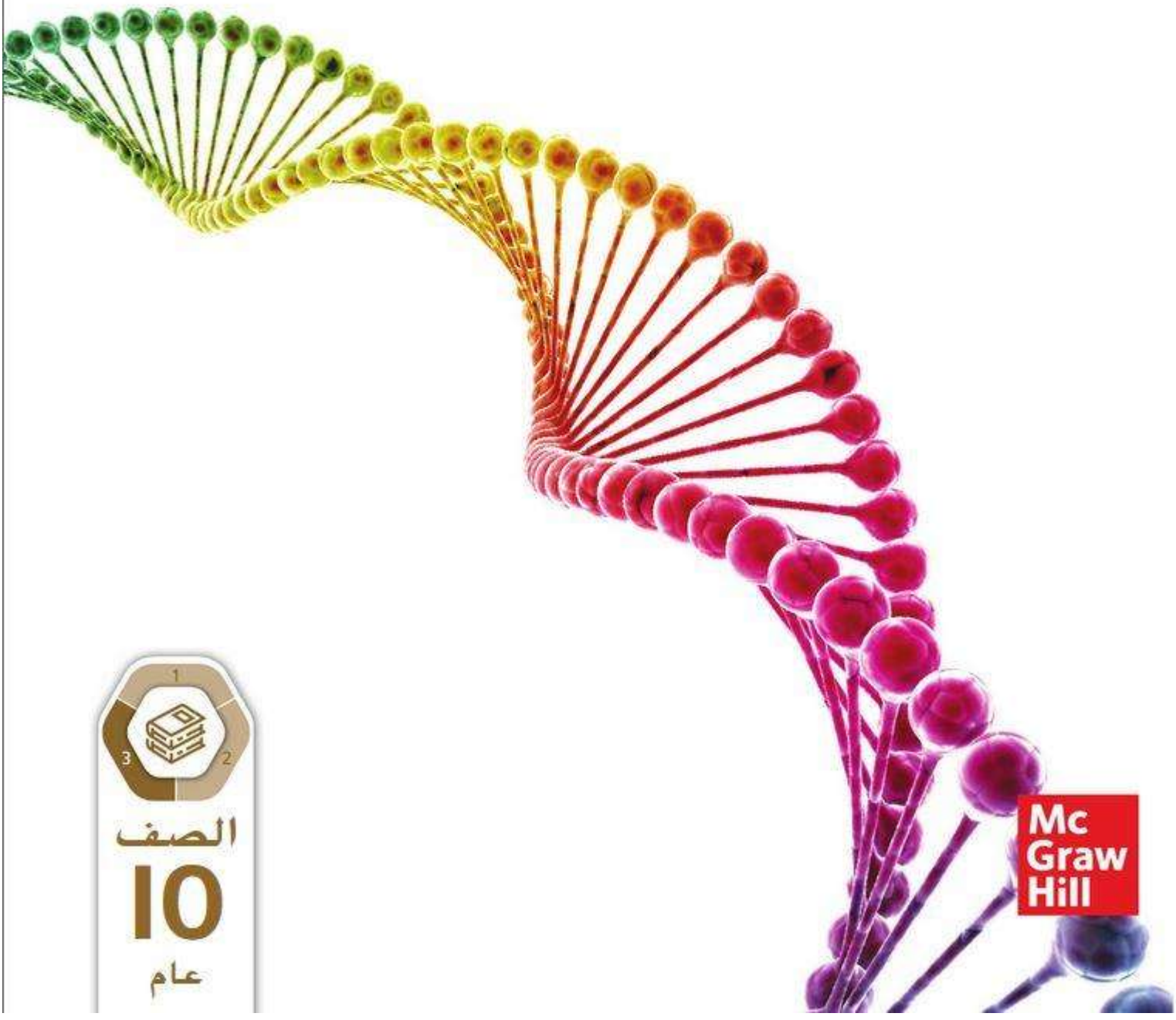
الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

الإمارات

2019-2020

الأحياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة



الصف
10
عام

Mc Graw Hill

الوحدة 5

الاتزان الداخلي

مهن في علم الأحياء

تطبيق العلوم كان الدكتور جايمس واتسون، وهو الذي اكتشف البنية اللولبية المزدوجة للـ DNA، من أوائل الذين أخضعوا جينومهم للتسلسل. بذلك، تمكّن الأطباء من استخدام معلوماته الجينية لتعديل أدويته بما يتوافق معها.

علم الأخلاق في الأحياء

علم الأخلاق في الأحياء هو حقل جديد مشترك بين تخصّصات متعددة. يتطلّع علماء الأخلاق في الأحياء على القضايا ذات الطابع الأخلاقي التي قد تطرحها الممارسات والتطورات الجديدة في الحقل الطبي. يغطي اختصاص هؤلاء العلماء سياسات وفلسفة قطاع الرعاية الصحية بالإضافة إلى علوم الحياة. إن سلسلة جينوم شخص ما عملية لها مترتبات أخلاقية. على سبيل المثال، قد ترفع شركات التأمين رسومها في حال اكتشفت أن المريض معرّض لمرض ذي تكاليف علاجية باهظة.

مهن ذات صلة

باحث في المعلوماتية الأحيائية	مستشار في الوراثيات
مهندس في الطب الأحيائي	فنّي في مختبر الوراثيات
اختصاصي في المختبر الطبي	طبيب
اختصاصي في علم الأنساب	

تجربة استهلالية

استهلال الوحدة في خمس دقائق

راجع مع طلابك معنى المصطلح الاتزان الداخلي. كلّف كلًّا من الطلاب بإنشاء عمودين على ورقة أطلب منهم انشاء جملة، في العمود الأول، يصفون فيها مساهمة كلّ من الأجهزة الخمسة في الاتزان الداخلي للجسم، وهي الأجهزة التي تمّ تناولها في **الفصل** 5. بعد دراسة الفصل، كلفهم بالعودة إلى مخطّطهم (العمودين) وتدوين مراجعتهم للجمل التي أنشأوها وذلك في العمود الثاني.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لشالع مؤسسة McGraw-Hill Education

تحقيق لقد ساهم مشروع الجينوم البشري

في تحسين الصحة البشرية وإضافة الكثير إلى معلوماتنا عن الأمراض. كما ساعد هذا المشروع الأطباء والاختصاصيين في تحديد وفهم وعلاج الأمراض بصورة أفضل. إن العديد من المشاريع، مثل مشروع الجينوم المجهري البشري وسلسلة جينومات العديد من الكائنات الحية الأخرى ومشروع أطلس جينوم السرطان.

الفكرة الرئيسة تعمل أجهزة الجسم على ابقاء الإتزان الداخلي مستقر للحفاظ على الوظائف الحيّة.

Chapter Sourced From: 5: Homeostasis and the Human Body, NY Biology Chapter BD, from New York Living Environment ©2015

الأسئلة الرئيسة

- عدد أدوار أجهزة الجسم في الحفاظ على الإتزان الداخلي ؟

مفردات جديدة

الاتزان الداخلي
Internal homeostasis

مستويات التنظيم
Levels of organization

التغذية الراجعة السالبة
Negative feedback

التغذية الراجعة الموجبة
Positive feedback

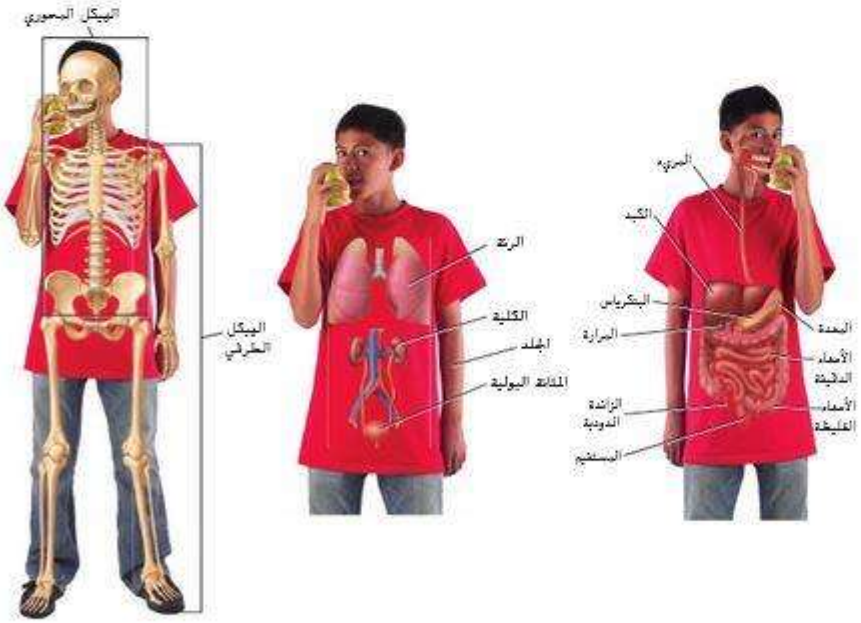
أجهزة الجسم والإتزان الداخلي

الفكرة الرئيسة **تعمل أجهزة الجسم على إبقاء الاتزان الداخلي مستقر للحفاظ على الوظائف الحيّة.**

الربط مع الحياة اليومية أنت نائم وإذا بشقيقك أو شقيقتك تبكي، فاستيقظت لترى ما المشكلة، فإذا بدرجة حرارتها مرتفعة، وسرعان ما تبدأ ضربات قلبها تتسارع. ماذا يجب أن تفعل الآن؟

الحفاظ على الحياة

يجب أن تبقى بيئة جسم الإنسان الداخلية مستقرةً نسبيًا حتى يعمل الجسم. يبلغ متوسط درجة حرارة جسم الإنسان 37°C، ويبقى تركيز الجلوكوز في الدم حوالي 100 mg/100 mL، ويبلغ الرقم الهيدروجيني (pH) للدم حوالي 7.4، ويبلغ متوسط ضغط الدم حوالي 120/80 mm Hg. وتعرف قدرة الجسم على الحفاظ على بيئته الداخلية ضمن الحدود الطبيعية تلك **بالاتزان الداخلي**. نظرًا إلى أنّ البيئة الداخلية للإنسان يمكن أن تبقى مستقرة ضمن الحدود الطبيعية، يمكن للبشر العيش في مواطن بيئية متنوعة، بداية من المواطن البيئية الاستوائية إلى المناطق القطبية.



■ إنّ الأجهزة المختلفة للجسم تساعده في الحفاظ على إتزانه الداخلي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مستويات التنظيم

لاستيعاب طريقة حفاظ الجسم على الاتزان الداخلي، تصوَّر الجسم على أنه تدرُّج من المستويات يتزايد كل مستوى منها في التعقيد، كما هو مُبيَّن في **الشكل 1**. ويعمل كل مستوى مع المستويات الأخرى للحفاظ على الاتزان الديناميكي. نتيجة لذلك، تكون كل الظروف التي تؤثر في البيئة الداخلية للجسم ضمن الحدود الطبيعية.

المستوى الجزيئي المستوى الأول للتنظيم هو المستوى الجزيئي. ويضم هذا المستوى الجزيئات التي أساسها الكربون مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والأحماض النووية. فتوفّر تلك الجزيئات، التي تُعرف أيضًا بالجزيئات الضخمة، الدعم الهيكلي والطاقة للخلايا الموجودة في المستوى التالي. وتؤدّي مواد أخرى، مثل أيونات الصوديوم وأيونات البوتاسيوم، أدوارًا في عمليات الخلية.

المستوى الخلوي إنّ المستوى الثاني للتنظيم هو المستوى الخلوي. تؤدي الخلايا الموجودة في الكائنات الحية المتعددة الخلايا، مثل النباتات والحيوانات، وظائف محددة. على سبيل المثال، إنّ الخلايا التي تكوّن عضلة قلب الإنسان موجودة في القلب فقط، وتعمل على إبقاء القلب ينبض.

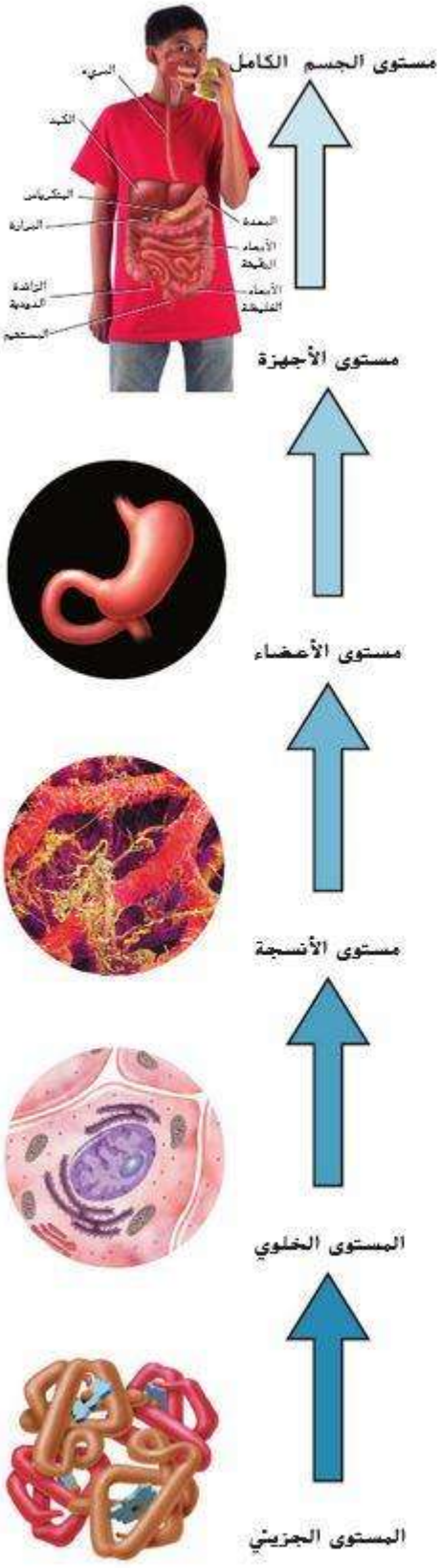
مستوى الأنسجة إنّ النسيج هو مجموعة من الخلايا التي تعمل معًا لأداء وظيفة محدّدة. توجد أربعة أنواع أساسية من الأنسجة في جسم الإنسان: يغطّي النسيج الغشائي الجسم ويبطّن الأعضاء والأوعية وتجاويف الجسم الداخلية كالأمعاء والمعدة. أمّا النسيج العضلي فهو ملحق بالعظام وهو يضمن حركة الجسم. النسيج الضام هو النسيج الذي يدعم أجهزة جسم الإنسان والذي يربط بين جميع الأعضاء والأجهزة والأنسجة الداخلية، موفرًا الدعم والارتباط وأماكن للتخزين. يتلقى النسيج العصبي الإشارات من المؤثرات الخارجية والداخلية ويحولها الى سيالات عصبية يرسلها إلى الدماغ والحبل الشوكي في الجسم، يرسلها إلى الدماغ والحبل الشوكي لتحليل تلك الإشارات ومن ثم تعود منها كالاستجابات الى الأنسجة المختصّة.

الجدول 1 وظائف أنسجة الجسم

أنواع الأنسجة	الوظيفة
الغشائي	• يغطّي الجسم • يبطّن الأعضاء والأوعية والتجاويف
العضلي	• يضمن حركة الجسم
الضام	• يدعم أجهزة الجسم • يربط بين جميع الأعضاء والأجهزة والأنسجة الداخلية
العصبي	• يتلقى الإشارات من المؤثرات الخارجية والداخلية ويحولها الى سيالات عصبية يرسلها إلى الدماغ والحبل الشوكي في الجسم

مستوى الأعضاء هو المستوى التالي من التنظيم. تتكوّن الأعضاء من مجموعة من الأنسجة تعمل معًا لتؤدي وظيفة أكبر وأكثر تحديدًا. وتتضمّن الأعضاء في جسم الإنسان أمثلة كثيرة مثل: القلب والدماغ والمعدة والمثانة البولية.

مستوى الأجهزة يتكوّن الجهاز من مجموعة من الأعضاء التي تعمل معًا لتؤدي وظيفة حيوية رئيسة. على سبيل المثال، ينقل الجهاز الدوري، الذي يتكوّن من القلب والأوعية الدموية والدم الأكسجين والمواد المغذية عبر الجسم ويزيل الفضلات من الخلايا. وتعمل الأجهزة معًا للحفاظ على الاتزان الداخلي في الجسم.



■ **الشكل 1** تنسم الكائنات الحية بمستويات من التنظيم، ويكون كل مستوى منها ضروريًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

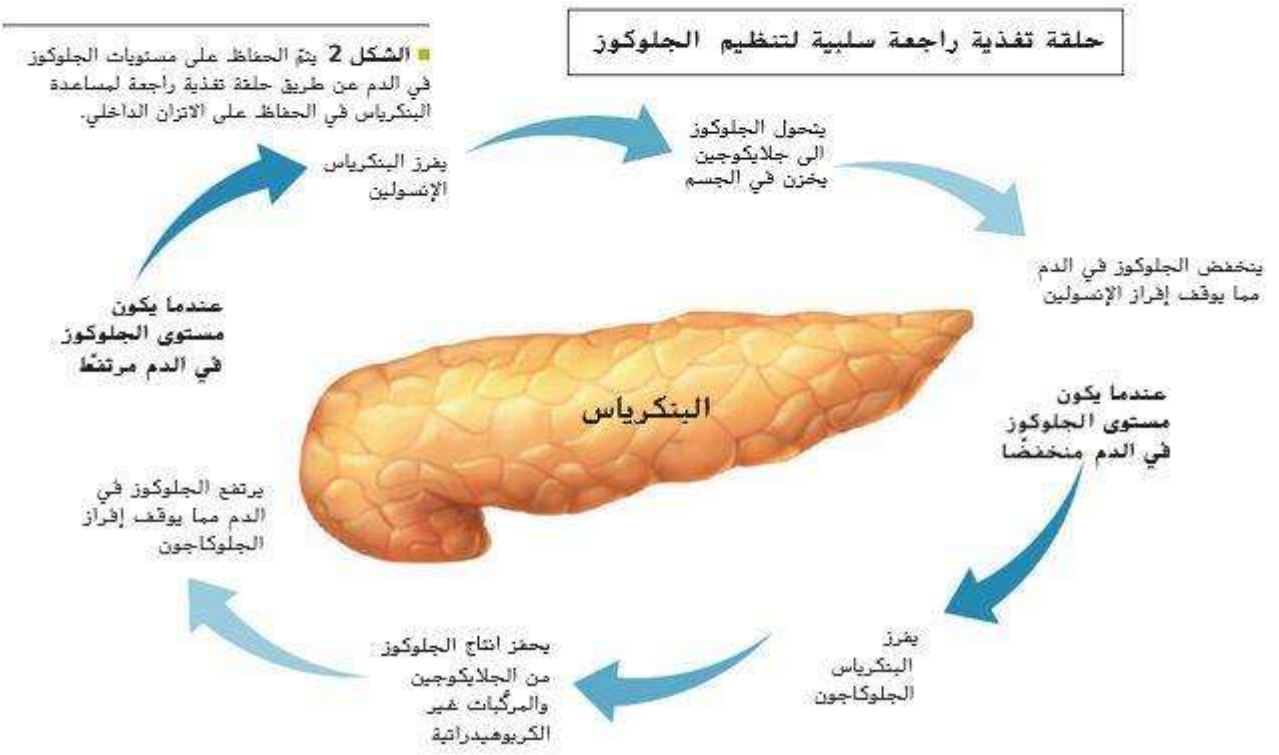
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تغذية راجعة من مستويات التنظيم

يتمّ الحفاظ على الاتزان الداخلي عبر نظام تغذية راجعة داخلي يتحكّم به الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصمّاء. وتوفر حلقات التغذية الراجعة الداخلية استجابات أو معلومات عن عمليات الجسم للجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. قد تكون حلقات التغذية الراجعة إيجابية أو سلبية، غير أنّ معظم حلقات التغذية الراجعة التي تحافظ على الاتزان الداخلي سلبية.

التغذية الراجعة السلبية تجري مراقبة مستويات الجلوكوز في الدم والحفاظ عليها باستمرار بواسطة حلقة تغذية راجعة سلبية، مبيّنة في **الشكل 2**. فعندما تنخفض مستويات الجلوكوز في الدم بشدة، يفرز البنكرياس هرمون الجلوكاجون. ويسبّب الجلوكاجون تكسير خلايا الكبد للجلايكوجين، وهو صورة مخزّنة من الجلوكوز، وإطلاق الجلوكوز في الدم. نتيجةً لذلك، تعود مستويات الجلوكوز في الدم إلى المستوى الطبيعي.

ينبه ارتفاع مستويات الجلوكوز في الدم البنكرياس لإفراز الإنسولين. ويسبّب الإنسولين امتصاص خلايا الجسم للجلوكوز، مزيلةً الجلوكوز من الدم ومسبّبة انخفاض مستويات الجلوكوز في الدم. عندما تنخفض مستويات الجلوكوز في الدم، يتوقّف البنكرياس عن إفراز المزيد من الإنسولين. وترتفع مستويات الجلوكوز في الدم وتنخفض خلال اليوم. بناءً على التغذية الراجعة، يتم الحفاظ على الاتزان الداخلي للحفاظ على مستويات الجلوكوز ضمن المدى الطبيعي لحلقة التغذية الراجعة.



