

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

1- 4 الجهاز الهيكلي

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

2- 4 الجهاز العضلي

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

حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان البالغ 206 عظام.
- تعمل العضلات نتيجة انقباضها.

الاعتماد في بتمثل التركيب

خلايا عظمية

قوة تكبير المجهر المركب 40X

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

المطويات

منظومات الأفكار

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



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

ج ٢: 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 الذي يشبه يد الإنسان أطول من
الجزء الذي يشبه أسفل الذراع

تجربة استهلاكية

كيف يشبه جناح الدجاجة ذراع الإنسان؟

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

خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل على جناح دجاجة نظيف ومحفوظ في كيس
بلاستيكي قابل للغلق، ولاحظ الجلد الذي يغطي هذا
الجناح.
3. حرك الجناح داخل الكيس لتحديد كيف يتحرك، وأين
توجد المفاصل.
4. ضع الكيس على سطح مستو، واضغط برفق على
الجناح؛ لتحديد أين توجد العظام والعضلات.
5. بناءً على مشاهداتك، ارسم الجناح كما تتخيله إذا أزيل
الجلد عنه، وأظهر العظام والعضلات.

التحليل

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

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، يتكوّن 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

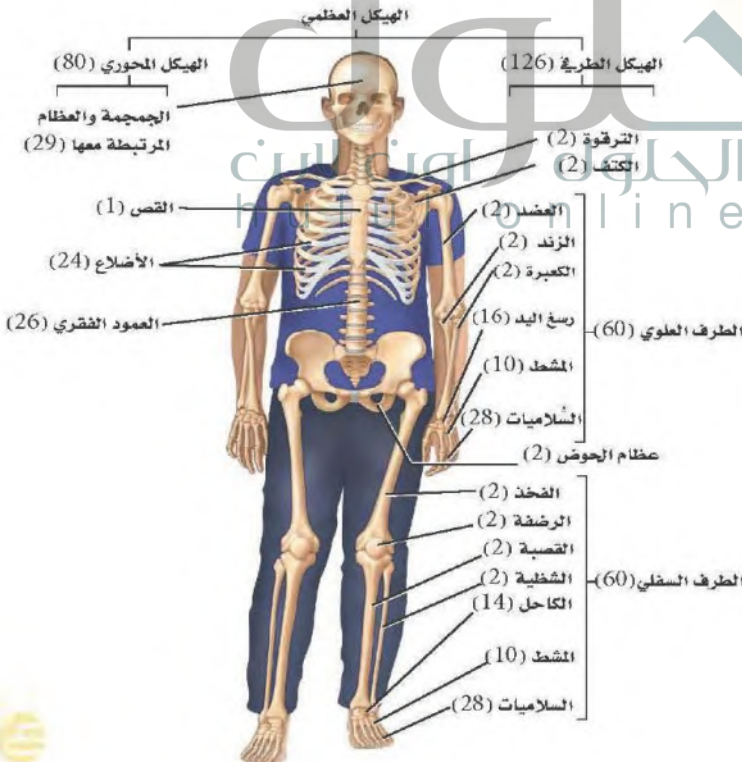
المقدمة الرئيسية لقد وهب الله تعالى للإنسان الهيكل العظمي لكي يُكسب الجسم شكله، ويوفر له الدعامة، ويحمي الأعضاء الداخلية، ومنها القلب والرئتان والدماغ.

الربط مع الحياة يمكن مقارنة الجهاز الهيكلي عند الإنسان بهيكل بناء المنزل؛ فكما يشكّل كلّ 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 4-1 - 206 عظام. يتكوّن الهيكل العظمي عند الإنسان من جزأين رئيسيين، هما: الهيكل المحوري، والهيكل الطرفي. ويتكوّن **الهيكل المحوري** axial skeleton من الجمجمة، والعمود الفقري، والأضلاع، والقص. ويتكوّن **الهيكل الطرفي** appendicular skeleton من عظام كل من الطرف العلوي، والطرف السفلي، وعظام الكتف، وعظام الحوض.



■ الشكل 4-1 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، ومستطحة، 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 والمستطحة، وفي نهاية العظام الطويلة. ويحيط بالعظم الإسفنجي عظم كثيف لا يوجد فيه أنظمة هافرس.

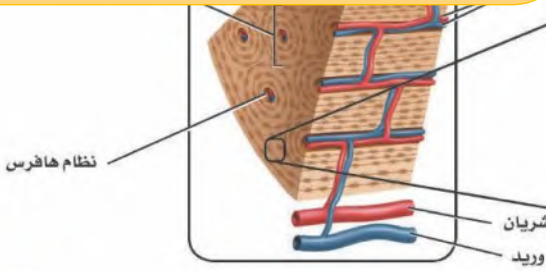
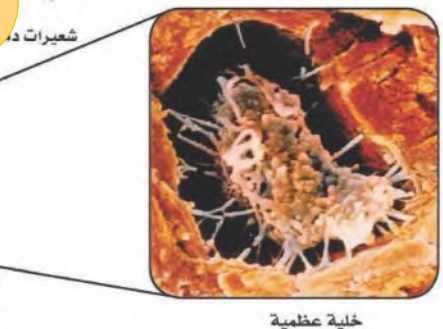
وهناك نوعان من النخاع العظمي: **النخاع الأحمر** red bone marrow و**النخاع الأصفر** yellow bone marrow. ويتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية في النخاع الأحمر. ويوجد النخاع الأحمر في عظام: العضد،

