	• بناء البروتينات
الريبوفلافين B2	• أيض الطاقة		Fe	• بناء الهيموجلوبين
حمض الفوليك	• تكوين خلايا الدم الحمراء • تكوين DNA وRNA		Cu	• بناء الهيموجلوبين
الثيامين	• أيض الكربوهيدرات		Zn	• التئام الجروح
النياسين B3	• أيض الطاقة		Cl	• اتزان الماء
البايريدوكسين B6	• أيض الأحماض الأمينية		I	• بناء الهرمون الدرقي (الثيروكسين)
B12	• تكوين خلايا الدم الحمراء		Na	• نقل المعلومات العصبية • اتزان الرقم الهيدروجيني (pH)
C	• تكوين ألياف الكولاجين		K	• نقل المعلومات العصبية • انقباض العضلات

تعد الفيتامينات والأملاح المعدنية من المكونات المهمة في النظام الغذائي الصحي. ويبين الجدول التالي 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 خطرًا على الجسم. لذا يجب استشارة الطبيب في ذلك.

ملصقات الغذاء Nutrition Labels

توضع ملصقات الغذاء على عبوات الأغذية التجارية، كما في الملصق أدناه، وتعتمد هذه الملصقات على نظام غذائي يحتوي على 2000 سعر حراري في اليوم الواحد. وتفيد هذه الملصقات في مراقبة كمية الدهون والصوديوم المستهلكة، وهما مادتان غذائيتان يجب تناولهما باعتدال. ويجب أن تحتوي الملصقات على المعلومات الآتية:

- اسم المنتج الغذائي.
- الوزن الصافي أو الحجم.
- اسم المصنِّع والموزِّع، وعنوان كلٍّ منهما.
- المكوّنات.
- المحتوى الغذائي.

Nutrition Information Average per 100g Portions / 40g package : 1		معلومات غذائية : المتوسط لكل 100جم مقدار كل 40جم تعبئة : 1	
Energy (KJ)	2192	2192	طاقة (ك جول)
Energy (Kcal)	526	526	طاقة (ك كالوري)
Protein	3.9g	3.9g	بروتين
Carbohydrate	52g	52g	كربوهيدرات
of which sugars	1.4g	1.4g	منها سكر
Fat	34g	34g	دهون
of which saturates	7g	7g	منها مشبعة
Fibre	2.6g	2.6g	ألياف
Sodium	0.53g	0.53g	صوديوم

لاحظ عدد الحصص الغذائية الموجودة على عبوات الأغذية. تعتمد قيمة النسبة اليومية على حصة الفرد، لا على العبوة كاملة.

المصطلحات

(أ)

الأدمة dermis : طبقة الجلد التي تلي البشرة؛ وتحوي أليافًا عضلية، وغددًا عرقية، وأخرى دهنية، وبصيلات الشعر.

الأُذين atrium : إحدى حجرات القلب التي تستقبل الدم من الجسم.

الأربطة ligaments : حزم من النسيج الضام القوي الذي يربط العظام بعضها مع بعض.

الاستجابة response : تفاعل المخلوق الحي مع مؤثر ما.

الأكتين actin : خيوط بروتينية رفيعة في الليف العضلي. وتعمل مع خيوط الميوسين على انقباض العضلات وانبساطها.

الألدوستيرون aldosterone : هرمون ستيرويدي تنتجه قشرة الغدة الكظرية، يعمل في الكليتين، وهو ضروري لإعادة امتصاص الصوديوم.

آلية التنفس breathing : حركة الهواء الميكانيكية إلى داخل الرئتين وإلى خارجهما.

الأمعاء الغليظة large intestine : الجزء النهائي من القناة الهضمية وتشمل القولون والمستقيم والزائدة الدودية، وترتبط بشكل أساسي مع امتصاص الماء.

الأمعاء الدقيقة small intestine : الجزء الأطول من القناة الهضمية، ويتم فيها هضم ميكانيكي وكيميائي للطعام، كما تقوم بإمتصاص معظم المواد المغذية.

الأملاح المعدنية minerals : مركبات غير عضوية يستعملها الجسم بوصفها مواد بنائية، وترتبط مع وظائف الجسم الأيضية.