الشكل 2 يتمّ الحفاظ على مستويات الجلوكوز في الدم عن طريق حلقة تغذية راجعة لمساعدة البنكرياس في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 3 يتضمّن الأيض العملية التي تمدّ الجسم بالطاقة

الحفاظ على الاتزان الداخلي يتمّ الحفاظ على الاتزان الداخلي وتنظيمه في كل مستويات التنظيم. عند المستوى الجزيئي، تُراقَب كميات مواد معينة وتُعدَّل لتبقى ضمن المعدَّل الطبيعي. وعند المستوى الخلوي، تستجيب الخلايا لرسائل واردة من الجهاز العصبي وهرمونات واردة من جهاز الغدد الصماء لتساعدها في الحفاظ على الاتزان الداخلي. تعمل بعض الأعضاء مثل البنكرياس والخصيتين والمبيضين كغدد صماء وتفرز هرمونات. تؤثر على إستجابة الأجهزة، وخاصةً الجهاز التناسلي، وتقوم هذه الهرمونات بوظيفة معية أو عمليات عدة محدده.

الأيض

تتطلّب كل الأنشطة التي تؤديها إلى طاقةً. فمثلا تحتاج إلى طاقة للقيام بأنشطة رياضيّة مثل الكرة الطائرة، كما هو مَبيَّن في **الشكل 3**، أو لتمضي نهارك بنشاط في المدرسة. لكنّ جسمك يحتاج دائمًا إلى الطاقة حتى أثناء نومك. إنّ الأيض هو المصطلح المستخدم لوصف كل التفاعلات الكيميائية التي تحدث في كائن حي ما للحفاظ على الاتزان الداخلي. ويتضمّن الأيض استخدام وتخزين الجزيئات الضخمة والماء والمعادن والفيتامينات المهضومة من الطعام للحصول على الطاقة ولبناء مواد ضرورية مثل البروتينات. راجع **الجدول 2** لمعرفة بعض أدوار الجزيئات الضخمة في جسم الإنسان.

إنتاج الطاقة يتضمّن الأيض كل مستويات التنظيم. فعند مستوى الأجهزة، يحلّل الجهاز الهضمي الطعام الذي جرى هضمه ويمتصّ الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والمواد المغذية الأخرى إلى الجسم، ويحمل الجهاز الدوري تلك المواد إلى الخلية، بالإضافة إلى الأكسجين الذي حصل عليه من الجهاز التنفسي. وتكون بعض تلك المواد ضرورية لإنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) عبر عملية التنفس الخلوي الهوائي عند المستوى الجزيئي، إذ يوفّر ATP الطاقة التي يحتاج إليها الجسم للحفاظ على الاتزان الداخلي.

يَزال ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التنفس الخلوي من الخلايا بواسطة الجهاز الدوري ويُخرج من الجسم عبر الجهاز التنفسي. كما تَزال الفضلات الأخرى الناتجة عن العمليات الأيضية من الخلايا بواسطة الجهاز الدوري ويتمّ إخراجها من الجسم عبر الجهاز الإخراجي.

الجدول 2 وظائف الجزيئات الضخمة

الجزيء الضخم	الوظيفة
الكربوهيدرات	• تُستخدم كمصدر للطاقة • تُستخدم في إنتاج DNA والحمض النووي الرايبوزي (RNA)
البروتين	• يُستخدم في تكوين الأنسجة العضلية والكولاجين والهرمونات والأجسام المضادة والإنزيمات والهيموجلوبين
الدهون	• تُخزَّن بواسطة الجسم وتُستخدم للحصول على الطاقة، والحماية والعزل • تُستخدم في إنتاج الهرمونات وفيتامين D

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إنتاج الحرارة يتنظّم الأيض بواسطة كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصمّاء. ويؤدي التفاعل بين هذين الجهازين إلى إفراز الهرمونات الضرورية لتحفيز العلميات الأيضية، مثل إنتاج ATP وتخزين الجلايكوجين وتحليله بعد ذلك. تَنطلق الحرارة عندما تحدث التفاعلات الأيضية في الجسم. فتُمكّن تلك الحرارة الداخلية، بالإضافة إلى الاتزان الداخلي، الكائنات ذوات الدم الحار من الحفاظ على درجة حرارة جسم داخلية ثابتة بشكل مَشابه لذلك المبيَّن في **الشكل 4**. ويجري الحفاظ على درجة حرارة الجسم عند البشر عبر نظام تغذية راجعة سلبية يتضمَّن الجهاز العصبي والجهاز الدوري والجهاز الغشائي والجهاز العضلي وجهاز الغدد الصمّاء.

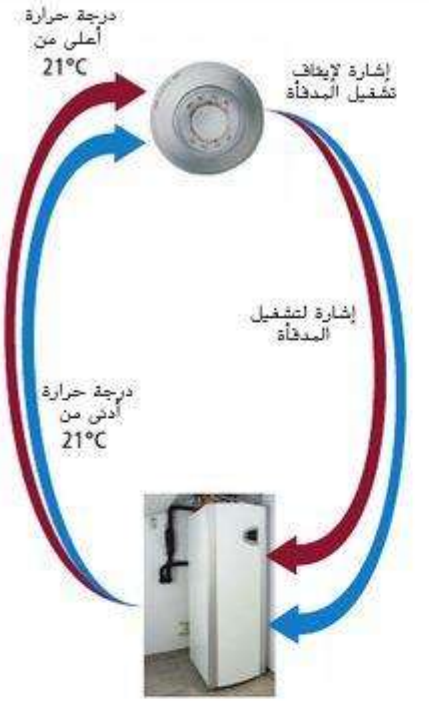
اختلال الاتزان الداخلي

عندما يحدث خلل في الاتزان الداخلي، تكون النتيجة المرض. يمكن أن يتسبَّب أي من مَسبِّبات الأمراض أو الوراثة أو انحلال تركيب الجسم أو التعرُّض إلى مادة مسرطنة الإصابة بالأمراض. وإذا حدث خلل دائم في الاتزان الداخلي، فقد يؤدي ذلك إلى الضرر أو الموت. عندما يُصيب الجسم أحد مَسبِّبات المرض، مثل خلية بكتيرية أو فيروس، يلعب جهاز المناعة دورًا مهمًا في استعادة الاتزان الداخلي. فتعمل أنواع مختلفة من كريات الدم البيضاء على تدمير وإزالة الكائنات الدقيقة المهاجمة من الأعضاء المُصابة.

مرض السكري — مثال أي حالة تؤثر في قدرة أحد الأعضاء، مثل الكبد أو الكليتين أو البنكرياس، على أداء وظيفته وتسبب اضطرابًا في الاتزان الداخلي. على سبيل المثال، إذا لم يفرز البنكرياس كمية كافية من الإنسولين أو لم يفرز الإنسولين نهائيًا، تكون النتيجة مرض السكري من النوع الأول. يجري تنظيم مستويات الجلوكوز في الدم عبر حلقة تغذية راجعة سلبية تتضمَّن إفراز هرمونين من البنكرياس هما الإنسولين والجلوكاجون. ويساعد الإنسولين في التحكّم بمستويات الجلوكوز في الدم عن طريق تنبيه الخلايا لامتصاص الجلوكوز. في مرض السكري من النوع الأول، لا توجد كمية كافية من الإنسولين، ولا يَمتص الجلوكوز في الخلايا، ما يعني أنّ مستويات الجلوكوز في الدم تبقى مرتفعة بينما لا تحصل الخلايا على الجلوكوز الذي تحتاج إليه للقيام بالتنفس الخلوي وإنتاج الATP. ويَفقد الجلوكوز الزائد من الجسم في البول.

من دون الجلوكوز، تستخدم الخلايا الأحماض الدهنية في التنفس الخلوي. وعندما تتحلّل الأحماض الدهنية، تزداد حموضة الدمّ، مما يخفض الرقم الهيدروجيني (pH) للدم، مسبباً اختلال في الاتزان الداخلي. وإذا انخفض الرقم الهيدروجيني للدم بشدة، فقد يسبب ذلك الموت. بما أنّ الإنسولين ضروري للاتزان الداخلي، يجب على الأشخاص الذين يعانون مرض السكري من النوع الأول تناول جرعات إضافية من الإنسولين للحفاظ على المستويات الطبيعية للجلوكوز في الدم.

يَنتج مرض السكري من النوع الثاني عندما تفقد خلايا الجسم استجابتها أو استشعارها للإنسولين. وعادةً ما يحدث ذلك بعد سن الأربعين. وتبلغ نسبة الأشخاص المصابين بمرض السكري من النوع الثاني 70% إلى 80% من نسبة الأشخاص المصابين بالسكري. وفي كلتا الحالتين، يجب مراقبة مستويات الجلوكوز في الدم والحفاظ عليها ضمن المعدل الطبيعي للمساعدة في إبقاء الاتزان الداخلي في الجسم.



الشكل 4 مثلما يعمل منظّم الحرارة على تنظيم تشغيل المدفأة وإيقافها للحفاظ على درجة حرارة الغرفة، تعمل أنظمة الجسم معًا للتحكم بإنتاج الحرارة من الأيض ودرجة حرارة الجسم الداخلية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

وظائف أجهزة جسم الإنسان

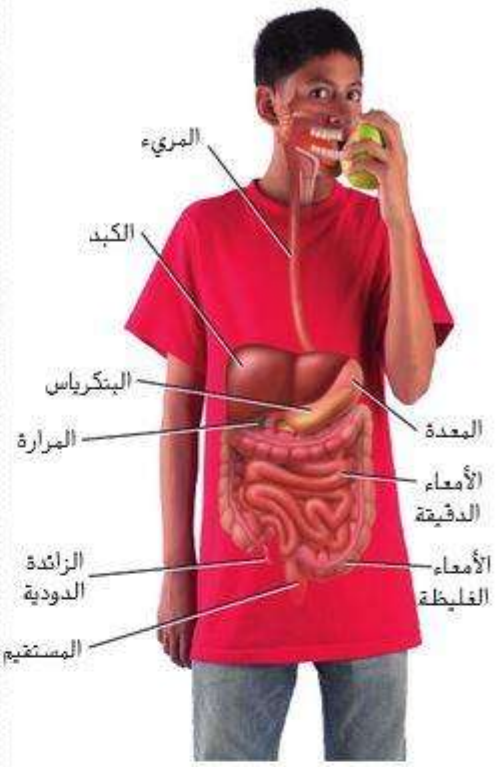
إنّ جسم الإنسان مَعقَّد، فهو يتكوّن من أجهزة كثيرة تتكامل في الوظائف. وبالرغم من أنّ كل نظام يؤدي وظيفة حيوية محددة، إلا أنها تتفاعل جميعًا للحفاظ على الاتزان الداخلي.

الهضم

يعمل الجهاز الهضمي، المبيّن في **الشكل 5**، على استقبال الطعام وهضمه وامتصاص المواد المغذيّة منه والتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. ويبدأ بالهضم الميكانيكي للطعام في الفم عندما تَقطّع الأسنان الطعام إلى قطع أصغر. في الفم: يؤدي الفم مع اللسان والمريء وظيفة إدخال الطعام بحيث يُمضغ الطعام ويُبلع، ثم ينتقل إلى المعدة عبر المريء. وفي الفم أيضاً يبدأ الهضم الكيميائي إذ يبدأ إنزيم تفرزه الغدد اللعابية في تحليل النشويات أثناء المضغ. ويستكمل هضم الطعام في المعدة والأمعاء الدقيقة.

بعد الفم: تفرز أعضاء الهضم الأخرى، من بينها الكبد والمرارة والبنكرياس، إنزيمات تهضم الطعام. وتمتص الأمعاء الدقيقة المواد المغذية الناتجة عن الطعام المهضوم خلال مسيرة الجهاز الهضمي وتدخل من خلالها إلى الدم.

أما في الأمعاء الغليظة، يتم امتصاص الماء من المواد الغذائية التي لم يتم هضمها وإعادتها الى الجسم. ثم تتحوّل المواد غير المهضومة إلى مواد صلبة في الأمعاء الغليظة ويتمّ إخراجها من الجسم.



الشكل 5 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم. وينتقل الطعام إلى المعدة عبر المريء. فتهضم أعضاء الهضم الطعام كيميائيًا ويتم إخراج المواد غير المهضومة من الجسم

جراحة لعلاج البدانة وتأثيرها على الاتزان الداخلي للجسم

السمنة هي حالة فائض من الدهون موجودة في الجسم. قد تكون السمنة نتيجة لعوامل وراثية أو بيئية وفي هذه الحالة يصعب على الفرد التحكم في وزنه الزائد عند اتباع نظام غذائي. يعاني من السمنة الأفراد الذين لديهم BMI ≤ 30. تصل نسبة السمنة في دولة الامارات العربية المتحدة الى 63%، 37% منهم من فئة الشباب.

تم تشخيص 15 نوعًا من حالات السمنة وهي تتراوح ما بين متوسطة وعالية بين سن 22 – 42 عاما في الامارات العربية المتحدة، وتسعى الدولة إلى دعم هؤلاء الأفراد بواسطة مبادرات وبرامج مختصة لمساعدتهم على إنقاص وزنهم الموضعي.

ولكن يلجأ الشباب في أيامنا الحالية إلى الحلول السريعة في السيطرة على السمنة من خلال عمليات جراحية مثل: 1) حزام المعدة، 2) تكميم المعدة أو 3) تجاوز المعدة. استخدمت هذه العمليات الجراحية في بدايتها لمساعدة مرضى السكري المزمن عن طريق تقليل من نسبة امتصاص السكر للجسم . ولكن الدراسة وجدت أن تأثيرها الطويل الأمد سلبي على الايض العام للمريض: نذكر منها عجز الجسم على امتصاص المواد الغذائية بنفس النسبة وعجز الجسم على توليد الطاقة الكافية للنمو والإبقاء على الصحة الجسدية السليمة للفرد خاصة الأطفال منهم دون 10 أعوام. ان أغلب هذه العمليات لا رجوع فيها فان التكميم وتحويل المسار يتضمنان قص للمعدة لا رجوع فيه. تقلل هذه الجراحة قدرة الجسم على القيام بالإتزان الداخلي بسبب نقص نسبة الدهون عن الحد المسموح به، وهو ما بين30% و 35% لمن هم في سن 4 إلى 10 أعوام و بين 15 – 40 عاماً. وقد تسبب هذه الجراحات خلل في وظيفة الكبد، فقدان في الفيتامينات والشعر بالإضافة الى ضعف المناعة الداخلية مما يؤدي إلى الإصابة بالالتهابات الداخلية والخارجية للجسم، ومن سلبيات هذه الجراحات أيضاً فقدان مرونة الجلد مسبباً ظهور آثار شيخوخة مبكرة على الوجه وترهلات في الجسم.

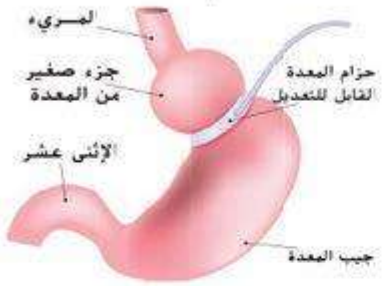
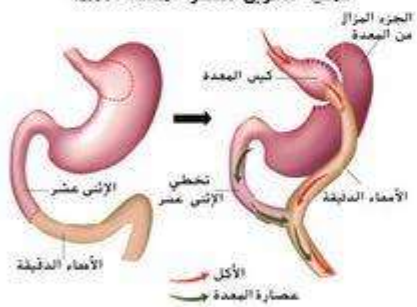
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جراحات علاج البدانة والحفاظ على الاتزان الداخلي

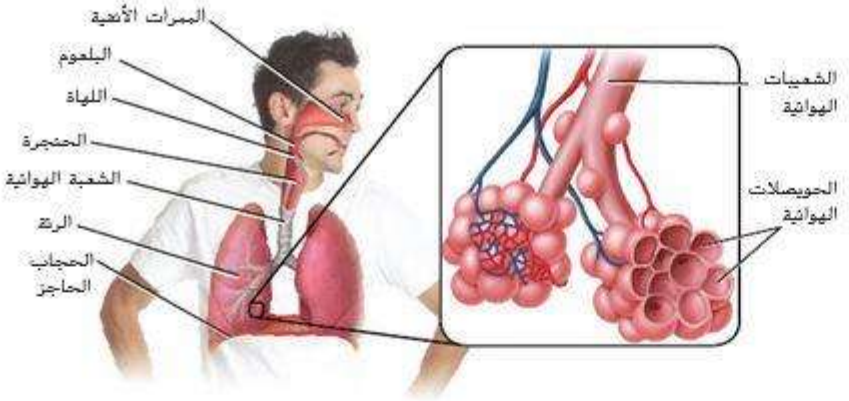
المبدأ	النوع	الوصف
تحديد الطعام من دون جراحة	عملية حزام المعدة	تتضمن تركيب حزام من السيليكون قابل للنفخ حول الجزء العلوي من المعدة
تحديد الطعام مع تدخل جراحي	عملية تكميم المعدة (شائعة في الإمارات العربية المتحدة)	إزالة 75% – 80% من المعدة، ما تبقى منها يكون على شكل موزة.
تدخل جراحي وتقنية تغيير مسار	عملية تغيير المسار	تقص المعدة إلى جزأين: يتم تدبيس الجزء الأكبر منهما، بينما يتم وصل الجيب الصغير مباشرة بالأمعاء الدقيقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جراحات علاج البدانة والحفاظ على الاتزان الداخلي

التوقّعات الفعلية	الآثار الجانبية	
• يقنن الحزام المثبّت حول المعدة مقدار الطعام الداخل إليها، مما يُشعر الفرد بالشبع بصورة أسرع فيقل الوزن	إن إضافة حزام المعدة يمكن أن تنتج عنه الآثار الآتية 1. ضبط المقاس 2. انزلاق الحزام أو تآكله 3. احتمالية الإصابة بتضخم المريء لدى مرضى فرط الأكل؛ ولذا يلزم اتباع حمية غذائية محددة بعد الجراحة	حـــزام المـــعدة 
• لا تتسع المعدة الأصغر حجمًا للكثير من الطعام مما يقلل من نسبة امتصاص المواد الغذائية وتحوّلها إلى دهون • تؤثر في إفراز هرمون جريلين المعوي الذي ينظم الشهية فيقل شعورك بالجوع وتزيد مدة شعورك بالشبع	1. إجراء لا يمكن الرجوع فيه 2. نقص في الحديد والفيتامينات على المدى الطويل (D2-D3-B12) 3. تزيد من خطر الإصابة بفتق المعدة 4. ارتفاع من نسبة الحمض المعوي	قـــص المـــعدة
• تُقيد المعدة المقدار الداخل إليها من الطعام بصورة عالية وهي صالحة للأفراد من سن ال 25 عاماً • قِلّة امتصاص العناصر الغذائية بصورة عالية إلى معدومة • من المتوقع أن يفقد المرضى 70% من وزنهم	1. يمكن الرجوع منها بصعوبة كبيرة 2. ارتفاع معدل حدوث مضاعفات 3. خطر التعرض للوفاة 4. احتمالية كبيرة للإصابة بنقص البروتين 5. نقص الفيتامينات والمعادن على المدى الطويل مثل الحديد والكالسيوم والبروتين والزنك والفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامينات (D-B12)	عملية تحويل مسار المعدة (RNY) 

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



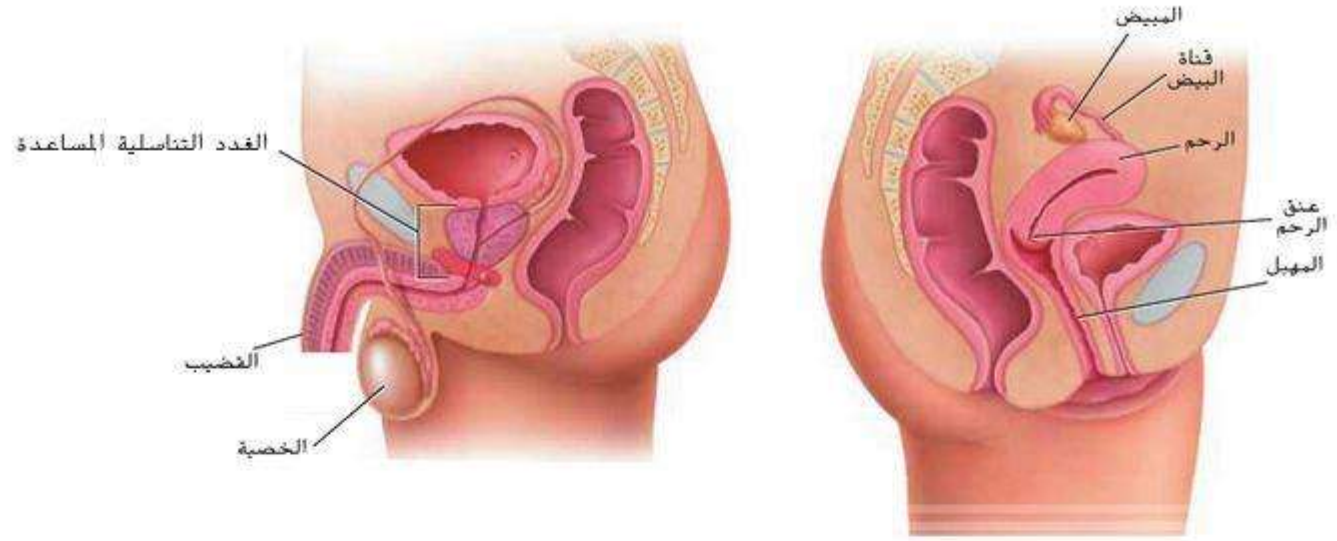
■ **الشكل 6** يسمح الجهاز التنفسي بتبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون ليساعد في الحفاظ على الاتزان الداخلي في الجسم

التنفس

كما هو مبيّن في **الشكل 6**، يتضمّن الجهاز التنفسي الممرات الأنفية، والبلعوم، والحنجرة، واللهاة، واللهاة والقصبة الهوائية والشعب الهوائية والرئتين والحجاب الحاجز. وتعمل أعضاء الجهاز التنفسي على تبادل؟ الغازات بين الهواء والدم. إضافةً إلى ذلك، يساعد تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الحفاظ على الاتزان الداخلي. فبعد استنشاق الهواء عبر الأنف أو الفم، ينتقل إلى الرئتين حيث يصل إلى الحويصلات الهوائية، وهي تراكيب صغيرة شبه كيسية توجد في نهاية الشعيبات الهوائية، حيث ينتشر الأكسجين عبر الجدران الرقيقة إلى داخل الشعريات المحيطة. ويحمل الأكسجين بعد ذلك عبر الجسم في خلايا الدم الحمراء التي ينتشر منها إلى خلايا الجسم.