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



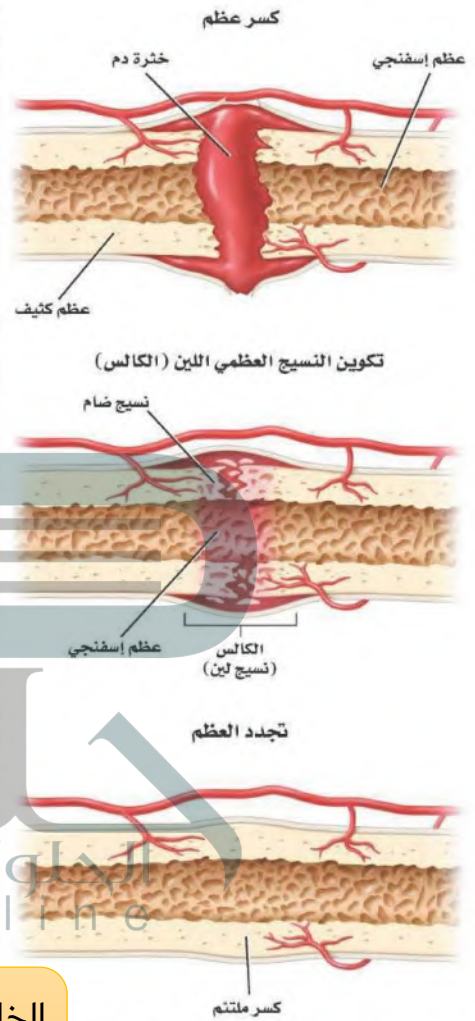
والفخذ، والقص والأضلاع، والعمود الفقري وعظام الجمجمة. وتتكون تجاويف عظام الجنين من النخاع الأحمر. ونحوي عظام الأطفال نخاعاً أحمر أكثر من البالغين. أما النخاع الأصفر فيوجد في عظام أخرى في الجسم؛ إذ يتكون من دهون مخزنة فقط. ويستطيع الجسم تحويل النخاع الأصفر إلى النخاع الأحمر في حالة فقدان كميات كبيرة من 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 تحطّم **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 حسب نوع الحركة التي يسمح بها المفصل أو أشكال أجزائه، ما عدا مفاصل الجمجمة. ويبين الجدول 1-4 خمسة أنواع من المفاصل: الكروية (الحقيقية)، والمدارية، والرزبية، والمنزلقة، والدرزوية. 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 الرزبية 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 صُنِّفت؟

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

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

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 معرضاً 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: ما بين 10 و 20 في المائة من السكان فوق سن 60 سنة.

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 بواسطة 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.

الأهداف

- تصف أنواع العضلات الثلاثة.
- تفسر ما يحدث في أثناء انقباض العضلة على مستوى الخلية والمستوى الجزيئي.
- تميز بين الألياف العضلية البطيئة الانقباض والسرعة الانقباض.

مراجعة المفردات

اللاهوائي Anaerobic: تفاعلات كيميائية لا تحتاج إلى الأكسجين لحدوثها.

المفردات الجديدة

- العضلة الملساء
- العضلة اللاإرادية
- العضلة القلبية
- العضلة الهيكلية
- العضلات الإرادية
- الوتر
- الليف العضلي
- الميوسين
- الأكتين
- القطعة العضلية

المطبوعات

ضمن مطبوتك معلومات من هذا القسم.

الشكل 4-5 باستخدام التكبير للعضلات يمكن مشاهدة الاختلاف في شكل الخلايا العضلية ومظهرها. فالخليفة العضلات الملساء لها شكل مغزلي، والخليفة العضلية القلبية تبدو مخططة، كما أن الخليفة العضلية الهيكلية أيضًا مخططة.

هسر بالإضافة إلى مظهر العضلات، ما الأسس الأخرى المستعملة في تصنيفها؟

The Muscular System الجهاز العضلي

المقدمة الرابعة تختلف أنواع الأنسجة العضلية الثلاثة بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

الربط مع الحياة ساهم ليوناردو دافنشي بتقديم كم هائل من المعرفة للمجتمع العلمي؛ فقد درس جسم الإنسان من خلال فحص الجثث. وحاول دافنشي وضع أسلاك مكان العضلات؛ لكي يتعلم كيف تنقبض العضلات لتسحب العظم، وتسبب الحركة.

Types of Muscles أنواع العضلات

تتكون العضلة من مجموعة الألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض. وعندما استخدمت كلمة عضلة لأول مرة ظن الناس أنها تعني العضلات الهيكلية. تفحص الشكل 4-5، تشاهد ثلاثة أنواع من العضلات، هي: الملساء، والقلبية، والهيكلية. وتُصنف العضلات بناءً على تركيبها ووظيفتها.

العضلات الملساء Smooth muscle تبطن العضلات الملساء smooth muscle الكثير من الأعضاء الداخلية، ومنها: القناة الهضمية، والأوعية الدموية والمثانة البولية، والرحم. وهي عضلات لا إرادية involuntary muscle لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها. فيتحرك الطعام مثلاً في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة. وتبدو العضلات الملساء عند فحصها بالمجهر غير مخططة ولا مرتبة في حزم، ولكل خلية نواة واحدة.

العضلات القلبية Cardiac muscle توجد هذه العضلات اللاإرادية في القلب فقط. ولذا تُسمى العضلات القلبية cardiac muscle. وتترتب الخلايا العضلية القلبية على هيئة شبكة تسمح للعضلات بالانقباض بفاعلية وانتظام، مما يعطي القلب قوة. والعضلات القلبية مخططة، ومكونة من حزمة من الخلايا التي يظهر لونها فاتحاً أو داكناً، ويداخلها العديد من النوى. وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة، وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية.



الإضافة إلى مظهر العضلات تصنف كذلك حسب

وظيفتها (إرادية أو لإرادية)

العضلات الهيكلية Skeletal muscles معظم عضلات الجسم هيكلية. وترتبط العضلات الهيكلية skeletal muscle مع العظام عن طريق الأوتار لتسبب الحركة. عندما تنقبض أو تانبسط مثل عضلات الذراع والقدم والوجه واللسان والجفون. وهي **عضلات إرادية voluntary muscle**؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام. وترتبط **الأوتار tendons** - المكونة من نسيج ضام صلب - بين العضلات والعظام. كما تظهر العضلات الهيكلية مخططة عند مشاهدتها بالمجهر.

