

الجهاز الهيكلي والجهاز العصبي

في هذا الدرس

الأهداف

- **تحديد** الوظائف الخمس للجهاز الهيكلي العظمي.
- **تقارن** المفاصل المتحركة بالمفاصل الثابتة.
- **تصف** التركيب الأساسي للخلايا العصبية.
- **تصف** كيف ينتقل السيال العصبي عبر الشق التشابكي.
- **تقارن** الجهاز العصبي المركزي بالجهاز العصبي الطرفي.
- **تعدد** المستقبلات الحسية في كل عضو من أعضاء الإحساس.
- **توضح** أنواعاً من المنبهات العصبية التي يستجيب لها كل عضو من أعضاء الإحساس.
- **تفسر** كيف تؤثر العقاقير في الجهاز العصبي.

الأهمية

تعرف كيف يتحرك كل جزء من أجزاء الجسم، وكيف تكون قادرًا على تحريكه، وكيف يتفاعل الجسم مع البيئة المحيطة بواسطة الجهاز العصبي.

مراجعة المفردات

الهيكل العظمي: مجموعة من العظام توفر الدعامة للجسم.
العمود الفقري: مجموعة من العظام تتصل معًا بواسطة غضاريف مرنة تحمي الحبل الشوكي.

المفردات الجديدة

- السمحاق
- الغضروف
- المفصل
- الأربطة
- العصبونات
- الشق التشابكي
- الجهاز العصبي المركزي
- الجهاز العصبي الطرفي

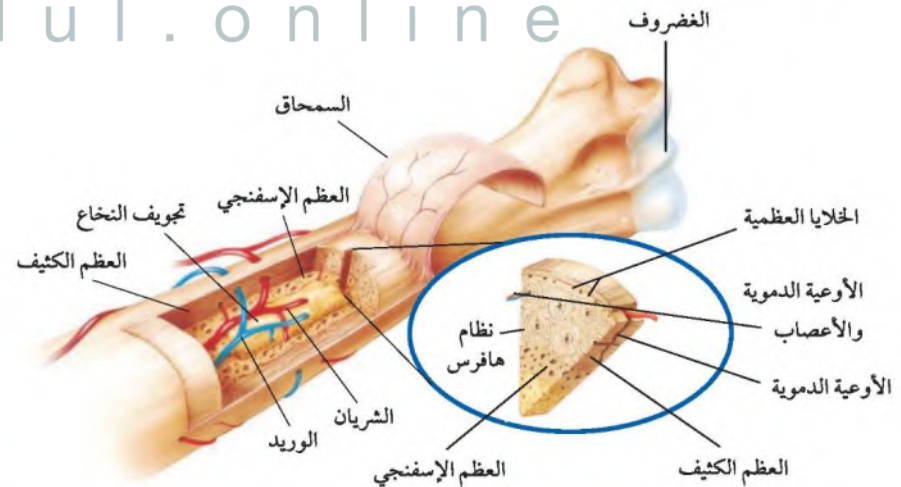
وظائف الجهاز الهيكلي

يتكون الجهاز الهيكلي من جميع العظام الموجودة في الجسم، ويؤدي خمس وظائف رئيسية:

١. يعطي الجسم الشكل والدعامة.
٢. تحمي العظام الأعضاء الداخلية.
٣. تتصل العضلات الرئيسة بالعظام وتساعد على الحركة.
٤. تتكون خلايا الدم في نخاع العديد من العظام.
٥. تخزن فيه كميات كبيرة من أملاح الكالسيوم والفوسفور، وهاتان المادتان تكسبان العظام صلابتها.

تركيب العظم

إن مجرد النظر إلى العظم بالعدسة المكبرة سوف يظهر لك أنها ليست ملساء. وتحتوي العظام على نتوءات وحواف ونهايات دائرية ويقع خشنة والعديد من الثقوب والحفر الصغيرة. وتتصل العضلات والأربطة ببعض هذه الثقوب والنتوءات، كما تدخل الأوعية الدموية والأعصاب عبر هذه الثقوب إلى داخل العظام وتخرج منها. ويوضح الشكل ١٠ كيف تبدو العظام من الخارج ومن الداخل.



الشكل ١٠ تتكون العظام من طبقات من الأنسجة الحية.

النسيج العظمي العظم الحي عضو يتكون من عدد من الأنسجة المختلفة. سطح العظم الحي غشاء صلب يُسمى **السمحاق** Periosteum، وتحمل الأوعية الدموية الموجودة في السمحاق المواد الغذائية إلى داخل العظم، كما تعمل الأعصاب فيه على إصدار إشارات الألم، ويظهر تحت غلاف السمحاق نوعاً العظم (الكثيف والإسفنجي).

العظم الكثيف يُكسب العظم صلابة؛ لأنه يحتوي على شبكة ترسب عليها أملاح الكالسيوم والفوسفور. أما العظم الإسفنجي فيوجد على أطراف العظم الطويل، كما في أعلى الذراع، ويحتوي العظم الإسفنجي على مسامات تجعل العظم أخف وزناً. ويوجد في مركز العظم الطويل تجويف كبير يُسمى تجويف العظم. ويملاً التجويف ومسامات العظم الإسفنجي مادة تسمى نخاع العظم. ويكون جزء من النخاع أصفر اللون؛ حيث يتكون من الخلايا الدهنية. أما الجزء الآخر منه فيكون أحمر اللون؛ لأنه ينتج خلايا الدم الحمراء بمعدل 2-3 ملايين خلية كل ثانية.

الغضروف: تغلف أطراف العظام طبقة ناعمة لزجة سميقة من الأنسجة تُسمى **الغضروف** Cartilage. ويمتاز الغضروف بمرونته وعدم احتوائه على أوعية دموية أو أملاح معدنية. ويعد الغضروف جزءاً مهماً في تركيب المفاصل؛ حيث يعمل على امتصاص الصدمات، كما أنه يجعل الحركة أسهل؛ وذلك بتقليل الاحتكاك الذي قد ينتج عن حركة العظام.

✓ **ماذا قرأت؟** ما الغضروف؟

الغضروف هو طبقة ناعمة لزجة سميقة من الأنسجة تغلف أطراف العظام

لم تكن عظامك دائماً بالصلابة التي هي عليها الآن، فقبل ستهور من ولادتك كان هيكلك العظمي يتكون من الغضروف، الذي تحطم تدريجياً، وحل محله العظم في أثناء نموك، كما في الشكل ١١. يتكون العظم من خلايا تُسمى الخلايا العظمية تعمل على ترسيب أملاح الكالسيوم والفوسفور في العظم، فتجعل النسيج العظمي أكثر صلابة. وعند ولادتك يصبح هيكلك العظمي مكوناً من أكثر من ٣٠٠ عظم. وفي أثناء النمو يندمج بعضها معاً فيقل عدد العظام ليصبح ٢٠٦ عظام فقط، كما في جسمك الآن.

