

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



المملكة العربية السعودية

أنظمة جسم الإنسان

التعليم الثانوي - نظام المسارات
السنة الثالثة

قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين



وزارة التعليم
Ministry of Education
2026 - 1448

طبعة 1448 - 2026

ح) المركز الوطني للمناهج، ١٤٤٦هـ

المركز الوطني للمناهج

أنظمة جسم الإنسان - التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة
الثالثة/ المركز الوطني للمناهج. - الرياض، ١٤٤٦هـ
٤٢٣ ص؛ ٢١ × ٢٥ سم

رقم الإيداع: ١٩٦٤٨ / ١٤٤٦

ردمك: ٨ - ٠٨٩ - ٥١٤ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



fb.ien.edu.sa

أخي المعلم/أختي المعلمة، أخي المشرف التربوي/أختي المشرفة التربوية:
نقدر لك مشاركتك التي ستسهم في تطوير الكتب المدرسية الجديدة، وسيكون لها الأثر الملموس في دعم
العملية التعليمية، وتجويد ما يقدم لأبنائنا وبناتنا الطلبة.



fb.ien.edu.sa/BE



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارة التعليم

Ministry of Education
2026 - 1448

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها أحد منطلقات رؤية المملكة 2030 وهو «إعداد مناهج تعليمية تطويرية؛ تركز على الممارسات الأساسية؛ بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، ويأتي تأليف كتاب أنظمة جسم الإنسان داعماً لرؤية المملكة العربية السعودية 2030، من حيث:

- تحسين المناهج وطرق التدريس الخاصة بالمسار الصحي: « تطوير المناهج الدراسية».
 - تثقيف الطلبة لتلبية متطلبات التنمية الوطنية، ومتطلبات سوق العمل في القطاع الصحي: « تطوير التعليم العام وتوجيه الطلبة نحو الخيارات الوظيفية والمهنية المناسبة».
- وقد جاء تنظيم محتوى الكتاب وبناءه بأسلوب شائق، وبطريقة تشجع الطلبة على القراءة الواعية النشطة، وتسهل عملية بناء أفكاره وتنظيمها، مما يعزز مبدأ الرؤية 2030.
- وجاءت فصول كتاب أنظمة جسم الإنسان ثلاثة عشر فصلاً؛ تدرس في فصلين دراسيين، حيث اختيرت هذه الفصول وفقاً للكتب المرجعية، وبما يتناسب مع احتياجات المرحلة.
- ويتفرد هذا الكتاب بتعريف الطلبة بأهم الأمراض الشائعة التي تصيب جسم الإنسان؛ بعد دراسة تشريح أنظمتها ووظائفها؛ مما يساهم في تأهيل الطلبة لإكمال دراستهم في المجال الصحي.
- وتتكون فصول الكتاب من (مقدمة الفصل) وتتضمن: الفكرة المحورية والرئيسية، والأهداف التعليمية، وقسم كل فصل إلى دروس، يتضمن كل درس: التمهيد، وأهداف الدرس، والمفاهيم، والمحتوى التعليمي، وتقويم الدرس، ويشمل كل فصل من فصول الكتاب أنشطة تمهيدية تلخص أبرز الأفكار والمفاهيم التي يتناولها الفصل، وهناك أشكال أخرى من الأنشطة الاستقصائية التي يمكن تنفيذها أثناء دراسة المحتوى، وبعض التجارب العملية التي تكون كاستقصاء مفتوح في نهاية الفصل.
- وقسمت فصول الكتاب إلى أقسام؛ تتضمن أدوات تساعد على تعزيز فهم المحتوى وربطه مع واقع الحياة ومع العلوم الأخرى، وشرح مفصل للمفردات الجديدة، وأسئلة متنوعة لمعرفة مدى استيعاب الطالب لمحتوى المقرر، ويدعم عرض المحتوى في الكتاب مجموعة من الصور والأشكال والرسوم

التوضيحية التي أُعدت بعناية؛ لتوضيح المادة العلمية؛ وتعزيز فهم مضامينها. وقد وُظفت أدوات التقويم الواقعي بمراحله وأغراضه المختلفة: (القبلي، التشخيصي، التكويني (البنائي) الختامي (التجميعي)، إذ يمكن توظيف الأنشطة والأسئلة المطروحة في كل فصل تقويماً تشخيصياً لاكتشاف ما يعرفه الطلبة عن موضوع الفصل، ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى تجد تقويماً بنائياً.

وفي نهاية الفصل تأتي أسئلة (تقويم الفصل) مكونة من فقرات متنوعة بين المقالي والموضوعي، تستهدف تقويم الطلبة في مجالات عدة، هي: مراجعة المفاهيم، الأسئلة البنائية، مهارات الكتابة، التفكير العلمي المنظم، التفكير الناقد وحل المشكلات، مهارة الإبداع والابتكار، مهارات اتخاذ القرار، المهارات الرقمية والتمكن الرقمي، وتقويم تحصيلهم الدراسي، وفقرات اختبارية تسهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية.

ختاماً: نسأل الله عز وجل أن يحقق هذا الكتاب الأهداف المرجوة منه، ويسهم في تحسين جودة الحياة في وطننا الغالي، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه.

أقسام الكتاب

7	القسم الأول
239	القسم الثاني



القسم الأول



الصفحة	
10	الفصل الأول: الإطار العام لجسم الإنسان (The General Framework of the Human Body)
12	1-1 علم وظائف الأعضاء والتشريح (Physiology and Anatomy).
26	1-2 الثبات الداخلي (Homoeostasis).
30	1-3 آليات التحكم بالثبات الداخلي (Homoeostasis Stability Mechanisms).
42	الفصل الثاني: الخلية وأنسجة الجسم (The Cell and Human Tissues)
44	2-1 الخلية (The Cell).
54	2-2 أنسجة الجسم (Body Tissues).
70	2-3 الاتصال بين الخلايا (Communication between Cells).
86	الفصل الثالث: الجهاز الغطائي "الجلد" (The Integumentary System)
88	3-1 بنية جلد الإنسان (Human Skin Structure).
94	3-2 الشعر ولون جلد الإنسان (Hair and Human Skin Color).
100	3-3 غدد الجلد وأمراضه (Skin Glands and Diseases).
108	الفصل الرابع: الجهاز الهيكلي (The Skeletal System)
110	4-1 الهيكل العظمي المحوري (The Axial Skeleton).
116	4-2 الهيكل العظمي الطرفي (The Appendicular Skeleton).
122	4-3 المفاصل (Joints).
128	4-4 وظائف الهيكل العظمي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Skeletal System).
138	الفصل الخامس: الجهاز العضلي (The Muscular System)
140	5-1 أنواع العضلات في جسم الإنسان (Types of Muscles in the Human Body).
152	5-2 وظائف الجهاز العضلي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Muscular System).



فهرس المحتويات

الصفحة	
158	الفصل السادس: الجهاز العصبي (The Nervous System)
160	6-1 مقدمة عن الجهاز العصبي (Introduction to the Nervous System).
166	6-2 الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System).
170	6-3 الجهاز العصبي الطرفي (Peripheral Nervous System).
176	6-4 وظائف الجهاز العصبي (Nervous System Functions).
182	6-5 الأمراض الشائعة المتعلقة بالجهاز العصبي (Common Diseases Related to the Nervous System).
190	الفصل السابع: جهاز الغدد الصماء (The Endocrine System)
192	7-1 علم الغدد الصماء (Endocrinology).
200	7-2 الغدد الصماء الرئيسية - الغدة النخامية (Major Endocrine Glands - Pituitary gland).
210	7-3 الغدة الدرقية وجار الدرقية والصنوبرية (Thyroid, Parathyroid and Pineal Glands).
216	7-4 البنكرياس (Pancreas).
226	7-5 الغدد الكظرية والتناسلية والزعترية (Adrenal, Reproductive and Thymus Glands).

الفصل الأول

الإطار العام لجسم الإنسان

(The General Framework of the Human Body)



Digestive system 1



Muscular system 2



Integumentary system 3



Lymphatic system 4



Endocrine system 5



Nervous System 6



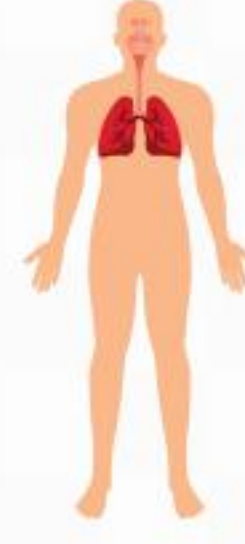
Skeletal system 7



Male reproductive system 8



Female reproductive system 9



Respiratory system 10



Renal/ Urinary system 11



Cardiovascular/ Circulatory system 12



الفكرة العامة للفصل:

التعرف على علم التشريح، ووظائف أعضاء جسم الإنسان، وتركيبها ومواقعها ووصفها، وعلاقاتها ببعضها، وآليات عملها طبيعياً.

الأفكار الرئيسة للفصل:

1-1 علم وظائف الأعضاء والتشريح (Physiology and Anatomy).

الفكرة الرئيسة يهتم كل من علم وظائف الأعضاء وعلم التشريح بالتركيبة التشريحية والوظيفي للجسم وأعضائه.

1-2 الثبات الداخلي (Homoeostasis).

الفكرة الرئيسة يعمل الثبات الداخلي على الحفاظ على توازن مكونات البيئة الداخلية لجسم الإنسان وضمان بقاءه.

1-3 آليات التحكم بالثبات الداخلي (Homoeostasis Stability Mechanisms).

الفكرة الرئيسة تعمل كل من آلية التغذية الراجعة السلبية وآلية التغذية الراجعة الإيجابية على تنظيم العمليات الفسيولوجية في الجسم والتحكم بالثبات الداخلي.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **توضيح** أهمية علم وظائف الأعضاء.
- **تفسير** بعض الظواهر الفسيولوجية في جسم الإنسان.
- **تلخيص** مستويات تكوين جسم الإنسان.
- **وصف** مفهوم الثبات الداخلي في جسم الإنسان.
- **تمييز** آليات التغذية الراجعة السلبية والإيجابية.





علم وظائف الأعضاء والتشريح (Physiology and Anatomy)

1-1

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أميز بين علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء.
- أفسر بعض الظواهر الفسيولوجية في جسم الإنسان.
- أخص مستويات تكوين جسم الإنسان.
- أستعمل بعض التقنيات لدراسة جسم الإنسان في المختبر.

المفاهيم

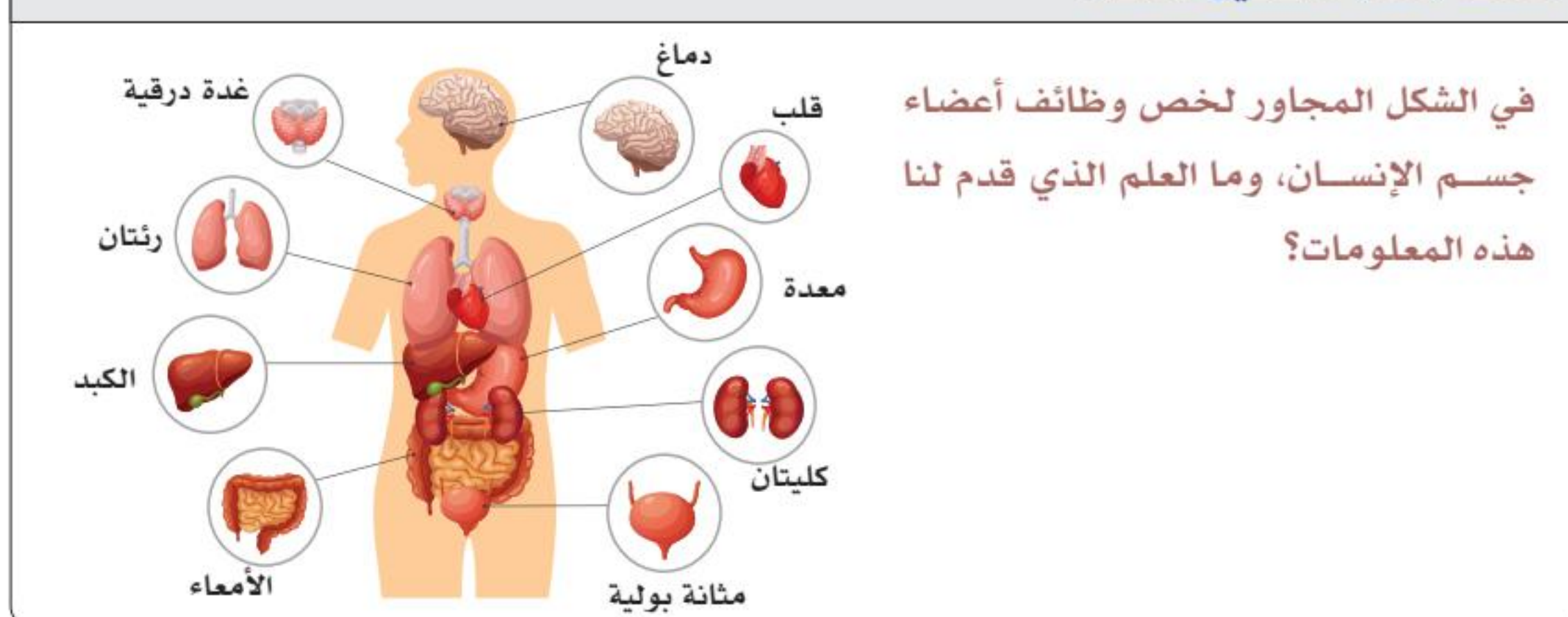
Anatomy	علم التشريح
Physiology	علم وظائف الأعضاء
Technologies for Studying the Human Body	تقنيات دراسة جسم الإنسان

تمهيد: دراسة وظائف الأعضاء وفهمها توجب دراسة التركيب التشريحي للجسم وفهمه بدقة على جميع المستويات، أي على مستوى الجزيئات الدقيقة للأعضاء والأنسجة والخلايا المكونة لها، وأنظمة الجسم المختلفة التي تكون الجسم كاملاً.

لذلك يجب معرفة ما هو علم التشريح، وما علم وظائف الأعضاء، وتكوين خلفية علمية قوية عن هذين العلمين. ولكي يكتشف الإنسان التغير، والعمل غير الطبيعي في الجسم، ويفهم مسبباته، ويعمل على علاجه؛ يجب عليه فهم التركيب الوظيفي وتنظيمه الأساسي في الجسم، وهو "التغير والعمل الطبيعي في الجسم" الذي يمثله علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء.

إن النشاطات المختلفة لأعضاء جسم الإنسان وأجهزته لها إطار عام يحدده علم وظائف الأعضاء، والنظريات التي تفسر النشاطات الفسيولوجية المختلفة في جسم الإنسان. وكيف تتم هذه العمليات الوظيفية في الجسم طبيعياً.

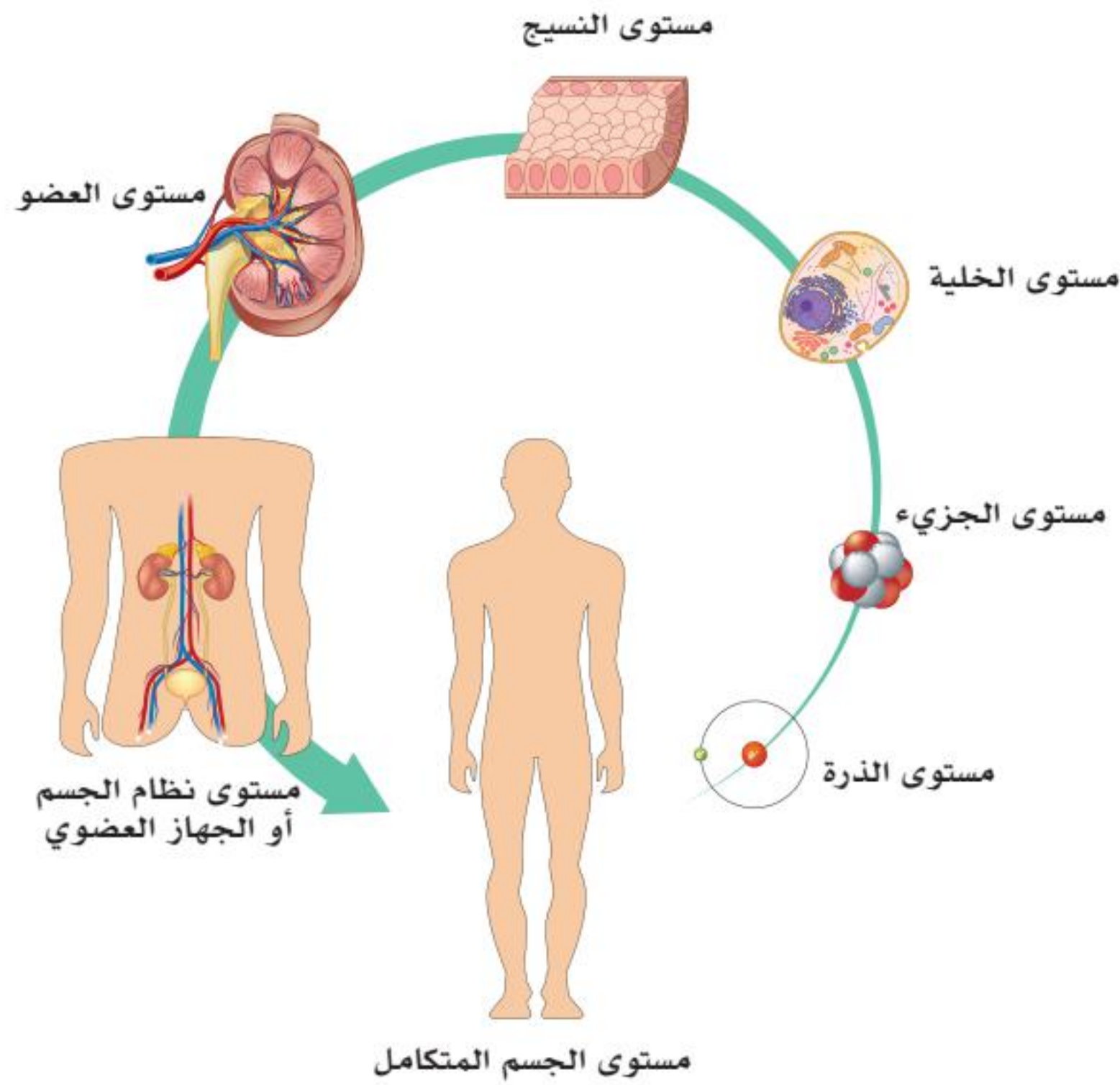
نشاط (1-1) التفكير الناقد:



علم وظائف الأعضاء (Physiology):

هو العلم الذي يدرس وظائف الجسم المتعددة وآليات عملها. وتتدرج مستويات دراسة علم وظائف الأعضاء، فمنها ما يكون على مستوى المخلوق الحي المتكامل؛ كالإنسان، ويسمى علم وظائف الإنسان. ومنها ما يكون على مستوى الخلية حيث تسمى الدراسة علم وظائف الخلية. أو تكون الدراسة أعمق؛ كالاهتمام بسلوك الجزيئات وتفاعلاتها والنشاطات التي تنشأ عن هذه التفاعلات، وهو ما يسمى علم وظائف الأعضاء الجزيئي.

مستويات تكوين جسم الإنسان:



الشكل (1-1): مستويات تكوين جسم الإنسان.

لمعرفة تشريح أعضاء الجسم ووظائفها وفهمها؛ يجب معرفة مستويات تكوين الجسم حيث يبين الشكل (1-1) مستويات تكوين جسم الإنسان، وهي كالآتي:

مستوى الذرة (Atomic level): الذرة هي أساس البناء الكيميائي، الذي بُنيت عليه جميع الاستنتاجات والاكتشافات التي حدثت في علم الكيمياء، وهي أصغر الجسيمات التي تتكون منها العناصر؛ من أمثلتها ذرات الأكسجين والهيدروجين.

مستوى الجزيء (Molecular level): يُعرّف الجزيء بأنه اتحاد متعادل كهربائياً مكون من ذرتين أو أكثر ترتبط مع بعضها بواسطة روابط كيميائية. قد يتكون الجزيء من ذرتين أو أكثر لعنصر واحد أو ذرات من عناصر مختلفة؛ من أمثلته الماء (H_2O) والنيروجين (N_2) وكلوريد الصوديوم ($NaCl$) المعروف بملح الطعام.

مستوى الخلية (Cellular level): الخلية هي الوحدة الأساسية الصغرى المكونة لجسم الإنسان، وتتكون من مجموعة من الجزيئات المرتبطة مع بعضها؛ من أمثلتها الخلية العصبية، والخلية العضلية، وخلايا الدم.

مستوى النسيج (Tissue level): النسيج مكون من مجموعة متكاملة من خلايا متماثلة ومن المنشأ نفسه وتقوم بوظيفة محددة؛ من أمثلته النسيج العضلي، والنسيج العصبي، والنسيج الضام.

مستوى العضو (Organ level): العضو مكون من مجموعة من الأنسجة التي تؤدي وظيفة معينة أو عدة وظائف؛ من أمثله القلب، والكبد، والرئتان.

مستوى نظام الجسم أو الجهاز العضوي (Organ System level): الجهاز العضوي مكون من مجموعة من الأعضاء المترابطة التي تعمل مع بعضها لتؤدي وظيفة معينة-أو عدة وظائف- لهذا النظام مع بقية أنظمة الجسم المختلفة؛ من أمثله الجهاز العصبي، الجهاز الهضمي، والجهاز العضلي.

مستوى الجسم المتكامل (Human Organism): الجسم المتكامل يتكون من كل أنظمة الجسم وأجهزته العضوية التي تعمل بتناغم وتناسق؛ ليقوم الجسم بكل وظائفه المتعددة بثبات وتوازن فسيولوجيين ذكرًا كان أم أنثى.

علم التشريح (Anatomy):

يرتبط علم التشريح (Anatomy) بعلم وظائف الأعضاء (Physiology) ارتباطًا وثيقًا؛ فعلم التشريح يدرس أعضاء الإنسان وتركيبها ومواقعها ووصفها وعلاقاتها ببعضها؛ أي أن علم التشريح يختص بدراسة شكل أعضاء الإنسان وبنيتها، بينما علم وظائف الأعضاء يختص بدراسة كيفية عمل هذه الأعضاء.

ومن فروع علم التشريح الآتي:

- علم التشريح الظاهري الذي يُعنى بدراسة أعضاء الجسم التي تُرى بالعين المجردة أثناء المعاينة البصرية عندما يجري فتح الجسم للفحص (التشريح).
- علم التشريح الخلوي يهتم بدراسة الخلايا ومكوناتها التي يمكن ملاحظتها باستعمال تقنيات معينة، أو طرائق وأدوات خاصة فقط، مثل المجاهر.
- علم التشريح الجزيئي غالبًا ما يُسمى البيولوجيا الجزيئية، وهو دراسة أصغر مكونات الخلايا على المستوى البيوكيميائي (الكيمياء الحيوية).

الربط مع التاريخ

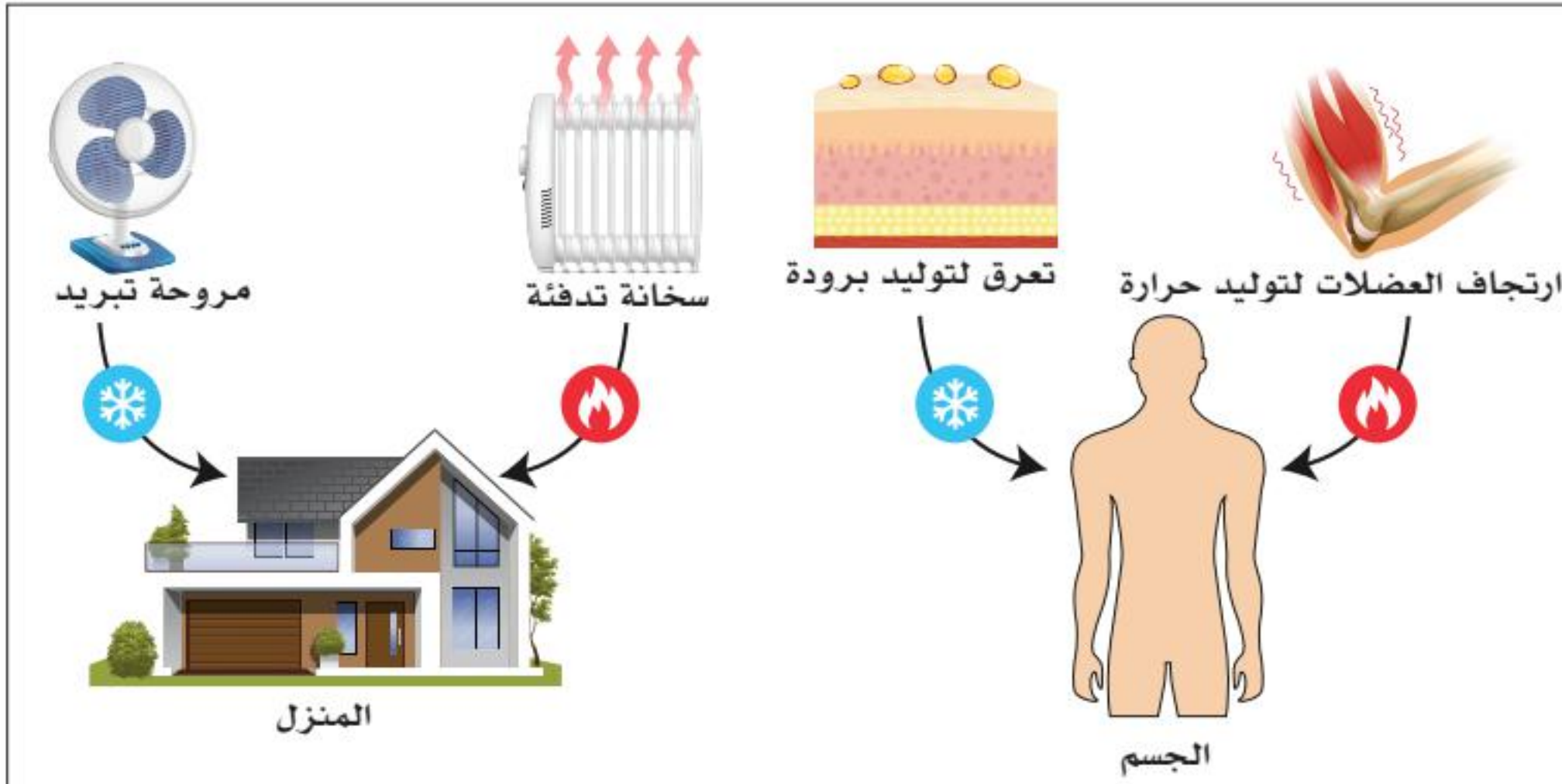


أبو القاسم خلف بن عباس الزهراوي المتوفى في القرن الرابع الهجري في الأندلس تُنسب له إسهامات طبية؛ منها كتاب التصريف لمن عجز عن التأليف في مجال الطب والجراحة، كما اخترع العديد من الأدوات الجراحية؛ منها ما كان يساعده في علاج الأذن. ويقال إنه توصل إلى طريقة ناجحة لإيقاف النزيف وذلك عن طريق ربط الشرايين الكبيرة، وصنع -أيضاً- خيوطاً خاصة بعملية الجراحة من أمعاء القطط.

ارتباط الظواهر الحيوية:

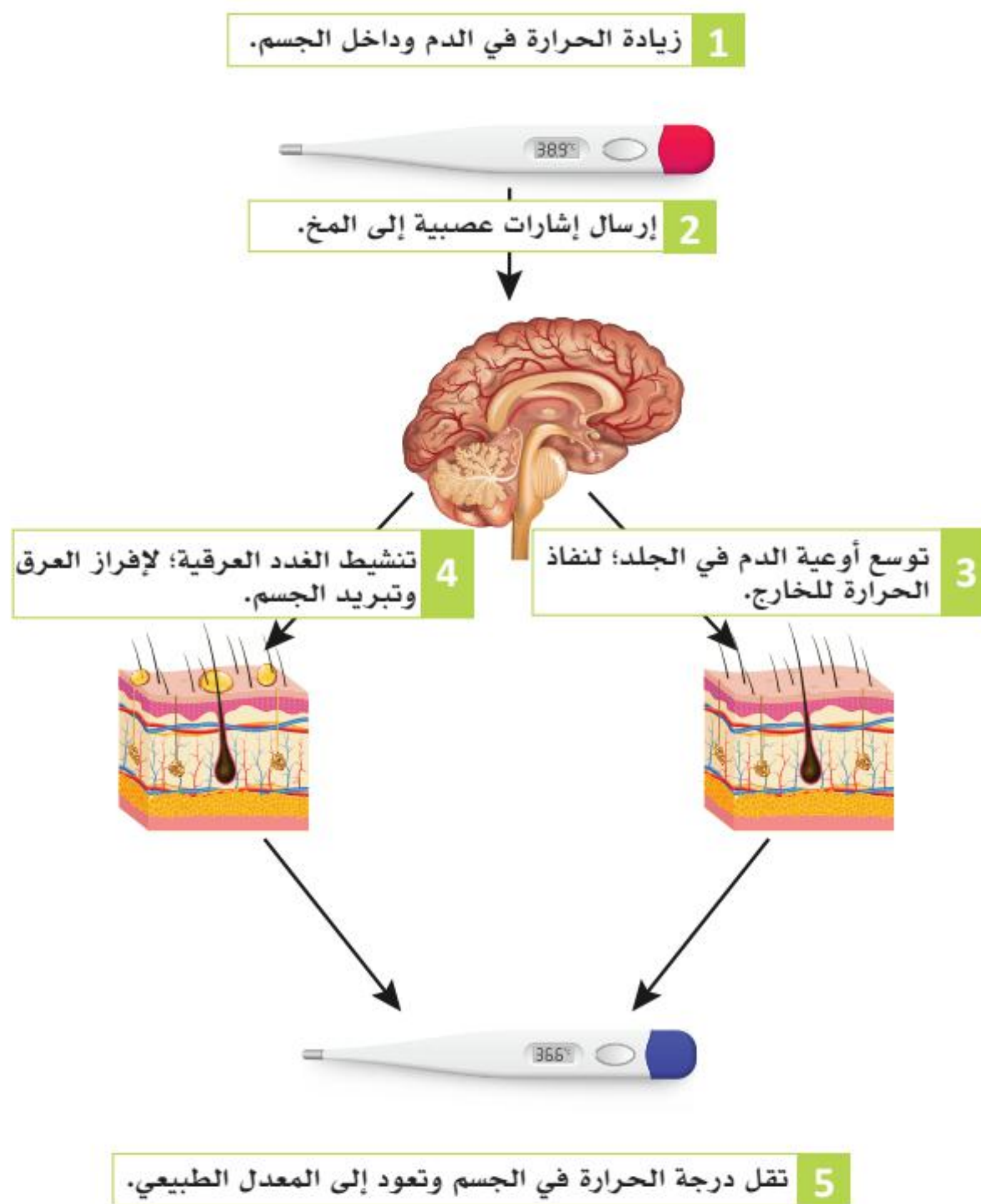
ترتبط أحداث الجسم الفيزيائية والكيميائية مع بعضها بعلاقة سببية (cause-effect). ولتوضيح هذا المبدأ بشكل أبسط سوف نستعمل مثال تأثير الجهد البدني على الجسم، وذلك حسب شدته؛ حيث يؤدي الجهد البدني أو التمرين و انقباض العضلات (سبب) إلى زيادة استهلاك الطاقة على شكل (Adenosine triphosphate) المختصر بـ (ATP)

(تأثير)، واستهلاك (ATP) (سبب) يرفع درجة حرارة العضلات والسائل خارج الخلية والدم (تأثير)، وارتفاع درجة حرارة الدم (سبب) يرسل سيالات عصبية لتحفيز الخلايا في المركز المنظم لدرجة الحرارة في منطقة ما تحت المهاد (Hypothalamus) لتزيد من عدد النبضات العصبية (تأثير)، ويؤدي هذا النشاط العصبي إلى إرسال أوامر (سبب) تؤدي إلى إفراز الغدد العرقية للعرق



الربط مع الحياة:

درجة الحرارة في جسمك مثل درجة الحرارة في منزلك؛ هي توازن بين أنظمة التبريد والتدفئة المختلفة؛ كما في الشكل أعلاه يتضح ترابط الأحداث الفيزيائية والكيميائية في جسم الإنسان.



الشكل (1-2): من أمثلة ارتباط الظواهر الحيوية الاتزان الحراري في الجسم.

(تأثير) الذي يتبخر من سطح الجلد ويؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الجسم وتبريده بوصفه نتيجة نهائية لمحاولة الجسم الرجوع إلى درجة الحرارة الطبيعية. انظر الشكل (1-2).

توضح الأمثلة السابقة أن الأحداث الفيزيائية والكيميائية هي التي تسبب ظواهر الحياة؛ مثل ظاهرة التنظيم الحراري بعد الجهد البدني مترابطة فسيولوجياً لكن ليس في شكل سبب واحد وتأثير واحد؛ إنما في شكل متعدد ومتسلسل في الأسباب والتأثيرات اعتماداً على مدى تعقيد ظاهرة الحياة الفسيولوجية المراد نقاشها أو شرحها؛ حيث يمكن شرحها بالتفصيل، وتقسيم الأسباب والنتائج لكل خطوة أو باختصار دون تعقيدات. سنرى العديد من هذه السلاسل السببية الفسيولوجية في جميع أنحاء هذا الكتاب، أحياناً في شكل مخططات بسيطة، وأحياناً في شكل مخططات معقدة، ويكون فيها تداخل سلسلة مع سلاسل جانبية أخرى لتوضيح الفكرة أو المبدأ المطلوب.

لذلك يجب علينا فهم أن الشرح السابق لا يعني أن الجهد البدني وزيادته تسبب انخفاض في درجة حرارة الجسم، ولكننا نوضح أن هذا النشاط الحيوي الذي يسبب ارتفاع في درجة حرارة الجسم يحفز نشاطاً آخر هو الذي يسبب انخفاض في درجة الحرارة. والهدف النهائي للعمليات الفسيولوجية المترابطة والموجودة على شكل سلاسل سببية هو الحفاظ على حالة التوازن الطبيعي والثبات الداخلي (Homeostasis) الذي يحافظ على بقاء الإنسان حياً، وهو ما سوف يُناقش لاحقاً في دروس هذا الفصل.

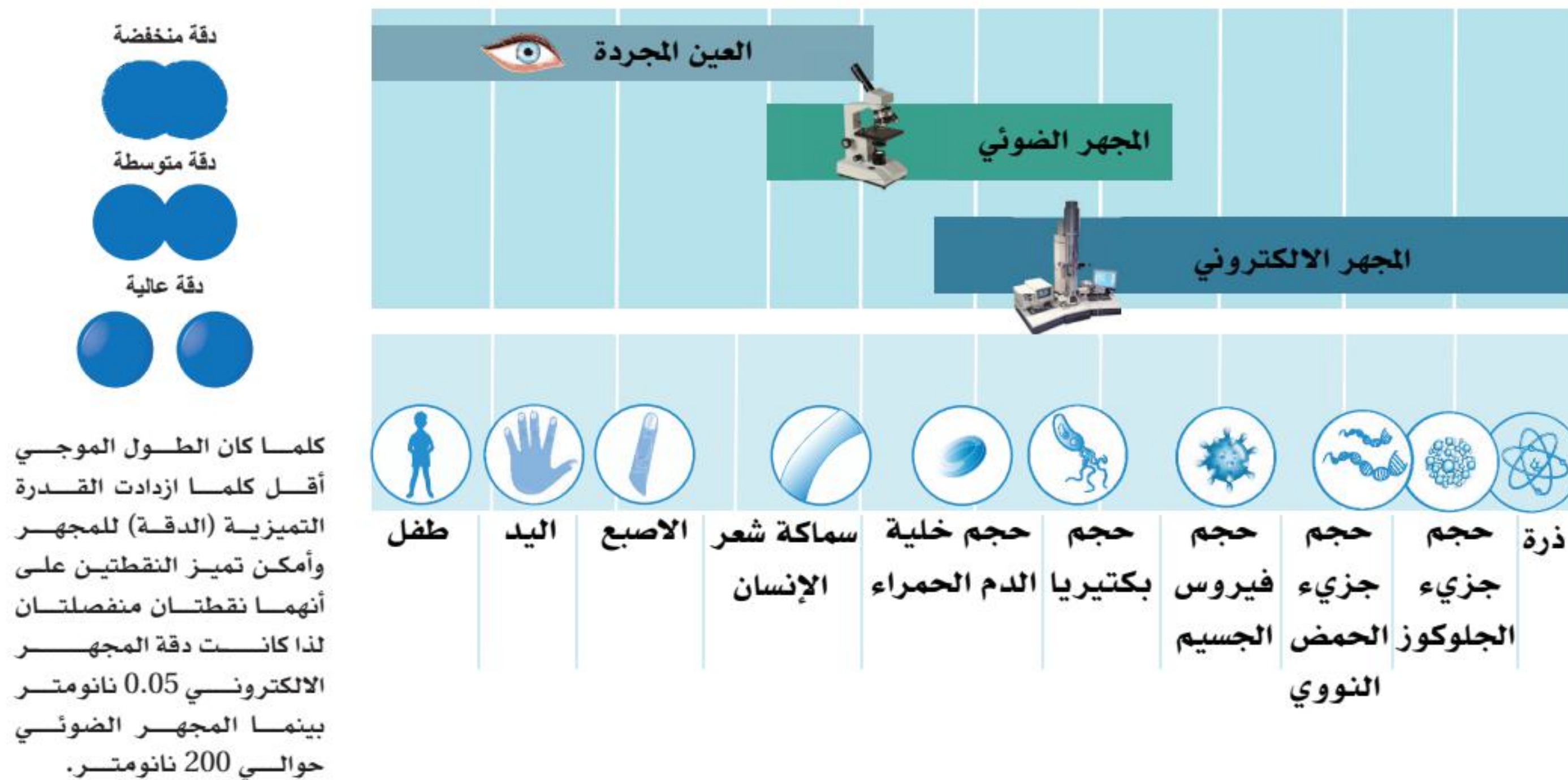
تقنيات دراسة جسم الإنسان (Technologies for Studying the Human Body):

يُفهمُ جسم الإنسان ووظائفه والتغيرات التي قد تحدث له، والاعتلالات التي قد تصيبه وتسبب أمراضًا مختلفة عن طريق العديد من التقنيات البحثية والتجارب العملية والاستكشافات الطبية في مراكز الأبحاث، وقد سميت جائزة نوبل العالمية في التخصصات الطبية بجائزة نوبل في علم وظائف الأعضاء أو الطب (Nobel Prize in Physiology or Medicine)؛ وذلك لأهمية علم وظائف الأعضاء والتشريح كونه حجر أساس في العلوم الطبية والصحية.

ولذلك يدعم هذا العلم بتقنيات حديثة منها:

المجاهر: المجهر جهاز يختص بتكبير الأشياء والأجسام الصغيرة؛ لِيُسَهِّلَ دراستها، ويستعمل أساسًا لدراسة المخلوقات الحية الدقيقة والبكتيريا وغيرها من المخلوقات وحيدة الخلية، ودراسة الخلية والأنسجة الحية وأجزائها ومكوناتها.

إثراء:



من الشكل أعلاه نلاحظ اختلاف الدقة (power Resolution) بين العين البشرية والمجهر الضوئي والإلكتروني، حيث أن الدقة بقصد بها القدرة على تمييز نقطتين تفصلهما مسافة صغيرة جداً بحيث لا تدوان وكأنهما نقطة واحدة

من أنواع المجاهر:

المجهر الضوئي المركب: يستعمل الضوء المرئي في المجهر الضوئي المركب لتكبير صورة العينات، كما تتميز المجاهر الضوئية المركبة بنقلها للصورة بواسطة نوعين من العدسات؛ حيث توضع واحدة بالقرب من الجسم المراد مشاهدته، ولدى هذه العدسة طول بؤري قصير، وتسمى العدسة الشيئية، بينما تكون العدسة الثانية (العدسة العينية) هي العدسة التي يُراقب من خلالها حيث تعمل هاتان العدستان معاً لتشكيل صورة افتراضية موسعة، وتصل قدرة هذه المجاهر على تكبير العينة إلى ما يقارب (2000) ضعف.

ويتركب المجهر الضوئي من عدة أجزاء ميكانيكية وأخرى ضوئية كما في الشكل (1-3).



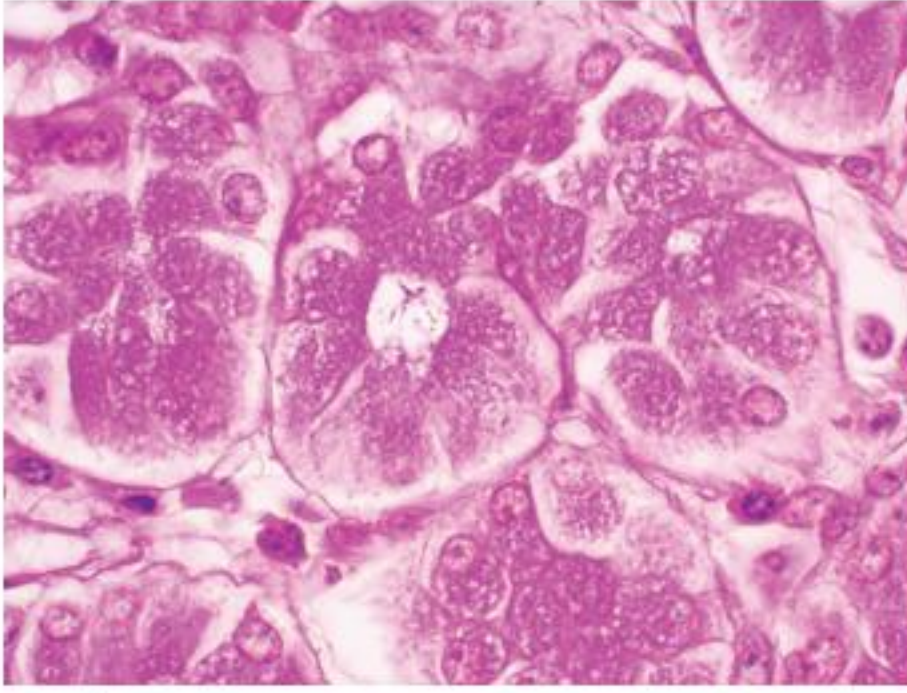
الشكل (1-3): المجهر الضوئي.

1. أجزاء المجموعة الميكانيكية:

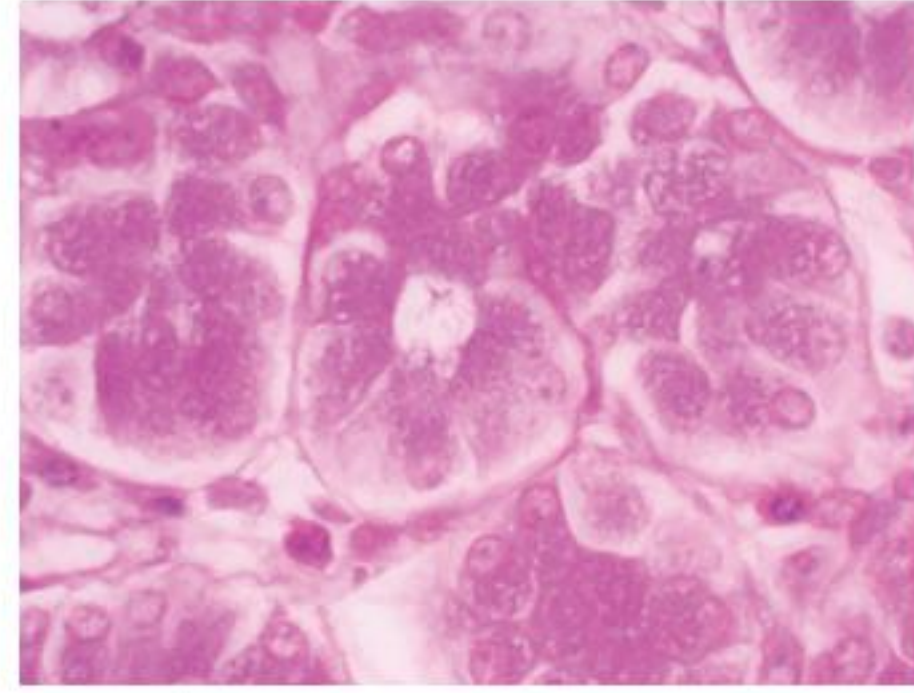
- **القاعدة (Base):** هي الجزء الذي يرتكز عليه المجهر.
- **الذراع (Arm):** هو الجزء المقوس الذي يستعمل لحمل المجهر عند نقله.
- **المسرح (Stage):** هو جزء قابل للحركة في أكثر من اتجاه عن طريق ضوابط جانبية، وتثبت عليه الشريحة عن طريق الماسك، ويُحرَّك المسرح حتى تتقاطع الشريحة مع الضوء الذي يمر من خلال ثقب المسرح.
- **الضابط الكبير (Coarse Adjustment):** يستعمل لرفع المسرح وخفضه لمسافة كبيرة؛ لإظهار الصورة في حال استعمال عدسة شيئية (10X) فأقل.
- **الضابط الصغير (Fine Adjustment):** يستعمل لرفع المسرح وخفضه لمسافة يسيرة؛ لإظهار الصورة في حال استعمال عدسة شيئية أكبر من (10X).

2. أجزاء المجموعة الضوئية:

- العدسة العينية (Ocular lens): هي المثبتة في أعلى أنبوب المجهر تكبيرها غالباً (10X). انظر الشكل (1-3).
- العدسة الشيئية (Objective lenses): هي -غالباً- ثلاث عدسات أو أربع يحملها قرص دائري متحرك فوق الشيء المراد فحصه؛ حيث يمكن فحص الشريحة بأي من هذه العدسات. وقوة تكبير هذه العدسات مختلفة من (4X) و (10X) و (40X)، وأكبرها العدسة الزيتية التي تبلغ قوة تكبيرها (100X)، ولا تستعمل إلا بعد وضع قطرة من زيت (Immersion Oil) لأن معامل انكسار الضوء يختلف عند عبوره خلال الهواء عنه خلال الزيت. انظر للشكل (1-4) والشكل (1-5).



الشكل (1-5): صورة مجهرية للنسيج الخلوي نفسه التقطت باستعمال العدسة الشيئية (100X) باستعمال الزيت.



الشكل (1-4): صورة مجهرية لنسيج خلوي التقطت باستعمال العدسة الشيئية (100X) دون استعمال الزيت.

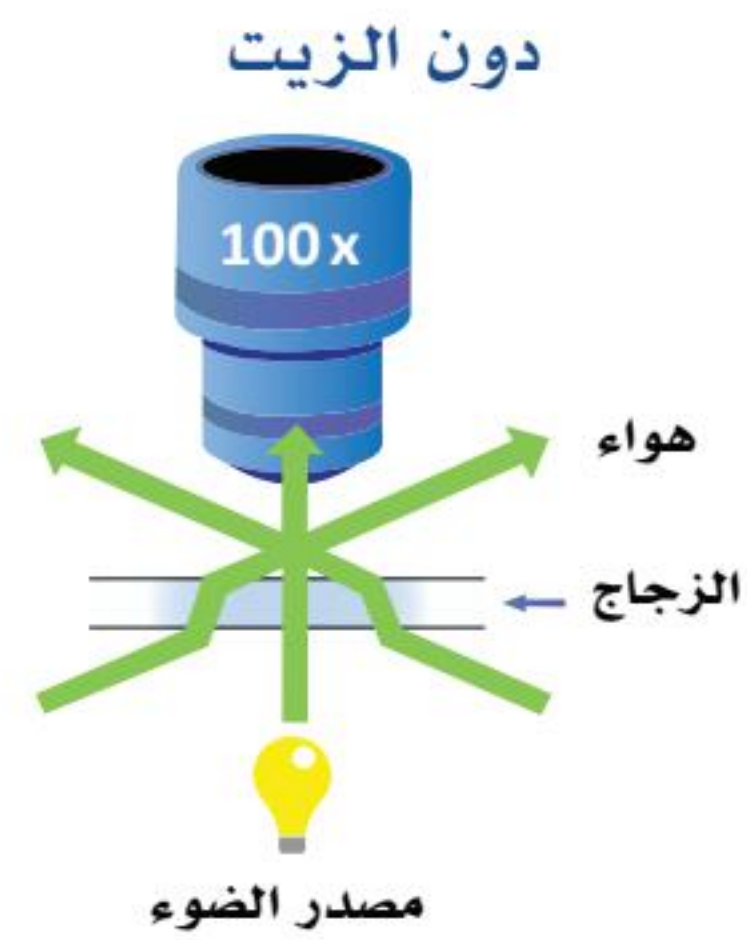
نشاط (1-2) التفكير الناقد:



في هذا الشكل كان وسيط التنقل لشعاع الضوء بين مواد لها معاملات انكسار الضوء متشابهة في الزجاج والزيت.



إضافة الزيت



في هذا الشكل كان وسيط التنقل لشعاع الضوء بين مواد لها معاملات انكسار الضوء مختلفة في الزجاج عنها في الهواء.

الشكل أعلاه عدستان شيئيتان بقوة (100X)، أيهما من المتوقع أن تكون فيها العينة أوضح؟ ولماذا؟

- **المكثف (Condenser):** يوجد أسفل المسرح ويتركب من مجموعة من العدسات تعمل على تجميع الأشعة الضوئية نحو الشريحة. ويمكن التحكم بمقدار كمية الإضاءة على العينة فيه بواسطة ضابط جانبي؛ فكلما زاد تكبير العدسة الشيئية زادت الحاجة إلى كمية إضاءة أكبر.
- **مصدر الإضاءة (Light Source):** مصباح يمكن التحكم في شدته. وقد يكون مصدر الإضاءة المرآة (Mirror) التي تعكس الإضاءة إلى المكثف والشريحة.

نشاط (1-3) تعلم وطبق:

من خلال دراستك في الفيزياء احسب قوة التكبير لمجهر مركب إذا علمت أن قوة تكبير عدسته العينية (10x) وقوة تكبير عدسته الشيئية (40x).

إضافة لتقنيات المجاهر يوجد تقنيات وأجهزة نعرض بعضاً منها في الجدول (1-1):

تقنيات دراسة جسم الإنسان		
الشكل	فكرة العمل	التقنية
	يعمل على قتل جميع المخلوقات الحية الدقيقة سواء في بيئة المختبر أم في الأدوات المستعملة التي يراد تعقيمها.	جهاز التعقيم
	تستعمل في حفظ المزارع البكتيرية، وحضانها.	الحاضنة
	له مهمات كثيرة يستعمل فيها؛ مثل إذابة البيئات الصلبة بعد تجميدها وتعقيمها، وذلك بضبط درجة حرارة الحمام المائي، وفق الغرض.	الحمام المائي
	ويكون استعمالها بوضع العينات عليها حتى تُفحص بالمجهر.	الشرائح الميكروسكوبية
	يستعمل هذا الجهاز لعد المستعمرات الميكروبية النامية في بيئة ملائمة.	جهاز عد المستعمرات الميكروبية
	يستعمل هذا الجهاز لقراءة الرقم الهيدروجيني للبيئات، وكذلك للمحاليل المختلفة.	جهاز قياس الأس الهيدروجيني

الجدول (1-1): بعض تقنيات دراسة جسم الإنسان.



■ **المجهر الإلكتروني:** المجهر الإلكتروني هو نوعٌ خاص من المجاهر التي تستعمل الإلكترونات كمصدرٍ لتكبير العينة، كما تستعمل المجالات الكهرومغناطيسية لتركيز شعاع الإلكترونات، بينما المجهر الضوئي يستعمل العدسات الزجاجية والإشعاع الضوئي.

ويتميز بقوة تكبيرٍ أعلى كثيراً من المجهر الضوئي؛ لأنه يستعمل حزمة من الإلكترونات ذات طول موجي أصغر كثيراً من الطول الموجي لفوتونات الضوء، وتتضح من هنا العلاقة العكسية بين الطول الموجي وقوة التكبير والدقة، وتتمكن بعض المجاهر الإلكترونية من تكبير العينة بمعدلٍ يصل إلى مليوني مرة أكبر من حجمها الحقيقي، بينما تنحصر أفضل أنواع المجاهر الضوئية في قوة تكبيرٍ تبلغ ألفي مرة فقط.

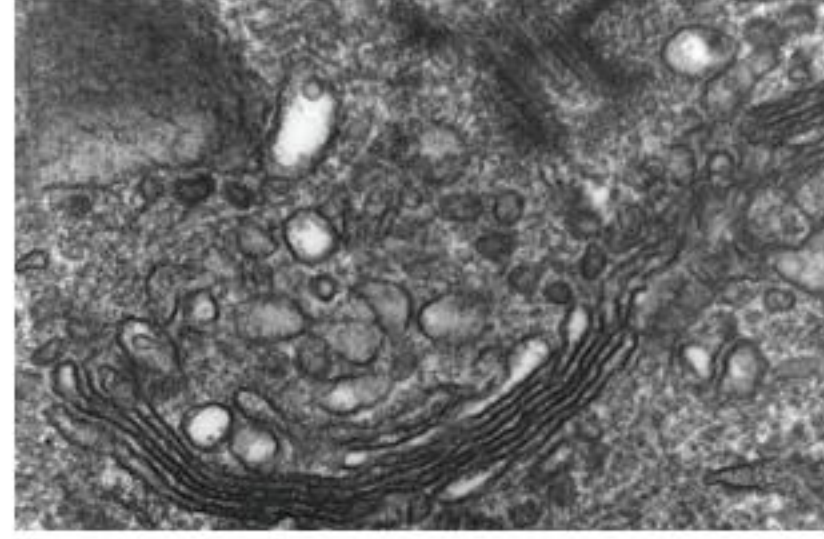
أنواع المجهر الإلكتروني:

■ المجهر الإلكتروني النافذ (Transmission electron microscope) (TEM):

هو مجهر يعمل بواسطة إطلاق شعاع من الإلكترونات على شريحة رقيقة من العينة المراد فحصها، وتُصوَّر الإلكترونات التي تنفذ عبر العينة فتظهر صورة عالية الدقة. وهو بذلك مشابه للمجهر الضوئي، الأمر الذي يجعله جيداً لمعرفة تركيب عضيات الخلية، وتنظيمها. انظر الجدول (1-2).

■ المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning electron microscope) (SEM):

هو مجهر يعمل عن طريق شعاع مُركَّز من الإلكترونات التي تمسح سطح العينة، ثم تُجمع الإلكترونات المنعكسة من سطح العينة لتعطي صورة مكبرة لها، ثلاثية الأبعاد عالية الدقة. انظر الجدول (1-2).

المجهر الإلكتروني الماسح	المجهر الإلكتروني النافذ	وجه المقارنة
ثلاثية الأبعاد	ثنائية الأبعاد	أبعاد الصورة
		المجهر
 (حشرة العث)	 (أجسام جولجي)	الصورة المنتجة

الجدول (1-2): مقارنة بين المجهر الإلكتروني النافذ والمجهر الإلكتروني الماسح.

نشاط (1-4):

الصورة المجهرية الآتية هي لرأس نملة.



ما نوع المجهر الذي استعمل لإنتاج هذه الصورة؟ ادمك كلامك بالتفسير بناءً على ما درست.

نشاط (1-5):

قارن بين المجهر المركب والمجهر الإلكتروني من حيث:

وجه المقارنة	مجهر مركب	مجهر إلكتروني
الإشعاع المستعمل		
العدسات المستعملة		
قوة التكبير		
الطول الموجي للإشعاع		



الجزء العملي (1-1):



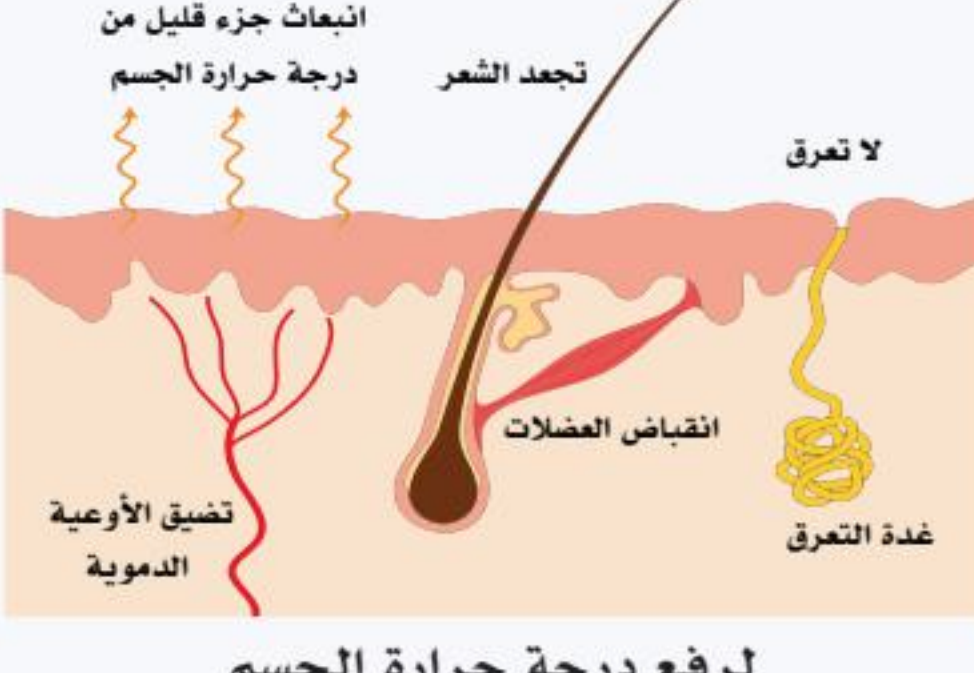
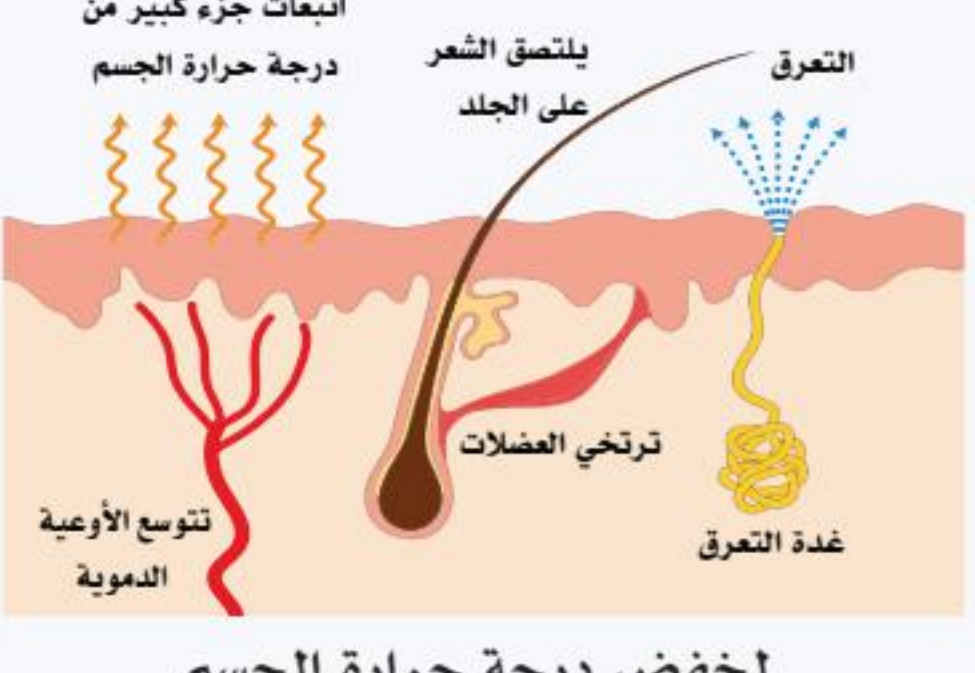
◀ طريقة استعمال المجهر:

1. ضع المجهر على سطح مستوي.
2. صل المجهر الضوئي (المصمم على نظام الإضاءة) بمخرج كهربائي، أما المجهر ذو المرآة فلا يلزم توصيله بالكهرباء.
3. شغل مفتاح الإضاءة.
4. اضبط المسافة بين عدسات المجهر بما يتناسب مع البعد بين العينين.
5. ضع غطاء زجاجياً على العينة.
6. ضع العينة على الشريحة ثم ثبتها على المنصة مستعيناً بمشابكها المعدنية. بحيث يستقر كل مشبك على أحد الطرفين الأيمن والأيسر وتصبح الشريحة بما تحتوي من عينة في الوسط تماماً.
7. أدر الضابط الكبير حتى تصبح العدسة الشيئية فوق الشريحة، عدل موضع العدسة حتى تصبح فوق الشريحة مباشرة مع ترك مسافة كبيرة لدخول ورقة.
8. استعمل الضابط الكبير لتوضيح العينة.

◀ ملاحظات مهمة للمحافظة على المجهر:

- احرص على تنظيف المجهر قبل الاستعمال وبعده بورق خاص.
- لا تلمس العدسات بأصابعك حتى لا تتسخ وتضعف الرؤية.
- لا تترك الشرائح على المجهر بعد الاستعمال.
- احمل المجهر باستعمال ذراع المجهر وقاعدته.
- قد تظهر عوالق على العدسات أثناء الفحص، ولمعرفة ذلك حرك العدسات دائرياً فإذا دارت معها فهذا يعني أنها مجرد غبار.
- لضبط الرؤية باستعمال العدستين العينيتين تسحب إلى الجانب لضبط المسافة بين العينين.
- حرك العدسات عند ضبط العينة بحذر حتى لا تنكسر العدسات.
- غط المجهر عند الانتهاء حالاً بعد استعماله وتنظيفه.

1. أكمل جدول المقارنة مستعيناً بالأشكال أدناه، ووضح كيف استطاع الجسم المحافظة على اتزانه الحراري عند الشعور بالبرودة أو الحرارة؟

 لرفع درجة حرارة الجسم	 لخفض درجة حرارة الجسم	طرق الحفاظ على حالة التوازن الطبيعي والثبات الداخلي
		العضلة
		الغدد العرقية
		الأوعية الدموية

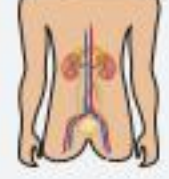
2. إذا كانت قوة العدسة الشيئية (20) وقوة العدسة العينية (10)؛ فما قوة تكبير المجهر؟

.....

.....

.....

3. أكمل مستويات تكوين الجسم في الجدول الآتي:

المثال	شرح المستوى	مستوى التنظيم Level of organization
		مستوى الذرة Atomic Level 
		مستوى الجزيء Molecular Level 
		مستوى الخلية Cellular Level 
		مستوى النسيج Tissue Level 
		مستوى العضو Organ Level 
		مستوى نظام الجسم أو الجهاز العضوي Organ System Level 
		مستوى الجسم المتكامل Human Organism 



الثبات الداخلي (Homeostasis)

1-2

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أحدد مفهوم الثبات الداخلي في جسم الإنسان.
- أصنف عناصر الثبات الداخلي.
- أفسر أهمية الثبات الداخلي في جسم الإنسان.

المفاهيم

Homeostasis	الثبات الداخلي
Reflex	الفعل المنعكس
Extracellular fluid	السائل خارج الخلايا
Normal Physiological Range	المعدل الفسيولوجي الطبيعي

تمهيد: كان عالم وظائف الأعضاء الفرنسي كلاود برنارد (Claude Bernard) (1813-1878م) هو أول من أشار إلى مفهوم الثبات الداخلي (Homeostasis)، وقد بلور العالم الأمريكي كانن (Cannon) عام (1932م) هذا المفهوم مستعملًا مصطلح الثبات الداخلي أو الثبات الذاتي للإشارة إليه. وهو مبدأ مهم جدًا لفهم العمليات الحيوية المترابطة فسيولوجيًا، ويكون على هيئة سلاسل سببية الهدف منها بقاء الإنسان حيًا، وهذا البقاء يتحقق من خلال الحفاظ على حالة من الثبات في البيئة الداخلية.

مفهوم الثبات الداخلي (Homeostasis):

يعرف الثبات الداخلي بأنه الحفاظ الذاتي على توازن مكونات البيئة الداخلية لجسم الإنسان، وجعلها ثابتة تقريبًا وطبيعية لضمان استمرار بقاء الإنسان حيًا. وهناك ثلاثة عناصر مهمة وردت في هذا المفهوم، هي:

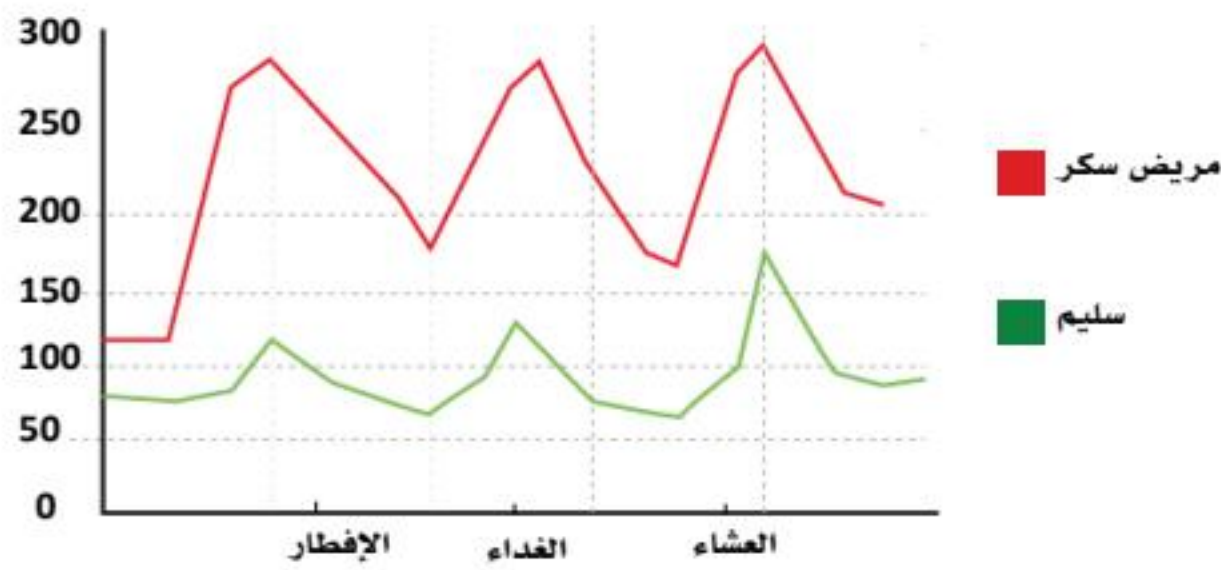
1. إن المقصود بالبيئة الداخلية للجسم هو السائل خارج الخلايا (Extracellular fluid). ذلك السائل خارج جميع خلايا الجسم وتسبح فيه، ومنه تأخذ ما تحتاجه لعيشها من أساسيات الحياة؛ كالماء والأكسجين ومختلف المغذيات والأملاح الضرورية، وعن طريقه تصلها الهرمونات والمواد المنظمة لعملياتها الحيوية، وبواسطة هذا السائل تتخلص من مخلفاتها الضارة من أمونيا وثاني أكسيد الكربون ومواد أخرى.
2. كل عنصر من عناصر البيئة الداخلية قابل للتغيير؛ لكن مقدار هذا التغيير في الوضع الطبيعي يكون دائمًا صغيرًا، ويقع ضمن معدل محدود يدعى المعدل الفسيولوجي الطبيعي (Normal physiological range) الذي يعرف بأنه المعدل الذي يمكن أن يتذبذب ضمنه أحد عناصر البيئة الداخلية لكي تعمل وظائف أعضاء الجسم

طبيعياً ويبقى الإنسان حياً، لذلك ثبات عناصر البيئة الداخلية هو ثبات بنسبة معينة وليس ثباتاً مطلقاً. ولو حصل تغيراً كبيراً لأحد العناصر سواء بالزيادة أم النقصان عن المعدلات الطبيعية؛ لأدى ذلك إلى اعتلالات وأمراض قد تؤدي إلى الوفاة.

■ ولتوضيح ذلك خذ -مثلاً- التغيرات الطبيعية في مستوى الجلوكوز في الدم خلال أوقات اليوم لدى شخص معافى كما في الشكل (1-6). والمتمثلة بالخط الأخضر، نلاحظ -مثلاً- أن مستوى جلوكوز الدم في الصباح الباكر قبل وجبة الإفطار هو (70) ملغم /ديسيلتر من الدم، ويرتفع بعد الإفطار مباشرة إلى (120) ملغم / ديسيلتر؛ لكن آليات السيطرة على الثبات الداخلي المتمثلة هنا بالهرمونات لا تعيد هذا المستوى إلى (70) ملغم / ديسيلتر الذي كان قبل الإفطار؛ بل إلى قيمة جديدة تقع بين القيمتين السابقتين؛ أي ضمن المعدل الطبيعي. إن حدوث تغير في أحد عناصر البيئة الداخلية هو أمر متوقع ويحدث دائماً؛ لكن آليات السيطرة على الثبات الداخلي في الوضع الطبيعي تحاول إبقاء هذا التغير ضمن أضيق مدى ممكن ومتوافق مع البقاء على قيد الحياة. بينما في الوضع غير الطبيعي كالإصابة بمرض السكري والممثل بالخط الأحمر بالشكل (1-6) سوف نلاحظ التذبذب الكبير والارتفاع الملحوظ لسكر الدم خارج نطاق المعدلات الطبيعية الذي - مع الوقت وعدم المتابعة - قد يؤدي إلى مضاعفات خطيرة قد تكون قاتلة، سوف تكون هناك تفاصيل وشروحات أكثر لذلك في فصل الغدد الصماء لاحقاً.

3. إن المحافظة على الثبات النسبي لعناصر البيئة الداخلية للجسم تتم بأداء العديد من العمليات الفسيولوجية المتكاملة والمعقدة التي تعمل مع بعضها عملاً مثاليًا.

آليات التحكم بالثبات الداخلي وعناصره:



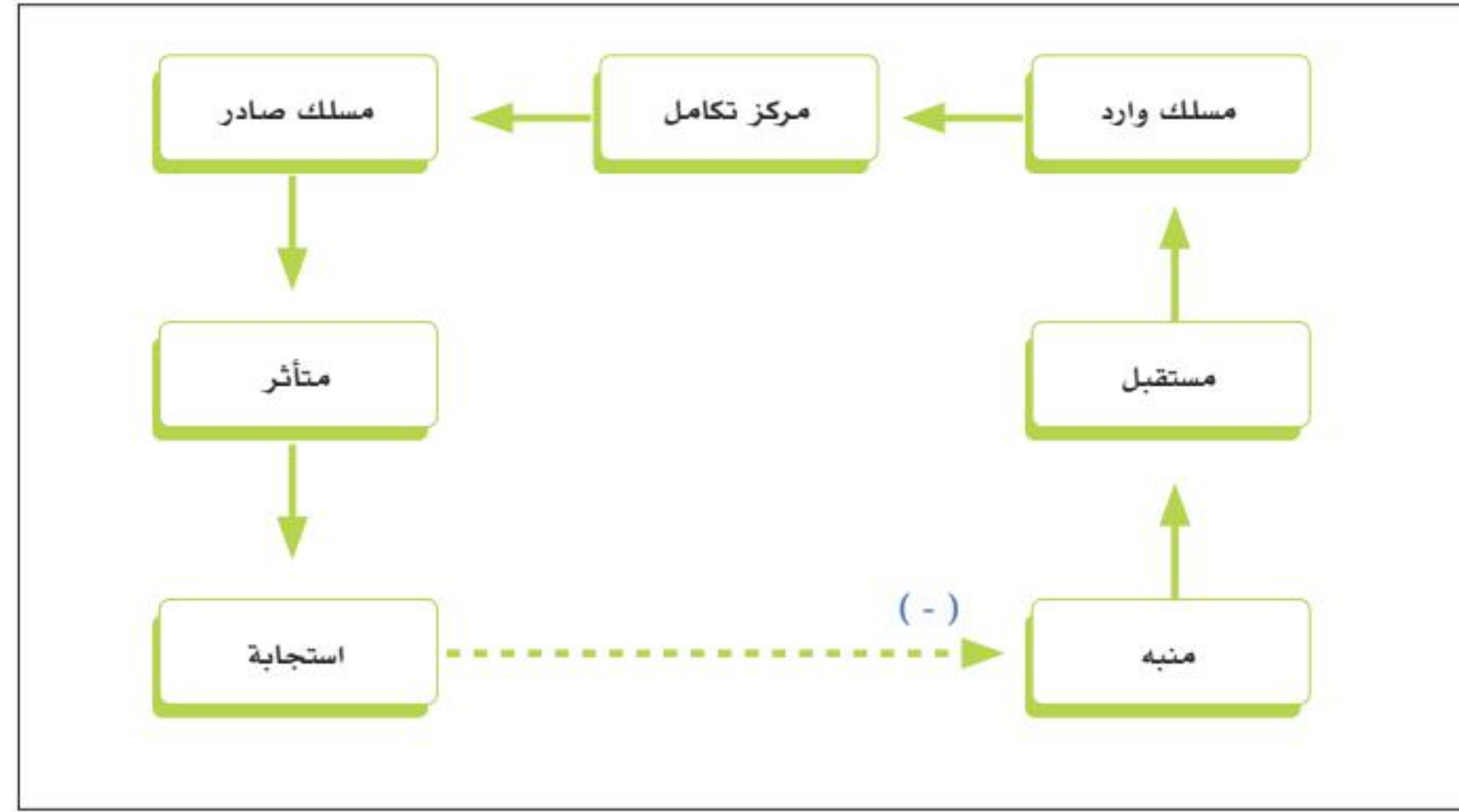
الشكل (1-6): التذبذبات الطبيعية في مستوى سكر الدم (الجلوكوز) بعد الوجبات الرئيسية لدى الإنسان الطبيعي ومريض السكر.

آليات التحكم بالثبات الداخلي تتخذ شكلاً أساسياً واحداً هو شكل المنعكس (Reflex)، الفعل المنعكس أو القوس المنعكس (Reflex arc)، انظر الشكل (1-7) الذي يضم عناصر متعددة تبدأ بالمنبه (Stimulus)، ثم المستقبل (Receptor)، ثم المسلك الوارد (Afferent pathway)، ثم المركز المتكامل ومركز التحكم (Control center)، ثم المسلك الصادر (Efferent pathway)، ثم المتأثر (Effector)، وتنتهي بالاستجابة (Response)، ويمتاز بأنه

يعمل فطرياً لا إرادياً، إذ لا يحتاج الإنسان لتعلمه في أغلب الأوضاع وإن كانت بعض المنعكسات المعقدة تحتاج إلى بعض التعلم، وإلى التركيز الواعي لكي تتطور تطوراً مناسباً. وسنتناول هذه العناصر الهامة في النقاط الآتية:

■ يطلق تعبير المنبه (Stimulus) على حساسات تكتشف التغيرات في البيئة الداخلية أو الخارجية للجسم؛ كالتغير في حرارة الجسم، ضغط الدم، كمية الماء في الجسم، وهو في العادة شكل من أشكال الطاقة.

- أما المستقبل (Receptor) فيطلق على جزء الجسم الذي يمتلك القدرة على التحري عن المنبه، وتحويل طاقته إلى شكل آخر من أشكال الطاقة تمهيداً لبثه عبر المسالك الواردة. يمكن أن تكون المستقبلات مستقبلات حسية؛ مثل مستقبلات الضوء في العين، والخلايا الشعرية في الأذن، ومستقبلات الحرارة، أو الضغط في الجلد، ومستقبلات الشم والتذوق في الأنف والفم، كما يمكن أن تكون مستقبلات كيميائية نوعية خاصة بأنواع الرسل الكيميائية التي تنتج من قبل خلايا الجسم.
- تشكل المسالك الواردة (Afferent pathways) التي غالباً ما تكون أليافاً عصبية -الوصلات التي تنتقل عبرها الإشارة من المستقبل إلى مركز السيطرة والتكامل؛ أما مركز السيطرة والتكامل (Integration and control center) فيستلم الرسائل الواردة في الغالب - من مستقبلات عديدة، ويُنسق هذه الرسائل، ويُعطي إشارة تمثل محصلة المجموع للرسائل الواصلة عبر المسالك الواردة.



الشكل (1-7): مخطط لمكونات المنعكس لأليات التحكم بالثبات الداخلي.

الربط مع الحياة:



لعبة التوازن تعتمد على طرفين من الأطفال بينهم تناغم وتساوي تقريباً في الحجم والوزن بحيث إن التحرك والدفع وتغيير الاتجاه من طرف يكون متوائماً ومتوازناً مع الطرف الآخر، ويبدأ بطرف وينتهي بالآخر، وهما تحت سيطرة مركز التحكم في المنتصف بحيث لا يكون فيه ارتفاع في مستوى اللعبة الطبيعي أو انخفاض؛ لكيلا يحدث خلل يؤدي إلى فقد التوازن وسقوط الطرف الآخر. انظر الشكل الشكل المجاور. كذلك الثبات الداخلي يعمل على توازن التغيرات الفسيولوجية والعمليات الحيوية في الجسم وضبطها في المعدلات الطبيعية المطلوبة حتى لا يحدث خلل بسبب زيادة أو نقص يؤثر على الجسم، ويؤدي إلى اضطرابات وأمراض.

1. ضع كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة مع تصحيح الخطأ فيما يأتي:

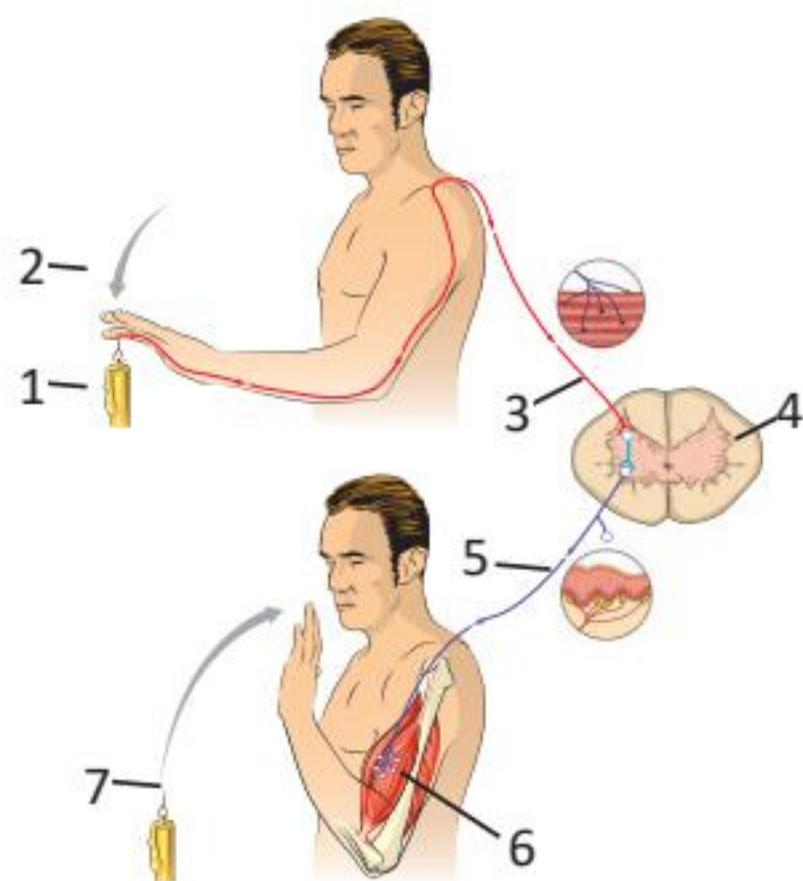
■ ثبات مكونات البيئة الداخلية هو ثبات مطلق. ()

■ آليات التحكم بالثبات الداخلي تتخذ شكلاً أساسياً واحداً هو شكل المنعكس. ()

■ المستقبل هو تركيب مادي في الجسم له القدرة على التحري عن المنبه، وتحويل طاقته إلى شكل آخر من أشكال الطاقة. ()

■ تعد مستقبلات الضوء من المستقبلات الكيميائية. ()

2. ضع الرقم المناسب أمام عناصر الفعل المنعكس كما في بيانات الشكل التالي:



الرقم	العنصر
	المتأثر (Effector) عضو استجابة
	المسلك الصادر (Efferent pathway) عصب حركي
	الاستجابة (Response)
	المركز المتكامل ومركز التحكم (Control center)
	المستقبل (Receptor) عضو إحساس
	المنبه (Stimulus)
	مسلك وارد (Afferent pathway) عصب حسي



آليات التحكم بالثبات الداخلي (Homoeostasis Stability Mechanisms)

1-3

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أستنتج مفهوم آليات التحكم بالثبات الداخلي في جسم الإنسان.
- أعدد أنواع آليات التغذية الراجعة.
- أقارن بين آليات التغذية الراجعة السلبية وآليات التغذية الراجعة الإيجابية.

المفاهيم

Negative feedback	التغذية الراجعة السلبية
Positive feedback	التغذية الراجعة الإيجابية

تمهيد: لأجل تحقيق التكامل والتوازن في العمليات الفسيولوجية يلجأ الجسم إلى تفعيل آليات السيطرة على الثبات الداخلي التي تشمل التغذية الراجعة السلبية (Negative feedback)، والتغذية الراجعة الإيجابية (Positive feedback).

حيث تهدف هذه الآليات إلى إبقاء أي متغير من متغيرات البيئة الداخلية؛ كمستوى السكر في الدم، والأكسجين، الماء، ودرجة الحرارة في حالة ثبات وتوازن عند المعدلات الطبيعية.

آليات التحكم بالثبات الداخلي:

يلجأ الجسم إلى تحقيق التوازن بين مدخلات الجسم (Input) ومخرجاته (Output) في كل متغير بحيث تتساوى -تقريباً- مدخلات الجسم مع مخرجاته، وتكون ضمن النطاق الطبيعي؛ فمثلاً خلال التمارين الرياضية حسب شدتها ونوعيتها ينتج الجسم كمية كبيرة من الطاقة تولد زيادة في الحرارة؛ لذلك يعمل الجسم على تبريد نفسه وفقد كمية كبيرة من الحرارة، وتكون -تقريباً- موازية لما نتج عن التمارين الرياضية؛ وذلك لإبقاء حالة الثبات الداخلي في درجة الحرارة وعدم الإخلال بوظائف الجسم. ولا يهم في هذا المجال القيم المطلقة للداخل أو الخارج بقدر ما يهم التوازن بينهما.

ولا تحافظ هذه الآلية على ثبات مطلق في المتغير؛ بل تحاول تثبيت معدل التغير إلى أقل نسبة ممكنة، فالحفاظ على ثبات كامل قد لا يكون ممكناً خاصة عند استمرار حدوث التغير. إن عدم عودة المتغير إلى قيمته الأصلية قبل حدوث التغير يقدم فائدة تحت آليات التحكم بالثبات بالعمل دائماً لما فيه من مصلحة لجسم الإنسان، وعمل أنظمتها طبيعياً، والمطلوب لبقائه حياً.



وتعمل على إبقاء المتغير ضمن المعدل الطبيعي الفسيولوجي الذي أشرنا إليه أعلاه، وليس عند قيمة واحدة ثابتة وهكذا نستطيع القول -مثلاً- بأن المدى الفسيولوجي لمعدل السكر في دم الإنسان الطبيعي صباحاً قبل الأكل يتراوح -تقريباً- بين (80-100) مليجرام/ديسليتر عوضاً عن استعمال قيمة مطلقة واحدة.

ولكن آليات التحكم بالثبات الداخلي لا يمكنها تثبيت المتغيرات جميعها في الوقت نفسه وبالدرجة نفسها، بل إن بعض المتغيرات تثبت على حساب متغيرات أخرى أقل أهمية. إن هذه الآليات لديها نظام من الترتيب لأهمية المتغيرات المختلفة، ويجري تثبيت الأكثر أهمية منها لبقاء الكائن على حساب تلك الأقل أهمية؛ فإذا كان التخلص من الماء ضرورياً لإخراج الفضلات الضارة على هيئة بول، وكان الجسم في حالة من الجفاف، فآليات التحكم بالثبات الداخلي لا تسمح له بإخراج المزيد من الماء؛ لذا فالتبول يتوقف مؤقتاً حتى ولو تراكمت الفضلات الضارة مدة من الزمن؛ فتثبت كمية الماء في الجسم أكثر أهمية من تثبيت كمية الفضلات الضارة.

وقت ظهور آليات التحكم بالثبات الداخلي:

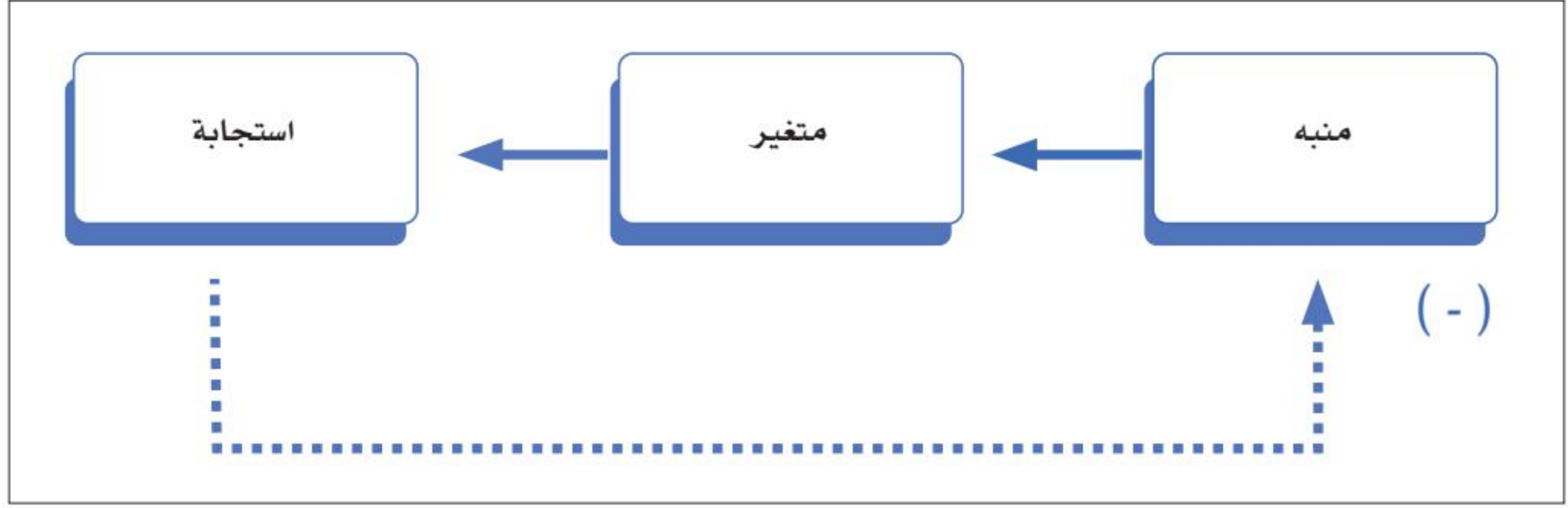
آليات التحكم تتطور تدريجياً حسب حاجة الجسم، وبمعدلات تختلف من آلية إلى أخرى. لا شك أن بعض آليات التحكم بالثبات الداخلي تبدأ بالعمل مبكرة في حياة الجنين؛ فالغدة النخامية-مثلاً- تبدأ بالتطور في الأسابيع الأربعة الأولى من عمر الجنين ويكتمل نضجها في الأسبوع العشرين -تقريباً- من عمر الجنين، ومن المنطقي الافتراض بأنها تبدأ في إفراز هرموناتها التي تعد أدوات للتحكم بالثبات الداخلي في مراحل مبكرة، وذلك لحاجة الجنين في هذا الوقت لبعض هرموناتها مثل هرمون النمو وغيره. بعد الولادة بأسبوعين تقريباً؛ فإن آليات التحكم بعمل الجهازين الدوري والتنفسي تبدأ بهيمنتها على الجسم لجعله يؤدي وظائفه على النحو المطلوب والصحيح في هذه المرحلة من العمر. أما آليات التحكم في الكلية فلا تكتمل سيطرتها إلا في غضون عامين. وعموماً يمكن القول بأن الانتقال من الحياة الجنينية في بطن الأم إلى حياة بعد الولادة يتطلب تطويراً في آليات التحكم يتناسب مع الوضع بعد الولادة.

أنواع آليات التحكم بالثبات الداخلي:

يوجد نوعان من آليات التحكم بالثبات الداخلي:

1. آليات التغذية الراجعة السلبية:

هذه الآليات هي النوع السائد والأكثر حدوثاً في الجسم، وسوف تُطرح العديد من الأمثلة عليها عند دراستنا وظائف أجهزة الجسم المختلفة. وفي هذا النوع من الآليات تؤدي الزيادة -أو النقص- في المتغير قيد الدراسة إلى استجابة تسير بالمتغير في الاتجاه المعاكس (الاتجاه السالب) لاتجاه التغير الأصلي من المنبه. يمكن تلخيص عمل آليات التغذية الراجعة السلبية بالشكل (8-1) أدناه؛ حيث يبين الخط المتقطع أن الاستجابة تكون بالاتجاه المعاكس للمنبه الأمر الذي يلغي هذا المنبه أو يعادله، ويكون الهدف إعادة المتغير إلى حدوده الفسيولوجية الطبيعية.