انقباض العضلة الهيكلية

Skeletal Muscle Contraction

تترتب معظم العضلات الهيكلية في شكل زوجي متضاد؛ أي تكون إحدى العضلات معاكسة للأخرى. انظر الشكل 4-6 الذي يوضح العضلات التي تستخدمها عندما ترفع ساعدك أو تخفضه. وتكون الليفة العضلية من وحدات صغيرة تُسمى **الليفيات العضلية myofibrils**، وتحتوي بدورها على **الميوسين myosin** و**الأكتين actin**، وهما وحدات صغيرة من الخيوط البروتينية. وتتألف وحدات البناء في اللييف العضلي من **قطعة عضلية sarcomere**، وهي وحدة الوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة، كما في الشكل 4-7. ويظهر التخطيط في العضلات بسبب القطع العضلية التي تمتد من خط Z وتنتهي بخط Z آخر. ويبدأ خط Z من المكان الذي ترتبط فيه خيوط الأكتين الرفيعة داخل اللييف العضلي. كما ينتج عن تداخل ألياف الأكتين والميوسين حزمة (شريط) داكنة اللون تسمى الحزمة A. أما خط M فيتكون من ألياف الميوسين فقط. إن ترتيب مكونات القطعة العضلية بهذا الشكل يجعل العضلة تنقبض، ثم تانبسط.

نظرية الخيوط المنزلقة Sliding filament theory يوضح الشكل 4-7 نظرية الخيوط المنزلقة. وتنص هذه النظرية على أنه عند وصول الإشارة العصبية إلى العضلة تنزل خيوط الأكتين بعضها في اتجاه بعض، مسببة انقباض العضلة. لاحظ أن خيوط الميوسين ثابتة لا تتحرك. وتداخل عدة عضلات هيكلية أحياناً لإنجاز حركة سيرة، كما في حركة قلب صفحة هذا الكتاب.

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع.

ينقبض Contract

الاستعمال العلمي: يشد أو يقصر.

تنقبض العضلات وتسبب الحركة.

الاستعمال الشائع: انقبض الرجل

على نفسه؛ أي ضاق بالحياة، فمال إلى

الانزواء والعزلة.

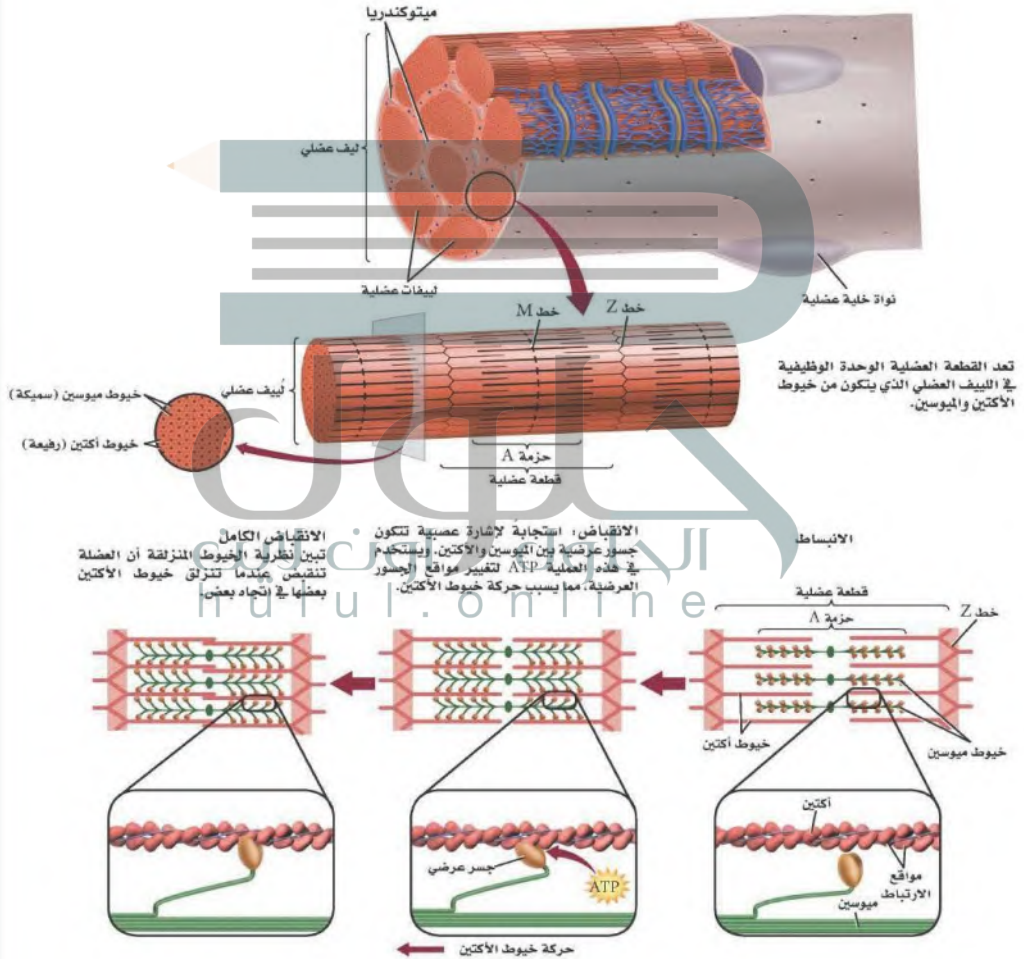
■ الشكل 4-6 تترتب العضلات في شكل زوجي متضاد.



عندما تنقبض العضلة ذات الرؤوس الثلاثة يتحرك الساعد إلى أسفل.

عندما تنقبض العضلة ذات الرأسين يرتفع الساعد إلى أعلى.

■ الشكل 7-4 يتكون الليف العضلي من ليفات عضلية. أما الليف العضلي فيتكون من خيوط الأكتين والميوسين.



عندما يصل السيل العصبي إلى العضلة تنتج الأيونات الكالسيوم إلى اللييف العضلي، فيسبب ارتباط الأكتين والميوسين معاً. وتحتج خيوط الأكتين بعدها نحو مركز القطعة العضلية، لذا يحدث الانقباض. وتحتاج هذه العملية إلى الطاقة (ATP) التي تنتجها الميتوكوندريا. وعند انبساط العضلة تنزلق الخيوط مرة أخرى لتعود إلى وضعها الطبيعي.

الطاقة لانقباض العضلات Energy for muscles contraction تقوم الخلايا العضلية جميعها بعمليات الأيض هوائياً ولاهوائياً. وعندما يتوافر الأكسجين يحدث التنفس الخلوي الهوائي في الخلايا العضلية، وتطلق هذه العملية ATP بوصفه مصدرًا للطاقة.