المفاصل

ماذا ستفعل اليوم في المدرسة؟ ربما تجلس على المقعد، أو تأكل الطعام، أو تمشي إلى الصف. إن جميع هذه الحركات ممكنة؛ لأن الهيكل العظمي يحتوي على

العلوم
عبر المواقع الإلكترونية

كسور العظام.

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للحصول على معلومات حول التقنيات الحديثة لعلاج كسور العظام.

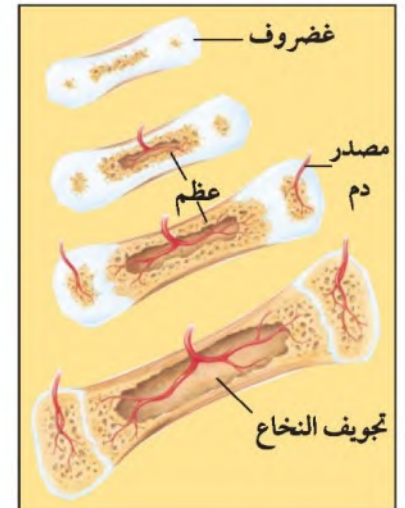
نشاط: اشرح واحدة من هذه التقنيات الحديثة في دفتر العلوم.

تجربة عملية تركيب العظام
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين



الشكل ١١ يتحول الغضروف إلى عظم تدريجياً. ومع مرور الوقت يُعاد تشكيل العظم ليستوعب الأوعية الدموية والأعصاب ونخاع العظم.

صف نوع الخلايا العظمية التي تبني العظم.



المفاصل. **المفصل Joint** ملتقى عظمين أو أكثر في الهيكل العظمي. وترتبط العظام معًا في المفصل **بالأربطة Ligaments**. وغالبًا ما يوجد عدد من الأربطة لتثبيت العظام في المفصل، كما في مفصل الركبة. تستطيع العضلات تحريك العظام بتحريكها للمفاصل. وتغلف طبقة رقيقة من الغضروف أطراف العظام عند المفصل، وبذلك تمنع احتكاك العظام بعضها ببعض عندما تتحرك.

المفاصل الثابتة تصنف المفاصل إلى ثابتة ومتحركة. وتسمح المفاصل الثابتة للعظام بالحركة قليلاً، أو تكون ثابتة لا تتحرك، ومنها عظام الجمجمة والحوض.

✓ **ماذا قرأت؟** كيف ترتبط العظام مع المفاصل؟

بالأربطة

التقديرات

تطبيق الرياضيات

حجم العظام: العظام ليست منتظمة الشكل، إلا أن معظمها أسطواني؛ حيث يسمح الشكل الأسطواني للعظام بتحمل الضغط بدرجة كبيرة. قَدِّر حجم عظم طوله ٣٦ سم، وقطره ٧ سم.

الحل:



عظم أسطواني الشكل طوله (ارتفاعه) ٣٦ سم وقطره ٧ سم.

١ المعطيات

حساب حجم الأسطوانة

٢ المطلوب

استعمل المعادلة التالية

٣ طريقة الحل

الحجم = $\pi \times (\text{نصف القطر})^2 \times \text{الارتفاع}$

نصف القطر = $7 \times \frac{1}{2} = 3.5$ سم، الارتفاع = ٣٦ سم، $\pi = 3.14$

الحجم = $3.14 \times (3.5)^2 \times 36 = 1384.74$ سم^٣

أي أن حجم العظم = ١٣٨٤,٧٤ سم^٣ تقريباً

اقسم إجابتك على ٣,١٤، ثم اقسم الناتج على (٣,٥) يجب أن يكون الرقم الذي تحصل عليه = طول العظم.

٤ التحقق من الحل:

مسائل تدريبية

١. قَدِّر حجم عظم طوله ١٢ سم، وقطره ٤,٢ سم.
٢. إذا كان حجم عظم ٨,٦٢ سم^٣، وطوله ٢٠ سم، فما قطره؟

ج1: المعطيات: عظم على شكل أسطوانة ارتفاعها 12 سم وقطرها 2.4 سم
الخطوات: أستعمل المعادلة التالية: الحجم = $3.14 * (\text{نصف القطر})^2 * \text{الارتفاع}$
نصف القطر = 1.2 سم
الحجم = 54.26 سم³

ج2: المعطيات: حجم العظم = 62.8 سم³ - ارتفاع العظم = 30 سم
الخطوات: أستعمل المعادلة التالية: نصف القطر = $\sqrt[2]{(\text{الحجم} / (3.14 * \text{الارتفاع}))} = 1$

القطر = $2 * 1 = 2$ سم



المفاصل المتحركة جميع الأنشطة التي تقوم بها يوميًا - ومنها الحركات التي تقوم بها في الصلاة، والرياضات المختلفة، وحتى في أثناء اللعب بألعاب الفيديو - تحتاج إلى مفاصل متحركة، كما في الشكل ١٢. وتسمح المفاصل المتحركة للجسم بالقيام بمجموعة كبيرة من الحركات. وهناك أنواع مختلفة من المفاصل المتحركة. النوع الأول هو المفصل المداري (المحوري)، وفيه يدور عظم داخل تجويف في عظم ثابت، وعندما تدير رأسك يكون ذلك مثالاً على الحركة المحورية. أما النوع الثاني فهو المفصل الكروي الذي يتكوّن من عظم نهايته الكروية تلائم التجويف الذي يشبه الكأس في عظم آخر. ويسمح هذا النوع من المفاصل بمدى حركة واسع، فتكون قادرًا على تحريك رجلك وذراعك في الاتجاهات جميعها.

الشكل ١٢ عندما يقذف اللاعب كرة السلة فإن عددًا من المفاصل تعمل معًا. **مسم** نشاطات أخرى تسبب حركة أنواع مختلفة من المفاصل.



أما النوع الثالث فهو المفصل الرزي. ويسمح هذا النوع من المفاصل بتحريك العظم إلى الأمام والخلف، كما في مفصلة الباب. ومن الأمثلة على هذا النوع الركبة والأصابع. ويكون مدى الحركة فيهما محدودًا مقارنة بالمفصل الكروي.

أما في النوع الرابع، وهو المفصل الانزلاقي، فينزل عظم فوق عظم آخر في أثناء تحركه، وتكون الحركة كذلك إلى الأمام أو الخلف. ومن أمثلة هذا النوع من المفاصل تلك التي في المعصم والكاحل وفقرات العمود الفقري. ويوجد هذا النوع من المفاصل كثيرًا في الجسم، ولولاه لما كنت قادرًا على الكتابة أو المشي.

