الوحدة 22

التجربة الاستهلالية
ما أوجه الشبه بين جناح الدجاجة وذراعك؟

الزمن المقدَّر 15 min

مواد بديلة يمكن أن يستخدم الطلاب الذين تُقيّد ثقافاتهم أو أنظمتهم الغذائية تعاملهم مع اللحوم صورًا فوتوغرافية أو رسومات لدجاجة مع مشهد فيديو لدجاجة حية وهي تُرفرف بجناحيها وتتحرك.

احتياطات السلامة على الرغم من أنّه لا ينبغي على الطلاب التعامل مع الدجاج مباشرةً، إلا أنّه لا يزال يتوجب عليهم غسل أيديهم بعد إكمال هذا النشاط.

استراتيجيات التدريس

- عالِج الدجاج النيئ بمبيِّض قبل وضعه في حقائب من أجل هذه التجربة.
- بالإضافة إلى إنشاء الرسم التخطيطي لجناح الدجاجة، شجّع الطلاب على إنشاء رسم تخطيطي لذراعهم ومقارنة الاثنين.

الإجراء

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. احصل على **جناح دجاجة معالَج** وضعه في **حقيبة شطائر ذاتية الغلق**. ولاحظ جلد الجناح.
3. بدون إخراج الجناح من الحقيبة، حرّكه لتحديد طريقة تحركه ومكان وجود المفاصل.
4. ضع الحقيبة على سطح مستوٍ واضغط برفق على الجناح ودلّكه لتحديد مكان وجود العظام والعضلات.
5. استنادًا إلى ملاحظاتك، ارسم الجناح وأنت تتخيله بعد إزالة الجلد. واعرض العظام والعضلات.

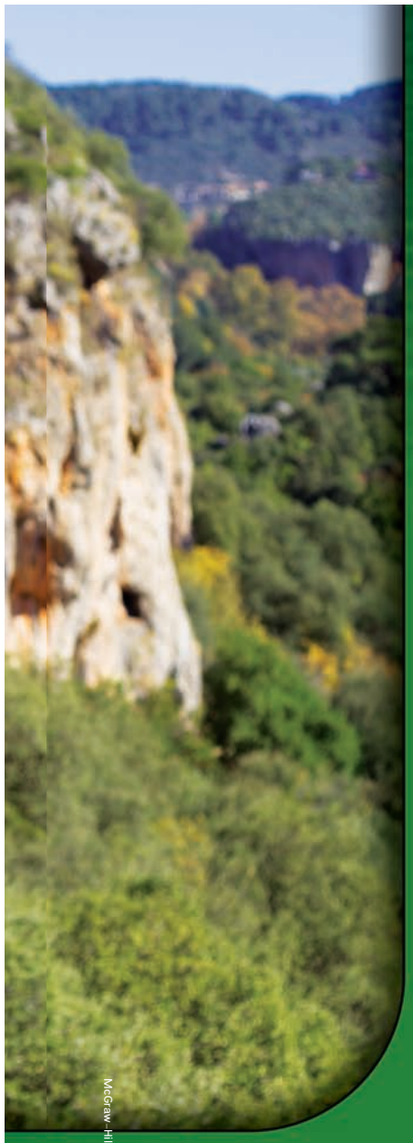
التحليل

1. **سمِّ** رسمك بحيث تُوضِّح الأجزاء التي تتطابق مع أعلى الذراع والمرفق والرسغ واليد. إنّ الجزء الموجود قبل المفصل الأول مماثل لأعلى ذراع الإنسان. والمفصل الأول الموجود إلى الأسفل من مكان القطع هو المرفق والمفصل التالي هو الرسغ والثلث السفلي من الجناح مماثل لليد.
2. ميّز ما أوجه الاختلاف بين الأجزاء التي تُكوِّن ذراعك وتلك التي تُكوِّن جناح الدجاج؟ قد تتضمن الملاحظات أنَّ الجلد يُظهِر وجود نقاط لارتباط الريش في الدجاج والشعر في الإنسان وأنَّ الدجاج ليس له أصابع وأنَّ جزء الدجاج المماثل لليد أطول من الجزء المماثل لأسفل الذراع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 22

الجهاز الطلائي والهيكلي والعضلي



تجربة استهلالية
ما أوجه الشبه بين جناح الدجاجة وذراعك؟

للدجاج تراكيب متماثلة للتراكيب التي لدينا، فلديها الجلد والعضلات والعظام. في هذه التجربة، ستفحص أحد أجنحة الدجاج وتبدأ في استكشافه.

المطويات®

قم بإنشاء مطوية مكوّنة من طبقات معتمِدًا العناوين المبينة، واستخدمها في تنظيم ملاحظاتك عن الجلد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 608 2/18/2017 5:17:19 PM

تقديم الوحدة

تركيب الجسم

اسأل الطلاب: **ماذا يُخبرك الرسم التوضيحي الموجود في هذه الصفحة عن تنظيم جسمك؟** يتكوَّن جسم الإنسان من العديد من الأعضاء وطبقات النسيج. وتعمل هذه الأعضاء والأنسجة معًا. سيتعرّف الطلاب لاحقًا في هذه الوحدة أنّه بينما تُعدّ العظام والعضلات من الأنسجة، فالجلد عبارة عن عضو.

الفكرة الرئيسة

الاتزان الداخلي

اسأل الطلاب: **كيف يعمل الجلد والعضلات والعظام معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي؟** يحمي الجلد الجسم من الرضوض البدنية والكائنات الحية المسبِّبة للأمراض. ترتبط العضلات بالهيكل العظمي وتسمح بحركة الجسم. وتوفّر العظام الدعم. تُصنَع معظم خلايا الدم في العظام. كما تساعد هذه العمليات معًا على الحفاظ على استقرار الجسم داخل بيئته.

الموضوع المحوري **الاتزان الداخلي**
تحافظ الوظائف المتخصصة للجهاز الطلائي والعضلي والهيكلي على الاتزان الداخلي في جسم الإنسان.

الفكرة الرئيسة تعمل هذه الأجهزة معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي وذلك من خلال حماية الجسم ودعمه وتحريكه.

القسم 1 • الجهاز الطلائي

القسم 2 • الجهاز الهيكلي

القسم 3 • الجهاز العضلي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموضوعات

الاستقصاء العلمي تُقدِّم الدراسات العلمية التي تتضمن الجهاز الطلائي والهيكلي والعضلي للإنسان رؤية للعلاجات الجديدة.

التنوع يوفّر تنوع العظام في الهيكل العظمي للإنسان حماية متخصصة للأجهزة الداخلية.

الطاقة تقوم العضلات بعملية أيض الطاقة في وجود الأكسجين وعدمه.

الاتزان الداخلي يوفّر الجهاز الطلائي الحماية من مسببات المرض الخارجية ويُنظِّم درجة حرارة الجسم.

التغيُّر مع مرور الوقت، يمكن أن يُصلِح الجسم العظام التالفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 609 2/18/2017 5:17:19 PM

القسم 1

الفكرة الأساسية

د م ض م ث م وظائف الجلد

اسأل الطلاب: لماذا يُعتبَر الجلد عضوًا لا نسيجًا؟ تتكوّن الأنسجة من خلايا تعمل معًا لأداء وظائف معينة. وتتكوّن العضو من نسيجين أو أكثر منظمَين لأداء الأنشطة داخل الكائن الحي. إنّ الجلد عضو لأنه يتكوّن من أكثر من نوع من الأنسجة.

ث م اطلب من الطلاب إجراء بحث عن الاختلالات الوراثية التي تؤثر في تركيب الجلد، بما في ذلك طريقة إكمال العلاجات لوظيفة الأنسجة المفقودة.

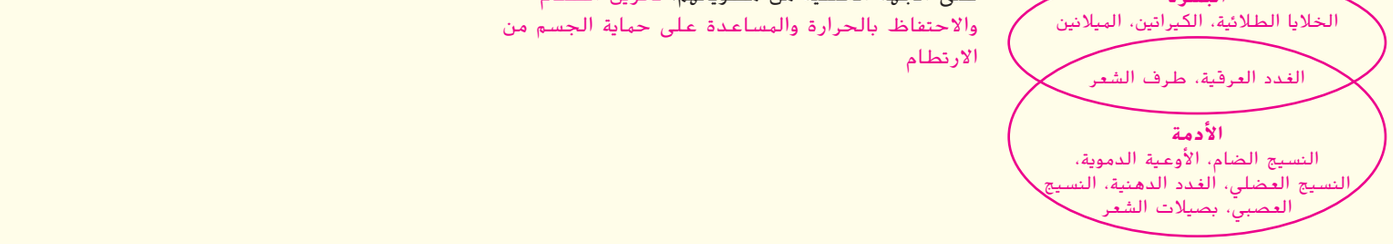
ق استراتيجية القراءة

د م ض م دليل التوقع

قبل قراءة القسم 1، اعرض 10–15 جملة كوّنتها من محتوى هذا القسم واطلب من الطلاب توقع ما إذا كانت كل جملة صواب أو خطأ. على سبيل المثال: يُعدّ الجلد عضوًا. ص الجلد أكثر سُمكًا من الورق. خ بعض الغبار الموجود في منزلك هو في الواقع خلايا جلد ميتة. ص ينتمي الشعر وأظافر الأصابع إلى جهاز الجسم نفسه. خ يعرق الإنسان للمساعدة على بقاء الجسم باردًا. ص بعد انتهاء الطلاب من القراءة، اطلب منهم التحقق من صحة إجاباتهم أو مراجعتها بناءً على المعلومات الواردة في الكتاب المدرسي.

م تدريب المهارات

ض م الثقافة المرئية اطلب من الطلاب دراسة الشكل 1 وإنشاء رسم فيين يقارن بين التراكيب الموجودة في البشرة والموجودة في الأدمة.



المطويات®

لمزيد من التعمّق اطلب من الطلاب شرح أهمية ترسبات الدهون في طبقات تحت الجلد، وذلك على الجهة الخلفية من مطوياتهم. تخزين الطعام والاحتفاظ بالحرارة والمساعدة على حماية الجسم من الارتطام

■ **سؤال حول الشكل 1** إنّ أنواع الأنسجة الأربعة موجودة كلها في الجلد، بما فيها الأنسجة الطلائية والعضلية والعصبية والضَّامة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما أنواع الأنسجة الأربعة الموجودة في الجهاز الطلائي؟
- ما وظائف الجهاز الطلائي؟
- ممَّ تتكوّن طبقتا الجلد؟
- ما الأحداث التي تتم عند إصلاح الجلد؟

مفردات للمراجعة

غطاء integument: طبقة تغلِّف الكائن الحي

مفردات جديدة

epidermis	البشرة
keratin	الكيراتين
melanin	الميلانين
dermis	الأدمة
hair follicle	بصيلة الشعر
sebaceous gland	غدة دهنية

المطويات®

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الجهاز الطلائي

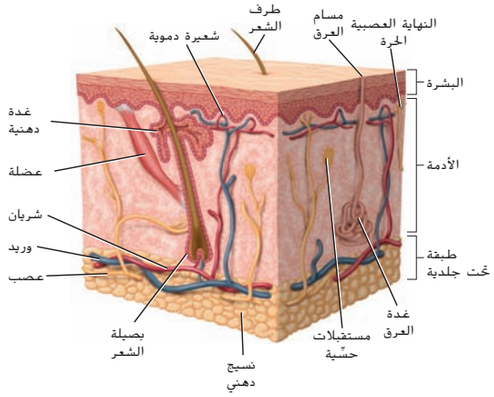
الفكرة الأساسية **إنّ الجلد عضو يتكوّن من عدة طبقات يغطي الجسم ويحميه.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية إنّ الجلد الذي يغطي أصابع اليدين والقدمين سميك ويتكوّن من نتوءات منحنية تشكّل بصمات الأصابع. وقد استُخدمت بصمات الأصابع في التحقيقات الجنائية أول مرة في العام 1860 على يد الطبيب الأسكتلندي هنري فولدز. إنّ الجلد ليس مجرد غطاء بسيط يجمع الجسم بعضه مع بعض، بل هو تركيب معقد وضروري للبقاء على قيد الحياة. كما ينفرد كل شخص بشكل النتوءات على جلده!

تركيب الجلد

إنّ الجهاز الطلائي هو جهاز يغطي الجسم ويحميه. والعضو الأساسي في الجهاز الطلائي هو الجلد ويتكوّن من أربعة أنواع من الأنسجة وهي النسيج الطلائي والنسيج الضام والنسيج العضلي والنسيج العصبي. يغطي النسيج الطلائي أسطح الجسم. أمّا النسيج الضام، فيوفر الدعم والحماية. يساعد النسيج العضلي في تحريك الجسم. ويشكّل النسيج العصبي شبكة الاتصالات في الجسم. ستتعلّم المزيد عن النسيج العضلي في القسم 3.

البشرة راجع **الشكل 1** الذي يُظهر الطبقتين الأساسيتين للجلد عند رؤيتهما من خلال المجهر. وتُعرف الطبقة السطحية الخارجية من الجلد باسم **البشرة**. تتكوّن البشرة من الخلايا الطلائية ويبلغ سمكها من 10 إلى 30 خلية أو سمك صفحة من هذا الكتاب تقريبًا. وتحتوي الطبقات الخارجية من خلايا البشرة على **الكيراتين**، وهو بروتين مقاوم للماء يحمي الخلايا والأنسجة الداخلية. أما تلك الخلايا الخارجية الميتة، فتتساقط باستمرار. يُبيّن **الشكل 2** أنّ بعض الغبار الموجود في المنازل هو خلايا ميتة من الجلد، إذ يمكن أن تُفقد طبقة كاملة من خلايا الجلد كل شهر.



■ **الشكل 1** إنّ الجلد عضو لأنه يتكوّن من أنواع مختلفة من الأنسجة تعمل معًا لتحقيق وظائف معينة.

لخّص أنواع الأنسجة التي يتكوّن منها الجلد.

610 الوحدة 22 • الجهاز الطلائي والهيكلي والعضلي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 610 2/18/2017 5:17:20 PM

تحتوي الطبقة الداخلية للبشرة على خلايا تمرّ بعملية الانقسام المتساوي باستمرار لتعويض الخلايا التي تُفقد أو تموت. وتوفر بعض الخلايا الموجودة في الطبقة الداخلية من البشرة الحماية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة وذلك من خلال تكوين صبغة تُسمى الميلانين. **والميلانين** صبغة تمتص الطاقة الضوئية وبذلك تحمي الخلايا الأعمق من التأثير الضار للأشعة فوق البنفسجية في ضوء الشمس. كما تؤثر كمية الميلانين التي تنتجها الخلايا في لون الجلد لدى كل فرد. فيحدث الاسمرار عند إنتاج الميلانين نتيجةً للتعرض للأشعة فوق البنفسجية في ضوء الشمس.

الأدمة إنّ **الأدمة** موجودة أسفل طبقة البشرة مباشرةً وهي الطبقة الثانية للجلد. ويختلف سمك الأدمة لكنها في العادة أكثر سمكًا من البشرة بمقدار 15 إلى 40 مثلًا. تتكوّن الأدمة من نسيج ضام وهو نوع النسيج المسؤول عن منع تمزق الجلد. كما يساعد الجلد على العودة إلى حالته الطبيعية مجددًا بعد تعرضه للتمدد. إضافةً إلى ذلك، تحتوي هذه الطبقة على تراكيب أخرى منها الخلايا العصبية والألياف العضلية والغدد العرقية والغدد الدهنية وبصيلات الشعر. وتتواجد أسفل الأدمة الطبقة تحت الجلدية وهي طبقة من النسيج الضام تخزّن الدهون وتساعد الجسم على حفظ الحرارة.

الشعر والأظافر إنّ الشعر وأظافر اليدين والقدمين من أجزاء الجهاز الطلائي. وينمو كل منهما من الخلايا الطلائية ويحتويان على الكيراتين. تنمو خلايا الشعر من فجوات ضيقة موجودة في الأدمة تُسمى **بصيلات الشعر**. وتنقسم الخلايا الموجودة في قاعدة بصيلة الشعر وتدفع الخلايا بعيدًا عن البصيلة فينمو الشعر.

تحتوي بصيلات الشعر عادةً على غدد دهنية، كما يُبيّن **الشكل 3**. وتمنح هذه **الغدد الدهنية** الجلد والشعر الملمس الدهني. عندما تفرز الغدد كمية كبيرة من الدهون، يمكن أن يؤدي ذلك إلى انسداد البصيلات. وقد يؤدي هذا الانسداد إلى إغلاق فتحة البصيلة فيتسبب ذلك في ظهور الرؤوس البيضاء أو الرؤوس السوداء أو حَب الشباب وهو التهاب الغدد الدهنية.

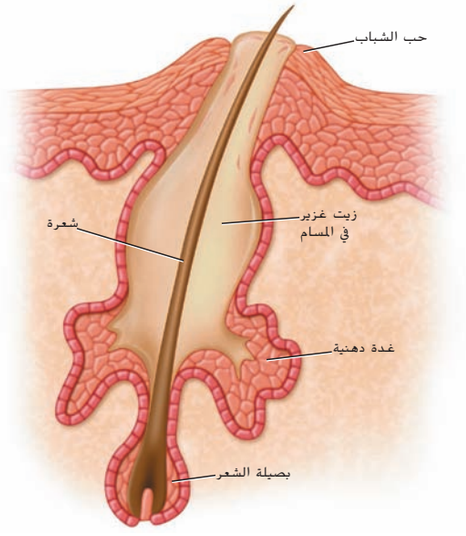
التأكد من فهم النص **لخّص** أوجه الاختلاف بين تركيب ووظيفة كل من البشرة والأدمة.

صورة محسّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح. التكبير، ×187

■ **الشكل 2** يتغذى عث الغبار المُبيّن في الشكل على خلايا الجلد الميتة، وهي مكوّن أساسي من مكونات الغبار.

اقتراح لدراسة

المخطط قم بإعداد مخطط على أن تكون عناوين الصفوف هي الجلد والعظام والعضلات وعناوين الأعمدة التركيب والمكونات والوظيفة والغرض. اعمل في مجموعات صغيرة لإكمال المخطط مع مراجعة النص.



■ **الشكل 3** يمكن أن تتراكم الدهون والأوساخ والبكتيريا في البصيلات ثم تنتشر في المنطقة التي تحيط بها فتسبب التهابًا موضعيًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ن التفكير الناقد

ف م

حلل

اسأل الطلاب: لماذا تستجيب خلايا الجلد للأشعة فوق البنفسجية الضارة بجعل الجلد داكن اللون بدرجة أكبر؟ يُحفِّز ضوء الشمس الخلايا على إنتاج المزيد من الميلانين. ونظرًا إلى أنّ الألوان الداكنة تمتص المزيد من الضوء، يمتص الميلانين الأشعة فوق البنفسجية الضارة ويساعد على حماية خلايا الجلد. اطلب من الطلاب كتابة مقال افتتاحي في صحيفة المدرسة عن مخاطر الأسرّة والغرف المستخدمة في تغميق لون البشرة.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: ما الذي يُسبِّب حَب الشباب؟ يظهر حَب الشباب عندما تُنتِج الغدد الدهنية الكثير من الدهون التي تسد المسامات. ويتمثّل أحد العوامل المسببة لحَب الشباب، وخاصةً بين المراهقين، في زيادة هرمون الذكورة، التستوستيرون. فيجعل هذا الهرمون الغدد الدهنية تُنتِج المزيد من الدهون. وقد تُسبِّب أدوية معينة حَب الشباب أيضًا. يمكن أن يتفاقم حَب الشباب عن طريق الاحتكاك بالجلد الذي تُسبِّبه أشياء مثل خوذات الدراجات أو حقائب الظهر. قد يقول بعض الطلاب إنَّ الشوكولاتة أو الأطعمة الدهنية أو التوتر تسبب حَب الشباب، لكن الأبحاث لم تُثبت هذا الأمر.