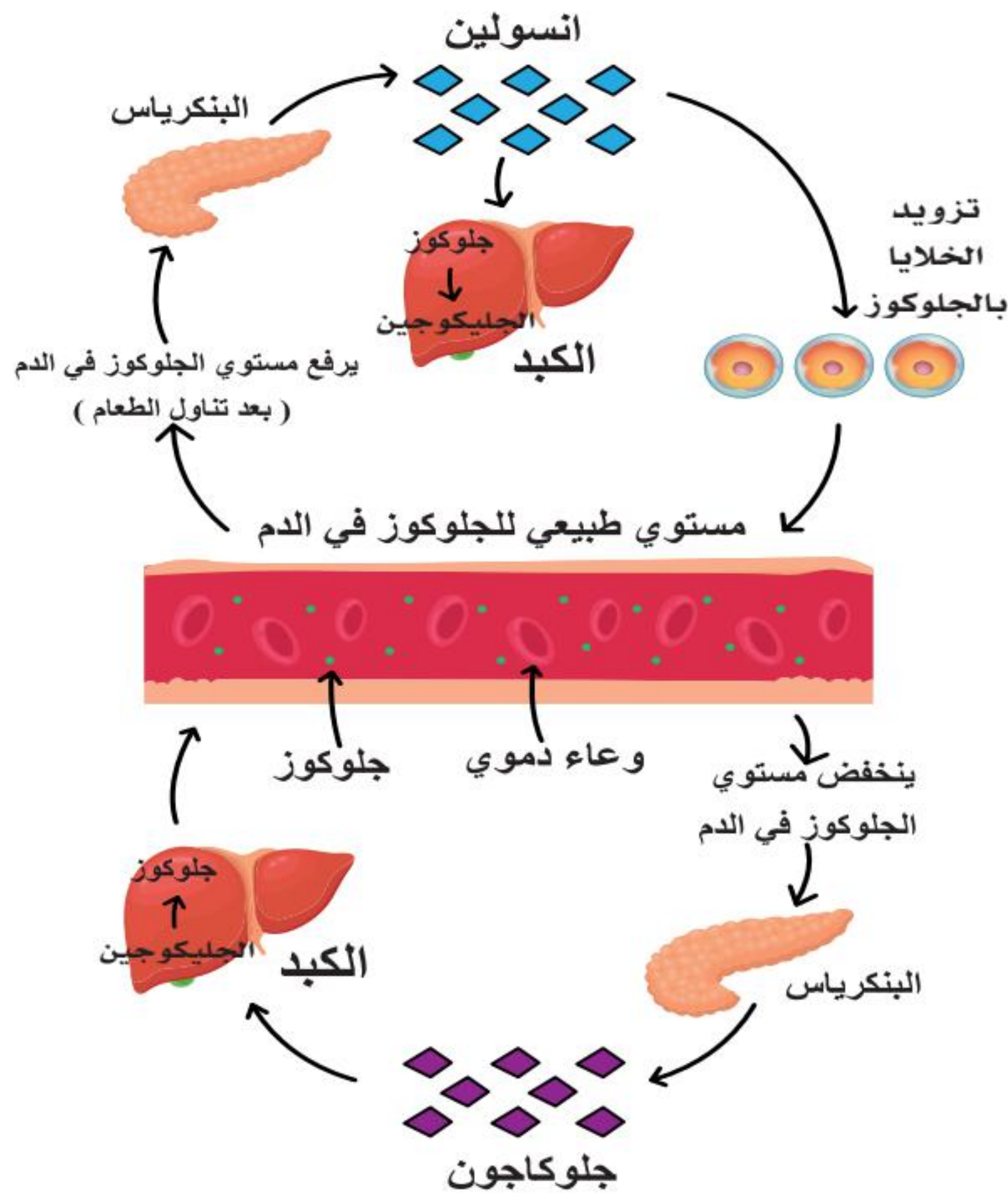


الشكل (1-8): توضيح لآليات التغذية الراجعة السلبية.

جديرٌ بالذكر أن أبسط أنواع آليات التغذية الراجعة السلبية يشبه إلى حد كبير أنظمة التشغيل والإيقاف (on - off) الهندسية، لكن الآليات التي تعمل في الجسم عادة ما تكون أكثر تعقيداً؛ وذلك لتقليل التذبذب في قيمة المتغير إلى أقصى درجة ممكنة. مثل هذه الأنواع المعقدة تسمى أنظمة التغذية الراجعة السلبية النسبية (proportional)؛ حيث تكون الاستجابة متناسبة مع مقدار المنبه؛ إذ أن كل تغير صغير في قيمة المتغير المحددة سلفاً (set- point) يسبب حدوث استجابة متناسبة معه بحيث لا تتذبذب قيمة المتغير المحددة تذبذباً كبيراً. ومع ذلك فإن آليات التغذية السلبية هي أكثر تعقيداً حتى من هذا النوع النسبي؛ إذ أنها تستدعي - أحياناً - حدوث تعديل في قيمة المتغير المحددة زيادةً أو نقصاً؛ استجابةً للدورات الليلية والنهارية، والدورات الفصلية، والتغيرات الأيضية، والمرضية، وخلافه.

مثال على أنظمة التغذية الراجعة السلبية:

- من أشهر الأمثلة على آليات التغذية الراجعة السلبية تنظيم سكر الدم في حال الارتفاع أو الانخفاض. عندما يستهلك الشخص الكربوهيدرات من خلال الأطعمة يحولها الجسم إلى جلوكوز، وهو سكر بسيط يعمل بصفته مصدراً حيوياً للطاقة، ومع ذلك لا يستعمل الجسم كل هذا الجلوكوز دفعة واحدة. عوضاً عن ذلك يحول بعضها إلى جزيئات تخزين تسمى الجلايكوجين، ويخزنها في الكبد والعضلات. تختلف مستويات السكر في الدم لدى الشخص على مدار اليوم، ولكن هرموني الأنسولين والجلوكاجون يحافظان عليها في نطاق صحي معتدل عموماً.

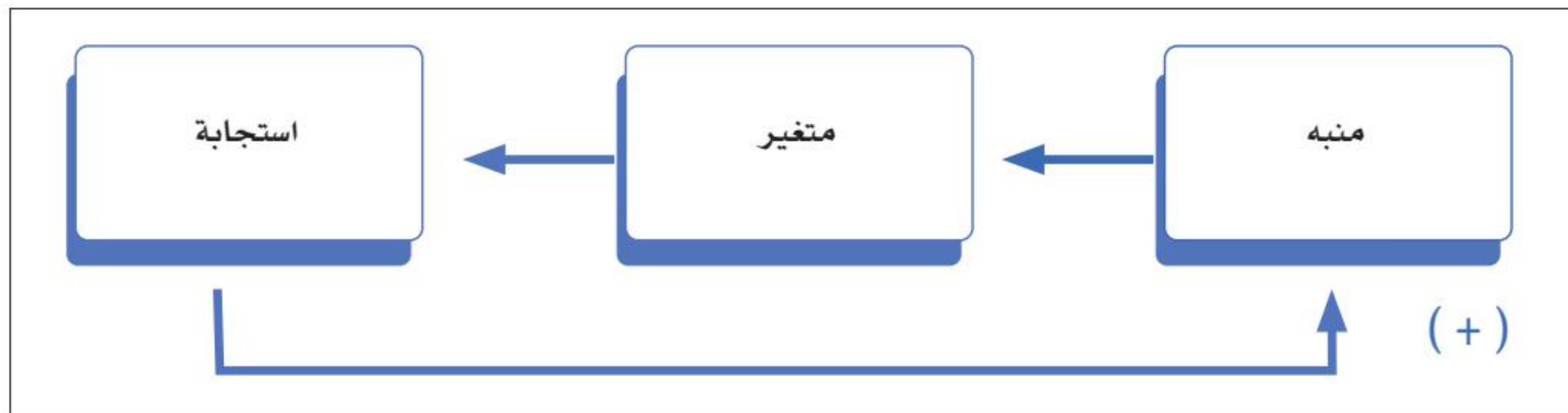


الشكل (1-9): تنظيم معدل سكر الدم عن طريق هرمون الإنسولين والجلوكاجون.

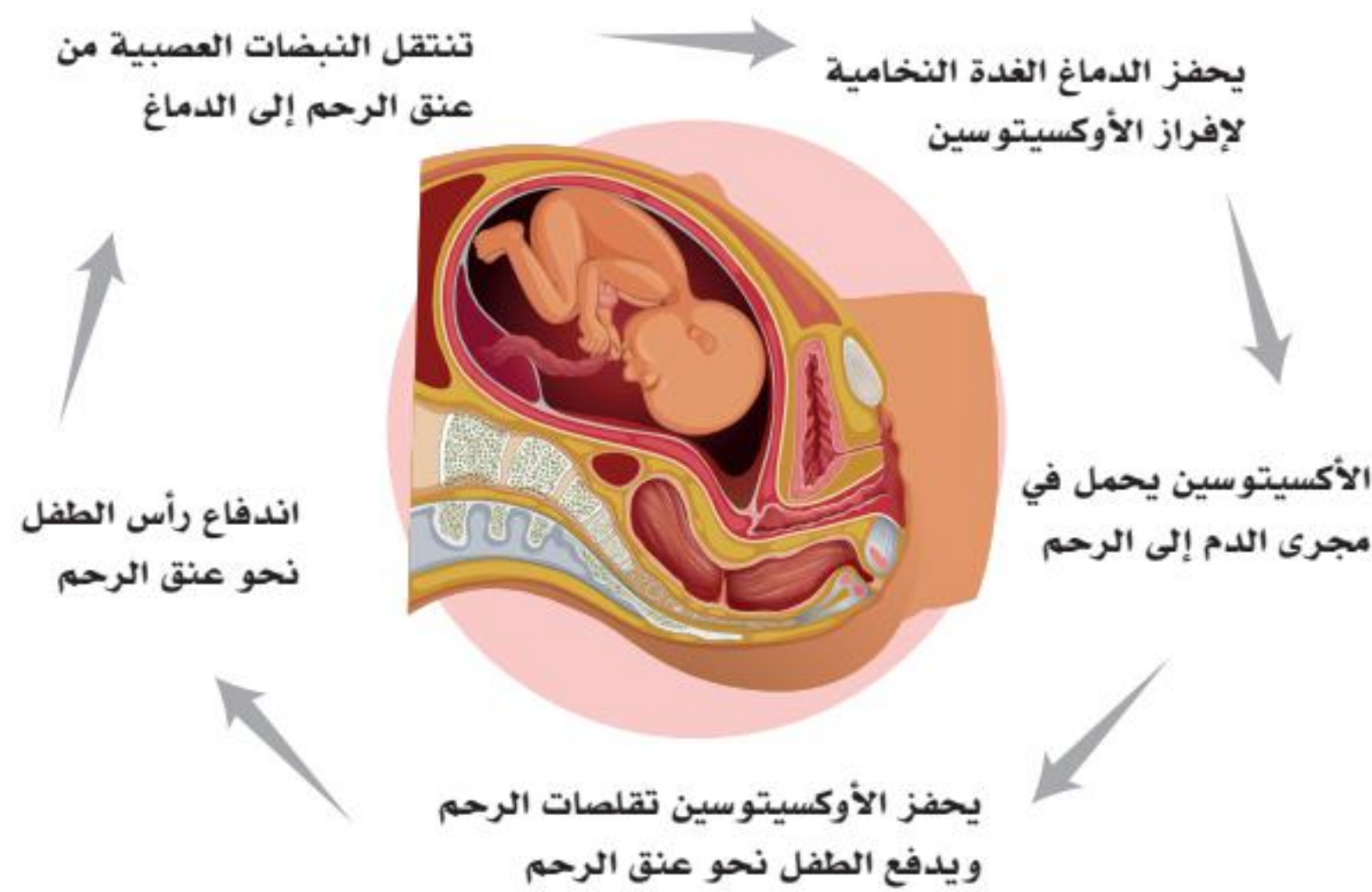
عندما لا يمتص الجسم -أو لا يحول ما يكفي من الجلوكوز- تظل مستويات السكر في الدم مرتفعة؛ فترسل إشارات واردة إلى مركز التحكم، حيث يُرسل إشارات صادرة إلى البنكرياس ليفرز هرمون الأنسولين الذي يقلل من مستويات السكر في الدم في الجسم ويزود الخلايا بالجلوكوز للحصول على الطاقة من خلال مساعدة الخلايا على امتصاص الجلوكوز حتى يعود مستوى السكر في الدم إلى المعدل الطبيعي. وعندما تكون مستويات السكر في الدم منخفضة للغاية يفرز البنكرياس الجلوكاجون، ويوجه الجلوكاجون الكبد لإفراز الجلوكوز المخزن عن طريق تكسير الجلايكوجين (سكر معقد) الذي خُزن من قبل؛ مما يؤدي إلى ارتفاع مستويات السكر في الدم في الجسم وعودتها إلى المعدل الطبيعي. انظر إلى الشكل (1-9).

2. آليات التغذية الراجعة الإيجابية:

أحياناً تؤدي الزيادة -أو النقص- في متغير ما إلى استجابة تكون في نفس الاتجاه الذي حدث به التغير الأصلي. فالزيادة في المتغير تؤدي إلى مزيد من الزيادة، والنقص إلى مزيد من النقص، وهكذا يبدو لنا أن هذه الآليات تنحى بالمتغير بعيداً عن حالة الثبات. ومع ذلك فإن هذه الآليات مهمة في أنها تخدم الغرض النهائي من آليات التحكم؛ وهو بقاء المخلوق الحي وعودة وظائفه للعمل طبيعياً. يلخص الشكل (1-10) أدناه ما يحدث في آليات التغذية الراجعة الإيجابية. لاحظ أن الإشارة (+) تعني أن الاستجابة تؤدي إلى المزيد من التنبه ومزيد من التغير والاستجابة.



الشكل (1-10): توضيح لآليات التغذية الراجعة الإيجابية.



الشكل (1-11): إفراز هرمون الأوكسيتوسين ليزيد انقباضات عضلات الرحم ويحفزها أثناء الولادة.

أمثلة على أنظمة التغذية الراجعة الإيجابية:

هناك أمثلة قائمة في الجسم على أنظمة التغذية الراجعة الإيجابية؛ منها الآتي:

- عند الإصابة بجرح ينزف الدم من الجرح. لتنظيم ثبات الدم (تجمع الصفائح الدموية وتخثر الدم)؛ حيث يُستقطب عدد أكبر من الصفائح الدموية إلى مكان الجرح؛ لتساعد على التئام الجرح ورجوعه إلى الوضع الطبيعي.
- أثناء المخاض في فترة الطلق والولادة، عندما يدفع جسم الجنين (رأسه عادةً) ضد

عنق الرحم، تنتقل النبضات العصبية الناتجة عن هذا التحفيز إلى مخ الأم ثم تحفز الغدة النخامية الخلفية على إطلاق الأوكسيتوسين في مجرى الدم. ينتقل الأوكسيتوسين إلى الرحم ويحفز الانقباضات. حيث يحفز الأوكسيتوسين تقلصات العضلات التي تدفع الطفل عبر قناة الولادة، وينتج عنه تقلصات أقوى -أو متزايدة- تكمل عملية ولادة الطفل طبيعياً. انظر إلى الشكل (1-11).

نشاط (1-6) تثبيت المفاهيم الرئيسية:

مستعيناً بالرسم البياني قارن بين التغذية الراجعة السلبية والتغذية الراجعة الإيجابية كما هو مطلوب في الجدول.

الرسم البياني		
نظام التغذية الراجعة		
آلية التغذية الراجعة مع المنبه تكون باتجاه...		
وضع المتغير بعد التغذية الراجعة يكون...		
مثال يوضح الآلية الراجعة لكل قسم		

ملخص لمبدأ الثبات الداخلي وشرح الفعل المنعكس:

يتضح من السابق أن آليات التحكم بالثبات الداخلي تتخذ شكلاً أساسياً واحداً هو شكل المنعكس (Reflex)، الفعل المنعكس أو القوس المنعكس (Reflex arc) الذي يضم عناصر متعددة تبدأ بالمنبه (Stimulus) وتنتهي بالاستجابة (Response).

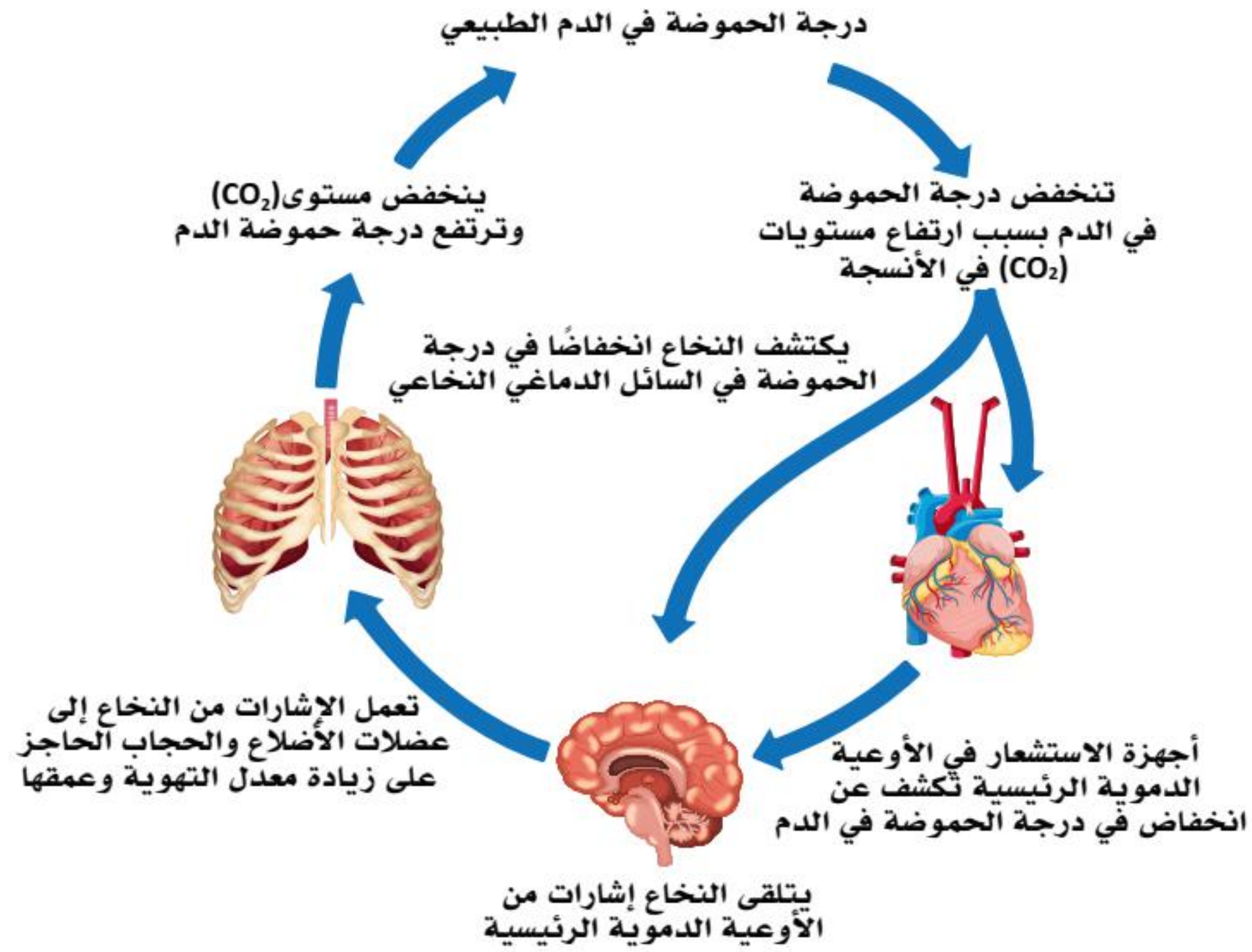
لهذا فإن استجابة مركز التحكم والتكامل تمثل تكاملاً لعدد من المعلومات والإشارات المرسل والمستقبل، حيث تنتقل الإشارة التي يصدرها مركز التحكم والتكامل عن طريق خلايا عصبية على هيئة جهد (فعل)، أو في الدم على هيئة هرمون (رسائل كيميائية) عبر المسالك الصادرة (Efferent pathways) إلى المتأثر (Effector) الذي يمكن أن يكون أي خلية في الجسم، و أفضل الأمثلة للمتأثرات هي العضلات والغدد. وتشكل المتأثرات التراكيب التي تعطي الاستجابة (Response) بأشكال مختلفة، كإفراز هرمون من غدة معينة، أو تحرك عضلي كالانقباض والانبساط، وغير ذلك من الاستجابات التي سنتطرق إليها لاحقاً.

الاستجابة في أغلب المنعكسات بشكل التغذية الراجعة السلبية تكون باتجاه معاكس لاتجاه المنبه الأصلي، وتؤدي إلى إلغائه، أو الحد منه ومنعه من إحداث مزيد من التغير ليعود الجسم إلى عمله طبيعياً. تكون المنعكسات إما منعكسات طويلة (Long) أو محلية قصيرة (Local). فتنظيم درجة حرارة الجسم -مثلاً- يعد منعكساً طويلاً نسبياً نظراً للمسافة الطويلة التي تقطعها الإشارة بين مكان تأثير المنبه ومكان حدوث الاستجابة.

فالجولوس في مكان بارد جداً أو الخروج وقت الشتاء خارج المنزل دون لباس ثقيل يؤثر على نهايات كراوس (Krause endings) الموجودة في الجلد؛ حيث تتحسس لتعطي رسالة واردة على شكل جهد فعل خاص ينتقل عبر الأعصاب إلى مركز التحكم بدرجة الحرارة الموجود في منطقة تحت المهاد الذي سيصدر جهد فعل ينتقل عبر الأعصاب الحركية الذاهبة إلى العضلات الهيكلية؛ فتبدأ بالارتجاف (نوع من الانقباض يمثل استجابة). يؤدي الارتجاف إلى تكوين طاقة حرارية في العضلات مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الجسم وعودتها إلى الوضع الطبيعي. وتسلك الإشارة الناتجة عن مركز التحكم في هذا المثال مسالك صادرة أخرى بالذهاب عبر أعصاب ذاتية إلى العضلات الملساء للأوعية الدموية في الجلد؛ فتؤدي إلى انقباضها، أو بالذهاب عبر أعصاب ذاتية إلى الغدد العرقية فتتوقف عن إفراز العرق؛ فيقل تبديد حرارة الجسم؛ وكل هذه الآليات تهدف إلى رفع درجة الحرارة وعودتها ضمن المعدل الطبيعي.

أما المنعكسات المحلية فتنتهي في نفس الخلية، أو النسيج، أو العضو الذي بدأت فيه. فزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم في إحدى العضلات عند التمرين الرياضي يؤدي -مثلاً- إلى ارتخاء العضلات الملساء للأوعية الدموية في تلك العضلة؛ مما يسبب تدفق المزيد من الدم لنقل الأكسجين إلى العضلة، ولنقل ثاني أكسيد الكربون بعيداً عن تلك العضلة؛ مما يقلل من تراكمه. وهكذا نجد أن المنعكس بدأ في الوعاء الدموي وانتهى إليه.

1. مستعيناً بالشكل أدناه وضح آليات التغذية الراجعة السلبية عند ارتفاع معدل (P_{CO_2}) في الدم للحفاظ على الاتزان والثبات الداخلي.



	المنبه (Stimulus)
	المستقبل (Receptor)
	مسلك وارد (Afferent pathway)
	المركز المتكامل ومركز التحكم (Control center)
	المسلك الصادر (Efferent pathway)
	المتأثر (Effector)
	الاستجابة (Response)

2. فسر الآتي:

■ آليات التحكم بالثبات الداخلي في الغدة النخامية التي تبدأ عملها من وقت الولادة.

.....

.....

.....

.....

■ هرموني الأنسولين والجلوكاجون يحافظان على معدل السكر في الجسم في نطاق طبيعي معتدل.

.....

.....

.....

السؤال الأول: اكتب المصطلح العلمي المناسب لكل من العبارات الآتية:

1. جهاز يختص بتكبير الأشياء والأجسام الصغيرة مما يسهل دراستها. (.....)
2. تركيب مادي في الجسم له القدرة على التحري عن المنبه، وتحويل طاقته إلى شكل آخر من أشكال الطاقة. (.....)
3. كل تغير محسوس في البيئة الداخلية -أو الخارجية- للجسم؛ كالتغير في كمية الماء في الجسم، أو في ضغط الدم، وهو في العادة شكل من أشكال الطاقة. (.....)
4. اتحاد متعادل كهربائياً مكون من ذرتين أو أكثر وترتبط مع بعضها بواسطة روابط كيميائية. (.....)
5. علم دراسة أعضاء الإنسان وتركيبها ومواقعها ووصفها وعلاقاتها ببعضها، ويجري تنظيمه على مستويات، من أصغر مكوّنات الخلايا إلى أكبر الأعضاء وعلاقاتها مع الأعضاء الأخرى. (.....)
6. علم يدرس وظائف الجسم المتعددة والآليات التي تتم بها هذه الوظائف طبيعياً. (.....)
7. أصغر الجسيمات التي تتكون منها العناصر. (.....)

السؤال الثاني: أجب عن المطلوب في أجزاء المجهر على الشكل الآتي:



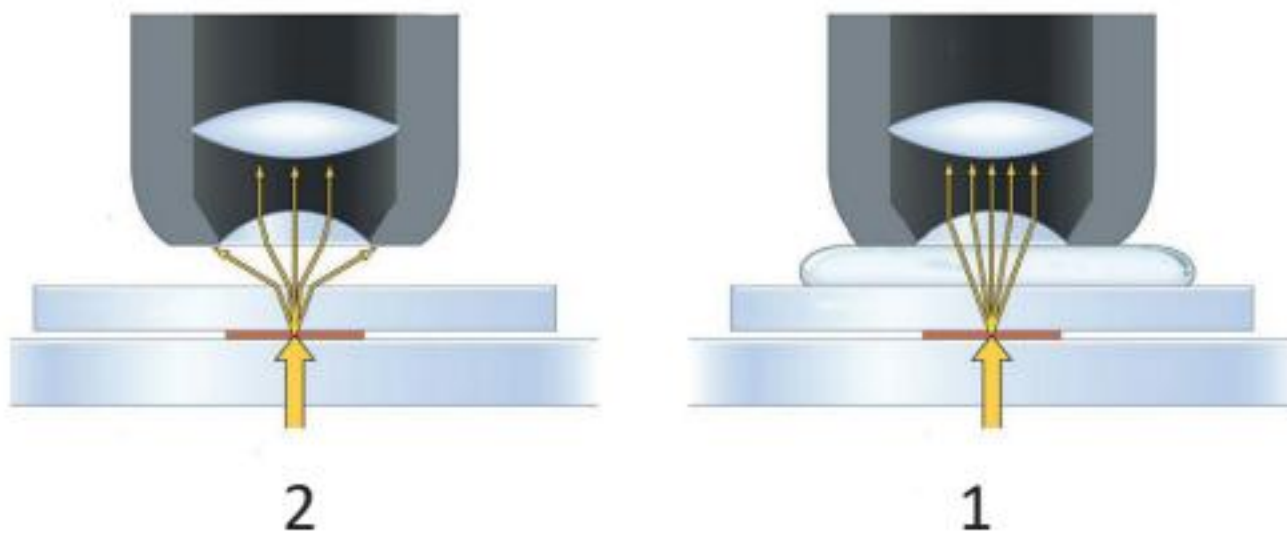
السؤال الثالث: اختر الإجابة الصحيحة:



1. قوة تكبير العدسة التي سوف تُستعمل في الشكل الآتي هي:

- أ. (4) مرات.
- ب. (10) مرات.
- ج. (40) مرة.
- د. (100) مرة.

2. في الشكل الآتي عدستان كلاهما بقوة تكبير (100) مرة، من المتوقع أن تكون الصورة المجهرية أوضح في:



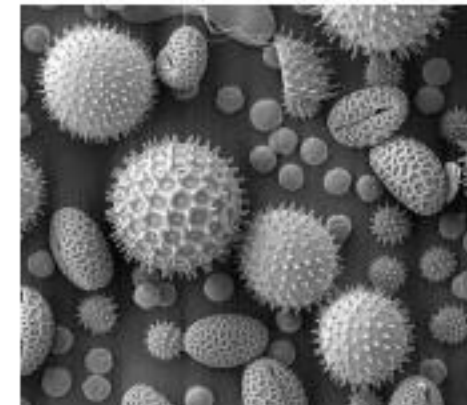
- أ. العدسة (1).
- ب. العدسة (2).
- ج. كلا العدستين واضحتان.
- د. كلا العدستين غير واضحتي المعالم.

3. اذا كنت تستعمل عدسة زيتية في مجهر قوة تكبير عدسته العينية (10)مرات؛ فستكون الصورة المجهرية

النتيجة مكبرة:

- أ. (100) مرة.
- ب. (500) مرة.
- ج. (1000) مرة.
- د. (2000) مرة.

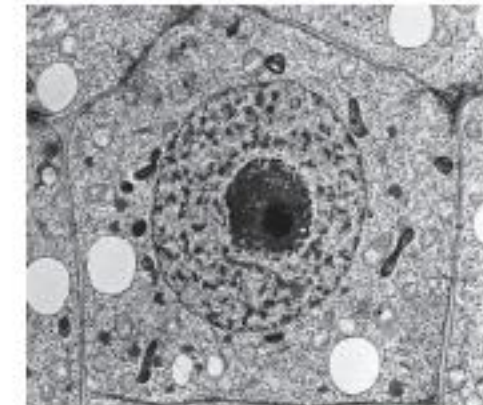
4. أي الصور المجهرية الآتية ناتجة عن مجهر إلكتروني نافذ:



ج.



د.



أ.



ب.

5. الذي يمكن أن يتذبذب ضمنه أحد عناصر البيئة الداخلية لكي تعمل وظائف أعضاء الجسم طبيعياً ويبقى

الإنسان حياً يسمى:

- أ. البيئة الداخلية للجسم .
- ب. المعدل الفسيولوجي الطبيعي.
- ج. الثبات الداخلي.
- د. رد الفعل المنعكس.

6. السائل خارج خلايا الجسم وما يحمله من ماء وأكسجين ومختلف المغذيات والأملاح وهرمونات وأيونات
وثاني أكسيد الكربون ومواد أيضية أخرى يسمى:

- أ. التغذية الراجعة السلبية.
- ب. التغذية الراجعة الإيجابية.
- ج. البيئة الداخلية للجسم.
- د. السيتوبلازم.

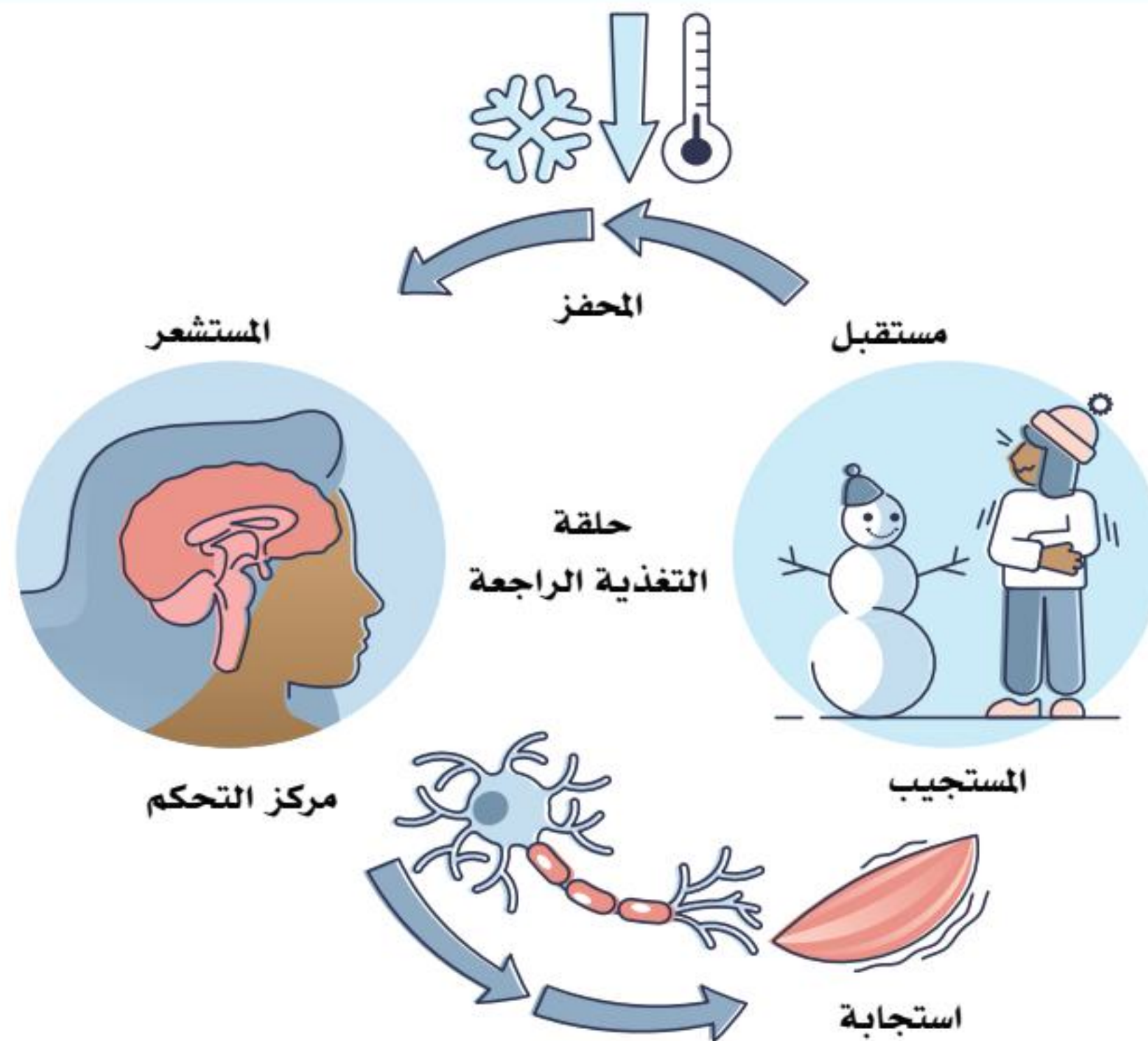
7. الاستجابة التي تكون بالاتجاه المعاكس للمنبه الأمر الذي يلغي هذا المنبه أو يعادله تسمى:

- أ. التغذية الراجعة السلبية.
- ب. التغذية الراجعة الإيجابية.
- ج. المسلك الوارد.
- د. المستقبل.

8. من الأمثلة على أنظمة التغذية الراجعة الإيجابية تنظيم:

- أ. معدل (PCO_2).
- ب. درجة حرارة الجسم.
- ج. انقباض عضلات الرحم.
- د. سكر الدم.

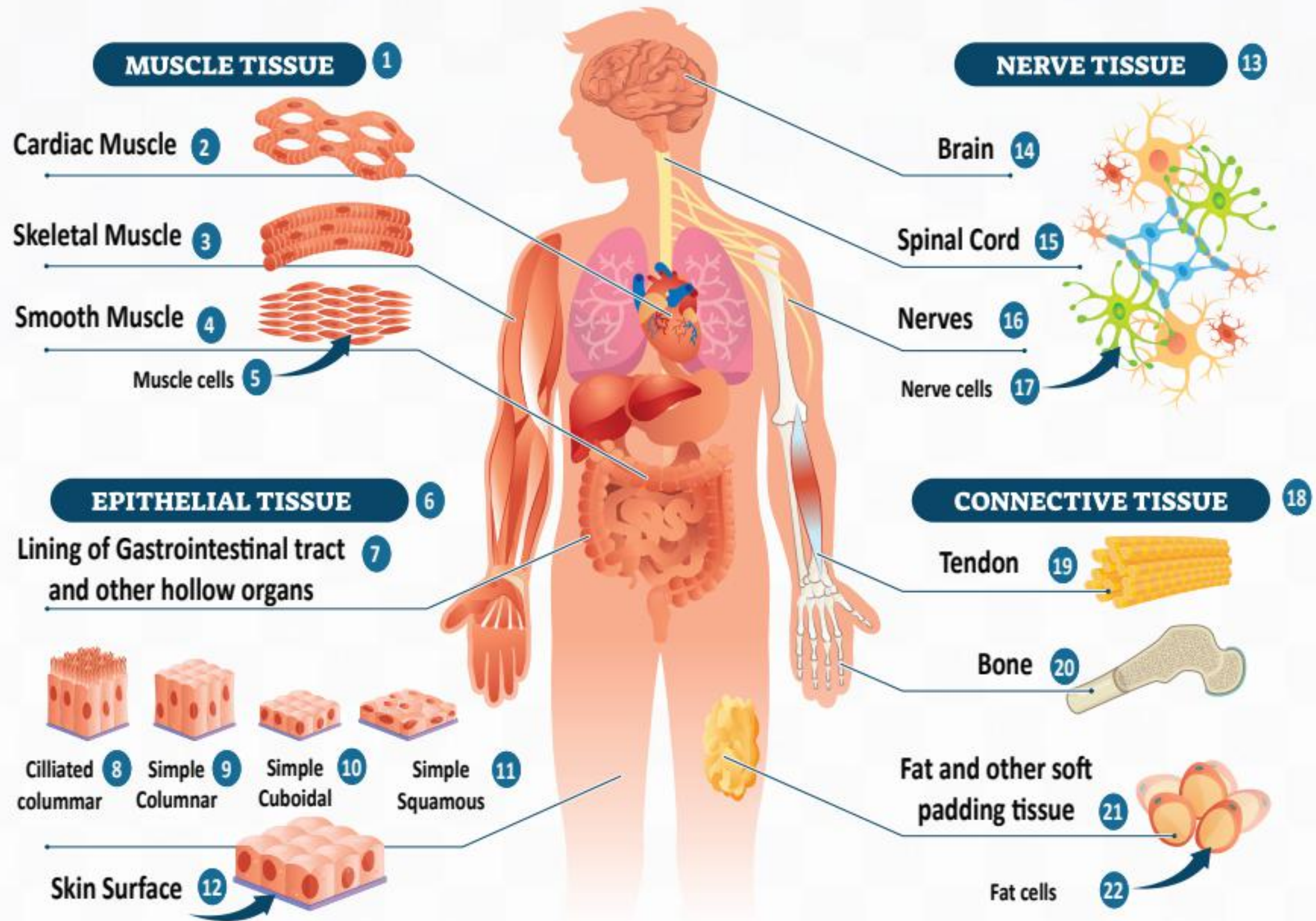
السؤال الرابع: مستعيناً بالشكل الآتي اكتب تعليلاً يوضح أن اعتبار الرعشة من البرد وسيلة للحصول على الدفء.



الفصل الثاني

الخلية وأنسجة الجسم

(The Cell and Human Tissues)



الفكرة العامة للفصل:

الخلية البشرية هي الوحدة الأساسية المكونة لجسم الإنسان الذي توجد به أربعة أنواع من الأنسجة، وكذلك معرفة طرق الاتصال المتنوعة بين الخلايا في جسم الإنسان، وأهميتها في تنظيم العمليات الفسيولوجية.

الأفكار الرئيسية للفصل:

2-1 الخلية (The Cell).

الفكرة الرئيسية أن الخلية البشرية هي الوحدة الأساسية المكونة لجسم الإنسان.

2-2 أنسجة الجسم (Body Tissues).

الفكرة الرئيسية توجد في جسم الإنسان أربعة أنواع من الأنسجة؛ هي النسيج الطلائي (الظهري)، والنسيج الضام (الذي يشمل النسيج الضام الأصيل، والغضاريف، والعظام، والدم)، والنسيج العضلي، والنسيج العصبي.

2-3 الاتصال بين الخلايا (Communication between Cells).

الفكرة الرئيسية تتواصل الخلايا في جسم الإنسان بطرق متنوعة لتنظيم العمليات الفسيولوجية في الجسم.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- التعرف على أهمية مكونات الخلية.
- التمييز بين أنسجة الجسم الأربعة؛ النسيج الطلائي، والنسيج الضام، والنسيج العضلي، والنسيج العصبي.
- التعرف على طرق الاتصال المتنوعة بين الخلايا في جسم الإنسان.





الخلية (The Cell)

2-1

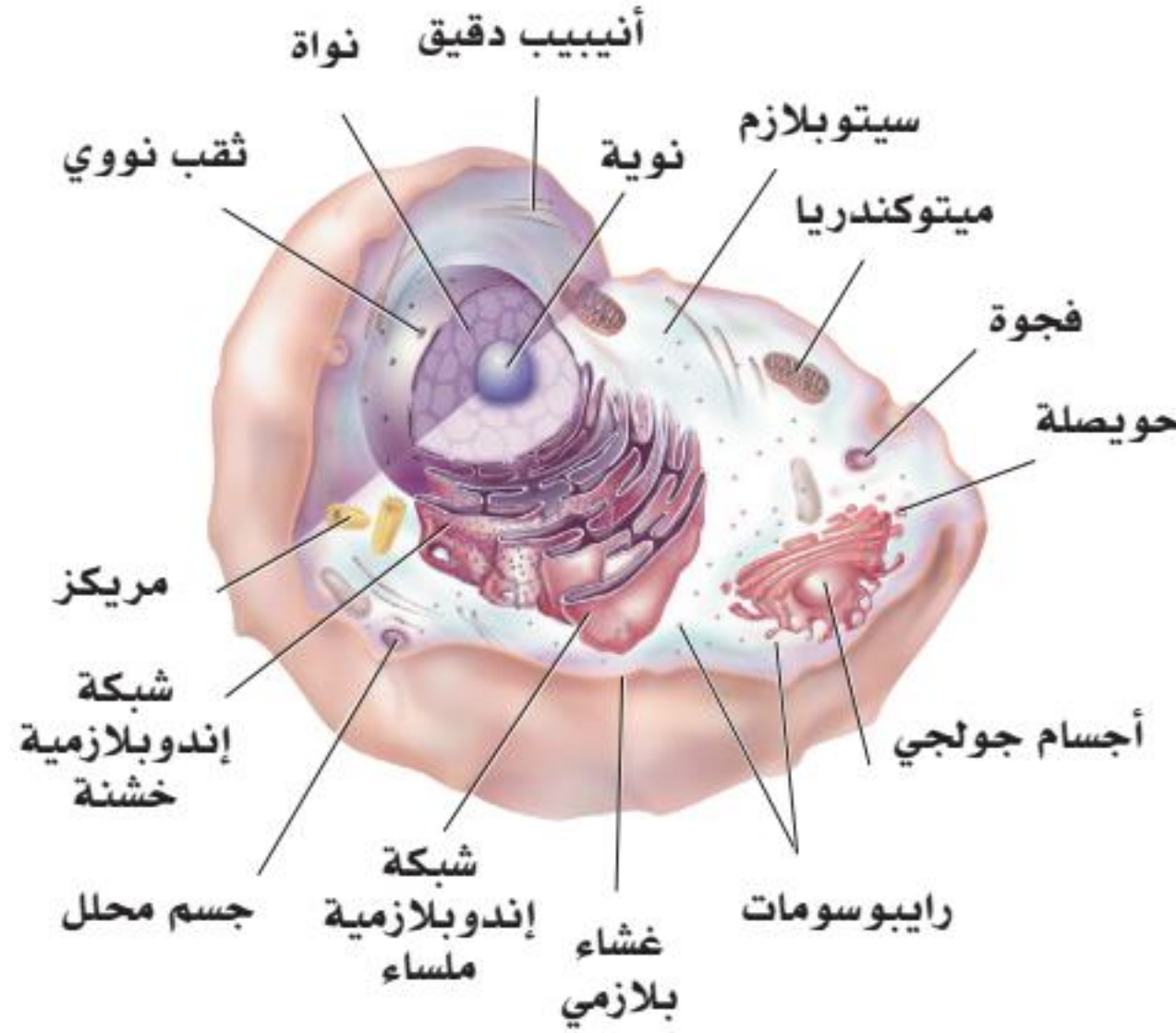
الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أحدد تركيب أجزاء الخلية في جسم الإنسان.
- أقارن بين وظائف أجزاء الخلية في جسم الإنسان.

المفاهيم

Human Cell	الخلية البشرية
Nucleus	نواة الخلية
Cytoplasm	السيتوبلازم
Membranous Organelles	العضيات الغشائية
Non-membranous Organelles	العضيات اللاغشائية

تمهيد: تتكون أجسام الكائنات جميعها من خلايا، لذا فإن الخلية تُعد وحدة بناء المخلوق الحي. والإنسان يتكون جسمه من العديد من الخلايا التي تنشأ من خلية واحدة، حيث تنقسم انقسامات عديدة؛ لتنتج خلايا تكون في البداية غير متميزة ثم تتمايز لاحقاً؛ لتكون خلايا وأنسجة متخصصة.



الشكل (2-1): نموذج الخلية.

الخلية البشرية (Human Cell):

يتكون جسم الإنسان من أكثر من عشرة ترليون خلية تقريباً، وتعد الخلية الوحدة التركيبية والوظيفية للكائن البشري، وتتكون من عضيات تعينها على تأدية دورها بفاعلية (الأجزاء أو الأجسام الحية الموجودة في سيتوبلازم الخلية) انظر الشكل (2-1).

مكونات الخلية البشرية:

1. نواة الخلية (Nucleus):

تتكون النواة من الكروماتين والنوية والسائل النووي، وتحاط بغلاف النواة، وتشمل وظائف النواة حفظ المادة الوراثية، وتنظيم تكوين البروتين في الخلية. كما أن النواة تختلف في الشكل والحجم والموضع داخل الخلية بين الأنواع المتعددة للخلايا؛ فمن حيث الشكل تكون مستديرة، أو بيضاوية، أو مفلطحة، أو عصوية، أو كلوية، أو على هيئة حذوة حصان، أو ثنائية الفصوص، أو متعددة الفصوص.



ومعظم الخلايا تحتوي على نواة واحدة وتسمى خلايا أحادية النواة، وبعض الخلايا تحتوي على نواتين وتسمى ثنائية الأنوية، وقليل من الخلايا يحتوي على أكثر من نواتين وتسمى متعددة الأنوية. تحوي الخلايا النشطة نواة حويصلية خفيفة الصبغة، أما الخلايا الخاملة فتحوي نواة غامقة الصبغة. تتكون النواة في مرحلة اللانقسام مما يلي:

■ غلاف النواة (Nuclear envelope):

يتكون من غشاءين أحدهما خارجي، والآخر داخلي، ويوجد في الغلاف العديد من الفتحات التي تسمح بمرور الجزيئات من السيتوبلازم إلى النواة وبالعكس. كما أن الغشاء الخارجي للنواة يتصل بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة.

■ الكروماتين (Chromatin):

يتكون الكروماتين من خيوط تظهر على هيئة حبيبات كما في الشكل (2-2)، وفي حالة وجود الخلية في حالة انقسام تتحول إلى كروموسومات يبلغ عددها في الخلية البشرية (46) كروموسومًا، أما في الخلية الجرثومية التناسلية -أي كما في الحيوان المنوي لدى الذكور والبويضة لدى الإناث- فيبلغ عددها (23) كروموسومًا. يتكون الكروماتين والكروموسوم من الأحماض النووية بصفة أساسية.

■ النوية (Nucleolus):

يوجد في كل نواة نوية واحدة على الأقل وتقوم النوية بتكوين الحمض النووي الريبوسومي.

■ العصارة النووية (Nuclear sap):

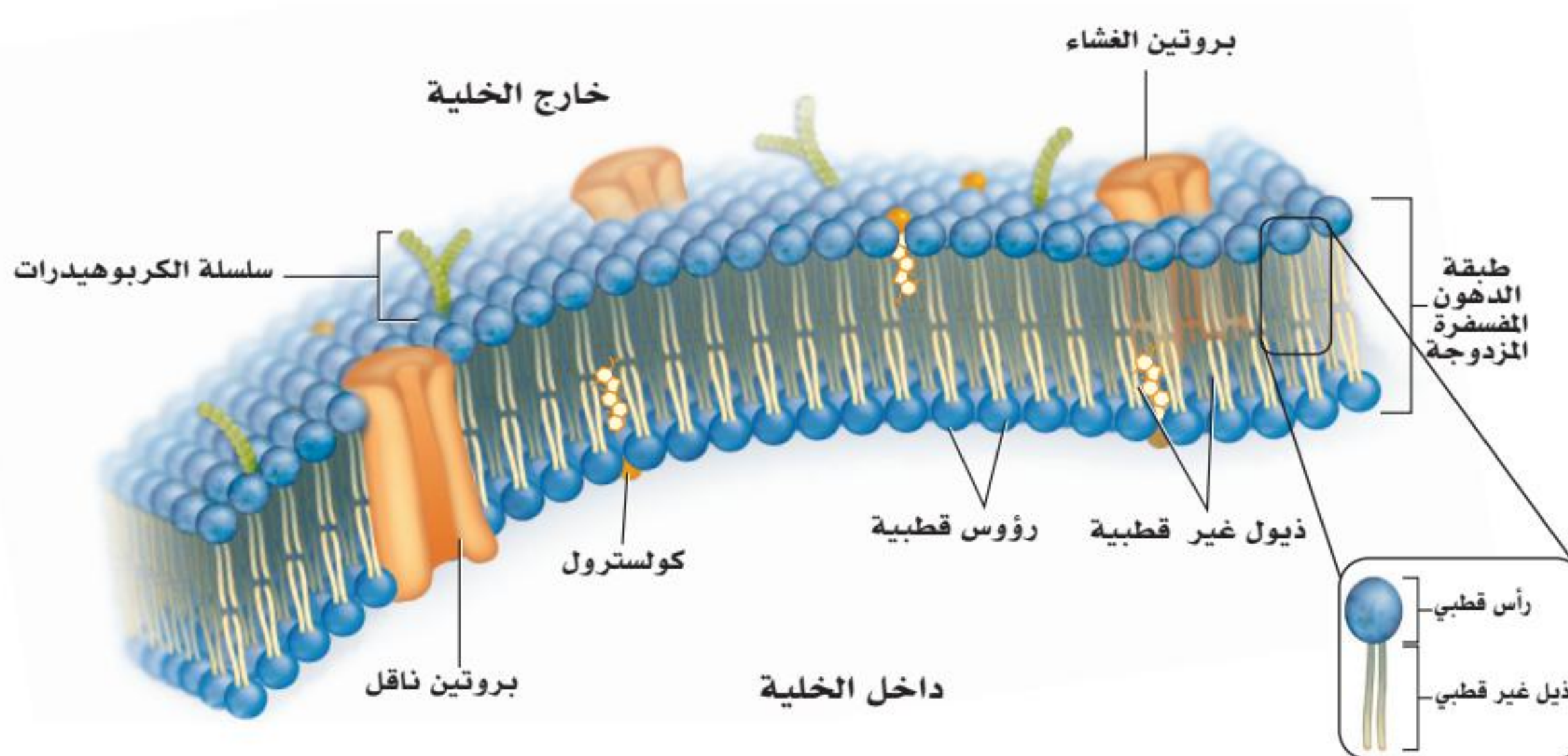
هي سائل غرواني يملأ الفراغات داخل النواة، ويسمح بمرور الجزيئات من خلاله.

2. السيتوبلازم (Cytoplasm):

يحتوي السيتوبلازم على ثلاثة عناصر رئيسية؛ هي العضيات، وشوائب السيتوبلازم، والسائل السيتوبلازمي، وتشمل عضيات السيتوبلازم عضيات غشائية، وأخرى لا غشائية، وهي مهمة لحيوية الخلية.

الربط مع الحياة:

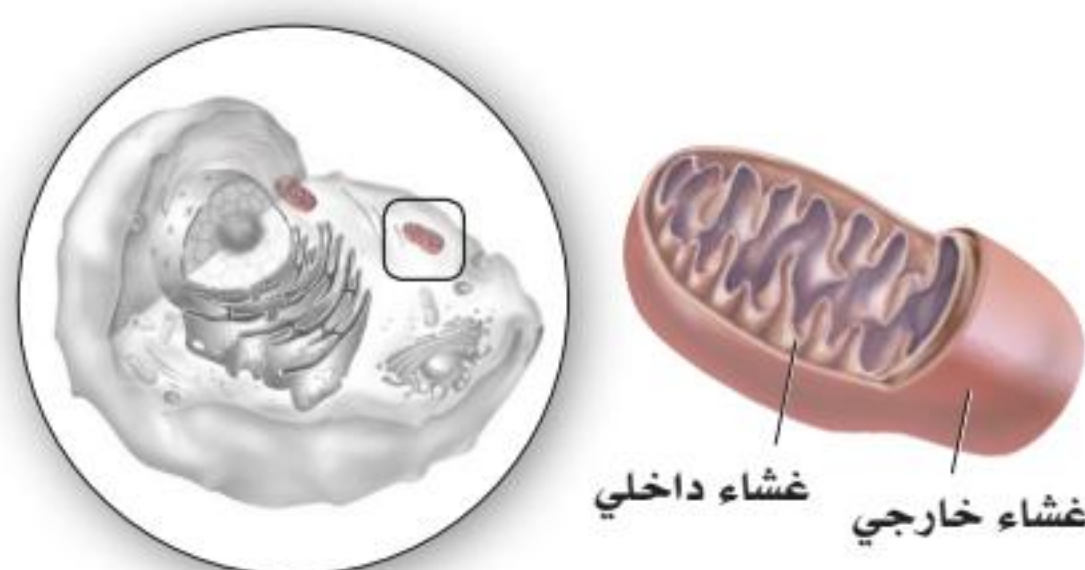
تتميز الأغشية البلازمية بأنها شبه منفذة، أي أنها تمكن جزيئات معينة من المرور خلالها وذلك بواسطة البروتينات الموجودة بها. ويمكن تشبيه الأغشية بالسدود المقامة لحجز مياه الأنهار، ويتشابه عمل البروتينات الموجودة في الأغشية ببوابات تلك السدود في سماحها بدخول الجزيئات وخروجها منها.



الشكل (2-3): تركيب غشاء الخلية.

■ العضيات الغشائية (Membranous Organelles):

غشاء الخلية (Cell Membrane):



الشكل (2-4): تركيب الميتوكوندريا.

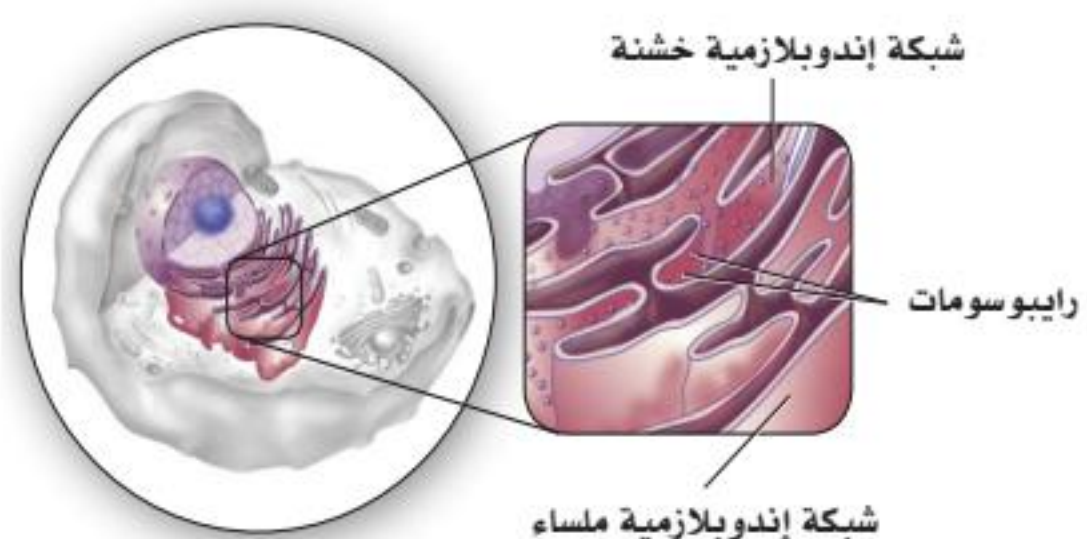
يتكون غشاء الخلية بصفة رئيسة من الدهون والبروتين بنسب متفاوتة كما في الشكل (2-3)، يوجد على سطحه الخارجي جزيئات من المواد الكربوهيدراتية. ويحفظ غشاء الخلية شكل الخلية، ويسمح بمرور العناصر والمواد من داخل الخلية وإليها، ويوجد به مستقبلات للتأثير، وتنظيم العمليات الحيوية داخل الخلية.

الميتوكوندريا (Mitochondria):

تتعدد الميتوكوندريا في أشكالها وعددها من خلية إلى أخرى، ويحيط بكل ميتوكوندريا غشاءان؛ غشاء خارجي أملس وغشاء داخلي يكون به نتوءات مستعرضة كما في الشكل (2-4)، والوظيفة الرئيسة للميتوكوندريا هي إنتاج الطاقة التي تستعمل في معظم العمليات الحيوية داخل الخلية.

الشبكة الإندوبلازمية (Endoplasmic Reticulum):

وتنقسم إلى نوعين كما في الشكل (2-5)؛ وهي:



■ الشبكة الإندوبلازمية الخشنة (Rough Endoplasmic Reticulum): تتكون من مجموعة من الأكياس (الأنبيبات) الغشائية المفلطحة المترابطة مع بعضها، مع وجود ريبوسومات عديدة على سطحها الخارجي، ووظيفتها الرئيسة هي تخليق البروتينات.

الشكل (2-5): الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء (الناعمة).

■ الشبكة الإندوبلازمية الملساء (Smooth Endoplasmic Reticulum):

تتكون -أيضاً- من مجموعة من الأكياس (الأنبيبات) الغشائية المستديرة مع عدم وجود ريبوسومات على سطحها الخارجي، وتُخَلَقُ الدهون، وبعض الهرمونات، والحمض المعدي، وتلعب دوراً مهماً في انقباض الألياف العضلية، وإزالة سمية النواتج الطبيعية للأيض، والأدوية، والسموم الواردة إلى الجسم من الخارج.

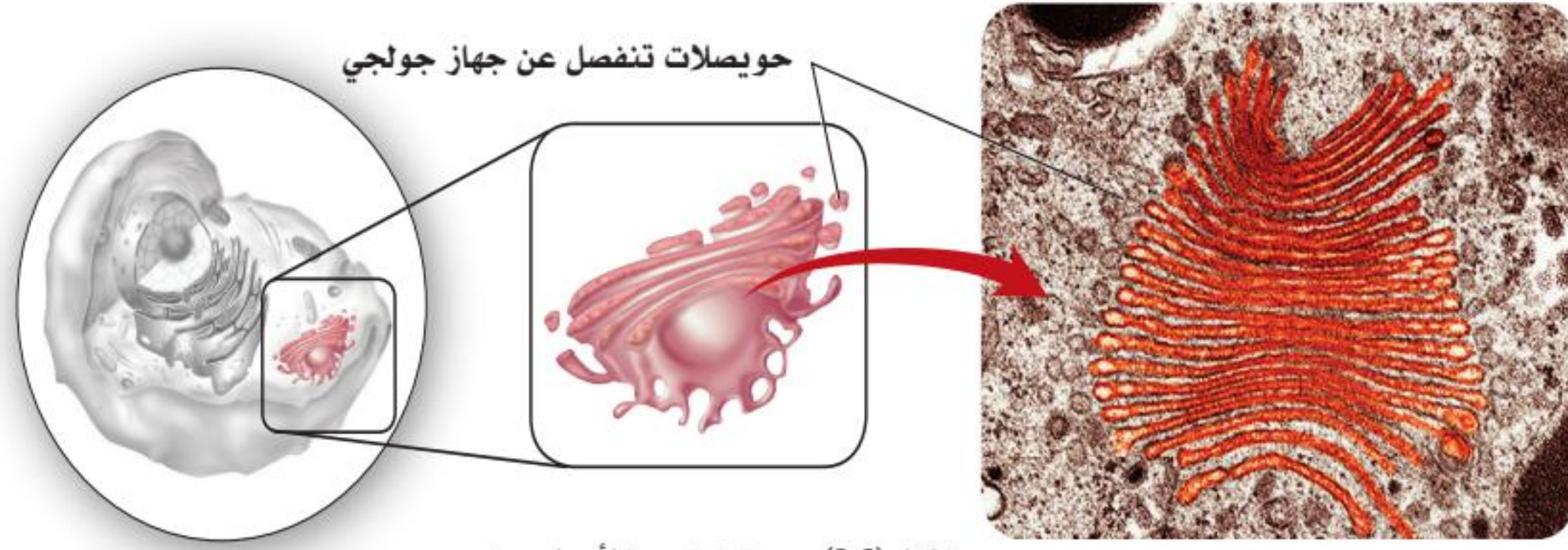
نشاط (2-1) تثبيت المفاهيم الرئيسة:

في الشكل أدناه اكتب اسم كل جزء، وقارن بينهما وفق المطلوب في جدول المقارنة.

		الشكل
1.	2.	الاسم
		وجود الريبوسومات
		التصنيع والإنتاج

أجسام جولجي (Golgi Apparatus):

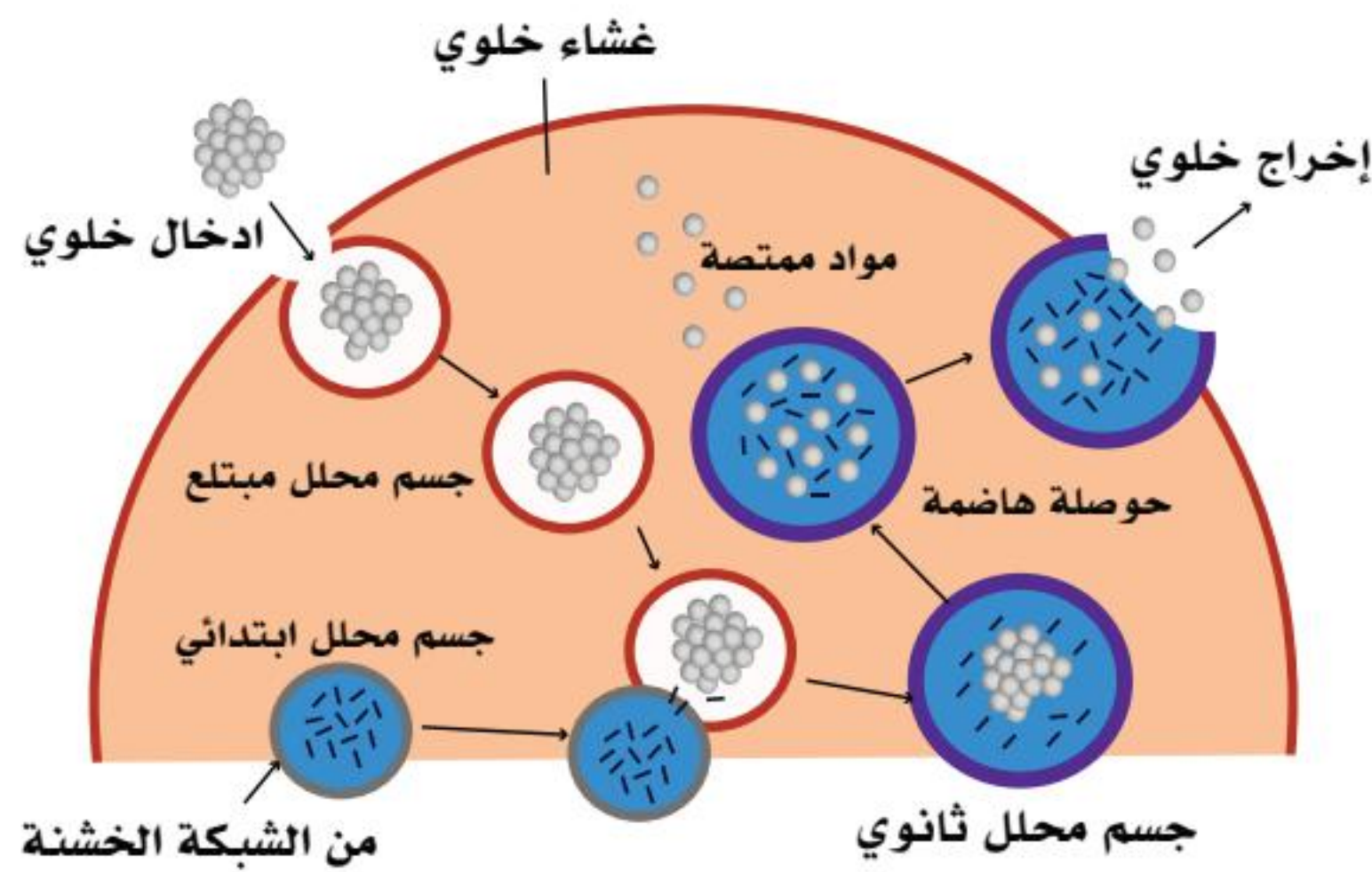
تتكون أجسام جولجي من عدة حزمات صهرجييه متصلة ببعضها كما في الشكل (2-6)، وتتواجد هذه الحزمات بالقرب من نواة الخلية، وتعالج أجسام جولجي البروتينات وتعديلها، وتجمعها في حويصلات إفرازية متعددة تحوي الإنزيمات أو الهرمونات طبقاً لنوع الخلية ووظائفها، كما تُنتج -أيضاً- الجسيمات المحللة اللازمة لعمليات الهضم الداخلي بالخلية.



الشكل (2-6): صورة توضيحية لأجسام جولجي.

الجسيمات المحللة (Lysosomes)

تُعد الجسيمات المحللة إحدى العضيات المحاطة بغشاء، وهي كروية الشكل كما في الشكل (2-7)، وتتكون بواسطة أجسام جولجي، وتحتوي داخلها عددًا كبيرًا من الإنزيمات المحللة، وتوجد بكثرة في خلايا الماكروفاج، وتحلل الجسيمات المحللة الأجسام الضارة التي تصل إلى داخل الخلية؛ مثل البكتيريا والكائنات الدقيقة، كما تتخلص من عضيات السيتوبلازم المتهالكة؛ ولذلك فإن وظيفة هذه الجسيمات تتلخص في عمليات الهضم الداخلي بالخلية، وهي -أيضًا- مسؤولة عن تحلل الخلايا والأنسجة بعد الوفاة.



الشكل (2-7): صورة توضيحية للجسيمات المحللة.

نشاط (2-2) التفكير الناقد:

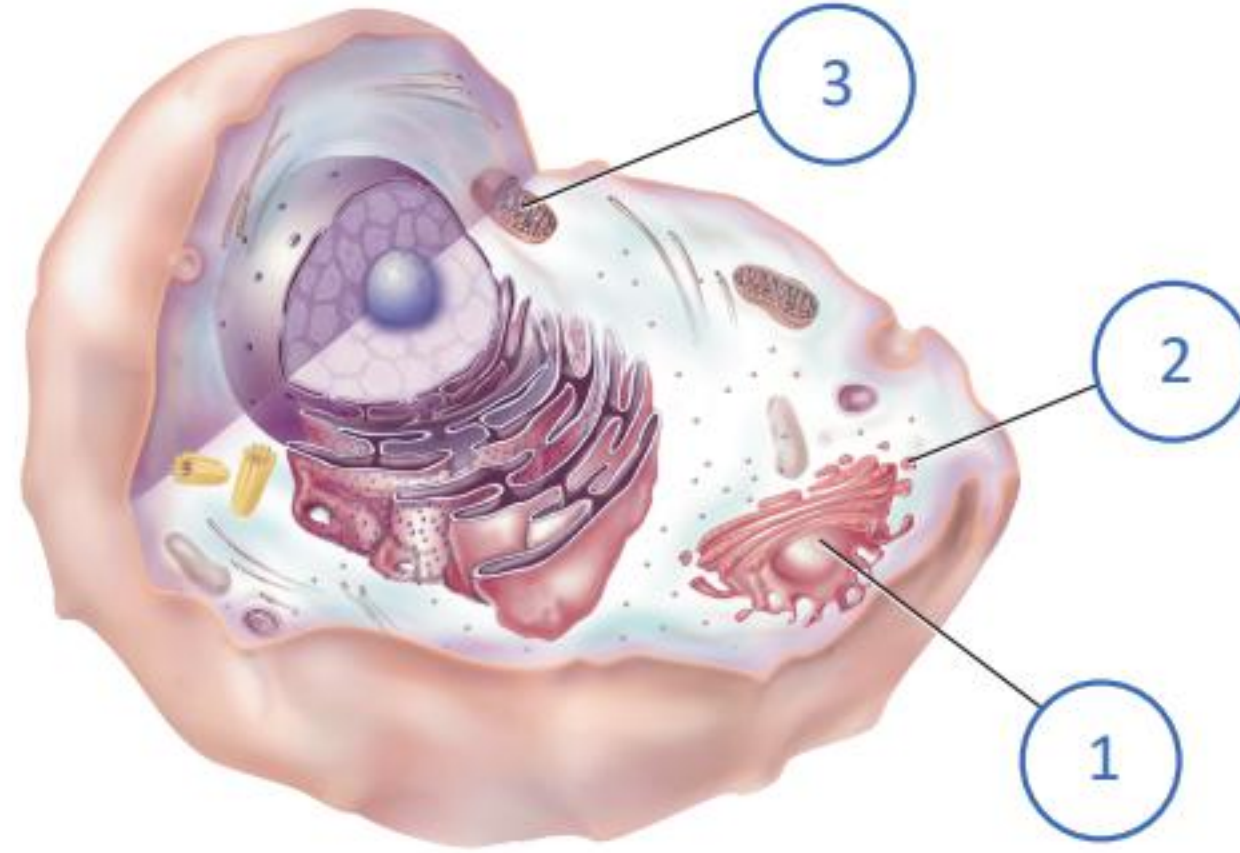


فسر "أصابع جنين الإنسان تكون متشابكة في الأطوار الجنينية الأولى ثم تصبح متفرقة في المراحل الأخيرة".

الحويصلات الإفرازية (Secretory Vesicles):

تتكون الحويصلات الإفرازية بواسطة أجسام جولجي وتحوي الحويصلات إنزيمات أو هرمونات تُفرز إلى خارج الخلية.

نشاط (2-3):



ما العلاقة بين الجزء المشار إليه برقم (1) و الجزء المشار إليه برقم (2)؟

.....

.....

ما وظيفة الجزء المشار إليه برقم (3)؟

.....

.....

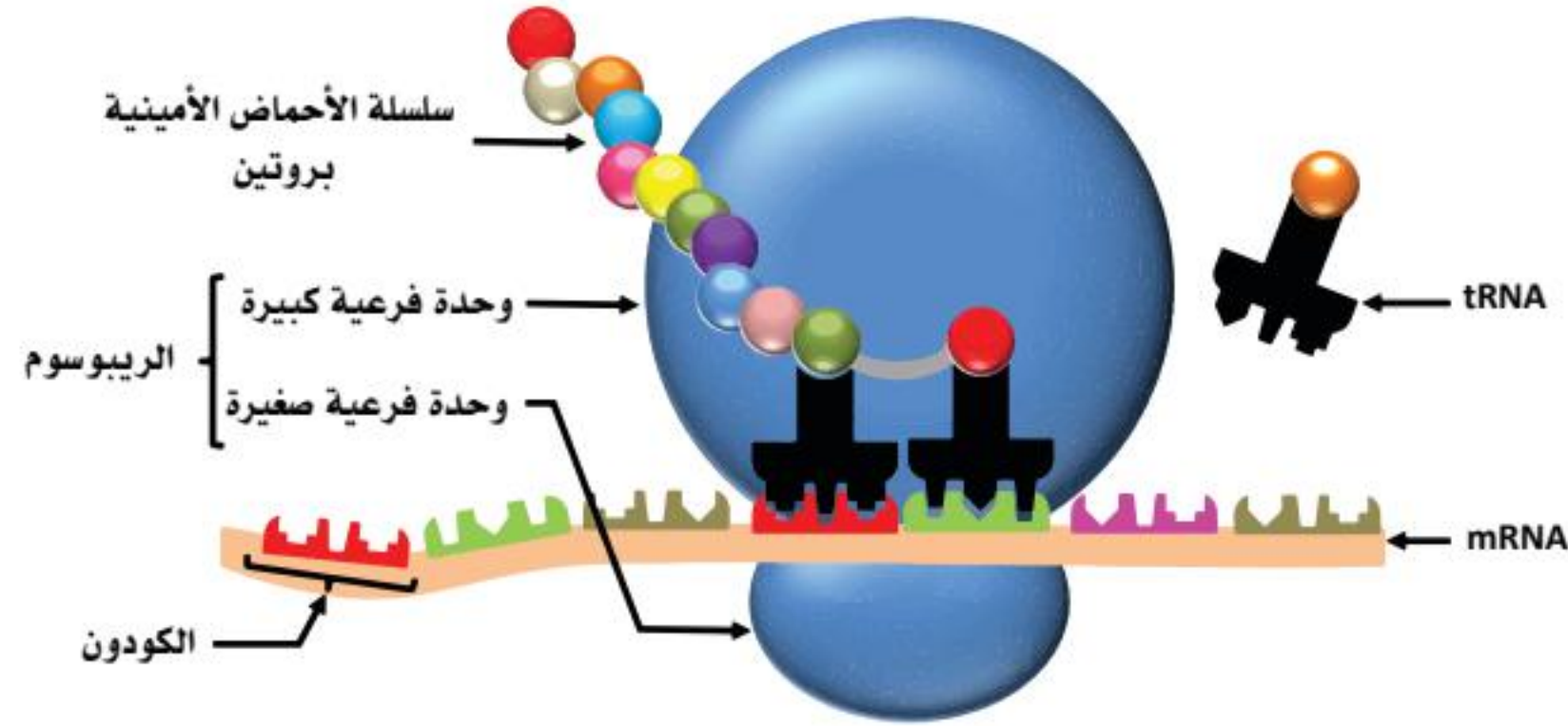
■ العضيات اللاغشائية (Non-membranous organelles):

الريبوسومات (Ribosomes):

توجد الريبوسومات بأعداد وفيرة في الخلايا المخلقة للبروتين، وقد تترابط مجموعة من الريبوسومات معاً بواسطة خيط من الحمض النووي المرسول لتكوين الريبوسوم المتعدد (Polyribosomes).

نشاط (2-4):

صف بكلمتين وظيفة الشكل الآتي:



المريكزات (Centrioles):

تحتوي معظم الخلايا على زوج من المريكزات، وتوجد بالقرب من النواة، وتتكون بصفة رئيسة من مجموعات ثلاثية من الأنابيبات الدقيقة، وتلعب دوراً مهماً في انقسام الخلايا، وفي إنتاج أهداب بعض الخلايا، وأسواط الحيوانات المنوية.

الأهداب (Cilia):

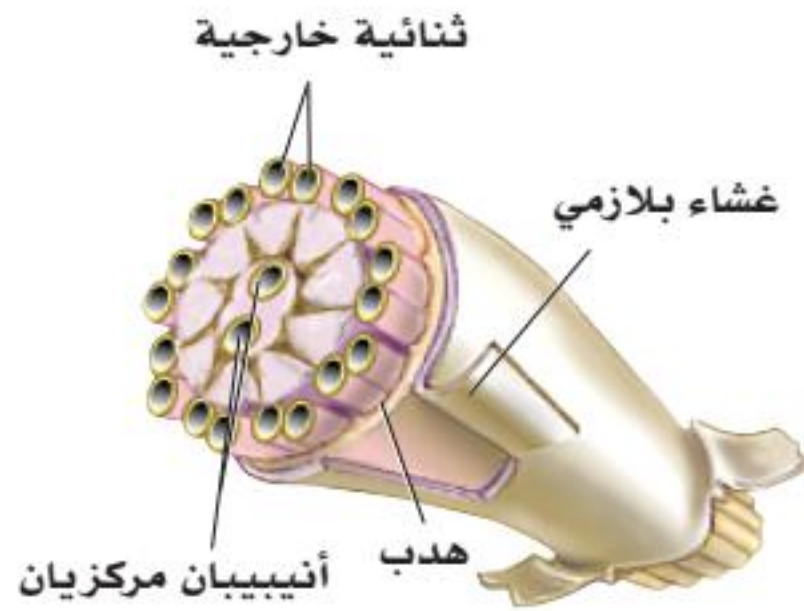
توجد الأهداب على السطح القمي لبعض الخلايا، وتتكون من مجموعات من الأنابيبات الدقيقة، وتلعب دوراً مهماً في تحريك السوائل على سطح بعض الخلايا في اتجاه واحد. انظر الشكل (2-8)

الأسواط (Flagella):

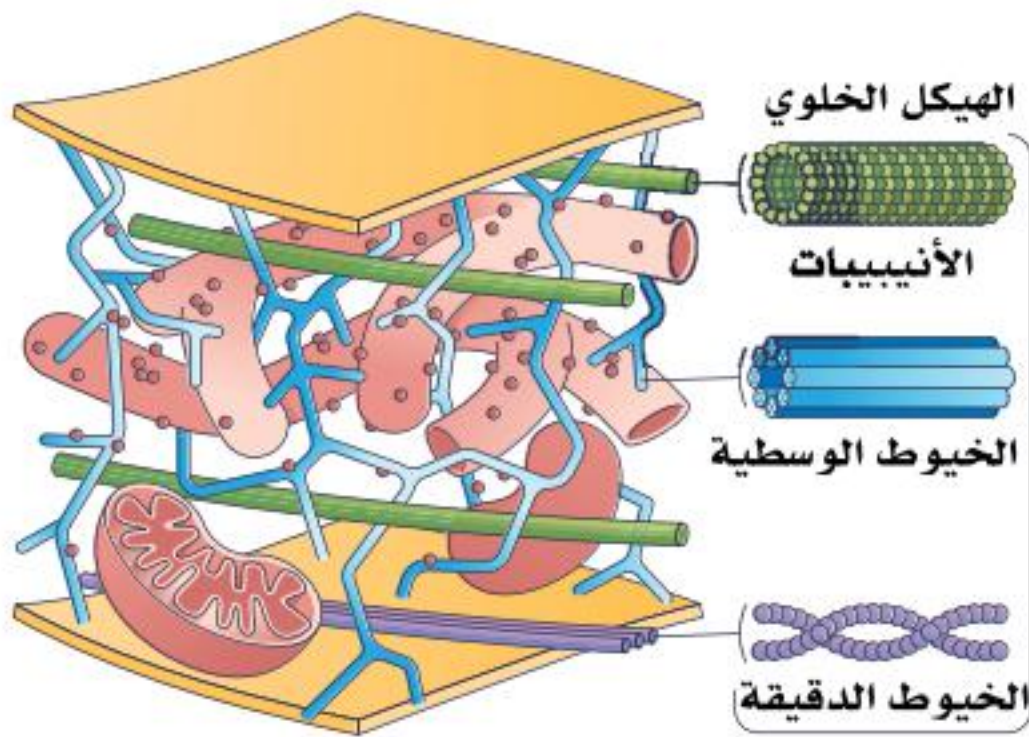
توجد الأسواط بالحيوانات المنوية، وتلعب دوراً مهماً في حركتها، ودونها تفقد الحيوانات المنوية قدرتها على الحركة.

الأنابيبات الدقيقة (Microtubules):

توجد الأنابيبات الدقيقة بالسييتوبلازم كما في الشكل (2-9)، وتتمثل وظيفتها في تسهيل حركة العضيات الأخرى والجزيئات داخل الخلية.



الشكل (2-8): مجسم لتركيب الهدب أو السوط.



الشكل (2-9): الهيكل الخلوي (الأنابيبات).



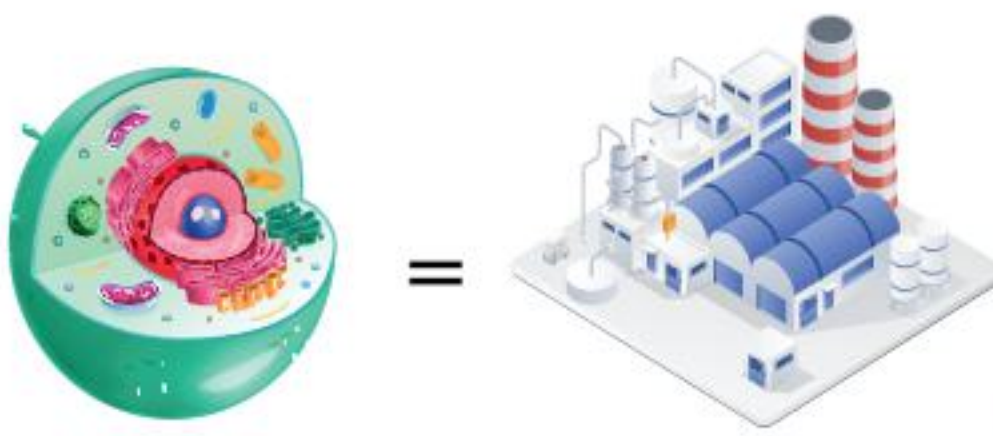
الخيوط (Filaments):

وتشمل الخيوط العضلية بنوعها؛ أكتين وميوسين ويوجدان بكثرة في الخلايا العضلية، وكذلك الخيوط غير العضلية.

شوائب السيتوبلازم (Cytoplasmic Inclusions):

تشمل الجليكوجين والدهون والمواد الصبغية؛ مثل الميلانين، والهيموجلوبين ومشتقاته.

نشاط (2-5) التفكير الناقد:



ضع نفسك في موقع المعلم وشرح، وابتكر، وأبدع؛ لإيصال الفكرة لزملائك بالصف بتشبيه الخلية من حيث التركيب ووظائف العضيات الموجودة فيها بالمصنع المحاط بسور فيه بوابات تسمح فقط بدخول الموظفين والمستوردين للمواد الخام؛ حيث يتم تصنيعها وفق مواصفات محددة ترسل من قبل مدير المصنع عبر المراسل إلى مراكز الإنتاج وخطوطه؛ لتنفيذ المواصفات بدقة؛ ثم تغلف استعداداً للتصدير أو التخزين في المستودع، كما يوجد في هذا المصنع غرف لتوليد الطاقة (الكهرباء)، وقسم للتالف؛ للتخلص من النفايات... أكمل الجدول موضحاً وظائف المصنع المشابهة لوظيفة كل عضية في الخلية.

العضية	الوظيفة المشابهة لها في المصنع
الغشاء الخلوي	
النواة	
الشبكة الإندوبلازمية الخشنة	
الريبوسومات	
أجسام جولجي	
الليسوسوم	
الحويصلات الإفرازية	
الميتوكوندريا	

الجزء العملي (2-1):

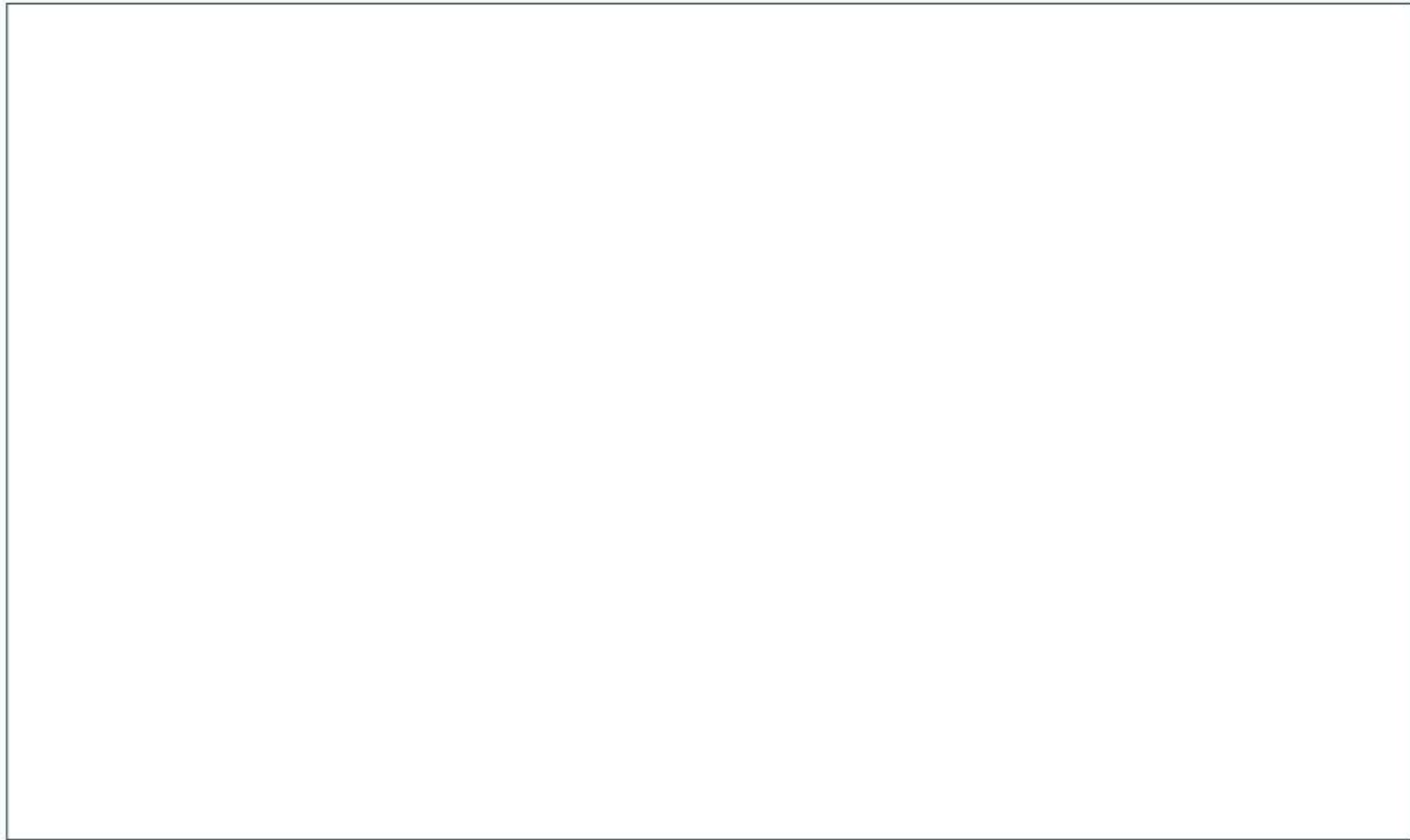


أدوات التجربة:

شريحة مجهرية جاهزة (خلية عصبية)، مجهر ضوئي مركب.

خطوات العمل:

- املاً بطاقة السلامة.
- ضع المجهر على سطح مستو على أن توجه ذراعه تجاهك.
- انظر خلال العدسة العينية، وعدل فتحة الحجاب الحدقي؛ لتسمح بدخول الضوء من خلاله.
- افحص بالمجهر الضوئي شريحة الخلية العصبية.
- ضع الشريحة على المسرح بحيث تكون العينة في مجال الرؤية، وثبتها بواسطة الماسكين.
- ابدأ بتحريك عجلة الضبط مستعملاً العدسة الشيئية الصغرى أولاً، ويمكن بعد ذلك استعمال عدسة شيئية كبرى، ثم استعمل عجلة الضابط الصغير لتوضيح الرؤية مع الحذر حتى لا تنكسر العدسة أو الشريحة، ولاحظ مكونات الخلية.
- ارسم الخلية التي شاهدتها.
- ما الوظيفة الأساسية للنواة؟



1. أكمل الجدول الآتي وفق المطلوب:

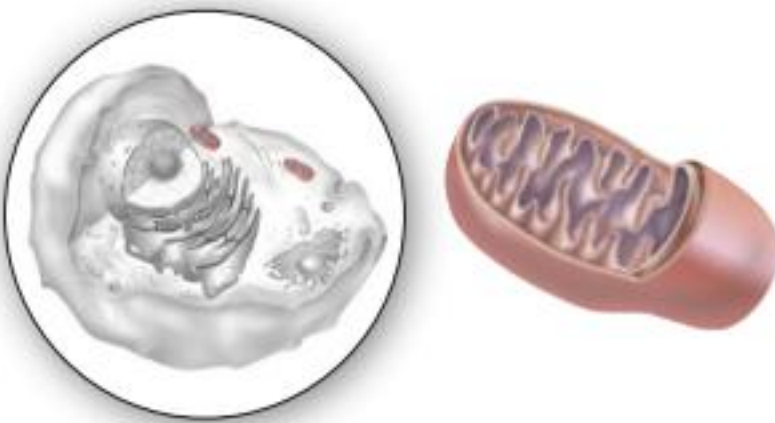
الرسم	الدور والوظيفة	العضيات
		النواة
		الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء
		
		
		الرايبوسومات
		الجسيمات المحللة (الليسوسوم)

2. ماذا يحدث لو أن خلايا جسمك لا تحتوي على: أ- ميتوكوندريا؟ ب- مريكزات؟

.....

.....

3. اكتب تقريراً موجزاً توضح فيه وظيفة العضية، ولماذا تكثر في الأنسجة العضلية والدماغ؟



.....

.....

.....

.....



أنسجة الجسم (Body Tissues)

2-2

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف مكونات أنسجة جسم الإنسان الأربعة.
- أقارن بين مكونات كل نسيج في جسم الإنسان.