سهولة الحركة عندما تقوم بحك قطعتي طبشور معًا فإن سطحيهما يتآكلان، ويتغير شكلهما. وكذلك فإن العظام دون حماية الغضاريف لها سوف تبدأ في التآكل عند المفاصل. وتساعد الغضاريف على تسهيل حركة المفاصل؛ حيث تقلل من الاحتكاك، وتسمح للعظام بالانزلاق بسهولة بعضها فوق بعض، كما في الشكل ١٣. إن حشوة الغضاريف الموجودة بين فقرات العمود الفقري والمسماة الأقراص تعمل عمل وسادة تمنع إصابة الحبل الشوكي بالضرر، كما يعمل السائل الذي يأتي من الأوعية الدموية القريبة على تشحيم المفاصل فيسهل حركتها.

مشكلات المفاصل الشائعة إن التهاب المفاصل من أكثر مشكلات المفاصل شيوعًا، وتشمل كلمة التهاب أكثر من ١٠٠ مرض مختلف قد تدمر المفاصل. إن جميع أشكال التهاب المفاصل تبدأ بالأعراض نفسها، وهي: الألم، والتصلب، وانتفاخ المفاصل.

الشكل ١٣ صورة أشعة ملونة افتراضية
 للعمود الفقري للإنسان
 تبين الأقراص الغضروفية
 بين الفقرات.



كيف يعمل الجهاز العصبي؟

بعد انتهائك من أداء واجباتك المدرسية جلست هادئاً مسترخياً على الأريكة لتكمل قراءة روايتك المفضلة. وفجأة سمعت ضجيجاً وأصواتاً غريبة في المطبخ، فجريت مسرعاً لترى ما حدث، فإذا قطعة صغيرة قد دخلت من النافذة المفتوحة، وأوقعت بعض الأواني على الأرض، وأخذت تثير الفوضى. وقد لاحظت في أثناء ذلك أن قلبك كان يدق بسرعة، ولكن بعد دقائق قليلة عاد تنفسك وعادت ضربات قلبك إلى المعدل الطبيعي. ترى، ما الذي حدث؟

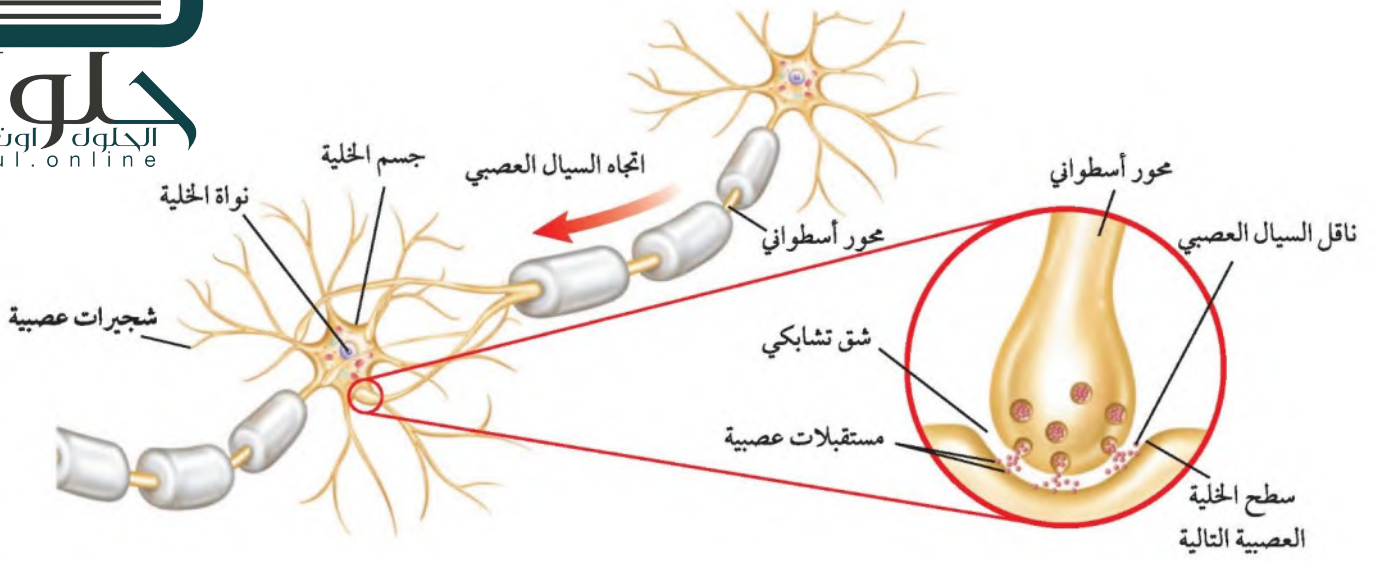
الاستجابة للمؤثرات ما حدث في المشهد السابق مثال على كيفية استجابة الجسم للمتغيرات التي تقع في البيئة المحيطة. وكل تغير من هذه التغيرات الداخلية أو الخارجية الذي يتطلب استجابة من الجسم يسمى "المنبه". ويتعرض كل إنسان يومياً لآلاف المنبهات، كما في الشكل ١٤. فالأصوات والضوء وروائح الطعام ودرجة حرارة الهواء، جميعها منبهات خارجية. أما المواد الكيميائية، ومنها الهرمونات، فهي مثال على المنبهات الداخلية. ويستطيع الجسم أن يتكيف مع المنبهات المتغيرة بمساعدة الجهاز العصبي.

الاتزان الداخلي لا شك أن الاتزان الداخلي للجسم هو أحد آيات الإبداع والإعجاز الإلهي في الخلق؛ فالجسم يتعامل مع المنبهات بطريقة مذهلة؛ حيث تعمل أجهزة التنظيم على المحافظة على الاتزان الداخلي، من خلال ثبات العوامل الداخلية في

الشكل ١٤ توجد المنبهات في كل مكان وفي كل وقت حتى في أثناء وجودك مع أصدقائك. اذكر أمثلة على المنبهات الموجودة في هذه الصورة.

الضوء - الصوت - الروائح





الشكل ١٥ تتكون الخلية العصبية من جسم الخلية، والشجيرات العصبية، والمحور الأسطواني. يتحرك السيل العصبي في اتجاه واحد مخترقاً الشق التشابكي من المحور إلى الشجيرات العصبية أو جسم الخلية العصبية التالية.

الجسم، على الرغم من المتغيرات المحيطة. إن عملية تنظيم معدل التنفس، ونبضات القلب، وعملية الهضم أمثلة على الاتزان الداخلي، ويعد الجهاز العصبي أحد أجهزة التنظيم المتعددة التي تحفظ الاتزان الداخلي في الجسم.