تدريب المهارات

د م ض م

الثقافة المرئية

اطلب من الطلاب دراسة الأشكال الموجودة في القسم 1 وسرد المفاهيم التي يعتقدون أنَّهم سيدرسونها. سمات الجلد، خلايا الجلد، حَب الشباب، عضلات الجلد، سرطان الجلد

التأكد من فهم النص البشرة — هي الطبقة السطحية الخارجية، تقاوم الماء وتحمي الخلايا والأنسجة الموجودة أسفلها؛ الأدمة — أكثر سُمكًا من البشرة بمقدار 40–15 مرة وتحتوي على الأعصاب والغدد العرقية وبصيلات الشعر وتحمي الجلد من التمزق

نشاط

د م ض م ف م **وظائف الجلد** وفّر زوجًا من القفازات المطاطية. واطلب من متطوعَين أن يرتدي كل منهما قفازًا. وضع قلمًا في اليد التي ترتدي القفازات.

اسأل الطلاب: لماذا لا تشعر بحدة رأس القلم على يدك أسفل القفاز؟ يعمل القفاز كنموذج لطبقة أخرى من الجلد، مما يوفر الحماية. اطلب من كل متطوع الضغط على رأس القلم برفق. **بماذا ستشعر إذا ضغطت على رأس القلم بشدة؟** غرَّات أو وخزات أو ضغط تساعدنا المستقبلات الموجودة في الجلد على إدراك البيئة. بعد ذلك، اطلب من المتطوعين خلع القفازات. واطلب من الطلاب وصف ما يشعرون به في أيديهم بعد خلع القفازات. من المحتمل أن تكون أيديهم متعرقة. وهذا يُوضِّح وظيفة ثالثة للجلد، وهي تنظيم درجة الحرارة. الزمن المقدَّر: 10 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 611 2/18/2017 5:17:20 PM

تجربة مصغرة 1

الزمن المقدَّر 25 min

مواد بديلة يمكن استخدام الصواني المقاومة للماء والمقاومة للقطع بدلًا من أوعية أدوات التشريح. ويمكن أن يُستبدَل مقص التشريح بمقص صغير حاد كما يمكن استخدام مقبض الملعقة الفلزية كمسبار. والمشرط ليس ضروريًا.

احتياطات السلامة حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

استراتيجية التدريس قد يكون من الصعب جدًا إزالة الجلد، وخصوصًا الجلد الموجود على مقربة من طرف الجناح. لذا شجّع الطلاب على أخذ وقتهم والعمل بدقة.

التنظيف والتخلص من النفايات اطلب من الطلاب وضع جلد الدجاج في إناء خاص والتخلص منه مع نفايات المطبخ لا في سلة النفايات العادية. واطلب منهم غسل كل أدوات التشريح وصينية التشريح بالماء الدافئ والصابون. اجمع الأجنحة مسلوخة الجلد وضعها في الثلاجة لاستخدامها في التجربة المصغرة التالية؛ لكن يجب استخدامها في غضون يومين أو ثلاثة أيام. ثم اطلب من الطلاب غسل أيديهم.

التحليل

1. بصيلات الريش
2. كي لا يتمزق عند انحناء الجسم أو انثنائه

الشكل 4 تؤدي العضلات الموجودة في الجلد إلى انتصاب الشعر لدى بعض الثدييات وهي تسبب لدى الإنسان الشعور "بالقشعريرة".
اربط بين التغيّرات البيئية التي تؤدي إلى الشعور "بالقشعريرة".

تنمو أظافر اليدين والقدمين من خلايا طلائية متخصصة موجودة عند قاعدة كل ظفر. وعندما تنقسم الخلايا الموجودة في قاعدة كل ظفر، تنضغط الخلايا القديمة الميتة وتُدفع بعيدًا. تنمو الأظافر بمعدل 0.5 إلى 1.2 mm كل يوم. ربما سمعت أنَّ نمو الأظافر والشعر يستمر لعدة أيام بعد الموت، لكن تلك خرافة. فالواقع أنَّ الخلايا التي تحيط بخلايا الأظافر والشعر تفقد الماء الموجود داخلها فتنكمش مبتعدةً عن الشعر والأظافر، وهو ما يجعل الشعر والأظافر يبدوان أطول.

وظائف الجهاز الطلائي

للجلد وظائف عديدة مهمة منها تنظيم درجة حرارة الجسم وإنتاج فيتامين D والحماية واستقبال المؤثرات من البيئة المحيطة.

تنظيم درجة الحرارة ماذا يحدث عندما نعمل في الخارج في يوم صيفي حار؟ نتعرّق من أجل تنظيم درجة حرارة الجسم، فعندما يتبخر العرق يمتص حرارة الجسم فيؤدي إلى تبريده. ماذا يحدث للجلد عندما نشعر بالبرد أو الخوف؟ نُصاب "بالقشعريرة" نتيجةً لانقباض الخلايا العضلية الموجودة في الأدمة. وفي بعض الثدييات الأخرى، عندما تنقبض هذه العضلات ينتصب الشعر أو الفراء.

لاحظ القطة الخائفة في **الشكل 4**. تبدو القطة أكبر حجمًا وقد تكون تلك وسيلتها كي تخيف الأعداء، كما أنها آلية لحبس الهواء مما يؤدي إلى عزل جسم الحيوان الثديي وتدفئته. ليس للبشر الكثير من الشعر مثل معظم الثدييات الأخرى، لكنهم يُصابون بالقشعريرة نتيجةً لانقباض نوع العضلات نفسه الذي أدى إلى انتصاب الشعر في فراء القطة. وبدلًا من الشعر، يعتمد البشر في الشعور بالدفء على الدهون الموجودة في الطبقة تحت الجلدية.

تجربة مصغرة 1

فحص الجلد

ما أوجه الشبه بين جلد الدجاج وجلد الإنسان؟ يتشابه جلد الدجاج في خصائصه مع جلد الإنسان. وباستخدام جناح الدجاجة من التجربة الاستهلالية، ستتوسّع في دراسة خصائص الجلد.

الإجراء

1. حدِّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ارتدِ **قفازات مختبر** للاستعمال مرة واحدة. وأخرج **جناح الدجاجة** من **الكيس ذاتي الغلق** وضعه في **وعاء أدوات التشريح**.
3. استخدم **أدوات التشريح** لنزع الجلد عن الجناح. استخدم **المقص** لعمل قطع صغير في الجلد المتدلي من الجناح.
4. اقطع قطعًا طوله 6 cm. واسحب الجلد بعيدًا عن الجناح. ثم استخدم المقص و**المشرط** لقطع الغشاء الشفاف الذي يربط الجلد بالعضلات.
5. حاول نزع الجلد بدون القيام بأي ثقوب أخرى. وابحث عن التجمعات الدهنية والأوعية الدموية والألياف العضلية المرتبطة بالجلد. لاحظ قوة الجلد.
6. تخلَّص من الجلد والقفازات المستخدمة وفقًا لتوجيهات معلّمك. ونظّف وعاء وأدوات التشريح الخاصة بك **بالماء الدافئ والصابون**. احتفظ بالجناح المنزوع عنه الجلد لتستخدمه في التجربة المصغرة التالية.

التحليل

1. **فكّر بشكل ناقد** في البصيلات. يحتوي جلد الإنسان على بصيلات الشعر. فما نوع البصيلات التي قد تجدها على جلد الدجاج؟
2. **اشرح** أهمية أن يكون الجلد قويًا ومرنًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 4** انخفاض في درجة الحرارة أو مظهر مؤثر مخيف (على سبيل المثال المفترس)

التدريس المتمايز

ضعاف السمع عند تقديم توجيهات خاصة بالتجربة المصغرة، استخدم التلميحات المرئية للطلاب ضعاف السمع. واكتب المصطلحات المهمة أو المعلومات المفيدة على السبورة أو جهاز عرض علوي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 612 2/18/2017 5:17:21 PM

إنتاج الفيتامين يستجيب الجلد للتعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس بإنتاج الفيتامين D الذي يزيد من امتصاص الكالسيوم في مجرى الدم. كما أنه ضروري لتكوّن العظام بصورة سليمة. لذا، يضاف إلى معظم المنتجات الغذائية فيتامين D.

الحماية والحواس يمنع الجلد السليم دخول الكائنات الدقيقة وغيرها من المواد الغريبة. ويساعد الجلد في الحفاظ على درجة حرارة الجسم إذ يحول دون فقدان الماء بدرجة كبيرة. كما إنّ الميلانين الموجود في الجلد يحميه من الأشعة فوق البنفسجية. إضافةً إلى ذلك، يرسل الجلد المعلومات المتعلقة بالتغيّرات التي تحدث في البيئة مثل الألم والضغط والتغيّر في درجة الحرارة إلى الدماغ.

تلف الجلد

للجلد قدرة مميزة على إصلاح نفسه، وبدون تلك الآلية، يصبح الجسم عرضةً لغزو الميكروبات من خلال التمزقات الموجودة في الجلد.

الجروح والخدوش في بعض الأحيان، تُجرح البشرة فقط عندما يكون الخدش بسيطًا. وتنقسم الخلايا الموجودة في عمق طبقة البشرة لتعويض الخلايا المجروحة أو المفقودة. وعندما يكون الجرح عميقًا، قد تتضرّر الأوعية الدموية مما يؤدي إلى النزيف، فيتدفّق الدم من الجرح ثم يتجلط. يشكّل الدم المتجلط قشرة لإغلاق الجرح وتتضاعف الخلايا الموجودة تحت القشرة لتملأه. وفي الوقت نفسه، ستساعد خلايا الدم البيضاء المسؤولة عن مكافحة العدوى على التخلص من البكتيريا التي قد تكون دخلت إلى الجرح.

تأثير الشمس والحروق عندما يتقدم الأفراد في العمر، تقلّ مرونة الجلد وتبدأ التجاعيد في الظهور. ويسرّع التعرض للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس من هذه العملية ويمكن أن يؤدي إلى حدوث حرق في الجلد وأضرار أخرى.

الربط بالصحة تُصنف الحروق عادةً سواء أكان سببها الشمس أو الحرارة أو المواد الكيميائية بحسب درجة شدتها. ويلخّص **الجدول 1** أنواع الحروق وهي: حروق الدرجة الأولى وتكون في العادة طفيفة وتشمل خلايا البشرة فقط. ثم حروق الدرجة الثانية وهي تخلّف الندوب والبثور وفيها تتعرض طبقتا البشرة والأدمة للتلف. أمّا الحروق الأشد خطورة، فهي حروق الدرجة الثالثة وقد تؤدي إلى تدمير الخلايا العصبية والنسيج العضلي في كلّ من البشرة والأدمة ويفقد الجلد وظيفته. وعندها من الممكن زراعة جلد سليم من مكان آخر في الجسم كي يستعيد الجلد وظيفته الحمائية.

المفردات

مفردات أكاديمية

الوظيفة function
عمل أو غرض
من وظائف الجلد حماية الجسم.

مِهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصي العلاج الطبيعي يساعد اختصاصي العلاج الطبيعي الأفراد المصابين أو ذوي الإعاقات في استعادة وظائفهم الجسدية أو تحسينها وذلك من خلال استخدام أساليب مختلفة كالتمرينات والتدليك.

الجدول 1 تصنيف الحروق

شدة الحرق	الضرر	الأثر
الدرجة الأولى	تتضرّر خلايا البشرة وقد تموت.	• الاحمرار والتورم • ألم خفيف
الدرجة الثانية	تموت الخلايا الموجودة في الطبقات الأعمق من البشرة، وتتضرّر خلايا الأدمة وقد تموت.	• البثور • الألم
الدرجة الثالثة	تموت الخلايا الموجودة في البشرة والأدمة، وتتضرّر الخلايا العصبية والعضلية.	• فقدان الجلد لوظيفته • الحاجة إلى زراعة جلد سليم • لا يوجد ألم بسبب تلف الخلايا العصبية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ح تطوير المفاهيم

د م ض م التعلم التعاوني **النشاط**

كوّن مجموعتين من بطاقات الفهرسة. واكتب على إحدى المجموعتين اسم تركيب مختلف للجلد على كل بطاقة. وعلى المجموعة الأخرى، اكتب الوظيفة المقابلة لكل تركيب. ثم اعطِ كل طالب بطاقة واحدة واطلب منهم أن يجدوا الطالب الذي يحمل البطاقة المقابلة. وقد تتضمن التراكيب: البشرة والغدة الدهنية والغدة العرقية والأدمة وبصيلة الشعر والعضلة الموقفة للشعر والطبقة تحت الجلدية.

التفكير الناقد

ف م **التحليل** راجع مع الطلاب الطبقتين الأساسيتين للجلد.

اسأل الطلاب: ماذا لو عُكِسَت هاتان الطبقتان من الجلد؟ ماذا لو فُقِد نوع نسيج معين؟ اطلب من الطلاب توقع نتيجة فقدان النسيج. إذا كانت الأدمة هي الطبقة الخارجية، فستكون النهايات العصبية مكشوفة، مما يؤدي إلى وجود ألم. ولن تكون الخلايا والأنسجة المرتبطة بهذه الطبقة محمية، لذا ستكون الرضوض البدنية والحروق أكثر شدة.

دعم الكتابة

ف م **الكتابة الإبداعية** اطلب من الطلاب أن يتخيلوا الجلد كآلة تعمل بشكل دقيق. ويُمثّل كل تركيب من الجلد جزءًا من الآلة. اطلب من الطلاب كتابة دليل المالك للجلد. واطلب منهم أن يذكروا وظيفة كل تركيب وأهميته وطريقة العناية الصحيحة به.

عرض توضيحي

د م ض م ف م **تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية** تتوافر الأقراص الطائرة البلاستيكية الحساسة للأشعة فوق البنفسجية وطلاءات الأظافر في متاجر الألعاب ومتاجر الخصم. ويتوفر الخرز الحساس للأشعة فوق البنفسجية الرخيص على الإنترنت. اختبر الأقراص أو الطلاء أو الخرز في الداخل للتأكد من أنّ لونها لا يتغيّر قبل تنفيذ العرض التوضيحي. واختبر المواد الحساسة للأشعة فوق البنفسجية في ظروف متنوعة، مثل وجود الشمس الكاملة أو في الظل أو تحت النظارات الشمسية أو وهي مغطاة بواقي الشمس. وقد يرغب الطلاب الذين يؤدون فوق المستوى في وضع فرضيات تتعلق بقوة الأشعة فوق البنفسجية واستخدام الأقراص لاختبارها وتقديم تقرير عن النتائج أمام الصف الدراسي.

اسأل الطلاب: ما أوجه الاختلاف التي تلاحظها بين الحالات؟ ما الذي قد يفسّر وجود أوجه الاختلاف هذه؟ يجب أن يتغيّر لون الأقراص والطلاء والخرز عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية، حتى في الظل. وقد تختلف شدة اللون مع شدة الضوء. الزمن المقدّر: 20 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 613 2/18/2017 5:17:21 PM

تطوير المفاهيم

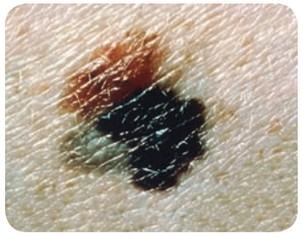
د م | ض م | التعلم التعاوني

مخطط "ما أعرفه، ما أريد أن أتعلمه، ما تعلمته" قسّم الطلاب إلى مجموعات. وزوّد كل مجموعة بلوحة ملصقات واطلب منهم تقسيمها إلى ثلاثة أعمدة تحمل العناوين ما أعرفه وما أريد أن أتعلمه وما تعلمته. اطلب من الطلاب إجراء عصف ذهني حول ما يعرفونه عن حروق الشمس. ثم وجّه المجموعات إلى كتابة ما يريدون معرفته عن حروق الشمس. وبعد إجراء مناقشة عن حروق الشمس، اطلب من الطلاب تسجيل ما تعلموه. وقد تتضمن بعض الموضوعات الأشعة فوق البنفسجية الطويلة (UVA) والأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB) وطريقة تأثيرها في الجلد؛ وسرطان الجلد وواقي الشمس (معدلات عامل الوقاية الشمسي (SPF)) والاختلافات الموسمية والجغرافية لحروق الشمس وطرائق تقليل حروق الشمس.

التقويم التكويني

التقييم حدد ما إذا كان الطلاب يفهمون أنواع الأنسجة الأربعة ووظائفها أم لا. واطلب من الطلاب وصف أنواع الأنسجة الأربعة الموجودة في الجهاز الطلائي (الجلد).

المعالجة ساعد الطلاب على تصور أنواع الأنسجة الأربعة ووظائفها باستخدام النماذج أو الرسوم التوضيحية للجلد. وراجع كل نسيج ووظيفته شفهيًا.



الشكل 5 من العلامات التحذيرية لسرطان الجلد ظهور تغيّر واضح في البثور أو الشامات أو ظهور شامات غير منتظمة الشكل حيث يختلف لونها أو يكون قطرها أكبر من قطر القلم الرصاص.

سرطان الجلد يُعدّ التعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية، سواء من الشمس أو من مصدر صناعي آخر مثل الأسرة والغرف المستخدمة في تغميق لون البشرة، عاملًا مهمًّا من العوامل التي تؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد. ويمكن أن تؤدي الأشعة فوق البنفسجية إلى تلف الـ DNA الموجود في خلايا الجلد مما يؤدي إلى نمو الخلايا وانقسامها بشكل لا يمكن التحكم به، وينتج عن ذلك سرطان الجلد. راجع **الشكل 5** للاطلاع على بعض العلامات التحذيرية لسرطان الجلد.

إنّ سرطان الجلد هو من أنواع السرطان المنتشرة، وينقسم إلى نوعين رئيسين: سرطان الجلد الميلانيني وسرطان الجلد غير الميلانيني. يبدأ سرطان الجلد الميلانيني في الخلايا الميلانينية التي تنتج صبغة الميلانين. وهو أشد أنواع سرطان الجلد خطورةً، إذ يمكن أن ينتشر في الأعضاء الداخلية والجهاز الليمفي. إنّ المراهقين أكثر عرضةً لخطر الإصابة بسرطان الجلد الميلانيني إذ لا يزالون في مرحلة النمو، وبالتالي تنقسم خلايا الجلد في أجسامهم بمعدل أسرع من انقسامها في سن البلوغ.

قد يصيب سرطان الجلد أي شخص. غير أنَّ الأفراد ذوي الجلد الفاتح أو العيون ذات اللون الفاتح أو الشعر الفاتح ومَن يكونون أكثر ميلًا إلى الإصابة بالحروق أو النمش هم الأكثر عرضة للإصابة بسرطان الجلد. لذلك، يجب أن نتجنّب التعرض لأشعة الشمس لفترات طويلة وعلى وجه الخصوص في الفترة ما بين الساعة 10 A.M. والساعة 4 P.M. حين تكون أشعة الشمس في أوجها. إضافةً إلى ذلك، يجب اتباع الإجراءات الوقائية الأخرى منها ارتداء ملابس واقية أو وضع مستحضرات الوقاية من الشمس على ألّا تقل قيمة عامل الوقاية من الشمس (SPF) فيها عن 15.

القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- إنّ الجلد هو العضو الرئيس في الجهاز الطلائي.
- إنّ الحفاظ على الاتزان الداخلي هو إحدى وظائف الجهاز الطلائي.
- يتكوّن الجهاز الطلائي من أربعة أنواع من الأنسجة.
- ينمو كل من الشعر وأظافر اليدين والقدمين من الخلايا الطلائية.
- تُصنف الحروق وفقًا لشدة التلف الذي يلحق بأنسجة الجلد.

