

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

## المطويات

## منظمات الأفكار

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

**خطوات العمل**

كيف يشبه جناح الدجاجة ذراع الإنسان؟

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

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

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

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

4. ضع الكيس على سطح مستو، واضغط برفق على الجناح؛ لتحدد أين توجد العظام والعضلات.

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

## التحليل

١. اكتب أسماء الأجزاء على رسمك لتبين الأجزاء التي تقابل الجزء العلوي من ذراعك والمرفق والرسغ وراحة اليد.

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

## ج ١: الجزء العلوي من الجناح والموجود

## قبل المفصل الأول يشابه الجزء العلوي

## من ذراع الإنسان، والمفصل الثاني من

الأعلى هو المرفق، وأما المفصل التالي

فهو الرسغ، كما يشبه الجزء السفلي

## الثالث من الجناح اليد

ج۲: ستتنوع إجابات الطلاب، قد تتضمن

## الملاحظات أن الجلد بجوي نقاطاً يتصل

فيها الريش بجلد وهو يشبه وجود نقاط

أخرى في جلد الإنسان يتصل بها الشعر،

ولا يوجد أصابع للدجاج، والجزء من جناح

الدجاجة الذى يشبه يد الإنسان أطول من

## الجزء الذى يشبه أسفل الذراع



## The Skeletal System الجهاز الهيكلي

### الأهداف

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

### مراجعة المفردات

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

### المفردات الجديدة

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

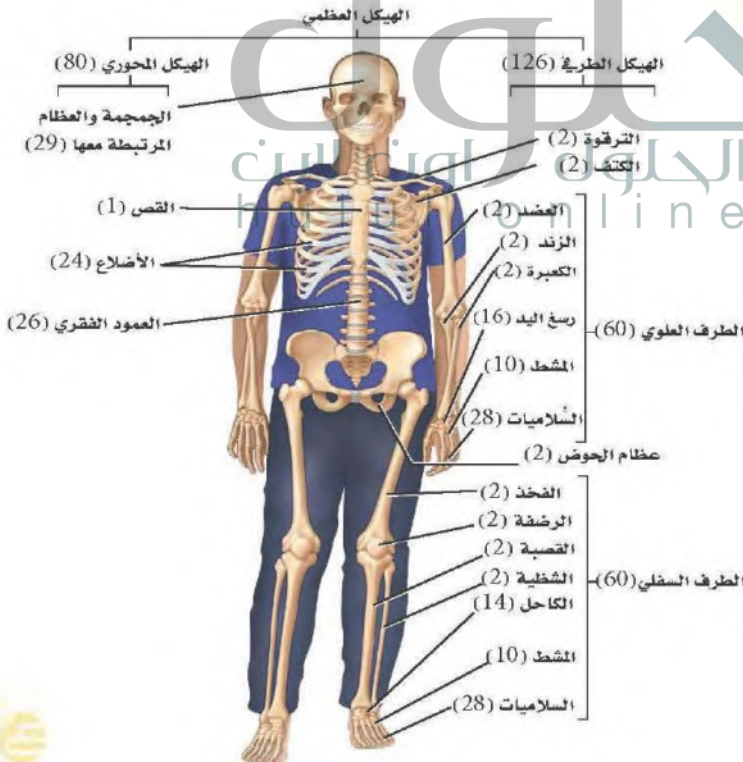
**المقدمة الرئيسية** لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

**الربط مع الحياة** يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكّل كل من الأساس والأعمدة والجسور هيكلًا لأي منزل - يعطي الهيكل الجسم شكله، ويوفر له الدعامة والحماية.

### تركيب الجهاز الهيكلي

### Structure of the Skeletal System

إن عدد عظام الهيكل العظمي في الإنسان البالغ - كما في الشكل 1-4 - 206 عظام. يتكون الهيكل العظمي عند الإنسان من جزأين رئيسيين، هما: الهيكل المحوري، والهيكل الطرفي. ويتكون **الهيكل المحوري** axial skeleton من الجمجمة، والعمود الفقري، والأضلاع، والقص. ويتكون **الهيكل الطرفي** appendicular skeleton من عظام كل من الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.