الخلايا العصبية (العصبونات)

يتكون الجهاز العصبي من وحدات وظيفية أساسية هي الخلايا العصبية أو **العصبونات Neurons**. وكما يبين الشكل ١٥ فإن العصبون يتكون من جسم الخلية، وفروع تسمى الشجيرات العصبية، والمحور الأسطواني. وينقل العصبون رسائل تُسمى السيل العصبي. وقد شاءت حكمة الله سبحانه وتعالى أن تتكيف العصبونات في الجسم، بحيث تنقل السيل العصبي في اتجاه واحد. في البداية تستقبل الشجيرات العصبية السيل من خلية عصبية مجاورة، وتنقله إلى جسم الخلية، ثم يتحرك على طول المحور الأسطواني حتى يصل إلى النهايات العصبية فيه. وهناك تسمح النهايات العصبية للسيل بالانتقال إلى العديد من العضلات أو العصبونات أو الغدد. وهناك ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية، هي: الحسية والحركية والموصلة. تستقبل الخلايا العصبية الحسية المعلومات، وترسلها إلى الدماغ أو الحبل الشوكي، حيث تستقبل الخلايا الموصلة هذه السيلالات، وتنقلها إلى الخلايا الحركية التي تدفع السيلالات من الدماغ والحبل الشوكي إلى العضلات أو الغدد في مواقعها المختلفة في الجسم.

الشق التشابكي هناك مسافة قصيرة تفصل بين كل عصبون والعصبون الذي يليه تسمى **الشق التشابكي Synapse**. وعندما يصل السيل العصبي إلى نهاية المحور الأسطواني يفرز مادة كيميائية - كما في الشكل ١٥ - تنتقل على طول الشق التشابكي، وتنبه الشجيرات العصبية للخلية المجاورة، فيتولد فيها سيل عصبي.

أقسام الجهاز العصبي

يُظهر الشكل ١٦ أعضاء الجهاز العصبي التي تتجمع في قسمين رئيسيين: الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي الطرفي. ويتكون الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System من الدماغ والحبل الشوكي. ويُعد الدماغ مركز تنظيم جميع الأنشطة الحيوية في الجسم. ويتكون من بلايين الخلايا العصبية (العصبونات). أما الحبل الشوكي فيتكون من حزمة من العصبونات، ويبلغ سمكه في الشخص البالغ سمك الإبهام، ويصل طوله إلى ٤٣ سم. وترسل العصبونات الحسية السيالات العصبية إلى الدماغ أو الحبل الشوكي.

الجهاز العصبي الطرفي جميع الأعصاب الموجودة خارج الجهاز العصبي المركزي، والتي تعمل على ربط الدماغ والحبل الشوكي مع أجزاء الجسم الأخرى، تشكل جزءاً من الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System. ويتكون الجهاز العصبي الطرفي من ١٢ زوجاً من الأعصاب تتفرع من الدماغ تُسمى الأعصاب الدماغية، و٣١ زوجاً من الأعصاب تتفرع من الحبل الشوكي تُسمى الأعصاب الشوكية. وتتكون الأعصاب الشوكية من حزمة من العصبونات الحسية وأخرى حركية يجمعها نسيج ضام.

تنقل الأعصاب الشوكية السيالات العصبية من جميع أجزاء الجسم إلى الدماغ، ومن الدماغ إلى جميع أجزاء الجسم مروراً بالحبل الشوكي. ويستطيع عصب شوكي واحد أن ينقل سيالاً عصبياً من الدماغ وآخر إليه في الوقت نفسه. ومما يجدر ذكره أن بعض الأعصاب تتكون من خلايا عصبية حسية فقط، وبعضها الآخر يتكون من خلايا عصبية حركية فقط، ولكن معظم الأعصاب تحتوي على النوعين.

الجهاز الجسمي والجهاز الذاتي يتكون الجهاز العصبي الطرفي من قسمين رئيسيين، هما: الجهاز الجسمي والجهاز الذاتي. الجهاز الجسمي ينظم الأفعال الإرادية، ويتكون من الأعصاب الدماغية والشوكية التي تتصل بالعضلات الهيكلية. أما الجهاز الذاتي فينظم الأفعال اللاإرادية، ومنها معدل ضربات القلب والتنفس والهضم والوظائف الغددية.

السلامة والجهاز العصبي

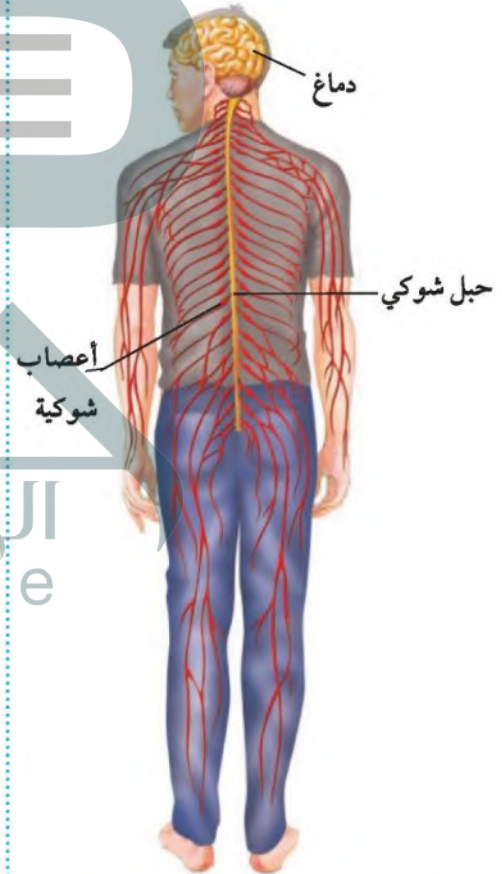
إن أي عملية عقلية أو نشاط فيزيائي في الجسم يتطلب تدخلاً من أحد تراكيب الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي. لذا فإن أي إصابة في أي منهما قد تكون خطراً على تلك العمليات والأنشطة؛ فقد تؤدي ضربة على الدماغ إلى فقدان القدرات العقلية والفيزيائية بشكل دائم أو مؤقت. فعلى سبيل المثال،

العلوم
عبر المواقع الإلكترونية

الجهاز العصبي.

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للحصول على معلومات عن الجهاز العصبي.

نشاط: اعمل مطوية تتناول فيها أهم التطورات الطبية الحديثة في مجال الجهاز العصبي.



الشكل ١٦ يشكل الدماغ والحبل الشوكي (باللون الأصفر) الجهاز العصبي المركزي. أما جميع الأعصاب (باللون الأحمر) فهي جزء من الجهاز العصبي الطرفي.



النواقل الكيميائية

(الأسيتيل كولين) مادة كيميائية تُصنع في الخلية العصبية وتعمل على نقل السيال العصبي عبر الشق التشابكي إلى الخلية العصبية التالية. وبعد انتقال السيال العصبي يتحطم (الأسيتيل كولين) بسرعة. اكتب في دفتر العلوم استنتاجك حول أهمية تحطم (الأسيتيل كولين) بسرعة.

كي يتوقف عمله وتعود العصبونات إلى وضعها أثناء الراحة

خلية عصبية موصلة

الحبل العصبي

مستقبلات في الجلد

عصب حركي

اتجاه السيال العصبي

انقباض العضلة



الشكل ١٧ يتحكم الحبل الشوكي في رد الفعل المنعكس.