المفاهيم

Epithelial Tissue	النسيج الطلائي
Connective tissue	النسيج الضام
Muscle Tissue	النسيج العضلي
Nervous Tissue	النسيج العصبي

تمهيد: جسم الإنسان يتكون من أكثر من عشرة ترليون خلية تقريباً، حيث تعد الخلية الوحدة التركيبية والوظيفية للكائن البشري وتمتاز بدقتها الدالة على عظمة الخالق عز وجل، وعندما تتكون مجموعة من الخلايا فإنها تصبح نسيجاً من الخلايا، والنسيج هو مجموعة من الخلايا المتشابهة في التركيب والخصائص تعمل معاً لأداء الوظيفة نفسها، ويهتم بدراستها علم يسمى "علم الأنسجة" (Histology)، وعند تعلقه بالأمراض يسمى علم الأمراض (Pathology)، ويحتوي جسم الإنسان على العديد من الأنسجة الآتية:

أولاً: النسيج الطلائي (الظهري) (Epithelial Tissue):

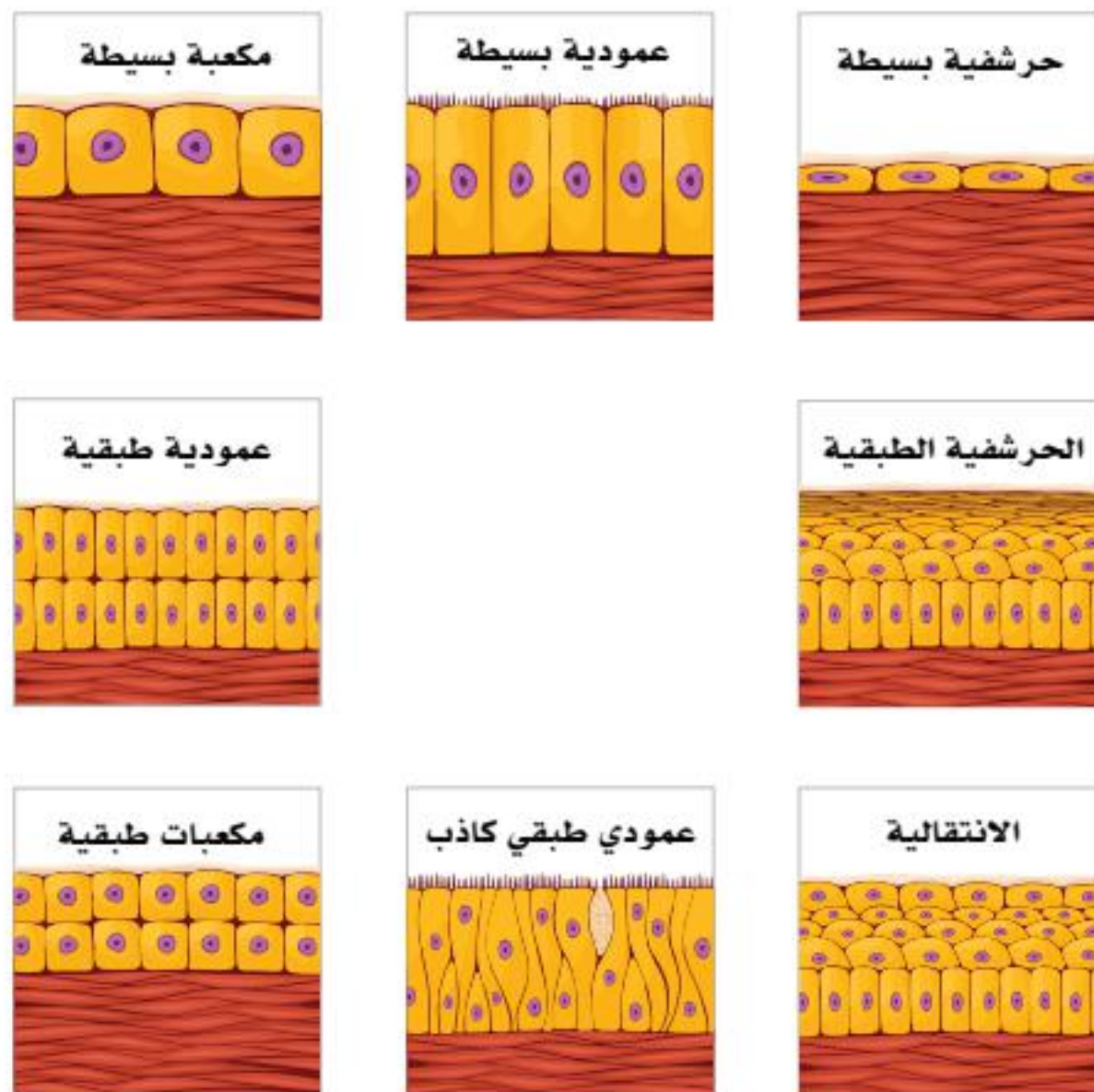
يرتكز على غشاء قاعدي، ولا توجد في هذا النسيج أي أوعية دموية. يتضمن النسيج الطلائي عدة أنواع؛ منها:

النسيج الطلائي البسيط (Simple Epithelial Tissue):

ويتكون من طبقة واحدة من الخلايا، وهذه الخلايا مختلفة الشكل؛ فقد تكون حرشفية، أو مكعبة، أو عمودية.

النسيج الطلائي الطبقي (Stratified Epithelial Tissue):

يمكن تقسيم هذا النوع إلى نسيج حرشفي طبقي، ونسيج مكعبي طبقي، ونسيج عمودي طبقي. انظر الشكل (2-10).



الشكل (2-10): الأنسجة الطلائية.

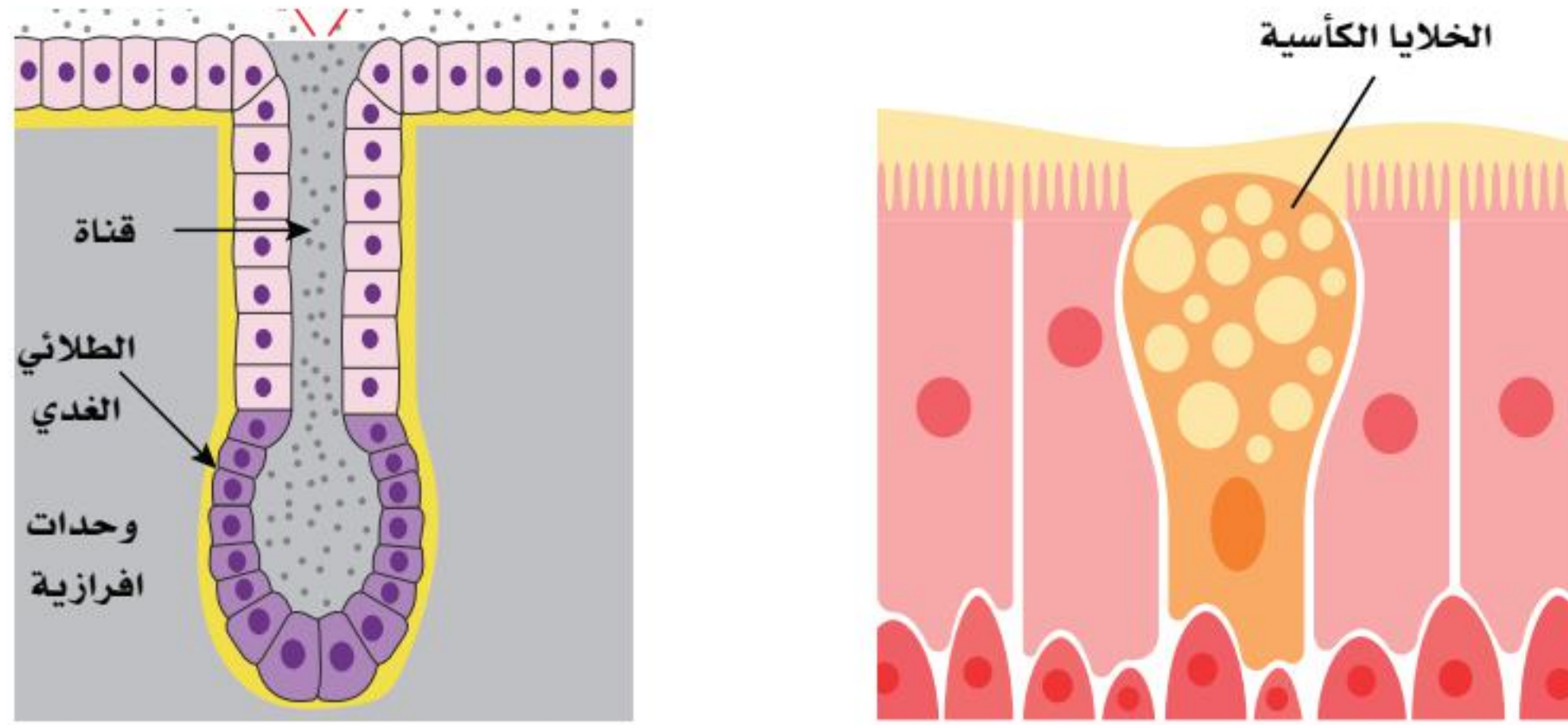
النسيج الغدي (الغدد) (Glandular Tissue):

وينقسم إلى الآتي:

- **غدد داخلية الإفراز:** الغدد الصماء؛ مثل الغدة النخامية، والدرقية والكظرية.
- **غدد خارجية الإفراز:** مثل الغدد اللعابية، والغدد المعدية، والغدد المعوية.
- **الغدد المختلطة:** مثل البنكرياس.

تختلف هذه الغدد في طبيعة المواد التي تفرزها؛ مثل المواد المصلية، والمخاطية، والدهنية، والشمعية. وهذه الغدد تكون على أنواع كالآتي:

- **أحادية الخلية:** مثل الغدد الكأسية.
- **متعددة الخلايا:** مثل الغدد اللعابية والبنكرياس. انظر الشكل (2-11).



الشكل (2-11): أنسجة طلائية غدية.

وللنسيج الطلائي (الظاهري) عدة وظائف تشمل ما يأتي:

الحماية، إفراز الإنزيمات والهرمونات، إخراج المواد الضارة بالجسم، امتصاص المواد، التناسل.

تشمل الأغشية الطلائية (الظاهرية) الأنواع الآتية:

- **الغشاء المخاطي:** يتكون الغشاء المخاطي من نسيج طلائي، وهذا النوع من الأغشية يبطن التجاويف المتصلة بخارج الجسم، وظيفتها الرئيسة التليين نتيجة إفراز مادة مخاطية.
- **الغشاء المصلي:** يتكون الغشاء المصلي من نسيج طلائي بسيط حرشفي يغطي نسيجاً ضاماً، وهذا النوع يبطن تجاويف الجسم المغلقة؛ مثل البلوري والتامور والبريتونيوم (الصفاق)، ووظيفته التليين، وحماية الأعضاء نتيجة إفرازه لمادة مصلية.
- **الغشاء الجلدي (الجلد):** يتكون الغشاء الجلدي من نسيج طلائي (ظاهري) حرشفي طبقي يغطي نسيجاً ضاماً، ووظيفته الرئيسة الحماية.

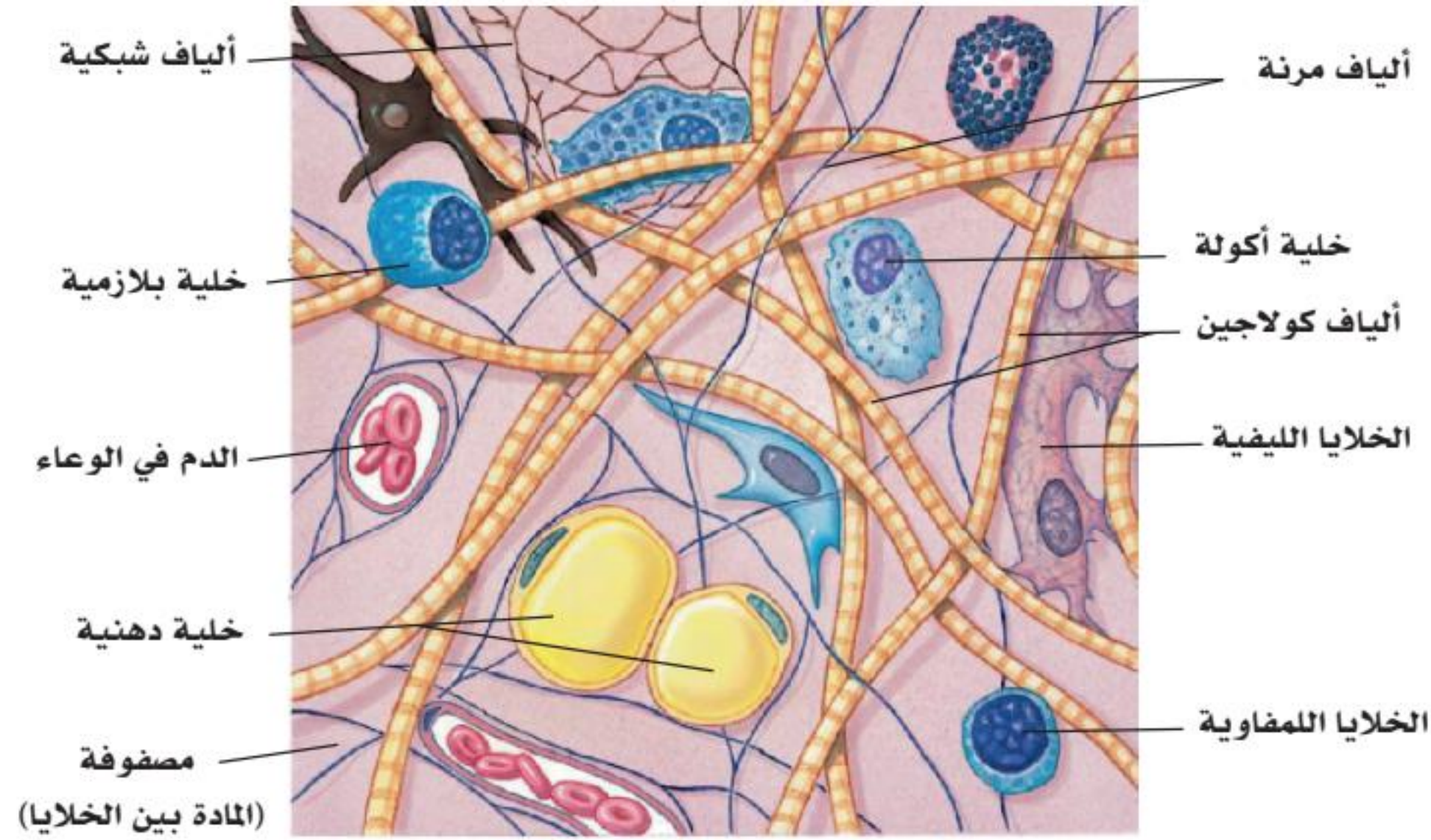
ثانيًا: النسيج الضام (Connective tissue):

يشمل النسيج الضام عدة أنواع؛ منها النسيج الضام الأصيل، والغضاريف، والعظام، والدم.

النسيج الضام الأصيل (Proper Connective Tissue):

يتكون النسيج الضام الأصيل من خلايا مصفوفة وألياف. وأنواع الخلايا المصفوفة هي:

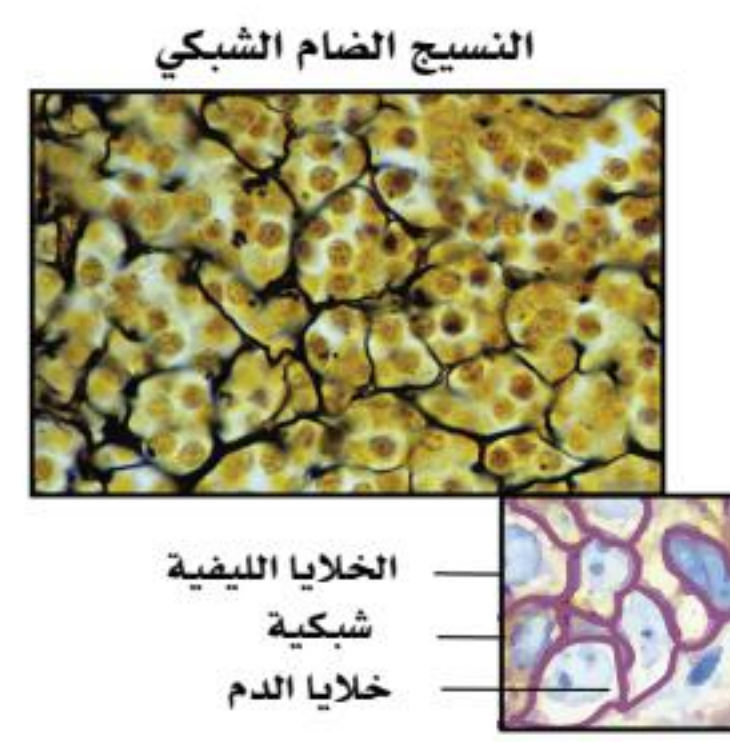
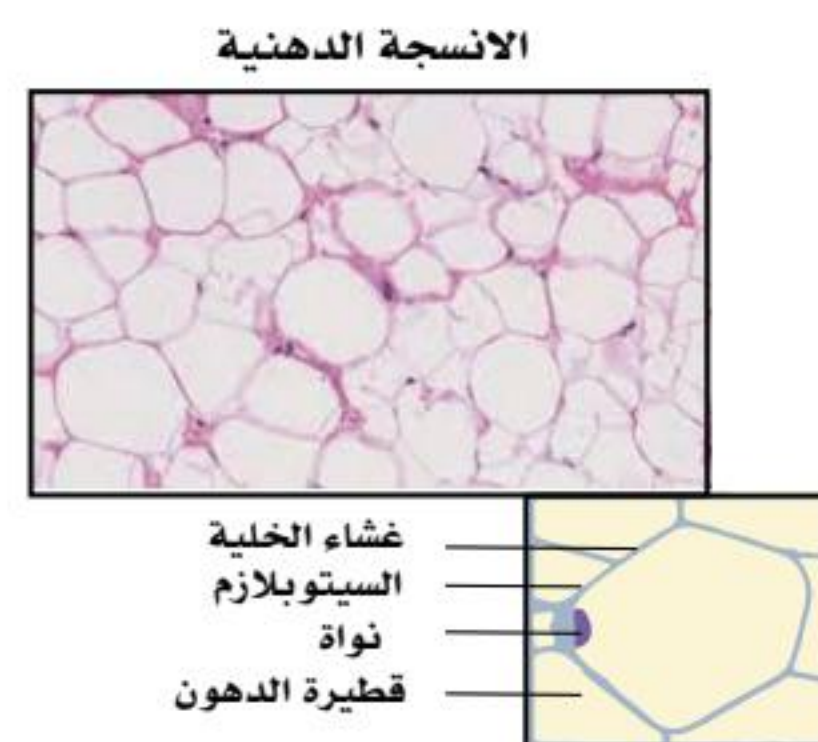
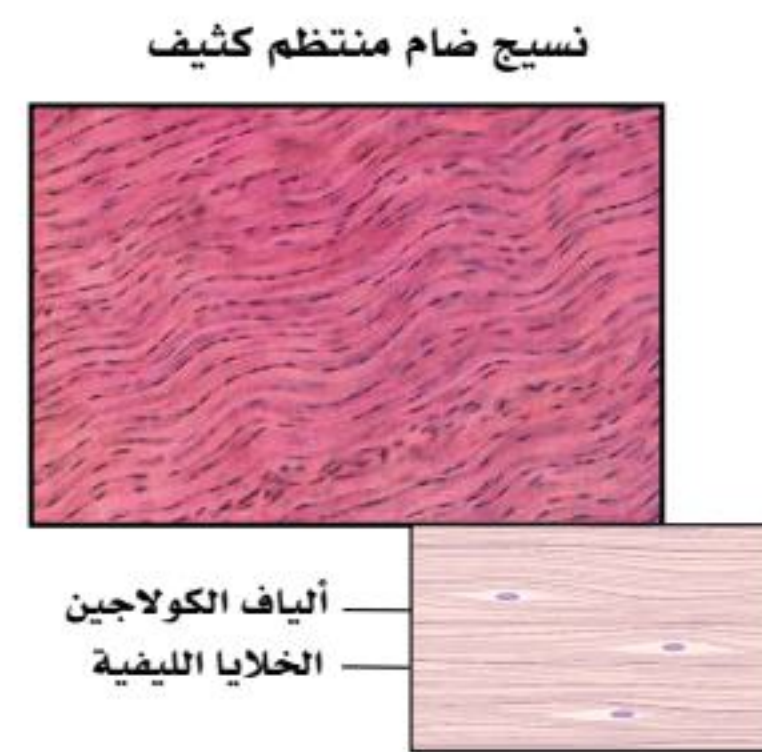
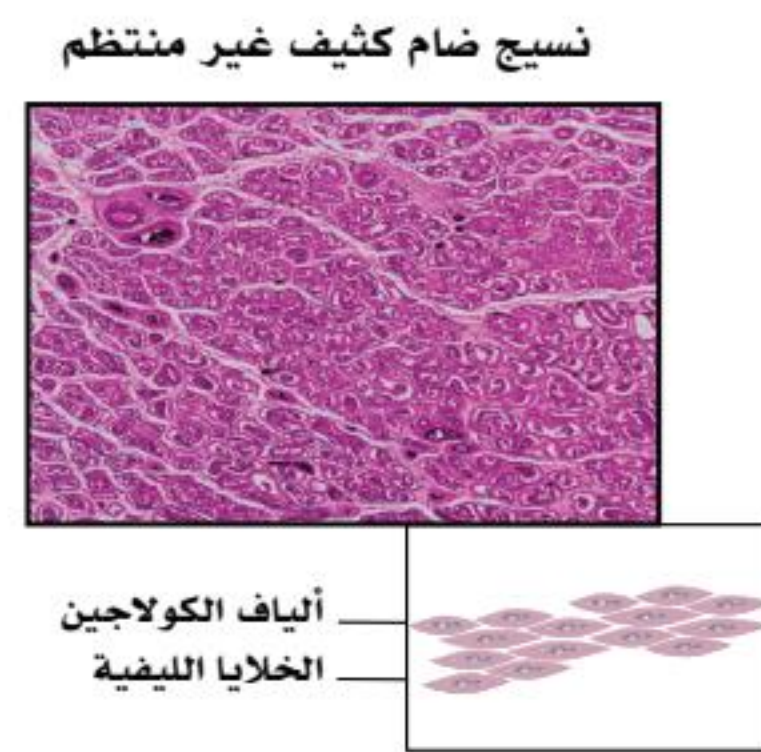
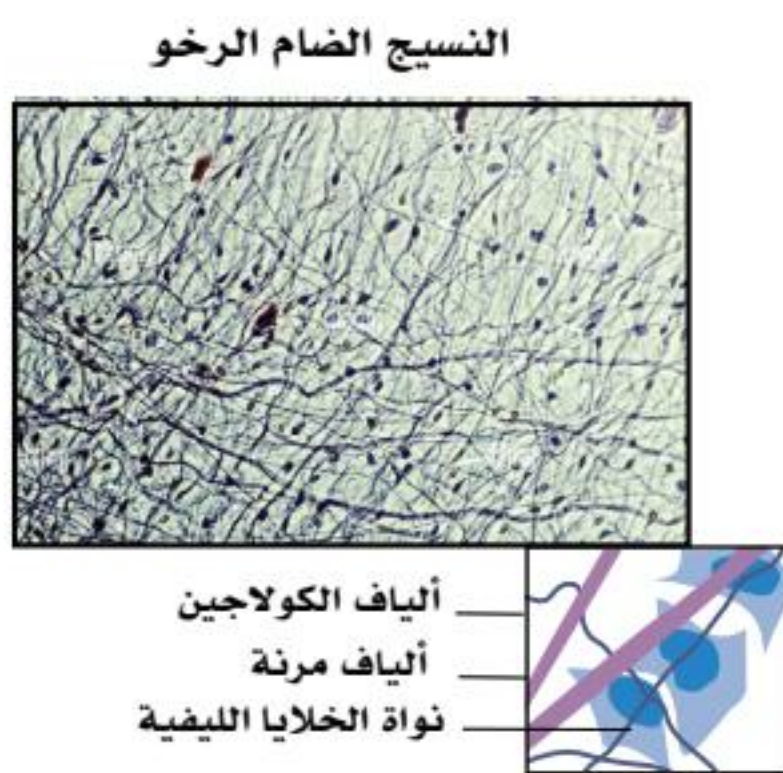
- **الخلايا الليفية (الفيبروبلاست):** تعد الخلايا الليفية من أكثر الخلايا الموجودة بالنسيج الضام الأصيل، وهي مسؤولة عن إفراز المواد المكونة للمصفوفة، وعن التئام الجروح.
- **الخلايا الأكولة (الماكروفاج):** هذه الخلايا لها المقدرة على التهام البكتيريا والمواد الضارة، وتحليلها.
- **الخلايا الدهنية:** هذه الخلايا مسؤولة عن تخزين المواد الدهنية.
- **الخلايا الشبكية:** تشكل هذه الخلايا الخلفية التركيبية التي تدعم معظم أعضاء الجسم.
- **الخلايا البلازمية:** تنتج هذه الخلايا الأجسام المضادة المناعية، وتفرزها. انظر الشكل (2-12).



الشكل (2-12): خلايا النسيج الضام الأصيل.

ويكوّن النسيج الضام الأغشية الآتية:

- **الغشاء الزليلي:** يتكون هذا الغشاء من نسيج ضام رخو بالإضافة إلى نسيج مطاطي ودهني، ويوجد هذا النوع داخل بعض المفاصل، ويفرز السائل الزليلي بغرض تليين منطقة المفصل.
- **الأغشية السحائية:** تغطي هذه الأغشية أجزاء الجهاز العصبي المركزي بغرض الحماية، وهي تتكون بصفة رئيسة من النسيج الضام.

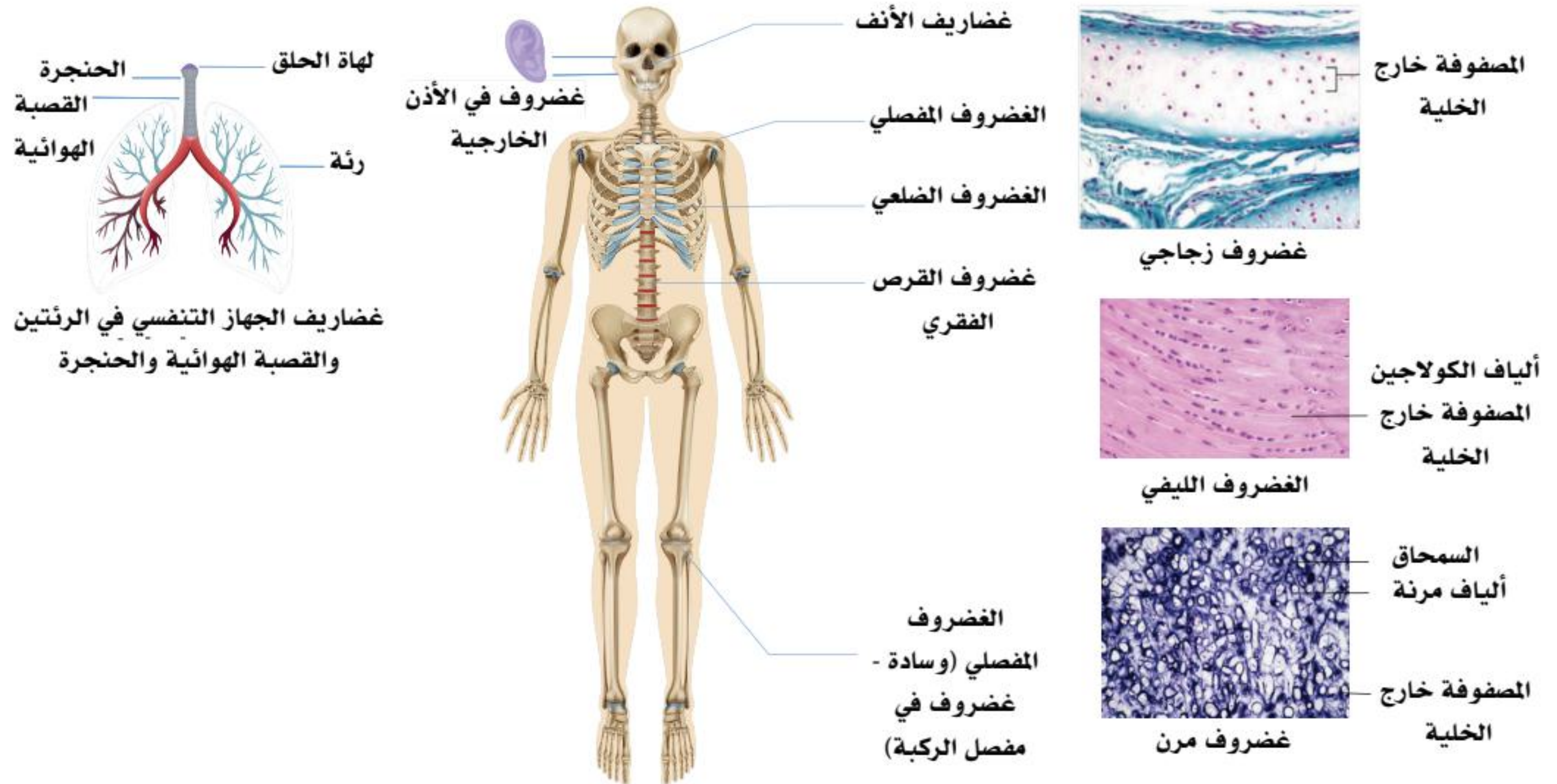


الشكل (2-13): أنواع النسيج الضام الأصيل.

الغضاريف (Cartilages):

توجد ثلاثة أنواع من الغضاريف في جسم الإنسان؛ هي الزجاجية، والمطاطية (المرنة)، والليفية. وتتشابه هذه الأنواع من الغضاريف في مكوناتها؛ لكن تختلف في كمية المكونات؛ مما يؤدي إلى صفات مختلفة لكل نوع كما في الشكل (2-14).

- **الغضاريف الزجاجية (الملساء) (Hyaline Cartilage):** يتكون الغضروف من خلايا غضروفية ومصفوفة (المادة بين الخلايا)، ويحاط بالسمحاق الذي يتكون من طبقة خارجية يعمل كحافضة، وطبقة داخلية بها الكوندروبلاست المسؤولة عن نمو الغضروف في السمك، وخلايا الكوندروبلاست تتحول عند نموها إلى الكوندروسايت (الخلايا الغضروفية الناضجة)، ويوجد هذا النوع من الغضاريف بالقرص الكردوسي الذي يساعد في نمو العظام طولياً، وغضاريف المفاصل، وغضاريف الأضلع، والغضروف الدريقي بالحنجرة، والحلقات الهلالية بجدار القصبة الهوائية التي تضمن مرور الهواء بسلاسة دون عوائق.
- **الغضاريف المطاطية (المرنة) (Elastic Cartilage):** توجد بها ألياف مطاطية (مرنة) بمنطقة المصفوفة، ويوجد هذا النوع من الغضاريف في الأذن الخارجية، والحنجرة، ولسان المزمار.
- **الغضاريف الليفية (Fibrocartilage):** تتركب الغضاريف الليفية من صفوف أو مجموعات من الخلايا الغضروفية (الكوندروسايت)، وبينها توجد حزم من ألياف الكولاجين، ويوجد هذا النوع من الغضاريف في مفصل الركبة (تسمى الغضاريف الهلالية)، والقرص بين فقرات العمود الفقري، وبأوتار العضلات قرب ارتباطها بالعظام، وفي هذا النوع من الغضاريف قوة كافية؛ لتحمل الضغط والشد الهائلين الواقعين عليها.



الشكل (2-14): الغضاريف.

إثراء:

يتكون الغضروف من خلايا عالية التخصص تسمى الخلايا الغضروفية (الكوندروسايت) و(الكوندروبلاست)، ومواد أخرى خارج الخلية تشكل مصفوفة الغضروف؛ مثل الكولاجين، البروتيوجليكان، بروتينات غير كولاجينية.

■ الكوندروبلاست: تنتج الخلايا الغضروفية (الكوندروبلاست) عناصر المصفوفة خارج الخلية (ECM) عندما تكون غير ناضجة. يشكل هذا النوع من الخلايا مصفوفة من حمض الهيالورونيك، وكبريتات الكوندرويتين، وألياف الكولاجين، والماء أثناء التطور الجنيني. تصبح الكوندروبلاست في نهاية المطاف ناضجة، وتوجد محبوسة داخل ثغرات، وتسمى كوندروسايت.

■ الكوندروسايت: هي الطور الناضج من الخلايا الغضروفية، وهي محاطة بالمصفوفة ومحتواها ضمن مساحات مخصصة تسمى الثغرات. يمكن أن تحوي الثغرة المفردة كوندروسايت واحدة أو أكثر. الكوندروسايت لها أدوار مختلفة حسب نوع الغضروف الذي توجد فيه.

العظام (Bones):

العظام هي الهيكل التشريحي الأساسي الذي يطلق عليه وظيفياً اسم الهيكل العظمي. بالإضافة إلى الدور الميكانيكي المهم للهيكل العظمي، فهو يمثل -أيضاً- مخزوناً من الأملاح المعدنية للحفاظ على توازن الكالسيوم والفوسفور، ويحمي العديد من الأعضاء الحيوية كما هو الحال مع الجمجمة، والفقرات، والقفص الصدري من خلال الفراغات النخاعية به؛ فالهيكل العظمي يوفر الدعمين؛ الهيكلي والوظيفي لتكوين الدم.

أنواع العظام البشرية:

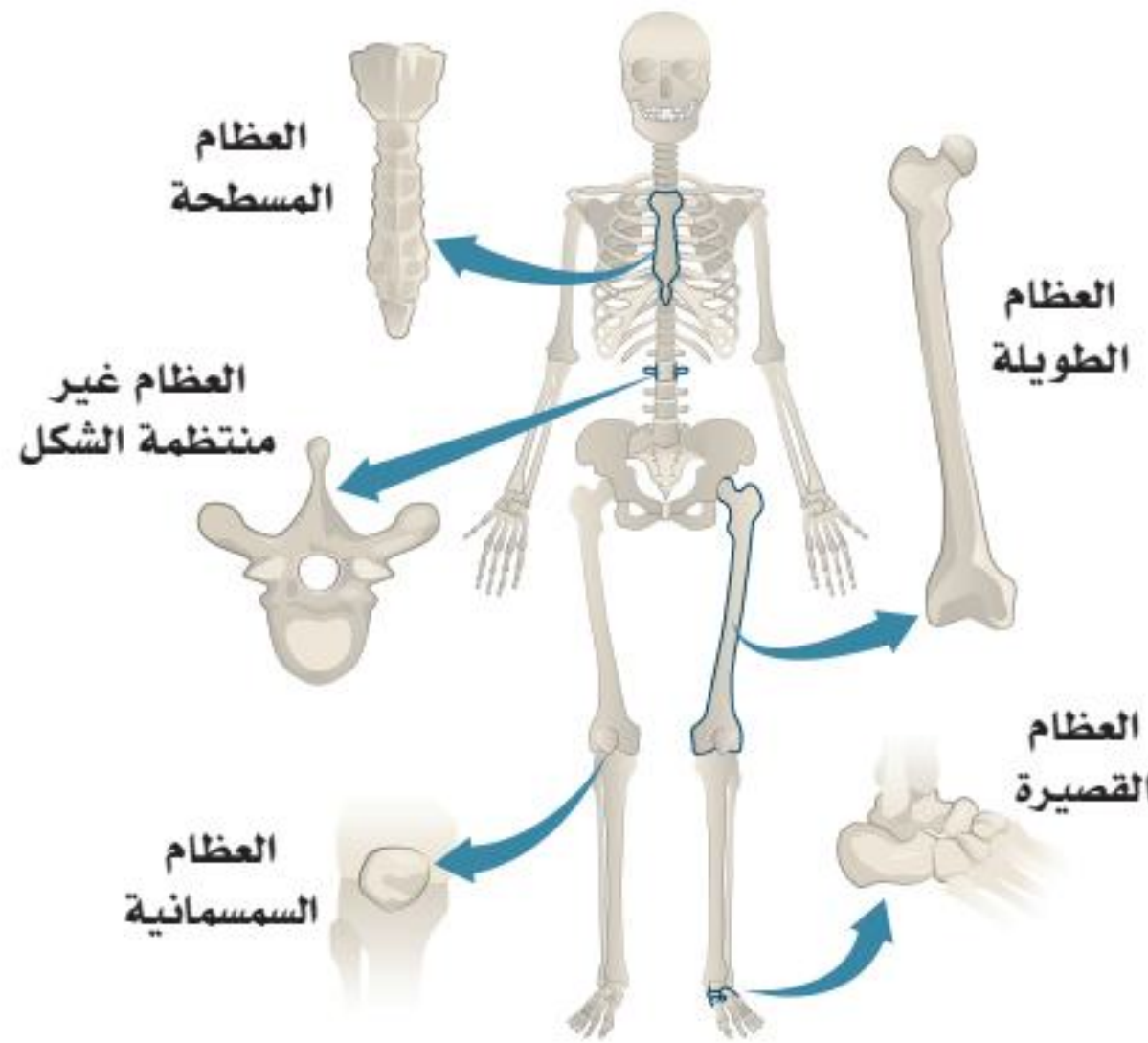
يمكن اقتراح عدة تصنيفات لفصل الأنواع الفرعية للعظام؛ كما في الشكل (2-15).

■ بشكل عام تقسم العظام إلى:

1. طويلة (Long bones).
2. قصيرة (Short bones).
3. مسطحة (Flat bones).
4. سمسمانية (Sesamoid bones).
5. غير منتظمة (Irregular bones).

■ ونوعين تركيبين فرعيين:

1. عظام قشرية (كثيفة).
2. عظام تريبقية (اسفنجية).



الشكل (2-15): العظام.

نشاط (2-6) تثبيت المفاهيم الرئيسية:

قارن بين الغضاريف المطاطية والغضاريف الليفية:

م	وجه المقارنة	الغضاريف المطاطية	الغضاريف الليفية
1	مكان الغضروف		
2	نوع الألياف		

بنية العظام:

العظم هو نسيج ضام متخصص يتكون من الآتي:

1. خلايا عظمية (Bone cells).
2. مصفوفة العظام (Bone Matrix): وهي المادة الموجودة بين خلايا العظام، وتتكون أساساً من:
 - ألياف الكولاجين من النوع الأول، وتتميز بصلابتها الشديدة، وقوة تحملها للضغط الشديد.
 - المحتوى غير العضوي (المعدني).ويتألف المحتوى المعدني لمصفوفة العظام من بلورات هيدروكسي أباتيت المكونة من أملاح فوسفات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم.

الخلايا العظمية ذات التوزيع واسع النطاق:

- من الناحية النسيجية، لديها زوائد سيتوبلازمية طويلة ودقيقة ونواة صغيرة. يختلف عددها وحجمها وشكلها وموقعها حسب نوع العظم. في الواقع إنها في العظام المنسوجة (حديثه التكوين) تكون عديدة وكبيرة وغير منظمة.
- من الناحية البنائية، ينقسم العظم إلى نوعين فرعيين:



العظم القشري (الكثيف):

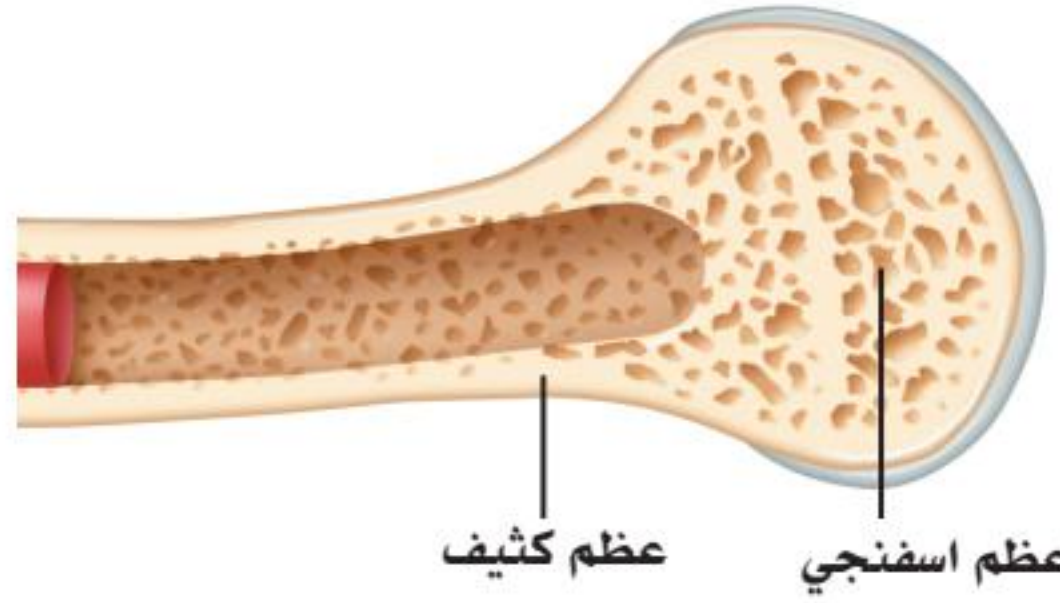
العظم القشري (Cortical bone) المعروف أيضا بالعظم الكثيف (Compact bone): يمثل (80%) تقريباً من مجموع العظام في الجسم وهو أقوى كثيراً من العظم التريبيقي؛ فهو أكثر كثافة ، وهو مقاوم للانحناء والالتواء والضغط بشدة وله دور ضئيل في التمثيل الغذائي. يظهر في الغالب في سيقان العظام الطويلة؛ مثل عظم الفخذ والساق، وفي الغلاف الخارجي للعظم التريبيقي.

العظم التريبيقي (الإسفنجي):

العظم التريبيقي: (Trabecular bone) المعروف -أيضاً- بالعظم الإسفنجي (Spongy bone)، هو عظم مسامي، يوجد في نهايات العظام الطويلة؛ مثل عظم الفخذ، وكذلك بالعظام المفلطة؛ مثل عظمة الحرقفة، والجمجمة، وبعض الفقرات أيضاً، لذلك يمثل ما يقارب (20%) فقط من مجموع العظام؛ لكنه يحوي عشرة أضعاف نسبة السطح (أو الحجم) للعظم القشري؛ لأن حجم كتلته بالمقارنة مع السطح الحاوي له يمثل عشرة أضعاف حجم العظم القشري (Cortical bone) بالنسبة إلى سطحه، ويستجيب ثماني مرات أسرع للتغيرات في الحمل؛ مما يجعله أكثر ديناميكية. أكثر ديناميكية تعني أن إعادة تشكيل العظام (Bone remodeling) بالبناء والهدم فيه متجددة أكثر مما يحدث بالعظم القشري؛ لذلك فاستجابته أسرع في حالة الحمل، أو الكسور، أو النمو؛ ولذلك يوجد في المناطق الأكثر عرضة للضغط؛ مثل الفقرات والحوض.

نشاط (2-7) تثبيت المفاهيم الرئيسية:

قارن بين النسيج العظمي الكثيف والنسيج الإسفنجي مستعيناً بالشكل أدناه وفق الجدول الآتي:



المقارنة	العظم الكثيف	العظم الاسفنجي
القوة والكثافة		
نسبة التمثيل من عظام الجسم		
نوعية العظام التي يغلب وجودها فيها		

وظائف العظام:

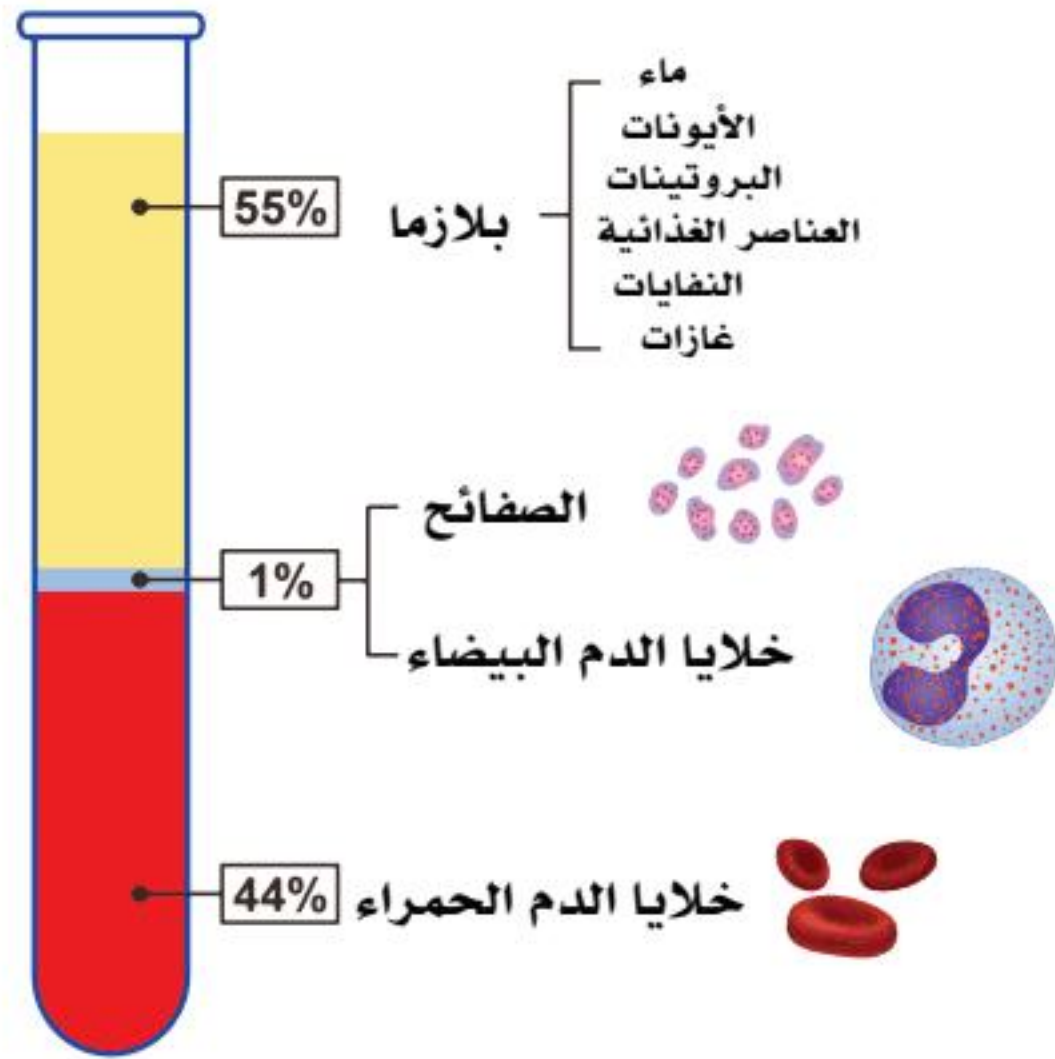
هناك ثلاث وظائف رئيسة لنظام الهيكل العظمي:

- **ميكانيكية:** توفر العظام إطاراً للأنسجة الرخوة الأخرى في الجهاز العضلي الهيكلي لتلتصق بها؛ مثل العضلات والأوتار والأربطة. هذا الإطار يسمح بالدعم بالإضافة إلى الحركة من خلال تقلص العضلات وارتخائها؛ مما يؤدي إلى القدرة على الانثناء والتمدد وأشكال أخرى من الحركة. كما أنها تساعد في حماية الأعضاء المختلفة داخل جسم الإنسان؛ حيث يعمل القفص الصدري والجمجمة على حماية أعضائنا الحيوية (القلب، والرئتين، والدماغ) من الصدمات.
- **تكوين الخلايا المكونة للدم:** يوجد النخاع في الأجزاء التريبقية من العظام، وهو مسؤول عن تكوين الدم؛ أي إنتاج خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.
- **التمثيل الغذائي:** يمكن لمصفوفة العظام تخزين العديد من المعادن، وعلى رأسها الكالسيوم والفوسفور والحديد.

إثراء:

يُعدُّ "الأوستيون"، من الناحية التشريحية، الوحدة الوظيفية لأنسجة العظام القشرية، ويتكون من صفائح متحدة المركز من ألياف الكولاجين حول قناة مركزية تحوي إمدادات الخلايا العظمية الشريانية والوريدية والعصبية، وتُعرف باسم قناة "هافرس". يتكون هذا النظام من قنات دقيقة تسمح بالاتصال بين الخلايا العظمية المجاورة وقنوات "فولكمان" التي تسمح بالتواصل بين الأوستيونات المتجاورة مع وجود آلية مسؤولة عن بناء العظام تظهر في ناقضات العظم (Osteoclasts)، وهي الخلايا الكبيرة متعددة النوى الموجودة على سطح العظام في حفر تسمى ثغرات "هاوشيب"، وهي المسؤولة عن إزالة الكالسيوم من العظام عن طريق إفراز الإنزيمات المحللة للبروتين وأيونات الهيدروجين؛ لإذابة بلورات هيدروكسيباتيت الكالسيوم.

الدم (Blood):



يتكون الدم من خلايا الدم وسائل البلازما، ويبلغ متوسط كمية الدم في الإنسان البالغ خمسة لترات تقريباً. وسائل البلازما هو المكون الأكبر الذي يُشكل (55%) من دم الإنسان، وهو سائل شفاف يميل إلى اللون الأصفر يتكون بشكل أساسي من الماء، والأملاح، والإنزيمات، والأجسام المضادة، والبروتينات الأخرى، ويعمل على سيولة الدم وتسهيل حركته، ونقل المغذيات اللازمة إلى بقية أجزاء الجسم، كذلك التخلص من المواد الضارة عن طريق نقلها إلى الكليتين والكبد. انظر الشكل (2-16).

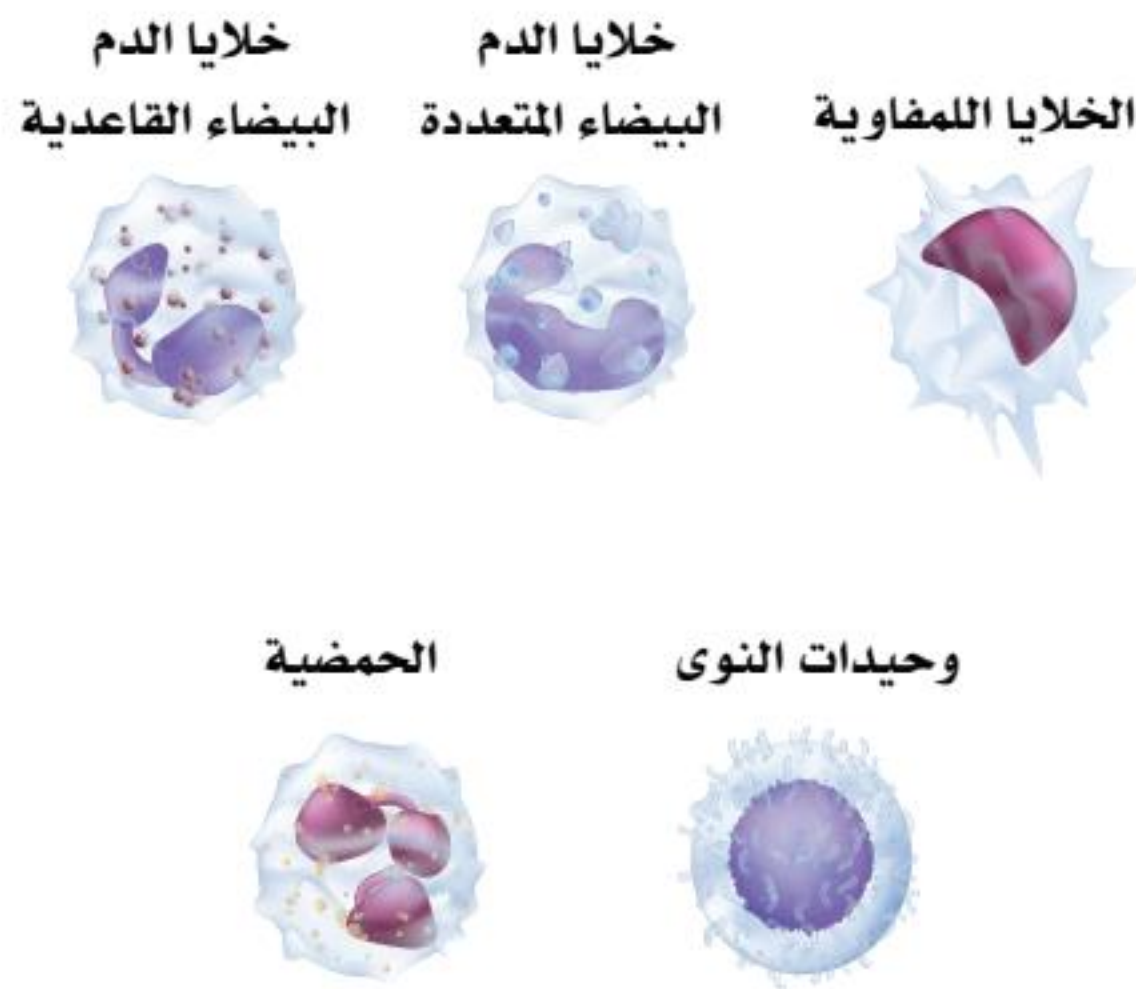
تشمل خلايا الدم ثلاثة أنواع؛ كما يأتي:

■ **خلايا الدم الحمراء (Red Blood Cells):** تحوي الهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين من الشعيرات الدموية الرئوية إلى جميع خلايا الجسم مقابل نقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الرئتين، وهذه الخلايا خالية من الأنوية.

■ **خلايا الدم البيضاء (White Blood Cells):** لها خمسة أنواع؛ وهي: انظر الشكل (2-17).

1. خلايا الدم البيضاء متعددة شكل النوى: تؤدي دوراً مهماً في جميع أنحاء الجسم؛ لحمايته من الكائنات الدقيقة المهاجمة.

2. خلايا الدم البيضاء الحمضية: هذه الخلايا لها المقدرة على التهام جزيئات البروتين الخارجية، كما أنها تُفرز إنزيم الهيستاميناز المسؤول عن تكسير مادة الهيستامين.



الشكل (2-17): أنواع خلايا الدم البيضاء.

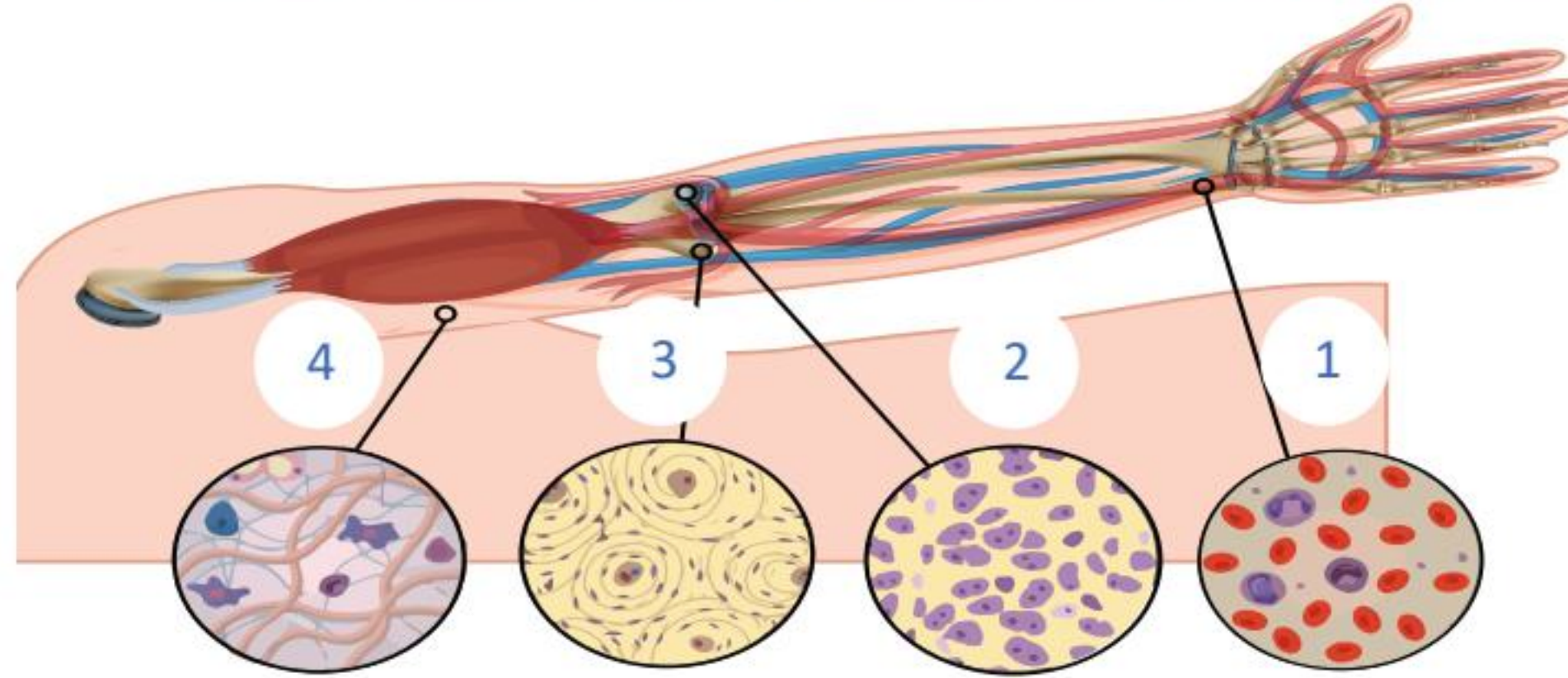
3. خلايا الدم البيضاء القاعدية: هذه الخلايا تُفرز الهيستامين والهيبارين.
4. خلايا لمفاوية: تؤدي هذه الخلايا دوراً مهماً في المناعة ومقاومة الأمراض.
5. خلايا (وحيدة النواة): هذه الخلايا لها المقدرة على التحول إلى خلايا أكولة (خلايا ماكروفاج).

■ **الصفائح الدموية (Platelets):** تمثل الصفائح الدموية أجزاء من السيتوبلازم للخلية الأم، وتتمثل وظيفتها الرئيسية في المساعدة في وقف نزيف الدم في حالة الجروح.



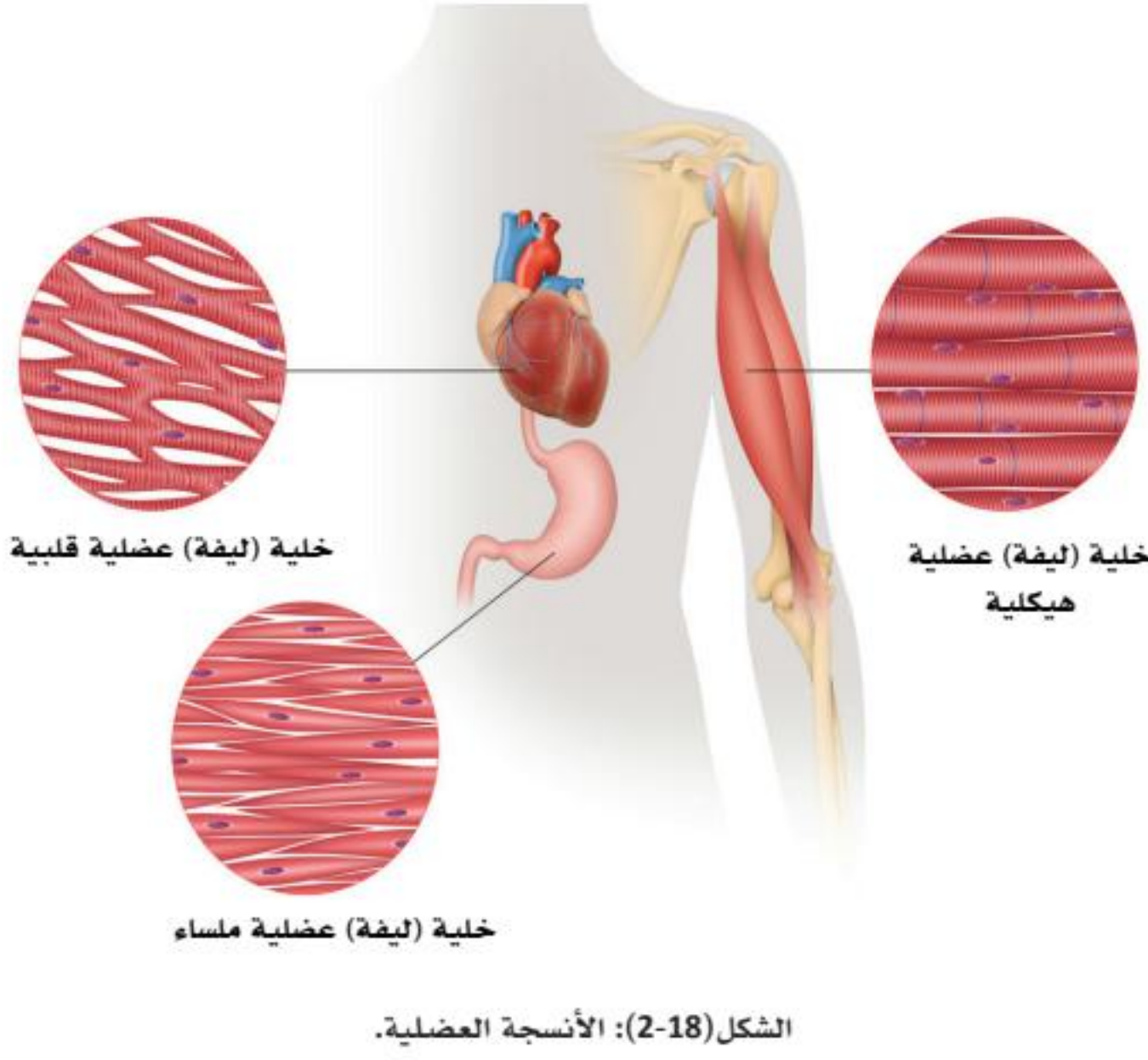
نشاط (2-8) تثبيت المفاهيم الرئيسية

تعرف على الأنسجة الضامة في الشكل الآتي واكتب ملخصاً لكل منها مبيناً الأقسام، والأهمية.



1. نسيج	2. نسيج	3. نسيج	4. نسيج

ثالثاً: النسيج العضلي (Muscle Tissue):



الشكل (2-18): الأنسجة العضلية.

تُعد العضلات أحد الأنسجة الأساسية للجسم، وهناك ثلاثة أنواع من العضلات البشرية؛ كما في الشكل (2-18)؛ هي:

■ **الخلايا العضلية الهيكلية:** العضلات الهيكلية المخططة هي النوع الأكثر وفرة (أكثر من 400) عضلة مميزة، وتمثل (40%) تقريباً من وزن الجسم لدى الأفراد ذوي المؤشر الطبيعي لكتلة الجسم، وهذا النوع من العضلات الوحيد الممكن التحكم به إرادياً.

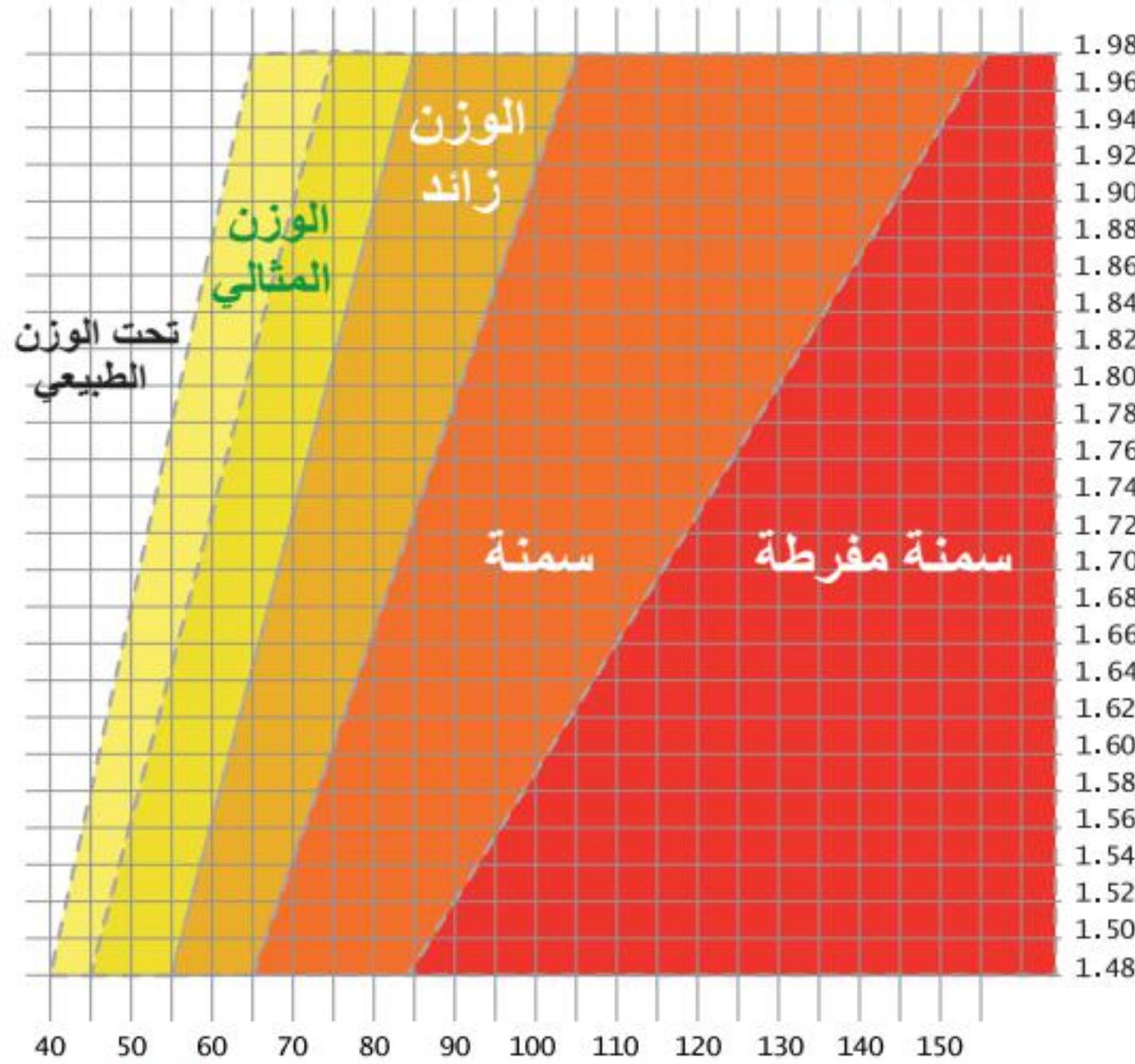
■ **الخلايا العضلية الملساء:** تدير العضلات الملساء انقباض العضلات غير الإرادية. ويُعد دور العضلات الملساء في فسيولوجيا الإنسان أكثر اتساعاً من دور العضلات الهيكلية؛ فلها دور في كل جهاز من أجهزة الجسم تقريباً؛ بدءاً من خلق مقاومة الأوعية الدموية إلى تقلصات الرحم.

■ **الخلايا العضلية القلبية:** عضلة القلب مثل العضلات الملساء، لا يتم التحكم فيها طواعية. السمة الفريدة لهذا النوع من العضلات هي أليتها؛ فلديها القدرة على الانقباض التلقائي والمتزامن.

ولا تختلف الأنواع الثلاثة من العضلات على المستويات الخلوية، فإنها تعمل جميعاً على تحويل الطاقة الكيميائية إلى عمل ميكانيكي وحركة.

نشاط (2-9) التفكير الناقد:

مؤشر الكتلة: عملية حسابية تقوم على حساب كتلة الجسم للشخص البالغ (ذكر/أنثى)، وهو ناتج قسمة الوزن على مربع الطول بالمتر، ومعرفة كتلة الجسم هي معلومة مفيدة من أجل تحديد الوزن الطبيعي للشخص.



- اكتب بحثاً عن مؤشر الكتلة ودلالته الصحية.

- احسب مؤشر الكتلة لشخص بالغ وزنه 60 كجم وطوله 1.6م حسابياً، أو باستعمال حاسبة مؤشر الكتلة في موقع وزارة الصحة.

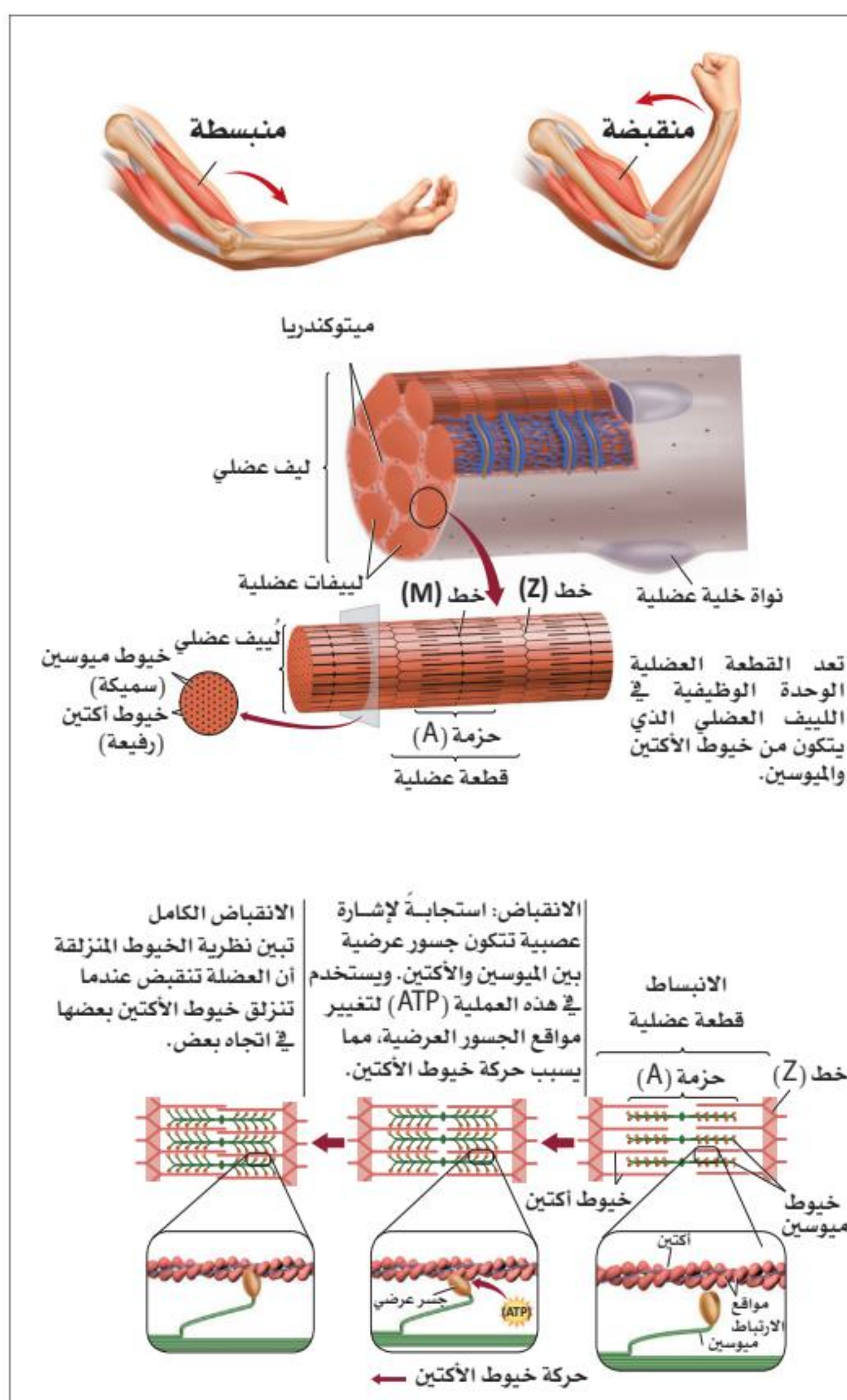
- حدد وزن العضلات لنفس الشخص أعلاه (إذا كان مؤشر كتلته طبيعياً).

قارن بين العضلات الهيكلية والملساء والقلبية من خلال إكمال الجدول الآتي:

وجه المقارنة	العضلات الهيكلية	العضلات الملساء	العضلات القلبية
شكل الخلية			
نوع الاستجابة (إرادية/لاإرادية)			
مثال لمكان وجود العضلة			

بنية العضلات:

- في جميع أنواع العضلات الثلاثة، تنتظم ألياف العضلات الفردية في خطوط متوازية للسماح بالتقلص.
- ترتبط العضلات الهيكلية المخططة بالعظم من خلال نسيج ضام كثيف يسمى الوتر. والطبقة السطحية للعضلة هي طبقة من النسيج الضام الذي يغلف العديد من الحزم العضلية.
- داخل كل خلية عضلية توجد لبيفات عضلية (Myofibrils) فردية أسطوانية الشكل، توجد داخل هذه الليفيات العضلية القطعة العضلية "ساركومير" (Sarcomere)، وهي وحدة البناء والوظيفة والجزء الذي ينقبض من العضلة؛ حيث يحدث فيها الانكماش على المستوى الخلوي.
- القطعة العضلية مجموعتان مترابطتان من الألياف البروتينية: المجموعة الأولى عبارة عن خيوط رفيعة "الأكتين" (Actin)، والمجموعة الثانية خيوط سميكة "الميوسين" (Myosin). تتداخل الخيوط الرفيعة والسميكة عند تقلص العضلات، وهذه العملية أساس فسيولوجيا العضلات؛ فكلما زاد تداخل الخيوط؛ زاد تقلص العضلة. انظر الشكل (2-19).



الشكل (2-19): انقباض العضلة.

■ ألياف العضلات الملساء لها شكل مغزلي وليس إسطوانياً، ولا يوجد فيها الخطوط التي توجد في العضلات الهيكلية.

■ عضلة القلب تشبه من الناحية التركيبية العضلات الهيكلية من حيث إنها مخططة ولديها ساركوميرات، ونظراً لكونها تلقائية وتحتاج إلى المزامنة؛ فإن خلايا عضلة القلب لها ميزة تسهل اقتران الخلايا كهربائياً.

وظائف العضلات:

في جميع أنواع العضلات الثلاثة، تنتظم ألياف العضلات الفردية في خطوط متوازية للسماح بالتقلص والقيام بالوظائف الآتية:

■ الحركة والتنقل: تركز الوظيفة الرئيسة للجهاز العضلي على السماح بالحركة والتنقل، وذلك من خلال انقباض العضلات، إذ تضم الحركات الكبيرة؛ مثل المشي والسباحة وغيرها، والحركات الدقيقة الصغيرة؛ مثل الكتابة أو تعابير الوجه.

■ الحفاظ على وضعية الجسم: تُسهم عضلات الهيكل العظمي في إبقاء الجسم بالوضعية المطلوبة عند الجلوس، أو الوقوف، كما تعتمد الوضعية الجيدة على قوة العضلات ومرونتها.

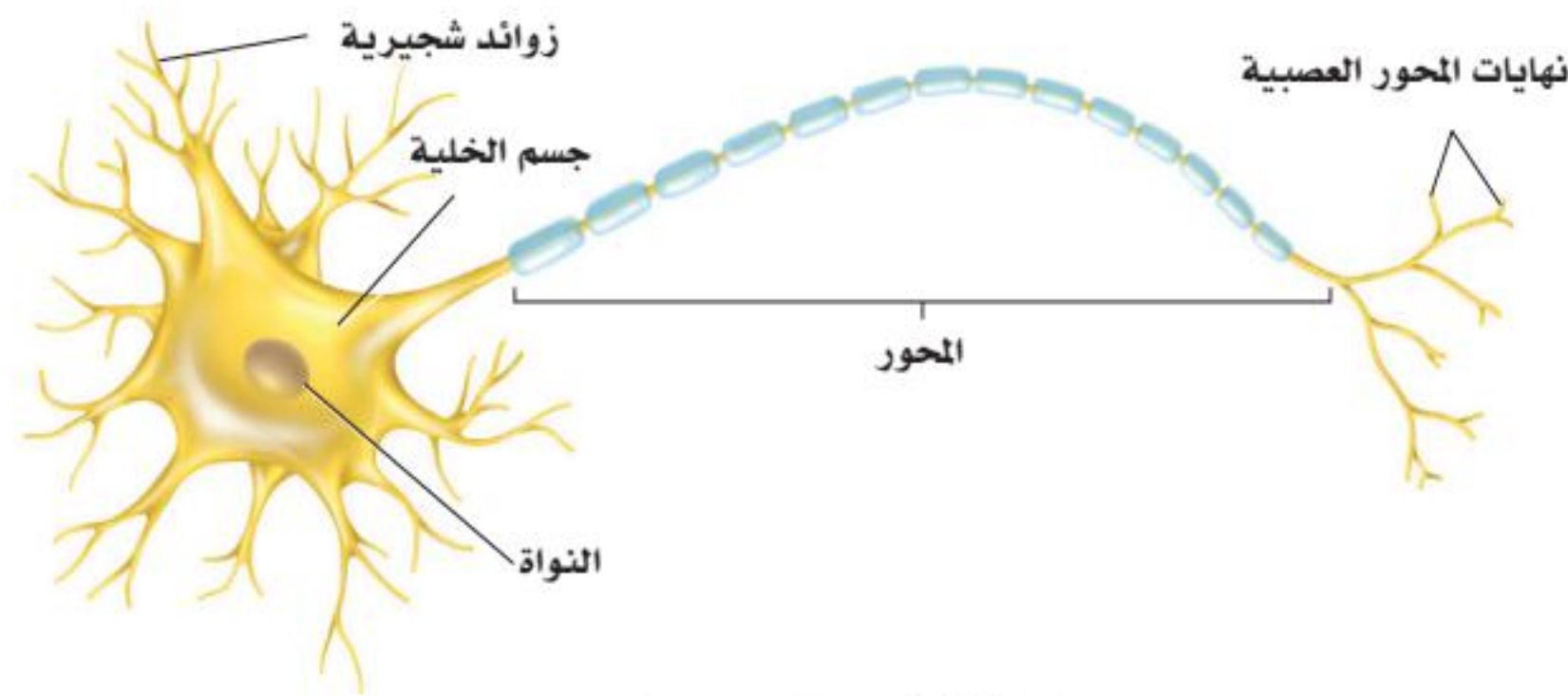
■ الدورة الدموية: تعمل عضلة القلب على ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم من خلال الانقباض اللاإرادي للعضلة، كما تلعب العضلات الملساء في الشرايين والأوردة دوراً مهماً في دوران الدم حول الجسم.

■ التنفس: تُعد عضلة الحجاب الحاجز إحدى العضلات المستعملة في عملية التنفس، إذ يلعب انقباض هذه العضلة وانبساطها دوراً مهماً في عملية التنفس.

■ الهضم: يمتد الجهاز الهضمي من الفم إلى فتحة الشرج، ويتكون في غالبية من العضلات الملساء التي يُساعد انقباضها وانبساطها في عملية انتقال الطعام وهضمه.

رابعاً: النسيج العصبي (Nervous Tissue):

يتكون النسيج العصبي من الخلايا العصبية التي تنقل الإشارات العصبية. انظر الشكل (2-20).



الشكل (2-20): الخلية العصبية.

مكونات الخلايا العصبية:

- **جسم الخلية العصبية (Cell Body):** يوجد به النواة ومعظم عضيات السيتوبلازم، ويتصل بجسم الخلية كل من التشعبات التي تنقل الإشارات العصبية في اتجاه جسم الخلية.
- **المحور (Axon):** الذي ينقل تلك الإشارات من جسم الخلية إلى الطرف النهائي للمحور، والخلية العصبية الناضجة لا تستطيع الانقسام؛ لكن الخلايا الداعمة لها تستطيع الانقسام.
- **الأعصاب الطرفية (Axon Terminals):** تتكون من حزم من التشعبات والمحاور المرتبطة بالخلية العصبية، وهذه الأعصاب قد تكون مغطاة بغمد المايلين، أو بخلايا شوان، أو بكليهما، أو تكون عارية غير مغطاة بأحدهما، والألياف العصبية في الأعصاب قد تكون حركية أو حسية.

تقسم الخلايا العصبية إلى عدة أنواع طبقاً لشكلها، وحجمها:

- **حسب الشكل:** خلايا كروية الشكل، ومغزلية الشكل، ونجمية الشكل، وهرمية الشكل، وكثرية الشكل.
- **حسب الحجم:** يتفاوت حجم الخلايا بشدة من حجم صغير جداً إلى حجم كبير جداً طبقاً للوظائف التي تؤديها، ويسمى تجمع هذه الخلايا داخل الجهاز العصبي المركزي بالأنوية العصبية، وخارج الجهاز العصبي المركزي بالعقد العصبية.

الخلايا الدبقية (Neuroglia) :

الخلايا الدبقية تؤدي دور الخلايا الداعمة للخلايا العصبية.

أنواع الخلايا الدبقية (Neuroglia):

- **الخلايا الدبقية النجمية (استروسيات):** وهذه الخلايا مسؤولة عن الدعم الفسيولوجي والهيكل للخلايا العصبية، وتزويد الخلايا العصبية بالمواد الغذائية من الأوعية الدموية.
- **الخلايا الدبقية قليلة التغصن:** وظيفتها الرئيسة تكوين غمد المايلين داخل الجهاز العصبي المركزي.
- **الخلايا الدبقية الصغيرة:** لها دور مهم في حماية الجهاز العصبي المركزي من الكائنات الدقيقة المهاجمة له.
- **خلايا البطانة العصبية:** تلعب دوراً مهماً في تكوين السائل النخاعي بالمخ.
- **خلايا شوان:** مسؤولة عن تكوين غمد المايلين حول بعض الألياف العصبية في الجهاز العصبي الطرفي.



1. لخص وظائف النسيج الطلائي.

.....

.....

2. ماذا سيحدث لو افترضنا أن بطانة الشعيرات الدموية والحوصلات الهوائية مكونة من نسيج طلائي طبقي؟

.....

.....

3. فسر وجود ألياف الكولاجين في الأقراص الغضروفية في العمود الفقري بدلاً من الألياف المطاطية.

.....

.....

4. هل سيؤدي لسان المزمار وظيفته بمرونة لو كان غضروفًا ليفيًا؟ ولماذا؟

.....

.....

5. ما أهمية «الأوستيون» في العظام.

.....

.....

6. فسر قولنا: «دور العضلات الملساء في فسيولوجيا الإنسان أكثر اتساعاً من دور العضلات الهيكلية».

.....

.....

7. استنتج كيف تسهم الخلايا الدبقية النجمية في الدعم الفسيولوجي للخلية العصبية؟

.....

.....

8. ماذا يحدث لو كان صيوان الأذن غضروفًا ليفيًا؟

.....

.....



الاتصال بين الخلايا (Communication between Cells)

2-3

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أعدد طرق الاتصال بين الخلايا في جسم الإنسان.
- أميز الاتصال الفيزيائي الدائم بين الخلايا.
- أعرف الاتصال بواسطة العلامات.
- أصنف الاتصال بواسطة الرسل الكيميائية.
- أستنتج أنواع المستقبلات.
- أتعرف على بعض الأمراض الشائعة في أنسجة جسم الإنسان.

المفاهيم

Communication between Cells	الاتصال بين الخلايا
Chemical Messengers	الرسل الكيميائية
Receptors	المستقبلات

تمهيد: كل الخلايا البشرية تعيش في ترابط وظيفي متناغمة مع بعضها وترتبط على مستويات تنظيمية أكثر تفصيلاً لتشكيل الأنسجة، فالأعضاء، فالأجهزة، فجسم الإنسان كاملاً. وقد أشرنا في الفصل الأول إلى أهمية التكامل بين المستويات التنظيمية في الكائن الحي من أجل البقاء. ولكي يكون التكامل الوظيفي بين هذه المستويات التنظيمية طبيعياً لتحقيق هدف التوازن الداخلي؛ فإن على الخلية الواحدة أن تتواصل مع الخلايا الأخرى المشابهة لها في النسيج نفسه، أو تلك التي تكون في أنسجة وأجهزة أخرى، يتمثل هذا الترابط بأن تتصل الخلية مع الخلايا الأخرى وذلك باستقبال الرسائل القادمة؛ حيث تستجيب لهذه الرسائل استجابة تخدم مصلحة جسم الإنسان.

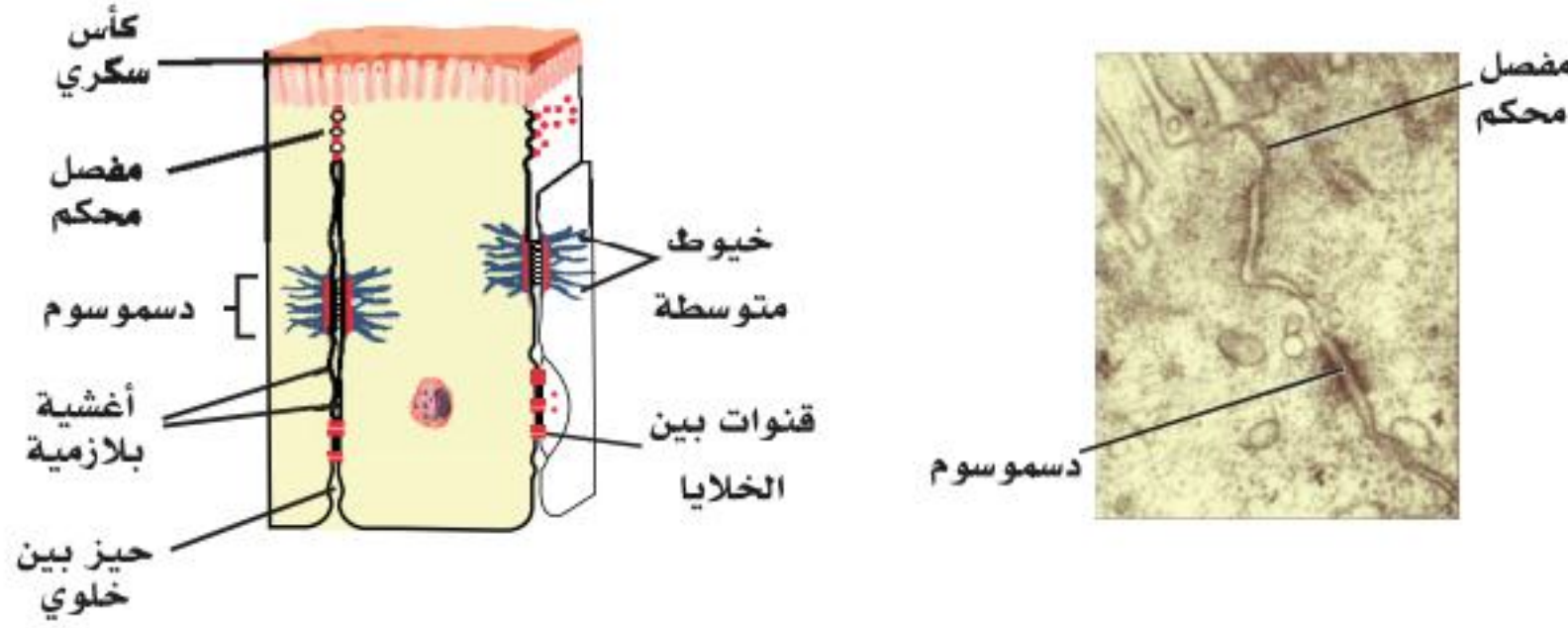
طرق الاتصال بين الخلايا (Communication Methods Between Cells):

الاتصال الفيزيائي الدائم بين الخلايا بواسطة المفاصل: ويكون بوجود مركبات بين الخلايا؛ ومن أهمها:

المفاصل المحكمة (Tight Junctions):

وهي مركبات بروتينية موجودة على سبيل المثال في خلايا الكبد، والخلايا الطلائية للقناة الهضمية، والخلايا الأنبوبية القريبة من الكلية. في هذه المناطق تُفقد المسافة بين الخلايا تماماً؛ حيث يلتحم الجزء الخارجي لأغشية البلازما بالخلايا المجاورة، مما يمنع مرور المواد تماماً باستثناء ما يحتاجه الجسم. ومن أهم وظائف هذه المفاصل المحكمة منع تسرب الماء، وانتشار الجزيئات بين الخلايا، وتكوين حواجز بين التراكيب المختلفة؛ لتنظيم مرور هذه الجزيئات. ولتوضيح ذلك أكثر؛ نأخذ الجهاز الهضمي مثلاً؛ حيث تمنع هذه المفاصل تسرب إنزيمات الجهاز الهضمي إلى الدورة الدموية. كذلك هي موجودة بين الخلايا الطلائية المبطنة للمثانة، وتمنع تسرب البول خارج الخلايا.





(ب): رسم تخطيطي للتوضيح.

(أ): صورة مأخوذة بالمجهر الإلكتروني.

الشكل (2-21): بعض أشكال الاتصال الفيزيائي بين الخلايا.

الدسموسومات (Desmosomes):

هي تقاطعات وروابط بين الخلايا؛ كخلايا العضلات القلبية، والخلايا الطلائية، وخلايا الجلد؛ حيث تؤدي إلى التصاق الخلايا المجاورة مع بعضها بكثافة؛ مما يزيد من ارتباطها وتثبت شبكة الخيوط المتوسطة إلى غشاء البلازما؛ مما يوفر القوة والمرونة الميكانيكية للأنسجة؛ مثل البشرة والقلب حتى تقوم هذه الأنسجة بعملها الذي يناسب وظائفها المتعددة طبيعياً. وأي خلل -أو انقطاع- في عمل هذه الروابط قد يؤدي إلى أمراض في الجلد والقلب.

تكون الدسموسومات عادة قرصية الشكل (Disk like) مقارنة بالمفاصل المحكمة ذات شكل شريطي (Band like)، انظر الشكل (2-21).

المفاصل الفجوية (Gap Junctions):

المفاصل الفجوية تحوي قنوات داخلية تشكل مساماً وجسوراً تربط الخلايا المجاورة، ومن أهم وظائفها تنظيم الإشارات الكهربائية بين الخلايا. ويمكن أن تمر الجزيئات الصغيرة والأيونات والإشارات الكهربائية في خلية واحدة عبر تقاطعات الفجوة إلى الخلايا المجاورة؛ حيث توجد هذه المفاصل بين الخلايا العضلية القلبية والملساء، كما تتيح هذه العملية للأنسجة تنسيق الاستجابة للمنبهات على سبيل المثال، تسمح تقاطعات الفجوة بالتنسيق الحركي والانقباض في عضلات الرحم المؤدية إلى الولادة. وهي مهمة -أيضاً- في توزيع السوائل الكهربائية وسرعتها في القلب، وتؤدي إلى انقباضات عضلة القلب ليعمل بالكفاءة الطبيعية.

الاتصال بواسطة العلامات (Markers):

العلامات هي مجموعة متفردة من البروتينات الموجودة على سطح الخلية تمكن من تحديد الخلايا ذات الأجسام المضادة، وتعيينها وتصنيفها؛ ويمكن توجيه هذه الأجسام المضادة لتهاجم هدفاً واحداً أو عدة أهداف حسب نوع الخلية والمجموعة المتفردة من العلامات الموجودة. وغالباً ما يكون هذا النوع من الاتصال بين الخلايا المناعية؛ فعندما تصاب خلية مناعية بأحد الممرضات؛ كالفيرس؛ فإنها تبحث عن خلية مناعية أخرى مساندة لتساعد في القضاء على هذا الفيروس؛ وتُظهر جزيئاً يدعى جزيء التصاق (adhesion molecule)، أو علامة (Marker) على السطح الخارجي لغشائها البلازمي؛ فتتعرف الخلايا المساندة (المناعية) على هذا الجزيء بواسطة مستقبلات خاصة موجودة -أيضاً- على سطح غشائها البلازمي؛ ليحدث الارتباط بين جزيء الالتصاق والمستقبل وتتفاعل مناعياً.