الأميليز amylase : إنزيم هاضم في اللعاب، يسمح ببدء عملية الهضم الكيميائي في الفم عن طريق تحليل النشا إلى سكريات بسيطة.

الإندورفينات endorphins : مواد كيميائية تسمى أحيانًا مسكنات الألم الطبيعية في الجسم، تنتقل إلى مكان الإصابة سريعًا لتخفيف الألم.

الإنترفيرون interferon : بروتين مضاد للفيروس، يُفرز من الخلايا المصابة بالفيروس، ليحفز الخلايا المجاورة على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس.

الانتشار diffusion : انتقال المواد من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا.

الإنسولين insulin : هرمون ينتجه البنكرياس، ويعمل مع الجلوكاجون للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

الأيض metabolism : جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في جسم المخلوق الحي.

(ب)

الببسين pepsin : إنزيم هاضم مرتبط مع هضم البروتينات كيميائيًّا في المعدة.

براعم التذوق taste buds : واحدة من المستقبلات الكيميائية المتخصصة والمنتشرة على اللسان وفي الحلق والبلعوم، لتذوق الطعام وتحديد مذاقه المر والحامض والحلو والمالح.

البروتين protein : مركّب عضوي يتكون من الأحماض الأمينية تتحد معًا برابطة ببتيدية، ويعد إحدى وحدات البناء الأساسية في المخلوقات الحية.

البروتينات المتممة complement proteins : بروتينات تعزز البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكولة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض.

البشرة epidermis : الطبقة الخارجية للجلد عند الإنسان والمكونة من خلايا طلائية.

بصيلة الشعر hair follicle : تجويف ضيق في الأدمة ينمو منه الشعر.

البطين ventricle : حجرتا القلب التي تضخ إحداهما الدم من القلب إلى جميع أجزاء الجسم، والأخرى من القلب إلى الرئتين.

البلازما plasma : السائل الأصفر الشفاف الذي يشكل أكثر 50٪ من الدم.

البلعوم pharynx : عضو عضلي يصل بين الحلق والمريء، وينقل الطعام في اتجاه المعدة.

(ت)

التطعيم immunization : حقن الجسم بمولد ضد ضعيف أو شبه ميت بهدف تطوير إستجابة أولية، وخلايا ذاكرة مناعية.

التشابك العصبي synapse : المكان بين نهايات محور خلية عصبية والزوائد الشجرية لخلية عصبية أُخرى.

تصلب الشرايين atherosclerosis : أحد اختلالات جهاز الدوران؛ إذ يَحدث انسداد في الشرايين، مما يعيق انسياب الدم في جسم الإنسان.

التعظم ossification : عملية تكوين العظم بواسطة الخلايا العظمية البانية.

التنفس الخارجي external respiration : عملية يتم فيها تبادل الغازات بين الهواء الجوي في الحويصلات الهوائية والدم في الشعيرات الدموية المحيطة بها.

التنفس الخلوي cellular respiration : سلسلة من التفاعلات الحيوية تتم في الخلايا بمساعدة الإنزيمات؛ ويتم الحصول من خلالها على الطاقة اللازمة للخلية نتيجة أكسدة المواد الغذائية العضوية.

التنفس الداخلي internal respiration : العملية التي يتم فيها تبادل الغازات بين خلايا الجسم والدم في الشعيرات الدموية المحيط بها.

تحت المهاد hypothalamus : منطقة من الدماغ تقع بين جذع الدماغ والمخ، وهي ضرورية للحفاظ على الاتزان الداخلي للجسم.

(ث)

الثيروكسين thyroxine : هرمون درقي يزيد من معدل أيض الخلايا.

(ج)

جسم الخلية العصبية neurons cell body : جزء رئيس من الخلية العصبية يحوي نواة الخلية وعضيات عديدة.

الجسم المضاد antibody : بروتين ينتج بواسطة الخلايا الليمفية البائية التي تتفاعل بشكل محدد مع مولّد ضد غريب عن الجسم.

الجلوكاجون glucagons : هرمون ينتجه البنكرياس، ويعطي إشارة لخلايا الكبد لتحويل الجلايكوجين إلى جلوكوز وإطلاقه إلى الدم.

