

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



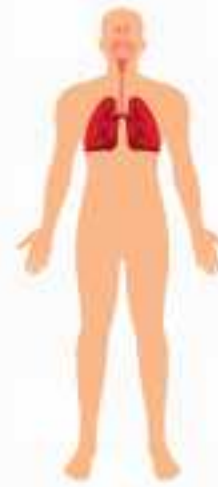
Skeletal system 7



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 الرئيسية للفصل:

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

الفكرة الرئيسية الإلمام بمعنى التنظيم التركيبي، والوظيفي لجسم الإنسان.

1-2 الثبات الداخلي (Homoeostasis).

الفكرة الرئيسية الإلمام بمعنى الثبات الداخلي في جسم الإنسان، وأهميته في تنظيم العمليات الحيوية طبيعياً لبقائه حياً.

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

الفكرة الرئيسية معرفة آليات التحكم بالثبات الداخلي في جسم الإنسان، وأهميتها في تنظيم العمليات الفسيولوجية في الجسم.

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.



www.ien.edu.sa

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

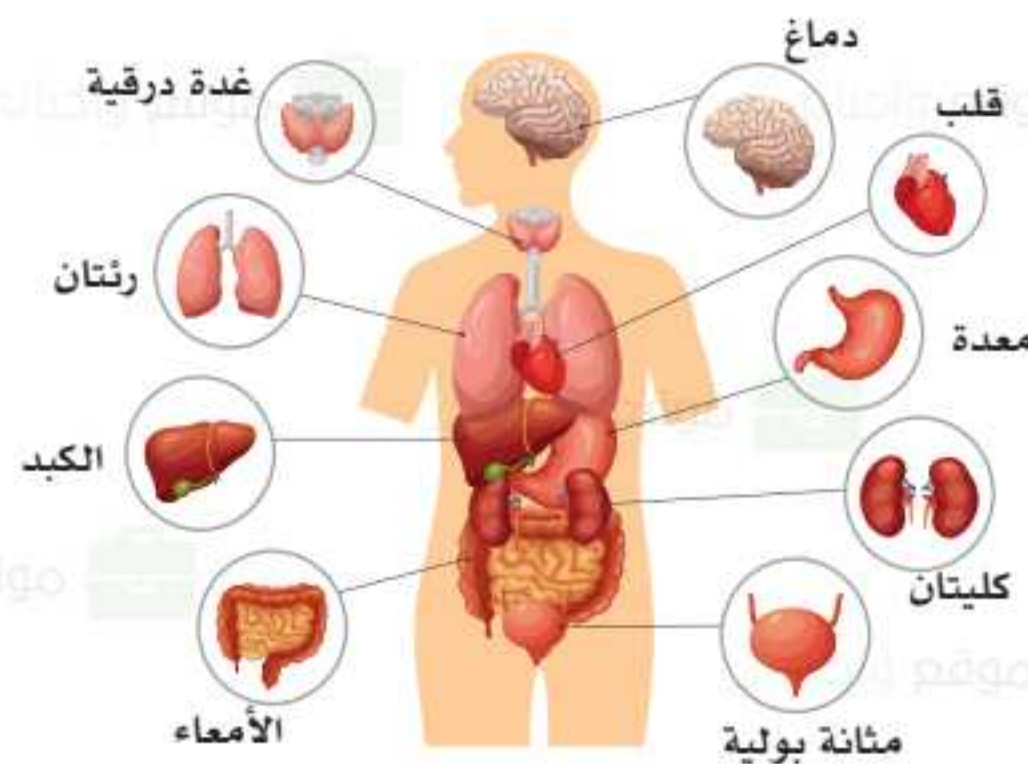
Anatomy	علم التشريح
Physiology	علم وظائف الأعضاء
Technologies for Studying the Human Body	تقنيات دراسة جسم الإنسان

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:



في الشكل المجاور لخص وظائف أعضاء جسم الإنسان، وما العلم الذي قدم لنا هذه المعلومات؟

التنفس، الهضم، الإخراج، التكاثر وغيرها؛ فكل جهاز وعضو وظيفة معينة، وعلم وظائف الأعضاء هو الذي قدم لنا هذه المعلومات.

علم وظائف الأعضاء (Physiology):

هو العلم الذي يدرس وظائف الجسم المتعددة وآليات عملها. وتدرج 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:

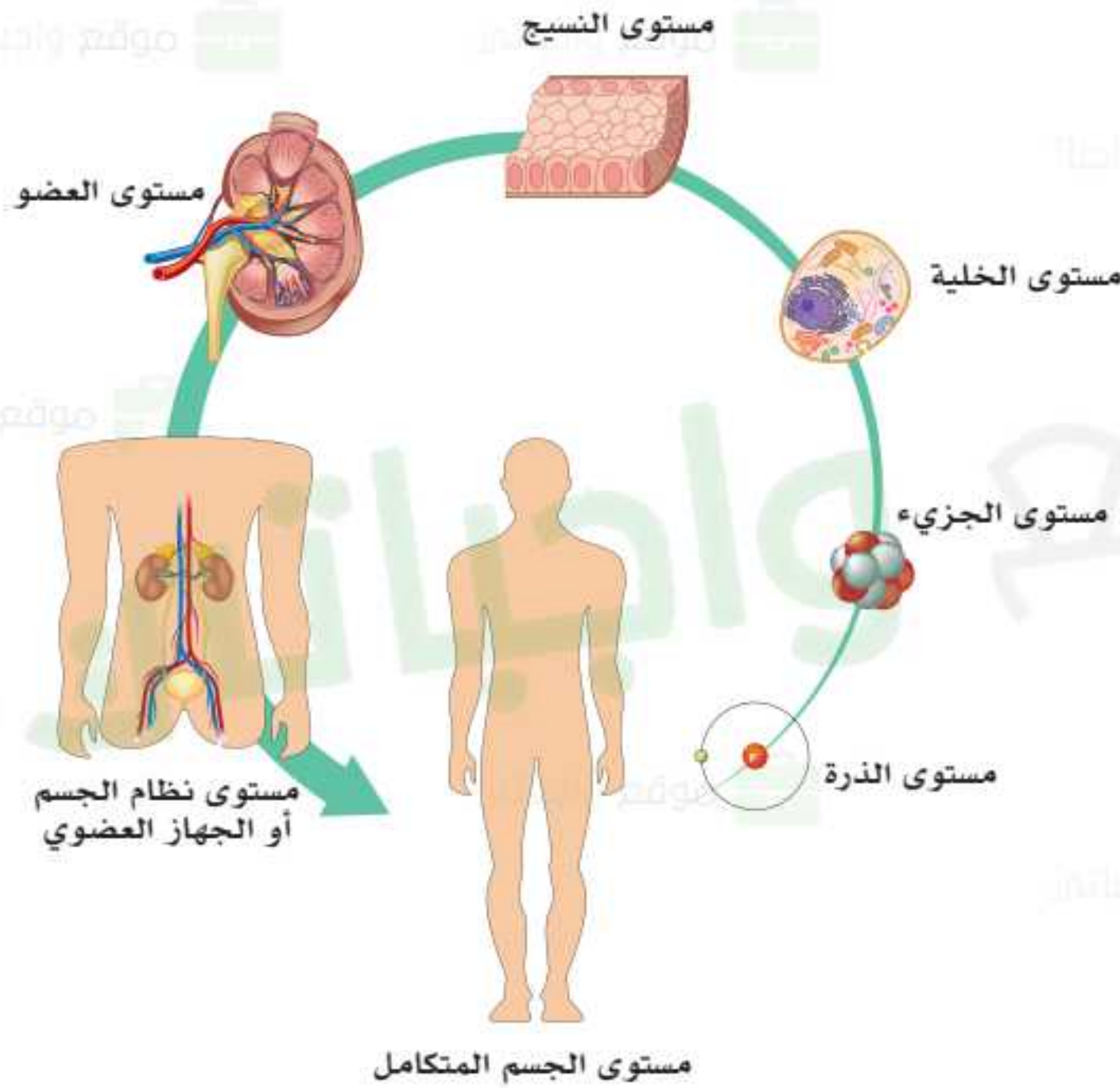
لمعرفة تشريح أعضاء الجسم ووظائفها وفهمها؛ يجب معرفة مستويات تكوين الجسم حيث يبين الشكل (1-1) مستويات تكوين جسم الإنسان، وهي كالآتي:

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) والنيتروجين (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.



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

مستوى العضو (Organ level): العضو مكون من مجموعة من الأنسجة التي تؤدي وظيفة معينة أو عدة وظائف؛ من أمثلته 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 أمثلته 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 البصريّة عندما يجري فتح الجسم للفحص (التشريح).
- علم التشريح الخلوي يهتم بدراسة الخلايا ومُكوّناتها التي يمكن ملاحظتها باستعمال تقنيّات معينة، أو طرائق وأدوات خاصّة فقط، مثل المجاهر.
- علم التشريح الجزيئي غالبًا ما يُسمّى البيولوجيا الجزيئية، وهو دراسة أصغر مُكوّنات الخلايا على المستوى البيوكيميائي (الكيمياء الحيوية).