الاتصال بواسطة الرسل الكيميائية (Chemical Messengers):

يعد هذا النوع الأكثر انتشاراً بين الخلايا، انظر الشكل (2-22)، وتحديداً بين مكونات المنعكسات في الجسم؛ حيث يمكن تصنيف الرسل الكيميائية إلى الأنواع الآتية:

■ الناقل العصبي (Neurotransmitter):

وهو جزيء يستعمل في الجهاز العصبي لنقل الرسائل الكهربائية، وتفرزه الخلايا العصبية لتؤثر به على خلايا عصبية أخرى مجاورة، أو على خلايا عضلية أو غدية؛ فمثلاً هرمون السيروتونين هو ناقل عصبي مثبط يساعد في تنظيم الحالة المزاجية، وأنماط النوم، والجنس، والقلق، والشهية، والألم.

■ الهرمون التقليدي (Classic hormone):

الذي تفرزه الغدد الصماء التقليدية لينتقل بواسطة الدم، حيث يكون له هدف من الأنسجة (Target tissues) تكون بعيدة -عادة- عن مكان إفراز الهرمون؛ ومثاله الإنسولين الذي يؤثر على الكبد والعضلات.

■ الهرمون العصبي (Neurohormone):

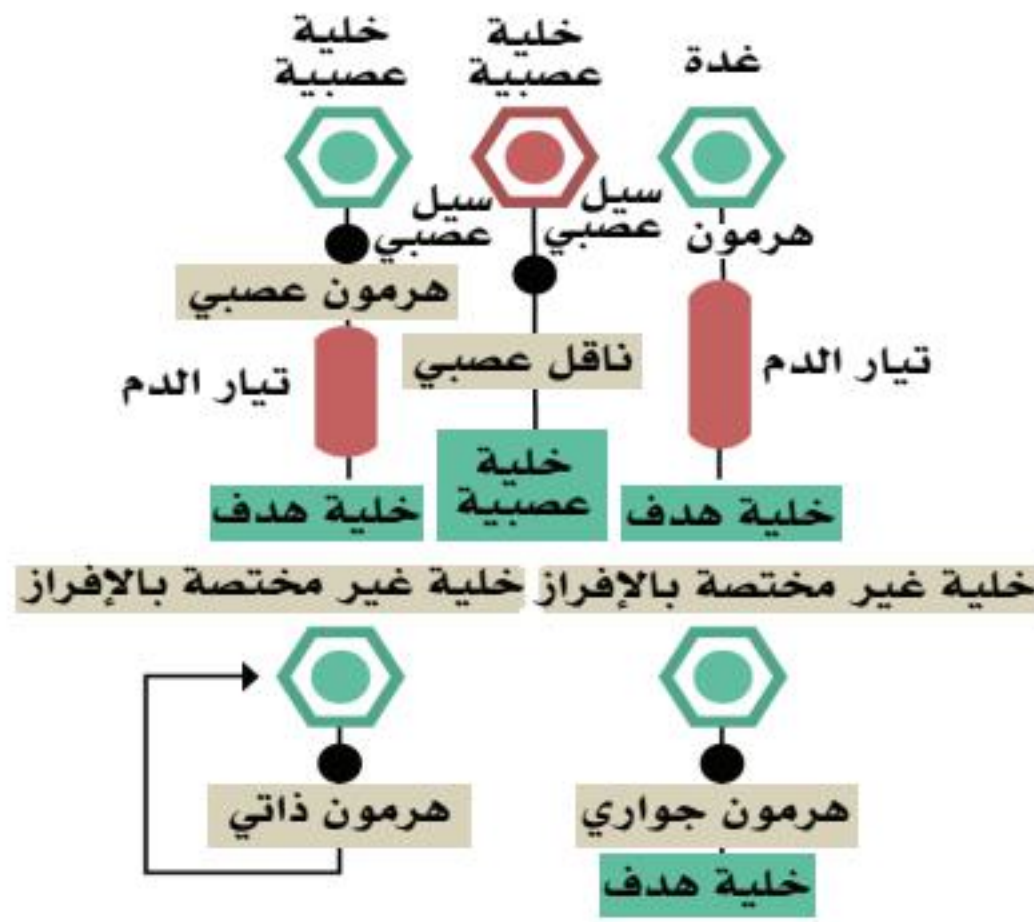
تنتج الخلايا العصبية هذا النوع من الهرمونات وتفرزه، ثم ينتقل عن طريق الدم ليعمل على أهداف من الأنسجة؛ مثل الأوكسيتوسين؛ فهو ناقل عصبي وهرمون يُنتج في "ما تحت المهاد"، ثم يُنقل إلى الغدة النخامية ويُفرغ في قاعدة الدماغ، ثم يُرسل عن طريق الدم إلى الأنسجة المستهدفة، ويلعب دوراً مهماً في عملية الولادة والرضاعة.

■ الإفراز الهرموني الجواربي (Paracrine secretion):

وتفرزه خلايا غدية لكنه لا ينتقل بالدم بل ينتشر إلى السائل خارج الخلايا، ويؤثر على الخلايا المجاورة القريبة، ولا يتعدى تأثيره هذه الخلايا المجاورة؛ فهرمون المثبت الجسمي (Somatostatin) تفرزه خلايا البنكرياس، ويؤثر على خلايا ألفا وبيتا المجاورة؛ حيث ينظم (يثبط) إفراز هذه الخلايا لهرموني جلوكاجون والإنسولين.

■ الإفراز الهرموني الذاتي (Autocrine secretion):

تفرزه خلايا عديدة في الجسم ويؤثر على الخلايا المفرزة نفسها كما في "بروستاغلاندينات" (Prostaglandins). انظر الشكل (2-23).



الشكل (2-22): شكل تخطيطي يبين مكان إفراز أنواع الرسل الكيميائية وتأثيرها.

أشكال الإشارات الكيميائية	
الخلية تستهدف نفسها	الإفراز الهرموني الذاتي
تستهدف الخلية متصلة بواسطة تقاطعات الفجوة	الإرسال عبر تقاطعات الفجوة
الخلية تستهدف خلية قريبة	الإفراز الهرموني الجواربي
تستهدف الخلية خلية بعيدة عبر مجرى الدم	الهرمون التقليدي

الشكل (2-23): الاتصال بواسطة الرسل الكيميائية.

المستقبلات (Receptors):

- إن الرسل الكيميائية تمثل وسائل الاتصال الأكثر شيوعاً بين مكونات المنعكس الذي يعد الشكل الشائع من أشكال آليات الثبات الداخلي، هذه الرسل الكيميائية تفرزها دائماً الخلية السابقة في مسار المنعكس، وتتأثر بها الخلية اللاحقة في المنعكس.
- المستقبلات هي جزيئات بروتينية في الخلية المستهدفة -أو على سطحها- ترتبط بالروابط (Ligand) مع خلايا أخرى. تتعرض باستمرار جميع الخلايا الموجودة في جسم الإنسان لمجموعة متنوعة من الإشارات خارج الخلية التي تحتاجها في تفسير الاستجابة المناسبة لبيئتها وترجمتها. يمكن أن تكون هذه الإشارات عوامل قابلة للذوبان تُنشأ محلياً؛ مثل النقل المتشابك (Synaptic transmission)، وتكون بعيدة؛ مثل الهرمونات وعوامل النمو، أو تكون روابط على سطح الخلايا الأخرى (Ligand)، أو تكون مصفوفة خارج الخلية نفسها (Extracellular matrix)؛ لتحقيق هذا الهدف؛ تحافظ الخلايا على تنوع المستقبلات على سطحها، وتستجيب تحديداً للمنبهات الفردية، وتكون عادة هذه المستقبلات من مجموعات مختلفة ومتنوعة تعتمد أساساً على الطريقة التي تولد بها الإشارات داخل الخلايا، وتؤدي إلى استجابات وظيفية معينة. علاوة على ذلك؛ يمكن تعديل نشاط مستقبلات معينة بواسطة مسارات الإشارة الأخرى بعدة طرائق؛ مما يولد المرونة المطلوبة لمثل هذا النظام المعقد.
- يجب معرفة أن الخلية السابقة تفرز الرسل الكيميائية لتؤثر على الخلية اللاحقة؛ حيث إن ذلك يتم بواسطة امتلاك الخلية المتأثرة (اللاحقة) لمستقبلات نوعية (Specific receptors) خاصة بالرسول الكيميائي الذي تفرزه الخلية السابقة، ويمثل المستقبل موضع ارتباط للرسول الكيميائي (Ligand)، ويتكون المستقبل عادة من بروتين -أو بروتين كربوهيدراتي- يقع إما في غشاء الخلية البلازمي، بوصفه مستقبلات النواقل العصبية ومستقبلات الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية والهرمونات الببتيدية والبروتينية، أو داخل سيتوبلازم الخلية بصفته مستقبلات الهرمونات الستيرويدية وهرمونات الدرقية وبعض الإفرازات الهرمونية الذاتية.

أنواع المستقبلات بحسب مواقعها في الخلية:

يمكن تصنيف المستقبلات بحسب أماكن وجودها في الخلية إلى نوعين رئيسيين:

مستقبلات في سطح الخلايا (Cell-Surface Receptors):

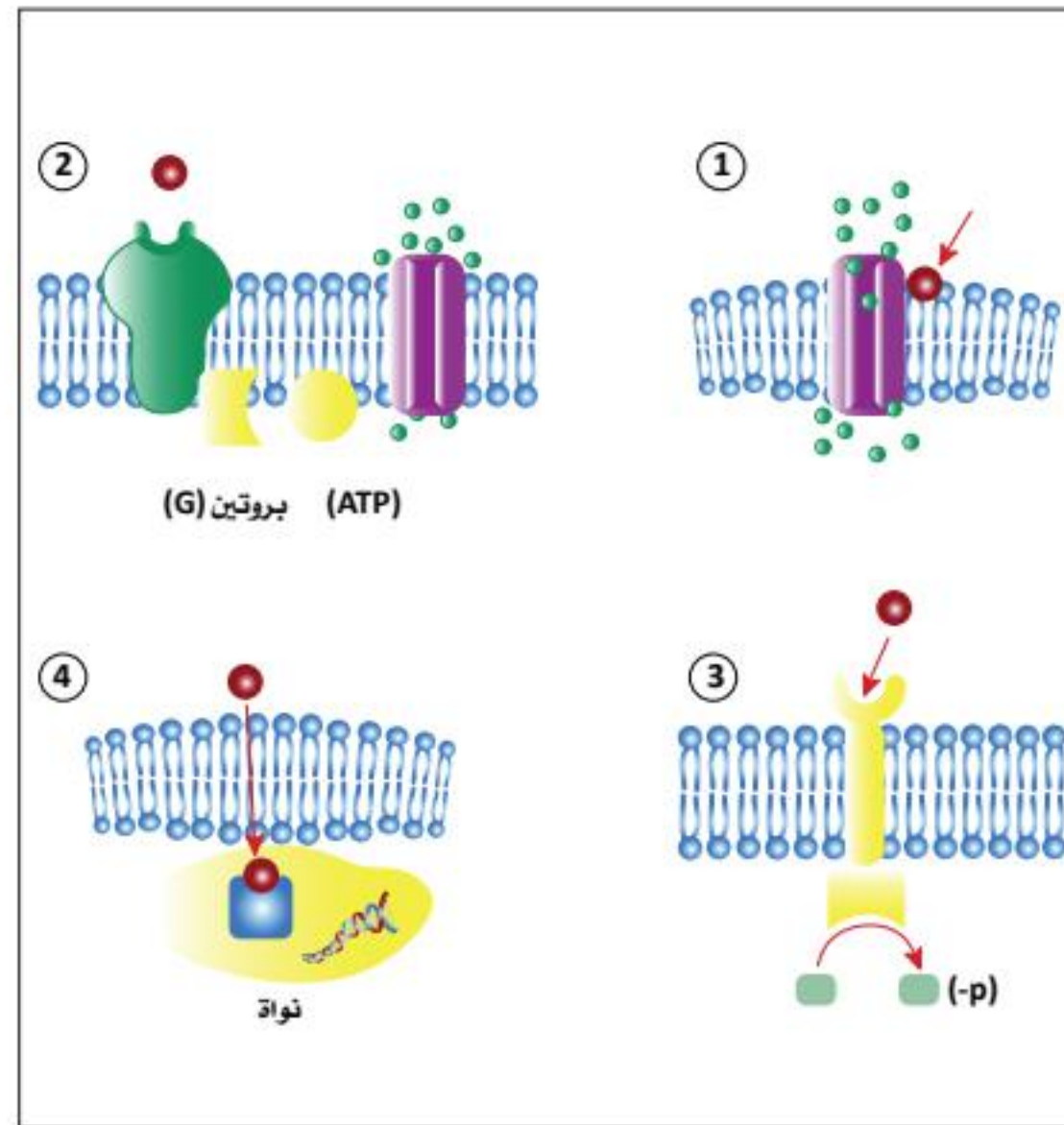
مستقبلات سطح الخلية، والمعروفة -أيضاً- باسم "مستقبلات غشاء الخلية"، تتكون من جزيئات بروتينية ترتبط بالجزيئات الخارجية (Ligand). يمتد هذا النوع من المستقبلات على غشاء البلازما ويعمل على نقل الإشارة، وتحويل إشارة خارج الخلية إلى إشارة داخل الخلايا؛ فلا تضطر الروابط التي تتفاعل مع مستقبلات سطح الخلية إلى الدخول إلى الخلية التي تؤثر عليها، وتسمى مستقبلات سطح الخلية -أيضاً- البروتينات أو العلامات الخاصة بالخلايا؛ لأنها مختصة بأنواع من الخلايا.

تحتوي كل مستقبلات سطح الخلية ثلاثة مكونات رئيسية؛ هي مجال ربط خارجي (مجال خارج الخلية)، ومجال غشاء ممتد وكره للماء، ومجال داخلي بوسط الخلية. يختلف حجم كل من هذه المجالات واتساع نطاقها حسب نوع المستقبلات.

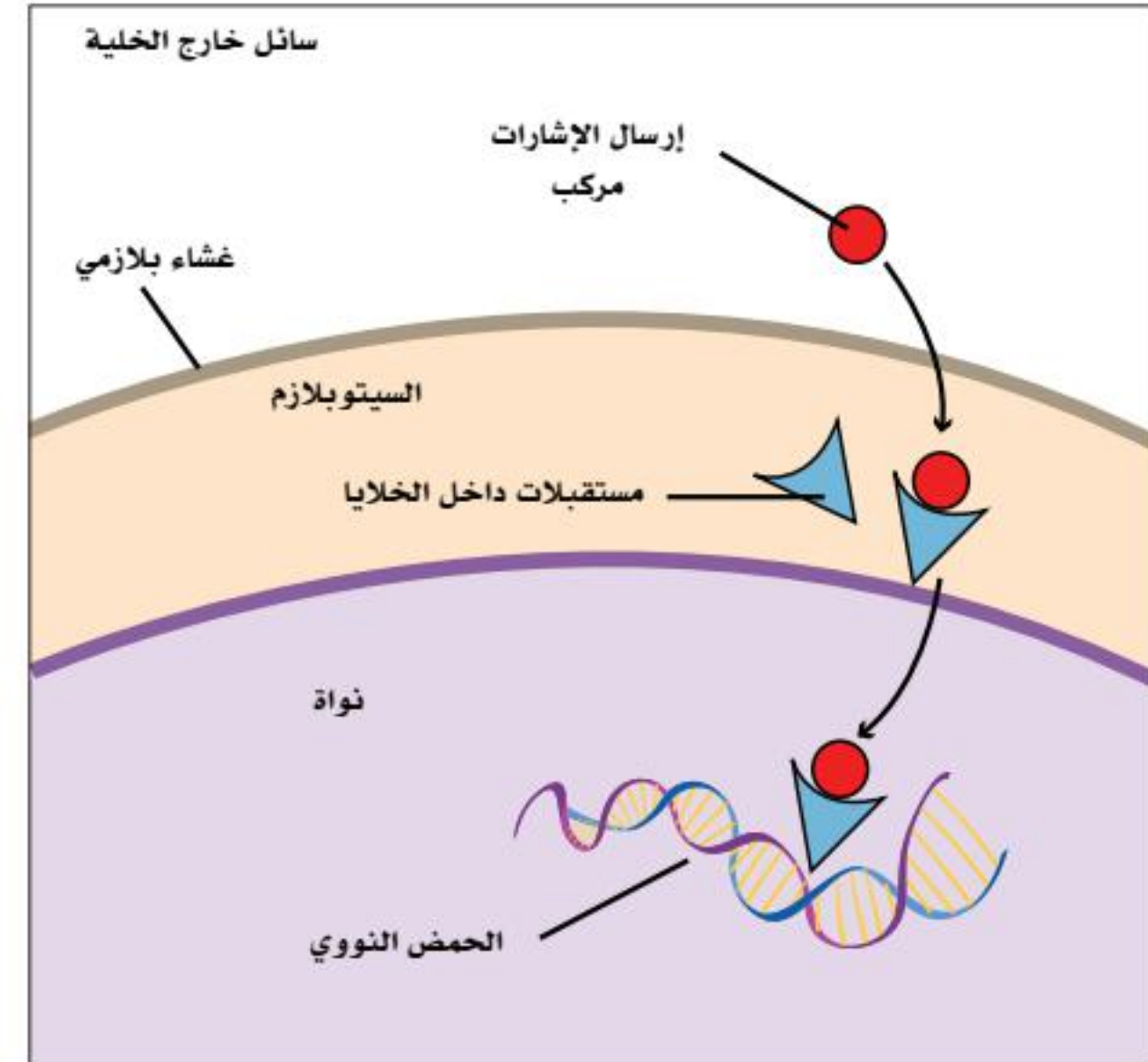
تتشارك مستقبلات سطح الخلية في معظم الإشارات في الجسم؛ فهناك ثلاث فئات عامة من مستقبلات سطح الخلية؛ هي المستقبلات المرتبطة بقناة الأيونات، والمستقبلات المرتبطة بالبروتين (G)، والمستقبلات المرتبطة بالإنزيم؛ ومن الأمثلة على هذه المستقبلات مستقبلات الرسل الكيميائية عديدة الببتيد وكاتيكولامينات التي تعمل أكثر من كونها مواقع ارتباط لهذه الرسل؛ إذ أنها تحول الإشارة القادمة من خارج الخلية على هيئة رسول كيميائي إلى استجابة في داخل الخلية.

المستقبلات الداخلية (Internal Receptors):

المستقبلات الداخلية، والمعروفة -أيضاً- باسم "المستقبلات الخلوية" أو "السيتوبلازمية"، تكون موجودة في سيتوبلازم الخلية وتستجيب لجزيئات الروابط الكارهة للماء التي لها القدرة على عبور غشاء البلازما، وبمجرد دخولها الخلية ترتبط العديد من هذه الجزيئات بالبروتينات التي تعمل بوصفها عوامل منظمة لتكوين رن.أ. الرسول mRNA الذي يساعد في عملية التعبير الجيني، انظر الشكل (2-24). التعبير الجيني هو العملية الخلوية لتحويل المعلومات في الحمض النووي للخلية إلى سلسلة من الأحماض الأمينية التي تشكل البروتين في النهاية. عندما يرتبط العامل المؤثر (هرمون مثلاً) (Ligand) بالمستقبل الداخلي؛ فإنه يحدث تغييراً شكلياً يكشف موقع ربط الحمض النووي على البروتين، وتضم هذه مستقبلات الهرمونات الستيرويدية؛ مثل الكورتيزول، والدوستيرون، والهرمونات الجنسية، وفيتامين (د). انظر الشكل (2-25).



الشكل (2-25): أنواع المستقبلات.



الشكل (2-24): عمل المستقبلات الداخلية.

الأمراض الشائعة في النسيج الطلائي:

■ الأورام الحميدة والأورام السرطانية:

تقريباً (90%) من الأورام في جسم الإنسان يكون منشؤها من النسيج الطلائي؛ ومن أمثلة تلك الأورام سرطان الثدي، وسرطان الرئة خاصة في المدخنين.

■ متلازمة كارتجنر (متلازمة الأهداب غير المتحركة):

ينتج هذا المرض نتيجة خلل في أحد الجينات يؤدي إلى فقدان الحركة بالأهداب والأسواط؛ مما يؤدي إلى التهاب مزمن في الجزء العلوي من الجهاز التنفسي عند الذكور والإناث، بالإضافة إلى إصابة الذكور بالعقم.

الأمراض الشائعة في النسيج الضام الأصيل:

■ الربو الشعبي:

يحدث هذا المرض بسبب عوامل وراثية، أو عوامل بيئية؛ كتلوث البيئة المحيطة، وتلوث الهواء بدخان المصانع، وعوادم السيارات، ويكون لدى المريض ضيق في مجرى الهواء؛ مما يؤدي إلى صعوبة في التنفس. انظر الشكل (2-26).

■ مرض نقص المناعة المكتسبة (مرض

الإيدز):

يحدث هذا المرض نتيجة تدمير بعض أنواع الخلايا اللمفاوية بفيروس المرض.

■ ارتشاح بين الخلايا:

يحدث هذا العرض نتيجة زيادة تجمع السائل بين الخلايا زيادة غير طبيعية.

الأمراض الشائعة في أغشية الجسم:

■ الاستسقاء:

يحدث هذا المرض نتيجة زيادة تجمع السائل البريتوني بالتجويف البريتوني.

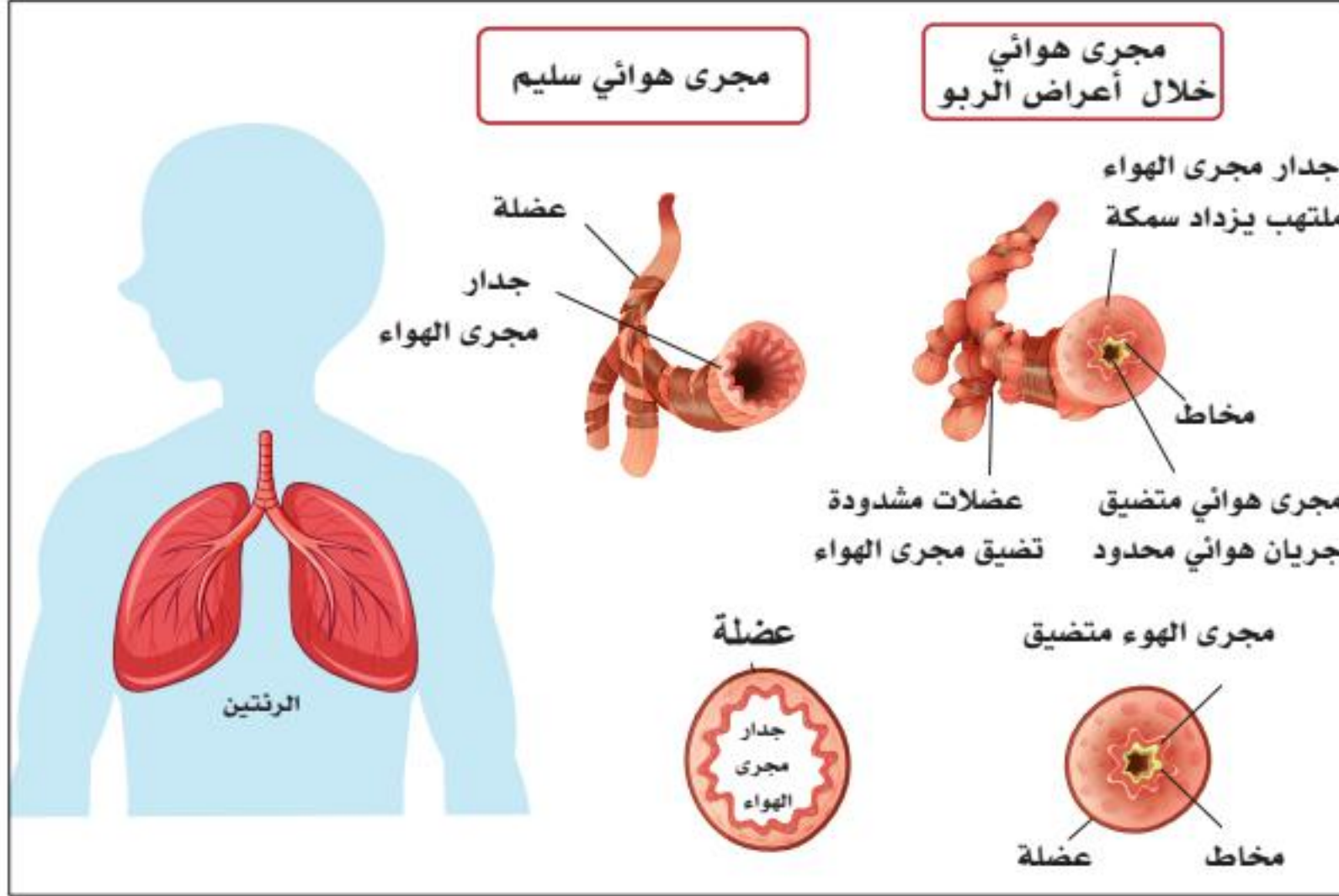
الأمراض الشائعة في الغضاريف:

■ تآكل الغضاريف:

تحدث غالباً في كبار السن، وتسبب ألماً مبرحة عند حركة المفاصل المصابة.

■ الانزلاق الغضروفي:

يحدث نتيجة لانزلاق الغضروف بين فقرات العمود الفقري؛ وخاصة الفقرات القطنية؛ مما ينتج عنه الضغط على الأعصاب الشوكية.



الشكل (2-26): مقارنة بين مجرى الهواء للشخص السليم وآخر مريض الربو.

الحالات والأمراض الشائعة في العظام:

■ مرض الكساح (Rickets):

يصيب هذا المرض الأطفال نتيجة النقص الشديد في فيتامين (د)، ويؤدي إلى نقص شديد في الكالسيوم بالعظام.

■ مرض لين العظام (Osteomalacia):

يحدث هذا المرض بصفة خاصة في كبار السن؛ نتيجة النقص في نسبة الكالسيوم بالعظام الناتج من النقص الشديد في فيتامين (د).

■ كسور العظام:

تحدث نتيجة الاصطدام بجسم صلب، أو الوقوع على الأرض.

■ التهاب العظام:

يحدث نتيجة إصابة العظام بالميكروبات.

■ مرض هشاشة العظام (Osteoporosis):

يصيب هذا المرض بصفة خاصة كبار السن، ويتميز بنقص شديد في المواد المكونة لمصفوفة العظام بما فيها الكالسيوم. انظر الشكل (2-27).



الأمراض الشائعة في الدم:

■ الأنيميا:

يحدث هذا المرض نتيجة للنقص الشديد في كمية الهيموجلوبين بخلايا الدم الحمراء، أو نتيجة للنقص الشديد في خلايا الدم الحمراء.

■ زيادة خلايا الدم البيضاء:

يحدث زيادة في عدد خلايا الدم البيضاء، أو أحد مكوناتها نتيجة لوجود بعض الأمراض والالتهابات.

■ نقص خلايا الدم البيضاء:

يحدث نتيجة أمراض معينة تؤدي إلى نقص في خلايا الدم البيضاء، أو أحد مكوناتها.

■ سرطان الدم (اللوكيميا):

هو سرطان يصيب الخلايا المكونة للدم؛ مثل تلك التي بنخاع العظام، وينتج عنه عدد كبير من خلايا الدم المعطوبة التي تنتقل إلى مجرى الدم.

■ مرض سيولة الدم (هيموفيليا):

هو أحد أمراض الدم الوراثية الذي ينتج عن نقص أحد عوامل التجلط بالدم؛ مما يؤدي إلى إطالة زمن النزف، وعدم تخثر الدم بسهولة.

الأمراض الشائعة في النسيج العضلي:

■ ضمور العضلات الإرادية:

يحدث نتيجة نقص في عدد الألياف العضلية، أو حجمها .

■ ضمور عضلة القلب البني:

هو مرض خلقي مميت يصيب حديثي الولادة.

■ تضخم عضلة القلب:

يحدث نتيجة وجود أمراض في الجهاز الدوري، أو الرئتين.

■ شلل العضلات:

يحدث عند فقد العضلة للعصب المغذي لها.

■ إجهاد العضلات:

هو عرض يحدث نتيجة تجمع حمض اللبنيك وبقية نواتج الأيض بالعضلة.

■ تمزق العضلة:

يحدث نتيجة إصابة العضلة بجسم حاد، أو استعمال العضلة في أعمال شاقة.

■ التهاب العضلات:

ينتج من إصابة العضلات ببعض الكائنات الدقيقة.

الأمراض الشائعة في النسيج العصبي:

■ قطع بالحبل الشوكي:

يؤدي إلى فقد المصاب للقدرة الحركية والحسية المرتبطة بالجزء المصاب.

■ التهاب الأعصاب الطرفية:

ينتج عنه فقد المريض للإحساس الوارد من الجزء المصاب.

■ مرض شلل الأطفال:

مرض فيروسي يصيب الحبل الشوكي، ويؤدي إلى شلل العضلات.

■ خراج بالمخ:

يؤدي إلى فقدان المخ لوظائف الأجزاء المصابة منه.

إثراء:

لمزيد من المعلومات يمكن
زيارة الموقع الإلكتروني
لوزارة الصحة والاطلاع على
منشور تعريفي
حول أمراض الجهاز العصبي
على الرابط الآتي:



1. قارن بين الإفراز الهرموني الجواري والإفراز الهرموني الذاتي.

الإفراز الهرموني الذاتي	الإفراز الهرموني الجواري
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

2. عدد أنواع الاتصال الفيزيائي بين الخلايا.

.....

.....

.....

.....

السؤال الأول: اكتب المصطلح العلمي المناسب لكل من التعريفات الآتية:

1. سائل غرواني يملأ الفراغات داخل النواة، ويسمح بمرور الجزيئات من خلاله.

.....

2. الوحدة الوظيفية لأنسجة العظام من الناحية التشريحية.

.....

السؤال الثاني: ضع كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة مع تصحيح الخطأ فيما يأتي:

1. تتكون النواة من الكروماتين والنوية والسائل النووي، وتحاط بغلاف النواة. (.....)

2. ضمور عضلة القلب البني مرض خلقي مميت يصيب حديثي الولادة. (.....)

3. الخلايا الدبقية قليلة التغصن مسؤولة عن الدعم الفسيولوجي والهيكل للخلايا العصبية. (.....)

4. الكوندروسايت تنتج الخلايا الغضروفية وعناصر المصفوفة خارج الخلية (ECM) عندما

تكون حرة في الحركة. (.....)

السؤال الثالث: أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها علمياً:

1. هو أحد أمراض الدم الوراثية الذي ينتج عن نقص أحد عوامل التجلط بالدم؛ مما يؤدي إلى إطالة زمن النزف وعدم تخثر الدم بسهولة.

2. ينتج هذا المرض نتيجة زيادة تجمع السائل البريتوني بالتجويف البريتوني.

3. من أنواع خلايا الدم البيضاء (White Blood Cells): و.....

السؤال الرابع: ما أنواع المستقبلات بحسب أماكن وجودها في الخلية؟

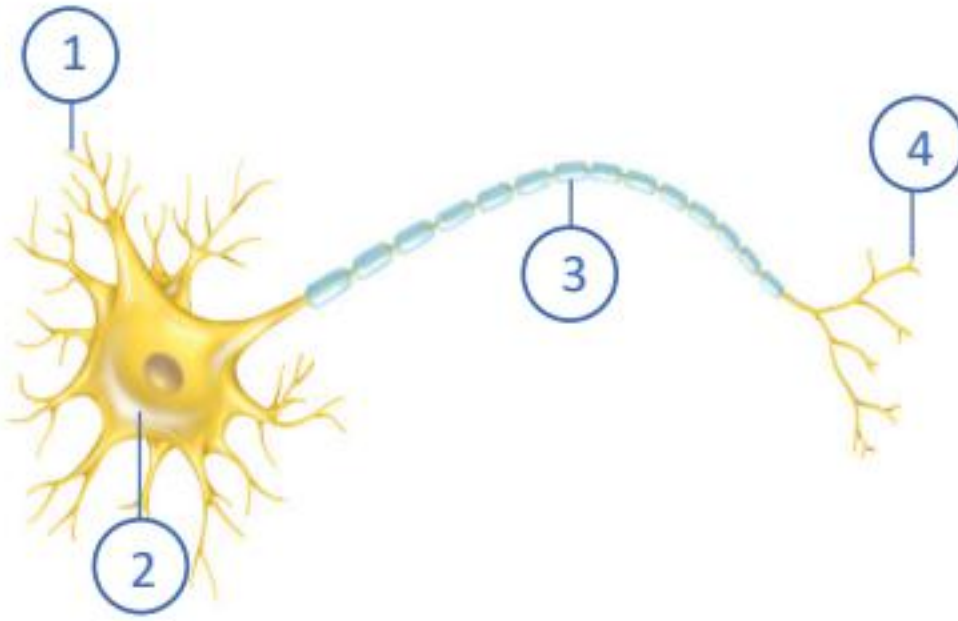
.....

.....

.....

السؤال الخامس: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

الشكل المجاور يمثل خلية عصبية استخدمه في الإجابة على السؤالين (1) و(2):



1. ما الجزء المشار إليه برقم (1)؟

أ. الزوائد التشجيرية.

ب. النواة.

ج. المحور.

د. خلايا شوان.

2. اتجاه الإشارة العصبية هو:

أ. من (4) إلى (3) إلى (2) إلى (1).

ب. من (1) إلى (2) إلى (3) إلى (4).

ج. من المحور الى جسم الخلية.

د. هذا النوع من الخلايا لا ينقل إشارات عصبية.

3. تصنع الريبوسومات في:

أ. الشبكة الإندوبلازمية الخشنة.

ب. الشبكة الإندوبلازمية الملساء.

ج. النوية.

د. الجسم المركزي.



4. العضية التي تصنع البروتينات هي:

- أ. الريبوسومات.
- ب. الميتوكوندريا.
- ج. أجسام جيولوجي.
- د. النواة.

5. فيروس يتطفل على بعض أنواع الخلايا الليمفاوية مسبباً:

- أ. ارتشاح بين الخلايا.
- ب. مرض نقص المناعة.
- ج. الاستسقاء.
- د. التهاب الغضاريف.

6. يحدث نتيجة إصابة العظام بالميكروبات:

- أ. لين العظام.
- ب. هشاشة العظام .
- ج. كسور العظام.
- د. التهاب العظام.

7. ينتج بسبب تجمع حمض اللبنيك وبقية نواتج الأيض بالعضلة:

- أ. تمزق العضلات
- ب. إجهاد العضلات.
- ج. شلل العضلات.
- د. التهاب العضلات.

8. تفرزه العصبونات ،وينتقل بالدم ليؤثر على الأنسجة الهدف:

- أ. الناقل العصبي.
- ب. الهرمون التقليدي.
- ج. الهرمون العصبي.
- د. الهرمون الذاتي.

9. أي مما يأتي ليس من وسائل الاتصال الفيزيائي بين الخلايا:

- أ. المفاصل الفجوية.
- ب. الهرمون التقليدي.
- ج. الدسموسومات.
- د. المفاصل المحكمة.

10. الليسوسومات لها دور في:

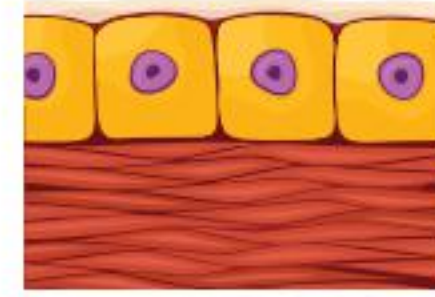
- أ. مراحل توليد الطاقة من الميتوكوندريا.
- ب. تصنيع البروتينات في ريبوسومات الشبكة الإندوبلازمية الخشنة.
- ج. تحليل العضيات التالفة وكذلك في الهضم الداخلي.
- د. إنتاج الريبوسومات داخل النوية.

11. الشكل المجاور هو لنسيج طلائي طبقي:

- أ. عمودي.
- ب. مكعبي.
- ج. حرشفي.
- د. انتقالي.



12. الشكل الذي يمثل النسيج الطلائي البسيط الحرشفي:



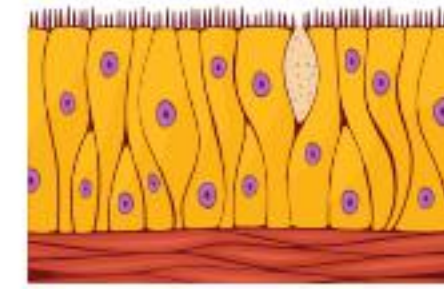
ج.



أ.

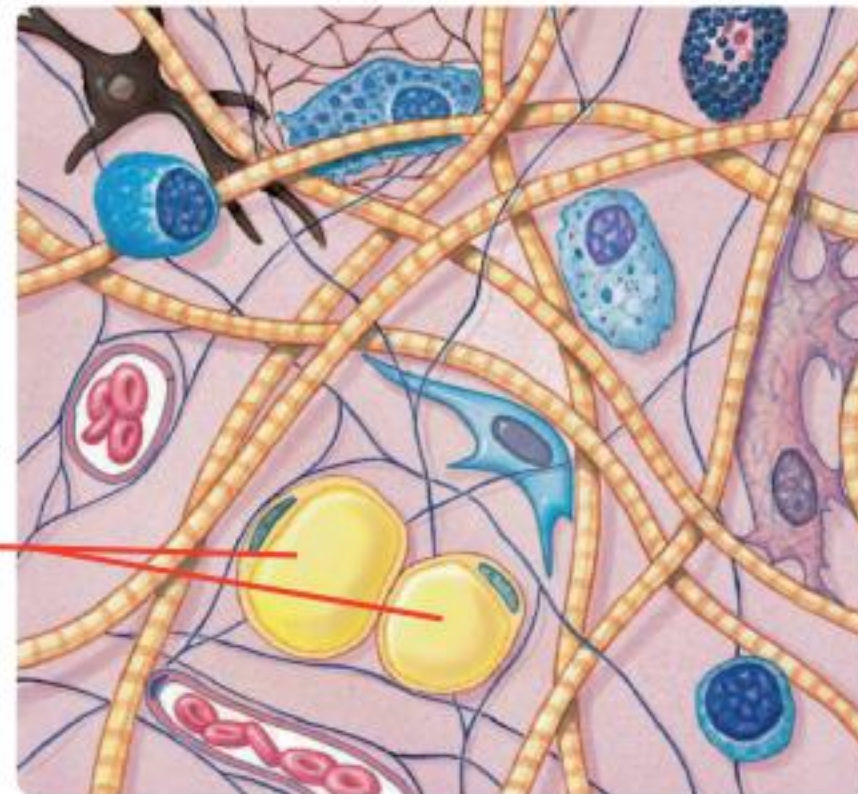


د.



ب.

13. وظيفة الخلية المشار إليها بالرقم (1) في الشكل المجاور الممثل لخلايا النسيج الضام الأصيل هي:

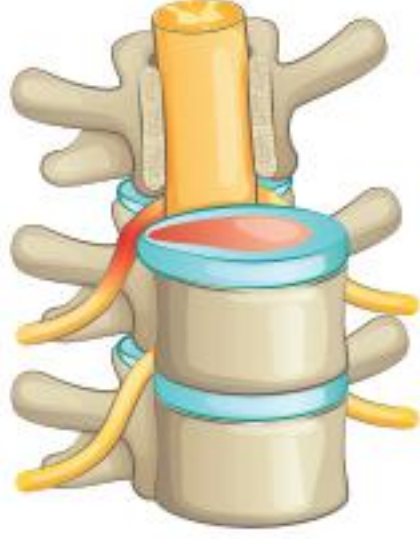


1

- أ. التهام البكتريا والمواد الضارة وتحليلها.
- ب. تخزين المواد الدهنية.
- ج. إفراز المواد المكونة للمصفوفة وألياف هذا النسيج.
- د. إفراز الأجسام المضادة المناعية.

14. تعد الأربطة مثال للنسيج الضام الأصيل الآتي:

- أ. الدهني.
- ب. الرخو.
- ج. المخاطي.
- د. الليفي.



15. ما الألياف الموجودة في غضروف العمود الفقري:

- أ. ألياف مطاطية مرنة.
- ب. لا توجد ألياف.
- ج. حزم من ألياف الكولاجين.
- د. ألياف شبكية.

16. لو حلت ألياف الكولاجين محل الألياف المطاطية في غضروف الأنف فإنه من المتوقع أن:

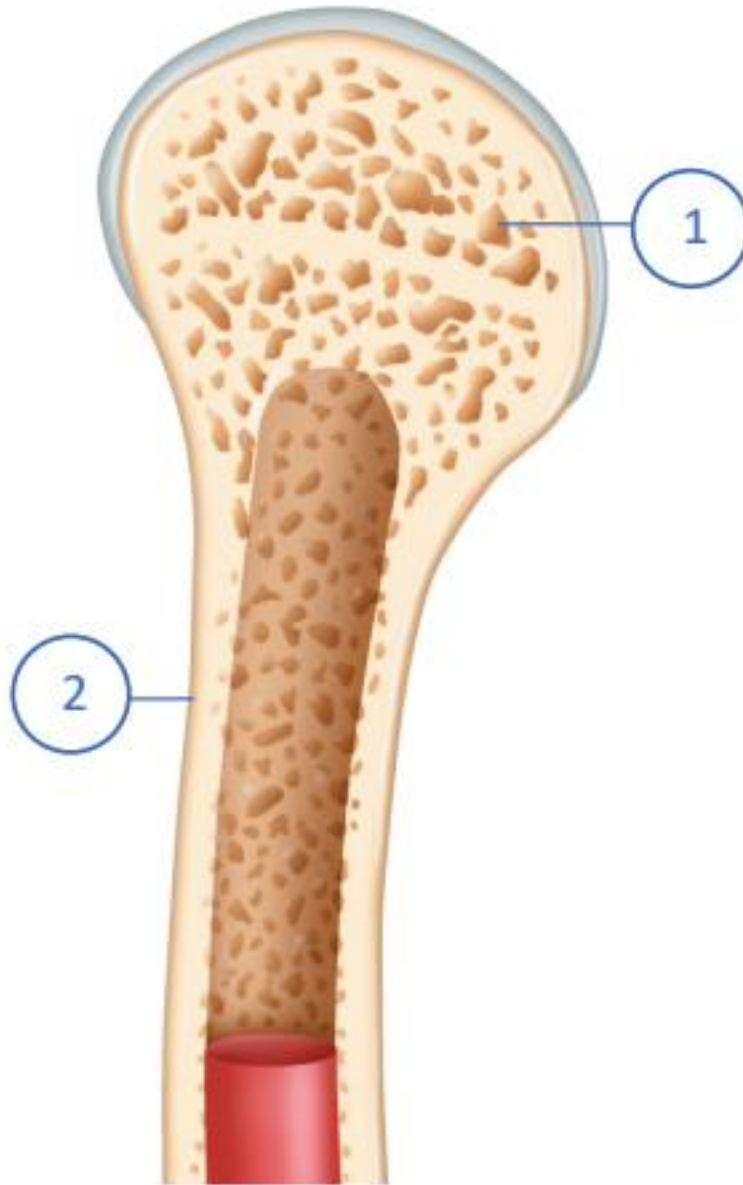
- أ. يكون الأنف أكثر ملائمة؛ لأنه سيزداد صلابة.
- ب. سيسهل تنظيفه وغسله.
- ج. لن يتغير شيء؛ فكلاهما سيؤدي الوظيفة نفسها.
- د. سيصعب تنظيفه وغسله.

مستعيناً بالشكل المجاور أجب عن السؤال (17) و(18):

17. نسبة مساحة السطح المشار إليه بالرقم (1) مقارنةً بمساحة سطح

الجزء المشار له بالرقم (2) هي:

- أ. الضعف.
- ب. أربعة أضعاف.
- ج. عشرة أضعاف.
- د. عشرون ضعفاً.



18. الجزء المشار إليه بالرقم (2) يمثل من مجموع عظام جسم الإنسان:

- أ. (20%).
- ب. (40%).
- ج. (60%).
- د. (80%).

19. ما متوسط كمية الدم في جسم الإنسان البالغ ؟

- أ. خمسة لترات.
- ب. سبعة لترات.
- ج. تسعة لترات.
- د. أحد عشر لترًا.

20. العضلات التي تنقل الغذاء عبر المريء إلى المعدة هي عضلات :

- أ. إرادية.
- ب. هيكلية.
- ج. مخططة.
- د. ملساء.

21. خلايا العضلات الموجودة في رمش العين هي:



أ.

ج.



د.



ب.

22. موجودة في سيتوبلازم الخلية وتستجيب لجزيئات الروابط الكارهة للماء العابرة لغشاء البلازما وتسمى:

- أ. مستقبلات سطح الخلية؛ كمستقبلات الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية.
- ب. المستقبلات الداخلية؛ كمستقبلات الهرمونات الستيرويدية وهرمونات الدرقية.
- ج. مستقبلات الرسل الكيميائية عديدة الببتيد.
- د. خلية لا تملك مستقبلات.

السؤال السادس: قارن بين المفاصل المحكمة والمفاصل الضجوية.

.....

.....

.....

السؤال السابع: قارن بين الخلايا العصبية والخلايا الدبقية.

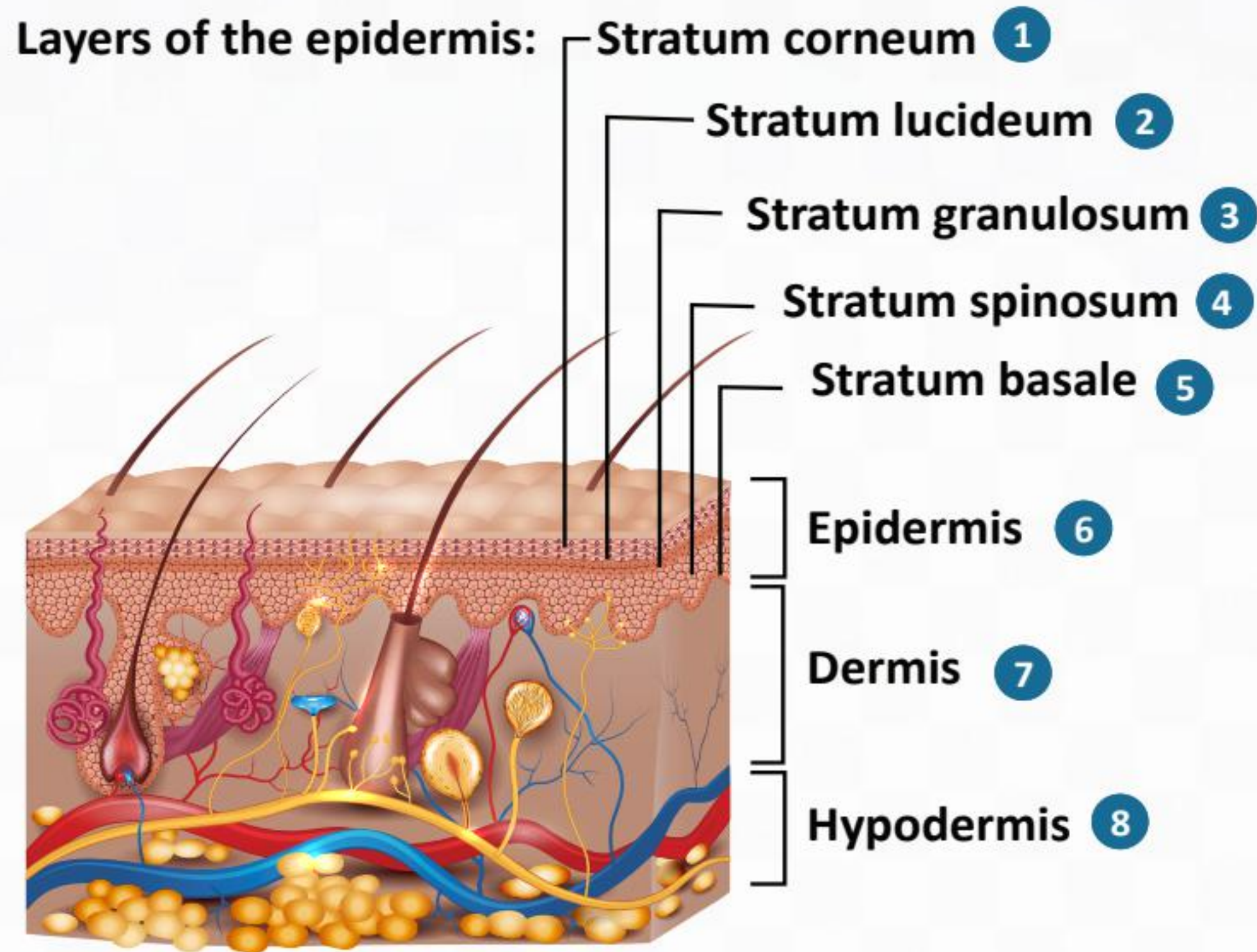
.....

.....

.....

الفصل الثالث

الجهاز الغطائي «الجلد» (The Integumentary system)



الفكرة العامة للفصل:

الجلد جزء من نظام غلافي، ويُعدُّ أكبر عضو في جسم الإنسان، وهو الحاجز الرئيس بين داخل الجسم وخارجه. ويتكون الجلد من ثلاث طبقات هي: البشرة، الأدمة، والأدمة التحتية.

الأفكار الرئيسة للفصل:

3-1 بنية جلد الإنسان (Human Skin Structure).

الفكرة الرئيسة مفهوم الجلد وأهميته لجسم الإنسان.

3-2 الشعر ولون جلد الإنسان (Hair and Human Skin Color).

الفكرة الرئيسة يتفاوت لون جلد الانسان في درجاته، كما يعمل الشعر على حماية الجسم من العديد من المؤثرات.

3-3 غدد الجلد وأمراضه (Skin Glands and Diseases).

الفكرة الرئيسة يتكون الجسم من الغدد الجلدية العرقية والغدد الدهنية التي قد تتأثر بالعديد من الأمراض.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **التعرف** على أهمية مكونات الجلد.
- **تعريف** مفهوم الجلد عند الإنسان.
- **تحديد** تراكيب جلد الإنسان.
- **تلخيص** وظائف جلد الإنسان.
- **تفسير** تفاوت لون الجلد بين البشر.
- **التعرف** على وظائف الشعر في جسم الإنسان.
- **تعداد** أهم الأمراض المتعلقة بالجلد.





بنية جلد الإنسان (Human Skin Structure)

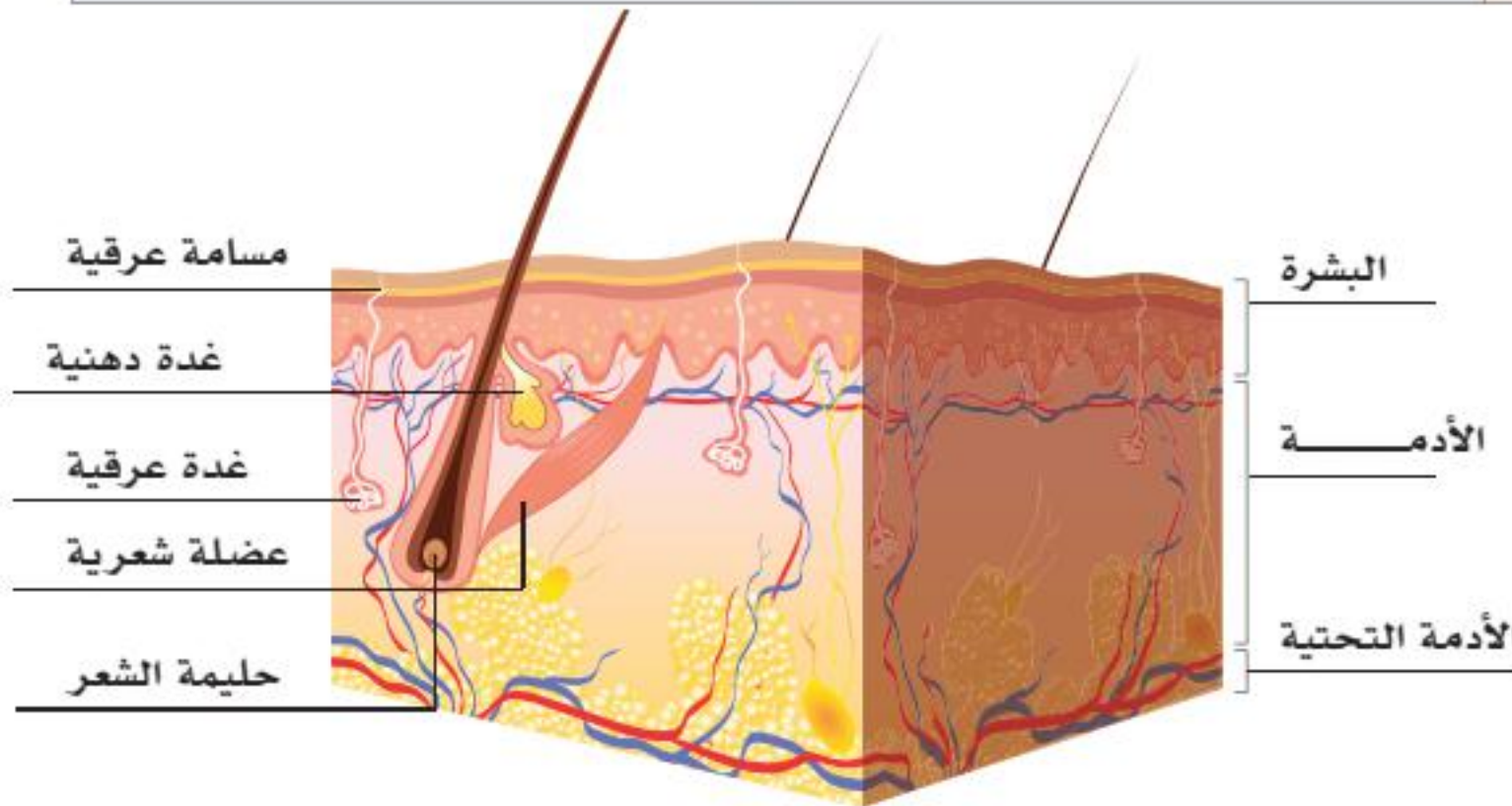
3-1

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أحدد تركيب أجزاء الجلد في جسم الإنسان.
- أعرف مفهوم الجلد عند الإنسان.
- أصف بنية جلد الإنسان.
- أحدد وظائف جلد الإنسان.

المفاهيم

Epidermis	طبقة البشرة
Dermis	الأدمة
Desmosomes	الدسموسومات
Keratin	الكيراتين
Melanocytes	الخلايا الصبغية
Keratinocytes	الخلايا الكيراتينية



الشكل (3-1): مكونات الجلد.

تمهيد: الجلد جزء من نظام غلافي، ويُعدُّ أكبر عضو في جسم الإنسان، وهو الحاجز الرئيس بين داخل الجسم وخارجه. ويتكون الجلد من ثلاث طبقات؛ هي البشرة (Epidermis)، والأدمة (Dermis)، والأدمة التحتية (Hypodermis). انظر الشكل (3-1).

مكونات الجلد:

■ **البشرة (Epidermis):** الطبقة الأولى والخارجية من الجلد هي البشرة؛ وهي ظاهرة حشرافية طبقية تحتوي على أربع طبقات أو خمسٍ حسب موقعها:

■ **الطبقة القاعدية (طبقة الخلايا القاعدية):** هذه الطبقة هي الأعمق والأقرب إلى الأدمة، وهي نشطة من الناحية الانقسامية، وتحتوي الخلايا الصبغية (Melanocytes)، وصفاً واحداً من الخلايا الكيراتينية (Keratinocytes). الخلايا الصبغية نوعٌ من الخلايا المسؤولة عن إنتاج مادة الميلانين، وهي مادة تمنح البشرة لونها. تتطور الخلايا الكيراتينية من هذه الطبقة وتنضج أثناء انتقالها لأعلى؛ لتكوين الطبقات المتبقية. ومن أهم وظائف هذه الطبقة والخلايا الصبغية حماية الجسم من الأشعة فوق البنفسجية.



■ **الطبقة الشائكة (طبقة الخلايا الشائكة):** وهي الطبقة الثانية من طبقات بشرة الجلد، وهذه الطبقة تتكون من عدة طبقات من الخلايا متعددة الأضلاع (Polygonal cells)، وتتصل هذه الخلايا ببعضها بواسطة مناطق اتصال بين كل خلية وأخرى اسمها الديسموسومات (Desmosomes) تسمح للخلايا بالبقاء مرتبطة ببعضها بإحكام، كما أن هذه الديسموسومات تظهر مثل الأشواك بين الخلايا إذا صُغت؛ ولهذا تسمى هذه الخلايا بالخلايا الشائكة التي تكون طبقة الخلايا الشائكة، وتشبه هذه الخلايا في ترابطها "العمود الفقري" من الناحية المعمارية، وتصنع الخلايا الشائكة أليافاً تسمى الكيراتين الخلوي (Cytokeratin) تساعد على بقاء الخلايا متماسكة ومتراصة.

■ **الطبقة الحبيبية (طبقة الخلايا الحبيبية):** تحوي هذه الطبقة الرقيقة عدة طبقات من الخلايا تحوي على حبيبات غنية بالدهون، وخلايا هذه الطبقة تبدأ في الموت وتفقد نواتها؛ حين تبعد عن العناصر الغذائية الموجودة في الأنسجة العميقة. هذه الحبيبات دهنية تمنع الماء من الدخول من الخارج إلى داخل الجسم، ومن أهم وظائفها أنها تمنع فقدان السوائل من الداخل إلى خارج الجسم.

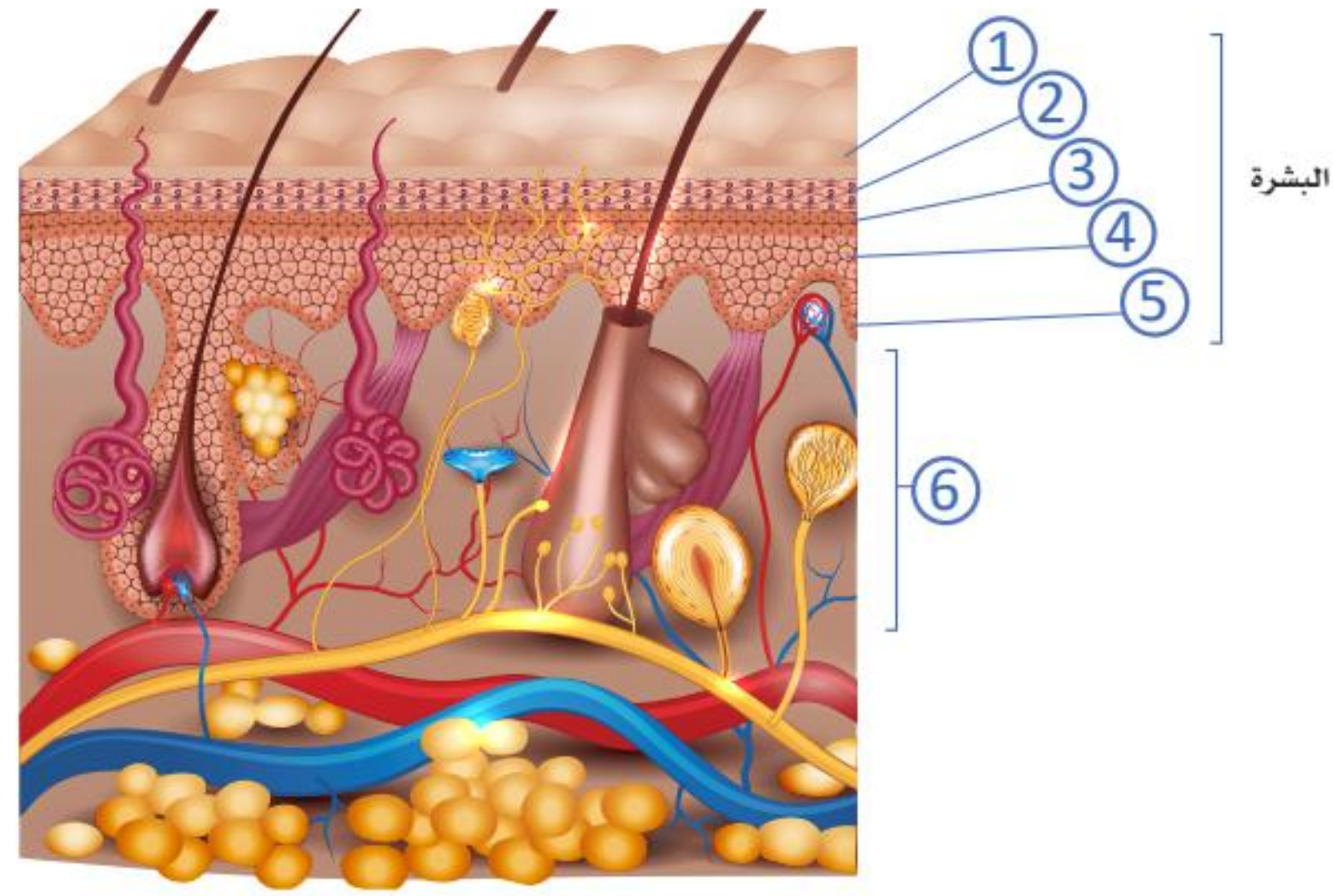
■ **الطبقة الصافية:** تحتوي هذه الطبقة على مادة دهنية؛ ولهذا تمنع الماء من الدخول إلى الجلد، وتوجد هذه الطبقة فقط في الجلد السميك لباطن القدم وراحة اليد، وتتكون -في الغالب- من خلايا ميتة. تتمثل وظيفتها في حماية المناطق الأكثر شيوعاً للإصابة بالأضرار مثل راحة اليد والأصابع الجانبية وأسفل القدمين، وهي طبقة إضافية من الجلد.

■ **الطبقة القرنية (طبقة الكيراتين):** هي الطبقة الخارجية من البشرة. وتعمل هذه الطبقة الكيراتينية كطبقة واقية بسبب محتوى التقرن والدهون، وأهم وظائف هذه الطبقة السماح بتنظيم فقدان الماء عن طريق منع تبخر السوائل الداخلية؛ مما يساعد على أن يبقى الجلد رطباً. وتستطيع الخلايا أن تمتص الماء -أيضاً- فتبقى الجلد رطباً. ولهذا نرى الجلد يكون طيات متعددة وبأوجه مختلفة على أصابع القدم واليد حين تبقى مدة طويلة في الماء.

■ **الأدمة (Dermis):** تحت البشرة تكمن الأدمة، وهي طبقة سميكة من النسيج الضام تتكون من الكولاجين والألياف المطاطية المرنة مما يمنح الجلد القوة والمرونة معاً، وتحوي الأدمة -أيضاً- على نهايات عصبية وأوعية دموية وتركيبات ملحقة؛ مثل جراب الشعر والغدد العرقية والغدد الدهنية، وتنشئ الطبقة القمية من الأدمة لتشكيل حليمات تمتد إلى البشرة مثل نتوءات صغيرة تشبه الأصابع ويشار إليها باسم الأدمة الحليمية، بينما يشار إلى الطبقة السفلية من الأدمة باسم الأدمة التحتية (Hypodermis). للأدمة وظائف عديدة مهمة؛ منها حماية الجسم من الأذى والضرر، ودعم البشرة وحمايتها، والشعور بأحاسيس مختلفة؛ وإفراز العرق وقت الحاجة؛ وإنتاج الشعر.

نشاط (3-1) تثبيت المفاهيم الرئيسية:

في الشكل أدناه أكمل المطلوب في الجدول لكل تركيب مشار إليه برقم.

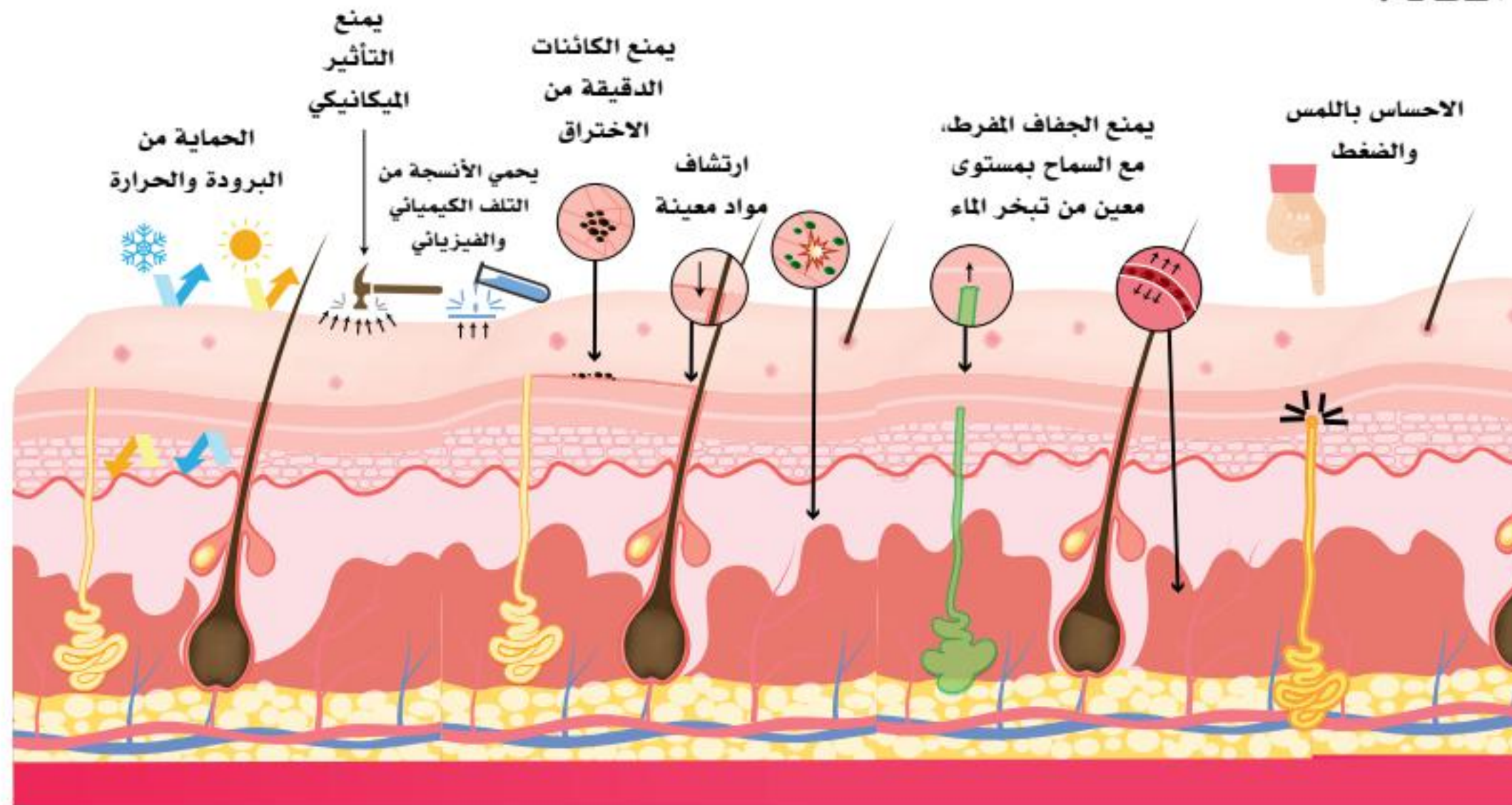


الرقم	الاسم	المطلوب
1		ما أهميتها؟
2		ما أهميتها؟ وأين توجد؟
3		لماذا سميت بهذا الاسم؟ وما أهميتها؟
4		لماذا سميت بهذا الاسم؟ وكيف ترتبط خلاياها ببعضها؟
5		ما نوع ووظيفة الخلايا التي تحويها؟
6		أين تقع وما التراكيب التي تحويها؟

وظائف الجلد:

هناك وظائف عديدة ومهمة للجلد؛ منها: انظر الشكل (3-2)

- **الإحساس:** يحتوي الجلد على أنواع عديدة من المستقبلات المختلفة التي تستشعر الألم، ودرجة الحرارة، والضغط، واللمس.
- **التنظيم الحراري:** تساعد الشعيرات الدموية والغدد العرقية في تنظيم درجة حرارة الجسم للحفاظ على التوازن الحراري؛ فعند ارتفاع درجة حرارة الجو -كما يحدث في فصل الصيف خصوصاً في المناطق الجافة- يبدأ مركز التحكم بالحرارة بإرسال إشارات عصبية للغدد العرقية لتفرز العرق مما يقلل من درجة حرارة الجسم وإرجاعه إلى الوضع الطبيعي.
- **الحماية:** يعمل الجلد كحاجز بين داخل الجسم وخارجه ضد العدوى؛ لأنه يمنع دخول المواد الضارة إلى داخل الجسم؛ مثل الجراثيم وبعض المركبات السامة، ويحمي من الإجهاد الكيميائي، والإجهاد الحراري، والأشعة فوق البنفسجية.
- **التمثيل الغذائي:** الأنسجة الدهنية في الجلد تلعب دوراً حيوياً في تخزين الدهون وإنتاج فيتامين "د"؛ وذلك عندما يتحول فيتامين "د" الخامل إلى مركبات نشطة من فيتامين "د" (Vitamin D)؛ حيث تمتصها الدورة الدموية، وتوزعها على أنحاء الجسم المختلفة.
- **التخلص من المواد الضارة على الجسم:** مثل الأملاح الزائدة وذلك بواسطة الغدد العرقية التي قد تفرز في بعض الحالات أكثر من لترين من السوائل خلال ساعة من الزمن؛ وذلك تحت ظروف معينة؛ مثل التمارين الشاقة في أجواء جافة.
- **مقاومة الصدمات:** يقوم الجلد بحماية الجسم من الضربات التي قد يتعرض لها جسم الإنسان؛ وذلك بسبب المرونة الخاصة التي تتميز بها طبقات الجلد.
- **يُعدُّ الجلد عاكساً للمؤثرات الخارجية والداخلية:** ويظهر التأثير في حالات عدة؛ مثل الارتباك، أو الفرح، أو الخوف، أو الإجهاد، وكذلك عند الإصابة ببعض الأمراض الداخلية التي قد تظهر بعض أعراضها على سطح الجلد؛ مما يساعد في تشخيص المرض ومعرفته؛ ومن ثم تقرير العلاج المناسب حسب الحالة.



الشكل (3-2): وظائف الجلد.

الجزء العملي (3-1):



◀ الأدوات والمواد اللازمة:

- شريحة للجلد السميك (من راحة اليد).
- شريحة للجلد الرقيق باستعمال المجهر الضوئي.

◀ خطوات العمل:

- املاً بطاقة السلامة.
- افحص شريحة للجلد السميك (من راحة اليد) تحت المجهر باستعمال القوة الكبرى.
- افحص شريحة للجلد الرقيق تحت المجهر باستعمال القوة الكبرى.
- سجل ما تلحظه.
- خلال الفحص قارن بين الجلد السميك والرقيق. دوّن ملحوظاتك.

◀ كم طبقة في نسيج البشرة يُتوقع أن تجد في شريحة قطاع الجلد من راحة اليد؟

◀ هل شاهدت غددًا دهنية؟ أو شعراً؟



1. ضع المصطلح العلمي أدناه أمام ما يناسبه في الجدول الآتي:
(الجلد - الخلايا الصباغية - الطبقة الصافية - الديسموسومات - الأدمة - الطبقة الحبيبية).

طبقة سميكة في الجلد من النسيج الضام تحوي الكولاجين والألياف المطاطية المرنة، ونهايات عصبية، وأوعية دموية، والغدد العرقية، والغدد الدهنية.	
من طبقات البشرة التي توجد فقط في الجلد السميك لباطن القدم وراحة اليد، وتتكون في الغالب من خلايا ميتة. مهمة في حماية المناطق الأكثر شيوعاً للإصابة بالأضرار.	
تحوي حبيبات دهنية تمنع الماء من الدخول من الخارج إلى داخل الجسم، ومن أهم وظائفها أنها تمنع فقدان السوائل من الداخل إلى خارج الجسم.	
نوع من الخلايا المسؤولة عن إنتاج مادة الميلانين، تمنح البشرة لونها.	
أجسام تربط الخلايا ببعضها بإحكام وتشبه "العمود الفقري" من الناحية المعمارية.	
جزء من نظام غلافي، ويعد أكبر عضو في جسم الإنسان، وهو الحاجز الرئيس بين داخل الجسم وخارجه.	

2. ماذا سيحدث لو افترضنا أن الجلد مكون من نسيج طلائي بسيط؟

.....

.....

.....

.....

3. اعمل بحثاً باستعمال مصادر المعلومات في مكتبة المدرسة والإنترنت تثبت فيه أن الجلد من خطوط الدفاع الأولى في جسم الإنسان.



الشعر ولون جلد الإنسان (Hair and Human Skin Color)

3-2

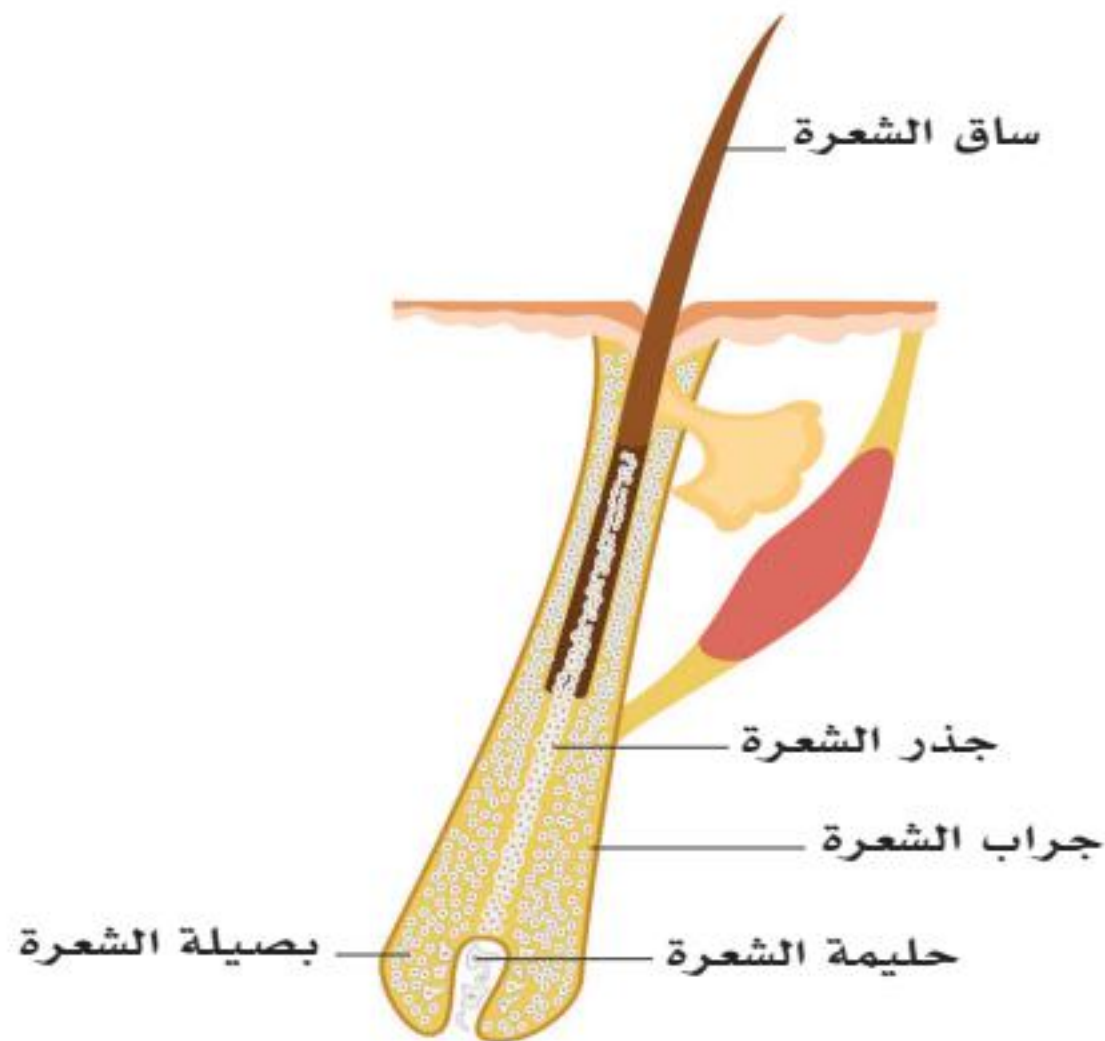
الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أفسر تفاوت لون الجلد بين البشر.
- أحدد تركيب الشعرة.
- أقارن بين أنواع الشعر.
- أصف وظائف الشعر في جسم الإنسان.

المفاهيم

Keratinised Epithelial Cells	الخلايا الطلائية الكيراتينية
Hair follicle	جراب الشعرة
Hair Bulb	بصيلة الشعرة

تمهيد: قال الله تعالى: ﴿وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَخَلْقَ السِّنِّكُمْ وَالْوَنُكُمُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّلْعَالَمِينَ ٢٢﴾ (1).
يتفاوت لون جلد الإنسان في درجاته من اللون الأسود إلى اللون الأبيض، ويعتمد ذلك بصورة رئيسة على كمية الميلانين الذي يتكون بواسطة الخلايا الصباغية (Melanocytes) الموجودة بالجلد، وكثرته تؤدي إلى أن تصبح البشرة غامقة اللون، وقلته تجعل البشرة فاتحة اللون، والميلانين بالجلد يلعب دوراً مهماً في تنظيم كمية الأشعة فوق البنفسجية المخترقة للبشرة، لذلك فإن ذوي البشرة الداكنة أكثر مقاومة لأثر أشعة الشمس من ذوي البشرة الفاتحة. ويعتمد لون البشرة (أو جلد الإنسان) على عدد حبيبات الميلانين بالخلايا كيراتينوسايت (Keratinocytes).



الشكل (3-3): التركيب التشريحي للشعرة.

تركيب الشعرة (بنية الشعرة):

تتكون الشعرة من:

- ساق الشعرة (Hair shaft).
- جذر الشعرة (Hair root).
- جراب الشعرة (Hair follicle).

كما في الشكل (3-3).

(1) سورة الروم، الآية رقم 22.

بنية ساق الشعرة وجذرها:

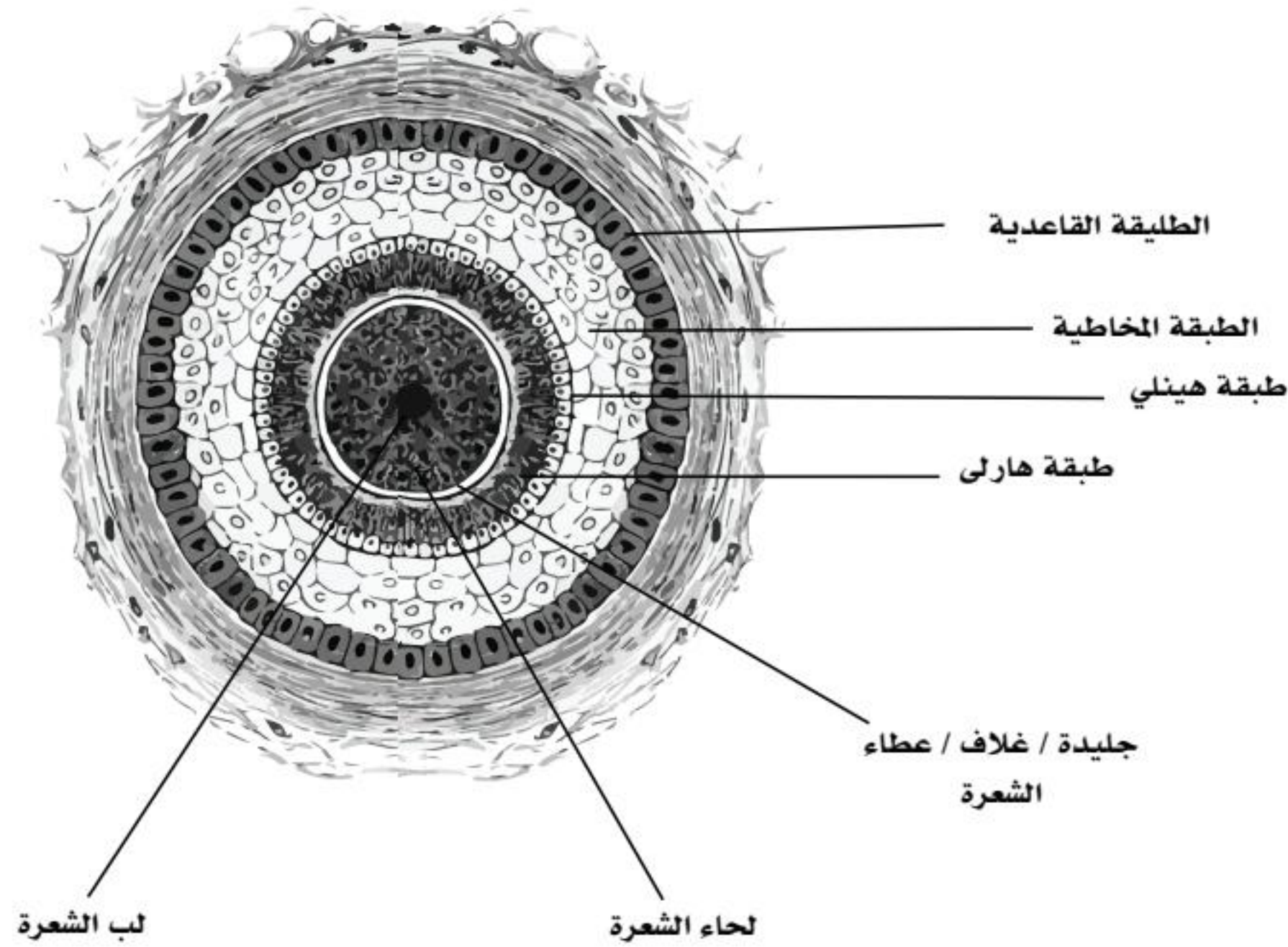
يتكون ساق الشعرة وجذرها من ثلاث طبقات متداخلة من الخلايا الطلائية المتقرنة (Keratinised Epithelial Cells)، وهذه الطبقات هي:

1. نخاع الشعرة: يوجد في مركز الشعرة، وخلاياه، ويوجد بها حبيبات الميلانين.
2. لحاء الشعرة: وهو الطبقة الوسطى التي تحيط بنخاع الشعرة، وتحتوي خلايا هذه الطبقة على حبيبات الميلانين.
3. الجليدة (قشرة الشعرة الخارجية): وهي الطبقة الخارجية للشعرة.

جراب الشعرة (Hair follicle):

هو امتداد أنبوبي من بشرة الجلد إلى أدمة الجلد ويحيط بجذر الشعرة؛ انظر الشكل (3-4)، ويتكون جراب الشعرة من الطبقات الآتية:

- غمد الجذر الخارجي: يمتد من البشرة حتى بصيلة الشعرة، ويمثل الطبقة الخارجية من جراب الشعرة.
- غمد الجذر الداخلي: يتكون من ثلاث طبقات:
- طبقة هينلي: الطبقة الخارجية.
- طبقة هارلي: الطبقة الوسطى.
- الطبقة القشرية: الطبقة الداخلية.



الشكل (3-4): قطاع عرضي لطبقات جريب الشعر.

إثراء:

- تفتح الغدة الدهنية في الجزء العلوي من جراب الشعرة.
- العضلة الناصبة للشعرة تتكون من خلايا عضلية ملساء ترتبط بجراب الشعرة، ويؤدي انقباضها إلى إفراغ محتويات الغدة الدهنية المجاورة لها.

بصلة الشعرة: (Hair Bulb):

هي الجزء السفلي المنتفخ من جذر الشعرة الذي يشبه الفنجان المقلوب، ويحيط بحليمة الشعرة الممتدة من أدمة الجلد، وهو الجزء المسؤول عن نمو الشعرة.

انتشار الشعر بجسم الإنسان:

يوجد الشعر في جميع أجزاء الجسم ما عدا بعض الأماكن؛ مثل الشفاه، باطن القدم، راحة اليد، والأعضاء التناسلية الخارجية.

ربط مع العلم الجنائي



تُعد بصمة الشعر خير شاهد على المتهمين بارتكاب الجرائم؛ لأنها من الأدلة القوية التي لا تتعرض للتلف مع الوقت، فيمكن من خلالها التعرف على هوية الضحية أو المجرم من خلال التعرف على وجود الشعر البشري، وخصائصه، ومميزاته، وألوانه، وتركيبه، ومكوناته.

أنواع الشعر:

م	الشعر النهائي الدائم	الشعر الزغبي الخفيف
1	هو شعر أكثر كثافة ولوناً.	أقل كثافة ولوناً.
2	يوجد في منطقة فروة الرأس والحوارب والرموش.	يغطي باقي أجزاء الجسم عند الولادة، أما في مرحلة البلوغ يتحول بعض من هذا الشعر الزغبي إلى شعر نهائي قوي سميك وطويل بفعل الهرمونات الجنسية؛ مثل الأندروجين.
3	يوجد به ميلانين.	لا يوجد به ميلانين.

نشاط (2-3) التفكير الناقد:

كيف سيكون شكل الجلد وملامحه لو لم يحوي الغدد الدهنية؟

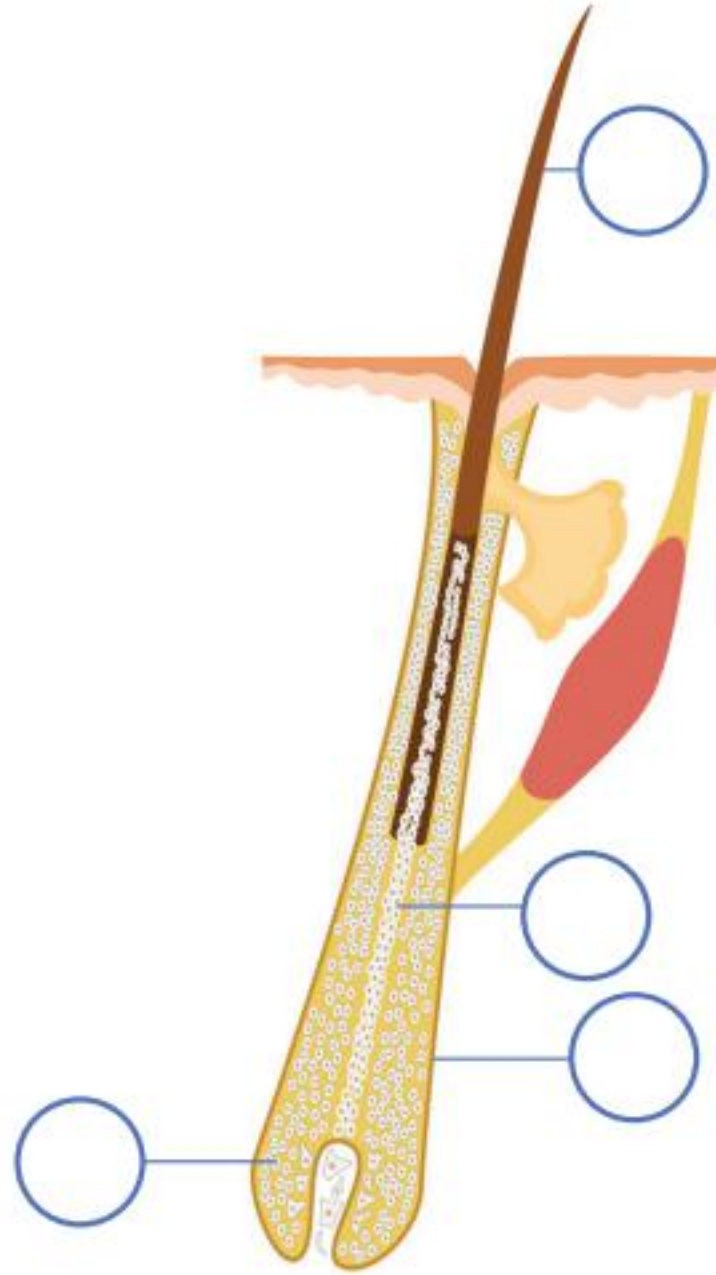
وظائف الشعر:

- حماية الإنسان من حرارة الشمس العالية، أو البرودة الشديدة.
- حماية الرأس من الأشعة فوق البنفسجية الضارة.
- حجز الحرارة بين خصلات الشعر، وتقليل الفاقد الحراري من الجسم في الأيام الباردة.
- شعر الحاجبين يحمي العينين من دخول العرق المحمل بالأملاح، وذرات الغبار المتطايرة أو الملوثة.
- الرموش تساعد في وضوح الرؤية؛ حيث إنها تقي العين من الذرات المتطايرة.

1. قارن بين الشعر النهائي الدائم والشعر الزغبي الخفيف.