قد يسبب التعرض لأي إصابة في الجزء الخلفي من الدماغ فقدان البصر. يُحاط الحبل الشوكي بعظام الفقرات لتحميه، إلا أنه قد يتعرض للأذى، وتوازي خطورة إصابة الحبل الشوكي خطورة الإصابة في الدماغ؛ إذ تؤدي إصابة الحبل الشوكي إلى تلف في المسار العصبي مما يسبب الشلل؛ أي فقدان العضلات قدرتها على الحركة. وتنتج معظم إصابات الرأس والحبل الشوكي عن حوادث السيارات والدراجات، بالإضافة إلى الإصابات الرياضية. لذا فإن وضع حزام الأمان في أثناء القيادة وارتداء الملابس الواقية في أثناء اللعب وركوب الدراجة أمر ضروري.

رد الفعل المنعكس إنك تظهر رد الفعل المنعكس إذا لمست شيئاً حاداً أو شديد السخونة أو البرودة، أو عندما تسعل أو تتقيأ. ويُقصد برد الفعل المنعكس استجابة غير إرادية تلقائية سريعة للمنبه. وبذلك فإنك لا تستطيع التحكم في رد الفعل المنعكس؛ فهو يحدث قبل أن تعرف ما حدث. ويتضمن رد الفعل المنعكس مساراً عصبياً بسيطاً يُسمى قوس رد الفعل، كما في الشكل ١٧. ويسمح رد الفعل المنعكس للجسم بالاستجابة دون التفكير في الفعل الذي يجب أن تفعله. وتصدر الأوامر خلاله من الحبل الشوكي دون تدخل الدماغ. ويأتي دور الدماغ بعد انتهاء رد الفعل المنعكس ليساعدك على تقرير ما يجب أن تفعل لإيقاف الألم.

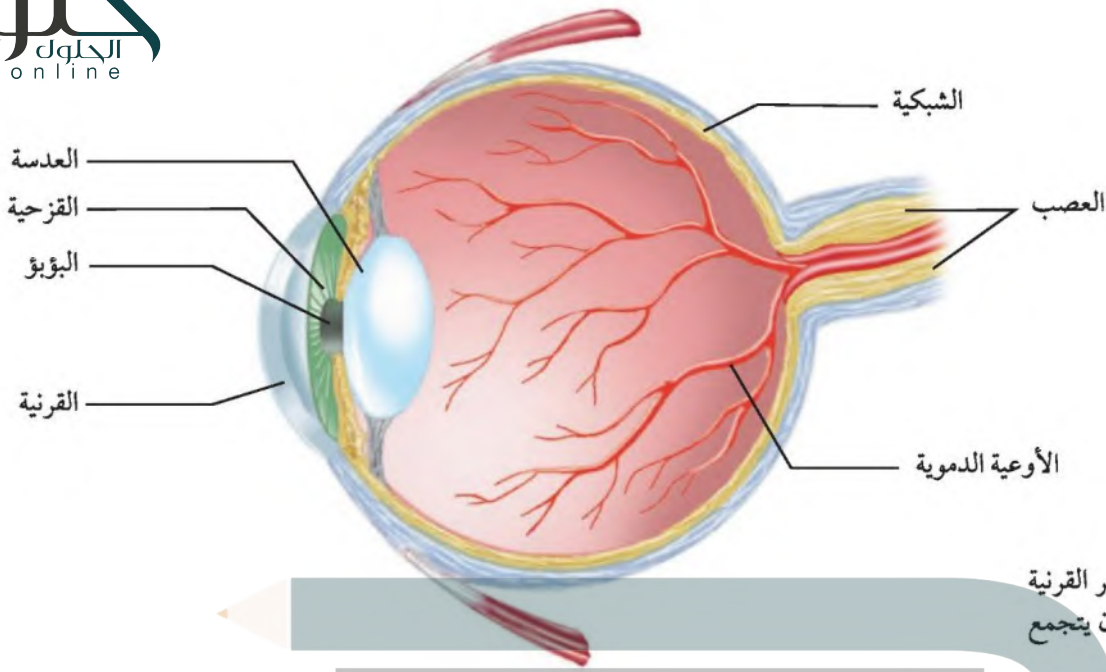
ما ذا قرأت؟ ما أهمية رد الفعل المنعكس؟

يحمي أعضاء الجسم المختلفة من الأضرار

مثل حركة جفن العين عند اقتراب جسم غريب من العين
وسحب اليد بسرعة عند تعرضها لجسم ساخن

أو المواد الكيميائية أو الضغط، وتحولها إلى سيال عصبي ينتقل عبر الجهاز العصبي. وتحتوي الأعضاء الداخلية على أنواع عدة من المستقبلات الحسية التي تستجيب للمس والضغط والألم ودرجة الحرارة، فيتولد فيها سيالات عصبية تنتقل إلى الدماغ أو الحبل الشوكي، فيستجيب الجسم تبعاً للمعلومات الجديدة. وتعمل حواس الجسم معاً للحفاظ على الاتزان الداخلي.

توجد المستقبلات الحسية كذلك في الجلد. فالشفتان حساستان لدرجة الحرارة، وقد تمنعان الشخص من شرب شيء ساخن قد يحرقه. والخلايا الجلدية الحساسة للضغط تحذر الشخص من الخطر؛ بحيث يتمكن من الحركة بعيداً عن مصدر الأذى.



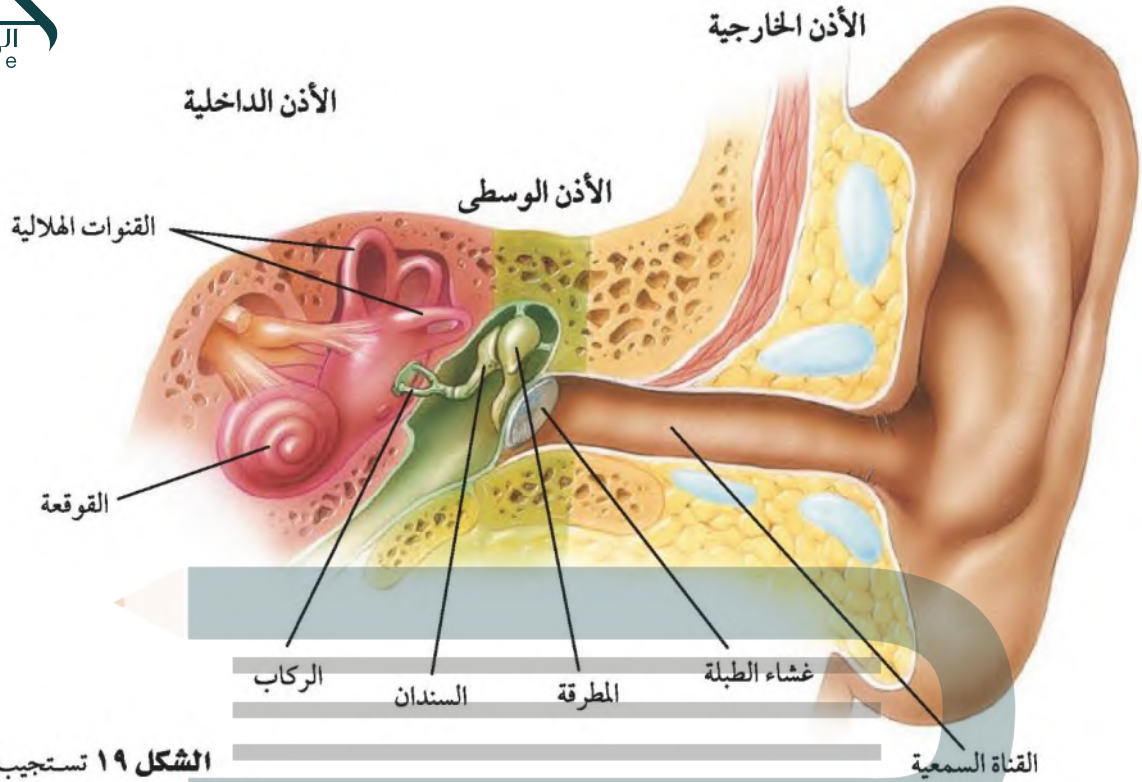
الشكل ١٨ ينفذ الضوء عبر القرنية والعدسة قبل أن يتجمع على الشبكية. **سم** التراكيب التي تمكنك من رؤية الضوء.