تستخدم الخلايا الأكسجين عندما تقوم بعملية التنفس الخلوي لإنتاج ال ATP وينتشر ثاني أكسيد الكربون، وهو أحد نواتج التنفس الخلوي، خارجًا من الشعريات عائدًا إلى الرئتين ويجري إخراجه من الجسم أثناء الزفير. وتنقبض عضلات الحجاب الحاجز والضلوع وتنبسط عند قيام الرئتين بإدخال الهواء وإطلاقه أثناء التنفس.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

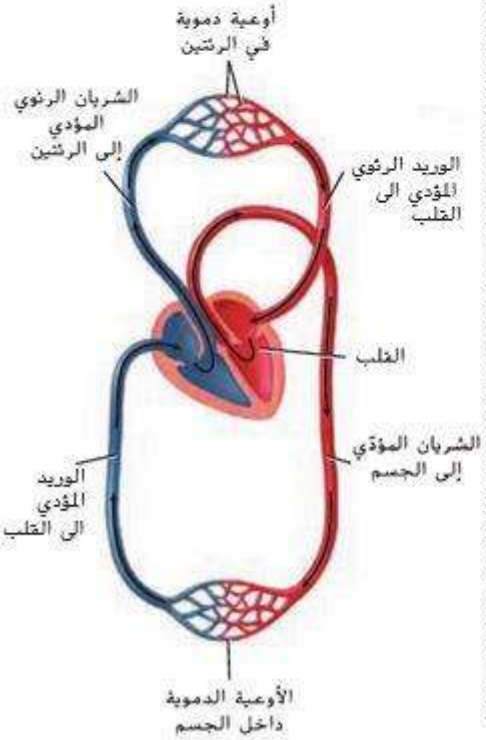


■ **الشكل 7** يُنتج الجهاز التناسلي الذكري الحيوانات المنوية، ويُنتج الجهاز التناسلي الأنثوي البويضات

التكاثر

يتضمّن الجهاز التناسلي الذكري الخصيتين والقضيب والغدد التناسلية المساعدة التي تُنتج السائل المنوي. ويتكوّن الجهاز التناسلي الأنثوي من الرحم وقناتي البيض والمبيضين وعنق الرحم والمهبل. وتتمثّل الوظيفة الرئيسة لكل من الجهازين التناسليين الذكري والأنثوي المبيّنين في **الشكل 7**، في إنتاج الأمشاج. يقوم الجهاز التناسلي الذكري بإنتاج الحيوانات المنوية، والحفاظ عليها، ويتم نقلها إلى الجهاز التناسلي الأنثوي بواسطة الجهاز التناسلي الذكري. ويكون إنتاج البويضات والحفاظ عليها بواسطة الجهاز التناسلي الأنثوي، الذي يستقبل الحيوانات المنوية وينتج عنه الجنين النامي. تحافظ حلقات التغذية الراجعة الإيجابية والسلبية على الاتزان الداخلي أثناء نمو الجنين. الجدير بالذكر ، أنّه يتمّ إنتاج كل من الحيوانات المنوية والبويضات عن طريق عملية الانقسام المنصف. تؤدّي الهرمونات دورًا مهمًا في أداء كل من الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي.

■ **الشكل 8** يتدفق الدم المؤكسج من القلب إلى خلايا الجسم، ويتدفق الدم غير المؤكسج من الخلايا عائدًا إلى القلب



الدورة الدموية

يتكون الجهاز الدوري من كل من القلب والأوعية الدموية والدم والجهاز الليمفي. وتعمل هذه التراكيب على نقل الدم والليمف عبر الجسم، جالبةً الأكسجين والمواد المغذية إلى الخلايا، ومزيلةً الفضلات، مثل ثاني أكسيد الكربون، من الخلايا. توجد ثلاثة أنواع من الأوعية الدموية: الشرايين والأوردة والشعيرات الدموية. وكما هو مُبيّن في **الشكل 8**، تنقل الشرايين الدم المؤكسج من القلب
وتعيد الأوردة الدم غير المؤكسج مرة أخرى إلى القلب. أما الشعيرات الدموية، فهي أوعية مجهرية تنتقل من خلالها الغازات والمواد المغذية إلى خلايا الجسم ومنها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يحمل الدم أيضًا مواد مقاومة للأمراض يتم إنتاجها في جهاز المناعة. فتقاوم كريات الدم البيضاء وخلايا أخرى العدوى وتدمّر الخلايا الغريبة. وتساعد الصفائح الدموية الدم على التخثّر عند حدوث جرح أو نزف للدم، كما يساعد الجهاز الدوري في الحفاظ على درجة حرارة الجسم ثابتة عن طريق توزيع الحرارة عبر الجسم.

الإخراج

يكوّن كل من الرئتين والجلد والكليتين والمثانة البولية مَعًا الجهاز الإخراجي، المبيّن في **الشكل 9**. ويؤدي كل عضو وظيفة التخلّص من الفضلات من الجسم بقدر ما من أجل الحفاظ على الاتزان الداخلي. تُخرج الرئتان ثاني أكسيد الكربون، وهو أحد نواتج عملية التنفس الخلوي، عند الزفير. ويُخرج الجلد الماء والأملاح عندما يعرق الجسم.

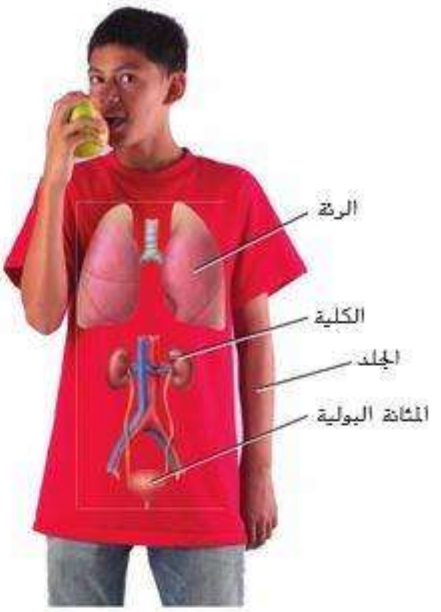
تُعتبر الكليتان العضو الإخراجي الرئيس في الجسم، وهما عبارة عن عضوين يشبهان حبة الفاصولياء، يصفّيان الفضلات والأملاح والماء من الدم. تساعد الكليتان في الحفاظ على الرقم الهيدروجيني (pH) للدم ضمن المعدل الطبيعي عبر إخراج أيونات الهيدروجين وإعادة امتصاص أيونات الصوديوم. وتنتقل الفضلات السائلة، في صورة بول، من الكليتين إلى المثانة البولية عبر الحالبين. ثم يجري إخراج البول من المثانة البولية عبر الإحليل أثناء التبوّل.

الحركة والتنسيق

يتطلب تنسيق أجهزة الجسم استجابة الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. وتعتبر حركة الجسم إحدى وظائف الجهاز الهيكلي والجهاز العضلي.

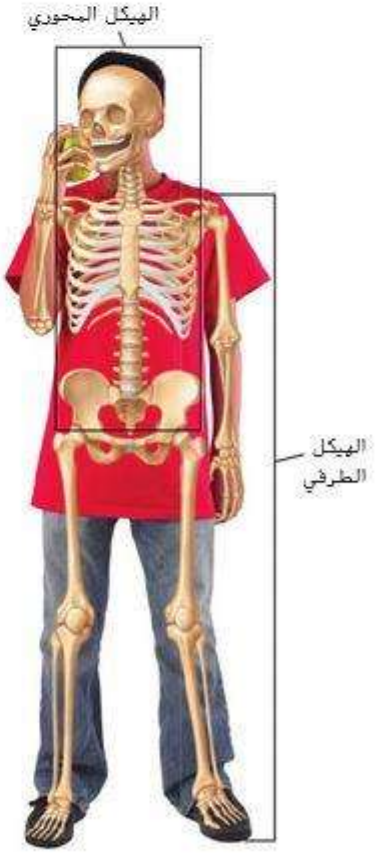
الجهاز الهيكلي كما هو مبيّن في **الشكل 10**، يتكوّن الجهاز الهيكلي من 206 عظمة موجودة في الجسم. وينقسم إلى قسمين هما الهيكل المحوري والهيكل الطرفي. تتمثّل الوظيفة الأساسية للجهاز الهيكلي في تدعيم الجسم. وحماية الأعضاء من الإصابة. على سبيل المثال، الدماغ تحميه الجمجمة، والقلب والرئتان تحميهما الضلوع وعظمة القص. وتتضمّن الوظائف الأخرى للجهاز الهيكلي إنتاج خلايا دمّ حمراء، وكريات دمّ بيضاء، وصفائح دموية. كما تُخزّن العظام بعض المعادن مثل الكالسيوم والفسفور.

تعمل العظام كسطح ترتبط به العضلات من أجل تحريك الجسم. وتلتقي العظام عند المفاصل التي تُصنّف تبعًا لنوع الحركة التي تسمح بها وشكل أجزائها. وترتبط العظام بعضها ببعض عند المفاصل بواسطة **الأربطة**، وهي أشرطة متينة مكونة من النسيج الضام. كما تكون بعض المفاصل، مثل تلك التي توجد في الجمجمة، غير متحركة.

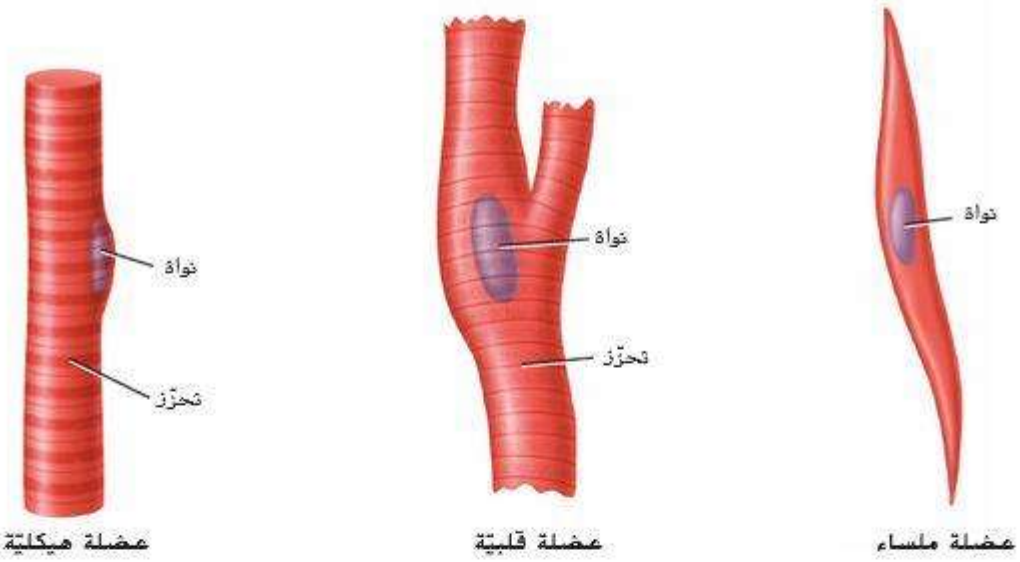


■ **الشكل 9** تزيل أعضاء الجهاز الإخراجي الفضلات من الجسم للمساعدة في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

■ **الشكل 10** ينقسم الجهاز الهيكلي إلى الهيكل المحوري والهيكل الطرفي.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

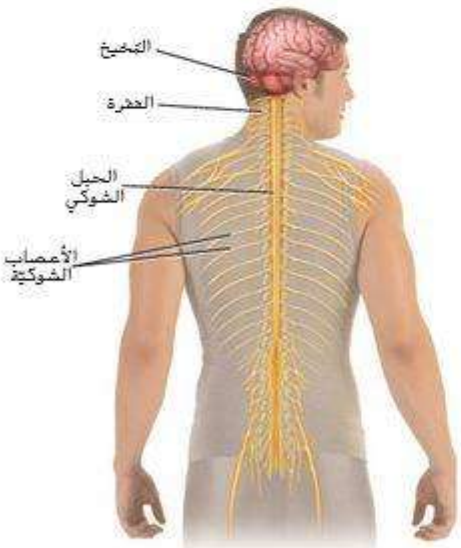


■ **الشكل 11** العضلة الهيكلية هي عضلة مخططة. العضلة القلبية هي عضلة مخططة لا إرادية من العضلات الحركية. أما العضلة الملساء فهي غير مخططة الشكل ومغزلية.

الجهاز العضلي يتضمّن الجهاز العضلي ثلاثة أنواع من النسيج العضلي وهي مَبيّنة في **الشكل 11**: العضلات الهيكلية أو العضلات الإرادية والعضلة اللاإرادية أو الملساء والعضلة القلبيّة. وتسمى بالعضلات الهيكلية لأنّها تتصل بشكل مباشر مع الهيكل العظمي بواسطة الأوتار. وهي عضلات يمكن التحكم بها بوعي لتأدية حركات الجسم، مثل المشي والجري والكتابة على لوحة المفاتيح.

إنّ العضلة القلبية موجودة في القلب فقط. إنّ هذا النسيج العضلي اللاإرادي أيّ الذي لا يمكنك التحكم به، يَبقي القلب ينبض بإيقاع وباستمرار. إنّ العضلة الملساء، التي تَبطّن الكثير من الأعضاء الداخلية، لاإرادية أيضًا. فهي تساعد في تحريك المواد عبر الأعضاء. على سبيل المثال، تساعد العضلة الملساء التي تَبطّن أعضاء الجهاز الهضمي في تحريك الطعام عبر المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة.

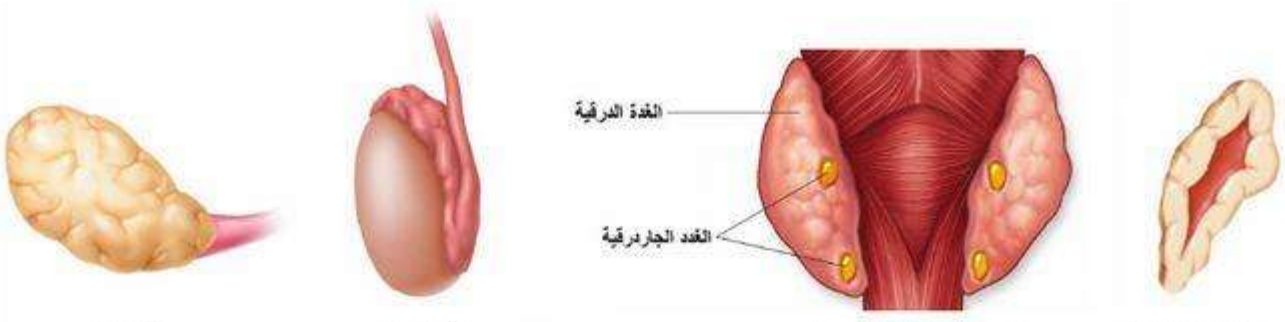
■ **الشكل 12** يكوّن كل من الدماغ والحبل الشوكي الجهاز العصبي المركزي.



الجهاز العصبي يكوّن كل من خلايا الأعصاب أو الخلايا العصبية والدماغ والحبل الشوكي معاً الجهاز العصبي. تنقل الخلايا العصبية رسائل من الدماغ إلى خلايا الجسم والعكس صحيح. وتستجيب الخلايا العصبية الحسية لمؤثرات من خارج الجسم وداخله، وترسل معلومات إلى الدماغ. تحمل الخلايا العصبية البينية الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي إشارات إلى الخلايا العصبية الحركية. وتحمل الخلايا العصبية الحركية الإشارات من الدماغ والحبل الشوكي إلى الجسم. يَنسّق ذلك رد فعل الجسم تجاه المؤثرات التي تتعرّف عليها الخلايا العصبية الحسية للمساعدة في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

ينقسم الجهاز العصبي إلى جزأين وهما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي. يتكوّن الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي، وهو مَبيّن في **الشكل 12**. ويتكوّن الجهاز العصبي الطرفي من الخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية الحركية التي ترسل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 13** تنقل الهرمونات التي تفرزها غدد جهاز الغدد الصماء المعلومات لتساعد في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

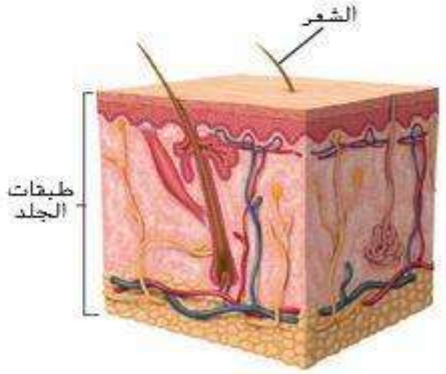
جهاز الغدد الصماء يعمل جهاز الغدد الصماء كجهاز اتصال. ويتكوّن من غدد، بعضها مُبيّن في **الشكل 13**، تفرز هرمونات استجابةً للمعلومات الواردة من حلقات التغذية الراجعة الداخلية. تتضمن غدد جهاز الغدد الصمّاء: الغدة النخامية والغدة الدرقية والغدة الجاردرقية والغدة الزعترية والغدة الصنوبرية والبنكرياس والغدة الكظرية والمبيضين والخصيتين. وتساعد الهرمونات التي تفرزها تلك الغدد في تنظيم الاتزان الداخلي عبر الجسم حيث يجري مراقبة مستويات كل من الكالسيوم والجلوكوز في الدم وتوازن الماء في الجسم بواسطة جهاز الغدد الصماء. ويؤثر هرمون النمو عند الإنسان (hGH)، الذي تفرزه الغدة النخامية، في أنسجة العضلات والعظام. فهرمون النمو عند الإنسان يُحفّز انقسام الخلايا في تلك الأنسجة مما يؤدي إلى نمو الجسم. وتحفّز الهرمونات التي تفرزها الخصيتان والمبيضان لدى الذكور والإناث على التوالي البلوغ وتنظّم عمليات الجهاز التناسلي.

المناعة

يتمتّع الجسم بالكثير من وسائل الدفاع التي تساعده في مقاومة غزو المواد الغريبة. وقد تكون وسائل الدفاع هذه لانوعيةً في حالة الجهاز الفشائي، ونوعيةً في حالة خلايا جهاز المناعة.

الجهاز الفشائي المبيّن في **الشكل 14**، يتكوّن من الجلد والشعر والأظافر. فيغطي الجلد الجسم ويمنع الكائنات المجهرية والمواد الغريبة الأخرى من دخول الجسم، ويُعتبر خط الدفاع الأول ضد العدوى. كما تحمي الخلايا الموجودة في الجلد الجسم من الأشعة فوق البنفسجية وتجعل الجلد مقاومًا للماء. ومن بين وظائف الجلد الرئيسة المساعدة في الحفاظ على الاتزان الداخلي عن طريق الإبقاء على درجة حرارة الجسم الداخلية ضمن المعدل الطبيعي. إذ يُساعد تبخُّر العرق عن سطح الجلد في تبريد الجسم عندما ترتفع درجة حرارته الداخلية. وإذا انخفضت درجة حرارة الجسم بشدة، تضيق الشعيرات الدموية الموجودة في الجلد. وبما أنّ الدم لا يكون بالقرب من سطح الجلد، يقلّ فقدان الحرارة. كما يعمل الجلد كعضو حسي لأنّ له مستقبلات عصبية للألم والضغط وتغيُّرات درجة الحرارة التي ترسل معلومات إلى الدماغ عن تلك التغيُّرات. ويشترك الجلد أيضًا في إنتاج فيتامين D، وهو فيتامين مهم للتكوّن السليم للعظام.

■ **الشكل 14** إنّ الجلد عبارة عن خط الدفاع الأول للجسم ضد غزو المواد الغريبة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

خلايا جهاز المناعة تتضمَّن الأعضاء والمواد التي تعمل كجزء من مناعة الجسم الجلد والمخاط وكريات الدم البيضاء. وتشترك تلك التراكيب في المناعة غير المتخصصة وتساعد في حماية الجسم من المواد الغريبة ومسبِّبات الأمراض عن طريق منعها فيزيائياً من دخول الجسم أو عن طريق تدميرها كيميائيًا إذا دخلت بالفعل إلى الجسم. بالإضافة إلى ذلك، يعمل الجهاز الليمفي على التخلص من مسبِّبات المرض وتدميرها. ويتضمَّن الجهاز الليمفي العقد الليمفية، واللوزتين، والطحال، والغدة الزعترية، والنسيج الليمفي الموجود في الأغشية المخاطية الخاصة بالأعضاء الأخرى في الجسم. ويشترك نوعان من الخلايا الليمفية، وهما الخلايا B والخلايا T، في المناعة النوعية. فتُنتج الخلايا B أجسامًا مضادة استجابةً لكائنات مجهرية معيَّنة ويعمل بعضها كخلايا ذاكرة في حالة إصابة الجسم بمسبِّب المرض نفسه مرة أخرى.