م	الشعر النهائي الدائم	الشعر الزغبي الخفيف
1		
2		
3		

2. اكتب اسم التركيب أمام الوصف المناسب لبنية الشعرة ثم حددها بالأرقام:



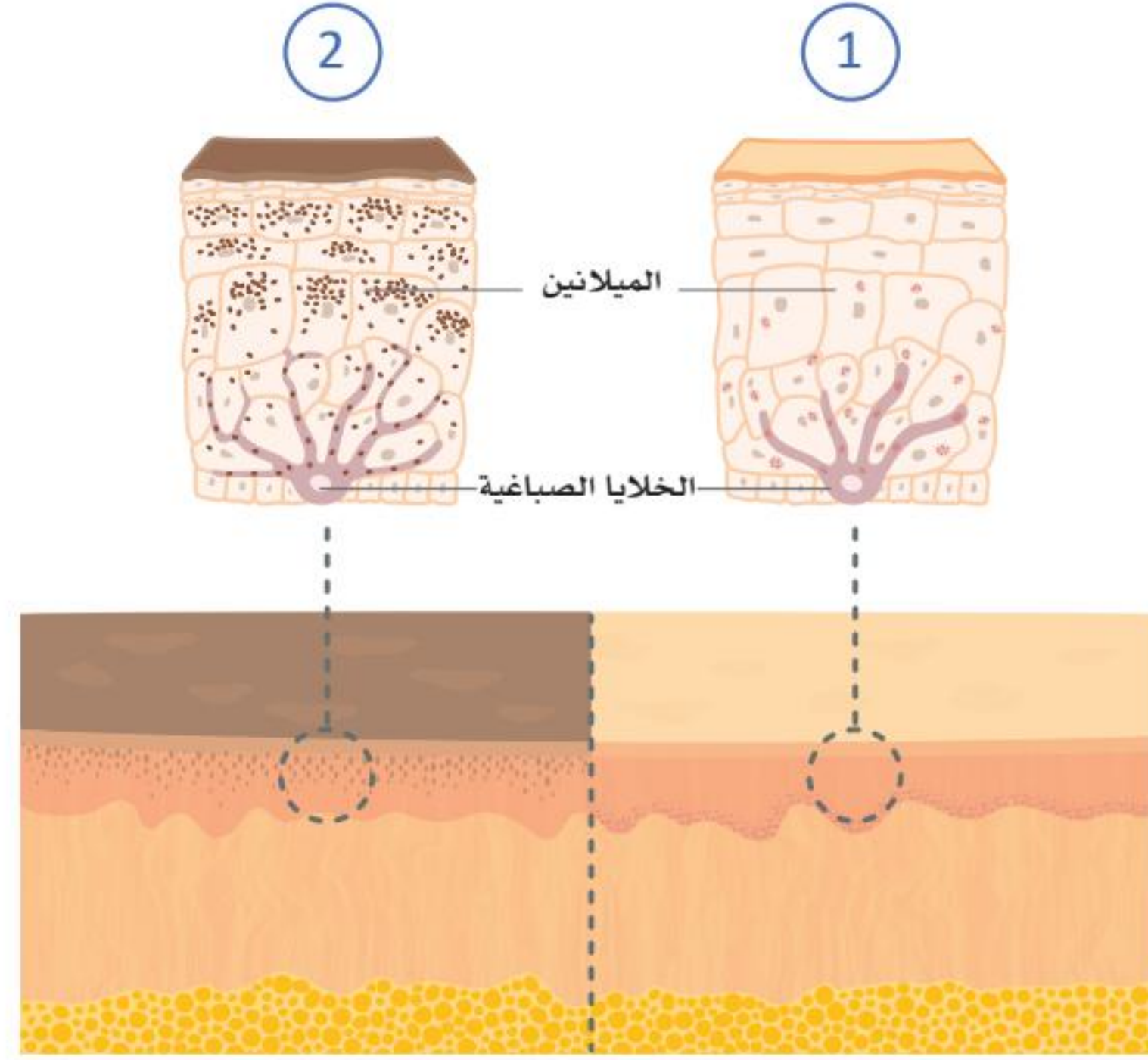
1. (.....) الجزء المنتفخ بالطرف العميق من جذر الشعرة والمسؤول عن نمو الشعرة.

2. (.....) جزء الشعرة البارز فوق سطح الجلد.

3. (.....) هو امتداد أنبوبي من بشرة الجلد إلى أدمة الجلد ويحيط بجذر الشعرة.

4. (.....) هو جزء الشعرة الموجود داخل الجلد ويحاط بجراب الشعرة.

3. أي البشريتين أكثر مقاومة وتنظيمًا لكمية أشعة الشمس فوق البنفسجية المخترقة للبشرة؛ شكل (1) أم (2)؟ ولماذا؟



.....

.....



غدد الجلد وأمراضه (Skin Glands and Diseases)

3-3

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف غدد الجلد.
- أقارن بين الغدد العرقية المفرزة والغدد العرقية قمية الإفراز.
- أعدد أهم الأمراض المتعلقة بالجلد.

المفاهيم

Sweat glands	الغدد العرقية
Sebaceous glands	الغدد الدهنية

تمهيد: الجلد أكبر أعضاء جسم الإنسان، ويمثل درعاً واقياً يمنع وصول الأجسام الغريبة بمختلف أنواعها إلى الجسم، ويحميه من الأشعة الضارة. والجسم يتعاون مع الدماغ للحفاظ على درجة حرارته في حدود 37 درجة تقريباً، عبر طريقة عظيمة ومعجزة، لتبريد حرارة الجسد وطرح السوائل في الخارج. ويؤدي الجلد دوره كوحدة تبريد مميزة، فمن دونها يمكن أن ترتفع درجة حرارة أعضائنا الداخلية؛ مما يؤدي إلى خلل بالتوازن الحراري في الجسم. وهذه الوظائف تتم من خلال غدد الجلد التي تنقسم إلى نوعين:

أولاً: الغدد العرقية (Sweat glands):

■ الغدد العرقية المفرزة (Eccrine sweat glands):

هي النوع الأكثر انتشاراً من الغدد العرقية، وتوجد في الجلد في معظم مناطق الجسم، وإفرازاتها تفتح مباشرة على سطح الجسم، وهذه الإفرازات تتكون بصورة أساسية من الماء، ويوجد بها بعض الشوارد؛ مثل الصوديوم والبوتاسيوم، وتلعب هذه الغدد دوراً مهماً في تنظيم درجة حرارة الجسم، كما لها وظيفة إخراجية لبعض المواد. إذ تتمثل الوظيفة الأساسية للغدد العرقية في الحفاظ على درجة حرارة الجسم الأساسية عند (37) درجة مئوية -تقريباً- عن طريق إفراز العرق في بيئة ساخنة، أو أثناء النشاط البدني. تُحفّز الغدد العرقية عن طريق الخلايا العصبية، وبالتالي يُتحكّم في عملية التعرق بواسطة الجهاز العصبي المركزي.

■ الغدد العرقية قمية الإفراز (Apocrine sweat glands):

توجد هذه الغدد في منطقة الإبطين ومنطقة العانة وحول فتحة الشرج وكيس الصفن، وإفرازات هذه الغدد تصب في جراب الشعرة، ومن ثم تصل إلى سطح الجلد، ومع أن هذه الإفرازات عديمة اللون والرائحة إلا أنها تصبح كريهة الرائحة بفعل البكتيريا عليها، وتبدأ هذه الغدد في النشاط في سن البلوغ.



ثانيًا: الغدد الدهنية (Sebaceous glands):

توجد الغدد الدهنية في الجلد في جميع أجزاء الجسم ما عدا جلد راحة اليد وباطن القدم، وتفتح الغدة الدهنية بقناة -عادةً- في الجزء العلوي من جراب الشعرة، وتقع الغدة الدهنية في منطقة الأدمة محصورة بين جراب الشعرة والعضلة الناصبة للشعرة. تحوي إفرازات الغدد الدهنية في الجلد نسبةً عاليةً من الدهون؛ لذلك فهي زيتية القوام، وتلعب هذه الإفرازات دورًا مهمًا في حماية الجلد من البكتيريا والفطريات.

الأمراض الأساسية المتعلقة بالجلد:

■ أمراض الجلد البكتيرية (Bacterial skin diseases):

- التهاب الجلد البكتيري: مثل القوباء؛ وهو مرض بكتيري يصيب الجلد وتسببه نوع من البكتيريا، وتظهر الإصابة على شكل تقرحات حمراء على الجلد.
- الدمامل: هي عدوى بكتيرية تصيب الجلد وتسببها بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية (Staphylococcus aureus)، وتمتلئ الدمامل بمواد صديدية.
- قرحة الفراش (Bed sores): تنتج قرحة الفراش نتيجة الضغط لفترات طويلة على الجلد المواجه لبروزات العظام مما يؤدي إلى نقص تدفق الدم إلى الجلد والأنسجة في هذه المناطق وبالتالي تموت الأنسجة.

■ أمراض فطرية:

- سعفة القدم (Tinea pedis): وهذا المرض الفطري يصيب الجلد في المنطقة بين أصابع القدمين خاصة في الرياضيين.
- السعفة المبرقشة (Tinea versicolor): مرض فطري يصيب أماكن متعددة من الجسم وعادة ما يظهر على شكل بقع بالجلد.
- سعفة فروة الرأس: مرض فطري يصيب فروة الرأس.

■ أمراض طفيلية:

مثل الجرب؛ وينتج من انتقال طفيل العث من شخص مصاب إلى شخص معافى ويسبب حكة شديدة.

■ أمراض فيروسية:

- الهربس (Herpes): عدوى فيروسية تحدث طفح جلدي.
- الحصبة الألمانية (German measles): عدوى فيروسية تحدث طفح جلدي.
- الجدري المائي (Chicken pox): هو عدوى فيروسية يسبب حكة وطفحاً جلدياً مع بثور صغيرة مملوءة بالسوائل.
- الثآليل (Warts): الثآلول هو نمو حميد (ليس سرطانياً) ويحدث نتيجة للإصابة بعدوى فيروسية.

■ أمراض الحساسية:

- الأكزيما: مرض يصيب كل الأعمار والأطفال بشكل أكبر يؤدي إلى جفاف الجلد ويثير الحكة؛ إلا أنه غير معدي.

■ أمراض مناعية:

- الصدفية (Psoriasis): هي تهيج مزمن يصيب الجلد ويتميز بوجود بقع حمراء بارزة وقشور فضية، وقد يكون للجهاز المناعي دورٌ في حدوثه.

■ أمراض وراثية:

- البرص (المَهَق) (Albinism): هو مرض وراثي يحدث فيه انعدام كلي لإنتاج صبغة الميلانين -أو قلتها- في الجلد والشعر والعينين.

■ أمراض جلدية أخرى:

- حروق شمسية (Sunburn): هو احمرار الجلد وتضرره نتيجة التعرض لأشعة الشمس لفترة طويلة.
- البهاق (Vitiligo): هو مرض جلدي ينتج من فقدان صبغة الميلانين في عدة مناطق من الجلد مسبباً بقعاً بيضاء، وقد يرجع ذلك إلى مشكلة في الجهاز المناعي لكن السبب لا يزال غير واضح.
- سرطان الجلد (Skin cancer): نمو غير طبيعي لخلايا الجلد التي تتعرض للشمس غالباً.



1. مستعيناً بالشكل أدناه قارن بين الغدد العرقية وفق المطلوب في الجدول.

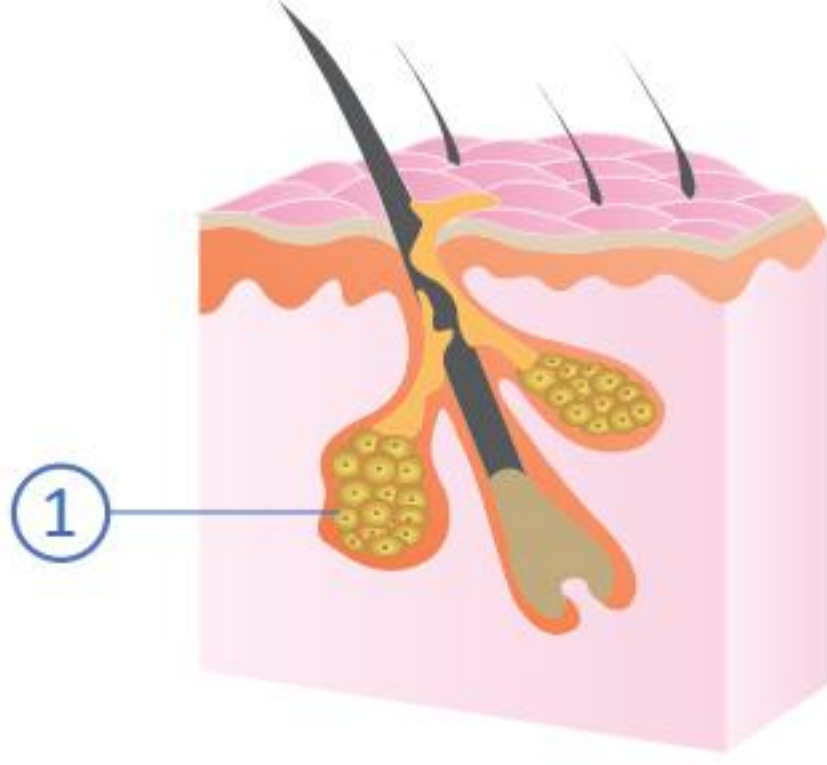
			المقارنة
الغدد العرقية المفرزة	الغدد العرقية قمية الإفراز	الغدد العرقية	
		مكان الوجود	
		مكان الإفراز	

2. ضع المصطلح العلمي أو اسم المرض أدناه أمام ما يناسبه من التعريفات الآتية:
(الجرب - الغدد العرقية المفرزة - القوباء - الغدد الدهنية - الغدد العرقية قمية الإفراز - البرص - البهاق - سعة القدم).

غدد توجد في الجلد في معظم مناطق الجسم، وإفرازاتها تفتح مباشرة على سطح الجسم، ومهمة في تنظيم درجة حرارة الجسم.	
غدد توجد في الجلد ما عدا راحة اليد وباطن القدم، وتفتح -عادةً- في الجزء العلوي من جراب الشعرة، وإفرازاتها مهمة في حماية الجلد من البكتيريا والفطريات.	
مرض فطري يصيب الجلد في المنطقة بين أصابع القدمين؛ خاصة في الرياضيين.	
مرض بكتيري يصيب الجلد، وتظهر الإصابة على شكل تقرحات حمراء على الجلد.	
غدد تصب إفرازاتها في جراب الشعرة، وتوجد في منطقة الإبطين والعانة وحول فتحة الشرج وكيس الصفن.	
مرض جلدي يسببه طفيل العث من شخص مصاب إلى شخص معافى، ويسبب حكة شديدة.	
مرض وراثي يحدث فيه انعدام كلي لإنتاج صبغة الميلانين -أو قلتها- في الجلد والشعر والعينين.	
فقدان صبغة الميلانين في عدة مناطق من الجلد مسبباً بقعاً بيضاء، وقد يرجع ذلك إلى مشكلة في الجهاز المناعي.	

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة:

1. الجزء المشار اليه بالرقم (1) في الشكل الآتي يوجد في جميع أجزاء الجسم عدا:



- أ. جلد راحة اليد وباطن القدم.
- ب. جلد فروة الرأس.
- ج. جلد الساق والفخذ.
- د. جلد الساعد والعضد.

2. من الأمراض الجلدية الفيروسية:

- أ. البهاق.
- ب. الجرب.
- ج. سعفة القدم.
- د. هربس "ب".

3. الطبقة الأعمق والأقرب إلى الأدمة هي:

- أ. قاعدية.
- ب. شائكة.
- ج. حبيبية.
- د. صافية.

4. امتداد أنبوبي من بشرة الجلد إلى أدمة الجلد ويحيط بجذر الشعرة:

- أ. بصيلة الشعرة.
- ب. جراب الشعرة.
- ج. ساق الشعرة.
- د. حليلة الشعرة.

5. الأكزيما مرض:

- أ. فيروسي.
- ب. بكتيري.
- ج. وراثي.
- د. من أمراض الحساسية.

6. أي الجمل الآتية لا تنطبق على مرض الصدفية :

- أ. تهيج مزمن يصيب الجلد.
- ب. يتميز بوجود بقع حمراء بارزة.
- ج. ظهور قشور فضية.
- د. قلة إنتاج صبغ الميلانين.

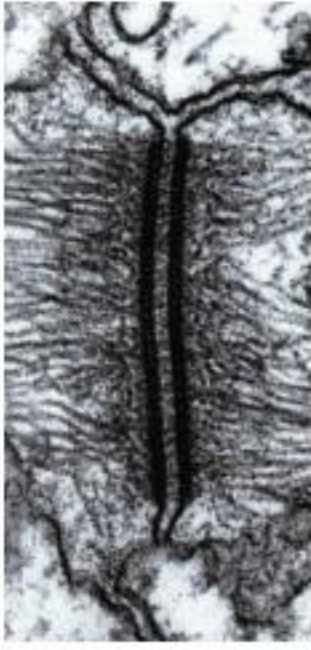
7. يُعدُّ أكبر عضو في جسم الإنسان :

- أ. القلب.
- ب. المعدة.
- ج. الجلد.
- د. الكبد.

8. إذا فحصت شريحة لقطاع في البشرة ووجدت ارتباط الخلايا كما في الشكل

المجاور؛ فهي الطبقة:

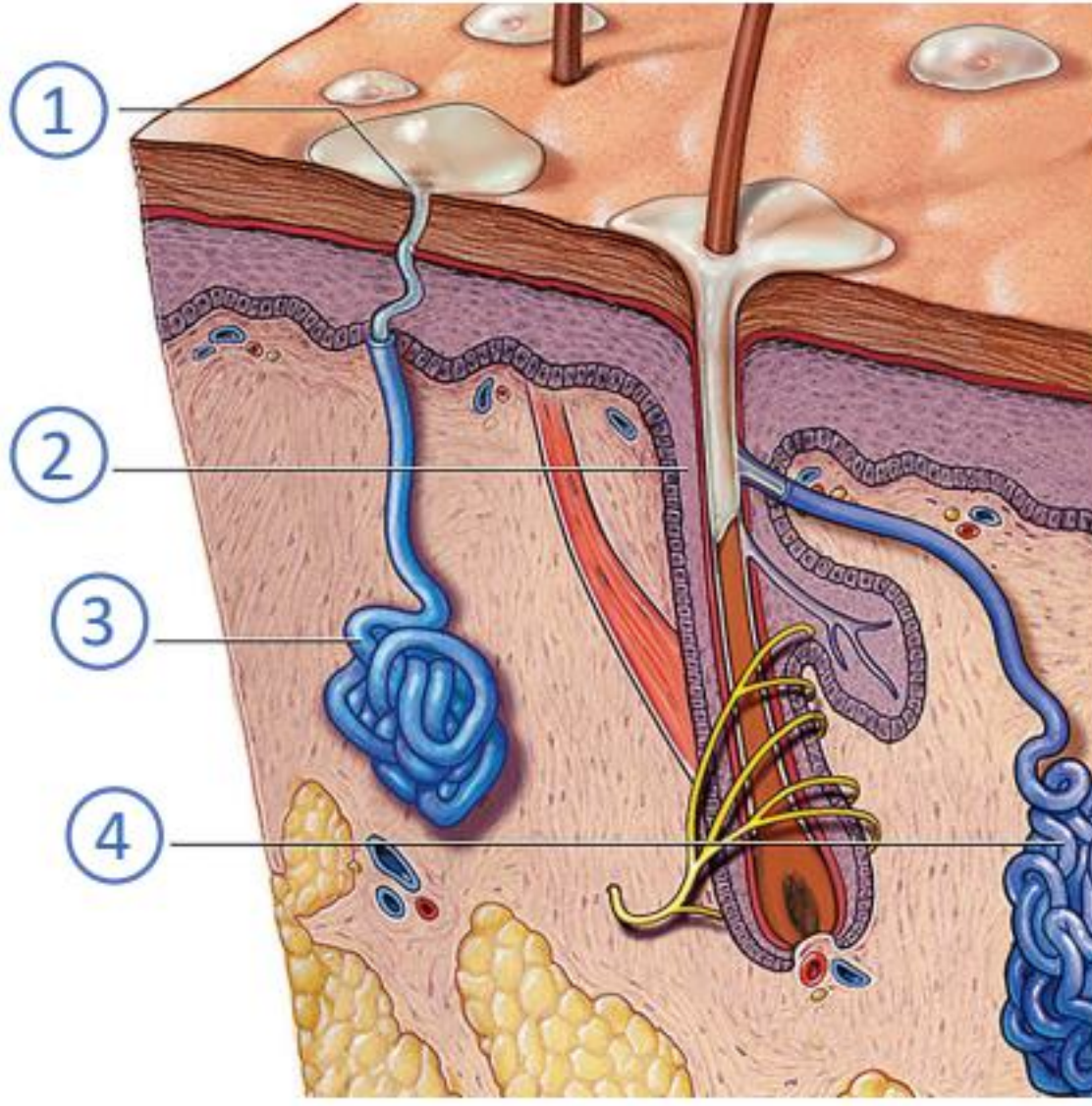
- أ. القرنية.
- ب. الشائكة.
- ج. الصافية.
- د. الحبيبية.



9. إذا فحصت شريحة لقطاع في الجلد وظهرت البشرة خمس طبقات فمن المتوقع أن تكون من جلد:

- أ. فروة الرأس.
- ب. الإبط.
- ج. باطن القدم.
- د. الصدر.

10. الغدد العرقية قمية الإفراز في الشكل المجاور مشار لها بالرقم:



- أ. 1.
- ب. 2.
- ج. 3.
- د. 4.

11. يعد الجدري المائي مرضاً:

- أ. فيروسياً.
- ب. طفيلياً.
- ج. بكتيرياً.
- د. فطرياً.

السؤال الثاني: قارن بين الدمامل والهربس من حيث مسبب المرض.

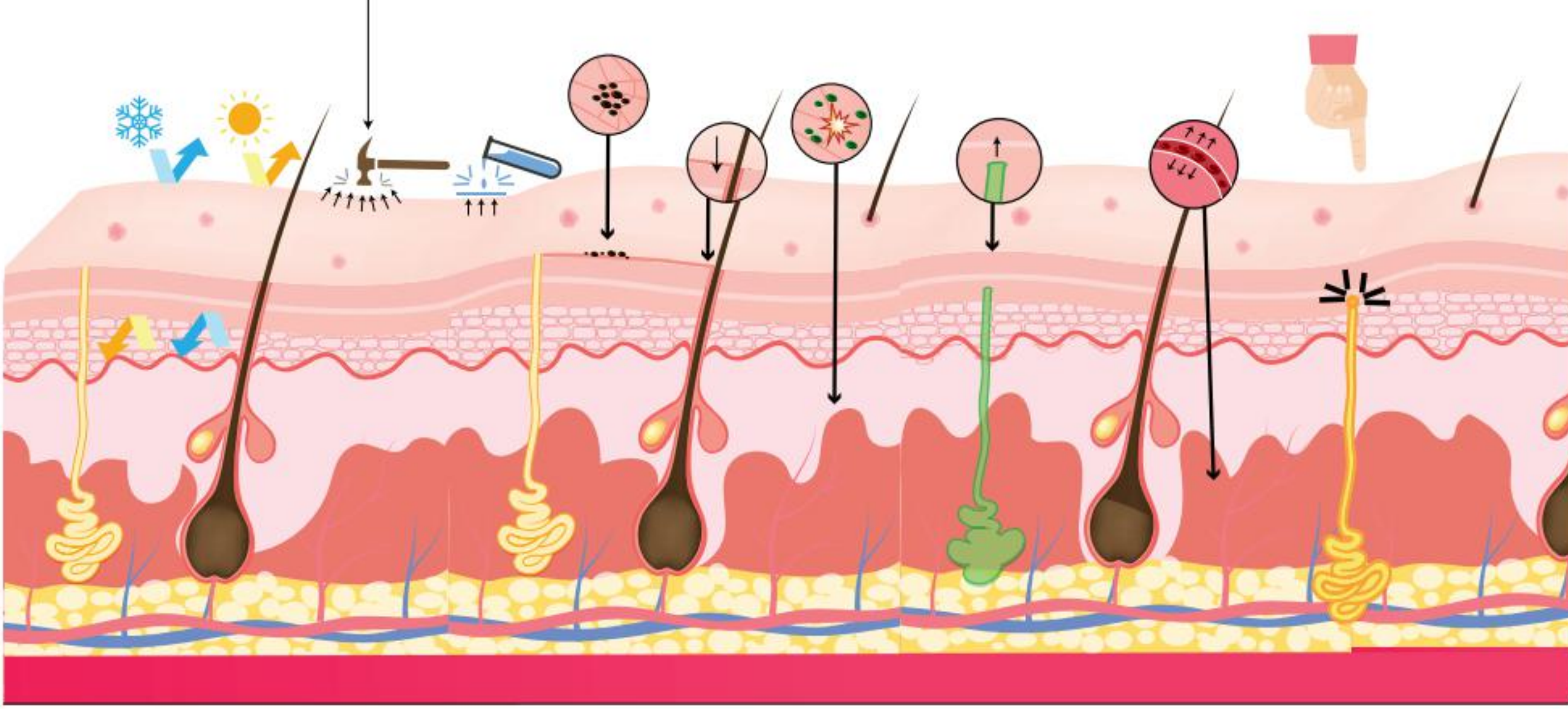
.....

.....

.....

.....

السؤال الثالث: مستعيناً بالشكل أدناه لخص وظائف الجلد.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

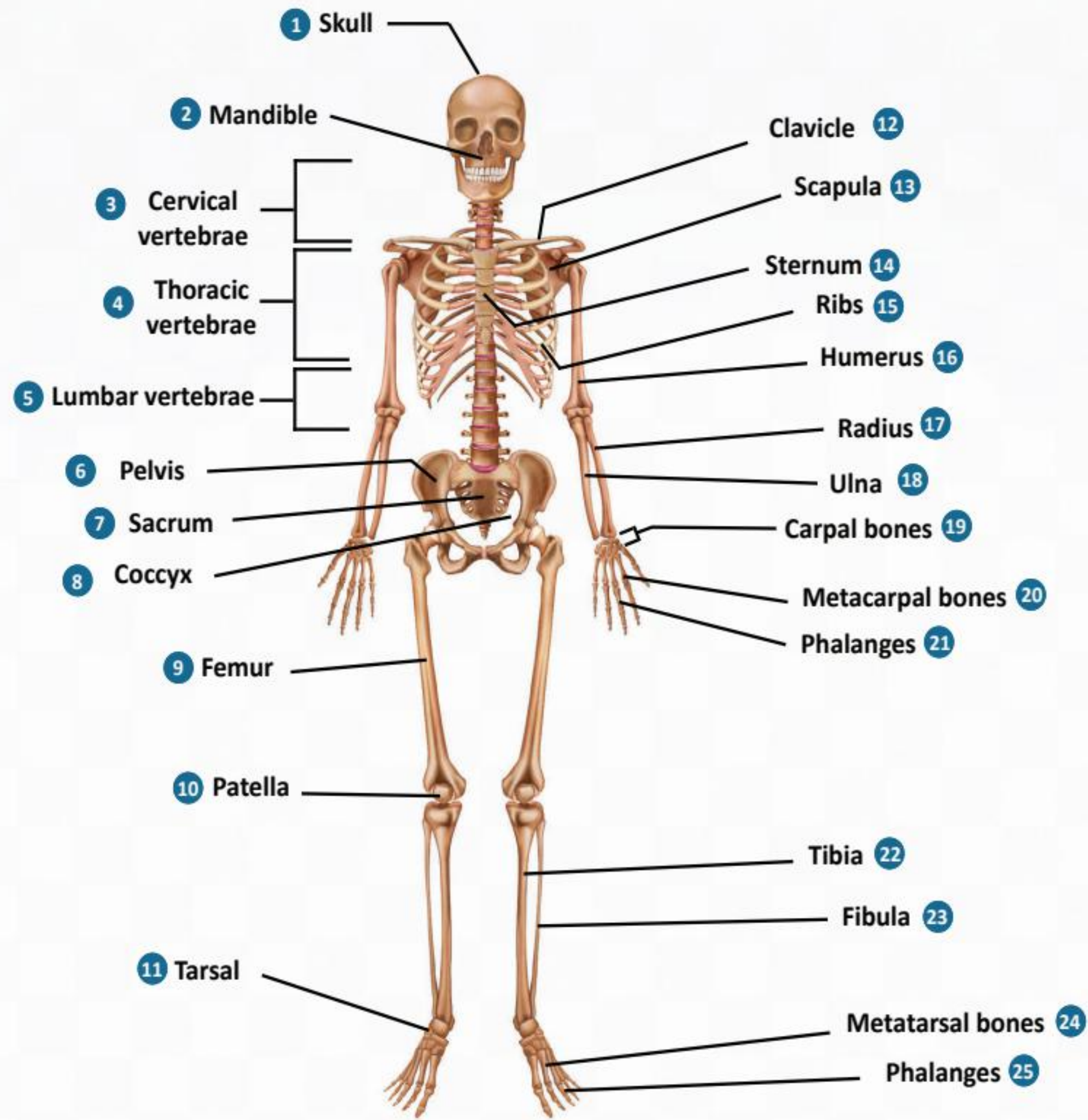
.....

.....

الفصل الرابع

الجهاز الهيكلي

(The Skeletal System)



الفكرة العامة للفصل:

التعرف على الجهاز الهيكلي، ومكوناته، ووظائفه، والأمراض المتعلقة به.

الأفكار الرئيسية للفصل:

4-1 الهيكل العظمي المحوري (The Axial Skeleton).

الفكرة الرئيسية يتكون الهيكل العظمي المحوري من الجمجمة، العمود الفقري، والقفص الصدري.

4-2 الهيكل العظمي الطرفي (The Appendicular Skeleton).

الفكرة الرئيسية يتكون الهيكل العظمي الطرفي من جزئين من العظام: عظام الطرف العلوي وعظام الطرف السفلي.

4-3 المفاصل (Joints).

الفكرة الرئيسية تختلف المفاصل حسب قدرتها على الحركة ووفقاً للأنسجة المكونة للمفصل.

4-4 وظائف الهيكل العظمي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Skeletal System).

الفكرة الرئيسية يؤدي الهيكل العظمي وظائف متعددة في جسم الإنسان، وتتأثر هذه الوظائف بسبب مجموعة من الأمراض.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **وصف** تركيب الجهاز الهيكلي.
- **التمييز** بين الهيكل المحوري والطرفي.
- **تصنيف** أنواع العظام.
- **تصنيف** المفاصل.
- **استنتاج** وظائف الهيكل العظمي.
- **وصف** الأمراض المتعلقة بالهيكل العظمي.





الهيكل العظمي المحوري (The Axial Skeleton)

4-1

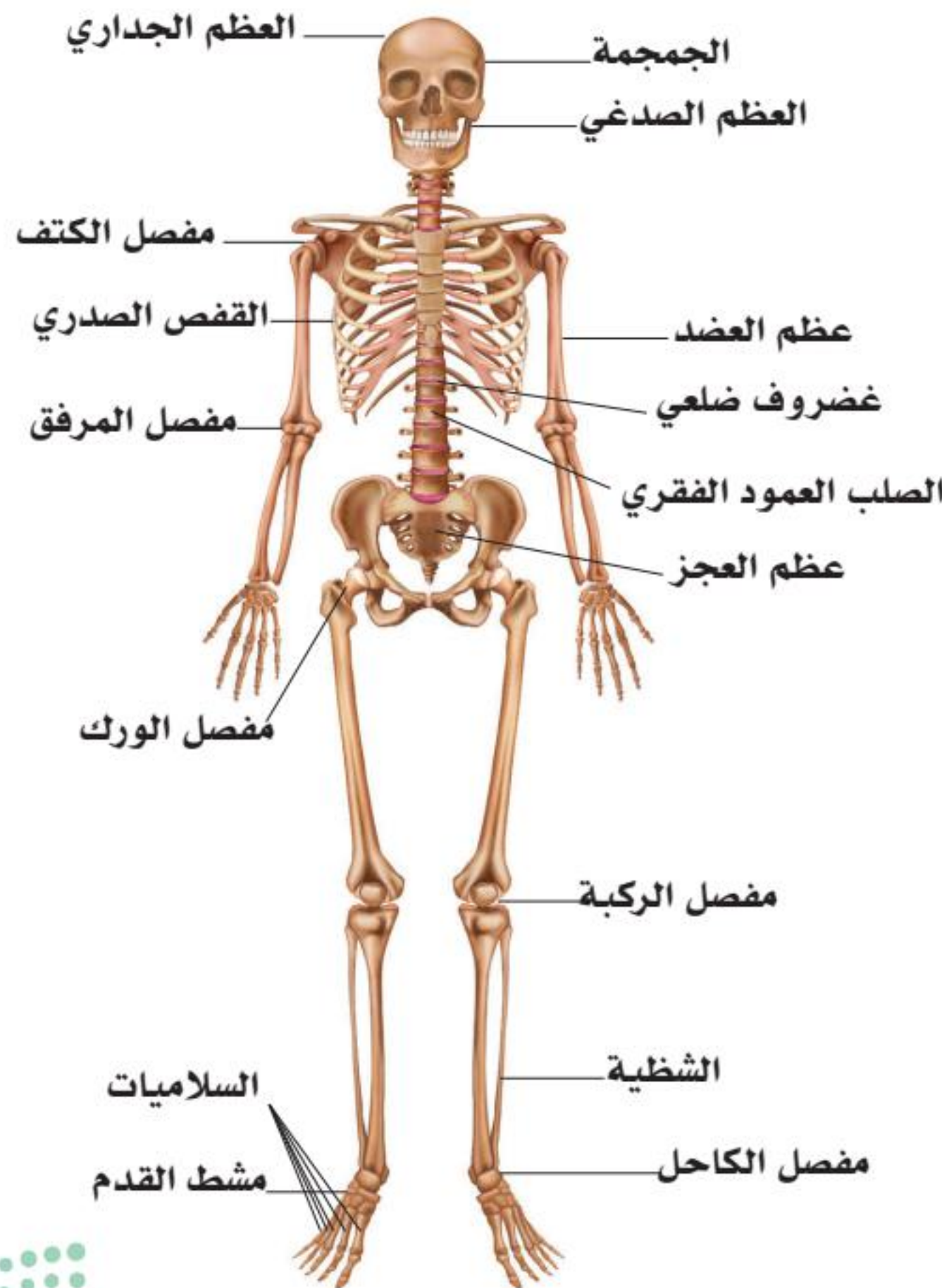
الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أستنتج تركيب الجهاز الهيكلي.
- أتعرف على مكونات الهيكل العظمي المحوري.
- أتعرف على مكونات الهيكل العظمي الطرفي.

المفاهيم

The Skeletal System	الجهاز الهيكلي
Axial Skeleton	الهيكل العظمي المحوري
Appendicular Skeleton	الهيكل العظمي الطرفي

تمهيد: الهيكل العظمي أشبه بالخرسانة التي تحمل المنزل وتحميه من الانهيار؛ فكلما كانت قوية ومتماسكة كانت أكثر أماناً من التشققات والثبات عند الزلازل. كذلك يُعد الهيكل العظمي داعماً لجسمك، يعطي الجسم الشكل، ويسمح بالحركة، ويصنع خلايا الدم، ويوفر الحماية للأعضاء، ويخزن المعادن. يسمى نظام الهيكل العظمي -أيضاً- بالجهاز الهيكلي.



الشكل (4-1): أجزاء الهيكل العظمي.

مكونات الجهاز الهيكلي (The Skeletal System):

يتكون الجهاز العظمي (The skeletal system) من مجموعة من العظام (Bones) التي ترتبط فيما بينها بأنسجة موصلة (Joints). ويبلغ عدد العظام في جسم الإنسان البالغ (206) عظمة مختلفة الشكل والحجم؛ لتكون الهيكل العظمي لجسم الإنسان. انظر الشكل (4-1).

ينقسم الجهاز الهيكلي إلى جزأين أساسيين؛ هما:

الأول: الهيكل العظمي المحوري (Axial Skeleton):

يتكون الهيكل العظمي المحوري من الجمجمة (Skull)، والعمود الفقري (Vertebral column)، والقفص الصدري (Thoracic cage).

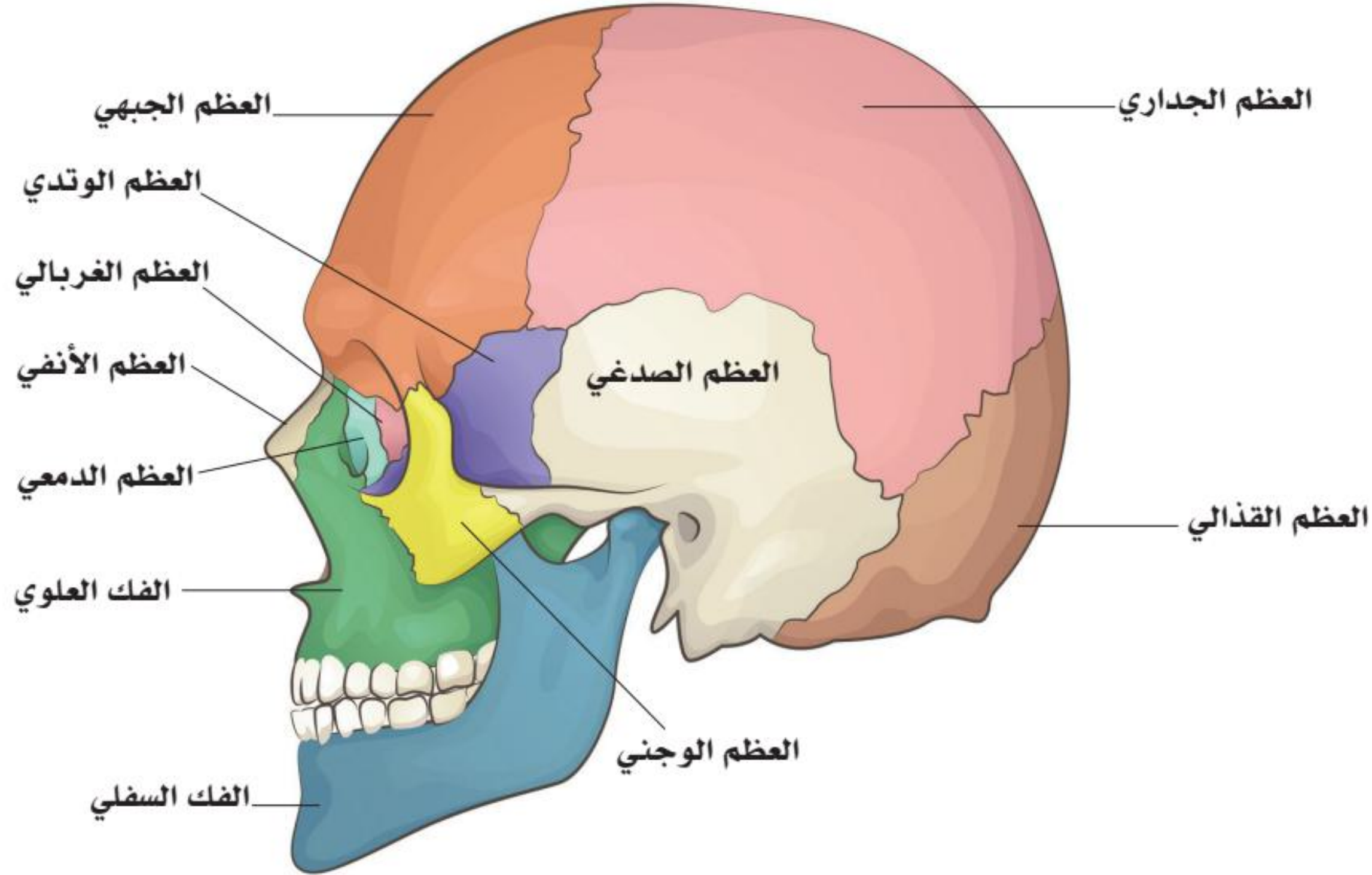
الثاني: الهيكل العظمي الطرفي (Appendicular Skeleton):

ويتكون الهيكل العظمي الطرفي من عظام الطرف العلوي (Bones of the upper limb)، وعظام الطرف السفلي (Bones of the lower limb).

الهيكل العظمي المحوري (Axial Skeleton):

■ الجمجمة (Skull):

تتكون من (22) عظيمة؛ منها (21) ثابتة- أو غير متحركة- تكون عظام الوجه، والعظام المحيطة بالمخ، علبة المخ (Brain box)، وعظمة واحدة متحركة هي الفك السفلي (Mandible). وهذه العظام منها عظام مفردة (Single bones)؛ مثل العظم الجبهي، وعظام زوجية (Paired bones)؛ مثل العظم الصدغي. انظر الشكل (4-2).



الشكل (4-2): الجمجمة.

■ العمود الفقري (Vertebral Column):

يتكون العمود الفقري من (33) فقرة عظمية مقسمة على النحو الآتي:

■ (7) فقرات عنقية (Cervical).

■ (12) فقرة صدرية (Thoracic).

■ (5) فقرات قطنية (Lumber).

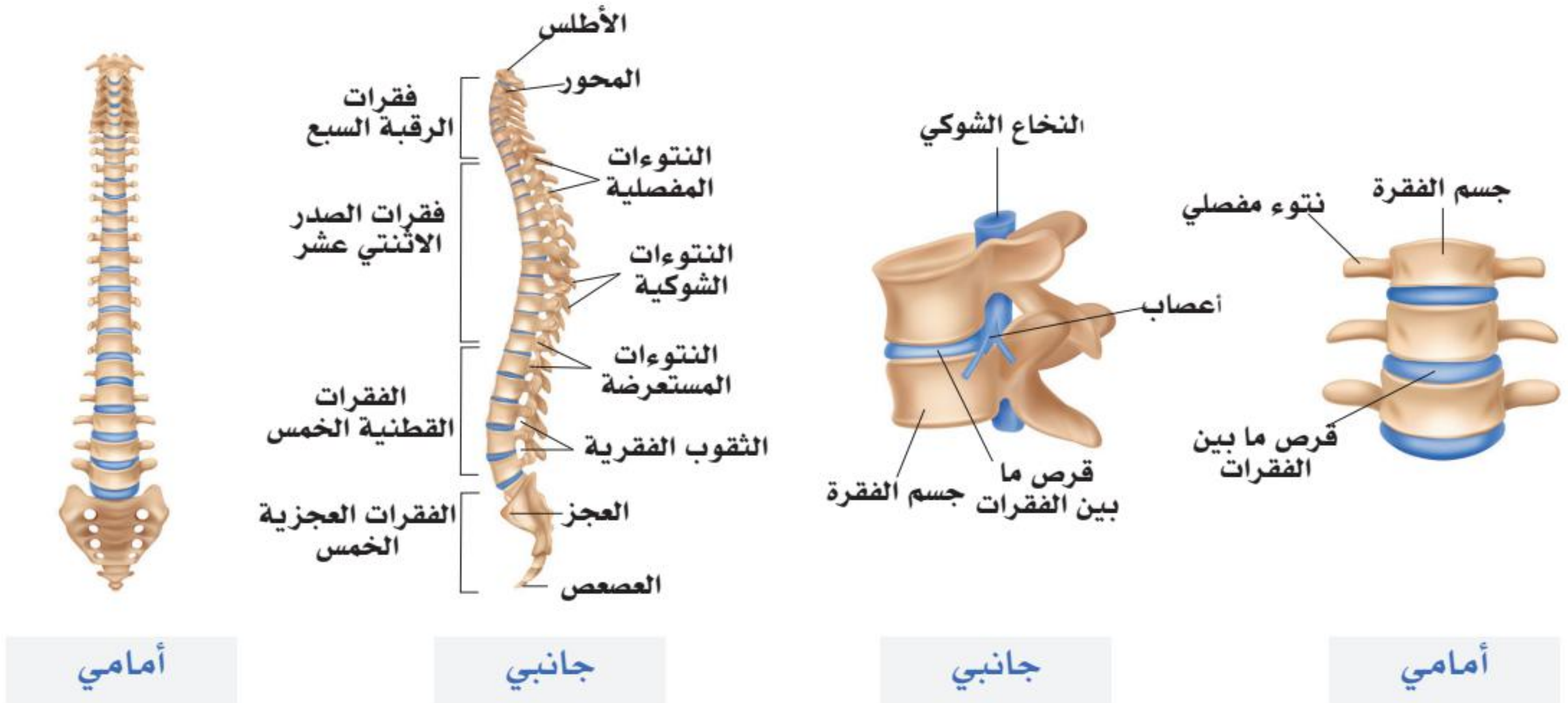
■ (5) فقرات عجزية (Sacral).

■ (4) فقرات عصعصية (Coccygeal).

وتتكون كل فقرة من جسم (Body)، وقوس (Arch)، وزوائد أو نتوءات عظمية (Processes).

وترتبط كل فقرتين متتاليتين بقرص غضروفي (Intervertebral disc).

انظر الشكل (4-3).

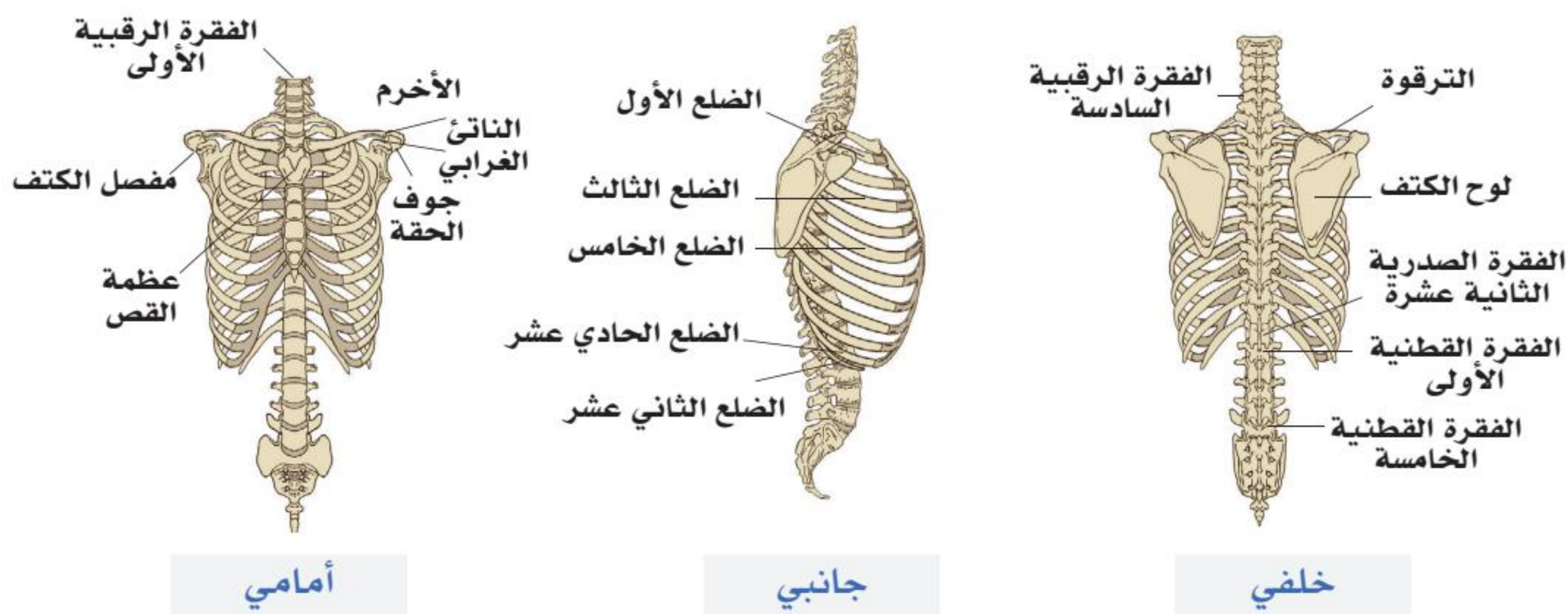


الشكل (4-3): مكونات العمود الفقري.

■ القفص الصدري (Thoracic Cage):

القفص الصدري يتكون من: انظر الشكل (4-4).

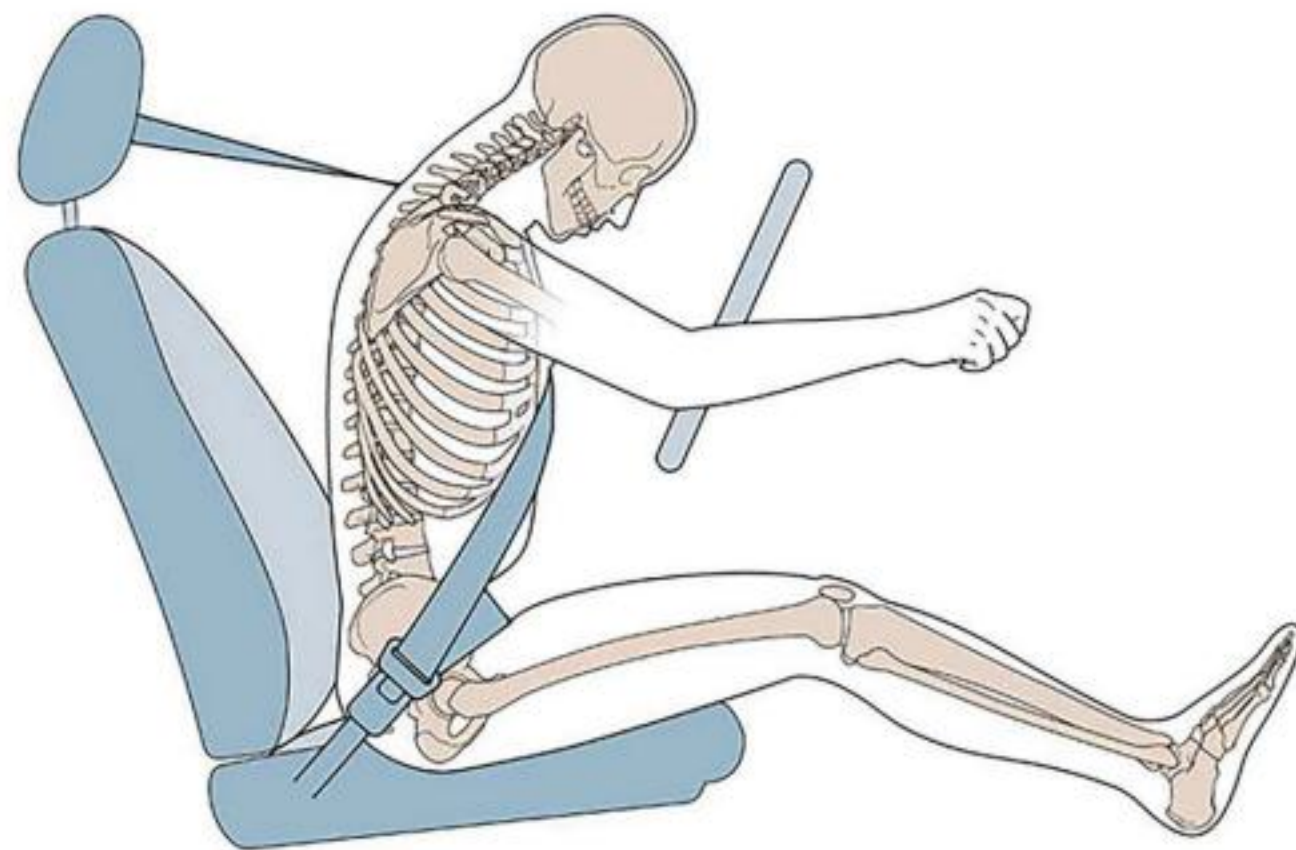
- عظمة القص (Sternum)، والضلع (Ribs) وعددها (12) زوجاً من الضلع.
- الضلع من الأول إلى السابع ضلع حقيقية (True ribs).
- الأضلع؛ الثامن والتاسع والعاشر ضلع غير حقيقية (False ribs).
- الضلعان؛ الحادي عشر والثاني عشر ضلع عائمة (Floating ribs).



الشكل (4-4): مكونات القفص الصدري.

نشاط (4-1) التفكير الناقد:

ناقش قضية ربط الحزام، وعلاقتها بالسلامة وفق ما درست.



الجزء العملي (4-1):



◀ تفحص الهيكل العظمي.

الأدوات: مجسم الهيكل العظمي.

تفحص مجسم الهيكل العظمي، وحدد محوره.

ماذا نقصد بالمحور للأشياء؟ وما محور الإنسان؟

ماذا نسمي العظام التي تقع على محور الإنسان؟ وما مكونات عظام المحور؟

ما العظام التي تكون الأيدي والأرجل؟ وماذا نسميها؟

ماذا يوجد داخل الجمجمة؟ وما أهمية الجمجمة له؟

ماذا يوجد داخل الأضلاع؟ وما أهمية الأضلاع له؟

هل يستطيع الإنسان تحريك يديه وقدميه دون وجود العظام؟

مستعيناً بالمجسم للهيكل العظمي أجب من الواقع المشاهد:

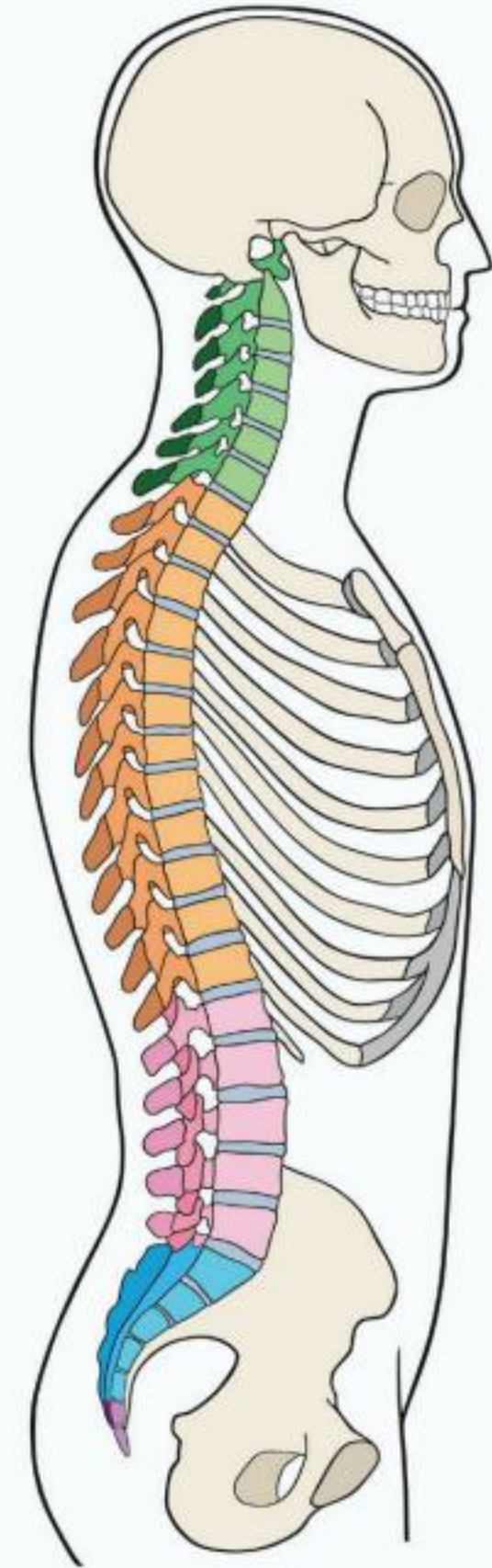


كم فقرة في هذا المكان؟ وماذا نسميها؟

كم فقرة في هذا المكان؟ وماذا نسميها؟
تتبع الأضلاع التي تخرج إلى عظمة القص.

كم فقرة في هذا المكان؟

هل يمكنك تمييز الفقرات التسع الأخيرة من
فقرات العمود الفقري؟ وهل تستطيع تمييز
الفقرات العجزية من العصعصية؟



1. اكتب مستعيناً بالشكل أدناه أقسام الجهاز الهيكلي، ومكونات كل قسم.

		
		الاسم
		المكونات

2. حدد على الشكل الآتي مكونات الفقرة في جسم الانسان.



.....

.....

.....

.....

3. ناقش فرضية وجود الدماغ دون جمجمة. كذلك وجود القلب والرئتين دون أضلاع.

4. فسر التكامل بين الهيكل العظمي والعضلي في الحركة.



الهيكل العظمي الطرفي (The Appendicular Skeleton)

4-2

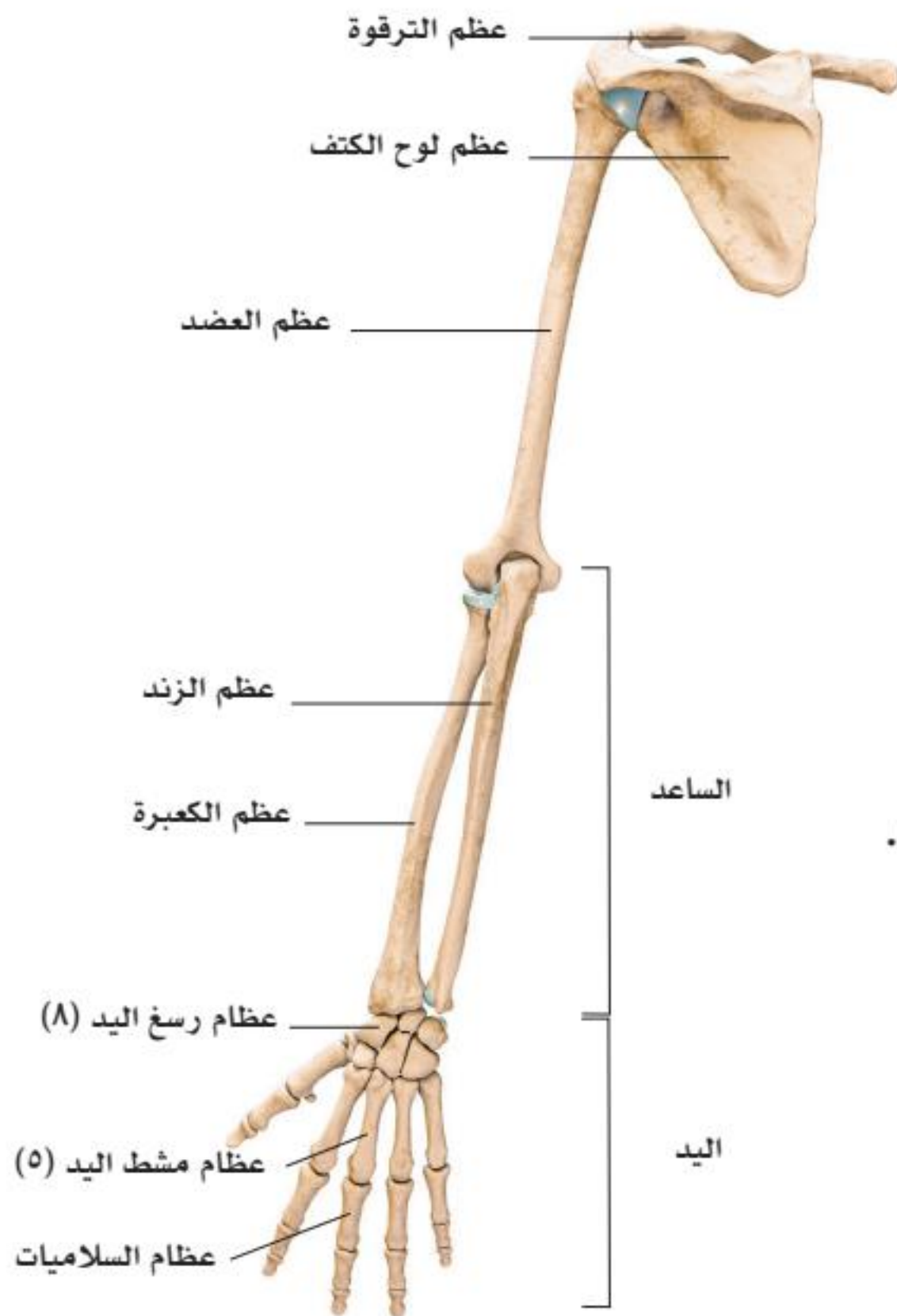
الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف مكونات الهيكل العظمي الطرفي.
- أصف أنواع العظام.
- أخص وظائف الجهاز الهيكلي.
- أصف كيف يتكون العظم الجديد.

المفاهيم

Types of Bones	أنواع العظام
Bone Components	مكونات العظام
Bone Formation and Remodeling	تكوين العظم وإعادة بنائه

تمهيد: تأمل اليد التي تمسك كتاباً، أو تتناول طعاماً، كيف تتحرك؟ وكم عدد العظام والمفاصل والعضلات التي تستجيب بتناغم ودقة متناهية لتلك الحركة! فسبحان الخالق. وستتعرف في هذا الفصل على الهيكل العظمي الطرفي الذي يتكون من جزئين من العظام؛ كالآتي:



الشكل (4-5): عظام الطرف العلوي.

عظام الطرف العلوي (Bone of the upper limb).

تتكون عظام الطرف العلوي من الآتي: انظر الشكل (4-5)

■ عظام الحزام الكتفي (Pectoral girdle)، وتتكون من:

- الترقوة (Clavicle).
- عظمة اللوح (Scapula).

■ عظمة العضد (Upper Arm) (Humerus).

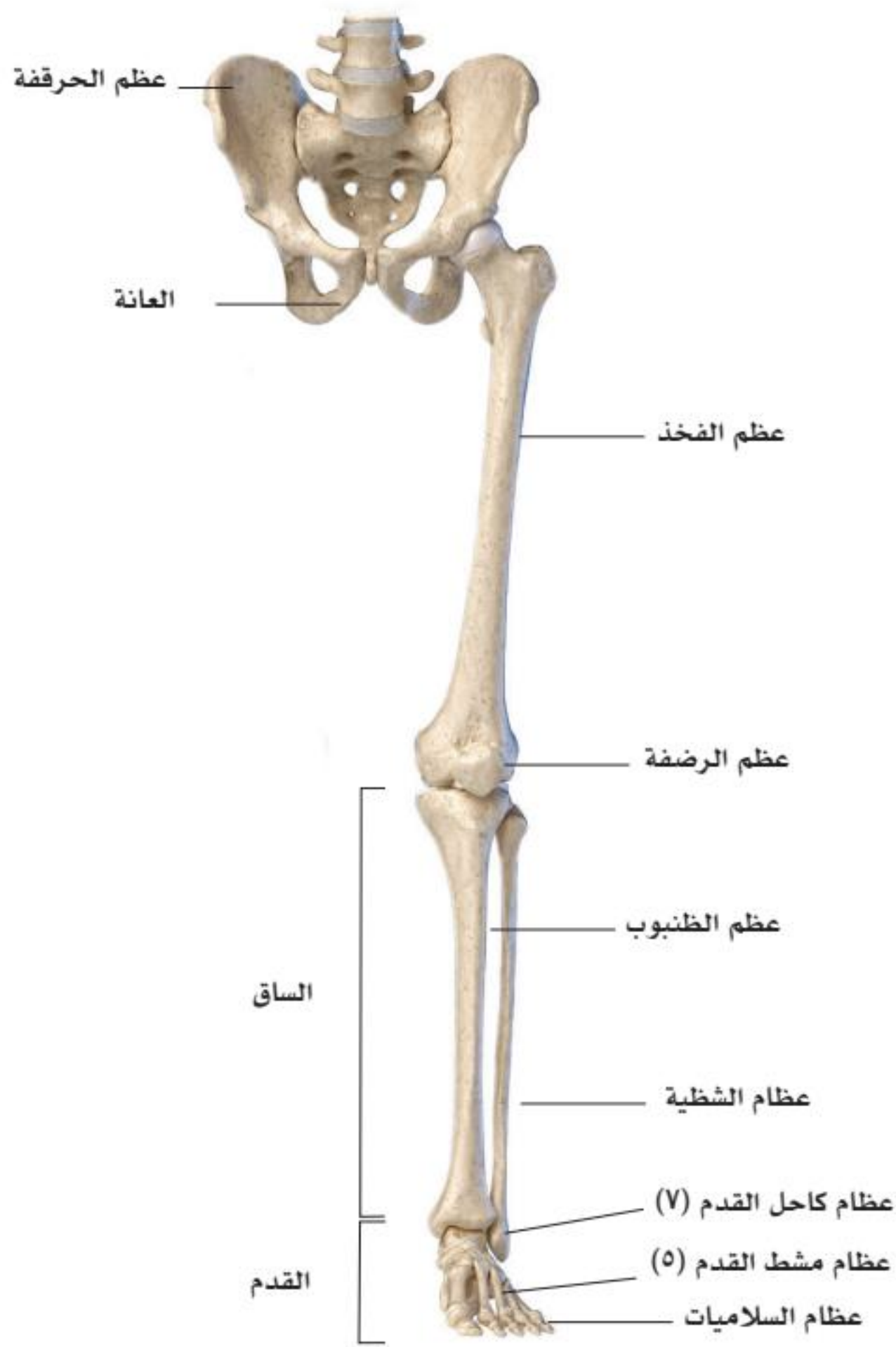
■ عظام الساعد (Forearm) التي تتكون من:

- عظمة خارجية "وحشي" (lateral)؛ هي عظمة الكعبرة (Radius).
- عظمة داخلية "إنسي" (medial)؛ هي عظمة الزند (Ulna).

■ عظام اليد (Hand bones) التي تتكون من:

- الرسغ (Carpal bones).
- الأمشاط (Metacarpals).
- السلاميات (Phalanges).





الشكل (4-6): عظام الطرف السفلي.

عظام الطرف السفلي (Bone of the lower limb).

عظام الطرف السفلي تتكون من الآتي: انظر الشكل (4-6).

- عظام الحزام الحوضي (Pelvic girdle)، وهذا الحزام يربط عظام الهيكل المحوري بعظام الطرف السفلي، ويتكون من:
 - العظمة الحرقفية (Hip bones)، وتتكون من ثلاثة أجزاء وهي الحرقفة (Ilium)، الاسكيم (Ischium)، العانة (Pubis).

- عظمة العجز (Sacrum) وعظمة العصعص (Coccyx).

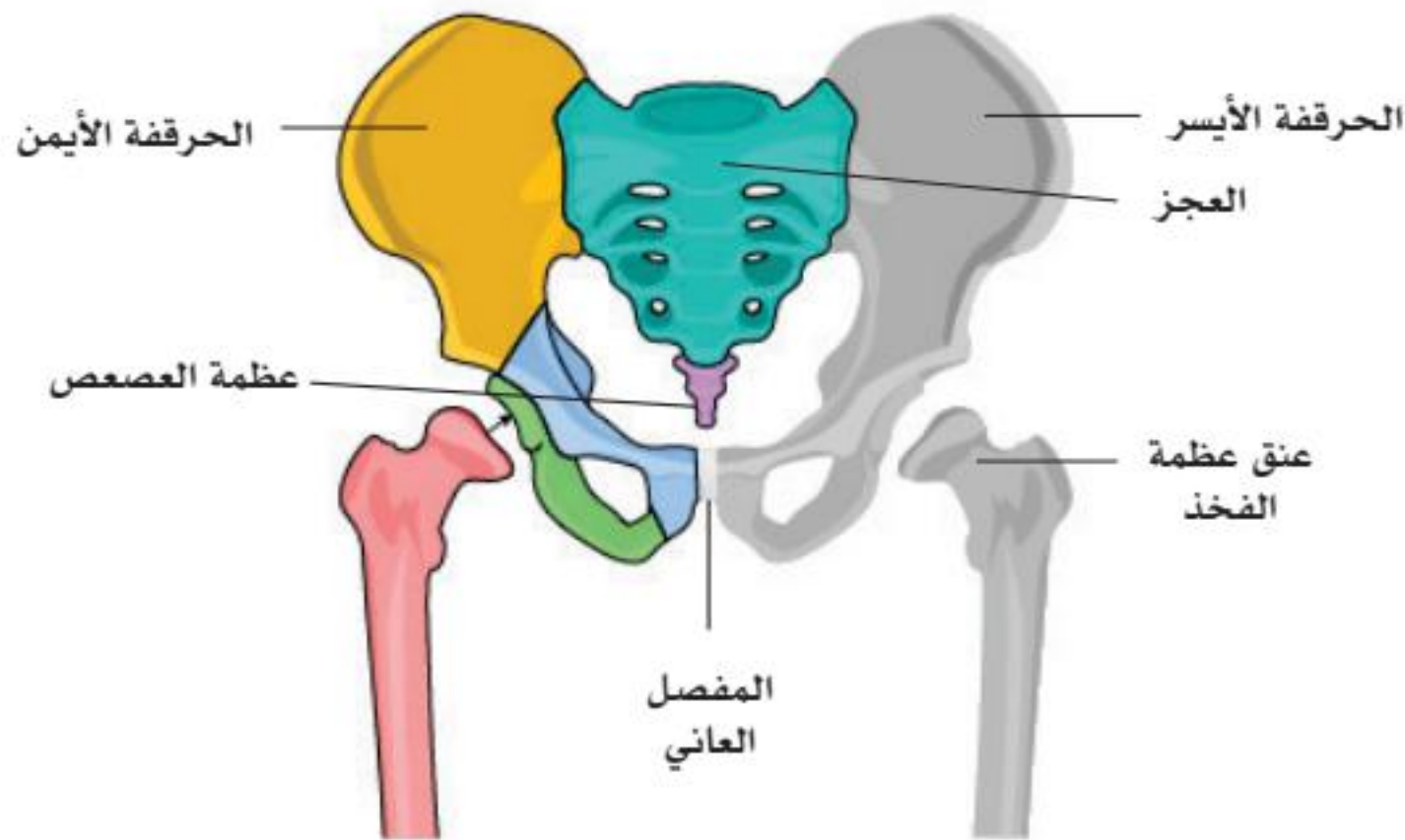
■ عظمة الفخذ (Femur).

■ عظام الساق (Leg bone)، وتتكون من:

- عظمة داخلية "إنسي" (Medial): الظنبوب (Tibia).
- عظمة خارجية "وحشي" (Lateral): الشظية (Fibula).
- عظمة الرضفة (Patella).

■ عظام القدم؛ وتتكون من:

- عظام الكاحل (Tarsal bones).
- المشط (Metatarsal).
- السلاميات (Phalanges).



الشكل (4-7): عظام الحوض.

عظام الحوض (Pelvis):

- يتكون الحوض من العظمتين الحرقفتين؛ اليمنى (Right hip bone)، واليسرى (Left hip bone) على جانبي الحوض، وفي المنتصف عظمة العجز (Sacrum)، وعظمة العصعص (Coccyx). انظر الشكل (4-7).

- تتمفصل العظمتان الحرقفتان (Hip bones) من الأمام بالمفصل العاني (Symphysis pubis)؛ وهو مفصل غضروفي، وتتمفصلان من الخلف مع عظمة العجز بمفصل زلالي؛ هو المفصل العجزي الحرقفي (Sacroiliac joint).
- تندرج العظمة الحرقفية (Hip bone) تحت أشكال العظام غير المنتظمة (Irregular bone).
- عظمة العجز (Sacrum)؛ هي عظمة مثلثة الشكل ناتجة من اندماج عظام الفقرات العجزية الخمس مع بعضها، وتتمفصل عظمة العجز مع عظام العصعص (Coccyx) بمفصل غضروفي؛ هو المفصل العجزي العصعصي (Sacrococcygeal joint).
- تكوّن العظمة الحرقفية (Hip bone) مع عظمة العجز (Sacrum) الحزام الحوضي (Pelvic girdle).

أنواع العظام (Types of Bones)

تصنف العظام إلى خمسة أنواع من حيث الشكل؛ هي الآتي:

■ العظام الطويلة (Long bones):

وتوجد في الفخذ والساق، وفي العضد والساعد، وتعد عظاماً قوية. وتتكون كل منها من جسم، وطرف علوي وطرف سفلي.

الجسم: عظم كثيف قشري (Compact bone) أسطواناني الشكل، وفيه تجويف يحوي نخاع العظم (Bone marrow).

الطرف العلوي والطرف السفلي: يتركب كل منها من كتلة من العظم الإسفنجي (Cancellous bone) تغطيها من الخارج طبقة رقيقة من العظم القشري (Compact bone).

■ العظام القصيرة (Short Bones):

وهي تشبه القارب (Scaphoid)، أو مكعبة (Cube shape)، وتوجد في الهيكل العظمي لليد (Carpal bones)، والقدم (Tarsal bones).

■ العظام المفلطحة (Flat bones):

وتتكون من صفيحة عظمية؛ مثل عظام قبوة الجمجمة وعظم اللوح.

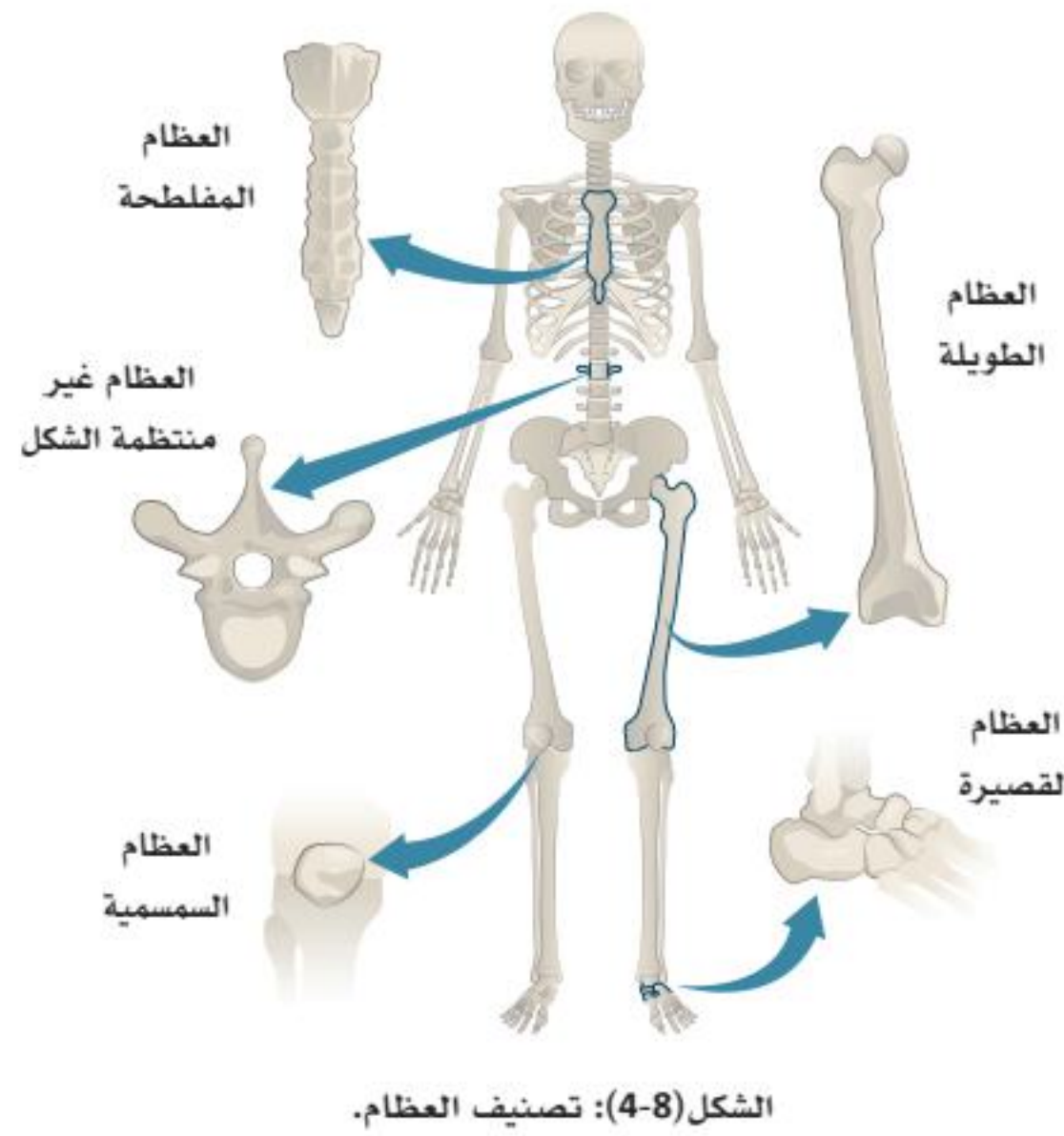
■ العظام غير منتظمة الشكل (Irregular Bones):

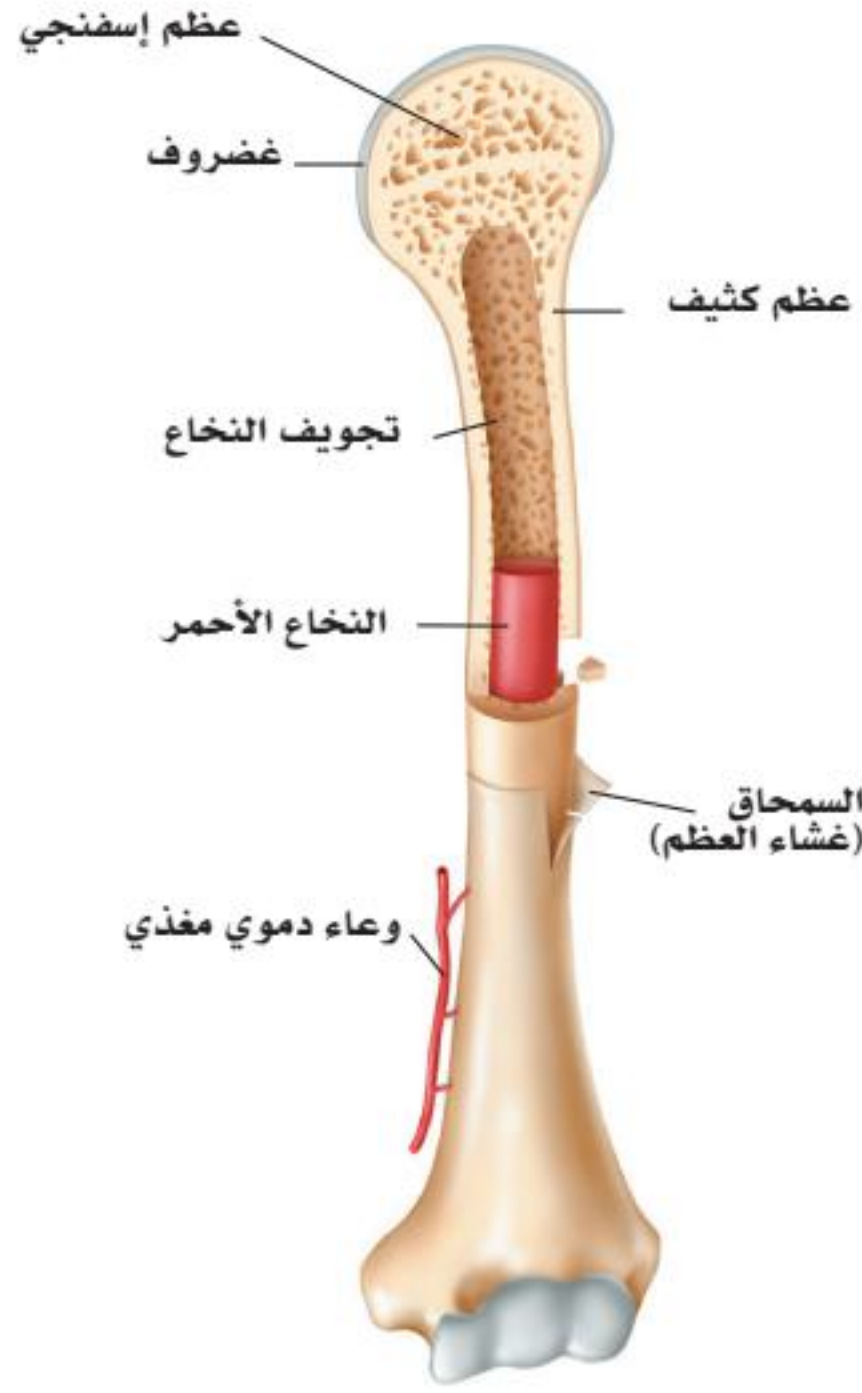
مثل عظام الفقرات (Vertebrae).

■ العظام السمسمية (Sesamoid Bones):

وتوجد في أوتار بعض العضلات؛ مثل عظمة الرضفة (Patella).

انظر الشكل (4-8).





الشكل (4-9): مكونات العظام.

مكونات العظام (Bone Components):

تحتوي العظام مجموعة من المكونات؛ كالآتي:

- السمحاق (غشاء من النسيج الضام) (Periosteum).
 - غضروف مفصلي.
 - العظم الكثيف القشري (Compact bone).
 - قنوات للتغذية.
 - فجوة نخاعية.
 - نخاع عظمي أصفر (Yellow Bone marrow)، ويوجد بالإنسان البالغ.
 - نخاع عظمي أحمر (Red Bone marrow)، ويوجد بالأطفال.
 - عظم إسفنجي (Cancellous bone).
- انظر الشكل (4-9).

تكوين العظم وإعادة بنائه (Bone Formation and Remodeling):

- تشكيل العظام (Bone formation)، وتسمى هذه العملية -أيضاً- التعظم (Ossification)، ويعرف التعظم بالعملية التي تُنتج من خلالها عظام جديدة.
- يبدأ التعظم في الشهر الثالث من حياة الجنين في البشر، وتتكون خلايا في الغضاريف اسمها الخلايا العظمية البانية (Osteoblasts)، ويكتمل تكوين العظم إلى وقت متأخر من المراهقة.
- التعظم يأخذ شكلين عامين؛ هما:
أولاً: العظام الكثيفة التي تشكل ما يقارب من (80%) من الهيكل العظمي.
ثانياً: العظام الإسفنجية؛ كما في أجزاء من الجمجمة، وشفرات الكتف، ونهايات العظام الطويلة.
- يُعاد بناء خلايا العظام وتشكيلها باستمرار مدى الحياة حيث تستبدل الخلايا الهرمة بخلايا جديدة؛ لتحقيق التوازن والثبات الداخلي، فالخلايا العظمية الهادمة (Osteoclasts) تُحطم الخلايا التالفة والهرمة؛ لتحل خلايا جديدة مكانها بواسطة الخلايا العظمية البانية، ومن ثم تكوين نسيج عظمي جديد.
- هناك عدة عوامل تؤثر على الثبات الداخلي لبناء العظم، وصحته، وقوته؛ أهمها النظام الغذائي الصحي مكتمل العناصر. وأداء التمارين الرياضية المتنوعة؛ كتمارين المقاومة، والتمارين الهوائية؛ لصحة القلب، والعظام، وجميع أجهزة الجسم.

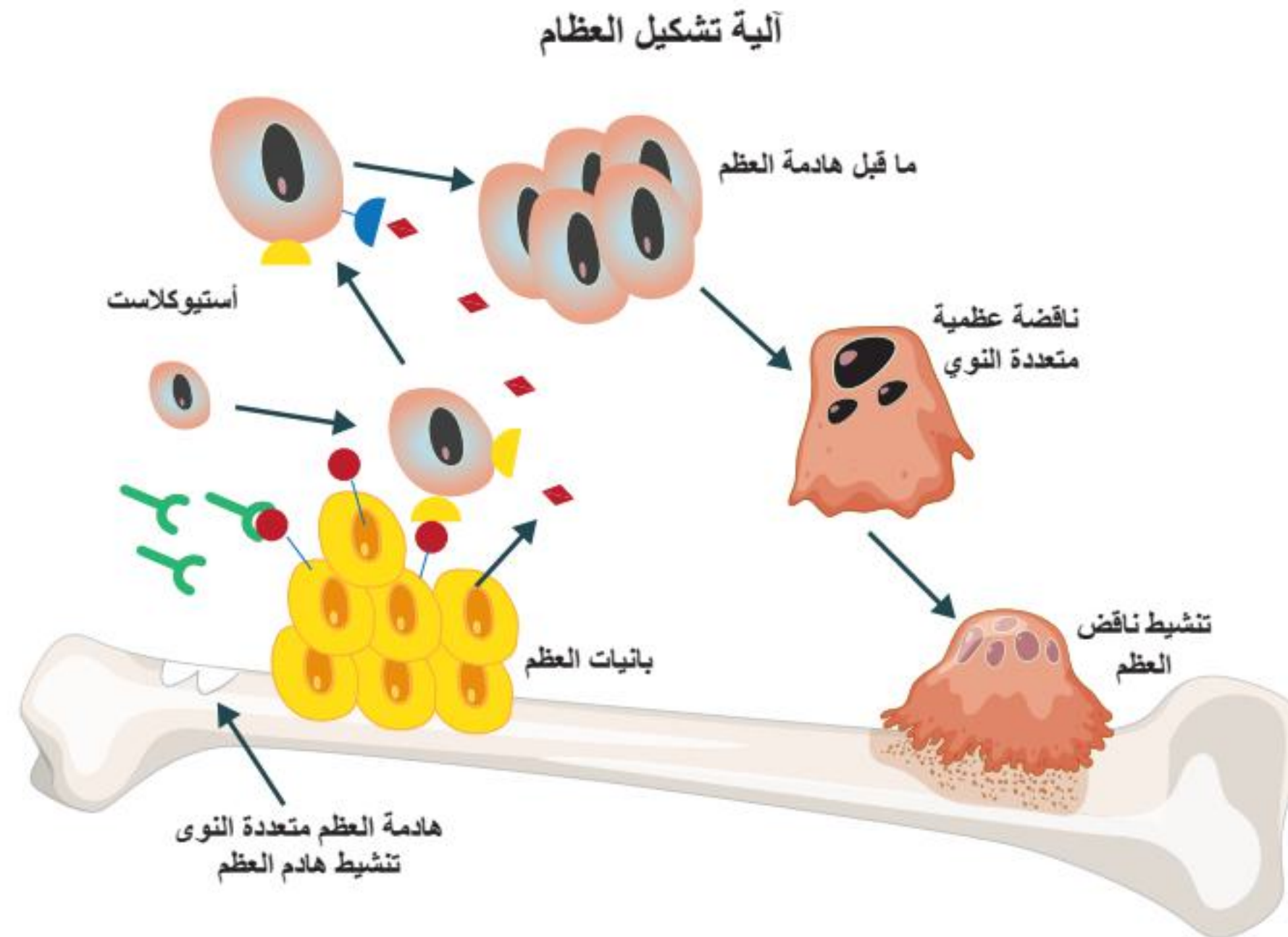
نشاط (4-2) التفكير الناقد:

كون فرضية: لماذا تعد التمارين والعادات الغذائية السليمة من الحلول للمحافظة على الهيكل العظمي سليماً؟



نشاط (4-3) ماذا قرأت؟

قارن بين دور كل من الخلية العظمية البانية والخلية العظمية الهادمة.



1. ضع كلمة (صح) أمام العبارة الصحيحة وكلمة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة مع تصحيح الخطأ فيما يأتي:

- العظام المفطحة توجد في الهيكل العظمي لليد والقدم. (.....)
- العظام الكثيفة تمثل ما يقارب (50%) من الهيكل العظمي. (.....)
- النظام الغذائي من أهم العناصر المؤثرة على الثبات الداخلي لبناء العظم. (.....)
- التعظم عملية تنتج من خلالها عظام جديدة. (.....)

2. كَوّن فرضية تدعم فيها كون الحليب وجبة مهمة ورئيسة للأطفال.

.....

.....

.....



الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف مفهوم المفاصل.
- أصنف المفاصل من حيث الحركة.
- أستنتج حركة المفاصل.

المفاهيم

Joints	المفاصل
Joint Movement	حركة المفصل

تمهيد: تأمل المفاصل المتنوعة في جسم الإنسان، كيف تتحرك بما يناسب مهمتها، فالأصابع لتقبض على شيء ما، تأخذ الوضع المناسب للإمساك بالشيء حسب حجمه، فسيحان الذي خلقها وصورها. وتُعرف المفاصل بأنها مكان التقاء عظمتين أو أكثر؛ وذلك لربط هذه العظام وتثبيتها، أو السماح بالحركة من خلالها.

تصنيف المفاصل حسب الحركة:

تنقسم المفاصل حسب قدرتها على الحركة إلى:

- **مفصل ثابت:** ويكون بين عظام الجمجمة (Sutures).
- **مفصل قليل الحركة:** ويكون بين فقرات العمود الفقري (Intervertebral disc).
- **مفصل متحرك:** مفاصل الطرفين؛ العلوي والسفلي (Synovial joints).

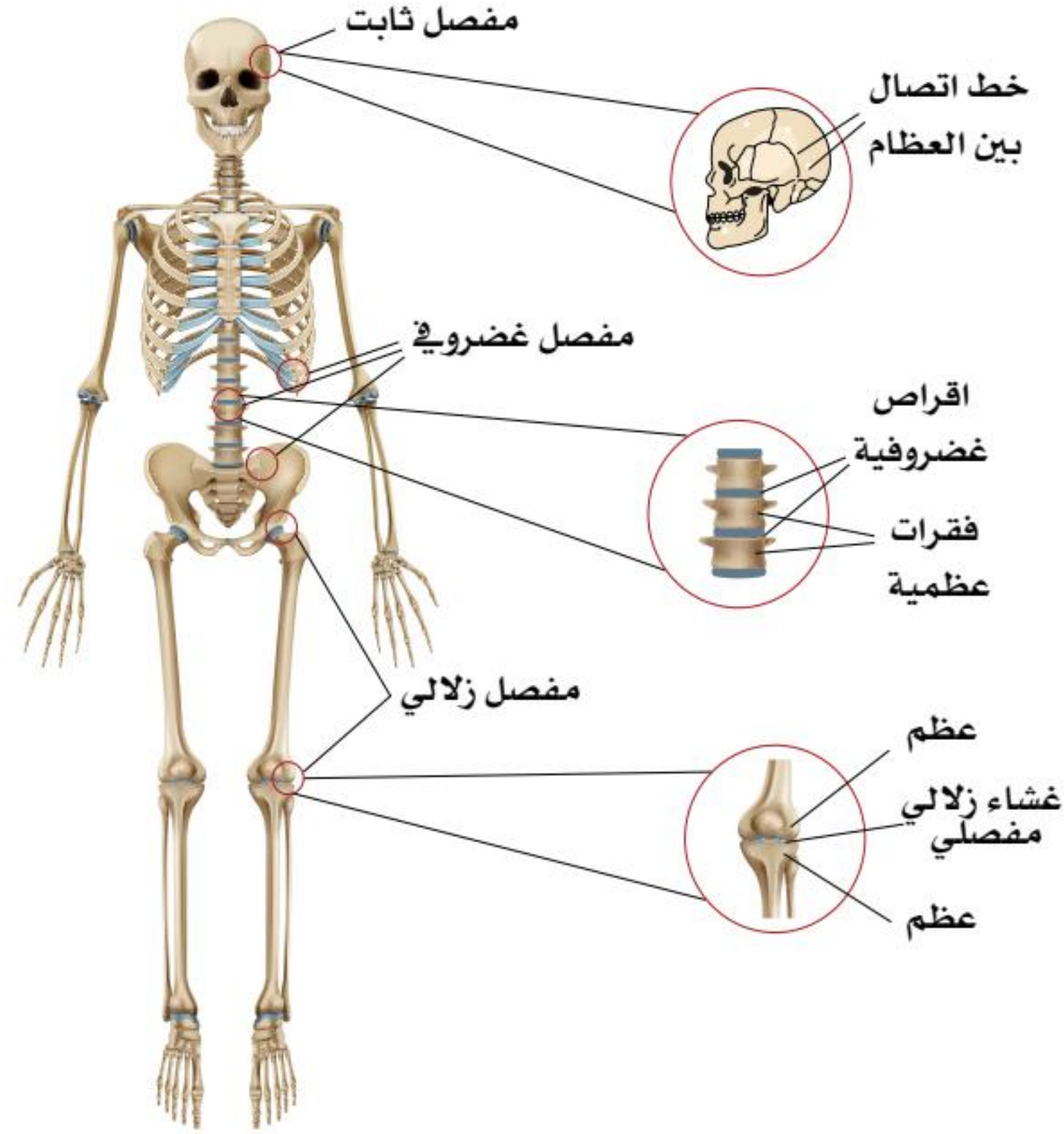
انظر الشكل (4-10).