الربط مع التاريخ

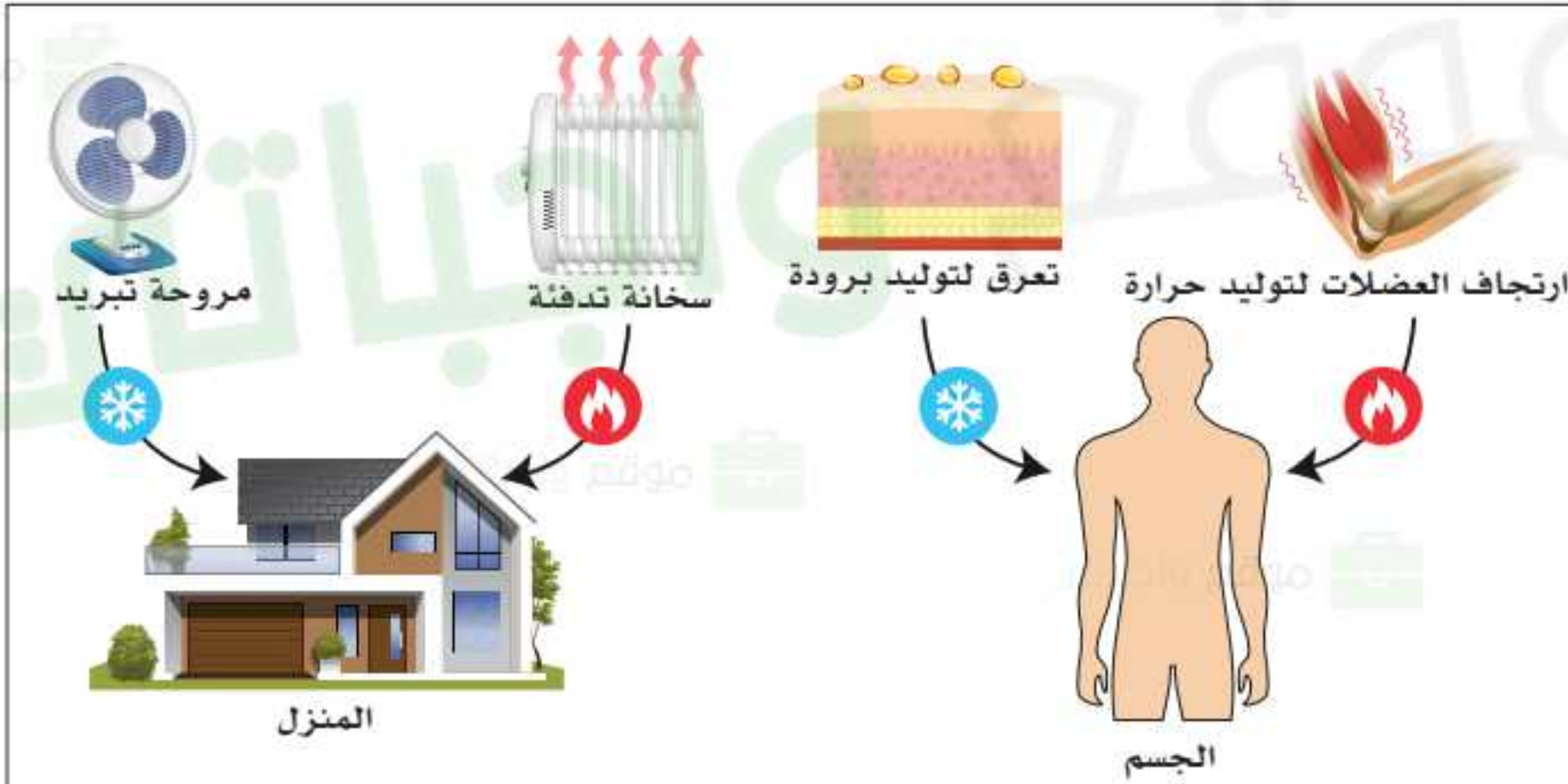


أبو القاسم خلف بن عباس الزهراوي المتوفى في القرن الرابع الهجري في الأندلس تُنسب له إسهامات طبية؛ منها كتاب التصريف لمن عجز عن التأليف في مجال الطب والجراحة، كما اخترع العديد من الأدوات الجراحية؛ منها ما كان يساعده في علاج الأذن. ويقال إنه توصل إلى طريقة ناجحة لإيقاف النزيف وذلك عن طريق ربط الشرايين الكبيرة،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

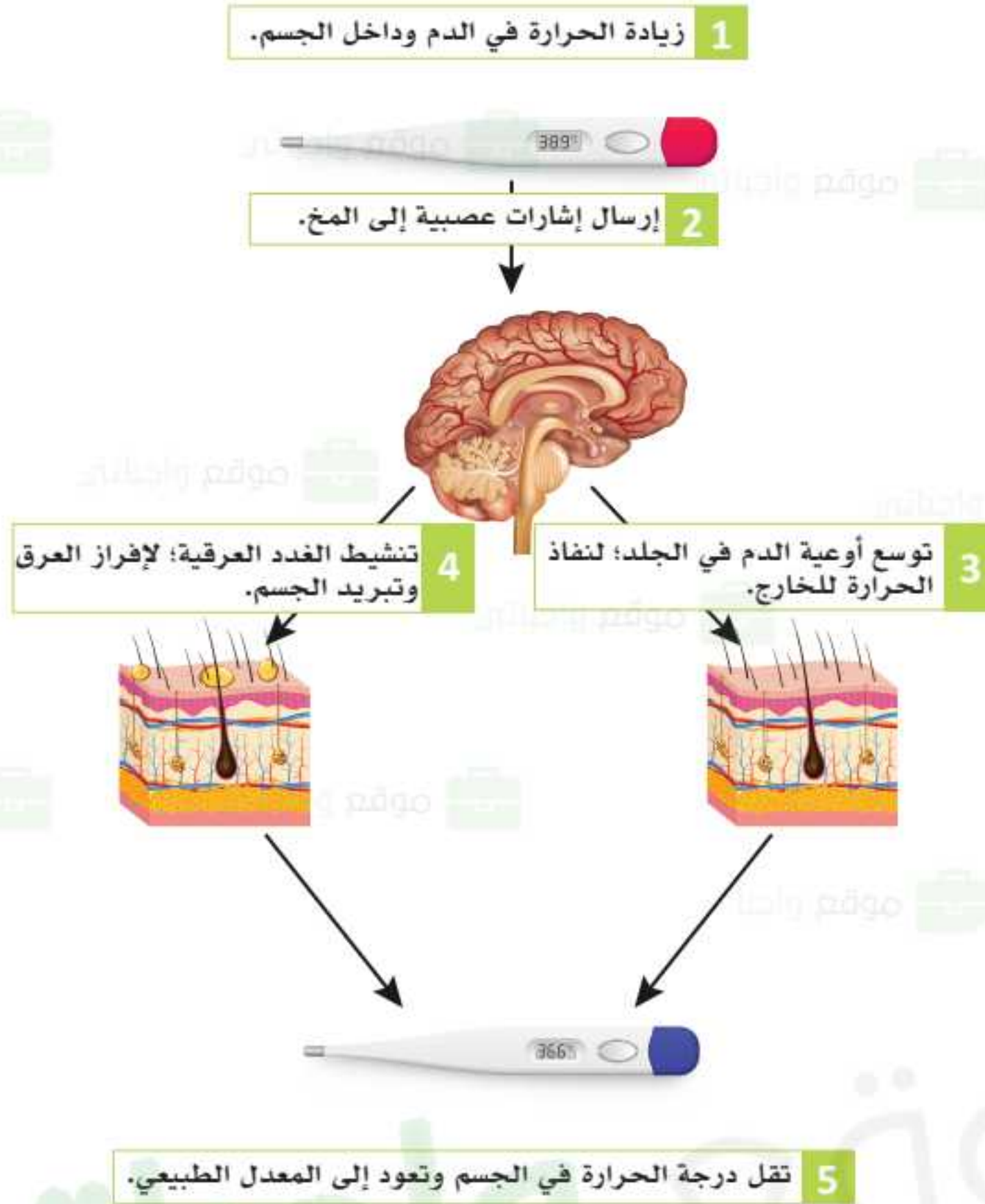


الربط مع الحياة:

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.

(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.



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

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 أمراضاً 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: والمجهر هو جهاز يختص بتكبير الأشياء والأجسام الصغيرة مما يسهل دراستها. يستعمل المجهر أساساً لدراسة المخلوقات الحية الدقيقة والبكتيريا وغيرها من المخلوقات وحيدة الخلية، ودراسة الخلية والأنسجة الحية وأجزائها ومكوناتها.

إثراء:

دقة منخفضة



دقة متوسطة



دقة عالية



كلما كان الطول الموجي أقل كلما ازدادت القدرة التمييزية (الدقة) للمجهر وأمكن تمييز النقطتين على أنهما نقطتان منفصلتان لذا كانت دقة المجهر الإلكتروني 0.05 نانومتر بينما المجهر الضوئي حوالي 200 نانومتر.