الجدول 3 تركيب أجهزة جسم الإنسان ووظيفتها

الجهاز	الأعضاء والتراكيب	الدور في الحفاظ على الاتزان الداخلي
الهضمي	الفم والأسنان واللسان والغدد اللعابية والبلعوم والمريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة والكبد والمرارة والبنكرياس	تناول الطعام وهضمه وامتصاص المواد المغذية إلى الدم وامتصاص الماء وإخراج الفضلات
التنفسي	الممرات الأنفية والبلعوم والحنجرة واللهاة والقصبة الهوائية والشعب الهوائية والرئتان	جلب الهواء إلى الجسم وتبادل الغازات وإزالة الفضلات
التناسلي	الذكري: الخصيتان والقضيب والغدد الأنثوي: المبيضان وقناتا البيض والرحم وعنق الرحم والمهبل	الذكري: إنتاج الحيوانات المنوية والحفاظ عليها ونقلها إلى الجهاز التناسلي الأنثوي الأنثوي: إنتاج البويضات والحفاظ عليها واستقبال الحيوانات المنوية والحفاظ على الجنين النامي
الدوري	القلب والأوعية الدموية والدم	نقل الأكسجين والمواد المغذية وثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى من خلايا الجسم وإليها وتوزيع الحرارة في أنحاء الجسم
الإخراجي	الكليتان والمثانة البولية والرئتان والجلد	التخلّص من السموم والفضلات من الجسم
الهيكلي	العظام والمفاصل والأربطة	دعم الجسم وحماية الأعضاء الحيوية وإنتاج خلايا الدم وتخزين المعادن والسماح بحركة الجسم
العضلي	العضلة الهيكلية والعضلة الملساء والعضلة القلبية، والأوتار	حركة الجسم الإرادية ونقل المواد عبر الجسم، والحفاظ على استقرار نبض القلب
العصبي	الدماغ والحبل الشوكي والخلايا العصبية والأعضاء الحسية	نقل الرسائل وتفسيرها عبر الجسم والاستجابة للمؤثرات الداخلية والخارجية والحفاظ على الاتزان الداخلي والتحكم بوظائف الجسم الإرادية واللاإرادية
الغدد الصماء (الهرموني)	الغدة النخامية والغدة الدرقية والغدة الجاردرقية والغدة الكظرية والغدة الصنوبرية والغدة الزعترية والبنكرياس والمبيضان والخصيتان	إفراز الهرمونات وتنظيم الاتزان الداخلي
الغشائي	الجلد والشعر والأظافر	الحماية وتنظيم درجة الحرارة وانتاج فيتامين D
المناعة	الجلد والمخاط وكريات الدم البيضاء والجهاز الليمفي	حماية الجسم من الكائنات المجهرية الغريبة، ومقاومة العدوى والمرض

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفكرة الرئيسة تعمل أجهزة الجسم على إبقاء الاتزان الداخلي مستقر للحفاظ على الوظائف الحيَّة.

القسم 1 أجهزة الجسم والإتزان الداخلي

الاتزان الداخلي
Internal homeostasis
مستويات التنظيم
Levels of organization
التغذية الراجعة السالبة
Negative feedback
التغذية الراجعة الموجبة
Positive feedback

- ما وظائف أجهزة الجسم في الحفاظ على الاتزان الداخلي
- تساعد أجهزة الجسم على الحفاظ على الحياة
- تتدرج مستويات التنظيم من المستوى الجزيئي الى الجسم كامل
- يتحقق الاتزان الداخلي للجسم بواسطة التغذية الراجعة السلبية والايجابية من مستويات التنظيم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

مراجعة المفردات

1. عرّف كل مصطلح من المصطلحات التالية
   - حلقة التغذية الراجعة السلبية
   - حلقة التغذية الراجعة الإيجابية
2. عدّد مستويات التنظيم في جسم الانسان

فهم الأفكار الرئيسة

3. أي من الاعضاء الآتية تفرز الهرمون الخاص بتنظيم سرعة الأيض في جسم الانسان؟
   A. الطحال
   B. المخ
   C. الغدة الدرقية
   D. الكلية

4. إشارة أن المثانة ملأى تُرسَل الى الجهاز العصبي المركزي عن طريق؟
   A. حلقة التغذية الراجعة
   B. مستقبلات عصبية حسية
   C. أنابيب النفرون
   D. مستقبلات بروتين

5. يسمى المستشعر الذي يراقب التغييرات في البيئة ويستجيب لها بـ .
   A. مركز التحكم
   B. مستقبلات
   C. المستجيب
   D. المتلقي

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

6. ما دور كل من:

التركيب	الدور
الاربطة في الجهاز الهيكلي	
العضلات الهيكلية في الجهاز العضلي	
خلايا الجلد في الجهاز الغشائي	

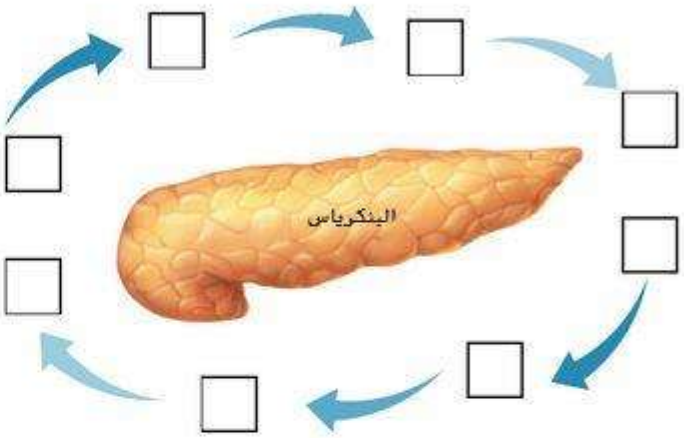
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

أسئلة ذات إجابات قصيرة تحاكي الـ SAT

باستخدام الرسم التالي، املأ الفراغات بالرقم الصحيح وفق الخطوات المتبعة في التغذية الراجعة السلبية لعملية تنظيم الجلوكوز في الدم؟



1. يفرز البنكرياس الجلوكاجون
2. يرتفع الجلوكوز في الدم مما يوقف إفراز الجلوكاجون
3. يتحول الجلوكوز الى جلايكوجين يخزن في الجسم
4. يفرز البنكرياس الإنسولين
5. يحفز انتاج الجلوكوز من الجلايكوجين والمركّبات غير الكربوهيدراتية
6. ينخفض الجلوكوز في الدم مما يوقف إفراز الإنسولين
7. عندما يكون مستوى الجلوكوز في الدم منخفضًا
8. عندما يكون مستوى الجلوكوز في الدم مرتفعًا

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 6

الجهاز العصبي

تجربة استهلالية

كيف تنتقل المعلومات في الجهاز العصبي؟

يتعرّض الجسم إلى سيل من الأصوات والروائح والمناظر والمذاقات والتّماس الجسمي بصورة مستمرة تقريبًا. يعالج الجهاز العصبي كل هذه المؤثرات ويتفاعل معها بشكل يخدم بقاء الإنسان على قيد الحياة. ستقوم في هذه التجربة بنمذجة عملية التواصل هذه.

المطويات®

ارسم مخططًا من ثلاثة أعمدة مستخدمًا التسميات الواردة في الشكل، واستخدمه لتسجيل تأثير الأدوية على الجهاز العصبي.

إسم التركيب العصبي	إسم الدواء	التأثير منبّه/زيادة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموضوع المحوري الطاقة

الطاقة مطلوبة لانتقال السيال العصبي عبر الخلية العصبية.

الفكرة الرئيسة الجهاز العصبي أساسي للتواصل بين الخلايا والأنسجة والأعضاء.

القسم 1 • تركيب الجهاز العصبي

القسم 2 • تنظيم الجهاز العصبي

القسم 3 • الحواس

القسم 4 • تأثيرات العقاقير

Chapter Sourced From: 6 Nervous System, Chapter 33 from Glencoe Biology ©2017

تركيب الجهاز العصبي

الأسئلة الرئيسة

- ما الأجزاء الرئيسة في الخلية العصبية وما وظيفة كل جزء منها؟
- ما وجه الشبه بين السيال العصبي والإشارة الكهربائية، وكيف ينتقل السيال العصبي في الخلية العصبية؟

مفردات للمراجعة

الانتشار diffusion: حركة عشوائية للجسيمات من الوسط الأعلى تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا ليصبح التوزيع متساويًا

مفردات جديدة

neuron	الخلية العصبية
dendrite	الزوائد الشجيرية
cell body	جسم الخلية
axon	المحور
reflex arc	القوس الانعكاسي
action potential	جهد الفعل
threshold	عتبة التنبيه
node	العقدة
synapse	التشابك العصبي
neurotransmitter	الناقل العصبي

الفكرة الرئيسة **تنقل الخلايا العصبية الإشارات الكهربائية التي تدفع الخلايا والأنسجة والأعضاء لاستقبال المؤثرات والاستجابة لها.**

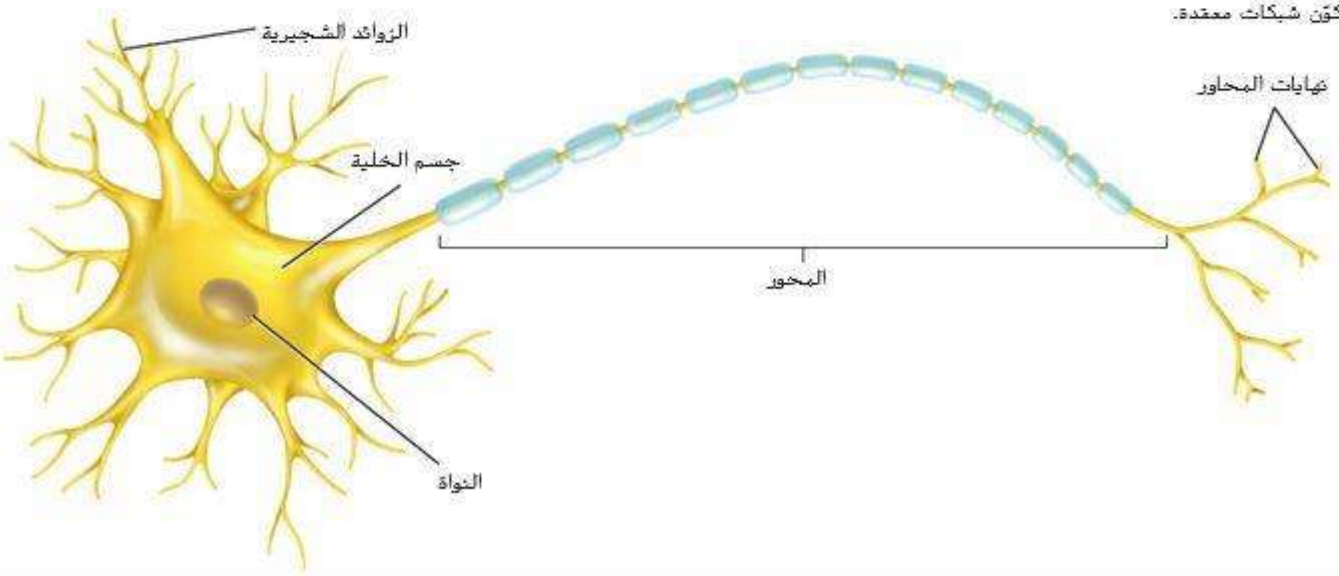
الربط مع الحياة اليومية تخيل أنك استيقظت في منتصف الليل ونهضت من الفراش. وفي طريقك إلى المطبخ، ارتطم إصبع قدمك بقطعة أثاث. وقد عرفت فورًا ما حدث. فهل شعرت بالألم خلال ثانية؟ أم أقل من ذلك؟ كيف وصلت هذه الرسالة إلى دماغك بسرعة كبيرة؟

الخلايا العصبية

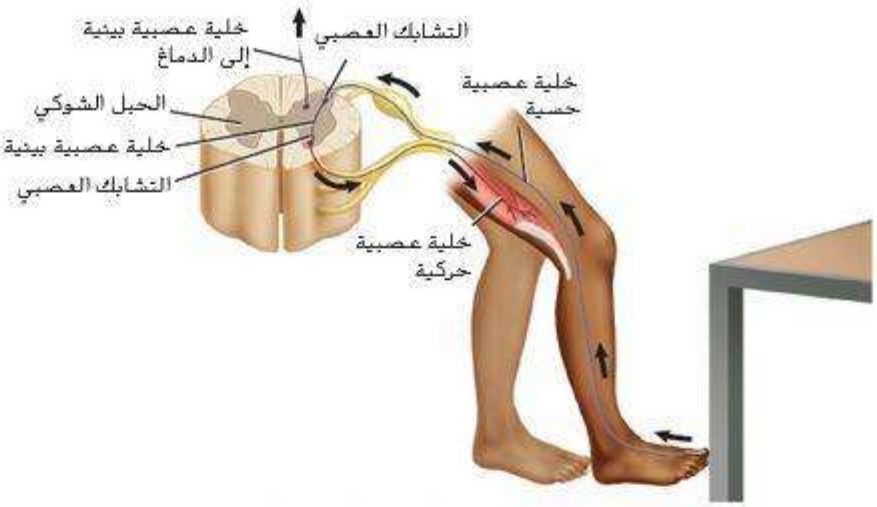
عند ارتطام إصبع قدمك بقطعة الأثاث تُرسَل إشارات مكوّنة من شحنات كهربائية وكيميائية لإيصال رسالة الإرتطام إلى الدماغ. إن **الخلايا العصبية** هي خلايا متخصصة تساعدك على جمع معلومات عن البيئة من حولك وتفسير تلك المعلومات والإستجابة لها، وهي تشكّل شبكة إتصالات ضخمة في الجسم، تُسمّى الجهاز العصبي. إن **الشكل 1** يوضح تركيب الخليّة العصبية والتي تتكوّن من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: الزوائد الشجيرية ، جسم الخلية والمحور. تستقبل **الزوائد الشجيرية** إشارات تسمّى السيالات العصبية من الخلايا العصبية الأخرى وتنقلها إلى جسم الخلية. وتحتوي كل خلية عصبية على عدد من الزوائد الشجيرية. يحوي **جسم الخلية** نواة الخلية العصبية والكثير من العُضيات. أما **المحور**، فيحمل السيال العصبي من جسم الخلية إلى الخلايا العصبية الأخرى والعضلات.

التأكد من فهم النص **اربط** بين الزوائد الشجيرية والمحاور وأجسام الخلايا.

الشكل 1 تتكوّن الخلية العصبية من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: الزوائد الشجيرية وجسم الخلية والمحور. والجدير بالذكر أن الخلايا العصبية هي خلايا بالغة التخصص منظّمة لتكوّن شبكات معقدة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 2** يتضمن الانعكاس البسيط خلية عصبية حسية وخلية عصبية بينية وخلية عصبية حركية. وتستطيع الخلايا العصبية البينية أيضًا نقل السيالات إلى الدماغ.
اشرح كيفية اكتمال الانعكاس قبل تمكن الدماغ من تفسير الحدث.

تُقسم الخلايا العصبية إلى ثلاثة أنواع: الخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية البينية والخلايا العصبية الحركية. تستقبل الخلايا العصبية الحسية سيالات من المستقبلات الموجودة في الجلد وأعضاء الحس إلى الدماغ والحبل الشوكي. فترسل إشارات إلى الخلايا العصبية البينية الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي. وتنقل الخلايا العصبية البينية السيال العصبي إلى الخلايا العصبية الحركية التي تحمل بدورها السيالات العصبية من الدماغ والحبل الشوكي إلى إحدى الغدد أو العضلات، فتحدث استجابة. راجع **الشكل 2** لتتبع مسار السيال العصبي لانعكاس لاإرادي بسيط. يكمّل السيال العصبي ما يسمى بالقوس الانعكاسي. **والقوس الانعكاسي** هو مسار عصبي يتكوّن من خلية عصبية حسية وأخرى بينية وثالثة حركية ويسمّى ذلك بالفعل المنعكس الشوكي. والجدير بالذكر أن الدماغ لا يشكّل جزءًا من هذا المسار. يُعدّ القوس الانعكاسي تركيبًا أساسيًا في الجهاز العصبي.

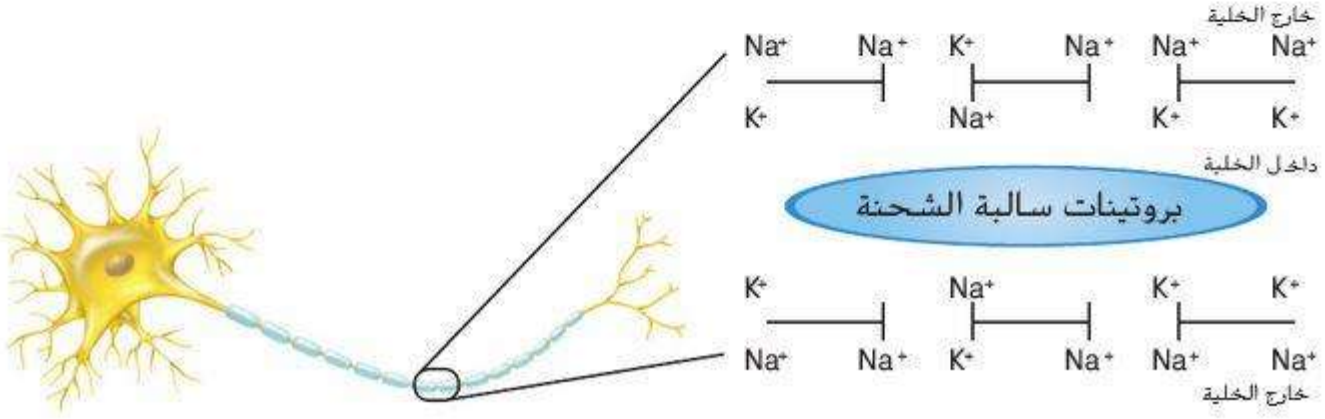
السيال العصبي

الربط بالفيزياء

إن **السيال العصبي** هو شحنة كهربائية تنتقل عبر الخلية العصبية. وينتج السيال عن مؤثّر، كاللمس أو الصوت القوي مثل الدويّ الحاد، هذا المؤثّر يتسبب في انتفاض الشخص من مكانه.

خلية عصبية في وضع الراحة عندما تكون الخلية العصبية في وضع الراحة، كما يظهر في **الشكل 3**، فإنها لا توصّل السيال العصبي. لاحظ وجود أيونات صوديوم (Na^+) خارج الخلية أكثر مما في داخلها. والعكس صحيح لأيونات البوتاسيوم (K^+)، حيث توجد أيونات بوتاسيوم داخل الخلية أكثر مما في خارجها.

■ **الشكل 3** إن توزيع أيونات الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ ووجود جزيئات بروتين سالبة الشحنة في السيتوبلازم يبقي داخل الخلية مشحونًا بشحنة سالبة أكثر من خارجها عندما تكون الخلية في وضع الراحة.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

قناة

الاستخدام العلمي: ممر تمر عبره المعلومات في صورة أيونات أو جزيئات تمر السيالات العصبية عبر الخلية العصبية عندما تفتح القنوات في الغشاء البلازمي.

الاستخدام العام: الجزء العميق من نهر أو ميناء أو مضيق تمر السفن الكبيرة عبر القناة.