الشكل (4-10): أنواع المفاصل.

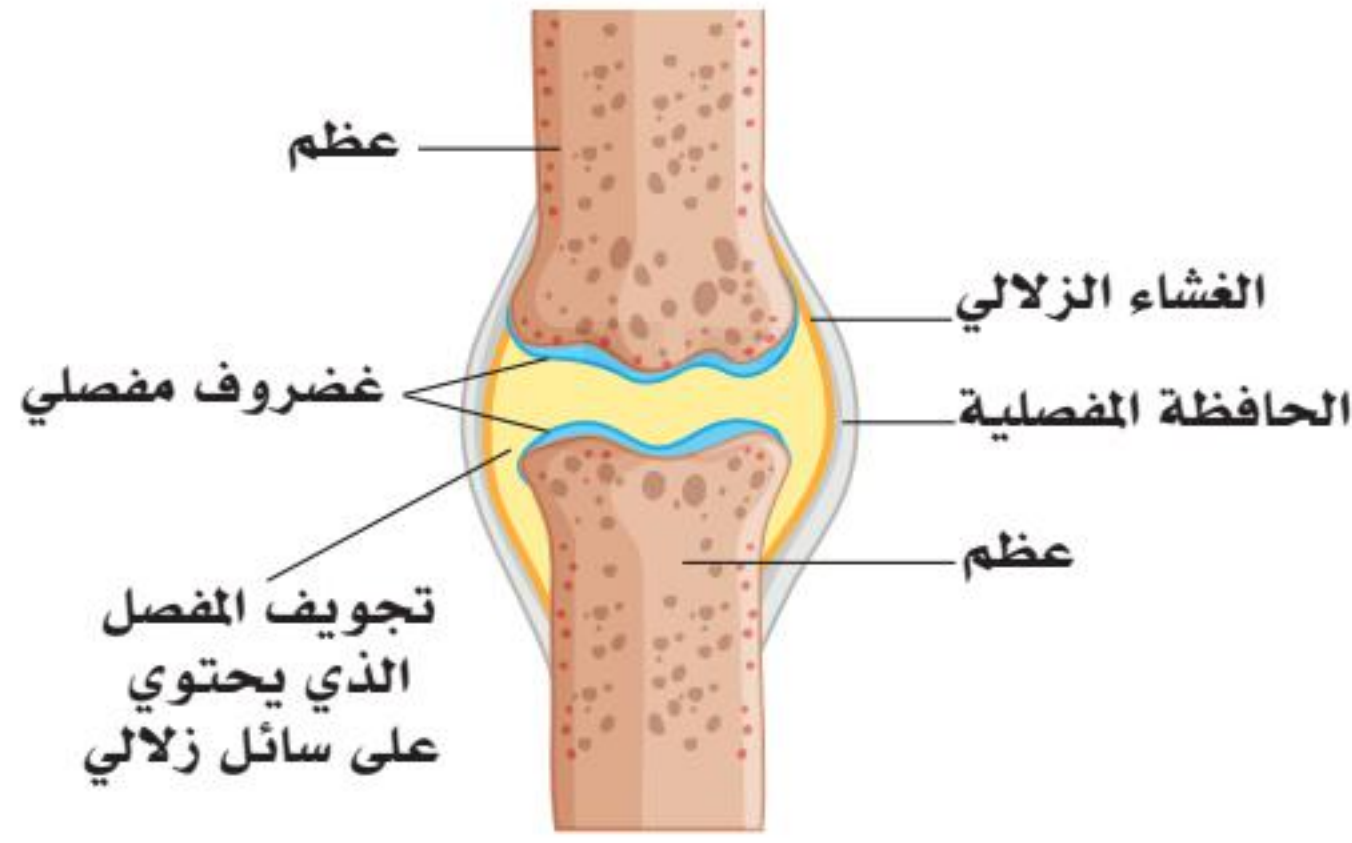
تصنيف المفاصل حسب الأنسجة:

كما تقسم المفاصل -أيضاً- وفقاً للأنسجة المكونة للمفصل إلى الآتي: انظر الشكل (4-11).



الشكل (4-11): أنواع المفاصل.

- **مفصل ليفي:** ويحتوي نسيجاً ضاماً ليفياً؛ كما بين عظام الجمجمة (Sutures).
- **مفصل غضروفي قليل الحركة:** مثل مفاصل العمود الفقري (Intervertebral disc)، والمفصل العاني بين عظام الحوض (Symphysis).



الشكل (4-12): المفصل الزلالي.

■ مفصل زلالي (Synovial):

يتكون المفصل الزلالي من الآتي:

- الأسطح المفصالية (Articular surfaces).
- الغضاريف المفصالية (Cartilages).
- الحافظة المفصالية (Capsule).
- تحوي المحفظة غشاءً زلاليًا داخليًا (Synovial membrane)، وتقوى خارجيًا بأربطة (Ligaments).

انظر الشكل (4-12).

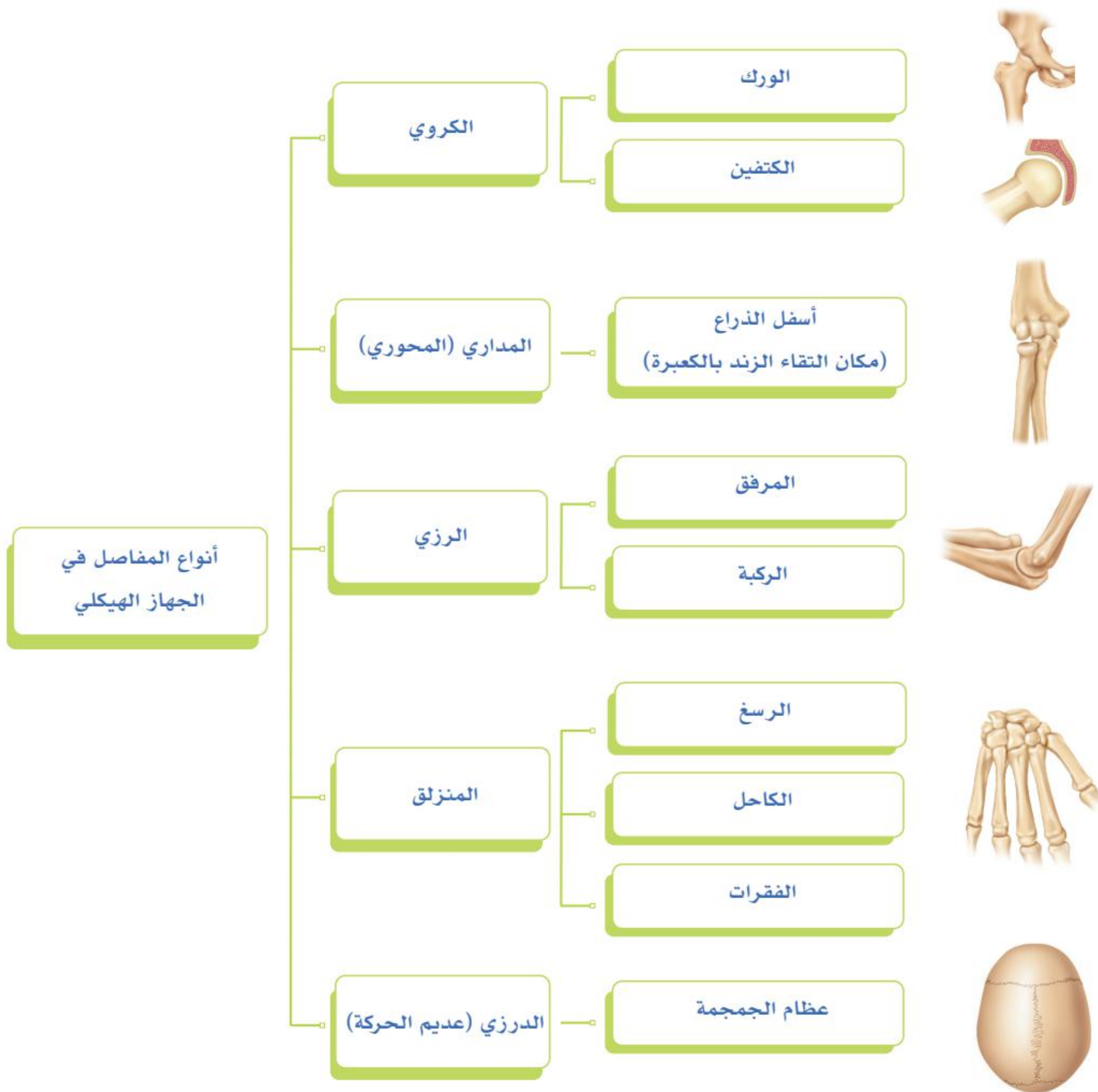
تصنيف المفاصل الزلالية على أساس الحركة:

تصنف المفاصل الزلالية على حسب الحركة إلى عدة تصنيفات؛ كالتالي:

- مفصل منزلق؛ مفصل ذو حركة محدودة جدًا؛ مثل الحركة بين نتوءات الفقرات.
- مفصل رزي؛ مفصل أحادي المحور (مستعرض) (Hinge)؛ مثل مفصل المرفق.
- مفصل مداري؛ مفصل أحادي المحور (طولي) (Pivot)، تلف إحدى العظام حول الأخرى.
- مفصل إهليجي (اللقمي)، مفصل ثنائي المحور (Ellipsoid or Chondyloid) مثل المفاصل السنية السلامية في اليد.

- مفصل كروي؛ مفصل متعدد المحور؛ مثل مفصل الكتف والورك (Ball and socket).
- مفصل سرجي؛ مفصل ثنائي المحور؛ مثل المفصل الرسغي المشطي للإبهام (Saddle).

انظر الشكل (4-13).



الشكل (13-4): أنواع المفاصل في الجهاز الهيكلي.



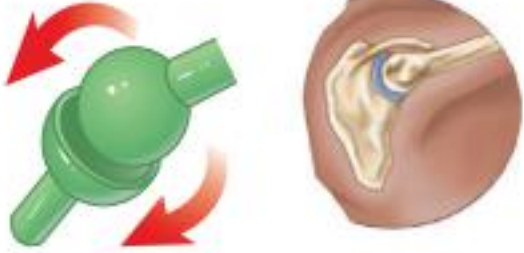
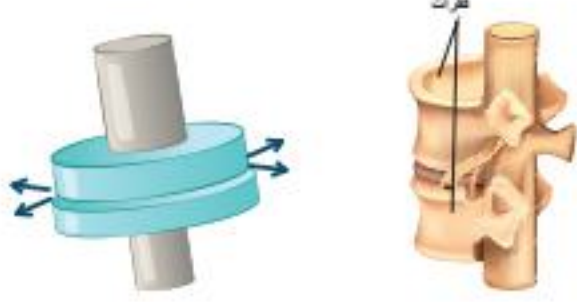
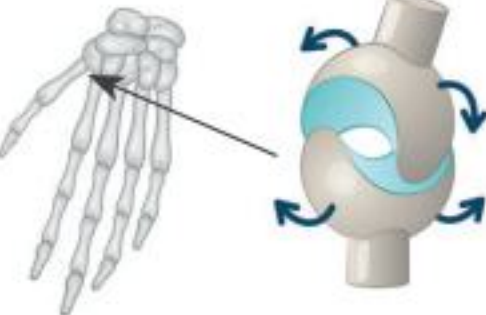
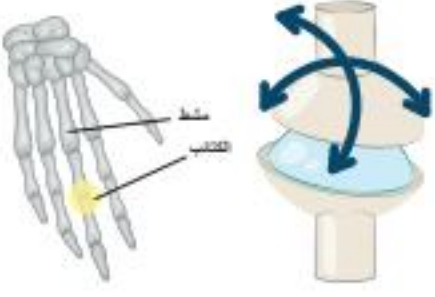
مفاصل الهيكل العظمي.

افحص مفاصل أجزاء الجهاز الهيكلي في المجسم الموجود في معمل المدرسة.

- حدد موقع المفصل الثابت في الهيكل.
- صنف المفاصل حسب الحركة.
- هل تلاحظ أثراً للمفاصل في الجمجمة؟ وما نوع حركتها؟
- حرك مفصل المرفق، ودون ملحوظاتك حول محاور حركته، واتجاهها.
- حرك عظمة الورك والكتف، ودون ملحوظاتك حول محاور حركته، واتجاهها.
- حرك مكان التقاء الكعبرة بالزند، وحدد محاور الحركة، ثم حدد موقع المفصل السرجي، والمفصل الإهليجي.



1. اكتب اسم المفصل من الخيارات أدناه أمام الصورة المناسبة، ثم صف حركته:
(رزي - مداري - اهليجي - كروي - سرجي - منزلقة).

وصف الحركة	اسم المفصل	الصورة (المثال)
		
		
		
		
		
		

2. ابحت في مكتبة المدرسة ومصادر البحث عن تركيب مفاصل الجمجمة، ونوع الألياف المكونة لها، وما أسباب عدم اكتمال التحام جمجمة الجنين أثناء فترة الحمل؟



وظائف الهيكل العظمي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Skeletal System)

4-4

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف وظائف الهيكل العظمي.
- أوضح بعض أمراض الجهاز الهيكلي.

المفاهيم

Skeletal Functions	وظائف الهيكل العظمي
Diseases of the Skeletal System	أمراض الجهاز العظمي

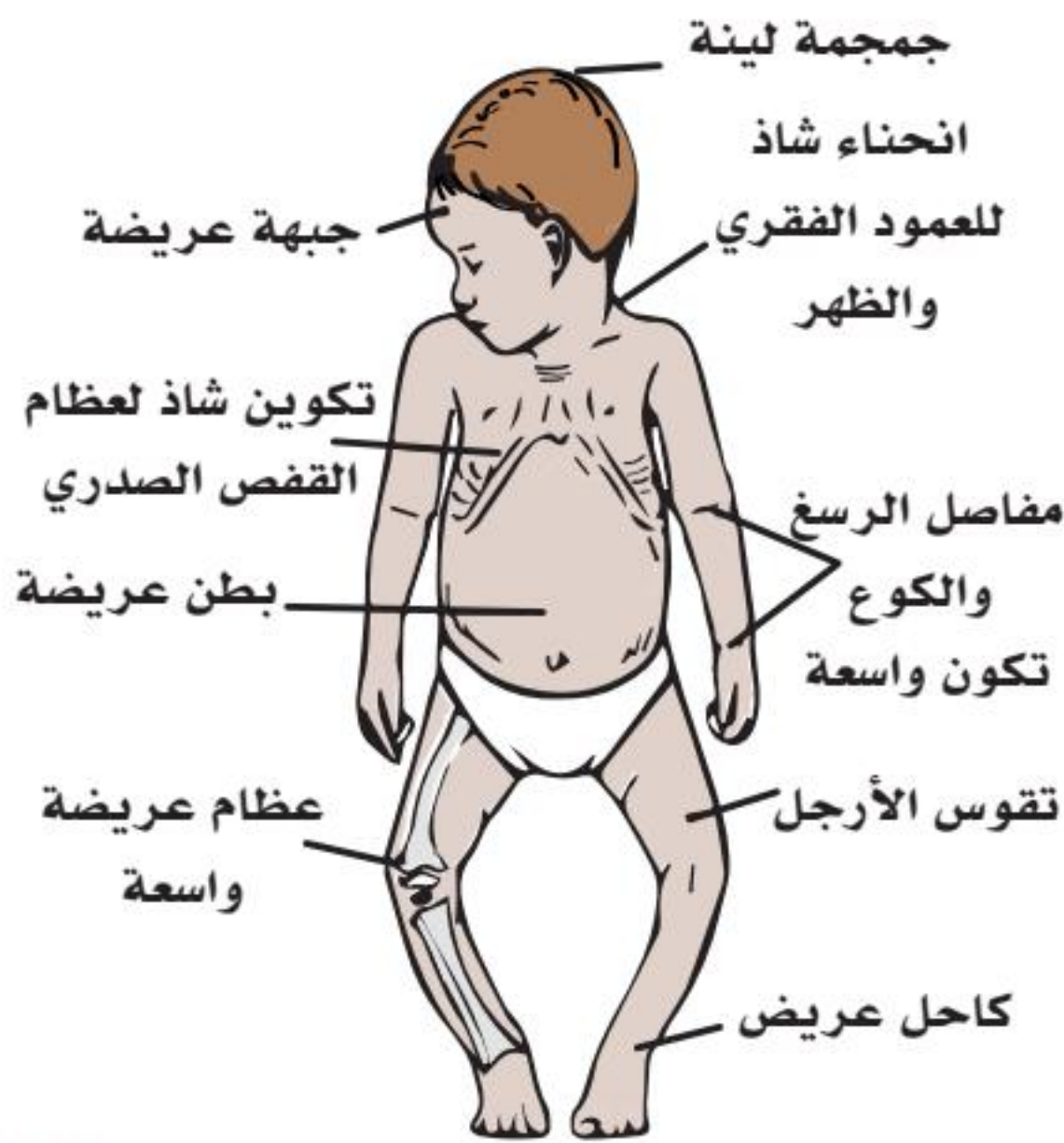
تمهيد: للهيكل العظمي وظائف متعددة؛ كونه المحور الأساسي للجسم، فهو يكسب الجسم شكله، وقوامه، ويعمل على حماية الأحشاء، والأعضاء الداخلية المختلفة. ويؤدي دور الاتصال؛ حيث تتصل بعظامه عضلات الجسم الإرادية والأوتار والأربطة، ويسمح بحركة الجسم كاملاً، أو أجزاء منه؛ وذلك لوجود المفاصل التي تحركها العضلات. ويعمل الهيكل العظمي على إنتاج خلايا الدم المتنوعة؛ خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية من نخاع العظم الأحمر. إضافة إلى أنه يفرز بعض أنواع الدهون في نخاع العظم الأصفر ويخزنها، ويفرز العديد من المعادن والأملاح ويخزنها؛ منها الفسفور والكالسيوم، وعنصر الكالسيوم له وظائف عديدة؛ حيث إنه مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتركيب العظام والأسنان الصحية وثباتهما، ويلعب -أيضاً- دوراً مهماً في تخثر الدم.

أمراض الجهاز العظمي (Diseases of the Skeletal System):

من أهم الأمراض المتعلقة بالجهاز العظمي ما يأتي:

■ الكساح (Rickets):

هو نقص في فيتامين (د) الذي يسبب ليناً وضعفاً في العظام، ونقصاً في الكالسيوم والفسفوسفات؛ مما يؤدي إلى زيادة مفرطة في إفراز الغدة الجار درقية. انظر الشكل (4-14).

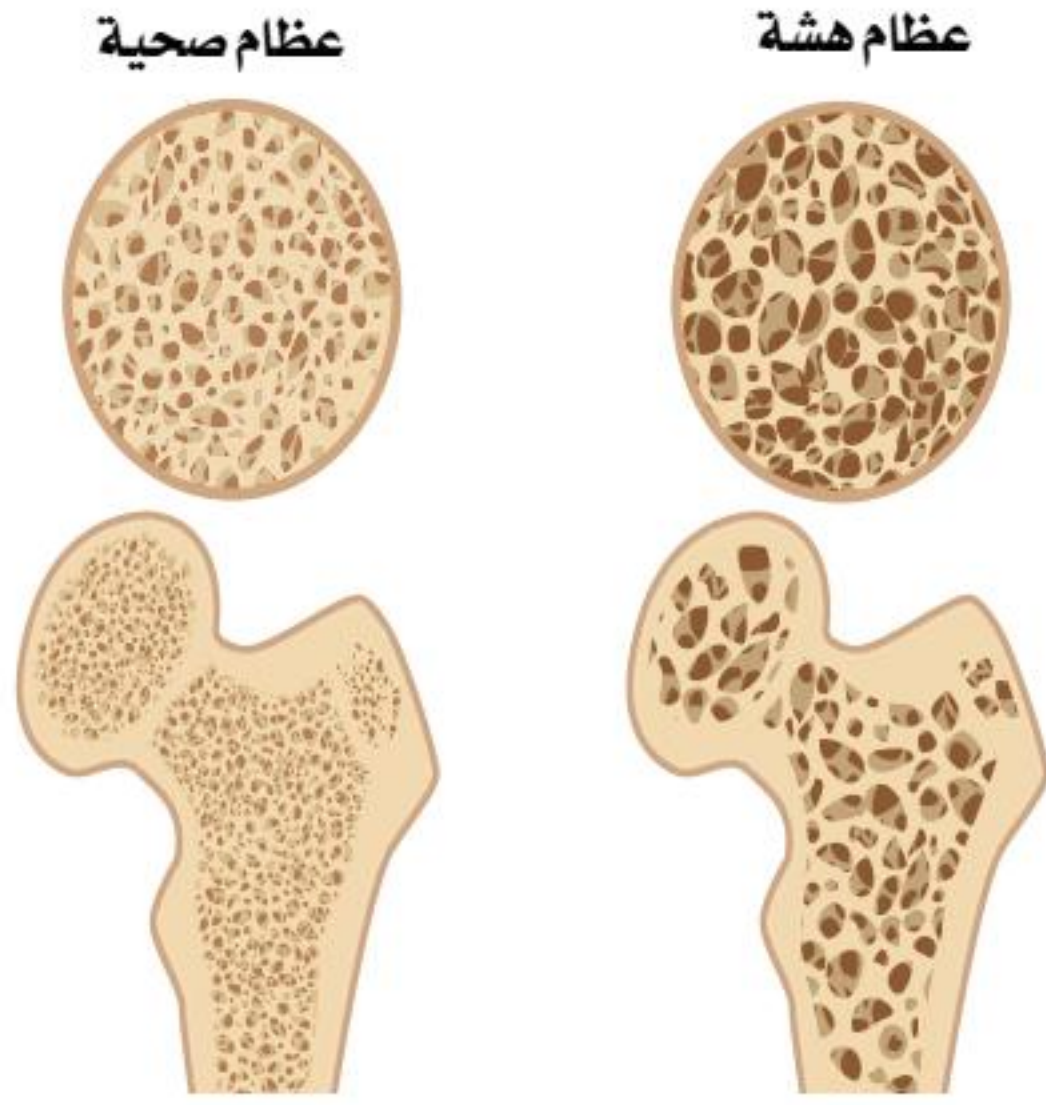


الشكل (4-14): الكساح.



■ أسباب المرض:

- يحدث مرض الكساح بسبب عدم التعرض الكافي لأشعة الشمس، وعدم تناول الأطعمة التي تحتوي على فيتامين (د).
- عدم امتصاص المعدة والأمعاء المغذيات لأسباب معينة؛ مثل استئصال الأمعاء، ومرض البكرياس المزمن، والتليف الكيسي.
- أمراض الكبد؛ مثل تليف الكبد.
- أمراض الكلى.
- الأدوية مثل الفينيتوين (Phenytoin).
- الجينات.



الشكل (4-15): الفرق بين العظم المصاب بهشاشة العظام والعظم الصحي (المعافى).

■ هشاشة العظام (Osteoporosis):

هشاشة العظام مشكلة شائعة، تصبح العظام فيها ضعيفة، وسهلة الكسر، وتتطور ببطء على مدى عدة سنوات. وغالبًا ما يشخص المرض عند سقوط طفيف، أو تأثير مفاجئ يسبب كسر العظام. يُشار إلى أن النساء أكثر عرضة لخطر الإصابة بهشاشة العظام بعد انقطاع الطمث. انظر الشكل (4-15).

■ أسباب المرض:

- استعمال بعض الأدوية مثل الكورتيكوستيرويدات (الكورتيزون) عن طريق الفم بجرعات عالية لفترة طويلة، وتناول عقار الهيبارين (مانع للتجلط)، وبعض أدوية الصرع؛ مثل دواء الفينيتوين.
- الإصابة ببعض مشكلات الغدد، وإنتاج الهرمونات؛ مثل زيادة إفراز الغدة الدرقية والجاردرقية، ومتلازمة كوشينغ، ونقص هرمون الأستروجين.
- تفقد النساء كثافة عظامهن بسرعة في السنوات القليلة الأولى بعد انقطاع الطمث؛ وخصوصًا إذا بدأ انقطاع الطمث مبكرًا (قبل عمر (45) سنة).

■ آلام قصبة الساق (Leg pain)

هي ألم في الجزء الأمامي من الساق؛ حيث ينتج عن التهاب العضلات والأوتار والأنسجة العظمية حول قصبة الساق، وتعد مشكلة شائعة للرياضيين، والعسكريين.

■ أسباب المرض:

■ تحدث بسبب زيادة الحمل على عضلات الساق، أو الأوتار، أو عظم الساق، والإفراط في استعمال الساقين في الأنشطة أو التدريبات، وغالباً ما تحدث بعد التغيرات المفاجئة في النشاط البدني. يمكن أن تخفف الإجراءات البسيطة من الآلام؛ وذلك بالراحة ووضع كمادات الثلج.

■ القدم المسطحة (Flat foot):

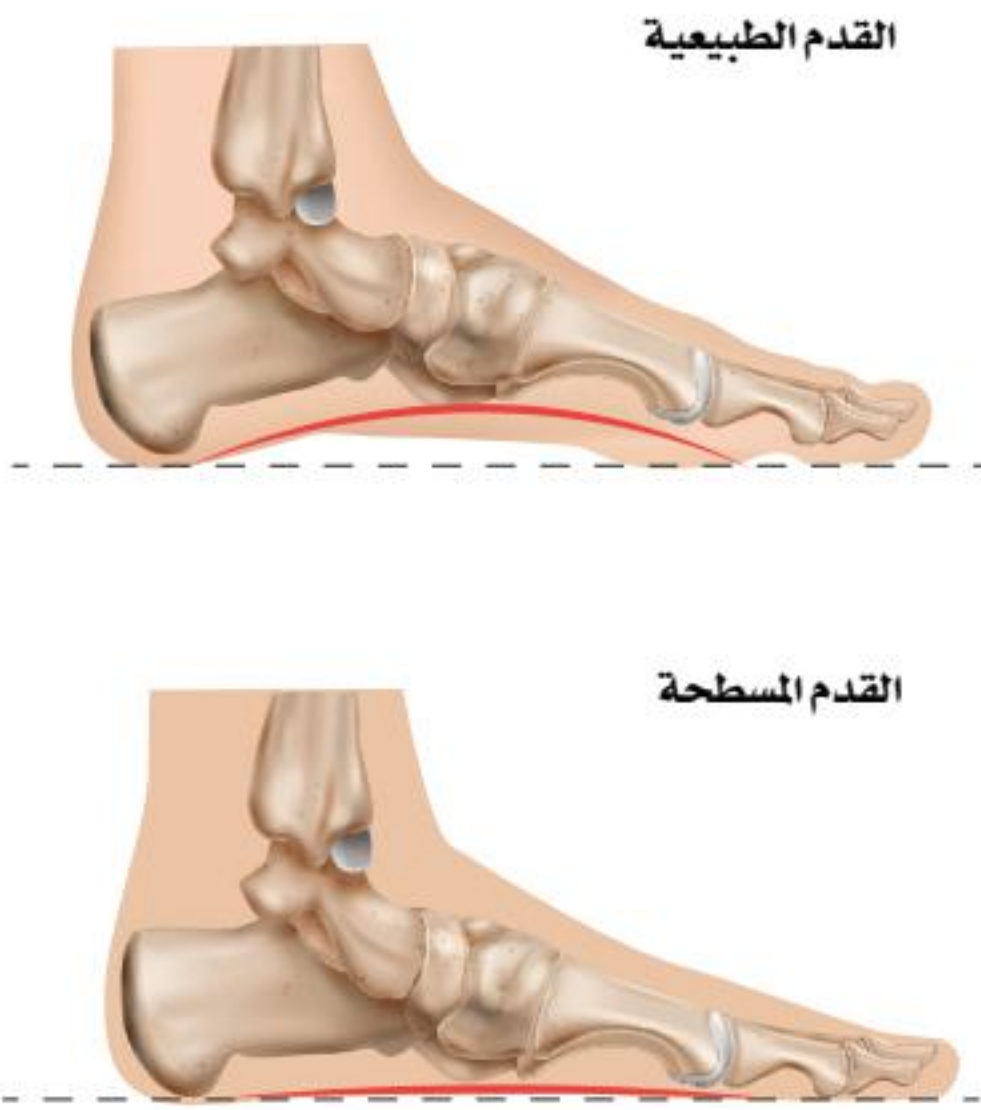
هو المصطلح المستعمل عندما يكون تقوس الجزء الأوسط من الجانب الداخلي للقدم أقل من الطبيعي، وعادة ما يكون تقوس القدم الطبيعي بعيداً عن الأرض. انظر الشكل (4-16).

■ أسباب المرض:

■ غالباً لا يوجد سبب واضح للأقدام المسطحة؛ حيث تكون -أحياناً- الأقدام المسطحة متوارثة في العائلات، ولكن قد يكون ناتجاً من عدم نمو أقواس القدم نمواً صحيحاً أثناء الطفولة، وغالباً ما يولد الأطفال بأقدام مسطحة، ثم تتطور القدم وتختفي القدم المسطحة في سن السادسة؛ حيث تصبح القدم أقل مرونة وتتطور الأقواس، وقد يستمر نحو (1) أو (2) من كل (10) أطفال بأقدام مسطحة حتى مرحلة البلوغ.

■ بعض الحالات المحددة؛ مثل متلازمة إهلرز دانلوس، ومتلازمة مارفان.

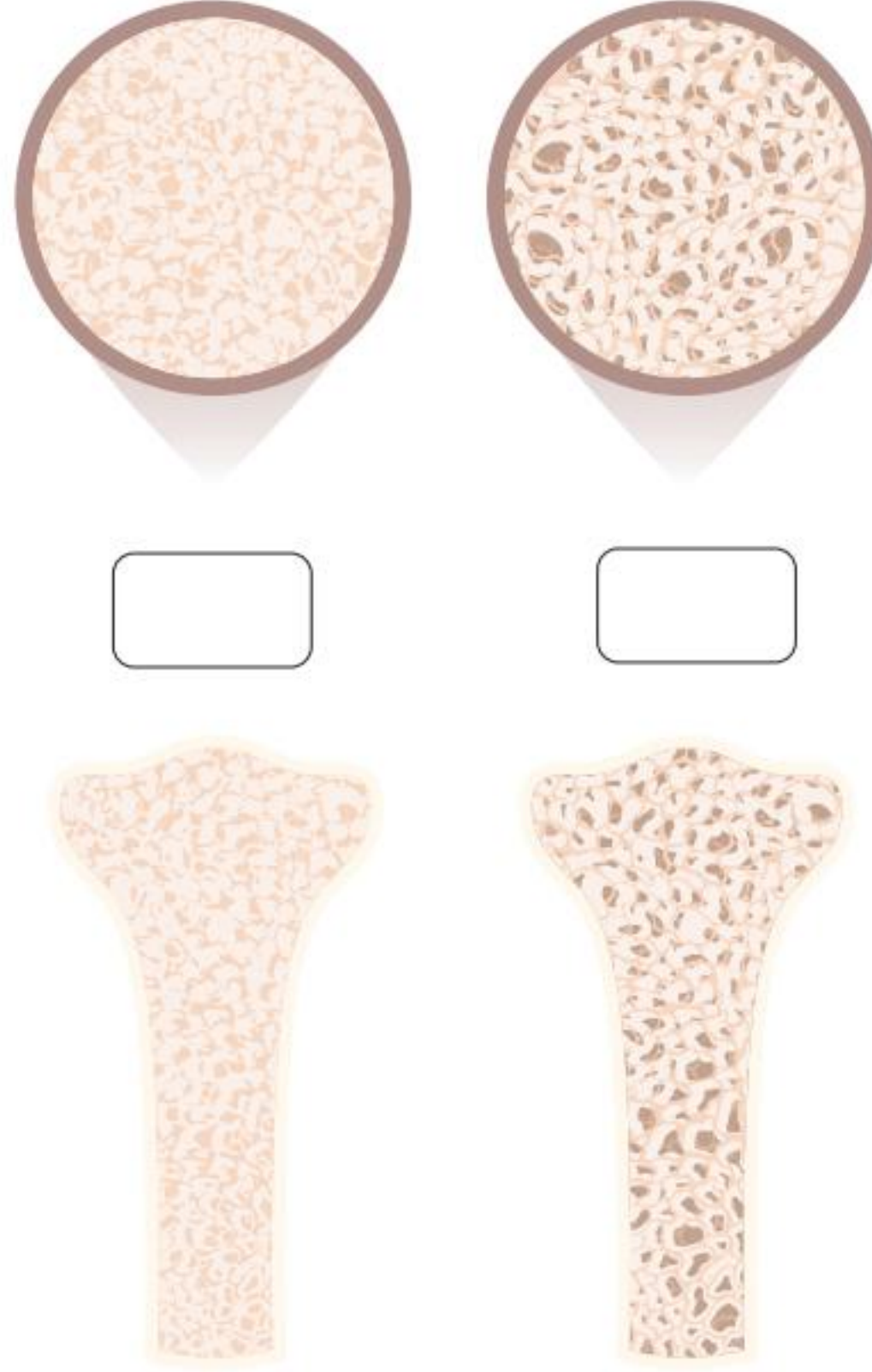
■ تمزق أوتار القدمين أو ضعفها؛ مثل: الإصابة، أو التقدم في العمر، أو زيادة الوزن.



الشكل (4-16): الفرق بين القدم المسطحة والقدم الطبيعية.

نشاط (4-4) تثبيت المفاهيم الرئيسية.

حدد العظم المصاب بالهشاشة، ثم اكتب الأسباب المحتملة لذلك.



.....

.....

.....

.....

1. لخص وظائف العظام.

.....

.....

.....

2. ضع اسم المرض أمام ما يناسبه من الجمل الآتية:
(القدم المسطحة - الكساح - ألآم قصبية الساق - هشاشة العظام).

تصبح العظام فيها ضعيفة، وسهلة الكسر، وتتطور ببطء على مدى عدة سنوات. وغالباً ما يُشخص المرض عند سقوط طفيف، أو تأثير مفاجئ يسبب كسر العظام. يُشار إلى أن النساء أكثر عرضة لخطر الإصابة به.	
تقوس الجزء الأوسط من الجانب الداخلي للقدم تقوساً أقل من الطبيعي.	
ألم في الجزء الأمامي من الساق؛ ينتج عن التهاب العضلات والأوتار والأنسجة العظمية حول قصبية الساق.	
نقص في فيتامين (د) يسبب ليناً وضعفاً في العظام، ونقصاً في الكالسيوم والفوسفات؛ مما يؤدي إلى زيادة مضرة في إفراز الغدة المجاورة للغدة الدرقية.	

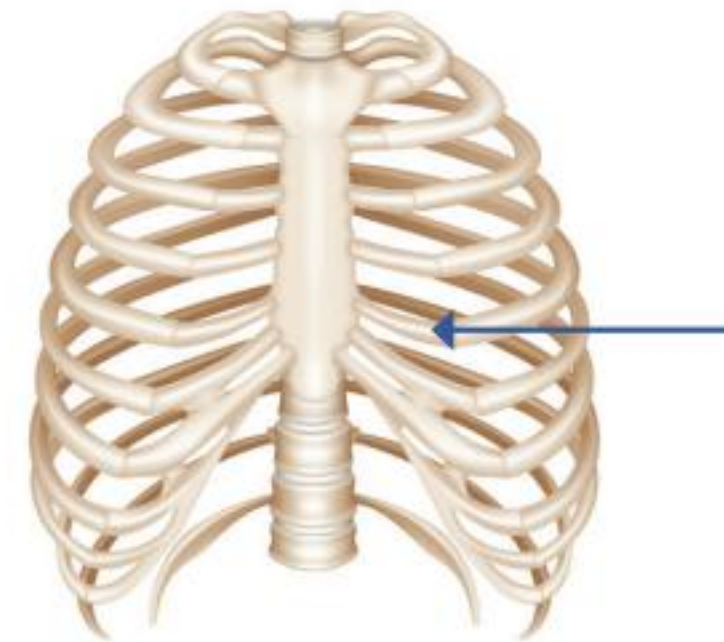
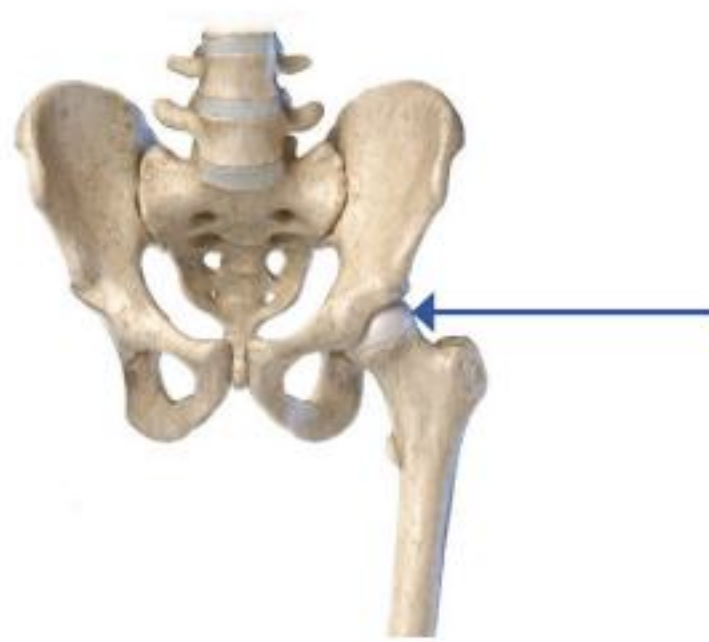
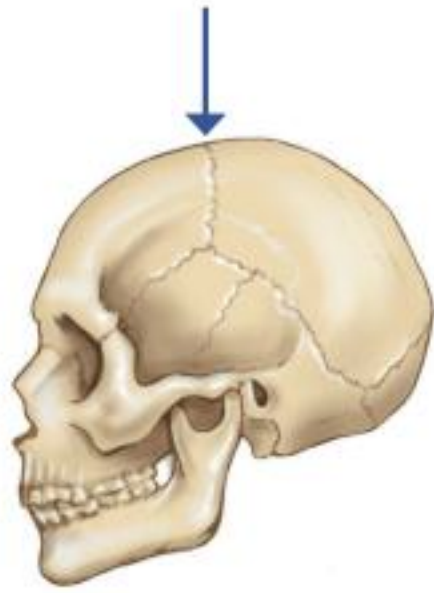
3. قارن بين مرض هشاشة العظام ومرض الكساح.

.....

.....

.....

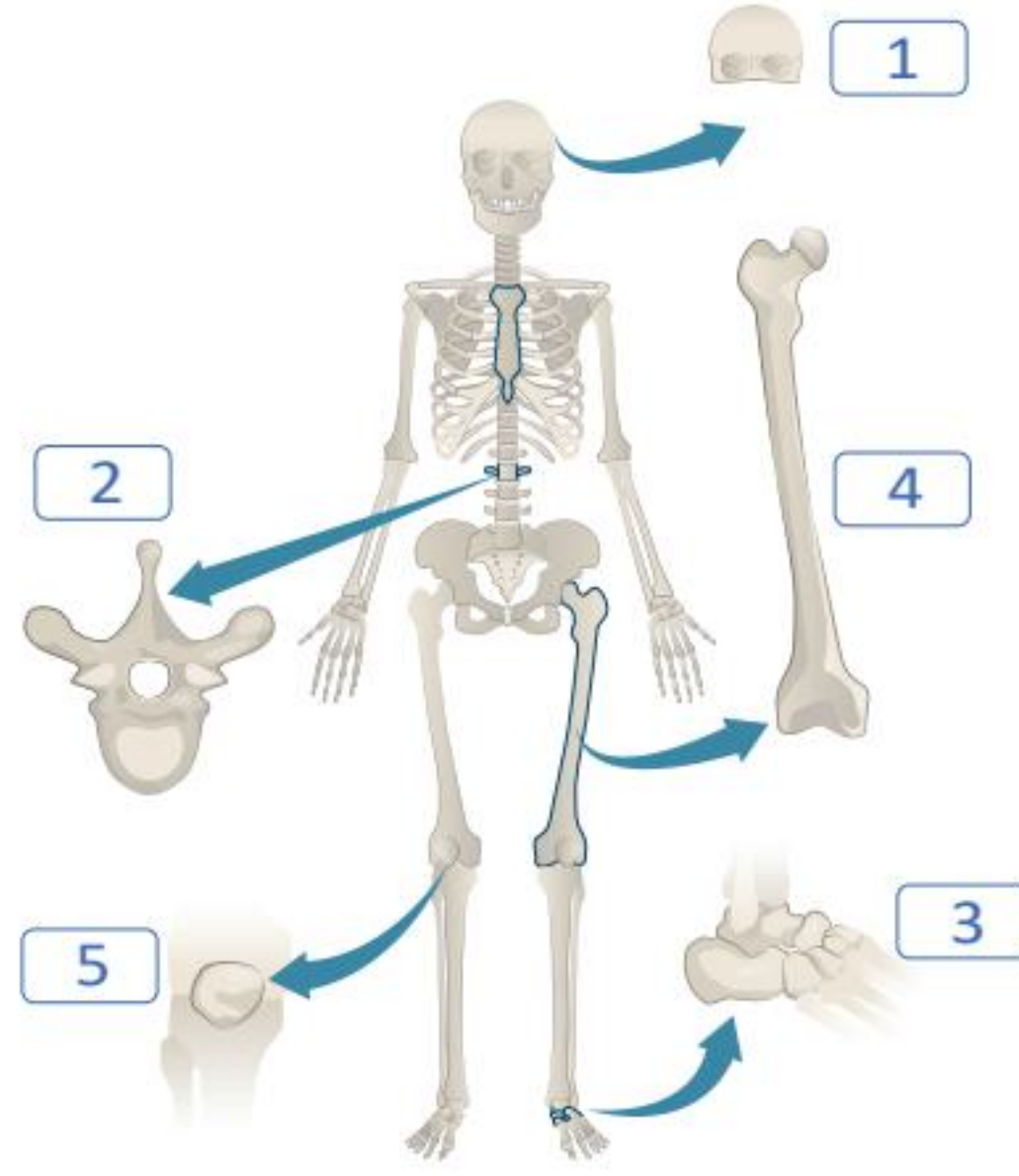
السؤال الأول: في الشكل أدناه، صنف المفاصل حسب الحركة لكل جزء مشار إليه.



			الحركة:
			المثال:

السؤال الثاني: في الشكل أدناه:

- صنف أسماء العظام المرقمة.
- قارن بين العظم رقم (1) والعظم رقم (4) من حيث التركيب ، والوظيفة.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

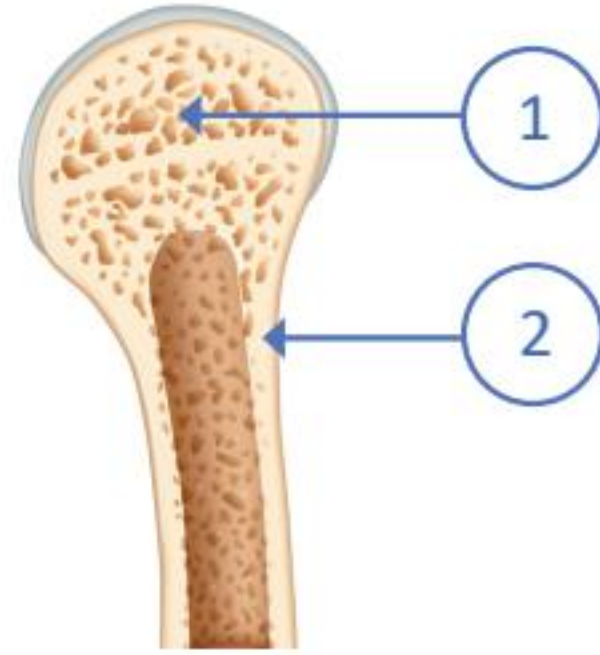
.....

.....

.....

.....

السؤال الثالث: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:



1. الجزء المشار إليه بالرقم (1) و (2) في الشكل المجاور هو:

- أ. (1) النخاع الأحمر، (2) النخاع الأصفر.
- ب. (2) النخاع الأحمر، (1) النخاع الأصفر.
- ج. (1) عظم كثيف، (2) عظم إسفنجي.
- د. (2) عظم كثيف، (1) عظم إسفنجي.

2. أي مما يأتي يعد من المفاصل الثابتة:

- أ. عظام الطرف العلوي.
- ب. عظام الطرف السفلي.
- ج. عظام الجمجمة.
- د. فقرات العمود الفقري.

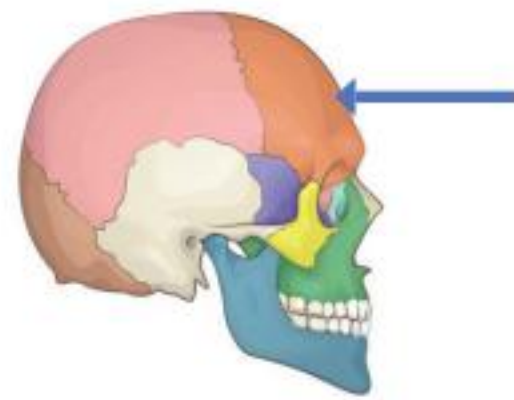
3. أي مما يأتي يعد من المفاصل المدارية:

- أ. أحادية المحور.
- ب. ثنائية المحور.
- ج. متعددة المحاور.
- د. لا شيء مما ذكر.



4. أي مما يأتي يحاكي محور حركة المفصل في الشكل المجاور.

- أ. الورك.
- ب. الفقرات.
- ج. المرفق.
- د. الجمجمة.



5. الجزء المشار إليه في الشكل المجاور يمثل عظام:

- أ. مفردة.
- ب. مزدوجة.
- ج. ثلاثية.
- د. رباعية.



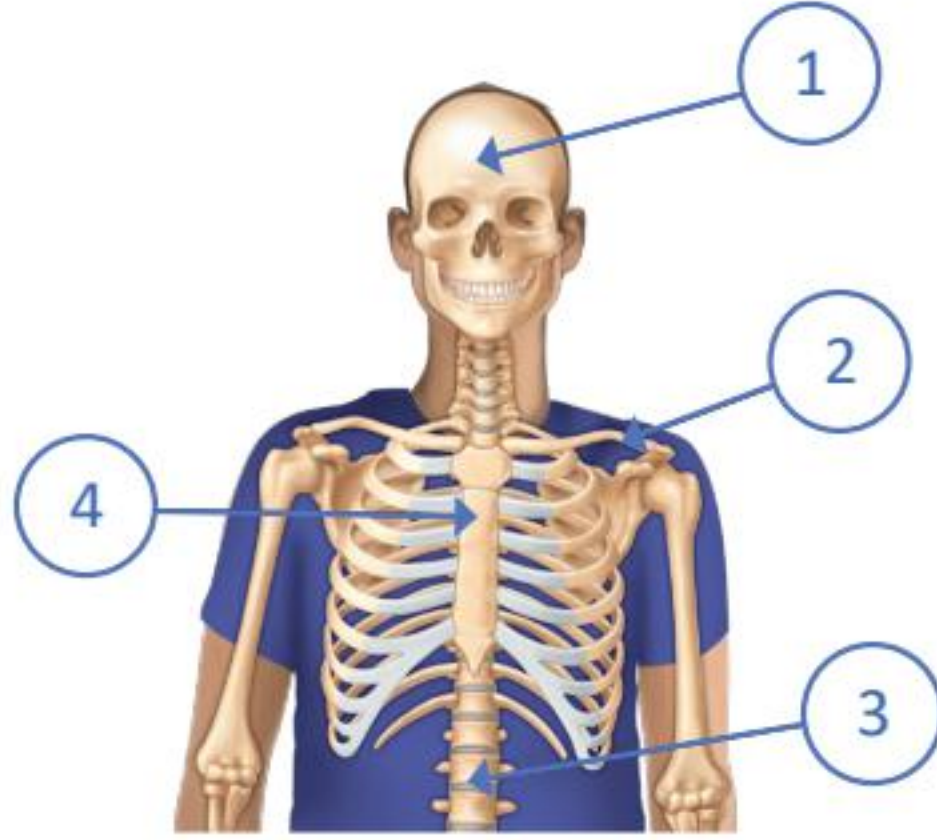
6. جميع العظام الآتية تعد من الهيكل المحوري عدا:

أ. العمود الفقري.

ب. الجمجمة.

ج. الترقوة.

د. الأضلاع.



7. أي مما يأتي في الشكل المجاور يعد جزءاً من الهيكل الطرفي:

أ. (1).

ب. (2).

ج. (3).

د. (4).

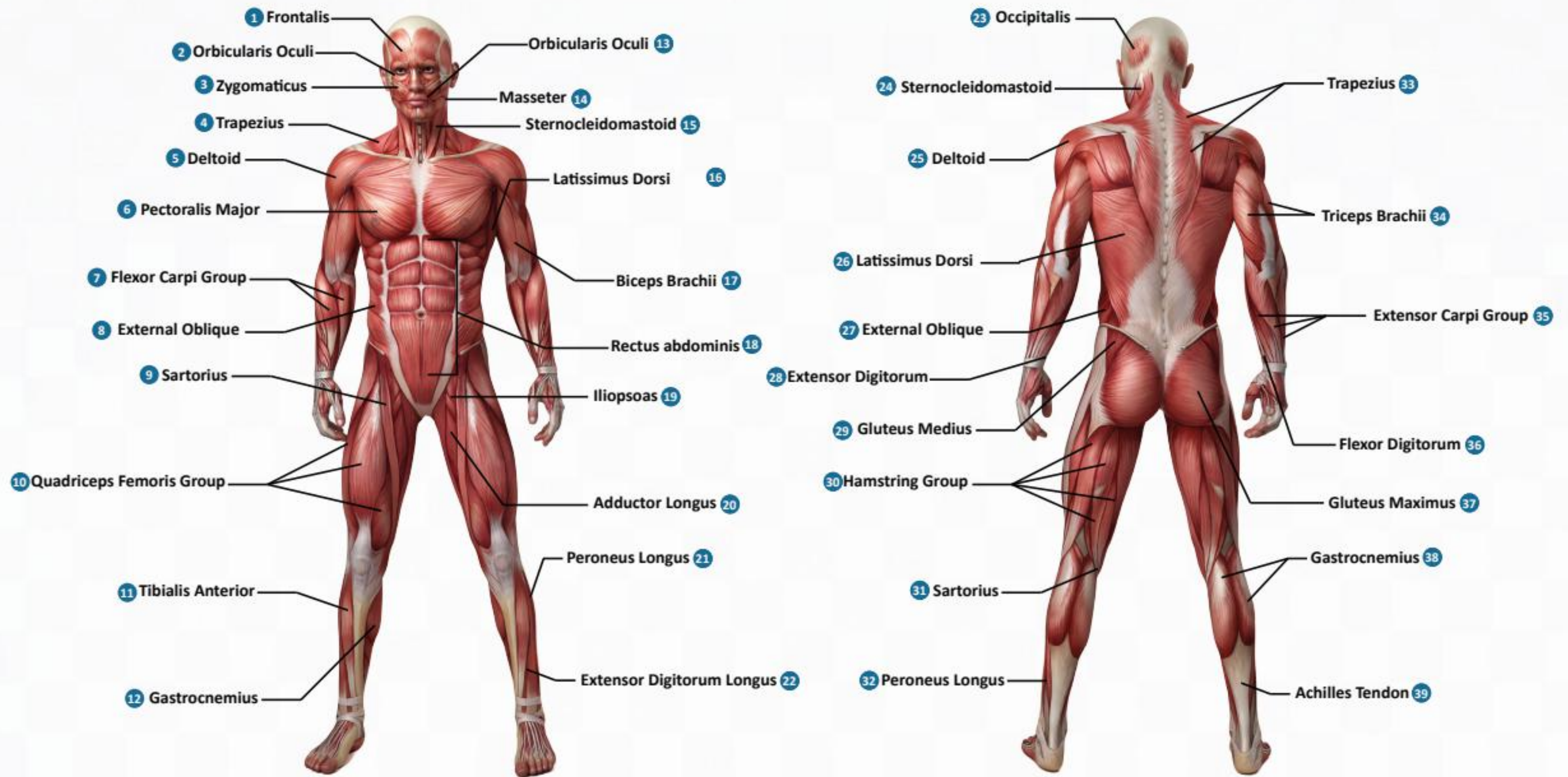
السؤال الرابع: ضع اسم المفصل مقابل طريقة حركة المحاور التي تخصه في الجدول أدناه:
(رزي - مداري - إهليجي - كروي - سرجي - منزلقة).

طريقة حركة المحاور	المفصل	طريقة حركة المحاور	المفصل

الفصل الخامس

الجهاز العضلي

(The Muscular System)



الفكرة العامة للفصل:

يعمل الجهاز العضلي على الاتزان الداخلي للجسم عن طريق توفير حرية حركة الجسم، والدعامة والحماية لها.

الأفكار الرئيسية للفصل:

5-1 أنواع العضلات في جسم الإنسان (Types of Muscles in the Human Body).

الفكرة الرئيسية تختلف أنواع العضلات في التركيب والوظيفة.

5-2 وظائف الجهاز العضلي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Muscular System).

الفكرة الرئيسية تقوم العضلات بوظائف متعددة حسب تركيبها، وقد تتعرض للعديد من الاضطرابات.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **استنتاج** أنواع العضلات.
- **المقارنة** بين أنواع العضلات.
- **تحديد** تركيب العضلة الهيكلية.
- **استنتاج** وظائف العضلات.
- **وصف** الأمراض المتعلقة بالجهاز العضلي.





أنواع العضلات في جسم الإنسان

(Types of Muscles in the Human Body)

5-1

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أستنتج أنواع العضلات.
- أقارن بين العضلات.
- أفحص الشرائح المجهرية للعضلات.

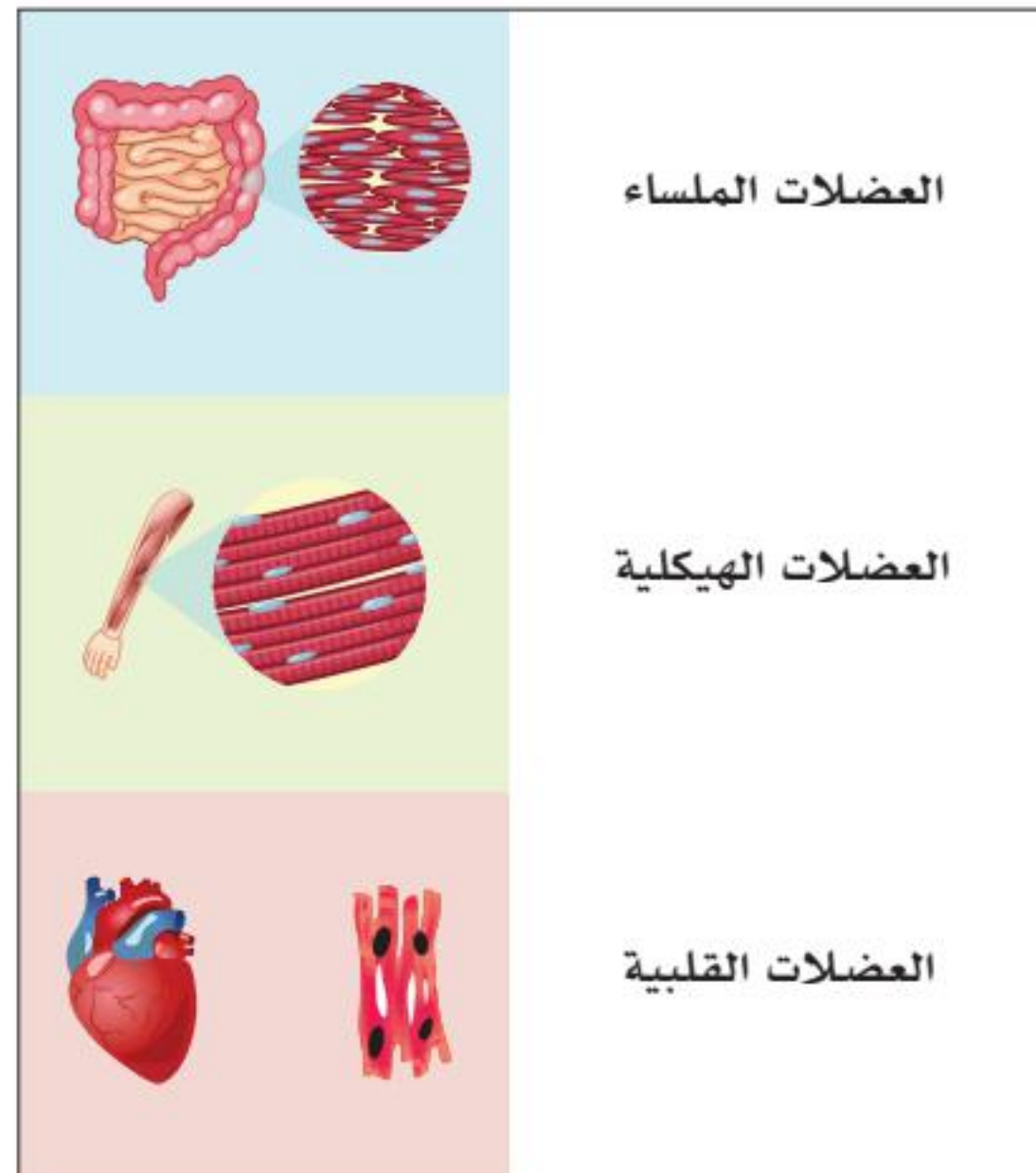
المفاهيم

Voluntary Muscles	عضلات إرادية
Involuntary Muscles	عضلات لاإرادية
Skeletal Muscles	العضلات الهيكلية
Smooth Muscles	العضلات الملساء
Cardiac Muscle	العضلة القلبية

تمهيد: تتكون العضلة من مجموعة ألياف -أو خلايا عضلية- متماسكة بعضها مع بعض، وتعدُّ العضلات مهمة للقيام بمختلف حركات الجسم الإرادية واللاإرادية، ويوجد في جسم الإنسان قرابة (634) عضلة.

أنواع العضلات:

تنقسم العضلات إلى ثلاثة أنواع كما يأتي:



الشكل (5-1): أنواع العضلات.

1. عضلات هيكلية (إرادية): تخضع في حركاتها لإرادة الإنسان (Voluntary)، وتسمى مخططة (Striated)؛ لوجود خطوط طولية تظهر تحت المجهر، وأيضاً تسمى هيكلية (Skeletal)؛ لأنها تلتحم وتغطي الهيكل العظمي.

2. عضلات حشوية، ملساء (لاإرادية): تتحرك بعيداً عن إرادة الإنسان (Involuntary)، وتسمى ملساء (Smooth) لغياب الخطوط تحت المجهر، وتوجد في جدار الأوعية الدموية والأعضاء الداخلية كالمعدة.

3. عضلة القلب (لاإرادية): وتحوي خطوطاً تحت المجهر تختلف عن خطوط العضلات الهيكلية، وتكون جدار القلب. انظر الشكل (5-1).

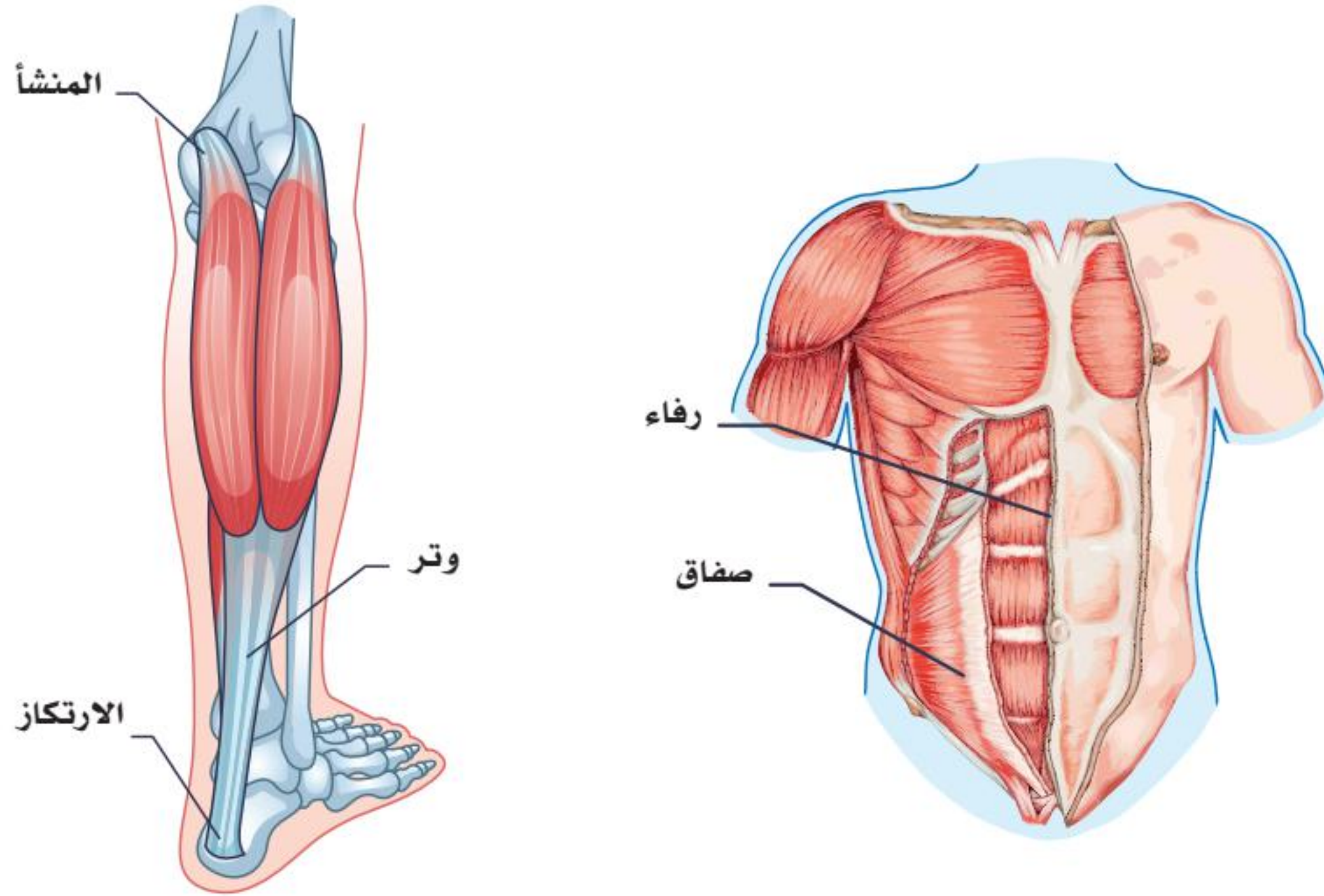


العضلات الهيكلية (Skeletal Muscles):

تمثل تقريباً (40%) من وزن الإنسان، وتقع تحت سيطرة الجزء الإرادي من المخ؛ ولذلك سميت عضلات إرادية. لها ميزة الانقباض والانبساط، وتتلقى العضلات الإشارات العصبية عبر الأعصاب الشوكية (Spinal Nerves). تتألف العضلة من ألياف حمراء متماسكة تكون جسم العضلة، وتمتد في أحد طرفيها ألياف تسمى وتر العضلة (Tendon).

تتصل العضلة الهيكلية مع العظام بواسطة نقطتين:

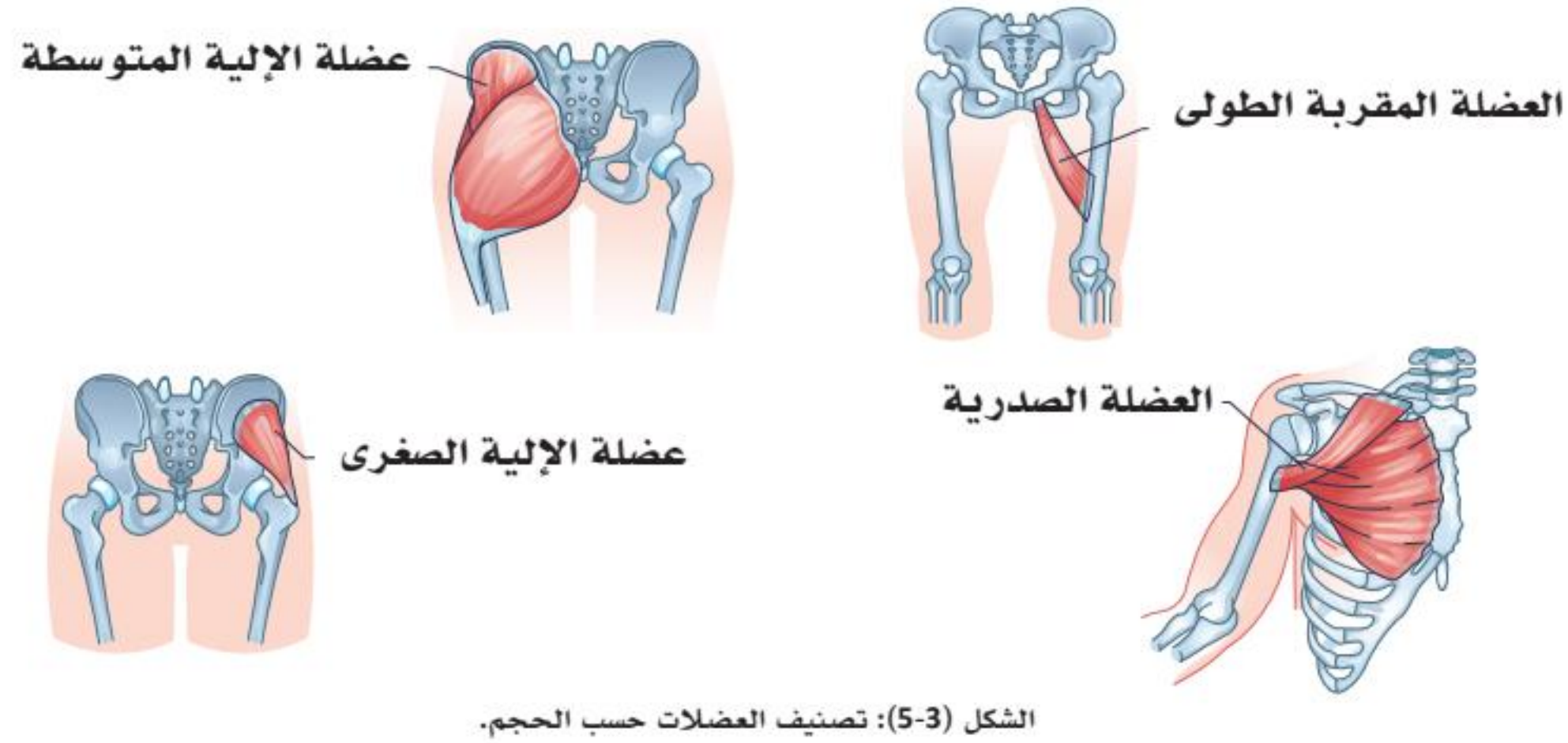
- المنشأ (Origin): الأقرب إلى الالتحام بالعظام؛ وغالباً ما يتكون من أنسجة عضلية، وتعدُّ أقل حركة.
- الارتكاز (Insertion): وهي الأبعد اتصالاً، والأكثر حركة، وتتكون من أنسجة ليفية، ولها عدة صور؛ وتر (Tendon)، أو صفاق (Aponeurosis)، أو رفاء (Raphe)، وهذه الأشكال مهمة لتثبيت العضلة. كما في الشكل (5-2).



الشكل (5-2): اتصال العضلة بالهيكل.

1. تصنيف العضلات حسب الحجم:

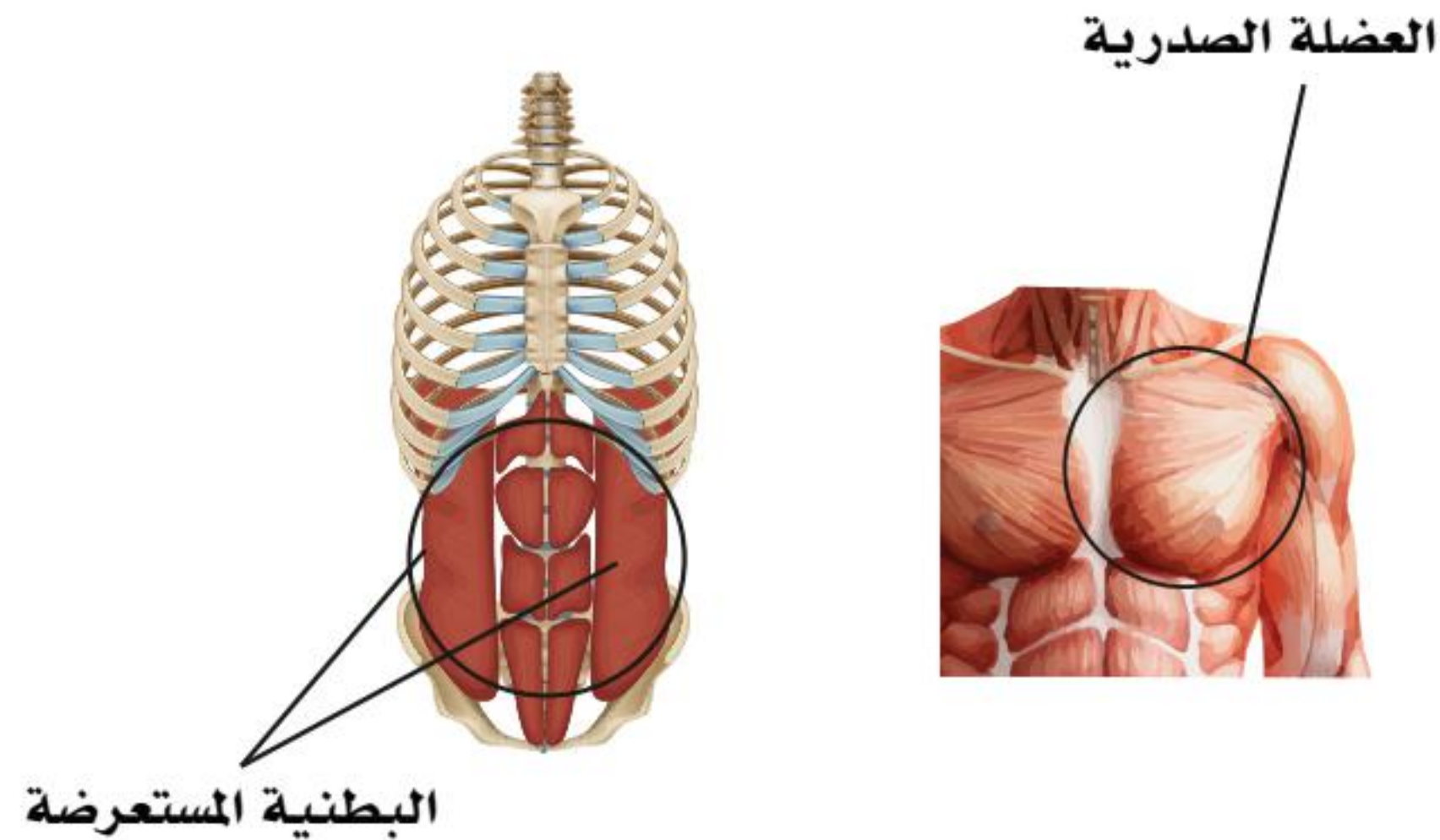
- كبيرة (large): العضلة الصدرية الكبرى (Pectoralis major).
- متوسطة الحجم (medium): عضلة الإلية المتوسطة (Gluteus medius).
- صغيرة (small): عضلة الإلية الصغرى (Gluteus minimus).
- طويلة (long): العضلة المقربة الطولى (Adductor longus).
- قصيرة (short): العضلة المقربة الصغرى (Adductor brevis). انظر الشكل (5-3).



الشكل (5-3): تصنيف العضلات حسب الحجم.

2. تصنيف العضلات حسب الموضع أو المكان:

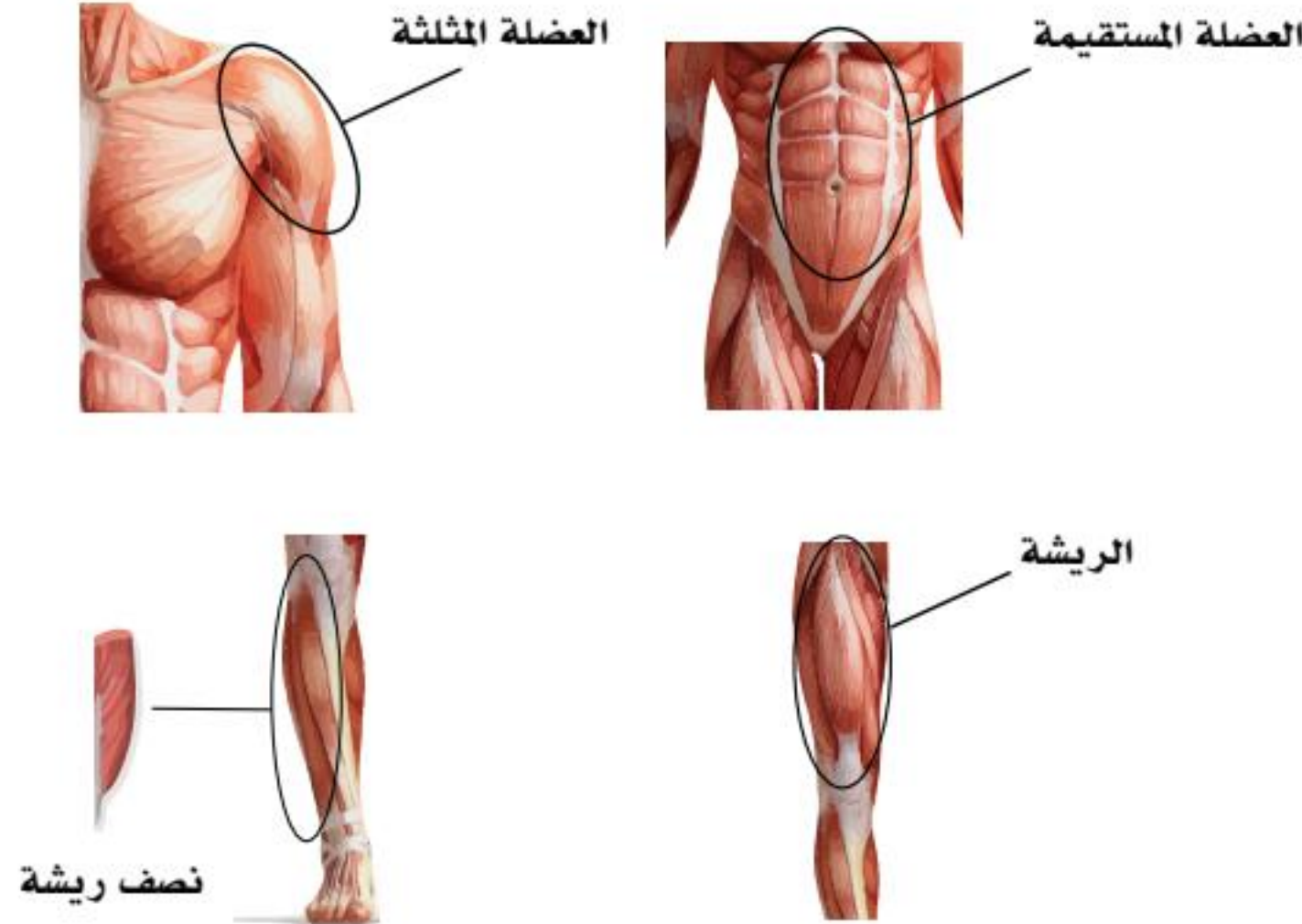
- في منطقة الصدر: العضلة الصدرية (Pectoralis).
- في منطقة البطن: البطنية المستعرضة (Transversus abdominis). انظر الشكل (5-4).



الشكل (5-4): تصنيف العضلات حسب المكان.

3. تصنيف العضلات حسب الشكل:

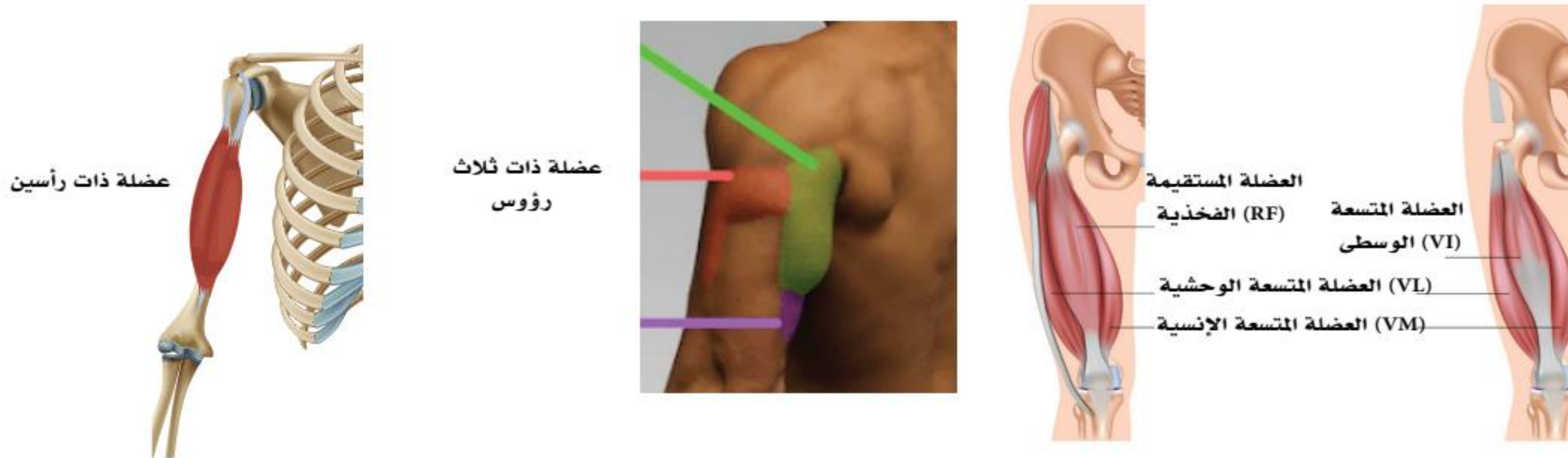
- العضلة المثلثة (deltoid).
- العضلة المستقيمة (Rectus).
- العضلة المدورة (Teres).
- العضلة الريشية: نصف ريشة (Unipennate)، أو على الطرفين مثل الريشة (Bipennate)، أو عديدة (Multipennate). انظر الشكل (5-5).



الشكل (5-5): تصنيف العضلات حسب الشكل.

4. تصنيف العضلات حسب عدد رؤوس العضلة:

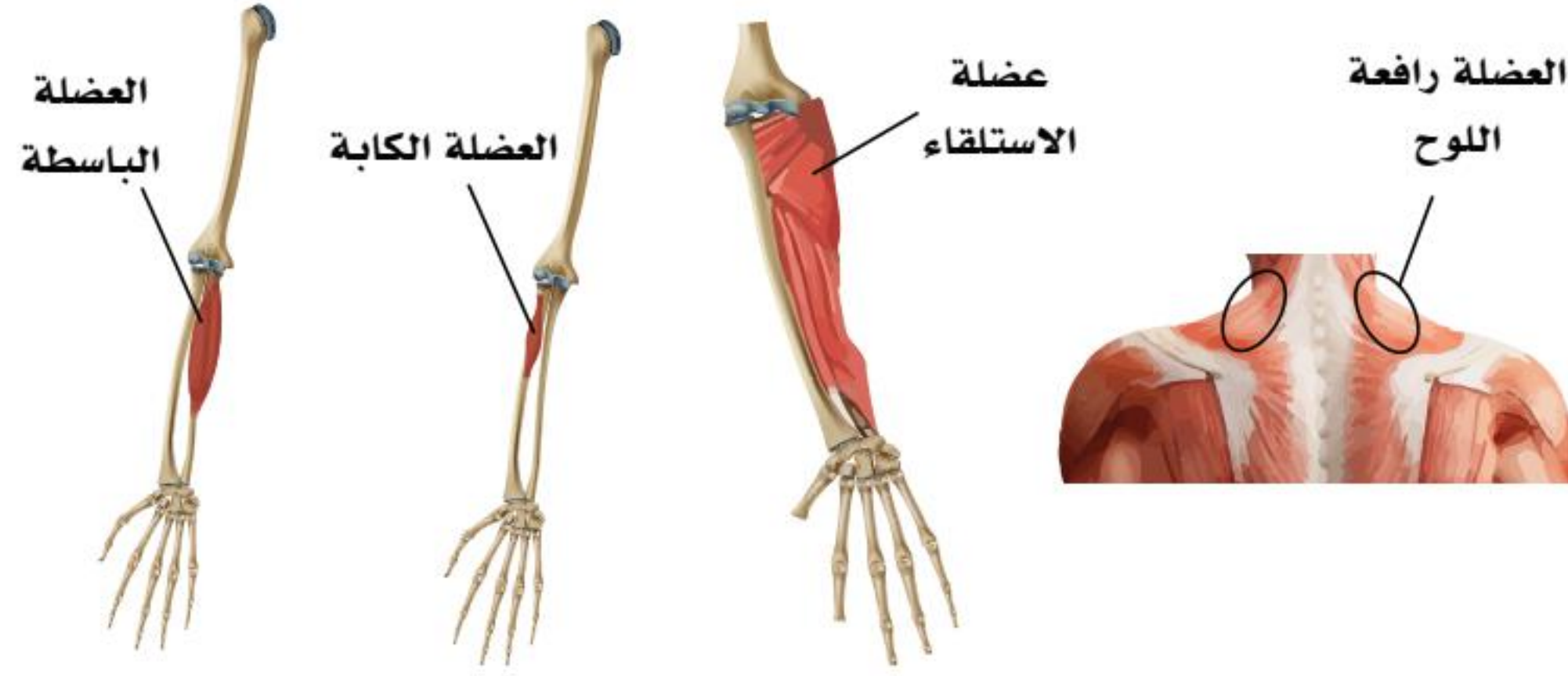
- عضلة ذات رأسين (Biceps).
- عضلة ذات ثلاثة رؤوس (Triceps).
- عضلة ذات أربعة رؤوس (Quadriceps). انظر الشكل (5-6).



الشكل (5-6): تصنيف العضلات حسب رؤوس العضلة.

5. تصنيف العضلات حسب عمل العضلة:

- العضلة الباسطة (Flexor digitorum).
- العضلة الكابة (pronator).
- عضلة الاستلقاء (supinator).
- العضلة رافعة اللوح (Levator scapulae). انظر الشكل (5-7).



الشكل (5-7): تصنيف العضلات حسب عمل العضلة.

أوضاع العضلات الهيكلية وطريقة عملها:

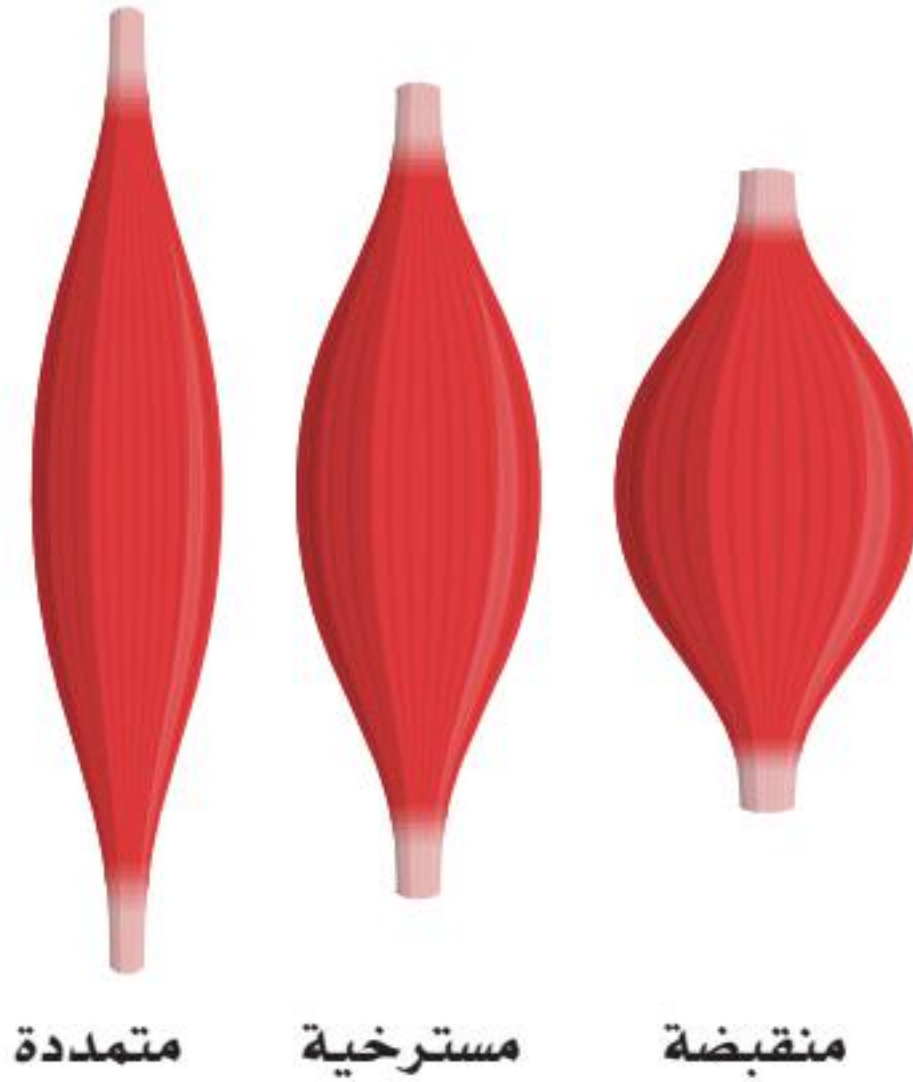
تكون العضلة إما منقبضة (Contracted) أثناء عملها، أو مسترخية (Relaxed)؛ وذلك وقت الراحة، أو كونها مناهضة (Antagonist). انظر الشكل (5-8).

وتصنف أوضاع العضلات الهيكلية وطريقة عملها كالآتي:

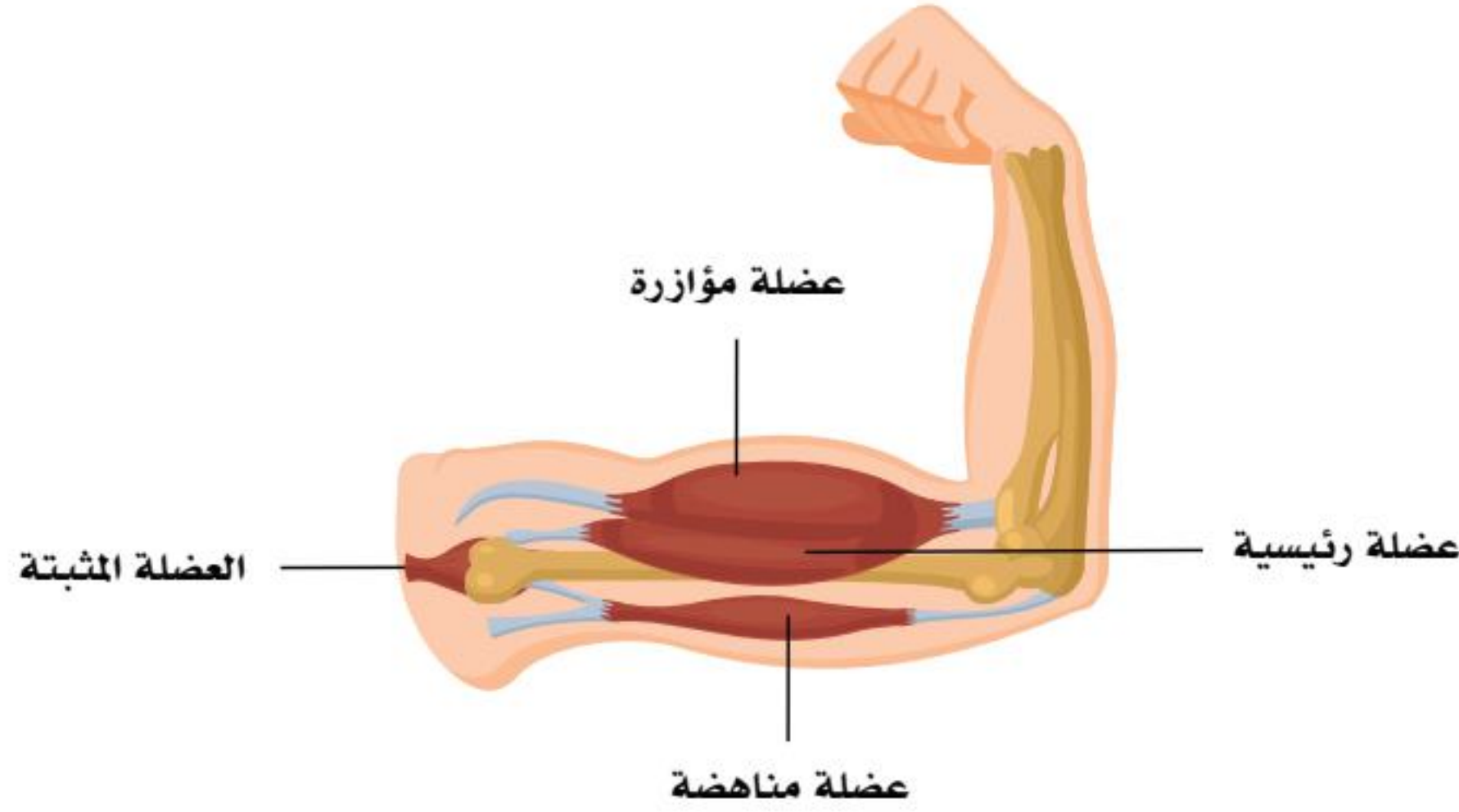
1. **محرك رئيس (Prime mover)**، (Agonist): هي العضلة المسؤولة عن إحداث الحركة.
2. **عضلة مناهضة (Antagonist)**: هي التي تضاد الحركة الرئيسية.