العين المجردة									
المجهر الضوئي									
المجهر الإلكتروني									
طفل	اليد	الاصبع	سماكة شعر الإنسان	حجم خلية الدم الحمراء	حجم بكتيريا	حجم فيروس	حجم جزيء	حجم الجلوكون	ذرة
							حجم حمض نووي		

من الشكل أعلاه نلاحظ اختلاف الدقة (power Resolution) بين العين البشرية والمجهر الضوئي والإلكتروني، حيث أن الدقة يقصد بها القدرة على تمييز نقطتين تفصلهما مسافة صغيرة جداً بحيث لا تبدوان 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).



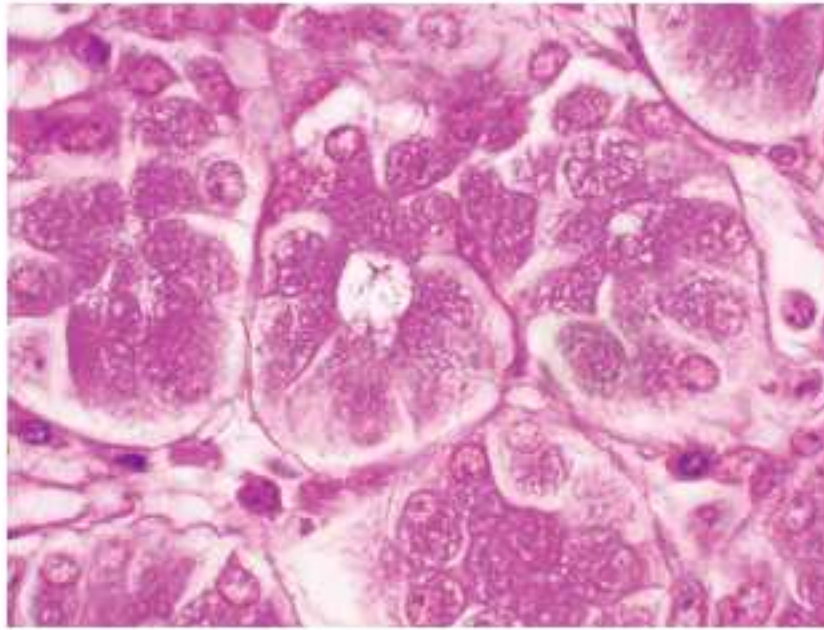
الشكل (1-3): المجهر الضوئي.

1. أجزاء المجموعة الميكانيكية:

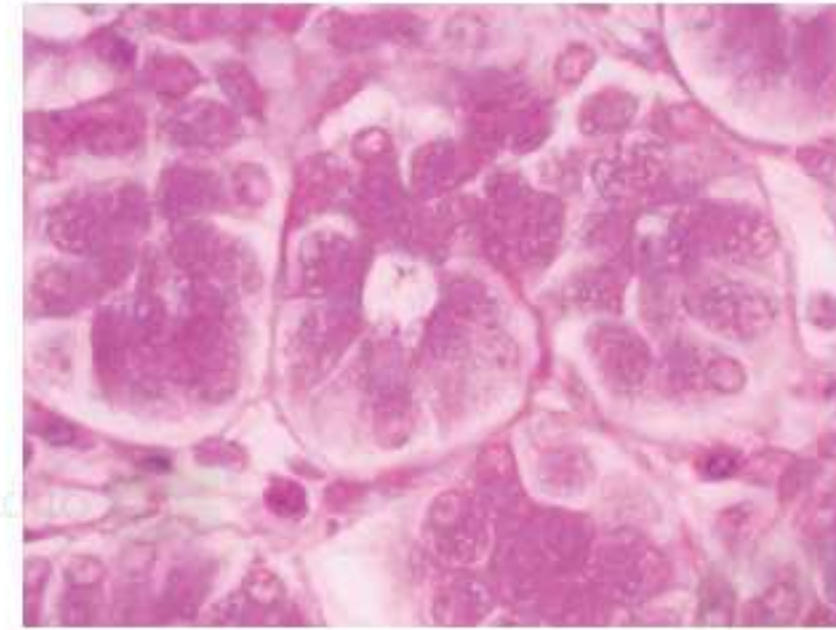
- **القاعدة (Base):** هي الجزء الذي يرتكز عليه المجهر.
- **الذراع (Arm):** هو الجزء المقوس الذي يستعمل لحمل المجهر عند نقله.
- **المسرح (Stage):** هو جزء قابل للحركة في أكثر من اتجاه عن طريق ضوابط جانبية، وتثبت عليه الشريحة عن طريق الماسك، ويُحرَّك المسرح حتى تتقاطع الشريحة مع الضوء الذي يمر من خلال 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.

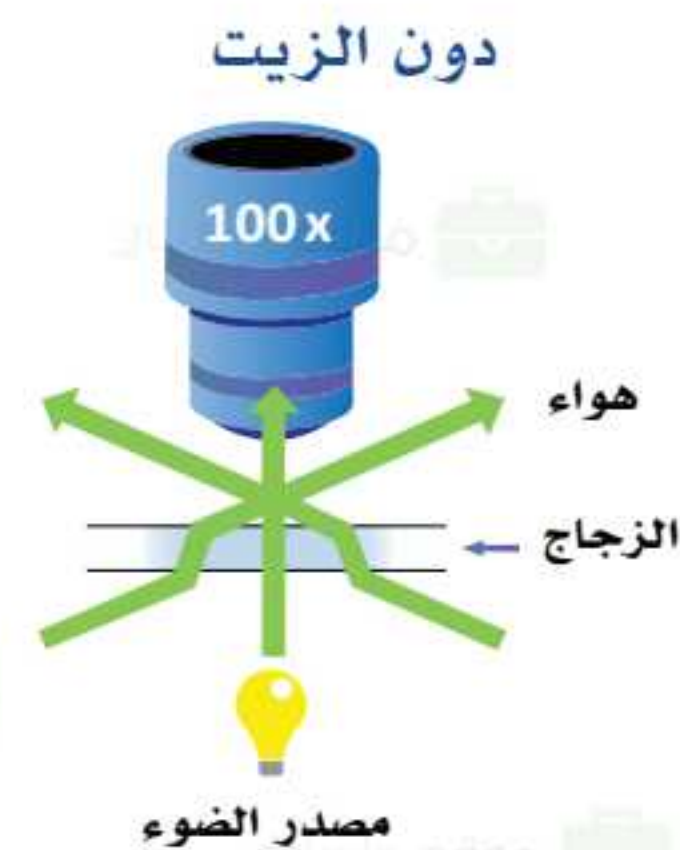
نشاط (1-2) التفكير الناقد:



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؟
العينة تكون أوضح في العدسة المضاف لها الزيت لأن معامل انكسار الضوء يختلف عند عبوره خلال الهواء عنه خلال الزيت.

- **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).

$$\text{قوة تكبير المجهر المركب} = \text{قوة تكبير العدسة العينية} \times \text{قوة تكبير العدسة الشيئية}$$

$$400 = 40 \times 10 \text{ مرة}$$

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

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

■ المجهر الإلكتروني: المجهر الإلكتروني هو نوعٌ خاص من المجاهر التي تستعمل الإلكترونات كمصدرٍ

لتكبير العينة، كما تستعمل المجالات الكهربائية ومغناطيسية 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 طول الموجي لفوتونات الضوء، وتتضح من هنا العلاقة العكسية بين الطول الموجي وقوة التكبير والدقة، وتتمكن بعض المجاهر الإلكترونية من تكبير العينة بمعدل يصل إلى مليوني مرة أكبر من حجمها الحقيقي، بينما تنحصر أفضل أنواع المجاهر الضوئية في قوة تكبيرٍ تبلغ ألفي مرة فقط.

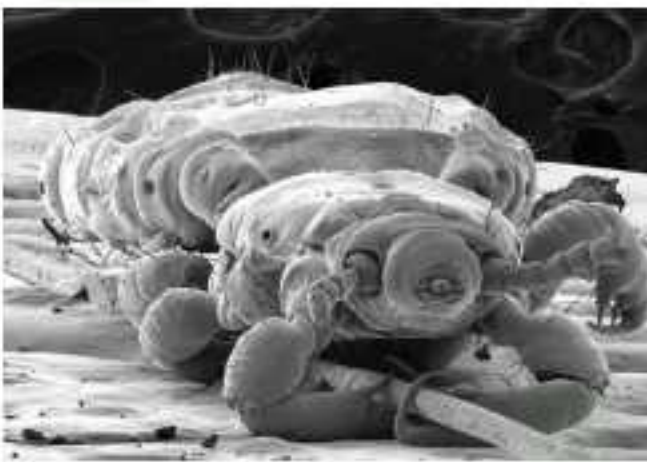
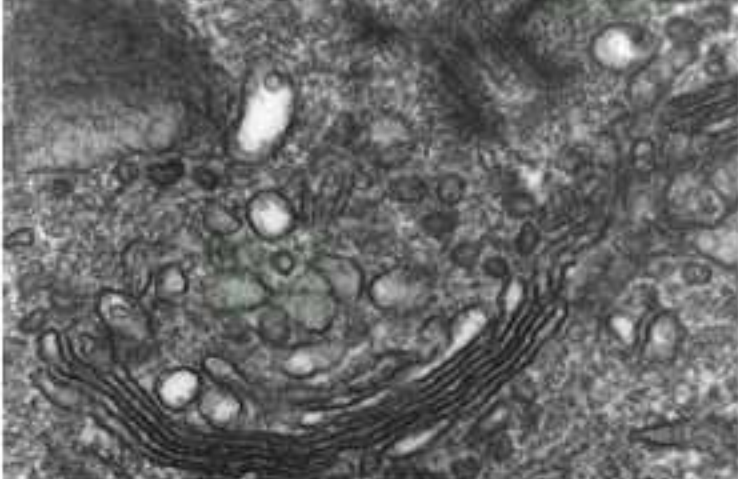
أنواع المجهر الإلكتروني:

■ 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):

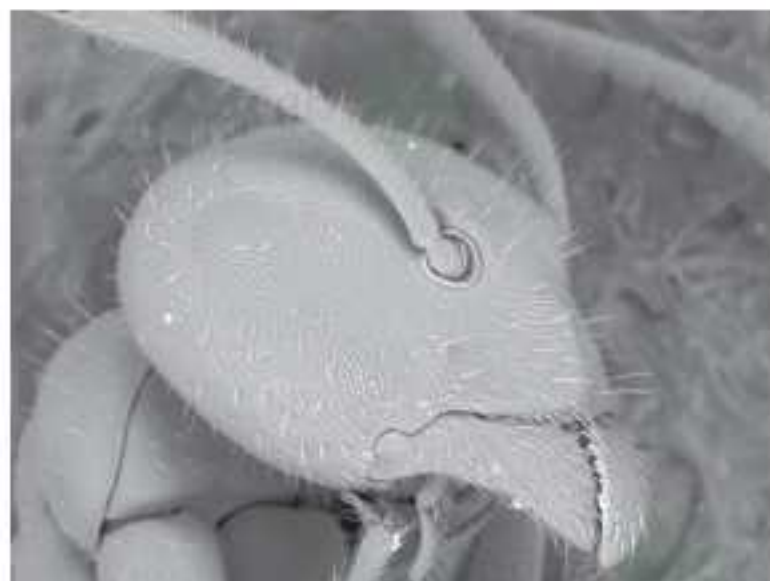
هو مجهر يعمل عن طريق شعاع مُركَّز من الإلكترونات التي تمسح سطح العينة، ثم تُجمع الإلكترونات المنعكسة من سطح العينة لتعطي صورة مكبرة لها، ثلاثية الأبعاد عالية الدقة. انظر الجدول (1-2).

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

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.

المجهر الإلكتروني الماسح هو مجهر يعمل عن طريق شعاع مُركّز من الإلكترونات تمسح سطح العينة، ثم تُجمع الإلكترونات المنعكسة من سطح العينة لتعطي صورة مكبرة لها ثلاثية الأبعاد وعالية الدقة.

نشاط (1-5):

قارن بين المجهر المركب والمجهر الإلكتروني من حيث:

وجه المقارنة	مجهر مركب	مجهر إلكتروني
الإشعاع المستعمل	ضوئي	إلكتروني
العدسات المستعملة	زجاجي	مجالات كهرومغناطيسية
قوة التكبير	ألفي مرة	مليون مرة
الطول الموجي للإشعاع	طويل	قصير

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؟

لا تعرق انقباض العضلات تضييق الأوعية الدموية تجعد الشعر انبعاث جزء قليل من درجة حرارة الجسم لرفع درجة حرارة الجسم	التعرق يلتصق الشعر على الجلد ترتخي العضلات تتوسع الأوعية الدموية انبعاث جزء كبير من درجة حرارة الجسم لخفض درجة حرارة الجسم	طرق الحفاظ على حالة التوازن الطبيعي والثبات الداخلي
تنقبض العضلة	ترتخي العضلة	العضلة
لا تفرز العرق	تفرز العرق	الغدد العرقية
تضييق	تتوسع	الأوعية الدموية

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

$$\text{قوة تكبير المجهر المركب} = \text{قوة تكبير العدسة العينية} \times \text{قوة تكبير العدسة الشيئية}$$

$$200 = 20 \times 10 \text{ مرة}$$

3. أكمل مستويات تكوين الجسم في الجدول الآتي:

المثال	شرح المستوى	مستوى التنظيم Level of organization
ذرة الكربون	مستوى الجزيء أصغر الجسيمات التي تتكون منها العناصر	مستوى الذرة Atomic Level 
(H ₂ O) والنيتروجين (N ₂) وكلوريد الصوديوم (NaCl)	اتحاد متعادل كهربائياً مكون من ذرتين أو أكثر	مستوى الجزيء Molecular Level 
- الخلية العصبية - الخلية العضلية	تتكون من مجموعة من الجزيئات المرتبطة مع بعضها	مستوى الخلية Cellular Level 
- النسيج العضلي، - والنسيج العصبي، - والنسيج الضام.	مجموعة متكاملة من خلايا متماثلة ومن المنشأ نفسه وتقوم بوظيفة محددة	مستوى النسيج Tissue Level 
- القلب - الكبد - الرئتان	مكون من مجموعة من الأنسجة التي تؤدي وظيفة معينة أو عدة وظائف.	مستوى العضو Organ Level 
- الجهاز العصبي - الجهاز الهضمي - الجهاز العضلي	مكون من مجموعة من الأعضاء المترابطة التي تعمل مع بعضها لتؤدي وظيفة معينة.	مستوى نظام الجسم أو الجهاز العضوي Organ System Level 
جسم الإنسان	الجسم المتكامل يتكون من كل أنظمة الجسم وأجهزته العضوية التي تعمل بتناغم وتناسق	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	الفاعل المنعكس
Extracellular fluid	السائل خارج الخلايا
Normal Physiological Range	المعدل الفسيولوجي الطبيعي

تمهيد: كان عالم وظائف الأعضاء الفرنسي كلاود برنارد (Claude Bernard) (1878-1813م) 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 أيضية أخرى.

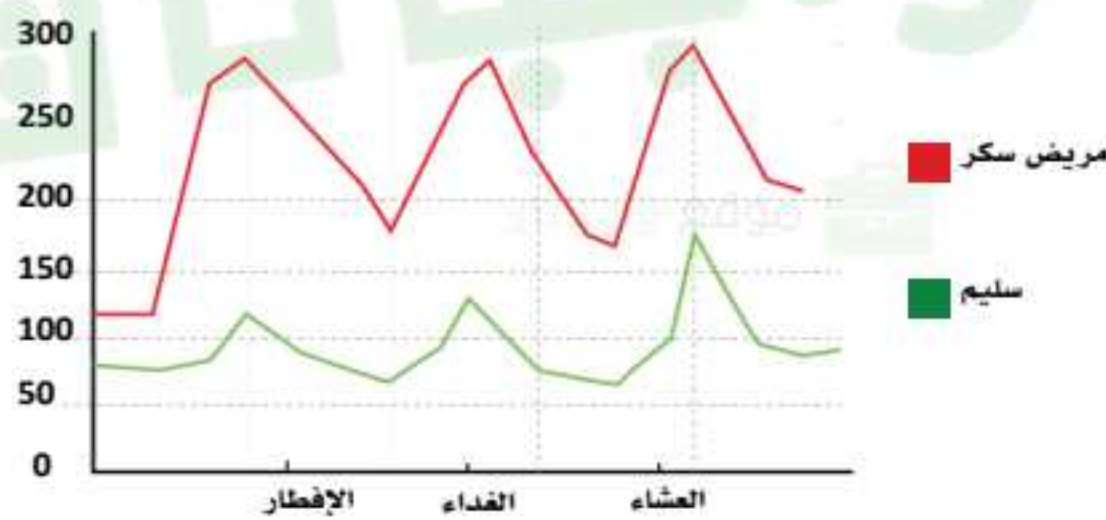
2. كل عنصر من عناصر البيئة الداخلية قابل للتغيير؛ لكن مقدار هذا التغيير في الوضع الطبيعي يكون دائمًا صغيرًا، ويقع ضمن معدل محدود يدعى المعدل الفسيولوجي الطبيعي (Normal physiological range) الذي يعرف بأنه المعدل الذي يمكن أن يتذبذب ضمنه أحد عناصر البيئة الداخلية لكي تعمل وظائف أعضاء الجسم

طبيعياً ويبقى الإنسان حياً، لذلك ثبات عناصر البيئة الداخلية هو ثبات بنسبة معينة وليس ثابتاً 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 مثالياً.