■ الشكل 1-4 يضم الهيكل المحوري عظام الرأس والظهر والصدر. ولعظام الهيكل الطرفي علاقة بحركة الأطراف.



**العظم الكثيف والعظم الإسفنجي Compact and spongy bone** يُعدّ العظم نسيجاً ضامّاً له عدة أشكال وأحجام. وتُصنّف العظام إلى: طويلة، وقصيرة، ومسطحة، وغير منتظمة. ارجع إلى الشكل 1-4 تلاحظ أن عظام الساق والذراع من العظام الطويلة، وعظام الرسغ من العظام القصيرة. كما أن عظام الجمجمة من النوع المسطح. أما عظام الوجه والعمود الفقري فهي عظام غير منتظمة. وللعظام كلها التركيب نفسه، بغض النظر عن شكلها.

وتتكون الطبقات الخارجية لجميع العظام من **عظم كثيف** compact bone، وهو عظم مضغوط وقوي، يعطي الجسم القوة والحماية. وتمتد على طول العظام الكثيفة تراكيب أنبوبية الشكل - وهي الوحدات البنائية أو أنظمة هافرس Haversian systems - تسمى **الخلايا العظمية** osteocytes، تحوي الأعصاب والأوعية الدموية. وتزوّد الأوعية الدموية الخلايا العظمية الحية osteocytes بالأكسجين والغذاء. أما العظم الداخلي فيختلف كثيراً عن العظم الخارجي، كما في الشكل 2-4.

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

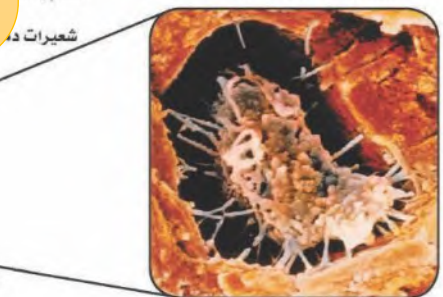
وهناك نوعان من النخاع العظمي: **النخاع الأحمر** red bone marrow و**النخاع الأصفر** yellow bone marrow. ويتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر. ويوجد النخاع الأحمر في عظام: العضد،

الشكل 2-4 العظم إما كثيف وإما إسفنجي.  
كيف يختلف العظم الكثيف عن العظم الإسفنجي في الموقع والوظيفة؟

يعطي العظم الكثيف القوة والحماية للطبقات الخارجية لجميع العظام، تحتوي العظام الإسفنجية الخفيفة على تجاويف تمتلئ بالنخاع، وتوجد في منتصف العظام القصيرة أو المسطحة وفي نهاية العظام الطويلة



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح X 2500



نظام هافرس

شريان  
وريد



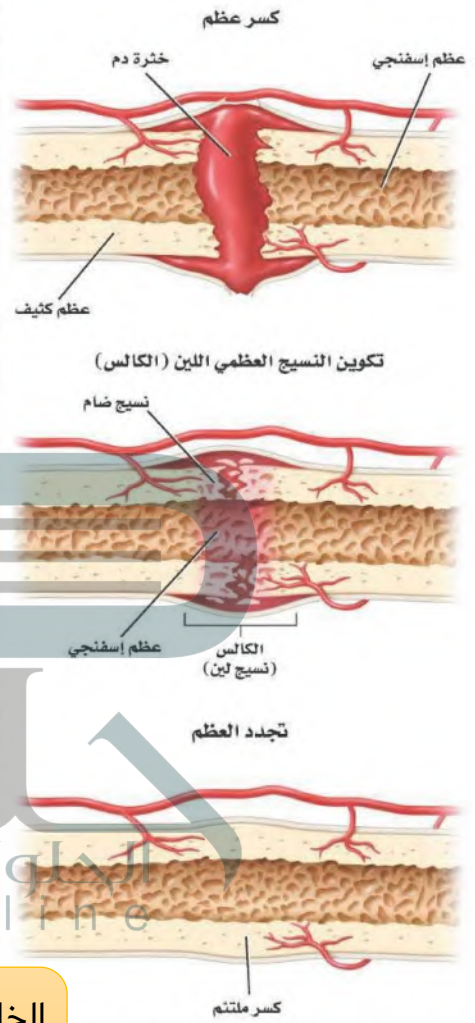
والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الجمجمة. وتتكون تجاويف عظام الجنين من النخاع الأحمر. ونحوي عظام الأطفال نخاعاً أحمر أكثر من البالغين. أما النخاع الأصفر فيوجد في عظام أخرى في الجسم؛ إذ يتكون من دهون مخزنة فقط. ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من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