فهم الأفكار الأساسية

1. **تذكرة** (الأساسية) **صمم رسمًا تخطيطيًا** لطبقتي الجلد.
2. **لخّص** أنواع الأنسجة التي يتكوّن منها الجهاز الطلائي مع ذكر وظيفة كل منها.
3. **عمِّم** الطرق المختلفة التي يساعد الجهاز الطلائي من خلالها الإنسان على البقاء على قيد الحياة.
4. **سلسل** عملية إصلاح الجلد نتيجة التعرّض لجرح.
5. **قارن** بين آثار كل من حروق الدرجة الأولى وحروق الدرجة الثانية وحروق الدرجة الثالثة.

فكّر بشكل ناقد

6. **قيّم** أسماء اثنين من منتجات كريم العناية بالجلد للمقارنة بين الفوائد التي يزعم كل من المنتجين تحقيقها.

الرياضيات في علم الأحياء

7. لتحديد طول المدة التي يحمي فيها عامل الوقاية من الشمس أحد الأفراد من الاحتراق في الشمس، اضرب مقدار الوقت الذي سيقضيه الشخص في الشمس قبل أن يُصاب بالاحتراق في قيمة عامل الوقاية. إذا كان أحد الأفراد يُصاب بالاحتراق من الشمس في 10 min وكانت قيمة عامل الوقاية من الشمس الذي يستخدمه 15. فما طول المدة التي يستمر خلالها مفعول الحماية؟

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

القسم 1 التقويم

1. يجب أن تتضمن الرسوم التخطيطية البشرة والأدمة.
2. النسيج الطلائي — تنظيم درجة حرارة الجسم وإنتاج فيتامين D والحماية من الجفاف والأشعة فوق البنفسجية؛ النسيج العضلي — حركة الشعر وانقباض الأوعية الدموية وتمددها؛ النسيج الضام — الليونة والتغذية والمرونة؛ النسيج العصبي—إدراك بيئة الفرد
3. تستجيب المستقبلات الحسية للبيئة (درجة الحرارة والألم). ويوفر إنتاج فيتامين D مادة مغذية ضرورية. كما يُعدّ تنظيم درجة الحرارة والحماية من الأشعة فوق البنفسجية والحماية من المهاجمين الخارجيين من الأمور الضرورية للاتزان الداخلي.
4. يتدفق الدم وتتكوّن التخثرات والقشور وتتضاعف الخلايا الموجودة أسفل القشرة وتملأ الجرح
5. الدرجة الأولى — احمرار وتورم؛ الدرجة الثانية — بثور وألم وندبات؛ الدرجة الثالثة — تضرر طبقتي الجلد مع فقدان الوظيفة الشديد لفترة طويلة
6. ملاحظة فوائد محددة، قصيرة المدى وطويلة المدى.
7. 150 min

614 الوحدة 22 • الجهاز الطلائي والهيكلي والعضلي

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 614 2/18/2017 5:17:22 PM

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما أوجه الاختلاف بين عظام الهيكل المحوري وعظام الهيكل الطرفي؟
- كيف تتكوّن العظام الجديدة؟
- ما وظائف الجهاز الهيكلي؟

مفردات للمراجعة

الغضروف cartilage: نسيج ضام متين ومرن يكوّن هياكل الأجنة ويغطي في ما بعد سطح عظام المفاصل التي يتحرّك بعضها عكس بعض

مفردات جديدة

axial skeleton	الهيكل المحوري
appendicular skeleton	الهيكل الطرفي
compact bone	العظم الكثيف
osteocyte	الخلية العظمية
spongy bone	العظمة الإسفنجية
red bone marrow	النخاع العظمي الأحمر
yellow bone marrow	النخاع العظمي الأصفر
osteoblast	بانية العظم
ossification	التعظم
osteoclast	هادمة العظم
ligament	الرباط

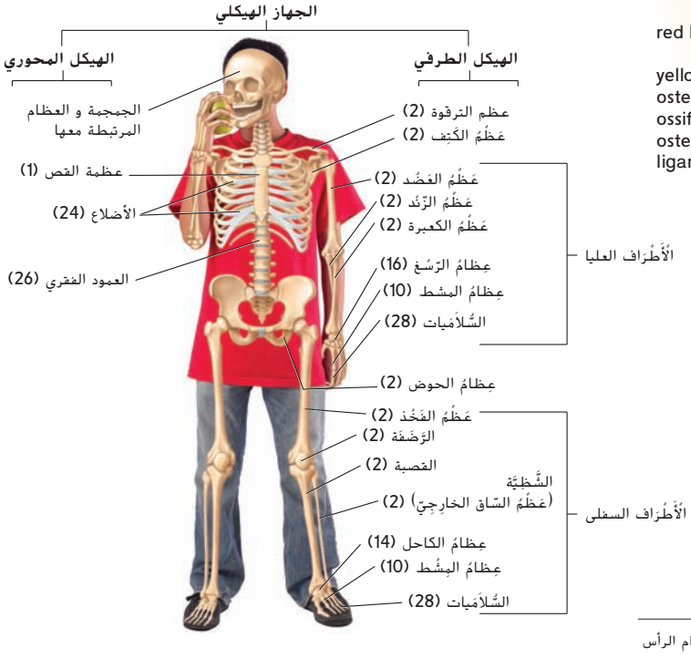
الجهاز الهيكلي

الفكرة الأساسية **يوفر الهيكل العظمي إطارًا هيكليًا للجسم ويحمي الأعضاء الداخلية مثل القلب والرئتين والدماغ.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية يُعدّ تحديد هيكل المنزل من أولى مراحل بناء المنازل. قد يتجول الشخص في المنزل في تلك المرحلة ويعرف تخطيط المنزل بسبب الهيكل. يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي بهيكل المنزل، إذ يوفر الهيكل البنية والحماية.

تركيب الجهاز الهيكلي

لاحظ كل العظام الموجودة في هيكل الشخص البالغ المبيّنة في **الشكل 6**. إذا عددتها، فستجد أنه يوجد 206 عظمة. ويتكوّن هيكل الإنسان من قسمين. الهيكل المحوري والهيكل الطرفي. يشمل **الهيكل المحوري** الجمجمة والعمود الفقري والأضلاع وعظمة القص. ويشمل **الهيكل الطرفي** عظام الكتفين والذراعين واليدين والفخذين والرجلين والقدمين.



■ **الشكل 6** يضمّ الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر. وترتبط عظام الهيكل الطرفي بحركة الأطراف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م الهيكل الداخلي أمسك دودة الأرض أو غيرها من الديدان الحلقية. (لا تُمسك الديدان بأيدٍ جافة).

اسأل الطلاب: ما القيود الناجمة عن عدم وجود هيكل عظمي في هذه الدودة؟ قد تتنوع الإجابات، لكن ينبغي أن تتضمن عدم حماية الأعضاء الداخلية وتقييد الحجم والحركة.

ق استراتيجية القراءة

د م ض م مخطط المفردات

اطلب من الطلاب بناء مخطط فيه ثلاثة أعمدة و 11 صفًا. ووجّههم إلى كتابة مفردات هذا القسم في العمود الأول وكتابة تعريف المفردة في العمود الثاني. ثم اطلب منهم وضع دليل تذكّر على شكل رسم تخطيطي أو شجرة كلمات لمساعدتهم على تذكّر معنى كل مفردة في العمود الأخير.

ف م اطلب من الطلاب تجزئة الكلمات إلى بادئات ولاحقات وتعريف الأجزاء.

م تدريب المهارات

د م ض م الثقافة المرئية

اطلب من الطلاب دراسة الشكل 6. واطلب منهم سرد عظام الهيكل المحوري باستخدام لون واحد من الحبر. ثم اطلب منهم التمييز بين الهيكلين من خلال سرد عظام الهيكل الطرفي بلون آخر من الحبر. الهيكل المحوري: الجمجمة، عظمة القص، الضلوع، الفقرات؛ الهيكل الطرفي: الترقوة، لوح الكتف، عظام العضد، عظام الزند، الكعبرة، الرسغان، مشط اليد، سلاميات الأصابع، الحوض، الفخذ، الرضفة، عظام القصبة، عظام الشظية، الكاحل، مشط القدم

عرض توضيحي

المعادن في العظام أحضر عظمتَي دجاج نظيفتين. واتركهما تغليان لإخلائهما تمامًا من اللحم. ثم ضَع إحداهما في الخل والأخرى في الماء لمدة 5 إلى 7 أيام. يمكن أن يلاحظ الطلاب خروج فقاقيع ثاني أكسيد الكربون من العظمة الموجودة في الخل. وستكون العظمة المنقوعة في الخل أكثر ليونًا من المنقوعة في الماء لأنّ الخل قد رشّح أملاح الكالسيوم خارج العظمة. اربط ذلك بأهمية الكالسيوم في النظام الغذائي لتقوية العظام، ونموها وتجددها. الزمن المقدر: 5 min يوميًا

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 615 2/18/2017 5:17:22 PM

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م التعلّم التعاوني

نشاط العب لعبة "سليمان يقول" باستخدام أسماء العظام. أعطِ الطلاب ثلاث بطاقات فهرسة واطلب منهم كتابة الأسماء العلمية للعظام الثلاثة ومواقعها في الجسم على البطاقة. واستخدم هذه البطاقات للعب اللعبة.

تواصل مع الطلاب: سليمان يقول المس الرضفة. اطلب من الطلاب الذين لم يلمسوا عظمة رأس الركبة الجلوس. **سليمان يقول ضَع عظمة الزند اليسرى على الفخذ الأيمن.** ينبغي أن يلمس الطلاب الفخذ الأيمن بالساعد الأيسر. يفوز الطالب الذي يبقى واقفًا حتى النهاية في اللعبة.

تطوير المفاهيم

د م ض م التعلّم التعاوني

النشاط

أحضر هياكل عظمية من الورق المقوى من متجر محلي. اقطع العظام الفردية. وسلّم مجموعةً واحدة من العظام لكل مجموعة ثنائية من الطلاب. ثم اطلب من الطلاب تجميع الهياكل مرة أخرى.

دعم الكتابة

د م ض م **الكتابة التقنية**

اطلب من الطلاب كتابة إعلان مبوَّب عن عظمة محددة. يجب أن يتضمن الإعلان وصفًا للعظمة وموقعها ووظيفتها. ستتنوع الإعلانات لكن ينبغي أن تتوافق مع العظمة المحددة.

■ **سؤال حول الشكل 7** يوفر العظم الكثيف القوة والحماية للطبقات الخارجية لكل العظام. ويحتوي العظم الإسفنجي على تجاويف النخاع ويتواجد في وسط العظام القصيرة أو المسطحة وفي نهاية العظام الطويلة.

مِهن مرتبطة بعلم الأحياء

المصمم الطبي يجمع المصمم الطبي بين موهبته في الفن واهتمامه بعلم الأحياء ويستخدم ذلك في إعداد رسوم توضيحية للإجراءات أو تصميم نماذج تعليمية.

العظم الإسفنجي والكثيف إنّ العظم نسيج ضام له أشكال وأحجام عديدة. إذ تُصنَّف العظام إلى طويلة وقصيرة ومسطحة وغير منتظمة. راجع **الشكل 6**. تُعتبَر عظام الذراع والساق من أمثلة العظام الطويلة وتُعدّ عظام المعصم من أمثلة العظام القصيرة. أمّا العظام المسطحة، فهي العظام التي تشكّل الجمجمة وتتواجد العظام غير المنتظمة في الوجه والفقرات.

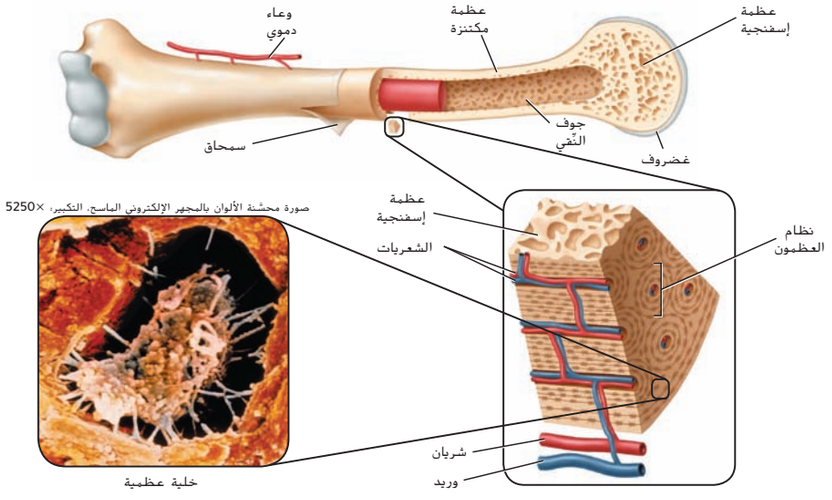
تتكوّن الطبقات الخارجية لكل العظام من **العظم الكثيف** الذي يكون سميكًا وقويًا ليمدّ العظام بالقوة والحماية. وتمتد على طول العظام الكثيفة تركيبات تشبه الأنبوب يُطلق عليها اسم العظمون أو النظم الهافيرسية، وتحتوي على أوعية دموية وأعصاب. توفر الأوعية الدموية الأكسجين والمواد الغذائية **للخلايا العظمية**، وهي خلايا عظم حية.

يمكن أن يختلف الجزء الداخلي من العظام بدرجة كبيرة، كما هو موضّح في **الشكل 7**. فكما يشير الاسم، يكون **العظم الإسفنجي** أقل كثافة ويحوي العديد من التجاويف التي تحتوي على النخاع العظمي. ويتواجد العظم الإسفنجي في وسط العظام القصيرة أو المسطحة وعند نهاية العظام الطويلة، كما يحاط العظم الإسفنجي بالعظم الكثيف ولا يحتوي على النظم الهافيرسية.

يوجد نوعان من النخاع العظمي، الأحمر والأصفر. تُنتَج خلايا الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية في **النخاع العظمي الأحمر** الموجود في عظام العضد في الذراع وعظم الفخذ في الرجل وعظمة القص والأضلاع والفقرات والحوض. وتتكوّن تجاويف عظام الطفل من النخاع العظمي الأحمر، وتحتوي عظام الأطفال على نخاع عظمي أحمر أكثر مما تحتوي عليه عظام البالغين. أمّا **النخاع العظمي الأصفر**، فيتواجد في العديد من العظام الأخرى ويتكون من الدهون المُخزنة. ويستطيع الجسم تحويل النخاع العظمي الأصفر إلى نخاع عظمي أحمر في حالات فقدان الدم المفرط أو الأنيميا.

تكوّن العظم تتكوّن هياكل الأجنة من غضاريف وأثناء نمو الجنين، تتطوّر خلايا الغضروف الجنيني إلى الخلايا التي تكوّن العظام وتُسمى **بانيات العظم**. وتُعرف عملية تكوّن العظم من بانيات العظم باسم **التعظم**. يتكوّن هيكل الإنسان البالغ كله من العظام، ما عدا مقدمة الأنف والأذن الخارجية والأقراص بين الفقرات وبطانة المفاصل المتحركة. إضافةً إلى أنّ بانيات العظم هي الخلايا المسؤولة عن نمو العظم وتجديده.

■ **الشكل 7** العظم إما مكتنز أو إسفنجي.
صنِّف طريقة اختلاف العظم الإسفنجي عن العظم المكتنز من حيث الموقع والوظيفة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

العظم الكثيف والإسفنجي أحضر عظمةً طويلةً كعظمة فخذ بقرة من متجر بقالة أو محل جزارة محلي. واطلب من الجزار أن ينشر العظمة إلى نصفين بالطول. واستخدم هذه العظمة لتوضيح العظم الكثيف والعظم الإسفنجي.

اسأل الطلاب: ما النتائج المحتملة إذا كانت العظام مكوّنةً بالكامل من العظم الكثيف؟ تتضمن الإجابات المحتملة عدم إنتاج خلايا الدم واحتمال انكسار العظام إثر الصدمات حيث تعمل العظام الإسفنجية كوسادة للعظام. الزمن المقدر: 10 min

616 الوحدة 22 • الجهاز الغطائي والهيكلي والعضلي

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 616 2/18/2017 5:17:23 PM

إعادة بناء العظم يُعاد بناء العظم باستمرار، ويشمل ذلك استبدال الخلايا القديمة بخلايا جديدة. وتستمر هذه العملية طوال الحياة وهي مهمة لنمو الفرد إذ تكسّر الخلايا التي تُسمى **هادمة العظم** الخلايا العظمية التي تُستبدل بعد ذلك بنسيج عظمي جديد. توجد العديد من العوامل التي تؤثر في نمو العظم، منها التغذية والتمارين البدنية. فعلى سبيل المثال، يصاب الشخص الذي لديه نقص في الكالسيوم بحالةٍ تُعرف بترقق العظام ينتج عنها عظام ضعيفة وهشة تنكسر بسهولة.

التأكد من فهم النص **قارن** بين دور كل من بانيات العظم وهادمات العظم.

تجدد العظم إنّ الكسور من الإصابات المنتشرة للغاية في العظم. ويُعدّ الكسر بسيطًا إذا لم تبرز العظمة من الجلد. أما عندما تبرز العظمة من الجلد، فيكون الكسر مركبًا. يُعدّ كسر الإجهاد تشققًا صغيرًا في العظم. وعندما تنكسر عظمة، يبدأ التجدد والالتئام على الفور. راجع **الشكل 8**، الذي يبيّن خطوات تجدد والتئام عظمة مكسورة.

الكسر عند حدوث إصابة في الجسم، تمتلئ منطقة الإصابة بمركّبات الإندورفين وهي مواد كيميائية تُنتج في الدماغ وتسمى أحيانًا "مسكنات الألم الطبيعية للجسم"، لتقليل مقدار الألم مؤقتًا. وسرعان ما تلتهب المنطقة المصابة أو تتورم، وقد يستمر التورم لمدة أسبوعين أو ثلاثة أسابيع.

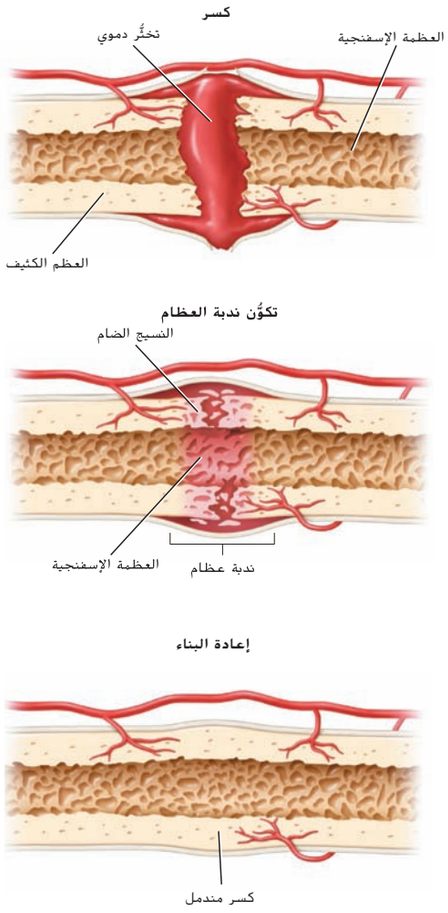
في غضون 8 ساعات تقريبًا، يتكوّن تجلط دموي بين طرفي العظم المكسور ويبدأ تكوّن عظم جديد. في البداية يتكوّن كالس لين أو كتلة من الغضاريف في موضع الكسر. ولأن هذا النسيج ضعيف، يجب تثبيت العظمة المكسورة في مكانها.