آليات التحكم بالثبات الداخلي وعناصره:



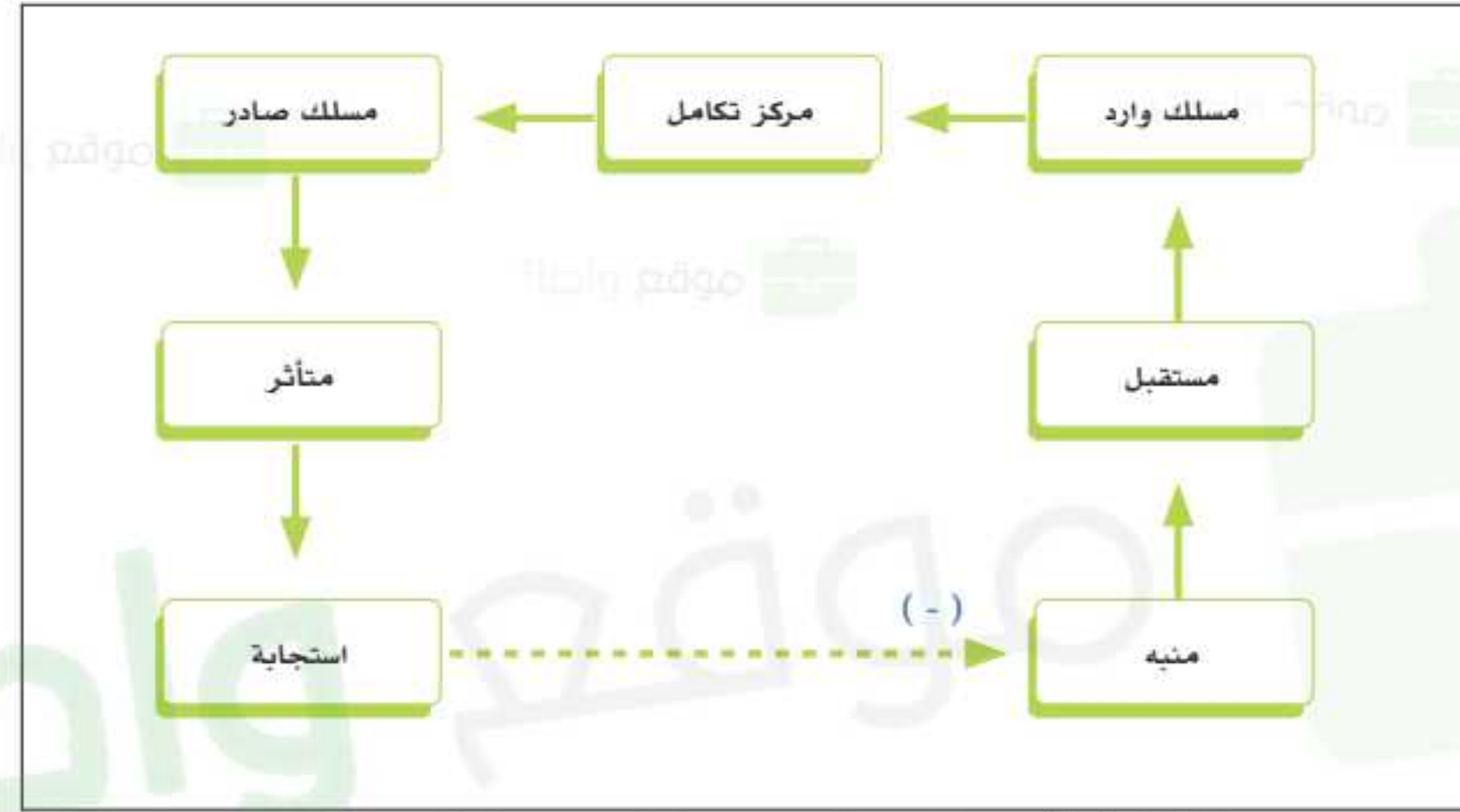
الشكل (1-6): التذبذبات الطبيعية في مستوى سكر الدم (الجلوكوز) بعد الوجبات الرئيسية لدى الإنسان الطبيعي ومريض السكر.

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

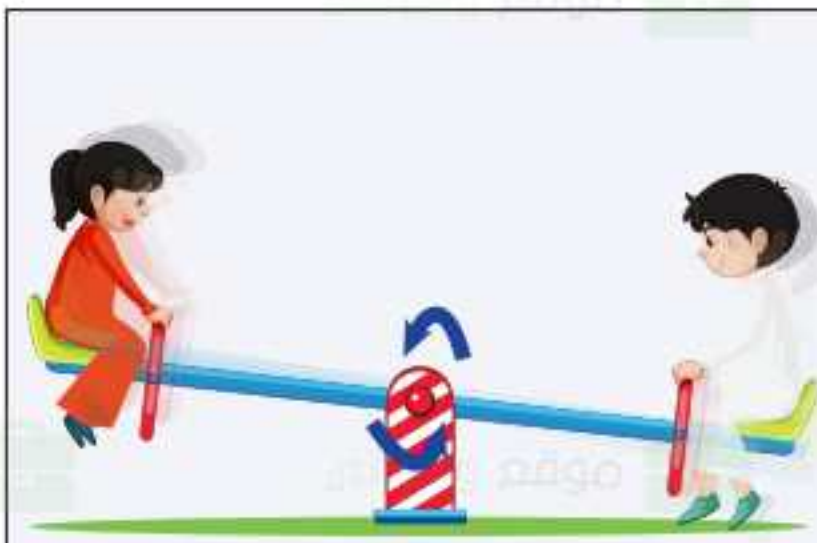
يعمل فطرياً لا إرادياً، إذ لا يحتاج الإنسان لتعلمه في أغلب الأوضاع وإن كانت بعض المنعكسات المعقدة تحتاج إلى بعض التعلم، وإلى التركيز الواعي لكي تتطور تطوراً مناسباً. وستناول هذه العناصر الهامة في النقاط الآتية:

■ 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. (خطأ)

ثبات عناصر البيئة الداخلية هو ثبات بنسبة معينة وليس ثباتاً مطلقاً، ولو حصل تغير كبير لأحد العناصر سواء بالزيادة أم النقصان عن المعدلات الطبيعية؛ لأدى ذلك إلى اعتلالات وأمراض قد تؤدي إلى الوفاة.

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

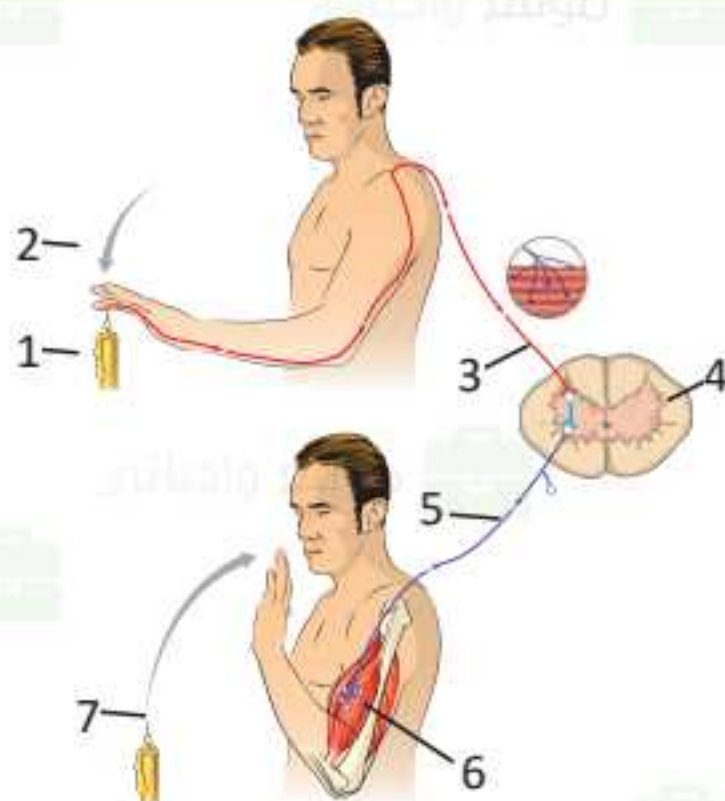
■ المستقبل هو تركيب مادي في الجسم له القدرة على التحري عن المنبه، وتحويل طاقته إلى شكل آخر من أشكال الطاقة.

(صح)

■ تعد مستقبلات الضوء من المستقبلات الكيميائية. (خطأ)

يمكن أن تكون المستقبلات مستقبلات حسية؛ مثل مستقبلات الضوء في العين.

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



الرقم	العنصر
٦	المتأثر (Effector) عضو استجابة
٥	المسلك الصادر (Efferent pathway) عصب حركي
٧	الاستجابة (Response)
٤	المركز المتكامل ومركز التحكم (Control center)
٢	المستقبل (Receptor) عضو إحساس
١	المنبه (Stimulus)
٣	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:

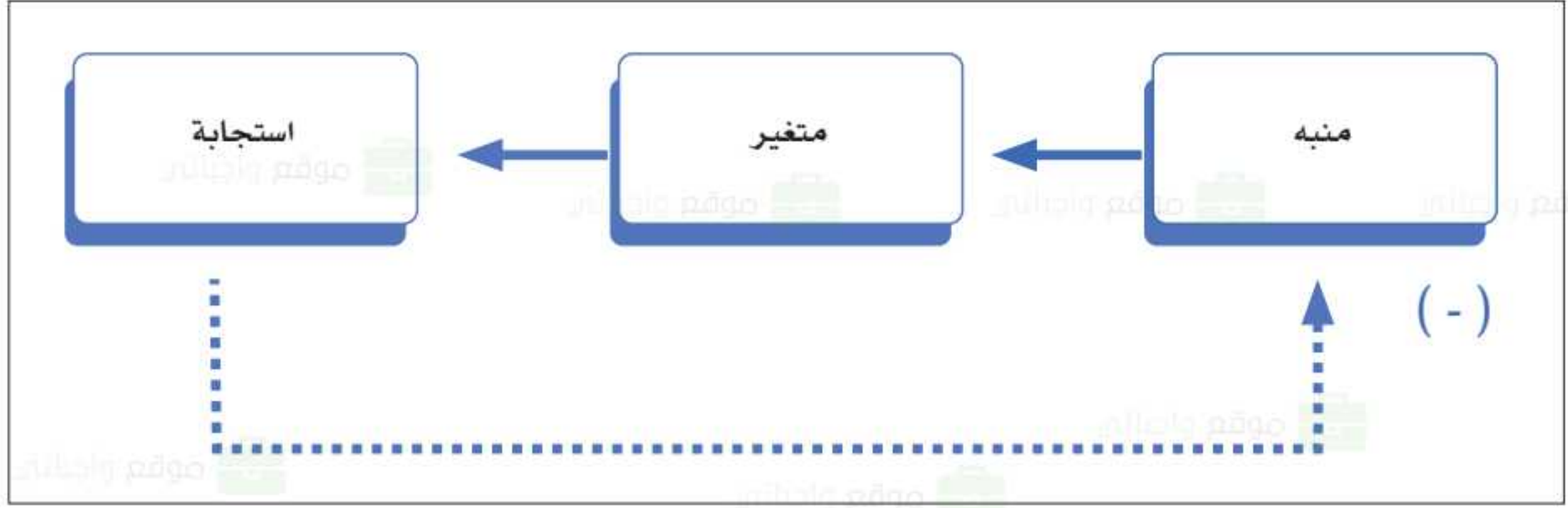
آليات التحكم تتطور تدريجياً حسب حاجة الجسم، وبمعدلات تختلف من آلية إلى أخرى. لا شك أن بعض آليات التحكم بالثبات الداخلي تبدأ بالعمل مبكرة في حياة الجنين؛ فالغدة النخامية-مثلاً- تبدأ بالتطور في الأسابيع الأربعة الأولى من عمر الجنين ويكتمل نضجها في الأسبوع العشرين -تقريباً- من عمر الجنين، ومن المنطقي الافتراض 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.

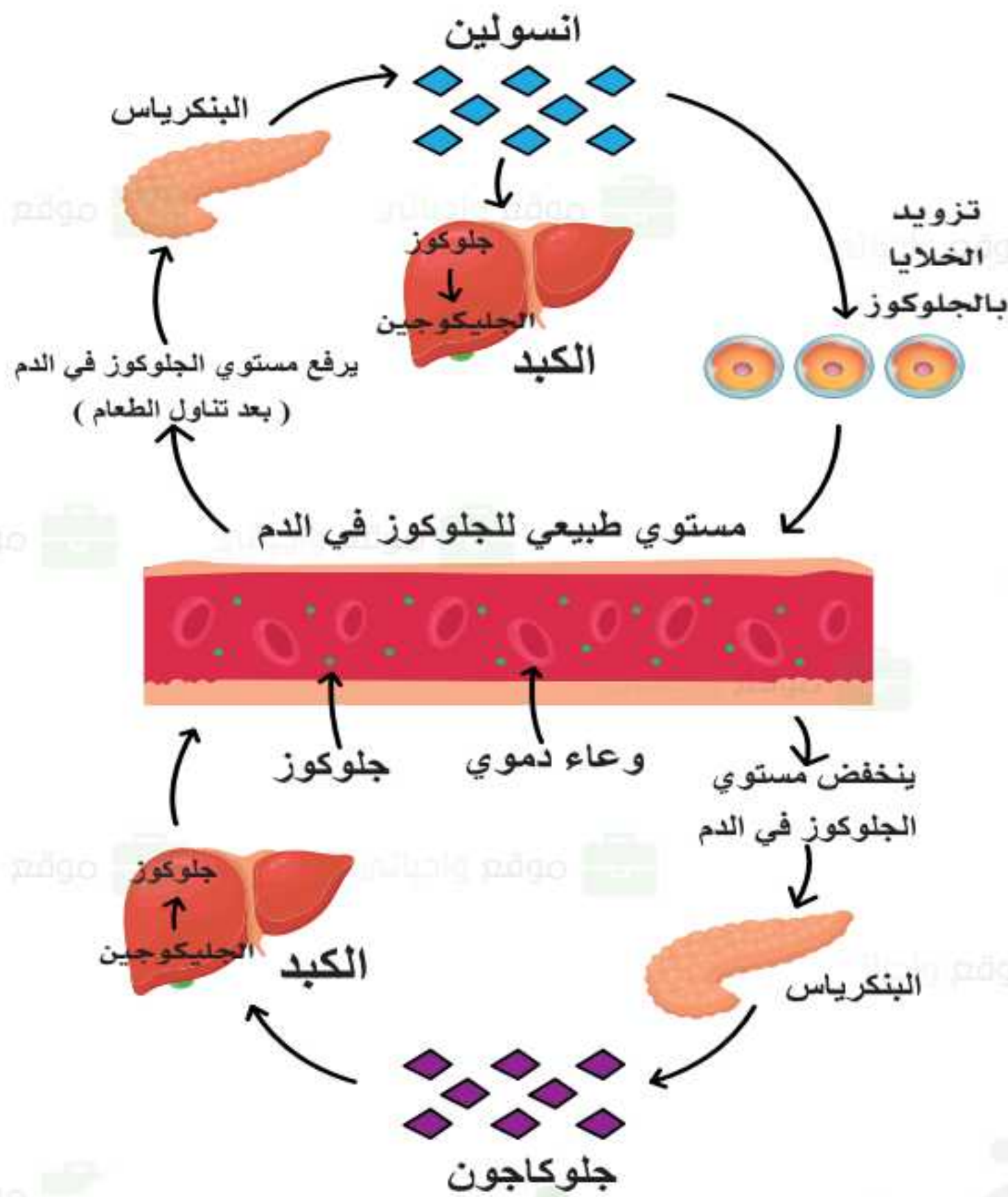


الشكل (1-8): توضيح لآليات التغذية الراجعة السلبية.

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؛ استجابة 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 عمومًا.

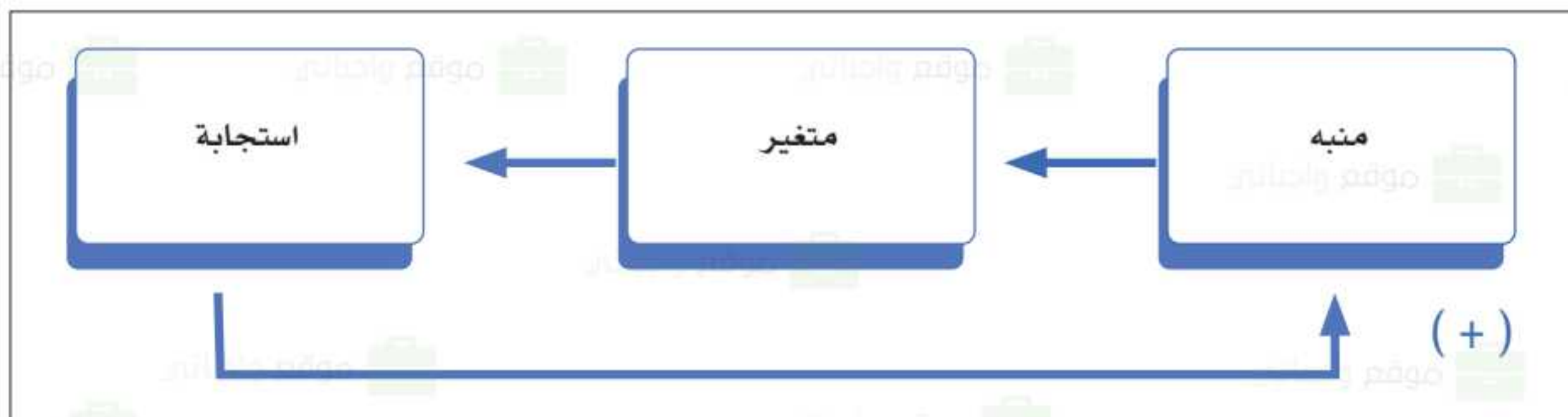


الشكل (1-9): تنظيم معدل سكر الدم عن طريق هرمون الإنسولين والجلوكاجون.

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.