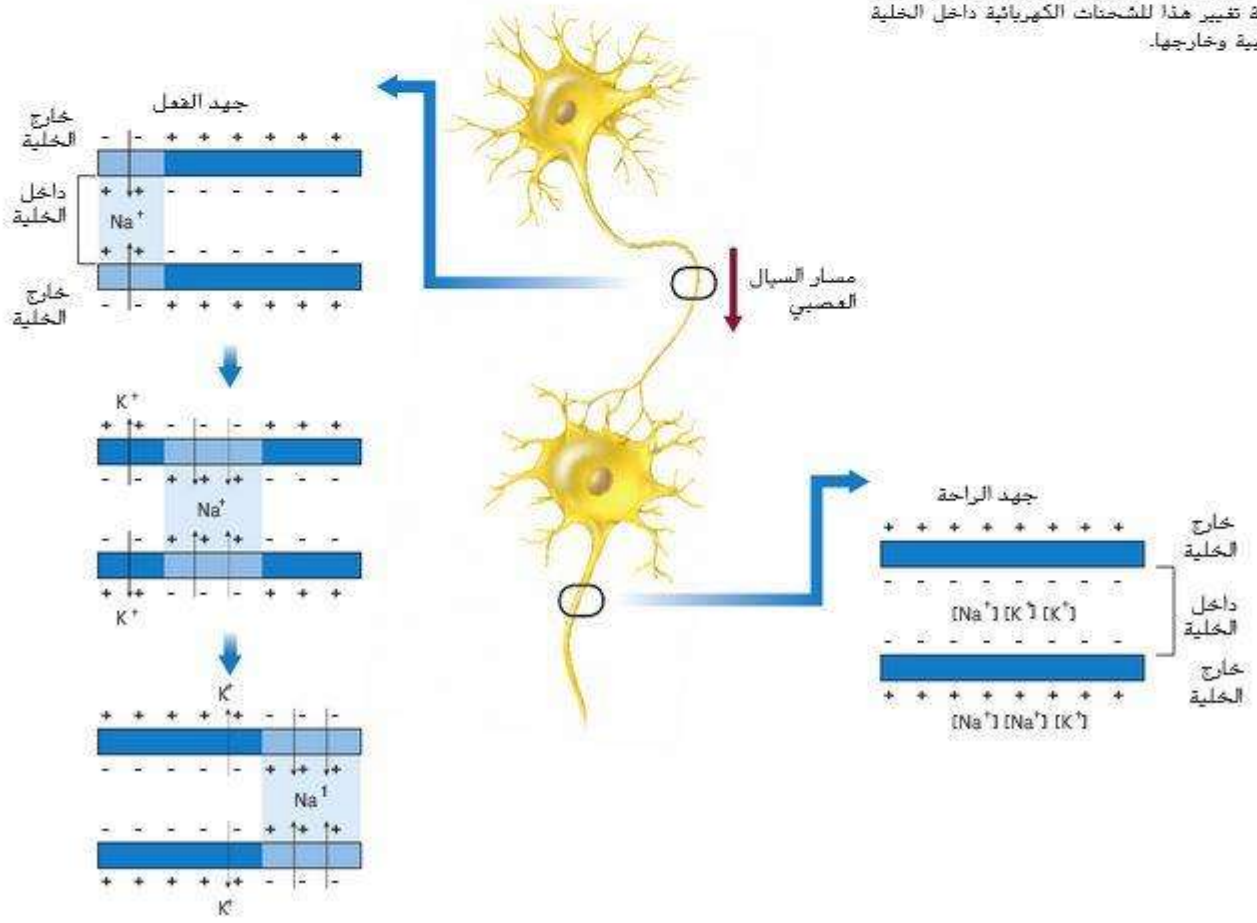
تذكّر أنّ الأيونات تنتشر عبر الغشاء البلازمي من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا. تعيق البروتينات الموجودة في الغشاء البلازمي انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وتنظّم هذه البروتينات مضخة الصوديوم والبوتاسيوم، إذ تنقل بشكل نشط أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية وأيونات البوتاسيوم إلى داخلها.

فمقابل كل أيونين من البوتاسيوم يُضخان إلى داخل الخلية العصبية، تُضخ ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارجها. ويؤدي ذلك إلى عدم التوازن في توزيع أيونات الصوديوم الموجبة، فينجم عنه شحنة موجبة خارج الخلية العصبية وشحنة سالبة للسيتوبلازم داخل الخلية العصبية.

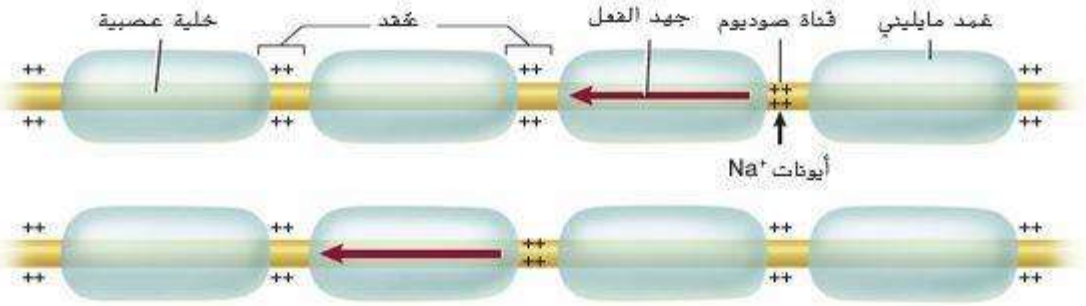
جهد الفعل إن **جهد الفعل** هو اسم آخر للسيال العصبي. يعرّف السيال العصبي بأنه انتقال لجهد الفعل من مكان تكوّنه الى المنطقة المجاورة عبر محور العصبون وتسمى أدنى قيمة لشدّة المؤثّر التي تتسبب في حدوث جهد الفعل **عتبة التنبيه**. غير أنّ المؤثر الأقوى لا يُولّد بالضرورة جهد فعل أقوى. ويوصف عمل جهد الفعل بقانون "الكل أو العدم"؛ إذ يعني ذلك أن يكون السيال العصبي قويًا بما يكفي كي ينتقل عبر الخلية العصبية أو لا يكون قويًا بدرجة كافية.

عندما يصل المؤثر إلى عتبة التنبيه تفتح القنوات في الغشاء البلازمي ومن ثم تدخل أيونات الصوديوم سريعًا إلى الخلية العصبية عبر هذه القنوات، مسببة انعكاسًا مؤقتًا للشحنات الكهربائية، ويصبح داخل الخلية مشحونًا بشحنة موجبة، مما يتيح فتح قنوات أخرى. إضافةً إلى ذلك، تنتقل أيونات البوتاسيوم إلى خارج الخلية عبر هذه القنوات، فتصبح الخلية ذات شحنة كهربائية سالبة من الخارج. يبين **الشكل 4** أن هذا التغير في الشحنات ينتقل على شكل موجات على طول محور الخلية العصبية.

الشكل 4 تتبّع جهد الفعل عندما يمر على طول المحور من اليسار إلى اليمين. لاحظ ما يحدث لأيونات الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+)، وكيفية تغيير هذا للشحنات الكهربائية داخل الخلية العصبية وخارجها.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الشكل 5 سيال عصبي ينتقل من عقدة إلى أخرى عبر المحاور المايلينية.
اشرح ما يحدث عند العقدة عندما ينتقل سيال عصبي عبر محور مايليني.

سرعة جهد الفعل تختلف سرعة جهد الفعل حسب نوع محاور الخلايا العصبية اذا كانت مايلينية أو غير مايلينية.المايلين هي مادة دهنية تشكّل طبقة عازلة حول المحور تسمى الغمد. وثمة العديد من المناطق غير المغطاة بالغمد المايليني على طول المحور تُسمى **العقد**، كما يظهر في **الشكل 5**. لا تستطيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم الانتشار عبر الغمد المايليني، لكن يمكنها أن تصل إلى الغشاء البلازمي عند هذه العقد. ويسمح هذا الأمر لجهد الفعل بالانتقال القفزي من عقدة إلى أخرى، مما يساعد في زيادة سرعة نقل السيال العصبي على طول المحور.

يحوي جسم الإنسان خلايا عصبية مايلينية وأخرى غير مايلينية. تنقل الخلايا العصبية المايلينية السيال العصبي المتعلق بالألم الحاد. أما الخلايا العصبية غير المايلينية، فتنقل السيال العصبي المتعلق بالألم الخفيف النابض إذ ينتقل جهد الفعل في الخلايا العصبية غير المايلينية بشكل أبطأ بكثير من انتقاله في الخلايا العصبية المايلينية. عندما ارتطم إصبع قدمك بقطعة الأثاث، أي نوع من الخلايا العصبية كان له دور في نقل الإشارة؟

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

التأكد من فهم النص **اشرح** العلاقة بين عتبة التنبيه وجهد الفعل.

تجربة مصغرة 1

حقّق في رد الفعل المنعكس لرَمش العين

ما العوامل التي تؤثر في رد الفعل المنعكس لرَمش العين؟ هل ركبت السيارة يومًا ثم اصطدم شيء بالزجاج أمامك؟ لقد رمشت عيناك على الأرجح. يحدث رد الفعل المنعكس لرمش العين عندما تُغلق جفون العين ثم تُفتح مرة أخرى بسرعة، وهذا الفعل استجابة لاإرادية للمؤثرات التي يفسرها الدماغ على أنها مؤذية. وتنتقل السيالات العصبية المتعلقة برد الفعل المنعكس لرَمش العين في مسارات بسيطة وقصيرة تستغرق ميللي ثانية، لتسمح برد فعل سريع يهدف إلى منع إلحاق ضرر بالعين.

الإجراء

1. حدد المخاطر المتعلّقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. شكّل مجموعة مكونة من ثلاثة طلاب. يتطوع الأول ويجلس خلف حاجز مساحته $1\ m^2$ من **الأكريليك**. ويراقب الثاني استجابات الأول ويسجلها.
3. يقف الثالث على بعد 1 m من الحاجز ويقذف **كرة تنس طاولة** بلطف لترتطم بالحاجز.
4. كرر الخطوة 3 وسجل استجابة الشخص المتطوع بعد كل محاولة.
5. قم بإجراء عصف ذهني متعلق بالمتغيرات التي قد تؤثر في استجابة الشخص المتطوع. وتوقّع تأثير كل منها في رد الفعل المنعكس لرمش العين.

التحليل

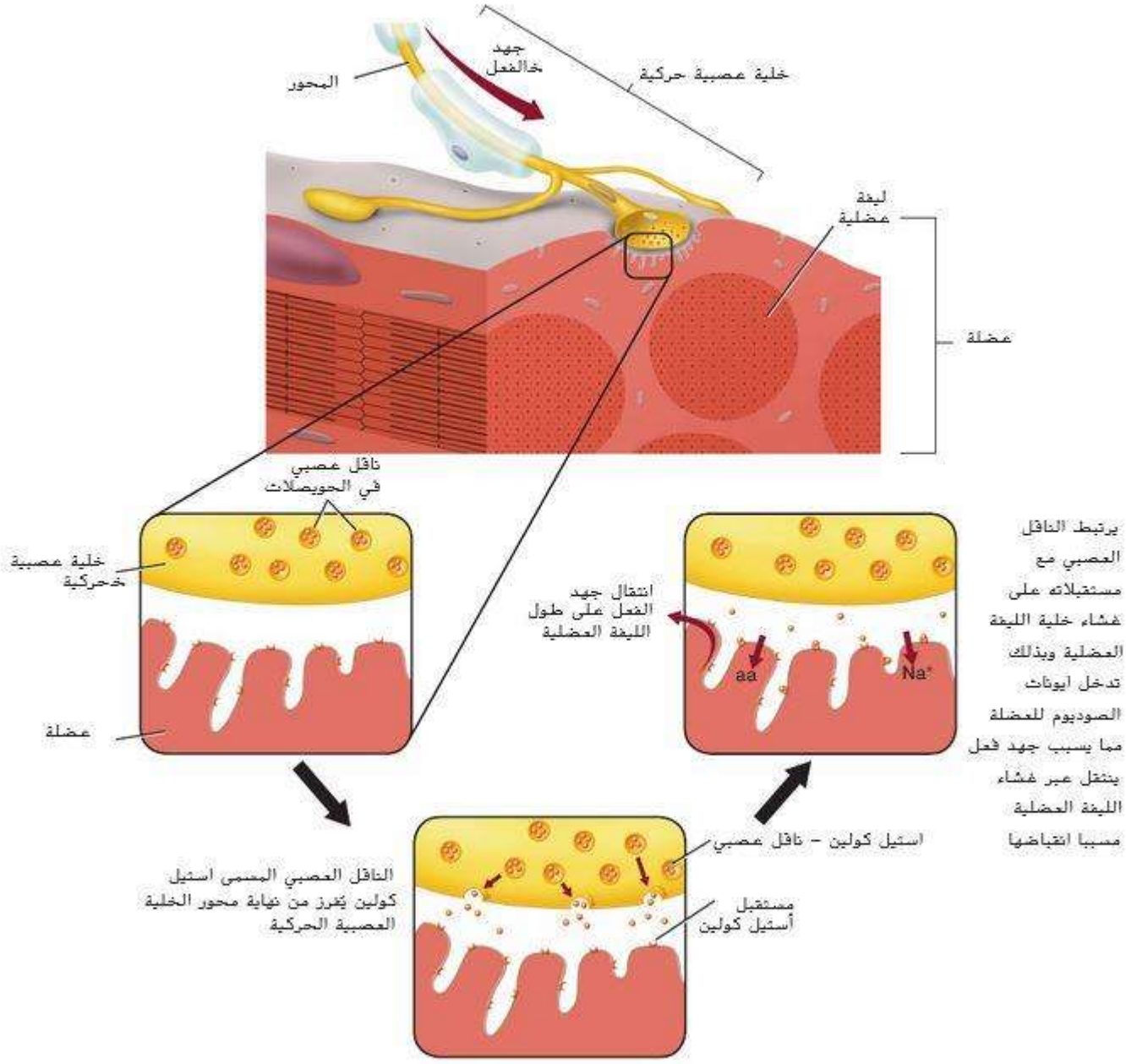
فسّر البيانات هل أدرك الشخص المتطوع المؤثرات في كل محاولة بالطريقة نفسها؟ اشرح إجابتك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

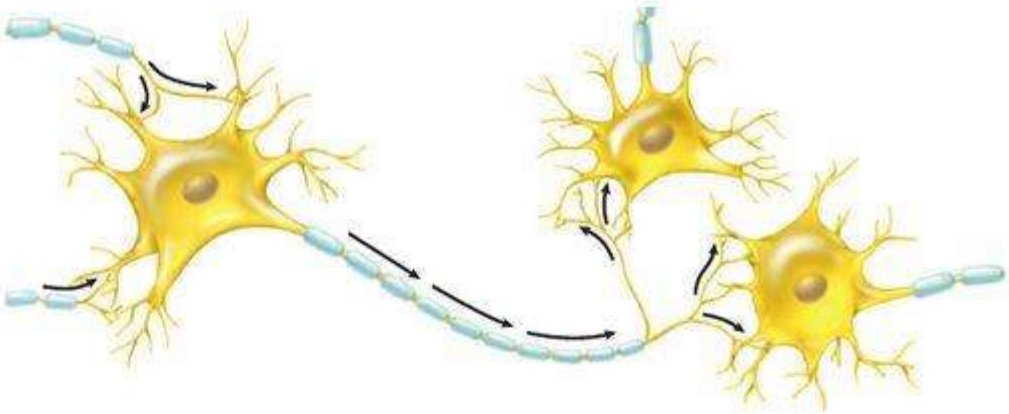
تصوُّر جهد الفعل

الشكل 6

يحدث انقباض العضلات الإرادي عندما تحفّز إشارة من الدماغ تكوّن جهد فعل في خلية عصبية حركية. فينتقل جهد الفعل الناتج على طول الخلية العصبية الحركية، مما يؤدي إلى تحرير ناقل عصبي يعطي إشارة للألياف العضلية لتنقبض.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الشكل 7 يمكن أن يكون للخلية العصبية الواحدة عدة تشابكات مع خلايا عصبية أخرى.

التشابك العصبي ثغرة فجوة صغيرة بين محور الخلية العصبية والزوائد الشجيرية لخلية عصبية أخرى، وتُسمّى هذه الفجوة **الشق التشابكي** . يعرف التشابك العصبي بأنه منطقة التقاء نهايات المحور لخلية ما مع زوائد شجيرية لخلية مجاورة لها وما بينهما من شق تشابكي عندما يصل جهد الفعل إلى نهاية محور الخلية العصبية، تلتحم مع أكياس صغيرة تسمى الحويصلات، وتحمل نواقل عصبية مع الغشاء البلازمي وتحرر الناقل العصبي في عملية تسمى الإخراج الخلوي. فعندما تتشابك خلية عصبية حركية مع خلية عضلية، كما هو مبيّن في **الشكل 6**، يمر الناقل العصبي الذي تم تحريره عبر التشابك العصبي ويسبب انقباض العضلة.

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

تجدر الإشارة إلى وجود أكثر من 25 نوعًا من النواقل العصبية. عندما يتحرر أحد النواقل العصبية في تشابك عصبي، لا يبقى هناك طويلًا، فقد ينتشر سريعًا بعيدًا عن التشابك العصبي أو يحلّله أحد الإنزيمات وفقًا لنوع الناقل العصبي. ويُعاد امتصاص بعض النواقل العصبية وتُستخدم ثانية. يبيّن **الشكل 7** أنه يمكن لخلية عصبية واحدة أن تتشابك مع العديد من الخلايا العصبية الأخرى.

القسم 1 المراجعة

ملخص القسم

- تتكوّن الخلية العصبية من ثلاثة أجزاء رئيسة.
- تقسم الخلايا العصبية إلى ثلاثة أنواع أساسية.
- إن السيال العصبي شحنة كهربائية ويسمى أيضًا جهد الفعل.
- تستخدم الخلايا العصبية المواد الكيميائية والشحنات الكهربائية لنقل السيالات العصبية.

فهم الأفكار الرئيسة

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

التفكير الناقد

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

الرياضيات في علم الأحياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تنظيم الجهاز العصبي

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن إنشاء رسم توضيحي للأجزاء الرئيسة للجهاز العصبي؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي؟

مفردات للمراجعة

الإحساس sensory، نقل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى المراكز العصبية

مفردات جديدة

الجهاز العصبي المركزي
central nervous system
الجهاز العصبي الطرفي
peripheral nervous system
المخ cerebrum
النخاع المستطيل medulla oblongata
القنطرة pons
تحت المهاد hypothalamus
الجهاز العصبي الجسمي
somatic nervous system
الجهاز العصبي الذاتي
autonomic nervous system
الجهاز العصبي السمبثاوي
sympathetic nervous system
الجهاز العصبي الباراسمبثاوي
parasympathetic nervous system

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

الربط مع الحياة اليومية تخيل أنك تجري اختبارًا. لدى قراءتك السؤال الأول، لم تكن متأكّداً من كيفية الإجابة عنه. فحاولت أن تتخيل كراسة دروسك. ومن ثم تذكرت وأجبت عن السؤال. كيف يحدث ذلك؟

أجزاء الجهاز العصبي

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسين هما: **الجهاز العصبي المركزي** ويتكوّن من الخلايا العصبية المكوّنة للدماغ والحبل الشوكي. و**الجهاز العصبي الطرفي** ويتكوّن من الخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية الحركية التي تنقل المعلومات من الجهاز العصبي المركزي وإليه.

تتمثل وظيفة الجهاز العصبي المركزي في تنسيق كل أنشطة الجسم، فهو ينقل الرسائل ويعالج المعلومات ويحلّل الاستجابات. عندما ترسل الخلايا العصبية الحسية معلومات عن البيئة المحيطة إلى الحبل الشوكي، يمكن أن تستجيب الخلايا العصبية البينية عبر القوس الانعكاسي أو يمكنها أن تنقل المعلومات إلى الدماغ. ترسل بعض الخلايا العصبية البينية في الدماغ رسائل عن طريق الحبل الشوكي إلى الخلايا العصبية الحركية، فيستجيب لها الجسم. كذلك، تستطيع خلايا عصبية أخرى في الدماغ تخزين المعلومات.

التأكد من فهم النص **صِف** وظيفة الجهاز العصبي المركزي.

■ **الشكل 8**

عصف ذهني

عكف العلماء على دراسة الدماغ منذ آلاف السنين وبحثوا عن طرق لعلاج الأمراض العصبية.

1900

1901 تشخيص أول حالة إصابة بمرض الزهايمر لدى رجل يدعى أوغستي دي يبلغ من العمر 51 عامًا.

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

1950

1981 إطلاق أول عقار لمعالجة الاكتئاب، وهو الفلوكسيتين.

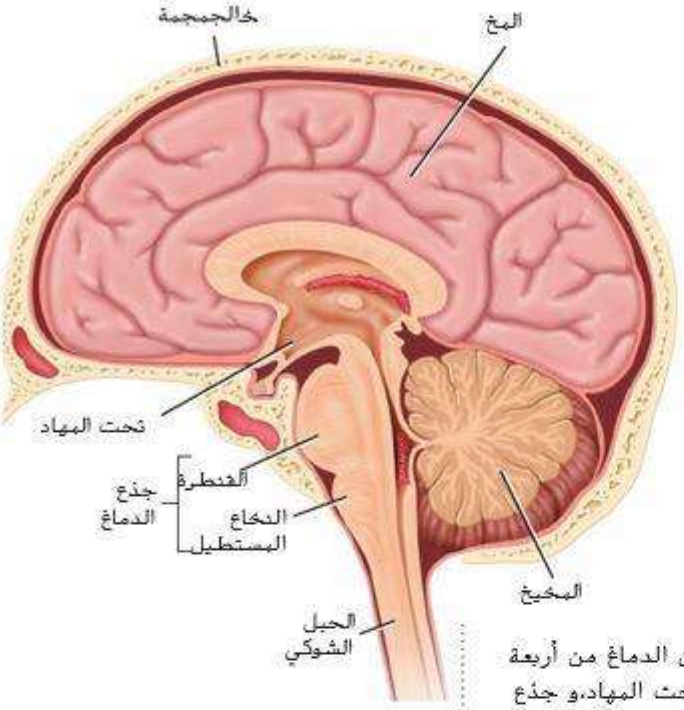
1963 تم تعريف نظرية جهد الفعل التي تفسر العمليات الكيميائية لإرسال الرسائل في الجسم.

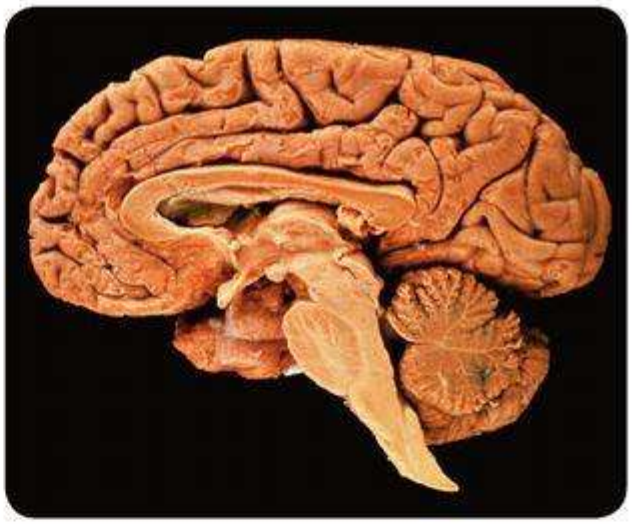
2000

2005 استطاع الباحثون الحصول على خلايا دماغ فاعلة من خلايا جذعية بالغة في الفئران.