تكوّن الكالس بعد ثلاثة أسابيع تقريبًا، تُكوّن بانيات العظم كالسًا من العظم الإسفنجي المحيط بالكسر، ويُستبدل العظم الإسفنجي بعد ذلك بعظم كثيف. وتتخلص هادمة العظم من العظم الإسفنجي في حين تُنتج بانيات العظم عظمًا كثيفا أكثر قوةً.

قد تضمن الجبائر والقوالب وأحيانًا السحب بقاء العظمة المكسورة في مكانها حتى يتكوّن نسيج عظمي جديد. ويمكن تثبيت الأصابع المكسورة في مكانها غالبًا عن طريق ربطها بالإصبع المجاور لها.

إعادة البناء يحتاج العظم فترات زمنية مختلفة لكي يلتئم، إذ تؤثر في ذلك عوامل متعددة منها العمر والتغذية وموضع الكسر وشدته. إذا كان النظام الغذائي للشخص لا يحتوي على كمية كافية من الكالسيوم، فإنّ ذلك سيُبطئ عملية تجدد العظم. يلتئم عظم الأشخاص الأصغر سنًا بسرعة أكبر من التئام عظم الأشخاص الأكبر سنًا. فعلى سبيل المثال، قد تستغرق عملية التئام الكسر من أربعة إلى ستة أسابيع فقط عند الطفل، لكنها قد تستغرق ستة أشهر عند الشخص البالغ.

■ **الشكل 8** يحتاج تجدد العظم إلى عدة خطوات. أولًا، يتكتّل من الدم المتجلط في الفراغات الموجودة بين العظام المكسورة. ثم يملأ النسيج الضام الفراغ الموجود في العظمة المكسورة. في النهاية، تُنتج بانيات العظم نسيجًا عظميًا جديدًا.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

توضيح مفهوم خاطئ قد يعتقد الطلاب أنّ العظام ميتة لأنّها صلبة ولأنّهم يربطون غالبًا بين العظام والبقايا الأحفورية.

اسأل الطلاب: هل العظام مكوّنة من خلايا حية أم خلايا ميتة؟ تتكوّن العظام من خلايا حية تنتظم في شكل أنسجة. وتستمر العظام في النمو حتى سن البلوغ لأنّها مكوّنة من خلايا حية.

دعم الكتابة

ض م ف م **كتابة إبداعية** اطلب من الطلاب أن يتخيلوا أنّهم مهندسون مختصون بالأشياء المجهرية ومسؤولون عن إصلاح عظم مكسور. ثم اطلب منهم كتابة توجيهات لفريق البناء الذي معهم تصف العمليات التي يجب إجراؤها لالتئام العظم.

التفكير الناقد

ف م **التقويم** اطلب من الطلاب البحث في النسب التشريحية لعظام الإنسان. على سبيل المثال، يساوي طول امتداد ذراعي الإنسان طوله تقريبًا.

اسأل الطلاب: كيف يمكن لعلماء الطب الشرعي توقّع طول الإنسان إذا لم يتوفر لديهم سوى بضع عظمات؟ يمكن للعلماء أن يتوقعوا طول الشخص وشكله باستخدام النسب التشريحية، حتى إذا كان كل ما يمكنهم التعامل معه هو عظام الذراعين والكتف فقط. اعرض للطلاب لوحة الرجل الفيتروفي للرسام ليوناردو دافينشي.

التدريس المتمايز

تعلّم اللغة العلمية بالنسبة إلى نشاط الكتابة الإبداعية في هذه الصفحة، شجّع الطلاب على كتابة المسودة النهائية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص إنّ بانيات العظام هي الخلايا التي تتكوّن منها العظام. وهادمات العظام هي الخلايا التي تكسر خلايا العظام.

الاهتمام بالبيئة

عندما تغادر المدرسة، أغلق الحاسوب. فسيؤدي هذا الإجراء إلى توفير الطاقة وتخفيف الضغط الميكانيكي على حاسوبك وزيادة عمره. شجّع الطلاب على القيام بالشيء نفسه مع حواسيبهم المنزلية.

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 617 2/18/2017 5:17:23 PM

تقويم تطور فهم المحتوى

قوّم مدى تطور الفهم عندما يراجع الطلاب أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

تطوير المفاهيم

ض م ف م **ناقش**

اسأل الطلاب: كم واحد منكم تعرّض لكسرٍ في إحدى عظامه؟ ستتنوع الإجابات. اطلب من الطلاب وصف تجاربهم بدءًا من الإصابة الأولى وحتى العلاجات الأخيرة. **لماذا ينبغي عدم تحريك شخص مصاب بكسر في العظم؟** قد يجرح العظم المكسور أحد الأعصاب، مما قد يؤدي إلى فقدان دائم للحركة أو الإحساس. كما أنه يتضمن خطر إصابة الأوعية الدموية. **لماذا يجب ترك الجبيرة فترةً معينةً من الزمن؟** يجب ترك الجبيرة فترةً طويلةً حتى تُكمل بانيات العظم وهادمات العظم عملية التجديد. إذا أُزيلت الجبيرة مبكرًا، تُطرح مخاطرة كبيرة تتضمن كسر العظم مرةً أخرى في المكان نفسه.

ن التفكير الناقد

ض م ف م **حلل** اطلب من الطلاب تحليل ما ستكون النتيجة إذا استُبدل مفصل بنوع آخر من المفاصل. على سبيل المثال، كيف تتأثر حركة الذراع إذا كان مفصلُ الكتف عبارة عن مفصل رزي وليس مفصلًا كرويًا حُقيًا؟ ستعتمد الإجابات على المفاصل المحددة موضوع النقاش. في هذا المثال، سيتمكن الذراع من التحرك إلى أعلى وإلى أسفل أو من جانب إلى آخر فقط بدلًا من الحركات الدائرية.

مراجعة بناءً على ما قرأته عن المفاصل، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

المفاصل

إنّ المفاصل موجودة في موضع تلاقي عظمتين أو أكثر. باستثناء المفاصل الموجودة في الجمجمة، يمكن تصنيف المفاصل بناءً على الحركة التي تسمح بها وأشكال أجزائها. ويحدّد **الجدول 2** خمسة أنواع من المفاصل هي: الكروية الحُقية والمحورية والرزية والانزلاقية والدرزية. ادرس **الجدول 2** للتعرّف على نوع الحركة التي يسمح بها كل نوع من أنواع المفاصل وكذلك العظام الموضّحة في كل مثال.

ليست كل المفاصل متحركة؛ فالمفاصل الموجودة بين بعض عظام الجمجمة ثابتة. لكنها لا تكون ملتحمة تمامًا بعضها مع بعض عند الولادة، بل تلتحم عندما يبلغ الطفل ثلاثة أشهر تقريبًا. وتسمح المفاصل الانزلاقية، مثل تلك الموجودة في اليد، بحركة محدودة. أمّا المفاصل الأخرى، مثل المفصل الرزي في المرفق والمفصل المحوري في أسفل الذراع، فتسمح بالالتواء وكذلك بالحركة إلى الأمام والخلف. وتسمح المفاصل الكروية الحقية في الفخذين والكتفين بحركة واسعة النطاق.

ترتبط عظام المفاصل بعضها ببعض عن طريق **الأربطة** وهي أشرطة قوية من النسيج الضام تربط بين عظمة وأخرى. وفي القسم التالي، ستتعلم المزيد عن الأربطة والأوتار التي تربط العضلات بالعظام.

التأكد من فهم النص **راجع** أنواع المفاصل وطريقة تصنيفها.

الجدول 2 بعض مفاصل الجهاز الهيكلي

اسم المفصل	الكروي الحقي	المحوري	الرزي	الانزلاقي	بين قوسين (الليفي)
المثال					
الوصف	في المفصل الكروي الحقي، يدخل سطح إحدى العظمتين، الذي يشبه الكرة، في تجويف العظمة الأخرى الذي يشبه الكوب، ويسمح بنطاق للحركة أوسع من أي نوع آخر من المفاصل. إنّ هذا النوع متواجد في الفخذين والكتفين، ويسمح للشخص بأرجحة ذراعيه أو رجليه.	إنّ الحركة الأساسية للمفصل المحوري هي الدوران. ومن أمثلة المفاصل المحورية مفصل المرفق الذي تتلاقى فيه عظمتا أسفل الذراع وهما الكعبرة والزند. يتيح ذلك المفصل للشخص ثني أسفل الذراع.	في المفصل الرزي، يدخل سطح إحدى العظمتين المحدب في السطح المقعر للعظمة الأخرى. من الأمثلة عليه المرفقان والركبتان وهو يسمح بالحركة إلى الأمام والخلف مثل مفصلة الباب.	تسمح المفاصل الانزلاقية بالحركة من جانب إلى آخر وإلى الأمام والخلف. ومن الأمثلة عليها مفاصل الرسغ والكاحل وكذلك المفاصل الموجودة في الفقرات.	إنّ المفاصل الدرزية هي مفاصل غير متحركة في الجمجمة. ثمة 22 عظمة في جمجمة الشخص البالغ. ويرتبط بعضها ببعض بين قوسين (خيوط رفيعة) ما عدا عظام الفك السفلي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يمكن استخدام التجربة الواردة في نهاية الوحدة عند هذه المرحلة من الدرس.

التأكد من فهم النص تُصنَّف المفاصل وفقًا لنوع الحركة التي تسمح بها أو أشكال أجزائها. انظر الجدول 2 للاطلاع على قائمة بالمفاصل.

مقتطف من بحث

تطبيقات من الحياة اليومية تشير الأبحاث التربوية إلى أنّه عند بناء روابط بين الدرس والمجتمع خارج غرفة الصف، سيحتفظ الطلاب بما يتعلمونه بصورة أفضل. وسيزداد فهمهم للمواد المرتبطة باهتماماتهم الخاصة. **(Steen and Forman, 1995)**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 618 2/18/2017 5:17:24 PM

الفُصال العظمي تُغطى أطراف العظام في المفاصل المتحركة، مثل الركبة، بالغضاريف التي تعمل كوسادة وتسمح بحركة المفصل بسهولة. والفُصال العظمي حالة مؤلمة تؤثر في المفاصل وتنتج عن تدهور الغضاريف وتصيب عادةً الركبتين والوركين إضافةً إلى الرقبة والظهر. فضلًا عن ذلك، يصيب الفُصال العظمي حوالي 10 % من الأمريكيين وتزداد نسبة الإصابة به مع التقدم في العمر. وإذا تعرّض شخص صغير السن لإصابة في المفصل، فسيكون عرضة للإصابة بالفُصال العظمي في وقت لاحق من حياته.

التهاب المفاصل الروماتويدي يُعدّ التهاب المفاصل الروماتويدي شكلًا آخر من أشكال الالتهابات التي تصيب المفاصل. لا ينتج التهاب المفاصل الروماتويدي عن تدهور الغضاريف أو تآكل المفاصل، إنما تفقد المفاصل المُصابة قوتها ووظيفتها وتلتهب وتتورم وتسبب الألم. وقد تبدو الأصابع مشوهة، كما هو موضّح في **الشكل 9**.

التهاب الجراب توجد في الأكتاف والركب أكياس ممتلئة بالسوائل اللزجة تسمى جرابات تحيط بالمفاصل. وتقلل الجرابات من الاحتكاك وتعمل كوسادة بين العظام والأوتار. يقلل التهاب الجراب من حركة المفصل ويسبب الألم والتورم. ربما سمعت عن "مرفق لاعب التنس" وهو أحد أشكال التهاب الجراب. ويشمل علاج هذه الحالة عادةً إراحة المفصل المُصاب.

الالتواءات يسبب الالتواء تلف الأربطة التي تربط المفاصل ببعضها. ويحدث عندما ينثني المفصل أو يتمدد بدرجة كبيرة ويتسبب عادةً في تورم المفصل، مصحوبًا بليونة وألم.

■ **الشكل 9** قد يتسبب التهاب المفاصل الروماتويدي في فقدان قوة المفصل ووظيفته إضافةً إلى الألم الشديد.
قارن طريقة اختلاف التهاب المفاصل الروماتويدي عن أنواع الفُصال العظمي الأكثر شيوعًا.

تجربة مصغرة 2

فحص أربطة العظام

كيف ترتبط العظام بالعضلات وبالعظام الأخرى؟ تربط الأوتار العضلات بالعظام، بينما تربط الأربطة العظام ببعضها. وستفحص هذه الأربطة باستخدام جناح دجاجة منزوع الجلد.

الإجراء

1. حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ارتدِ **قفازات مختبر** أحادية الاستعمال. ضع **جناح الدجاجة المنزوع الجلد** في **وعاء التشريح**.
3. اختر عضلة واحدة واستخدم **مقص التشريح** لفصل العضلة عن العظم، مع الحفاظ على الأطراف سليمة. وابحث عن الأوتار الطويلة البيضاء المتينة التي تربط العضلة بالعظمة.
4. حرّك العظام الموجودة عند المفصل ولاحظ طريقة تحرك الوتر عند سحب العظام.
5. افصل كل العضلات عن العظام بحرص. ستظل العظام مرتبطة في ما بينها. ابحث عن الأربطة البيضاء التي تربطها بعضها ببعض. وافحص أطراف كل عظمة.
6. ارسم مخططًا للجناح من دون العضلات موضّحًا طريقة ارتباط العظام ببعضها. وقارن تلك الرسمة بالرسمة التي أعددتها في التجربة الاستهلالية.

التحليل

1. **اشرح** طريقة اختلاف الرسم التي أعددتها في التجربة الاستهلالية عن رسم الجناح الذي أعددته في هذه التجربة.
2. **لاحظ واستدل** هل لاحظت طريقة ارتباط العضلة عند أحد طرفيها بالعظمة، وكيف أنّ الرباط الموجود عند الطرف الآخر يمرّ عبر المفصل ليربط طرف العضلة ذلك بالعظمة التالية؟ استخدم مخططًا لشرح سبب أهمية ذلك.
3. **فكّر بشكل ناقد** في لون أطراف العظام عند المفاصل المتحركة. في رأيك، ما هذه المادة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة 2

الزمن المقدَّر 25 min

مواد بديلة يمكن استخدام الصواني المقاومة للماء والمقاومة للقطع بدلًا من أوعية أدوات التشريح. كما يمكن استخدام مقص صغير حاد بدلًا من مقص التشريح.

احتياطات السلامة حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

استراتيجيات التدريس

- ساعد الطلاب في التعرف على الفرق بين الأربطة والأوتار.
- يمكنك الاحتفاظ بعظام أحد الجناحين وتنظيفها وتجفيفها لاستعراضها لاحقًا.

التنظيف والتخلص من النفايات اطلب من الطلاب وضع العضلات المشرَّحة والعظم المتبقي في حاوية خاصة والتخلص منه مع نفايات المطبخ وليس في سلة النفايات العادية. كما يمكن التخلص من القفازات المستعملة في سلة النفايات العادية. واطلب من الطلاب غسل كل أدوات التشريح وصينية التشريح بالماء الدافئ والصابون. واطلب منهم أن يغسلوا أيديهم.

التحليل

1. يوجد عدد من العظام أكثر من الموضَّحة في الرسومات في التجربة الاستهلالية.
2. لتتكوّن الرافعة وتُنتج الحركة، يجب أن ترتبط العضلة بعظمتين مختلفتين.
3. الأبيض؛ غضروف

■ **سؤال حول الشكل 9**
يؤدي التهاب المفاصل الروماتويدي إلى التهاب المفاصل، بينما يحدث الفُصال العظمي نتيجةً لتآكل المفاصل، وكلتاهما حالة مؤلمة.

نشاط

د م ض م المفاصل والمرونة

أحضر كرة تنس أو غيرها من الأجسام التي يمكن التقاطها بيد واحدة. واطلب من أحد الطلاب محاولة التقاط الكرة بدون ثني مفاصل يديه. ثم اطلب من أحد الطلاب التقاط الكرة بدون استخدام المفصل الرزي. وأخيرًا اطلب من أحد الطلاب التقاط الكرة بدون استخدام المفصل الكروي الحُقي. الزمن المقدر: 5 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 619 2/18/2017 5:17:24 PM

تدريب المهارات

د م ض م ف م **إنشاء جدول** اطلب من الطلاب إنشاء جدول لتنظيم أنواع المفاصل المختلفة الموجودة في جسم الإنسان. واطلب منهم ذكر أمثلة لأنواع المفاصل المختلفة.

التقويم التكويني

التقييم حضّر مجموعة من البطاقات التعليمية تحتوي على أسماء العظام الرئيسة على أحد جانبيها والوظيفة المطابقة على الجانب الآخر. أمسك بطاقة واحدة كل مرة واجعل اسم العظمة باتجاه الطلاب. واطلب من الطلاب تبادل الأدوار في تحديد الوظيفة المطابقة.

المعالجة اطلب من الطلاب إعداد مجموعة خاصة بهم من البطاقات التعليمية لإدراج العظام ووظائفها. واطلب منهم التدرب على بطاقاتهم التعليمية مع زميل.

الجدول 3 وظائف الجهاز الهيكلي

الوظيفة	الوصف
الدعم	• تدعم الأرجل والحوض والعمود الفقري الجسم • يدعم الفك السفلي الأسنان • تدعم العظام كلها تقريبًا العضلات
الحماية	• تحمي الجمجمة الدماغ • تحمي الفقرات الحبل الشوكي • يحمي القفص الصدري القلب والرئتين والأعضاء الأخرى
تكوّن خلايا الدم	• يُنتج النخاع العظمي الأحمر خلايا دم حمراء وبيضاء وصفائح دموية
التخزين	• يُخزن الكالسيوم والفوسفور
الحركة	• تشد العضلات المتصلة عظام الذراعين والرجلين • يسمح الحجاب الحاجز بالتنفس العادي

وظائف الجهاز الهيكلي

قد تظنُّ أن الهدف الوحيد للهيكل هو العمل كإطار لدعم الجسم، إذ تُمسك عظام الرجلين والحوض والعمود الفقري بالجسم. ويدعم الفك السفلي الأسنان، وتدعم كل العظام تقريبًا العضلات. كما تُدعَم العديد من الأعضاء اللينة بشكل مباشر أو غير مباشر بالعظام القريبة منها.

يتمتع الجهاز الهيكلي بوظائف أخرى بالإضافة إلى الدعم. كما هو موضّح في **الجدول 3**. فالجمجمة تحمي الدماغ، وتحمي الفقرات الحبل الشوكي. أما القفص الصدري، فيحمي القلب والرئتين والأعضاء الأخرى.

كما تحمي الطبقات الخارجية للنسيج العظمي النخاع العظمي الموجود داخل العظام. بالإضافة إلى تكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء، يكوّن النخاع العظمي الأحمر الصفائح الدموية التي تساهم في تجلط الدم. وتتكوّن خلايا الدم الحمراء بمعدل يفوق المليوني خلية في الثانية.

يكون كل النخاع العظمي من النوع الأحمر حتى يصل الشخص إلى سبعة أعوام. ثم يحل النسيج الدهني محل بعض النخاع الأحمر ويمنح النخاع مظهرًا يميل لونه إلى الأصفر، ولذا يسمى بالنخاع الأصفر. والدهون مصدر مهم للحصول على الطاقة.

تُعدّ العظام خزانات للمعادن مثل الكالسيوم والفوسفور. فعندما تنخفض مستويات الكالسيوم في الدم بدرجة كبيرة، ينطلق الكالسيوم من العظام. وعندما ترتفع مستويات الكالسيوم في الدم، يُخزَّن الكالسيوم الزائد في النسيج العظمي. بهذه الطريقة، يساعد الجهاز الهيكلي في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

تسمح العظام التي ترتبط بها العضلات بحركة الجسم. على سبيل المثال، عندما تشد العضلات عظام الذراعين والرجلين، تحدث الحركة. كما تسمح لك العضلات المرتبطة بأضلاعك بالتنفس بصورة طبيعية.