بعد إجراء تمرين رياضي مجهود، ربما لا تتمكن العضلات من الحصول على الأكسجين الكافي لاستمرار التنفس الخلوي، مما يقلل كمية ATP الموجودة؛ فعضلات الرياضيين - في الشكل 8-4 - تعتمد على التنفس اللاهوائي لاستمرار عملية تخمر حمض اللاكتيك للحصول على الطاقة. ويزداد تركيز حمض اللاكتيك في العضلات في أثناء التمارين الرياضية، مما يسبب الإعياء، وينتقل الفائض منه إلى الدم، الأمر الذي يحفز التنفس السريع. وبعد أخذ قسط من الراحة يعاد تخزين كمية كافية من الأكسجين، ويتحلل حمض اللاكتيك في الجسم.

لعلك شاهدت حيوانًا ميتًا على جانب الطريق! عندما يموت الحيوان يصبح في حالة تيبس، وهي حالة انقباض عضلي طويل الأمد. ويحتاج الجسم إلى ATP لضخ الكالسيوم بعيداً عن اللييف العضلي لكي تنبسط العضلة. ولأن الحيوان الميت في هذه الحالة لا يستطيع إنتاج ATP فإن الكالسيوم يبقى داخل اللييف العضلي، وتستمر العضلات في حالة انقباض. وعندما تبدأ الأنسجة في التحلل بعد 24 ساعة من الوفاة، لا تستطيع العضلات البقاء منقبضة.

■ الشكل 8-4 الوصول إلى نهاية السباق

يشكل لحظة من بذل طاقة قصوى.

تسر كيف تستعيد الحركات التنفسية

(الشهيق والزفير) وضعها الطبيعي بعد

تمرين رياضي مجهود؟



التنفس السريع يزيد من تراكم حمض اللاكتيك وبعد الراحة يتم الاحتفاظ بكمية كافية من الأكسجين ويتحطم حمض اللاكتيك

Skeletal Muscle Strength

قوة العضلة الهيكلية

لا تنمو أجسام بعض الناس مثل أجسام أبطال كمال الأجسام مهما بذلوا من محاولات في بناء العضلات. كذلك قد يكون أحد العدائين هو الأسرع في السباقات القصيرة، ولكنه يصل إلى الإعياء سريعاً في سباق المسافات الطويلة. فما سبب هذا الاختلاف؟ يرجع السبب في الحالتين إلى الألياف العضلية البطيئة الانقباض ونسبتها إلى الألياف العضلية السريعة الانقباض؛ حيث يوجد كلا النوعين من الألياف في كل إنسان.

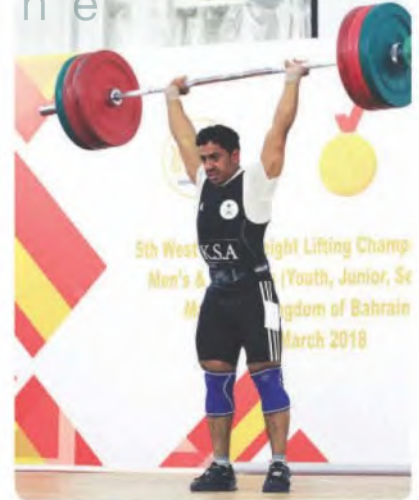
العضلات البطيئة الانقباض Slow — twitch muscles تختلف العضلات في سرعة انقباضها، حيث تنقبض العضلات البطيئة الانقباض بسرعة أقل من العضلات السريعة الانقباض. ولليف العضلي البطيء الانقباض قدرة تحمل أكثر من الليف العضلي السريع الانقباض. ويحوي جسم متسابق الدراجات الهوائية - في الشكل 9-4 - أليافاً عديدة بطيئة الانقباض. كما تعمل هذه الأنواع من الألياف العضلية جيداً في سباق المسافات الطويلة أو السباحة؛ لأنها تقاوم الإعياء أكثر من ألياف العضلات السريعة الانقباض. ويتوافر الكثير من الميوتوكندريا في الليف العضلي البطيء الانقباض للقيام بعملية التنفس الخلوي. كما تحوي هذه الألياف الميوجلوبين؛ وهو جزيء التنفس الذي يخزن الأكسجين، ويعدّ مستودعاً له، كما يجعل الميوجلوبين لون العضلة داكناً. وتزيد التمارين عدد الميوتوكندريا في الألياف، لكن الزيادة الكلية في حجم العضلة تكون قليلة نسبياً.

العضلات السريعة الانقباض Fast — twitch muscles تصل العضلات السريعة الانقباض إلى حالة الإعياء بسهولة، لكنها توفر قوة كبيرة للحركة القصيرة السريعة. وقد تكيفت العضلات السريعة الانقباض لإنتاج القوة. وتعمل هذه العضلات جيداً في أثناء التمارين الرياضية التي تتطلب دفقة صغيرة سريعة من الطاقة، ومنها عدو المسافات القصيرة، أو رفع الأثقال، كما في الشكل 9-4.

ما مدى تحملك؟

ارجع لتدليل التجارب العملية على منصة عين

■ الشكل 9-4 لمسابقي الدراجات الهوائية في سباق المسافات الطويلة نسبة عالية من الألياف العضلية البطيئة الانقباض. أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف العضلية السريعة الانقباض.



ويكون لون هذه العضلات فاتحاً؛ لأنها تحتوي القليل من الميوجلوبين. وتتم على التنفس اللاهوائي لقلة عدد الميتوكوندريا الموجودة فيها، مما يسبب إعياء العضلة. وتؤدي التمارين الرياضية إلى زيادة عدد الليفات العضلية، مما يجعل قطر العضلة الكلي أكبر.

وتحتوي غالبية العضلات الهيكلية خليطاً من العضلات ذات الانقباض السريع والبطيء. وتحدد نسبة هذا الخليط وراثياً. وعندما تكون نسبة الألياف البطيئة إلى الألياف السريعة الانقباض مرتفعة جداً يكون الشخص عداءً جيداً في السباقات الطويلة (سباق الضاحية). أما رافعو الأثقال فلديهم نسبة عالية من الألياف السريعة الانقباض. وعادة ما تكون عضلات غالبية الناس بين هاتين الحالتين.