القرنية والعدسة والشبكية

الإبصار فكر في الأشياء المختلفة التي يمكنك النظر إليها كل لحظة. إن العين في كل ١٨ من أعضاء الإحساس. وقد منحها الله سبحانه وتعالى القدرة على التكيف حتى نحو فريد ليتمكن الإنسان من رؤية شكل الأشياء والألوان.

كيف تبصر؟ ينتقل الضوء في خطوط مستقيمة ما لم يسبب شيء انعكاسه أو تغيير مساره. وتحتوي العينان على تراكيب تعمل على انكسار الضوء، منها القرنية والعدسة. وعندما يدخل الضوء إلى العين ينفذ عبر القرنية (مقطع شفاف في مقدمة العين) فينكسر. ويستمر في مسيره لينفذ عبر العدسة لينكسر مرة أخرى، فيتجمع على الشبكية (نسيج في مؤخرة العين يمتاز بحساسيته للأشعة الضوئية). وتتركب الشبكية من نوعين من الخلايا، هما: خلايا العصبي وخلايا المخاريط. وتستجيب المخاريط للضوء اللامع والألوان. أما العصبي فتستجيب للضوء الباهت. وتساعدك هذه الخلايا على اكتشاف الشكل والحركة. **الصور** تنبه الطاقة الضوئية خلايا العصبي والمخاريط، فيتولد سيال عصبي ينتقل عبر العصب البصري، الذي ينقله إلى منطقة الرؤية في الدماغ. وتكون الصورة المنقولة من الشبكية إلى الدماغ مقلوبة فيفسرها الدماغ بصورتها الصحيحة. ويفسر كذلك الصورة المستقبلية من العينين كليهما، ويدمجها في صورة واحدة مما يُشعرك بالمسافة، ويجعلك قادرًا على تحديد بُعد الجسم أو قُربه إليك.

السمع الموجات الصوتية ضرورية لكي تسمع والدك أو معلمك، أو أصوات عصافير تغرد على الأشجار. ويُعد الصوت في عملية السمع كالضوء في عملية الرؤية.



الشكل ١٩ تستجيب أذنك للموجات الصوتية، كما تستجيب أيضًا لتغير موقع رأسك.

فعندما يهتز الشيء تتولد عنه موجات صوتية، وتستطيع الموجات الصوتية الانتقال عبر المواد الصلبة والسائلة والغازية. وعندما تمر عبر أجزاء الأذن فإنها عادة تنبه الخلايا العصبية الموجودة داخلها، فيتولد سيال عصبي ينتقل إلى منطقة السمع في الدماغ، حيث يتم تفسيرها، فتسمع الصوت.

يظهر الشكل ١٩ الأذن مقسمة إلى ثلاثة أجزاء: الأذن الخارجية والأذن الوسطى والأذن الداخلية. تستقبل الأذن الخارجية الموجات الصوتية وتنتقل عبر القناة السمعية إلى الأذن الوسطى؛ حيث تسبب الموجات الصوتية اهتزاز غشاء طبلة الأذن، فتنتقل هذه الاهتزازات إلى ثلاثة عظام صغيرة، هي المطرقة والسنون والركاب. ويستند الركاب إلى غشاء ثانوي في فتحة في الأذن الداخلية.

تتركب الأذن الداخلية من القوقعة والقنوات الهلالية، ويملأ القوقعة التي تشبه صدفة الحلزون سائلًا. وعندما يهتز الركاب يبدأ السائل داخل القوقعة في الاهتزاز، مما يسبب تحريك الخلايا الشعرية داخلها، فيتولد سيال عصبي ينتقل عبر العصب السمعي إلى الدماغ. واعتمادًا على عدد النهايات العصبية التي تم تنبيهها فإنك تسمع أنواعًا مختلفة من الصوت.



الشكل ٢٠ تعمل القنوات الهلالية في أذنك الداخلية على تحديد موقع رأسك بالنسبة إلى مستوى الأرض. **وضح** لماذا ينتج عن دورانك بسرعة شعور بعدم الاتزان؟

يرسل السائل الموجود داخل الأذن سيالاً عصبياً إلى الدماغ يتناسب مع اضطراب حركة الرأس مما ينتج عنه شعور بعدم الاتزان



التوازن تحتوي الأذن الداخلية على تراكيب، هي العرف الأمبولي، والحويصلات التي توجد في قاعدة القنوات الهلالية، كما في الشكل ٢٠. تحافظ هذه التراكيب على توازن الشخص، وتحس بحركة الجسم؛ فعندما يتحرك الجسم يتحرك السائل الهلامي في أجزاء الأذن الداخلية، مما يؤدي إلى تنبيه الخلايا العصبية الموجودة فيها، فيتولد سيال عصبي ينتقل إلى الدماغ فيفسر حركة الجسم. ثم يصدر الدماغ أوامره إلى العضلات الهيكلية لكي تتعامل مع حركة الجسم، فيقوم الجسم بحركات جديدة تضمن توازنه.

ما ذا قرأت؟ ما التراكيب التي تُنتج السيال العصبي اللازم لنقل حركات الجسم إلى الدماغ لحفظ توازنه؟

العرف الأمبولي والحويصلات في قاعدة القنوات الهلالية

من الطعام تتحرك في الهواء، فإذا دخلت بجوف الأنف دأبت في المحاط، مما يؤدي إلى تنبيه المستقبلات الشمية، فإذا كان عدد الجزيئات كافياً تولد سيال عصبي ينتقل إلى الدماغ فيفسر حركته. ثم يصدر الدماغ أوامره إلى العضلات الهيكلية لكي تتعامل مع حركة الجسم، فيقوم الجسم بحركات جديدة تضمن توازنه.