الجهاز العصبي جار السمبثاوي parasympathetic nervous system : أحد قسمي الجهاز العصبي الذاتي الذي يسيطر على أعضاء الجسم. ويصبح أكثر نشاطًا عندما يكون جسم الإنسان في حالة الراحة.

الجهاز العصبي الجسمي somatic nervous system : جزء من الجهاز العصبي الطرفي الذي ينقل السيالات العصبية من الجلد والعضلات الهيكلية وإليهما.

الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system : أحد أجزاء الجهاز العصبي الطرفي الذي ينقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى الأعضاء الداخلية في الجسم.

الجهاز العصبي السمبثاوي sympathetic nervous system : أحد قسمي الجهاز العصبي الذاتي الذي يضبط عمل الأعضاء الداخلية. ويكون في قمة نشاطه في حالات الطوارئ وضغط العمل والاجهاد.

الجهاز العصبي الطرفي peripheral nervous system : يتكون من الخلايا العصبية الحسية والحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

الجهاز العصبي المركزي central nervous system : يتكون من الدماغ والحبل الشوكي، وينظم جميع العمليات والأنشطة في الجسم.

جهد الفعل action potental : اسم آخر للسيال العصبي. وهو شحنة كهربائية تنتقل على طول الخلية العصبية. وينتج السيال عن مثير كاللمس، أو صوت انفجار قوي يدفعك للاستجابة.

(ح)

الحركة الدودية peristalsis : انقباضات عضلية متموجة ومنتظمة، تحرك الطعام عبر القناة الهضمية.

الحساسية allergy : استجابة مناعية فاعلة لمولدات ضدٍ بيئية.

الحويصلة الهوائية alveolus : أكياس هوائية ذات جدار رقيق جدًّا ، توجد داخل الرئتين ومحاطة بشعيراتٍ دموية.

(خ)

الخلايا الليمفية البائية B- cells : الخلايا الليمفية التي تنتج الأجسام المضادة.

الخلية الليمفية lymphocyte : نوع من خلايا الدم البيضاء مسؤولة عن الاستجابة المناعية المتخصصة لدى الإنسان.

الخلية التائية القاتلة cytotoxic T cell : خلية ليمفية تدمر مُسببات المرض، وتطلق السايتوكينات عند تفعيلها.

الخلية التائية المساعدة helper T cell : خلية ليمفية تعمل على تفعيل إنتاج الجسم المضاد في الخلايا البائية،كما تحفز الخلايا التائية القاتلة على تدمير سبب المرض و اطلاق السايتوكينات.

الخلية الجذعية stem cell : خلية غير متمايزة تستطيع أن تتحول إلى خلايا متخصصة عند توافر الظروف الملائمة.

خلية الدم البيضاء white blood cell : نوع من خلايا الدم كبيرة الحجم وتحوي نواة، وتقاوم الأمراض التي تصيب الجسم.

خلية الدم الحمراء red blood cell : خلية الدم التي تحوي الهيموجلوبين ولا تحوي نواة. وتشبه القرص المقعر الوجهين، وتنقل الأكسجين إلى خلايا الجسم.

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 العصبية neuron : الخلايا التي تنقل السيالات العصبية في الجسم، وتتكون من جسم الخلية، والمحور والزوائد الشجرية.

الخلية العظمية osteocyte : خلايا حية نجمية الشكل يتخصص بعضها إلى خلايا نشطة بانية العظم وأخرى هادمة.

الخلية العظمية البانية osteobalst : الخلايا التي تكوّن العظم وتبنيه.

الخلية العظمية الهادمة osteoclast : الخلايا التي تحطم خلايا العظم الهرمة والتالفة ليحل محلها نسيج عظمي جديد.

الخملات المعوية villi : تراكيب إصبعية الشكل تعمل على زيادة مساحة سطح امتصاص معظم المواد المغذية من الأمعاء الدقيقة.

(د)

الدوبامين dopamine : ناقل عصبي في الدماغ، مسؤول عن الشعور بالفرح والسرور، وهو يتحكم في حركة الجسم وله وظائف عصبية أخرى.

(ر)

الرئة lung : أكبر عضو في الجهاز التنفسي يتم داخله تبادل الغازات.