مختبر تحليل البيانات 4-1

بناءً على بيانات حقيقية

البيانات والملاحظات

تفسير البيانات

نسبة الألياف البطيئة لانقباض	الوقت	العضلة
87	ترفع القدم	الأخضية (الرجل)
67	تنني الساق	ذات الرأسين الفخذية (الرجل)
52	ترفع الذراع	المثلثة (الكتف)
35	تحرك الرأس	القضية الترقوية الصدغية (الرقبة)
15	تغلق الحفن	عضلة عجز العين (الوجه)

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

التفكير الناقد

1. افترض حلل بيانات الجدول، وضع فرضية تفسر لماذا تحتوي عضلة ساق الرجل الأخضية على ألياف بطيئة الانقباض أكثر من عضلة عجز العين.
2. صنف العضلات، معطياً أمثلة على عضلات سريعة الانقباض.

ج ١: يجب أن تحافظ عضلة الساق على الانقباض فترة طويلة؛ كما أن لعضلات محجر العين أليافاً سريعة الانقباض أكثر؛ لأنها ليست عضلات تحمل بل تتطلب حركات سريعة

ج ٢: العضلات السريعة الانقباض ومنها تحرك الرأس، والرقبة؛ والوجه

التقويم 2-4

الخلاصة

- هناك ثلاثة أنواع من العضلات.
- تنتظم العضلات الهيكلية في أزواج متضادة، بحيث تعمل عضلة عكس الأخرى.
- تبطن العضلات الملساء العديد من الأعضاء الداخلية.
- توجد العضلات القلبية في القلب فقط.
- تقوم جميع العضلات بعمليات الأيض الهوائية واللاهوائية.

فهم الأفكار الرئيسية

1. **الفكرة الرئيسية** صمم لوحة تتضمن قائمة بأوجه الشبه والاختلاف بين أنواع العضلات الثلاثة.
2. حدد أنواع كل من العضلات الإرادية واللاإرادية.
3. فسر لماذا يحدث التنفس الهوائي قبل تخمر حمض اللاكتيك في معظم العضلات؟
4. قارن بين دور الميتوكوندريا في الليف العضلي السريع الانقباض والليف العضلي البطيء الانقباض.

التفكير الناقد

5. استنتج نسبة اللحم الداكن (العضلات) إلى اللحم الأبيض في الديك الرومي البري تكون أعلى مقارنة بالديك الرومي الذي يُربى في المزارع. لماذا يساعد ذلك على طيران الديك الرومي البري مسافات أطول من الديك الرومي الداجن؟
6. **الكتابة هي علم الأحياء** اكتب قصة قصيرة تعبر فيها عن سلسلة الأحداث المرتبطة مع انقباض العضلة من أيونا.

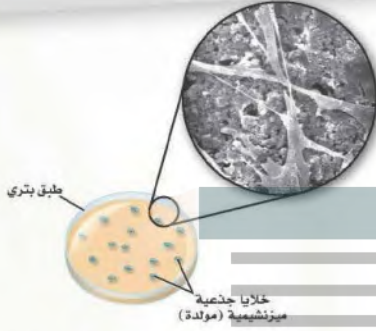
يترك للطالب

ج ١: الهيكلية: إرادية، توجد في جميع أنحاء الجسم وترتبط بالعظام والجلد؛ الملساء: وحيدة النواة لإرادية وتوجد الحدر الداخلية للأعضاء والأوعية الدموية؛

القلبية: وحيدة لإرادية القلب
ج ٢: الهيكلية: إرادية الملساء والقلبية: لإرادية

- ج ٣: يحدث التنفس الوائي عند توافر كميات كبيرة من الأكسجين، ويحدث تخمر حمض اللاكتيك عندما لا يتوافر الأكسجين كافي حالة التمارين الشاقة
- ج ٤: تحوي الألياف العضلية البطيئة الانقباض الكثير من الميتوكوندريا التي تنتج الكثير من الطاقة في حين تحوي الألياف العضلية السريعة الانقباض القليل من الميتوكوندريا، لذا يجب أن تعتمد على التنفس اللاهوائي
- ج ٥: يكسب بروتين الميوجلوبين العضلات لوناً غامقاً ويخزن الأكسجين الذي يستعمل الأنشطة التي تحتاج كالطيران لمسافات طويلة

تنمية العظام في المختبر: نموذج أطباق بتري



بعد ثمانية أسابيع أنتجت الخلايا الجذعية طبقة سميكة من خلايا العظم

ولأن للعظم وللأنسجة الأخرى تنوءات يبلغ قطرها 100 nm فإن علماء الهندسة الطبية يحاولون قياس خلايا العظم التي ترتبط أفضل ما يمكن مع المعدن الذي له سطح بارز بمقياس نانومتر مناسب للعظم؛ حيث يساهم هذا الأمر في تطويع الورك الصناعي والركبة والزرعات الأخرى. وتمنع هذه الأجزاء ذات البروز رفض الجسم لها، وتجعله يعمل بفاعلية. وتساعد عملية زراعة خلايا العظم في طبق بتري الباحثين على استخدام التكنولوجيا الدقيقة (تقنية النانو) في تصميم وزراعة قطع تعمر فترة أطول، وتعمل في الجسم على نحو أفضل.

الكتابة في علم الأحياء

ابحث عن مهن في هندسة الأنسجة أو الهندسة الطبية تتعلق بالموضوعات التي نوقشت سابقاً. وصمّم كتيباً لتثقيف أفراد المجتمع حول هذه المهن والتخصصات، على أن يتضمن أحدث ما توصل إليه العلم من إنجازات في هذا المجال، وطريقة البحث العلمي والخلفية العلمية الضرورية، وضمّمه كذلك بعض الصور والرسوم التوضيحية.