التحليل:

- ج1: يكون الحفاظ على الاتزان أصعب في الحالة الثانية لأنه عدم الرؤية تصعب تحديد الموقع ويصعب الاتزان
- ج2: اتزانه إصابة الأذن بالالتهاب و الاستماع إلى الأصوات العالية

تجربة

ملاحظة السيطرة على الاتزان الخطوات

١. ثبت شريطين دقيقين من الورق على الجدار على نحو متواز طولياً بينهما مسافة ٣٥-٤٠ سم. وكلف شخصاً الوقوف بينهما مدة ٣ دقائق دون أن يلامس الجدار.
٢. لاحظ كيف يحافظ على الاتزان.
٣. اطلب إلى الشخص نفسه إغلاق عينيه، ثم الوقوف بين الشريطين مدة ٣ دقائق.

التحليل

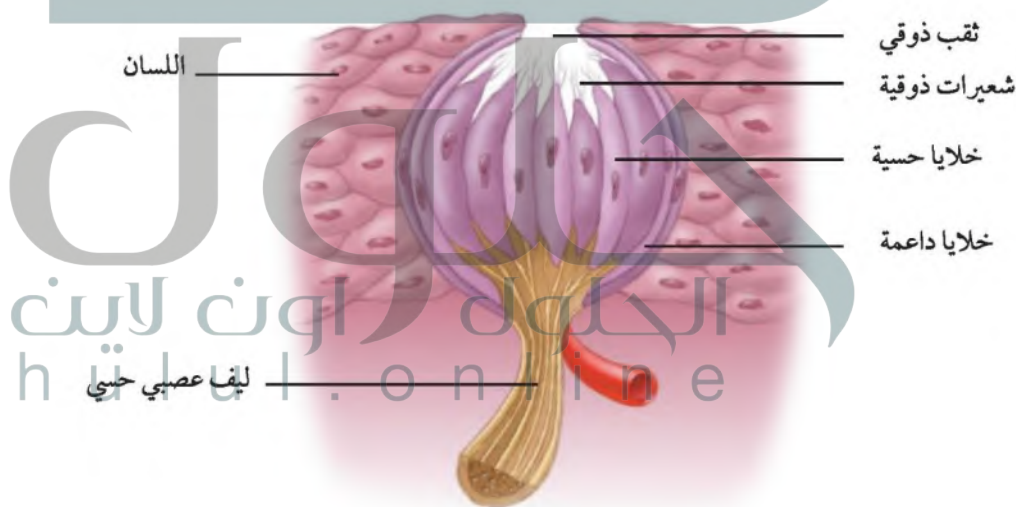
١. متى يكون الحفاظ على الاتزان أصعب؟ ولماذا؟
٢. ما العوامل الأخرى التي قد تسبب فقدان الشخص شعوره بالاتزان؟

التذوق عندما تتناول طعامًا جديدًا فإنك تتذوقه بطرف لسانك، وعندما تجد طعمه جيدًا فإنك تمضغه فتحس أن طعمه صار أفضل. تشكّل البراعم الذوقية الموجودة على اللسان مستقبلات التذوق الرئيسة، وعددها حوالي ١٠,٠٠٠ برعم ذوقي تتوزع على اللسان، فتجعل الشخص قادرًا على التمييز بين الأطعمة المختلفة. وتستجيب معظم البراعم الذوقية لعدد من الأطعمة، إلا أن هناك أماكن محددة في اللسان أكثر إحساسًا بطعام دون غيره. ويحس اللسان بالحلو، والمالح، والحامض، والمر.

وتستجيب البراعم الذوقية الموضحة في الشكل ٢١ للمنبهات الكيميائية. ولكي تتذوق شيئًا ما فلا بد أن يكون ذائبًا. ويقوم اللعاب بهذه العملية عندما يغطي الطعام البراعم الذوقية، فيتولد سيال عصبي يُرسل إلى الدماغ، حيث يفسره، فيتم تعرف الطعم.

✓ **ماذا قرأت؟** ماذا يجب أن يحدث للطعام قبل أن تقدر على تذوقه؟

يجب أن يكون الطعام ذائبًا



الشكل ٢١ تتكون البراعم الذوقية من مجموعة من الخلايا الحسية لها شعيرات ذوقية دقيقة تخرج منها. عندما يدخل الطعام إلى الفم يذوب في اللعاب. وينبه هذا المزيج المستقبلات في الشعيرات الذوقية ويُرسل السيال العصبي إلى الدماغ.

الشم والذوق تتطلب حاسة الشم تعرّف بعض الأطعمة كالشيكولاتة، وتنبهها في الفم بها تنتقل الرائحة إلى التجويف الأنفي في مؤخرة الحلق، مما يؤدي إلى تنبيه الخلايا الشمية فيتم الإحساس بطعم الشيكولاتة ورائحتها. لذا عندما تكون مصاباً بالزكام فإن الطعام يبدو وكأنه لا طعم له؛ لأن جزيئات الطعام لا تستطيع الوصول إلى الخلايا الشمية في تجويف الأنف.

تأثير بعض المواد في الجهاز العصبي

تؤثر العديد من المواد- ومنها الكحول والكافيين- تأثيراً ضاراً مباشراً في الجهاز العصبي. فخلايا المعدة والأمعاء الدقيقة تمتص الكحول، فينتقل إلى جهاز الدوران، ثم ينتقل عبر الجسم، وعندما يصل إلى الخلايا العصبية يخترق الغشاء الخلوي ويحدث خللاً في وظائفها. وهكذا فإن تناول الكحول يُبطئ أنشطة الجهاز العصبي، ويضعف التحكم في العضلات والسيطرة عليها، كما يضعف تركيز الذاكرة. كذلك فإن تناول الكحول يسبب تدمير خلايا الدماغ والكبد وإتلافها.

المنبهات تُسمى أي مادة تسرّع نشاطات الجهاز العصبي المركزي منبهاً. فالكافيين مادة منبهة، وتوجد في القهوة والشاي وبعض المشروبات الغازية، كما في الشكل ٢٢. وتناول كميات كبيرة من الكافيين قد يسبب زيادة واضطراباً في ضربات القلب، وقد يسبب الرعشة والأرق لدى بعض الأشخاص، كما قد ينه الكلى لإنتاج كميات أكبر من البول.



انظر كتاب جوعة وعي (الكافيين)



الشكل ٢٢ يوجد الكافيين في المشروبات الغازية والقهوة والشيكولاتة وبعض أنواع الشاي.