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

- يتكوّن الهيكل العظمي للإنسان من قسمين.
- تتكوّن معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة.
- يُعاد بناء العظام بصورة مستمرة.
- تعمل العظام بالتناسق مع العضلات.
- للهيكل العظمي عدة وظائف مهمة.

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **حدّد** وصِف وظائف كل من الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.
2. **قارن** بين تركيبة كل من النخاع العظمي الأحمر والأصفر.
3. **قارن** بين آلية الجسم في إصلاح عظمة مكسورة والنمو الأصلي للعظمة.
4. **أنشئ** مخططًا تصنيفيًا لكل العظام المبيّنة في **الشكل 6**.

فكّر بشكل ناقد

5. **فكّر** في ما قد يحدث إذا لم تعمل بانيات العظم وهادمات العظم بصورة سليمة لدى جنين في مرحلة النمو ولدى شخص بالغ.
6. **ميّز** بين العظام الكثيفة والعظام الإسفنجية من حيث المظهر والموقع والوظيفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 التقويم

1. الهيكل المحوري – يعمل كل من الجمجمة والعمود الفقري والضلوع وعظمة القص على توفير الدعم والحماية؛ الهيكل الطرفي – يعمل كل من الذراعين واليدين والساقين والقدمين والكتفين والوركين على توفير الدعم والتخزين للعناصر المكوّنة للدم
2. الأحمر – كريات دم حمراء وبيضاء وصفائح دموية؛ الأصفر – دهون
3. يتطلب كل من تكوّن العظام وتجديد العظام أن ترسب بانيات العظم وهادمات العظم وتعيد تشكيل العظم.
4. يمكن تصنيف العظام أولًا كجزء من الهيكل الطرفي أو الهيكل المحوري. ثم تُصنَّف العظام الموجودة في كل مجموعة مرة أخرى باعتبارها جزءًا من الساقين أو الذراعين أو اليدين أو القدمين أو الجمجمة أو العمود الفقري.
5. في الجنين الذي يكون في مرحلة النمو، سينتج عن تكوّن العظام وتشكّلها بصورة غير سليمة حدوث تشوهات في الجنين. وفي الشخص البالغ، سيؤدي ضعف العظام وفقدان الفوسفور والكالسيوم إلى حدوث أمراض تتضمن الضعف الحركي واختلال العضلات.
6. إنّ العظم الكثيف يتواجد في الأماكن التي تحتاج إلى الدعم. والعظم الإسفنجي مسامي ويتواجد في الأماكن التي تُنتج فيها تجاويف النخاع عناصر الدم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 620 2/18/2017 5:17:24 PM

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما أنواع النسيج العضلي الثلاثة؟
- ما الأحداث التي تساهم في الانقباضات العضلية على المستويين الخلوي والجزيئي؟
- ما أوجه الاختلاف بين الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض؟

مفردات للمراجعة

اللاهوائي anaerobic: تفاعل كيميائي لا يتطلب وجود أكسجين

مفردات جديدة

smooth muscle	العضلة الملساء
involuntary muscle	العضلة اللا إرادية
cardiac muscle	العضلة القلبية
skeletal muscle	العضلة الهيكلية
voluntary muscle	العضلة الإرادية
tendon	الوتر
myofibril	ليف عضلي
myosin	الميوسين
actin	الأكتين
sarcomere	القطعة العضلية

الجهاز العضلي

الفكرة الأساسية **تختلف الأنواع الثلاثة الأساسية من النسيج العضلي من حيث التركيب والوظيفة.**

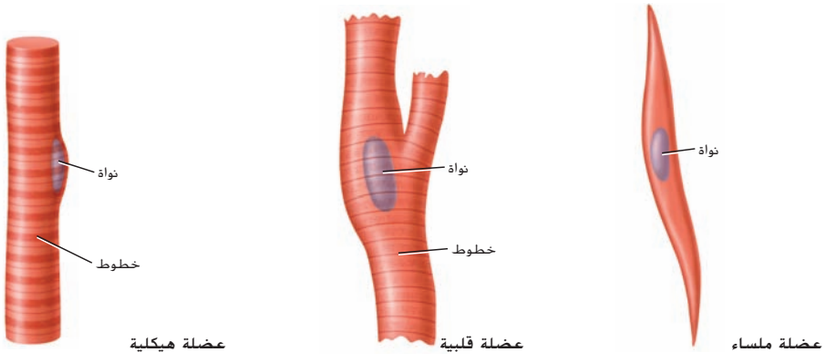
روابط من القراءة بالحياة اليومية ساهم ليوناردو دافينشي بقدر كبير من المعرفة في المجتمع العلمي. فهو درس جسم الإنسان عن طريق فحص الجثث. واستبدل دافينشي العضلات بالخيط وأدرك أنَّ العضلات تنقبض وتشد العظام لتجعلها تتحرّك.

الأنواع الثلاثة للعضلات

تتكوّن العضلة من مجموعة من الألياف أو الخلايا العضلية التي ترتبط معًا. وعندما تُستخدم كلمة عضلة، فإنَّ ما يطرأ على ذهن العديد من الأشخاص هو العضلة الهيكلية. تفحّص **الشكل 10** لتعرف أنه يوجد ثلاثة أنواع من العضلات: العضلة الملساء والعضلة القلبية والعضلة الهيكلية. وتُصنَّف العضلات وفقًا لتركيبها ووظيفتها.

العضلة الملساء إنّ العديد من الأعضاء الداخلية المجوفة مثل المعدة والأمعاء والمثانة والرحم مبطّن **بالعضلات الملساء**. وتُعرف العضلة الملساء بأنها **عضلة لا إرادية** إذ لا يمكن التحكم بها بشكل واع. فعلى سبيل المثال، ينتقل الطعام عبر القناة الهضمية بسبب حركة العضلات الملساء التي تُبطّن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة. وعند فحصها بالمجهر، لا تظهر العضلة الملساء مخططة، ويكون لكل خلية نواة واحدة.

العضلة القلبية تسمى العضلة اللاإرادية الموجودة في القلب فقط **عضلة قلبية**. وتترتب خلايا العضلة القلبية على شكل شبكة، تسمح لعضلة القلب بالانقباض بشكل فعال ومنتظم، فيمنح ذلك الترتيب قوةً للقلب. وتكون العضلة القلبية مخططة بحزم فاتحة وداكنة من الخلايا متعددة الأنوية. تجدر الإشارة إلى أنّه في العادة يكون للخلايا نواة واحدة وترتبط ببعضها عن طريق وصلات فجوية.



■ **الشكل 10** عند تكبير العضلة، يمكن رؤية الاختلافات في شكلها ومظهرها. فتظهر ألياف العضلة الملساء مغزلية الشكل؛ والعضلة القلبية مخططة وكذلك العضلة الهيكلية مخططة أيضًا. **اشرح** آلية تصنيف العضلات ومظهرها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م **أنواع العضلات**

تواصل مع الطلاب: **فكّر في ما تعرفه عن أغراض العضلات أو وظائفها.**

اسأل الطلاب: **لماذا قد يحتاج الجسم إلى عضلات بتراكيب مختلفة؟** ستتنوع الإجابات. الإجابات المحتملة: يتطلب تحريك الذراع عضلات مختلفة عن التي تحرك الجفن. ويتطلب الهضم عضلات خاصة وكذلك الولادة.

ق استراتيجية القراءة

ض م ف م التعلم التعاوني **توقّع**

اسأل الطلاب: **صِف ما تعرفه عن العضلات.** يجب أن تتضمن الإجابات معلومات عن أنواع العضلات ووظائفها وطريقة تحركها. قسّم الطلاب في مجموعات وفقًا لإجاباتهم. واطلب منهم مناقشة ما كتبوه وحدّد التناقضات بين التوقعات وعالجها.

تطوير المفاهيم

ض م **توضيح مفهوم خاطئ**

قد يعتقد الطلاب أنَّ العضلات تعمل بمبدأ الدفع والشدّ.

اسأل الطلاب: **كيف تُحرِّك العضلات أجزاء الجسم؟** يمكن للعضلات فقط أن تنقبض أو تنبسط. فعندما تنقبض العضلة، تشدّ جزءًا من الجسم. وعندما تنبسط العضلة، لا تُحرّك جزءًا من الجسم أو تؤثر بقوة فيه.

ف م اطلب من الطلاب إنشاء قائمة بالعضلات والعضلات المقاومة لها.

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم تُحفَّز العضلات الهيكلية والقلبية والملساء بطرائق مختلفة. وتتصل بألياف العضلات الهيكلية خلايا عصبية، لذا تُحفَّز كل خلية بشكل مستقل. ولا ينطبق هذا على العضلة الملساء. فيمكن أن يُحفّز العصب بعض خلايا العضلات الملساء فقط؛ ويمكن أن ينتشر جهد الفعل من خلية إلى أخرى. وفي بعض الحالات، يمكن أن يُسبِّب حدث مادي، مثل التمدد، انقباض العضلة الملساء. ولن تدعو الحاجة إلى تحفيز الجهاز العصبي. تتحكم العقدة الجيبية الأذينية في القلب في خلايا العضلة القلبية. ويمكن أن ينتقل جهد الفعل من خلية إلى أخرى بطريقة مماثلة للعضلة الملساء.

■ **سؤال حول الشكل 10** تُصنَّف العضلات حسب وظيفتها (أي إرادية أو لاإرادية) وذلك بالإضافة إلى شكلها.

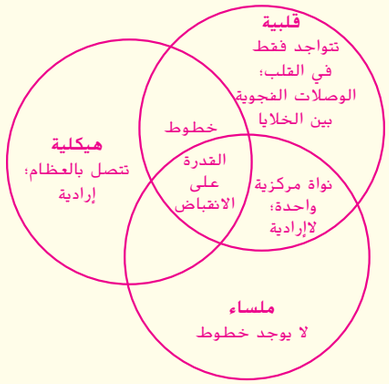
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 621 2/18/2017 5:17:25 PM

م تدريب المهارات

د م ض م ث م الرسم التخطيطي

اطلب من كل طالب إنشاء مخطط فيين (Venn) يقارن بين سمات العضلة الهيكلية والقلبية والملساء.



ح تطوير المفاهيم

ث م الدعم التدريجي

اسأل الطلاب: صِف تركيب الليف العضلي. وحدة صغيرة قابلة للانقباض مؤلفة من نوعين من البروتين — خيوط الميوسين السميكة وخيوط الأكتين الرفيعة

ما الأحداث المادية التي ترتبط بانقباض العضلة الهيكلية؟ يحرر السيال العصبي الكالسيوم، مما يُسبِّب ارتباط الأكتين والميوسين وانزلاق خيوط الأكتين نحو بعضها في اتجاه مركز القطعة العضلية، مما يؤدي إلى قِصر الليف.

ما الدور الذي تؤديه أيونات الكالسيوم وأدينوسين ثلاثي الفوسفات (*ATP*) في انقباض العضلة؟ يُحفِّز الكالسيوم الروابط بين خيوط الميوسين والأكتين. ويتحلل أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ويُوفِّر الطاقة من أجل انقباضات العضلات.

ماذا سيحدث للعضلات عند عدم وجود أدينوسين ثلاثي الفوسفات (*ATP*) أو الكالسيوم؟ عند عدم وجود أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، لن تُشدّ خيوط الأكتين على الميوسين ولن تنقبض العضلة. وعند عدم وجود الكالسيوم، لن يتفاعل الأكتين والميوسين. وعند عدم وجود أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) في مرحلة لاحقة في العملية، لن ينتقل الكالسيوم بالنقل النشط خارج الخلية العضلية ولن تنبسط العضلة.

التأكد من فهم النص إنّ الملساء هي أحد أنواع العضلات اللاإرادية الموجودة في الأعضاء الداخلية ولا توجد فيها خطوط. والعضلات القلبية عبارة عن عضلات لاإرادية متخصصة، مثل العضلات الملساء، لكنها توجد فقط في القلب وتحوي تخطيطات. أما العضلات الهيكلية، فهي عضلات إرادية تتصل بالعظام عن طريق الأوتار. وتحوي العضلات الهيكلية خطوط أيضًا مثل العضلات القلبية.

العضلة الهيكلية إنّ معظم العضلات الموجودة في الجسم **عضلات هيكلية** وهي عضلات تتصل بالعظام عن طريق الأوتار وعندما تنقبض، تتسبب في حدوث حركة. إضافةً إلى أنّ العضلات الهيكلية **عضلات إرادية** تتحكم بها بشكل واعٍ لتحريك العظام. ترتبط **الأوتار** (وهي أشرطة متينة من النسيج الضام)، العضلات بالعظام. وعند فحصها بالمجهر، تبدو العضلات الهيكلية مخططة أيضًا.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين أنواع العضلات الثلاثة.

انقباض العضلة الهيكلية

إنّ معظم العضلات الهيكلية مرتّبة على شكل أزواج متقابلة أو متخالفة. يبيّن **الشكل 11** العضلات التي تستخدمها لرفع ذراعك والعضلات المقابلة لها التي تستخدمها لخفض ذراعك. الجدير ذكره أنّ العضلة الهيكلية مرتّبة على شكل ألياف وهي خلايا عضلية ملتحمة مع بعضها. تتكوّن الألياف العضلية من العديد من الوحدات وهيالصغيرة التي تُسمى **ليفيات عضلية**. وتتكوّن الليفيات العضلية من وحدات أصغر وهي **الميوسين** و**الأكتين**، وهي خيوط بروتينية. تترتب الليفيات العضلية في أجزاء تُعرف باسم **القطعة العضلية** وهي الوحدة الوظيفية في العضلة والجزء الذي ينقبض منها، كما هو مبيّن في **الشكل 12**. يظهر التخطيط في العضلات الهيكلية بسبب القطع العضلية، التي تمتد من الخط Z إلى خط Z آخر. وخط Z هو المكان الذي ترتبط فيه خيوط الأكتين داخل الليف العضلي. ينتج عن تداخل خيوط الأكتين وخيوط الميوسين حزمة داكنة تسمى الحزمة A. ويتكوّن خط M من خيوط الميوسين فقط. تجدر الإشارة إلى أنّ الطريقة التي تترتب بها مكونات القطعة العضلية هي التي تؤدي إلى انقباض العضلة ثم انبساطها.

نظرية الخيوط المنزلقة إنّ نظرية الخيوط المنزلقة موضّحة في **الشكل 12**. وتنص هذه النظرية على أنه بمجرد أن تصل إشارة عصبية إلى العضلة، تنزلق خيوط الأكتين بعضها باتجاه بعض، مما يتسبب في انقباض العضلة. لاحظ أنّ خيوط الميوسين لا تتحرك. يساهم العديد من العضلات الهيكلية في الحركة البسيطة.

الربط بالكيمياء عندما يصل السيال العصبي إلى العضلة، يُطلق الكالسيوم في الليفيات العضلية مما يتسبب في ارتباط خيوط الميوسين والأكتين ببعضها. وتُسحب خيوط الأكتين باتجاه مركز القطعة العضلية، فيؤدي ذلك إلى انقباض العضلة. يُعد أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ضروريًا لهذه الخطوة من انقباض العضلة. وأثناء انبساط العضلة، تعود الخيوط إلى مواقعها الأصلية.

■ **الشكل 11** تترتب العضلات الهيكلية على شكل أزواج متخالفة.

عندما تنقبض عضلة الذراع ذات الرأسين، يتحرّك أسفل الذراع إلى الأعلى.

عندما تنقبض العضلة ثلاثية الرؤوس الموجودة في الجزء الخلفي من أعلى الذراع، يتحرّك أسفل الذراع إلى الأسفل.

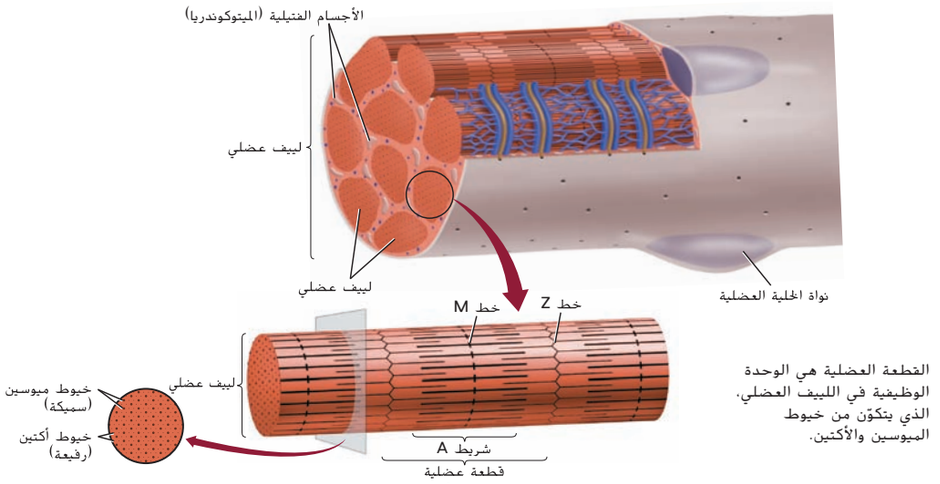
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

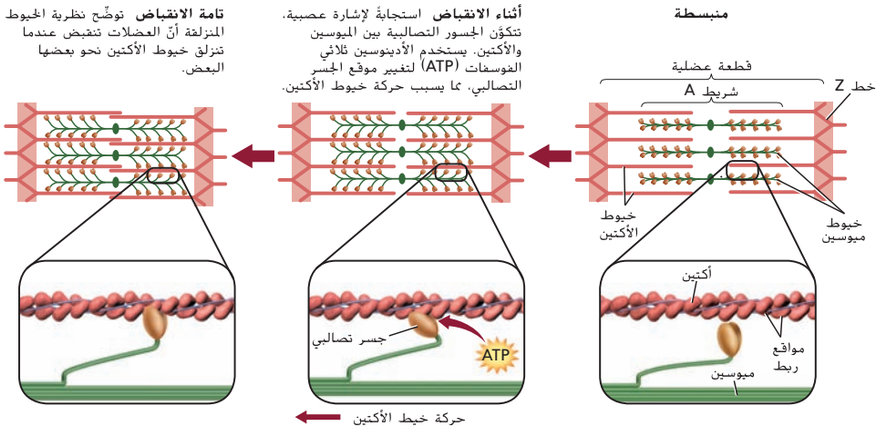
S_G12_ADV_TE_CH22.indb 622 2/18/2017 5:17:26 PM

تصوّر انقباض العضلة

الشكل 12
يتكوّن الليف العضلي من لييفات عضليّة. تكوّن خيوط بروتين الأكتين والميوسين الليفات العضلية.



القطعة العضلية هي الوحدة الوظيفية في الليف العضلي، الذي يتكوّن من خيوط الميوسين والأكتين.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

مقاومة انقباض العضلات اطلب من طالب متطوع أن يقف داخل إطار الباب وذراعيه على الجانبين. ثم اطلب منه رفع ذراعيه إلى الجانب حتى يلامس ظهر كل يد إطار الباب. واطلب من الطالب الضغط بقوة على إطار الباب لمدة 40 s. ثم اطلب منه الخروج من منطقة إطار الباب وملاحظة النتيجة. ينبغي أن ترتفع ذراعا الطالب إلى أعلى. أخبر الطلاب أنَّ العضلات في حالة انقباض مستمر أو نشاط يستغرق وقتًا طويلًا. وتنطلق أيونات الكالسيوم باستمرار إلى الخلايا العضلية، لكنها لا تعود بالكامل إلى الشبكة الهيولية العضلية. عندما يبتعد الطالب عن إطار الباب، يكون لا يزال الكالسيوم كافٍ في الخلايا العضلية للحفاظ على انقباض العضلات، على الرغم من توقف السيال من الجهاز العصبي. الزمن المقدَّر: 10 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تصوّر انقباض العضلة

الهدف

سيتعرّف الطلاب على الأساس الخلوي والجزيئي لانقباض العضلة.