رد الفعل المنعكس reflex arc : مسار عصبي يتكون من خلايا عصبية حسية، وأخرى بينية، وثالثة حركية بالإضافة إلى عضو الاستقبال وأعضاء الاستجابة.

الرقم الهيدروجيني pH: قياس تركيز أيونات الهيدروجين (H^+) في المحلول.

(ز)

الزوائد الشجيرية dendrites : أجزاء من الخلية العصبية تستقبل السيالات العصبية القادمة من الخلايا العصبية الأُخرى؛ لكي تنقلها إلى جسم الخلية العصبية.

(س)

السرطان cancer : نمو وانقسام غير منضبطين للخلايا ناتجان عن تغيرات في عملية ضبط دورة الخلية. ويمكن أن ينتج عن عوامل بيئية.

(ش)

الشبكية retina : الطبقة الداخلية للعين التي تحوي المخاريط والعصي.

الشريان artery : وعاء دموي مرن، له جدار سميك، يحمل الدم المؤكسج إلى جميع أجزاء الجسم بعيدًا عن القلب.

الشعيبات الهوائية bronchi : أنابيب تحمل الهواء إلى الرئتين.

الشعيرات الدموية capillaries : أوعية دموية صغيرة يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا. ويتم عن طريقها تبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم.

(ص)

الصدمة التحسسية anaphylactic shock : حساسية شديدة تجاه مولد ضد محدد، تسبب انطلاق كمية كبيرة من الهستامين.

الصفائح الدموية platelets : أجزاء من الخلايا تؤدي دورًا مهمًّا في تخثر الدم.

الصمام valve : أحد القطع النسيجية في الأوردة التي تمنع رجوع الدم .

(ع)

عتبة التنبيه threshold : أقل شدة للمنبه يحتاج إليه الجسم لإحداث سيال عصبي(جهد فعل).

عدسة العين eye lens : جزء من العين يقع خلف القزحية، تقلب الصورةلتتجمع على الشبكية.

العصي rods : أحد أنواع الخلايا الحساسة للضوء في شبكية العين تتأثر بالضوء الخافت.

العضلات القلبية cardiac muscles : عضلات لا إرادية توجد فقط في القلب، وتترتب خلاياها على هيئة شبكة لتنقبض بفاعلية وانتظام.

العضلات الملساء smooth muscle : العضلات التي تبطن معظم الأعضاء الداخلية المجوفة في الجسم، ومنها المعدة والأمعاء والمثانة والرحم.

العضلات الهيكلية skeletal muscle : عضلات مخططة تسبب حركة الجسم عندما تنقبض. وهي مرتبطة مع العظام والأوتار.

العضلات الإرادية voluntary muscles : العضلات الهيكلية التي يستطيع الجسم التحكم في حركتها.

العضلات اللاإرادية involuntary muscles: العضلات التي لا يستطيع الجسم التحكم في حركتها.

العظم الإسفنجي spongy bone : طبقة العظم الداخلية الخفيفة التي تحوي تجاويف مليئة بالنخاع العظمي.

العظم الكثيف compact bone : طبقة العظم الخارجية القوية التي تحيط بالعظم الإسفنجي وتعطي الجسم القوة والحماية.

العقدة العصبية nerve node: اختناق في الغشاء الميليني الموجود على طول المحور، وتنتقل السيالات العصبية وثبًا من عقدة إلى أخرى على طول المحور.

(غ)

الغُدَّة gland: عضو أو مجموعة من الخلايا تُفرز مادة تُستعمل في مكان آخر من الجسم.

الغدة الدهنية sebaceous gland : الغدة التي تفرز الزيوت في الأدمة من أجل ترطيب الجلد والشعر.

الغدة الصماء endocrine gland : غدة منتجة للهرمون، تطلق ما تنتجه إلى مجرى الدم مباشرة.

الغدة النخامية pituitary gland: غدة صّماء تقع عند قاعدة الدماغ، وتدعى سيدة الغدد بسبب تنظيمها للعديد من وظائف الجسم.

الغضروف cartilage : نسيج ضام صلب مرن يكون هيكل الأجنّة ثم يغلّف أطراف العظام في المفاصل المتحركة.