2009 أجريت بنجاح جراحات غير تدخلية في الدماغ لدى تسعة أشخاص باستخدام الموجات فوق الصوتية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education





■ **الشكل 9**
يمين: صورة تظهر أقساماً واضحة في دماغ الإنسان.
يسار: أجزاء الدماغ الرئيسة هي المخ والمخيخ وجذع الدماغ.

الدماغ يوجد في الدماغ أكثر من 100 مليار خلية عصبية. يتكون الدماغ من أربعة أجزاء هي: المخ، المخيخ، الدماغ البيني الذي يتكون من المهاد وتحت المهاد،و جذع الدماغ الذي يتكون من الدماغ الأوسط والقنطرة والنخاع المستطيل.وبما أن الدماغ يحافظ على الاتزان الداخلي ويؤدي دورًا في كل أنشطة الجسم تقريبًا، يُطلق عليه أحيانًا **مركز التحكّم في الجسم**. راجع **الشكل 8** لمعرفة المزيد عن الأحداث المهمة التي أدت إلى فهم وظائف الدماغ.

المخ هو أكبر جزء في الدماغ وكما يظهر في **الشكل 9**، يُقسم المخ إلى جزأين يُسمّى كل منهما نصف كرة المخ، ولا يعمل نصفا كرة المخ بشكل منفصل، بل يرتبطان معًا بحزمة من الأعصاب. يُعتبر المخ مسؤولًا عن عمليات التفكير المرتبطة بالتعلم والذاكرة واللغة والنطق والحركات الإرادية للجسم والإدراك الحسي، وتحدث معظم عمليات التفكير العليا بالقرب من سطح الدماغ. وتزيد التلافيف والانثناءات المخية عند سطح المخ،من مساحة السطح فتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيدًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يقع **المخيخ** في الجزء الخلفي من الدماغ، ويتحكّم باتّزان الجسم ويحافظ على وضعه وتنسيق حركته. كما أنه مسؤول عن سلاسة حركة العضلات الهيكلية واتساقها، وينظّم أيضًا المهارات الحركية مثل العزف على البيانو أو ركوب الدراجة.

يربط **جذع الدماغ**، بين الدماغ والحبل الشوكي، ويتكوّن من ثلاثة أجزاء هي الدماغ الأوسط والنخاع المستطيل والقنطرة.الدماغ الأوسط يستقبل السيالات السمعية والبصرية أما **النخاع المستطيل** ينقل الإشارات بين الدماغ والحبل الشوكي، كما يساعد في تنظيم سرعة التنفس ومعدل ضربات القلب وضغط الدم. وتنقل **القنطرة** الإشارات بين المخ والمخيخ، وتساعد أيضًا في السيطرة على سرعة التنفس.

يحتوي النخاع المستطيل على الخلايا العصبية البينية المسؤولة عن ردود الأفعال المنعكسة للبلع والتقيؤ والسعال والعطس.هل أحسست بالتقيؤ عندما ضغط الطبيب بأداته على لسانك لفحص الحلق؟

تقع منطقة تحت المهاد بين جذع الدماغ والمخ، وهي ضرورية للحفاظ على الإتّزان الداخلي. تنظّم منطقة **تحت المهاد** درجة حرارة الجسم والعطش والشهيّة والتوازن المائي في الجسم. إضافةً إلى أنها مسؤولة جزئيًا عن تنظيم ضغط الدم والنوم والعنف والخوف والسلوك الجنسي، وهي بحجم ظفر الإصبع وتؤدي وظائف أكثر من أي منطقة أخرى في الدماغ تماثلها في الحجم.

الحبل الشوكي الحبل الشوكي هو عمود عصبي يمتد من الدماغ إلى أسفل الظهر وتحميه الفقرات. وتمتد أعصاب الحبل الشوكي منه إلى أجزاء الجسم فتربطها بالجهاز العصبي المركزي. فضلًا عن ذلك، تعالج "الافعال المنعكسة الشوكية" في الحبل الشوكي.

التأكد من فهم النص **راجع** وظائف الجهاز العصبي المركزي.

الجهاز العصبي الطرفي

حين تسمع كلمة عصب قد تفكر مبدئيًا في الخلية العصبية، إلا أن العصب حزمة من المحاور العصبية. وتحوي العديد من الأعصاب خلايا عصبية حسية وحركية، إذ يوجد مثلًا 12 عصبًا دماغيًا يمتد من الدماغ وإليه، وكذلك 31 عصبًا شوكيًا (وفروعها) يخرج من الحبل الشوكي، كما يظهر في **الشكل 10**. وتشبه الأعصاب الطرق ذات الاتجاهين، حيث تنتقل المعلومات من الدماغ وإليه عبر الخلايا العصبية الحسية والحركية.

راجع **الشكل 11** بينما تقرأ عن الجهاز العصبي الطرفي. يحوي هذا الجهاز كل الخلايا العصبية التي ليست جزءًا من الجهاز العصبي المركزي، بما في ذلك الخلايا العصبية الحسية والخلايا العصبية الحركية. ويمكن تصنيف الخلايا العصبية في الجهاز العصبي الطرفي على أنها جزء من الجهاز العصبي الجسمي أو الجهاز العصبي الذاتي.

الجهاز العصبي الجسمي تنقل الأعصاب في **الجهاز العصبي الجسمي** المعلومات من المستقبلات الحسية الخارجية إلى الجهاز العصبي المركزي، كما تنقل الأعصاب الحركية الجسمية المعلومات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الهيكلية. تكون هذه العملية إرادية في العادة. إلا أنّ ردود أفعال الجهاز العصبي المركزي ليست كلها إرادية، فبعض الاستجابات تكون نتيجة رد الفعل المنعكس، وهي استجابة سريعة للتغيرات في البيئة المحيطة. والجدير بالذكر أنّ ردود الفعل المنعكسة لا تتطلب فكرًا واعيًا وهي لاإرادية. إضافةً إلى أن معظم الإشارات في ردود الفعل المنعكسة تنتقل إلى الحبل الشوكي فحسب، وليس إلى الدماغ. هل تذكر مثال ارتطام إصبع قدمك بقطعة الأثاث؟ راجع **الشكل 2** ولاحظ أن رد الفعل المنعكس المبيّن هو جزء من الجهاز العصبي الجسمي.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

فني تخطيط الدماغ يشغّل فنيو تخطيط الدماغ أجهزة تخطيط الدماغ، وهي آلات تسجل نشاط الدماغ (الموجات الدماغية). وتقدم المستشفيات وبعض المعاهد والجامعات التدريب لمن يرغب في التأهل للعمل في المستشفيات والعيادات.

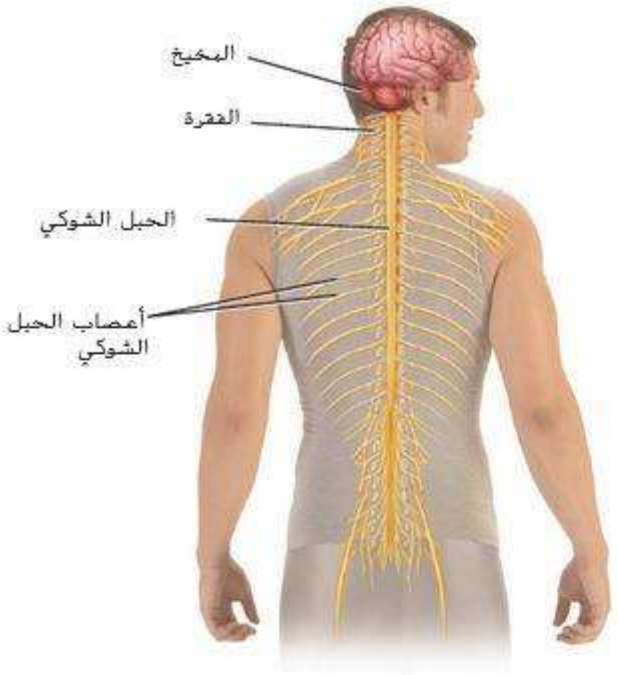
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجهاز العصبي الذاتي هل تذكر آخر مرة رأيت فيها حلمًا مرعبًا؟ ربما استيقظت ولاحظت أنّ قلبك يخفق بقوة. هذا النوع من الاستجابة ناتج عن عمل الجهاز العصبي الذاتي. يحمل **الجهاز العصبي الذاتي** السيالات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى القلب والأعضاء الداخلية الأخرى، ويستجيب الجسم لاإراديًا، من دون سيطرة الوعي. ويُعدّ دور الجهاز العصبي الذاتي مهمًا في حالتين مختلفتين. فعندما ترى كابوسًا أو تتعرض لموقف مخيف، يستجيب جسمك مع ما يعرف باستجابة الكر أو الفر. وعندما تهدأ، يستريح الجسم ويقوم بعملية الهضم.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين الاستجابات الإرادية والاستجابات اللاإرادية.

الربط بالصحة

يتكون الجهاز العصبي الذاتي من جزأين يعملان معًا، هما: **الجهاز العصبي السمبثاوي** الذي يعمل في حالات الطوارئ والإجهاد حين تزداد سرعة التنفس وسرعة ضربات القلب. **والجهاز العصبي الباراسمبثاوي** الذي يعمل عندما يكون الجسم في حالة استرخاء، إذ يعادل من تأثيرات الجهاز العصبي السمبثاوي ويُعيد الجسم إلى حالة الراحة بعد الضغط والإجهاد. يعرض **الجدول 1** مقارنة ومقابلة بين الجهازين. فالجهازان العصبيان السمبثاوي والباراسمبثاوي ينقلان السيالات إلى الأعضاء نفسها، إلا أنّ الاستجابة الكلية تعتمد على شدة الإشارات المتضادة.



■ **الشكل 10** يمتد من الحبل الشوكي واحد وثلاثون زوجًا من الأعصاب الشوكية.
مَيِّز العلاقة بين الخلية العصبية والعصب.

■ **الشكل 11** يعمل كل جزء من الجهاز العصبي على التحكم بالجسم والتواصل داخله.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجدول 1 الجهاز العصبي الذاتي

التركيب	التنبيه السمبثاوي	التنبيه الباراسمبثاوي
القزحية (عضلة بالعين)	اتساع الحدقة/البؤبؤ	ضيق الحدقة/البؤبؤ
الغدد اللعابية	انخفاض إفراز اللعاب	زيادة إفراز اللعاب
مخاط الفم والأنف	انخفاض إفراز المخاط	زيادة إفراز المخاط
القلب	زيادة سرعة ضربات القلب وشدتها	انخفاض سرعة ضربات القلب وشدتها
الرئة	ارتخاء عضلات القصبة الهوائية	انقباض عضلات القصبة الهوائية
المعدة	انخفاض الانقباضات العضلية	إفراز العصارة المعدية وزيادة الحركة
الأمعاء الدقيقة	انخفاض الانقباضات العضلية	زيادة الهضم
الأمعاء الغليظة	انخفاض الانقباضات العضلية	زيادة الإفرازات والحركة

القسم 2 المراجعة

ملخص القسم

- يتكوّن الجهاز العصبي من جزأين رئيسين، هما: الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي.
- يتكوّن الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي.
- يتكوّن الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
- إنّ الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي الباراسمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** **قارن** بين تركيب الجهاز العصبي المركزي وتركيب الجهاز العصبي الطرفي واشرح العلاقة بينهما.
2. **قوّم أوجه الشبه والاختلاف بين الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.**
3. **اشرح** أي جزء في الجهاز العصبي مسؤول عن استجابة الكر أو الفر؟ وما سبب أهمية هذه الاستجابة؟

التفكير الناقد

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

الكتابة في علم الأحياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

الحواس

الأسئلة الرئيسة

- ما التركيبات الحسية المختلفة وما الذي يستطيع كل منها استقباله؟
- كيف تستطيع كل حاسة من الحواس نقل السيال العصبي؟
- ما العلاقة بين الشم والتذوق؟

مفردات للمراجعة

المؤثر stimulus: أي شيء في البيئة الداخلية أو الخارجية للكائن الحيّ يدفعه إلى الاستجابة له

مفردات جديدة

taste bud	بُرعم التذوق
lens	العدسة
retina	الشبكية
rods	الخلايا العصوية
cones	الخلايا المخروطية
cochlea	القوقعة
semicircular canal	القناة نصف الهلالية

الفكرة الرئيسة **تساعدك المستقبلات الحسية على استشعار العالم من حولك.**

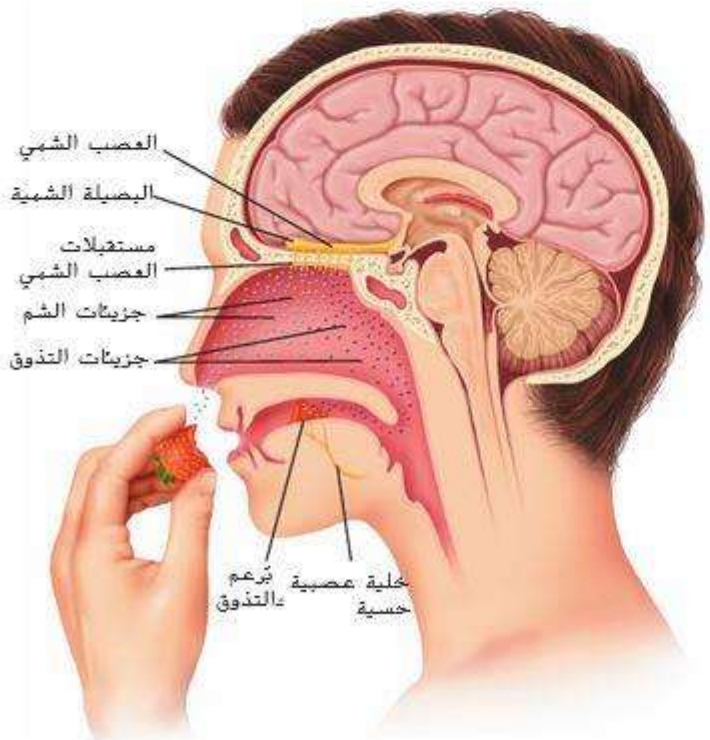
الربط مع الحياة اليوميّة من يستطيع مقاومة رائحة بسكويت الشوكولاتة وهو يُخبز؟ عندما تنتقل الرائحة من المطبخ، فإنك تستجيب لمواد كيميائية منتشرة في الهواء. تساعدك حواسك على إدراك التغيرات التي تحدث في محيطك. بالتالي، فأنت تستقبل مؤثرات محيطك وتفسرها في كل ثانية. وحتى قبل أن تولد، كنت تتفاعل مع المؤثرات البيئيّة المحيطة بك.

التذوق والشم

يحوي جسمك خلايا عصبية متخصصة، تسمى المستقبلات الحسّية، تساعدك على التذوق والشم والسمع والإبصار واللمس، والإحساس بالحركة ودرجة الحرارة.

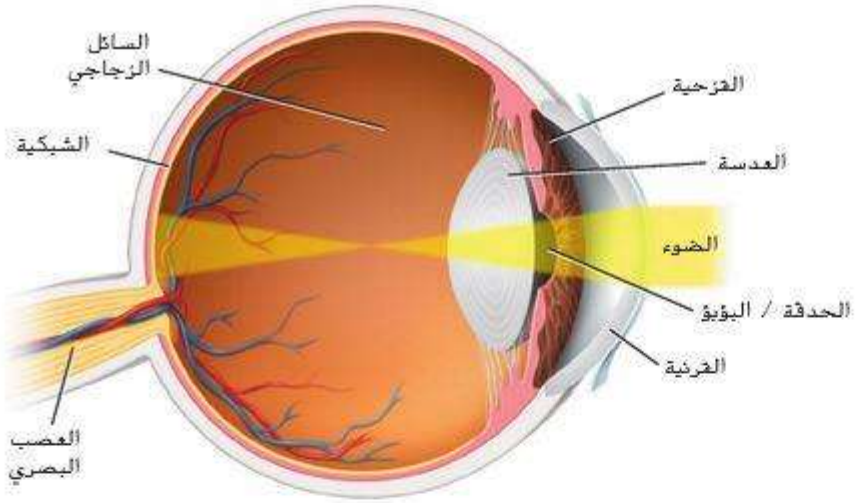
تستجيب حاستا التذوق والشم لمنبهات قد تكون مواد كيميائية وتعملان في الغالب معًا. تستجيب مستقبلات الشم المتخصصة الموجودة في أعلى الأنف للمواد الكيميائية المنتشرة في الهواء وترسل المعلومات إلى البصيلة الشمية في الدماغ. إن **براعِم التذوق** الموجودة على اللسان هي مستقبلات متخصصة للمواد الكيميائية أيضاً فهي تلتقط المذاقات الحلوة والحامضة والمالحة والمرة. تميّز هذه المستقبلات التركيبات الكيميائية المختلفة التي يحتوي عليها الطعام وترسل هذه المعلومات إلى جزء آخر من الدماغ.

يوضّح **الشكل 12** المستقبلات المرتبطة بالتذوق والشم. وتشترك الإشارات المرسلة من هذه المستقبلات في تكوين تأثير موحّد في الدماغ. إذا حاولت أن تأكل بينما تسد أنفك، فستجد أن الطعام يفقد الكثير من نكهته.



الشكل 12 تعمل مستقبلات التذوق والشم معًا وتستجيب للمنبّهات بطرق متماثلة. فمي الغالب، يشم الشخص الطعام أثناء تذوقه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الشكل 13 ينتقل الضوء عبر القرنية والحدقة/البؤبؤ إلى العدسة التي تركّز الصورة على الشبكية. فتقوم الخلايا العصوية والخلايا المخروطية الموجودة في الشبكية بإرسال المعلومات إلى الدماغ عبر العصب البصري.

الإبصار

يوضح **الشكل 13** مسار الضوء داخل العين. في البداية، يدخل الضوء العين من خلال طبقة خلايا شفافة ومتينة، تسمى القرنية، تعمل على تركيز الضوء ليمر من خلال فتحة تسمى الحدقة/البؤبؤ. ويتحدد حجم الحدقة/البؤبؤ بواسطة العضلات في القزحية، وهي الجزء الملون من العين. وتوجد خلف القزحية، **العدسة**، التي تقلب الصورة وتُسقطها على الشبكية. تنتقل الصورة عبر السائل الزجاجي، وهو سائل جيلاتيني عديم اللون يوجد بين العدسة والشبكية. تحتوي **الشبكية** على الكثير من الخلايا المستقبلة تسمى العصي والخلايا المخروطية . إن **الخلايا العصوية** هي خلايا حساسة للضوء تعمل عند مستويات ضعيفة منه. أما **الخلايا المخروطية** ، فتعمل في الضوء الساطع وترسل معلومات عن الألوان إلى الدماغ. ترسل هذه المستقبلات جهد الفعل إلى الدماغ عبر الخلايا العصبية الموجودة في العصب البصري. ثم يفسر الدماغ مجموعة الإشارات الخاصة التي استقبلها من الشبكية ويكوّن الصورة المرئية.

السمع والتوازن

السمع والتوازن هما الوظيفتان الرئيستان للأذن. فمن الأصوات الهادئة، مثل الهمس، إلى الأصوات الصاخبة، مثل هتاف الجماهير في إحدى المباريات الرياضية، تستطيع المستقبلات المتخصصة في الأذن أن تحس بمستوى الأصوات وارتفاعها وانخفاضها. وتحوي الأذن الباطنة قنوات تحافظ على الإحساس بالتوازن.

السمع تتسبب الاهتزازات التي تسمى الموجات الصوتية في اهتزاز جزيئات الهواء. ويوضح **الشكل 14** مسار موجات الصوت داخل الأذن.

الربط بالفيزياء تدخل الموجات الصوتية إلى القناة السمعية، وتتسبب باهتزاز الغشاء الموجود في نهاية القناة السمعية، والمسمى طبلة الأذن. وتنتقل هذه الاهتزازات من خلال ثلاث عظمات في الأذن الوسطى، هي: المطرقة والسندان والرِّكاب. عند اهتزاز الركاب، تهتز النافذة البيضاوية، وهي غشاء يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الداخلية. ويوجد في الأذن الداخلية جسم على شكل حلزون، يسمى **القوقعة**، وهو مليء بسائل ومبطن بخلايا شعرية شديدة الصغر. تتسبب الاهتزازات بتحرك السائل الموجود داخل القوقعة في شكل موجة مقابل الخلايا الشعرية. وتستجيب الخلايا الشعرية بإرسال سيالات عصبية إلى العصب السمعي وينقلها إلى الدماغ.