تدريب المهارات

د م ض م **التسلسل** اطلب من الطلاب تكوين قائمة بالأحداث التي تقع عندما تنقبض العضلة، وذلك باستخدام مفردات هذه الوحدة. واطلب منهم ذكر أدوار الكالسيوم وأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP).

التفكير الناقد

ض م ف م **الاستدلال**

اسأل الطلاب: استنادًا إلى ما تعلّمته عن الأساس الخلوي لانقباض العضلة، ما المقصود بالتيبُّس الرمي في رأيك؟ وما الذي يُسببه؟ عند الموت، لا يتوفر أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP). لذا يُصبح مركّب الأكتين والميوسين مستقرًا ويُسبب التصلّب الشديد للعضلات.

سيستكشف الطلاب العلاقة بين عبء العمل وحد العضلات من التحفيز.

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 623 2/18/2017 5:17:27 PM

دعم الكتابة

د م ض م ف م **كتابة سردية**

اطلب من الطلاب كتابة وصف تفصيلي لعضلة تنقبض ثم تنبسط وذلك بمحاكاة بث رياضي. وامنح الطلاب فرصة مشاركة البث الخاص بهم مع الصف.

ن التفكير الناقد

ض م **توقّع**

اسأل الطلاب: ماذا تستنتج بشأن تكوين أنواع الألياف العضلية أو نسبتها في أجسام عدّائي سباق المسافات الطويلة المشهورين؟

يُرجح أنّ نسبة العضلات بطيئة الانقباض في أرجلهم أعلى من العضلات سريعة الانقباض.

مساحة لتحليل البيانات 1

توضيحات عن الموضوع

- قد يلزم تقديم عدد من المواد عن الصبغ والعينات النسيجية العضلية لدراسة نشاط ATPase.
- راجع أيضًا

,Thayer, R., J. Collins E. G. Noble and A. W. Taylor. 2000. A decade of aerobic endurance training: histo-logical evidence for fibre type –transfor mation. *Jour Sports Med Phys .Fitness* 40(4):284–289

التفكير الناقد

1. يجب أن تحافظ العضلة النعلية على الانقباض لفترات زمنية طويلة. وتحتوي العضلة الدويرية العينية على ألياف سريعة الانقباض أكثر لأنّها ليست عضلات تحمُّل لكنها تتطلب حركات سريعة.
2. إنّ العضلات سريعة الانقباض هي تلك العضلات التي تُحرّك الرأس والعنق والوجه.

■ **الشكل 13** في لحظة عبور خط النهاية، تُبذل كمية كبيرة من الطاقة.
اشرح السبب في أهمية التنفس العادي بعد تمرين مكثف.

الطاقة اللازمة لانقباض العضلة تقوم الخلايا العضلية كلها بعملية الأيض هوائيًا ولاهوائيًا. وعندما تتوفر كمية كافية من الأكسجين، تحدث عملية التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا العضلية.

تذكر أنّ عملية التنفس الخلوي توفر أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) للحصول على الطاقة. وبعد فترة من التمارين المكثفة، قد لا تحصل العضلات على ما يكفيها من الأكسجين للحفاظ على التنفس الخلوي، مما يحد من كمية أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) المتوفرة. عندئذ يجب أن تعتمد العضلات، مثل عضلات الرياضي الموجودة في **الشكل 13**، على عملية تخمّر حمض اللاكتيك اللاهوائية للحصول على الطاقة.

أثناء التمرين، يتراكم حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية، مما يتسبب في الشعور بالإرهاق. ويدخل حمض اللاكتيك الزائد في مجرى الدم ويحفز ذلك التنفس السريع. بعد الاستراحة لفترة قصيرة، يعاد تخزين كميات كافية من الأكسجين ويتحلل حمض اللاكتيك.

ربما رأيت حيوانًا ميتًا على جانب الطريق. عندما يموت حيوان ما، تبدأ حالة التيبّس الرمي وفيها تنقبض العضلات لفترة طويلة. يتطلب ضخ الكالسيوم إلى خارج الليفيات العضلية وجود أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، وهو ما يؤدي إلى انبساط العضلات. أما في التيبس الرمي، فلا يستطيع الحيوان الميت إنتاج أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، لذلك يبقى الكالسيوم في الليفيات العضلية وتظل العضلات منقبضة. وبعد 24 ساعة، تبدأ الخلايا والأنسجة بالتحلل ولا يمكن للألياف العضلية أن تبقى منقبضة.

قوة العضلة الهيكلية

لا يستطيع العديد من الأشخاص تكوين البنيان الجسماني الذي يتميز به أبطال كمال الأجسام، بغض النظر عن عدد المرات التي يتدربون فيها في حجرة رفع الأثقال. وقد يكون الشخص أسرع عداء في الفريق، لكنه يشعر بالإرهاق بسرعة في سباق المسافات الطويلة. ما السبب المحتمل لأوجه الاختلاف تلك؟ يعود السبب في كلتا الحالتين إلى النسبة بين الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض. إنّ كلًا من الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض موجود في عضلات كل شخص.

مساحة لتحليل البيانات 1

استنادًا إلى بيانات حقيقية*

فسِّر البيانات

ما العلاقة بين نسبة العضلات بطيئة الانقباض وحركة العضلة؟ يمكن تحديد النسبة بين الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض عن طريق أخذ قطعة صغيرة من العضلة وصبغ الخلايا بصبغة *ATPase*. فتصطبغ الألياف العضلية سريعة الانقباض التي تحتوي على كمية كبيرة من أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) بلون بني داكن.

فكّر بشكل ناقد

1. **ضع فرضية** حول سبب احتواء عضلة مثل العضلة النعلية على ألياف عضلية بطيئة الانقباض أكثر من تلك الموجودة في عضلة مثل العضلة الدويرية العينية.
2. **صنِّف** العضلات عن طريق تقديم أمثلة على العضلات التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الألياف العضلية سريعة الانقباض.

البيانات والملاحظات

العضلة	الحركة	النسبة المئوية للعضلات بطيئة الانقباض
العضلة النعلية (الساق)	ترفع القدم	87
العضلة الفخذية ذات الرأسين (الساق)	تثني الساق	67
العضلة الدالية (الكتف)	ترفع الذراع	52
العضلة القصية الترقوية الخشائية (الرقبة)	تحرك الرأس	35
العضلة الدويرية العينية (الوجه)	تغلق الجفون	15

*أخذت البيانات من: Lamb, D.R. 1984. *Physiology of Exercise* New York, Macmillan Co.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 13** أثناء ممارسة التمارين، يُحفِّز تراكم حمض اللاكتيك التنفس السريع. وبعد الاستراحة، تعود كمية كافية من الأكسجين إلى الجسم والعضلات ويتحلل حمض اللاكتيك.

مقتطف من بحث

القراءة والكتابة تشير الأبحاث التربوية إلى أنَّ الطلاب بحاجة إلى القدرة على الكتابة بطرائق تُوضِّح استنتاجاتهم. يجعل نشاط الكتابة الإبداعية الموجود في هذه الصفحة الطلاب يشاركون المعرفة ويستخدمون اللغة بطرائق أخرى غير التكرار. **(Lampert and Cobb، 2003)**

التدريس المتمايز

إعاقة بدنية تأكد من أنّ جميع الطلاب يمكنهم المشاركة في أنشطة المجموعات مثل التجربة في الأحياء الموجودة في هذه الوحدة. وقد يلزم تعديل التجربة من أجل الطلاب ذوي الإعاقات البدنية. لذا اعقد مؤتمرًا خاصًا قبل التجربة لتحديد التجهيزات اللازمة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 624 2/18/2017 5:17:27 PM

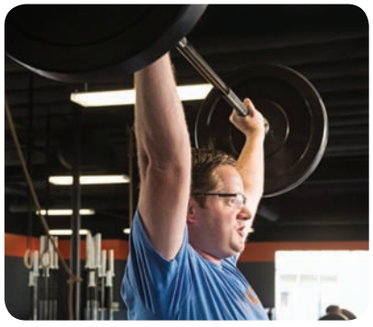
العضلات بطيئة الانقباض تختلف العضلات في سرعة انقباضها. تنقبض العضلات بطيئة الانقباض ببطء أكثر من الألياف العضلية سريعة الانقباض، وتتمتع بقدرة تحمل أكبر من الألياف العضلية سريعة الانقباض. ويحتوي جسم الرياضي المشارك في السباقات الثلاثية الموجود في **الشكل 14** على الكثير من الألياف بطيئة الانتفاض. تناسب تلك الأنواع من الألياف العضلية أنشطةً مثل الجري لمسافات الطويلة أو السباحة لأنها تقاوم الإرهاق أكثر من الألياف العضلية سريعة الانقباض.

تحتوي الألياف العضلية بطيئة الانقباض على العديد من الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) اللازمة للتنفس الخلوي. كما تحتوي على الهيموجلوبين، وهو جزيء التنفس الذي يخزّن الأكسجين ويعمل كمخزن له. ويعطي الهيموجلوبين للعضلات لونًا داكنًا. تزيد ممارسة التمرينات من عدد الأجسام الفتيلية في تلك الألياف، لكن الزيادة الكلية في حجم العضلة تكون بسيطة.

العضلات سريعة الانقباض تُصاب الألياف العضلية سريعة الانقباض بالإرهاق بسهولة لكنها توفّر قوة كبيرة لإتمام الحركات السريعة والقصيرة. وقد تكيّفت الألياف العضلية سريعة الانقباض لإنتاج القوة، لذا فهي تعمل بشكل جيد في التمرينات التي تتطلب دفعات قصيرة من الطاقة مثل العدو أو رفع الأثقال، كما هو مبيّن في **الشكل 14**.

تظهر الألياف سريعة الانقباض بلون أفتح لأنها تفتقر إلى وجود الهيموجلوبين. ونظرًا لكونها تحتوي على عدد أقل من الأجسام الفتيلية، فهي تعتمد على الأيض اللاهوائي الذي يتسبب في تراكم حمض اللاكتيك، مما يؤدي إلى إصابة تلك العضلات بالإرهاق بسهولة. وتزيد ممارسة التمرينات من عدد الليفيفات العضلية في العضلة، فيزيد من قطر العضلة بأكملها.

تحتوي معظم العضلات الهيكلية على خليط من الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض، وتتحدد النسبة بين هذا الخليط وراثيًا. إذا كانت نسبة الألياف بطيئة الانقباض إلى الألياف سريعة الانقباض مرتفعة للغاية، قد يكون الشخص بطلًا في سباق الضواحي. ويكون لدى الأبطال العدائين نسبة مرتفعة من الألياف العضلية سريعة الانقباض، في حين يكون لدى معظم الأشخاص نسبة متوسطة بين النوعين.



■ **الشكل 14** لدى المشاركين في السباقات الثلاثية نسبة مرتفعة من الألياف العضلية بطيئة الانقباض. بينما لدى رافعي الأثقال نسبة مرتفعة من الألياف العضلية سريعة الانقباض.

القسم 3 التقويم

ملخص القسم

- يوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية.
- تترتب العضلات الهيكلية في صورة أزواج متقابلة يعمل بعضها عكس بعض.
- تُبطّن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.
- إنّ العضلة القلبية موجودة في القلب فقط.
- تقوم خلايا العضلات كلها بعملية الأيض هوائيًا ولاهوائيًا.

فهم الأفكار الأساسية

1. **أنشئ** مخططًا يوضّح أوجه الشبه والاختلاف بين أنواع العضلات الثلاثة. الفكرة الأساسية
2. **حدّد** أنواع العضلات الإرادية واللاإرادية.
3. **اشرح** سبب حدوث التنفس الهوائي قبل تخمر حمض اللاكتيك في معظم العضلات.
4. **قارن** بين دور الجسم الفتيلي في الألياف العضلية بطيئة الانقباض والألياف العضلية سريعة الانقباض.

فكّر بشكل ناقد

5. **استدلّ** إنّ نسبة اللحم الداكن (العضلات) إلى اللحم الفاتح لدى الديوك الرومي البرية أكبر مقارنة بالديوك الرومية التي تُربى في المزارع. لماذا يسمح ذلك للديوك الرومية البرية بالطيران لمسافات أطول من الديوك الرومية الداجنة؟

الكتابة في عـلم الأحـياء

6. اكتب قصة قصيرة تصف تسلسل الأحداث التي تساهم في انقباض العضلة الهيكلية. قم بسرد قصتك من وجهة نظر أيون الكالسيوم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ح تطوير المفاهيم

ض م ف م

الربط بالمجتمع

اطلب من الطلاب إنشاء قائمة بالأحداث الرياضية التي سيكون من الضروري فيها وجود نسبة مرتفعة من الألياف العضلية بطيئة الانقباض. أحداث التحمُّل: السباحة لمسافة 500 m وسباق المسافات الطويلة والتزلج الريفي وركوب الدراجات لمسافات طويلة. اطلب منهم إعداد قائمة بالأنشطة التي ستكون الألياف العضلية سريعة الانقباض ضرورية فيها. الأحداث القصيرة التي تتطلب دفعات قصيرة من الطاقة: سباق 50 m وسباقات العدو ورفع الأثقال والوثب الطويل

التقويم التكويني

التقييم اطلب من الطلاب المقارنة بين أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة. ستتنوع الإجابات، لكن قد تتضمن أنَّ بعض العضلات يحتوي على خطوط وبعضها الآخر لا. وتعمل بعض الخلايا العضلية معًا، بينما يعمل البعض الآخر بشكل مستقل؛ كما يعمل بعض العضلات بشكل لإرادي، في حين تتطلب عضلات أخرى سيطرة واعية (إرادية).

المعالجة اطلب من الطلاب إنشاء مخطط مكوّن من أربعة أعمدة. واطلب منهم سرد الأنواع الثلاثة للأنسجة العضلية في العمود الأول. هيكلية، ملساء، قلبية في العمود الثاني. اطلب من الطلاب توضيح ما إذا كانت الخلايا وحيدة النواة أم متعددة النوى؛ وفي العمود الثالث، إرادية أم لاإرادية؛ وفي العمود الرابع، موقع أو مواقع كل نوع من أنواع العضلات.

القسم 3 التقويم

1. هيكلية — متعددة النوى، إرادية، في كل أنحاء الجسم، متصلة بالعظم والجلد؛ ملساء — وحيدة النواة، لاإرادية، في جدران الأعضاء والأوعية الدموية؛ قلبية — وحيدة النواة، لاإرادية، القلب
2. هيكلية — إرادية؛ ملساء وقلبية — لاإرادية
3. يحدث التنفس الهوائي عند توفر كمية كبيرة من الأكسجين. ويحدث تخمر حمض اللاكتيك عند انخفاض موارد الأكسجين، كما يحدث أثناء التمارين الشاقة.
4. تحتوي الألياف العضلية بطيئة الانقباض على الكثير من الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا)، بينما تحتوي الألياف العضلية سريعة الانقباض على أجسام فتيلية (ميتوكوندريا) أقل ويجب أن تعتمد على الأيض اللاهوائي.
5. يمنح الهيموجلوبين العضلات مظهرًا داكنًا. ويُخزِّن الهيموجلوبين الأكسجين الذي يمكن استخدامه في الأنشطة التي تتطلب التحمُّل، مثل الطيران لمسافات طويلة.
6. ستتنوّع الإجابات، لكن يجب أن تتضمن أنّ الكالسيوم يتحرر في الليفيفات العضلية ويتسبب في ارتباط خيوط الميوسين والأكتين ببعضها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 625 2/18/2017 5:17:27 PM

الهدف

سيفهم الطلاب أنّ الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تدمر الجلد وتسبب الإصابة بسرطان الجلد. كما سيتعرفون على مستحضرات الوقاية من الشمس وتصنيفات عامل الوقاية من الشمس وطريقة حماية أنفسهم من أشعة الشمس.

توجيه استباقي

اسأل الطلاب: ما المقصود بالجلد؟ أخبر الطلاب أنّ الجلد عضو يتكوّن من عدة طبقات يغطي الجسم ويحميه. **ممَّ يتكوّن الجلد وكيف تتفاعل طبقاته مع ضوء الشمس؟** إنّ البشرة هي الطبقة السطحية الخارجية للجلد. وفي الطبقة الداخلية من البشرة، تتكوّن صبغة الميلانين، التي تعمل على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية وحماية خلايا الجلد التي تحتها. وعندما يزداد إنتاج الجلد للميلانين، يكون ذلك مؤشرًا على أنّ الجلد يتضرر من أشعة الشمس.

الخلفية

اشرح أنّ بعض مكوّنات مستحضرات الوقاية من الشمس، كأكسيد التيتانيوم أو أكسيد الزنك، تعمل على تشتيت الأشعة فوق البنفسجية فتمنعها من اختراق الجلد. ويمتص بعضها الآخر، مثل أكسجين زون أو أوكتيل ميثوكسي سينناميت، أشعة الشمس ويحولها إلى حرارة ثم يشتتها.

تلتهب جلود بعض الأشخاص من استخدام بعض مستحضرات الوقاية من الشمس، لكن توجد طرائق أخرى لتجنب أضرار الأشعة فوق البنفسجية. لا تحجبُ الملابس كل الأشعة فوق البنفسجية، إلا أنّها يمكن أن توفر بعض الحماية من هذه الأشعة. وتتوفر الحماية الأفضل من خلال الألوان الداكنة والسراويل المنسوجة بإحكام والتنانير الطويلة والقمصان طويلة الأكمام.

عوامل الوقاية من الشمس (SPFs) ومستحضرات الوقاية من الشمس

عندما تمارس الرياضة في الخارج أو تمضي الوقت مع أصدقائك، تكون الشمس رفيقًا مرحبًا به. فأشعة الشمس الدافئة هي من أكبر مصادر الاستمتاع في فصل الصيف. لكن هل تحمي نفسك على نحو ملائم من آثار الشمس الضارة المحتملة؟ تعرض المتاجر العديد من الرفوف الخاصة بمنتجات الحماية من الشمس، لكن ما مقدار الحماية التي توفرها تلك المنتجات؟

الجلد التالف من المهم أن ندرك أنّ الجلد المكتسي بالسمرة هو جلد تالف. فخلايا الجلد التي تعرضت لأشعة الشمس فوق البنفسجية (UV) وأصيبت بفعلها تُنتج صبغة الميلانين لكي تمتص تلك الأشعة، فتسبب صبغة الميلانين هذا "الاسمرار" ويوجد نوعان من الأشعة فوق البنفسجية التي يمكنها الوصول إلى الأرض وهي: الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB) التي تُسبب حروق الشمس، والأشعة فوق البنفسجية الطويلة (UVA) التي تخترق طبقات أعمق من الجلد لا تبلغها الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB) وتسبب أنواعًا أخرى من تلف الجلد مثل التجاعيد والبقع الشمسية. قد يؤدي استخدام أسرّة التسمير أو المصابيح الشمسية إلى ظهور المشكلات نفسها، إذ يصدر كل منهما أشعةً فوق بنفسجية. وحتى إذا لم تصب بحروق الشمس، فقد يؤدي التعرض لكلا نوعي الأشعة فوق البنفسجية إلى ازدياد خطر الإصابة بسرطان الجلد، خاصةً الورم الميلانيني، وهو أكثر أنواع سرطان الجلد خطورةً.

لحماية الجلد من أشعة الشمس، يستطيع الأشخاص استخدام مستحضرات الوقاية من الشمس. وتُيسِّر هذه المستحضرات برقم "SPF" الذي يرمز إلى "عامل الوقاية من الشمس". غير أنّ هذا العامل لا يقيس سوى مستوى الحماية من الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB). والواقع أنّ بعض مستحضرات الوقاية من الشمس التي يقال إنها "واسعة الطيف" توفر بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية الطويلة، لكن لم يطور العلماء بعد نظامًا لقياس مدى قدرة مستحضر الوقاية من الشمس على الحماية من الأشعة فوق البنفسجية الطويلة.