اختبر نفسك

١. عدد الوظائف الخمس الرئيسة للجهاز الهيكلي في الإنسان.
٢. أعط أمثلة على المفاصل الثابتة.
٣. وضح أهمية الغضاريف في الجهاز الهيكلي.
٤. صف الأربطة ووظيفتها في الجهاز الهيكلي.
٥. ارسم أجزاء الخلية العصبية، وصف وظيفة كل جزء.
٦. سمّ المستقبلات الحسية في العين والأنف والأذن.
٧. قارن بين الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي.
٨. حدد دور اللعاب في عملية التذوق.
٩. وضح ما أهمية وجود مستقبلات حسية للألم والضغط في الأعضاء الداخلية؟
١٠. التفكير الناقد وضح لماذا يحذر المريض من التعامل مع الآلات أو الأدوات الخطرة عند تناول بعض الأدوية؟

تطبيق المهارات

١١. عمل الجداول اعمل جدولاً تبين فيه تصنيف مفاصل جسم الإنسان إلى متحركة أو ثابتة.
١٢. التمثيل البياني ارسم مخططاً بيانياً يوضح توزيع العظام في الشخص البالغ: ٢٩ عظمًا في الجمجمة، و٢٦ عظمًا في العمود الفقري، و٢٤ ضلعًا، وأربعة عظام في الكتف، و٦٠ عظمًا في الذراع واليد، وعظمان في الحوض، و٦٠ عظمًا في الرجل والقدم. (استعمل القطاعات الدائرية في تمثيله، واحسب النسبة المئوية لكل نوع من العظام).
١٣. التواصل اكتب فقرة في دفتر العلوم تصف فيها شعورك نحو الأشياء التالية: مكعب ثلج، أفعى، قميص حريري، صخرة ملساء.

الخلاصة

وظائف الجهاز الهيكلي

- يشمل الجهاز الهيكلي جميع العظام في الجسم.

تركيب العظم

- العظام عضو حي يحتاج إلى المواد الغذائية.
- يمتاز العظم الكثيف بصلابته وقوته، وفي العظم الإسفنجي العديد من الثقوب التي تجعله أخف وزنًا.
- تغلف الغضاريف أطراف العظام.

تكوّن العظام

- ترسب الخلايا المكوّنة للعظام أملاح الكالسيوم والفوسفور، فتجعل العظام أكثر صلابة.
- تتكوّن العظام السليمة ويُعاد تكوّنّها باستمرار.

المفاصل

- المفاصل الثابتة لا تتحرك.
- تشمل المفاصل المتحركة: المحورية، والكروية، والرزبية، والمنزلقة.
- تسهّل الغضاريف حركة المفاصل.

كيف يعمل الجهاز العصبي؟

- يستجيب الجهاز العصبي للمنبهات للحفاظ على الاتزان الداخلي.

الخلايا العصبية (العصبونات)

- العصبونات هي الوحدات الوظيفية الأساسية في الجهاز العصبي.
- ينتقل السيال العصبي من عصبون إلى آخر عبر الشق التشابكي.

أقسام الجهاز العصبي

- يتحكم الجهاز العصبي الذاتي في الأفعال اللاإرادية ومنها معدل ضربات القلب والتنفس.
- يتحكم الجهاز العصبي الجسدي في الأفعال الإرادية.

السلامة والجهاز العصبي

- يحدث رد الفعل المنعكس تلقائيًا بأمر من الحبل الشوكي.

الحواس

- تستجيب أعضاء الإحساس للمنبهات، وتعمل معًا للحفاظ على الاتزان.

تأثير بعض المواد في الجهاز العصبي

- بعض المواد قد تنبه الجهاز العصبي أو تُثبّطه.

ج1: يعطي الجسم الشكل والدعامة

تحمي العظام الأعضاء الداخلية

تتصل العضلات الرئيسة بالعظام وتساعد على الحركة

تتكون خلايا الدم في نخاع العديد مسن العظام

تخزن فيه كميات كبيرة من مركبات الكالسيوم والفسفور وهاتان المادتان تكسبان العظام صلابتها

ج2: عظام الجمجمة وعظام الحوض

ج3: الغضاريف تعتبر جزءاً مهماً في تركيب المفاصل حيث تعمل على امتصاص الصدمات كما إنه يجعل

الحركة أسهل ولك بتقليل الاحتكاك الذي قد ينتج عن حركة العظام

ج4: الأربطة تربط العظام معا في المفصل وغالباً ما يوجد عدد من الأربطة لتثبيت العظام في المفصل

ج5: في البداية تستقبل الشجيرات العصبية السعال من خلية عصبية مجاورة وتنقله إلى جسم الخلية ثم

يتحرك على طول المحور الأسطواني حتى يصل إلى النهايات العصبية فيه فتسمح النهايات العصبية

للسعال بالانتقال إلى العديد من العضلات أو العصبونات الأخرى أو الغدد

ج6: المستقبلات الحسية في العين: العصبي والمخاريط

المستقبلات الحسية في الأنف: المستقبلات الشمية

المستقبلات الحسية في الأذن: الخلايا الشعرية داخل القوقعة

ج7: الجهاز العصبي المركزي يتكون من الدماغ والحبل الشوكي ويقوم الدماغ بتنظيم جميع الأنشطة

الحيوية في الجسم وترسل العصبونات الحسية السيالات العصبية إلى الدماغ أو النخاع الشوكي

الجهاز العصبي الطرفي: يتكون من قسمين رئيسين هما:

الجهاز الجسمي: ينظم الأفعال الإرادية ويتركب من الأعصاب الدماغية والشوكية والتي تعمل كل منهما

على ربط الدماغ والحبل الشوكي مع أجزاء الجسم الأخرى

الجهاز الذاتي: فينظم الأفعال اللاإرادية ومنها معدل ضربات القلب والتنفس والهضم

- ج8: يقوم اللعاب بإذابة الطعام حتى يستطيع هذا المزيج أن ينبه المستقبلات في الشعيرات الدموية
- ج9: عندما تستجيب هذه المستقبلات للضغط والألم فيتولد فيها سيالات عصبية تنتقل إلى الدماغ أو الحبل الشوكي فيستجيب الجسم تبعاً للمعلومات الجديدة
- ج10: بعض الأدوية تؤثر على الجهاز العصبي للإنسان عند تعاطي هذه الأدوية مما قد يسبب ضعف مؤقت في السيطرة على العضلات فعند التعامل مع الآلات الحادة في هذه الحالة يمكن أن يضر الإنسان نفسه
- ج13: أشعر ببرودة مكعب الثلج ونعومة جلد الأفعى ونعومة الحرير أما الصخرة الملساء فلها أيضاً ملمس ناعم ولكنه صلب بخلاف ملمس الحرير والأفعى اللين
- ج11:

نوع العظام	أشكالها
عظام الجمجمة	منها ما هو مسطح ومنها ما هو غير منتظم الشكل.
عظام العمود الفقري	غير منتظمة الشكل.
الضلوع	مسطحة.
عظام الكتف	مسطحة.
عظام الذراع واليد	عظام قصيرة كعظام مشط اليد. عظام طويلة كعظام العضد والساعد.
عظام الحوض	مسطحة.
عظام الرجل والقدم	عظام قصيرة كعظام مشط القدم. عظام طويلة كعظام الفخذ والساق.