التأكد من فهم النص **لخّص** الطريقة التي يستشعر بها كلّ عضو من أعضاء الحواس التغيرات في البيئة المحيطة.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

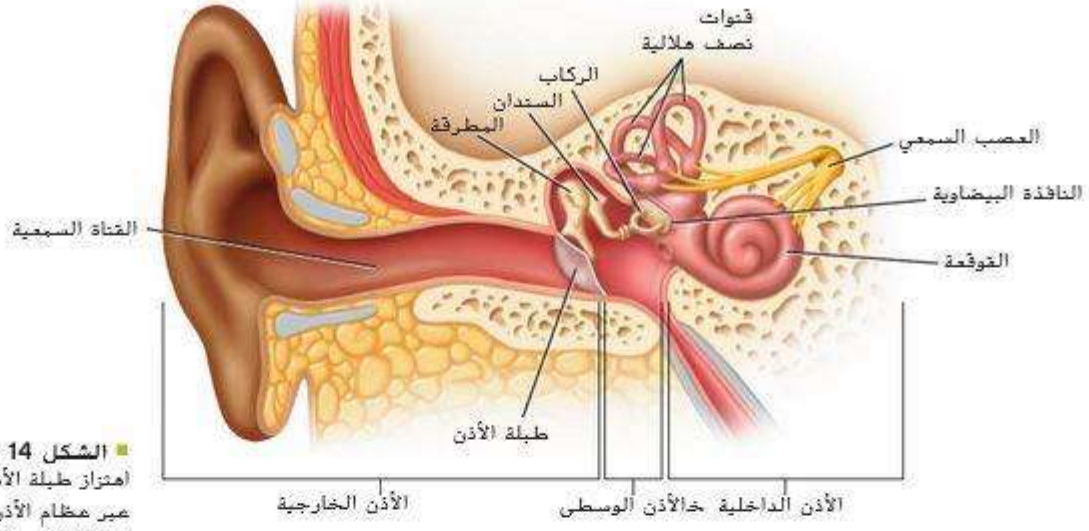
طبيب العيون طبيب متخصص في تركيب العين ووظائفها وعلاج أمراضها. من الضروري الخضوع لتدريب متخصص مدّته 4 سنوات بعد الانتهاء من الدراسة في كلية الطب لتصبح طبيب عيون.

المفردات

مفردات أكاديمية

تفسير
شرح شيء ما أو توضيح معناه
تساعدنا الحواس على تفسير البيئة المحيطة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 14** تتسبب الموجات الصوتية في اهتزاز طبلة الأذن، وتنتقل هذه الاهتزازات عبر عظام الأذن الوسطى إلى القوقعة. فتولّد الخلايا الشعرية في القوقعة سيالات عصبية يرسلها العصب السمعي إلى الدماغ.

التوازن تحوي الأذن الداخلية أيضًا أعضاءً مسؤولة عن التوازن، بما في ذلك ثلاث قنوات نصف هلالية. تنقل **القنوات نصف الهلالية** معلومات عن وضع الجسم وتوازنه إلى الدماغ. تشكّل كلّ قناة من القنوات الثلاث زاوية قائمة مع القناة الأخرى، وهي مليئة بالسائل ومبطنة بالخلايا الشعرية. فعندما يتغير موقع الرأس يتحرك السائل الموجود داخل القنوات نصف الهلالية، ويؤدي ذلك إلى ثني الخلايا الشعرية التي ترسل بدورها سيالات عصبية إلى الدماغ. حينئذٍ، يستطيع الدماغ أن يحدد وضعك وما إذا كان جسمك ثابتًا أو متحركًا.

تجربة مصغرة 2

تحقق من القدرة على التكيف مع الظلام

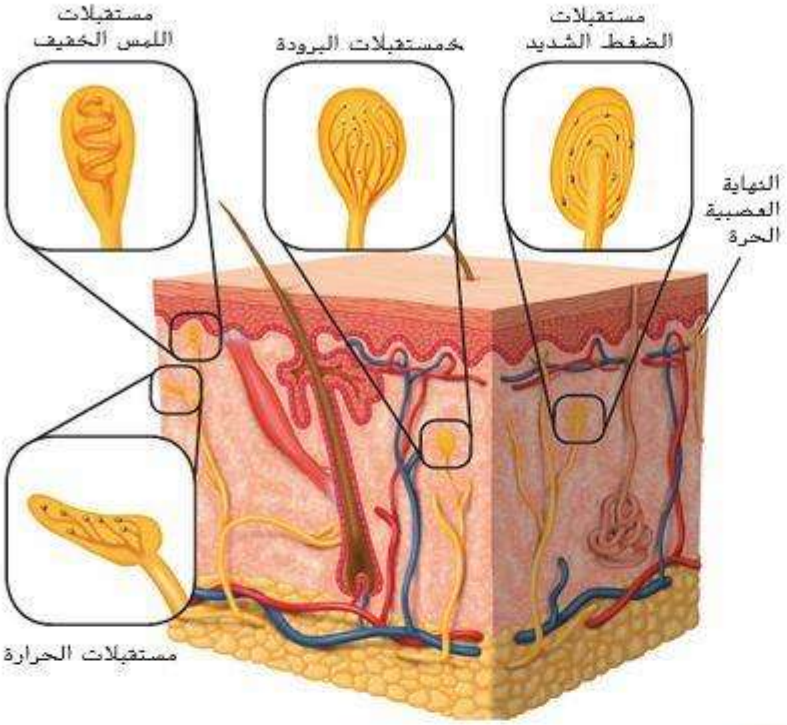
ما سرعة تأقلم مستقبلات الضوء في الشبكية مع ظروف الإضاءة المنخفضة؟ تحوي الشبكية نوعين من الخلايا المستقبلة، هما: الخلايا المخروطية ، وهي مسؤولة عن الرؤية في الضوء الساطع وتساعدك على إدراك الألوان؛ والخلايا العصوية، وهي مسؤولة عن الرؤية في الضوء الخافت وتساعدك على إدراك الشكل والحركة. يجمع الدماغ السيالات العصبية التي يستقبلها من هذه الخلايا ويفسرها، مما يساعدك على الرؤية في ظروف الإضاءة المختلفة.

1. اعمل مع أحد الزملاء. باستخدام **ساعة إيقاف**، قم بقياس الوقت الذي يستغرقه توزيع 30 غطاءً من **أغطية الزجاجات البلاستيكية** إلى مجموعات بحسب ألوانها.
2. سجل الوقت وعدد الأغطية في كل مجموعة ونسبة الدقة في التجميع.
3. توقع التغيّرات التي ستظهر في البيانات عند تكرار التجربة في الضوء الخافت.
4. اخلط الأغطية في مجموعة واحدة واجعل الإضاءة خافتة ثم كرر الخطوة 1 على الفور.
5. ارفع مستوى الإضاءة مرة أخرى وسجل البيانات.
6. ناقش البيانات مع مجموعتك. وتوقع التغيّرات التي ستظهر في البيانات عند تكرار التجربة بعد المكوث في الضوء الخافت لمدة خمس دقائق، واجعل الإضاءة خافتة.
7. انتظر لمدة خمس دقائق ثم كرر الخطوة 1. ارفع مستوى الإضاءة مرة أخرى وسجل البيانات.

التحليل

1. **حلّل** وضّح بالرسم البياني الوقت المطلوب ونسبة الدقة في كل محاولة. وقارن بين هذه المتغيرات في مختلف المحاولات.
2. **فكّر بشكل ناقد** استنادًا إلى البيانات، قارن بين ما يحدث في رد الفعل المنعكس لزمش العين (**التجربة المصغرة 1**) وما يحدث عند تأقلم العينين مع حالات ظروف الإضاءة الخافتة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 15** يحوي الجلد العديد من أنواع المستقبلات. يستطيع الشخص أن يحدد ما إذا كان جسم معين ساخنًا أو باردًا، حادًا أو ناعمًا.

اللمس

يوجد العديد من المستقبلات الحسية التي تستجيب للحرارة والضغط والألم في طبقتي البشرة والأدمة في الجلد. ويوضح **الشكل 15** الأنواع المختلفة من المستقبلات التي يستجيب بعضها للمس الخفيف فيما يستجيب بعضها الآخر للضغط الشديد.

لا تتوزع المستقبلات توزيعًا منتظمًا في كل أجزاء الجسم إذ تحتوي أطراف الأصابع على الكثير من المستقبلات التي تحس باللمس الخفيف، بينما يحتوي باطن القدم على الكثير من المستقبلات التي تستجيب للضغط الشديد. أما مستقبلات الألم، فبسيطة التركيب إذ تتكون من الأطراف الحرة الموجودة في نهايات الأعصاب، وتتواجد في كل أنسجة الجسم ما عدا الدماغ. تجدر الإشارة إلى أنّ الدماغ يستقبل باستمرار إشارات من هذه المستقبلات ويستجيب لكل منها بالصورة المناسبة.

القسم 3 المراجعة

ملخص القسم

- تعمل حاستا الشم والتذوق معًا.
- تحوي العين نوعين مختلفين من المستقبلات.
- الأذن مسؤولة عن السمع والاتزان.
- ينطوي الجلد على كثير من المستقبلات الحسية.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **ارسم** مسار موجة صوتية بدءًا من مرورها بالقناة السمعية وصولًا إلى تسببها بإرسال سيال عصبي من الأذن.
2. **توقّع** ما سينتج عن تلف القرنية.
3. **حلّل** أهمية نوع المستقبلات الموجودة في الأصابع.
4. **اشرح** السبب في صعوبة التذوق عند الإصابة بالزكام وانسداد الأنف.

التفكير الناقد

5. **أنشئ** تجربة لاختبار فكرة أن بعض مناطق اللسان مختصة بالمذاقات.
6. **ضع فرضية** تفسر سبب قدرة بعض المصابين بفقدان البصر على الشعور بالضوء في بعض الأحيان، وقدرة الأشخاص الذين كانت لديهم القدرة على السمع من قبل على الشعور بالصوت في بعض الأحيان. لم قد تحدث مثل هذه الظواهر؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4

تأثيرات العقاقير

الأسئلة الرئيسة

- ما الطرق الأربع التي يمكن للعقاقير أن تؤثر بها في الجهاز العصبي؟
- ما الطرق المختلفة التي يمكن بها للعقاقير الإضرار بالجسم أو التسبّب في الموت؟
- كيف يمكن، على المستوى الخلوي، أن يصبح شخص ما مدمنًا على أحد العقاقير؟

مفردات للمراجعة

عتبة التنبيه threshold: عبارة عن الحد الأدنى لقوة مؤثر ما تُسبب توليد جهد الفعل

مفردات جديدة

العقار	drug
الدوبامين	dopamine
المنبه	stimulant
المثبط	depressant
التحمّل	tolerance
الإدمان	addiction

الفكرة الرئيسة **تغيّر بعض العقاقير من وظيفة الجهاز العصبي.**

الربط مع الحياة اليومية ما المقصود بكلمة عقار؟ يفكّر بعض الأشخاص في المواد غير القانونية عندما يسمعون المصطلح عقار. إلّا أنّ بعض العقاقير هي مواد شائعة في حياتنا اليومية. فعندما تعاني صداعًا وتتناول الأسبرين فإنك تتناول عقارًا.

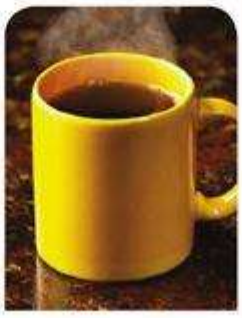
آلية عمل العقاقير

إنّ **العقار** عبارة عن مادة، طبيعية أو صناعية، تغيّر من وظيفة الجسم. وثمة عدد كبير من أنواع العقاقير، بعضها مبيّن في **الجدول 2**. تتنوع العقاقير ما بين الوصفات الطبية مثل المضادات الحيوية، التي تكافح العدوى البكتيرية، إلى ممسكنات الآلام المتوافرة بدون وصفات.

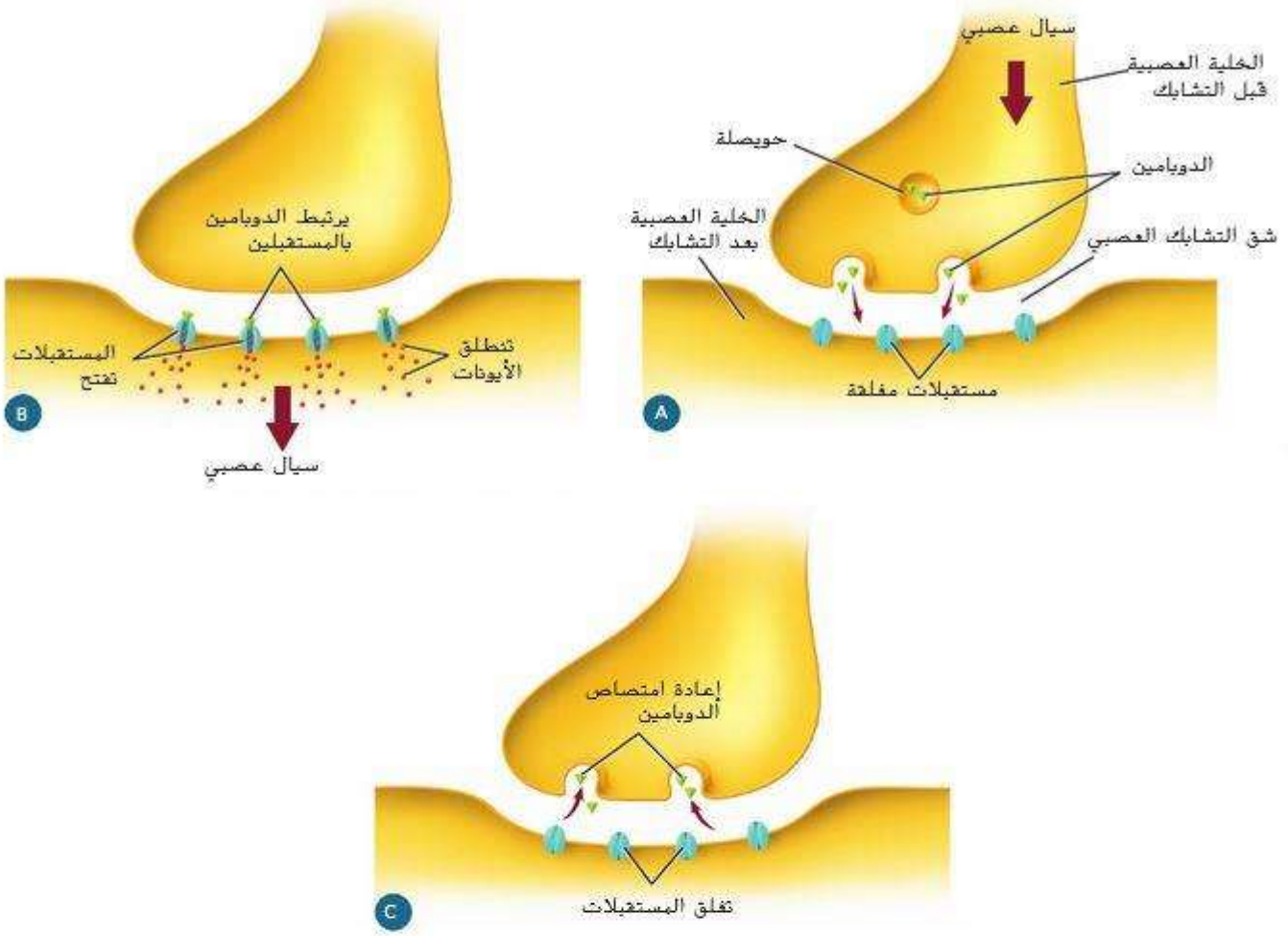
تؤثر العقاقير في جسم الشخص بعدة طرق مختلفة. تعمل العقاقير التي تؤثر في الجهاز العصبي بواحدة أو أكثر من الطرق التالية:

- يمكن أن يزيد العقار من كمية الناقل العصبي الذي يُطلَق إلى التشابك العصبي.
- يمكن للعقار أن يسدّ موقعًا مُستقبِلًا على زائدة شجيرية، مانعًا الناقل العصبي من الارتباط.
- يمكن للعقار أن يمنع الناقل العصبي من مغادرة التشابك العصبي.
- يمكن للعقار تقليد الناقل العصبي.

الجدول 2 **بعض العقاقير الشائعة**

الكافيين	عقاقير الوصفات الطبية	عقاقير بلا وصفات
		
القهوة والشاي والماء الغازي والشوكولاتة	المضادات الحيوية وأدوية الآلام	الأسبرين، وأدوية الزكام

حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 16** يعبّر الدوبامين المُفرَز من إحدى الخلايا العصبية ويلتصق بمواقع المُستقبِل أو بالمُستقبِلات الموجودة على غشاء خلية عصبية أخرى. ويحدث ذلك عند التشابك العصبي.

يؤثّر الكثير من العقاقير التي تستهدف الجهاز العصبي في مستوى الناقل العصبي الذي يُسمى الدوبامين. **والدوبامين** عبارة عن ناقل عصبي موجود في الدماغ ويشترك في التحكّم بحركات الجسم ووظائف أخرى، إضافةً إلى أنّه يؤثر بقوة في مشاعر السرور أو الفرح عند المكافأة. وتتم إزالة الدوبامين عادةً من التشابك العصبي عن طريق إعادة امتصاصه من قِبل الخلية العصبية التي أفرزته، كما هو مبيّن في **الشكل 16**.

فئات العقاقير التي يشيع إساءة استخدامها

ليس من الضروري أن تتضمن إساءة استخدام العقاقير استخدام عقاقير غير قانونية. فيمكن اعتبار استخدام عقارٍ لأسباب غير الأغراض الطبية الشرعية، سواء كان متعمّدًا أو غير متعمّد، إساءة استخدام لذلك العقار.

المُنبِّهات تُسمى العقاقير التي تزيد من اليقظة والنشاط البدني **المُنبِّهات**. ويشير **الشكل 17** إلى بعض المُنبِّهات الشائعة.

النيكوتين يزيد النيكوتين الموجود في دخان السجائر أو السيجار كمية الدوبامين المُفرَزة في التشابك العصبي. فضلًا عن ذلك، يُضيّق النيكوتين الأوعية الدموية ما يزيد من ضغط الدم ويجعل القلب يعمل بشكل أشد من المعتاد. ولقد تم ربط تدخين السجائر بحوالي 90% من حالات سرطان الرئة.

المفردات

أصل الكلمة

الدوبامين dopamine
تشير *-dopa* إلى حمض أميني
تشير *-amine* إلى أحد مشتقات الأمونيا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكافيين يُعتبر الكافيين المُنبِّه الأكثر استخدامًا وغالبًا الأكثر إساءة في الاستخدام، وهو موجود في القهوة والشاي وبعض المشروبات الغازية، وحتى في بعض الأطعمة مثل الشوكولاتة. يعمل الكافيين عن طريق الالتصاق بمُستقبِلات الأدينوسين على الخلايا العصبية في الدماغ؛ حيث يُبطئ الأدينوسين من النشاط العصبي، مُسببًا النعاس. فعندما يلتصق الكافيين بتلك المُستقبِلات، يؤدي إلى التأثير المعاكس؛ فيجعل المُستخدِم يشعر باليقظة والانتباه. إضافةً إلى ذلك، يرفع الكافيين من مستويات الإبينفرين (الأدرينالين) في الجسم، مانحًا دفقة من الطاقة سرعان ما تزول.

المُثبِّطات تُعرف العقاقير التي تميل إلى إبطاء الجهاز العصبي المركزي **بالمُثبِّطات.** ويمكن لتلك العقاقير خفض ضغط الدم، وإعاقة التنفس وإبطاء معدل ضربات القلب. فضلًا عن ذلك، يمكن للمُثبِّطات تخفيف القلق لكنها يمكن أن تسبب التأثير الملحوظ للتهدئة.

الكحول يعتبر الكحول من المُثبِّطات؛ فهو يؤثر في الجهاز العصبي المركزي، ويُعدّ واحدًا من أكثر العقاقير إساءةً للاستخدام في العالم اليوم. ويُعرف عن الكحول تأثيره في أربعة نواقل عصبية على الأقل، مُسببًا شعورًا بالاسترخاء والخمول. كما يُضعِف الاستخدام قصير المدى للكحول من التقدير والتنسيق وزد الفعل المنعكس. وتتضمن تأثيرات إساءة الاستخدام طويلة المدى للكحول نقصًا في كتلة الدماغ وضررًا بالكبد وقرح المعدة والأمعاء وارتفاع ضغط الدم. يعتبر استهلاك الكحول أثناء الحمل السبب في متلازمة الكحول الجنينية التي قد تؤدي إلى ضرر في دماغ الجنين وجهازه العصبي.

المُستنشَقات إنّ المُستنشَقات عبارة عن أبخرة كيميائية ذات تأثير في الجهاز العصبي؛ وقد يكون التعرُّض للمُستنشَقات عَرَضيًّا نتيجة لسوء التهوية. تعمل المُستنشَقات بشكل عام كمُثبِّطات للجهاز العصبي المركزي. وقد تسبب المُستنشَقات تأثيرًا قصير المدى يتمثّل في التسمُّم والغثيان والتقيُّؤ. إضافةً إلى ذلك، يمكن أن يسبب التعرض طويل المدى للمُستنشَقات فقدان الذاكرة وفقدان السمع ومشكلات على مستوى حاسة البصر وضررًا في العصب الطرفي وضررًا في الدماغ.

اقتراح لدراسة

مخطَّط أنشئ مخطّطًا من ثلاثة أعمدة بعنوان تأثيرات العقاقير. قبل قراءة هذا القسم، تفقَّد عناوين القسم والمصطلحات المكتوبة بخط غامق والأشكال. اذكر ما تعرفه عن العقاقير في العمود الأول. واسرد ما ترغب في معرفته في العمود الثاني. وفي العمود الثالث، اكتب ما تعلمته بعد دراسة هذا القسم.