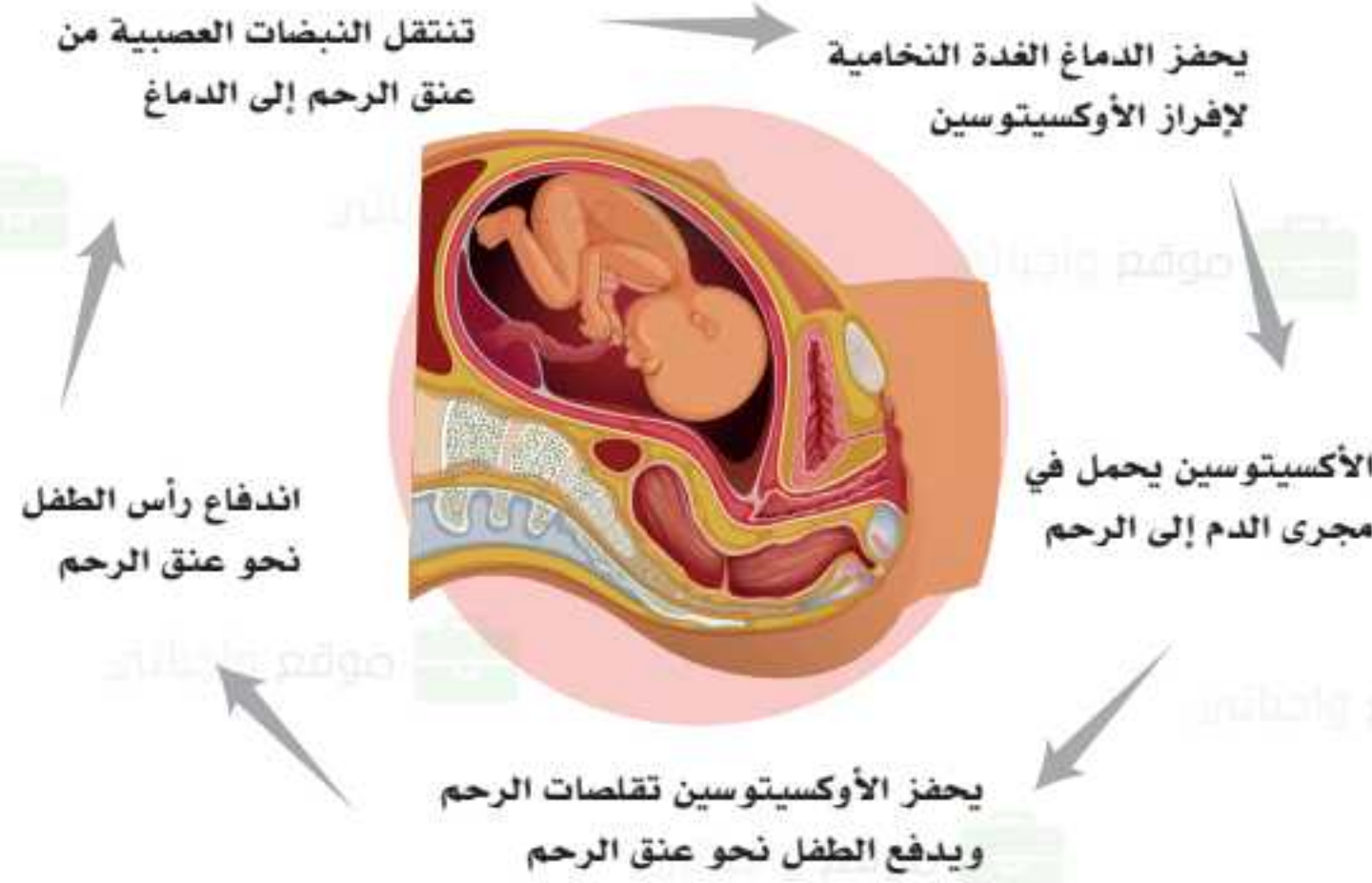
الشكل (1-10): توضيح لآليات التغذية الراجعة الإيجابية.

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



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

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	تركيز الجلوكوز في الدم	تنشيط الصفائح الدموية
نظام التغذية الراجعة	سلبية	إيجابية
آلية التغذية الراجعة مع المنبه تكون باتجاه...	معاكس لاتجاه التغير الأصلي من المنبه	في نفس اتجاه التغير الأصلي من المنبه
وضع المتغير بعد التغذية الراجعة يكون...	يعود إلى حدوده الفسيولوجية الطبيعية	تنحى بالمتغير بعيداً عن حالة الثبات
مثال يوضح الآلية الراجعة لكل قسم	تنظيم درجة حرارة الجسم	المخاض في فترة الطلق والولادة

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).

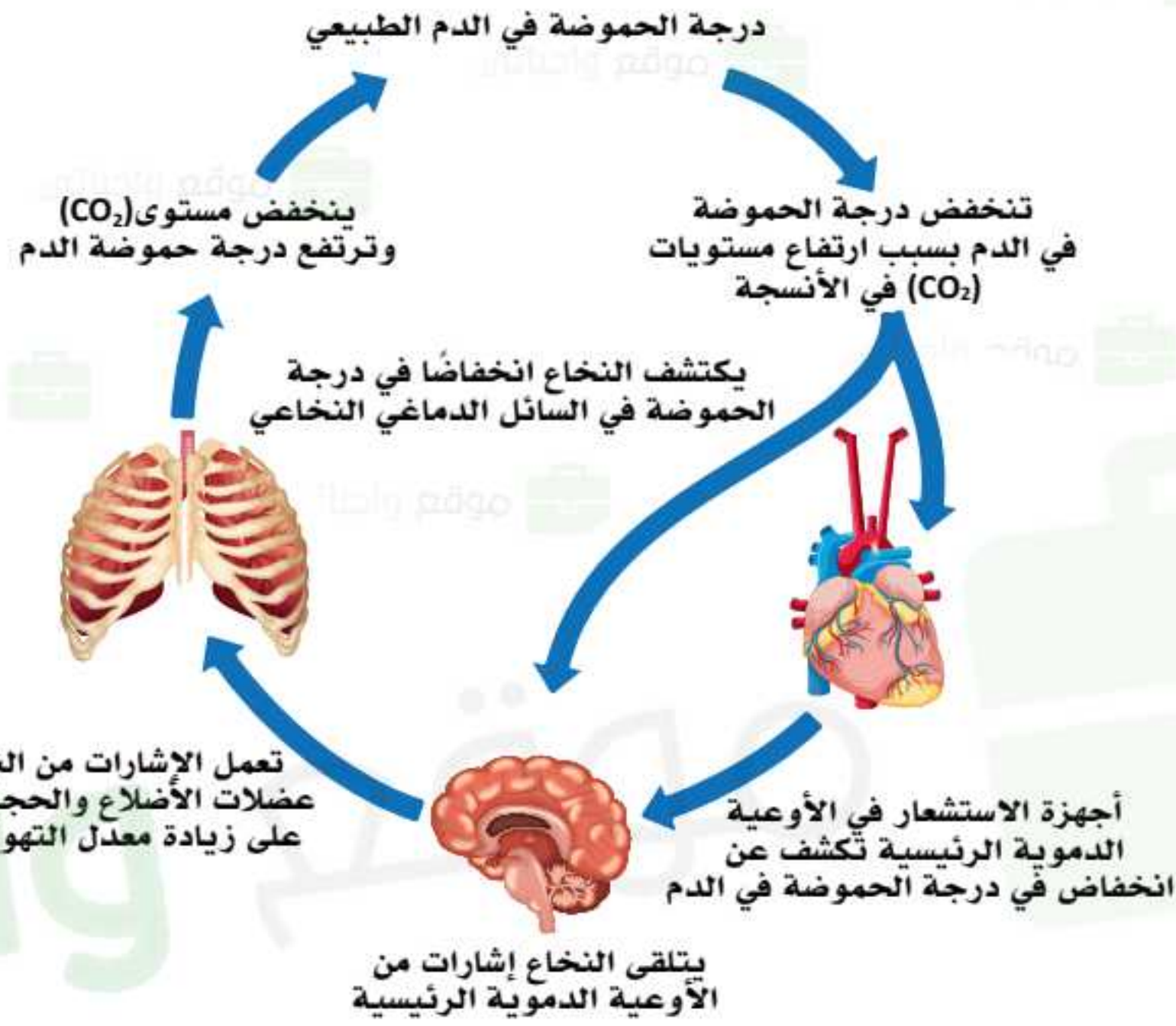
لهذا فإن استجابة مركز التحكم والتكامل تمثل تكاملاً لعدد من المعلومات والإشارات المرسل والمستقبل، حيث تنتقل الإشارة التي يصدرها مركز التحكم والتكامل عن طريق خلايا عصبية على هيئة جهد (فعل)، أو في الدم على هيئة هرمون (رسائل كيميائية) عبر المسالك الصادرة (Efferent pathways) إلى المتأثر (Effector) الذي يمكن 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.



ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون يسبب انخفاض حموضة الدم.	المنبه (Stimulus)
مستقبلات استشعار في النخاع المستطيل والشریان الأورطي بانخفاض حموضة الدم بسبب زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون.	المستقبل (Receptor)
أعصاب حسية.	مسلك وارد (Afferent pathway)
النخاع المستطيل.	المركز المتكامل ومركز التحكم (Control center)
أعصاب حركية.	المسلك الصادر (Efferent pathway)
عضلات الاضلاع والحجاب الحاجز.	المتأثر (Effector)
طرّد ثاني أكسيد الكربون عبر الجهاز التنفسي لتصل درجة حموضة الدم إلى المعدل الطبيعي عند (7,4) تقريباً.	الاستجابة (Response)

2. فسر الآتي:

- آليات التحكم بالثبات الداخلي في الغدة النخامية التي تبدأ عملها من وقت الولادة.
- هرموناتها تعد أدوات للتحكم بالثبات الداخلي في مراحل مبكرة.
- يحتاج الجنين لبعض هرموناتها مثل هرمون النمو.
- هرموني الأنسولين والجلوكاجون يحافظان على معدل السكر في الجسم في نطاق طبيعي معتدل.
- عندما لا يمتص الجسم الجلوكوز يبقى مستوى السكر مرتفعاً في الدم فتُرسل إشارات واردة إلى مركز التحكم الذي يُرسل إشارات صادرة إلى البنكرياس ليفرز هرمون الأنسولين الذي يقلل من مستوى السكر في الدم.
- عندما يكون مستوى السكر في الدم منخفضاً يفرز البنكرياس هرمون الجلوكاجون الذي يوجه الكبد لإفراز الجلوكوز المخزن عن طريق تكسير الجلايكوجين مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى السكر في الدم.