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

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

## الخلايا العظمية البانية تكوّن العظام؛ في حين تحطم الخلايا العظمية الهادمة الخلايا العظمية

العظم. تبدأ عملية تجدد العظم مباشرة بعد حدوث الكسر. ارجع إلى الشكل 3-4 الذي يوضح خطوات التئام العظم المكسور. **الكسر Fracture** عند حدوث إصابة يُنتج الدماغ بسرعة أندورفينات (endorphins)، وهي مواد كيميائية تُسمى أحياناً مسكنات الألم الطبيعية في الجسم، تؤدي إلى تخفيف الألم. وتنتقل هذه المواد إلى مكان الإصابة سريعاً لتخفيف الألم، حيث يلتهب مكان الإصابة ويتنفخ، ويستمر الانتفاخ أسبوعين أو ثلاثة بعد حدوث الإصابة.



■ الشكل 3-4 يتطلب إعادة بناء العظام خطوات حيث تتكون كتلة دم متخثرة في الفراغ بين العظام المكسور ثم ينمو نسيج ضام ليملأ الفراغ بين العظام. وأخيراً تبدأ العظمية البانية في تكوين نسيج عظمي جديد.



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

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

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

### تجربة (استدلال)

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

## المفاصل Joints

توجد المفاصل في مكان التقاء عظمين أو أكثر. ويمكن تصنيف المفاصل بحسب نوع الحركة التي يسمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبيّن الجدول 1-4 خمسة أنواع من المفاصل: الكروية (الحقيقية)، والمدارية، والرززية، والمنزلقة، والدرززية. ادرس هذا الجدول لتحديد أنواع الحركة التي تسمح بها أنواع المفاصل المختلفة، والعظام المسؤولة عن ذلك.

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

وترتبط عظام المفصل معاً بأربطة ligaments وهي أشرطة رقيقة تربط بين عظم وآخر. وسوف تتعلم أكثر عن الأربطة والعضلات في الدرس الثاني.

✓ ماذا قرأت؟ راجع أنواع المفاصل، وكيف صُنّفت؟

تصنف المفاصل حسب نوع الحركة التي تسمح بها وشكل أجزائها



بعض المفاصل في الجهاز الهيكلي

الجدول 1-4

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

أهمية 1-4 الجدول 1-4 الحول اون لاين

6. ارسم مخططاً لجناح الدجاجة من دون العضلات، مبيناً كيف ترتبط العظام معاً، ثم قارن هذا الرسم بما فعلته في التجربة الاستهلالية.