■ **الشكل 17** ثمة الكثير من العقاقير المُنبِّهة الشائعة مثل القهوة والشاي والكاكاو والشوكولاتة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عقاقير أخرى إنّ لاستخدام العقاقير غير القانونية تأثيرات قصيرة المدى وأخرى طويلة المدى. فقد تؤدي إساءة الاستخدام إلى اضطراب في نظم القلب وأزمات قلبية وآلام في الصدر وفشل في الجهاز التنفسي وسكتات دماغية ونوبات مرضية وصداع وآلام في المعدة وغثيان. إضافةً إلى ذلك، قد تسبب إساءة الاستخدام معدلاً سريعًا لضربات القلب ونبضًا غير منتظم وضغط دم مرتفعًا وضررًا بالأوعية الدموية الصغيرة الموجودة في الدماغ يتعذر علاجه ويسبب السكتات الدماغية. ويمكن أن تنشأ كل من درجة حرارة الجسم المرتفعة، التي تُعرف بفرط الحرارة، والتشنُّجات.

إنّ المادة الفعالة في الماريجوانا (الحشيش) هي رَباعي هيدروكانابينول أو THC. وينقل تدخين الماريجوانا مادة THC بسرعة إلى الدم حيث تُحمَل إلى الدماغ. تتضمّن التأثيرات القصيرة المدى لاستخدام الماريجوانا مشكلات في الذاكرة والتعلم وفقدان التنسيق وتزايد معدل ضربات القلب والقلق وجنون الارتياب والشك ونوبات الهلع. إضافةً إلى ذلك، يمكن أن يُسبِّب التدخين طويل المدى للماريجوانا سرطان الرئة.

التأكد من فهم النص **اشرح** وظيفة الناقل العصبي.

التحمل والإدمان

يحدث **التحمل** عندما يحتاج شخص إلى العقار نفسه بشكل متزايد للوصول إلى التأثير نفسه، وتتم زيادة الجرعة لأنّ الجسم يصبح أقل استجابةً للعقار. ويمكن أن يؤدي تحمل العقار إلى الإدمان.

الإدمان يُسمى الاعتماد النفسي والفسيولوجي على عقار **الإدمان**. وتقترح الأبحاث الحالية أنّ الناقل العصبي الدوبامين يرتبط بأغلب أنواع الإدمان الفسيولوجي. تذكَّر أنّ الدوبامين عادةً ما يَزال من التشابك العصبي لأنه يُعاد امتصاصه من قِبل الخلية العصبية التي أفرزته إلّا أنّ عقاقير معينة تمنع إعادة الامتصاص تلك، وهو ما يسبب زيادة كمية الدوبامين في الدماغ. ويستمد الشخص المدمن على العقاقير السرور من المستويات المرتفعة للدوبامين ويبني تحمُّلًا للعقار. نتيجة لذلك، يتناول الشخص المزيد من العقار. وعندما يحاول الأشخاص المدمنون الإقلاع عن تعاطي العقار، تقل مستويات الدوبامين، مما يصعِّب من مقاومة العودة إلى العقار.

يمكن أن يكون الإدمان نفسيًا أيضًا. يكون للشخص الذي يعتمد نفسيًا على عقار رغبةٌ قويةٌ في استخدامه لأسباب عاطفية. ويمكن أن يؤثر كل من الاعتماد الفسيولوجي والنفسي في الصحة البدنية والعاطفية. فكلا النوعين قوي، مما يَصعُب الإقلاع عن تناول العقار.

الشكل 18 تكون الاستشارة غالبًا ضرورية للتغلب على الإدمان.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

العلاج يعاني الأشخاص الذين يعتمدون نفسيًا أو فسيولوجيًا على عقار، أعراض انسحاب خطيرة من دونه. لذلك فإنّ من الصعب جدًا على المستخدمين المعتمدين على عقار، الإقلاع عنه بمفردهم. وقد يتمكّنون من الإقلاع لفترات زمنية قصيرة، لكن من المرجّح أن يعاودوا استخدام العقار مرة أخرى. من الضروري وجود إشراف طبي عندما يحاول الأشخاص المعتمدون نفسيًا أو فسيولوجيًا على عقار الإقلاع عنه.

تُعدّ أفضل طرق تجنُّب الإدمان عدم استخدام العقاقير على الإطلاق من الأساس، حتى عند التعرُّض للضغط لاستخدامها. شجِّع الأشخاص الذين يسيئون استخدام العقاقير على السعي نحو العلاج بدلًا من الاعتماد على العقاقير. فالأطباء والممرضون والمستشارون ورجال الدين والباحثون الاجتماعيون مدربون على توجيه الأشخاص نحو الموارد التي يحتاجون إليها للحصول على المساعدة، كما هو مبيّن في **الشكل 18**.

القسم 4 المراجعة

ملخص القسم

- يمكن أن تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرق.
- تُعدّ المواد الشائعة مثل الكافيين عقاقير.
- يزيد العديد من العقاقير الإدمانية من مستويات الدوبامين.
- يترتب على إساءة استخدام العقاقير العديد من العواقب السلبية.
- يمكن أن يصبح الشخص مدمنًا نفسيًا وفسيولوجيًا على العقاقير.

فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة **صف** أربع طرقٍ يمكن للعقاقير أن تؤثر بها في الجهاز العصبي.
2. **اشرح** السبب في عدم ضرورة أن تُبطِل تأثيرات كل من المُنبِّهات والمُثبِّطات عمل بعضها البعض.
3. **استدلّ** على السبب في تراجع التحصيل العلمي لدى الطلاب الذين يسيئون استخدام العقاقير.
4. **ناقش** كيف يمكن أن يصبح شخص ما مدمنًا على عقار ما على المستوى الخلوي.

التفكير الناقد

5. **صمِّم تجربة** تؤثر العقاقير في الناس بطرق مختلفة وبمعدلات مختلفة. ما التجربة التي بإمكانك تصميمها لتحديد المعدل الذي يصل به عقار ما إلى الأنسجة المختلفة بالجسم؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموضوع المحوري المادة و الطاقة تستخدم مضخة الصوديوم والبوتاسيوم الطاقة لنقل الأيونات عكس الميل كي يتمكن السيال العصبي من الانتقال عبر الخلية العصبية.

الفكرة الرئيسة الجهاز العصبي أساسي للتواصل بين الخلايا والأنسجة والأعضاء.

القسم 1 تركيب الجهاز العصبي

neuron	الخلية العصبية
dendrite	الزوائد الشجيرية
cell body	جسم الخلية
axon	المحور
reflex arc	القوس الانعكاسي
action potential	جهد الفعل
threshold	عتبة التنبيه
node	العقدة
synapse	التشابك العصبي
neurotransmitter	الناقل العصبي

الفكرة الرئيسة **تنقل الخلايا العصبية الإشارات الكهربائية التي تسمح للخلايا والأنسجة والأعضاء باستقبال المؤثرات والاستجابة لها.**

- تتكوّن الخلية العصبية من ثلاثة أجزاء رئيسة.
- تُقسم الخلايا العصبية إلى ثلاثة أنواع أساسية.
- إن السيال العصبي هو عبارة عن شحنة كهربائية، ويُسمّى أيضًا جهد الفعل.
- تستخدم الخلايا العصبية المواد الكيميائية والشحنات الكهربائية لنقل السيالات العصبية.

القسم 2 تنظيم الجهاز العصبي

central nervous system	الجهاز العصبي المركزي
peripheral nervous system	الجهاز العصبي الطرفي
cerebrum	المخ
medulla oblongata	النخاع المستطيل
pons	القنطرة
hypothalamus	تحت المهاد
somatic nervous system	الجهاز العصبي الجسمي
autonomic nervous system	الجهاز العصبي الذاتي
sympathetic nervous system	الجهاز العصبي السمبثاوي
parasympathetic nervous system	الجهاز العصبي الباراسمبثاوي

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

- ينقسم الجهاز العصبي إلى جزأين رئيسين هما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي.
- يتكوّن الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي.
- يتكوّن الجهاز العصبي الطرفي من الجهاز العصبي الجسمي والجهاز العصبي الذاتي.
- إن الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي الباراسمبثاوي فرعان من الجهاز العصبي الذاتي.

القسم 3 الحواس

taste bud	بُرعم التذوق
lens	العدسة
retina	الشبكية
rod	خلية عصوية
cone	خلية مخروطية
cochlea	القوقعة
semicircular canal	القناة نصف الهلالية

الفكرة الرئيسة **تساعدك المستقبلات الحسية على استشعار العالم من حولك.**

- تعمل حاستا الشم والتذوق معًا.
- تحوي العين نوعين مختلفين من المستقبلات.
- الأذن مسؤولة عن السمع والتوازن.
- ينطوي الجلد على أنواع كثيرة من المستقبلات الحسية.

القسم 4 تأثيرات العقاقير

drug	العقار
dopamine	الدوبامين
stimulant	المنبه
depressant	المثبط
tolerance	التحمّل
addiction	الإدمان

الفكرة الرئيسة **تغيّر بعض العقاقير في وظيفة الجهاز العصبي.**

- يمكن أن تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي بأربع طرق.
- تُعدّ المواد الشائعة مثل الكافيين عقاقير.
- يزيد العديد من العقاقير الإدمانية من مستويات الدوبامين.
- يترتب على إساءة استخدام العقاقير العديد من العواقب السلبية.
- يمكن أن يصبح الشخص مدمنًا نفسيًا وفسيولوجيًا على العقاقير.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 6 التقويم

القسم 1

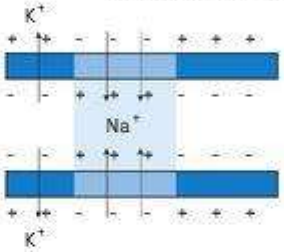
مراجعة المفردات

اختر من كل مجموعة مصطلحات، أدناه، المصطلح غير المنسجم. واشرح سبب ذلك.

1. المحور، الزوائد الشجيرية، القوس الانعكاسي
2. جسم الخلية، التشابك العصبي، الناقل العصبي
3. الميالين، العقدة، عتبة التنبيه

فهم الأفكار الرئيسة

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 4.



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

5. ما المسار الصحيح الذي يمر فيه السيال العصبي في القوس الانعكاسي؟
   - **A.** خلية عصبية حركية – خلية عصبية بينية – خلية عصبية حسية
   - **B.** خلية عصبية بينية – خلية عصبية حركية – خلية عصبية حسية
   - **C.** خلية عصبية حركية – خلية عصبية حسية – خلية عصبية بينية
   - **D.** خلية عصبية حسية – خلية عصبية بينية – خلية عصبية حركية

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

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

7. **المفردات الرئيسة** اشرح التشبيه التالي: تشبه الخلية العصبية طريقًا ذا اتجاه واحد، بينما يشبه العصب طريقًا ذا اتجاهين.

التفكير الناقد

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

القسم 2

مراجعة المفردات

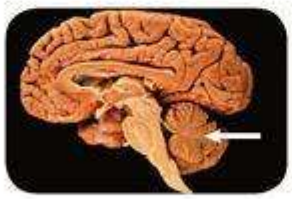
اختر من كل مجموعة مصطلحات، أدناه، المصطلح غير المنسجم. واشرح سبب ذلك.

9. الجهاز الجسمي، الجهاز الباراسمبثاوي، الجهاز السمبثاوي
10. المخ، القنطرة، النخاع المستطيل
11. الجهاز العصبي الذاتي، الجهاز العصبي الجسمي، الجهاز العصبي المركزي

فهم الأفكار الرئيسة

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

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 13.



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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

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

التفكير الناقد

16. **انقد** ربما سمعت العبارة التالية "يستخدم الإنسان 10% فقط من دماغه". استخدم الإنترنت وغيره من المصادر لجمع أدلة تؤيد هذه الفكرة أو تدحضها.

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

القسم 3

مراجعة المفردات

ميّز بين المصطلحات في كل مجموعة من المجموعات التالية.

18. الخلايا العصوية، الخلايا المخروطية

19. القوقعة، القنوات نصف الهلالية

20. الشبكية، براعم التذوق

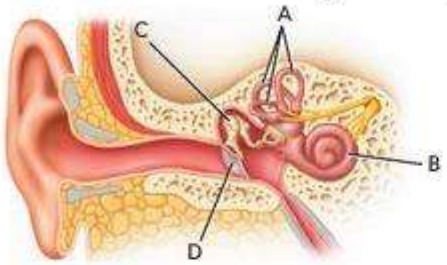
فهم الأفكار الرئيسة

21. إذا انقطعت الكهرباء في إحدى دور السينما ولم تَضِئ سوى بضعة مصابيح طوارئ وكانت إضاءتها خافتة، فما نوع الخلايا الأهم في الشبكية التي تساعدك على رؤية طريق الخروج؟
   A. الخلايا العصوية
   B. الخلايا المخروطية
   C. خلايا عصوية والخلايا المخروطية لها القدر نفسه من الأهمية.

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

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

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 24.



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

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

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

التفكير الناقد

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

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

القسم 4

مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين كل مصطلحين واردين في كل مجموعة أدناه. ثم اشرح وجه الارتباط بينهما.

28. المنبهات، المثبطات

29. التحمل، الإدمان

30. الدوبامين، المخدر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

فهم الأفكار الرئيسة

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤال 31.

31. إذا عانى شخص ما اكتئابًا، فما العقار الموصى به لعلاج خلية عصبية ما قبل التشابك؟

A. عقار يزيد من استرجاع الدوبامين
B. عقار يزيد من إنتاج الدوبامين
C. عقار يقلل من عدد مستقبلات الدوبامين
D. عقار يقلل من استرجاع الدوبامين

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

32. ما الذي يعنيه إدمان الشخص على عقار ما؟

33. ناقش النتائج التي قد تترتب على وجود خلل في الجين المسؤول عن إنتاج الدوبامين لدى الانسان.

التفكير الناقد

34. دافع توصَّل إلى استنتاج حول العبارة التالية: "إنّ إدمان شخص ما على العقاقير أكثر صعوبة من توقفه عن استخدامها". دافع عن موقفك.

التقويم الختامي

35. الفكرة الرئيسة إنّ الجهاز العصبي أساسي للتواصل بين الخلايا والأنسجة والأعضاء. توقع النتائج في حال انقطاع السيال العصبي نتيجة لإصابة أو تلف بعض الألياف العصبية والغمد المايليني.

36. الكتابة في علم الأحياء اكتب قصة قصيرة عن شخص سمع ضجة فشعر بالخوف. واحرص على أن تَضمّن قصتك كل ما قد يحدث في كل جزء من الجهاز العصبي خلال ذلك الموقف.

37. تخيل أنك عالم يطوّر عقارًا جديدًا. اشرح كيف يؤثّر عقارك على الجهاز العصبي، وما المرض الذي يعالجه عقارك. كيف يمكنك تحديد الآثار الجانبية التي قد يتسبب فيها العقار؟

أسئلة حول مستند

brain in figures and tables a quantitative handbook. New York, Plenum Press.

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

Berta, A., et al. 1999. *Marine mammals, evolutionary biology*. San Diego, Academic Pressss.

متوسط كتلة الدماغ (بالجرام)

النوع	الكتلة (g)	النوع	كتلة الدماغ (g)
الفيل	6000	القطة	30
البقرة	425–458	السلحفاة	0.3–0.7
الإنسان البالغ	1300–1400	الفأر	2

38. هل يبدو أنّ ثمّة ارتباطًا بين حجم الجسم وكتلة الدماغ؟

39. ناقش التفسيرات المحتملة (من حيث وسائل التكيّف) التي قد تؤيد إجابتك عن السؤال 38.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

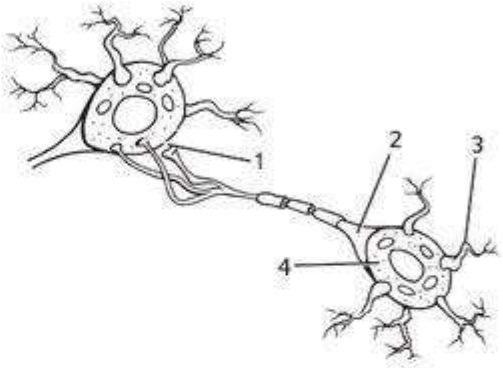
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد يحاكي ال *PISA*

1. ما الخصائص المميّزة للثدييات؟

A. الشعر
B. ثبات الحرارة
C. القلب المكوّن من أربع حجرات
D. التلقيح الداخلي

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *2* و *3*.



2. في أي جزء من الرسم أعلاه تتوقع وجود الميالين؟

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

3. في أي جزء من الرسم أعلاه تتوقع وجود النواقل العصبية عندما يصل جهد الفعل إلى نهاية الخلية العصبية؟

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

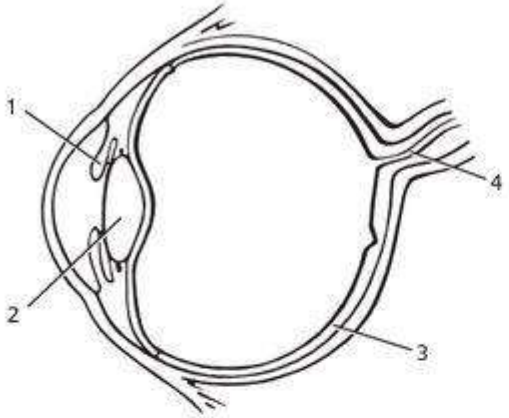
4. ما الهدف من وجود النسيج الغشائي في الجهاز الغشائي؟

A. يغطي سطح الجسم ويحمي أنسجته
B. يحرك المفاصل والعظام
C. يوفر إطارًا هيكليًا للجسم
D. ينقل الإشارات العصبية

5. ما الحيوان الذي ينتمي إلى الثدييات ذوات المشيمة؟

A. طائر الطنان
B. الكانجارو
C. خلد الماء
D. الحوت

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *6* و *7*.



6. ما الجزء من العين الذي يحوي عضلات تستجيب للمؤثرات؟

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

7. إذا لم يستطع أحد الأشخاص رؤية لون معين، فما الجزء المتضرر من عينه؟

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال رقم *8*.

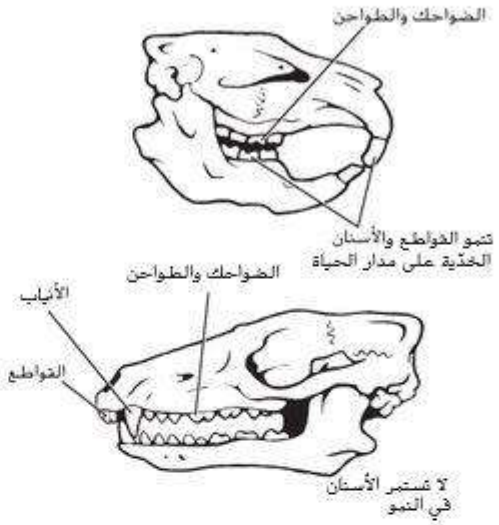
8. يوضح الرسم البياني أعلاه النمط اليومي لدرجة حرارة جسم الإنسان. متى تكون درجة حرارة الجسم لدى الإنسان في أدنى قيمة لها؟

A. بعد الأكل
B. عند الظهيرة
C. قبل الفجر مباشرة
D. آخر الليل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابات قصيرة تحاكي ال PISA

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *9* و *10*.



9. يظهر في الشكل أعلاه أسنان نوعين مختلفين من الثدييات. كيف يمكنك أن تستدل من هذه الأسنان على أنواع الطعام التي يعيش عليها نوعا الثدييات هذان؟

10. ما الحيوان الذي له الأسنان الأكثر شبهًا بأسنان الإنسان؟ اشرح إجابتك.

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

12. قارن بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي بالفم.

أسئلة ذات إجابات مفتوحة تحاكي ال PISA

13. وجد أحد العلماء طائرين صغيرين من أنواع طائر الكركي الأمريكي بعد عدة أيام من خروجهما من البيض الفاقس وأراد أن يقوم برعايتهما. فاستخدم دمية على شكل طائر الكركي كي يجعل الطائرين الصغيرين يشعران بالراحة. ثم قدم لهما يرقات الخنافس ليتغذيا عليها، لكنهما لم يقبلاها منه. ضع فرضية تعطي تفسيرًا محتملًا لتصرفات الطائرين الصغيرين.

14. ما الرابط بين حركة ألياف الميوسين والأكتين وانقباض العضلات؟

15. ما الاختلاف الرئيس بين الديدان الحلقية وغيرها من الديدان؟ ما أهمية هذا الاختلاف؟

سؤال مقالي يحاكي ال PISA

في كل عام يجري الجراحون أكثر من 450,000 عملية إصلاح واستبدال مفاصل. تخفف هذه الجراحات من الألم وتزيد من حركة المفاصل، وتتضمن جراحات إصلاح المفاصل إزالة أي بقايا عظمية أو عظام زائدة من حول المفصل مما يؤدي إلى استعادة عمله. أما جراحات استبدال المفاصل، فتتضمن استبدال المفصل الطبيعي بمفصل صناعي مصنوع من البولي إيثيلين أو السيراميك أو أحد المعادن الأخرى، حيث يساعد استبدال المفصل في تمكين المفصل من العمل بالصورة ذاتها التي يعمل بها المفصل الطبيعي، في العادة تُجرى عمليات استبدال المفاصل في الركبة والورك والكتف.

استعن بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال التالي (رقم *16*) في صورة مقال.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education