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

1. جهاز يختص بتكبير الأشياء والأجسام الصغيرة مما يسهل دراستها. (...المجهر...)
2. تركيب مادي في الجسم له القدرة على التحري عن المنبه، وتحويل طاقته إلى شكل آخر من أشكال الطاقة. (..المستقبل..)
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. (.....المنبه.....)
4. اتحاد متعادل كهربائياً مكون من ذرتين أو أكثر وترتبط مع بعضها بواسطة روابط كيميائية. (مستوى الجزيء)
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. (علم التشريح)
6. علم يدرس وظائف الجسم المتعددة والآليات التي تتم بها هذه الوظائف طبيعياً. (علم وظائف الأعضاء)
7. أصغر الجسيمات التي تتكون منها العناصر. (مستوى الذرة)

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.

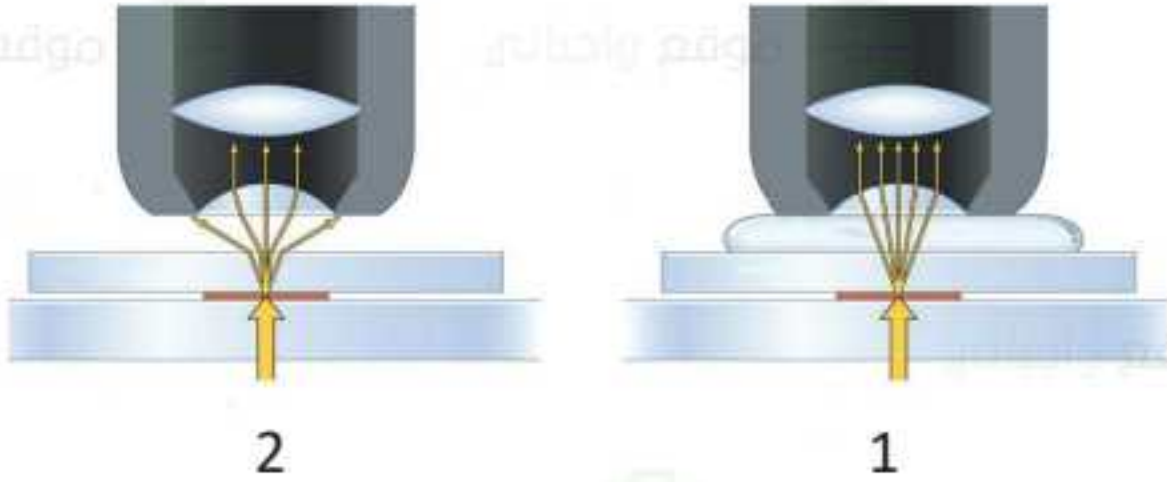
2. في الشكل الآتي عدستان كلاهما بقوة تكبير (100) مرة، من المتوقع أن تكون الصورة المجهرية أوضح في:

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 الناتجة مكبرة:

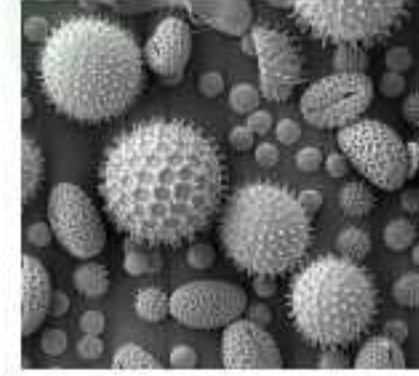
أ. (100) مرة.

ب. (500) مرة.

ج. (1000) مرة.

د. (2000) مرة.

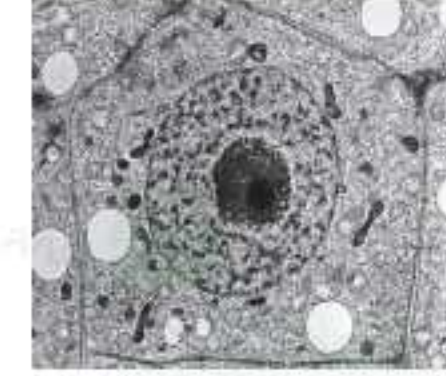
4. أي الصور المجهرية الآتية ناتجة عن مجهر إلكتروني نافذ:



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.

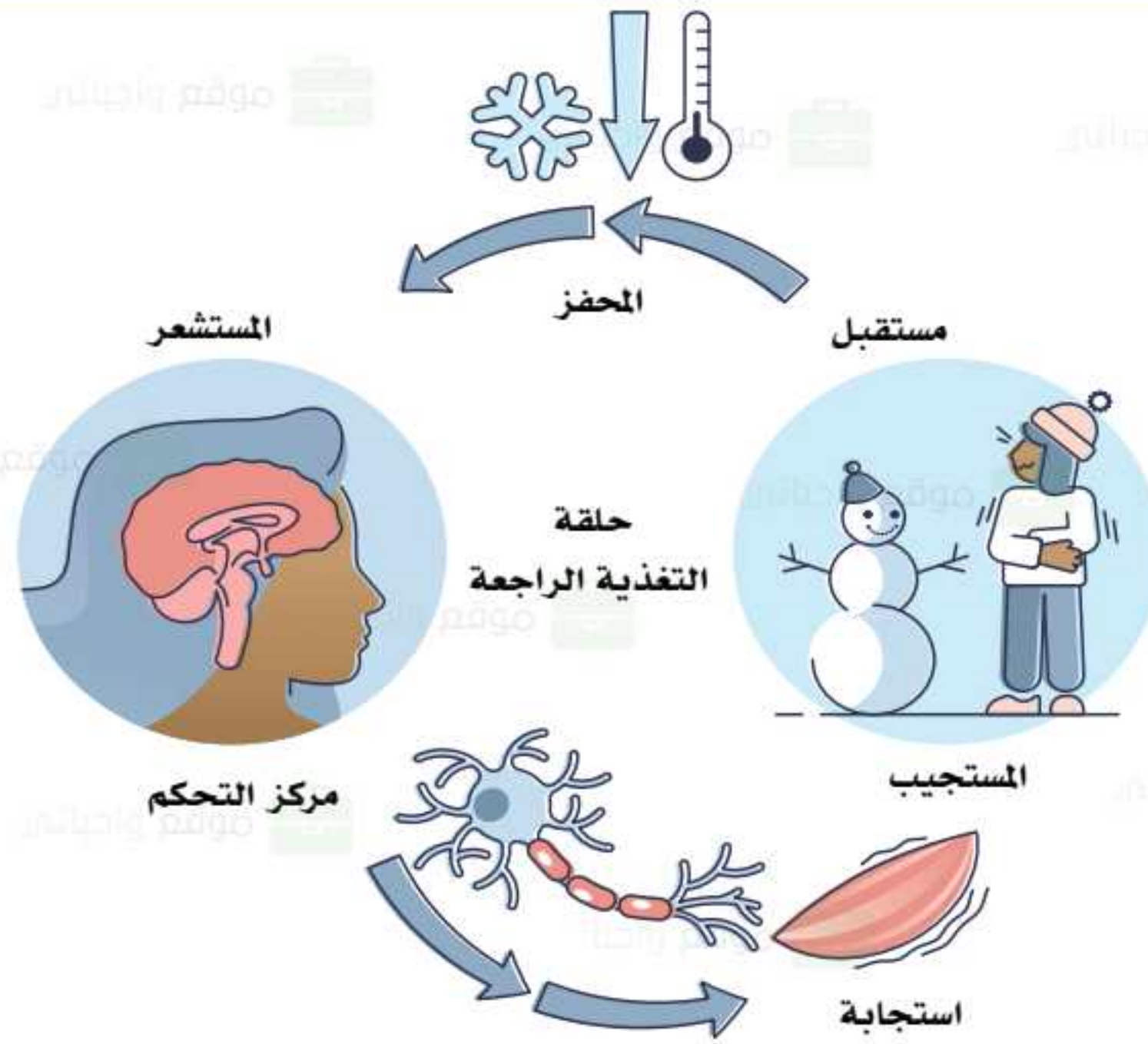
7. الاستجابة التي تكون بالاتجاه المعاكس للمنبه الأمر الذي يلغي هذا المنبه أو يعادله تسمى:

- 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.



يؤدي الارتجاف وهو نوع من الانقباض إلى تكوين طاقة حرارية في العضلات مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الجسم وعودتها إلى الوضع الطبيعي. ويتم ذلك عن طريق مركز التحكم بدرجة الحرارة الموجود في منطقة تحت المهاد الذي تصدر جهد فعل خاص ينتقل عبر الأعصاب الحركية الذاهبة إلى العضلات الهيكلية لبدء الارتجاف.