التحليل

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

ج ١: في هذه التجربة الكثير من العظام التي يجب دراستها تزيد عما استعمل في رسوم التجربة الاستهلالية

ج ٢: حتى تكون رافعة تسبب حركة العظم، ويجب أن ترتبط العضلة مع عظمين مختلفين

ج ٣: أبيض؛ الغضروف



## وظائف الجهاز الهيكلي

### Functions of the Skeletal System

يقوم الجهاز الهيكلي بوظائف أخرى، بالإضافة إلى دعم الجسم، كما في الجدول 2-4؛ إذ تحمي الجمجمة الدماغ، ويحمي العمود الفقري النخاع الشوكي، ويحمي القفص الصدري القلب، والرئتين وأعضاء أخرى. كما تحمي طبقات العظام الخارجية النخاع العظمي الموجود داخل العظام، حيث يقوم النخاع الأحمر بتكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء. وتؤدي الصفائح الدموية دوراً مهماً في تخثر الدم. وتتكوّن خلايا الدم الحمراء بمعدل أكثر من مليوني خلية في الثانية الواحدة. ويكون النخاع العظمي عادة من النوع الأحمر، حتى يبلغ الإنسان السابعة من العمر، ثم يحل نسيج دهني محل جزء من النخاع، مما يكسب النخاع لوناً أصفر، ولهذا يُسمى النخاع الأصفر. وتُعد هذه الدهون مصدراً مهماً للطاقة. وتشكل العظام مخزناً لتجميع الأملاح - ومنها الكالسيوم والفوسفور - وتخزينها. فعندما ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم يطلق العظم الكالسيوم في الدم. وإذا ارتفع مستوى الكالسيوم في الدم يخزن النسيج العظمي ما يزيد منه على حاجة الجسم، وبهذا يحافظ العظم على الاتزان الداخلي للكالسيوم. كما تسمح العظام - التي تتصل بها العضلات - بحركة الجسم. فمثلاً، عندما تسحب العضلات عظم الذراع أو الساق تسبب حركتهما، كما تساعد العضلات المرتبطة مع الأضلاع على حدوث الحركات التنفسية (الشهيق والزفير) بصورة طبيعية.

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

## Skeletal System Diseases

### أمراض الجهاز الهيكلي



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

هاتون كيف يختلف التهاب المفاصل الروماتيزمي عن التهاب العظام الشائع؟

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

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

التهاب العظام Osteoarthritis: حالة مؤلمة تصيب المفاصل، وينتج عنها تآكل الغضاريف.

يسبب التهاب المفاصل الروماتيزمي التهاباً في المفاصل، في حين التهاب العظام عن تلف المفاصل وتآكلها، وكلاهما يسبب ألماً شديداً



ج١: الهيكل المحوري: الجمجمة؛ العمود الفقري، الأضلاع، وعظم القص: تعطي الدعامة للجسم؛ الهيكل الطرفي: الذراع، اليد الساق، القدم، الأكتاف، والورك فتعطي الدعامة وتُعدّ المصدر الرئيسي لتكوين خلايا الدم

- ج٢: النخاع الأحمر: خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية؛ النخاع الأصفر: الدهن
- ج٣: يحتاج تكوين العظام والتئام كسورها إلى الخلايا العظمية البانية والخلايا العظمية الهادمة من أجل التئام العظام وتكوينها وإعادة تشكيلها
- ج٤: يمكن تصنيف العظام بوصفها جزءاً من الهيكل المحوري أو الطرفي، ثم تصنف بعد ذلك عظام كل هيكل على حدة. ومنها؛ الساق أو الذراع أو اليد أو القدم أو الجمجمة أو العمود الفقري
- ج٥: ربما ينتج تشوه خلقي في أثناء نمو الجنين، بسبب نمو العظام بصورة غير صحيحة، مما يؤدي إلى ضعف العظام ونقص الكالسيوم والفوسفور، ويصاب الإنسان البالغ باعتلالات أهمها ضعف العصب الحركي وضعف في عمل العضلات
- ج٦: العظم الكثيف متراس وكثيف ويوجد في أجزاء الجسم التي تحتاج للدعامة، أما العظم الإسفنجي فيحتوي ثقوباً ويوجد حيثما تنتج عناصر الدم بوساطة تجاويف النخاع العظمي

## التقويم 1-4

### الخلاصة

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

### فهم الأفكار الرئيسية

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

### التفكير الناقد

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