فهم عامل الوقاية من الشمس (SPF) قد يكون من الصعب استخدام أفضل منتج، حيث إنّ أرقام عامل الوقاية من الشمس (SPF) قد تكون مضللة. على سبيل المثال، قد تعتقد أنّ مستحضر الوقاية من الشمس ذا عامل الوقاية الشمسي 30 يقدّم ضعف مقدار الحماية من الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB) مقارنة بمستحضر آخر بعامل وقاية شمسي 15.

لكنّ ذلك ليس حقيقيًا. فمستحضر الوقاية من الشمس ذو عامل الوقاية الشمسي 15 يحمي من 93% من الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB)، في حين يحمي مستحضر الوقاية من الشمس ذو عامل الوقاية الشمسي 30 من 97% من الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB).

توصي جمعية السرطان الأمريكية بأنه يجب على الأشخاص من كل الأعراق استخدام مستحضر وقاية من الشمس مقاوم للماء على ألّا يقل عامل الوقاية من الشمس عن 15، وذلك أثناء الوجود في الخارج. يجب تغطية الجلد بحوالي أونصة واحدة من مستحضر الوقاية من الشمس قبل الخروج بفترة تتراوح بين 15 و 30 دقيقة، وذلك حتى في الأيام الغائمة. ويجب إعادة وضع مستحضر الوقاية من الشمس على الجلد كل ساعتين. تساهم تلك العادة البسيطة في حماية الجلد من أشعة الشمس بدرجة كبيرة. أمّا الأشخاص الذين يرغبون في الحصول على لون ذهبيّ متوهّج، فيمكنهم استخدام مستحضرات التسمير الذاتي.

الكتابة في علم الأحياء

إعداد قصة فكاهية اكتب قصة فكاهية تشرح تصنيفات عامل الوقاية من الشمس وأهميّة استخدام مستحضرات الوقاية من الشمس لحماية صحة الفرد. أجرِ بحثًا عن خطوات أخرى يستطيع الأشخاص اتخاذها لحماية أنفسهم من الشمس، مع تضمين تلك الخطوات في القصة الفكاهية. وإذا كان هناك متسع من الوقت، قدّم قصتك الفكاهية للصفوف الأخرى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

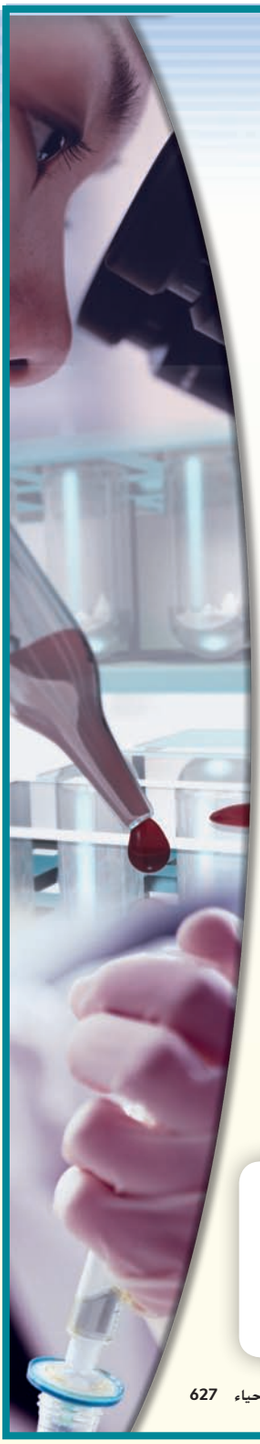
الكتابة في علم الأحياء

نشاط قد ترغب في تقسيم الصف الدراسي إلى عدة مجموعات وتطلب من كل مجموعة إعداد قصة فكاهية خاصة بها. خصص لكل عضو في المجموعة وظيفةً ما كالكاتب والممثل ومسؤول الأدوات التمثيلية وما إلى ذلك. (أو يمكنك ترك كل مجموعة تحدد من يتولى كل مهمة داخليًا). وتأكد من أنّ كل قصة فكاهية تتضمن معلومات عن الطريقة الأفضل التي يمكن من خلالها أن يحمي الأشخاص أنفسهم من الأشعة فوق البنفسجية. إذا كان الوقت يسمح، اطلب من الطلاب تقديم قصصهم الفكاهية أمام طلاب الصفوف الأخرى أو أمام طلاب المرحلة الابتدائية أو المتوسطة.

626 الوحدة 22 • الجهاز الطلائي والهيكلي والعضلي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة في الأحياء



الأدلة الجنائية: كيف يمكن أن تساعدك الهياكل العظمية في حل "جريمة"؟

الخلفية: **تخيّل أنه يوجد متحف وطني للدجاج المنزلي وقد تعرض للسرقة، وفُقدَت عدة عظام من أول دجاجة أُكِلَت في مدينة دبي؛ ويشتبه في ثلاث قطط. تتمثّل مهمتك في فحص آثار العظام التي وجدت على الطين بالقرب من منزل كل قطة وتحديد ما إذا كانت مصدر تلك العظام دجاجة. سيعطيك المعلم دليلًا بخصوص كل عظمة مجهولة المصدر.**

السؤال: هل يمكن لبنية العظمة وشكلها أن يدُلك على الحيوان مصدر العظمة؟

المواد

آثار لثلاث عظام غير معروفة
مجموعة من الأدلة
هياكل عظمية لحيوانات مختلفة
عدسة مكبرة
مسطرة مترية
خيط

احتياطات السلامة

الإجراء

1. ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اجمع المواد التي ستستخدمها لقياس الهياكل العظمية وفحصها. وحدّد أنواع القياسات التي ستجريها.
3. احصل من معلمك على آثار لثلاث عظام ومجموعة من الأدلة. ولا تفتح الأدلة حتى يُطلب منك ذلك.
4. صمّم جدول بيانات لتسجيل قياساتك.
5. افحص الهياكل العظمية. وقارنها بالآثار.
6. قم بإجراء القياسات وسجّل البيانات.
7. افتح الأدلة التي أُعطيت إليك وأعد فحص بياناتك وإجاباتك.
8. **التنظيف والتخلص من النفايات** أعد المواد التي يمكن إعادة استخدامها إلى مناطق تخزينها المناسبة.

التحليل والاستنتاج

1. **حلِّل البيانات** بناءً على ملاحظاتك وقياساتك. حدّد الآثار التي تنتمي إلى دجاجة.
2. **فسِّر البيانات** كيف استخدمت المعلومات المتعلقة بحجم وشكل كل أثر لمساعدتك في تحديد الحيوان الذي ينتمي إليه؟
3. **قيِّم** هل تغيّرت استنتاجاتك بعد أن فتحت الأدلة؟ اشرح تبريرك المنطقي إذا تغيّرت استنتاجاتك.
4. **قارن وقابل** ما أوجه الشبه التي لاحظتها بين كل أثر وعظام هيكل الإنسان؟ وما أوجه الاختلاف التي لاحظتها؟
5. **اربط** ما الهياكل التي يبدو أنها تتشارك في أكبر عدد من الخصائص مع هيكل الإنسان؟
6. **استنتج الخلاصات** أي قطة سرقت عظام الدجاجة؟

شارك بياناتك

إعداد ملصق إنّ علماء الأحافير هم العلماء الذين يدرسون الأحافير. وقد وجدوا من خلال دراساتهم للعظام الأحفورية أدلةً على أنه كان للطيور سلف من الديناصورات. أجرِ بحثًا متعلقًا بالأدلة التي عثروا عليها وأعدّ ملصقًا يُظهر ما تعلمته.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة في الأحياء

الزمن المقدَّر 60–90 min

خلفية عن المحتوى تشترك هياكل البشر والحيوانات الفقارية، بما فيها الدجاج والقطط والضفادع، في عدد من العظام المتشابهة، بالرغم من أنّ تراكيب العديد من هذه العظام ووظائفها قد تختلف إلى حد ما. وكلما كانت الحيوانات وثيقة الارتباط ببعضها، كانت الاختلافات أقل. فعلى سبيل المثال، تتشابه هياكل الثدييات مع هيكل الإنسان بنسبة أكبر من تشابهها مع هياكل الطيور (الدجاج) والبرمائيات (الضفدع). تشترك الحيوانات ذوات الأربع (القط والضفدع) في بعض أشكال التراكيب غير الموجودة في الحيوانات ذوات القدمين (الدجاج والإنسان). ويختلف هيكل الدجاج بشكل كبير لأنه متحور ليناسب الطيران.

مواد بديلة يمكن استبدال هياكل الحيوانات الفقارية الأخرى. إذا لم تتوفر الهياكل، يمكن استخدام صور عالية الجودة أو رسومات تخطيطية للهياكل. وسيكون من الضروري قص العظام غير المعروفة من نسخة ثانية من هذه الصور.

احتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

استراتيجيات التدريس

- أعطِ كل مجموعة طلاب مجموعة مختلفةً من ثلاثة آثار.
- ذكّر الطلاب بالتعامل مع الهياكل برفق.

عرض إيضاحي بديل

قم بإعداد عرض توضيحي باستخدام جهاز العرض العلوي أو عرض شرائح عن كل هيكل وعظمة غير معروفة. واطلب من الطلاب محاولة تخمين هوية كل عظمة.

التحليل والاستنتاج

1. ستعتمد الإجابات على نوع الآثار التي مع الطلاب.
2. ستتنوع الإجابات، لكن ينبغي أن تتضمن أنّه بعد فتح الطلاب للأدلة وإيجادهم العظمة في هيكل الإنسان، قاموا بفحص الهياكل الأخرى للعثور على عظام متماثلة.
3. قد يقول الطلاب إنّ إجاباتهم قد تغيّرت بفضل هذه المعلومات الإضافية.
4. ستعتمد الإجابات على آثار العظام التي لدى كل مجموعة. وتتضمن أوجه الشبه الشكل والحجم النسبي للعديد من العظام. وتتضمن أوجه الاختلاف حقيقة أنّ عظام الإنسان أكبر بكثير من عظام الحيوانات الأخرى.
5. يشترك هيكلا القط والأرنب في خصائص عديدة مع هيكل الإنسان. فجميع الحيوانات في هذه التجربة من الفقاريات، لكنّ القط والأرنب والإنسان من الثدييات وهي وثيقة الارتباط ببعضها من منظور تطوري.
6. ستتنوع الإجابات لكنها ستعتمد على نتائج الطلاب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 627 2/18/2017 5:17:28 PM

الوحدة 22 دليل الدراسة

الموضوع المحوري الاتزان الداخلي تحافظ الوظائف المتخصصة، مثل تنظيم درجة الحرارة وتحويل النخاع العظمي الأصفر إلى نخاع عظمي أحمر عند اللزوم وكذلك تخمّر حمض اللاكتيك، على الاتزان الداخلي في جسم الإنسان.

الفكرة الرئيسة تعمل هذه الأجهزة معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي وذلك من خلال حماية الجسم ودعمه وتحريكه.

القسم 1 الجهاز الغطائي

epidermis	البشرة
keratin	الكيراتين
melanin	الميلانين
dermis	الأدمة
hair follicle	بصيلة الشعر
sebaceous gland	غدة دهنية

الفكرة الأساسية إنّ الجلد عضو يتكوّن من عدة طبقات يغطي الجسم ويحميه.

- إنّ الجلد هو العضو الرئيس في الجهاز الطلائي.
- يُعدّ الحفاظ على الاتزان الداخلي إحدى وظائف الجهاز الطلائي.
- يتكوّن الجهاز الغطائي من أربعة أنواع من الأنسجة.
- ينمو كل من الشعر وأظافر اليدين والقدمين من الخلايا الطلائية.
- تُصنف الحروق وفقًا لشدة التلف في أنسجة الجلد.

القسم 2 الجهاز الهيكلي

axial skeleton	الهيكل المحوري
appendicular skeleton	الهيكل الطرفي
compact bone	العظم الكثيف
osteocyte	الخلية العظمية
spongy bone	العظمة الإسفنجية
red bone marrow	النخاع العظمي الأحمر
yellow bone marrow	النخاع العظمي الأصفر
osteoblast	بانية العظم
ossification	التعظم
osteoclast	هادمة العظم
ligament	الرباط

الفكرة الأساسية يوفر الهيكل العظمي إطارًا هيكليًا للجسم ويحمي الأعضاء الداخلية مثل القلب والرئتين والدماغ.

- يتكوّن الهيكل العظمي للإنسان من قسمين.
- يتكوّن معظم العظام من نوعين مختلفين من الأنسجة.
- يُعاد بناء العظام بشكل مستمر.
- تعمل العظام بالتناسق مع العضلات.
- يتمتع الهيكل العظمي بعدة وظائف مهمة.

القسم 3 الجهاز العضلي

smooth muscle	العضلة الملساء
involuntary muscle	العضلة اللا إرادية
cardiac muscle	العضلة القلبية
skeletal muscle	العضلة الهيكلية
voluntary muscle	العضلة الإرادية
tendon	الوتر
myofibril	لييف عضلي
myosin	الميوسين
actin	الأكتين
sarcomere	القطعة العضلية

الفكرة الأساسية تختلف الأنواع الثلاثة الأساسية من النسيج العضلي في التركيب والوظيفة.

- يوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية.
- تترتب العضلات الهيكلية على شكل أزواج متقابلة يعمل بعضها عكس بعض.
- تُبطّن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.
- إنّ العضلة القلبية موجودة في القلب فقط.
- تقوم خلايا العضلات كلها بعملية الأيض هوائيًا ولاهوائيًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

22

628 الوحدة 22 • دليل الدراسة

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 628 2/18/2017 5:17:29 PM

الوحدة 22 التقويم

القسم 1

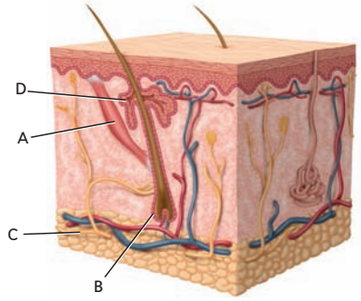
مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة.

1. البشرة، الأدمة
2. الميلانين، الكيراتين
3. الغدد الدهنية، بصيلات الشعر

فهم الأفكار الأساسية

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤال 4.



4. ما نوع النسيج المسؤول عن الإصابة "بالقشعريرة"؟
   A. A C. C
   B. B D. D
5. متى تتكوّن الرؤوس السوداء؟
   A. عندما تُصاب الغدد الدهنية بالانسداد
   B. عندما تتجمع الأوساخ في أخاديد البشرة
   C. عندما تنمو بصيلات الشعر إلى الداخل بدلًا من أن تنمو إلى الخارج
   D. عندما يتم إنتاج كمية زائدة من الكيراتين
6. كيف يساعد الجلد على تنظيم درجة حرارة الجسم؟
   A. من خلال زيادة إفراز العرق
   B. من خلال الاحتفاظ بالماء
   C. من خلال إنتاج فيتامين D
   D. من خلال تنظيم المحتوى الدهني في البشرة
7. أي مما يلي غير موجود في الأدمة؟
   A. العضلات
   B. غدد العرق والغدد الدهنية
   C. الخلايا الدهنية
   D. الخلايا العصبية
8. علامَ يمكن الاستدلال عند تعرض البشرة للاسمرار؟
   A. إنّ التعرّض للشمس بغرض اكتساب السمرة ينتج جلدًا يتمتع بصحة أكبر.
   B. قد تدل السمرة على تلف الجلد بسبب الشمس.
   C. يعزز اسمرار الجلد من مرونة الجلد فيجعله مشدودًا.
   D. يمنح اسمرار الجلد مظهرًا شبابيًا.

الإجابة المبنية

9. **الفكرة الأساسية** ما الآثار المحتملة التي قد تطرأ على الجسم في حال لم تكن البشرة موجودة؟
10. **نهاية مفتوحة** ما الآثار المحتملة التي قد تطرأ على الجسم لو لم تكن الأدمة موجودة؟
11. **الموضوع المحوري الاتزان الداخلي** صِف طريقة مساهمة الجهاز الطلائي في عملية الاتزان الداخلي.

فكّر بشكل ناقد

12. **اشرح** السبب في كون قص الشعر غير مؤلم.
13. **قوّم** سبب عدم شعور الأفراد المصابين بحروق من الدرجة الثالثة، بالألم في موضع الحرق.

القسم 2

مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة.

14. العظمة الإسفنجية، العظم الكثيف
15. الأوتار، الأربطة
16. بانيات العظم، هادمات العظم

فهم الأفكار الأساسية

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 17.

17. أين يحتمل أن تجد نوع المفصل المبيّن أعلاه؟
   A. الورك C. المرفق
   B. الفقرات D. الجمجمة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 22 التقويم

القسم 1

مراجعة المفردات

1. إنّ البشرة هي الطبقة الخارجية من الجلد؛ وتتكوّن من الخلايا الطلائية ويتمثل الغرض الأساسي منها في الحماية. وتوجد الأدمة تحت البشرة مباشرة؛ وتحتوي على عدة أنواع من الأنسجة، تشمل الضامة والطلائية والعضلية والأعصاب التي تقوم بعدة وظائف.
2. إنّ الميلانين عبارة عن صبغة تمنح الجلد لونه. وهي تحمي الجلد من الأشعة فوق البنفسجية. أما الكيراتين، فهو بروتين موجود في البشرة يقاوم الماء ويحمي الخلايا والأنسجة الداخلية.
3. إنّ بصيلات الشعر عبارة عن فجوات ضيقة في الأدمة تنمو منها الخلايا الشعرية. وتنتج الغدد الدهنية إفرازًا دهنيًّا وتوجد في قاعدة بصيلات الشعر.

فهم الأفكار الأساسية

4. A
5. A
6. A
7. C
8. B

الإجابة المبنية

9. إذا لم تكن البشرة موجودةً، فستتعرض الخلايا الداخلية للضرر بفعل العوامل البيئية والصدمات البدنية.
10. إذا كانت الأدمة غير موجودة أو تالفةً، فلن يتمكن الجسم من التعرق أو الشعور بالألم وسيضعُف بناء فيتامين D وسيقل الحفاظ على درجة الحرارة وسيكون النسيج الموجود تحت طبقة الجلد عرضةً للإصابة.

إجابة قصيرة

11. يساعد الجهاز الطلائي في تنظيم درجة حرارة الجسم ويمنع فقدان الماء ويشعر بالتغيّرات في البيئة ويحمي من الصدمات البدنية وأضرار الأشعة فوق البنفسجية.

التفكير الناقد

12. لا يحتوي الشعر على خلايا عصبية أو مستقبلات الألم.
13. يمكن أن يؤدي الحرق من الدرجة الثالثة إلى تدمير النهايات العصبية في الجلد.

القسم 2

مراجعة المفردات

14. إنّ العظام الكثيفة أكثر كثافةً من العظام الإسفنجية.
15. تربط الأوتار العضلات بالعظام، بينما تربط الأربطة العظام ببعضها.
16. تتكوّن العظام بواسطة بانيات العظام وتتحلل بواسطة هادمات العظام.

فهم الأفكار الأساسية

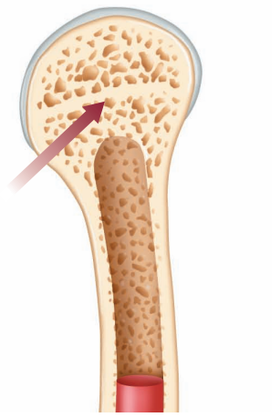
17. C

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 629 2/18/2017 5:17:29 PM

18. أي مما يلي لا يُعدّ من وظائف العظام؟
A. إنتاج فيتامين D
B. الدعم الداخلي
C. حماية الأعضاء الداخلية
D. تخزين الكالسيوم

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 19.