كيف تتم زراعة الأنسجة في المختبر؟

هندسة الأنسجة هي عملية إعادة تنمية بعض أنسجة جسم الإنسان بدءاً بالمستوى الخلوي. وتساعد هندسة الأنسجة على نمو الغضاريف والأعصاب، والعظام، والأسنان، ونسيج الثدي والشرابين. ويستخدم العلماء مواد مصنعة ودعامات لتوفر للخلايا بيئة مشابهة للجسم. وهذه الدعامات - عادة - عديدة التبلر، ولها ثقب كالإسفنج تتسع للكثير من الخلايا؛ لتلتصق بها وتنمو. كما تسمح المادة العديدة التبلر بانتشار الغذاء من خلالها. وتحلل هذه المادة فيما بعد، عندما ينمو النسيج بصورة متماسكة، ولا يبقى هناك حاجة إلى هذه الدعامات. ومن المهم تحديد كيف تتواصل الخلايا بعضها مع بعض ومع البيئة من حولها، وكيف تتحرك الخلايا المحيطة بها. وتنتج الخلايا الجذعية الميزنشيمية (mesenchymal) عظاماً وغضروفاً ووتراً وأسناناً ودهناً وجلداً. وتعد هذه الخلايا مسؤولة عن النسيج الضام في نخاع العظم؛ فعندما تموت الخلايا بصورة طبيعية في الجسم تستقبل الخلايا الجذعية من النسيج الميزنشيمي إشارة لكي تتمايز وتتحول إلى النسيج الذي يحتاج إليه الجسم. ويرجو العلماء أن يتمكنوا من استعمال هذه الخلايا في نشاطات هندسة الأنسجة؛ للحصول عليها من نخاع العظم.

تطور هندسة الأنسجة على الرغم من أن الجلد كان أول عضو تم تنميته بفعل هندسة الأنسجة، بحيث أصبح متوافراً للإنسان، إلا أن التطور الكبير حدث في مجال تنمية النسيج العظمي؛ إذ يتم وضع سبيكة تقليدية ناعمة الملمس من التيتانيوم في الورك والركبة. ويتفاعل الجسم مع هذه السطوح الملساء ويغطيها بنسيج ليفي يعيق عمل هذه السبائك داخل الجسم.

كيف يمكنك تعرّف المخلوق الحي من خلال مجموعة مختلفة من العظام؟



الخلفية النظرية: لكل مخلوق حي فقاري هيكل عظمي يتميز بخصائص محددة، منها طول العظام وشكلها، وتستخدم هذه الخصائص في تحديد هوية العديد من المخلوقات الحية، ومثال ذلك الديناصورات. سيزودك معلمك بمجموعة من العظام المختلفة لمخلوق ما أو صور لها، والمطلوب فحصها لتعرف المخلوق الحي الذي تعود إليه هذه العظام.

سؤال: هل من الممكن أن يدلك تركيب العظام وشكلها على نوع الحيوان؟

7. افتح الإرشادات، وتفحص بياناتك وإجاباتك.

8. نظّف الأدوات، وأعدّها لمكان تخزينها.

يترك للطالب

حلل ثم استنتج

المواد والأدوات

1. حلل البيانات اعتمادًا على ملاحظاتك وقياساتك، حدّد المخلوقات الحية التي جاءت منها هذه العظام.

2. وضح البيانات كيف استعملت المعلومات المتعلقة بالشكل والحجم لتساعدك على تحديد الحيوان الذي تعود إليه هذه العظام؟

3. قوم هل اختلفت استنتاجاتك بعد أن اطلعت على بعض المعلومات؟ وضح الأسباب إذا كانت استنتاجاتك مختلفة.

4. قارن ما أوجه الشبه والاختلاف التي لاحظتها بين العظام أو الصور التي فحصتها وعظام الهيكل العظمي للإنسان؟

5. اربط أي الهياكل العظمية تُشابه في معظم خصائصها الهيكل العظمي للإنسان؟

6. سجّل استنتاجاتك.

- ثلاثة عظام غير معروفة أو صور لها.
- مجموعة إرشادات.
- هياكل عظمية لحيوانات مختلفة أو صورها.
- عدسة يدوية.
- مسطرة مترية.
- خيط.

احتياطات السلامة

خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اجمع المواد التي ستستعملها لتفحص الهياكل العظمية، وحدد الأنواع التي ستقيسها.
3. احصل على ثلاث عظام داخل كيس بلاستيكي مغلق أو صور لها، ومجموعة إرشادات من معلمك، ولا تفتحها إلا إذا طلب إليك ذلك.

4. صمّم جدولاً للبيانات لتسجيل قياساتك.

5. افحص العظام، وقارنها بالهياكل أو الصور، وقارن بعضها ببعض.

6. أجر قياساتك، وسجّل بياناتك.

* انظر مرجعيات الطالب صفحة (254) الهياكل العظمية.

الملصقات وجد علماء الأحافير من خلال دراستهم للعظام أن لديهم القدرة على تحديد نوع المخلوق الحي وعمره باستعمال هيكله العظمي. ابحث في خصائص الهياكل العظمية، ثم اعمل ملصقًا يبين ما تعلمته.

المطويات ميز. استخدم ما تعلمته لتمييز بين أنواع العضلات الثلاث. فيم تختلف هذه العضلات بعضها عن بعض؟ وفيم تشابه؟ ولماذا؟

التشابه: تتكون العضلة من مجموعة ألياف أو خلايا عضلية متماسكة بعضها مع بعض

الاختلاف: العضلات الملساء: لا يستطيع الإنسان السيطرة عليها؛ فيتحرك الطعام مثلاً في القناة الهضمية بفعل العضلات الملساء التي تبطن المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والغليظة وتبدو العضلات الملساء عند فحصها يا لمجهر غير مخططة مرتبة في حزم ولكل خلية نواة واحدة

العضلات القلبية: توجد هذه العضلات الإرادية في القلب فقط، وتترتب الخلايا العضلية القلبية على هيئة شبكة تسمح للعضلات بالانقباض بفاعلية وانتظام، مما يعطي القلب قوة والعضلات القلبية مخططة ومكونة من حزمة من الخلايا التي يظهر لونها فاتحاً أو داكناً، وبداخلها العديد من النوى، وعادة ما تكون هذه الخلايا وحيدة النواة وبعضها مرتبط مع بعض بوصلات فجوية

العضلات الهيكلية: ترتبط مع العظام والأوتار لتسبب الحركة عندما تنقبض أو تنبسط، وهي إرادية؛ إذ يمكن التحكم فيها عند تحريك العظام، وترتبط الأوتار بين العضلات والعظام، كما تظهر العضلات مخططة تحت المجهر

تختلف الأنواع الثلاثة من العضلات لتقوم كل منها بالوظيفة التي خلقها الله لها وتؤديها على أكمل وجه فتبارك الله أحسن الخالقين

ج١: العظام الكثيفة مضغوطة أكثر من العظام الإسفنجية

ج٢: تربط الأوتار العضلات بالعظام، كما تربط الأربطة العظام بعضها بعض

ج٣: تكون الخلايا العظمية البانية العظام في حين تحطم الخلايا العظمية الهادمة العظام

شكل الآتي لتجيب عن السؤال 6.