(ف)

الفيتامين vitamin: مركب عضوي يذوب في الدهون أو الماء، يحتاج إليه الجسم بكميات صغيرة للقيام بالأنشطة الأيضية.

(ق)

القشرة المخية cerebral cortex : الطبقة الخارجية الكثيرة الالتواء من المخ، والمسؤولة عن تنظيم عمليات الوعي، والذاكرة، وقابلية الإنسان للتعلم.

القصبة الهوائية trachea : الأنبوب الذي يحمل الهواء من الحنجرة إلى القصيبات الهوائية.

القصيبات الهوائية bronchi : هي الممر التنفسي الذي يحمل الهواء إلى الشعيبات الهوائية ومنها إلى الرئتين.

القطعة العضلية sarcomere: وحدة الوظيفة في العضلات الهيكلية التي تنقبض، وتتكون من ألياف عضلية.

القلب heart : عضو عضلي مجوف يضخ الدم المؤكسج إلى الجسم والدم غير المؤكسج إلى الرئتين.

القنطرة pons : جزء من جذع الدماغ يوصل الإشارات بين المخ والمخيخ و يساعد على ضبط عملية التنفس.

القنوات الهلالية semicircular canal: جزء من تركيب الأذن الداخلية مسؤول عن نقل المعلومات حول وضع الجسم وتوازنه إلى الدماغ.

القوقعة cochlea : جزء من الأذن الداخلية حساس للأصوات ومليءٌ بسائل، ومبطن بخلايا شعرية؛ ويولد سيالات عصبية ترسل إلى الدماغ من خلال العصب السمعي.

(ك)

الكالسيتونين Calcitonin: أحد هرمونات الغدة الدرقية مسؤل جزئياً عن تنظيم مستوى الكالسيوم في الدم.

الكبد liver: أكبر عضو داخلي في الجسم، يعمل على إنتاج المادة الصفراء التي تساعد على تحليل الدهون.

الكربوهيدرات Carbohydrate : مركبات عضوية تحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين، بنسبة ذرة أكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الكربون.

الكلية kidney : عضو جهاز الإخراج في الجسم، تقوم بترشيح الفضلات والماء والأملاح من الدم. كما تحافظ على درجة حموضة الدم، (الرقم الهيدروجيني) في الجسم.

الكورتيزول cortisol : هرمون ستيرويدي تنتجه قشرة الغدة الكظرية يرفع من مستوى الجلوكوز في الدم، ويقلّل الالتهابات.

الكوة البيضية Oval window : وهي غشاء يفصل بين الأذن الوسطى والأذن الداخلية.

الكيراتين keratin : بروتين يوجد في خلايا طبقة البشرة في الجلد، مقاوم للماء، ويحمي الخلايا والأنسجة الداخلية.

(ل)

الليفيف العضلي myofibril : ألياف عضلية صغيرة جدًّا تساعد على انقباض العضلات، وتتكون من خيوط بروتين الأكتين والميوسين.

(م)

المادة المُغذية nutrient : مادة كيميائية، يحصل عليها المخلوق الحي من البيئة للقيام بالعمليات الحيوية والحفاظ على الحياة.

المجرى البولي urethra : قناة يخرج عن طريقها البول والسائل المنوي من جسم الذكر، والبول من جسم الأنثى.

المحور axon : جزء من الخلية العصبية ينقل السيالات العصبية من جسمها إلى خلايا عصبية أخرى أو عضلات أو غدد.

المخ cerebrum : الجزء الأكبر من الدماغ؛ ويقسم إلى نصفي كرة. ويعد المسؤول عن عمليات التفكير العليا التي تتضمن اللغة والتعليم والذاكرة وحركة الجسم الإرادية.

المخاريط cones : نوع من الخلايا الموجودة في شبكية العين مسؤولة عن الرؤية الواضحة في الضوء الشديد، وتمييز الألوان.

المُخيخ cerebellum : جزء من الدماغ مسؤول عن توازن الجسم وتنسيق حركاته.

المرض الانحلالي degenerative disease : مرض غير معدٍ، مثل التهاب المفاصل الذي ينتج عن تلف جزء من الجسم.

المرض الأيضي metabolic disease : مرض، ينتج بسبب خطأ في المسارات الكيميائية الحيوية، مثل سكري النوع الأول.