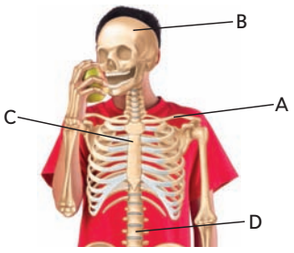
19. أي مما يلي هو سمة جزء العظمة الذي يشير إليه السهم؟
A. لا يحتوي على أي خلايا حية.
B. يحتوي على النخاع العظمي.
C. نوع النسيج الوحيد الموجود في العظام الطويلة.
D. يتكوّن من أنظمة متداخلة من العظمون.

20. أي من أزواج المصطلحات التالية غير متوافق مع بعضه؟
A. القحف، الدرزات (الخيوط الرابطة الدقيقة)
B. الرسغ، المفصل المحوري
C. الكتف، المفصل الكروي الحُقي
D. الركبة، المفصل الرزي

21. ماذا تُسمى الخلايا التي تزيل النسيج العظمي القديم؟
A. بانيات العظم
B. الخلايا العظمية
C. هادمات العظم
D. إنزيمات عظمية

22. أي مما يلي ليس جزءًا من الهيكل المحوري؟
A. الجمجمة
B. الضلوع
C. عظمة الورك
D. العمود الفقري

23. أي مما يلي جزء من الهيكل الطرفي؟



A .A
B .B
C .C
D .D

الإجابة المبنية

24. التفكير الأساسية صِف النتائج المحتملة إذا كان النسيج العظمي للإنسان يتكوّن بأكمله من العظام الإسفنجية ولم تكن العظام الكثيفة موجودة على الإطلاق.

25. **نهاية مفتوحة** صِف النتائج المحتملة إذا كان النسيج العظمي للإنسان يتكوّن بأكمله من العظام الكثيفة ولم تكن العظام الإسفنجية موجودة على الإطلاق.

26. **إجابة مختصرة** قارن بين وظيفة كل من هادمات العظم وبانيات العظم.

فكّر بشكل ناقد

27. **حلِّل** السيناريو التالي. دخل أحد الأشخاص إلى غرفة الطوارئ بسبب إصابة في الكاحل. ما التراكيب التي يجب فحصها في كاحل المريض لتحديد العلاج المناسب؟

28. **ضع فرضية** ما الذي قد يحدث لعظام المرأة إذا لم تضاعف كمية الكالسيوم التي تتناولها أثناء فترة الحمل؟

القسم 3

مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة من المصطلحات أدناه، المصطلح الدخيل، واشرح سبب ذلك.

29. أكتين، ميلانين، ميوسين
30. عضلة قلبية، عضلة ملساء، عضلة سريعة الانقباض
31. قطعة عضلية، ليف عضلي، هيموجلوبين

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

18. A
19. B
20. B
21. C
22. C
23. A

الإجابة المبنية

24. ربما تضعُف قوة الهيكل وتقل حماية الأعضاء الداخلية.
25. لن تتواجد مساحة لإنتاج خلايا الدم.
26. تقوم بانيات العظام بتكوين العظام، فيقل الكالسيوم في الدم؛ وتقوم هادمات العظام بتحليل العظام فتزداد مستويات الكالسيوم في الدم.

التفكير الناقد

27. يجب فحص الكاحل لمعرفة الأضرار الحادثة للعظام والعضلات والأوتار والأربطة.
28. ستحرم نفسها وجنينها من الكالسيوم اللازم مما يؤدي على الأرجح إلى ترقق العظام.

القسم 3

مراجعة المفردات

29. إنّ الميلانين هو المصطلح غير المنسجم، لأنّه عبارة عن صبغة. أما الأكتين والميوسين، فهما بروتينان يشاركان في انقباض العضلات.
30. إنّ المصطلح غير المنسجم هو عضلة سريعة الانقباض. فالعضلة القلبية والعضلة الملساء نوعان من الأنواع الثلاثة للعضلات الأساسية. أما العضلة سريعة الانقباض، فهي نوع من الألياف العضلية الهيكلية.
31. إنّ المصطلح غير المنسجم هو الهيموجلوبين، حيث إنّه جزيء يرتبط بتخزين الأكسجين. أما القطع العضلية والألياف العضلية، فهما أجزاء من العضلات.

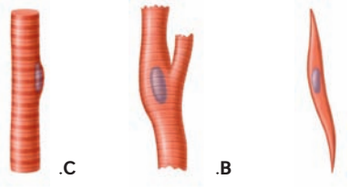
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 630 2/18/2017 5:17:30 PM

فهم الأفكار الأساسية

32. أي مما يلي يتطلب وجود أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)؟
- **A.** انقباض العضلات
- **B.** انبساط العضلات
- **C.** انقباض العضلات وانبساطها
- **D.** لا انقباض العضلات ولا انبساطها

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 33.



33. أي من العضلات المبيّنة أعلاه تُصنف من العضلات الإرادية؟
- **A.** نوع العضلة المبيّن في الرسم A
- **B.** نوع العضلة المبيّن في الرسم B
- **C.** نوع العضلة المبيّن في الرسم C
- **D.** كل العضلات

34. أي من التالي هو سمة من سمات الألياف العضلية السريعة الانقباض؟
- **A.** تحتوي على كمية هيموجلوبين أكبر مما تحتوي الألياف العضلية بطيئة الانقباض.
- **B.** تقاوم الإرهاق.
- **C.** تحتوي على عدد من الأجسام الفتيلية أقل مما تحتوي الألياف العضلية بطيئة الانقباض.
- **D.** تتطلب وجود كميات كبيرة من الأكسجين كي تعمل.

الإجابة المبنية

35. الفكرة الأساسية قارن وقابل بين تركيب كل من العضلة الهيكلية والعضلة الملساء والعضلة القلبية.

36. **إجابة مختصرة** استنادًا إلى تركيب الألياف العضلية، اشرح السبب في أنّ العضلات الهيكلية تنقبض ولا يزيد طولها.

فكّر بشكل ناقد

37. **توقّع** النتائج المحتملة إذا كان للعضلة القلبية والعضلة الملساء تركيب العضلة الهيكلية نفسه.

38. **استدل** على السبب في أهمية ألا تحتوي العضلات على الألياف العضلية بطيئة الانقباض فقط أو الألياف العضلية سريعة الانقباض فقط.

التقويم الختامي

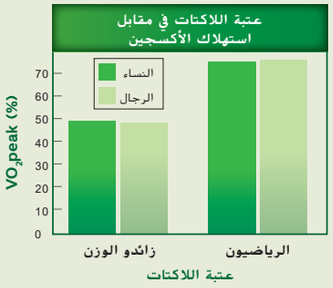
39. الفكرة الرئيسة اشرح كيف أنّ عدم وجود الجهاز الطلائي سيؤدي إلى اختلال الاتزان الداخلي في الجسم.

40. الكتابة في علم الأحياء تخيل أنك كاتب في مجلة تُعنى بالصحة واللياقة البدنية. اكتب مقالًا قصيرًا عن ضرورة وجود الكالسيوم كي يعمل كل من الجهاز الهيكلي والجهاز العضلي بصورة سليمة.

أسئلة حول مستند

يحرق الرياضيون الدهون بأقصى معدل عند ممارسة التمرينات المكثفة، ليصلوا إلى عتبة حمض اللاكتيك وهي الدرجة التي يزيد عندها حمض اللاكتيك ويبدأ في التراكم في العضلات. بالإضافة إلى ذلك، إنّ الرياضيين الذين يستهلكون أكبر قدر من الأكسجين [VO_{2peak}] أثناء ممارسة التمرينات المكثفة يحرقون أكبر قدر من الدهون. لقد قارن الباحثون بين عتبة حمض اللاكتيك واستهلاك الأكسجين لدى الأفراد الذين يعانون من السمنة ولا يتدربون والرياضيين كثيري التدريب.

أخذت 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.



41. ما نسبة الحد الأقصى من استهلاك الأكسجين VO_{2peak} التي حدثت عندها عتبة حمض اللاكتيك لدى الأفراد المصابين بالسمنة؟

42. كيف يمكن لشخص مصاب بالسمنة لا يمارس التمارين أن يزيد من قيمة VO_{2peak} ومن ثَمّ زيادة عتبة حمض اللاكتيك؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

فهم الأفكار الأساسية

32. C

33. C

34. C

الإجابة المبنية

35. إنّ الأنسجة العضلية الهيكلية مخططة؛ وتحتوي خلايا العضلة الملساء على نواة واحدة وليست مخططةً؛ وخلايا العضلة القلبية مخططة وتحتوي على نواة واحدة.

36. صُممت الرؤوس الموجودة على خيوط الميوسين لسحب خيوط الأكتين نحو بعضها البعض.

التفكير الناقد

37. تشبه ألياف العضلة القلبية الشبكة وتعمل ككتلة متعددة الأنوية (لتؤدي حركة منسَّقة ضرورية لعضلة القلب)؛ توجد خلايا العضلة الملساء على شكل طبقات (مهمة في الأعضاء التي تحتاج إلى التمدد)؛ إنّ العضلة الهيكلية مصممة للاستجابات الإرادية وحمل الأوزان ودعم الهيكل.

38. ستفتقر العضلة التي لا تحتوي إلا على نوع واحد من الأنسجة إلى القدرة على القيام بالوظائف المتنوعة الضرورية للجسم.

التقويم الختامي

39. فقدان الجلد – فقدان تنظيم درجة الحرارة، فقدان الحماية من الإصابة بالعداوى

40. الكتابة في علم الأحياء تتضمن النقاط الأساسية أنّ الكالسيوم مكوّن هيكلي مهم في العظام وضروري للانقباضات العضلية. ويمكن أن تمثّل العظام مخزنًا لتخزين الكالسيوم. وعند انخفاض مستويات الكالسيوم في الدم، يمكن أن ينطلق الكالسيوم من العظام. قد يؤدي عدم توفر النسبة الكافية من الكالسيوم إلى ترقق العظام وحدوث خلل في وظيفة العضلات.

أسئلة حول مستند

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.

41. 50 %

42. بتنفس الأكسجين

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 631 2/18/2017 5:17:31 PM

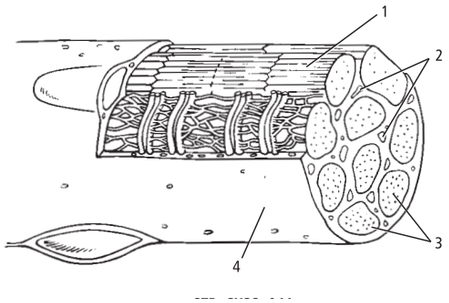
تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

الاختيار من متعدد

1. أي مما يلي يصف الجهاز الدوري لدى معظم الزواحف؟
   - **A.** دورتان دمويتان، قلب مكوّن من أربع حجرات
   - **B.** دورتان دمويتان، قلب مكوّن من ثلاث حجرات
   - **C.** دورة دموية واحدة، قلب مكوّن من ثلاث حجرات
   - **D.** دورة دموية واحدة، قلب مكوّن من حجرتين

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 2.

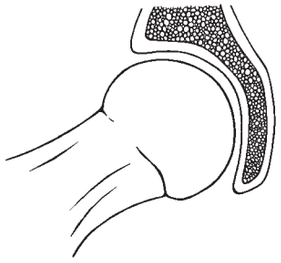


2. أي من أجزاء العضلة يُستخدَم في التنفس الخلوي؟
   - **A.** 1
   - **B.** 2
   - **C.** 3
   - **D.** 4

3. ما السمة التي تميّز الخفاش عن غيره من الثدييات؟
   - **A.** حاسة البصر
   - **B.** الريش
   - **C.** الطيران
   - **D.** الأسنان

4. ما السلوك المُكتسب الذي لا يتبناه الحيوان إلا في مرحلة مهمة معينة من حياته؟
   - **A.** التكيّف الكلاسيكي
   - **B.** نمط الفعل الثابت
   - **C.** التعوّد
   - **D.** التعلّم بالطبع

استخدم شكل المفصل المُبيّن أدناه للإجابة عن السؤال 5.



5. أين يوجد نوع المفصل المُبين في الشكل أعلاه؟
   - **A.** المرفق والركبة
   - **B.** أصابع اليدين والقدمين
   - **C.** الورك والكتف
   - **D.** الرسغ والكاحل

6. أي مما يلي من خصائص دماغ الطيور؟
   - **A.** للطيور نخاع كبير الحجم يساعدها في الرؤية.
   - **B.** للطيور مخيخ كبير الحجم للتحكم بالتنفس والهضم.
   - **C.** للطيور مخ كبير الحجم لتنسيق الحركة والتوازن.
   - **D.** للطيور قشرة دماغية كبيرة للتحكم بالطيران.

7. ما نوع العظام التي تُصنّف على أنها غير منتظمة؟
   - **A.** عظام الساق
   - **B.** الجمجمة
   - **C.** الفقرات
   - **D.** عظام الرسغ

8. ما وسيلة التكيّف التي تمنع الأسماك من الانقلاب على جانبيها في الماء؟
   - **A.** القشور المشطية
   - **B.** الزعانف المزدوجة
   - **C.** القشور اللوحية
   - **D.** مثانة السباحة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة قصيرة

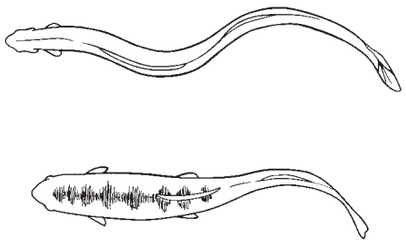
9. تُحرك السمكة التي على شكل حرف S جسمها بالكامل على شكل حرف S. أما السمكة التي تُحرّك ذيلها فقط، فتلوّح بذيلها بحركة قوية تدفعها إلى الأمام.
10. تتواجد السمكة التي على شكل حرف S سابحةً بين الصخور والأعشاب البحرية لأنّها تستطيع التحرك بسهولة بين العوائق.
11. تمرّ الفراشات بعملية تحول كامل. فتبدأ كبيضة، وتخرج في صورة يرقة تتغذى وتنمو. ثم تغزل الشرنقة في مرحلة نمو الشرنقة وتخرج منها في صورة فراشة بالغة. ويمرّ الجراد بعملية تحول غير كامل. فيبدأ كبيضة، ويخرج في صورة حورية غير ناضجة بدون أجنحة وأعضاء تناسلية. ثم تمرّ الحوريات بعدة انسلاخات تخرج منها في صورة تشبه الجراد البالغ بشكل كبير. ويُنتج الانسلاخ الأخير جرادة بالغة لها أجنحة وأعضاء تناسلية.
12. إنها تستخدم التواصل السمعي. ونظرًا إلى أنّها تستخدم عواءها لتحديد منطقة النفوذ الخاصة بها، تُظهر بذلك كلًا من سلوك التواصل وسلوك منطقة سيادة الحيوان.
13. تقوم الخلايا في الغضروف الجنيني التي تُسمى بانيات العظام بتكوين العظام. وتتكوّن العظام من خلال عملية تُسمى التعظم ترسب فيها أملاح الكالسيوم حول ألياف بروتين الكولاجين.
14. يُعدّ هذا سلوكًا متعلَّمًا نتج عن التفاعل بين السلوكيات الفطرية وخبرة الشمبانزي السابقة. كما يمكن أن يكون أحد أشكال التعلم الإدراكي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 632 2/18/2017 5:17:31 PM

إجابة قصيرة

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤالين 9 و 10.



9. صِف الاختلاف بين الطريقة التي تسبح بها سمكة نمط سباحتها على شكل حرف S وسمكة لا تحرك سوى ذيلها.

10. حدد المكان الذي تسبح فيه على الأغلب سمكة نمط سباحتها على شكل حرف S.

11. اربط الأحداث الأساسية في دورة حياة فراشة بالأحداث الأساسية في دورة حياة جرادة.

12. إنّ صوت قرود العواء أعلى الأصوات بين كل الحيوانات الموجودة على اليابسة. إذ يُسمع صوتها على بعد عدة كيلومترات في الغابة. وتستخدم هذه الحيوانات صوتها لتحديد منطقة النفوذ الخاصة بها. قوّم هذا النوع من أنواع السلوك.

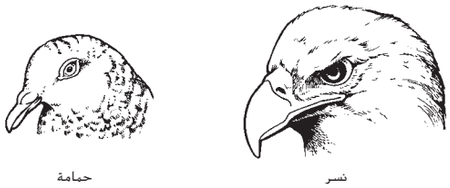
13. صِف طريقة تطوّر الغضروف الجنيني ليكوّن العظام.

14. يمسك أحد قرود الشمبانزي بورقة حشائش ويضعها في حفرة من حفر النمل، وعندما يسحبها يكون على الورقة بعض النمل. فيأكله الشمبانزي. يكرّر الشمبانزي ذلك لأنها وسيلة سهلة للحصول على النمل. قوّم هذا النشاط من حيث ارتباطه بسلوكيات الحيوانات.

15. صِف نوعين من أنواع الأمراض التي تصيب المفاصل.

إجابة موسّعة

استخدم الرسم التخطيطي التالي للإجابة عن السؤالين 16 و 17.



نسر

حمامة

16. قيّم ما يكشفه موقع العينين لدى هذين الطائرين عن سلوك كل منهما.

17. اشرح كيف يعطي منقار كل طائر منهما دليلًا على ما يأكله.

سؤال مقالي

إنّ طائر الكركي من الأنواع المعرضة لخطر الانقراض. وأحد أسباب ذلك هو أنّ هذا النوع تفقس أفراخه في مناطق الأعشاش ثم يهاجر جنوبًا ليقضي فصل الشتاء. ويمكن للبشر تربية أفراخه. أما تعليمها الهجرة، فتلك مشكلة مختلفة. وقد حلّت مؤسسة Operation Migration هذه المشكلة في العام 2001. إذ استخدمت طائرة خفيفة لتوجه أفراخ طائر الكركي التي تمت تربيتها على يد الإنسان أثناء اجتيازها مسافة 2000 km في هجرتها من ويسكونسن إلى فلوريدا. وقد تبعت الأفراخ هذه الطائرة التي استعانت بنداءات مسجلة كي تعلّم الأفراخ طريق الهجرة.

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

18. لقد اتضح أنّ سلوك الهجرة سلوك فطري. قيّم أهمية الاستعانة بالطائرات خفيفة الخفة لتوجيه الطيور حتى تتعلم طريق الهجرة.

15. إنّ الفُصال العظمي حالة مؤلمة تنتج عن تدهور الغضاريف. أما التهاب المفاصل الروماتويدي، فهو نوع من الالتهابات التي تُحدث تورمًا وتسبب ألمًا في المفاصل. يُحتمل وجود إجابات مختلفة.

إجابة موسعة

16. توجد عينا النسر في مقدمة الرأس مما يتيح له رؤية الفريسة عن بُعد. أما عينا الحمامة، فتتوجدان على جانبي الرأس لتتمكن من رؤية كل ما حولها ومراقبة المفترسات.

17. يمتلك النسر منقارًا قويًا مخصصًا لتمزيق اللحم عن فريسته. أما الحمامة، فلها منقار رفيع لالتقاط أجزاء الطعام الصغيرة.

سؤال مقالي

18. تُعدّ قدرة الطيور على التنقل سلوكًا فطريًا. إلا أنّ الطيور يجب أن تعرف الطريق لمعرفة وجهتها. وبمجرد معرفة الطريق، تستطيع قدرتها الغريزية على التنقل أن تقودها ذهابًا وإيابًا بين المناطق الشتوية والصيفية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G12_ADV_TE_CH22.indb 633 2/18/2017 5:17:31 PM