١. العظم الإسفنجي، العظم الكثيف.

٢. الأوتار، الأربطة.

٣. الخلايا العظمية البانية، الخلايا العظمية الهادمة.

تثبيت المفاهيم الرئيسية

استخدم الشكل أدناه لتجيب عن السؤال 4.



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

a. الورك.

b. الفقرات.

c. المرفق.

d. الجمجمة.

٥. أي مما يأتي لا يعد وظيفة للعظم؟

a. إنتاج فيتامين د.

b. الدعم الداخلي.

c. حماية الأعضاء الداخلية.

d. تخزين الكالسيوم.

٦. ما خصائص الجزء المشار إليه بالسهم في الصورة؟

a. لا يحوي خلايا حية.

b. يحوي نخاعاً عظميةً.

c. يعد النوع الوحيد من النسيج العظمي في العظام الطويلة.

d. يتكون من أنظمة وحدات العظم المتداخلة.

٧. أي المصطلحات الآتية غير متطابقة؟

a. الجمجمة - الدرزات.

b. الرسغ - المفصل الممداري.

c. الكتف - المفصل الكروي.

d. الركبة - المفصل الرزي.

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

a. العظمية البانية.

b. العظمية.

c. العظمية الهادمة.

d. العظمية الإنزيمية المحللة.

٩. أي مما يأتي لا يعد جزءاً من الهيكل المحوري؟

a. الجمجمة.

b. الأضلاع.

c. عظم الورك.

d. العمود الفقري.

4-2

مراجعة المصطلحات

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

16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

17. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

تثبيت المفاهيم الرئيسية

19. ما الذي يحتاج إلى ATP؟

a. انقباض العضلات.

b. انبساط العضلات.

c. انقباض العضلات وانبساطها.

d. لا انقباض العضلات ولا انبساطها.

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤال 20.



(C)

(B)

(A)

20. أي الأشكال تصنف على أنها خلية عضلية إرادية؟

B .b

A .a

C, B, A .d

C .c

ج ١١: ستقلل قوة الهيكل العظمي، وعليه

فستقلل من حماية الأعضاء الداخلية

ج ١٢: لن يكون هناك مكان لإنتاج المزيد من

خلايا الدم

ج ١٣: تكوّن الخلايا العظمية البانية العظام؛

ولذا ينخفض مستوى الكالسيوم في الدم، أما

الخلية العظمية الهادمة فتحطم العظام

وترفع مستوى الكالسيوم في الدم

1 .a

2 .b

3 .c

4 .d

أسئلة بنائية

11. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة إذا كانت

جميع عظام الإنسان من النوع الإسفنجي، ولا يوجد لديه عظام كثيفة.

12. إجابة مفتوحة. صف المضاعفات الناتجة لو كانت

جميع عظام الإنسان عظامًا كثيفة ولا يوجد فيه عظام إسفنجية.

13. إجابة قصيرة. قارن بين وظيفة كل من الخلية العظمية

البانية والخلية العظمية الهادمة؟

التفكير الناقد

14. حلل الموقف الآتي: دخل شخص يعاني من كسر

في الكاحل إلى غرفة الطوارئ. أي التراكيب يجب

فحصها في كاحل المريض لتحديد العلاج اللازم؟

15. كوّن فرضية. ماذا يمكن أن يحدث لعظام امرأة إذا لم

تتناول المزيد من الكالسيوم في أثناء فترة الحمل؟

ج ١٤: يجب فحص الكاحل لمعرفة هل حدث ضرر للعظام والعضلات والأوتار والأربطة

ج ١٥: ستحرم الأم نفسها وجنينها من الكالسيوم الذي يحتاجان إليه، وربما ينتج عن ذلك

هشاشة العظام

16. أكتين، ميلانين، ميوسين.

17. عضلات قلبية، عضلات ملساء، عضلات سريعة الانقباض.

18. قطعة عضلية، ليف عضلي، ميوجلوبين.

ج١٦: لا ينتمي الميلانين إلى سائر الكلمات، فهو صبغة، أما الأكتين والميوسين

فهما من البروتينات التي ها دور في انقباض العضلات

ج١٧: لا تنتمي العضلة السريعة الانقباض إلى المجموعة؛ فالعضلات القلبية والملساء نوعان من أنواع العضلات الثلاثة الرئيسة، كما أن العضلات السريعة

الانقباض نوع من الألياف العضليّة الهيكلية

ج١٨: لا ينتمي الميوجلوبين أيضاً؛ فهو جزء مقترن بتخزين الأكسجين، القطع العضلية (ساركومير) واللييفات العضلية أجزاء من العضلات

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

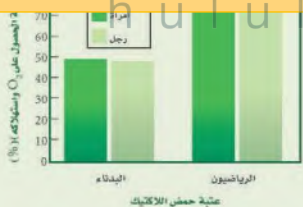
تعتمد وظائف الأعضاء على تركيبها، فوجود العضلات الهيكلية في القلب والأحشاء الداخلية، يؤدي إلى فقدانها لوظائفها، وبالتالي لا تزود الجسم بما يحتاجه من عمليات حيوية، العضلات القلبية غشائية كالشبكة كما تعمل الألياف عمل مدمج خلوي متعددة النوى لتؤدي حركة منسقة ضرورية لعضلات القلب، توجد العضلات الملساء على شكل صفائح أو طبقات (مهمة للأعضاء التي تتطلب تمدداً) كما أن العضلات الهيكلية مصممة للاستجابات الإرادية مثل رفع الأثقال ودعم الهيكل وبالتالي سيؤدي ذلك إلى موت الإنسان ف سبحانه الله

ج٢٢: ألياف العضلات الهيكلية مخططة؛ تحوي الخلايا العضلية الملساء نواة واحدة فقط
ليست مخططة، أما خلايا العضلات القلبية فهي مخططة ولها نواة واحدة
ج٢٣: رؤوس خيوط الميوسين تعمل على سحب خيوط الأكتين فقط بعضها نحو بعض

تقويم إضافي

26. **الكتابة في علم الأحياء** تخيل أنك مراسل لمجلة صحية، اكتب مقالة قصيرة حول حاجة الجهازين العضلي والهيكل إلى الكالسيوم.