المريء esophagus : أنبوب عضلي يصل بين البلعوم والمعدة، ويدفع بالطعام إلى المعدة عن طريق الحركة الدودية.

المسكّنات depressants : العقاقير التي تبطئ عمل الجهاز العصبي المركزي في الإنسان.

المضاد الحيوي antibiotic : مادة قادرة على قتل أو تثبيط نمو بعض المخلوقات الحية الدقيقة.

المنبه stimulus : أي تغير في بيئة المخلوق الحي الداخلية أو الخارجية يؤدي إلى استجابته لهذا التغير.

منظم النبض pacemaker : العقدة الجيبية الأذينية التي تحفز انقباض القلب.

مولد الضد antigen : مادة غريبة عن الجسم تسبب استجابة مناعية، ويمكنه الاتحاد مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

الميلانين melanin : الصبغة الموجودة في الطبقة الداخلية للبشرة التي تحمي الجلد من مضار الأشعة فوق البنفسجية، وتكسب الجلد اللون.

الميوسين myosin : خيوط بروتينية سميكة توجد في الليف العضلي، وتعمل مع الأكتين على انقباض العضلات.

الميوجلوبين myoglobin: جزيء تنفسي يخزن الأكسجين ويجعل لون العضلة داكنًا.

(ن)

الناقل العصبي neurotransmitter : مواد كيميائية تنتشر عبر التشابك العصبي لتتحد مع المستقبلات الموجودة على شجيرات الخلايا العصبية المجاورة، فتفتح قنوات على سطح الخلايا الأُخرى، منتجة جهد فعل جديد.

نخاع العظم الأحمر red bone marrow: نوع من النخاع العظمي الذي ينتج خلايا الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية.

نخاع العظم الأصفر yellow bone marrow : نوع من نخاع العظم مكوّن من الدهون المخزنة.

النخاع المستطيل medulla oblongata : جزء من جذع الدماغ، يساعد في السيطرة على ضغط الدم ومعدل نبض القلب وتنظيم معدل الحركات التنفسية.

(هـ)

الهرمون hormone: مادة كيمائية، تنتجها غدة صماء، وتنتقل عن طريق الدم إلى خلايا وأنسجة مستهدفة، لتعطي استجابة محددة.

الهرمون الجاردرقي parathyroid hormone: مادة تنتجها الغدة جارة الدرقية تزيد من مستوى الكالسيوم في الدم عن طريق التأثير في العظام لإطلاق الكالسيوم.

الهضم الكيميائي chemical digestion: تحلّل كيميائي للغذاء بواسطة الإنزيمات الهاضمة، إلى جزيئات أصغر تستطيع الخلايا امتصاصها.

الهضم الميكانيكي mechanical digestion: تحلل فيزيائي للغذاء، يحدث عند مضغ الغذاء وتحويله إلى قطع صغيرة، كما يشمل عمل العضلات الملساءفي المعدة والأمعاء الدقيقة على الطعام.

الهيكل الداخلي endoskeleton : الهيكل الداخلي الذي يحمي الأعضاء الداخلية ويدعم جسم الإنسان، كما يربط العضلات مع سائر الجسم؛ ويوفر لها الدعم اللازم لانقباضها.

الهيكل العظمي الطرفي oppendicular skeleton: أحد قسمي الهيكل العظمي للإنسان، ويشمل عظام الطرف العلوى، والطرف السفلى، وعظام الكتف، وعظام الحوض.

الهيكل العظمي المحوري axial skeleton: أحد قسمي الجهاز الهيكلي في الإنسان، ويشمل عظام العمود الفقري، والأضلاع، والجمجمة وعظمة القص.