3. **عضلة مؤازرة (Synergist)**: هي المساعدة لإتمام الحركة.

4. **العضلة المثبتة (Fixator)**: هي المقوية لفعل العضلة الرئيسية لإتمام الحركة. انظر الشكل (5-9).



الشكل (5-8): أوضاع العضلة.



الشكل (5-9): أوضاع العضلات الهيكلية وطريقة عملها.

التوريد والتغذية العصبية للعضلات الهيكلية:

تتغذى العضلات الهيكلية عصبياً بقراءة (60%) من الأعصاب الحركية (Motor Spinal Nerves)، و (40%) من الأعصاب الحسية (Sensory Nerves).

أنواع انقباض العضلات الإرادية:

■ انقباض متساوي الأبعاد:

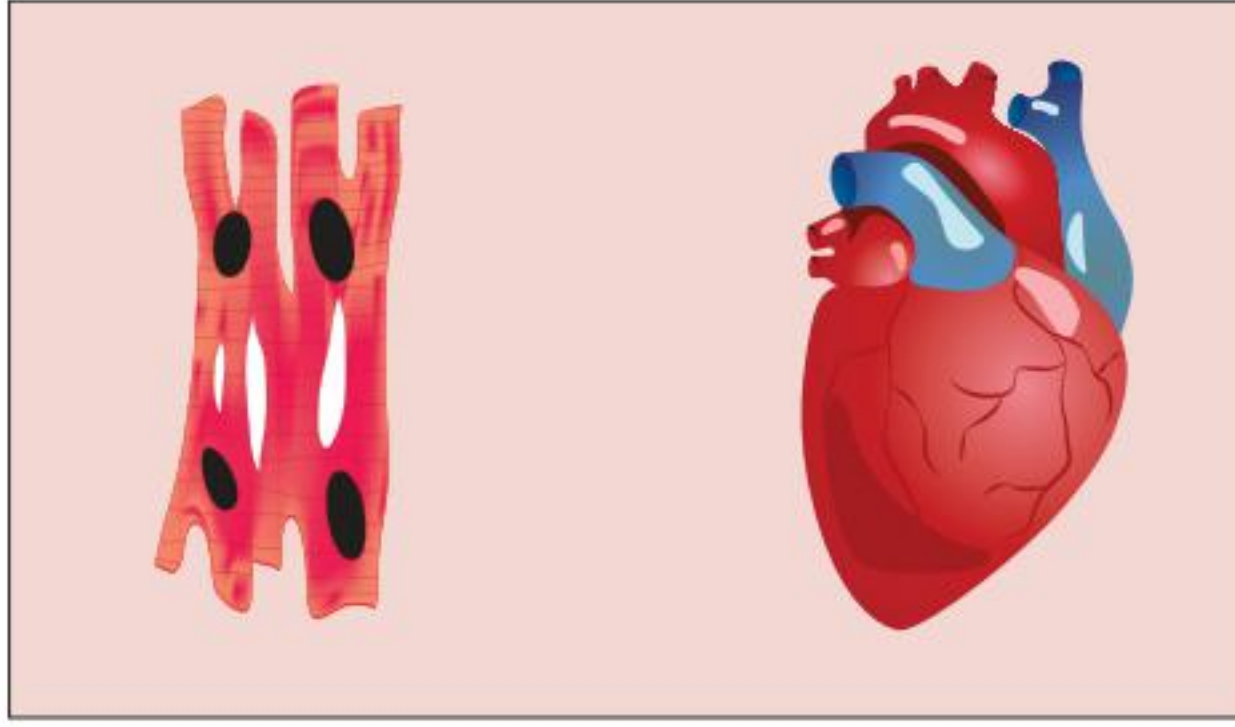
تنقبض العضلة ويزيد التوتر بداخلها مع ثبات طول الألياف العضلية، مثال ذلك انقباض عضلات اليد لتحمل أوزاناً ثقيلة.

■ انقباض متساوي التوتر:

هو الانقباض الذي ينتج عنه نقص طول العضلة مما يؤدي إلى حركة الأوزان المختلفة. مع ثبات التوتر الداخلي للعضلات؛ مثال ذلك انقباض العضلة لإحداث حركة مثل صعود السلم أو نزوله.

العضلة القلبية (Cardiac Muscle):

يتكوّن جدار القلب من ثلاث طبقات رئيسية، وتُعدّ الطبقة الوسطى المعروفة باسم عضلة القلب (Myocardium) المسؤولة عن الحركات النبضية للقلب، كما أنّها المكان الوحيد الذي توجد به عضلة القلب، ويُشار إلى أنّ العضلة القلبية تُصنّف ضمن العضلات اللاإرادية (Involuntary)؛ أي أنّ انقباض هذه العضلات وانبساطها يحدث تلقائياً وباستمرار؛ استجابةً لتنبيه النظام الكهربائي القلبي (Pacemaker)، ويتحكم الجهاز العصبي اللاإرادي في سرعة عدد الانقباضات إبطاءً (Bradycardia)، أو إسراراً (Tachycardia).



الشكل (5-10): العضلة القلبية.

وتتشابه خلايا العضلة القلبية في كونها مُخطّطة مثل العضلات الهيكلية، (Striated) إلا أنّها مختلفة الشكل لتبدو أقل طولاً وأكثر سماكة، كما يوجد بها تفرعات كما في الشكل (5-10)، حيث تُسهّل انقباض القلب بنسقٍ جيّد.

نشاط (5-1) ابحث:

فسر ارتباط الخلية القلبية الواحدة بأكثر من خلية مجاورة.

.....

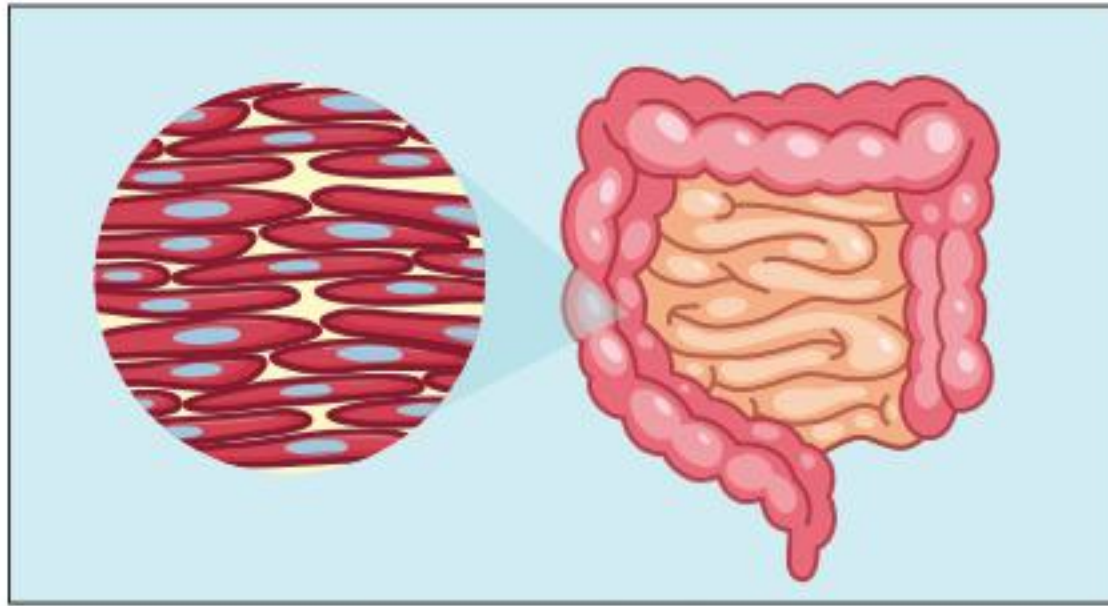
.....

.....

.....

.....

العضلات الملساء: (Smooth Muscles)



الشكل (5-11): العضلات الملساء.

تعرف بالعضلات الحشوية (Visceral muscles)، وهي أحد أنواع الأنسجة العضلية؛ توجد في جدار الأوعية الدموية، والقصيبات الهوائية؛ ويُعزى سبب تسميتها بالعضلات الملساء لكونها غير مُخطّطة الشكل، وتكون العضلات الملساء على هيئة طبقات مُتراصة خلف بعضها كما في الشكل (5-11)، كما يطلق عليها العضلات اللاإرادية؛ (Involuntary)؛ إذ لا يمكن التحكم بحركتها، ويُتحكّم بحركة هذه العضلات تلقائياً عن طريق الجهاز العصبي اللاإرادي، (Autonomic nervous system).



وظائف العضلات الملساء:

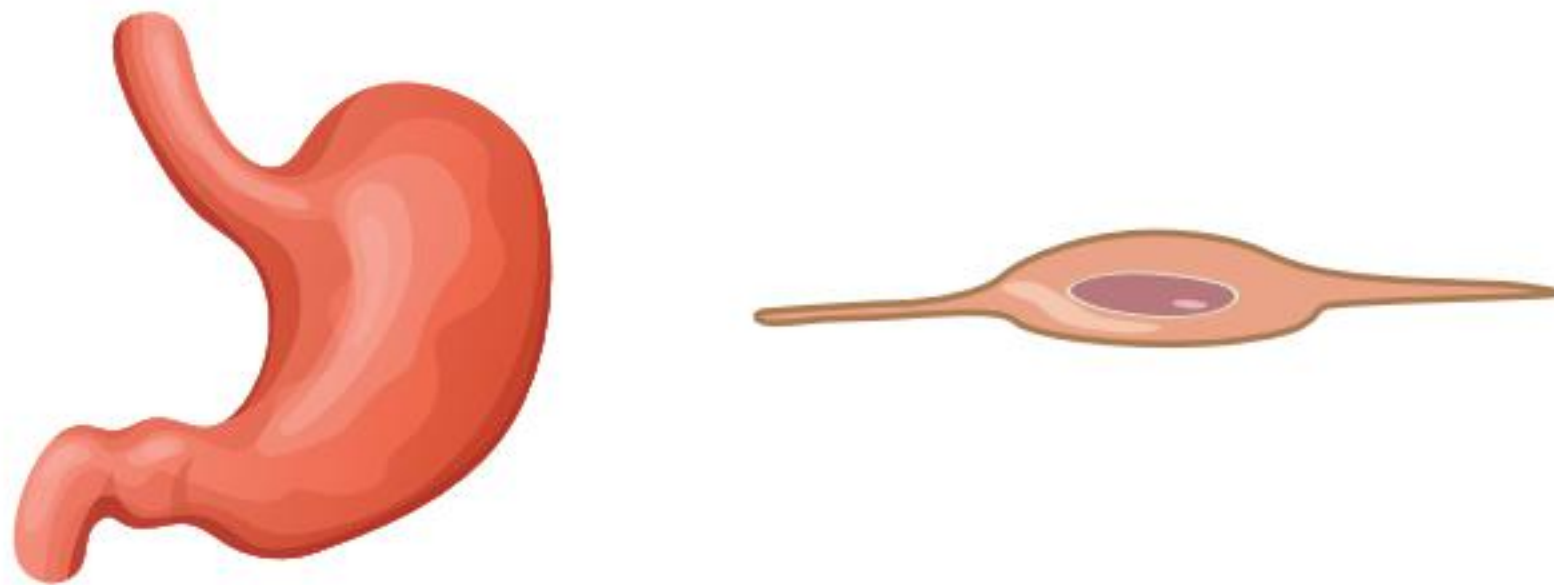
توجد العضلات الملساء في جدران الأعضاء الداخلية المجوفة، كما أنها تنقبض ببطء، وضمن إيقاع محدد، (Peristaltic movement).

وتشمل الوظائف الرئيسة للعضلات الملساء في أجهزة الجسم الآتي:

- القلب والأوعية الدموية: (Cardiovascular system) تعمل العضلات الملساء على تنظيم تدفق الدم، وضغط الدم عن طريق مقاومة الأوعية الدموية.
- الجهاز التنفسي (Respiratory system): تضبط العضلات الملساء قطر الشعبات الهوائية.
- الجهاز التناسلي (Reproductive system): تدفع الحيوانات المنوية وتيسر حركتها بداخل الجهاز التناسلي للأنثى، كما تحدث الانقباضات بالرحم خلال فترة الحمل وتُساعد -أيضاً- على دفع الجنين خارج الرحم أثناء عملية الولادة.
- الجهاز الهضمي (Digestive system): عند الانقباض والانبساط تسمح بانتقال الطعام عبر القناة الهضمية.
- الجهاز البولي (Renal system): عند انقباضها في جدار المثانة يتمكن الإنسان من دفع البول خارج الجسم.
- الجلد (skin): يسمح للشعر بالارتفاع استجابة للتعرض إلى عوامل معينة؛ كالخوف أو درجات الحرارة المنخفضة.

بنية العضلات الملساء:

تتميز العضلات الملساء تحت المجهر بعدم وجود خطوط سوداء، وتُتصف كل خلية عضلية ملساء بأنها رفيعة، وطويلة، ومغزلية الشكل، وتتكوّن من نواة واحدة تقع في مُنتصف الخلية. انظر الشكل (5-12).



الشكل (5-12): بنية العضلات الملساء.

نشاط (5-2) التفكير الناقد:

اذكر الأضرار المتوقعة لو كان للعضلات الملساء والقلبية تركيب العضلات الهيكلية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

آلية التحكم بالعضلات الملساء:

تعمل العضلات الملساء بشكل لا إرادي (Involuntary)؛ إذ لا يُمكن للشخص التحكم بانقباض العضلات الملساء وانبساطها، ويتولّى الجهاز العصبي اللاإرادي في جسم الإنسان (Autonomic nervous system) مهمة التحكم بها من أجل تنظيم العديد من الوظائف والأنظمة داخل الجسم، وذلك دون أي تدخل -أو تفكير- من الشخص.



الجزء العملي (5-1):



◀ الأدوات والمواد اللازمة:

- شريحة مجهرية جاهزة.
- قطاع طولي في عضلة هيكلية مخططة، وملساء، وقلبية.
- مجهر ضوئي.

◀ خطوات العمل:

- املأ بطاقة السلامة.
- افحص قطاعاً في عضلة هيكلية مخططة تحت المجهر باستعمال القوة الكبرى.

◀ حل، ثم استنتج:

- فسر وجود الخطوط في العضلات، ولماذا سميت بالعضلات الهيكلية؟
- أين تقع؟
- قارن بين ما تراه تحت المجهر والصور الواردة في الكتاب.
- لاحظ جيداً الشكل.
- ارسم مجموعة من الألياف العضلية كما تراها تحت المجهر.
- كرر الفحص لشريحة العضلات الملساء.
- أين تقع؟
- قارن بينها وبين العضلات الهيكلية من حيث الشكل والموقع.

1. كون فرضية عن كيفية عيش الإنسان في حياته اليومية لو كانت العضلات الملساء إرادية الاستجابة.

.....

.....

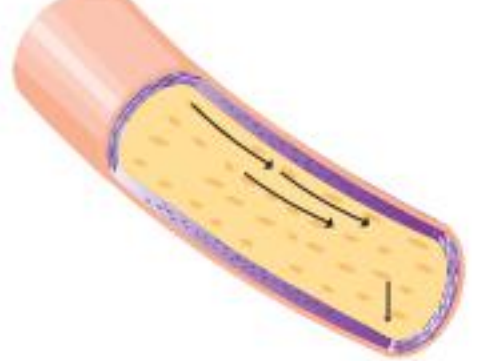
.....

.....

2. ضع العضلة المناسبة أمام طريقة عمل العضلات الهيكلية في الجدول أدناه:
(عضلة مؤازرة - العضلة المثبتة - عضلة مناهضة - محرك رئيس).

اسم العضلة	طريقة عمل العضلة الهيكلية
	هي المقوية لفعل العضلة الرئيسة لإتمام الحركة.
	هي المساعدة لإتمام الحركة.
	هي العضلة المسؤولة عن إحداث الحركة.
	هي التي تضاد الحركة الرئيسة.

3. لخص أهمية العضلات الملساء لكل جهاز في الجدول الآتي:

وظيفة العضلات الملساء	الشكل
	
	
	
	
	

4. قارن بين الانقباض متساوي الأبعاد والانقباض متساوي التوتر.

.....

.....

.....



وظائف الجهاز العضلي والأمراض المتعلقة به (Functions and Diseases of the Muscular System)

5-2

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أستنتج وظائف العضلات في الجسم.
- أعدد أنواع العضلات اللاإرادية.
- أصف بعض الأمراض المتعلقة بالجهاز العضلي.

المفاهيم

Muscle spasm	تشنج العضلة
Muscle sprain	التواء العضلة
Muscle bruise	كدمة العضلة
Muscle atrophy	ضمور العضلات

تمهيد: تتنوع العضلات في جسم الإنسان؛ لتقوم بوظائف متعددة حسب تركيبها، فالعضلات الهيكلية تتحكم بدورها في الحركة وممارسة الأنشطة اليومية منذ أن يولد الإنسان. والعضلات الملساء تساعد في عمل أجهزة الجسم كالجهاز الهضمي. أما العضلات القلبية فهي مضخة الجهاز الدوري. وقد يتعرض الجهاز العضلي الهيكلية للعديد من الاضطرابات، والإصابات التي قد تعيق أو تحد من حركة الإنسان وممارسته لأنشطته اليومية.

وظيفة الجهاز العضلي:

توجد وظائف متعددة للعضلات المختلفة في الجسم؛ من أهمها:

■ التحرك:

حركة عظام الجسم المختلفة، إذ يساعد انقباض العضلات على تحريك الجسم أثناء الكلام، أو الكتابة، أو إظهار تعابير الوجه.

وكذلك وضع الجسم بالوضع الصحيح أثناء الوقوف أو الجلوس؛ مما يعطي أفضلية للحركة المثلى المطلوبة.

■ التريض والتوازن:

تلعب العضلات دوراً مهماً في تحريك الجسم باتزان وتناسق أثناء الرياضات المختلفة؛ كالركض، أو المشي، أو السباحة وغيرها.

فهي بذلك تعطي الدعم للهيكل العظمي لإنجاز المهام المختلفة؛ كرياضة حمل الأثقال، أو حمل الأشياء المختلفة.



■ الحفاظ على الجسم:

توفر العضلات حماية الأعضاء الداخلية للجسم، وتحافظ على وضعها ووجودها بأماكنها، وتحفظها من أي صدمة أو إصابة من الخارج.

■ تنظيم حرارة الجسم:

تقوم العضلات نتيجة حركتها والتمثيل الغذائي داخل العضلات بإنتاج حرارة تحافظ على تنظيم درجة حرارة الجسم؛ كما يحدث في انخفاض درجات الحرارة بإحداث قشعريرة؛ لكي تولد الحرارة اللازمة لتدفئة الجسم.

■ حركة العين:

تحرك كرة العين يعتمد على العضلات المحيطة بها؛ لتوجيه العين إلى رؤية مناسبة للأشياء.

■ مساعدة الدورة الدموية:

تساعد العضلات (عضلة القلب والعضلات اللاإرادية الملساء في الأوعية الدموية) على تدفق الدم في الجسم من القلب وإليه؛ مما يساعد على الحفاظ على ضغط طبيعي للدم.

■ الجهاز التنفسي:

إن عملية دخول الهواء إلى الرئتين ناتج من انقباض عضلة الحجاب الحاجز وعضلات القفص الصدري؛ لزيادة مساحة القفص الصدري وتولد ضغط سالب القيمة؛ ليتحرك الهواء من الضغط الأعلى في الهواء إلى الرئتين. والعضلات الملساء في الحويصلات الهوائية والشعب الهوائية بمطاطيتها تُخرج الهواء بعد انبساط عضلة الحجاب الحاجز والقفص الصدري.

■ الجهاز الهضمي:

تبنى جدران قنوات الجهاز الهضمي باختلاف أماكنها من عضلات لإرادية تنقبض وتنسبط؛ لتنظم حركة الطعام خلال الجهاز الهضمي؛ مما يساعد في عملية الهضم والاحتكاك مع جدار القناة؛ لتنظيم عملية امتصاص المواد المختلفة حسب حاجة الجسم، أو التخلص من المواد الضارة.

■ الإخراج:

المثانة البولية هي عبارة عن عضلة لإرادية تنظم خروج البول من الجهاز البولي. وكذلك المستقيم بعضلاته اللاإرادية وفتحة الشرج بعضلاته الداخلية التي تمثل الصمام الداخلي، والعضلات الإرادية الخارجية التي تمثل صماماً خارجياً؛ لتنظيم إخراج البراز من الجهاز الهضمي.

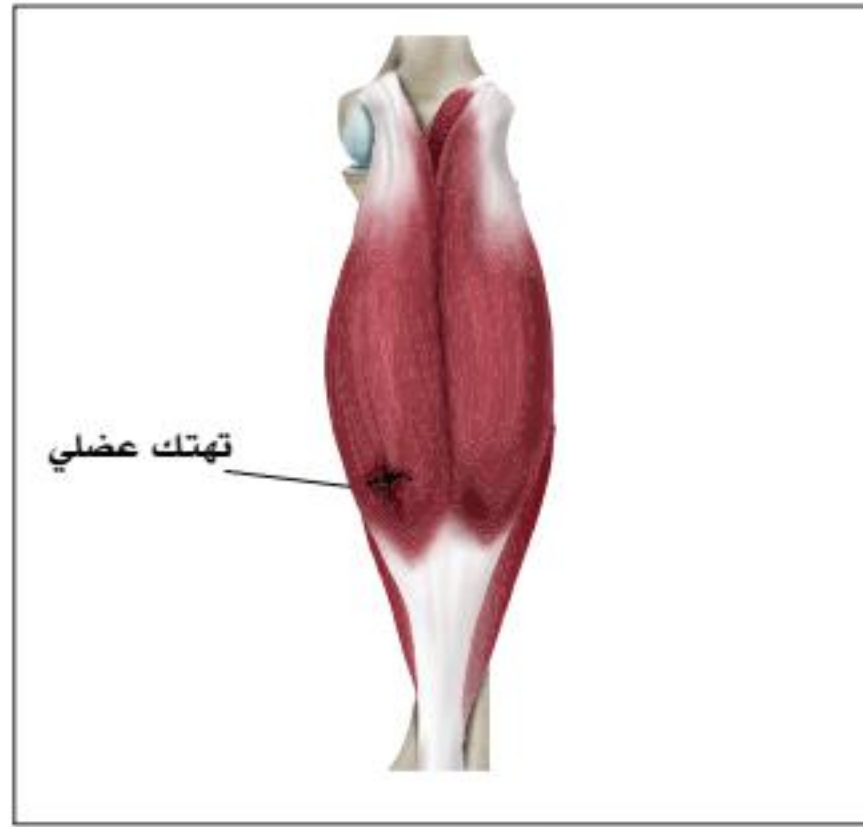
■ انقباض الرحم:

يؤدي انقباض عضلة الرحم بقوة أثناء وقت الولادة في نهاية الحمل إلى خروج الجنين والمشيمة.

إصابات العضلات الهيكلية وأمراضها:

وهي غالباً ما تنتج عن إصابات الملاعب والحوادث؛ مثال:

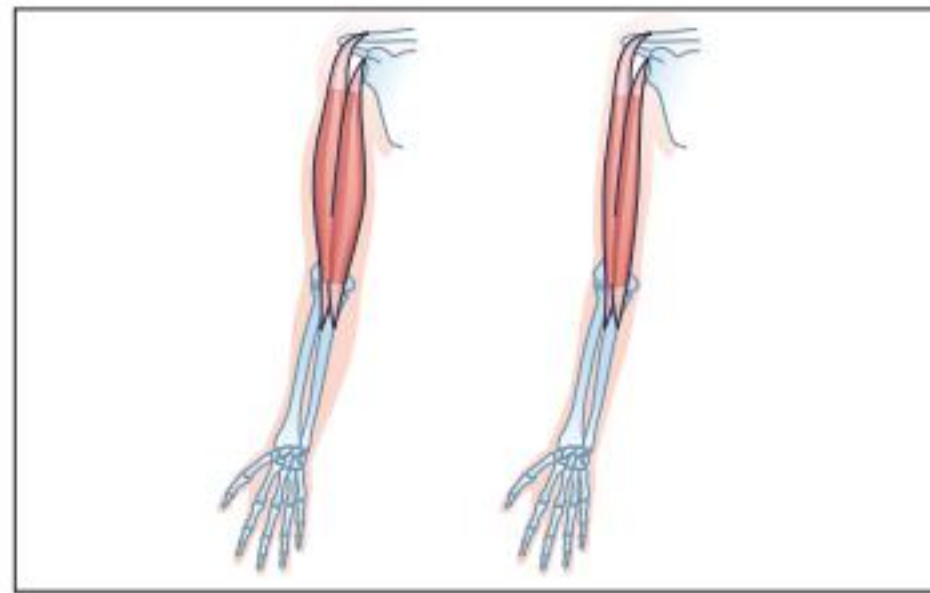
- تشنج العضلة (Muscle spasm): ويحدث فجأة ولا إرادياً في عضلة واحدة؛ كما في الشكل (5-13).
- التواء العضلة (Muscle sprain): ويصيب وتر العضلة أو بطنها، ويمكن أن يصاحبه تهتك بألياف العضلة؛ كما في الشكل (5-14).
- كدمة العضلة (Muscle bruise): وتحدث من إصابة مباشرة للعضلة؛ كما في الشكل (5-15).
- ضمور العضلات (Muscle atrophy): وهو غالباً ما يكون وراثي المنشأ؛ كما في الشكل (5-16).



الشكل (5-14): التواء العضلة.



الشكل (5-13): تشنج العضلة.



الشكل (5-16): ضمور العضلة.



الشكل (5-15): كدمة العضلة.

1. عدد أهم وظائف العضلات.

.....

.....

.....

2. ما الفرق بين تشنج العضلة والتواء العضلة؟

.....

.....

.....

3. ضع الإصابة العضلية أمام أسباب الإصابة في الجدول أدناه:
(تشنج العضلة - التواء العضلة - كدمة العضلة - ضمور العضلات).

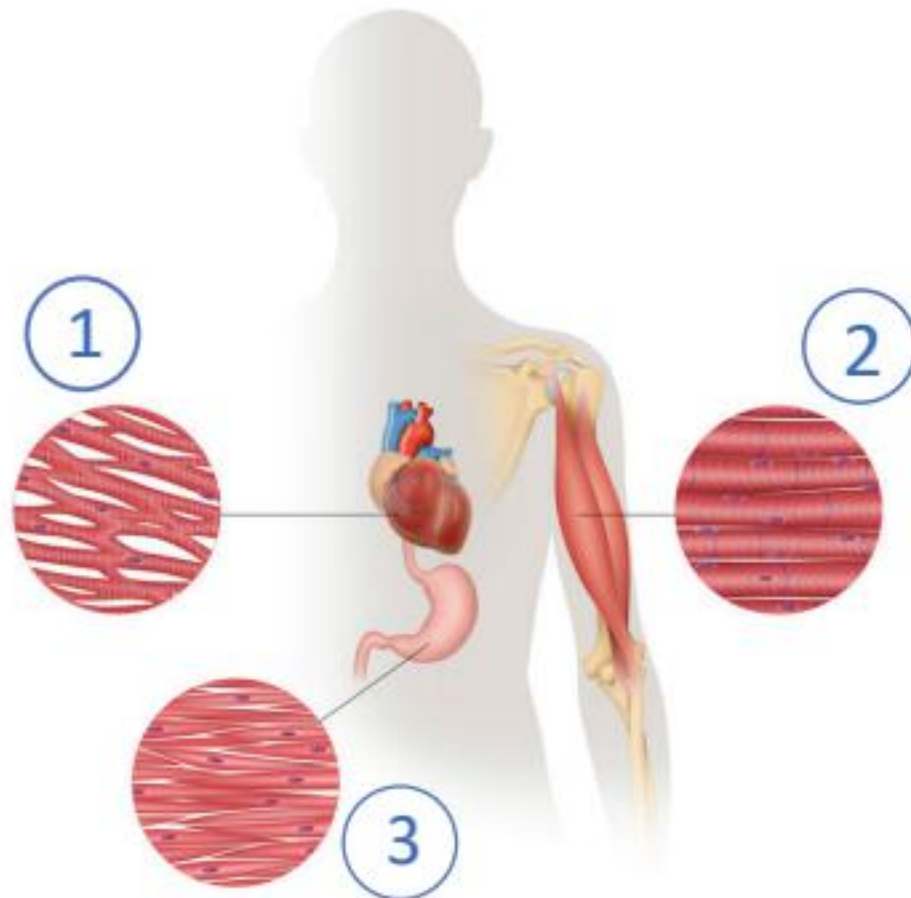
الإصابة العضلية	السبب
	تحدث من إصابة مباشرة للعضلة.
	غالباً ما يكون وراثي المنشأ.
	يحدث فجأة ولا إرادياً في عضلة واحدة.
	يحدث عند إصابة وتر العضلة أو بطنها، وقد يصاحبه تهتك بألياف العضلة.

السؤال الأول: ضع أساس التصنيف أمام ما يناسبه من الأصناف في الجدول أدناه:
(الموضع - العمل - عدد رؤوس العضلة - الشكل).

أساس التصنيف	العضلات المصنفة
	العضلة الريشية، والمثلثة، والمستقيمة، والمدورة.
	عضلة الاستلقاء، و رافعة اللوح، والكابة، والباسطة.
	عضلة ذات رأسين، وثلاثة رؤوس، وأربعة رؤوس.
	العضلة الصدرية، والبطنية المستعرضة.

السؤال الثاني: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

استعمل الشكل في الإجابة عن الأسئلة الآتية:



1. الجزء المشار له بالرقم (1) هو:

- عضلة ذات تحكم لا إرادي.
- عضلة ذات تحكم إرادي.
- عضلة أكثر انتشاراً في جسم الإنسان.
- عضلة ذات خلايا مغزلية الشكل.

2. الجزء المشار له بالرقم (2) هو:

- عضلة هيكلية.
- عضلة ملساء.
- عضلة قلبية.
- عضلة لا إرادية.

3. الجزء المشار له بالرقم (3) هو:

- عضلة غير مخططة ذات تحكم إرادي.
- عضلة غير مخططة هيكلية.
- عضلة مخططة ذات تحكم لا إرادي.
- عضلة حشوية.

4. تُعدُّ العضلات الملساء:

- أ. وحيدة النواة.
- ب. عديمة الأنوية.
- ج. عديدة الأنوية.
- د. ثنائية النواة.

السؤال الثالث: ضع علامة (✓) أمام تصنيف العضلات الصحيح في الجدول الآتي:

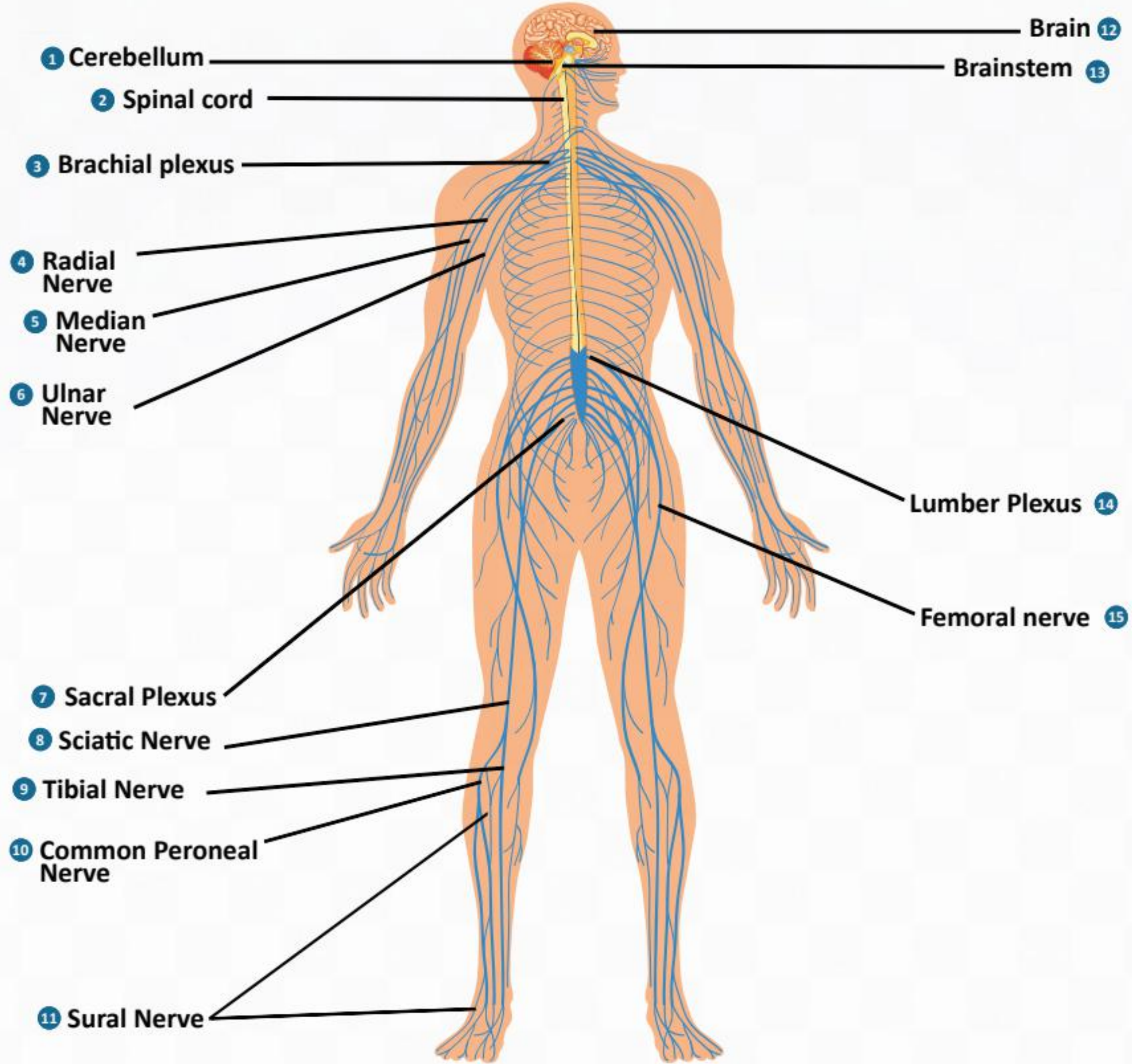
عضلة	ملساء	هيكلية	عضلة	ملساء	هيكلية
عضلات رمش العين			عضلات المستقيم		
عضلات كرة العين			عضلات فتحة الشرج الداخلية		
عضلات الحجاب الحاجز			عضلات فتحة الشرج الخارجية		
عضلات الرحم			عضلات المثانة		

السؤال الرابع: أكمل المطلوب في الجدول الآتي:

العضلات	رسم الخلية	الموقع	الإرادة والتحكم	وظيفتها
الهيكلية				
الملساء				
القلبية				

الفصل السادس

الجهاز العصبي (The Nervous System)



الفكرة العامة للفصل:

تعمل الخلايا العصبية على توصيل السيالات العصبية التي تُمكن الخلايا والأنسجة والأعضاء من تمييز المنبه، والاستجابة له.

الأفكار الرئيسية للفصل:

6-1 مقدمة عن الجهاز العصبي (Introduction to the Nervous System).

الفكرة الرئيسية تتكون الخلية العصبية من جسم الخلية، الزوائد الشجرية، والمحور.

6-2 الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System).

الفكرة الرئيسية يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي.

6-3 الجهاز العصبي الطرفي (Peripheral Nervous System).

الفكرة الرئيسية يتكون الجهاز العصبي الطرفي من جزئين رئيسيين هما: الأعصاب المخية والجهاز العصبي الذاتي.

6-4 وظائف الجهاز العصبي (Nervous System Functions).

الفكرة الرئيسية ينقل الجهاز العصبي الإحساس إلى داخل الدماغ ثم يصدر الأوامر للعضلات أو الغدد للاستجابة له.

6-5 الأمراض الشائعة المتعلقة بالجهاز العصبي. (Common Diseases Related to the Nervous System).

الفكرة الرئيسية تؤثر بعض الأمراض على وظائف الجهاز العصبي في جسم الإنسان.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **وصف** مكونات الخلية العصبية.
- **تحديد** مكونات الجهاز العصبي المركزي.
- **وصف** مكونات الجهاز العصبي الطرفي.
- **توضيح** طرق المحافظة على الجهاز العصبي.
- **وصف** بعض أمراض الجهاز العصبي.





مقدمة عن الجهاز العصبي

(Introduction to the Nervous System)

6-1

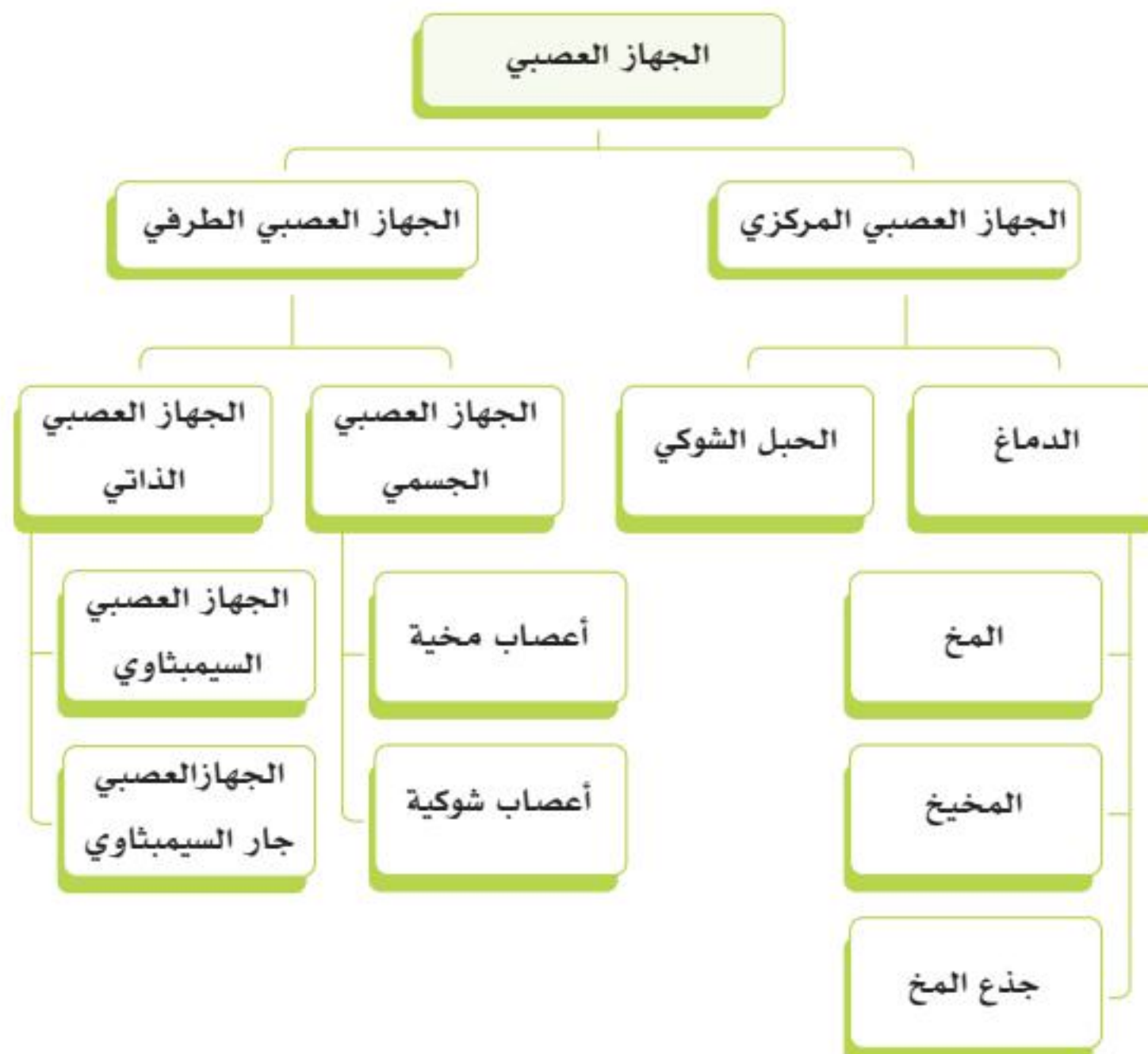
الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف مكونات الخلية العصبية.
- أصف أنواع العصبونات.
- أقارن بين الخلايا العصبية والخلايا الدبقية.
- أصف أجزاء الجهاز العصبي.

المفاهيم

The Nervous System	الجهاز العصبي
Nerve Cell	الخلية العصبية
Sensory Neurons	الخلايا العصبية الحسية
Motor Neurons	الخلايا العصبية الحركية
Interneurons	الخلايا العصبية البينية

تمهيد: الحياة اليومية مليئة بالأصوات والروائح والمذاقات والمناظر والتواصل باللمس، وحلقة الوصل فيها هو جهازنا العصبي. ويعمل الجهاز العصبي على تمكين الإنسان من التواصل مع المحيط الخارجي، بالإضافة إلى تحكمه بكثير من وظائف الجسم وعمليات الأيض، ويستطيع الدماغ التحكم بردود فعل الجسم للآلام، ولمس المواد الساخنة وغيرها؛ وذلك باستقبال الإحساس، ثم معالجته وإرسال رد الفعل عبر الأعصاب؛ ومثال ذلك رفع اليد عن الشيء الساخن حال لمسه.



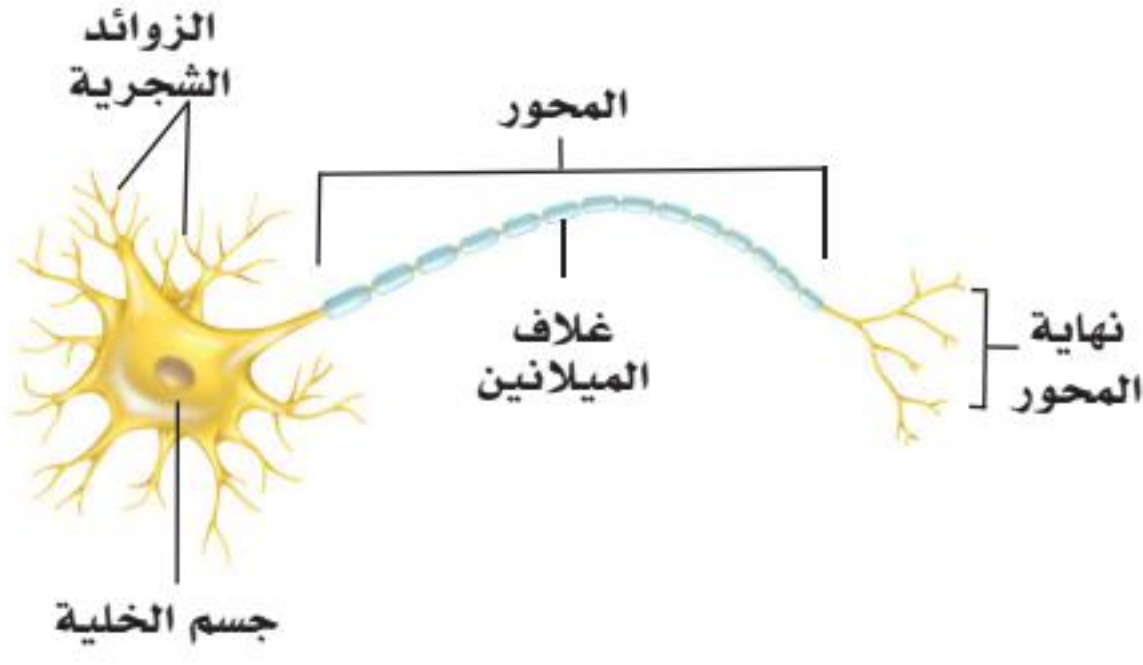
مكونات الجهاز العصبي:

يتكون الجهاز العصبي من قسمين رئيسين؛ هما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي؛ كما في الشكل (6-1): والجهاز العصبي مجموعة من أنسجة عصبية تحوي الخلايا العصبية والخلايا الدبقية.

الشكل (6-1): مخطط لأقسام الجهاز العصبي (The Nervous System).



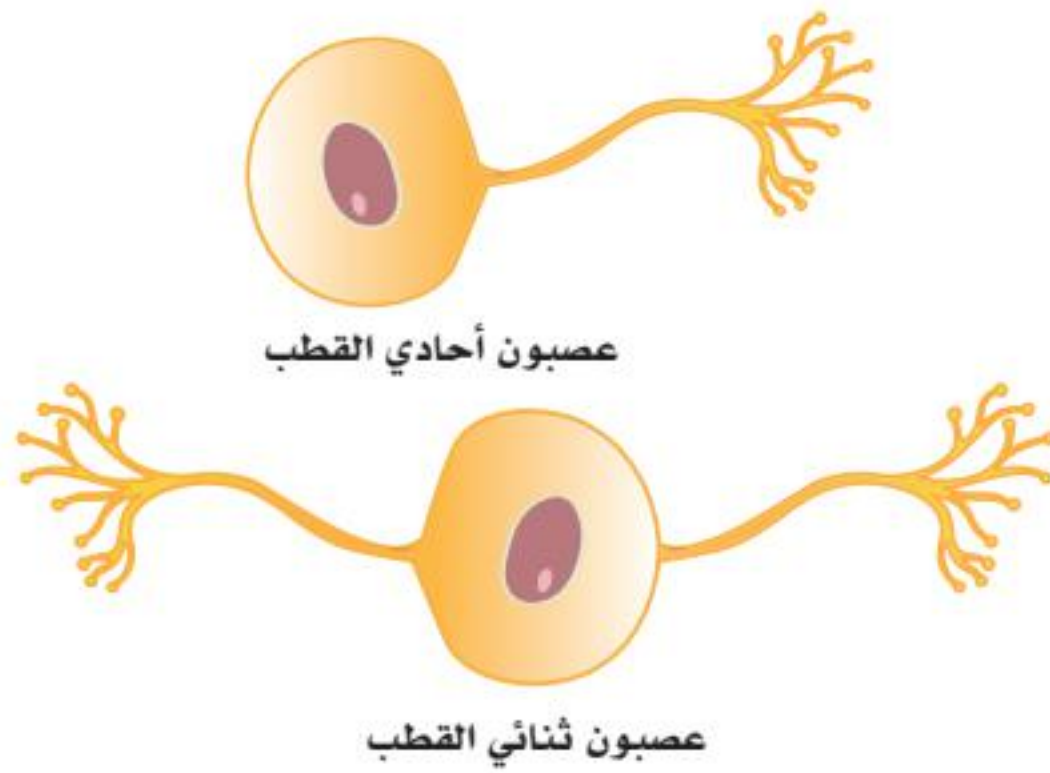
أ- الخلية العصبية:



الشكل (2-6): تركيب الخلية العصبية.

تتكون الخلية العصبية من جسم الخلية الذي يستقبل الإشارات من الأعصاب الأخرى، أو من المستقبلات في الجلد، أو من المحيط الداخلي، أو الخارجي للجسم عن طريق الزوائد الشجرية، ثم إلى زائدة محورية تسمى "المحور" التي قد يصل طولها إلى متر أو أكثر في بعض الخلايا العصبية. انظر الشكل (2-6).

والخلايا العصبية هي المسؤولة عن نقل الإشارات المختلفة من جميع أجزاء الجسم وإليها؛ فهي تستقبل الإحساسات المختلفة وتنقلها إلى المخ لتفسيرها وترجمتها، ومن ثم ترسل الإشارات المختلفة للعضلات أو الغدد استجابةً لما استقبلته.



الشكل (3-6): أنواع الخلايا العصبية الحسية.

أنواع العصبونات أو "الخلايا العصبية" (Nerve Cell):

للعصبونات ثلاثة أنواع؛ هي الحسية، والحركية، والبيئية.

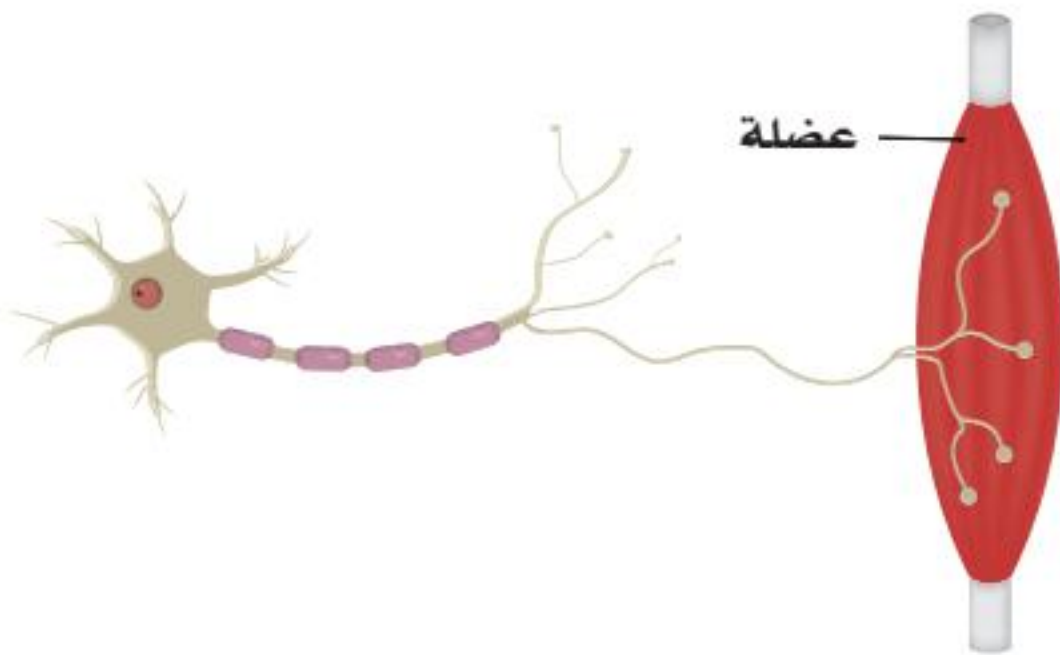
1. الخلايا العصبية الحسية (Sensory Neurons): وهي نوعان:

- أحادية القطب: تقع أجسامها في العقد الشوكية للجذور الظهرية، وفي نوى الأعصاب المخية، وتنقل الإحساسات من الجلد والأحشاء والعضلات.

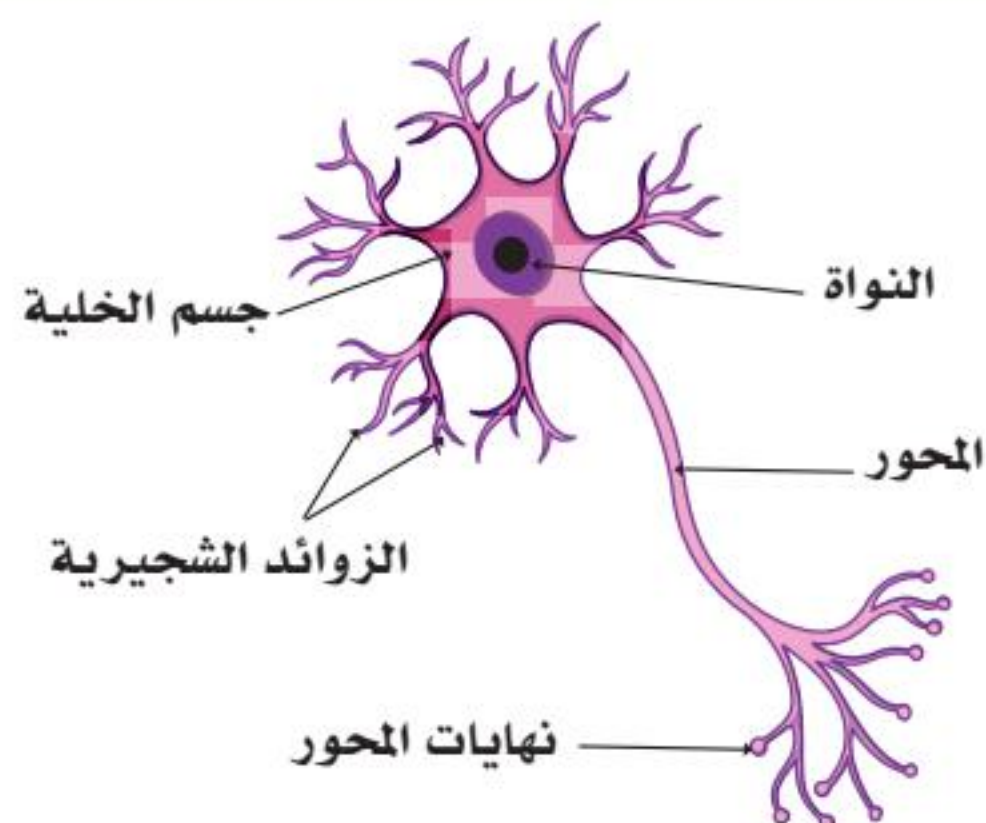
- ثنائية القطب: وتقع في شبكية العين والنواة السمعية والنواة الدهليزية. انظر الشكل (3-6).

2. الخلايا العصبية الحركية (Motor Neurons): خلايا عديدة

الأقطاب، تقع أجسامها في المادة الرمادية، وتغادر محاورها عبر الجذر الأمامي للنخاع الشوكي والأعصاب الشوكية، وتنقل الأوامر من الجهاز العصبي المركزي إلى الأعضاء المستهدفة. انظر الشكل (4-6).



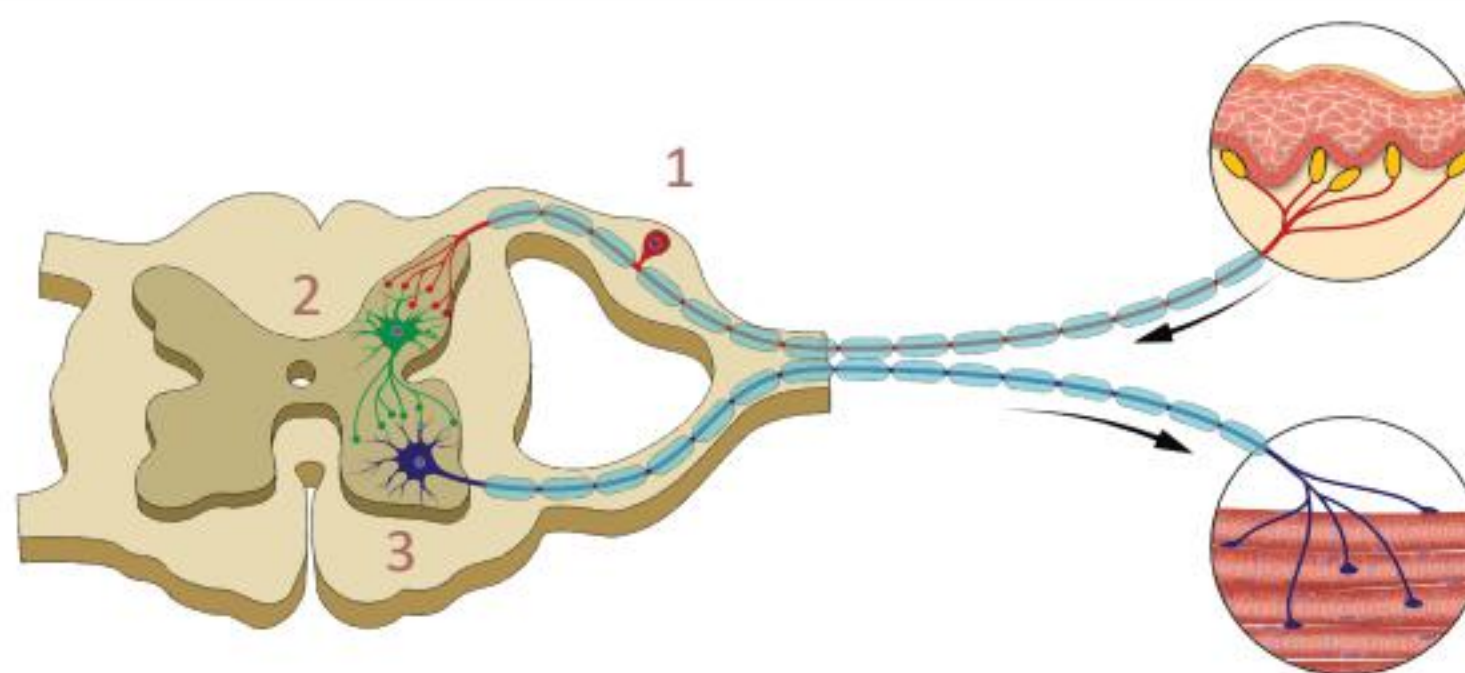
الشكل (4-6): الخلية العصبية الحركية.



الشكل (6-5): الخلية العصبية الموصلة.

3. الخلايا العصبية البينية "الموصلة" (Interneurons): خلايا متعددة الأقطاب، تقع ضمن الجهاز العصبي المركزي، وتسهل التواصل البيني للجهاز العصبي المركزي والخلايا العصبية الحسية أو الحركية. انظر الشكل (6-5).

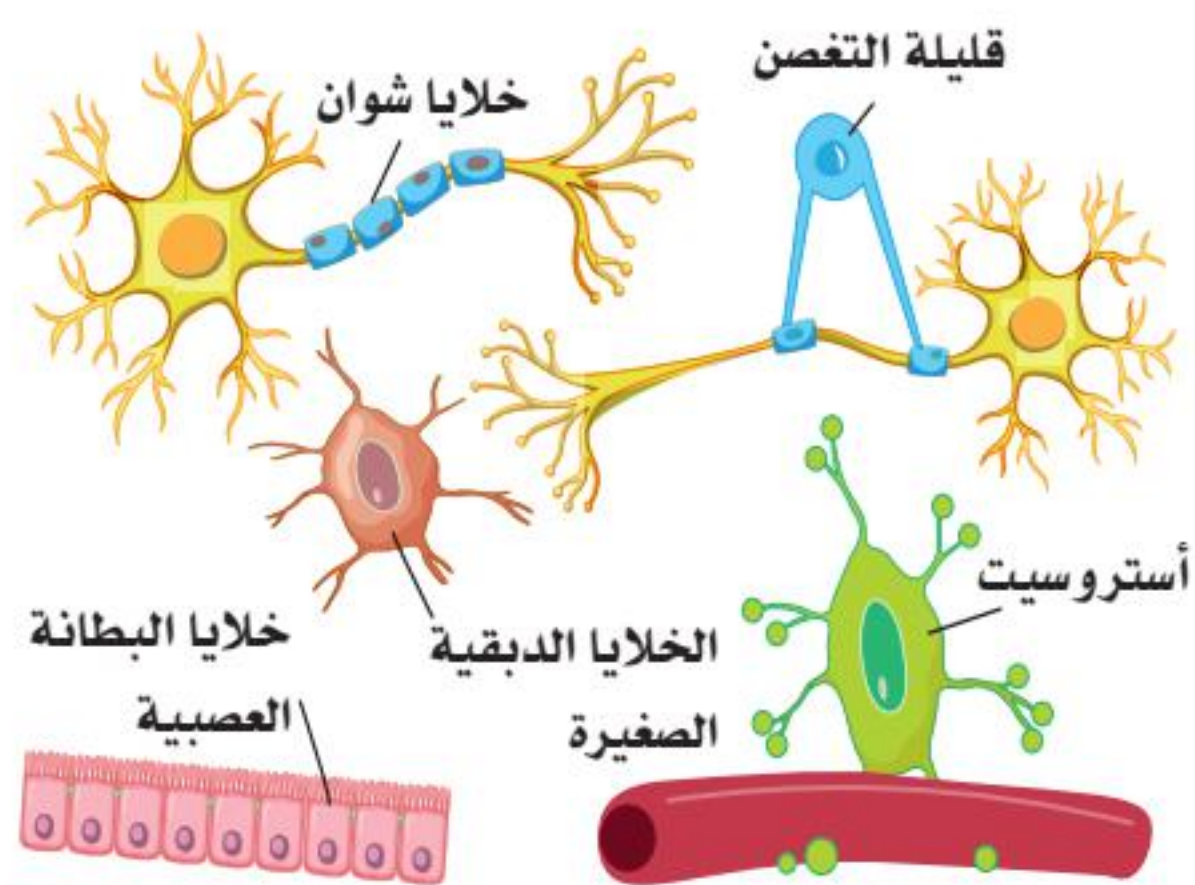
نشاط (6-1) تثبيت المفاهيم الرئيسية.



مستعيناً بالشكل أعلاه صف انتقال الإشارات العصبية بالترتيب من عضو الإحساس حتى عضو الاستجابة. ما أنواع الخلايا العصبية المشار إليها بالأرقام (1) و (2) و (3)؟ مع وصف تركيبها وفق ما هو مشاهد في الشكل ووظيفتها.

1.
2.
3.

ب- الخلايا الدبقية:

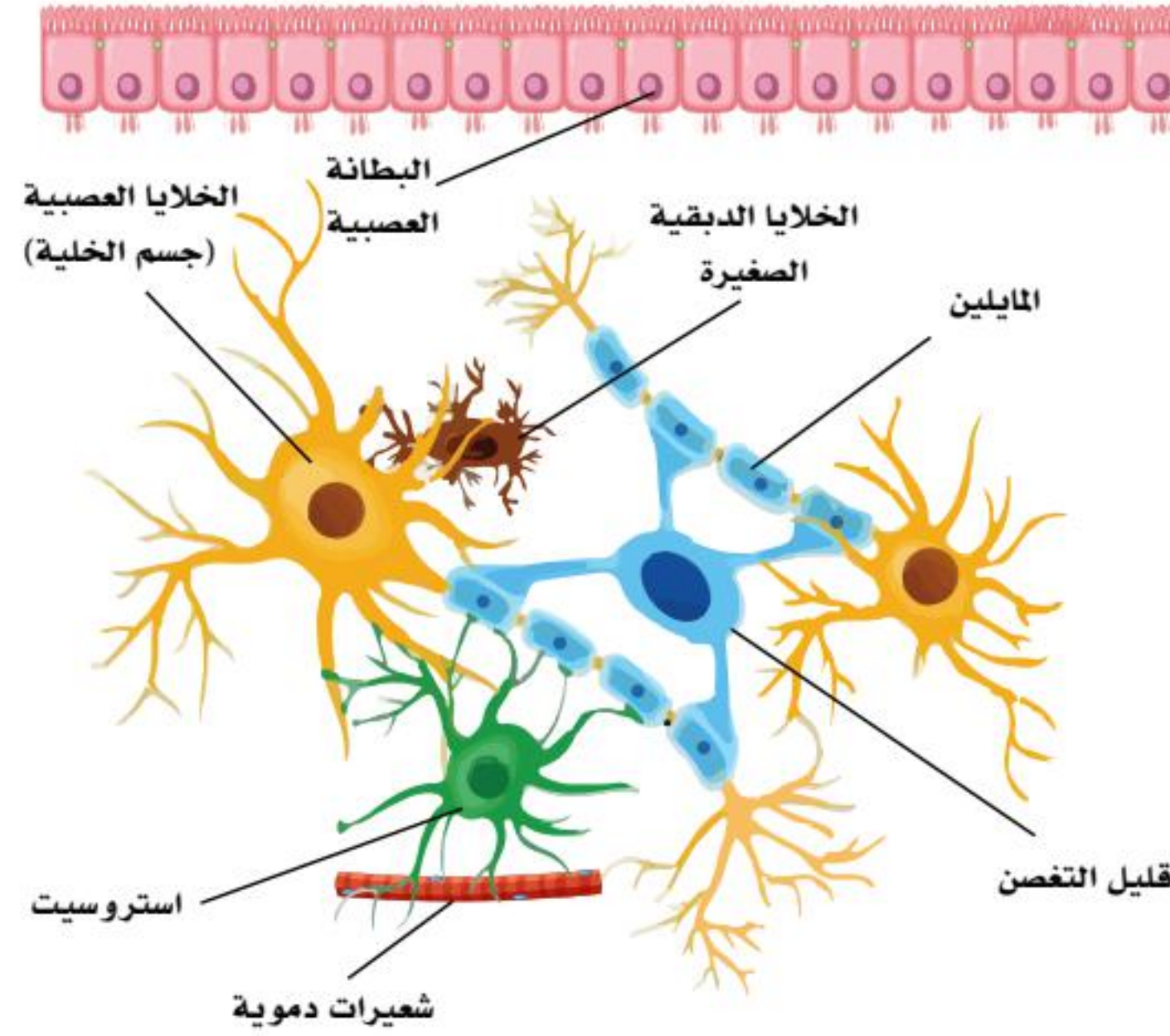


الشكل (6-6): الخلايا الدبقية.

هي النوع الثاني من النسيج العصبي، وهي أربعة أنواع من الخلايا؛ وهي خلايا غير عصبونية (لا تنقل الإشارات)؛ ولكنها مهمة في تثبيت الخلايا العصبية، ومساعدة الخلايا العصبية في أداء مهامها، وتغذيتها وتوفير الأكسجين. والدعم والحماية للخلايا العصبية، وحمايتها من الأمراض المختلفة، والتخلص من الأعصاب التالفة. انظر الشكل (6-6).



نشاط (6-2) التفكير الناقد:



مستعيناً بالشكل أعلاه استنتج وظيفة الخلايا الدبقية، وكون فرضية وظيفية لكل خلية دبقية في الصورة.

الخصائص البيولوجية للخلية العصبية:

- عدم تجدد جسم الخلية العصبية عند تعرضه للتلف.
- شكل الخلية العصبية عند الولادة ليس نهائياً.
- عند نقص الأكسجين في النسيج العصبي فإن الخلايا العصبية تتأذى كثيراً.
- تستهلك الخلية العصبية الجلوكوز كمصدر رئيس للطاقة.
- الألياف العصبية الطرفية قابلة للتجدد خلافاً للألياف العصبية المركزية.
- إصابة جسم الخلية العصبية يؤدي إلى موت الخلية العصبية المتأذية.

نشاط (6-3) التفكير الناقد:

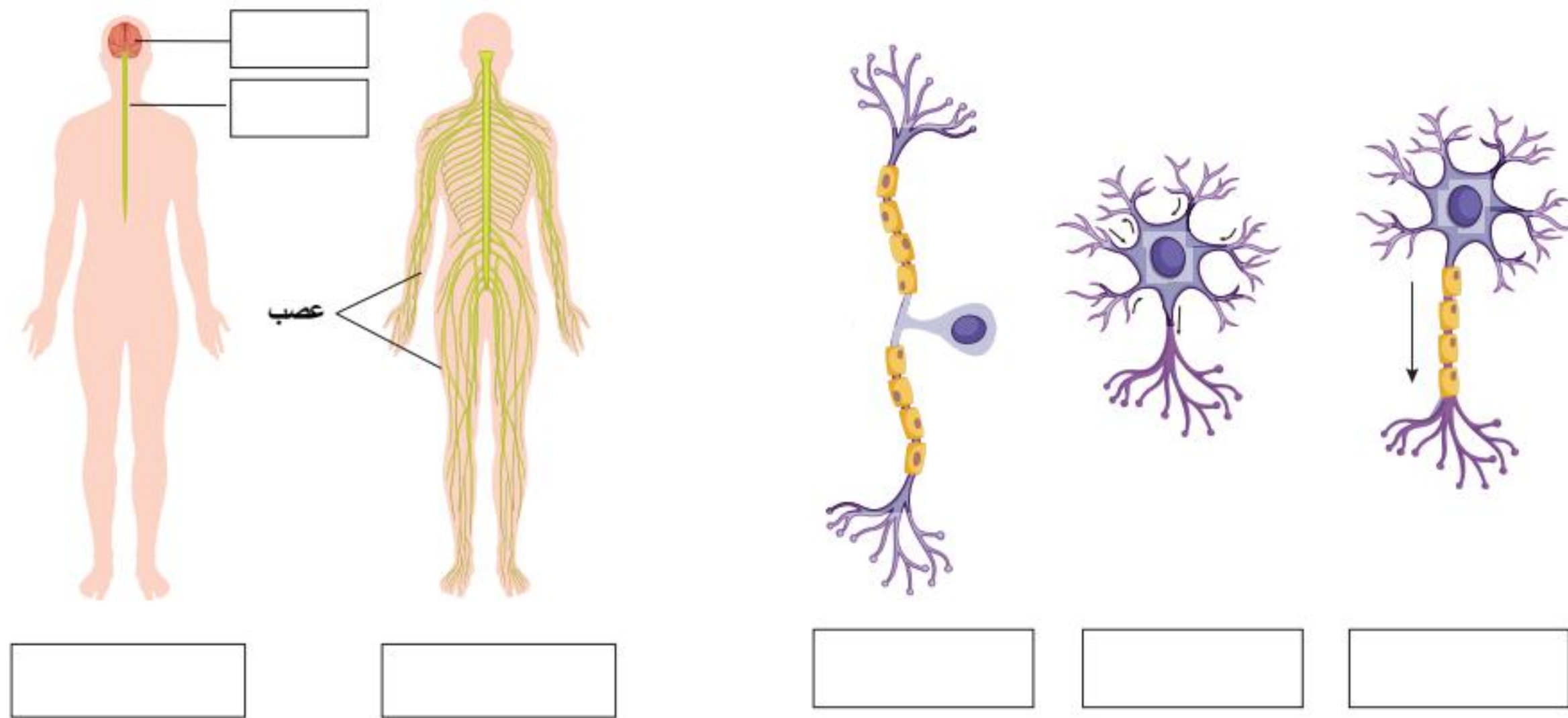


علل تحذيرات الدفاع المدني من استعمال وسائل التدفئة بالوقود والفحم داخل الغرف المغلقة.



1. أكمل البيانات في الأشكال الآتية مستعملًا البيانات أدناه:

(الدماغ - الحبل الشوكي - خلية عصبية حركية - الجهاز العصبي الطرفي - خلية عصبية حسية - الجهاز العصبي المركزي - خلية عصبية موصلة).



2. قارن من حيث المكونات بين الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي.

.....

.....

.....

3. ابحث في مصادر المدرسة وشبكة الإنترنت عن العلاج بالخلايا الجذعية لحالات الشلل الناتجة عن الحوادث والأمراض والنتائج المرجوة منه، وعلل صعوبة العلاج في حالة تلف الخلايا العصبية في الوقت الحالي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



الجهاز العصبي المركزي (The Central Nervous System)

6-2

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أحدد مكونات الجهاز العصبي المركزي.
- أصف بعض وظائف مكونات الجهاز العصبي المركزي.

المفاهيم

The Central Nervous System	الجهاز العصبي المركزي
Cerebrum	المخ
Cerebellum	المخيخ
Brainstem	جذع الدماغ

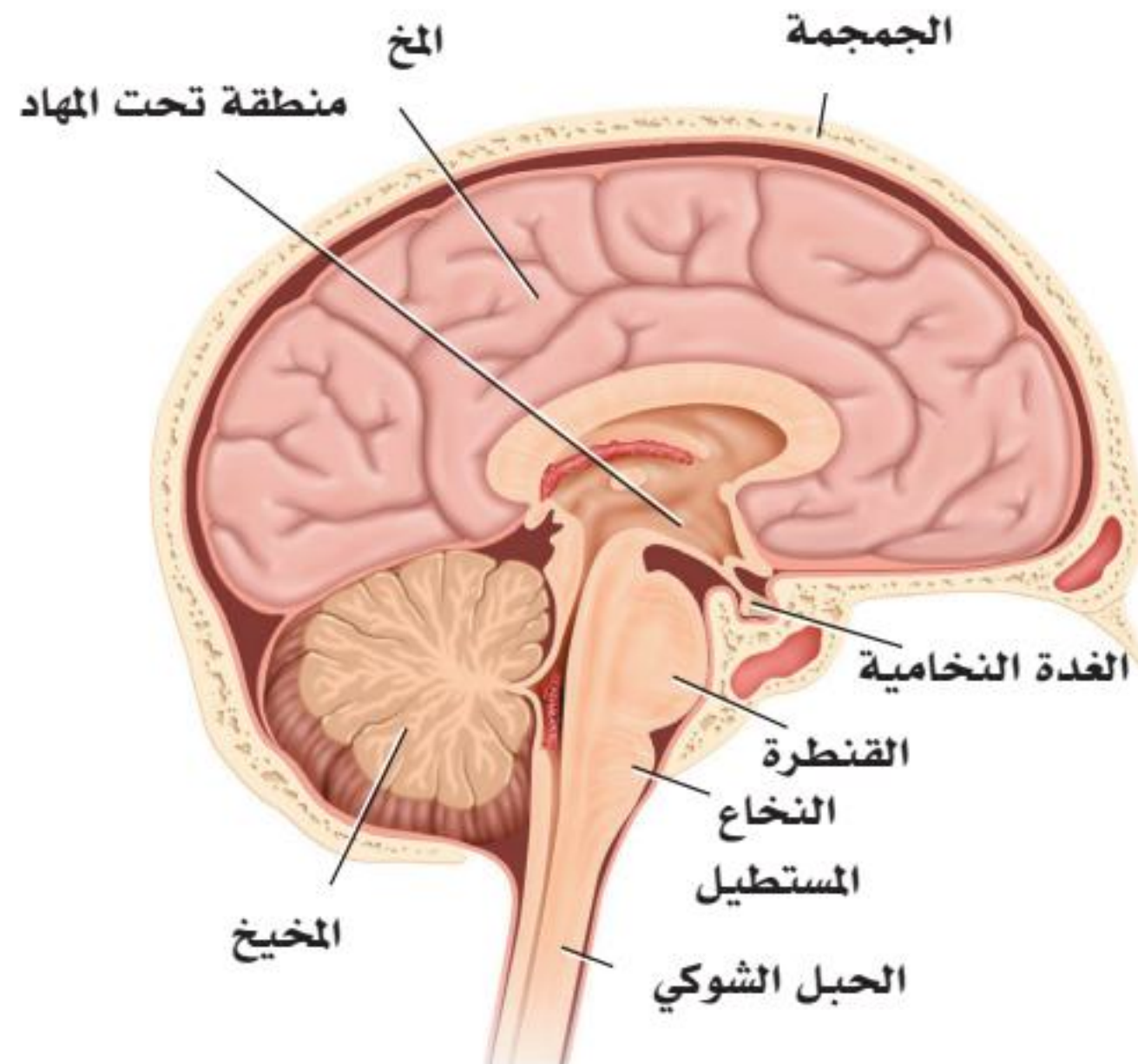
تمهيد: يعد الجهاز العصبي المركزي مركز التحكم الأساسي في جسم الإنسان، ويتكون هذا الجهاز من الدماغ الذي يقع في تجويف الجمجمة، والحبل الشوكي الذي يقع بالتحديد داخل التجويف الفقري في العمود الفقري.

الدماغ (The Brain):

يتكون الدماغ من المخ، المخيخ، وجذع الدماغ. انظر الشكل (6-7).

المخ (Cerebrum):

يتكون من نصف كرتين مخيتين تقسم الدماغ البيني نصفين؛ نصف أيمن، ونصف أيسر. وتسمى الطبقة الخارجية لكل نصف دماغ بيني بالقشرة المخية، ويظهر بها تعرجات على سطحها لتزيد من مساحة سطح الدماغ؛ ولتسمح بعمليات تفكير أكثر تعقيداً. وتوجد بها مراكز الحركة والإدراك، فنذكر الأشياء حولنا، والأفعال التي نستطيع التحكم بها؛ ومثال ذلك تحريك الذراعين، والساقين، وغيرها من أجزاء الجسم و تتحكم -أيضاً- في الإدراك والتفكير واللغة. وكل نصف من الدماغ البيني يتكون من أربعة فصوص؛ فص أمامي، وفص خلفي، وفص صدغي، وفص جداري، ويوجد داخل كل نصف من "الدماغ البيني" فراغ يسمى البطين الجانبي، ويوجد بين نصفي الدماغ فراغ ثالث يسمى البطين الثالث بين المهادين، ثم بطين رابع بين المخيخ وجذع المخ.



الشكل (6-7): الدماغ.



وتمتلئ هذه البطينات الأربع بسائل يسمى السائل النخاعي الذي يحيط -أيضاً- بالدماغ من الخارج تحت الغشاء المسمى (الأم العنكبوتية).

- ويتصل كل نصف من الدماغ في منطقة المهاد بما يسمى جذع المخ المقسوم ثلاثة أجزاء:
- الدماغ الأوسط (Midbrain): الجزء العلوي الأقرب للدماغ.
 - الجسر (القنطرة) (Pons): الجزء الأوسط ويصل بين الدماغ الأوسط والنخاع المستطيل.
 - النخاع المستطيل (Medulla Oblongata): الجزء السفلي الذي يرتبط بالنخاع الشوكي.

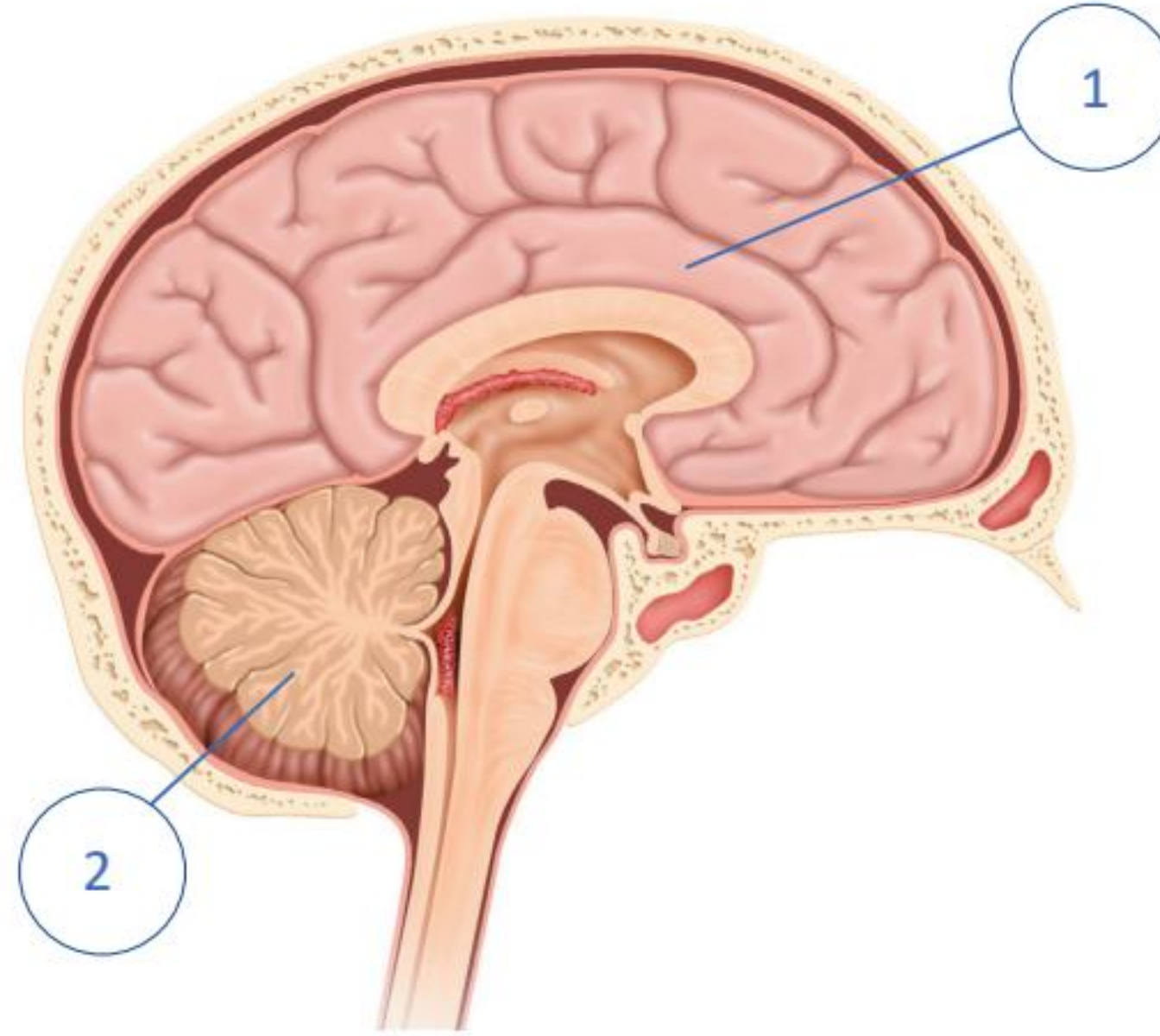
المخيخ (Cerebellum):

يشابه المخ في تركيبه، ووظيفته التوازن، وتنسيق الحركات الإرادية.

جذع الدماغ (Brainstem):

يوجد في الجزء الخلفي من الدماغ، ويعدُّ نقطة وصل بين المخ والمخيخ والحبل الشوكي.

استعن بالشكل الآتي واجب عن الأسئلة:



1. ما الخلل المتوقع إذا حدث ضرر للجزء المشار إليه بالرقم (2)؟

.....

.....

2. ما وظيفة الجزء المشار إليه بالرقم (1)؟

.....

.....

3. علل وجود تعرجات في سطح القشرة المخية.

.....

.....

.....

.....



الجهاز العصبي الطرفي (Peripheral Nervous System)

6-3

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أقارن بين الجهاز السيمبثاوي وجار السيمبثاوي.
- أصف مكونات الجهاز العصبي الطرفي.
- أصف طرق حماية الجهاز العصبي.
- أوضح طرق المحافظة على الجهاز العصبي.

المفاهيم

Olfactory Nerve	العصب الشمي
Optic Nerve	العصب البصري
Oculomotor Nerve	العصب المحرك لعضلات العين
Trochlear Nerve	العصب البكري
Facial Nerve	العصب الوجهي
Trigeminal Nerve	العصب ذو الرؤوس الثلاثة
Abducens Nerve	العصب المبعد
Vestibulocochlear Nerve	العصب السمعي الاتزاني
Glossopharyngeal Nerve	العصب البلعومي اللساني
Vagus Nerve	العصب الحائر
Accessory Nerve	العصب المساعد
Hypoglossal Nerve	العصب تحت اللسان

تمهيد: ينتشر الجهاز العصبي الطرفي في جميع أجزاء الجسم، ويتكون من جزأين رئيسين؛ هما:

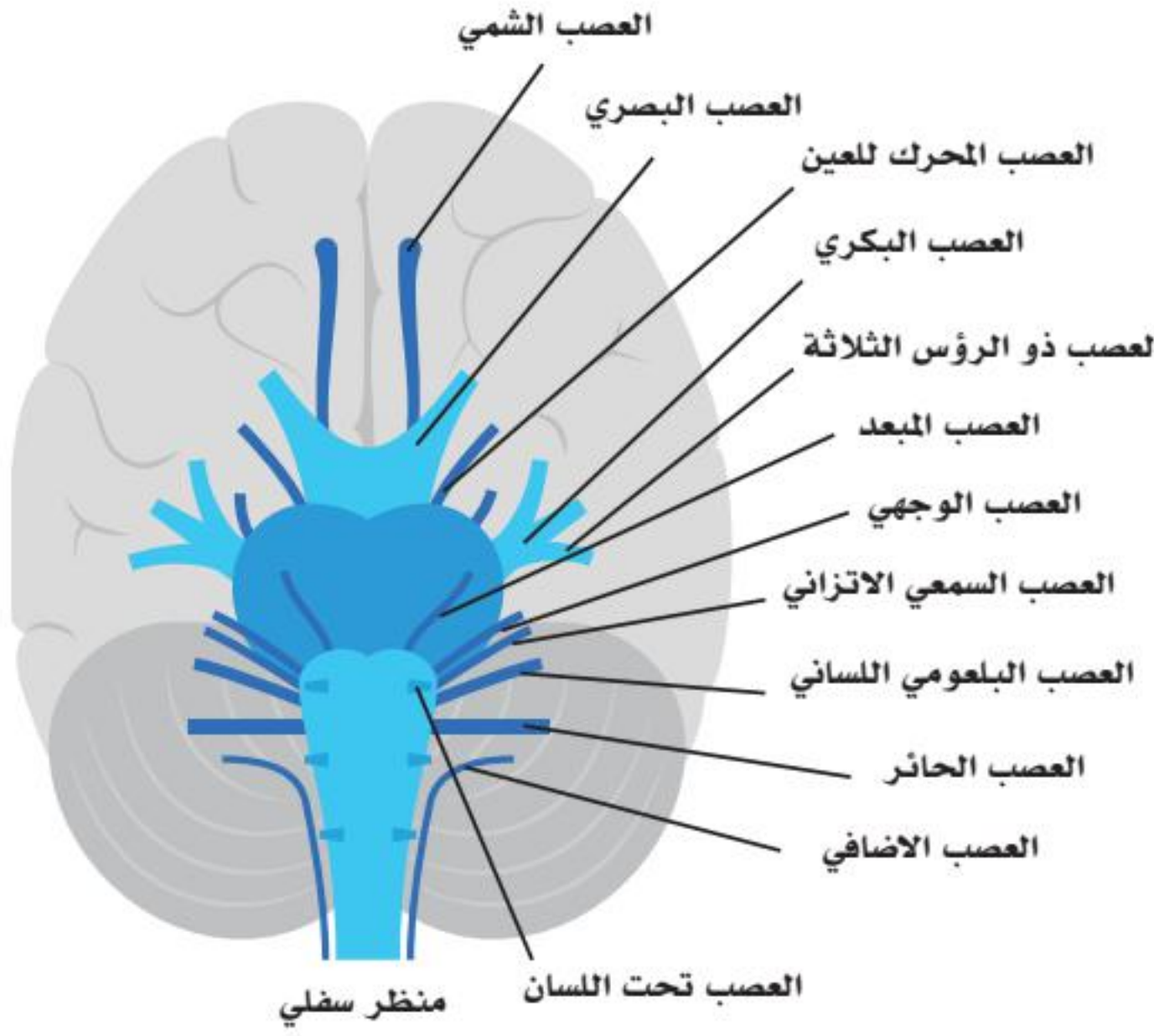
- الأعصاب المخية التي تخرج من المخ وعددها (12) زوجًا، والأعصاب الشوكية تخرج من الحبل الشوكي وعددها (31) زوجًا.
- الجهاز العصبي الذاتي (Autonomic Nervous System).

الأعصاب المخية (Cranial Nerves):

عددها (12) زوجًا تخرج من الدماغ رأسًا؛ وهي الآتي:

1. العصب الشمي (Olfactory Nerve): عصب حاسة الشم.
2. العصب البصري (Optic Nerve): عصب حاسة البصر.





الشكل (8-6): الأعصاب المخية.

3. العصب المحرك لعضلات العين (Oculomotor Nerve):
عصب يحرك عضلات العين، ويتحكم في سعة بؤبؤ العين.

4. العصب البكري (Trochlear Nerve): عصب يحرك عضلة واحدة في العين.

5. العصب ذو الرأس الثلاثة (Trigeminal Nerve):
عصب ينقل إحساس الوجه وفروة الرأس، ويحرك عضلات المضغ.

6. العصب المبعد (Abducens Nerve): عصب يحرك عضلة واحدة في العين (يصاب الإنسان بالحول عند إصابته).

7. العصب الوجهي (Facial Nerve): عصب يحرك عضلات الوجه، ويعمل على إفراز الدمع من الغدد

الدمعية واللعاب من الغدد اللعابية، وينقل حاسة التذوق من الجزء الأمامي من اللسان.

8. العصب السمعي الاتزاني (Vestibulocochlear Nerve): عصب ينقل السمع، ومسؤول عن الاتزان.

9. العصب البلعومي اللساني (Glossopharyngeal Nerve): عصب ينقل الإحساس من اللسان والبلعوم والأذن الوسطى، والتذوق من الجزء الخلفي من اللسان.

10. العصب الحائر (Vagus Nerve): عصب يحمل الإحساس من الجهاز التنفسي والقلب وجزء كبير من الجهاز الهضمي، ويحث الغدد الموجودة في الجهاز التنفسي والهضمي على الإفراز، كما أنه يقلل عدد ضربات القلب.

11. العصب المساعد (Accessory Nerve): عصب يغذي بعض عضلات العنق والكتف.

12. العصب تحت اللسان (Hypoglossal Nerve): عصب يحرك عضلات اللسان.

وجدير بالذكر هنا أن الأعصاب الاثني عشر تعرف بالرقم والاسم كما في الشكل (8-6).

الأعصاب الشوكية (Spinal Nerves):

تتكون من (31) زوجاً تخرج من الحبل الشوكي على الجانبين من بين الفقرات، وتنقسم إلى:

- (8) أزواج عنقية في منطقة الرقبة.
- (12) زوجاً صدرية في منطقة الصدر.
- (5) أزواج قطنية في منطقة الخصر.
- (5) أزواج عجزية في منطقة الحوض.
- زوج واحد عصعصي؛ وهو آخر زوج يخرج من الحبل الشوكي.

الجهاز العصبي الذاتي (Autonomic Nervous System):

ينقسم إلى:

الجهاز العصبي الودي أو السيمبثاوي (Sympathetic):

هذا الجهاز يثبط عمليات الهضم ويحفز النشاط الفيزيائي والعقلي للجسم؛ إذ يسرع ضربات القلب ويفتح مجرى التنفس، ليسهل عملية التنفس والاحتراق. ويستخدم لوصف عمل هذا الجهاز مصطلح "قاتل أو اهرب" (fight or flight)، وذلك كناية عن الأفعال التي فيها تحفيز عقلي كالخوف الشديد أو جسدي كالتمارين الرياضية.