تتضمن النقاط الرئيسة أن الكالسيوم
مكوّن تركيب مهم في العظام وضروري
لانقباض العضلات، وأن العظام تعمل
عمل المخزن لتجميع الكالسيوم، فإذا
انخفض مستوى الكالسيوم في الدم
ينطلق الكالسيوم من العظام، ونقص
الكالسيوم يسبب هشاشة العظام وعدم
عمل العضلات بفاعلية



27. ما نسبة الحصول على قيمة VO_2 واستهلاكه التي حدثت عندها تم تحييد اللاكتيك في الأشخاص البدناء؟ ٥٠%

28. كيف يمكن لشخص بدين لا يمارس الرياضة أن يزيد من الحصول على قيمة VO_2 واستهلاكه وعتبة حمض اللاكتيك أيضًا؟

بإدخال الأكسجين

21. من خصائص الألياف العضلية السريعة الانقباض أنها:

- a. تحوي ميوجلوبين أكثر من الألياف البطيئة الانقباض.
- b. مقاومة للإعياء.
- c. تحوي ميتوكوندريا أقل من الألياف البطيئة الانقباض.
- d. تحتاج إلى كميات كبيرة من الأكسجين لتقوم بوظيفتها.

أسئلة بنائية

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

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

التفكير الناقد

24. توقع. ما المضاعفات المحتملة إذا كان للعظام الملساء والقلبية تركيب العضلات الهيكلية؟

25. استنتج. ما أهمية ألا تحوي العضلة أليافاً سريعة الانقباض أو بطيئة الانقباض فقط؟

العضلات التي تحوي نوعاً واحداً من الألياف تنقصها القدرة على إتمام الوظائف الضرورية والمتنوعة للجسم

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 4.



4. أين يوجد هذا النوع من المفصل في جسم الإنسان؟

- a. المرفق والركبة.
- b. أصابع اليدين والقدمين.
- c. الأكتاف والأرداف.
- d. الرسغ والكاحل.

5. يوصف دماغ الطيور بأنه:

- a. نخاع مستطيل كبير للرؤية.
- b. مخ كبير لضبط عمليات التنفس والهضم.
- c. مخيخ كبير لتنسيق الحركة وحفظ والتوازن.
- d. قشرة دماغ كبيرة للتحكم في الطيران.

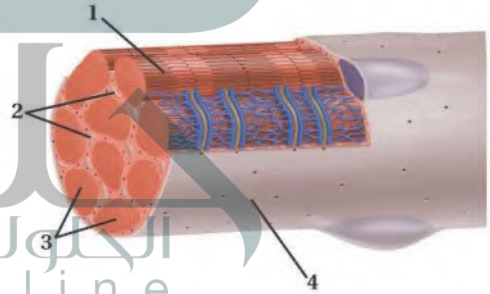
6. ما نوع العظام التي تُصنّف على أنها عظام غير منتظمة؟

- a. الساق.
- b. الجمجمة.
- c. الفقرات.
- d. الرسغ.

1. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بجهاز الدوران في السلاحف؟

- a. دورتان دمويتان مغلفتان، وقلب مكون من أربع حجرات.
- b. دورتان دمويتان مغلفتان، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
- c. دورة دموية واحدة مغلقة، وقلب مكون من ثلاث حجرات.
- d. دورة دموية واحدة مغلقة، وقلب مكون من حجرتين.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 2.



2. ما الجزء العضلي المستخدم في التنفس الخلوي؟

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

3. ما الخاصية التي تميز الخفاش من غيره من الثدييات؟

- a. حدة النظر.
- b. الريش.
- c. الطيران.
- d. الأسنان.

ج٨: تكون بعض خلايا الغضروف في الحنين خلايا تسمى مولد العظام كما تتكون العظام من خلال عملية تسمى التعظم التي ترسب فيها أملاح الكالسيوم حول ألياف بروتين الكولاجين

10. قوّم ما الوظيفة التي يؤديها موقع العيون في هذين الطائرين؟

11. فسّر كيف يعطي المنقار في هذين الطائرين دليلاً على طبيعة غذاءيهما؟

7. ما التكيف الذي يساعد السمك على عدم الانقلاب الجانبي من جانب إلى آخر في الماء؟

- a. القشور المشطية.
- b. الزعانف المزدوجة.
- c. القشور الصفائحية.
- d. مثانة العوم.

أسئلة الإجابات القصيرة

8. صِفْ كيف يتحول الغضروف في الجنين إلى عظم لاحقاً.

9. صِفْ نوعين من المفاصل.

يترك للطالب

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل الآتي لتجيب عن السؤالين 10 و 11.



ج١٠: للنسر عيون في مقدمة الرأس تمكّنه من الرؤية الأمامية الحادة لفريسته من مسافات بعيدة، أما الحمامة فتقع عيناها على جانبي الرأس، لذا فهي تستطيع رؤية ما حولها ومشاهدة المفترس المحتمل
ج١١: للنسر منقار قوي حاد لتمزيق لحم فريسته، أما الحمامة فمنقارها نحيف وصغير لالتقاط الأجزاء الصغيرة من الغذاء

يساعد هذا الجدول في تحديد الدرس والقسم الذي يمكن أن تبحث فيه عن إجابة السؤال.

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	الصف
2-2	2-2	4-1	4-1	1-1	4-1	2-2	4-1	3-2	4-2	2-1	الفصل / القسم
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	السؤال