(و)

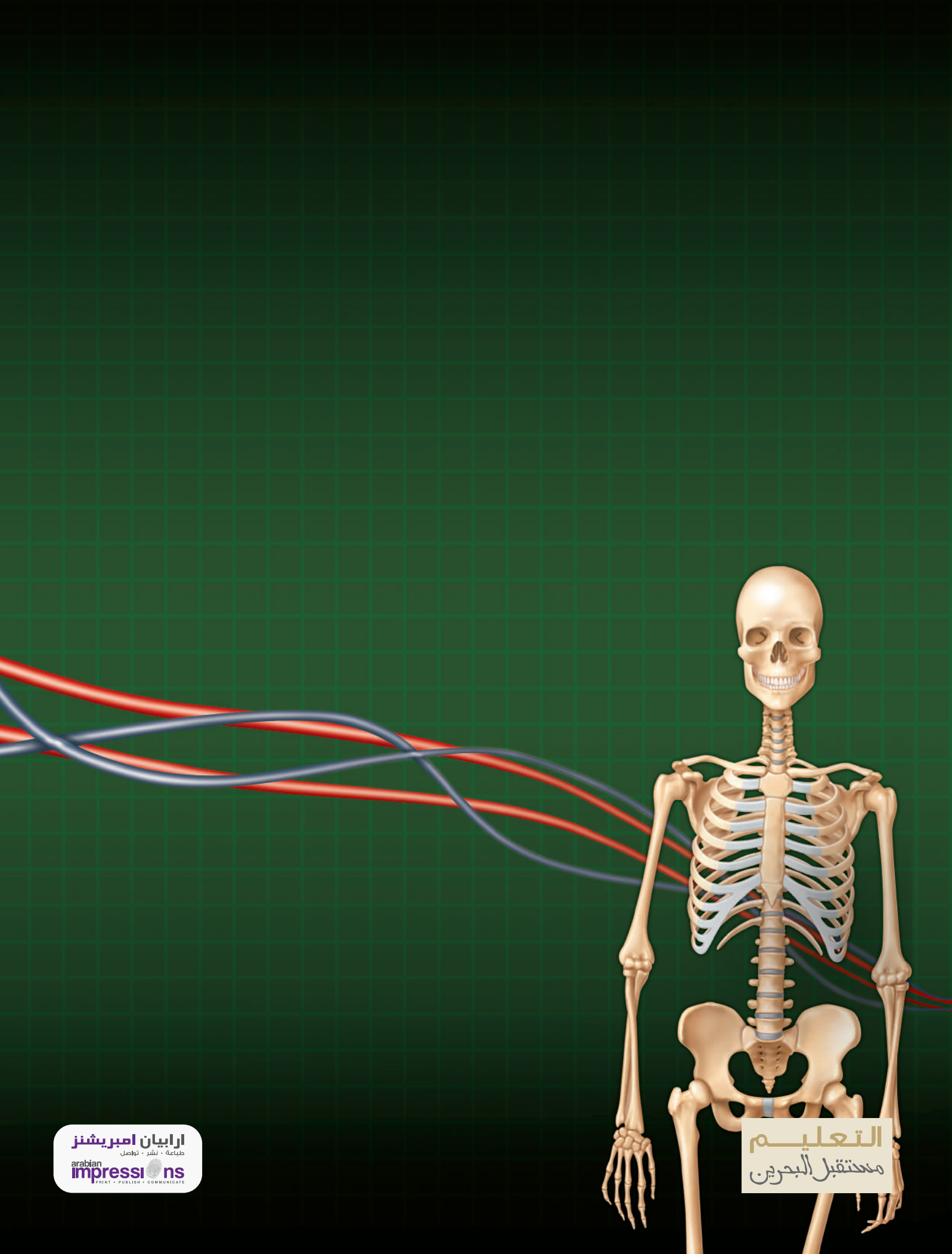
الوتر tendon: حزمة من نسيج ضام كثيف تربط العضلات مع العظام.

الوحدة الكلوية nephron: وحدة الترشيح في الكلية وتتكون من أنبوب كلوي محاط بالشعيرات الدموية، وله طرف فنجاني الشكل يسمى محفظة بومان محاط بكتلة من الشعيرات الدموية تسمى الكلية.

الوريد vein : الوعاء الدموي الذي يحمل الدم الراجع إلى القلب، وطبقة الخلايا العضلية الوسطى فيها أقل سُمكاً منها في الشرايين.

(ي)

اليوريا (البولينا) urea : فضلات نيتروجينية تنتج عن التمثيل الغذائي للبروتينات، تتكون في الكبد وتنتقل إلى الدم لتخرج مع البول.



ارابيان امبريشنز
طباعة • نشر • تواصل
arabian impressions
PRINT • PUBLISH • COMMUNICATE