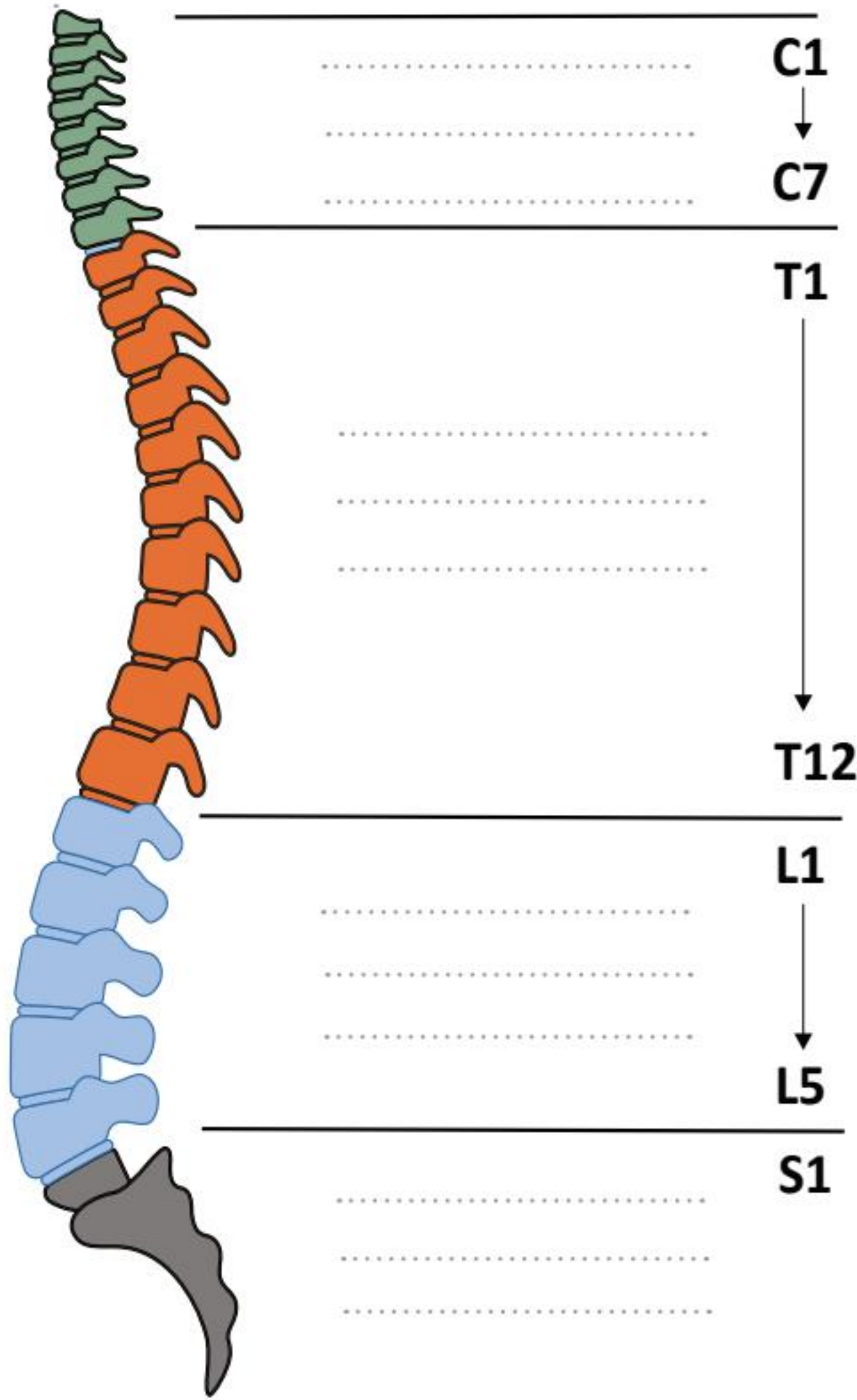
الجهاز العصبي اللاودي أو جار السيمبثاوي (Parasympathetic):

هذا الجهاز هو المسؤول عن التحكم بوظائف الجسم في وقت الراحة؛ إذ يساعد الجسم على الارتخاء، ويحفز عمليات الأيض وعمليات الهضم، ويقلل من عدد ضربات القلب. ويستخدم لوصف عمل هذا الجهاز مصطلح "الراحة والهضم" (rest and digest)، ومثال ذلك وقت النوم وهضم الطعام بعد الأكل.

وأهمية الجهاز جار السيمبثاوي تتمثل في التحكم بوظائف الجسم التي تحدث دائماً ودون طلب واع منا؛ ومثال ذلك التنفس، وضربات القلب، وعمليات الأيض.

كما أن الجهاز العصبي الذاتي يتميز بالاستجابة السريعة للظروف، وقدرته على تكيف الجسم مع الظروف المحيطة؛ كما هو الحال عند إعطائه إشعاراً للجسم ليفرز العرق إذا ارتفعت درجة حرارة الجسم.

نشاط (4-6) تثبيت المفاهيم الرئيسية.



الشكل أعلاه يوضح العمود الفقري.
أكمل بيانات تصنيف الأزواج العصبية التي تخرج منه.

حماية الجهاز العصبي المركزي

للجهاز العصبي المركزي عوامل تساعد في حمايته؛ فالدماغ يقع داخل تجويف الدماغ، والحبل الشوكي يقع داخل القناة الفقرية بين الفقرات، فالجهاز العصبي المركزي محمي بصندوق من العظام. يحاط الدماغ من الخارج بثلاثة أغشية لحمايته؛ وهي من الخارج إلى الداخل كالآتي:

■ الأم الجافية (Dura mater):

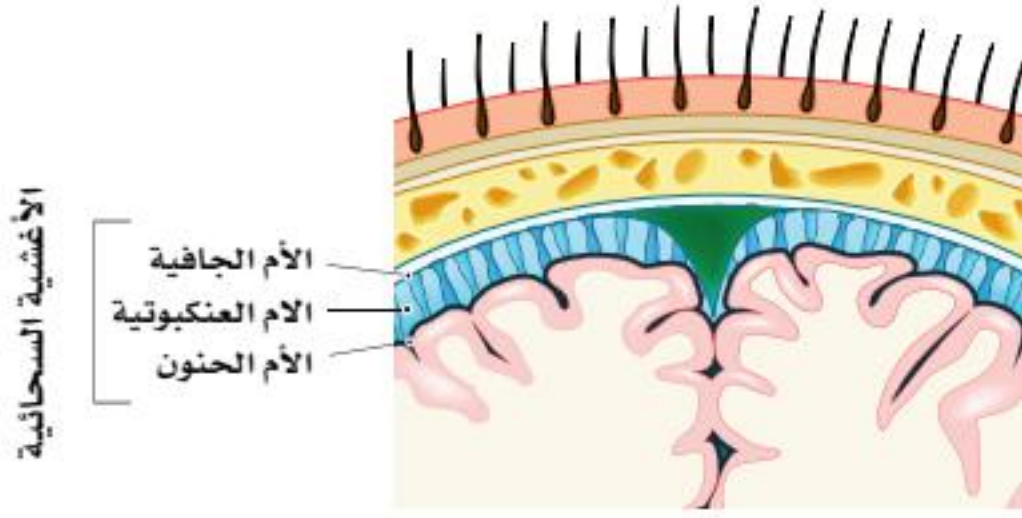
هي الطبقة الخارجية من الأغشية، وسميت الجافية لأنها أبعد الطبقات عن الدماغ بالإضافة إلى أنها سميكة.

■ الأم العنكبوتية (Arachnoid mater):

وهي الطبقة الثانية من الأغشية، ويوجد تحتها الأوعية الدموية التي تغذي المخ، وتظهر كشبكة العنكبوت.

■ الأم الحنون (Pia mater):

وهي الطبقة الداخلية من الأغشية الثلاثة الملتصقة بالدماغ. ويوجد بين غشاء الأم العنكبوتية والأم الحنون سائل يسمى السائل الشوكي -أو السائل النخاعي- الذي يوجد -أيضاً- داخل البطينات الأربعة داخل الدماغ كما سبق ذكره، بمعنى أن الدماغ مملوء من الداخل بهذا السائل النخاعي ويحيط به من الخارج أيضاً، وهذا السائل يُفرز من داخل بعض الخلايا داخل الدماغ بكمية ثابتة، ويمر خلال بطينات، ثم ينتهي إلى الدورة الدموية بالكمية نفسها التي أفرزها، وله أهمية خاصة في حماية الدماغ والحبل الشوكي وتوازن الضغط على جميع أجزاء الدماغ وتغذية الدماغ والحبل الشوكي. انظر الشكل (6-9).



الشكل (6-9): أغشية الدماغ.

كيف نحافظ على الجهاز العصبي؟

هناك عدة خطوات تساعد على المحافظة على الجهاز العصبي منها ممارسة التمارين الرياضية بانتظام، الامتناع عن التدخين، والكحول، والمخدرات. أخذ قسط كافٍ من الراحة يومياً، السيطرة على الأمراض مثل السكري والضغط، تناول الغذاء المتوازن قليل الدهون، والغني بالخضراوات، والفواكه، والحبوب الكاملة، وحمض الفوليك، وفيتامين (B6)، وفيتامين (B12). وشرب كميات وفيرة من الماء، مع الحرص على تعلّم المهارات الجديدة؛ لتنمية الانتباه والقدرة على التركيز، وعدم تناول الأدوية التي تُصرف دون وصفة طبية، تقليل المنبهات بقدر الإمكان؛ مثل الشاي والقهوة والاستعاضة عنها بمشروبات آمنة لا تحتوي الكافيين، محاولة تجنب الضربات على الرأس والسقوط، وأخذ الحذر من الرياضات العنيفة.

1. اكتب بحثاً مستعيناً بمصادر مكتبة مدرستك وغيرها تبين فيه أثر المخدرات على الدماغ .

.....

.....

.....

.....

2. ما هو تأثير المنبه السيمبثاوي والمنبه جار السيمبثاوي على الأعضاء في الجدول أدناه:

الأعضاء	السيمبثاوي	جار السيمبثاوي
الحدقة 		
الغدة اللعابية 		
الرئة (التنفس) 		
القلب 		
المعدة (الهضم) 		

3. ضع اسم غشاء الدماغ أمام ما يناسبه من سبب التسمية في الجدول أدناه:
(الأم الجافية - الأم الحنون - الأم العنكبوتية).

الغشاء	سبب التسمية
	لأنها الملاصقة للدماغ.
	لوجود الأوعية الدموية التي تغذى المخ و تظهر كشبكة.
	لأنها أبعد الأغشية عن الدماغ بالإضافة إلى أنها سميكة.



وظائف الجهاز العصبي (Nervous System Functions)

6-4

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أصف وظائف الجهاز العصبي المركزي.
- أفسر المنعكسات العصبية.
- أوضح مكونات الوحدة الحركية.

المفاهيم

Nervous System Functions	وظائف الجهاز العصبي
Nerve Reflexes	المنعكسات العصبية
Motor Unit	الوحدة الحركية

تمهيد: الجهاز العصبي هو همزة الوصل بين الجسم البشري وما يحيط به سواء من الخارج أم من الداخل؛ فهو ينقل سيالات من الأحاسيس والمشاعر إلى داخل الدماغ الذي يحللها ويفسرهما، ومن ثم يُصدر الأوامر للعضلات أو الغدد بناء على ما استقبله.

وكل جزء من الدماغ له وظيفة خاصة يؤديها لكن جميع أجزاء الدماغ تتصل ببعضها؛ كي يؤدي الدماغ وظيفته على أكمل وجه وأدقه.

وظائف الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System Functions):

للجهاز العصبي المركزي ثلاثة مستويات وظيفية؛ منها:

1. مستوى النخاع الشوكي:

نقل الإشارات بين أجزاء الجسم الطرفية والجهاز العصبي المركزي (النخاع الشوكي) لمختلف الوظائف، والعكس.

2. المستوى السفلي للدماغ:

جذع المخ، الوطاء والمهاد، والنوى القاعدية، هذا المستوى مسؤول عن مختلف نشاطات الجسم اللاإرادية؛ مثل تنظيم ضغط الدم، والتنفس، والتوازن.



3. المستوى العلوي للدماغ (القشرة المخية):

يعطي وظائف المستوى السفلي المعنى التفصيلي لها، ويحول الوظائف غير الإرادية إلى أفعال محددة، وهو يعمل بالتكامل مع المستويات الأخرى؛ على سبيل المثال تحديد لسعة الشمعة بتفاصيلها الكاملة (المكان، واللون، ونحو ذلك).

وظائف الدماغ:

■ القشرة المخية (Cerebral Cortex):

يوجد بها مراكز الحركة والإحساس من جميع أجزاء الجسم، وكذلك مراكز الإدراك، والتعبير، والتعلم، واللغة، والإبصار، والسمع.

■ الحصين (Hippocampus):

يشكل جزءاً من الجهاز اللمبي، له دور في الذاكرة والتعلم، ويرتبط به حدوث الأمراض المتعلقة بالعمى؛ كالخرف والزهايمر، وبعض أنواع القلق.

■ الجهاز اللمبي (Limbic System):

يتكون من القشرة المخية واللوزة والحصين وتحت المهاد (الوطاء) والمهاد. مسؤول عن المشاعر والعواطف؛ مثل الخوف، والدفاع عن الذات، والإحساس بالجوع والشبع.

■ المهاد (Thalamus) ومنطقة تحت المهاد (Hypothalamus):

يتكون المهاد من مجموعة من النوى تسمى النوى المهادية وهي التي تنقل الأحاسيس من كل مراكز الحس- فيما عدا الشم- إلى القشرة المخية الحسية، كما يحوي المهاد بعض أطراف الجهاز المنشط الشبكي، وهو جزء من الجهاز المسؤول عن الإفاقة (اليقظة)، ونشاط الكائن الحي، ويعتقد أنه يشترك في تنظيم المظاهر الخارجية للانفعالات؛ لأنه مسؤول عن الانتباه الانتقائي.

أما (تحت المهاد) فله وظائف متعددة؛ منها:

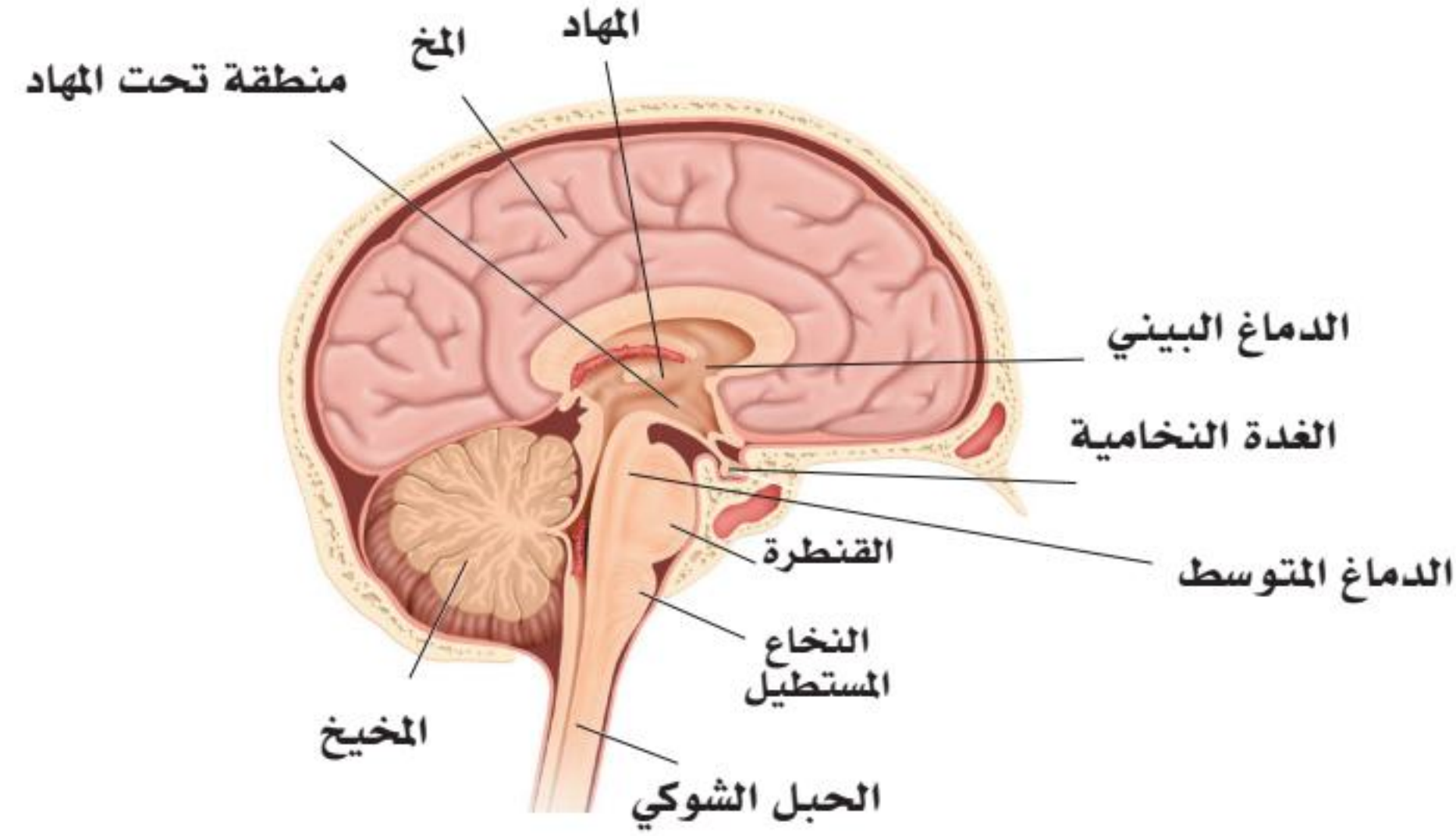
- التحكم في درجة حرارة الجسم، فهو ينظمها بحيث تظل (37) درجة مئوية تحت كل الظروف؛ بأن يوسع أو يضيّق الدم بالجلد، أو يضيقها تبعاً للمتطلبات الداخلية والخارجية للجسم.
- يتحكم -أيضاً- في توازن كمية المياه للأسباب نفسها، ولتحت المهاد القدرة على التحكم في كمية الغذاء الذي يتناوله الكائن الحي، وكمية العصارات الهضمية التي يفرزها، وله اتصال مباشر بالجزء الخلفي للغدة النخامية. وهو -كذلك- منطقة تكامل الوظائف الدافعية، فهو يشترك في عمليات الضبط أو التحكم في السلوك العدواني، النشاط الجنسي، النوم واليقظة، ضغط الدم والانفعالات.

■ جذع الدماغ (Brainstem):

لجذع الدماغ وظائف عديدة ومهمة؛ حيث يوجد به مركز التحكم بالتنفس، والجهاز الدوري ولا يُمكن الحياة دونه.

■ المخيخ (Cerebellum):

أهم وظائفه المحافظة على وضعية الجسم، والالتزان، والتوافق العضلي العصبي. انظر الشكل (6-10).



الشكل (6-10): موقع المهاد ومنطقة تحت المهاد في الدماغ.

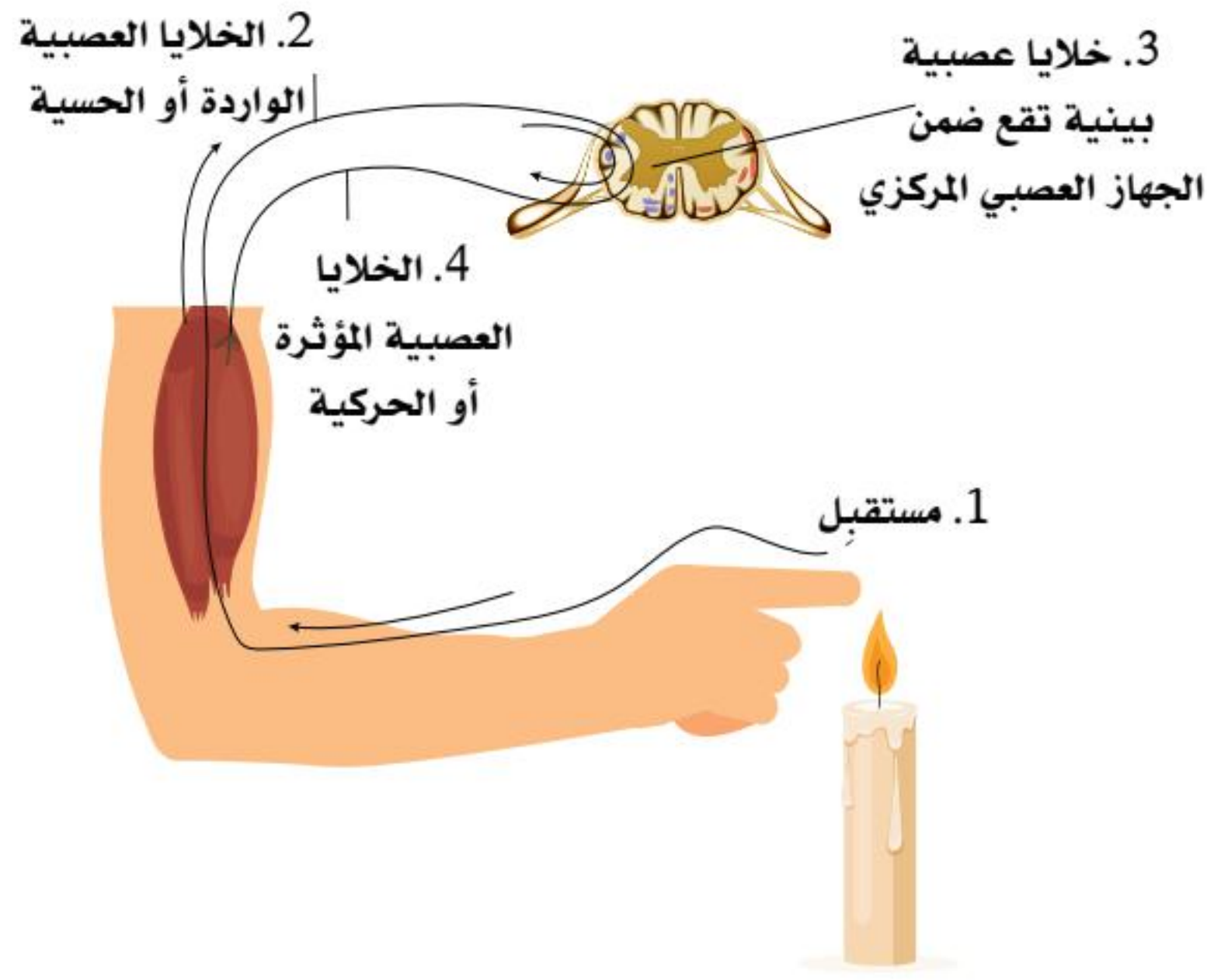
■ المنعكسات العصبية (Nerve Reflexes):

■ الفعل الانعكاسي هو استجابة حركية فورية للتنبيه الحسي.

يمكن لكثير من الأعصاب الحركية أن تحفز بواسطة سيالات من منطقة صغيرة من أعضاء الجسم؛ كالعضلات والجلد؛ فمثلاً تنتقل دفعات الألم الناتجة عن لمس سطح حار جداً من الإصبع اللمس إلى النخاع الشوكي عن طريق الأعصاب الحسية، وتنبه هذه السيالات أعصاب بينية، ثم حركية كثيرة في النخاع الشوكي؛ مما يؤدي إلى تقلص عضلات هيكلية كثيرة في اليد والعضد والكتف؛ ويؤدي إلى سحب الإصبع قبل تحليل العملية في المخ، والهدف من هذه المنعكسات هو توفير الوقت. انظر الشكل (6-11).

■ المنعكسات الشوكية (الحبل الشوكي):

تتألف هذه المنعكسات من ثلاثة عناصر؛ هي الأعصاب الحسية، والأعصاب الرابطة في النخاع الشوكي، والأعصاب الحركية.



الشكل (6-11): الفعل الانعكاسي.

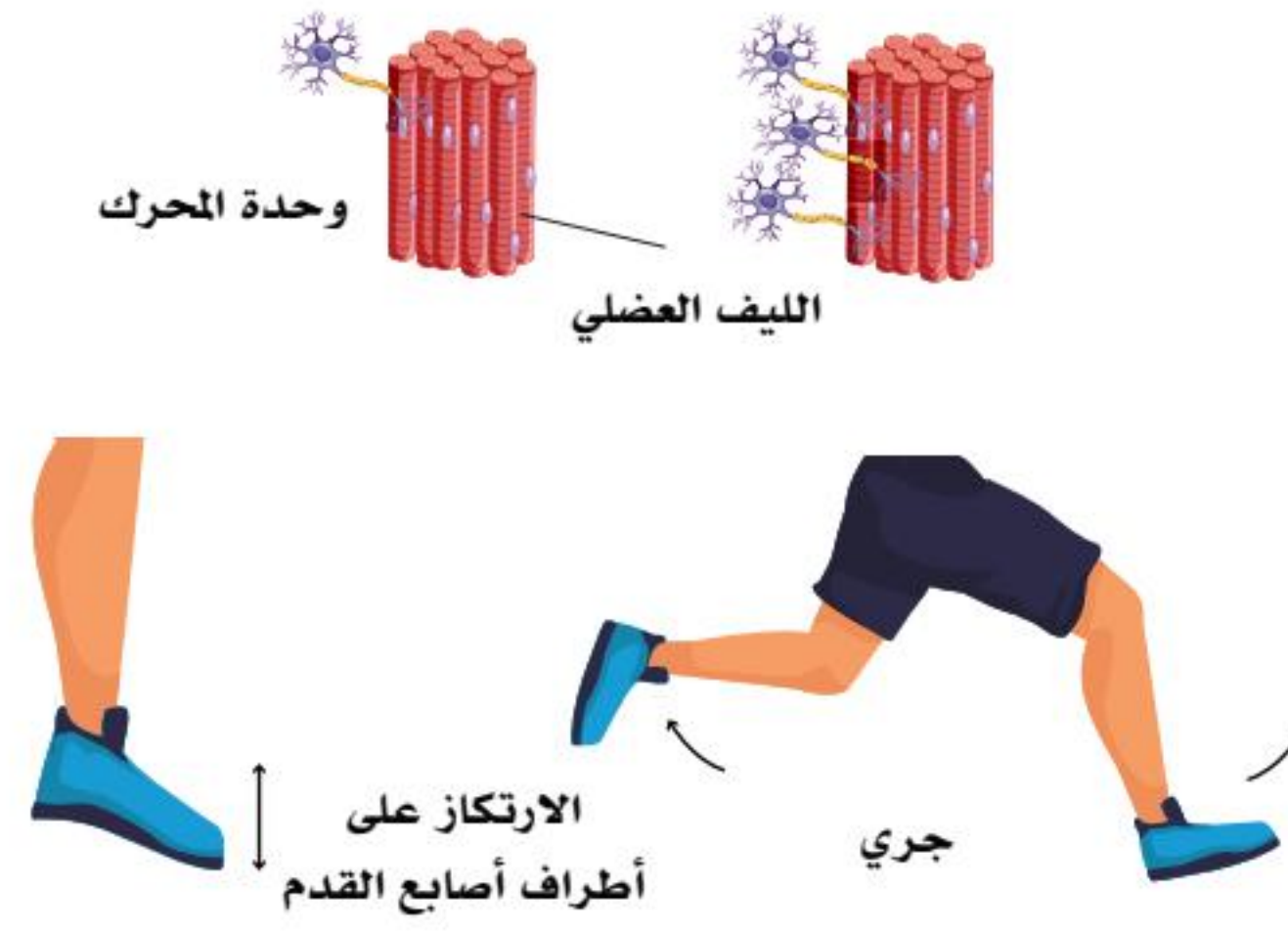
نشاط (6-5):

فسر قولنا: "إن رد الفعل الانعكاسي يهدف إلى حماية الجسم دون تفكير".

الوحدة الحركية (Motor Unit):

تتألف الوحدة الحركية بشكل عام من خلية عصبية محركة واحدة تقترن عبر المشبك العصبي العضلي لتكون الوحدة الحركية من الخلية العصبية الحركية والألياف العضلية المتصلة بها عبر المشبك العصبي العضلي، حيث تكون الألياف العضلية عديدة ومن النوع نفسه. يعتمد عدد الألياف العضلية المرتبطة بكل خلية عصبية على طبيعة العمل المطلوب من ناحية الدقة والقوة؛ لذلك فإن المكاسب المبكرة في تدريب القوة العضلية التي تحدث عند المبتدئين غالباً ما تكون في تفعيل الوحدات الحركية التي كانت خاملة في السابق أكثر من كونها زيادة في حجم الألياف العضلية أو عددها. ويعتمد عدد ونوع الألياف العضلية المرتبطة بكل خلية عصبية على طبيعة العمل المطلوب من ناحية الدقة والقوة.

نشاط (6-6) تثبيت المفاهيم الرئيسية.



مستعيناً بالشكل أعلاه وضح المقصود بقولنا:
"عدد الألياف العضلية المرتبطة بكل خلية عصبية ونوعها، يعتمد على طبيعة العمل المطلوب من ناحية
الدقة والقوة".

.....

.....

.....

.....

.....

1. اكتب المصطلح العلمي للتعريفات الآتية:

- جزء من القشرة المخية واللوزة والحصين والوطاء والمهاد. مسؤول عن المشاعر والعواطف؛ مثل الخوف والدفاع عن النفس والإحساس بالجوع والشبع. (.....)
- نوى تنقل الأحاسيس من كل مراكز الحس - فيما عدا الشم- إلى القشرة المخية الحسية. (.....)

2. ما هي المكاسب المبكرة في تدريب القوة العضلية التي تحدث عند المبتدئين؟

.....

.....

.....

.....



الأمراض الشائعة المتعلقة بالجهاز العصبي (Common Diseases Related to the Nervous System)

6-5

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

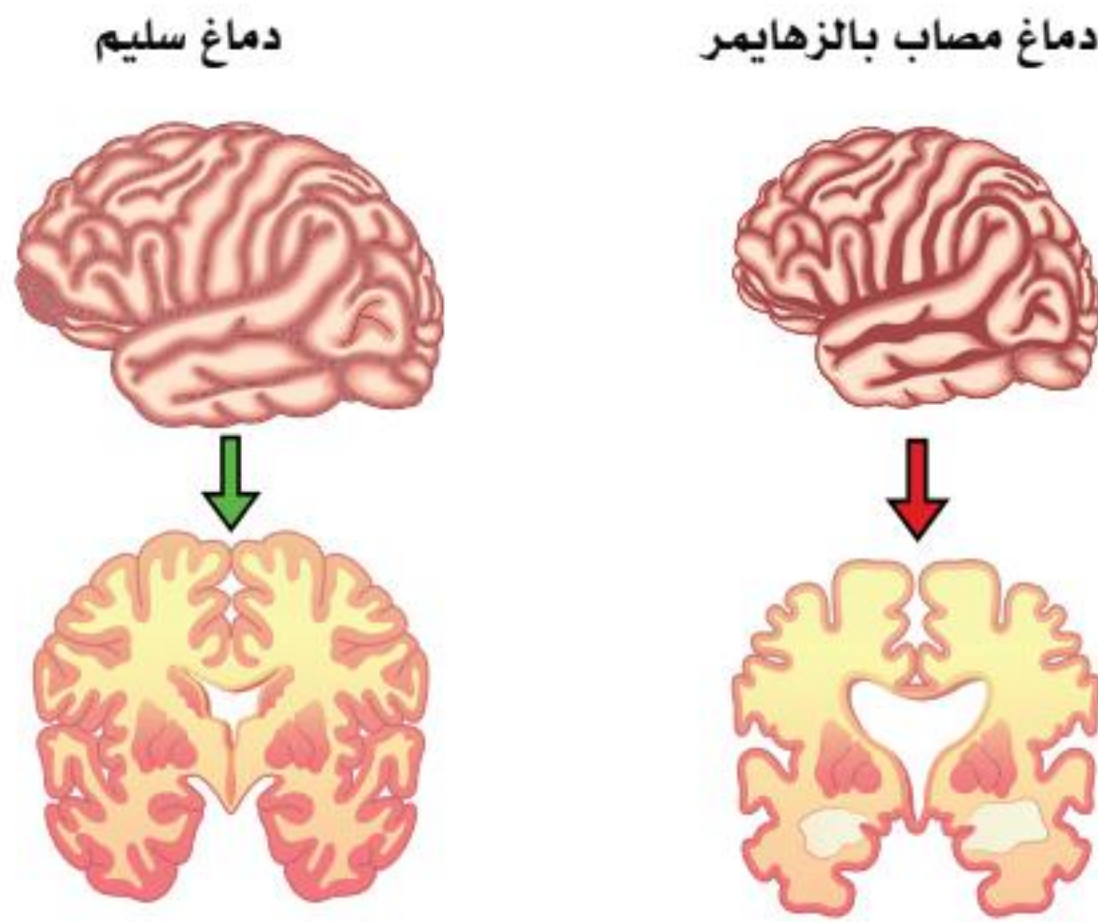
- أصف بعض أمراض الجهاز العصبي.
- أوضح أسباب بعض أمراض الجهاز العصبي، وطرائق الوقاية منها.

المفاهيم

Alzheimer's	الزهايمر
Facial Palsy	شلل الوجه
Sciatica	عرق النسا
Parkinson's	باركينسون
Meningitis	الالتهاب السحائي
Spinal Cord Injuries	إصابات النخاع الشوكي

تمهيد: هناك العديد من الأمراض التي تصيب الجهاز العصبي والأعصاب، وقد تكون أمراضاً عضوية، أو أمراضاً نفسية؛ وهذا يعنى حدوث تغيرات ملموسة في جميع أنحاء الجسم؛ فقد يواجه المصاب صعوبة في الحركة، أو التحدث، أو البلع، أو حتى التنفس، أو التعلم، كما أنه قد يواجه مشاكل في الذاكرة، أو الحواس، أو المزاج.

بعض الأمثلة على أمراض الجهاز العصبي:



الشكل (6-12): لشخص مصاب بالزهايمر وشخص معافى أو سليم.

الزهايمر (Alzheimer's):

يحدث بسبب موت بعض الخلايا العصبية في الدماغ، ويسبب كثيراً من الأعراض والمشاكل في الذاكرة، والتفكير، والسلوك، ويسبب الارتباك، والأرق، وحدثت تغيرات في الشخصية، وعدم القدرة على اتخاذ القرارات الصائبة في المواقف اليومية، وفقدان القدرة على معرفة الأشخاص المقربين. كذلك مشكلات في الرؤية، وعدم المبالاة، أو القلق بشأن الآخرين، وفقدان الرغبة في عمل الأشياء؛ لذا يلزم الصبر مع كبير السن إذا نسي، أو أصبح ثقيل السمع، صعب المزاج، غضوباً، وعدم التهكم عليه. انظر الشكل (6-12).



نشاط (6-7) التفكير الناقد:



ما الطريقة المثلى باعتقادك للتعامل مع كبير السن المصاب بالزهايمر؟

نشاط (6-8) التفكير الناقد:

هناك من يزعم أن الكي علاج لالتهاب العصب السابع، وضح مدى صحة هذه الفكرة، واستعرض من خلال البحث في المصادر أهم التمارين العلاجية المناسبة لهذه الحالة.

شلل الوجه (Facial Palsy):

وما يعرف محلياً بـ "أبو الوجيه"، ويحدث نتيجة التهاب في العصب السابع من الأعصاب المخية، ويتعافى المريض خلال (48) ساعة دون علاج، وقد يحتاج بعض الأدوية المضادة للفيروسات، أو البكتيريا، ومسكنات الآلام مع بعض التمارين لعضلات الوجه، ومعظم الحالات قد تتعافى تماماً خلال ثلاثة أسابيع.

عرق النسا (Sciatica):

ويحدث بسبب انضغاط الغضاريف في العصب الوركي (عصب النسا)، ويشعر المصاب بألم يمتد من أسفل الظهر إلى خلف الأرداف و خلف الساقين، وقد يمتد إلى القدم، وقد يشعر المصاب بوخز في الساقين والقدم. انظر الشكل (6-13).



الشكل (6-13): لشخص مصاب بعرق النسا.

مرض باركينسون (Parkinson's):

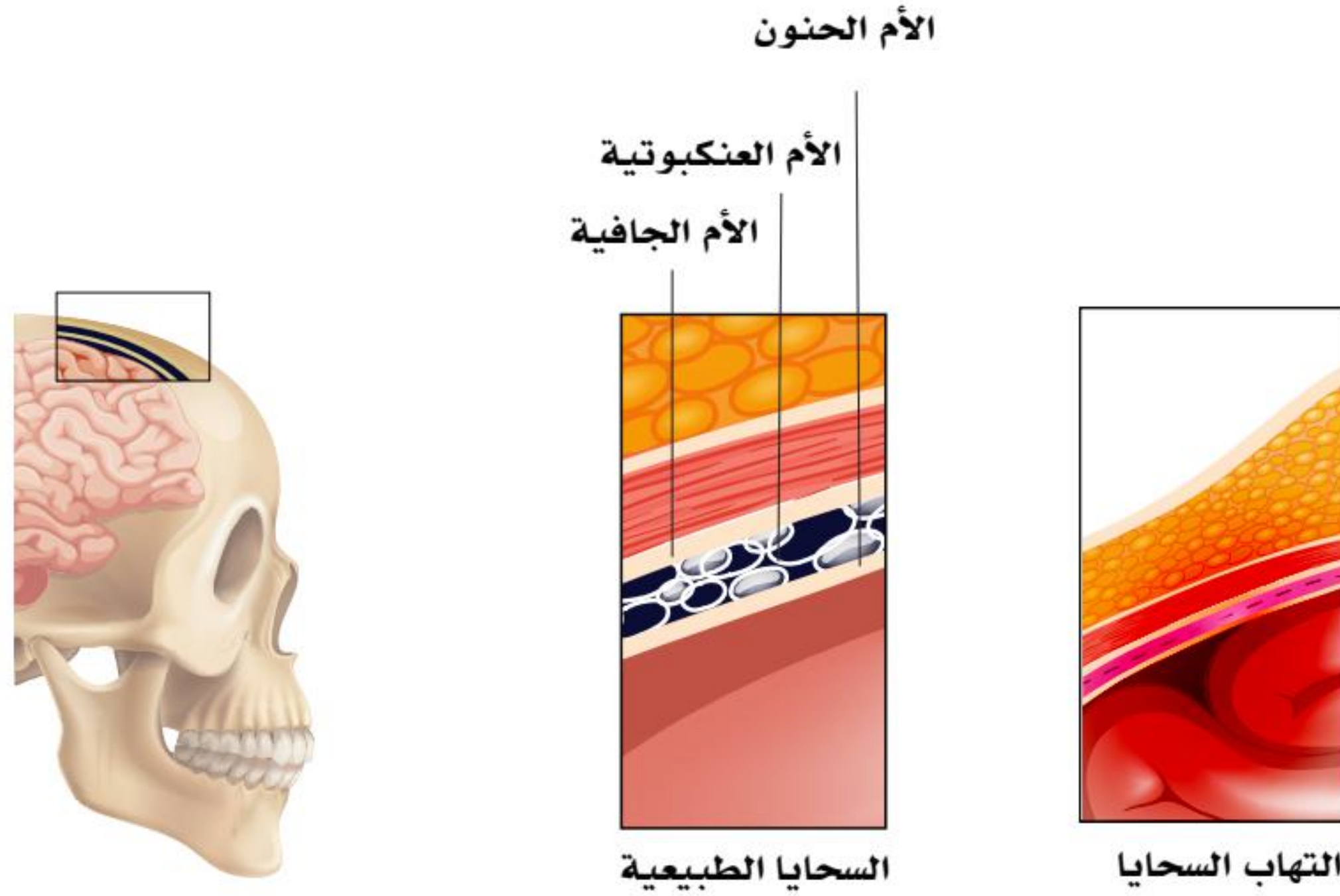
مرض باركينسون هو اضطراب يصيب تدريجياً الجهاز العصبي وأجزاء الجسم التي تسيطر عليها الأعصاب. وتبدأ الأعراض ببطء؛ كرعاش اليد، والبطء، وتيبس الحركة، وفقدان بعض الحركات الإرادية المعتادة؛ مثل رمش العين، والابتسام، وأرجحة الذراعين عند المشي.

إصابات النخاع الشوكي (Spinal Cord Injuries):

التي تحدث بسبب قطع في أحد أجزائه، ومن أشهر أسبابها حوادث الطرق.

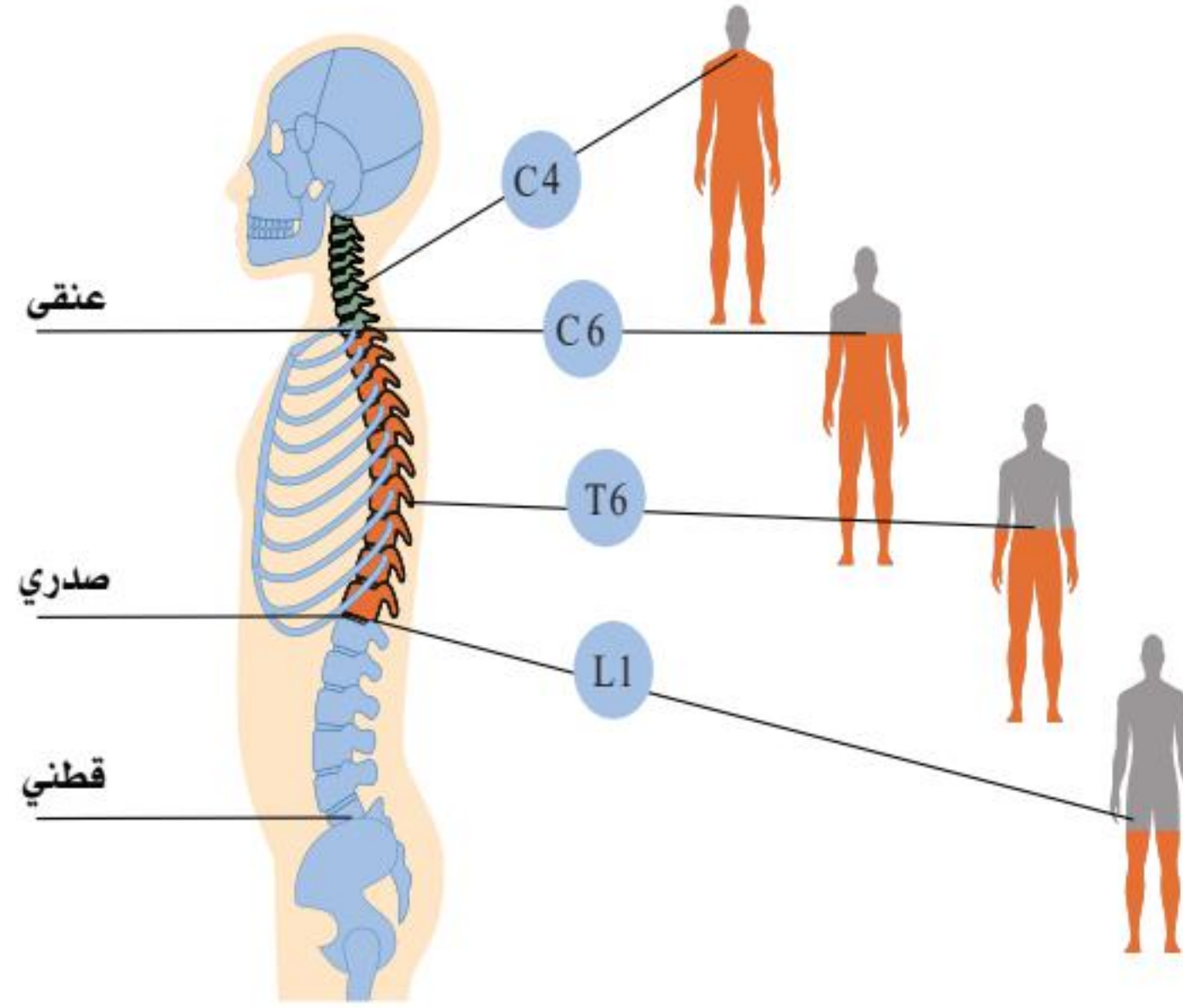
الالتهاب السحائي (Meningitis):

أعراضه حمى شديدة، وتيبس في الرقبة، وصداع، والنعاس المستمر، والقيء. يمكن أن يحدث بسبب الالتهابات البكتيرية، والفيروسية، وغيرها التي تصيب الأغشية السحائية والسائل السحائي. انظر الشكل (6-14). تنتقل أغلب أنواع الحمى الشوكية عن طريق إفرازات الجهاز التنفسي في السعال، أو مشاركة المصاب بالأكواب، وفرش الأسنان، وغيرها.



الشكل (6-14): الالتهاب السحائي.

نشاط (6-9) التفكير الناقد:



مستعيناً بالشكل أعلاه هل هناك علاقة بين موقع الأزواج العصبية التي قطعت في الحبل الشوكي ونوع الإصابة؟

ثم بعد ذلك أطلق نداءً مرورياً لقائد المركبة تحدث فيه عن خطورة الجوال، والسرعة، وأهمية ربط حزام الأمان.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الجزء العملي (6-1):

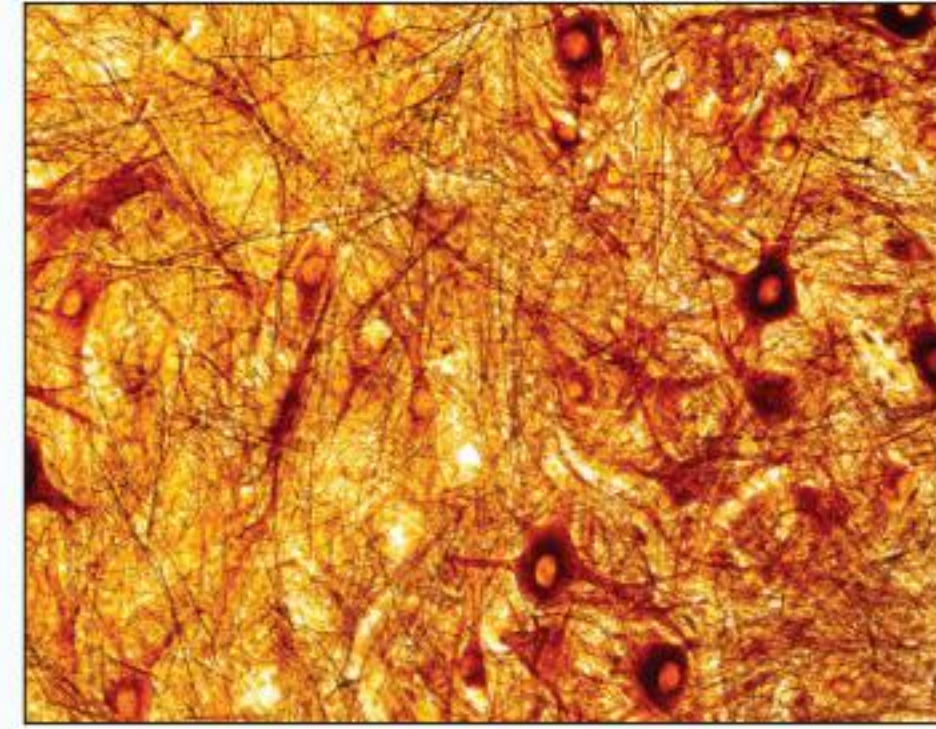


الأدوات والمواد اللازمة:

شرائح لخلايا عصبية مختلفة، ومجسم الدماغ، ومجسم الهيكل العظمي.

خطوات العمل:

- املاً بطاقة السلامة.
- افحص شرائح مجهرية للخلايا العصبية تحت المجهر باستعمال القوة الكبرى محدداً نوعها.



- سجل ما تلحظه، وارسم أنواع الخلايا العصبية التي شاهدتها. وفسر أهمية الزوائد الشجرية.
- ادرس مجسم الدماغ من الخارج، وتعرف على تراكيبه.



- فكك قطع الدماغ وارسمها قطاعاً طويلاً مع كتابة بياناته.
- دون ملحوظاتك لكل جزء من حيث الموقع، ووظيفته.
- حدد مواقع المخ، المخيخ، الجذع، المهاد، تحت المهاد، والغدة النخامية.
- تفحص العمود الفقري في الهيكل العظمي؛ ثم بين أين يقع الحبل الشوكي؟

1. أكمل الجدول الآتي وفق المطلوب:

المرض	السبب
عرق النسا	
الالتهاب السحائي	
	يحدث نتيجة التهاب في العصب السابع من الأعصاب المخية.
الزهايمر	

2. أذكر أعراض الالتهاب السحائي؟

.....

.....

.....

.....

السؤال الأول: ضع الرقم المناسب للعضو من العمود (أ) أمام وظيفته من العمود (ب).

الرقم	العضو (أ)	الرقم المناسب	الوظيفة (ب)
1	النخاع المستطيل		التحكم في كمية الغذاء الذي يتناوله الكائن الحي.
2	المستوى العلوي للدماغ		يحول الوظائف غير الإرادية إلى أفعال محددة.
3	الهيپوثلامس (تحت المهاد)		له دور في الذاكرة والتعلم، ويرتبط به حدوث الأمراض المتعلقة بالعمر؛ كالخرف والزهايمر.
4	الحصين		تنقل الأحاسيس من كل مراكز الحس إلى القشرة المخية الحسية، فيما عدا الشم.
5	النوى المهادية		التحكم في ضربات القلب وضغط الدم.

السؤال الثاني: اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. المسار الصحيح في حالة رد الفعل المنعكس هو:

- أ. منبه، فعضو إحساس، فخلية عصبية حسية، فخلية عصبية موصلة، فخلية عصبية حركية، فعضو استجابة.
- ب. منبه، فعضو إحساس، فعضو استجابة، فخلية عصبية موصلة، فخلية عصبية حركية، فخلية عصبية حسية.
- ج. منبه، فعضو إحساس، فخلية عصبية موصلة، فخلية عصبية حسية، فخلية عصبية حركية، فعضو استجابة.
- د. منبه، فعضو إحساس، فخلية عصبية حركية، فخلية عصبية موصلة، فخلية عصبية حسية، فعضو استجابة.

2. أغشية الدماغ من الخارج بالترتيب هي:

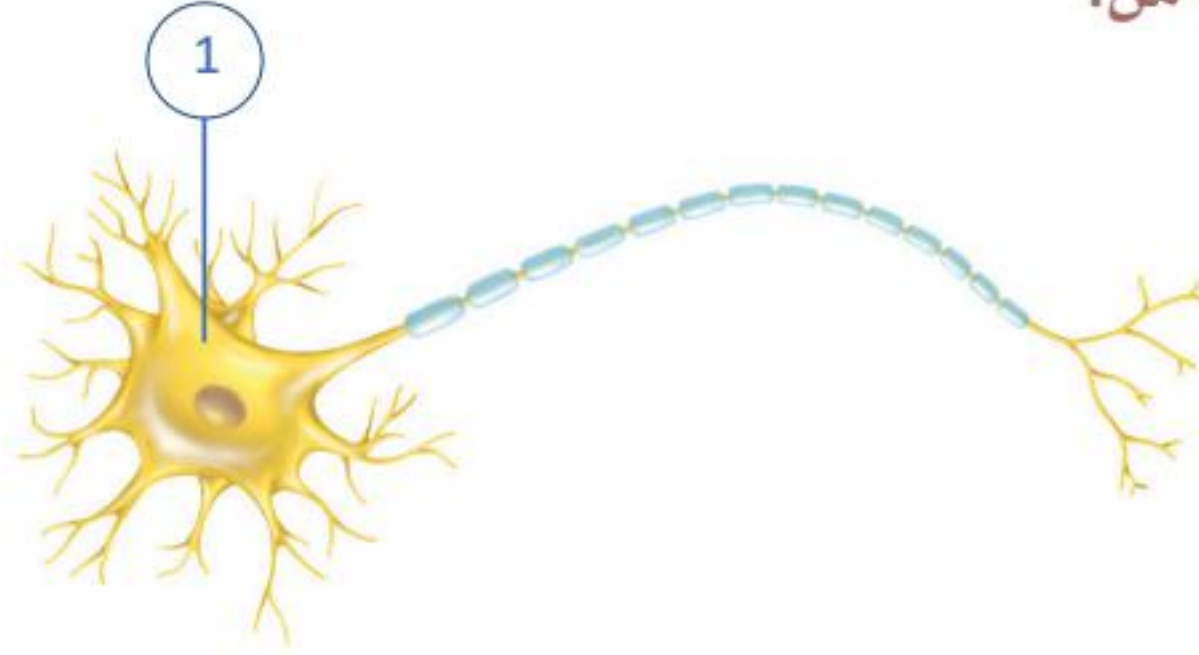
- أ. الأم الجافية، الأم العنكبوتية، الأم الحنون.
- ب. الأم الجافية، الأم الحنون، الأم العنكبوتية.
- ج. الأم العنكبوتية، الأم الحنون، الأم الجافية.
- د. الأم العنكبوتية، الأم الجافية، الأم الحنون.

3. مادة دهنية عازلة توجد على محاور الخلايا العصبية تزيد من سرعة السيالات العصبية:

- أ. الغلاف.
- ب. المايلين.
- ج. النخاع.
- د. لاشيء مما سبق .

مستعيناً بالشكل المجاور أجب عن السؤالين (4) و(5):

4. الجزء المشار اليه بالرقم (1) يستقبل الإشارات العصبية من:



- أ. المستقبلات في الجلد.
- ب. الأعصاب الأخرى.
- ج. المحيط الداخلي، أو الخارجي للجسم.
- د. جميع ما سبق.

5. الشكل المجاور هو لخلية عصبية :

- أ. حسية.
- ب. حركية.
- ج. بينية.
- د. موصلة.

السؤال الثالث : ضع اسم التركيب أمام ما يناسبه من الوظائف في الجدول أدناه:

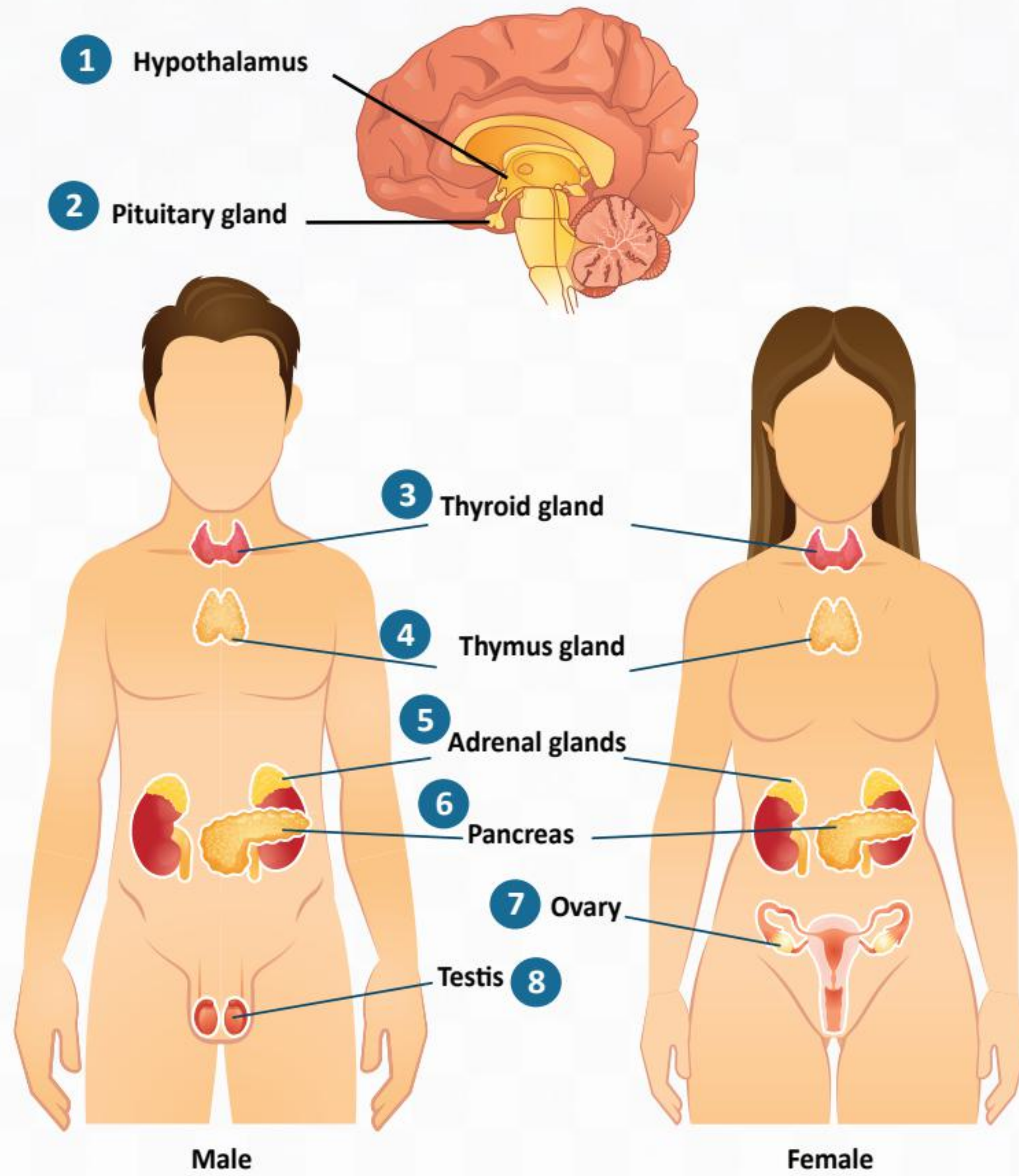
(المخيخ - جذع الدماغ - النخاع الشوكي - تحت المهاد - المخ)

الوظيفة	التركيب
مركز التحكم بالتنفس، والجهاز الدوري.	
مراكز الحركة، والإدراك، والتفكير، واللغة.	
المحافظة على وضعية الجسم، والالتزان، والتوافق العضلي العصبي.	
التحكم في درجة حرارة الجسم؛ بحيث تظل (37) درجة مئوية، وتوازن كمية المياه في الجسم.	
نقل الإشارات بين أجزاء الجسم الطرفية والجهاز العصبي المركزي.	

الفصل السابع

جهاز الغدد الصماء

(The Endocrine System)



الفكرة العامة للفصل:

التعرف على جهاز الغدد الصماء، وتركيبها، ووظائفها، ومواقعها، ووصفها، وعلاقاتها ببعضها، وآليات عملها طبيعياً.

الأفكار الرئيسية للفصل:

7-1 علم الغدد الصماء (Endocrinology).

الفكرة الرئيسية يتناول علم الغدد الصماء أنواع الغدد الصماء، ودراسة تأثيراتها الفسيولوجية والبيولوجية على جسم الإنسان.

7-2 الغدد الصماء الرئيسية - الغدة النخامية (Major Endocrine Glands - Pituitary gland).

الفكرة الرئيسية تلعب الغدة النخامية دوراً رئيسياً في تنظيم العمليات الفسيولوجية.

7-3 الغدة الدرقية وجار الدرقية والصنوبرية (Thyroid, Parathyroid and Pineal Glands).

الفكرة الرئيسية تفرز الغدة الدرقية وجار الدرقية والصنوبرية العديد من الهرمونات التي تساعد في تنظيم وظائف جسم الإنسان.

7-4 البنكرياس (Pancreas).

الفكرة الرئيسية يتكون البنكرياس من غدد مختلفة تنظم العمليات الفسيولوجية وتساعد على التحكم في نسبة السكر في الدم.

7-5 الغدد الكظرية والتناسلية والزعترية (Adrenal, Reproductive and Thymus Glands).

الفكرة الرئيسية تفرز الغدد الكظرية والتناسلية والزعترية هرمونات تتفاعل مع بقية الأجهزة العصبية وغيرها لخدمة جسم الإنسان.

أهداف الفصل:

بنهاية الفصل يتوقع أن يكون الطالب قادراً على:

- **توضيح** مواقع الغدد الصماء، وتركيبها.
- **تصنيف** وظائف الغدد الصماء.
- **تمييز** أمراض الغدد الصماء الأكثر شيوعاً في مجتمعنا.





علم الغدد الصماء (Endocrinology)

7-1

الأهداف: بنهاية الدرس أستطيع أن:

- أعرف مفهوم الهرمونات.
- أصنف الهرمونات من حيث التركيب.
- أصف آلية نقل الهرمونات في الدم.
- أصف آلية عمل الهرمونات.

المفاهيم

Endocrinology	علم الغدد الصماء
Hormones	الهرمونات

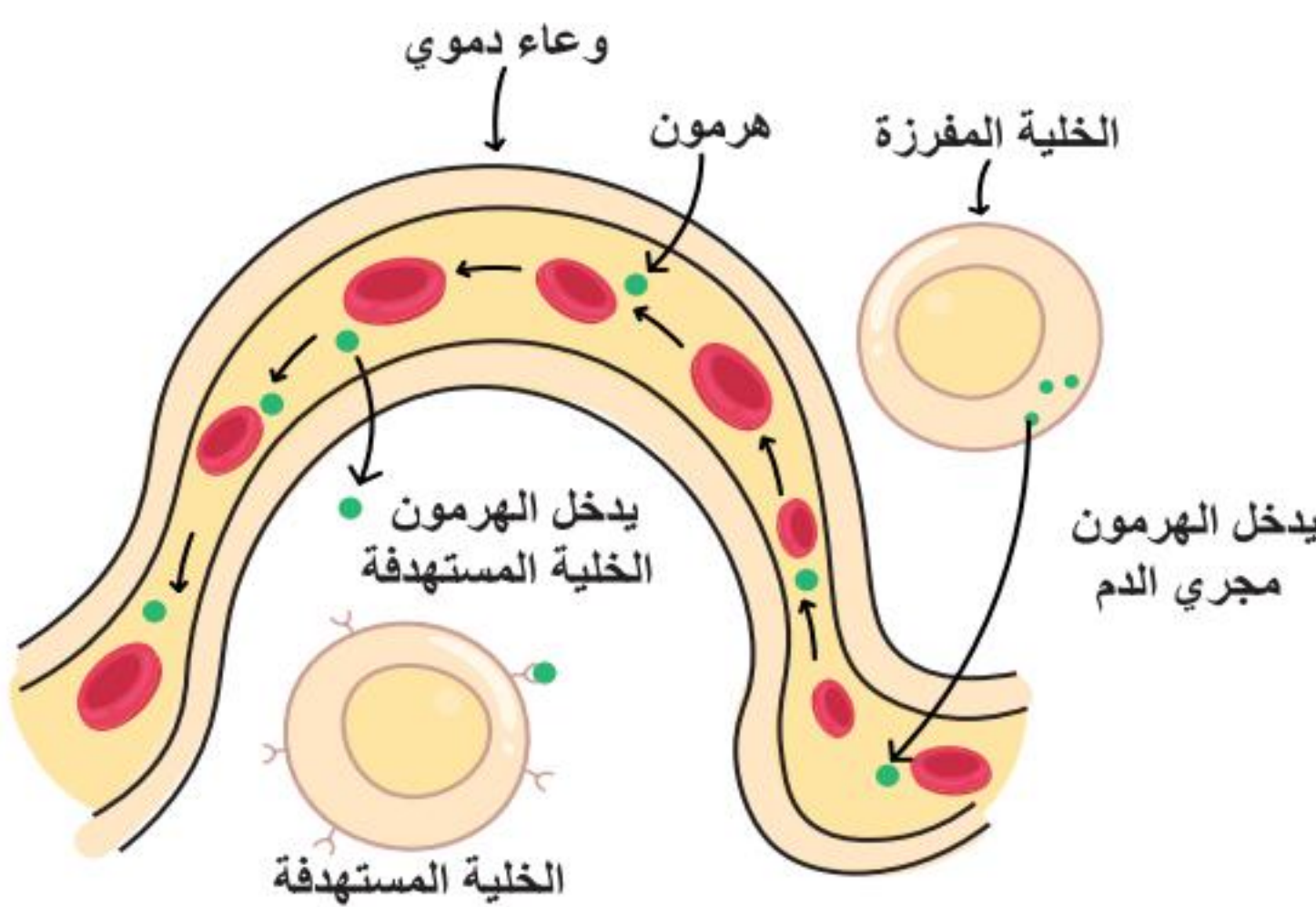
تمهيد: علم الغدد الصماء هو العلم الذي يهتم بمعرفة الغدد الصماء التي تفرز الهرمونات، ودراساتها، ودراسة تأثيراتها الفسيولوجية والبيولوجية على الأعضاء المستهدفة، وتنظيم البيئة الداخلية في جسم الإنسان. علم الغدد الصماء من العلوم التي عُرِفَتْ تدريجياً منذ القدم؛ إذ إنَّ تشريح الغدة الدرقية معروف وإن لم تُعَلَمْ وظيفتها، ومع تطور العلوم وخاصة في القرن التاسع عشر، عُرِفَ هذا العلم بشكل دقيق.

الغدد الصماء (Endocrine glands):

هي الغدد التي تفرز ما تنتجه من هرمونات بكميات محددة إلى مجرى الدم رأساً ودون قنوات، وتؤثر على جميع أنسجة الجسم، وتتوزع هذه الغدد في كل أجزاء الجسم. وتسمى إفرازاتها "هرمونات".

الهرمونات (Hormones):

الهرمونات هي مواد كيميائية يفرزها الجسم عن طريق الغدد؛ لتنظيم أنشطته المختلفة، وللحفاظ على الثبات الداخلي في الجسم من خلال إطلاقها في مجرى الدم بحيث تؤثر في خلايا مستهدفة وأنسجة معينة؛ لتعطي استجابة محددة. انظر الشكل (7-1).



الشكل (7-1): فكرة عمل الغدد والهرمونات.



بناء الهرمونات وتركيبها (Hormonal Structure and Composition):

تصنف الهرمونات عمومًا - من حيث التركيب الكيميائي لها - إلى أربعة أنواع رئيسية؛ هي:

1. الهرمونات البروتينية والبيبتيدية (Proteins & Peptides).
2. الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية (Amino Acid derivatives).
3. الهرمونات المشتقة من الأحماض الدهنية (Eicosanoids).
4. الهرمونات الستيرويدية (Steroids).

1. الهرمونات البروتينية والبيبتيدية (Proteins & Peptides):

مجموعة من الهرمونات تتكون من عدد من الأحماض الأمينية، يمكن تقسيمها حسب كمية الأحماض الأمينية إلى الآتي:

- **هرمونات متعددة الببتيدات وقصيرة (صغيرة البروتينات) (Short polypeptide and small protein):**
- كهرمون البرولاكتين (Prolactin)، هرمون الأكسيتوسين (Oxytocin) والهرمون المانع لإدرار البول (Anti-diuretic hormone) واختصاره (ADH)، والإنسولين (Insulin)، والجلوكاجون (Glucagon)؛ والهرمون المنشط لهرمونات القشرة الكظرية (adrenocorticotrophic hormone) واختصاره (ACTH)، وهرمون النمو (Growth hormone) واختصاره (GH)، وغيرها.
- **الهرمونات البروتينية الكربوهيدراتية (Glycoproteins):**
- من الأمثلة على ذلك الهرمون المنشط للحوصلة (Follicle-stimulating hormone) واختصاره (FSH)، والهرمون اللوتيني (Luteinizing hormone) واختصاره (LH)، والهرمون المحفز للغدة الدرقية (Thyroid stimulating hormone) واختصاره (TSH)، وغيرها.
- معظم الهرمونات البروتينية تصنع بصفاتها مركبات هرمونية خاملة عليها جين خاص وتسمى (Pr-pro-hormones)، وتُصنع داخل الشبكة الإندوبلازمية الخشنة (Rough endoplasmic reticulum)، واختصاره (RER)؛ حيث يرتبط بها جزيء كربوهيدراتي، وتنتقل إلى أجسام جولجي حيث تُزال الإشارة البيبتيدية ثم يتحول إلى (Prohormone)، وبعد ذلك يتحول إلى هرمون نشط (Hormone)، وتُخزن في حويصلات في انتظاره الإشارة الكيميائية لإفرازه حسب حاجة الجسم.

2. الهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية (Amino Acid derivatives):

هرمونات تتكون من جزيئات صغيرة من أحماض أمينية مفردة كهرمون الميلاتونين، وهرمونات الغدة الدرقية، وبعض هرمونات الغدة الكظرية الأدرينالين (الإبينفرين) والنورأدرينالين (النورإبينفرين).

3. الهرمونات المشتقة من الأحماض الدهنية (Eicosanoids):

من أمثلة هذه الهرمونات البروستاغلاندينات (Prostaglandins).

4. الهرمونات الستيرويدية (Steroids):

وهي الهرمونات المشتقة من الدهون (الكوليسترول)؛ كالهرمونات التناسلية؛ التستوستيرون والإستروجين، وبعض هرمونات الغدة الكظرية؛ كالألدوسترون والكورتيزول.

آلية نقل الهرمونات في الدم (Mechanism of Transport of Hormones in the Blood):

الهرمون إما أن يكون موجوداً في الدم بصورة حرة (Free) غير مرتبط (Unbound)، وإما أن يكون مرتبطاً (Bound) بالناقل البروتيني، ويشكل حاصل مجموع الهرمون الحر والهرمون المرتبط التركيز الكلي للهرمون في البلازما.

■ مستويات الهرمونات في الدم:

يُتحكَّم فيها بواسطة آليات التغذية الراجعة السلبية والإيجابية. تكون مستويات الهرمون في الدم ضمن نطاق طبيعي محدود ومرغوب في الجسم لضمان الثبات الداخلي. تُصنع الهرمونات وتُطلق استجابةً للمنبهات والرسائل العصبية، والهرمونية.

التغذية الراجعة السلبية تمنع زيادة الإفراز - أو نقصانه - لأنظمة الهرمونات؛ حيث تضمن بقاء مستوى الهرمون في النطاق الطبيعي المناسب للجسم وحالته.

■ تُعدُّ التغذية الراجعة السلبية الأكثر شيوعاً: مثل الهرمون اللوتيني (LH)، وهو هرمون يُنتج من الغدة النخامية

لدى الذكر والأنثى، وأحد أنسجته المستهدفة الخصيتين لإنتاج هرمون التستوستيرون وبقائه في المستوى الطبيعي، كذلك هرمون الإنسولين، وهرمون الجلوكاجون، وتنظيمهما مستوى الجلوكوز في الدم.

■ التغذية الراجعة الإيجابية أقل شيوعاً: مثل هرمون الأوكسيتوسين الذي يفرز -أيضاً- من الغدة النخامية لزيادة

انقباضات عضلات الرحم وتسهيل عملية الولادة.



■ تراكيز الهرمونات في مجرى الدم:

تُكشف تراكيز الهرمونات في مجرى الدم معلومات مهمة؛ هي:

- معدل إفراز الهرمون.
- معدل سرعة تعطيل الهرمون، وإزالته من الجسم.

■ إزالة الهرمونات من الدم:

تُزال الهرمونات من الدم بواسطة:

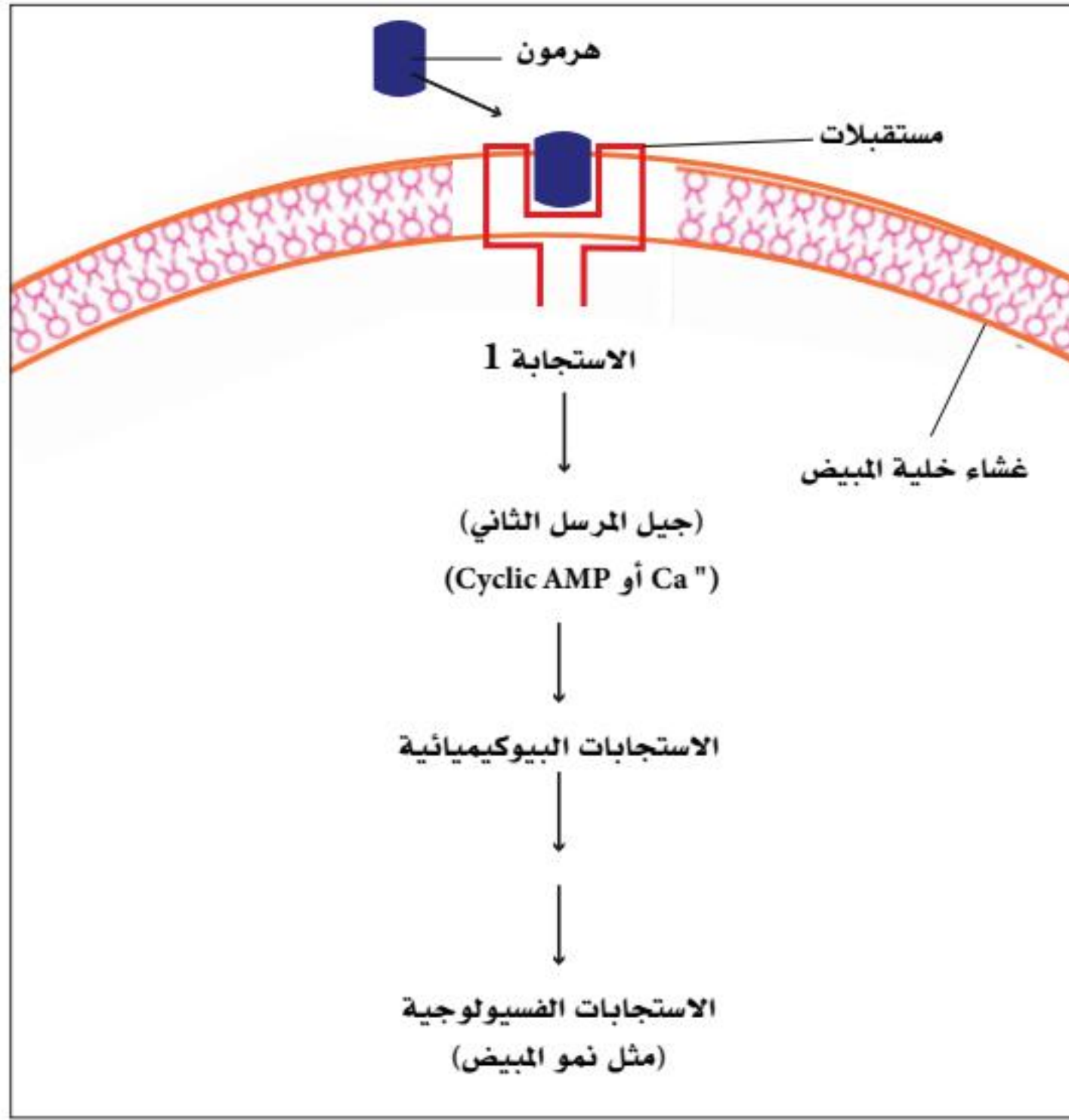
- الربط بالأنسجة (من خلال المستقبلات).
- التكسير الأيضي من قبل الأنسجة.
- إخراجها من الكبد إلى الصفراء.
- إخراجها من الكلى عن طريق البول.

آلية عمل الهرمونات (Mechanism of Action of Hormones):

كما ذكرنا سابقاً الهرمونات هي الرسل الكيميائية التي تفرز من الغدد الصماء في مجرى الدم، ولها أعضاء مستهدفة؛ حيث تعمل على خلايا محددة وترتبط بمستقبلات أيضاً معروفة. تُصنّف آلية العمل الهرموني بناءً على أساس ربط الهرمون على المستقبلات، ونستطيع تصنيفها في مجموعتين:

■ مستقبلات في سطح الخلايا:

من خلال مستقبلات موجودة على غشاء الخلية تُسمى مستقبلات سطحية (Surface receptors) دونما الدخول إلى سيتوبلازم الخلية، وتكون آلية العمل هذه في الهرمونات البروتينية، والبيبتيديّة، والهرمونات المشتقة من الأحماض الأمينية. هذه الهرمونات قابلة للذوبان في الماء ولا يمكن أن تمر عبر غشاء الدهون، ولديها مستقبلات مستهدفة على غشاء الخلية. تُثبّت المستقبلات على غشاء الخلية؛ لذلك يمكن أن يرتبط الهرمون على المستقبلات المحددة. ويربط الهرمون على مستقبلات محددة على الخلية المستهدفة ينشط إنزيم الأدينيل سيكلز (Adenyl Cyclase) في غشاء الخلية، ويسبب إنتاج الأدينوسين مونوفوسفات الدوري (Cyclic adenosine monophosphate) واختصاره (CAMP).



الشكل (7-2): مستقبلات في سطح الخلايا.

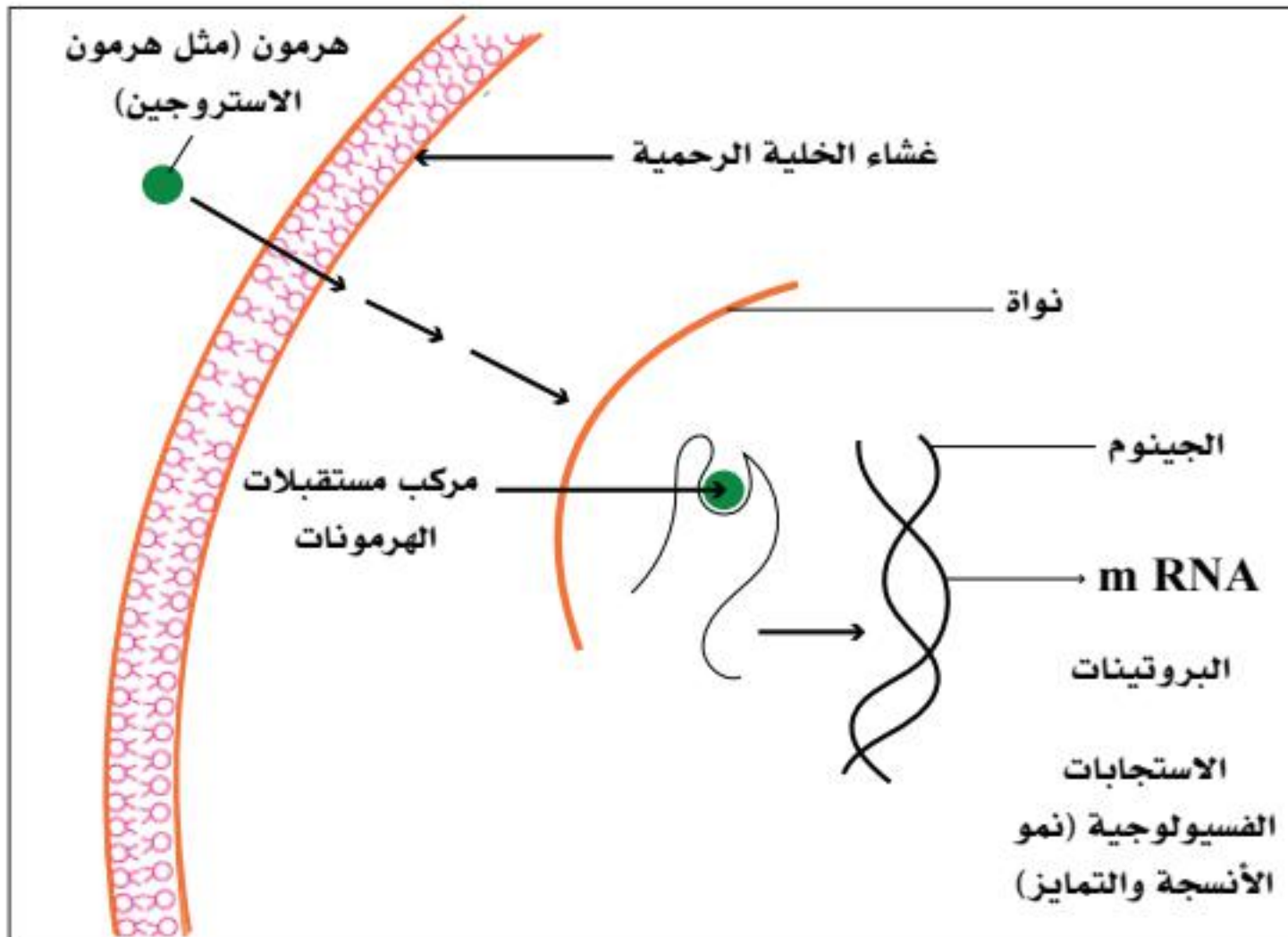
يعمل الأدينوسين مونوفوسفات الدوري رسولاً ثانوياً يمر من خلال غشاء الخلية وينتشر، ويُنشِط (البروتين كيناز) مما يؤدي إلى تفاعلات أنزيمية مختلفة؛ حيث تسبب التغيرات الكيميائية الحيوية. وبعد استجابة الخلية المستهدفة للتغيرات، يُغى تنشيط (CAMP) بواسطة مجموعة من إنزيم الفوسفوديستراز (Enzyme Phosphodiesterase).

انظر الشكل (7-2).

■ المستقبلات الداخلية:

هرمونات تؤدي عملها من خلال دخولها إلى وسط الخلية وارتباطها بمستقبلاتها داخل السيتوبلازم، ويمكن أن تمر الهرمونات القابلة للذوبان في الدهون بسهولة عبر غشاء البلازما؛ مثل هرمونات الستيرويد،

وهرمونات الأحماض الدهنية. لدى هذا النوع من الهرمونات مستقبلات داخل الخلية، تطفو بحرية في السيتوبلازم. وربط الهرمون للمستقبلات المحددة يؤدي إلى تفعيل النشاط الإنزيمي في الخلية مما يحدث التغيرات الكيميائية الحيوية.

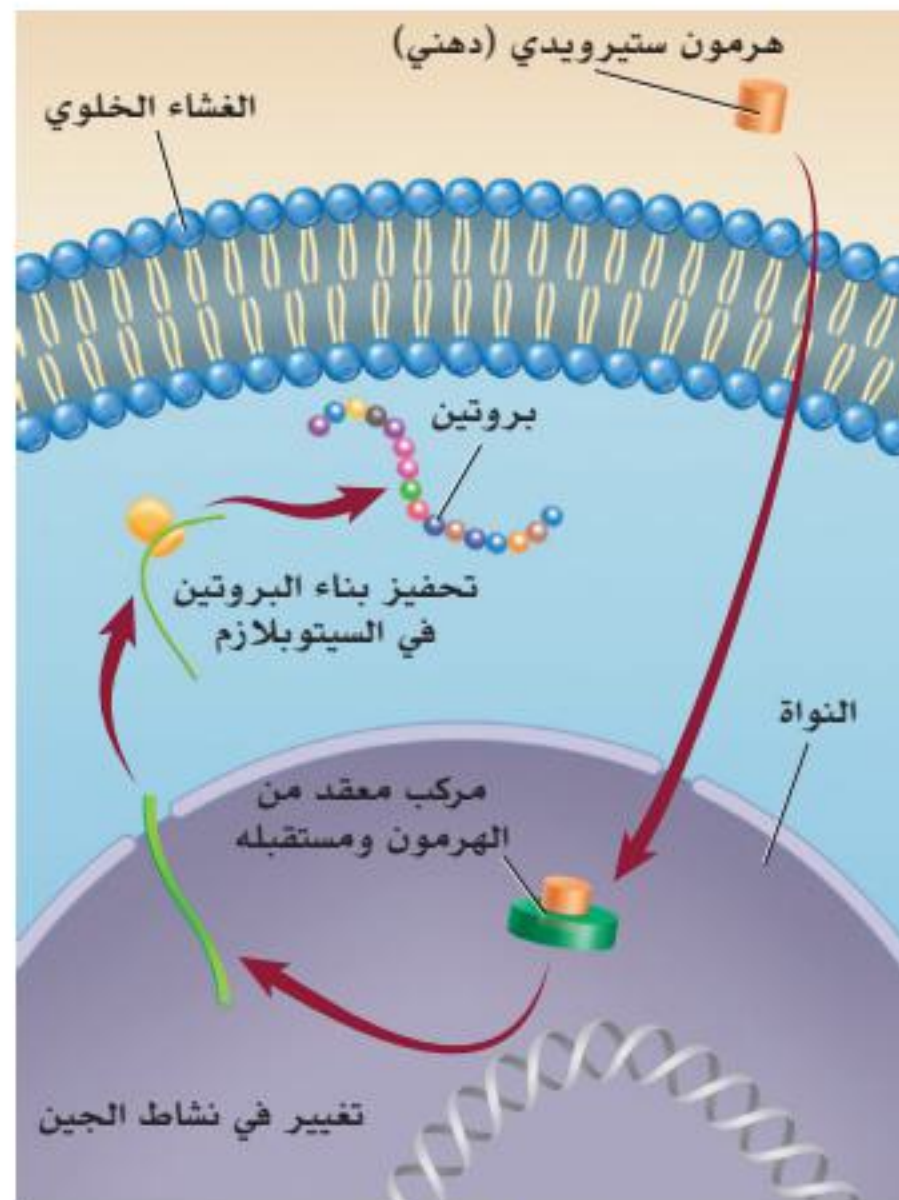


الشكل (7-3): المستقبلات الداخلية.

بعض الهرمونات لها مستقبلاتها الخاصة داخل النواة؛ مثل هرمون تستوستيرون، هرمون البروجسترون، هرمون الإستروجين، الكورتيزول، ثيوكسين، ويُحمل مجمع مستقبلات الهرمونات (Hormone-receptor Complex) داخل النواة. يبدأ مجمع مستقبلات الهرمونات في نسخ الحمض النووي (DNA) لتشكيل ناقل (mRNA) محدد، ثم يبدأ (mRNA) في تخليق البروتين في السيتوبلازم. البروتين (الإنزيم) يسبب التغيرات الكيميائية الحيوية في الخلية.

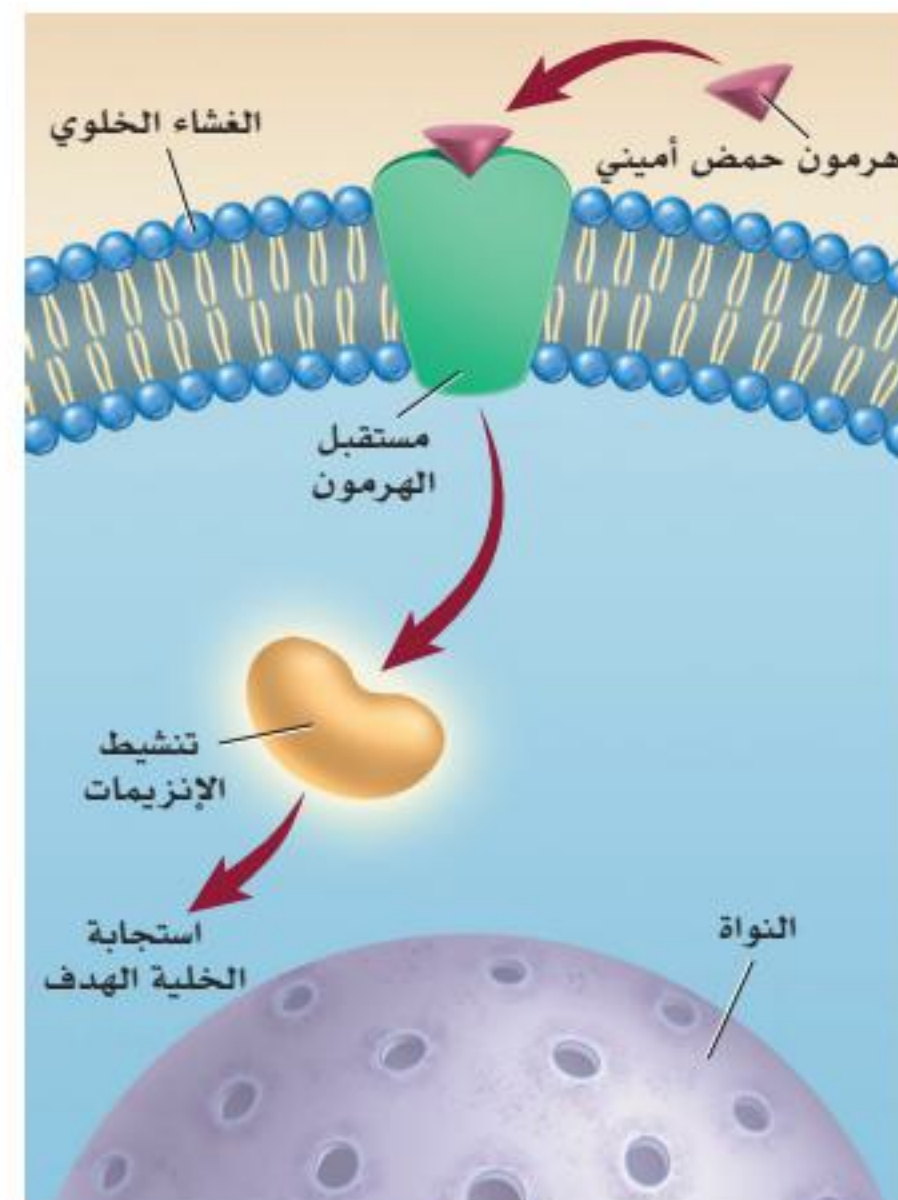
انظر الشكل (7-3).

نشاط (7-1) تثبيت المفاهيم الرئيسية.



2

المستقبلات الداخلية



1

مستقبلات في سطح الخلايا

مستعيناً بالرسم أعلاه قارن بين الشكل (1) و(2) من حيث التركيب وآلية العمل.

وجه المقارنة	شكل (1)	شكل (2)
نوع الهرمون من حيث التركيب الكيميائي.		
قابلية الذوبان في الدهون.		
آلية العمل.		

1. وضح وجه الشبه بين التكيف المركزي لتوازن درجة حرارة المنزل عند درجة حرارة طبيعية والتغذية الراجعة السلبية للهرمونات في جسمك.

.....

.....

.....

2. حدد آلية عمل مستقبلات الهرمونات الآتية مع ذكر السبب:

هرمون البرولاكتين (Prolactin)، هرمون الأوكسيتوسين (Oxytocin)، والهرمون المانع لإدرار البول (Anti-diuretic hormone) واختصاره (ADH)، والإنسولين (Insulin)، والجلوكاجون (Glucagon)؛ والهرمون المنشط لهرمونات القشرة الكظرية (Adrenocorticotrophic hormone) واختصاره (ACTH)، وهرمون النمو (Growth hormone) واختصاره (GH).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. حدد آلية عمل مستقبلات الهرمونات الآتية مع ذكر السبب:
الهرمونات التناسلية؛ التستوستيرون، والإستروجين، والألدوستيرون، والكورتيزول.

.....

.....

.....

.....

.....